

Zbornik prispevkov

**6. slovenski vinogradniško–vinarski kongres
Ptuj, 21. – 22. april 2023**

Organizatorji kongresa:

Kmetijsko gozdarski zavod Ptuj

Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede,

Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano

Izdal in založil:

Kmetijsko gozdarski zavod Ptuj

Zbornik prispevkov je izšel v tiskani in elektronski obliki

Število izvodov v tiskani obliki: 300

Urednik: prof. dr. Stanko Vršič

Tisk in oblikovanje: Tiskarna Ekart

Grafika: Aleksandra Jelušič

Vse prispevke v zborniku so recenzirali anonimni recenzenti.

Za lektoriranje prispevkov odgovarjajo avtorji. Kakršnokoli reproduciranje dela ali celotnega besedila zbornika prispevkov brez predhodnega strinjanja založnika ni dovoljeno.

CIP - Kataložni zapis o publikaciji
Univerzitetna knjižnica Maribor

634.8+663.2(082)

SLOVENSKI vinogradniško-vinarski kongres (6 ; 2023 ; Ptuj)

6. slovenski vinogradniško-vinarski kongres : zbornik prispevkov : Ptuj, 21.–22. april 2023 / [urednik Stanko Vršič ; organizatorji kongresa Kmetijsko gozdarski zavod Ptuj [in] Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede [in] Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano]. - Ptuj : Kmetijsko gozdarski zavod, 2023

ISBN 978-961-91422-7-1

COBISS.SI-ID 147991043

634.8+663.2(082)(0.034.2)

SLOVENSKI vinogradniško-vinarski kongres (6 ; 2023 ; Ptuj)

6. slovenski vinogradniško-vinarski kongres [Elektronski vir] : zbornik prispevkov : Ptuj, 21.–22. april 2023 / [urednik Stanko Vršič ; organizatorji kongresa Kmetijsko gozdarski zavod Ptuj [in] Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede [in] Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano]. - E-zbornik. - Ptuj : Kmetijsko gozdarski zavod, 2023

Način dostopa (URL): <https://www.kgz-ptuj.si/>

ISBN 978-961-91422-6-4 (PDF)

COBISS.SI-ID 147989507

Programsko organizacijski odbor 6. SVVK

Andrej Rebernišek	Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod Ptuj
Dr. Stanko Vršič	Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Univerza v Mariboru
Dr. Borut Pulko	Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Univerza v Mariboru
Mag. Janez Valdhuber	Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Univerza v Mariboru
Andrej Perko	Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Univerza v Mariboru
Dr. Denis Rusjan	Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani
Dr. Tatjana Košmerl	Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani
Mojca Jakša	Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano
Vojmir Bizjak	Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije
Dr. Franc Čuš	Kmetijski inštitut Slovenije
Dr. Klemen Lisjak	Kmetijski inštitut Slovenije
Tadeja Vodovnik Plevnik	Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod Maribor
Simona Hauptman	Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod Maribor
Andreja Škvarč	Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica
Tamara Rusjan	Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica
Mojca Mavrič Štrukelj	Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica
Jernej Martinčič	Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod Novo Mesto
Ivanka Badovinac	Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod Novo Mesto
Matej Rebernišek	Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod Ptuj
Simona Rajh	Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod Ptuj
Barbara Herga	Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod Ptuj
Božidar Grabovac	Združenje Vinorodna Štajerska
Mitja Herga	Vinska družba Slovenije
Alojz Slavko Toplišek	VINIS- zveza društev vinogradnikov in vinarjev Slovenije
Mateja Škrl Kocjančič	Združenje družinskih vinogradnikov in vinarjev Slovenije

Častni odbor 6. SVVK

Irena Šinko	Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano
Roman Žveglič	Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije
Janez Pirc	Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije
Dr. Branko Kramberger	Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Univerza v Mariboru
Dr. Branka Muzetič	Fakulteta za vinogradništvo in vinarstvo Nova Gorica
Dr. Nataša Poklar Ulrich	Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani
Dr. Andrej Simončič	Kmetijski inštitut Slovenije
Marjan Colja	Vinska družba Slovenije
Nuška Gajšek	Mestna občina Ptuj
Borut Florjančič	Zadružna zveza Slovenije
Irena Leonida Kropf	Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod Maribor
Jana Čuk	Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica
Damijan Vrtnin	Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod Novo Mesto

Spoštovane vinogradnice in vinarke, vinogradniki in vinarji,

veseli me, da je po šestih letih pred nami spet najpomembnejši dogodek vinogradniško-vinarske panoge, vinogradniško-vinarski kongres, že šesti po vrsti. Kot je že tradicija, se organizacija kongresa menjava med vinorodnimi deželami. Tako se po Primorski in Posavju in po dobrih 15 letih vinogradniško-vinarski kongres ponovno vrača v vinorodno deželo Podravje.

Slovenija je ena od tradicionalnih vinorodnih dežel v Evropi, kjer je gojenje vinske trte pomembna gospodarska panoga. Zaradi izjemnega truda in dolgoletnega vlaganja naših vinarjev v promocijo postajamo tudi v tujini vedno bolj prepoznavni in ponosni nosilci mnogih priznanj in odličij. Kot v vseh vinorodnih deželah tudi na slovensko pridelavo grozdja vedno bolj vplivajo spremembe v okolju, posledice sprememb podnebja. Vinogradov ne bomo mogli kar opustiti, niti jih ne želimo prestaviti, saj so del naše kulturne krajine. Zato si bomo tako politika kot vinogradniki prizadevali za ukrepe prilagoditve in omilitve sprememb okolja in podnebja, ki pa bodo morali temeljiti predvsem na znanju in stroki. Medvladna mednarodna organizacija za trto in vino (OIV), katere aktivna članica je tudi Slovenija, bo prav v letu 2024 praznovala stoto obletnico obstoja in povezovanja. Organizacija si je kot eno od glavnih nalog v prihodnje zadala prav uspešno prilagoditev sektorja vina na podnebne spremembe.



Trajnostnost je izraz, ki ga pogosto slišimo. Tudi v vinogradništvu in vinarstvu bo čedalje bolj pomembno, kaj je tisto več, kar smo naredili, da bi bili bolj okoljsko prijazni, ekonomsko uspešni, vzdržni in socialno pravični. Kaj smo naredili dobro na enem od teh področij, ne da bi škodovali drugima dvema.

Želimo si tudi spodbuditi prepoznavnost naših sedemnajstih slovenskih in hkrati evropskih geografskih označb za vino in peneče vino – petih tradicionalnih poimenovanj slovenskih vin, devetih imen vinorodnih okolišev in treh imen naših vinorodnih dežel. V Evropski uniji se pripravljajo spremembe sistema geografskih označb, ki bodo temeljile na povezovanju, izkoristimo jih v naš prid in za večjo prepoznavnost na trgu tudi mi. Spremembe glede obveznega označevanja vseh evropskih vin nas čakajo konec letošnjega leta. Naj bodo pozitivna priložnost za iskanje sinergij in spoznavanje izzivov horizontalne živilske zakonodaje, ki ureja tudi vino.

Hkrati se kot del enotnega trga EU stalno soočamo s ponudbo konkurenčnih držav, velikih pridelovalk vina, ki imajo precej ugodnejše pogoje za pridelavo. Na Ministrstvu za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano zato poskušamo z intervencijami lani potrjenega strateškega načrta Slovenije za naslednje obdobje kmetijske politike do leta 2027 ter z drugimi ukrepi omiliti razlike v stroških pridelave grozdja in vina ter s tem ohraniti in razvijati vinogradniško-vinarsko panogo pri nas še naprej. Dobro se zavedamo pomena pridelave vina za Slovenijo, zato bomo skupaj z vami še naprej iskali najboljše načine, kako panogi najbolje pomagati pri obstoju in razvoju.

Zato velika zahvala organizatorjem in vsem, ki ste prispevali k realizaciji 6. slovenskega vinogradniško-vinarskega kongresa, ki nenazadnje prispeva tudi k ozaveščanju najširše slovenske javnosti o pomenu pridelovanja kakovostnega grozdja v slovenskih vinorodnih deželah, pridelave in negovanja kvalitetnih slovenskih vin ter pomenu zmernega in kulturnega uživanja vina.

Irena Šinko

Ministrica za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano

Spoštovani udeleženci slovenskega vinogradniško-vinarskega kongresa

Dobrodošli na Ptuju, v najstarejšem slovenskem mestu, ki se ponaša tudi z najstarejšo vinsko kletjo in najstarejšim vinom na Slovenskem, zlato trto, letnik 1917. Bogata zgodovina Ptuja je tesno prepletena z vinsko tradicijo in že Rimljani so tod odkrili izjemne vinogradniške lege, v trgovini z vinom pa so obogateli številni ptujski meščani. Ptuj je pravo odkritje za ljubitelje vina in gurmane.

Danes v našem mestu z novimi vinogradniško-vinarskimi zgodbami s ponosom ohranjamo ter nadgrajujemo bogato zapuščino preteklosti. Veseli smo, da se vinarska tradicija odraža v izbrani ponudbi kleti in vinotek ter se lepo dopolnjuje z drugimi tradicionalnimi kulinaričnimi dobrotami.

Počaščeni smo, da ste za 6. slovenski vinogradniško-vinarski kongres izbrali naše mesto, ki že stoletja slovi tudi kot mesto trte in vina. Verjamem, da se bomo kot gostitelji zelo potrudili in dogodek izkoristili tudi za promocijo in večji ugled ter prepoznavnost našega mesta, vin in turizma.

Želim vam, da pogumno in ponosno stopate novim izzivom naproti, da v vinograde in kleti nenehno vnašate nova znanja, ideje in tehnologijo, kar se bo nedvomno zrcalilo v še boljši kakovostni že tako vrhunskih vin. Zato izkoristite naravne danosti v vinorodnem okolju, od koder prihajate in iz najboljšega ustvarite resnično najboljše. Naj bodo naša slovenska vina vsem nam v ponos!

Še kdaj prijazno vabljeni na popotovanje po mestu tisočerihih dobrot in bogate vinske kulture. Prijetno bivanje na Ptuju in uspešno izvedbo 6. slovenskega vinogradniško-vinarskega kongresa vam želim.



Nuška Gajšek,
Županja Mestne občine Ptuj

Spoštovani vinogradniki in vinarji, cenjeni udeleženci kongresa

V posebno čast mi je, da vas lahko pozdravim v uvodniku 6. slovenskega vinogradniško-vinarskega kongresa. Vinska trta je spremljevalec razvoja družbe mnogih narodov zahodne civilizacije od poznanih začetkov tisočletja pred našim štetjem in vse do danes. V tem času so se menjavali vladarji, spreminjale so se družbene ureditve, podnebne razmere, splošne vrednote, načini življenja in materialne dobrine, vinska trta pa je ostala.

Tudi v Sloveniji sta vinogradništvo in vinarstvo tekom stoletij močno vplivala na razvoj družbe. Tu bi posebej izpostavil ljudske običaje in kulturo, predvsem pesniško. Dandanes smo zelo ponosni na vso zgodovinsko zapuščino, povezano z vinsko trto. Med nekaj izjemnega zagotovo sodi najstarejša poznana vinska trta na svetu, ki ima svoje domovanje na Mariborskem Lentu. Njene potomke, ki jih vsako leto prejmejo izbrane institucije in posamezniki širom sveta, na veliko promovirajo našo državo. Na to smo Mariborčani, Štajerci in na splošno vsi Slovenci zelo ponosni. Sem lahko dodamo tudi bogato zapuščino nadvojvode Janeza, vnuka Marije Terezije, Avstro-ogrske cesarice. Na Vrhovem dolu (Meranovem) pri Limbušu je že v začetku 19. stoletja preskušal in uvajal sorte vinske trte iz različnih delov Evrope ter postavljaj temelje sodobnega umnega vinogradništva in vinarstva.

Danes sta v Sloveniji vinogradništvo in vinarstvo pomembni tradicionalni kmetijski gospodarski panogi, ki nas uvrščata na svetovni zemljevid vinorodnih dežel, kjer pridelujejo vrhunska vina izjemne kakovosti. Čeprav po površini mala, Slovenija zaradi izjemne raznolikosti nudi možnost gojenja pestrega sortimenta trte v kar treh med seboj drugačnih vinorodnih deželah z devetimi vinorodnimi okoliši.

Navedena izjemna pestrost je v današnjih časih privilegij za državo, obenem pa velik izziv za znanost in stroko v intenzivno se spreminjajočih razmerah. Tu lahko izpostavimo vplive podnebnih sprememb in prilagajanja vinogradništva na njih, kar je, kot vidimo iz strokovnega programa, rdeča nit mnogih prispevkov tudi na tem kongresu. Zviševanje povprečnih temperatur v okolju nam ponuja možnost širjenja vinogradniških površin, obenem pa podaja številne izzive povezane s prilagajanjem tehnologij pridelave na že obstoječih površinah, od vzgoje cepljenk do nege vina. Izzive še dodatno povečuje pojavnost bolezni in škodljivcev povezana s segrevanjem podnebja, spremembe v metabolizmu vinske trte in posledice v spremenjeni kemijski sestavi grozdja. Slednje nedvomno vpliva na procese nastajanja in negovanja vin. Če k vsemu temu dodamo še samo nekatere standardne, kot so npr. organizacija pridelave, trženje, prenos znanja in oblikovanje javnega mnenja v spreminjajočih se razmerah, potem vidimo, da so izzivi resnično obsežni.

Spoštovane in spoštovani! Za kongres sem prepričan, da bo potekal še bolje, kot načrtujete organizatorji. Iz bogatega programa kongresa je razvidno, da boste udeleženci odgovore na mnoga aktualna vprašanja dobili že preko predstavitev prispevkov. Na kongresu je veliko resnično kompetentnih strokovnjakov. Zato sem prepričan, da boste dobili tudi odgovore na vsa dodatna vprašanja, ki se porajajo v sodobnem vinogradništvu in vinarstvu, prejeli v delu programa, namenjenemu razpravi.



Prof. dr. Branko Kramberger
Dekan Fakultete za kmetijstvo in biosistemske vede UM

Spoštovani vinogradniki in vinarji,

pomlad je tu in z njo tudi mnoga vinogradniška opravila, ki jih večino pri nas še vedno opravimo ročno. Trte so obrezane, opore utrjene, šparoni privezani. Kakšno leto je pred nami, ne ve nihče, vinogradništvo je, kot vse druge kmetijske panoge, 'tovarna pod milim nebom'. Upamo pa, da je blagoslov vinogradov ob godu zavetnika vinogradnikov, svetega Vincencija, pripomogel k uresničitvi želje po dobrem pridelku. Vinogradniki se poleg pozebe, suše in drugih vremenskih neprilik, ki lahko oklestijo pridelek, vsako leto bojijo tudi peronospore in oidija, najpogostejših in najbolj nevarnih boleznih vinske trte. Bolezni lahko vinogradniki za zdaj še zatirajo s škropljenjem, a je vprašanje, do kdaj bodo še lahko. Uredba Evropske komisije, ki narekuje, da bi morale države članice do leta 2030 zmanjšati porabo fitofarmaceutskih sredstev (FFS) za polovico, na občutljivih območjih pa bi jih povsem ukinili, bi zajela več kot tretjino vinogradov po državi. Če bi evropska uredba obveljala takšna, kot je, bi se lahko od mnogih vinogradov poslovili, s tem pa bi se tudi osiromašila pestra paleta slovenskih vin.



Slovenija se ponaša s tremi vinorodnimi deželami in uvršča med države, v katerih vinska trta uspeva na večjem odstotku kmetijske površine kot v preostalih državah članicah Evropske unije. Pri nas je namreč kar 3,3 % vseh kmetijskih zemljišč v uporabi namenjenih za pridelavo grozdja. Kakovost slovenskih vin je dobro poznana tako v doma kot v tujini, prav tako pa je naša posebnost pestrost sort, ki tudi s ponudbo butičnih vin zadovolji najbolj petične vinske strokovnjake.

Kakovost izvira tudi iz skrbne uporabe pri nas dovoljenih fitofarmaceutskih sredstev po nasvetih strokovnih služb, med njimi tudi Javne službe kmetijskega svetovanja pri Kmetijsko gozdarski zbornici Slovenije (KGZS). Slovenija je v zadnjih dvajsetih letih zmanjšala uporabo fitofarmaceutskih sredstev za približno tretjino, kar pomeni, da smo z več znanja veliko naredili na izboljšanju tehnologije. Predlagani uredbi v KGZS zato ostro nasprotujemo, ker je nepremišljena, popolnoma neprilagojena posebnostim in zakonitostim slovenskega kmetijstva in ker bi do dna pripeljala mnoge panoge, med njimi vinogradništvo.

Zadnja leta vse bolj opažamo opuščanje vinogradništva, bistveno manj se sadi, več pa se krči ali zarašča. Če bo uveljavljena nova uredba, pa bomo najverjetneje morali uvažati cenena vina. Ne morem si predstavljati, da bi vina iz sort, kot so laški rizling, sauvignon, renski rizling, merlot ali modra frankinja kupil od kod drugod kot iz Slovenije.

Slovenski vinarji se lahko ponašajo z visoko kakovostjo slovenskih vin, z znanjem in izkušnjami ter se postavijo ob bok številnim evropskim in svetovnim vinarjem. Velikokrat so celo najboljše promocija Slovenije v tujini. Zato ne smemo dovoliti, da nam naš biser vzamejo evropski birokrati, ki ne razumejo naših posebnosti in se ne zavedajo katastrofalnih posledic črk, ki jih zapišejo na papir.

Za slovenska vina in vinarje se bomo borili po vseh svojih močeh. Verjamem v vaš uspeh in optimistično zrem v prihodnost. Pa dober vinski letnik vam želim!

Roman Žveglič,
Predsednik Kmetijsko gozdarske zbornice Slovenije

6. slovenski vinogradniški vinarski kongres, za razvoj in prihodnost

Vinogradništvo in vinarstvo je bila in mora ostati pomembna panoga v kmetijstvu, tega pa ne določajo vinogradniki, strokovne službe, politika, temveč naravne danosti Slovenije, saj večina vinogradniških leg v Sloveniji omogoča pridelavo najkakovostnejših vin. Danes veliko govorimo o pomenu ohranjanja narave, podeželja, vsi si želimo lepo urejeno pokrajino in prav vinogradi na določenih območjih dajejo čudovite vedute. Poudariti velja, da vinogradništvo, vinarstvo s turistično ponudbo izkazuje najboljšo ekonomsko gospodarjenje kmetijskih površin na težje pridelovalnih območjih primernih za pridelavo grozdja. V Sloveniji imamo po zaslugi vinogradnikov, zadrug, vinarskih družb in strokovnih inštitucij tradicijo pridelave kakovostnih vin, ki veliko prispeva k razvitosti posamezne regije. Slovenija je vinska dežela s številnimi vinskimi destinacijami z bogato tradicijo pridelave in to moramo ohranяти in krepiti.



Vinogradniški kongres je vsekakor najpomembnejši dogodek, ki se odvija v sektorju vsakih pet do šest let. Na kongresu se predstavijo kazalniki razvoja zadnjih let, predstavijo strokovne raziskave in podajo smernice razvoja za naprej. Tokratni kongres z mednarodno udeležbo smo poimenovali »za razvoj in prihodnost«, kjer želimo dati jasno sporočilo, da smo v zadnjih letih veliko postorili v smeri posodobitve tehnologij v kleti, vlagali v znanje in raziskave, kar se odraža v prepoznavnem stilu slovenskih vin, ki je usmerjen k potrošniku. Trend zmanjševanja vinogradniških površin ni vzpodbuden, glede na specifično strukturo pridelovalcev lahko v naslednjem obdobju pričakujemo še nadaljnje zmanjševanje vinogradniških površin. Optimizem v sektorju pa daje viden preboj prodaje kakovostnih vin na tujih trgih, zmanjševanje zalog vina in vedno več uspešnih družinskih vinarjev z izdelano jasno vizijo razvoja. Kot velik izziv pa je ohranjanje manjših pridelovalcev na zahtevnih vinogradniških površinah.

Organizacija 6. slovenskega vinogradniško vinarskega kongresa je bila zaupana KGZS Zavod Ptuj in Univerzi v Mariboru, Fakulteti za kmetijstvo in biosistemske vede v sodelovanju z Ministrstvom za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. Odločitev, da kongres organiziramo v najstarejšem slovenskem mestu z bogato vinsko tradicijo je bila na mestu. Ker se v mestu Ptuj organizirajo številni vinski dogodki, med katerimi je vsekakor Salon Sauvignon smo se odločili, da smo ta dva dogodka združili.

K sodelovanju smo nagovorili vinogradnike, vinarje, društva, strokovne organizacije, turistične organizacije s ciljem povezovanja in možnosti izmenjavi najboljših praks v vinogradništvu, vinarstvu.

V imenu KGZS Zavoda Ptuj se zahvaljujem članom organizacijskega odbora, vsem strokovnim inštitucijam, sponzorjem za pomoč pri pripravi in izvedbi kongresa. Posebej se zahvaljujem dr. Stanku Vrščiču za strokovno delo in zaposlenim na zavodu. Prav tako se zahvaljujem vsem sodelujočim na kongresu.

Andrej Rebernišek
Direktor Kmetijsko gozdarskega zavoda Ptuj

Kazalo vsebine

Podatki o vinogradniško vinarskem sektorju, geografske označbe in prenos znanja

Slovenski vinogradi. Hauptman S, Mavrič Štrukelj M, Škvarč A, Martinčič J, Torič M, Breznik M.	12
Vinarstvo v Sloveniji danes. Vodovnik Plevnik T, Badovinac I, Rusjan T.	47
Pridelava certificiranega trsnega razmnoževalnega materiala v Sloveniji. Zorenč Z, Koruza B.	58
Sistem evropskih geografskih označb in novosti pri označevanju vina. Zavašnik Bergant T.	66
Javna služba v vinogradništvu: poslanstvo, aktivnosti in dosežki. Rusjan D, Vaupotič T, Čuš F, Šuklje Antalick K, Jež Krebelj A, Vršič S, Valdhuber J, Škvarč A.	75

Podnebne spremembe in razvoj vinske trte ter ukrepi za blaženje stresov v vinogradih

Trendi podnebnih sprememb v vinorodnih deželah Slovenije. Vršič S, Pulko B, Perko A.	97
Reakcije vinske trte na podnebne spremembe v vinorodni deželi Podravje. Vršič S, Vodovnik Plevnik T, Gregorič L, Pulko B, Perko A, Valdhuber J.	112
Vpliv podnebnih sprememb na kakovost vina v Sloveniji v obdobju 2001-2021. Čuš F, Potisek M, Šuklje K, Jež Krebelj A, Jakša M.	122
Erozija tal glede na prakse gospodarjenja s tlemi v vinogradih na večjih strminah. Pulko B, Rebernišek A, Valdhuber J, Vršič S.	135
Izkušnje s podlagami vinske trte na Štajerskem v povezavi s podnebnimi spremembami. Renner W. (prevod Valdhuber J.)	141
Ukrepi v vinogradu za blaženje sušnega stresa. Šuklje K, Jež Krebelj A, Antalick A, Reščič J, Mihelčič A, Vanzo A, Vojnovič A, Farolfi E, Sivilotti S, Lisjak K, Čuš F, Carlos Herrera J.	148
Uporaba daljinskega zaznavanja za določanje sušnega stresa v izbranih vinogradih Vipavske doline, Krasa ter Furlanije. Žibrat U, Knapič M, Mangafić A, Lisjak K.	160
Stanje zlate trsne rumenice v Sloveniji in ukrepi. Orešek E, Pivk A, Lukman M, Miklavc J.	167
Možnosti uresničevanja ciljev revidirane direktive o trajnostni rabi fitofarmaceutskih sredstev (FFS) v vinogradništvu s ciljem 50 % zmanjšanja rabe FFS. Lešnik M, Roškarič M, Berk B, Paušič A.	173

Prilagajanje agrotehničnih ukrepov podnebnim in tržnim spremembam pri pridelavi vina sorte 'Sauvignon'

Vpliv uravnavanja listne površine, namakanja in globalnega segrevanja na kakovost sorte 'Sauvignon': 10 let raziskav. Sivilotti P, Lisjak K, Šuklje K, Vanzo A	182
Hlapni tioli v vinu sorte 'Sauvignon' in vloga žveplovih spojin. Vanzo A, Mihelčič A, Bavčar D, Šuklje K, Lisjak K.	191
Novi pogledi na razvoj netipičnega staranja belih vin. Radovanović Vukajlović T, Philipp C, Eder P, Šala M, Šelih VS, Vanzo V, Šuklje K, Martelanc M, Lisjak K, Sternad Lemut M, Antalick G.	201
Vloga ne-Saccharomyces kvasovk pri pridelavi belih vin. Košmerl T, Ploj Jesenko P, Butinar L, Lisjak K.	208

Vsebine posterjev

Tolerantne sorte vinske trte (PiWi) v trsnem izboru vinorodnih dežel Podravje in Posavje. Valdhuber J, Pulko B, Vršič S.	221
Tolerantne sorte vinske trte za pridelavo namiznega grozdja. Pulko B, Valdhuber J, Perko U, Kmetec U, Mramor M, Vršič S.	230
Prve lokacije samonikle trte <i>Vitis vinifera</i> subsp. <i>sylvestris</i> (C.C.Gmel.) Hegi v Sloveniji. Vršič S, Piltaver A, Perko A.	237
Stare sorte vinske trte na Štajerskem. Vršič S, Perko A.	244
Vpliv različnih načinov oskrbe tal v vinogradih na številčnost deževnikov. Vršič S, Pulko B, Breznik B.	251
Vpliv kombinacij cepljenja genotipov <i>Vitis</i> L. na stopnjo filokseracije korenin in bujnost vinske trte. Vršič S, Gumzej G, Pulko B, Kocsis L, Hunkár M, Eitle MW, Forneck A.	260
Preliminarni rezultati sposobnosti okoreninjenja potaknjencev različnih genotipov podlag. Vršič S, Kocsis L.	269
PINORE; prva slovenska sorta vinske trte nastala s križanjem sort 'Modri pinot' in 'Regent'. Vršič S, Vršič K.	276
Introdukcija tolerantnih sort vinske trte v vinorodne dežele Primorska, Podravje in Posavje. Jež Krebelj A, Šuklje K, Škvarč A, Vaupotič T, Čuš F.	287
Vpis novih sort v trsni izbor - kronološki pregled rezultatov strokovnega dela na področju Introdukcije in tehnologije pridelave vinske trte. Jež Krebelj A, Šuklje K, Škvarč A, Vaupotič T, Rusjan D, Čuš F.	297
Novi slovenski kloni sorte 'Malvazija'. Škvarč A, Jež Krebelj A, Čuš F, Rusjan D.	307
Uporabnost pretočne citometrije za spremljanje alkoholne fermentacije rdečega drozge v realnih pogojih. Potisek M, Vodušek M, Čuš F.	312
Vpliv tretiranja s kaolinom na kakovost grozdja in vina 'Refošk'. Hobljaj S, Rusjan D, Mikulič–Petkovšek M.	321
Vpliv zdravstvenega stanja cepičev ter sredstev za razkuževanje na vsebnost fenolnih spojin v kalusu cepljenk žlahtne vinske trte (<i>Vitis vinifera</i> L.) sorte 'Cabernet sauvignon'. Gačnik S, Rusjan D, Škvarč A, Mikulič–Petkovšek M.	328
Možnost prenosa fitoplazme <i>Flavescence dorée</i> z ameriškim škržatkom je zapisana v njenem genetskem kodu. Kogej Zwitter Z, Bajde I, Brodarič J, Vučurović A, Mehle N.	334
Spremljanje zlate trsne rumenice v varovalnih pasovih certificiranih matičnih nasadov trte v Sloveniji. Zorenč Z, Koruza K.	340

**Podatki o vinogradniško vinarskem sektorju,
geografske označbe in prenos znanja**

Slovenski vinogradi

Simona Hauptman¹, Mojca Mavrič Štrukelj², Andreja Škvarč², Jernej Martinčič³, Miran Torič⁴, Marko Breznik^{1*}

¹ Kmetijsko gozdarski zavod Maribor, Vinarska 14, 2000 Maribor

² Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica, Pri hrastu 18, 5000 Nova Gorica

³ Kmetijsko gozdarski zavod Novo mesto, Šmihelska 14, 8000 Novo mesto

⁴ Kmetijsko gozdarski zavod Murska Sobota, Štefana Kovača 40, 9000 Murska Sobota

*Korespondenca: marko.breznik@kmetijski-zavod.si

Izveček: V prispevku so predstavljeni podatki o vinogradih in vinogradništvu v Sloveniji. Vinogradniško območje je razdeljeno v tri vinorodne dežele: Podravje, Posavje in Primorska, s skupaj devetimi vinorodnimi okoliši. V Register pridelovalcev grozdja in vina je vpisanih 14.483 ha vinogradov in 26.790 pridelovalcev. Površine vinogradov se zmanjšujejo, zmanjšujejo se tudi obnove. Obnove vinogradov se selijo na manjše nagibe, povečuje se delež obnov v nagibu do 15 %. Z letom 2021 je dovoljena pridelava tolerantnih sort v Sloveniji, v vinorodni deželi Podravje in Posavje ('Sauvignier gris', 'Muscaris', 'Johanniter', 'Monarch', 'Solaris') in v vinorodni deželi Primorska ('Fleurtaï', 'Soreli', 'Merlot kanthus'). Delež ekoloških vinogradov se povečuje. V letu 2022 je bilo 864 ha ekoloških vinogradov, kar predstavlja 5,87 % vseh vinogradniških površin.

Slovenian Vineyards

Abstract: This paper presents data on vineyards and viticulture in Slovenia. The grape growing area is divided into three wine growing regions: Podravje, Posavje and Primorska, with a total of nine smaller districts. 14,483 ha of vineyards and 26,790 growers are registered in the Register of Grape and Wine Growers. The areas of vineyards are decreasing as are vineyards renewals. Renewals are moving to locations with lower slopes and are increasing only at lower slope areas (up to 15%). As of 2021, the cultivation of interspecific varieties is permitted in Slovenia, the wine-growing region of Podravje and Posavje ('Sauvignier gris', 'Muscaris', 'Johanniter', 'Monarch', 'Solaris') and in the wine-growing region of Primorska ('Fleurtaï', 'Soreli', 'Merlot kanthus'). The share of organic vineyards is increasing. In 2022 there were 864 ha of organic vineyards, which represents 5.87% of all vineyard areas in Slovenia.

Key words: viticulture, vineyard area, slope, variety, renewal, organic viticulture

Uvod

Slovenija je vinorodna dežela z več kot dva tisočletno tradicijo gojenja vinske trte. Naravni dejavniki, kot so podnebne in talne razmere, nadmorska višina, relief in drugi, omogočajo gojenje vinske trte v večjem delu države. Vinorodno območje je razdeljeno na tri vinorodne dežele z devetimi vinorodnimi okoliši. Vinogradništvo je pomembna kmetijska panoga, ki neposredno omogoča in razvija tudi ostale gospodarske panoge in pomembno prispeva k poseljenosti in kulturnemu izgledu krajine, zlasti na strmejših območjih, kjer je z drugimi kmetijskimi kulturami težje doseči višjo dodano vrednost. Po zgledu drugih evropskih vinorodnih dežel je priložnost slovenskega vinogradništva v povezavi z razvojem turizma izredno velika. Površine vinogradov zajemajo 3,05 % kmetijskih površin. Od 68.331 kmetijskih gospodarstev (KMG) jih je 17.442 obdelovalo vinograde (SURs 2020). Po statističnih podatkih za leto 2016 je 36,6 % KMG obdelovalo vinograde, po podatkih za leto 2020 le še 25,5 % (SURs 2016 in 2020). V strukturi vrednosti kmetijske proizvodnje predstavlja vinogradništvo več kot 10,2 % (Kmetijski inštitut Slovenije 2021).

Države članice Evropske unije (EU-27) imajo skupaj 3,19 milijonov ha vinogradov, ki predstavljajo 1,78 % vseh kmetijskih zemljišč. V evropski uniji so se v letih 2015 do 2020 zmanjšale površine vinogradov za 33.940 ha. Slovenija zavzema 0,27 % površine Evropske unije, delež slovenskih vinogradov pa 0,48 %. S tega vidika je Slovenija bolj vinogradniška kot Evropska unija. Razmerja med površino, prebivalstvom in površino vinogradov v Sloveniji in Evropski uniji pa so v sorazmerju. Slovensko vinogradništvo izstopa glede nagibov vinogradov, saj je dve tretjini vinogradov nad 15 % nagiba, v Evropski uniji pa je takšnih vinogradov le desetina. Vinogradi v Sloveniji predstavljajo več kot 3 % vseh vinogradov na večjih strminah v Evropski uniji.

Kulturno zgodovinska tradicija gojenja vinske trte je ukoreninjena v slovenskega človeka. Vinogradništvo v povezavi s turizmom zagotavlja nekaterim delovna mesta, drugim pa povezanost z naravo ter nudi možnost za rekreacijo in druženje s prijatelji.

Površine vinogradov v Sloveniji po vinorodnih deželah in okoliših

V Sloveniji obstaja več različnih podatkov, ki prikazujejo stanje in strukturne spremembe slovenskega vinogradništva. V nadaljevanju strokovnega prispevka se bomo osredotočili na vir podatkov iz Registra pridelovalcev grozdja in vina (RPGV).

V Sloveniji je v RPGV po podatkih iz leta 2022 vpisano **14.483** ha vinogradov v treh vinorodnih deželah (preglednica 1, grafikon 1). Največ vinogradniških površin je v vinorodni deželi Primorska 6.308 ha (43,6 %), v Podravju 5.815 ha (40,2 %) in v Posavju 2.358 ha (16,3 %). Primerjava podatkov iz preteklih štirih kongresov kaže, da se površine vinogradov nenehno zmanjšujejo. V letu 2007 je bilo vpisanih v RPGV 17.187 ha vinogradov. V petnajstih letih so se na nivoju Slovenije površine zmanjšale za 15,7 %, najbolj v Posavju za 21,5 %, sledi Podravje 20,9 % in Primorska 7,7 % (preglednica 1 in grafikon 1). V primerjavi z letom 2017, pa je v RPGV vpisanih 8,8 % manj vinogradov. Vinorodna dežela Podravje je vse do kongresa 2017 imela največje površine vinogradov, podatki iz leta 2022 pa kažejo, da je Primorska postala dežela z največ vinogradi. Med posameznimi vinorodnimi okoliši v Sloveniji je Štajerska Slovenija s 5.371 ha (37,1 %), še vedno največji vinogradniški okoliš.

Podatki dejanske rabe za leto 2022 (preglednica 1), na podlagi digitalnih ortofoto posnetkov kažejo, da je v Sloveniji **16.940** ha vinogradov (MKGP 2022). Razlika med dejanskim stanjem vinogradov na osnovi ortofoto posnetkov in vinogradi, vpisanimi v RPGV, se iz leta v leto zmanjšujejo. V letu 2017 je razlika znašala 2.901 ha vinogradov, v letu 2022 2.457 ha (MKGP 2017, 2022). Vzrokov za razkorak med uradnimi evidencami RPGV in dejansko rabo je več, na primer: v RPGV se še vedno niso vpisali vsi zavezanci, vinogradniki, ki obdelujejo manj kot 500 m² vinogradov in pridelka ne tržijo, pa se niso dolžni vpisati v RPGV. Verjetno je eden od vzrokov za razkorak med podatkom tudi v interpretaciji dejanske rabe iz digitalnih ortofoto posnetkov in določanju bruto površine vinogradov v RPGV. Prav tako

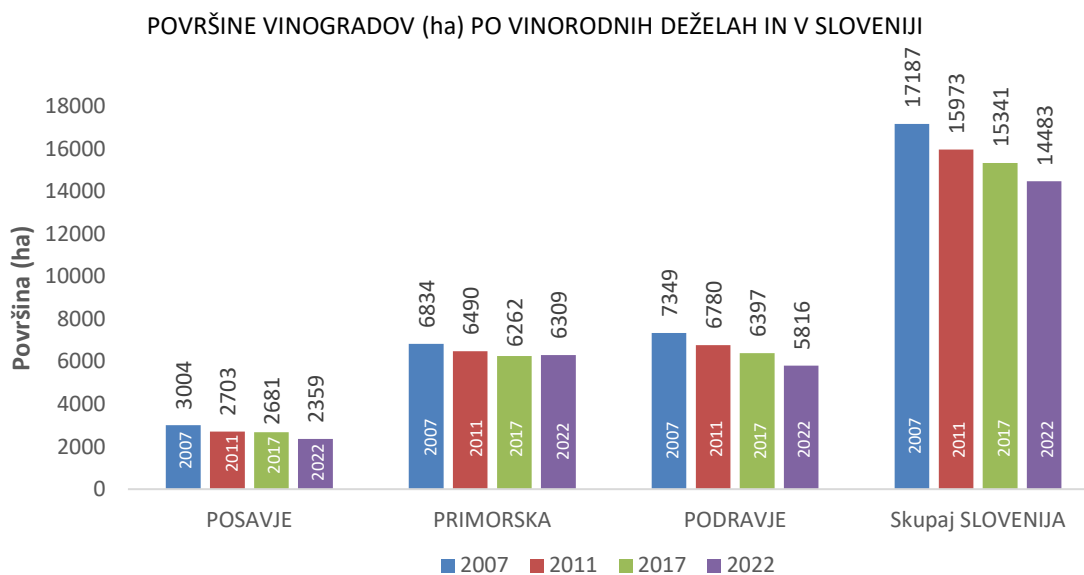
moramo poudariti dejstvo, da so v zajem rabe še vedno evidentirani mnogi manjši vinogradi, katerih dejanska raba ni več vinograd oziroma so že opuščeni, saj preko digitalnih orto foto posnetkov ugotovimo zgolj, ali vinograd obstaja, ne pa ali je vinograd tudi oskrbovan in obdelan.

Razlike med podatki iz RPGV in dejansko rabo so med vinorodnimi okoliši različne (preglednica 1). Najnižji % v RPGV vpisanih vinogradov je v vinorodnem okolišu Prekmurje (72 %), sledita Bela Krajina in Dolenjska s (75 %). V teh okoliših je največ ljubiteljskih vinogradnikov, ki obdelujejo manjše vinograde le za samooskrbo in jih po večini ni v uradnih evidencah. V vinorodni deželi Posavje je vpisanih 78 % vinogradov, v Podravju 83 % in na Primorskem 91 % vinogradov. Podatki kažejo, da je od leta 2017 do 2022 dodatno vpisanih 4 % površin vinogradov. Delež vpisa vinogradov po okoliših in deželah izkazuje, v katerem okolišu je več tržnih in kje več ljubiteljskih vinogradnikov.

Preglednica 1. Površina vinogradov, število vinogradov in število pridelovalcev ter povprečne površine vinogradov na pridelovalca po vinorodnih okoliših, deželah, in skupaj v Sloveniji v letu 2017 in 2022 (MKGP-RPGV).

Vinogradniško območje	RPGV		Dejanska raba				Povprečna površina na pridelovalca			
	Površina vinogradov (ha)		Površine vinogradov (ha)		Število vinogradov		Število pridelovalcev			
	2017	2022	2017	2022	2017	2022	2017	2022		
Bizeljsko-Sremič	860	693	1.032	799	3.269	2.682	2.191	1.879	0,39	0,37
Dolenjska	1.554	1.357	2.149	1.814	10.474	9.290	7.379	6.844	0,21	0,20
Bela Krajina	365	308	512	411	2.711	2.305	1.541	1.368	0,24	0,23
POSAVJE	2.779	2.359	3.693	3.024	16.454	14.277	11.111	10.091	0,25	0,23
Goriška brda	1.816	1.818	1.900	1.896	3.045	3.006	719	678	2,53	2,68
Vipavska dolina	2.289	2.092	2.530	2.315	4.613	4.295	1.833	1.675	1,25	1,25
Kras	583	555	681	629	2.278	2.183	798	767	0,73	0,72
Slovenska Istra	1.845	1.844	2.222	2.092	4.401	4.212	1.926	1.882	0,96	0,98
PRIMORSKA	6.533	6.309	7.333	6.932	14.337	13.696	5.276	5.002	1,24	1,26
Štajerska					15.396		10.665			
Slovenija	6.072	5.372	7.103	6.366		13.397	9.338		0,57	0,58
Prekmurje	508	444	730	618	3.753	3.320	2.568	2.359	0,20	0,19
PODRAVJE	6.581	5.816	7.834	6.984	19.149	16.717	13.233	11.697	0,50	0,50
Skupaj										
SLOVENIJA	15.893	14.483	18.860	16.940	49.940	44.690	29.620	26.790	0,54	0,54

Število vinogradnikov po uradnih evidencah RPGV je 26.790, kar je 2.830 manj kot leta 2017, prav tako se je zmanjšalo število vinogradov, in sicer za skupaj 5.250 (preglednica 2). Podatki iz leta 2022 kažejo, da imamo v Sloveniji 44.690 vinogradov. Medtem ko smo leta 2017 ugotavljali, da je poostren nadzor in vključevanje kmetij v programe razvoja podeželja (Kmetijsko okoljska plačila, Kmetijsko-okoljska-podnebna plačila) pripomogel k točnejši uradni evidenci vinogradništva v Sloveniji in povečanemu vpisu tako vinogradov kot vinogradnikov v RPGV. Podatki od leta 2017 do 2022 izkazujejo, da se je število vinogradnikov kot tudi vinogradov v zadnjem petletnem obdobju močno zmanjšalo. Največ pridelovalcev je v vinorodni deželi Podravje 11.697 (44 %), v Posavju 10.091 (38 %) in na Primorskem 5002 (19 %).



Grafikon 1. Površina vinogradov po vinorodnih deželah in skupaj v Sloveniji v letih 2007, 2011, 2017 in 2022 (MKGP-RPGV).

Preglednica 2. Število pridelovalcev po vinorodnih okoliših, deželah in skupaj v Sloveniji v letu 2007, 2011, 2017 in 2022 (MKGP - RPGV).

	2007, RPGV št. pridelovalcev	2011, RPGV št. pridelovalcev	2017, RPGV št. pridelovalcev	2022, RPGV št. pridelovalcev
Bizeljsko-Sremič	3.044	2.172	2191	1879
Dolenjska	9.034	6.759	7379	6844
Bela Krajina	2.946	1.779	1541	1368
POSAVJE	15024	10710	11111	10091
Goriška brda	3.144	818	719	678
Vipavska dolina	4.727	1.738	1833	1675
Kras	2.452	893	798	767
Slovenska Istra	2.359	1.106	1926	1882
PRIMORSKA	12682	4555	5276	5002
Štajerska Slovenija	13.236	9.785	10665	9338
Prekmurje	3.963	2.752	2568	2359
PODRAVJE	17199	12537	13233	11697
Skupaj SLOVENIJA	44905	27802	29620	26790

Na podlagi povprečne površine vinogradov na pridelovalca sklepamo o intenzivnosti vinogradniške pridelave ter o tržni oziroma ljubiteljski pridelavi grozdja in vina. Slovensko povprečje v letu 2022 je bilo 0,54 ha vinogradov na vinogradniško kmetijo, v letu 2016 0,53 ha, v letu 2011 0,57 ha, v letu 2007 0,61 ha (Vinogradniški kongres 2007, 2012, 2017). Povprečna velikost vinogradniške kmetije, ki je razvidna iz preglednice 2, je ostala enaka v vinorodni deželi Podravje, v Posavju se je zmanjšala zaradi višje starosti - obnemoglosti vinogradnikov, neugodne posestne strukture in visoke zaposlenosti mlajše generacije ter nezainteresiranosti pridelave PTP vin z zelo nizko dodano vrednostjo. Na Primorskem se je povprečna površina vinogradov na pridelovalca povečala. Menimo, da se je na Primorskem povečal delež tržno usmerjenih vinarjev, ki obdelujejo večje površine vinogradov, ter na drugi strani zmanjšal delež ljubiteljskih vinogradnikov.

Razlike v povprečni površini vinogradov na pridelovalca med deželami in okoliši so velike. V vinorodni deželi Posavje obdeluje vinogradnik v povprečju najmanjšo površino vinogradov, in sicer 0,23 ha, v vinorodni deželi Primorska je povprečna površina vinograda na pridelovalca 1,26, v vinorodni deželi Podravje je povprečna površina vinograda 0,50 ha (preglednica 1).

Vzroki za izredno razdrobljeno posestno strukturo v Prekmurju in Posavju so zgodovinski, tradicija, dedovanje... Po drugi strani pa tradicionalna navezanost Posavcev na vinograde pomeni, da jih bodo zelo verjetno, obdelovali tudi v prihodnje in se površine ne bodo pospešeno zaraščale. Težava je, da imajo vinogradniki visoke stroške vzdrževanja malih, po večini strmih vinogradov, kar širša družba slabo ceni, še težje razume, žal se tudi kakovost bivanja okoli zaraščenih vinogradov in zidanic pospešeno degradira in poslabšuje. Vinogradnik pa v svoji starosti ostaja sam, nemočen in nesrečen.

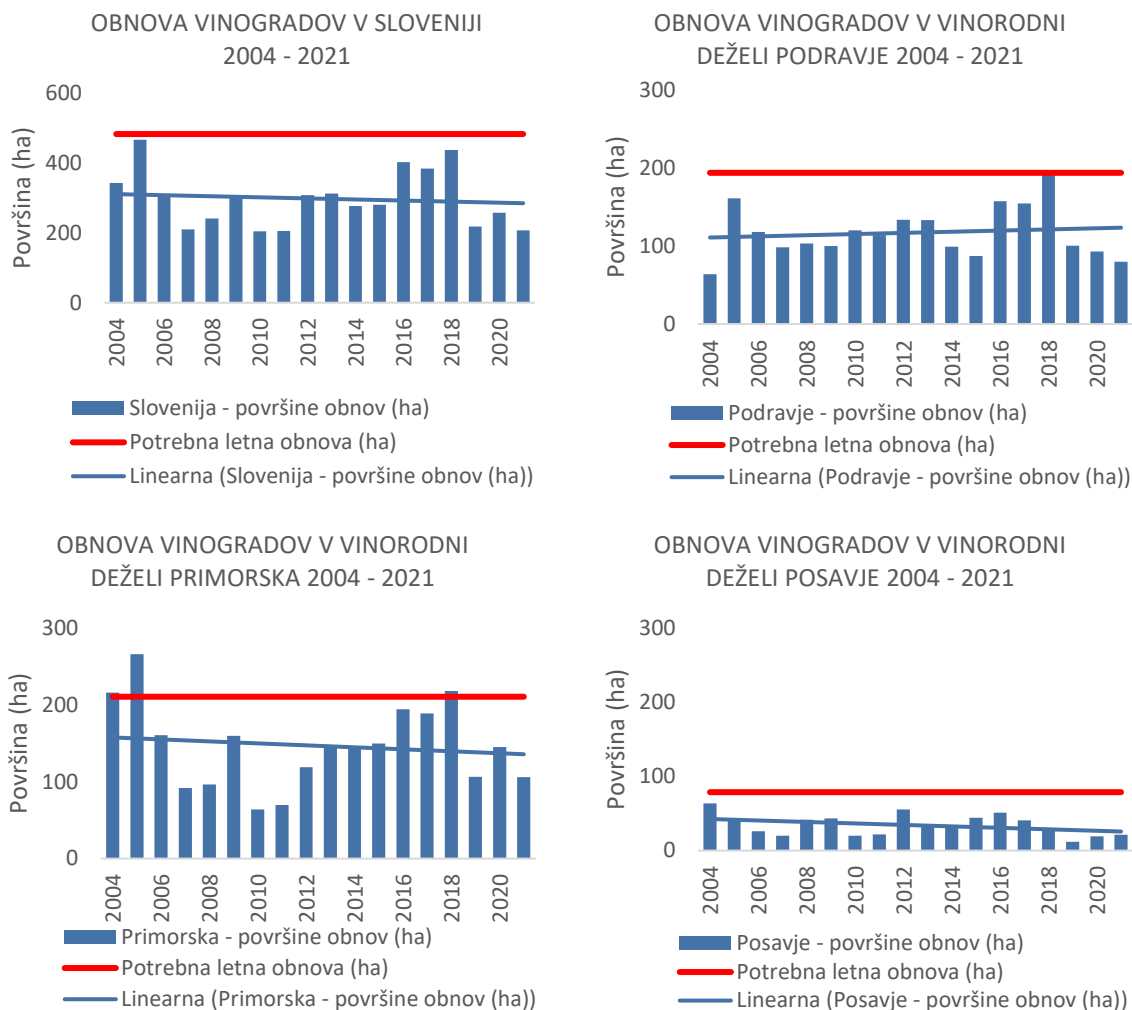
Javna služba kmetijskega svetovanja na osnovi strokovnega dela na terenu ugotavlja in predvideva, da se bodo površine vinogradov v Prekmurju najverjetneje zmanjševale tudi v bodoče, saj je večina lastnikov vinogradov starejših, ki počasi opuščajo obdelavo. Obstaja nekaj mlajših vinogradnikov, ki širijo svoje površine. Ob tem se poslužujejo predvsem najema vinogradov večjih površin, medtem ko se z manjšimi vinogradi ne ukvarjajo. V zadnjem času se površine zmanjšujejo tudi v Ljutomersko ormoškem podokolišu zaradi obsežnega pojava Zlate trsne rumenice, delno pa tudi zaradi še vedno nerešenih denacionalizacij. Površine vinogradov se zmanjšujejo tudi na Primorskem, čeprav počasneje kot v drugih dveh vinorodnih deželah. Vzroki za nekoliko bolj optimistično sliko so verjetno v tem, da so primorska vina dobro prepoznavna, večji delež tržno usmerjenih vinogradnikov pa pomeni tudi več skupnih sredstev, ki so na nekem območju, usmerjena v promocijo. Imajo pa tudi primorski vinogradniki enake težave kot vinogradniki v Podravju in Posavju (razdrobljena posestna struktura, težke pridelovalne razmere, visoki stroški pridelave, ponekod slabo organiziran odkup grozdja (grafikon 1).

Obnova vinogradov

Obnova vinogradov je pomemben pokazatelj stanja v slovenskem vinogradništvu danes, pa tudi v prihodnje. Linearna trendna črta obnov vse od leta 2004 do 2021 pada (grafikon 2).

Na prvem vinogradniško vinarskem kongresu leta 1996 smo izvedeli, da je bila v obdobju 1992 – 1996 povprečna letna obnova vinogradov v Sloveniji **503 ha**. Na drugem kongresu v obdobju 1996 – 2000 je bila povprečna letna obnova **565 ha**. Tedaj smo sprejeli sklep o nujnosti povečane obnove in o nujnosti povečanega subvencioniranja obnove. Kljub sklepu in velikim načrtom se je obnova povečala le v letih 1996 – 1998. V obdobju po letu 1998 pa beležimo trend zmanjševanja obnov. Povečana obnova v letih 1996 – 1998 je bila posledica novega načina subvencioniranja in višje podpore za hektar obnovljenega vinograda, še v večji meri pa rezultat dobre ekonomske situacije in relativno visokih cen grozdja in vina. Od leta 1998 se ekonomski položaj pridelovalcev grozdja slabša in ob nespremenjenem načinu subvencioniranja obnov, so površine obnovljenih vinogradov vse manjše. Na tretjem kongresu v obdobju 2001 – 2006, so se obnove vinogradov močno zmanjšale, povprečna letna obnova je bila le še **348 ha**. Na četrtem kongresu v obdobju 2007 do 2011 je obnova dosegla najnižjo raven in znašala samo **240 ha**, podatki na petem kongresu v obdobju 2011 do 2016 pa so izkazovali povprečno letno obnovo **316 ha** (Vinogradniško-vinarski kongres 2012, 2017).

V zadnjih petih letih od 2017 do 2021 je povprečna letna obnova vinogradov v Sloveniji dosegala **301 ha** in je v primerjavi z obdobjem 2012 – 2016, ponovno nižja. Podatki zadnji dveh obdobjev kažejo, da so se obnove kljub vsem dolgoletnim negativnim trendom, ustalile na Primorskem, kjer je bila povprečna letna obnova 2017 – 2021 (153 ha) in v Podravju, kjer je bila povprečna letna obnova 2017 – 2021 (124 ha), medtem ko se je povprečna letna obnova v Posavju iz obdobja 2012-2016 skoraj prepolovila in znaša za obdobje 2017 – 2021 le 24 ha (preglednica 3). Iz grafikona 2 je razviden drastičen padec obnov v letih 2006, 2007, 2010, 2011 in 2019.



Grafikon 2. Obnova v letih 2004 - 2021 (ha), trend gibanja obnov, potrebna letna obnova za zagotavljanje enostavne reprodukcije v Sloveniji in po vinorodnih deželah Podravje, Primorska in Posavje (MKGP - RPGV 2004 – 2021).

Sedanja povprečna letna obnova vinogradov v Sloveniji dolgoročno zagotavlja ob upoštevanju 30-letne amortizacije, glede na površine vinogradov, ki so vpisane v RPGV v letu 2022 (14.483 ha), **obstoj samo še 9.021 ha vinogradov**. In to je najbolj skrb vzbujajoče! Na tretjem kongresu v Mariboru leta 2007 se je navajalo, da je bila povprečna letna obnova vinogradov v Sloveniji, za obdobje 2001 – 2007 samo 348 ha, ter da takratna obnova zagotavlja obstoj 10.440 ha vinogradov. Podatki obnov 2022 in trendi kažejo, da se bodo površine vinogradov še naprej zmanjševale.

Površine obnov v Sloveniji v letu 2021 (206 ha), so druge najnižje od leta 1997 dalje. Tako nizek obseg obnov je bil še v letih 2011 (205 ha) in 2007 (210 ha), medtem ko se je leta 1997 v Sloveniji obnovilo 794 ha in leta 1998 680 ha.

Primerjava povprečnih letnih obnov med posameznimi okoliši (od 2007 do 2021) izkazuje počasni trend večanja obnov v Štajerski Sloveniji, Goriških brdih in Slovenski Istri, negativni trendi pa se kažejo predvsem na Dolenjskem in Bizeljsko – Sremiču.

Po letu 2001 se dejansko uresničujejo črnooglede napovedi agrarnih ekonomistov, da bo, zaradi neurejenih odnosov vinogradništvo kot kmetijska panoga po vstopu v EU, utrpelo velike in za Slovenijo tragične posledice. Vsem težavam vključno z neekonomično in drago pridelavo v strmih vinogradih, manjšo porabo vina, moramo dodati tudi nepovezanost in nesodelovanje pridelovalcev med seboj ter

prepočasno prilagajanje novim tržnim zahtevam. Vse to je pripeljalo do zmanjševanja površin vinogradov in do zmanjšanja zanimanja mladih za vinogradništvo. Večina ljubiteljskih vinogradnikov, ki so praviloma starejši in ostareli, vinogradov več ne obnavljajo, temveč jih zapuščajo in tudi krčijo. Vinograde danes obnavljajo samo tisti, ki vino na trgu tudi uspešno prodajo. Spodbudno je, da imamo v vseh treh vinorodnih deželah vedno več dobrih, evropsko primerljivih kmetij, ki se s pospešenim prilagajanjem in uvajanjem novih tehnologij, tudi povezovanjem s stroko preko raznovrstnih projektnih nalog ter sektorskim povezovanjem predvsem na področju promocijskih aktivnosti, uspešno prilagajajo novim situacijam in zahtevam trga. Poleg velikih kleti se v povezavi z razvojem turizma in gastronomije, vidno razvijajo predvsem srednje velike vinogradniško- vinarске kmetije oz. posestva.

Preglednica 3. Obnove vinogradov v letih 2017 – 2021 (ha), povprečna letna obnove vinogradov v obdobjih 2001 – 2006, 2007 – 2011, 2012 – 2016 in 2017 - 2021, po vinorodnih okoliših, vinorodnih deželah in Sloveniji (MKGP - RPGV).

	Povprečna letna obnova po letih in v obdobjih									
	2017	2018	2019	2020	2021	2001-2006 (ha)	2007-2011 (ha)	2012-2016 (ha)	2017-2021 (ha)	
Bizeljsko-Sremič	15,73	10,26	5,1	10,24	7,84	11	9	21	10	
Dolenjska	22,33	13,14	5,07	7,56	11,99	31	18	20	12	
Bela Krajina	2,84	3,33	1,48	1,48	1,34	8	3	2	2	
POSAVJE	40,9	26,73	11,65	19,28	21,17	50	30	44	24	
Goriška brda	60,94	72,66	34,98	43,17	32,05	51	28	43	49	
Vipavska dolina	66,21	72,5	36,62	50,27	41,32	67	28	63	53	
Kras	13,42	17,58	8,09	5,04	5,44	21	6	8	10	
Slovenska Istra	47,99	54,81	26,48	46,59	26,98	42	42	36	41	
PRIMORSKA	188,56	217,55	106,17	145,07	105,79	181	104	150	153	
Štajerska										
Slovenija	149,48	186,29	97,52	90,22	75,82	113	101	119	120	
Prekmurje	5,23	6,55	3,02	2,7	3,9	4	5	3	4	
PODRAVJE	154,71	192,84	100,54	92,92	79,72	117	106	122	124	
Skupaj										
SLOVENIJA	384,17	437,12	218,36	257,27	206,68	348	240	316	301	

Razlog za pospešeno zmanjševanje vinogradniških površin so tudi težave povezane s pojavom zlate trsne rumenice in izdane odločbe o krčitvi vinograda, ki pa se redko ponovno zasadijo z vinsko trto. Tudi v vseh treh vinorodnih okoliših Posavja ostaja še naprej negativni trend prestrukturiranja vinogradniških površin, opazen je vzpodbuden trend povečevanja obnov v okolišu Bizeljsko - Sremič, delno pa tudi v okolišu Dolenjska. Ob tem še vedno ostaja izrazita stagnacija obnov v vinorodnem okolišu Bela krajina, ki je zaradi najnižjega deleža obnov, tudi najbolj vinogradniško ogrožen slovenski vinorodni okoliš (preglednica 3). V obdobju 2012 – 2016 je bila v Posavju obnova višja, vendar je kljub temu dosegla le polovico enostavne reprodukcije. Negativni trend prestrukturiranja vinogradniških površin v Posavju je tako kot drugod v Sloveniji, kjer obstaja množica vse bolj ostarelih ljubiteljskih vinogradnikov z malimi in vedno bolj starimi vinogradi. Pomemben vzrok vidimo v spremenjenih življenjskih razmerah mladih generacij, ko se množična ljubiteljska pridelava vse bolj umika pridobitni dejavnosti redkih in velikih tržnih pridelovalcev. Ti pa tudi ne morejo vzeti v zakup ali v nakup površin, ki so zelo na gosto pozidane z objekti. Te pozidave otežujejo združitve majhnih parcel ter višajo ceno zemljišč.

V Primorski vinorodni deželi je obnova vinogradov v letih 2017 – 2021 dosegala dobrih 70 % enostavne reprodukcije, povprečna letna obnova je bila v tem obdobju 153 ha letno, na enakem nivoju je bila tudi v letih 2012 - 2016. Med vinorodnimi okoliši vinorodne dežele Primorska pa so opazne razlike. V obdobju 2017 - 2021 je obnova vinogradov v Goriških brdih dosegla 82 % enostavne reprodukcije, v Vipavski dolini 76 %, v Slovenski Istri 67 %, na Krasu pa le 54 % (preglednica 4).

Povprečna letna obnova vinogradov v petletnem obdobju 2017 – 2021, ob upoštevanju 30-letne amortizacijske dobe, dolgoročno zagotavlja obstoj 9.021 ha vinogradov, kar je le 62 % v RPGV (leto 2021) vpisanih vinogradniških površin v Sloveniji (preglednica 4). Med vinorodnimi deželami so razlike. Povprečna letna obnova zagotavlja dolgoročni obstoj 30 % vinogradov v Posavju (718 ha), 64 % v Podravju (3.724 ha) in 73 % (4.578 ha) na Primorskem. Med okoliši je najbolj zaskrbljujoče stanje v Beli Krajini, kjer povprečna letna obnova zagotavlja dolgoročni obstoj 20 % vinogradov, v Prekmurju 29 %, Dolenjskem in Bizeljsko – Sremiču 43 % vinogradov. Za obstoj 14.483 ha slovenskih vinogradov je potrebna letna obnova 482 ha, od tega na Primorskem 210 ha, v Podravju 193 ha in Posavju 78 ha. Znotraj Vinorodne dežele Primorska je potrebna letna obnova za Vipavsko dolino 69 ha, Goriška brda 60 ha, Slovensko Istro 61 ha in Kras 18 ha. Znotraj vinorodne dežele Podravje je potrebna letna obnova za Štajersko Slovenijo 179 ha in Prekmurje 15 ha. V Posavju pa znaša potrebna letna obnova za Dolenjsko 45 ha, Bizeljsko – Sremič 23 ha in Belo Krajino 10 ha (preglednica 4).

Preglednica 4. Povprečna letna obnova v obdobju 2017 – 2021 po vinorodnih okoliših, deželah in v Sloveniji, dolgoročen predviden obseg vinogradniških površin ob upoštevanju letne obnove v obdobju 2017 – 2021 in 30-letne amortizacijske stopnje, potrebna letna obnova v ha, za dolgoročni obstoj obsega vinogradniških površin po vinorodnih okoliših, deželah in Sloveniji. (MKGP – RPGV).

	Povprečna letna obnova v obdobju 2017 – 2021 (ha)	Površina vinogradov (ha, RPGV 2022)	Predvidena površina vinogradov glede na letno obnovo v obdobju 2017 - 2022 (ha)	Delež dolgoročno zagotovljenih površin (%)	Potrebna letna obnova v (ha), za dolgoročni obstoj obsega vinogradniških površin
Bizeljsko-Sremič	10	693	295,0	43	23,1
Dolenjska	12	1.357	360,5	27	45,2
Bela Krajina	2	308	62,8	20	10,3
POSAVJE	24	2.359	718,4	30	78,6
Goriška brda	49	1.818	1.462,8	80	60,6
Vipavska dolina	53	2.092	1.601,5	77	69,7
Kras	10	555	297,4	54	18,5
Slovenska Istra	41	1.844	1.217,1	66	61,5
PRIMORSKA	153	6.309	4.578,8	73	210,3
Štajerska Slovenija	120	5.372	3.596,0	67	179,1
Prekmurje	4	444	128,4	29	14,8
PODRAVJE	124	5.816	3.724,4	64	193,9
Skupaj SLOVENIJA	301	14.483	9.021,6	62	482,8

Vzroki za majhno letno obnovo vinogradov so številni in različni:

- visoki stroški obnove (višina priznanih stroškov prestrukturiranja vinogradov z vertikalno zasaditvijo in gostoto sajenja 3200 – 4600 trt/ha, glede na nagib, znaša od 19.757 € do 51.657 €/ha, vir: SKLEP o vrednostih, potrebnih za ovrednotenje priznanih stroškov prestrukturiranja vinogradov in izpada dohodka v vinskem letu 2022/2023),
- velika ponudba grozdja po sorazmerno nizkih cenah, kar pomeni, da se posamezniki ne odločajo za nove lastne vinogradniške površine, temveč raje dokupujejo grozdje,
- ekonomika pridelave, pridelava postaja vedno bolj draga, nizke prodajne cene grozdja, odkupne cene se niso spremenile,
- razdrobljena posestna struktura,
- neugodna starostna struktura,

- zaradi spremenjenih podnebnih sprememb pridelava grozdja postaja vse bolj rizična,
- ob tem pa naraščajo stroški pridelave, zato se pridelava še posebno v težkih pridelovalnih pogojih pospešeno opušča,
- težave z delovne silo,
- prepočasno uvajanje digitalizacije in mehanizacije v vse faze proizvodnih procesov,
- naš trg je sestavni del skupnega trga, kjer se odkupne cene grozdja in prodajne cene vina zelo malo spreminjajo in ostajajo že daljše obdobje skoraj nespremenjene,
- tudi vinogradnike in vinarje je prizadela svetovna gospodarska kriza, posledica zaostrenih razmer v Ukrajini in posledično spremembe v družbi, kajti vino je namreč pridelek, ki se mu v težkih časih ljudje kaj hitro odrečejo,
- covid-19, zaustavitev gostinske in turistične dejavnosti ter posledično zmanjšana prodaja vin
- cenovna nesorazmerja med pridelavo, predelavo, trgovino in gostinstvom ostajajo, vinogradnik in vinar dobita manjši delež,
- težave z zdravstvenim stanjem vinogradov, težave s širjenjem zlate trsne rumenice.

Od leta 2016 dalje poznamo dve vrsti dovoljenj za zasaditev vinske trte in sicer dovoljenja za nove zasaditve in dovoljenja za ponovne zasaditve. Za vse države članice Evropske unije velja, da je lahko novih zasaditev oziroma razširitev vinogradniških površin na nivoju države največ 1 % od vseh vinogradov, ki so vpisani v uradne evidence na dan 31.7. preteklega leta. V Sloveniji imamo torej na razpolago za nove zasaditve okrog 140 hektarjev letno. Izbirni postopek, v primeru da vloge za novo zasaditev presegajo omenjeno površino, vodi Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. Postopek temelji na merilih, ki vključujejo velikost in povečanje kmetijskih gospodarstev, naravne in posebne omejitve za kmetovanje ter predhodno ravnanje pridelovalca. Dovoljenje za ponovno zasaditev pa pridelovalec pridobi na podlagi krčitve starega vinograda.

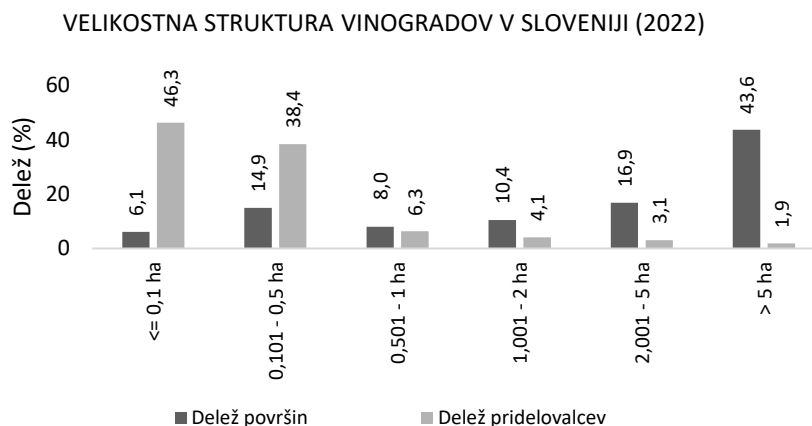
Z letom 2016 se je spremenil tudi sistem finančnih podpor za zasaditev vinogradov. Do podpore za prestrukturiranje vinogradniških površin so upravičeni le tisti vinogradi, za katere so vinogradniki pridobili dovoljenje za ponovno zasaditev. Vinogradi, za katere so vinogradniki pridobili dovoljenje za novo zasaditev – iz rezerve pravic, niso upravičeni do podpore iz naslova prestrukturiranja. V tem primeru lahko pridelovalci kandidirajo za sredstva iz Programa razvoja podeželja 2014 – 2020 oz. Strateškega načrta 2023 - 2027.

Postavitev novega vinograda je finančno in izvedbeno zahtevna investicija, zato so finančne podpore, še posebej iz naslova Prestrukturiranja vinogradov, ključne in nujno potrebne, tudi v bodoče. Zagotovo bi bil obseg obnov bistveno manjši, v kolikor bi bile podpore nižje ali pa jih ne bi bilo. Do konca leta 2015 pri pridobivanju podpore za prestrukturiranje vinogradniških površin ni bilo razlike med vinogradi, ki so bili zasajeni na novo in tistimi, kjer je šlo za krčitev starih trt in zasaditev novih.

Vinograde obnavljajo redki posamezniki, ki imajo dolgoročno vizijo razvoja, ki uspejo na vinskem trgu z dobro prodajo grozdja in vina, se povezujejo, ključno pa je, da so na kmetijah mladi prevzemniki. Podpora je v tem primeru dobrodošla vzpodbuda in pomoč, brez nje bi bilo obnov vinogradov še znatno manj.

Velikostna struktura vinogradov

Velikostna struktura vinogradniških površin v Sloveniji prikazana v preglednici 5, kaže na močno razdrobljeno pridelavo. Vinograde manjše od 0,1 ha ima 46,3 % pridelovalcev, kar predstavlja 6,1 % skupnih površin vinogradov (grafikon 3). Ta velikostni razred najštevilčnejši. Delež (%) vinogradnikov s površinami do 0,1 ha se je od leta 2017 do 2022 povečal, predvsem na račun kontrol na terenu in novih vpisov v RPGV (preglednica 5). Ti pridelovalci pridelujejo pretežno grozdje in skrbijo za vzdrževanje in ohranjanje kulturne krajine in preprečujejo zaraščanje kmetijskih površin. Ti vinogradniki so v glavnem nekonkurenčni tržni pridelovalci. So pa zaradi demografskih kazalcev najbolj rizična skupina za krčitev vinogradov in s tem posredno opuščanje in zaraščanje vinogradniške kulturne krajine.



Grafikon 3. Delež pridelovalcev in površin glede na velikost vinogradov v Sloveniji (leto 2022) (MKGP - RPGV).

Delež pridelovalcev s površinami vinogradov v velikostnem razredu do 0,5 ha predstavlja 84,7 % vseh vinogradnikov in ti obdelujejo nekaj več kot 21 % vseh vinogradov v Sloveniji. Njihova pridelava presega samooskrbo in zagotovo se pojavljajo na trgu. Njihove možnosti razvoja so v povezovanju v zadrugah, v skupni predelavi grozdja ali v neposrednem trženju v okviru vinskih cest. Pri tako majhnih skupnih površinah vinogradov ostaja vprašanje ekonomike pridelave, problem je v opremljenosti kmetij z vsemi potrebnimi stroji za obdelavo vinogradov, še izraziteje pri ustrezni kletarski opremi, kar se odraža na kakovosti donegovanega vina. Pomembna pa je njihova vloga pri ohranjanju kulturne krajine in preprečevanju zaraščanja. Tudi ta skupina vinogradov spada med bolj ogrožene. Za ohranitev našega vinogradništva bi morali vplivati na povečanje površin vinogradov na pridelovalca in ustvariti pogoje za ustrezno medsebojno združevanje.

V velikostnem razredu med 0,5 do 1 ha vinogradov je 6,3 % pridelovalcev, ki obdelujejo 8 % vinogradov in v velikostnem razredu med 1,0 do 2 ha, je 4,1 % pridelovalcev, ki obdelujejo 10,4 % površin vinogradov. V razredu med 2,0 do 5,0 ha vinogradov je 3,1 % pridelovalcev, ki obdelujejo 16,9 % vseh površin vinogradov v Sloveniji (preglednica 5).

Pidelovalcev, s površinami vinogradov večjimi od 5 ha, kar je po ocenah agrarnih ekonomistov spodnja meja ekonomičnosti v vinogradništvu, je le 1,9 % v celotni Sloveniji. Vendar vinogradniki v tem velikostnem razredu obdelujejo kar 43,6 % vseh površin vinogradov (preglednica 5). Število pridelovalcev v tem razredu se je v letu 2022 povečalo v primerjavi z letom 2017. Zanimiva je primerjava s podatki iz leta 2002 (2. slovenski vinogradniško vinarški kongres), ko je bilo v tem razredu le 266 vinogradnikov, kar je predstavljalo 1,2 % delež. Povprečna površina vinograda na pridelovalca v tem velikostnem razredu je 12,9 ha vinograda.

Podatki (preglednica 5) kažejo, da se je od leta 2017 do 2022 povečal delež površin do 0,1 ha (povečanje za 0,5 %) ter delež površin nad 5 ha (povečanje za 6 %), pri ostalih velikostnih razredih pa so se % znižali. Največje znižanje je v velikostnem razredu 0,1 do 0,5 ha, sledi 0,5 do 1 ha za 1,1 % znižanje, velikostni razred 1 do 2 ha 1 % znižanje in velikostni razred 2 do 5 ha 0,5 % znižanje. Trend večanja velikostnih razredov nad 5 ha in do 0,1 ha je zaznati že od leta 2007. Večji delež pridelovalcev s površinami večjimi od 5 ha je posledica ekonomičnosti pridelave, večji delež vinogradnikov s površinami do 0,1 ha pa je posledica dodatnih vpisov v RPGV.

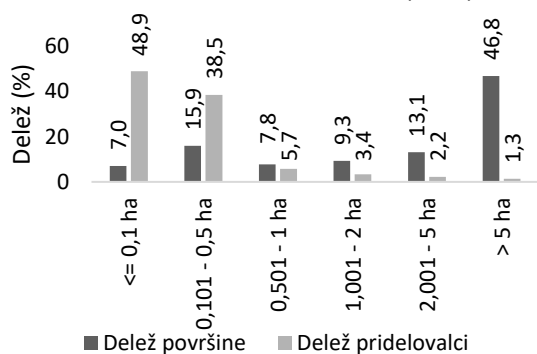
Preglednica 5. Delež površin (%) in delež pridelovalcev (%) po velikostnih razredih v Sloveniji v letu 2017 in 2022 (MKGP - RPGV).

velikostni razred	Delež			
	Delež površine (%)		pridelovalcev (%)	
	2017	2022	2017	2022
<= 0,1 ha	5,70	6,12	39,53	46,29
0,101 - 0,5 ha	18,57	14,95	44,80	38,37
0,501 - 1 ha	9,19	8,00	6,80	6,30
1,001 - 2 ha	11,51	10,44	4,32	4,13
2,001 - 5 ha	17,43	16,88	3,01	3,06
> 5 ha	37,61	43,62	1,55	1,86
SKUPAJ SLOVENIJA	100	100	100	100

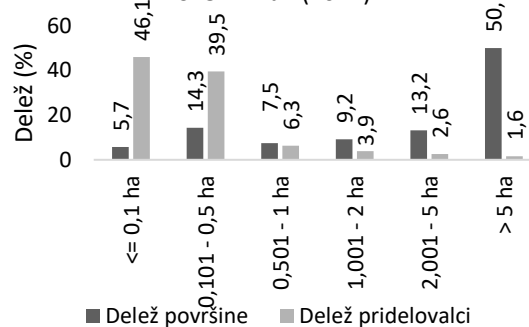
Vinorodni okoliš Štajerska Slovenija odraža skoraj enako sliko kot Slovenija, če se osredotočimo le na najvišji velikostni razred površin (nad 5,0 ha), kjer je 1,6 % vinogradnikov, ki obdelujejo 50,1 % površin. Na kongresu 2017 so obdelovali 44,4 % vinogradov in leta 2012 42,7 % vinogradov. Le to izkazuje, da se povečuje delež vinogradov z velikostjo nad 5 ha (grafikon 4).

V vinorodnem okolišu Prekmurje so se površine od zadnjega kongresa 2017 zmanjšale za 65 ha oziroma za 12,7 %, od zadnjega kongresa se je zmanjšalo tudi število pridelovalcev za 209, oziroma 8,1 % (preglednica 1). 60 % pridelovalcev obdeluje vinograd manjši od 0,1 ha, oziroma 94,4 % pridelovalcev obdeluje vinograde manjše od 0,5 ha. Zaradi razdrobljenosti in dolgih in ozkih parcel ter obstoječih vinskih kleti je zelo težko najti rešitve za napravo kompleksov in investiranje v zasaditev ali prestrukturiranje vinogradov. Le 0,2 % pridelovalcev obdeluje več kot 5,0 ha vinogradov, delež površin, ki se obdelujejo v tem velikostnem razredu, pa je 8,2 %.

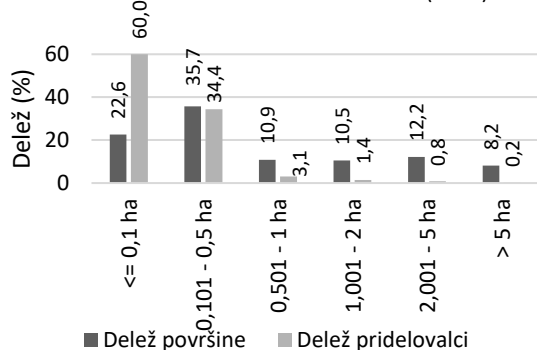
VELIKOSTNA STRUKTURA VINOGRADOV V VINORODNI DEŽELI PODRAVJE (2022)



VELIKOSTNA STRUKTURA VINOGRADOV V VINORODNEM OKOLIŠU ŠTAJERSKA SLOVENIJA (2022)



VELIKOSTNA STRUKTURA VINOGRADOV V VINORODNEM OKOLIŠU PREKMURJE (2022)

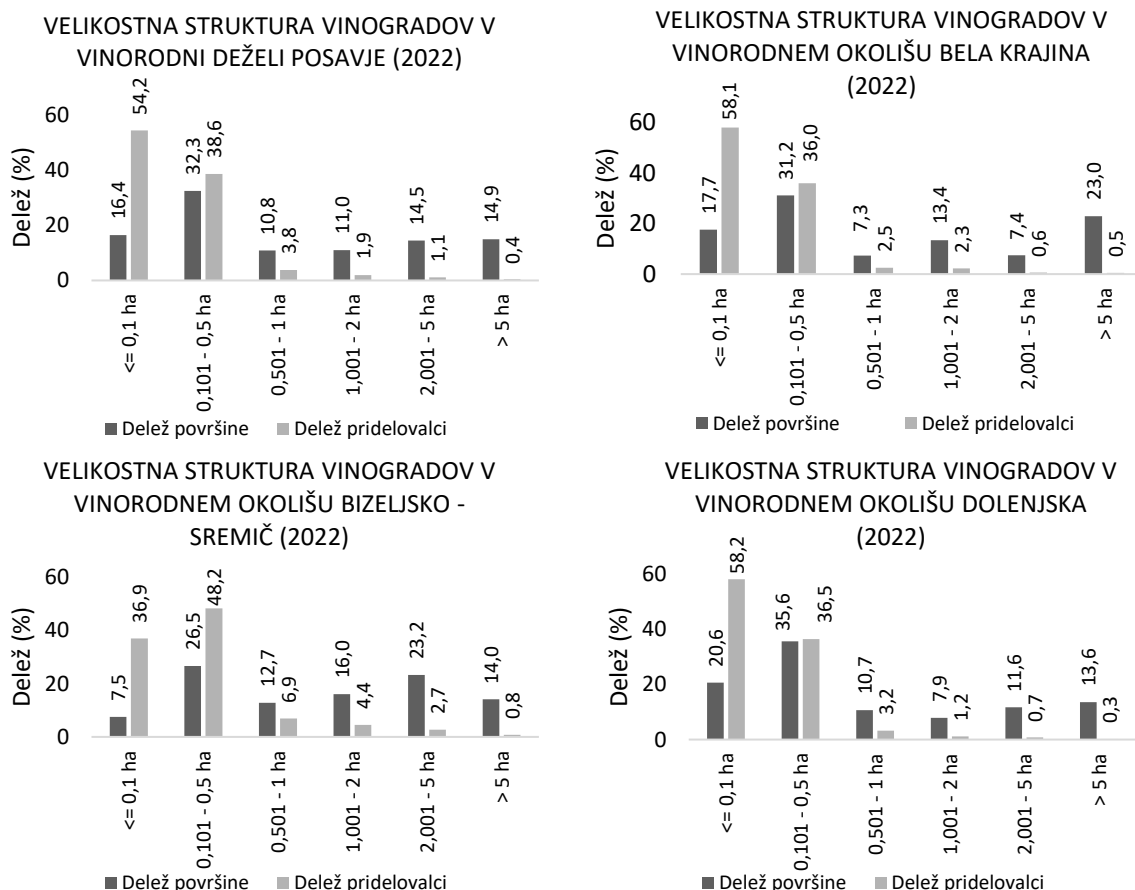


Grafikon 4. Delež pridelovalcev in površin glede na velikost vinogradov v vinorodni deželi Podravje vinorodnih okoliših Štajerska Slovenija ter Prekmurje (leto 2022) (MKGP - RPGV).

Velikostna struktura v Posavju je že tradicionalno najslabša. Za vinorodno deželo so značilne mešane, nespecializirane kmetije in zelo razdrobljena posestna struktura vinogradov. V vinorodni deželi Posavje je v velikostnem razredu do 0,1 ha kar 54,2 % pridelovalcev, ki obdelujejo le 16,4 % površin vinogradov, površine nad 0,1 do 0,5 ha vinogradov obdeluje 38,6 % pridelovalcev, delež teh površin znaša 32,6 % (grafikon 5).

Kar 92,8 % vinogradnikov v vinorodni deželi Posavje obdeluje do 0,5 ha vinogradov, skupni delež površin v tem velikostnem razredu znaša dobrih 58,7 %. Le 3,4 % pridelovalcev obdeluje nad 1,0 ha vinogradov, delež vinogradniških površin v tem velikostnem razredu znaša 36,2 %. Le 0,4 % pridelovalcev obdeluje več kot 5,0 ha vinogradov, delež površin, ki se obdelujejo v tem velikostnem razredu, pa je 14,9 %. Za razliko od okolišev Dolenjska in Bela krajina, je v okolišu Bizeljsko – Sremič velikostni razred površin nad 0,1 do 0,5 ha, po deležu pridelovalcev in deležu površin, večji od velikostnega razreda do 0,1 ha (grafikon 5). V vseh treh okoliših se povečuje delež površin vinogradov v velikostnem razredu nad 5,0 ha.

Med posavskimi vinogradniki pa so tudi taki, ki jim je v zadnji generaciji uspelo zaokrožiti vinogradniške parcele in tako izboljšati možnost za strojno obdelavo. Proces zaokroževanja vinogradniških površin je potrebno nadaljevati prav pri tržno usmerjenih vinogradnikih, na drugi strani pa je potrebno vinogradnike z manjšimi površinami še naprej spodbujati, izobraževati in ozaveščati, da bodo vztrajali in obdelovali svoje majhne vinograde, negovali kulturno krajino in ne nazadnje uživali v svojem vinu.

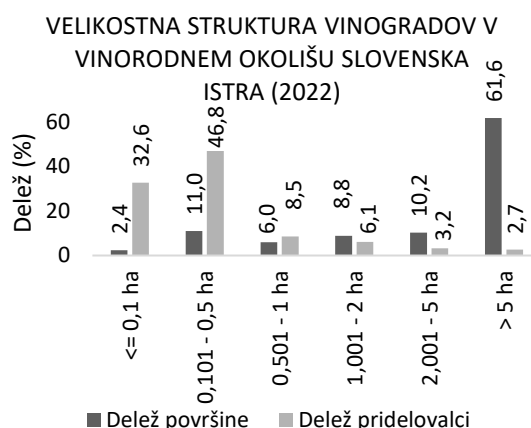
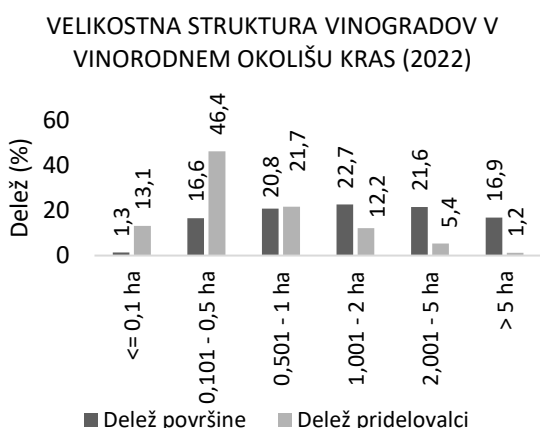
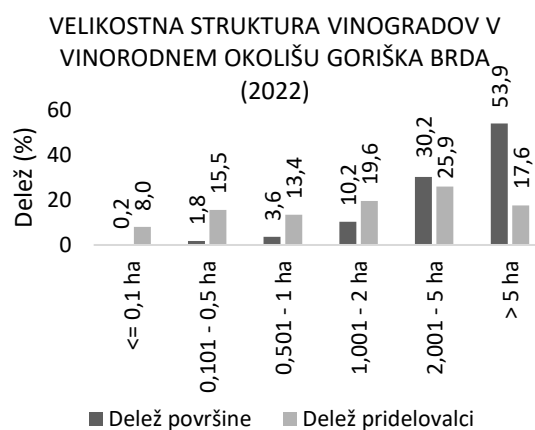
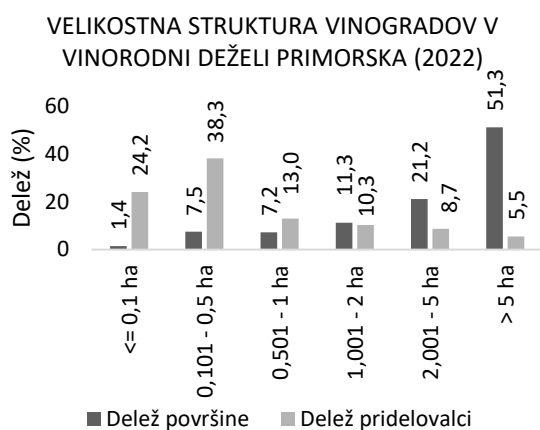


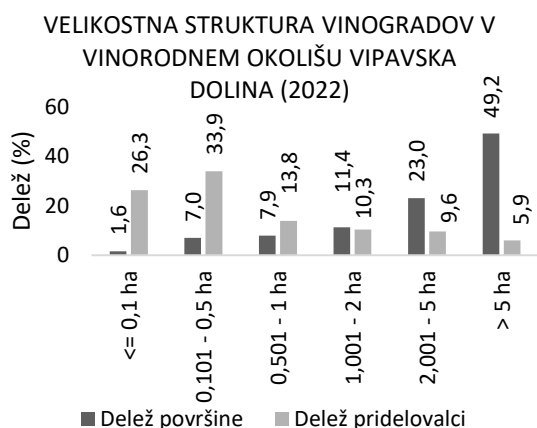
Grafikon 5. Delež pridelovalcev in površin glede na velikost vinogradov v vinorodni deželi Posavje in vinorodnih okoliših Bela Krajina, Bizeljsko – Sremič in Dolenjska (leto 2022) (MKGP - RPGV).

6. SLOVENSKI VINOGRADNIŠKO-VINARSKI KONGRES PTUJ

V Goriških Brdih 45,5 % pridelovalcev obdeluje površine vinogradov v razredu od 1,0 do 5,0 ha, kar po površinah predstavlja 40,4 % delež. 17,6 % vinogradnikov ima vinograde večje od 5 ha in skupno obdelujejo 53,9 % vseh vinogradov (grafikon 6).

V Vipavski dolini največji delež – 33,9 % vinogradnikov obdeluje vinograde v razredu od 0,1 do 0,5 ha, v razredu od 1,0 do 5,0 ha vinogradov pa je 19,9 % vinogradnikov, ki obdelujejo 34,4 % vseh vipavskih vinogradov. 5,9 % vinogradnikov obdeluje površine večje od 5,0 ha, te površine predstavljajo 49,2 % vseh vinogradov v okolišu in prav ta razred je je v zadnjih letih povečal (grafikon 6). Tudi v vinorodnih okoliših Kras in Slovenska Istra predstavljajo največjo skupino vinogradniki z 0,1 do 0,5 ha vinogradov - na Krasu jih je 46,4 %, v Slovenski Istri pa 46,8 %. Na Krasu je v razredu od 1,0- do 5,0 ha vinogradov 17,6 % vinogradnikov, ki obdelujejo 44,3 % vseh vinogradov. 1,2 % vinogradnikov obdeluje površine nad 5,0 ha, ki predstavljajo 16,9 % ha vinogradov v okolišu (grafikon 6). Glede na podatke iz Vinogradniško - vinarskega kongresa 2017, se je delež površin in pridelovalcev v Slovenski Istri zmanjšal v velikostnem razredu od 1,0 - 5,0 ha, saj 9,3 % vinogradnikov obdeluje 19 % vseh površin. 2,7 % vinogradnikov obdeluje površine večje od 5,0 ha, kar predstavlja 61,6 % vseh istrskih vinogradov (grafikon 6). En sam pridelovalec obdeluje slabo tretjino vseh vinogradov v okolišu.





Grafikon 6. Delež pridelovalcev in površin glede na velikost vinogradov v vinorodni deželi Primorska in vinorodnih okoliših Goriška Brda, Kras, Slovenska Istra ter Vipavska dolina (leto 2022) (MKGP – RPGV).

Starostna struktura vinogradov

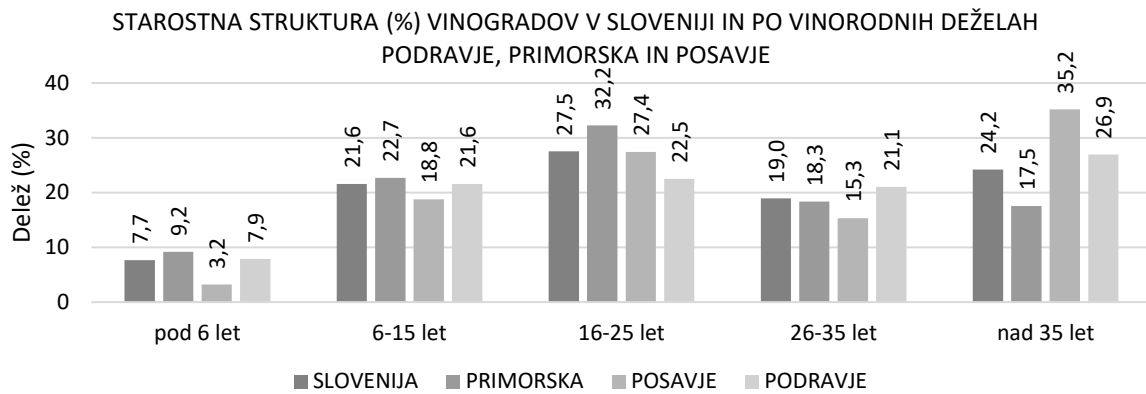
Podatke o starosti vinogradov v Sloveniji (RPGV 2022) so razvrščeni v pet razredov. Vinogradov mlajših od šest let je 7,7 %, v letu 2010 pa jih je bilo 10 % (grafikon 7).

V Sloveniji je vinogradov starih do 25 let 56,8 %, v letu 2017 jih je bilo 58,2 % (Vinogradniško – vinarski kongres 2017), v letu 2011 pa 62 % (Vinogradniško – vinarski kongres 2011), torej se delež vinogradov mlajših od 25 let manjša. Tudi pri starostni strukturi so razlike med vinorodnimi deželami in okoliši precejšnje. Najstarejši so posavski vinogradi, najmlajši pa primorski. Najvišji odstotek vinogradov starih nad 25 let je v vinorodni deželi Posavje (50,5 %), sledi Podravje (48 %), v vinorodni deželi Primorska pa je takšnih vinogradov občutno manj (35,8 %). Med vinorodnimi okoliši ima najvišji delež vinogradov starih nad 25 let Bela krajina (60,0 %), sledita Prekmurje (59,4 %) in Bizeljsko Sremič (51,3 %) (grafikon 7).

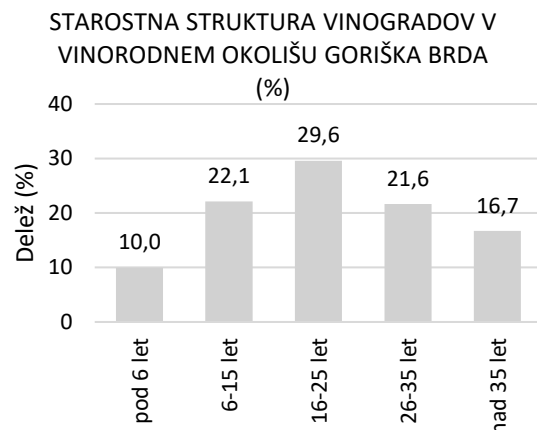
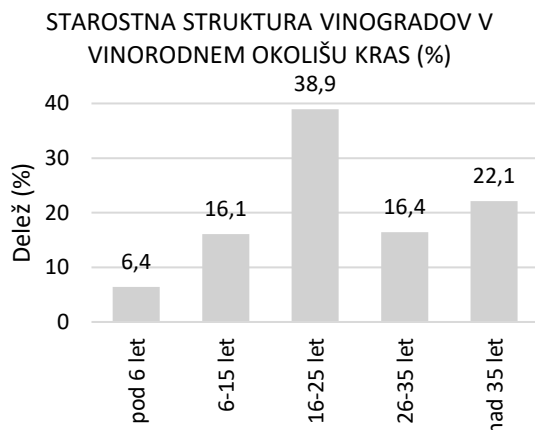
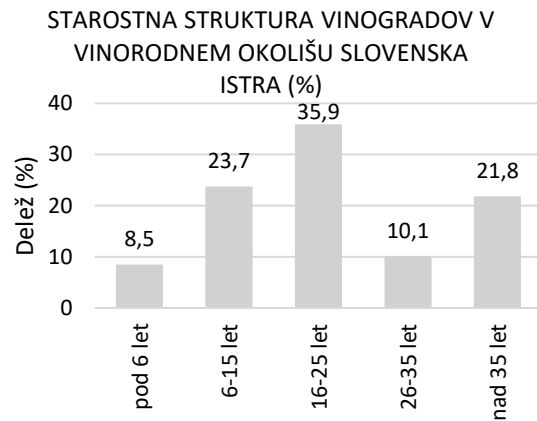
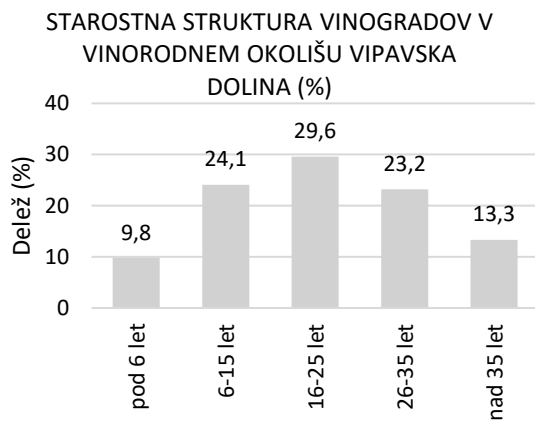
Največji delež vinogradov starejših od 35 let je v Posavju, in sicer v vinorodnem okolišu Bela Krajina (36,4 %), sledita Dolenjska s 35,3 % in Bizeljsko – Sremič s 34,5 %. To so vinogradi, ki bi morali biti, z redkimi izjemami, že obnovljeni, da bi bila pridelava v njih še gospodarna.

Največji delež vinogradov v starosti do 25 let je v vinorodnem okolišu Slovenska Istra (68,1%), sledijo Vipavska dolina (63,5 %), Goriška Brda (61,7 %), Kras (61,4 %), Štajerska Slovenija z 53,0 % in Dolenjska z 52,0 %. Največja površina vinogradov starih do 25 let pa je v vinorodni deželi Štajerska Slovenija (2.883,5 ha), sledijo Vipavska dolina (1.335,2 ha), Slovenska Istra (1.249,7 ha) in Goriška Brda (1.123,3 ha).

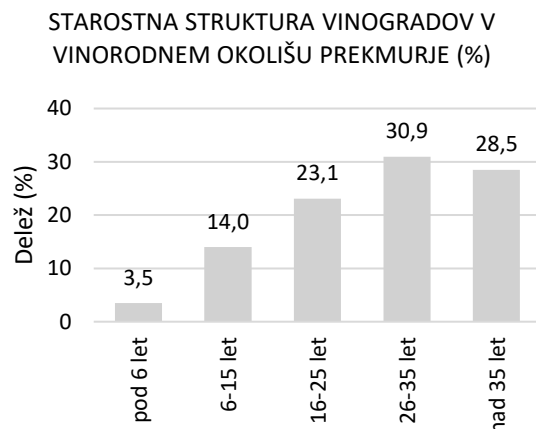
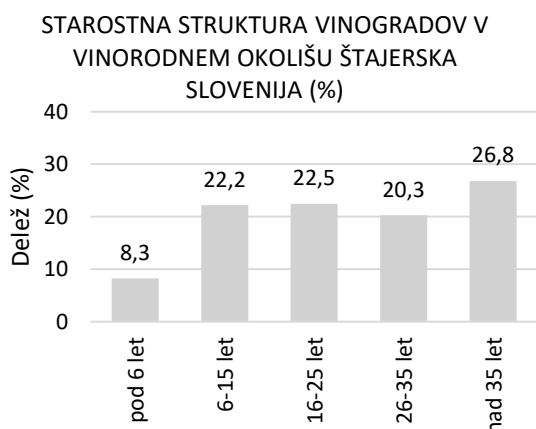
V desetih letih so se slovenski vinogradi postarali, kar je posledica že predstavljene zmanjšane obnove vinogradniških površin. Posledica manjše obnove je višja starost vinogradov, obnove so ključne za dolgoročni obstoj vinogradništva, zadostno število rodnih vinogradov in s tem konkurenčnost sektorja (razvidno iz grafikona 8, 9 in 10).



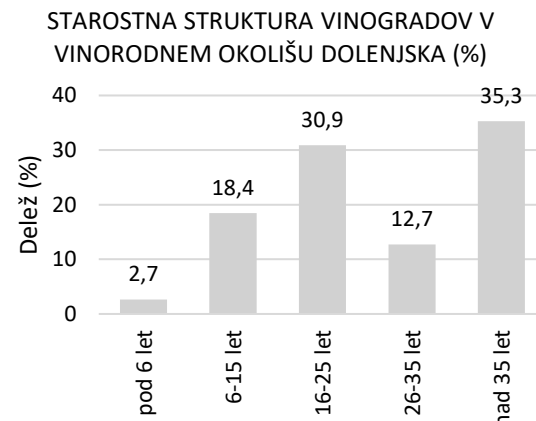
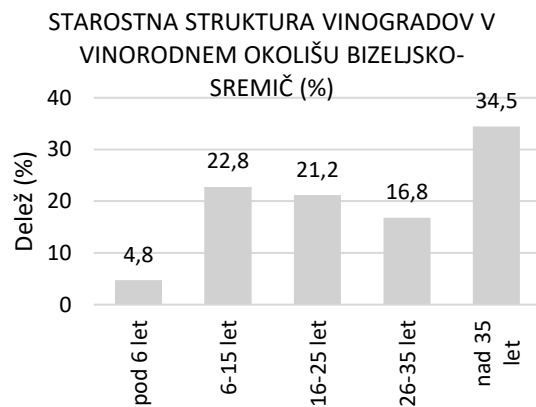
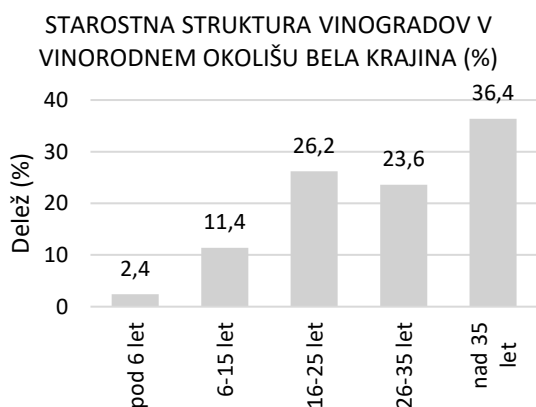
Grafikon 7. Delež vinogradov (%) glede na starostno strukturo v Sloveniji in po vinorodnih deželah in Sloveniji (MKGP - RPGV 2022).



Grafikon 8. Delež vinogradov (%) glede na starostno strukturo v vinorodnih deželah Vipavska dolina, Slovenska Istra, Goriška Brda in Kras (MKGP - RPGV 2022).



Grafikon 9. Delež vinogradov (%) glede na starostno strukturo v vinorodnih deželah Štajerska Slovenija in Prekmurje (MKGP - RPGV 2022).



Grafikon 10. Delež vinogradov (%) glede na starostno strukturo v vinorodnih deželah Dolenjska, Bizeljsko – Sremič in Bela Krajina (MKGP - RPGV 2022).

Trsni izbor

Vinogradniško pridelavo v Sloveniji zaznamuje širok trsni izbor. Pestrost sort vinske trte je značilnost Slovenije in pomembna naravna in kulturna dediščina, na katero smo lahko ponosni in jo moramo ohraniti tudi bodočim rodovom.

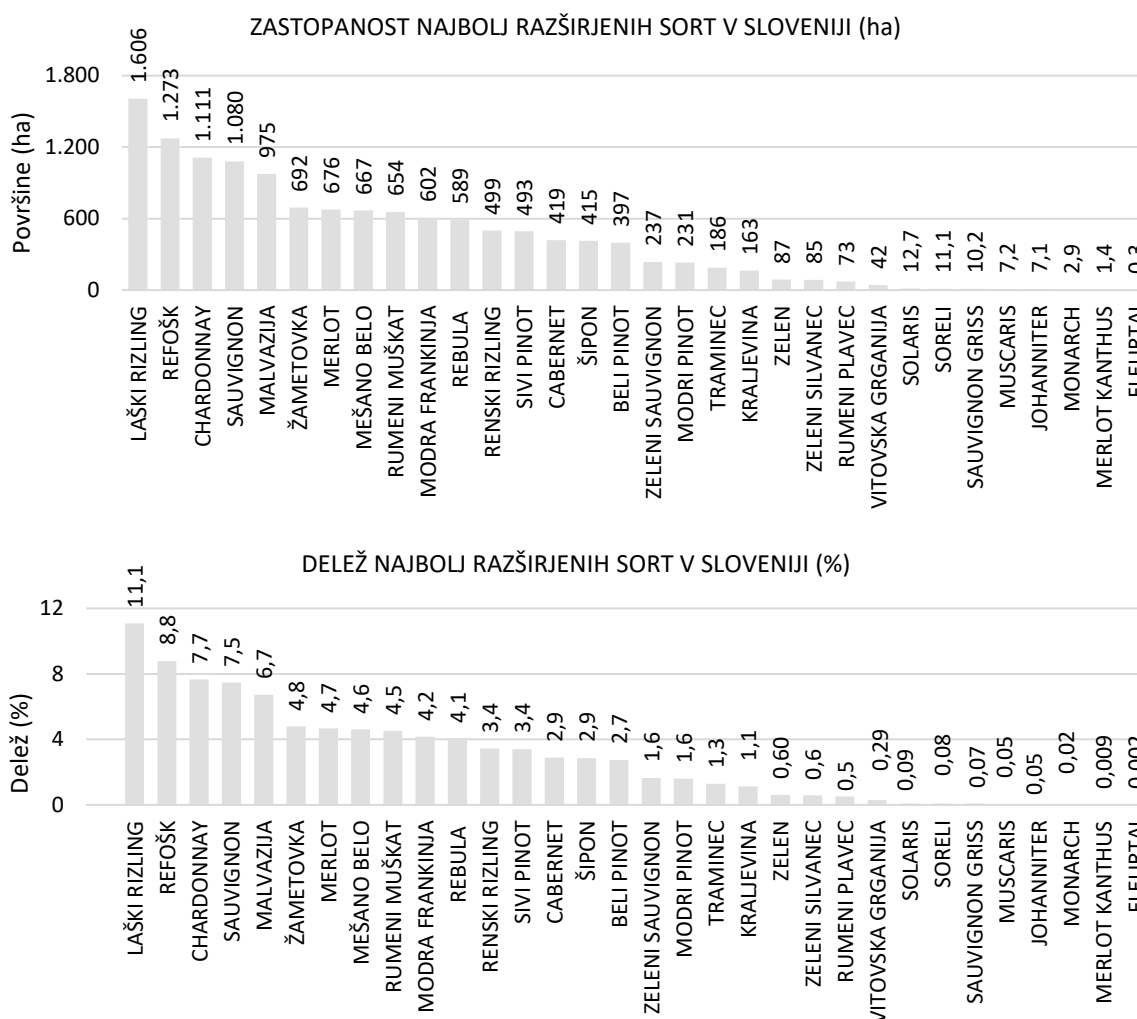
V Pravilniku o seznamu geografskih označb za vina in trsnem izboru (UL RS, 49/2007) je vpisanih 60 sort vinske trte, 41 belih in 19 rdečih. Med sortami, ki jih gojimo, so nekatere razširjene po celem svetu, druge gojimo v Sloveniji in v okoliških državah ter tretje samo pri nas. '

V dvajsetih letih so se deleži sort precej spreminjali. Leta 2001 je bila vodilna sorta po površini 'Laški rizling', sledila sta mu 'Chardonnay' in 'Sauvignon', 'Refošk' je bil šele na četrtem mestu, na petem pa 'Žametovka'. Do precejšnjega povečanja površin 'Refoška' je prišlo zaradi intenzivne obnove vinogradov v Slovenski Istri v primerjavi z ostalimi okoliši. Razširjeno je mnenje, da so lokalne oz. domače sorte pomembna tržna niša za slovenske vinarje, saj se prav zaradi njih razlikujemo od drugih vinorodnih dežel. Kljub temu pa se je delež večine lokalnih sort v zadnjem desetletju zmanjšal, kar velja na primer za 'Rebulo', 'Šipon', 'Žametovko', 'Rumeni plavec'. Povečal pa se je delež 'Refoška' in 'Malvazije'.

V letu 2021 smo dočakali dopolnitev trsnega izbora. S Pravilnikom o spremembi in dopolnitvi Pravilnika o seznamu geografskih označb za vina in trsni izbor (UL RS, št. 26/21), je prišlo do vpisa osmih tolerantnih sort vinske trte v sortiment vinske trte – 'Souvignier gris', 'Muscaris', 'Johanniter', 'Solaris', 'Monarch', 'Soreli', 'Fleurtaï' in 'Merlot Kanthus'. Slednje tri so dovoljene za sajenje v vinorodni deželi Primorska, ostale pa v vinorodnih deželah Podravje in Posavje. Sorte so tolerantne na dve najpogostejši rastlinski bolezni vinske trte, peronosporo in oidij. Tolerantne sorte so zanimive predvsem za vinograde na večjih strminah, zelo pogosto pa se za sajenje odločajo tudi ekološki vinogradniki. V letu 2022 je bilo s tolerantnimi sortami v Sloveniji zasajenih 53 ha vinogradov, kar predstavlja 0,28 % delež vseh vinogradov. Med najbolj zastopanimi tolerantnimi sortami o 'Solaris', 'Soreli' in 'Souvignier gris'. Poleg tega so bile vpisane v trsni izbor za Primorsko nova rdeča sorta 'Marselan' in sorti 'Gamay' in 'Viognier' ter za vinorodni okoliš Slovenska Istra rdeča sorta 'Tannat' in sorta 'Pokalca' za okoliša Vipavska dolina in Kras.

V slovenskih vinogradih prevladujejo bele sorte s 66,3 %, kar je skoraj enak delež kot v letu 2011. Med sortami je najbolj razširjena sorta 'Laški rizling' z 11,1 % (1.606 ha), sledijo 'Refošk' z 8,8 % (1.273 ha), 'Chardonnay' s 7,7 % (1.111 ha) in 'Sauvignon' s 7,5 % (1.080 ha). Ostale sorte so zastopane manj kot 6 % (grafikon 11).

V vinorodni deželi Podravje je že desetletja na prvem mestu 'Laški rizling' z 19,7 % (grafikon 12), od tega ga je v okolišu Štajerska Slovenija 19,0 % in v Prekmurju 31,8 %, kar je manj kot leta 2017. Po podatkih iz vinogradniško vinarskega kongresa 2017, je ta delež leta 2017 znašal 21,1 %. Na drugem mestu po zastopanosti je sorta 'Sauvignon', katere delež predstavlja 11,8 %, kar je za 3,8 % več kot v letu 2017. To odraža stanje trga, kjer pivci zahtevajo suha, sadna in aromatična vina. Sledi sorta 'Chardonnay' z 9,3 % deležem. Da je delež mešanih sort sorazmerno velik (8,8 %), je posledica starostne strukture vinogradov in vinogradnikov ter razdrobljenosti vinogradniških površin. Sledita 'Renski rizling' s 8,1 %, katerega delež se je od leta 2017 znižal za 0,9 %, in 'Rumeni muškati' s 7,2 %. Podatki za leto 2017, so povzeti iz vinogradniško – vinarskega kongresa 2017.

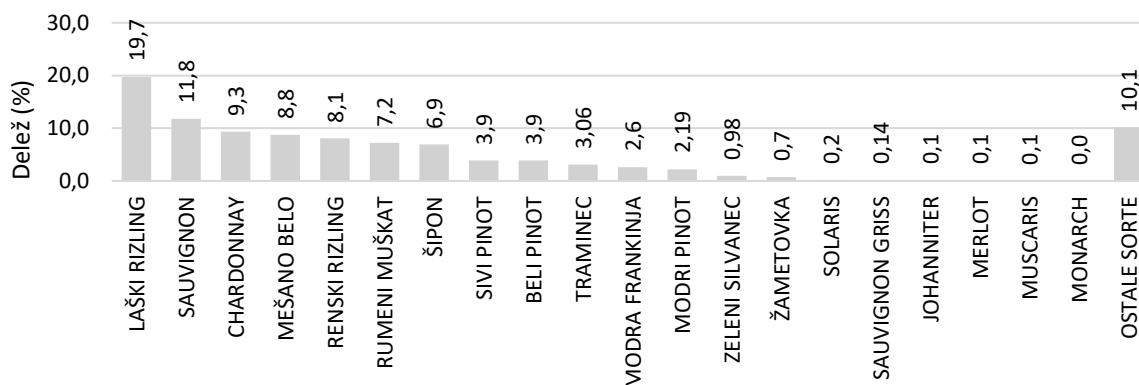


Grafikon 11. Zastopanost sort vinske trte (%) v Sloveniji v letu 2022 (MKGP – RPGV).

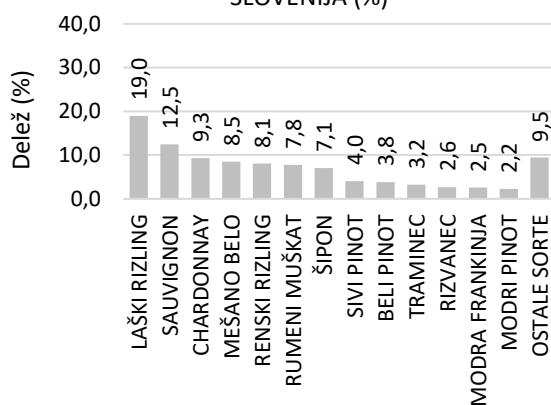
Med tolerantimi sortami se prideluje največ sorte 'Solaris' (10,7 ha), sledi 'Souvignier gris' (8,2 ha), 'Johanniter' (6,2 ha) ter 'Muscaris' (4,5 ha). Z letom 2021 je na območju vinorodne dežele Podravje dovoljena sorta tudi 'Merlot', ki se ga prideluje na 5,7 ha. V obeh okoliših, tako Štajerska Slovenija (19 %), kot Prekmurje (31 %), je 'Laški rizling' na prvem mestu. V okolišju Štajerska Slovenija sledijo 'Sauvignon' (12,5 %), 'Chardonnay' (9,3 %), 'Mešano belo' (8,5 %), 'Renski rizling' (8,1 %), 'Rumeni muškat' (7,8 %) in 'Šipon' (7,1 %). V Prekmurju so zraven 'Laškega rizlinga' najbolj zastopane še vedno 'Mešano belo' (13 %), sledi 'Chardonnay' (11 %), 'Renski rizling' (9,3 %), 'Šipon' (6 %) in 'Sauvignon' (5,6 %).

Vinorodna dežela Podravje ostaja dežela z največjim deležem belih sort (92,9 %), rdeče sorte pa predstavljajo 7,1 % vinogradniških površin. Podobno stanje je tako v vinorodnem okolišju Štajerska Slovenija kot vinorodnem okolišju Prekmurje (grafikon 12).

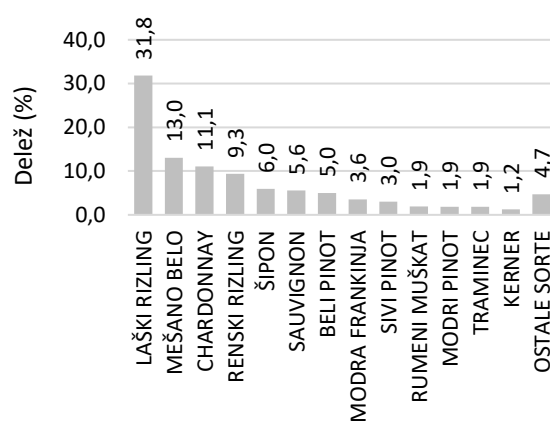
DELEŽ NAJBOLJ RAZŠIRJENIH SORT V VINORODNI DEŽELI PODRAVJE (%)



DELEŽ NAJBOLJ RAZŠIRJENIH SORT V VINORODNEM OKOLIŠU ŠTAJERSKA SLOVENIJA (%)

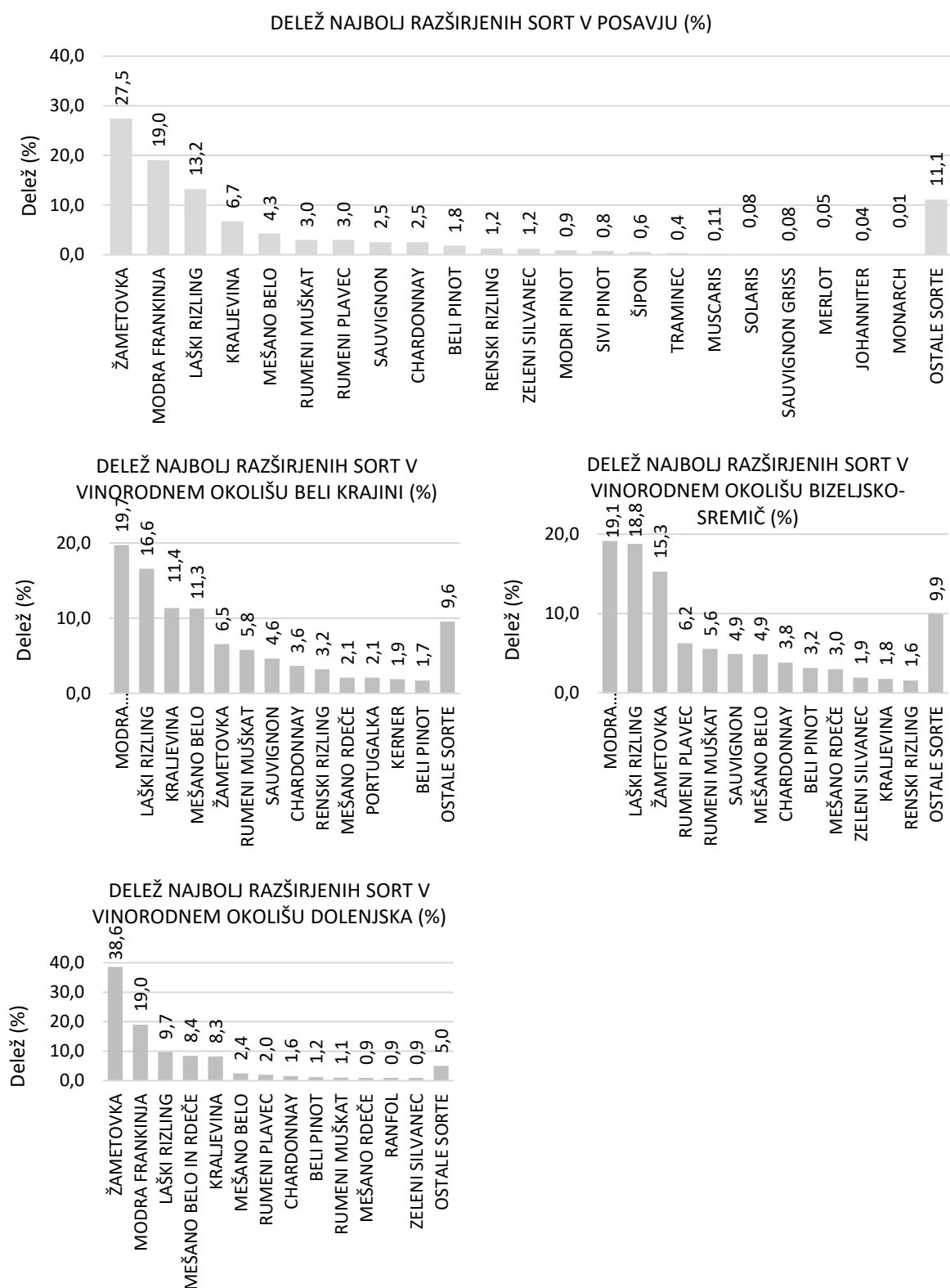


DELEŽ NAJBOLJ RAZŠIRJENIH SORT V VINORODNEM OKOLIŠU PREKMURJE (%)



Grafikon 12. Zastopanost sort vinske trte (%) v vinorodni deželi Podravje in vinorodnih okoliših Štajerska Slovenija in Prekmurje (MKGP – RPGV 2022).

V vinorodni deželi Posavje pridelujejo pet zaščiteneh vin PTP - priznana tradicionalno poimenovanje: 'Cviček', 'Metliška črnina', 'Belokranjec', 'Beli bizeljčan' in 'Rdeči bizeljčan', ki predstavljajo glavnino vin te vinorodne dežele. V zadnjem obdobju se zvišuje delež belih sortnih vin in 'Modre frankinje'. Tako so v vinorodnih okoliših Bizeljsko Sremič in Dolenjska močno zastopane sorte 'Žametovka', 'Modra frankinja', 'Laški rizling', 'Kraljevina', 'Rumeni plavec', 'Sauvignon', 'Rumeni muškata' in 'Chardonnay'. V Beli krajini je največ 'Modre frankinje', 'Žametovka' je šele na petem mestu. Od belih sort je v Beli krajini največ 'Laškega rizlinga', 'Kraljevine', 'Rumenega muškata' in mešanih belih sort, ki so primerne za vino Belokranjec PTP. V vseh treh vinorodnih okoliših je opazen trend zmanjševanja površin 'Žametovke' in 'Kraljevine', povečujejo pa se površine 'Modre frankinje', 'Rumenega muškata', 'Chardonnaya' in 'Sauvignona'. Med tolerantnimi sortami se na območju vinorodne dežele Posavje pridelujejo največ 'Solarisa' (2 ha), sledi 'Souvignier gris' (1,9 ha), ostale tolerantne sorte se prideluje skupaj na manj kot 1 ha površin. Tudi v tej vinorodni deželi je od leta 2021 dovoljena sorta 'Merlot', ki se ga prideluje na 1,1 ha površine (grafikon 13). V vinorodni deželi Posavje je razmerje med rdečimi ter belimi sortami enako, vendar so večje razlike med vinorodnimi okoliši. Največji delež rdečih sort je posajen v vinorodnem okolišu Dolenjska (59,8 %), najmanjši pa v vinorodni deželi Bela Krajina (35,4 %).



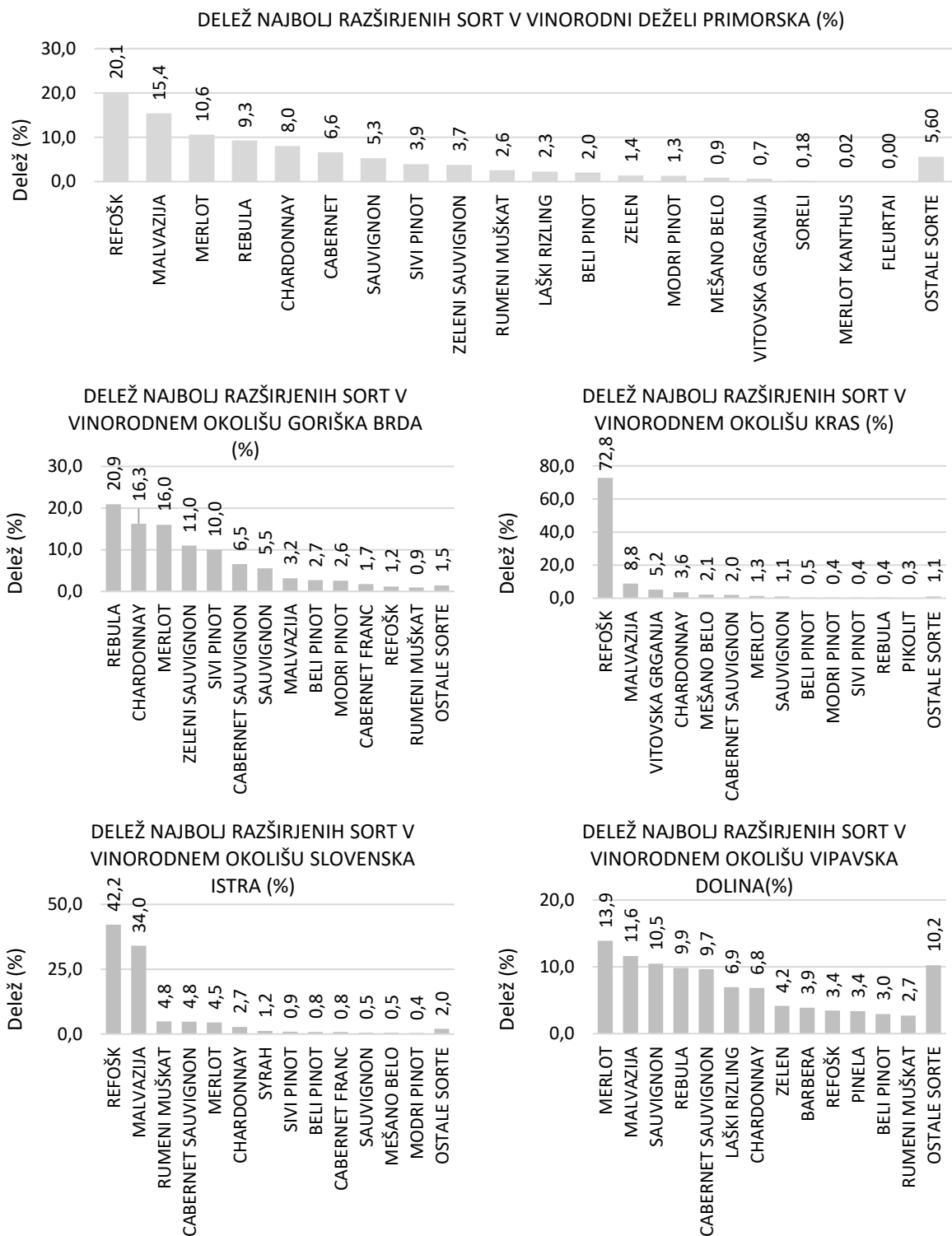
Grafikon 13. Zastopanost sort vinske trte (%) v vinorodni deželi Posavje in vinorodnih okoliših Dolenjska, Bizeljsko – Sremič in Bela Krajina (MKGP – RPGV).

V vinorodni deželi Primorska je za dva okoliša Goriška Brda in Vipavsko dolino značilen pester in številčen izbor sort, v okoliših Kras in Slovenska Istra pa je število sort manjše. V Goriških Brdih je glavna sorta 'Rebula' (grafikon 14), ki je posajena v petini vseh vinogradov. Sledita ji dve svetovno razširjeni sorti 'Merlot', 'Chardonnay', na četrtem mestu pa najdemo tipično briško sorto 'Zeleni sauvignon'. V Vipavski dolini je največ sorte 'Merlot', ki mu sledijo 'Malvazija', 'Sauvignon', 'Rebula' in 'Cabernet sauvignon', vsaka z deležem okrog 10 %. Lokalni sorti 'Zelen' in 'Pinela' zavzemata 8. oziroma 11. mesto s skupnim 7,6 % deležem, ki se vztrajno povečuje. Na Krasu je pestrost sort precej manjša, saj je 'Refošk' posajen v skoraj treh četrtinah vinogradov, 'Malvazija' je druga najpomembnejša sorta, a jo je le dobrih 8,8 %. 'Vitovska grganja' je stara, lokalna sorta, ki v zadnjih letih na Krasu pridobiva vedno večji pomen, trenutno je njen delež 5,2 % in je v petnajstih letih podvojila svoje površine. Tudi v Slovenski Istri prevladuje 'Refošk' z več kot 42,2 %, ki mu sledi druga tipična sorta tega okoliša – 'Malvazija' s 34 %. Za vinorodno deželo Primorska je značilen velik delež domačih, lokalnih sort. Med prvimi štirimi najbolj razširjenimi sortami so kar tri iz te skupine – 'Refošk', 'Rebula' in 'Malvazija' in njihov skupni delež je kar 45 % in ostaja že vrsto let približno enak, v zadnjih letih se povečuje delež 'Malvazije'. Med tolerantimi sortami je največ posajene sorte 'Soreli' (11,1 ha), sledi sorta 'Merlot Kanthus' z 1,35 ha (grafikon 14).

V vinorodni deželi Primorski se največji delež rdečih sort prideluje v vinorodnem okolišu Kras 82,1 % in v Slovenski Istri 55,6 %. V vinorodnem okolišu Goriška Brda je večji delež belih sort - 71,5 % in v Vipavski dolini 66,0 %. Na nivoju vinorodne dežele Primorska je razmerje med belimi in rdečimi sortami bolj izenačeno 57 % je belih sort in 43 % rdečih.

Skupna površina vinogradov v Sloveniji je v letu 2017 znašala 15.893 ha v letu 2022 pa 14.483 ha (preglednica 1). Vinogradniške površine so se zmanjšale za več kot 1410 ha. V Preglednici 7 so navedene najbolj razširjene sorte vseh treh vinorodnih dežel, njihovo stanje v letu 2017 in v letu 2022, ter razlika v površini posajenih sort med leti 2017 in 2022. Pri pregledu preglednice 7 lahko ugotovimo, da so se v omenjenem obdobju najbolj zmanjšale površine sorte 'Laški rizling' in to za več kot 300 ha. 262 ha manj je vinogradov z mešano sortno sestavo. Veliko zmanjšanje površin lahko ugotovimo pri sorti 'Žametovka' (161 ha), površine posajene s sortami 'Merlot', 'Šipon', 'Renski rizling' ter 'Modra frankinja' pa so se zmanjšale med 92 ha in 140 ha. Zmanjšanje površin z ostalimi sortami je manjše, kljub temu pa pomembno.

Omenimo še sorte, pri katerih smo pri podrobni analizi ugotovili, da so njihove površine v letu 2022 večje, kot v letu 2017. Pri lokalnih sortah 'Vitovska grganja' (+ 9 ha), 'Ranina' (+ 10 ha) in 'Zelen' (+ 11 ha) lahko ugotovimo, da se kaže trend vedno večjega povpraševanja, zaradi česar vinogradniki pri obnovah vinogradov posegajo po njihovi zasaditvi. Glede na leto 2017 imamo 12 ha več vinogradov posajenih s sorto 'Modri pinot'. Največja pozitivna rast pa je bila ugotovljena pri sorti 'Malvazija' (+ 63 ha) ter sorti 'Rumeni muškat' (+ 117 ha) (preglednica 7).



Grafikon 14. Zastopanost sort vinske trte (%) v vinorodni deželi Primorska in vinorodnih okoliših Goriška Brda, Vipavska dolina, Slovenska Istra ter Kras (MKGP – RPGV).

Preglednica 7. Vinogradniške površine (ha) najpogostejših sort v letu 2017 in v letu 2022 ter trend spreminjanja površin v obdobju 2017 - 2022 (MKGP – RPGV).

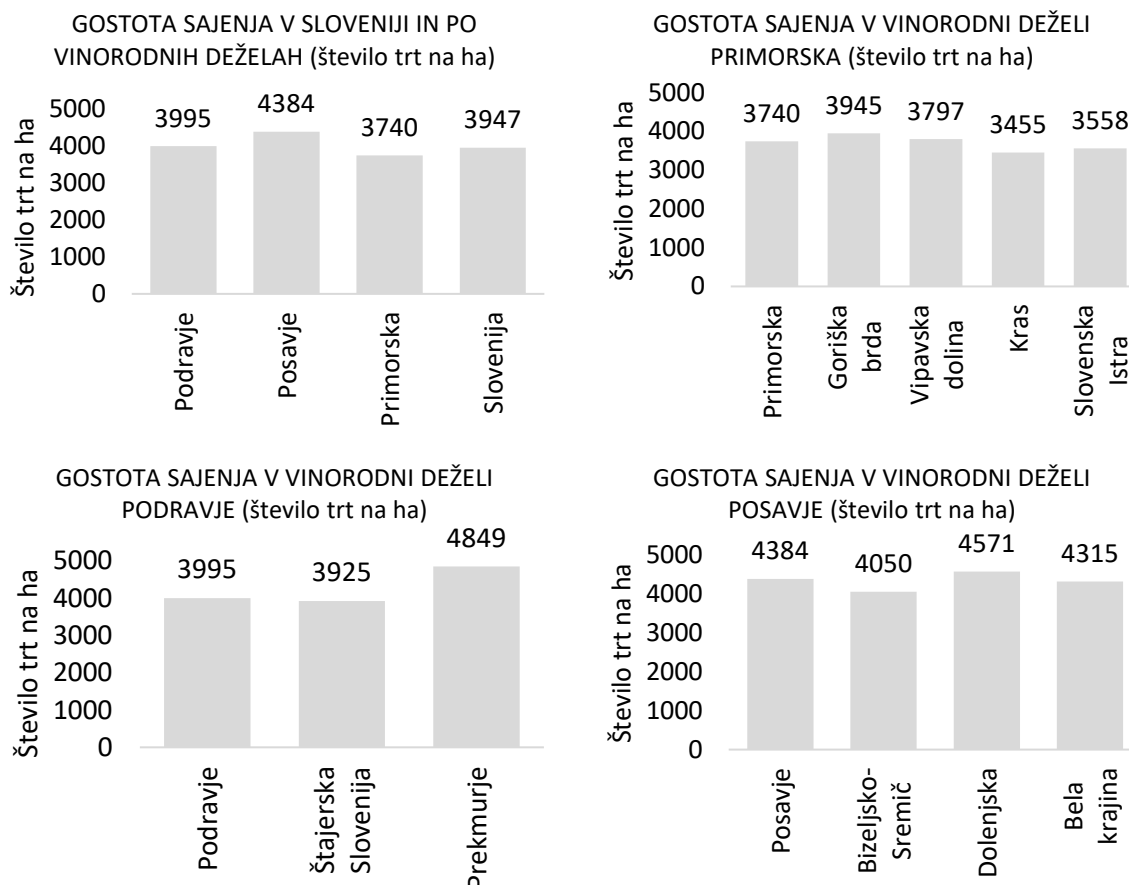
SORTE	Površine (ha)		Razlika
	Površine (ha) 2017	2022	
'LAŠKI RIZLING'	1.914	1.606	-308
MEŠANO BELO	930	667	-263
'ŽAMETOVKA'	853	692	-161
'MERLOT'	816	676	-140
'ŠIPON'	543	415	-128
'RENSKI RIZLING'	611	499	-112
'MODRA FRANKINJA'	694	602	-92
'CHARDONNAY'	1.176	1.111	-65
'SAUVIGNON'	1.134	1.080	-54
'BELI PINOT'	442	397	-45
'TRAMINEC'	216	186	-30
'SIVI PINOT'	514	493	-21
'REBULA'	599	589	-10
'RUMENI PLAVEC'	81	73	-8
'REFOŠK'	1.278	1.273	-5
'CABERNET'			
'SAUVIGNON'	424	419	-5
'ZELENI SAUVIGNON'	231	237	+6
'VITOVSKA GRGANJA'	33	42	+9
'RANINA'	70	80	+10
'ZELEN'	77	87	+11
'RIZVANEC'	130	142	+12
'MODRI PINOT'	217	231	+14
'MALVAZIJA'	912	975	+63
'RUMENI MUŠKAT'	537	654	+117

Ureditev vinogradov

Gostota sajenja

V Sloveniji je v RPGV vpisanih 57 milijonov trt, povprečna gostota sajenja je 3.947 trsov na ha. V vinorodni deželi Posavje je povprečna gostota 4.384 trt na ha, v Podravju 3.995 trt na ha in na Primorskem 3.740 trt na ha (grafikon 15). Po podatkih iz vinogradniško - vinarskih kongresov (2012, 2017), je bilo leta 2012 povprečna gostota sajenja 3.680 trt na ha, leta 2017 se je povečala na 3.816 trt na ha. Tudi v gostoti sajenja so med slovenskimi vinorodnimi okoliši precejšnje razlike. Najgosteje so trte posajene v Prekmurju, kjer jih je povprečno 4.849 na ha. V podokolišu Lendavske gorice je večja gostota sajenja zlasti posledica razdrobljenosti, ozkih in dolgih parcel. Najnižja gostota sajenja je v primorskih vinogradih, vzrok je ureditev vinogradov v nagibih na terasah, kjer je razlika med neto in bruto površino vinograda večja kot pri vertikalno urejenih vinogradih. Na Krasu, kjer je gostota sajenja najnižja (3.455 trt na ha), in v Slovenski Istri (3.558 trt na ha) prevladujeta sorti 'Refošk' in 'Malvazija', ki sta bujni in zahtevata nekoliko večje sadilne razdalje, poleg tega je na Krasu razširjena gojitvena

oblika kraški latnik, pri kateri so razdalje sajenja večje kot na primer pri eno-šparonski (Guyot) ali dvo-šparonski gojitveni obliki. Na Krasu je bila leta 2011 gostota trt precej manjša, po podatkih iz vinogradniško – vinarskega kongresa 2012, je znašala 3.110 trt na hektar, torej se je v desetih letih povečala za 350 trt na ha. V zadnjih dvajsetih letih se večina vinogradnikov odloča za šparonske gojitvene oblike in s tem večjo gostoto sajenja, le redki za visoke kordonske gojitvene oblike, ki zahtevajo nekoliko večje sadilne razdalje (grafikon 15).



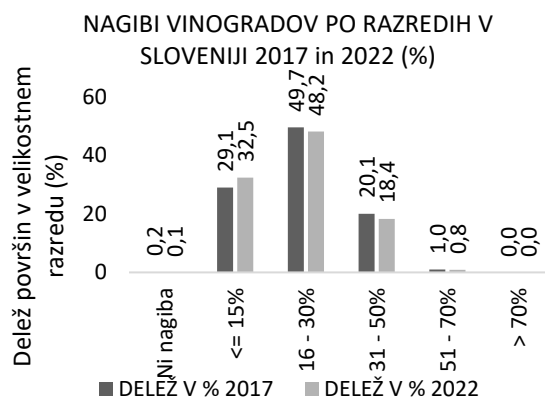
Grafikon 15. Gostota sajenja trt v vinorodni deželi Posavje in po vinorodnih okoliših (MKGP – RPGV).

Nagibi vinogradov

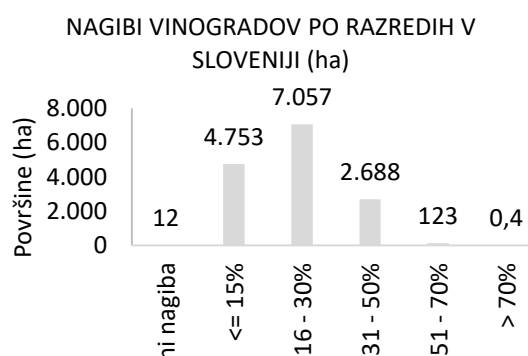
V Sloveniji prevladujejo vinogradi, ki ležijo na nagnjenih zemljiščih, kar dve tretjini vseh vinogradov leži v nagibu nad 16 %. Skoraj polovica (48 %) jih je v nagibu od 16 do 30 %. Delež vinogradov, ki ležijo v ravnini ali blagem nagibu do 15 %, je 32,1 %, strmih vinogradov z nagibom od 31 % do 50 % je 18 %, tistih, z več kot 50 % nagibom, pa 0,8 % (grafikon 16). Stroški naprave nasada na strmih legah so občutno višji kot v ravnini, tudi redna oskrba vinograda je dražja, potrebno je več ročnega dela, uporaba mehanizacije je omejena oziroma je nabavna vrednost specialne mehanizacije bistveno višja.

Če primerjamo deleže v posameznih razredih in podatke iz preteklega kongresa, lahko ugotovimo, da je bilo leta 2017 vinogradov (nagib do 15 %) 29,2 % vseh vinogradov (4.627 ha), leta 2022 se je ta delež povečal na 32,6 % (4.764 ha) (grafikon 17). Leta 2017 je bilo v nagibu od 16 do 30 % slaba polovica vseh vinogradov (49,7), leta 2022 pa 48,2 % (7.057 ha); v nagibu 31 do 50 % je bilo leta 2017 posajenih 20,1 % vinogradov, leta 2022 se je procent zmanjšal na 18,4 % (2.688 ha), v nagibu 51 do 70 % je bilo leta 2017 posajenih 1,0 % vinogradov, leta 2022 se je ta procent znižal na 0,8 % (123 ha). V zelo velikih nagibih nad 70 % je bilo leta 2017 0,01 % vinogradov, leta 2022 pa samo 0,003 %, kar predstavlja 0,4

ha. Površine vinogradov se v vseh kategorijah nagiba znižujejo, razen v kategoriji do 15 % nagiba, kjer se povečujejo, kar pomeni, da se vinogradi selijo na zemljišča z nižjim nagibom. To je posledica opuščanja vinogradov na velikih strminah, kjer so stroški pridelave zelo visoki, možnosti strojne obdelave omejene itd., zato pridelava hitro pade pod prag ekonomičnosti. Po drugi strani pa tisti, ki se odločijo za napravo vinograda, pogosteje kot v preteklosti izbirajo manj strme lege, saj je naprava in oskrba vinograda v ravnini ali manjših nagibih lažja in cenejša.



Grafikon 16. Delež vinogradov (%) glede na nagib leta 2017 in 2022 (MKGP – RPGV).



Grafikon 17. Površine vinogradov (ha) glede na nagib (MKGP – RPGV).

V **vinorodni deželi Podravje** na nagibu do 15 % posajenih 14,6 % vinogradov (861 ha). V nagibu 16 do 30 % je posajenih v Podravju največ vinogradov in sicer 59,2 % (3.499 ha). V nagibu 31 do 50 % je 24,6 % (1.451 ha), v nagibu 51 do 70 % je 1,6 % (96 ha) in v nagibu nad 70 % je 0,01 % (0,4 ha) vinogradov (grafikon 18 in grafikon 19).

V nagibu od 0 do 30 %, kjer je za obdelavo možna sodobna strojna mehanizacija je skupaj 73,8 % vinogradov (4.360 ha). Leta 2017, jih je bilo po podatkih iz Vinogradniško – vinarskega kongresa 2017, 73 % (4.783 ha). Nad nagibom 31 % do 50 %, kjer se že zahteva specialna kmetijska mehanizacija, je 24,6 % vinogradov (1.451 ha), leta 2017 je bilo teh površin 27 % (1.790 ha). Izmed vseh okolišev v Sloveniji so najbolj strmi vinogradi, kjer se zahteva ročna obdelava, v nagibu od 51 do 70 %, v okolišju Štajerska Slovenija in sicer 96 ha, leta 2017 se jih je v tem razredu obdelovalo 122 ha. V Prekmurju prevladujejo nagibi od 0 do 30 %, na teh nagibih je 92,6 % vinogradov (grafikon 20).

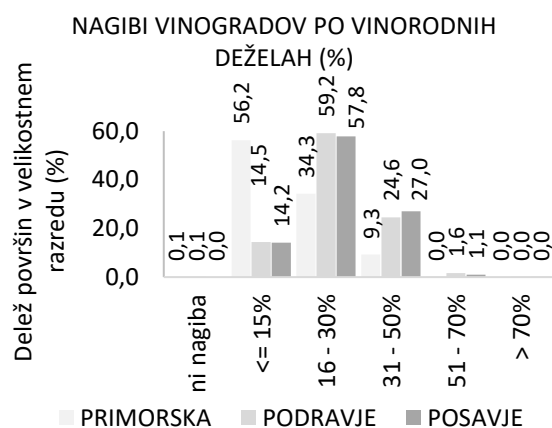
V **vinorodni deželi Posavje** je v nagibu do 15 % posajenih 14,2 % vinogradov (339,5 ha), v nagibu 16 do 30 % je posajenih največ vinogradov in sicer 57,8 % (1.385 ha). V nagibu 31 do 50 % je 27 % (647,8ha), v nagibu 51 do 70 % je 1,1 % (25,2 ha) in v nagibu nad 70 % je posajenih 0,01 ha vinograda. V nagibu 0 do 30 % je v Posavju 72 % vinogradov (1.724 ha), leta 2017 je bilo po podatkih iz Vinogradniško – vinarskega kongresa (2017), v tam nagibu 68 % vinogradov (1.892 ha) (grafikon 18 in grafikon 19).

6. SLOVENSKI VINOGRADNIŠKO-VINARSKI KONGRES PTUJ

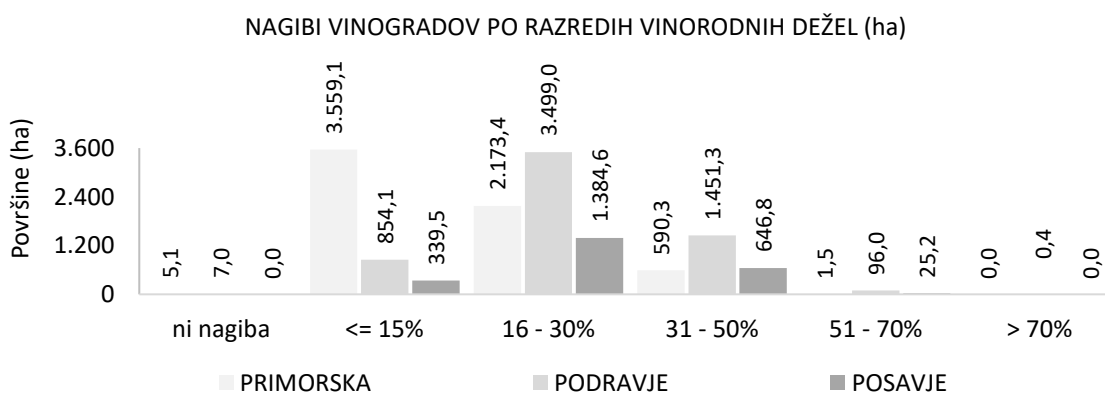
Delež vinogradov v nagibu 16 do 30 % in nagibu 31 – 50 % je v Podravju in Posavju višji od slovenskega povprečja. Strmi vinogradi so dejstvo v vinorodni deželi Posavje (grafikon 20). V primerjavi z vsemi ostalimi okoliši je v vseh treh okoliših v Posavju, delež vinogradov v razredu pod 15 % najmanjši (grafikon 20).

V nagibu od 0 do 30 %, kjer je obdelava možna s sodobno strojno mehanizacijo, je skupaj 72 % vinogradov (1.724 ha), leta 2017 jih je bilo 68 % (1.892 ha) (Vinogradniški – vinarski kongres 2017). Nad nagibom 31 %, kjer se že zahteva specialna kmetijska mehanizacija, je 28,1 % vinogradov (672 ha), leta 2017 je bilo teh površin 32 % (884 ha), kar nakazuje, da se pridelava seli na terene z nižjim nagibom oz. da se krčijo vinogradi na večjih nagibih. Na nagibih nad 31,9 % je največ vinogradov na Dolenjskem (32 %), sledi Bizeljsko Sremič (28,9 %) in Bela Krajina (9,5 %) (grafikon 20).

V vinorodni deželi Primorska je v nagibu do 15 % na Primorskem več kot polovica vinogradov in sicer 56,3 % vinogradov (3.564 ha), v nagibu 16 do 30 % pa dobra tretjina 34 % (2.173 ha) (grafikon 18). V nagibu 31 do 50 % je 9 % (590 ha), v nagibu 51 do 70 % pa 0,02 % (1,45 ha), v nagibu nad 70 % vinogradov ni. Na Primorskem so vinogradi manj strmi kot povprečno v Sloveniji, v nagibu od 0 do 30 % je 90,6 % vinogradov (5.737 ha), leta 2017 jih je bilo 90 % (5.813 ha). V nagibu nad 31 % je 9,3 % vinogradov (592 ha), leta 2017 je bilo teh za odstotno točko več - 10 % (669 ha). Med primorskimi vinorodnimi okoliši so velike razlike, najbolj strmi so vinogradi v Goriških brdih, v nagibu nad 30 % jih je več kot 18 %, sledi Vipavska dolina, kjer je takih vinogradov 10,6 %. V Slovenski Istri je vinogradov z nagibom nad 30 % le en odstotek in pol, na Krasu pa manj kot odstotek (grafikon 20).



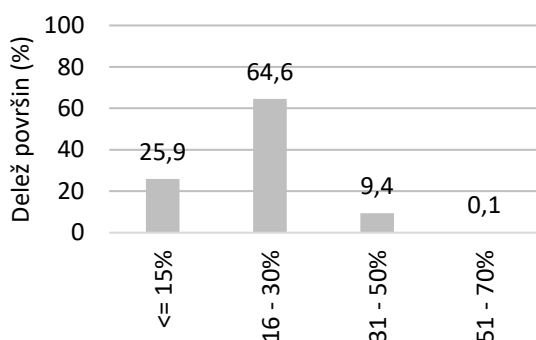
Grafikon 18. Delež vinogradov (%) glede na nagib po vinorodnih deželah v letu 2022 (MKGP – RPGV).



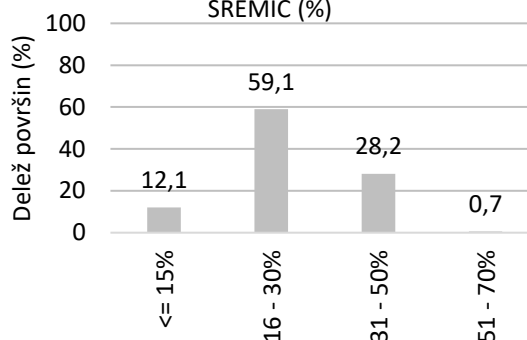
Grafikon 19. Površine vinogradov (ha) glede na nagib po vinorodnih deželah (MKGP – RPGV).

6. SLOVENSKI VINOGRADNIŠKO-VINARSKI KONGRES PTUJ

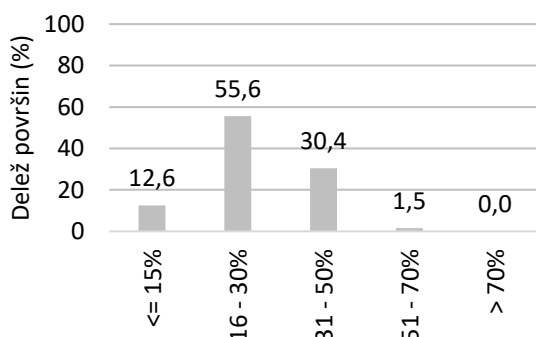
NAGIBI VINOGRADOV PO RAZREDIH V
VINORODNEM OKOLIŠU BELA KRAJINA (%)



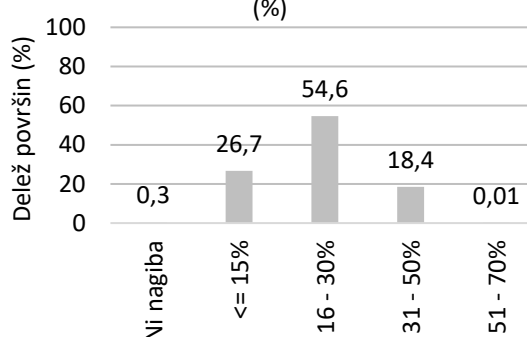
NAGIBI VINOGRADOV PO RAZREDIH V
VINORODNEM OKOLIŠU BIZELJSKO -
SREMIČ (%)



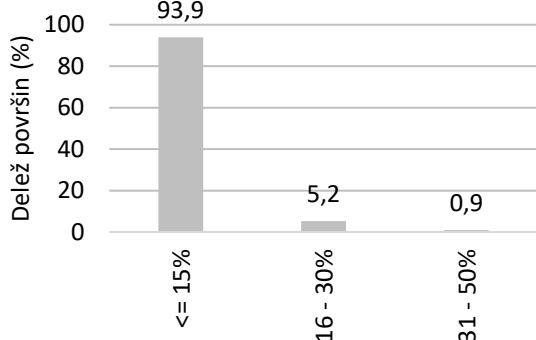
NAGIBI VINOGRADOV PO RAZREDIH V
VINORODNEM OKOLIŠU DOLENJSKA (%)



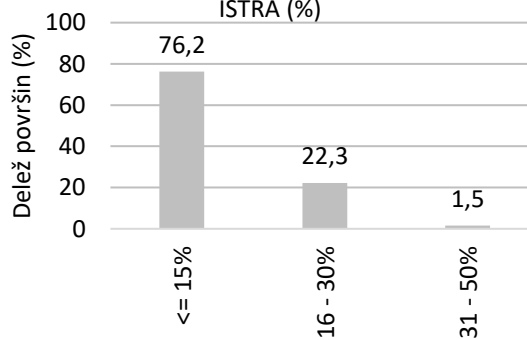
NAGIBI VINOGRADOV PO RAZREDIH V
VINORODNEM OKOLIŠU GORIŠKA BRDA
(%)



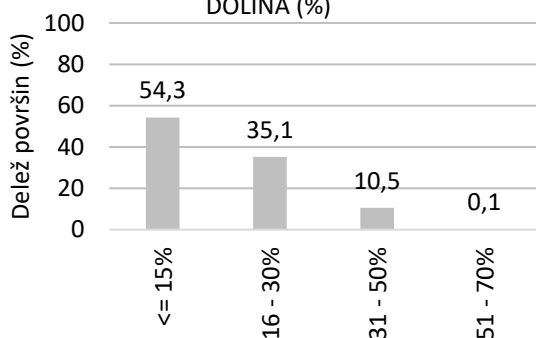
NAGIBI VINOGRADOV PO RAZREDIH V
VINORODNEM OKOLIŠU KRAS (%)



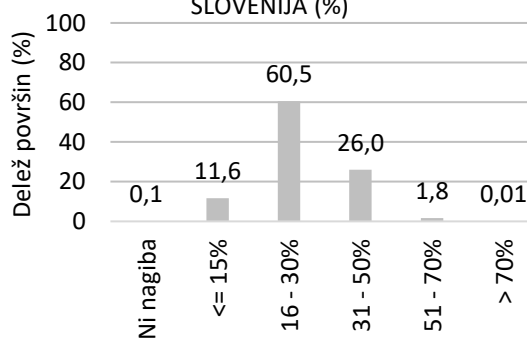
NAGIBI VINOGRADOV PO RAZREDIH V
VINORODNEM OKOLIŠU SLOVENSKA
ISTRA (%)

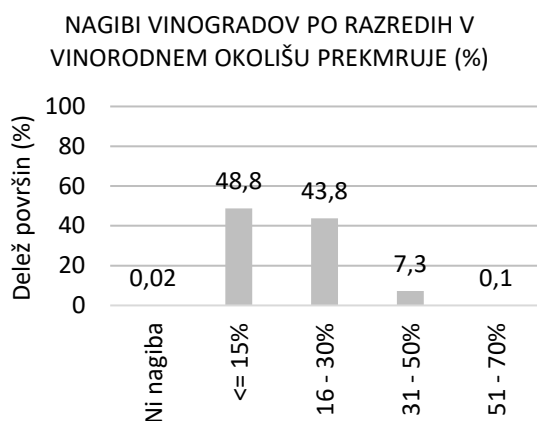


NAGIBI VINOGRADOV PO RAZREDIH V
VINORODNEM OKOLIŠU VIPAVSKA
DOLINA (%)



NAGIBI VINOGRADOV PO RAZREDIH V
VINORODNEM OKOLIŠU ŠTAJERSKA
SLOVENIJA (%)





Grafikon 20. Delež vinogradov (%) glede na nagib po različnih vinorodnih okoliših (MKGP – RPGV).

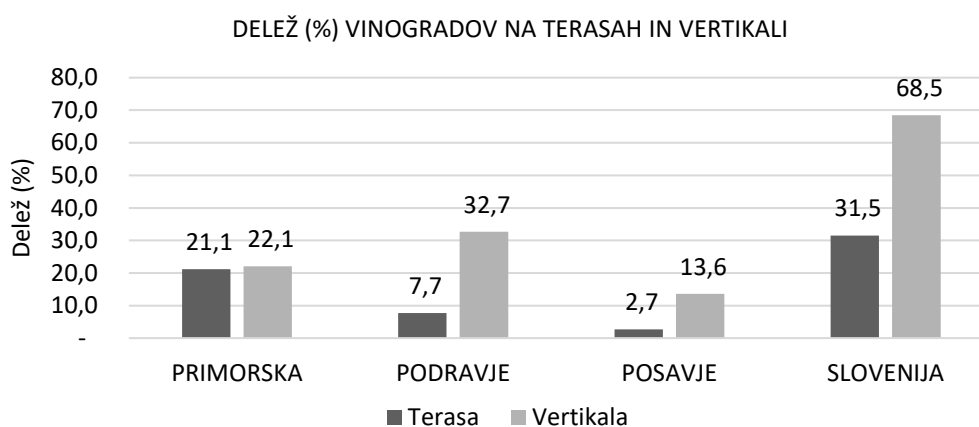
Vinogradi na terasah

V Sloveniji imamo po podatkih RPGV (2022) skupno 14.483 ha vinogradov (preglednica 1). 31,5 % je vinogradov na terasah, 68,5 % vinogradov pa posajenih na vertikali (grafikon 21) (MKGP 2022). Površine vinogradov na terasah se iz leta v leto manjšajo. Po podatkih iz leta 2007 je bilo v Sloveniji 37 % vinogradov na terasah, leta 2012 35 %, leta 2017 se je delež znižal na 32 % (Vinogradniško – vinarski kongres 2012, 2017).

Največ teras je na Primorskem (grafikon 21), saj je naprava terase edini način za obdelavo zemljišč na nagnjenih terenih in za dane klimatske razmere. Ob pogostih močnih nalivih, v katerih pade velika količina padavin v kratkem času, bi sicer prišlo do velike erozije. Na terasnih ploskvah se zadrži večja količina vode kot na nagnjenih površinah, terase zmanjšujejo erozijo in plazenje, v sušnem obdobju pa predstavljajo nekakšen zalogovnik vode. Seveda pa imajo terase tudi nekaj slabosti, kot so izguba neto površine zaradi brežin, zahtevno vzdrževanje brežin, dražji stroški naprave vinograda. Kljub naštetemu pa so prednosti teras za Primorce večje kot pomanjkljivosti. Delež vinogradov na terasah se je v zadnjih petih letih sicer zmanjšal, vendar ne zaradi uvajanja vertikale v nagibih (do tega ne prihaja), pač pa zaradi večjega deleža naprave vinogradov v manjših nagibih oziroma ravnini (nižji stroški).

Sajenje vinogradov na terasah ima predvsem na Primorskem že kar dolgo tradicijo. V kontinentalnem delu Slovenije - tako na Štajerskem kakor tudi v Posavju - je ta nekoliko krajša. Preprečevanje erozije in ohranjanje večjih količin vode v spomladanskem času za kasnejše vroče sušne poletne dni sta glavni odliki terasaste zasaditve vinogradov. Tak način zasaditve omogoča tudi uporabo mehanizacije za oskrbo vinograda. Tudi ročna dela je precej bolj enostavno izvajati na ravni terasni ploskvi, kot v vertikalno zasajenem vinogradu. Zato se ni bati, da bi vinogradi na terasah naenkrat izginili. Seveda se vedno pojavijo tudi razni pomisleki o neto površini, ki jo izkoristimo pri takem načinu zasaditve in tudi o stroških, ki jih imamo s samo napravo teras in tudi kasneje z vzdrževanjem brežin. Tudi pojavnost zemeljskih plazov, ureditve obračalnih pasov, obračališč, varnih dostopov v terasno ploskev in nenazadnje število sadilnih mest/ha površine so tisti dejavniki, ki nas morajo spodbujati, da pri odločitvi zasaditve vinograda na terasah, preudarno izbiramo načine in pristope. V odločitvi za in proti tudi ne smemo pozabljati, da so ekstremno strma zemljišča manj primerna za napravo teras. Pri odločitvi svetujemo izvedbo teras, ki ima okoli 1 m visoko brežino, ki jo je mogoče tudi strojno pokositi, utrjene terasne ploskve, s čim manjšimi nasutji, da so ploskve stabilne in pa vzdolžni terasni padec, ki naj bo okoli 2-3 %. Odvodnjavanje in ureditev drenažnega sistema (občasnih ali stalnih izvirov vode), moramo izvesti pred ali sočasno z napravo teras. Neobhodno je pa potrebno pridobiti odločbo MKGP-ja za uvedbo zahtevne agromelioracije, kamor prištevamo tudi napravo novih teras, rigolanje in založno gnojenje.

Specialna vinogradniška mehanizacija je ožja, sicer precej draga, vendar zahteva manjše širine terasnih ploskev. V tujini se je v zadnjih letih napravilo precej ozko-vrstnih teras. **Podobno kakor tudi v drugih panogah, se tudi v vinogradništvu vse začne in konča z ekonomiko.** Vinogradnikom bo potrebno finančno izdatneje pomagati tudi v bodoče. Predvsem s ciljem ohranjanja obdelanosti strmih vinogradov. Izzivi, ki jih pred vinogradnike prinaša sodoben čas, je težko vzdržati. Skrbi za konkurenčnost v panogi je potrebno posvečati največ pozornosti z uvedbo sodobnih tehnologij pridelave in predelave. Kontinuiteta investicijskih vlaganj je nujnost na vseh tržnih vinogradniških kmetijah. Tako vidimo rešitve edino v povečanju dodeljenih namenskih nepovratnih sredstev vsaj za obnove vinogradov-prestrukturiranje in tudi nove zasaditve. Predvsem pri napravi novih vinogradov na terasah in tudi vertikalno zasajenih vinogradov, pri opremljanju vinogradniških kmetij s sodobno strojno mehanizacijo za obdelavo in oskrbo in tudi pri podporah za sofinanciranje opreme za predelavo in donegovanje vina.



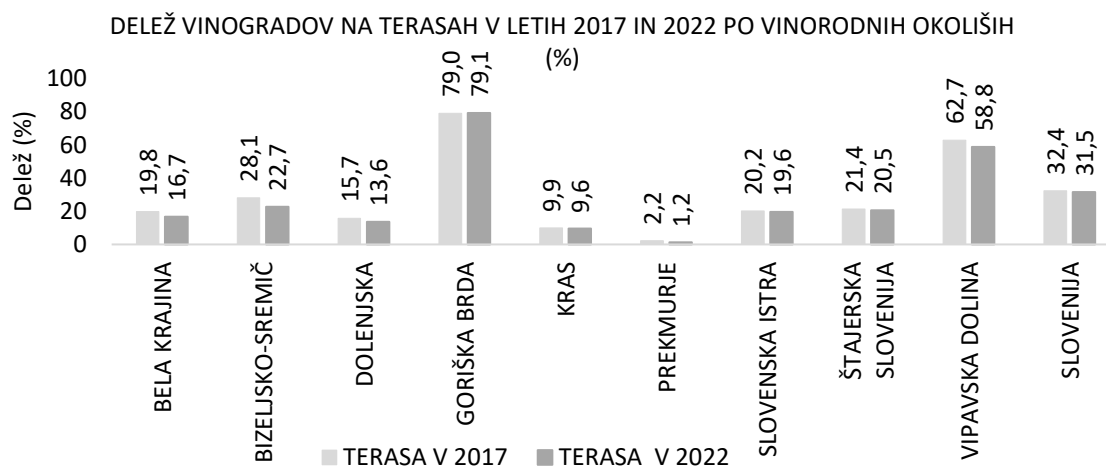
Grafikon 21. Delež (%) vinogradov na terasah in vertikalni po vinorodnih deželah in v Sloveniji v letu 2022 (MKGP – RPGV).

Podatki kažejo (grafikon 22), da je po vinorodnih okoliših največ vinogradov na terasah v Goriških Brdih (79,1 %) in Vipavski dolini (58,8 %). Bistveno manj jih je na Krasu (9,6 %) in v Slovenski Istri (19,6 %). V vinorodni deželi Primorska je malo več kot polovica ravninskih vinogradov, slaba polovica na terasah. K ravninskim vinogradov so prišteti vinogradi, ki ležijo v ravnini oziroma na manjših nagibih.

Vinogradov na terasah je v Posavju največ v bizeljsko-sremiškem okolišu (22,7 %). V tem vinorodnem okolišu smo zasledili največjo znižanje deleža teras (grafikon 22). Na Dolenjskem je delež vinogradov na terasah v letu 2022 13,6 %. Za napravo novih nasadov na terasah se odloča vse manj posavskih vinogradnikov.

Pri primerjavi podatkov iz Vinogradniško – vinarskega kongresa 2012 in 2017 se je med letoma 2011 in 2016, delež vinogradov na terasah v petih letih zmanjšal za skoraj 3 odstotne točke, v obdobju od leta 2017 do 2022 pa še za dodatno 1 odstotno točko.

Zaradi klimatskih sprememb in posledično povečanja nevarnosti izrednih dogodkov, med katerimi je na prvem mestu erozija, menimo, da bi bilo potrebno v Podravju in Posavju z dodatno vzpodbudo spet obuditi napravo sodobnih teras na strmih pobočjih, še posebej ko razmišljamo o dolgoročni ohranitvi kompleksov – vedut absolutnih vinogradniških leg. V takih pogojih terase edine zagotavljajo ob ekonomični pridelavi obstoj vinogradov in vinogradniške pridelave. Terasa imajo večjo sposobnost zadrževanja akumuliranja vode, kar je dobrodošlo v daljših sušnih obdobjih, ki so vedno pogostejša. Predvsem pa moramo ohranjati obstoječe terase, ki so mnogokrat v zaraščanju in namenjene drugi rabi, čeprav jih lahko umestimo med absolutne vinogradniške površine, kjer lahko pridelamo grozdje najvišje kvalitete.



Grafikon 22. Delež vinogradov na terasah (%) v Sloveniji in po vinorodnih okoliših v letu 2017 in 2022 (MKGP – RPGV).

Oskrba vinogradov

Oskrba tal

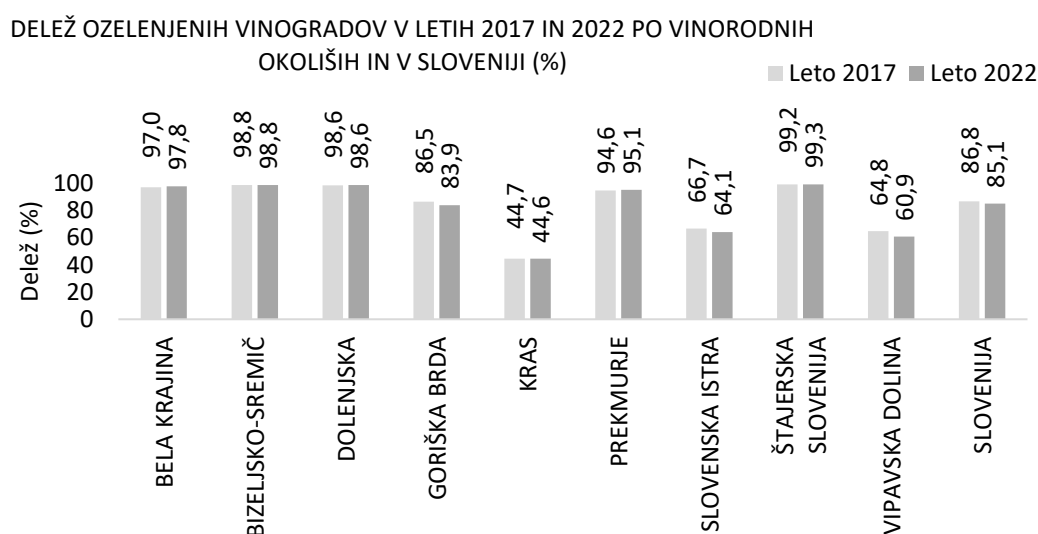
V Sloveniji imamo 85,1 % ozelenjenih vinogradov (grafikon 23), v vinorodni deželi Podravje in Posavje je njihov delež preko 97 %. V petih letih se delež ozelenjenih vinogradov v vseh vinorodnih okoliših ni spremenil, v nekaterih okoliših vinorodne dežele Primorske lahko opazimo rahlo zmanjšanje deleža ozelenjenih vinogradov, za kar so lahko razlog tudi vedno pogostejša sušna obdobja ter posledično pojav sušnega stresa. Vinogradniki v izogib pojava sušnega stresa obdelajo medvrstni prostor ter tako odstranijo rastlinsko vegetacijo, ki predstavlja konkurenco za vodo. V petih letih se je delež slovenskih ozelenjenih vinogradov zmanjšal za 1,7 % (grafikon 23).

V vinorodni deželi Podravje je ozelenitev klasičen način oskrbe vinogradniških tal ter najbolj učinkovit način oskrbe vinogradnih tal za preprečevanje erozije na strmih legah. Tako se v obeh okoliših giblje delež od 95,1 % v Prekmurju do 99,3 % v okolišu Štajerska Slovenija (grafikon 23). V vinorodni deželi Primorska je delež različen, od 44,6 % na Krasu, do 83,9 % v Goriških brdih. V vinorodnem okolišu Vipavska dolina znaša delež ozelenjenih vinogradov 60,9 %, v Slovenski Istri pa 64,1 %. Tudi v vinorodni deželi Posavje je ozelenitev klasičen način oskrbe vinogradniških tal, kjer znaša delež ozelenjenih vinogradov med 97,8 % (Bela Krajina) do 98,8 % (Dolenjska, Bizeljsko – Sremič) (grafikon 23).

V zadnjih letih se zaradi ekstremnih in stresnih pridelovalnih pogojev iščejo rešitve za preprečevanje suše, zbitosti tal in ohranitev rodovitnosti. Govorimo o gospodarjenju z vinogradniškimi tlemi, kjer je ozelenitev pomemben, a ne edini ukrep. Pri gospodarjenju s tlemi se prilagajamo naravnim razmeram in se odločamo za vključevanje vseh znanih ukrepov obdelave tal s ciljem ohranjanja rodovitnih tal, izboljšanja strukture tal, preprečevanja erozije, povečevanja biodiverzitete, preprečevanja izpiranja in izgub rastlinskih hranil in zagotavljanja hrane za številne oprasne žuželke. Pri tem načinu vključujemo setev rastlin za zeleno gnojenje ali pa setev ali dosejevanje medonosnih rastlin. V deževnih letih rast nadzorujemo z višino travne ruše in pogostostjo košnje. V suhih letih opuščamo mulčenje in se odločamo za valjanje rastlin. Veliko vinogradnikov se predvsem na Primorskem poslužuje kratkotrajne zimske ozelenitve. Različne rastline za kratkotrajno ozelenitev imajo meliorativni učinek, povečuje se vsebnost organske snovi v tleh, prekoreninijo celoten profil tal, vežejo razna hranila v organske komplekse ter tako preprečujejo izpiranje hranil v podtalje. Postopno izsuševanje vrhnjega

horizonta tal zaradi ozelenitve, spodbudi koreninski sistem vinske trte, da se hitreje razširi v globlje plasti tal, kjer koreninski sistem vegetacijske odeje ne predstavlja konkurenco za vodo. Z globljim in bolj razvejenim koreninskim sistemom, je trta bolj tolerantna na stresne situacije, kot je pomanjkanje vode.

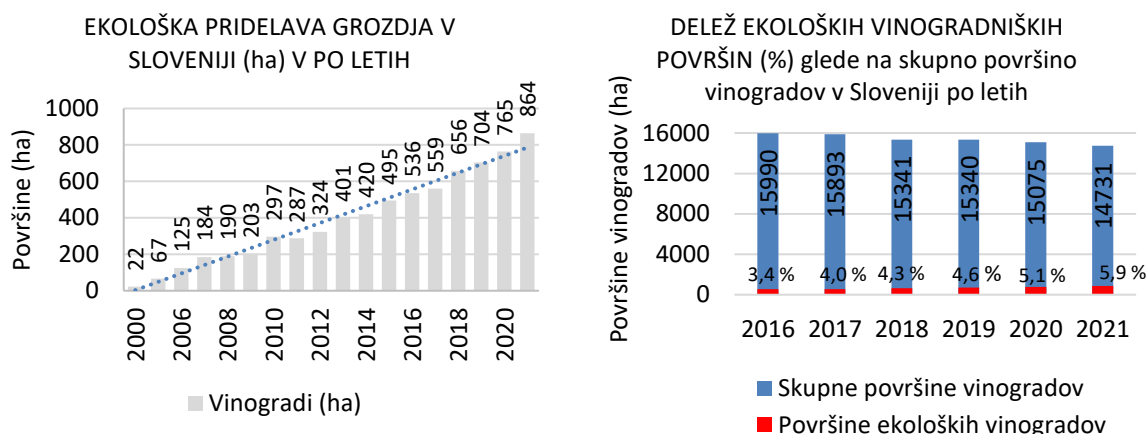
Ozelenjeni vinogradi so v Podravju in Posavju tradicija že desetletja, na Primorskem pa je prišlo do velikih sprememb v zadnjih petindvajsetih letih. Po podatkih iz Vinogradniško – vinarskega kongresa 2012 je bilo v Goriških brdih in Vipavski dolini leta 2001 ozelenjenih le slaba petina vinogradov, na Krasu četrtnina in v Slovenski Istri 61 %. Poglavitna razloga, da so se kmetje izogibali negovani ledini, sta bila tradicija obdelave vinogradniških tal in pogosta daljša sušna obdobja v poletnih mesecih. Velik premik k po večanju ozelenitve primorskih vinogradov je pomenila uvedba integrirane pridelave grozdja. Najnižji delež ozelenjenih vinogradov je na krasu (44,6 %). Glavni vzrok za to je suša, ki je na kraških apnenčastih tleh še izrazitejša kot kje drugje. Kraški vinogradniki, pa tudi ostali vinogradniki na primorskem, se pogosteje poslužujejo kombinacij trajne in kratkotrajne ozelenitve tal.



Grafikon 23. Delež ozelenjenih vinogradov (%) v Sloveniji in po vinorodnih okoliših v letu 2017 in 2022 (MKGP – RPGV).

Ekološko vinogradništvo

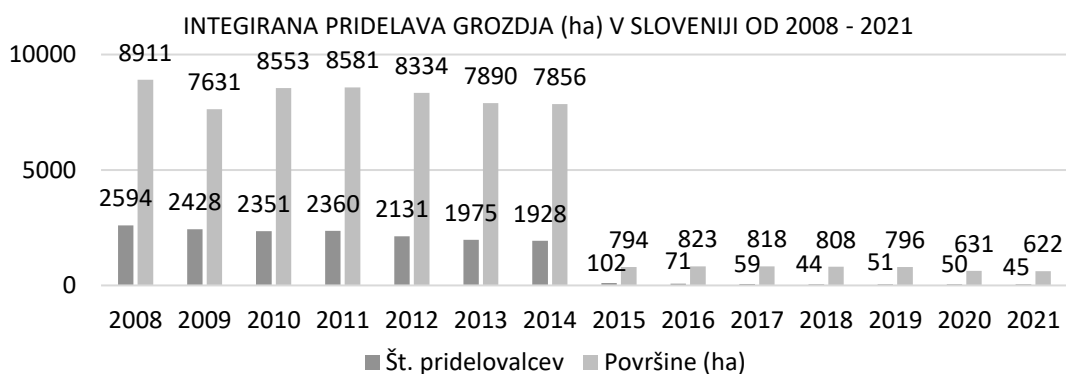
Število ekoloških vinogradniških kmetij v Sloveniji se povečuje. Letni trend povečevanja ekoloških površin narašča. Leta 2017 smo imeli v Sloveniji 559 ha ekoloških vinogradov (grafikon 24), v letu 2021 pa 864 ha. Ekološki vinogradi so v letu 2017 predstavljali 4,0 % vseh vinogradov v Sloveniji, leta 2021 pa 5,9 % (grafikon 24). Po podatkih iz Vinogradniško – vinarskega kongresa (2017) je leta 2006 ekološki vinogradnik v povprečju obdeloval 0,8 ha vinogradov, leta 2016 pa 1,7 ha, kar kaže na to, da so se sprva za ekološko kmetovanje odločali manjši vinogradniki, v zadnjih letih pa tudi večji. Predvidevamo, da se bo ta trend nadaljeval tudi v prihodnje.



Grafikon 24. Površina vinogradniških površin vključenih v ekološko pridelavo (ha) ter delež ekoloških vinogradniških površin (%) v primerjavi z skupno površino vinogradov v Sloveniji po letih (RPGV – MKGP).

Integrirana pridelava grozdja (KOP - IVG)

V Programu razvoja podeželja (PRP) 2004 - 2006 in 2007 - 2013, je bilo v ukrep Kmetijsko okoljskega programa (KOP) - Integrirana pridelava grozdja, v letih 2005 do 2014, vključenih med 1.928 in 2.640 vinogradnikov, ki so obdelovali med 7.630 in 9.062 ha vinogradov. V letu 2007, ko je bila površina vinogradov, obdelana v skladu z zahtevami integrirane pridelave največja, je bil njihov delež skoraj 53 % vseh vinogradov v Sloveniji (Vinogradniško – vinarski kongres 2017). V PRP 2014 – 2020 (podaljšanje do 2022), je število vinogradnikov in površine, vključene integrirano pridelavo, padlo na 794 ha in 102 vinogradnika (grafikon 25). V tem programskem obdobju se ukrep integrirane pridelave grozdja finančno ni podpiral.



Grafikon 25. Število kmetij in površina vinogradov (ha) vključenih v integrirano pridelavo grozdja in v Sloveniji od 2008 – 2021.

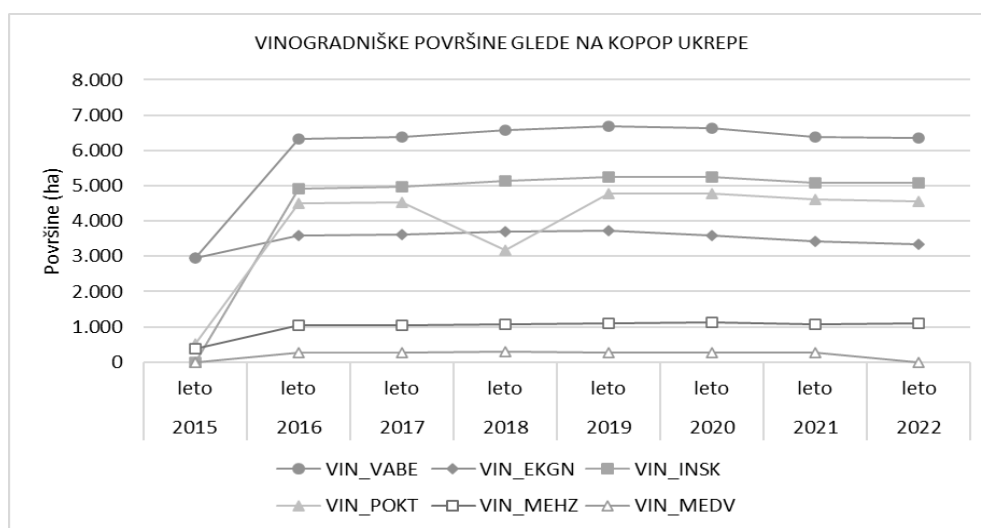
Kmetijsko okoljska podnebna plačila (KOPOP) - operacija vinogradništvo

V PRP 2014 - 2020 so imeli vinogradniki možnost vključevanja v Kmetijsko okoljska podnebna plačila (KOPOP) v operacijo Vinogradništvo, ki je vključevala obvezne in izbirne zahteve. Obvezna zahteva bila VIN_VABE: Uporaba feromonskih in lepljivih vab za potrebe spremljanja škodljivih organizmov. Izbirne zahteve pa so bile: VIN_EKGN: Gnojenje samo z gnojili, ki so dovoljena v ekološki pridelavi, VIN_MEHZ: Mehansko zatiranje plevelov (pod trtami), VIN_INSK: Opustitev uporabe insekticidov, VIN_POKT:

Pokritost tal v medvrstnem prostoru z negovano ledino in VIN_MEDV: Pokritost tal čez zimo v vinogradih, kjer medvrstni prostor ni pokrit z negovano ledino.

V operacijo Vinogradništvo je bilo v letu 2015 vključeno 525 vinogradnikov s 3.000 ha vinogradov. V letu 2016 pa je prišlo do nekaterih vsebinskih sprememb zahtev za izvajanje operacije Vinogradništvo, zato se je v tem letu število vinogradnikov, vključenih v to operacijo, povečalo na 1.137 in površine vinogradov na 6.630 ha (Vinogradniško vinarski kongres 2017). Skozi programsko obdobje 2014 - 2020 se površine vinogradov, vključenih v ukrepe KOPOP niso bistveno spreminjale, saj je bil vpis v operacijo možen le v letih 2015 in 2016. Največje površine vinogradov, vključenih v operacijo Vinogradništvo, so bile v letu 2019 in sicer 6.694 ha (grafikon 26).

Z letom 2023 se je začelo novo programsko obdobje skupne kmetijske politike SKP 2023 – 2027. Ena izmed novosti novega programskega obdobja je vrnitev programa Integrirana pridelava grozdja, prav tako pa se ohranjajo nekateri ukrepi iz preteklega programskega obdobja.



Grafikon 26. Vinogradniške površine (ha) vključene v KOPOP ukrepe od 2015 – 2022.

Zaključek in smernice

Vinogradništvo je v Sloveniji pomembna kmetijska panoga, ki zagotavlja številna delovna mesta na kmetijah in vinogradniških podjetjih, nanj so neposredno vezane tudi druge gospodarske panoge, od industrije do turizma. Čeprav se delež kmetij v Sloveniji, ki obdelujejo vinograd, iz leta v leto zmanjšuje, ga obdeluje še vedno četrtnina vseh kmetij.

Podatki o stanju kmetijstva v Sloveniji iz Popisa kmetijstva (SURSTAT 2020) kažejo, da se nadaljuje trend zmanjševanja števila kmetijskih gospodarstev (KMG), po drugi strani pa povprečno kmetijsko gospodarstvo obdeluje vedno več zemljišč. Leta 2020 je imelo povprečno kmetijsko gospodarstvo 7,0 ha kmetijskih zemljišč v uporabi (KZU), kar je za četrtno več kot leta 2000 (5,6 ha/KMG). Velikostna struktura kmetijskih gospodarstev se izboljšuje, saj se je število gospodarstev, ki obdelujejo več kot 20 ha KZU, glede na leto 2000 več kot podvojilo. Podoben trend se kaže tudi v vinogradništvu - zmanjšuje se število vinogradnikov, povečuje pa se povprečna velikost vinogradniške posesti.

V prispevku so predstavljeni podatki o slovenskih vinogradih, pridobljeni iz uradnih evidenc, ki so pomembni za načrtovanje strategije razvoja.

Primerjava podatkov iz preteklih petih kongresov kaže, da se skupna površina vinogradov nenehno zmanjšuje. Podatki iz leta 2022 izkazujejo, da je v RPGV vpisanih 8,8 % manj vinogradov kot v letu 2017 in 15,7 % manj kot v letu 2007. Delež kmetijskih zemljišč v Sloveniji se v desetletnem obdobju, od leta 2009 do 2020 ohranja, kar pomeni, da se površine, na katerih se opusti raba vinograd, po večini

ohranijo kot kmetijsko zemljišče. Omenjene površine tako še vedno predstavljajo izhodišče za nove zasaditve vinogradov.

Površine vinogradov se zmanjšujejo, zmanjšujejo se tudi obnove. Obnove vinogradov se selijo na manjše nagibe, povečuje se delež obnov v nagibu do 15 %. Povprečna letna obnova vinogradov v petletnem obdobju 2017 – 2021, ob upoštevanju 30-letne amortizacijske dobe, dolgoročno zagotavlja obstoj samo okrog 9.000 ha vinogradov, kar je le 62 % v RPGV (leto 2021) vpisanih vinogradniških površin v Sloveniji. Tako se uresničujejo napovedi iz predhodnih kongresov, podatki so zaskrbljujoči. Med prvimi težavami je ekonomika, konkurenčnost vinogradniške pridelave, še posebej na terenih z večjimi nagibi, vedno večji stroški pridelave, dvig cen surovin, energentov, pomanjkanje delovne sile, posledice epidemije novega korona virusa, vpliv vojne v Ukrajini in razmer na svetovnem trgu, spremenjene potrošniške navade, podnebne spremembe, prepočasno prilagajanje tehnologij novim razmeram in še bi lahko naštevali.

Med ukrepe, na katere lahko vplivamo sami so: spodbujanje obnov - prestrukturiranja vinogradov tudi v bodoče, spodbujanje integrirane pridelave grozdja in ekološke pridelave, pospešeno prilagajanje na podnebne spremembe, uvajanje digitalizacije in novih tehnologij, ki bodo temeljile na strojni obdelavi. **Predlagamo, da se vinogradništvo razglasi za sektor v krizi in na osnovi tega pripravi strategija razvoja za vinogradništvo, v povezavi z vinarstvom in turizmom.** Dejstvo je, da obnavljajo vinograde pretežno tisti vinogradniki in podjetja, ki grozdje tudi predelajo v vino, ki ga samostojno tržijo, manj pa vinogradniki, ki tržijo grozdje. Večji premiki v razvoju se kažejo na kmetijskih gospodarstvih, ki tržijo vino v neposredni povezavi s turizmom na kmetijah. S ciljem krepitve konkurenčnosti sektorja, je treba poleg investicijskih vlaganj v pridelavo, prioritarno podpirati in tudi razpisati namenska sredstva za diverzifikacijo v nekmetijske dejavnosti na vinogradniških kmetijah, nakup zemljišč, istočasno pa nameniti ciljno usmerjena finančna sredstva za strokovno - raziskovalno delo, okrepitev AKIS-a, projekte Evropskega inovativnega partnerstva (EIP-je) ter druge. Razvoj podeželja, vinogradništva je na eni strani v odvisnosti od podpornega okolja države, ministrstev in lokalnih skupnosti, na drugi strani zastavljenih ciljev vsakega vinogradnika posebej.

Z letom 2021 je bila v Sloveniji dovoljena pridelava tolerantnih sort; v vinorodni deželi Podravje in Posavje sort 'Souvignier gris', 'Muscaris', 'Johanniter', 'Monarch', 'Solaris' ter v vinorodni deželi Primorska sort 'Fleurtaï', 'Soreli' in 'Merlot Kanthus'. Tolerantne sorte so v času, ko na nivoju držav članic poteka burna razprava za sprejemanje zakonodajnih podlag za zmanjšanje rabe fitofarmaceutskih sredstev do leta 2030 za 50 %, priložnost tudi za slovensko vinogradništvo. Po vzoru drugim državam je potrebno nadaljevati z introdukcijo novih tolerantnih sort in nadaljnjimi preizkušnji primernosti sort za slovenske pridelovalne razmere.

Delež ekoloških vinogradov v Sloveniji se povečuje, vendar (pre)počasi. V letu 2022 je bilo 864 ha ekoloških vinogradov, kar predstavlja 5,87 % vseh vinogradniških površin. Glede na dejstvo, da si je MKGP v skladu z zelenim evropskim dogovorom, ki določa, da bo EU do leta 2030 imela četrtnino vseh kmetijskih površin v obdelavi ekoloških, bi bilo potrebno v cilju zelenega, pripraviti izvedbeni načrt za vinogradništvo (doseganje zastavljenih ciljev z drugimi panogami in posebej z vinogradništvom).

Razvoj vinogradništva naj po vzoru dobrih praks iz sosednjih držav temelji na ekonomični, konkurenčni pridelavi srednje velikih vinogradniških kmetij, vinogradniških podjetij, na drugi strani pa kleti in zadrug, ki odkupujejo grozdja od manjših vinogradnikov. Za dolgoročni obstoj slovenskega vinogradništva so pomembni vsi, tako večji kot manjši vinogradniki.

Glavni dejavniki za izbor sort pri obnovi vinograda morajo biti rastišče, podnebni dejavniki in seveda dolgoročna usmeritev kmetije. Zaradi podnebnih sprememb, ki kažejo svoj vpliv zlasti v zgodnejšem začetku vegetacije, vse pogostejših spomladanskih pozebah ter vedno pogostejših sušnih obdobjih poleti, pa tudi zaradi krepitve prepoznavnosti posameznikov, vinorodnih okolišev in vinorodnih dežel, bi bilo smotno poleg glavnih sort, tržne priložnosti še bolj iskati v starih lokalnih sortah.

V Sloveniji se s področjem vinogradništva in vinarstva ukvarjajo številne znanstveno raziskovalne, strokovne in izobraževalne institucije. Z vzpostavitvijo Javne službe v vinogradništvu in s strokovno tehnično koordinacijo, se izboljšuje sodelovanje in povezovanje med fakultetami, inštituti, zavodi in

šolami. Le z urejenim sistemom in s sodelovanjem vseh, bo prenos novih znanj dosegel končnega uporabnika in vplival na izboljšanje konkurenčnosti. Za učinkovito izobraževalno, raziskovalno in strokovno delo pa mora biti na sistemski ravni urejeno dolgoročno financiranje.

Mogoče, da bi se morala država, mi vsi, jasno izraziti, kakšno je mesto vinogradniške panoge v slovenskem kmetijstvu? Ali ostaja Slovenija vinogradniška država? Podatki kažejo drugače.

Pot razvoja si pišemo sami.

ZAHVALA

Iskrena zahvala Mojci Jakša (MKGP), za posredovanje podatkov ter dolgoletno strokovno podporo pri iskanju rešitev za razvoj panoge ter sprejemanju zakonodajnih podlag in Tini Kep (KGZS - Zavod MB) za tehnično pomoč.

VIRI

Viri so na voljo pri avtorjih.

Vinarstvo v Sloveniji danes

Tadeja Vodovnik Plevnik^{1*}, Ivanka Badovinac², Tamara Rusjan³

¹ KGZS, Kmetijsko gozdarski zavod Maribor, Vinarska 14, 2000 Maribor

² KGZS, Kmetijsko gozdarski zavod, Šmihelska 18, 8000 Novo Mesto

³ KGZS, Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica, Pri hrastu 18, 5000 Nova Gorica

*Korespondenca: tadeja.vodovnik@kmetijski-zavod.si

Izveček: V Sloveniji je velika razdrobljenost posesti vinogradov in kleti. Po statističnih podatkih je bilo leta 2020 28.481 vinogradnikov, ki so pridelali v povprečju 70,47 mio. litrov vina. Po podatkih Registra pridelovalcev grozdja in vina pa je 27.621 vinogradnikov pridelalo 53 mio. litrov vina, in sicer 64,31 % belega in 35,69 % rdečega. Po zmogljivosti pridelave vina še vedno prevladujejo male in zelo male kleti. V letu 2022 bilo registriranih 2.527 polnilnic (polnilcev) vina in od tega 11 velikih polnilcev, ki vsak napolni letno več kot 500.000 l vina. Od leta 2001 do 2022 je količina pridelanega vina padla za 4,1 mio. litrov (57,1 mio. l na 53,0 mio. l). V obdobju 2016-2021 se je znižal delež deželnega vina in vin PTP v primerjavi z obdobjem 2011-2015, povečal pa se je delež kakovostnega vina in za minimalno delež vrhunskega vina. Še vedno je velik delež vin v kakovostnem razredu in ne v vrhunskem, ker se veliko pridelovalcev ne odloča za vzorčenje grozdja v vinogradu. Kljub oceni 18,1 točke ali več, vina ne more deklarirati kot vrhunsko. Za to se odločajo večinoma vinarji, ki že imajo uveljavljeno blagovno znamko in so prepoznavni na trgu. S kakovostjo vina, slovenski pridelovalci segajo v sam vrh svetovne kakovostne lestvice, kar potrjujejo številna odličja na mednarodnih ocenjevanjih. Za Slovenijo je vino sestavni del kulture in tradicije, pomemben element trženja kmetijskih pridelkov. Vino je pridelek najvišjega razreda in zato tudi zelo specifično v trženju. Slovenija mora storiti več in postati prepoznavna nakupovalna vinska destinacija v Evropi in svetu.

Ključne besede: vino, količina, klet, kakovost, ocenjevanje

Wine Making in Slovenia Today

Abstract: In Slovenia is highly fragmented possession of the vineyards and the cellar. According to the statistical data (2020) 28 481 wine growers produced about 77.47 million liters of wine. Data from the register of grapes and wine growers shows that 27.621 of wine growers produced 53 million liters of wine, 64.31 % of white and about 35.69 % of the red wines. In terms of wine production capacity, small and very small wineries still dominate. In 2022, 2 527 wine bottling plants (fillers) were registered, including 11 large bottlers, each of which fills more than 500 000 liters of wine annually. From 2001 to 2022, the amount of wine produced fell by 4.1 million liters (57.1 million l to 53.0 million l). In the period 2016-2021, the share of Wine with a protected geographical indication and Wine with a protected destination of origin (PTP) decreased compared to the period 2011-2015, while the share of Wine with a protected destination of origin and, to a minimum, the share of high quality wine with a protected destination of origin increased. There is still a large proportion of wines with a protected destination of origin and not in the high quality wine with a protected destination of origin, because many growers do not choose to sample the grapes in the vineyard. Despite the rating of 18.1 points or more, the wine cannot be declared as high quality wine with a protected destination of origin. This is mostly decided by winemakers who already have an established brand and are recognizable on the market. With the quality of wine, Slovenian wine growers go back to the top of the world rankings, which is confirmed with medals. For Slovenia the wine is an integral part of culture and tradition, an important element of the marketing of agricultural products. The wine is a production of the highest class and therefore also very specific in the marketing. Slovenia needs to do more and to become a recognizable shopping wine destination in Europe and the world.

Key words: wine, quantity, cellar, quality, evaluation

Uvod

Od zadnjega 5. Slovenskega vinogradniškega – vinarskega kongresa je minilo že šest let. Današnje stanje je odraz okoliščin, ki so se dogajale v preteklosti. Slovenija ima odlične naravne danosti in veliko znanja za pridelavo visokokakovostnih vin. Je edinstvena vinorodna dežela, saj na majhnem prostoru pridelujemo zelo široko paleto vin različnih sort, značilnosti in kakovosti. Glede na svetovne razmere je Slovenija majhna država po količini pridelanih vin. Značilna je velika razdrobljenosti posesti vinogradov in kleti, kar je problem, vendar bi morali to izkoristi v svoj prid. Smo prava posebnost v Evropi, oziroma v svetu. Povprečna površina vinogradov na pridelovalca se v zadnjih letih vrti okrog 0,5 ha.

Slovenski vinogradniki in vinarji se morajo še boljše gospodarsko organizirati. Poleg tega, da bo urejena vinorodna krajina, v kletih dobra in odlična vina, je potrebno poskrbeti tudi za uspešno prodajo, na tak ali drugačen način. Prihaja mlajša generacija bolj izobražena, z novimi idejami. Potrebno bo še tesnejše sodelovanje in povezovanje s turizmom ter vključevanje v celostno turistično ponudbo in trženje vina na domačem dvorišču. Potrebna bo tudi podpora in posluš »države« ter njenih institucij. Stopiti moramo skupaj, tako vinogradniki kot vinarji, si zaupati, si pomagati in razviti uspešno vinsko zgodbo.

Vino je pridelek pri katerem je poleg kakovosti najpomembnejše geografsko poreklo. Ozaveščene potrošnike vina poleg kakovosti in vrste vina najbolj zanima geografsko poreklo, ki je največje jamstvo za ohranitev vinogradništva in vinarstva ter uspešno promocijo vina. Poskrbimo, da bo potrošnik ozaveščen o pomembnosti kulturnega uživanja vina in njegove koristi.

Pridelovalne zmogljivosti grozdja in vina

Slovenija še danes vedno nima točnih podatkov o površini vinogradov in količini pridelanega vina. Na razpolago imamo naslednje tri vire podatkov:

- register pridelovalcev grozdja in vina (MKGP: RPGV) – 52.99 mio. litrov (povprečje od 2016 – 2022), preglednica 1,
- statistični podatki – pridelek vina 70.47 mio. litrov (od 58.91–88.87 mio. litrov v letih od 2016 – 2022), kar je razvidno iz preglednice 2,
- ocena pridelka na podlagi površine vinogradov (16.940 ha) letalskih posnetkov (DOF) je 80 mio. litrov.

Glede pridelane količine vina je razlika med podatki RPGV in med statističnimi podatki za približno 17.47 mio. litrov vina (približno 25 %). To razliko lahko pripišemo količini vina pridelanega za lastno rabo 230 l na polnoletno osebo in količini vina, ki jo pridelovalci pridelajo na površini manjši od 5 arov iz neregistriranih vinogradov, ki niso prijavljeni (po ZOV ni potrebno prijaviti) v prijavi letnega pridelka na upravnih enotah. Izračun razlike je: po statistiki je 28.481 vinogradniških posesti, po vpisu v RPGV pa 27.621 po 2,5 polnoletnega člana (ocena), priznana poraba vina 230 l, kar znaša okrog 16 mio. Litrov. Po oceni 6.000 pridelovalcev s površino vinogradov pod 5 arov s pridelkom 500 l, znaša 3 mio. litrov.

Iz preglednice 1 in preglednice 3 lahko vidimo, da razlika v povprečni količini pridelanega vina v časovnem obdobju 2001 – 2005 ter 2006 – 2010 znaša 2.785.697 mio. litrov. Razlika v obdobju od 2006-2010 in 2011-2015 znaša 929.737 litrov, medtem ko je razlika v obdobju 2011-2015 in 2016-2022 za 405.158 litrov. Če pogledamo obdobje dvaindvajsetih let, od 2001 – 2022 ta razlika znaša 4.120.592 mio. litrov vina. Količina pridelanega vina je nižja zaradi različnih vzrokov:

- nižji pridelki na ha – nižja količina pridelanega vina in zato višja kakovost,
- opuščanje vinogradov,
- vse pogostejše vremenske nepravilnosti (pozeba, neurja, toča, ugodni pogoji za bolezni, suša),

- spremenjene navade in način življenja (motorizacija, kultura, drugačna prehrana, delovne obveznosti, manj časa za druženje...)
- kultura uživanja vina med mladimi premalo razvita in razširjena prodaja grozdja doma in v tujino.

Preglednica 1. Pridelek vina (v litrih) po vinorodnih deželah in okoliših za leta 2016-2022 iz prijave letnega pridelka.

Vin. okoliš	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2016-2022
Podravje	19.572.372	21.078.933	22.538.004	23.970.231	23.004.215	18.867.851	16.388.963	20.774.367
Štajerska Slovenija	17.861.601	19.123.008	20.523.321	22.062.413	21.200.671	17.289.856	15.077.607	19.019.782
Prekmurje	1.710.771	1.955.925	2.014.683	1.907.818	1.803.544	1.577.995	1.311.356	12.282.092
Posavje	11.868.709	9.542.517	13.859.502	10.709.974	7.484.407	6.359.202	10.063.952	9.984.037
Bizeljsko Sremič	2.371.465	2.351.234	3.498.968	2.556.528	1.889.473	1.538.927	2.147.809	1.971.489
Dolenjska	7.957.057	5.866.660	8.692.805	6.942.646	4.557.578	4.035.804	6.568.638	6.374.455
Bela Krajina	1.540.187	1.324.623	1.667.729	1.210.800	1.037.356	784.471	1.347.512	1.273.239
Primorska	19.842.381	21.558.769	28.839.839	21.176.585	22.394.556	21.730.021	20.126.245	22.238.342
Vipavska d.	5.052.302	7.061.728	9.747.163	6.605.538	6.824.916	6.665.755	6.081.989	6.862.770
Goriš. Brda	7.027.219	7.683.623	10.296.462	7.377.685	8.362.808	8.128.757	7.674.167	8.078.674
Kras	2.058.167	1.866.533	2.578.007	1.957.992	1.703.578	1.885.709	1.122.830	1.881.831
Slov. Istra	5.704.693	4.946.885	6.218.207	5.235.370	5.503.254	5.049.800	5.247.259	5.415.066
Slovenija	51.283.462	52.180.219	65.237.345	55.856.790	52.883.178	46.957.074	46.579.167	52.996.747

Vir podatkov: MKGP, RPGV

Preglednica 2. Površine vinogradov in pridelek vina 2016 – 2021 v Sloveniji po statističnih podatkih.

Letnik	Površina vinogradov		Pridelek vina	
	Površina (ha)	Na ha (l)	Skupaj (mio l)	
2016	15.824	4.200	66.34	
2017	15.839	3.920	62.59	
2018	15.630	5.670	88.87	
2019	15.549	4.760	73.53	
2020	15.265	4.760	72.55	
2021	14.874	3.990	58.91	
2016-2021	15.497	4.550	70.47	
2011-2015	16.097	4.564	73.59	
2006-2010	16.207	4.797	77.58	
2001-2005	16.549	4.988	82.55	
1996-2000	17.147	4.818	82.61	
1991-1995	16.993	4.587	77.95	

Vir podatkov: SURS, Statistični letopisi Slovenije po letih

Preglednica 3. Primerjava pridelka vina (mio. l) po vinorodnih deželah za obdobje 2001-2005, obdobje 2006-2010, za obdobje 2011-2015 in za obdobje 2016-2022 iz prijave letnega pridelka.

Vin. dežela	mio. l		mio. l	
	2001-2005	2006-2010	2011-2015	2016-2022
Podravje	22.071.864	19.618.492	22.746.681	20.774.367
Posavje	6.976.513	9.430.277	10.359.040	9.984.037
Primorska	28.071.533	25.276.444	20.289.754	22.238.342
SLOVENIJA	57.110.910	54.325.213	53.395.476	52.990.318

Vir podatkov: MKGP, RPGV

Pridelek vina po barvi

V preglednici 4 je prikaz količine in deleža pridelanega (registriranega) vina po barvi za letnik 2022 po vinorodnih deželah in v Sloveniji. V Sloveniji je bilo registrirano v letu 2022 64,31 % belega vina, 26,73 % rdečega in 8,96 % mešanega rdečega in belega vina).

Preglednica 4. Prikaz količine in deleža pridelanega (registriranega) vina po barvi za letnik 2022 po vinorodnih deželah in v Sloveniji.

Vinorodna dežela	Količina vina v l			Delež v %				
	Skupaj belo	Skupaj rdeče	Skupaj mešano belo in rdeče	Skupaj	Skupaj belo	Skupaj rdeče	Skupaj mešano belo in rdeče	Skupaj
Podravje	15.228.179	1.124.134	36.650	16.388.963	92,92	6,86	0,22	100
Posavje	2.863.044	3.077.300	4.123.615	10.053.959	28,40	30,60	41,00	100
Primorska	11.867.604	8.241.711	16.930	20.126.245	58,97	40,95	0,08	100
SLOVENIJA	29.958.827	12.454.415	4.177.195	46.579.167	64,31	26,73	8,96	100

Vir podatkov: MKGP, RPGV

Če pogledamo za leta nazaj, je bilo v letu 2015 okrog 62,5 % belega vina in okrog 37,5 % rdečega (od tega 13,7 % mešanega rdečega in belega). Tudi v letu 2010 je bilo registriranega okrog 62 % belega vina in okrog 38 % rdečega (od tega 13 % mešanega rdečega in belega). V letu 2000 pa okrog 75 % belega in okrog 25 % rdečega (od tega 2 % mešanega rdečega in belega). Od leta 2000 pa vse do leta 2022 se je delež belih vin znižal za 10,69 %, oziroma se je delež rdečih vin dvignil za 1,73 %. Kljub temu lahko rečemo, da se je trend upadanja belih vin zaustavil. Celo nasprotno, v primerjavi z letom 2015 je v letu 2022 zaslediti rahel dvig deleža belih vin za 1,81 %. Največ belega vina še vedno pridelajo v VD Podravje in sicer 92,92 % in samo 6,86 % rdečega vina. V VD Primorska je bil v letu 2015 delež rdečih in belih vin skoraj na polovici, rahlo v prid belim vinom. V VD Posavje bilo 2015 približno 20 % belih vin, 18 % rdečih vin in 62 % mešanega rdečega in belega vina. V letu 2022 pa je opazen dvig deleža belih vin v VD Primorska – 58,97 % in dvig deleža belih vin v VD Posavje v primerjavi z letom 2015 na 28,40 %.

Zanimiv je tudi podatek o mešanem belem in rdečem vinu v Sloveniji skupaj, in sicer se je od leta 2000 povečal iz 1,81 % na 8,96 %. V VD Posavje se je delež dvignil za 21,84 %. Razlog za tak dvig je zagotovo v vinih PTP, med njimi pa levji delež zavzame vino cviček PTP, katerega popularnost in pridelava sta po letu 2000 strmo naraščali. Takrat, natančneje 14. 01. 2000, je postal uradno zaščiten s sprejetjem Pravilnika o vinu z oznako priznanega tradicionalnega poimenovanja – cviček (Ur. L. RS, št. 3/00, 66/04 in 44/22). Vino cviček PTP je zvrst belih in rdečih vinskih sort, pridelovalci pa ga v RPGV registrirajo pod mešano belo in rdeče. Dodatno je porasla registracija mešanega belega in rdečega vina tudi po sprejetju Pravilnika o vinu z oznako priznanega tradicionalnega poimenovanja – Bizeljčan (Ur.

L. RS, št. 22/09 in 59/09), po katerem je vino Rdeči bizeljčan PTP pridelan iz belih in rdečih vinskih sort. V Primorski deželi se je delež mešanih belih in rdečih vin dvignil za več kot polovico, in sicer zaradi pridelave penečih vin, kjer se največkrat mešajo bele in rdeče sorte že v osnovnem vinu.

Kletne, predelovalne in polnilne zmogljivosti

Dejanskih podatkov o kletnih, predelovalnih in polnilnih zmogljivostih v Sloveniji ni. Statistika in Register pridelovalcev grozdja in vina teh podatkov ne popisujeta. Kletnih in predelovalnih zmogljivosti je dovolj, saj se vsako leto, ne glede na količino grozdja le-to predela, doneguje v vino in se ga skladišči. Po podatkih iz RPGV je 21.958 pridelovalcev registriranih za dejavnost »pridelava mošta in neoriginalno polnjenega vina«, čeprav ni nujno, da se res ukvarjajo tudi s pridelavo vina (lahko je le registriran za vsak slučaj, dejansko pa vse grozdje prodajo; ali pa eno leto tako in drugo drugače).

V Sloveniji prevladujejo male in zelo male kleti, saj je kar dobre tri četrtine pridelovalcev, ki pridelava do 5.000 litrov vina. Še vedno je največ takih pridelovalcev – polnilcev (registriranih), ki imajo od 2 – 5 ha vinogradniških površin. V Sloveniji je bilo leta 2022 registriranih 2.527 polnilnic (polnilcev) vina, od tega je 11 večjih polnilcev, ki vsak napolni letno več kot 500.000 l vina. V letu 2015 pa je bilo registriranih 2.300 polnilcev, kar pomeni 227 polnilcev več, kot v letu 2015.

Število registriranih kleti za polnjenje se je povečalo tudi po sprejetju sprememb v Zakonu o spremembah in dopolnitvah Zakona o vinu (Zvin-B), Ul. RS št. 111/2013, ki je začel veljati 11.1.2014. Zakon prinaša spremembe pri prometu z odprtim vinom in sicer, da se neoriginalno polnjeno vino lahko prodaja samo v kletnih obratih ali na dodatnih lokacijah. Gostinci lahko od 11.1.2014 prodajajo v svojih gostinskih obratih samo originalno polnjeno vino. (Vir: MKGP, RPGV, stanje 10. 1. 2023)

Število usposobljenih vinarjev

Po statistiki in po RPGV je v Sloveniji okrog 28.000 pridelovalcev. Kakšna je usposobljenost slovenskih vinarjev, ni podatkov. Za pridelovalce, ki imajo dovoljenje za stekleničenje vina pa je znano, da imajo za formalno usposobljenost najmanj predpisani »Tečaj iz osnov vinarstva za donegovanje in ustekleničenje vina« (42 ur), v kolikor že prej nimajo druge ustrezne strokovne izobrazbe (nižja, srednja, višja, visoka šola ali fakulteta ustrezne smeri). V Sloveniji je od leta 1979 do 2015 opravilo verificiran »Tečaj iz osnov vinarstva za donegovanje in ustekleničenje vina« 8.538 vinarjev.

Od leta 2016 do konca leta 2022 pa je VD Podravje dodatno opravilo tečaj še 137 udeležencev (92 udeležencev preko KGZ Maribor in 45 udeležencev preko KGZ Murska Sobota), v VD Posavje 69 udeležencev in v VD Primorska 154 udeležencev, skupno torej še 360 udeležencev. Tako je v letih od 1979 do konca leta 2022 opravilo tečaj skupaj 8.898 udeležencev. Iz podatkov je razvidno, da je v zadnjih 6 letih manj udeležencev tečaja, saj je veliko mladih vinarjev, ki imajo ustrezno izobrazbo (srednješolsko, višješolsko ali visokošolsko).

Vrste vina in drugi proizvodi iz grozdja in vina

Po veljavni vinski zakonodaji je možno pridelovati: mirna vina, peneča vina, biser, gazirana vina in posebna ali likerska vina. V glavnem se pridelujejo mirna vina, vse bolj pa se povečuje tudi delež pridelave penečih vin. Pri pooblaščenih organizacijah so bili na kontroli vinski grozdni mošt, zgoščen grozdni mošt, vinska žganja, grozdni sok in vinski kis.

Kakovost vina in preverjanje

Kakovost vina je odraz mnogoštevilnih dejavnikov, kot so: klima, tla, sorta, letnik, pridelava grozdja, zrelost grozdja, čas in način trgatve, predelava grozdja, priprava mošta za vrenje, maceracija grozdja, vrenje, pretoki, dolivanje, žveplanje, uporaba drugih enoloških sredstev, priprava vina za stekleničenje, hranjenje vina, spremljanje stanja vina, ocenjevanje in primerna ponudba. V naših razmerah je kakovost vina zelo odvisna od vinskega letnika in znanja vinarja. Letniki so si različni (suša, obilica padavin, bolezni, spomladanske pozebe, toča,...), znanje vinarjev pa se iz leta v leto izboljšuje.

Preverjanje kakovosti vin poteka v dveh smereh. Obvezno zakonsko preverjanje in razvrščanje po kakovosti za vina, ki se javno tržijo ter številna prostovoljna ocenjevanja od društvenih, okoliških, deželnih, državnega do mednarodnih.

Ocenjevanje po zakonu o vinu

Kakovost vin se v zadnjih letih dviguje, kar je odraz velike konkurence, prizadevanj in dobrih vinskih letnikov. V preglednici 5 je prikaz števila in količine vin razvrščenih po kakovosti po Zakonu o vinu po vinorodnih deželah za letnike 2016 - 2021. V preglednicah 6 – 8 pa je prikazano povprečje kakovosti v količinskem deležu po vinorodnih deželah.

V Sloveniji je pooblaščenih 5 organizacij za kontrolo kakovosti vina, in sicer: KGZS-Zavod Maribor, Kmetijski inštitut Slovenije Ljubljana, KGZS-Zavod Nova Gorica, KGZS-Zavod Novo Mesto in Fabijan d.o.o., Pernica.

V vinorodni deželi Podravje je bil v povprečju delež deželnih vin 19,9 % (od 16,8 do 24,8%), kakovostnih vin 76,6 % (od 72,0 do 79,6 %) in vrhunskih vin 3,4 % (od 2,9 do 4,1 %).

V vinorodni deželi Posavje je v povprečju delež deželnih vin znašal 6,1 % (od 3,2 do 8,0 %), 69,1 % je bilo vin z oznako PTP (od 46,3 do 75,3 %), delež kakovostnih vin je bil 21,7 % (od 14,6 do 48,3 %), vrhunskih vin pa 3,1 % (od 1,8 do 4,2 %).

V vinorodni deželi Primorska je bil v povprečju delež deželnih vin 24,3 % (od 22,3 do 30,3%), kakovostnih vin 61,1 % (od 47,7 do 65,3 %), 3,5 % je bilo terana PTP (od 1,7 do 6,0 %) in vrhunskih vin 10,6 % (od 8,9 do 16,0 %).

V VD Podravje je zaznati največji upad vrhunskih vin v primerjavi z obdobjem 2011-2015 in obdobjem 2016-2021, kar za 1,8 % v prid kakovostnim vinom.

V VD Posavje je v tem obdobju zaznan upad deželnih vin in porast kakovostnih vin za 10,6 %, medtem ko je vin PTP za 8,6 % manj.

Ravno tako je v tem obdobju zaznati v VD Primorska upad deleža deželnih, kakovostnih vin in vina teran PTP, medtem ko se je delež vrhunskih vin dvignil za 2,8 %.

Delež deželnih vin je najvišji v VD Primorska in sicer 24,3 %, delež kakovostnih vin pa je najvišji v VD Podravje 76,6 %. Največji delež vrhunskih vin je v VD Primorska in znaša 10,6 %, delež vin z oznako PTP pa je bil najvišji v VD Posavje, in sicer 69,1 %.

Preglednica 5. Prikaz števila in količine vin razvrščenih po kakovosti po Zakonu o vinu za letnike 2016-2021 po vinorodnih deželah.

Vinorodna dežela	Razvrstitev in količina vina												SKUPAJ	
	Deželno vino PGO			Kakovostno vino ZGP			Vrhunsko vino ZGP			Vino PTP				
	Število	Količina	%	Število	Količina	%	Število	Količina	%	Število	Količina	%	Število	Količina
Letnik 2016	vin	lit.	%	vin	lit.	%	vin	lit.	%	vin	lit.	%	vin	lit.
Podravje	1.211	2.301.418	18,4	1.253	9.693.081	77,5	246	519.876	4,1	-	-	-	2.710	12.514.375
Posavje	222	425.349	7,6	394	871.381	15,6	91	211.945	3,5	490	4.113.959	73,3	1.197	5.622.234
Primorska	1.175	3.955.129	24,1	1.515	9.930.677	61,0	205	1.679.091	10,6	158	791.483	4,9	3.053	15.756.470
SLOVENIJA	2.608	6.681.986	19,7	3.162	19.895.139	58,7	542	2.410.912	7,1	648	4.905.442	14,5	6.960	33.893.479
Letnik 2017														
Podravje	1.311	2.371.293	16,8	1.508	11.210.075	79,6	259	503.942	3,6	3	3.000	0,02	3.081	14.088.310
Posavje	198	329.217	7,0	386	678.717	14,6	100	196.577	4,2	398	3.448.394	74,2	1.082	4.652.905
Primorska	1.180	3.918.631	22,8	1.585	11.035.951	64,1	174	1.556.338	9,1	133	700.528	4,0	3.072	17.211.448
SLOVENIJA	2.689	6.619.141	18,4	3.479	22.924.743	63,9	533	2.256.857	6,2	534	4.151.922	11,5	7.235	35.952.663
Letnik 2018														
Podravje	1.361	3.688.182	22,9	1.580	11.783.258	73,5	2123	570.121	3,5	9	19.700	0,1	3.163	16.061.261
Posavje	216	345.348	5,4	434	1.013.390	16,0	72	240.000	3,8	472	4.748.055	74,8	1.194	6.346.793
Primorska	1.308	5.312.076	23,7	1.797	14.146.944	63,0	191	1.987.986	8,9	158	990.989	4,4	3.454	22.437.995
SLOVENIJA	2.885	9.345.606	20,8	3.811	26.943.392	60,2	476	2.798.107	6,2	639	5.758.744	12,8	7.811	44.845.849
Letnik 2019														
Podravje	1.091	3.745.054	24,8	1.383	10.828.652	72,0	292	447.652	3,0	10	25.100	0,2	2.776	15.046.458
Posavje	154	370.818	8,0	359	800.440	17,2	47	82.723	1,8	371	3.394.436	73,0	931	4.648.417
Primorska	952	3.337.980	30,3	1.426	5.236.763	47,7	175	1.758.173	16,0	127	663.820	6,0	2.680	10.996.736
SLOVENIJA	2.167	7.453.852	24,3	3.168	16.865.855	55,0	514	2.288.548	7,5	508	4.083.356	13,2	6.387	30.691.611
Letnik 2020														
Podravje	876	2.214.924	17,3	1.154	10.235.635	79,6	252	374.586	2,9	11	29.600	0,2	2.247	12.854.745
Posavje	130	163.140	3,2	299	2.497.129	48,3	46	115.913	2,2	300	2.389.271	46,3	775	5.165.453
Primorska	910	3.696.990	23,6	1.400	9.689.550	61,9	132	1.689.151	10,8	106	570.606	3,7	2.548	15.643.297
SLOVENIJA	1.916	6.072.054	18,0	2.853	22.422.314	66,6	384	2.179.650	6,5	417	2.989.477	8,9	5.570	33.663.495
Letnik 2021														
Podravje	814	1.909.343	17,8	1.120	8.841.446	78,8	219	340.417	3,2	9	24.000	0,2	2.162	10.715.206
Posavje	121	158.860	5,1	301	551.790	17,6	36	63.929	2,0	303	2.366.205	75,3	761	3.140.793
Primorska	741	2.831.278	22,3	1.085	8.285.298	65,3	94	1.359.600	10,7	95	219.557	1,7	2.015	12.695.733
SLOVENIJA	1.676	4.499.481	16,9	2.506	17.678.543	66,6	349	1.763.946	6,6	407	2.609.762	9,9	4.938	26.571.732

Vir podatkov: MKGP

Preglednica 6. Prikaz količine vina in delež po kakovosti za VD Podravje (ocenjenih po ZOV-u) za vinske letnike 2016 – 2021.

Povzetek 2016-2021	Količina in kakovost vina									
	Deželno vino PGO		Kakovostno vino ZGP		Vrhunsko vino ZGP		Vino PTP		SKUPAJ	
	Količina		Količina		Količina		Količina		Količina	
LETNIK	lit.	%	lit.	%	lit.	%	lit.	%	lit.	%
2016	2.301.418	18,4	9.693.081	77,5	519.876	4,1	-	-	12.514.375	100
2017	2.371.293	16,8	11.210.075	79,6	503.942	3,6	3.000	0,02	14.088.310	100
2018	3.688.182	22,9	11.783.258	73,5	570.121	3,5	19.700	0,1	16.061.261	100
2019	3.745.054	24,8	10.828.652	72,0	447.652	3,0	25.100	0,2	15.046.458	100
2020	2.214.924	17,3	10.235.635	79,6	374.586	2,9	29.600	0,2	12.854.745	100
2021	1.909.343	17,8	8.841.446	78,8	340.417	3,2	24.000	0,2	10.715.206	100
Povprečje 2016-2021	2.705.036	19,9	10.432.025	76,6	459.432	3,4	20.280	0,1	13.616.773	100
Povprečje 2011-2015	3.171.126	22,3	9.997.058	72,5	729.540	5,2	-	-	13.897.725	100
Povprečje 2006-2010	3.312.137	23,2	9.491.772	66,6	1.459.194	10,2	-	-	14.263.103	100

Vir podatkov: MKGP

Preglednica 7. Prikaz količine vina in delež po kakovosti za VD Posavje (ocenjenih po ZOV-u) za vinske letnike 2016 – 2021.

Povzetek 2016-2021	Količina in kakovost vina									
	Deželno vino PGO		Kakovostno vino ZGP		Vrhunsko vino ZGP		Vino PTP		SKUPAJ	
	Količina		Količina		Količina		Količina		Količina	
LETNIK	lit.	%	lit.	%	lit.	%	lit.	%	lit.	%
2016	425.349	7,6	871.381	15,6	211.945	3,5	4.113.959	73,3	5.622.234	100
2017	329.217	7,0	678.717	14,6	196.577	4,2	3.448.394	74,2	4.652.905	100
2018	345.348	5,4	1.013.390	16,0	240.000	3,8	4.748.055	74,8	6.346.793	100
2019	370.818	8,0	800.440	17,2	82.723	1,8	3.394.436	73,0	4.648.417	100
2020	163.140	3,2	2.497.129	48,3	115.913	2,2	2.389.271	46,3	5.165.453	100
2021	158.860	5,1	551.790	17,6	63.929	2,0	2.366.205	75,3	3.140.793	100
Povprečje 2016-2021	298.789	6,1	1.068.807	21,7	151.848	3,1	3.410.053	69,1	4.929.433	100
Povprečje 2011-2015	439.305	8,1	598.772	11,1	163.033	3,1	4.212.560	77,7	5.413.669	100
Povprečje 2006-2010	614.162	12,4	701.739	14,1	134.680	2,6	3.637.400	70,9	5.087.981	100

Vir podatkov: MKGP

Preglednica 8. Prikaz količine vina in delež po kakovosti za VD Primorska (ocenjenih po ZOV-u) za vinske letnike 2016 – 2021.

Povzetek 2016-2021	Količina in kakovost vina									
	Deželno vino PGO		Kakovostno vino ZGP		Vrhunsko vino ZGP		Vino PTP		SKUPAJ	
	Količina		Količina		Količina		Količina		Količina	
LETNIK	lit.	%	lit.	%	lit.	%	lit.	%	lit.	%
2016	3.955.129	24,1	9.930.677	61,0	1.679.091	10,6	791.483	4,9	16.356.438	100
2017	3.918.631	22,8	11.035.951	64,1	1.556.338	9,1	700.528	4,0	17.211.448	100
2018	5.312.076	23,7	14.146.944	63,0	1.987.986	8,9	990.989	4,4	22.437.989	100
2019	3.337.980	30,3	5.236.763	47,7	1.758.173	16,0	663.820	6,0	10.996.736	100
2020	3.696.990	23,6	9.689.550	61,9	1.689.151	10,8	570.606	3,7	15.646.297	100
2021	2.831.278	22,3	8.285.298	65,3	1.359.600	10,7	219.557	1,7	12.695.733	100
Povprečje 2016-2021	3.842.014	24,2	9.720.864	61,6	1.671.723	10,6	656.164	3,5	15.890.765	100
Povprečje 2011-2015	4.963.515	27,2	11.054.908	60,6	1.419.636	7,8	809.288	4,4	18.247.347	100
Povprečje 2006-2010	7.365.667	32,0	13.120.650	56,6	1.789.749	8,4	690.353	3,0	23.268.819	100

Vir podatkov: MKGP

Preglednica 9 prikazuje količino vina in delež po kakovosti za celotno vinorodno Slovenijo za letnike 2016 - 2021, ki so bili ocenjeni po Zakonu o vinu na pooblaščenih organizacijah. Za letnik 2021 še ni podatkov za vsa vina, saj nekatera še dozorevajo (zorjena vina, vrhunska vina posebnih kakovosti in penine). Tako je v povprečju znašal delež deželnih vin 19,8 % (od 16,9 do 24,3 %), kakovostnih vin 61,6 % (od 55,0 do 66,6 %), vrhunskih vin 6,7 % (od 6,2 do 7,5 %) in vin PTP je 11,9 % (8,9 do 14,5 %). Iz preglednice 9 je razvidno je, da se je znižal delež deželnega vina in vin PTP v primerjavi z obdobjem 2011-2015, povečal pa se je delež kakovostnega in za minimalno delež vrhunškega vina. Še vedno je velik delež vin v kakovostnem razredu in ne v vrhunskem, ker se veliko pridelovalcev ne odloča za vzorčenje grozdja za vrhunsko vino v vinogradu (ni zapisnika pooblaščenega vzorčevalca). Kljub oceni

18,1 točke ali več, vina ne more deklarirati kot vrhunsko. Za to se odločajo večinoma vinarji, ki imajo že uveljavljeno blagovno znamko in so prepoznavni na trgu.

Pred enajstimi leti je bil delež deželnih vin višji za 6,6 %, delež kakovostnih vin je bil za 6,8 % nižji in prav tako delež vrhunskih vin za 1,9 % višji. Tako veliko razliko v razredu deželnih vin bi lahko pripisali dejstvu, da pred 16. leti (3. SVVK) še nismo v tabelah posebej deklarirali vina z oznako PTP.

Delež vin v kakovostnem razredu se je povečal, ker se je tudi ozaveščenost kupcev spremenila glede kakovosti vina. Tudi sprememba Zakona o vinu je pripomogla k temu, da so vinarji registrirali kleti za stekleničenje in s tem dvignili kakovost vin, ki so se predhodno prodajale kot deželna vina. Vse večje zanimanje kupcev je tudi za peneča in rose vina.

Preglednica 9. Prikaz količine vina in delež po kakovosti za Slovenijo (ocenjenih po ZOV-u) za vinske letnike 2016 – 2021.

Povzetek 2016-2021	Količina in kakovost vina									
	Deželno vino PGO		Kakovostno vino ZGP		Vrhunsko vino ZGP		Vino PTP		SKUPAJ	
	Količina		Količina		Količina		Količina		Količina	
LETNIK	lit.	%	lit.	%	lit.	%	lit.	%	lit.	%
2016	6.681.986	19,7	19.895.139	58,7	2.410.912	7,1	4.905.442	14,5	33.893.479	100
2017	6.619.141	18,4	22.924.743	63,9	2.256.857	6,2	4.151.922	11,5	35.952.663	100
2018	9.345.606	20,8	26.943.392	60,2	2.798.107	6,2	5.758.744	12,8	44.845.849	100
2019	7.453.852	24,3	16.865.855	55,0	2.288.548	7,5	4.083.356	13,2	30.691.611	100
2020	6.072.054	18,0	22.422.314	66,6	2.179.650	6,5	2.989.477	8,9	33.663.495	100
2021	4.499.481	16,9	17.678.543	66,6	1.763.946	6,6	2.609.762	9,9	26.571.732	100
Povprečje 2016-2021	6.778.687	19,8	21.121.664	61,6	2.283.003	6,7	4.083.117	11,9	34.266.471	100
Povprečje 2011-2015	8.573.946	22,8	21.650.738	57,6	2.312.210	6,2	5.021.849	13,4	37.558.742	100
Povprečje 2006-2010	11.255.966	26,4	23.334.160	54,8	3.686.024	8,6	4.337.753	10,2	42.603.903	100

Vir podatkov: MKGP

Cene grozdja in vina

Cene grozdja ne dosegajo pridelovalnih stroškov. Zanimivi so podatki (preračuni KIS Ljubljana), ki potrjujejo padec odkupnih cen grozdja v zadnjih letih, in sicer je bila leta 2003 in 2004: 0,39 EUR; leta 2005: 0,40 EUR; leta 2006: 0,49 EUR. V letu 2007-2011 je bila cena nižja (0,43-0,46 EUR), v letih 2012-2014 je bila odkupna cena grozdja 0,46 do 0,47 EUR/kg, leta 2015 pa 0,50 EUR/kg. V letu 2019 je cena porasla na 0,60 EUR/kg, v letu 2020 so se zaradi epidemije v povprečju znižale za 19 % (na 0,49 EUR/kg), v letu 2021 pa spet dvignile na 0,57 EUR/kg. Cene grozdja so v zadnjih 20 letih zelo nihale, trdimo lahko, da so bile v povprečju relativno še nižje in je stanje v vinogradništvu in vinarstvu izredno težko. V preglednici 10 so prikazane povprečne cene vina na domačem trgu pri pridelovalcu vina.

Iz podatkov je razvidno, da cene sicer rahlo rastejo v razredu namiznih, deželnih in kakovostnih vin, medtem ko pri vrhunskih vinih ostajajo podobne. Kljub porastu cen v omenjenih razredih pa ne dohajajo rasti ostalih stroškov, torej so cene relativno nižje.

Preglednica 10 prikazuje cenovna razmerja tudi glede na barvo vina. V primerjavi s prejšnjim obdobjem se je v povprečju pri namiznih vinih cena belim vinom zvišala za 0,37 € in je za 0,33 € višja od rdečega vina. V deželnem razredu je razlika v povprečju za 0,13 € v prid rdečega vina. V razredu kakovostnih vin pa je cena belega in rdečega vina skoraj enaka, v zadnjih treh letih pa je pri belem vinu cena celo nekoliko višja. Pri vrhunskih belih vinih je povprečna cena višja za 0,15 € od rdečega vina. Iz prikazane lahko poenostavljeno zaključimo, da so v zadnjih letih »bela« vinorodna območja dosegla

skoraj enako gospodarsko učinkovitost, kot rdeča, saj so se cene belih vin zelo približale cenam rdečih vin in jih v vrhunskih belih vinih celo presegle.

Preglednica 10. Povprečne cene vina (v €/liter) na domačem trgu pri pridelovalcu.

Geogr. poreklo	Slovensko geografsko poreklo								
	Kakovost vina	Namizno vino		Deželno vino PGO		Kakovostno vino ZGP		Vrhunsko vino ZGP	
		Belo	Rdeče	Belo	Rdeče	Belo	Rdeče	Belo	Rdeče
Barva									
2016	1,20	0,74	1,44	1,43	2,41	2,10	6,06	5,46	
2017	1,24	0,79	1,26	1,44	2,47	2,18	5,44	5,36	
2018	2,13	0,99	1,36	1,62	2,64	2,88	5,47	5,37	
2019	1,11	1,24	1,62	1,66	2,31	2,24	5,49	5,39	
2020	1,16	1,12	1,62	1,66	2,31	2,24	5,49	5,39	
2021	1,08	1,08	1,53	1,81	2,41	2,36	5,45	5,55	
Povprečje 2016-2021	1,32	0,99	1,47	1,60	2,43	2,34	5,57	5,42	
Povprečje 2011-2015	0,95	0,94	1,35	1,59	2,26	2,35	5,57	5,43	
Povprečje 2006-2010	0,66	0,78	0,96	1,28	1,58	1,84	4,52	4,92	

Vir: ARSKT- letna poročila za vino (2016-2021) Cene so povprečno ponderirane

Uvoz / izvoz vina

Količinsko je bilanca zunanje trgovine z vinom od leta 2006 negativna, vrednostno pa dokaj izenačena. Izvoz vina je bil leta 2021 količinsko na nivoju povprečja preteklih let in je znašal 5,83 mio litrov (izjema je leto 2020, ko je pri podatkih o izvozu zajeta tudi količina vina, ki je šla v krizno destilacijo), vrednostno pa se je precej povečal na 19 mio. evrov in je bil za 26 % nad povprečjem zadnjih petih let. Uvoz vina, ki se je v letih 2013–2015 intenzivno povečeval, se zadnja leta zmanjšuje. Leta 2021 je bilo uvoženih 8,62 mio. litrov vina, kar je 21 % manj vina kot v povprečju zadnjih petih let.

Preglednica 11. Uvoz in izvoz vina v 1000 litrih in EUR.

	Leto	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Izvoz	v 1000 litrih	4.682	8.086	7.686	5.295	4.677	5.850	6.806	5.329	9.555	5.829
	v 1000 €	8.685	11.413	13.282	11.750	13.878	13.468	15.437	16.058	16.536	19.045
Uvoz	v 1000 litrih	8.697	9.454	12.971	13.953	13.391	12.049	10.945	9.745	8.686	8.625
	v 1000 €	8.978	9.843	13.422	14.868	12.981	13.298	13.982	12.624	12.313	13.778

Vir: SURS

V uvozu vina prevladuje vino brez označbe porekla in geografske označbe, ki ga glede na strukturo pridelave in potrošnje primanjkuje, izvažamo predvsem vino z označbo porekla, ki ga tudi največ pridelamo. Glavni trgi za slovensko vino so: Nemčija, ZDA, Hrvaška, Nizozemska, Bosna in Hercegovina ter v zadnjih letih Češka. Glavne države izvoznice na naš trg pa so: Makedonija, Italija, Nemčija in Madžarska.

Zaključki

Vinogradništvo je v Sloveniji pomembna kmetijska in gospodarska panoga, z dolgoletno tradicijo. Na strmih območjih skrbi za ohranjanje poseljenosti in urejenost kulturne krajine ter ima neposredni vpliv na prostorsko urejenost podeželja in na razvoj turizma. Ob relativno dobri kakovosti vina in dragi pridelavi, so v povprečju prodajne cene še zmeraj prenizke za pokrivanje pridelovalnih stroškov, kaj šele za zagotavljanje zadovoljivih gospodarskih rezultatov. Cene vina so se nekoliko dvignile v razredu namiznih, deželnih in kakovostnih vin, vendar v primerjavi s pridelovalnimi stroški, le ti hitreje rastejo iz leta v leto. Večina absolutnih vinorodnih leg je na strminah, velik del na ekstremnih strminah, kjer je pridelava mnogo bolj zahtevna in draga. Razvojno je panoga v nazadovanju. Glavni krivec gospodarski neuspešnosti in životarjenje v panogi so prenizke cene grozdja in vina, ki so predvsem posledica neustrezne organiziranosti pridelovalcev, razdrobljenost pridelave, obstoj le manjših blagovnih znamk in premalo ciljne reklame. Vinarji se še vedno premalo združujejo za nastope na tujih trgih, saj ne dosejajo zadostne količine vina. Premalo pa se izkorišča tudi turizem na domačih tleh, skozi katerega bi lahko najceneje in učinkovito unovčili vino kot kmetijski pridelek. Visoka kakovost in tržna naravnost z uveljavitvijo lastnih blagovnih znamk ter zaščita geografskega porekla so glavni aduti, s katerimi lahko dvignemo promocijo in prodajo vina.

Zahvala

Za posredovanje podatkov, ki so bili uporabljeni in obdelani v referatu, se zahvaljujemo ga. Mojci Jakša iz MKGP in ga. Renati Rejec iz SURS-a. Za tehnično pomoč pri pripravi referata pa velja zahvala g. Ivanu Šketu iz KGZS-Zavoda Maribor.

Vir podatkov

Na voljo pri avtorjih.

Pridelava certificiranega trsnega razmnoževalnega materiala v Sloveniji

Zala Zorenc*, Boris Koruza

Služba za uradno potrjevanje semenskega in sadilnega materiala kmetijskih rastlin, Kmetijski inštitut Slovenije, Hacquetova 17, 1000 Ljubljana, Slovenija

*Korespondenca: zala.zorenc@kis.si

Izveček: Trsničarstvo ima v Sloveniji že več kot 130-letno tradicijo. Kakovosten in zdrav sadilni material je osnova gospodarne pridelave grozdja in vina. Pridelavo trsnega materiala kategorij »certificiran« in »bazak«, ki morata izpolnjevati vse zakonsko predpisane kriterije, v Sloveniji že vrsto let kontrolira Služba za uradno potrjevanje semenskega in sadilnega materiala kmetijskih rastlin (SUP) pri Kmetijskem inštitutu Slovenije, nadzoruje pa Uprava za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin (UVHVVR/MKGP). V letu 2022 je bilo v uradno potrditev prijavljena pridelava trsnega materiala kategorije »certificiran« iz 30 ha matičnjakov, 22 ha matičnih vinogradov in 66 ha trsnic. Pridelava certificiranih ključev podlag je relativno konstantna in v zadnjih letih obsega pridelavo 4–4,8 mio ključev na leto. Letna pridelava certificiranih cepičev je 3,6–4,8 mio na leto, od tega je pridelanih 2–2,8 mio cepičev slovenskih klonov trte. Pridelava uradno potrjenih trsnih cepljenk kategorije »certificiran« je v zadnjih desetih letih naraščala in se povečala za skoraj 50 % (iz 3,4 mio na 5,0 mio trsnih cepljenk). Letna pridelava trsnih cepljenk slovenskih klonov se giblje od 1 mio do 1,6 mio. Največji delež trsnih cepljenk slovenskih klonov predstavlja sorta 'Laški rizling', sledijo sorte 'Sauvignon' in 'Renski rizling', najmanjši delež pa sorte 'Radgonska ranina' in 'Barbera'. Zaradi velikega upada obnove vinogradov v Sloveniji, je naše trsničarstvo postalo izrazito izvozno naravnano, saj delež izvoza vseh trsnih cepljenk pridelanih v Sloveniji v zadnjih letih presega 80 %.

Ključne besede: trsničarstvo, trsna cepljenka, trsnica, matičnjak, certificiran sadilni material

Production of Certified Grapevine Propagation Material in Slovenia

Abstract: Grapevine nursery production in Slovenia has a tradition of more than 130 years. High-quality and healthy planting material is the basis of the economic production of any vineyard. In Slovenia, grapevine propagation material has been under official control and certified, in accordance with the rules for certification, as basic or certified material for many years by the Service for Official Certification of Seed and Planting Material at the Agricultural Institute of Slovenia, which is supervised by Administration of the Republic Slovenia for Food Safety, Veterinary Sector and Plant Protection (UVHVVR/MKGP). In 2022, 52 ha of stock nurseries (30 ha for production of rootstock cuttings; 22 ha for production of scions/top-graft cuttings) and 66 ha of nursery cuttings were under official control. The production of certified rootstock cuttings is relatively constant and includes the production of 4-4.8 million rootstocks per year. The annual production of certified scions is around 3.6-4.8 million per year, of which around 2-2.8 million grafts of Slovenian vine clones are produced. The production of certified grafted vines has grown in the last ten years, increasing by almost 50% (from 3.4 million to 5.0 million grafted vines). The annual production of grafted vines of Slovenian grapevine clones is around 1-1.6 million. The largest share of produced grafted vines of Slovenian clones is the 'Laški rizling', followed by the 'Sauvignon' and 'Renski rizling', while the smallest share is the 'Radgonska ranina' and 'Barbera' varieties. Due to the great decline in the renewal of vineyards in Slovenia, our grapevine nursery production has become highly export-oriented, as the share of exports of all grafted vines produced has reached 80% in recent years.

Keywords: nursery production, graft vine, nursery, rootstock, certified propagation material

Uvod

Trsničarstvo ima v Sloveniji že več kot 130-letno tradicijo. S cepljenjem žlahtne vinske trte na odporne ameriške podlage so začeli že po uničenju vinogradov zaradi trtne uši (*Daktulosphaira vitifoliae* Fitch), leta 1890. Zaradi gospodarskih kriz in vojn je trsničarstvo doživljalo posamezna težka obdobja. Kljub vsem preprekam je bilo tako na primer leta 1956 v trsnice vloženi več kot 6 milijonov trsnih cepljenk, kar je že v tistem času zagotavljalo samooskrbo s sadilnim materialom (Koruza 2002). Z nadaljnjimi spremembami v panogi in njeni skorajšnji opustitvi (zaradi nezadostne podpore politike) po letu 1958, se je sadilni material do osemdesetih let uvažal večinoma iz Srbije. Ker je bila kakovost tujega materiala slabša od želene je bilo v nadaljnjih letih vložena veliko truda v obnovo matičnih nasadov in izboljšanje tehnologij pridelave cepljenk. Ob vstopu Slovenije na enotni trg Evropske Unije v letu 2004, je bilo veliko dela narejenega na sprejetju EU predpisov in uvedbi pridelave certificiranega razmnoževalnega materiala trte.

Z namenom, da bi razmnoževalni material, ki se prideluje v Republiki Sloveniji, na trgu izpolnjeval zahteve določene z zakonodajo, izvaja organ za potrjevanje (Služba za uradno potrjevanje semenskega in sadilnega materiala kmetijskih rastlin, Kmetijski inštitut Slovenije, KIS-SUP) postopek uradne potrditve izvornega, baznega in certificiranega razmnoževalnega materiala, preglede standardnega razmnoževalnega materiala pa izvaja fitosanitarna inšpekcija. Izpolnjevanje zahtev poteka v skladu z zakonom, ki ureja semenski material kmetijskih rastlin (Zakon o semenskem materialu kmetijskih rastlin, 2002), v skladu s Pravilnikom o trženju materiala za vegetativno razmnoževanje trte (2020) ter skladno s predpisi s področja zdravja rastlin. Postopek uradne potrditve nadzoruje Uprava za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin (UVHVVR), ki je organ v sestavi Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano (MKGP), in ki je KIS-SUP dodelila javno pooblastilo za izvajanje postopka uradne potrditve. Zaradi razdrobljene posestne strukture je bila in še vedno ostaja ena večjih težav trsničarjev pridobivanje zemljišč, ki ustrezajo kriterijem za sajenje certificiranih matičnih nasadov in trsnic, kjer mora biti zagotovljen predpisan varovalni pas.

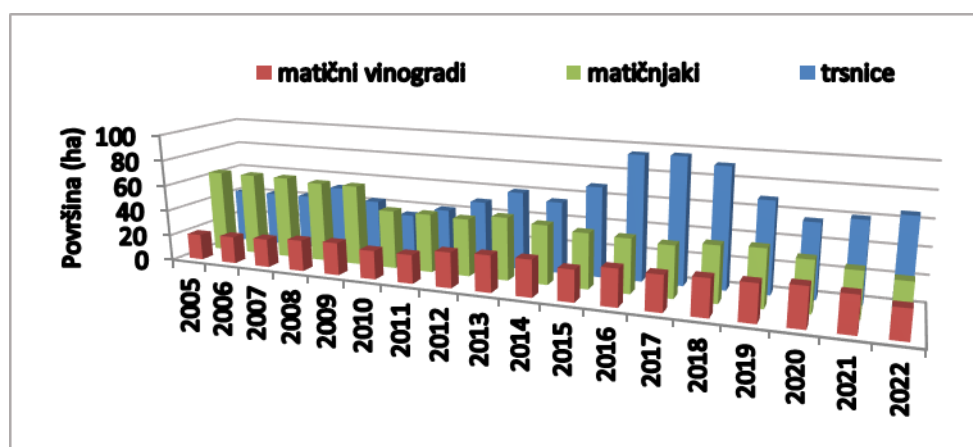
Predstavitev trenutnega stanja trsničarske pridelave v Sloveniji

V letu 2022 je bilo v Sloveniji v uradno potrjevanje prijavljenih 35 pridelovalcev certificiranih trsnih cepljenk, cepičev oziroma ključev podlag. Med njimi se nekateri ukvarjajo tako s pridelavo podlag, cepičev in trsnih cepljenk, nekateri pa le z eno ali dvema izmed dejavnosti. Seleksijsko trsničarski središči STS Ivanjkovci (KGZS-Maribor) in STS Vrhpolje (KGZS-Nova Gorica) pridelujeta trsni razmnoževalni material kategorije »baza«. V vinorodni deželi Podravje (Štajerska Slovenija) je bilo v uradno potrjevanje vključenih 21 pridelovalcev, v Posavju (Dolenjska, Bela krajina) 8 in na Primorskem (Vipavska dolina) 6 pridelovalcev.

Površine trsnic in matičnih nasadov

Od leta 2004 do decembra 2022 je bilo izdanih skupno 476 potrdil o potrditvi matičnih nasadov trte, iz katerih se režejo cepiči in podlage kategorij »certificiran« in »baza«. Večina matičnih nasadov, ki so bili uradno potrjeni leta 2004, je bilo posajenih z uvoženim matičnim sadilnim materialom (predvsem iz Avstrije). V naslednjih letih, ko je bila izvedena domača selekcija klonov (potrjen lastni izhodiščni material) pa se je sadil tudi bazni material, proizveden v obeh STS-ih. Starejše matične nasade so pridelovalci postopoma izločali iz proizvodnje in jih nadomeščali z novimi. Do konca leta 2022 je bilo izločenih ali opuščenih 150 iztrošenih matičnih nasadov (partij). V največji meri so k temu prispevale boleznine lesa vinske trte (*esca*), v zadnjih letih pa zlasti v Podravju tudi okužbe z zlato trsno rumenico.

Površine certificiranih matičnih vinogradov so bile v začetku uradnega potrjevanja (leta 2004) dvakrat manjše od površin matičnjakov (slika 1). V letih od 2005 do 2011 so površine certificiranih matičnih vinogradov, ki služijo za rez certificiranih cepičev obsegale okrog 20–25 ha. Največ certificiranih matičnih vinogradov je bilo leta 2020, in sicer 30 ha. Zaradi pojava trsnih rumenic se je nato v naslednjih letih nekaj pridelovalcev odločilo, da proizvodnjo cepičev opustijo, zato je v letu 2022 ostalo le še 22 ha certificiranih matičnih vinogradov (od tega okoli 2 ha na Dolenjskem, 11 ha na Štajerskem in 9 ha na Primorskem). Uradno potrjenih je cca. 78.000 matičnih trsov 27 sort žlahtne vinske trte. V zadnjih letih je s slovenskimi kloni vinske trte posajenih približno 15 ha matičnih vinogradov, kar predstavlja nekaj manj kot 70 % vseh uradno potrjenih matičnih trt. V letu 2004, ko je bil uveden sistem uradnega potrjevanja razmnoževalnega materiala trte, je bila povprečna površina matičnega vinograda le 0,3 ha (Koruza in Lokar 2005), medtem ko je bila povprečna velikost certificiranih matičnih vinogradov v zadnjih letih 0,6–0,8 ha.



Slika 1. Skupne površine (ha) certificiranih matičnih vinogradov, matičnjakov in trsnic (2005–2022).

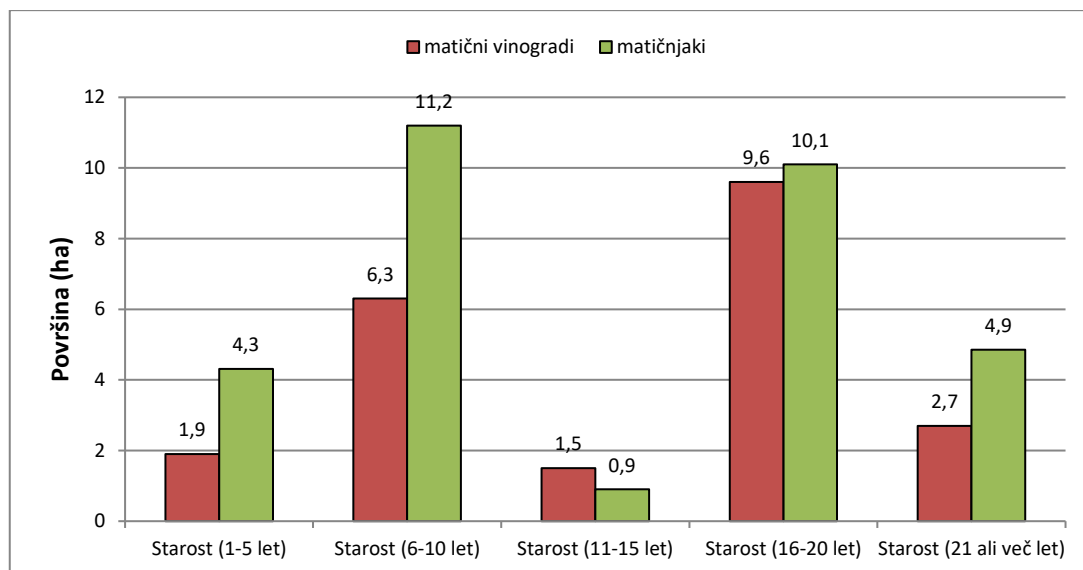
Površine certificiranih matičnjakov so se v zadnjih sedemnajstih letih postopoma zmanjševale (slika 1). Največ uradno potrjenih matičnjakov je bilo v letih 2005–2007 (64 ha), izrazito so površine matičnjakov upadle leta 2010 (45 ha) in se kasneje ustalile na današnjih 30 ha (od tega po okoli 5 ha na Dolenjskem in Štajerskem in 20 ha na Primorskem). Uradno potrjenih je cca. 86.000 trsov 7 sort podlag. Povprečna velikost certificiranih matičnjakov je bila v zadnjih letih okoli 0,6 ha.

Površine certificiranih trsnic so bile v letih od 2005 do 2010 konstantne (okoli 40 ha). Leta 2011 je bilo v uradno potrjevanje prijavljenih najmanj certificiranih trsnic, in sicer 34 ha. Po tem letu so se površine povečevale in dosegle maksimum v letu 2017, ko je bilo pod uradnim potrjevanjem 96 ha certificiranih trsnic (slika 1). V zadnjih dveh letih so se površine certificiranih trsnic ustalile med 60 ha in 70 ha, s povprečno velikostjo 1,2 ha.

STS Ivanjkovci in STS Vrhpolje imata vsak po 1 ha matičnega vinograda kategorije »baza«, kjer je trsničarjem na voljo bazni sadilni material za certificirane matične nasade. Posajenih je 47 slovenskih klonov 18 vinskih sort; in sicer 'Sauvignon' (kl. SI-1, SI-2, SI-3), 'Radgonska ranina' (kl. SI-4, SI-5, SI-6, SI-7), 'Dišeči traminec' (kl. SI-8, SI-9, SI-10), 'Laški rizling' (kl. SI-11, SI-12, SI-13, SI-41), 'Šipon' (kl. SI-14, SI-15, SI-16, SI-17, SI-18), 'Beli pinot' (kl. SI-19, SI-20), 'Chardonnay' (kl. SI-21, SI-39, SI-40), 'Renski rizling' (kl. SI-22, SI-23, SI-24), 'Žametovka' (kl. SI-25), 'Zelen' (kl. SI-26), 'Pinela' (kl. SI-28), 'Rebula' (kl. SI-30, SI-31, SI-32, SI-33, SI-34), 'Refošk' (kl. SI-35), 'Barbera' (kl. SI-36), 'Malvazija' (kl. SI-37, SI-42, SI-43, SI-44, SI-45), 'Ranfol' (kl. SI-38), 'Kraljevina' (kl. SI-27, SI-29) in 'Modra frankinja' (kl. SI-47, SI-48). STS Ivanjkovci ima dodatno še 0,55 ha baznega matičnjaka sort podlag 'Kober 5 BB' (kl. 13-15 Gm), '1103 Paulsen' (kl. 92 Gm, 94 Gm) in 'SO4' (kl. 47 Gm) ter domačih Matekovičevih selekcij 'VI M' in '8 BČ'.

Starostna struktura matičnih nasadov

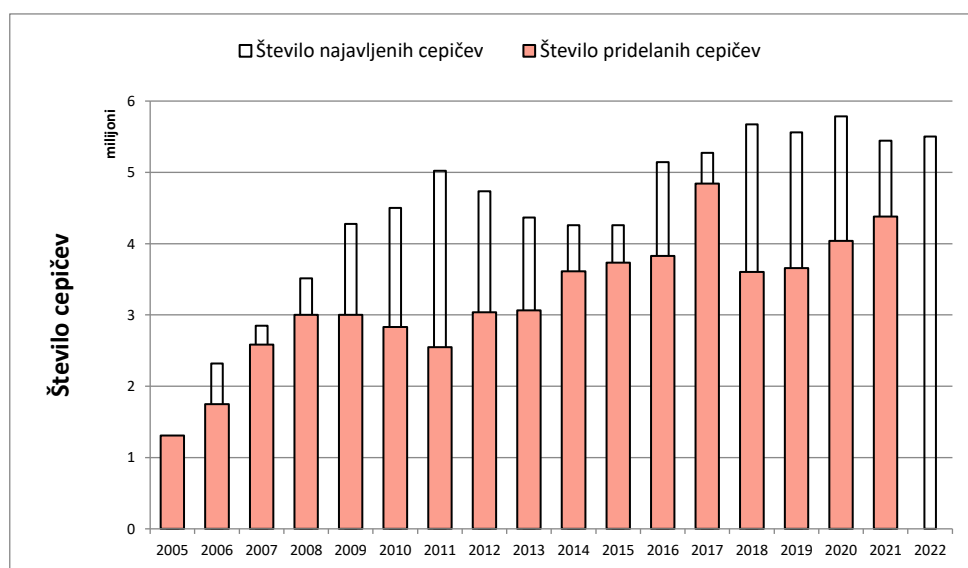
Največ certificiranih matičnih nasadov je v starostni skupini 6–10 in 16–20 let (slika 2). V starosti med 11 in 15 let je najmanj površin kar kaže, da se je najmanj matičnih vinogradov in matičnjakov posadilo v letih 2008–2012. Podatki kažejo, da je polovica matičnih nasadov starejših od 16 let.



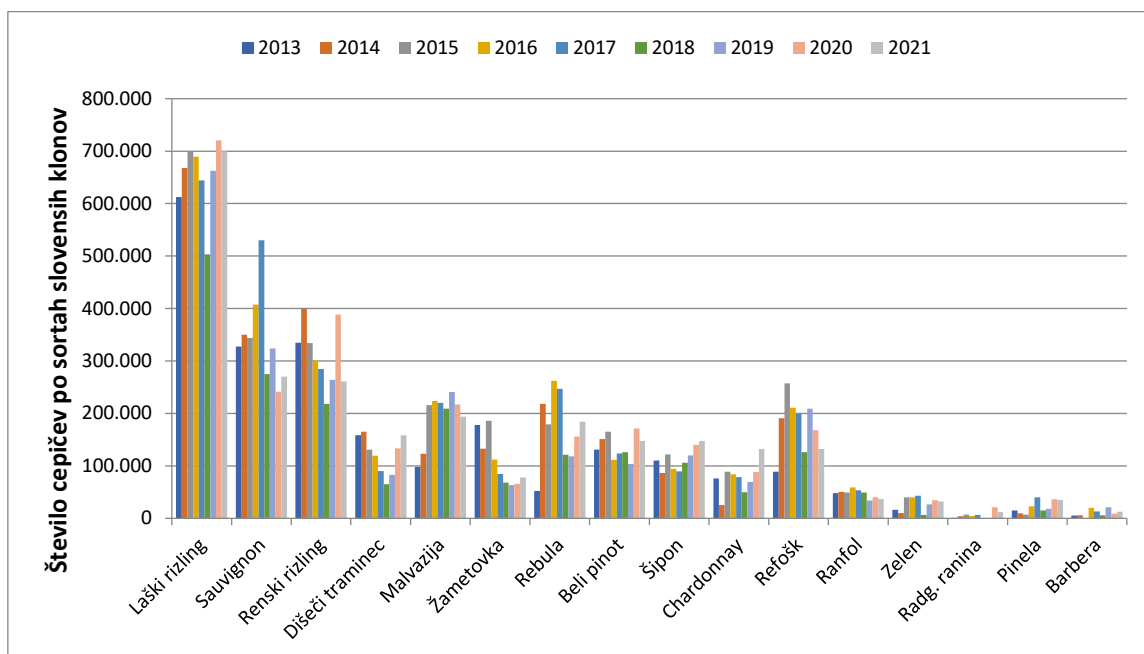
Slika 2. Površine (ha) po starostni strukturi certificiranih matičnih vinogradov in matičnjakov (v letu 2023 glede na prijave iz leta 2022).

Pridelava certificiranih cepičev

Slika 3, ki prikazuje pridelavo certificiranih cepičev trte v letih od 2005 do 2021 kaže, da se je število pridelanih certificiranih cepičev stalno povečevalo. Najmanj cepičev je bilo pridelanih leta 2005, in sicer 1,3 milijona, največ pa leta 2017, in sicer 4,8 milijona cepičev. Od tega je bilo cepičev slovenskih klonov vinske trte 2,7 milijonov (57 %), in sicer je bilo pridelanih največ certificiranih cepičev sort 'Laški rizling', 'Sauvignon' in 'Renski rizling', najmanj pa sort 'Radgonska ranina' in 'Barbera' (slika 4).



Slika 3. Število najavljenih in pridelanih certificiranih cepičev vinske trte, v letih 2005–2022.



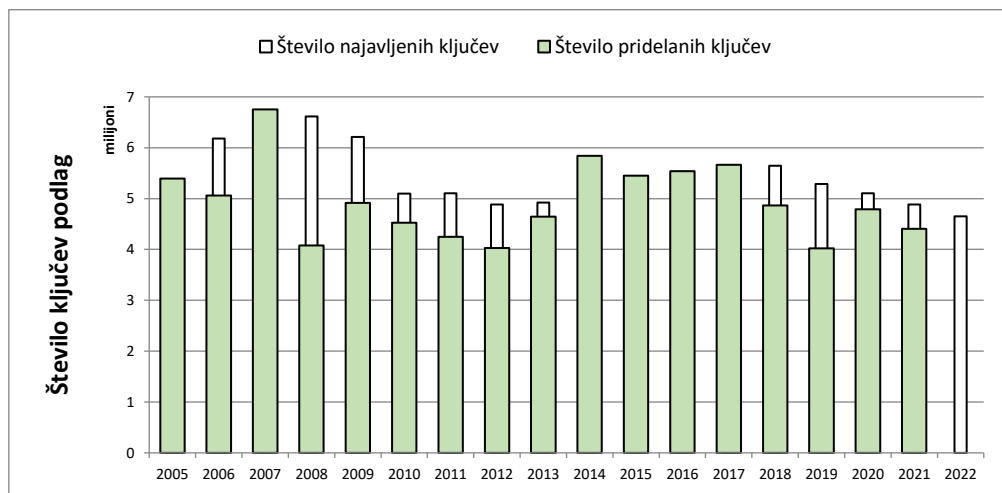
Slika 4. Število pridelanih certificiranih cepičev slovenskih klonov vinske trte, v letih 2013–2021.

Število pridelanih cepičev v obdobju od 2005 do 2021 ni nikoli zagotavljalo popolne samooskrbe za trsničarsko pridelavo. V povprečju je glede na število vloženi cepljenk primanjkovalo od 1,2 milijona (2010) do 7,3 milijona cepičev (2018). Manjkajoče cepiče za pridelavo certificiranih trsnih cepljenk so pridelovalci dobili v drugih državah članicah EU (Franciji, Italiji, Španiji, Madžarski, Avstriji). Kljub sajenju novih matičnih vinogradov v zadnjih letih, pridelava cepičev ni mogla slediti velikemu povečanju povpraševanja po certificiranih trsnih cepljenkah iz tujine. Čeprav certificiranih cepičev primanjkuje, kapacitete matičnih vinogradov predvsem pri naših avtohtonih sortah niso povsem izkoriščene, saj je obseg obnove naših vinogradov daleč pod nivojem enostavne reprodukcije. Zaradi tega je zmanjšana tudi pridelava cepljenk domačih avtohtonih sort, s tem pa tudi potreba po njihovih cepičih.

Pridelava certificiranih ključev podlag

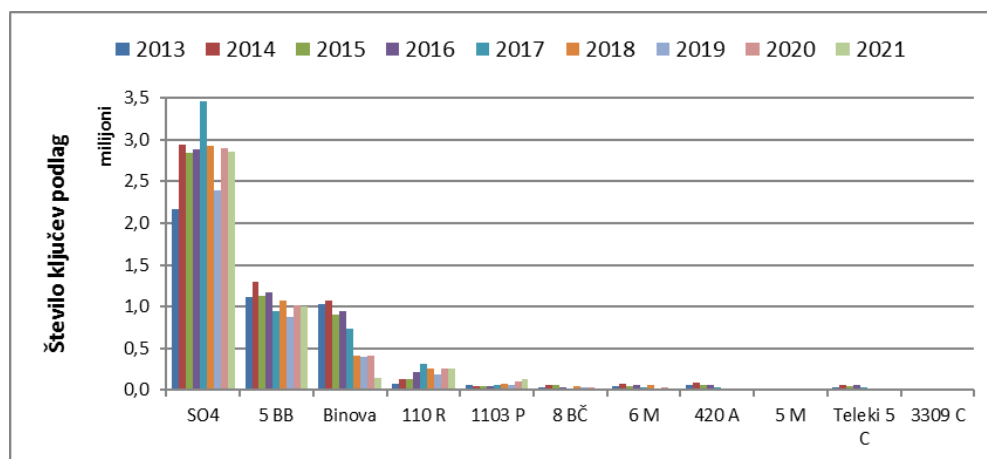
Slika 5 prikazuje pridelavo certificiranih ključev podlag v letih 2005–2022. Že od leta 2005 je bila pridelava ključev v Sloveniji relativno velika. Največje število podlag je bilo pridelanih leta 2007, in sicer 6,8 milijona ključev, najmanj pa leta 2019, in sicer 4,0 milijona. Pridelava podlag je bila v zadnjem obdobju manjša zaradi opuščanja starih matičnjakov, ki niso bili več donosni.

V zadnjih desetih letih (2013–2021) je bilo pridelanih največ ključev podlage 'SO4' (povprečno 2,8 milijonov/leto), sledila pa je sorta 'Kober 5 BB', z okoli 1 milijoni ključev/leto. Proizvodnja teh dveh sort podlag ('SO4' in 'Kober 5BB') predstavlja v povprečju 80 % celotne pridelave ključev podlag (slika 6). Proizvodnja sorte Binova se je v zadnjih letih zelo zmanjšala, opušča pa se tudi pridelava ključev podlag kot so; '8 BČ', 'VI M', '420 A', '5 M', 'Teleki 5 C' in '3309 Couderc' (te so skupaj predstavljale le okoli 3 % celotne proizvodnje). Podlagi, katerih proizvodnja se zaradi boljše prilagojenosti na sušne razmere v zadnjih letih povečuje sta 'Richter 110' in 'Paulsen 1103'.



Slika 5. Število najavljenih in pridelanih certificiranih ključev podlag, v letih 2005–2022.

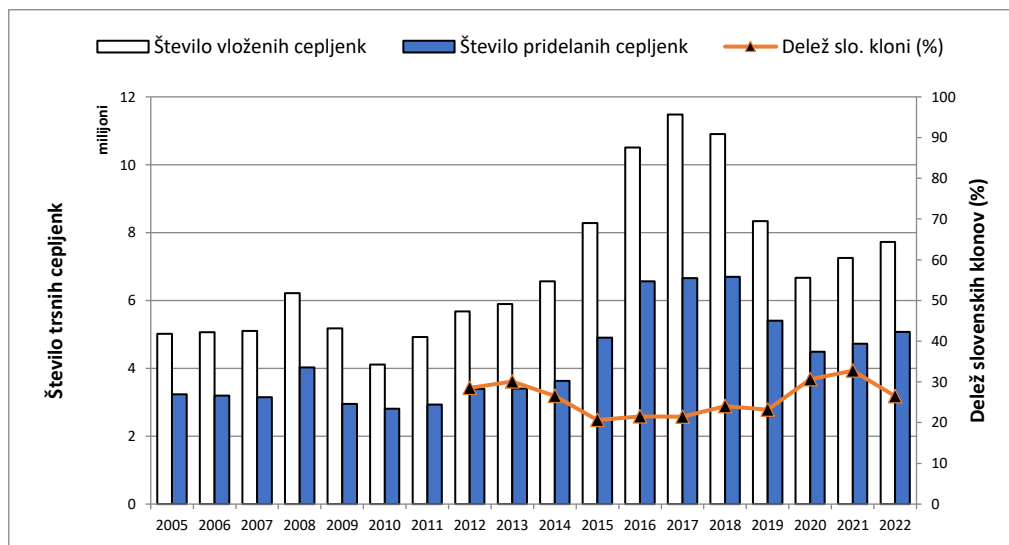
Število pridelanih ključev podlag je od leta 2005 do 2010 zagotavljalo samooskrbo s podlagami, od leta 2011 dalje pa je vrzel med pridelkom podlag in številom vloženih cepljenk naraščala, in dosegla največji razkorak v letih 2016–2018, ko se je cepilo največ. V tistem obdobju je bilo potrebno v povprečju uvoziti 5–6 milijona ključev podlag iz tujine. V zadnjih dveh letih v domači pridelavi primanjkuje 2–2,5 milijona ključev podlag, zlasti sort, ki jih zahtevajo tuji kupci cepljenk.



Slika 6. Pridelava certificiranih ključev podlag po sortah, v letih 2013–2021.

Pridelava certificiranih trsnih cepljenk

Pridelava certificiranih trsnih cepljenk se je z izjemo posameznih let, od leta 2005 do 2018 stalno povečevala (slika 7). Leta 2005 je bilo pridelanih 3,2 milijonov certificiranih trsnih cepljenk. Največ se je cepilo v letih 2016–2018, ko je bilo pridelanih 6,6–6,7 milijonov sadik na leto. Pridelava se je po letu 2018 nekoliko zmanjšala (4,5 milijonov) in se v zadnjih letih ustalila na okrog 4,7–5,0 milijonov certificiranih trsnih cepljenk. Ocenjujemo, da se v Sloveniji dodatno cepi okoli 1,5 milijona in pridelava okoli 1 milijona standardnih trsnih cepljenk. Pri tem so največji štirje trsničarji pridelali 70 %, medtem ko je preostalih šestnajst trsničarjev pridelalo 30 % celotne pridelave trsnih cepljenk. Delež slovenskih klonov, je v celotni pridelavi certificiranih cepljenk, v zadnjih desetih letih v povprečju predstavljal nekaj manj kot 30 % (slika 7). V tem obdobju so bili izpleni trsnih cepljenk dokaj konstantni, in sicer v povprečju vseh let okoli 62 %.



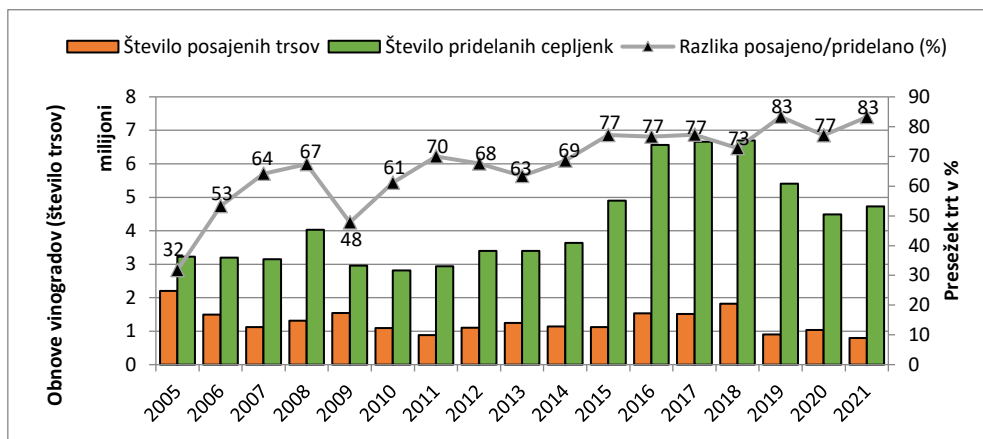
Slika 7. Število cepljenih in pridelanih certificiranih trsnih cepljenk, z deležem slovenskih klonov, v letih 2005–2022.

Letna pridelava trsnih cepljenk slovenskih klonov se giblje okoli 1–1,6 milijonov (preglednica 1). V zadnjih letih se skupno število pridelanih cepljenk povečuje, predvsem na račun sorte 'Laški rizling'. Največji delež trsnih cepljenk slovenskih klonov je v povprečju zadnjih desetih letih predstavljala sorta 'Laški rizling' (30 %), sledile so sorte 'Sauvignon' (15 %) in 'Renski rizling' (11 %), najmanjši delež sta predstavljali sorti 'Radgonska ranina' (0,4 %) in 'Barbera' (0,5 %).

Preglednica 1. Število pridelanih certificiranih cepljenk slovenskih klonov sort žlahtne vinske trte v obdobju od 2012 do 2022.

Vinska sorta	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
'Laški rizling'	235.622	282.300	262.285	335.113	425.724	419.926	421.041	399.276	429.780	580.690	452.000
'Sauvignon'	213.003	167.050	132.836	131.917	207.616	237.195	258.568	161.207	195.640	139.625	134.060
'Ren. rizling'	139.750	112.550	132.351	99.229	133.774	180.999	182.606	154.225	145.450	150.685	139.340
'Traminer'	92.715	63.520	69.499	46.778	60.606	51.186	41.422	45.500	33.520	44.480	46.885
'Malvazija'	45.264	46.850	50.541	60.012	122.991	79.302	118.756	116.513	144.730	118.710	134.680
'Žametovka'	41.400	51.990	67.042	69.539	91.400	22.275	12.284	13.750	18.310	15.722	26.675
'Rebula'	41.359	71.660	18.369	27.522	43.199	84.818	172.930	22.950	72.850	82.525	102.955
'Beli pinot'	39.900	36.790	64.140	55.500	53.634	68.479	87.525	81.074	56.940	86.562	73.155
'Šipon'	37.058	63.530	44.852	45.332	56.457	79.818	71.295	112.430	48.770	98.350	81.005
'Chardonnay'	32.040	36.780	45.875	46.677	82.994	77.307	59.290	41.336	46.430	49.240	31.980
'Refošk'	25.000	41.900	42.448	67.812	91.561	35.906	76.165	56.459	130.750	88.435	84.820
'Ranfol'	10.550	21.730	18.625	18.741	22.196	27.481	21.071	25.590	17.520	21.000	17.460
'Zelen'	7.079	11.360	6.352	2.809	17.613	29.031	29.048	2.819	16.550	24.815	19.250
'ranina'	3.000	140	150	0	111	6.500	12.504	4.350	3.600	14.880	2.260
'Pinela'	2.946	5.290	6.882	1.186	2.433	17.323	36.412	7.776	6.340	27.165	19.720
'Barbera'	2.800	11.030	1.950	3.307	0	12.909	6.576	8.723	9.720	5.780	5.230
'M.frankinja'	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	305
'Kraljevina'	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	1.020
SKUPAJ:	969.486	1.024.470	964.197	1.011.474	1.412.309	1.430.455	1.607.493	1.253.978	1.376.900	1.548.664	1.372.800

Od leta 2005 naprej beležimo stalen upad obnov vinogradov. Kljub temu, da je število v Sloveniji posajenih trt upadalo, je pridelava trsnih cepljenk stalno naraščala (slika 8). Tako je bilo leta 2005 okoli 30 % viška cepljenk, saj je bilo obnovljenih nekaj čez 500 ha površin vinogradov; v zadnjih letih pa je bil presežek pridelanih certificiranih trsnih cepljenk že več kot 80 %, saj je bilo letno obnovljenih le okoli 200 ha površin. V letu 2021 so tako naši trsničarji prodali na tuje trge okrog 3,9 milijonov certificiranih trsnih sadik, kar bi zadostovalo za obnovo več kot 900 ha vinogradov (ob gostoti sajenja 4.000 trt/ha). Prodaja trsnih cepljenk poteka v glavnem v Francijo, Češko, Hrvaško, Avstrijo in Italijo.



Slika 8. Število posajenih trt v obnovah vinogradov (Vir: MKGP – RPGV), število pridelanih certificiranih trsnih cepljenk in odstotek sadik (%), ki so bile prodane na tuje trge.

Zaključki

Slovensko trsničarstvo je bilo v svoji zgodovini priča velikim vzponom in padcem, vendar je s pridelavo kakovostnih cepljenk vselej veliko prispevalo k ohranjanju vinogradniške tradicije ter gospodarne pridelave grozdja in vina v Sloveniji. Zaradi širjenja nekaterih boleznih trte (bolezni lesa in trsne rumenice) pa sta v današnjem času tako trsničarstvo kot celotna vinogradniško-vinarska panoga pred novim velikim izzivom. V kolikor nam širjenja nekaterih boleznih ne bo uspelo omejiti, obstaja nevarnost, da bo pridelava domačih cepičev slovenskih klonov vinske trte povsem onemogočena. S tem je ogrožena zlasti pridelava trsnih cepljenk avtohtonih in lokalnih sort (kot npr. 'Laški rizling', 'Šipon', 'Refošk', 'Malvazija', 'Zelen', 'Pinela', 'Žametovka', 'Ranfol', itd.). Na ta način bo onemogočena tradicionalna obnova slovenskih vinogradov ter zmanjšana biološka pestrost in raznolikost pridelave grozdja in vina, ki predstavljata našo veliko prednost, v primerjavi z ostalimi vinogradniškimi državami. Žal predvidevamo, da se bo podoben trend zastoja obnove vinogradov v prihodnjih letih nadaljeval, predvsem zaradi starostne strukture pridelovalcev grozdja in vina, razdrobljenosti posesti in posledično njihove nekonkurenčnosti na trgu. Slovenski trsničarji so se v svoji bogati zgodovini vedno znali prilagajati razmeram na trgu. Od dinamike obnove naših vinogradov pa je odvisno ali bo njihova proizvodnja usmerjena v razmnoževanje naših avtohtonih sort in klonov ali bodo morali nadaljevati z usmeritvijo na tuje trge.

Literatura

- Koruza B. 2002. Klonska selekcija vinske trte in pridelava certificiranih trsnih cepljenk v Sloveniji. Vinogradi in vina za tretje tisočletje? Slovenski vinogradniško-vinarski kongres z mednarodno udeležbo, Otočec, 565 str.
- Koruza B, Lokar V. 2005. Klonska selekcija vinske trte in pridelava certificiranega razmnoževalnega materiala trte v Sloveniji. 2. Posvet o razvoju in perspektivah trsničarstva ob vstopu v Evropsko unijo in 100-letnica Trsničarske zadruge Juršinci 1905-2005. Kmetijski gozdarski zavod Ptuj, 220 str.
- Pravilnik o trženju materiala za vegetativno razmnoževanje trte (2020) Ur. l. RS, št. 101/20.
- Zakon o semenskem materialu kmetijskih rastlin. 2002. Ur. l. RS, št. 25/05 – 41/09, 32/12, 90/12 – ZdZPVHVVR in 22/18.

Sistem evropskih geografskih označb in novosti pri označevanju vina

Tina Zavašnik Bergant*

Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, Dunajska cesta 22, 1000 Ljubljana

*Korespondenca: tina.zavasnik-bergant@gov.si

Izvleček: V Sloveniji pridelana deželna vina s priznano geografsko oznako, kakovostna vina z zaščitenim geografskim poreklom, vrhunska vina z zaščitenim geografskim poreklom in vina s priznanim tradicionalnim poimenovanjem uvrščamo v enoten sistem vin z geografsko označbo. Geografske označbe so zaščitene kot oblika intelektualne lastnine pridelovalcev, so vpisane v uradni register geografskih označb Evropske unije eAmbrosia in se urejajo z upoštevanjem enotnih pravnih podlag ter skupne ureditve trga z vinom. V pripravi je nova evropska uredba, ki bo v prihodnje urejala vse geografske označbe treh sektorjev: vina, žganih pijač in kmetijskih proizvodov (vključno z živili). Poleg tega so bile leta 2021 sprejete spremembe osnovnega akta za vino (tj. Uredbe (EU) št. 1308/2013), ki dopolnjujejo obvezno označevanje vina, med drugim obvezno navajanje hranilne vrednosti in seznama sestavin vključno s podrobnejšim označevanjem alergenov. V prispevku so predstavljene ključne značilnosti sistema evropskih geografskih označb ter novosti in obveznosti pri označevanju vina, ki bodo veljale od 8. decembra 2023 naprej na skupnem trgu z vinom v Evropski uniji.

Ključne besede: vino, zaščiteni označba porekla; zaščiteni geografska označba; hranilna vrednost vina; seznam sestavin

System of European Geographical Indications and New Requirements for Wine Labelling

Abstract: In Slovenia, wines with protected geographical indication and wines with protected designation of origin are part of a single system of European wines with geographical indication. Geographical indications are protected as a form of intellectual property of producers. They are included in the official register of geographical indications of the European Union eAmbrosia and are regulated by harmonized legal bases and the common market organization for wine. A new European regulation is under preparation that will cover all geographical indications in three sectors: wines, spirit drinks and agricultural products (including foodstuffs). In addition, amendments to basic wine act (i.e. Regulation (EU) No 1308/2013) were adopted in 2021, complementing the mandatory labelling of wine, including the mandatory labelling of nutrition value and of the list of ingredients along with more detailed labelling of allergens. This paper presents key features of the system of European geographical indications and the novelties and obligations in wine labelling that will apply to wines put on the common market in the European Union from 8 December 2023 onwards.

Keywords: wine; protected designation of origin; protected geographical indication; wine nutrition value; list of ingredients

Uvod

Komisija Evropske unije (Komisija) je 31. marca 2022 objavila predlog nove Uredbe Evropskega parlamenta in Sveta Evropske unije (Sveta) o geografskih označbah Evropske unije (Unije) za vino, žgane pijače in kmetijske proizvode, o shemah kakovosti za kmetijske proizvode, spremembah uredb (EU) št. 1308/2013, (EU) 2017/1001 in (EU) 2019/787 ter razveljavitvi Uredbe (EU) št. 1151/2012. Predvidoma bo uredba sprejeta konec leta 2023.

V času slovenskega predsedovanja Svetu je bila 2. decembra 2021 sprejeta Uredba (EU) št. 2021/2117, ki uvaja dodatne zahteve glede obveznih navedb iz 119. člena Uredbe (EU) št. 1308/2013 glede navajanja hranilne vrednosti in seznama sestavin. Med novostmi je tudi pridelava dealkoholiziranega vina in delno dealkoholiziranega vina v Uniji.

Obe vsebini sta v prispevku podrobneje predstavljene na podlagi do sedaj zbranih informacij. Vsebini sta aktualni tudi zato, ker bodo novosti v sprejetih evropskih uredbah vplivale na Zakon o vinu (spremembe) ter na njegove podzakonske akte (pravilnike).

Geografske označbe Unije

V Uniji geografske označbe označujejo proizvode, ki imajo kakovost, značilnosti ali sloves zaradi naravnih in človeških dejavnikov, povezanih z njihovim krajem porekla. Gre pa tudi za pravico intelektualne lastnine, katere namen je spodbujati pošteno konkurenco med proizvajalci s preprečevanjem uporabe imena v slabi veri ter goljufivih in zavajajočih praksah. Geografske označbe potrošnikom jamčijo za pristnost in razlikujejo proizvod z geografsko označbo od drugih proizvodov na trgu, kar omogoča prodajo in izvoz z višjo dodano vrednostjo. Geografske označbe so mednarodno priznane od leta 1883 dalje, Unija pa je njihovo zaščito uvajala postopoma od sedemdesetih let prejšnjega stoletja dalje; najprej za vino, nato za druge kmetijske proizvode in živila. V letu 2020 so bili dokončani trije uradni registri geografskih označb Unije: register za vino, register za kmetijske proizvode in živila (ta register vključuje tudi geografske označbe aromatiziranih vinskih proizvodov; slednjih je v Uniji zaščiteneh zelo malo) ter register za žgane pijače. Registri so združeni v register geografskih označb Unije eAmbrosia, v katerem je danes 3.500 imen geografskih označb vin, žganih pijač, kmetijskih proizvodov in živil. Število vpisov v register ves čas narašča.

Pravne podlage v evropskih uredbah

Pravne podlage za sistem geografskih označb Unije so zbrane v Uredbi (EU) št. 1308/2013, Delegirani uredbi Komisije (EU) št. 2019/33 in v Izvedbeni uredbi Komisije (EU) št. 2019/34.

Vse geografske označbe vin, kmetijskih proizvodov, živil in žganih pijač Unije so razdeljene v dve skupini: v zaščitene označbe porekla in v zaščitene geografske označbe. Pri geografskih označbah za vino je pomembna razlika med obema skupinama vezana na delež grozdja, ki mora izvirati iz zamejenega geografskega območja (100 % pri zaščiteni označbi porekla in vsaj 85 % pri zaščiteni geografski označbi) poleg drugih zahtevanih pogojev, ki so natančno določeni v 93. členu Uredbe (EU) št. 1308/2013 in veljajo za vse države članice. Pravimo, da je sistem zaščite geografskih označb Unije, ki ureja tudi vino, enoten in izčrpen. Države članice Unije glede zaščite svojih geografskih označb (tudi vina, ki je predmet urejanja navedenih uredb) upoštevajo pravila Unije ter vzpostavijo in vzdržujejo nacionalni sistem odobritve zaščite in nadzora geografskih označb.

Zaščita geografskih označb in vpis v register Unije

Registracija vseh geografskih označb Unije se deli na dva dela. Najprej se izvede nacionalni postopek za nacionalno zaščito geografske označbe v državi članici. Če je le-ta potrjena, pristojni organ zadevne

države (v Sloveniji je pristojni organ za geografske označbe za vino Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano) vložijo vlogo za zaščito geografske označbe na Komisijo, katera med drugim vključuje nacionalno potrjeno specifikacijo za zadevno geografsko označbo in enotni dokument, ki to specifikacijo povzema. Če tudi Komisija potrdi ustreznost pripravljene specifikacije, se ime geografske označbe zaščiti kot geografska označba Unije in se hkrati vpiše v uradni register eAmbrosia (<https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/food-safety-and-quality/certification/quality-labels/geographical-indications-register/>). Ime geografske označbe se tako registrira. Postopek zaščite geografske označbe zagotavlja, tako na stopnji nacionalnega postopka v Sloveniji kot na stopnji postopka pri Komisiji, možnost ugovora fizičnih in pravnih oseb s pravnim interesom na način, kot je to navedeno v zakonodaji Unije.

Velja omeniti, da lahko v Uniji imena geografskih označb svojih proizvodov zaščitijo tudi tretje države (tj. države, ki niso članice Unije) in jih tudi vpišejo v register eAmbrosia, slednje le, če tako določa mednarodni ali bilateralni sporazum med Unijo in tretjo državo (npr. geografske označbe Ljudske republike Kitajske, ki so zaščitene v okviru sporazuma med Unijo in Ljudsko republiko Kitajsko).

Geografske označbe slovenskih vin

Geografske označbe slovenskih vin so skupna intelektualna lastnina vseh slovenskih pridelovalcev, ki ta vina po zapisanih postopkih pridelujejo. Geografske označbe slovenskih vin so v Uniji zaščitene kot zaščitene označbe porekla ali kot zaščitene geografske označbe. Prvih imamo med slovenskimi vini štirinajst (Teran (2006), Cviček (2006), Metliška črnina (2009), Belokranjec (2006), Bizeljčan (2009), Štajerska Slovenija (2009), Prekmurje (2006), Goriška Brda (2006), Vipavska dolina (2006), Kras (2006), Slovenska Istra (2009), Dolenjska (2006), Bela krajina (2006) in Bizeljsko Sremič (2006)), zaščitene geografske označbe so tri (Posavje (2006), Podravje (2006) in Primorska (2006)). V oklepajih so navedena leta, ko so bile geografske označbe slovenskih vin zaščitene in registrirane v Uniji.

Tradicionalna imena

Opredelitev pojmov označba porekla in geografska označba v Uredbi (EU) št. 1308/2013 je usklajena z opredelitvijo teh pojmov v Sporazumu o trgovinskih vidikih pravic intelektualne lastnine (sporazum TRIPS), kar pomeni, da tudi tradicionalno uporabljeno ime lahko predstavlja označbo porekla v vinskem sektorju (ali pa geografsko označbo). Tradicionalna imena, ki predstavljajo geografske označbe slovenskih vin, in so vpisana v register eAmbrosia kot zaščitene označbe porekla so: Teran, Cviček, Metliška črnina, Belokranjec in Bizeljčan. Slovenskih tradicionalnih imen, ki bi predstavljala zaščitene geografske označbe slovenskih vin v Uniji, trenutno še nimamo.

Kategorije proizvodov vinske trte

Slovenska vina, ki nosijo zaščiten geografsko označbo (Posavje, Podravje in Primorska) se lahko uvrščajo v samo eno kategorijo proizvodov vinske trte Dela II Priloge VII k Uredbi (EU) št. 1308/2013, tj. v kategorijo (1) vino. Enako velja glede dovoljene kategorije za vsa vina z geografsko označbo, ki je tradicionalno ime (tj. vina s priznanim tradicionalnim poimenovanjem Teran, Cviček, Metliška črnina, Belokranjec in Bizeljčan). Vina, ki kot geografsko označbo nosijo ime vinorodnega okoliša (Štajerska Slovenija, Prekmurje, Goriška Brda, Vipavska dolina, Kras, Slovenska Istra, Dolenjska, Bela krajina in Bizeljsko Sremič), se trenutno lahko uvrščajo v dve kategoriji proizvodov vinske trte, in sicer v kategorijo (1) vino in v kategorijo (4) peneče vino v skladu z že omenjenim Delom II Priloge VII k Uredbi (EU) št. 1308/2013.

Zaščiteni slovenski tradicionalni izrazi

Velja opozoriti tudi na zaščitene slovenske tradicionalne izraze iz točke (a) 112. člena Uredbe (EU) št. 1308/2013, ki so prav tako vpisani v register Unije, so pa hkrati tudi kakovostni razredi slovenskih vin z geografsko označbo za izbrane kategorije proizvodov vinske trte Dela II Priloge VII k Uredbi (EU) št. 1308/2013. Primeri takih tradicionalnih izrazov so: vino ZGP, penina, vino PTP, peneče vino z zaščitenim geografskim poreklom, vino s priznanim tradicionalnim poimenovanjem...).

Zaščiteni slovenski tradicionalni izrazi iz točke (b) istega člena dodatno opisujejo postopek proizvodnje ali metode staranja ali kakovosti, barve, vrste kraja ali posebnega dogodka iz zgodovine povezane s proizvodom z zaščiteno označbo porekla vina ali zaščiteno geografsko označbo vina. Trenutno je tak zaščiten slovenski tradicionalni izraz iz točke (b) samo mlado vino.

Nadzor geografskih označb

Nadzor vin z geografsko označbo se izvaja pri vseh korakih pridelave zadevnega vina, ki so si jih pridelovalci predhodno zapisali v specifikacijo proizvoda (vina z geografsko označbo, penečega vina z geografsko označbo...). Ta nadzor vključuje preverjanje tudi drugih korakov, npr. stekleničenje, pakiranje, ki sicer (razen izjemoma) niso del pridelave vina z geografsko označbo, se pa prav tako nadzirajo po predpisanih določbah iz Oddelka 7 *Pregledi* Izvedbene uredbe Komisije (EU) št. 2019/33. Pristojni organ nadzira kemijske, fizikalne in senzorične parametre, katerih analiza je obvezna pri vseh vinih z geografsko označbo, poleg njih pa še vse parametre vina, ki jih je skupina pridelovalcev vina z geografsko označbo določila v specifikaciji svojega proizvoda kot pomembne za preverjanje skladnosti proizvoda s potrjeno specifikacijo. Pristojni organ nadzira postopke pridelave vina z geografsko označbo in izvaja nadzor vina z geografsko označbo na trgu. Pristojni organ za nadzor geografskih označb v sektorju vina v Republiki Sloveniji je Inšpektorat Republike Slovenije za kmetijstvo, gozdarstvo, lovstvo in ribištvo – inšpekcija za vinarstvo.

Standardne spremembe,časne spremembe in spremembe na ravni Unije

Specifikacije vin z geografsko označbo se lahko spreminjajo po predpisanih postopkih Unije, če ne ustrezajo več potrebam pridelovalcev zadevnega vina z geografsko označbo, ali če so spremembe v okolju take, da zahtevane skladnosti s specifikacijo proizvoda ni več možno doseči. Časne spremembe so standardne spremembe, ki veljajo samo omejeno obdobje. Spremembe na ravni Unije so tiste, ki vplivajo na promet z zadevnim vinom z geografsko označbo v celotni Uniji. Razlika med standardnimi spremembami specifikacije in spremembami specifikacije na ravni Unije je tudi v tem, da prve odobri država članica, spremembo Komisija samo objavi.

Pri spremembah na ravni Unije (npr. če gre za spremembo imena geografske označbe, če se doda nova kategorija proizvoda vina z geografsko označbo) po odobritvi spremembe s strani pristojnega organa države članice (Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano v Sloveniji), le-ta pošlje vlogo za spremembo na ravni Unije še Komisiji, ki izvede celoten postopek preverbe vloge, vključno z možnostjo, da tudi druge države članice lahko vložijo ugovor na predlagano spremembo. Potrjeno spremembo na ravni Unije Komisija objavi v Uradnem listu Evropske unije (<https://eur-lex.europa.eu/homepage.html?locale=sl>).

Primer standardne spremembe bi bila npr. sprememba zahtevane vsebnosti sladkorja prostega ekstrakta v specifikaciji katere od zaščitenih označb porekla (npr. Goriška Brda).

Kot primer spremembe na ravni Unije bi bila npr. vključitev še ene kategorije proizvoda vinske trte, npr. (4) peneče vino, v specifikacijo zaščitenega geografske označbe Podravje ali katere druge vinorodne dežele. Kot že navedeno, je v trenutno potrjeni specifikaciji dovoljena samo kategorija (1) vino.

Predlog nove uredbe o geografskih označbah za vino, kmetijske proizvode vključno z živili in žgane pijače

Sistem geografskih označb Unije je dober, vendar sta ocena politike in postopek ocene učinka pokazala možnosti za izboljšave in krepitev sistema geografskih označb. V letih 2022 in 2023 so v obeh evropskih inštitucijah; v Evropskem parlamentu in v Svetu, potekale in še potekajo intenzivne razprave glede nove uredbe. Politična pogajanja (dialog) med Komisijo, Evropskim parlamentom in Svetom se bodo začela po tem, ko bo na Svetu potrjen (predvidoma aprila 2023) splošni pristop glede predloga uredbe. Predvideva se, da bo uredba potrjena do konca leta 2023, še v času v španskega predsedovanja Svetu.

Nekatere vsebine, ki jih naslavlja predlog nove skupne uredbe o geografskih označbah:

- kako čim boljše uveljaviti pravico proizvajalcev do zaščite pravic intelektualne lastnine v njihovih geografskih označbah, tudi na spletu, pri zaščiti uporabe domenskih imen;
- kako zagotoviti, da pridelovalci prejmejo pravičen dohodek za svoj proizvod z geografsko označbo;
- kako preprečiti, da imena proizvodov v slabi veri ne bi izkoriščali gospodarski subjekti, ki nimajo pravic ali niso povezani s pristnim proizvodom;
- kako povečati trajnostno pridelavo proizvodov z geografsko označbo;
- kako boljše obveščati potrošnike o proizvodih z geografsko označbo;
- kako okrepiti položaj pridelovalcev v živilski verigi.

Nova uredba bo spodbujala ustanovitev skupin proizvajalcev proizvodov z geografsko označbo. Proizvajalci združeni v skupine proizvajalcev oz. v priznane skupine proizvajalcev bodo dobili več pooblastil pa tudi več odgovornosti. Na primer:

- izdelava specifikacije ali spremembe specifikacije proizvoda, izvajanje nadzora v skupini proizvajalcev za zagotovitev, da so faze pridelave skladne z navedeno specifikacijo;
- dogovor znotraj skupine o trajnostnih zavezah, ki so lahko vključene v specifikacijo (trajnostne zaveze niso obvezne, če so vključene v specifikacijo postanejo obvezne za pridelovalce zadevnega proizvoda z geografsko označbo);
- oblikovanje, organizacija in izvajanje skupnih trženjskih in oglaševalskih akcij;
- razširjanje informacij za obveščanje potrošnikov o lastnostih proizvoda z geografsko označbo;
- svetovanje sedanjim in bodočim pridelovalcem;
- aktivnosti proti ponarejanju in domnevni goljufivi uporabi geografskih označb za označevanje proizvodov, ki niso skladni s specifikacijo proizvoda (v sodelovanju z izvršilnimi organi);
- pobuda za začetek sodnega postopka za zaščito geografske označbe in pravic intelektualne lastnine, ki so nanjo neposredno vezane;
- druge aktivnosti.

Pričakuje se manj kršitev na spletu, izboljšanje uspešnosti izvrševanja in pregledov, ki jamčijo za pristnost proizvodov in skladnost s specifikacijo geografske označbe. Pričakuje se, da se bodo odpravile zakonodajne vrzeli in da se bo povečala učinkovitost postopkov registracije novih geografskih označb.

Velja omeniti še, da, vzporedno s pripravo nove uredbe o geografskih označbah za vino, kmetijske proizvode (vključno z živili) in žgane pijače, poteka tudi priprava uredbe o geografskih označbah za obrtne in industrijske izdelke. Geografskih označb slednjih namreč do sedaj v Uniji ni bilo možno zaščititi.

Sodelovanje med Komisijo in Evropskim uradom za intelektualno lastnino

Ena izmed aktualnih tem pri pripravi nove uredbe o geografskih označbah za vino, kmetijske proizvode in žgane pijače, je sodelovanje med Komisijo in Evropskim uradom za intelektualno lastnino (EUIPO) v postopkih registracije in zaščite novih geografskih označb ter pri potrditvah sprememb

specifikacij obstoječih. Izpostavljenih je bilo veliko vprašanj in pomislekov. Ali npr. EUIPO vključiti samo v administrativne naloge, morda v vodenje registra geografskih označb? Ali EUIPO vključiti v postopek pregledovanja specifikacij na drugi stopnji postopka, tj. na ravni Unije? Ne glede na razplet, bo Komisija ohranila pristojnost glede skupne politike Unije o geografskih označbah, prav tako bo Komisija ohranila vso pristojnost za končno odločitev; ali se zadevna geografska označba zaščiti kot označba Unije ali ne.

Označevanje in zagotavljanje informacij o živilih potrošnikom

Pridelovalci vina in drugih proizvodov vinske trte iz Dela II Priloge VII k Uredbi (EU) št. 1308/2013 pri označevanju upoštevajo vse določbe sektorske zakonodaje za vino. Za vse obveznosti glede označevanja vina, ki niso posebej določene v sektorski zakonodaji za vino, veljajo vsa horizontalna pravila o zagotavljanju informacij o živilih potrošnikom, ki so zapisana v Uredbi (EU) št. 1169/2011.

Vendar so za vino do sedaj veljale nekatere izjeme glede obveznega označevanja živil, določene v horizontalni zakonodaji za živila. Na primer: obvezno označevanje hranilne vrednosti (katere označba vsebuje energijsko vrednost živila (v kJ oziroma v kcal) in označbo količine hranil (maščob, nasičenih maščob, ogljikovih hidratov, sladkorjev, beljakovin in soli)) iz prvega odstavka 30. člena Uredbe (EU) št. 1169/2011) za pijače z vsebnostjo več kot 1,2 vol. % alkohola ni obvezno. Prav tako za te pijače ni obvezno navajanje seznama sestavin (četrti odstavek 16. člena Uredbe (EU) št. 1169/2011). Med pijače z več kot 1,2 vol. % alkohola sodijo kategorije proizvodov vinske trte: vino, peneče vino, likersko vino, peneče vino, kakovostno peneče vino, kakovostno aromatično peneče vino, gazirano peneče vino, biser vino, gazirano biser vino in druge.

Novosti pri označevanju vina

Leta 2021 sprejeta Uredba (EU) št. 2021/2117 uvaja glede označevanja vina in drugih proizvodov vinske trte dodatne zahteve glede obveznih navedb iz 119. člena Uredbe (EU) št. 1308/2013, in sicer glede navajanja hranilne vrednosti, seznama sestavin in med sestavinami tudi snovi, ki lahko povzročijo alergije ali preobčutljivosti. Te dodatne zahteve začnejo veljati od 8. decembra 2023 naprej, dodatnega prehodnega obdobja po decembru 2023 pa uredba ne predvideva.

Da bi se zagotovila višja raven obveščenosti potrošnikov vina, se od 8. decembra 2023 naprej med obvezne navedbe 119. člena Uredbe (EU) št. 1308/2013 dodaja obvezna označba hranilne vrednosti in obvezna označba seznama sestavin vina. To pomeni, da izjeme glede odsotnosti navedb hranilne vrednosti vina in seznama sestavin v vinu, kar je bilo do sedaj dovoljeno z Uredbo (EU) št. 1169/2011, ne bo več. Prav tako se sedaj zaradi obveznega navajanja seznama sestavin vina in drugih proizvodov vinske trte dopolnjuje seznam alergenov, ki jih je potrebno navesti na embalaži ali na etiketi pritrjeni nanjo, tj. poleg SO₂, jajčnih beljakovin in mlečnih beljakovin (kar je bilo sicer obvezno že sedaj).

Vse obvezne navedbe iz 119. člena Uredbe (EU) št. 1308/2013 in Poglavja IV *Označevanje in predstavitev* Delegirane uredbe Komisije (EU) št. 2019/33 morajo biti prikazane v istem vidnem polju, vključno s hranilno vrednostjo in seznamom sestavin (in prisotnih alergenov). Font črk obveznih navedb je določen v tretjem odstavku 40. člena Delegirane uredbe Komisije (EU) št. 2019/33.

Po 8. decembru 2023 bodo pridelovalci vse obvezne navedbe lahko zapisali na embalaži ali na etiketi pritrjeni nanjo enako kot do sedaj (samo da bo zahtevanih obveznih navedb več). Novost pa je, da se bo lahko del obveznih navedb potrošniku ponudil v elektronski obliki (npr. dostopni preko QR kode).

Pridelovalci vina bodo imeli možnost, da vsebino označbe hranilne vrednosti na embalaži ali na etiketi, pritrjeni nanjo, omejijo samo na energijsko vrednost. Popolno označbo hranilne vrednosti (tj. označbo energijske vrednosti in označbo količine hranil) ter seznam sestavin pa bodo lahko dali na voljo potrošnikom v elektronski obliki. Pod pogojem, da pridelovalci ne bodo zbirali ali sledili podatkom uporabnikov tega elektronskega sistema, niti ne bodo, skupaj z navedbo hranilne vrednosti in seznamom sestavin v elektronski obliki, navajali še dodatnih informacij za namene trženja. Čeprav sodijo tudi

snovi, ki lahko povzročijo alergije ali preobčutljivosti, med sestavine pridelanega vina, pa zanje možnost navedbe samo v elektronski obliki ne velja.

Spremembe in nove zahteve glede označevanja veljajo tudi za vse kategorije aromatiziranih vinskih proizvodov, tj. za aromatizirana vina, aromatizirane pijače na osnovi vina in aromatizirane koktajle iz vinskih proizvodov, ki so opredeljeni v Uredbi (EU) št. 251/2014 in v Delegirani uredbi Komisije (EU) št. 2017/670.

Obvezne navedbe sestavin pridelanega vina

Sestavine, ki jih 8. decembru 2023 navajajo pridelovalci vina in drugih proizvodov vinske trte:

- grozdje in grozdni mošt;
- saharoza, zgoščeni grozdni mošt, rektificirani zgoščeni grozdni mošt (vsi za obogatitev);
- grozdni mošt, zgoščeni grozdni mošt, rektificirani zgoščeni grozdni mošt (vsi za dosladkanje);
- vrelni liker, sladilni liker (za kategorije (4) peneče vino, (5) kakovostno peneče vino, (6) kakovostno aromatično peneče vino, (7) gazirano peneče vino, (8) biser vino in (9) gazirano biser vino);
- regulatorji kislosti;
- konzervansi in antioksidanti;
- sredstva za zbitritev (in sicer snovi uporabljene kot pomožna tehnološka sredstva iz točke (d) 20. člena Uredbe (EU) št. 1169/2011, ki pa so še vedno prisotna v končnem proizvodu, čeprav v spremenjeni obliki in lahko povzročijo alergije ali preobčutljivosti);
- stabilizatorji;
- plini in plini za pakiranje (če se uporabljajo kot aditivi);
- snovi, uporabljene v drugih postopkih (smola alepskega bora, karamel).

Dodatne podrobnosti glede navajanja seznama sestavin bodo vključene v uredbi Komisije, ki sta v pripravi (posebej za vino in druge proizvode vinske trte iz Dela II Priloge VII k Uredbi (EU) št. 1308/2013 in posebej za aromatizirane vinske proizvode iz Uredbe (EU) št. 251/2014). Enako velja za dodatne podrobnosti glede označevanja snovi, ki povzročajo alergije ali preobčutljivosti.

Označevanje snovi, ki povzročajo alergije ali preobčutljivosti

Prisotnost snovi, ki povzročajo alergije ali preobčutljivosti, ostaja kot obvezna navedba vedno na embalaži ali na etiketi pritrjeni nanjo in ne samo v elektronski obliki, npr. dostopni preko QR kode. Dovoljena uporabljena enološka sredstva v pridelavi vina, ki se bodo po 8. decembru 2023 morala obvezno navajati, so navedena v Preglednici 2 Dela A Priloge I k Delegirani uredbi Komisije (EU) št. 2019/934. Hkrati pa so ta enološka sredstva navedena v Prilogi II *Snovi ali proizvodi, ki povzročajo alergije ali preobčutljivosti* k Uredbi (EU) št. 1169/2011. Ta enološka sredstva so: (2.1) žveplov dioksid, (2.2) kalijev bisulfit, (2.3) kalijev metabisulfit, (2.5) lizocim, (5.2) pšenične beljakovine, (5.6) kazein, (5.7) kalijevi kazeinati in (5.8) jajčni albumin. Med enološka sredstva iz Preglednice 2, ki jih bo potrebno označiti kot alergene, pa ne sodi (5.5) želatina iz ribjih mehurjev, ki se uporablja kot sredstvo za bistenje vina, in je hkrati navedena v točki (4)(b) Priloge II *Snovi ali proizvodi, ki povzročajo alergije ali preobčutljivosti* k Uredbi (EU) št. 1169/2011.

Dealkoholizirano in delno dealkoholizirano vino

S sprejetimi spremembami Uredbe (EU) št. 1308/2013 bo Unija spodbujala pridelavo dealkoholiziranih vin in drugih proizvodov vinske trte (z vsebnostjo dejanskega alkohola največ 0,5 vol. %) ter delno dealkoholiziranih vin (z vsebnostjo dejanskega alkohola nad 0,5 vol. % in pod najmanjšo dejansko vsebnostjo alkohola za kategorijo pred dealkoholizacijo).

Vino in drugi proizvodi vinske trte z geografsko označbo bodo lahko na trgu samo delno dealkoholizirani. Velja pa, da bodo morali pridelovalci za vsa vina in druge proizvode vinske trte z geografsko označbo dopisati v specifikacijo zadevne geografske označbe, da se njihovi proizvodi lahko delno dealkoholizirajo, če bodo hoteli ta delno dealkoholizirana vina z geografsko označbo vinorodnega okoliša ali vinorodne dežele ponuditi na trgu. Vino in drugi proizvodi vinske trte brez geografske označbe pa bodo lahko na trgu tudi dealkoholizirani, tj. z vsebnostjo dejanskega alkohola največ 0,5 vol. %.

Dealcoholizirani proizvodi in delno dealcoholizirani proizvodi se uvrščajo v enako kategorijo proizvodov vinske trte iz Dela II Priloge VII k Uredbi (EU) št. 1308/2013 kot bi se uvrstil proizvod, če zmanjšanje alkohola z dovoljenimi postopki dealcoholizacije (tj. delnega vakuumskega izhlapevanja ali membranskih tehnik ali destilacije) ne bi bilo izvedeno. Dealcoholizirani in delno dealcoholizirani proizvodi niso nove samostojne kategorije v Uredbi (EU) št. 1308/2013, v celoti jih bo urejala sektorska zakonodaja za vino znotraj skupne ureditve trga z vinom v Uniji.

Za vse dealcoholizirane proizvode in delno dealcoholizirane proizvode z manj kot 10 vol. % dejanskega alkohola zakonodaja predvideva obvezno označenje minimalnega roka trajanja, enako kot že sedaj velja za živila (Uredba (EU) št. 1169/2011).

Kateri bodo dovoljeni enološki postopki po uporabi ene od metod za dealcoholizacijo, zato, da bi dealcoholiziranemu ali delno dealcoholiziranemu proizvodu povrnili nazaj nekaj njegovih značilnih lastnosti in kakovosti? Ali bo v dealcoholizirano vino in delno dealcoholizirano vino dovoljeno dodajati sestavine, kot je npr. glicerol? Bo dealcoholizirano vino sploh še vino (razen seveda po uradni razvrstitvi v ustrezno kategorijo proizvodov vinske trte v Delu II Priloge VII k Uredbi (EU) št. 1308/2013)? Ali bo vino z manj alkohola našlo svoje mesto na trgu, enako kot lahko potrdimo za brezalkoholno pivo in pivo z manj alkohola? Vsa ta vprašanja zahtevajo razpravo v sektorju vina in iskanje dobrih rešitev.

Pogled naprej

Spremembe podnebja, katerih posledice že opažamo v lokalnem okolju in vplivajo na pridelavo grozdja in vina, nove zahteve glede označevanja živil (hranilne vrednosti, označevanja sestavin, alergenov) za namen večje obveščenosti in osveščenosti potrošnikov, zagotavljanje prehranske varnosti in aktivna zdravstvena politika Unije, prehod na trajnostne sisteme pridelave hrane, kamor sodi tudi pridelava grozdja in vina, bodo zagotovo spodbudili pridelovalce slovenskih vin, da bodo aktivneje upravljali z geografskimi označbami svojih pridelanih vin. Na Ministrstvu za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano pričakujemo, da se bodo pridelovalci aktivneje povezovali v skupine pridelovalcev vin z geografsko označbo. Pričakujemo, da bomo prejeli več vlog za spremembo specifikacij geografskih označb. Morda bodo pridelovalci na resorno ministrstvo vložili vlogo za zaščito in registracijo čisto nove geografske označbe za vino, za katero bodo predhodno ocenili, da lahko prispeva k njihovi prepoznavnosti in večji prodaji na trgu.

Literatura

Uredba (EU) št. 1308/2013 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 17. decembra 2013 o vzpostavitvi skupne ureditve trgov kmetijskih proizvodov in razveljavitvi uredb Sveta (EGS) št. 922/72, (EGS) št. 234/79, (ES) št. 1037/2001 in (ES) št. 1234/2007 (UL L št. 347 z dne 20. 12. 2013, str. 671).

Uredba (EU) 2021/2117 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 2. decembra 2021 o spremembi uredb (EU) št. 1308/2013 o vzpostavitvi skupne ureditve trgov kmetijskih proizvodov, (EU) št. 1151/2012 o shemah kakovosti kmetijskih proizvodov in živil, (EU) št. 251/2014 o opredelitvi, opisu, predstavitvi, označevanju in zaščiti geografskih označb aromatiziranih vinskih proizvodov in (EU) št. 228/2013 o posebnih ukrepih za kmetijstvo v najbolj oddaljenih regijah Unije (UL L št. 435 z dne 6. 12. 2021, str. 262).

- Delegirana uredba Komisije (EU) 2019/33 z dne 17. oktobra 2018 o dopolnitvi Uredbe (EU) št. 1308/2013 Evropskega parlamenta in Sveta v zvezi z vlogami za zaščito označb porekla, geografskih označb in tradicionalnih izrazov v vinskem sektorju, postopkom ugovora, omejitvami uporabe, spremembami specifikacij proizvoda, preklicem zaščite ter označevanjem in predstavitvijo (UL L št. 9 z dne 11. 1. 2019, str. 2).
- Izvedbene uredbe Komisije (EU) 2019/34 z dne 17. oktobra 2018 o določitvi pravil za uporabo Uredbe (EU) št. 1308/2013 Evropskega parlamenta in Sveta v zvezi z vlogami za zaščito označb porekla, geografskih označb in tradicionalnih izrazov v vinskem sektorju, postopkom ugovora, spremembami specifikacij proizvoda, registrom zaščitenih imen, preklicem zaščite in uporabo simbolov ter Uredbe (EU) št. 1306/2013 Evropskega parlamenta in Sveta v zvezi z ustreznim sistemom pregledov (UL L št. 9 z dne 11. 1. 2019, str. 46).
- Uredba (EU) št. 1169/2011 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 25. oktobra 2011 o zagotavljanju informacij o živilih potrošnikom, spremembah uredb (ES) št. 1924/2006 in (ES) št. 1925/2006 Evropskega parlamenta in Sveta ter razveljavitvi Direktive Komisije 87/250/EGS, Direktive Sveta 90/496/EGS, Direktive Komisije 1999/10/ES, Direktive 2000/13/ES Evropskega parlamenta in Sveta, direktiv Komisije 2002/67/ES in 2008/5/ES in Uredbe Komisije (ES) št. 608/2004 (UL L št. 304 z dne 22. 11. 2011, str. 18).
- Delegirana uredba Komisije (EU) 2019/934 z dne 12. marca 2019 o dopolnitvi Uredbe (EU) št. 1308/2013 Evropskega parlamenta in Sveta glede vinorodnih območij, na katerih je mogoče delež alkohola povečati, dovoljenih enoloških postopkov in omejitev, povezanih s pridelavo in konzerviranjem proizvodov vinske trte, najmanjšega odstotnega deleža alkohola za stranske proizvode in njihovega odstranjevanja ter objave spisov OIV (UL L št. 149 z dne 7. 6. 2019, str. 1).
- Uredba (EU) št. 251/2014 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 26. februarja 2014 o opredelitvi, opisu, predstavitvi in označevanju aromatiziranih vinskih proizvodov in o razveljavitvi Uredbe Sveta (EGS) št. 1601/91 (UL L št. 84 z dne 20. 3. 2014, str. 14).
- Delegirana uredba Komisije (EU) 2017/670 z dne 31. januarja 2017 o dopolnitvi Uredbe (EU) št. 251/2014 Evropskega parlamenta in Sveta glede dovoljenih proizvodnih postopkov za pridobivanje aromatiziranih vinskih proizvodov (UL L št. 97, z dne 8. 4. 2017, str. 5).

Javna služba v vinogradništvu: poslanstvo, aktivnosti in dosežki

Denis Rusjan^{1*}, Tanja Vaupotič², Franc Čuš³, Katja Šuklje Antalick³, Anastazija Jež Krebelj³, Stanko Vrščič⁴,
Janez Valdhuber⁴, Andreja Škvarč⁵

¹ Katedra za sadjarstvo, vinogradništvo in vrtnarstvo, Oddelek za agronomijo, Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana

² STS Ivanjковci, Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod Maribor, Vinarska 14, 2000 Maribor

³ Kmetijski inštitut Slovenije, Hacquetova ulica 17, 1000 Ljubljana

⁴ Univerzitetni center za vinogradništvo in vinarstvo Meranovo, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Univerza Maribor, Pivola 10, 2311 Hoče

⁵ STS Vrhpolje, Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica, Pri hrastu 18, 5000 Nova Gorica;

*Korespondenca: denis.rusjan@bf.uni-lj.si

Izveček: Javna služba v vinogradništvu (JSV) se je organizirala in deluje od leta 2018 na podlagi Uredbe o javnih službah (Ur.l. RS, 60/17) in Pravilnika o pogojih (Ur.l. RS, 60/17). Ključni strateški cilji programa so ohranjanje in povečanje obsega vinogradniških površin, krčenje starih neekonomičnih vinogradov in sajenje primernih sort na določeno lego. Za doseganje tega cilja so pomembne kakovostne trsne cepljenke in dopolnjevanje trsnega izbora v skladu s spremenjenimi tehnologijami ter prilagoditvami na naravne danosti. Strokovno delo se v grobem deli na (i) selekcijo, (ii) zagotavljanje izhodiščnega razmnoževalnega materiala, (iii) introdukcijo, (iv) tehnološke poskuse ter (v) strokovno tehnično koordinacijo. Najpomembnejši dosežki dosedanjega dela so novi slovenski kloni sort 'Malvazija', 'Kraljevina' in 'Modra frankinja', vpis sort 'Marselan' in 'Tannat' za Primorsko in 'Merlot' za Podravje in Posavje ter tolerantnih sort 'Fleurtaï', 'Soreli', 'Merlot Kanthus', 'Johanniter', 'Solaris', 'Muscaris', 'Souvignier gris' in 'Monarch' leta 2021 v trsni izbor. V okviru JSV poskušamo vzpostaviti, povezovati in vzdrževati čim tesnejše stike med različnimi gospodarskimi subjekti in javnimi institucijami, saj je informiranje in sodelovanje med različnimi deležniki nujno potrebno. Za te namene organiziramo različne delavnice ter informativne dneve, na katerih se lahko uporabniki seznanijo z delom, aktivnostmi in rezultati JSV, obenem lahko podajate pobude in predloge, ki jih vnašamo v program dela.

Ključne besede: javna služba, vinska trta, sorta, klon, tolerantnost, razmnoževanje, cepljenka

Public Service in Viticulture: Mission, Activities and Achievements

Abstract: The Public Service in Viticulture (JSV) was organized and operates on the basis of the Regulation on public services (Og RS, 60/17) and the Rule on conditions (Og RS, 60/17). The key strategic goals of the program are to preserve and increase vineyard areas, shrinking old uneconomic vineyards and planting suitable varieties. In order to achieve this goals, high-quality grafts and supplementing vine selection are crucial in accordance with changed technologies and adaptations to natural conditions. Those measures lead to high-quality and economic production of grapes and wines. Professional work of JSV includes (i) selection, (ii) provision of propagating material, (iii) introduction, (iv) technological experiments and (v) technical coordination. The most important achievements of JSV are new Slovenian clones of the varieties 'Malvazija', 'Kraljevina' and 'Modra frankinja', inscription of 'Marselan' and 'Tannat' for Primorska and 'Merlot' for Podravje and Posavje and of tolerant varieties 'Fleurtaï', 'Soreli', 'Merlot Kanthus', 'Johanniter', 'Solaris', 'Muscaris', 'Souvignier gris' and 'Monarch' in 2021 in the vine selection. Within the framework of JSV, we try to establish, connect and maintain as close contacts as possible among various economic entities and public authorities. For these purposes, we organize various workshops and information days, where users can familiarize themselves with the work, activities and results of JSV, and at the same time, you can submit initiatives and suggestions that we enter into the work program.

Keywords: Public Service, grapevine, variety, clone, tolerance, reproduction, graft

Uvod

Javna služba v vinogradništvu (JSV; <https://vinogradnistvo.javneposluzbe.si>) se je organizirala in deluje na podlagi Uredbe o javnih službah... (Ur.l. RS, 60/17) in Pravilnika o pogojih... (Ur.l. RS, 60/17) za obdobje 2018-2024, katere strateški in razvojni cilji so (i) ohranitev obsega vinogradniških površin; (ii) ohranitev tržnega deleža na domačem trgu in (iii) povečanje prodaje vina na trgih izven RS na dvajset odstotkov pridelave. Program dela javne službe temelji na strategiji razvoja in ukrepov kmetijske politike za vinogradništvo, njegov ključni strateški cilj je ohranjanje in povečanje obsega vinogradniških površin, krčenje starih neekonomičnih vinogradov in sajenje primernih sort na določeno lego. Za doseganje tega cilja so pomembne kakovostne trsne cepljenke in izboljševanje trsnega izbora v skladu s spremenjenimi tehnologijami ter prilagoditvami na naravne danosti, predvsem na podnebne spremembe. Le tako se bo ohranjala kakovostna in gospodarna pridelava grozdja in vina. Strokovno delo poteka že vrsto let in do zdaj je bilo razdeljeno na dve strokovni nalogi – na selekcijo in introdukcijo sort vinske trte ter na delo Seleksijsko trsničarskih središč, kjer je poleg selekcije in introdukcije sort potekala vzdrževalna selekcija v baznih matičnih vinogradih z namenom zagotavljanja izhodiščnega razmnoževalnega materiala.

Naloge JSV, opredeljene v tem programu, so (i) selekcija vinske trte v vinorodni deželi Primorska; (ii) selekcija vinske trte v vinorodnih deželah Podravje in Posavje; (iii) zagotavljanje izhodiščnega razmnoževalnega materiala vinske trte v vinorodni deželi Primorska; (iv) zagotavljanje izhodiščnega razmnoževalnega materiala vinske trte v vinorodni deželi Podravje in Posavje; (v) introdukcija vinske trte v vinorodnih deželah Primorska, Podravje in Posavje; (vi) tehnologije pridelave vinske trte v vinorodnih deželah Primorska, Podravje in Posavje in (vii) strokovno-tehnična koordinacija v vinogradništvu. JSV za izvajanje strokovnih nalog v vinogradništvu bo s strokovnimi nalogami prispevala k uresničevanju strateških usmeritev razvoja vinogradništva. JSV s strokovnimi nalogami prispeva k uresničevanju strateških ciljev na področju panoge in seveda tudi širše. Seznanjeni smo s Cilji skupne kmetijske politike za obdobje 2023-2027 in aktivno bomo sodelovali pri uresničevanju enega od treh splošnih ciljev – krepitev skrbi za okolje in podnebni ukrepi. V sklopu devetih specifičnih ciljev pa bomo z našim delom in izvajanjem strokovnih nalog prispevali k uresničevanju naslednjih ciljev: (i) krepitev tržne usmerjenosti in povečanje konkurenčnosti, tudi z večjim poudarkom na raziskavah, tehnologiji in digitalizaciji; (ii) prispevanje k blažitvi podnebnih sprememb in prilagajanju nanje ter k trajnostni energiji; (iii) spodbujanje trajnostnega upravljanja naravnih virov, kot so voda, tla in zrak; (iv) prispevanje k varstvu biotske raznovrstnosti in (v) privabljanje mladih kmetov in spodbujanje razvoja podjetij na podeželskih območjih.

Selekcija vinske trte

Selekcija je odbira in izbira trt z želenimi lastnostmi za namen nadaljnjega razmnoževanja. Seleksijsko delo pri vinski trti temelji na gensko zelo različnih lokalnih populacijah, glavni namen in cilj naloge pa je pridobitev zdravega in sortno pristnega materiala klonov domačih in tujih vinskih sort, ter njihov vpis v sortno listo in trsni izbor. V naših podnebnih razmerah odbran in uradno potrjen material je izhodišče za pridelavo kakovostnih cepljenk in pozneje kakovostnega pridelka. Osnova klonske selekcije pri trti je pozitivna množična selekcija. Namen pozitivne množične selekcije vinske trte je odbira posameznih trt, ki so najprimernejše za nadaljnje razmnoževanje. Odbrane trte se kot predklonski kandidati vključijo v klonsko selekcijo. V okviru klonske selekcije se izvedeta zdravstvena selekcija (indeksiranje na določene viruse in virusom podobne škodljive organizme) in preverjanje sortne pristnosti posameznega predklonskega kandidata. Klonska selekcija se zaključi s preveritvijo uporabne vrednosti (mikroviniifikacija) najobetavnejših predklonskih kandidatov in z uradno potrditvijo novega klona. Klonska selekcija vinske trte poteka v vseh treh vinorodnih deželah Slovenije. Cilji selekcije vinske trte izvedba pozitivne množične selekcije, pridobivanje novih klonov sort žlahtne vinske trte in podlag vinske trte za nadaljnje razmnoževanje, ki so prilagojeni na spremenjene podnebne

razmere, odpornejši na škodljive organizme, ki v naših podnebnih in talnih razmerah dajejo stalen in kakovostni pridelek ter pomembno vplivajo na večjo gospodarnost pridelave; revitalizacija nekaterih lokalnih populacij vinske trte z namenom ponuditi kakovostno vino s poudarjeno identiteto vinorodnega okoliša in dopolnjevanje sortne liste in trsnega izbora. Izvajalci selekcije vinske trte so KGZ Nova Gorica, Selekcijsko trsničarsko središče (STS) Vrhoplje pri Vipavi in KGZ Maribor, Selekcijsko trsničarsko središče (STS) Ivanjkovci pri Ormožu, s podizvajalci Biotehniška fakulteta UL, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede UM in Kmetijski inštitut Slovenije.

Introdukcija vinske trte

V sklopu naloge se ugotavlja primernost in prilagodljivost za Slovenijo zanimivih vinskih sort in klonov z drugih geografskih območij, ki bi lahko bile pridelovalno in tržno zanimive tudi v naših okoljskih razmerah. Zaradi agro-bioloških razlik med sortami in zaradi njihovih različnih odzivov na dane okoljske razmere je treba nove sorte in klone vsestransko preizkusiti. Prav tako se ugotavlja tudi odpornost in toleranco sort in podlag na bolezni in škodljivce ter na stresne razmere, kot sta zimska in spomladanska pozeba, suša, vročina, ekstremne padavine itd. Zaradi vse večjega povpraševanja po lokalno pridelanem svežem namiznem grozdju se v program introdukcije vključujejo tudi namizne sorte, tako sorte iz vrste *Vitis vinifera* L. kot številne, ki izhajajo iz medvrstnih križanj in so tolerantne na škodljive organizme in se jih lahko prideluje z manjšo uporabo zaščitnih sredstev. V redno pridelavo se načeloma sprejme tiste sorte, klone in podlage, ki vsaj v eni od zelenih lastnosti prekašajo standardne sorte ali pa pomembno prispevajo k popestritvi ponudbe vina v posameznem pridelovalnem okolišu. Cilji introdukcije vinske trte so: (i) izbor sort, klonov in podlag z večjo toleranco na bolezni in manjšo občutljivostjo na stresne razmere, ki prispevajo k višji kakovosti pridelka grozdja in vina; (ii) izbor sort, klonov in podlag, ki so prilagojene za pridelavo v posameznih vinorodnih deželah Slovenije in dopolnitev trsnega izbora; (iii) uvajanje sort namiznega grozdja v pridelavo. Izvajalec introdukcije (posebno preizkušanje) vinske trte je Kmetijski inštitut Slovenije s podizvajalcema KGZ Nova Gorica, Selekcijsko trsničarsko središče (STS) Vrhoplje pri Vipavi in KGZ Maribor, Selekcijsko trsničarsko središče (STS) Ivanjkovci pri Ormožu.

Zagotavljanje izhodiščnega razmnoževalnega materiala

Izhodiščni razmnoževalni material vinske trte se zagotavlja v baznih vinogradih (pridelava cepičev), v baznem matičnjaku (pridelava ključev podlag) in s pridelavo baznih trsnih cepljenk. V baznih matičnih vinogradih so posajene bazne matične trte in v repozitoriju v rastlinjaki izvorne matične trte devetintridesetih potrjenih slovenskih klonov, ki pomenijo za vinogradništvo izhodiščni material visoke genske in zdravstvene vrednosti. Pridelava baznega razmnoževalnega materiala poteka izključno v selekcijsko trsničarskih središčih in bazne trsne cepljenke so namenjene izključno za sajenje novih matičnih vinogradov, namenjenih za pridelavo cepičev kategorije certificiran in s tem za zagotavljanje pridelave certificiranega razmnoževalnega materiala. Izvajanje naloge je nujno za oskrbo trsničarjev in vinogradnikov, ki se odločijo za sajenje matičnih vinogradov. Ostali vinogradniki pa imajo posredne učinke te naloge, saj lahko kupijo kakovostne trsne cepljenke iz doma pridelanega materiala. Ob nenehnem pojavljanju novih virusnih obolenj vinske trte bo treba poleg rednih obveznih testiranj na viruse, na katere se testira izvorni in bazni razmnoževalni material trte, opraviti še dodatna testiranja. Da bi zagotovili ustrezno zdravstveno stanje slovenskih klonov, bi bila v prihodnje smiselna uvedba postopkov pridobivanja trt z metodami razmnoževanja s tkivnimi kulturami. Cilji zagotavljanja izhodiščnega materiala vinske trte so (i) zagotavljanje baznih cepičev potrjenih slovenskih klonov vinskih sort za slovenske trsničarje; (ii) zagotavljanje baznih podlag za slovenske trsničarje; (iii) zagotavljanje baznih trsnih cepljenk potrjenih slovenskih klonov za slovenske trsničarje. Izvajalca zagotavljanja izhodiščnega razmnoževalnega materiala sta KGZ Nova Gorica, Selekcijsko trsničarsko

središče (STS) Vrhopolje pri Vipavi in KGZ Maribor, Seleksijsko trsničarsko središče (STS) Ivanjkovci pri Ormožu.

Tehnologije pridelave

Preizkušanja tehnologij pridelave vinske trte se doslej niso izvajala v velikem obsegu. Z uvedbo tehnoloških poskusov na sortah in klonih vinske trte se pri slovenskih klonih vinske trte iščejo optimalne tehnološke rešitve za doseganje optimalnega pridelka, boljše kakovosti grozdja in vina in za zmanjšanje stroškov pridelave v povezavi z ukrepi za blaženje posledic podnebnih sprememb. Cilji preizkušanja tehnologij pridelave vinske trte so: (i) optimalne tehnološke rešitve za pridelavo slovenskih klonov vinske trte; (ii) optimalne tehnološke rešitve za pridelavo namiznih sort; (iii) zniževanje stroškov pridelave; (iv) izboljšanje kakovosti pridelka grozdja in vina. Izvajalec tehnologije pridelave je Kmetijski inštitut Slovenije s podizvajalcema KGZ Nova Gorica, Seleksijsko trsničarsko središče (STS) Vrhopolje pri Vipavi in KGZ Maribor, Seleksijsko trsničarsko središče (STS) Ivanjkovci pri Ormožu.

Strokovno tehnična koordinacija v vinogradništvu

V Sloveniji potrebujemo nov pristop v prenosu znanja v kmetijstvu, saj obstoječi sistem marsikdaj ni dovolj učinkovit. Potrebno je zagotoviti integracijo znanja in informacij z namenom, da se dosežejo določeni sinergijski učinki pri reševanju problemov in potrebnem razvoju v slovenskem vinogradništvu. S tem namenom se v okviru JSV vzpostavlja sistem strokovno-tehnične koordinacije, ki bo zagotavljala poenotenje delovanja javne službe v vinogradništvu in ustrezen prenos znanja med raziskovalnimi, izobraževalnimi in svetovalnimi ustanovami. Naloge strokovno-tehnične koordinacije izvaja strokovni vodja JS. Cilji strokovno-tehnične koordinacije so: (i) vzpostavljeno strokovno-tehnično vodenje in koordinacija javne službe; (ii) boljši prenos znanja do javne službe kmetijskega svetovanja in pridelovalcev; (iii) vzpostavljeno sodelovanje z ostalimi javnimi službami na področju kmetijstva in z nevladnimi organizacijami.

Izvajalec strokovno tehnične koordinacije v vinogradništvu je KGZ Nova Gorica. V letu 2018 in delno v letu 2019 je koordinatorstvo JSV vodila dr. Tjaša Jug, od katere je koordinatorstvo leta 2019 nasledil dr. Denis Rusjan.

Material in metode

Selekcija in zagotavljanje izhodiščnega materiala - KGZ GO

V letih od 2009 do 2016 smo v okviru strokovne naloge selekcija, na terenu in na različnih lokacijah v 25 vinogradih od Goriških brd do Slovenske Istre pregledali in selekcionirali skupaj 33.000 trt. Letno sta bila med rastno dobo opravljena vsaj dva pregleda. Poleg naštetega smo opravili še vrsto enkratnih oziroma dvakratnih pregledov vinogradov in označili trte v nekaterih starejših vinogradih ali stare sorte, ki bi jih lahko izgubili. Rezultat večletnega seleksijskega terenskega dela na Primorskem in opravljenih seroloških testov za ugotavljanje prisotnosti virusov so odbrane elite. Pri več kot polovici testiranih elit se je izkazalo, da so v trtah prisotni virusi. Kljub velikemu deležu okuženih elit z virusi nam je uspelo odbrati tudi nekaj zdravih, ki smo jih razmnožili in so posajene v koleksijskem vinogradu Pouzelce, med vasema Slap in Lože v Vipavski dolini. Za namene klonske selekcije oskrbujemo vinograd s posajenimi 2.233 trtami 8 različnih sort: 'Refošk' - 16 elit, 'Laški rizling' - 8 elit, 'Malvazija' - 9 elit, 'Zeleni sauvignon' - 19 elit, 'Merlot' - 12 elit, 'Vitovska grganja' - 4 elite, 'Rebula' - 15 elit ter 'Cipro' - 1 elita. V letu 2022 smo kolekcijo dopolnili in posadili še 6 elit sorte 'Zelen' in 10 elit sorte 'Barbera'.

Od organizacije JSV leta 2019 se v okviru selekcije izvaja pozitivno množično selekcijo, in sicer na različnih lokalnih sortah posajenih v lastnem kolekcijskem vinogradu na Pouzelcah in v vinogradu na Pradah v Slovenski Istri. V kolekcijskem vinogradu na Pouzelcah ohranjamo stare lokalne sorte, med njimi tudi take, ki rastejo le še v našem vinogradu. Vinograd redno oskrbujemo in izvajamo vse potrebne agrotehnične in tehnološke ukrepe. Spremljamo pojav boleznin in škodljivcev in izvajamo vizualne zdravstvene preglede. Spremljali smo dinamiko dozorevanja z načrtnim vzorčenjem grozdja v tedenskih razmikih - stehali smo maso jagod ter analizirali sladkor, skupne kisline, jabolčno kislino, vinsko kislino ter pH in YAN. V letu 2019 smo predelali grozdje 4 lokalnih sort 'Cipro', 'Borgonja', 'Dolga petlja' in 'Poljšakica' in donegovali in stekleničili vino. Z namenom ohranjanja lokalnih sort smo cepili nekaj lokalnih sort iz Vipavske doline in Slovenske Istre za dva vinogradnika, ki bosta zasadila manjša vinograda s starimi lokalnimi sortami. Opisali smo 24 starih sort, ki smo jih v zadnjih letih vinificirali, po priporočenih OIV deskriptorjih – 14 deskriptorjev.

Od leta 2019 skrbno in redno oskrbujemo vinograd na Pouzelcah, kjer poteka tudi klonska selekcija. Spremljali smo pojav boleznin in škodljivcev in izvajali vizualne zdravstvene preglede. Odločili smo se za predelavo grozdja 8 elit sorte 'Malvazija', 7 elit sorte 'Refošk' in 7 elit sorte 'Zeleni sauvignon' (Tokaj). Spremljali smo dinamiko dozorevanja, pobirali vzorce grozdja v tedenskih razmikih in analizirali grozdje - izmerili smo maso jagod ter vsebnost skupnih sladkorjev, kislina, jabolčne kisline, vinske kisline ter pH in YAN. Ob trgatvi smo prešteli in stehali pridelek 10 trt vsake elite in pridobili podatke o rodnosti. Posebej smo potrgali po približno 80 kg grozdja vsake elite in ga predelali. Začeli smo s trgatvijo 7 klonskih kandidatov sorte 'Zeleni sauvignon' (Tokaj) – trgatve je bila 11. septembra, nadaljevali smo 16. septembra – 8 klonskih kandidatov sorte 'Malvazija' in 19. septembra – 7 klonskih kandidatov sorte 'Refošk'. Skupaj smo naredili 22 mikrovinifikacij klonskih kandidatov. Na ukoreninjenje potaknjence smo meseca junija cepili indikatorje in izvedli indeksiranje, ki sodi v sklop testiranja virusov vinske trte in zdravstveno selekcijo. Novo zemljišče Pouzelce 1 smo očistili, odstranili stare trte in oporo, uredili odvodnjavanje in zemljišče globoko prekopali in posadili s trsnimi cepljenkami – klonskimi kandidati sorte 'Rebula' - 15 elit in sorte 'Merlot' – 12 elit. Skupno smo posadili 611 trsnih cepljenk.

Bazni matični vinograd redno oskrbujemo, pregledujemo sami in skupaj s kontrolorjem ob rednih dvakrat letnih pregledih. V vinogradu izvajamo vzdrževalno selekcijo in pridelujemo kakovostne bazne cepiče. V okviru trsničarske pridelave smo cepili in pridelali bazne trsne cepljenke potrjenih slovenskih klonov. V rastlinjaku v Vrhpolju oskrbujemo posajene klone in vzdrževali repozitorij ter indikatorje – podlage, ki jih potrebujemo za zdravstveno selekcijo.

Potrjeni slovenski kloni so najpomembnejši dosedanji rezultat selekcije. V letu 2022 se je dosedanje število 39 klonov 16 sort vinske trte povečalo na 47 klonov 18 sort, kar predstavlja izhodišče za kakovosten razmnoževalni material vinske trte in zagotavlja neodvisnost in samooskrbo s cepljenkami vinske trte. Naloga Selekcija se izvaja s ciljem pridobivanja novih klonov pri tistih sortah, pri katerih do sedaj ni bilo potrjenih klonov oz. je bil potrjen le po en klon pri sorti (na primer 'Refošk'). Obenem se v sklopu naloge trudimo ohranjati različne biotipe posameznih sort in številne lokalne sorte in akcesije in na ta način ohranjamo raznolikost in vzdržujemo širši genetski potencial in biodiverzitetu vinske trte. Izvajanje selekcije je ključnega pomena za pridobivanje razmnoževalnega materiala vinske trte – cepičev in trsnih cepljenk. V vinogradništvu, za razliko od večine kmetijskih panog, na ta način skrbimo za lasten, domač razmnoževalni material, s čimer zagotavljamo samooskrbo s sadikami vinske trte – trsnimi cepljenkami.

Odbrane elite se kot predklonske kandidate vključi v klonsko selekcijo in v naslednjih letih se izvaja tako zdravstvena kot sortna selekcija, ki vključujeta številne postopke, analize, testiranja, meritve in kontrole. Za namene selekcije smo od Sklada kmetijskih zemljišč in gozdov postopoma, v treh razpisih, nazadnje v letu 2020, pridobili zemljišče v skupni površini 27.995 m², kjer od leta 2012 postopoma urejamo vinograd. Del je namenjen obsežni kolekciji številnih akcesij in sort, kjer prevladujejo stare lokalne sorte – 135 akcesij, posajene pa so še referenčne sorte in sorte slovenskega trsnega izbora ter še nekaj drugih sort v skupnem številu 200 akcesij in skupno 2.520 trt. Drugi obsežni del vinograda je namenjen klonski selekciji, kjer so posajene razmnožene elite 10 sort, skupno 2.577 trt. Najmanjši del

vinograda je zasajen s tolerantnimi sortami – vinskimi in namiznimi. Tu je posajeno 31 vinskih tolerantnih sort in 30 namiznih tolerantnih sort v skupnem številu 400 trt. V sodelovanju s Sadjarskim centrom Bilje smo posadili in skupaj oskrbujemo vinograd na Vogrskem, posajen z 800 trtami –18 namiznih tolerantnih sort. Klonska selekcija vključuje tudi preverjanje uporabne vrednosti klonskih kandidatov – pridelava vina, mikroviniifikacija in v Vrhpolju imamo primeren in opremljen prostor ter vso opremo za predelavo in shranjevanje vina – stiskalnico, pečjalnik, cisterne, hladilni sistem in mini polnilnico. Za delo v vinogradih in v trsnici imamo traktor in priključke – mulčer, pršilnik, vršičkar, vrtavkasta brana, priključek za obdelavo v vrsti in lopo za spravilo priključkov.

V sklopu zdravstvene selekcije odkrivamo, analiziramo in poskusno eliminiramo viruse. V te namene uporabljamo različne metode, postopke in analize: serološke metode, molekularne teste in indeksiranje ter tehnologijo sekvenciranja malih RNA in mikrocepljenje - mikrografting za eliminacijo virusov. Analize izvajajo pooblaščen laboratoriji, mi pa imamo lasten rastlinjak in potrebno opremo vključno s kalilnikom za gojenje potaknjence in indeksiranih rastlin. V delu rastlinjaka – repozitoriju so posajeni bazni – izvorni kloni, posebej rastejo indikatorske trte.

V okviru strokovnih nalog bomo v letu 2023 izvajali pozitivno množično selekcijo lokalnih sort posajenih v lastnem kolekcijskem vinogradu na Pouzelcah, v manjši kolekciji na Pradah v Slovenski Istri. Nadaljevali bomo s selekcijo lokalne sorte 'Poljšakica' pri vinogradniku v Vipavski dolini. Na Pouzelcah je posajeno po 20 trt vsake lokalne sorte, v vinogradu so poleg starih lokalnih sort posajene standardne - referenčne sorte in nekaj sort iz ostalih slovenskih vinorodnih okolišev in drugih sort v skupnem številu 200 akcesij. Na Pradah je posajeno 24 različnih sort in veliko biotipov znotraj sort. Kolekcija omogoča ohranjanje starih lokalnih sort, med njimi je veliko takih, ki rastejo le še v kolekcijskem vinogradu. Sorte so na ogled vinogradnikom in strokovnjakom, omogočajo spoznavanje in opisovanje, analiziranje in predelavo v vino. Vina bodo zainteresirani lahko poskusili na degustacijah. V kolekciji redno izvajamo selekcijo, ki nam omogoča, da lahko odbrane trte uporabimo za nadaljnje razmnoževanje. Vsako leto pridelamo trsne cepljenke nekaterih starih sort za zainteresirane pridelovalce in na ta način skrbimo, da stare, lokalne sorte ne ostajajo zgolj v kolekciji temveč se razširjajo po celi Primorski. S tovrstnim način dela bolj spoznavamo stare sorte in ugotavljamo, da se pri marsikateri lokalni sorti nahaja optimalna prilagojenost naravnim danostim, vgrajeno imajo toleranco na stresne situacije in s tem imajo velik potencial. Poleg tega pa optimalna prilagojenost prispeva k trajnostnemu upravljanju naravnih virov, predvsem tal, saj je potrebno manj gnojenja, oskrba tal je sonaravna, brez herbicidov. V letu 2022 smo sestavili seznam sort, ki so tolerantnejše na sušo in visoke temperature in na ta način bomo nadaljevali z delom tudi v letu 2023 ter spoznavali stare sorte, kar bo tudi lahko pripomoglo k blažitvi podnebnih sprememb in prilagajanju nanje. Kolekcijo bomo dopolnjevali s starimi sortami, ki jih bomo pridobili na terenu. V vino bomo predelali vsaj 3 lokalne sorte. Nadaljevali bomo s pozitivno množično selekcijo v vinogradu na Vogrskem, kjer je posajenih 18 tolerantnih namiznih sort, skupaj 800 trt.

V letu 2023 bomo vinograd na Pouzelcah, kjer potekata tako pozitivna množična kot klonska selekcija, skrbno in redno oskrbovali in izvajali selekcijo. Vodili bomo selekcijski knjigi. Zapisovali bomo fenofaze trt. Izvajali bomo integrirano varstvo vinske trte - IVR in upoštevali vseh osem temeljnih načel IVR, vključno s spremljanjem pojavov bolezni in škodljivcev. V sklopu selekcije bomo izvajali vizualne zdravstvene preglede. Pri tem delu naloge bomo sodelovali s sodelavci JSZVR iz KGZS – KGZ Nova Gorica. Spremljali bomo dinamiko dozorevanja, analizirali grozdje – najmanj 36 analiz in načrtujemo, da bomo najmanj 12 elit vinificirali, ter pred tem ob trgatvi na 10 trtah posameznega klonskega kandidata grozdje prešteli in stehali.

Preglednica 1. Podatki o vinogradih, kjer poteka selekcija v vinorodni deželi Primorska.

Ime lokacije:	POUZELCE	PRADE T 11	VOGRSKO
K.O.	2402 LOŽE	2604 BERTOKI	2310 OZELJAN
GERK PID:	5126266	4632358	5912320
Parcelne številke	1574/1, 1574/2, 1574/3, 1574/4, 1574/5, 1578/1, 1578/2, 1579	5931	3595/1 del parcele
Površina:	cca 14.500 m ²	2500 m ²	4000 m ²
Leto sajenja:	2012 - 2022	2010 - 2012	2017, 2018
SORTE, ŠTEVILO	2.520 trt – 200 različnih akcesij, sort 2.577 trt - 10 različnih sort – klonska selekcija	900 trt – 24 sort	18 sort, 800 trt
Obdobje naloge:	2017 - 2024	2015 - 2020	2021 - 2025
Izvajalec / podizvajalec:	KGZS – KGZ Nova Gorica / KIS, BF UL	KGZS – KGZ Nova Gorica / KIS, BF UL	KGZS – KGZ Nova Gorica / BF UL

V letu 2023 bomo pripravili končna poročila o preizkušanju klona in prijavo za 5 odbranih klonskih kandidatov sorte 'Zeleni sauvignon' in 2 klonskih kandidatov sorte 'Refošk'. V sodelovanju z BF - Katedra za genetiko, biotehnologijo, statistiko in žlahtnjenje rastlin bomo nadaljevali v letu 2020 začeto delo in vzpostavljali metode in sistem za temeljit pregled okuženosti klonskih kandidatov z virusi in viroidi in njihovi eliminaciji. Metoda sestoji iz treh ključnih korakov, in sicer i) izolacije malih RNA, ii) priprave knjižnice in ii) sekvenciranja. V nadaljevanju, ko se pridobi sekvenčne podatke pa se lahko rutinsko izvaja analize potrjevanja prisotnosti virusov in viroidov z RT-PCR tehniko. Za eliminacije virusov se uporablja mikrografting metoda, kar pomeni, da pridobimo podlago – hipokotil podlage, na katero cepimo meristem sorte, klona ali klonskega kandidata vinske trte. Pred tem so rastline podvržene termoterapiji (4-6 tednov na 36-38 °C), ker s tem upočasnimo razmnoževanje virusa oziroma pospešimo rast mladik trte v dolžino, s čimer se v mlajših, hitro rastočih delih mladike zmanjša koncentracija virusov. Po regeneraciji pričakujemo velik delež brezvirusnih regenerantov. RT-PCR za potrjevanje virusov se izvaja pred eliminacijo in po eliminaciji virusov. Presadili bomo mlade brezvirusne trte, ki smo jih v letu 2021 prepeljali iz laboratorija BF v rastlinjak v Vrhpolju. Organizirali bomo delavnice, prikaze rezi in degustacije vin in z rezultati našega dela seznanjali strokovnjake s področja vinogradništva in vse zainteresirane vinogradnike. Pripravili bomo različne strokovne prispevke.

Selekcija in zagotavljanje izhodiščnega materiala - KGZ MB

Od leta 2019 v okviru JSV smo nadaljevali s pozitivno množično selekcijo, spremljali smo starejše populacije in vodili selekcijske knjige za sorte 'Rumeni muškat' (lokacija Prožinska vas), 'Muškat Ottonel' (lokacija Bizeljsko), 'Šipon', 'Laški rizling', 'Dišeči traminec' in 'Chardonnay' (lokacije Ulm, Banovina, Dvorišče in Škrjanec). Poleg selekcijskega dela je bilo poskrbljeno tudi za osnovno oskrbo in

zaščito trt. V Podravju smo nadaljevali s klonsko selekcijo pri gospodarsko pomembnih sortah 'Muškat Ottonel', 'Rumeni muškat', 'Sivi pinot', 'Šipon', 'Laški rizling' in 'Renski rizling'. Pri teh sortah smo po selekcijskem programu v letu 2019 nadaljevali s spremljanjem materiala, vodenjem selekcijskih knjig, opravili potrebna dosajenja praznih mest in pri klonskih kandidatih Kraljevine 34/7 in 35/4 pripravili vzorce za serološka testiranja in po potrebi za PCR teste. Pri sorti 'Muškat Ottonel' je vključenih 8 klonskih kandidatov (lokacija Litmerk), pri sorti 'Rumeni muškat' 7 klonskih kandidatov (lokacija Svetinje), pri sorti 'Sivi pinot' 5 klonskih kandidatov (lokacija Krč), pri 'Laški rizling' 5 klonskih kandidatov (lokacija Gomila) ter pri sorti 'Šipon' 2 klonska kandidata (lokacija Pavlovski vrh) in sorti 'Renski rizling' 2 klonska kandidata (lokacija Pavlovski vrh). Navedeni klonski kandidati so bili primerno oskrbovani. Pri klonskih kandidatih sorte 'Šipon' 8/144 in 10/151 ter klonskih kandidatih sorte 'Renski rizling' 5/32 in 10/48 smo opravili meritve parametrov rasti in rodnosti ter planirane mikroviniifikacije z analizami mošta. Po končanih fermentacijah so bili opravljeni pretoki, žveplanja, analize vsebnosti žvepla in senzorične kontrole ter bentonit testi, ki so podlaga za čiščenje z bentonitom. Glede na večje vsebnosti kislin ob trgatvi so bile izvedene analize vsebnosti skupnih kislin v posameznih vzorcih vin, na osnovi rezultatov izmerjenih vsebnosti so potem opravljene potrebne korekcije skupnih kislin. Pri klonskih kandidatih sorte 'Rumeni muškat' smo viniifikacije izvedli skupaj s KIS-om. Pri sorti 'Traminec' so bili na lokaciji Janžev vrh izmed stare izvorne populacije odbrani tipi traminca z manj zbitim in nekoliko manjšim grozdom. Trte 48 klonskih kandidatov so bile na osnovi rezultatov zdravstvenih testiranj v letu 2018 posajene v Radgonskih goricah za potrebe nadaljevanja klonske selekcije. V letu 2019 je bila opravljena oskrba mladih trt in vizualni pregled izvornih trt na viroze na Janževem vrhu ter kontrola praznih mest na lokaciji, kjer so posajeni klonski kandidati.

Delo smo po začrtanem programu nadaljevali tudi v Posavju. Po zdravstvenih preverjanjih so v postopku selekcije ostali še 4 klonski kandidati sorte 'Kraljevina'. Glede na dosedanje rezultate smo v letu 2019 nadaljevali z uradnim postopkom potrjevanja dveh predvidenih klonskih kandidatov navedene sorte (34/7 in 35/4) ter poskrbeli za osnovno oskrbo in zaščito trt pred boleznimi in pripravili vzorce za zaključna serološka testiranja, ki bodo opravljena v začetku leta 2020. Spremljali so se tudi OIV deskriptorji za končno poročilo o preizkušanju klona trte in urejali že zbrani podatki. V letu 2019 smo pri materialu sorte 'Modra frankinja', ki je bil odbran na lokaciji Gadova Peč, očiščen z metodo tkivnih kultur ter posajen na lokaciji Litmerk v matični vinograd in še ponovno zdravstveno preverjen, nadaljevali s spremljanjem fenofaz in pojavom bolezni. Opravili smo meritve parametrov rasti in rodnosti, spremljali dozorevanje in klonske kandidate (21/33, 21/51, 21/57, 21/99, 29/17) sorte 'Modra frankinja' tudi viniificirali. Ob trgatvi smo analizirali mošt in v postopku maceracije spremljali vsebnost jabolčne kisline ter razkis zaključili z uporabo očetno kislinskih bakterij. Po končanem razkisu so bili opravljeni pretoki, žveplanja, analize vsebnosti žvepla in senzorične kontrole ter osnovne analize z organoleptično oceno. Analizirane so bile še vsebnosti resveratrola, antocijanov in polifenolov. Z meritvami in opazovanji smo nadaljevali pri klonskih kandidatih bele vinske sorte 'Rumeni plavec'. Z lokacije Jablance pri Kostanjevici smo iz leta 2018 pridobljene trsne cepljenke skladiščili v hladilnici, v dogovoru z lastnikom pa so namenjene za sajenje v letu 2020 na že omenjeni lokaciji.

V letu 2021 smo nadaljevali s pozitivno množično selekcijo, spremljali starejše populacije in vodili selekcijske knjige za sorte 'Rumeni muškat' (lokacija Prožinska vas), 'Muškat Ottonel' (lokacija Bizeljsko), 'Šipon', 'Laški rizling', 'Dišeči traminec' in 'Chardonnay' (lokacije Ulm, Banovina, Dvorišče in Škrjanec). Poleg selekcijskega dela je bilo poskrbljeno tudi za osnovno oskrbo in zaščito trt. V Podravju smo nadaljevali s klonsko selekcijo pri gospodarsko pomembnih sortah: 'Muškat Ottonel', 'Rumeni muškat', 'Sivi pinot', 'Šipon', 'Laški rizling' in 'Renski rizling'. Pri teh sortah smo po selekcijskem programu v letu 2021 nadaljevali s spremljanjem materiala in vodenjem selekcijskih knjig. Pri sorti 'Muškat Ottonel' je vključenih 8 klonskih kandidatov (lokacija Litmerk), pri sorti 'Rumeni muškat' 7 klonskih kandidatov (lokacija Svetinje), pri sorti 'Sivi pinot' 5 klonskih kandidatov (lokacija Krč), pri sorti 'Laški rizling' 5 klonskih kandidatov (lokacija Gomila) ter pri sorti 'Šipon' 2 klonska kandidata (lokacija Pavlovski vrh) in sorti 'Renski rizling' 2 klonska kandidata (lokacija Pavlovski vrh). Navedeni klonski kandidati so bili primerno oskrbovani. Pri klonskih kandidatih sort 'Muškat Ottonel' in 'Sivi pinot' smo

opravili meritve parametrov rasti in rodnosti ter planirane mikroviniifikacije z analizami mošta. Po končanih fermentacijah so bili opravljeni pretoki, žveplanja, analize vsebnosti žvepla in senzorične kontrole s pomočjo specialistov JSKS in sodelavcev FKBV. Opravljene so bile tudi osnovne analize vin. Pri klonskih kandidatih sorte 'Rumeni muškat' smo vinifikacije izvedli skupaj s KIS-om. Pri sorti 'Traminec' so bili na lokaciji Janžev vrh izmed stare izvorne populacije odbrani tipi traminca z manj zbitim in nekoliko manjšim grozdom. Trte posajenih klonskih kandidatov v Radgonskih gorica so po sajenju dvakrat močno pozeble, zato smo v letu 2021 ponovno narezali cepiče iz izvornih trt in si razmnožili cepljenke, ki jih bo potrebno posaditi na novo lokacijo ali podsaditi obstoječo parcelo. Delo je po programu potekalo tudi v Posavju. V letu 2021 smo nadaljevali s postopkom potrjevanja klonskih kandidatov sorte 'Kraljevina' ter poskrbeli za osnovno oskrbo in zaščito trt pred boleznimi. Ovrednotili smo manjkajoče OIV deskriptorje, opravili dodatne teste in pripravili dokumentacijo za oddajo pristojnim službam. Pri klonskih kandidatih sorte 'Modra frankinja' smo spremljali fenofaze in pojav bolezni, pripravili vzorce za zaključna serološka testiranja in PCR teste, ki so jih opravili v pooblaščenem laboratoriju ter opravili večino opisov po OIV deskriptorjih, preizkus cepilnosti, meritve pridelka lesa in združeno vinifikacijo. Ob trgatvi smo analizirali mošt in v postopku maceracije spremljali vsebnost jabolčne kisline in hlapnih kislin ter razkis zaključili z uporabo mlečno kislinskih bakterij. Po končanem razkisu so bili opravljeni pretoki, žveplanja, analize vsebnosti žvepla in senzorične kontrole. Pri klonskih kandidatih bele vinske sorte 'Rumeni plavec', ki so bili posajeni na lokaciji Jablance pri Kostanjevici v letu 2020, smo v minulem letu začeli z vodenjem selekcijske knjige.

V letu 2022 smo v sodelovanju s KIS-om ter FKBV nadaljevali s pozitivno množično selekcijo vinske trte v vinorodnih deželah Podravje in Posavje. Pri navedenih sortah smo po selekcijskem programu v letu 2022 izvedli naslednje delo:

➤ Pri sorti 'Rumeni muškat' smo evidentirali starejše (30 let in več) vinograde zasajene s to sorto. V letu 2015 smo v vinogradu na lokaciji Goričak našli li primerke lokalnih trt, kjer smo nabrali material za cepljenje. V letu 2015 smo nabrali material za cepljenje in v trsnici pridelali cepljenke, ki so bile v letu 2016 posajene pri zasebniku. V minulih letih smo opravili kontrolne preglede nasada, pod saja nje manjkajočih trt, vodili selekcijske knjige ter pozitivno množično selekcijo, ki smo jo nadaljevali v letu 2022.

➤ Pri sorti 'Muškat Ottonel' smo evidentirali starejše vinograde (30 let in več), zasajene s to sorto. V letu 2015 smo na lokaciji Goričak našli primerke lokalnih trt, kjer smo nabrali material za cepljenje in pridelali cepljenke, ki so bile posajene v letu 2017 pri zasebniku. V letih 2018 in 2019 smo opravili kontrolne preglede nasada in podsajanje manjkajočih trt. V minulih letih smo opravili pozitivno množično selekcijo in kontrolne preglede. Z delom smo nadaljevali v letu 2022.

➤ Pri sorti 'Šipon' smo evidentirali nekaj starejših (30 let in več) vinogradov zasajenih s to sorto. V letu 2015 smo iz izbranega vinograda v Zgornjem Gruškovju cepili material dveh trsov za cepljenje. Pridelane cepljenke smo posadili. V minulih letih smo opravili kontrolne preglede in evidentirali prazna mesta ter podsadili manjkajoče trte. S spremljanjem bomo nadaljevali v letu 2022, predvidevamo pa vključitev nove podsadili manjkajoče trte. S spremljanjem smo nadaljevali v letu 2022, predvidevamo pa vključitev nove lokacije v Dragučovi.

➤ V vinogradu v Zgornjem Gruškovju smo našli tudi primerke lokalnih trt sort 'Laški rizling', 'Dišeči traminec' in 'Chardonnay', ki smo jih cepili in v letu 2016 posadili za nadaljnje selekcijsko delo. V preteklih letih smo podsadili manjkajoče trte in opravili kontrolne preglede. Z delom smo nadaljevali v letu 2022, ko smo začeli s pozitivno množično selekcijo.

➤ Pri sorti 'Traminec' je bil v letu 2014 evidentiran vinograd na lokaciji Janžev vrh, nastavljena je bila tudi selekcijska knjiga. Osnovni namen odbire je izmed lokalne izvorne populacije odbrati tipe traminca z manj zbitim in nekoliko manjšim grozdom. V letu 2017 se je nadaljevalo selekcijsko delo v tem vinogradu. Nabrali smo material za testiranje na virusne bolezni in pridelavo cepljenk ter opravili serološke teste. Za nadaljnje delo klonske selekcije se je uporabilo okrog 1.200 cepljenk, ki so po sajenju v Radgonskih gorica dvakrat močno pozeble. V minulih letih smo vizualno pregledali izvorne

trte na prvotni lokaciji. Iz njih smo porezali cepiče in si v tej cepilni sezoni razmnožili cepljenke, ki jih bo najverjetneje potrebno posaditi na novo lokacijo.

➤ V letu 2020 smo v Podravju in Posavju pregledali nekaj lokacij za sorte, kjer še nimamo klonskih kandidatov ('Rumeni muškat', 'Rumeni plavec', 'Zeleni silvanec', 'Modri pinot', 'Rizvanec'...) oziroma izbor potrjenih klonov ni zadosten ali pa so posajene lokalne populacije, ki bi jih radi ohranili. V trsnici smo si tako v letu 2021 razmnožili starejše populacije sort 'Rumeni muškat', 'Rumeni plavec', 'Beli pinot', 'Chardonnay' in še nekatere druge. Za pridelan material je potrebno poiskati lokacije in ga posaditi. Z delom na omenjenem področju smo nadaljevali v letu 2022.

Izhodiščni razmnoževalni material se zagotavlja v baznih vinogradih (pridelava cepičev), v baznem matičnjaku (pridelava ključev podlag) in v bazni trsnici s pridelavo baznih trsnih cepljenk. Posajene trte v bazni h matičnih nasadih in izvirne matične trte v repozitoriju 39 potrjenih slovenskih klonov pomenijo za vinogradništvo izhodiščni material visoke genetske in zdravstvene vrednosti. V matičnih nasadih in repozitoriju klonov se poleg klasične tehnološke oskrbe stalno izvaja ukrepe vzdrževalne selekcije matičnih rastlin. Pridelava trsnih cepljenk kategorije baza poteka izključno v selekcijsko trsničarskih središčih, cepljenke pa so namenjene za sajenje novih matičnih vinogradov, ki služijo za pridelavo cepičev kategorija certificiran in s tem zagotavljanje pridelave uradno potrjenega razmnoževalnega materiala. Izvajanje naloge je tako nujno za oskrbo trsničarjev in vinogradnikov, ki se odločijo za sajenje matičnih vinogradov.

Preglednica 2. Pregled lokacij, kjer poteka pozitivna množična selekcija v Podravju in Posavju.

LOKACIJA, LETO SAJENJA, OBDOBJE, GERK PID, POVRŠINA	SORTE oz. PODLAGE, ŠTEVILO
Lokacija: Goričak* Leto sajenja: 2016 (ZAČETEK 2014, ZAKLJUČEK 2026) Izvajalec: KGZ MB, KIS GERK PID: 3235935 Površina: ~0,5ha Ime lokacije: Prožinska vas+	Skupaj: 'Rumeni muškat', 600 trt
Lokacija: Goričak* Leto sajenja: 2016 (ZAČETEK 2014, ZAKLJUČEK 2026) Izvajalec: KGZMB, KIS Površina: ~0,5 ha Ime lokacije: Bizeljsko ,GERK PID: 2998845+	Skupaj: 'Muškat Ottonel', 473 trt
Lokacija: Zgornje Gruškovje* Leto sajenja: 2016 (ZAČETEK 2014, ZAKLJUČEK 2026) Izvajalec: KGZ MB, KIS GERK PID: 1523290, 5820477, 1527458, 1525028 Površina: ~0,3 ha Ime lokacij: Ulm, Banovina, Dvorišče, Škrjanec+	Skupaj: 'Šipon', Sauvignon, 'Dišeči traminec' in 'Chardonnay', 410 trt
Lokacija: različne lokacije v Posavju in Podravju (Haloze, Dragučova, Bizeljsko, Cerovec...) (ZAČETEK 2018, ZAKLJUČEK 2026) Izvajalec: KGZ MB, KIS, FKBV	

»*« začetna lokacija selekcije, »+« lokacija, kjer so posajeni klonski kandidati oziroma stare populacije

V matičnem vinogradu izvajamo kompletno letno oskrbo matičnih trsov, program zdravstvenega varstva rastlin pred boleznimi in škodljivci, redna škropljenja s poudarkom na posebnem nadzoru nad trsnimi rumenicami, do redne oskrbe tal. V sodelovanju z uradnim organom za potrjevanje (KIS) se v postopku uradnega potrjevanja vsakoletne pridelave baznih cepičev naših klonov opravljajo tudi redni terenski kontrolni pregledi matičnih trsov ter jemljejo vzorci za predpisana laboratorijska testiranja na virusne bolezni trte. V baznem vinogradu v Lit-merku je tako posajeno 3.421 trt 29 potrjenih klonov desetih sort: 'Sauvignon' SI-1, SI-2, SI-3, 'Radgonska ranina' SI-4, SI-5, SI-6, SI-7, 'Dišeči traminec' SI-8, SI-9, SI-10, 'Laški rizling' SI-11, SI-12, SI-13, SI-41, 'Šipon' SI-14, SI-15, SI-16, SI-17, SI-18, 'Beli pinot' SI-19, SI-20, 'Chardonnay' SI-21, SI-39, SI-40, 'Renski rizling' SI-22, SI-23, SI-24, 'Žametovka' SI-25 in 'Ranfol' SI-38. V manjši količini so v kolekciji posajeni tudi kloni STS Vrhpolje (282 trt) in klonski kandidati sorte 'Modra frankinja' (96 trt), v letu 2018 pa sta bila posajena še dva klonska kandidata sorte 'Kraljevina' (194 trt).

V baznem matičnjaku podlag se opravlja redna vzdrževalna selekcija baznih matičnih trsov in kompletna oskrba nasada vključno z že navedenimi kontrolnimi pregledi v sodelovanju z uradnim organom za potrjevanje razmnoževalnega materiala. V matičnjaku Litmerk je posajeno 1.625 trt, od tega 1.363 trsov podlage 'K 5BB' kl. 13-15 Gm, 128 trsov podlage 'V/ M' in 134 trsov podlage 8BČ. Pridelava ključev podlag, ki so v obeh selekcijskih središčih potrebni za zagotavljanje sadilnega materiala kategorije „baza“, je v prihodnje zaradi intenzivne oskrbe in padanja cen ključev podlag smiselna v nekoliko zmanjšanem obsegu. Površina, pridobljena po izkrčitvi v preteklosti, se bo namenila za obnovo matičnjaka z baznimi korenjaki treh sort podlag ('SO4', 'K 5BB' in 'Paulsen 1103'), ki ustrezajo kategoriji materiala „baza“ in bi prišle v rodnost, ko bo obstoječi del nasada nerentabilen in bo poteklo tudi potrdilo za uradno pridelavo potrjenih ključev podlag posajenega sortimenta že navedene kategorije „baza“.

V repozitoriju so v povsem izoliranih razmerah posajene referenčne trte vseh potrjenih klonov, brezvirusne indikatorske rastline ter novo razmnoženi potaknjenci, za katere smo tudi v letu 2022 ustrezno oskrbeli v rastlinjaku. V bazni trsnici (GERK: 5266708) pa poteka razmnoževanje 29 potrjenih klonov po naročilu trsničarjev ali ostalih kupcev baznega materiala. V zadnjih letih smo zaznali ponovni pojav krize v tej panogi, ki je povezana z zmanjšanim obsegom obnove in nasploh težavami v vinogradništvu. Tudi pri razmnoževanju sadilnega materiala gre poleg izvajanja strokovnega dela in rednih kontrolnih pregledov za klasično oskrbo trsnice. V letu 2022 smo pridelali okrog 15.000 cepljenk, kar je seveda odvisno od letne realizacije prodaje in eventualnih naročil izbranega materiala.

Introdukcija oziroma posebno preizkušanje – KIS

Vinogradništvo je v Sloveniji pomembna kmetijska panoga. Podnebne spremembe, ki smo jih že zaznali kot dvig povprečnih dnevni temperatur zraka, pomembno vplivajo na dolžino vegetacijske dobe pri vinski trti in čas dozorevanja grozdja. Za trajnostni razvoj vinogradništva in vinarstva v Sloveniji, je ključnega pomena sledenje spremembam, ki vplivajo na količino in kakovost pridelka, zahtevam vinogradnikov in ne nazadnje tudi željam potrošnikov. Z javno službo v vinogradništvu želimo pomagati vinogradnikom in vinarjem s sledečimi nalogami: i) ugotavljanje primernosti za nas zanimivih sort iz drugih geografskih območij, ki bi lahko bile pridelovalno in tržno zanimive tudi v naših okoljskih razmerah, ii) preizkušanje tehnologij pridelave vinske trte, vključujoč v čim večji meri doma selekcionirane klone posameznih sort. Prav tako se v sklopu javne službe ugotavlja tudi morebitna odpornost novih sort in podlag na bolezni in škodljivce ter tolerantnost na abiotske stresne razmere kot sta spomladanska pozeba in suša. Z izvajanjem introdukcije vinske trte pridobivamo nepristranske podatke o primernosti sort in klonov vinske trte ter podlag za njihovo gospodarno gojenje v naših okoljskih razmerah. Z izvajanjem uporabe različnih tehnologij pridelave grozdja pridobivamo prav tako nepristranske podatke o smotrnosti uporabe novih tehnologij. Zaradi agro-bioloških razlik med sortami in zaradi njihovih različnih odzivov na dane okoljske razmere, je treba nove sorte in klone, preden jih vpišemo v priporočeni oziroma dovoljeni seznam sort (trsní izbor) vsestransko preizkusiti. Zaradi vse

večjega povpraševanja po lokalno pridelanem in do okolja prijaznem načinu pridelave grozdja in vina, v program introdukcije vključujemo tudi sorte, ki izhajajo iz medvrstnih križanj in so bolj odporne na bolezni in škodljivce ter se jih lahko prideluje z manjšo uporabo zaščitnih sredstev. V okviru tega dela JS za vinogradništvo smo v obdobju 2012-2022 izvajali poskuse na področju vinogradništva, in sicer (i) Introdukcija sort v vinorodne dežele Primorska, Podravje in Posavje; (ii) Introdukcija vinskih sort medvrstnih križancev v vinorodne dežele Podravje, Posavje in Primorska; (iii) Tehnološki poskus pri sorti 'Merlot' v v. d. Podravje in Posavje; (iv) Tehnološki poskus preizkušanja podlag vinske trte v v.d. Primorska in Posavje in (v) Tehnološki poskus pri sortah 'Rumeni muškat' v v.d. Podravje in 'Merlot' v v.d. Primorska.

Strokovno tehnična koordinacija v vinogradništvu

V Sloveniji potrebujemo nekoliko drugačen, novejši pristop v prenosu znanja v kmetijstvu, saj obstoječi sistem marsikdaj oziroma v določenih razmerah ni dovolj učinkovit. Potrebno je zagotoviti integracijo znanja in informacij z namenom, da se dosežejo določeni sinergijski učinki pri reševanju problemov in potrebnem razvoju v slovenskem vinogradništvu in vinarstvu. Naloge strokovno-tehnične koordinacije izvaja strokovni vodja javne službe, ki bo deloval, poleg osnovnega koordiniranja med izvajalci nalog, predvsem v smeri boljšega prenosa znanja do javne službe kmetijskega svetovanja in pridelovalcev oziroma med javnimi službami na področju kmetijstva in nevladnimi organizacijami.

Preglednica 3. Letni cilji in kazalniki za doseganje letnih ciljev strokovno-tehnične koordinacije JSV.

Letni cilji	Kazalniki za doseganje letnih ciljev
Strokovno vodenje in tehnična koordinacija javne službe.	I. organizacija in vodenje vsaj 3 koordinacijskih sestankov izvajalcev, II. organizacija in vodenje vsaj 3 strokovnih sestankov na določeno tematiko, III. skupen program dela, rezultatov, vabil in aktivnosti JSV objavljen na spletni strani
Usmerjanje in strokovna podpora pri posameznih strokovnih področjih.	Izpostavljanje potencialnih strokovnih rešitev ter možnosti povezovanj in priložnosti za izboljševanje ukrepov, praks, sodelovanj itd.
Priprava letnega programa dela javne službe in poročila o delu javne službe ter spremljanje njegovih ciljev in kazalnikov, spremljanje ter analiziranje stanja na področju dela javne službe.	Sodelovanje pri pripravi programa, poročil, koordinacija aktivnosti, izboljšave in nadgradnje programov JSV.
Sodelovanje z ministrstvom in drugimi ministrstvi pri pripravi nacionalne strategije ter nacionalne zakonodaje na področju dela javne službe.	Aktivna udeležba na sestankih, ki jih sklicujejo druge službe MKGP (Svet za V&V, Sortna komisija, OIV itd.) ter sorodnih ministrstev, posredovanja na MKGP glede posodobitve in dopolnitve trsnega izbora, sortne liste, nacionalnih strategij itd.
Sodelovanje pri oblikovanju prioritet javne službe in drugih javnih služb v pristojnosti ministrstva v povezavi s Programom razvoja podeželja in drugimi podporami ministrstva, Nacionalnim akcijskim programom za doseganje trajnostne rabe fitofarmaceutskih sredstev, ciljnim raziskovalnimi projekti in drugimi projekti, ki jih sofinancira ministrstvo.	Aktivna udeležba na sestankih, ki jih sklicujejo druge službe taistega ali drugih ministrstev.

<p>Sodelovanje z javno službo kmetijskega svetovanja in javno službo zdravstvenega varstva rastlin, znanstvenoraziskovalnimi ustanovami, univerzami, podjetji in pridelovalci, skupinami in organizacijami pridelovalcev oziroma njihovimi združenji ter drugo strokovno javnostjo in nevladnimi organizacijami in vključevanje njihovih potreb v programe dela javne službe.</p>	<p>Vključevanje strokovnjakov in znanstvenikov ter praks z različnih področij, ki se posredno in neposredno ukvarjajo s pridelavo grozdja in vina ter njenih stranskih produktov ter vplivov na okolje - aktivne diskusije, razmišljanja ter izkušnje na izbrano tematiko.</p>
<p>Izvajanje oziroma koordinacija usposabljanj in prikazov poskusov iz nalog javne službe in njihovih rezultatov kmetijskim svetovalcem, tehnologom podjetij in pridelovalcem.</p>	<p>Zbiranje pobud s terena, pomoč, usmerjanja in sodelovanja pri organizaciji strokovnih dogodkov, izobraževanj vseh deležnikov vinogradništva in vinarstva.</p>
<p>Pripravljanje in izvajanje strokovnih posvetov na področju dela javne službe in objavljanje informacijskega materiala v medijih.</p>	<p>I. vsaj 3 strokovne objave vključenih v nalogo, II. vsaj 1 strokovno predavanje za kmetijske svetovalce in pridelovalce vključenih v nalogo, III. sodelovanje na dnevu odprtih vrat izvajalcev JSV, IV. posredovanje zgoraj omenjenega zainteresirani javnosti preko različnih komunikacijskih kanalov oziroma medijev.</p>
<p>Sodelovanje v strokovnih delovnih skupinah za posamezna področja v kmetijstvu.</p>	<p>Aktivna udeležba na sestankih, ki jih sklicujejo druge službe, JS.</p>
<p>Sodelovanje na drugih strokovnih srečanjih na mednarodni, nacionalni in lokalni ravni.</p>	<p>Sodelovanja: I. na vsaj 1 srečanje na mednarodni ravni, II. na vsaj 3 srečanjih na nacionalni ravni, III. na vsaj 4 srečanjih na lokalni ravni.</p>
<p>Vključevanje vsebin iz dejavnosti javne službe v primarno in sekundarno raven izobraževanja in sodelovanje z izobraževalnimi ustanovami, tako da se dijakom in študentom omogoči opravljanje prakse.</p>	<p>Vključevanje izobraževalnih organizacij v strokovne sestanke, predavanja itd. Sodelovanje z izobraževalnimi inštitucijami tudi glede možnosti opravljanja prakse, diplom, magisterijev, doktoratov, znanstvenih nalog itd.</p>

Rezultati z diskusijo

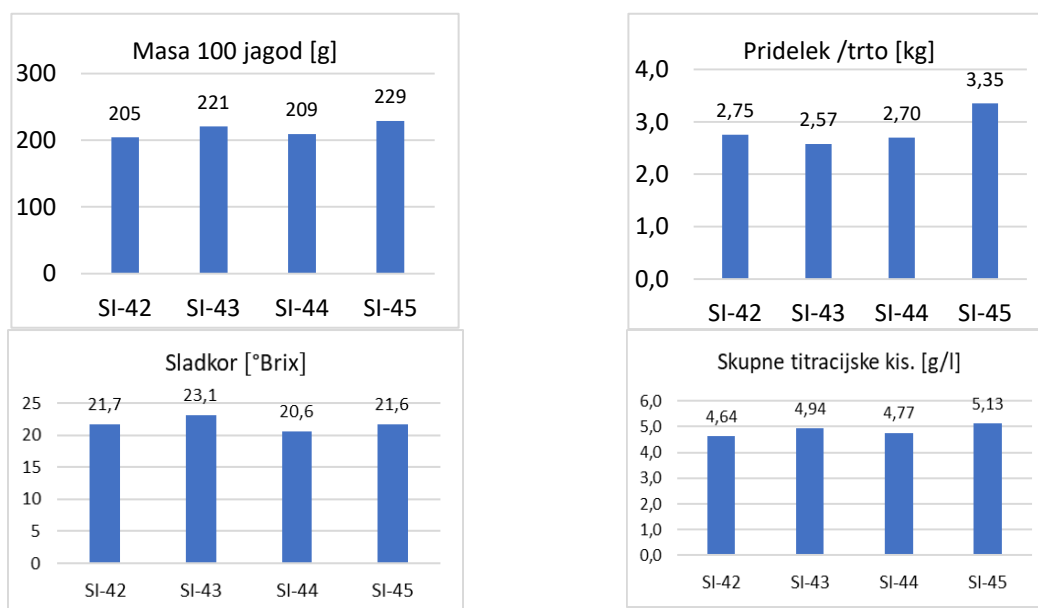
Novi kloni sorte 'Malvazija'

'Refošk', 'Merlot', 'Malvazija', 'Rebula' so na Primorskem glavne sorte, ki posamezno presegajo pridelavo na več kot 600 ha oziroma zavzemajo vsaj 10 % delež. Pri naštetih sortah je bilo v Sloveniji odbranih 5 klonov sorte 'Rebula' in po en klon sort 'Refošk' in do leta 2022 'Malvazija', ko so bili potrjeni 4 novi kloni sorte 'Malvazija' – 'Malvazija' SI-42, SI-43, SI-44 in SI-45. V naslednjem letu pričakujemo še potrditev nekaterih klonov sort 'Zeleni sauvignon' (Tokaj) in 'Refošk'. 'Malvazija' je najštevilčnejša bela sorta v vinorodni deželi Primorska, z njo je posajenih 930 ha, kar predstavlja skoraj 15 % delež, na Primorskem je več posajene le sorte 'Refošk'. V Sloveniji je potrjen le en klon 'Malvazija' SI-37 in zato smo v letih od 2009 do 2021 na KGZS–Kmetijsko gozdarskem zavodu Nova Gorica, v oddelku Seleksijsko trsničarsko središče Vrhpolje izvajali klonsko selekcijo. Po opravljeni pozitivni množični selekciji in odbranih elitah smo v kolekcijski vinograd posadili in intenzivno preučevali 8 novih klonskih kandidatov. V letih 2017-2019 smo opravili meritve vseh potrebnih parametrov in naredili testiranja na boleznih trte ter odbrali štiri klone sorte 'Malvazija', ki so v zaključni fazi potrjevanja: 'Malvazija' SI-

42, 'Malvazija' SI-43, 'Malvazija' SI-44 in 'Malvazija' SI-45. Vsi kloni so posajeni na razdaljah 2,5 m × 1,0 m, gojitvena oblika je enojni Guyot. V letih selekcioniranja in preizkušanja so se pokazali kot srednje bujno rastoči kloni, kar kaže tudi masa odrezanega lesa in indeks Ravaz. Prav tako imajo stabilno in dobro rodnost, kakovost pridelka je zelo dobra.



Slike 1-4. 'Malvazija' SI-42 'Malvazija' SI-43 'Malvazija' SI-44 'Malvazija' SI-45



Slike 5-8. Povprečna masa jagod (g) in pridelka (kg/trto) ter vsebnost sladkorjev (°Brix) in kislin (g/l) v grozdju novih slovenskih klonov sorte 'Malvazija' (SI-42, SI-43, SI-44 IN SI-45) (Tehnološki list je dosegljiv na spletni strani JSV, <https://vinogradnistvo.javneposluzbe.si/aktivnosti-javne-sluzbe/publikacije/>).

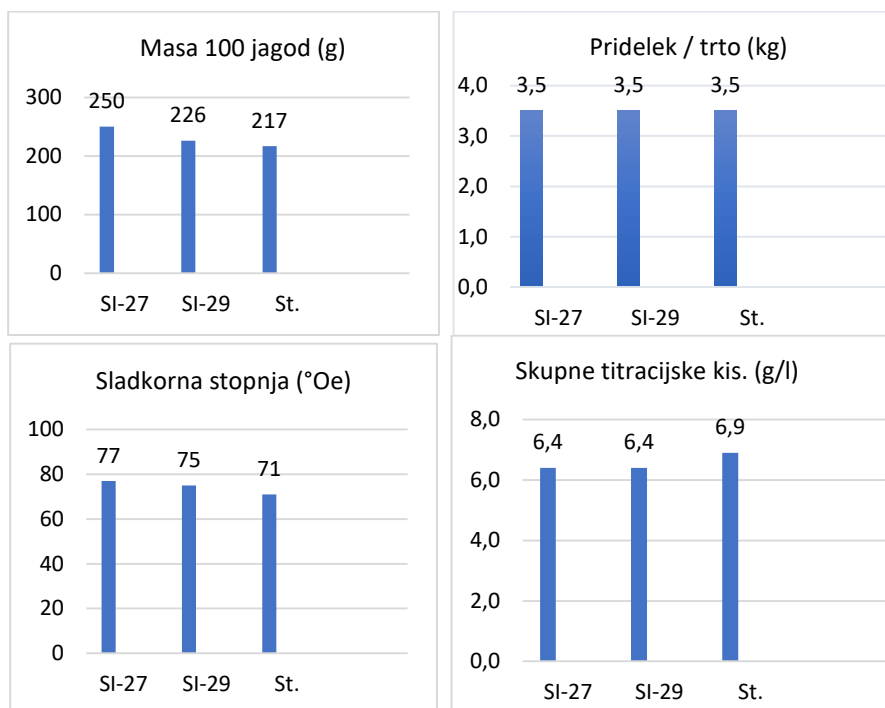
Novi kloni sorte 'Kraljevina'

'Kraljevina' sodi med pomembnejše bele sorte v vinorodni deželi Posavje. Z njo je posajenih okrog 160 ha, po površinah so pred njo sorte 'Žametovka', 'Modra frankinja' in 'Laški rizling'. V letih od 2009 do 2021 smo na KGZS-Kmetijsko gozdarskem zavodu Maribor, v oddelku Seleksijsko trsničarsko središče Ivanjkovci skupaj s KIS-om, Kartuzijo Pleterje in FKBV izvajali klonsko selekcijo. Po opravljeni pozitivni množični selekciji in odbranih elitah se je na lokaciji Drča v Pleterju leta 2005 posadilo in po vstopu v rodnost intenzivno preučevalo 18 novih klonskih kandidatov. V letu 2011 se je nadaljevalo s

spremljanjem 8 kandidatov, kjer smo opravili meritve vseh potrebnih parametrov in naredili testiranja na boleznih trte ter odbrali dva klona sorte 'Kraljevina', ki sta bila potrjena v letu 2022. To sta 'Kraljevina' SI-27 in 'Kraljevina' SI-29. V letih selekcioniranja in preizkušanja sta se pokazala kot srednje bujno rastoča klona, kar kaže tudi masa odrezanega lesa. Klona imata stabilno in dobro rodnost ob dobri kakovosti pridelka in manjši občutljivosti na sivo grozdno plesen. Grozdje je bilo med postopkom klonske selekcije predelano v vino v mikroviniifikacijski kleti STS Ivanjковci, osnovne kemične analize z organoleptično oceno pa so opravili v pooblaščenem enološkem laboratoriju Kmetijskega inštituta Slovenije. Kriteriji, na podlagi katerih smo odbrali elite, so bili sledeči: tip grozda, dosežena sladkorna stopnja v času trgatve, količina pridelka, vsebnost kislin, občutljivost na sivo grozdno plesen in čas dozorevanja. Pomemben parameter pri odbiru elit je bil predvsem občutljivost na sivo grozdno plesen, ki rada prizadene standard (St.) Kraljevine v času dozorevanja, zaradi tanke jagodne kožice ter zbitih grozdov. Prav tako so za standard sorte 'Kraljevina' značilne relativno majhne vsebnosti sladkorja, h katerim običajno pripomore tudi večji pridelek, značilen za to sorto. V letih 2008-2021 so bili odbrani vegetativno razmnoženi potomci 18 elit (klonskih kandidatov) testirani na prisotnost virusov GFLV, ArMV, GLRaV-1 in GLRaV-3 ter na prisotnost virusov GLRaV-2, GLRaV-4, GFkV, RbDV, GVA, GVB, RpRSV-CH, RpRSV-g, TBRV, GRSPaV, SLRSV. Potomce nekaterih elit smo zaradi prisotnosti virusov izločili iz nadaljnje selekcije, istočasno smo prenehali z vrednotenjem rodnosti in kakovosti pridelka pri šestih elitah zaradi slabše kakovosti pridelka. V letu 2011 smo tako nadaljevali s spremljanjem 8 klonskih kandidatov. Do razmnoževanja dveh klonov v letu 2017 je bilo opravljenih več testiranj in zdrav razmnoževalni material v letu 2018 posajen v kolekcijo izvornih matičnih trsov na lokaciji Litmerk. Zasajeno je bilo po 97 vegetativno razmnoženih potomcev vsakega klona. V letu 2020 smo izvirne trse kontrolno testirali na skupno 13 virusov, ti so GLRaV-1, GLRaV-2, GLRaV-3, GLRaV-4, GFLV, ArMV, GFkV, GPGV, GVA, RpRSV, TBRV, GRSPaV in GVB. Dodatni testi zadnjih dveh virusov pri letos potrjenih klonih so bili opravljeni še v letu 2021.



Sliki 9, 10. Grozdje novih slovenskih klonov sorte 'Kraljevina' SI-27 (levo) in SI-29 (desno) (foto: A. J. Kriebelj).



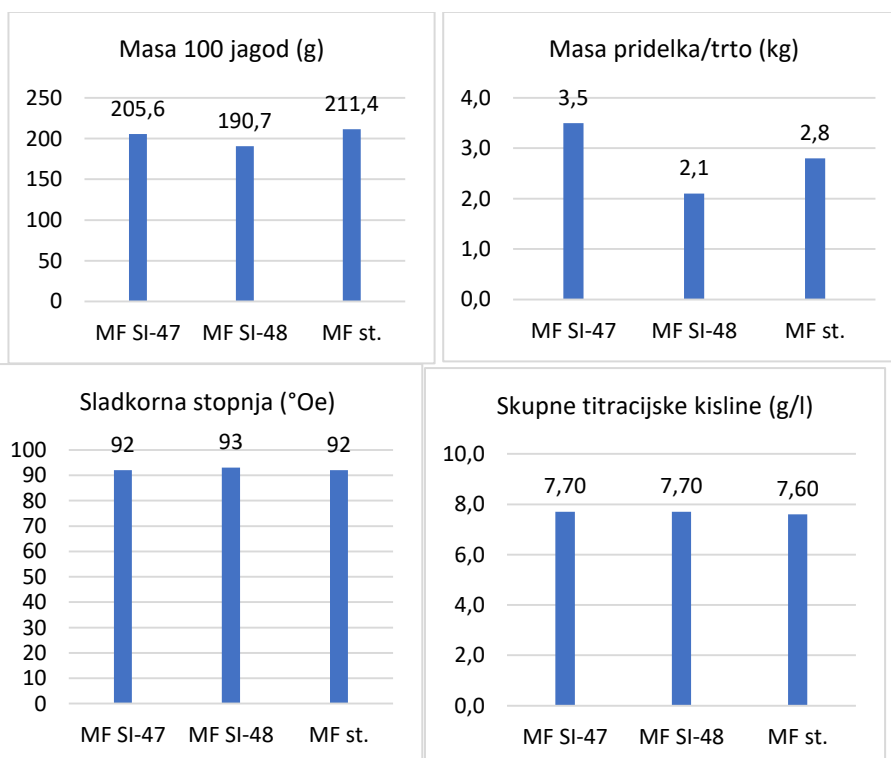
Slike 11-14. Povprečna masa jagod (g) in pridelka (kg/trto) ter vsebnost sladkorjev (°Oe) in kislin (g/l) v grozdju novih slovenskih klonov sorte 'Kraljevina' (SI-27, SI-29) glede na standard (St.) (Tehnološki list je dosegljiv na spletni strani JSV, <https://vinogradnistvo.javneposluzbe.si/aktivnosti-javne-sluzbe/publikacije/>).

Novi kloni sorte 'Modra frankinja'

V letu 2014 smo nadaljevali z delom na petih odbranih klonih sorte 'Modra frankinja'. Zaradi težav z boleznimi (trsne rumenice), ki so se pojavile v prvotnem matičnem nasadu, smo bili primorani pričeti s čiščenjem bolezni in vzgajanjem novih matičnih trsov za potrjevanje klonov. Tako smo s tehniko tkivnih kultur vzgojili nove zdrave rastline in vzgojili rozge primerne debeline cepiča za cepljenje na podlago in vzgojo trsnih cepljenk. V letu 2014 smo tako na stalno mesto in vivo (STS Ivanjkovci) posadili in oskrbovali nov (zdrav) komplet različnih matičnih trsov klonov, ki naj bi služili tako uradni potrditvi kot nadaljnjemu razmnoževanju. Za nadaljnje meritve parametrov kakovosti pridelka in predvidene mikroviniifikacije je bilo tako potrebno počakati do polne rodnosti trsov. Zaradi rezultatov testiranj (GLRaV-I, GLRaV-III in GPGV) sta bila dva klonska kandidata (21/51 in 29/17) izločena. Preostali klonski kandidati pa so bili vključeni v preverjanje uporabne vrednosti klonov (vključno z mikroviniifikacijami). Kriteriji na podlagi katerih smo odbrali elite so bili sledeči: tip grozda, dosežena sladkorna stopnja v času trgatve, količina pridelka (rodnost na osnovi mladike), vsebnost kislin, občutljivost na sivo grozdno plesen in čas dozorevanja. Pomemben parameter odbire je bila tudi vsebnost fenolnih snovi, predvsem tistih, ki vplivajo na boljšo obarvanost grozda in dajejo vinom višjo kakovost ter potencial za staranje vin. Klon SI-47 je povprečno roden, klon SI-48 pa nekoliko manj roden klon. Oba klona dosejata sladkorne stopnje nad 90 °Oe, na ocenjevanju so njihova vina dosegla med 17,1 in 17,2 točk (kakovostni razred vin). Glede na zbrane rezultate meritev lahko sklepamo, da bosta klona SI-47 in SI-48 dosegla najmanj kakovostni nivo, ob ustrezni tehnologiji pridelave pa dajeta tudi možnosti za pridelavo vin najvišjih kakovostnih stopenj.



Sliki 15, 16. Grozd novih slovenskih klonov sorte 'Modra frankinja' SI-47 (levo) in SI-48 (desno) (foto: T. Vaupotič).



Slike 17-20. Povprečna masa jagod (g) in pridelka (kg/trto) ter vsebnost sladkorjev (°Oe) in kislin (g/l) v grozdju novih slovenskih klonov sorte 'Modra frankinja' (SI-47, SI-48) glede na standard (MF st.) (Tehnološki list je dosegljiv na spletni strani JSV, <https://vinogradnistvo.javnosluzbe.si/aktivnosti-javne-sluzbe/publikacije/>).

Introdukcija - preizkušanje novih in tujih sort za vpis v trsni izbor

V letu 2021 so bile v slovenski trsni izbor vpisane že prve tolerantne sorte. Za v.d. Primorska sta bili vpisani dve beli sorti, in sicer 'Fleurtaï' in 'Soreli', ter rdeča sorta 'Merlot Kanthus'. Vse tri sorte so rezultat sodelovanja Univerze v Vidmu in trsnice Rauscedo na področju žlahtnjenja vinske trte. Kot dovoljena sorta je bila v vinorodne okoliše v.d. Primorska vpisana tudi francoska sorta 'Marselan' (*Vitis*

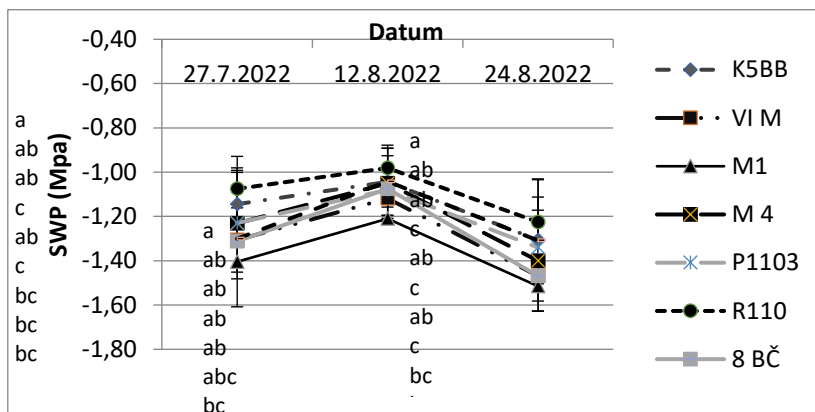
vinifera L.), ki je križanec med sorto 'Grenache' in 'Cabernet sauvignon' ter v v.o. Slovenska Istra je bila vpisana tudi sorta 'Tannat'. Za v.d. Posavje in Podravje so bile kot dovoljene sorte vpisane štiri bele tolerantne sorte ('Solaris', 'Sauvignier gris', 'Muscaris' ter 'Johanniter') ter rdeča sorta 'Monarch', katere so preizkušali na Univerzi v Mariboru, Fakulteti za kmetijstvo in biosistemske vede. Kot dovoljeni sorti sta se v v.d. Posavje in Podravje vpisali še dve klasični sorti, in sicer 'Merlot' ter 'Dornfelder'.

Preglednica 4. Sorte medvrstnih križancev v preizkušanju za v.d. Primorska, Posavje in Podravje

Območje	Sodelavci	Sorte v preizkušanju
v.d. Primorska (2018-2022)	STS Vrhpolje, KGZ Nova Gorica	'Merlot Khersus', 'Sauvignon Kretos', 'Sauvignon Nepis', 'Savignon 30.080', 'Savignon Rytos', 'Cabernet Eidos', 'Cabernet Volos'
v.d. Primorska (2023-2026)	STS Vrhpolje, KGZ Nova Gorica	'Vturnis', 'Pinot Kors', 'Pinot Iskra', 'Kersus', Ud 156-680, Ud 156-869 ter Ud 156-1017
v.d. Posavje in Podravje (2020-2024)	Kmetija Martinčič	'Brönnner', 'Cabernet cortis' ter križanec z oznako 32-07.
v.d. Posavje in Podravje (2023-2026)	STS Ivanjkovci, KGZ Maribor	'Sauvignac', 'Brönnner', 'Donauriesling', 'Blütenmuskateller', 'Hibernal', 'Vesna', 'Savilon', 'Cerason', 'Marlen', 'Kofranka', 'Laurot', 'Pinotin' ter 'Pinot nova'

Preizkušanje tolerantnosti podlag vinske trte na pomanjkanje vode v tleh

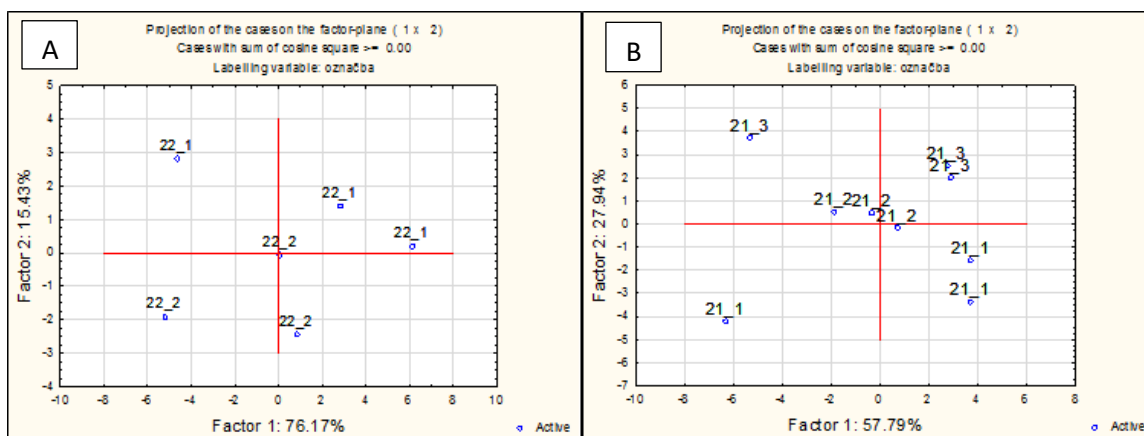
V Sloveniji sta podlagi 'Kober 5BB' in 'SO4' najbolj uporabljeni podlagi za vinsko trto. Presenetljivo, podlaga 'SO4', ki velja za občutljivo na pomanjkanje vode v tleh, je najbolj zastopana podlaga na Primorskem, medtem ko je 'Kober 5BB', ki je bujna podlaga in bolj odporna na pomanjkanje vode, najbolj zastopana v Podravju in Posavju. V sklopu JSV bomo v obdobju 2020-2027 preizkušali manj uporabljane podlage vinske trte v Sloveniji, kot tudi novo odbrane podlage iz tujine, te so 'M4' in 'M1', tolerantnejše na vodni stres in slanost tal. V preizkušanju imamo podlage 'Kober 5BB' (K5BB), 'VI Matekovič' (VI M), '8BČ', 'Paulsen 1103' (P1103), '420A', 'Richter 110' (R110), 'M1' in 'M4', na katere smo cepili sorti 'Modra frankinja', klon SI-47 in 'Refošk', klon SI 35. Cepljenke Modre frankinje so posajene v vinogradu v Beli Krajini in cepljenke sorte 'Refošk' na Krasu. Meritve vodnega potenciala stebela (SWP) so dober pokazatelj vodnega statusa vinske trte. V letu 2022 smo opravili meritve SWP s Scholanderjevo komoro v treh terminih, v mesecu juliju in avgustu. Meritve se izvajajo med 11.00 in 15.00 h na jasen dan. SWP se meri na listih, ki so vsaj 30 min pred meritvijo zaprti v plastično vrečko ovito v aluminijasto folijo. Ob vseh treh vzorčenjih smo izmerili najmanj negativne vrednosti SWP (najmanjši sušni stres) pri trtah cepljenih na podlago '110 Richter' (110 R) medtem, ko se je podlaga M1 izkazala za najmanj odporno na sušni stres, saj smo pri slednji izmerili najbolj negativne vrednosti SWP. Predstavljeni so prvi rezultati spremljanja saj gre za poskus zastavljen v vinogradu zasajenem v letu 2020, kar pomeni da koreninski sistem še ni popolnoma razvit in je variabilnost med posameznimi trtami večja. Z izvajanjem poskusa bomo nadaljevali v prihodnjih letih, ko bomo tudi razširili nabor fizioloških meritev ter kemijskih analiz grozdja in tako pridobili bolj celostne rezultate.

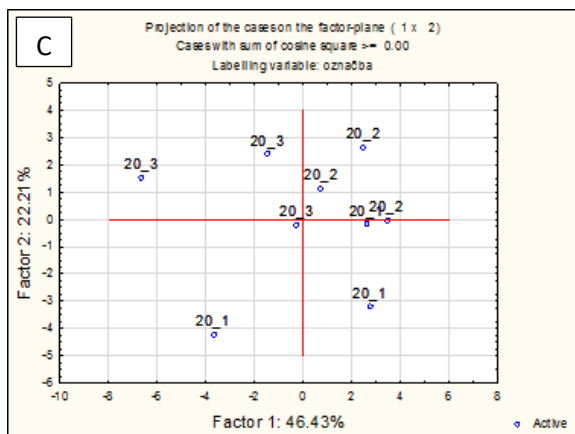


Slika 21. Vodni potencial stebela (SWP) sorte 'Modra frankinja' izmerjen v treh terminih v rastni sezoni 2022.

Tehnološki poskus preučevanje časa trgatve pri sortah 'Rumeni muškat' v v.d. Podravje ter 'Merlot' v v.d. Primorska

Poskus je zastavljen z namenom preizkušanja vpliva časa trgatve na kakovostne parametre vina sort 'Rumeni muškat' in 'Merlot' v letih 2020-2022. Grozdje smo potrgali v treh terminih (čas med posameznimi trgatvami je bil približno 7 dni), razen v letniku 2022 samo v dveh terminih, zaradi obilnih padavin v septembru, in izvedli mikroviniifikacije. Pridelana vina smo analizirali na različne aromatske in ne-aromatske spojine. V vinih sorte 'Rumeni muškat' letnikov 2020, 2021 ter 2022 smo v letu 2023 izmerili vsebnosti 25 terpenov in norisprenoidov. Na pridobljenih rezultatih smo izvedli analizo glavnih komponent (PCA) (slika 22). Glede na koncentracije terpenov in norisoprenoidov smo s pomočjo PCA analize lahko ločili vzorce znotraj posameznega letnika glede na čas trgatve. Najmanj opazna je bila razlika med časom trgatve pri letniku 2020, kar lahko pripišemo kemijskim reakcijam terpenov in norisoprenoidov, kot posledica zorenja oz. staranja vina (slika 22 C).





Slika 22. PCA prikazuje grupacijo vzorcev, predvsem po osi F2, glede na čas trgatve na podlagi analiziranih 25 terpenov in norisoprenoidov v letnikih vin 2022 (slika 22 A) kjer 2022_1 pomeni prvi termin trgatve in 2022_2 drugi termin trgatve, 2021 (slika 22 B) kjer 2021_1 pomeni prvi termin trgatve, 2021_2 drugi termin trgatve in 2021_3 tretji termin trgatve ter 2020 (slika 22 C), kjer 2020_1 pomeni prvi termin trgatve, 2020_2 drugi termin trgatve in 2020_3 tretji termin trgatve.

Aktivnosti koordiniranja JSV

Glavni cilj strokovno tehnične koordinacije je vzajemni prenos strokovnega znanja, izkušenj, razmišljanj ter pobud med različnimi deležniki, ki se neposredno in posredno ukvarjajo z vinogradništvom, vinarstvom in trsničarstvom (vinogradniki in vinarji, strokovne in znanstvene inštitucije, ministrstva, združenja in društva, gospodarski subjekti, študenti in dijaki, občine itd.). Vse informacije o delu, rezultatih dela in vabila JSV se kar se da sproti objavljajo na spletni strani javne službe, kjer lahko zainteresirani pridobijo tudi vse ustrezne kontakte strokovnih služb JSV.

Opravljenosti aktivnosti v okviru koordinacije JSV:

1. strokovno vodenje in tehnična koordinacija javne službe (organizacija in vodenje koordinacijskih sestankov, organizacija strokovnih sestankov, objavljanje informacij ter rezultatov JSV na spletni strani: i.) webinar – delo JSV, Tolerantne sorte Primorske, ii.) webinar – Tolerantne sorte Podravja in Posavja, iii.) webinar – EKO vinogradništvo in vinarstvo, iv.) objava rezultatov in zapisnikov na spletni strani JSV, v.) organizacija in vodenje koordinacijskih sestankov.

2. Sodelovanje z ministrstvom in drugimi ministrstvi pri pripravi nacionalne strategije ter nacionalne zakonodaje na področju dela javne službe: i.) udeležba na sestankih MKGP, ii.) udeležba na strateškem svetu za Vinogradništvo in vinarstvo, MKGP, iii.) posodobitev Metodologije klonske selekcije, iv.) strokovna mnenja o kriznih ukrepih MKGP za vinogradništvo in vinarstvo, v.) sodelovanje pri oblikovanju SSPR, vi.) oblikovanje ukrepov ter strokovnih rešitev SOPO, KOPOP 2023-2027.

3. Priprava letnega programa dela javne službe in poročila o delu javne službe ter spremljanje njegovih ciljev in kazalnikov, spremljanje ter analiziranje stanja na področju dela javne službe: i.) udeležba pri pripravi letnega programa JSV, ii.) udeležba pri pripravi poročil aktivnosti in rezultatov JSV, iii.) monitoring in kontrola doseženih ciljev in kazalnikov JSV 2021.

4. Izvajanje oziroma koordinacija usposabljanj in prikazov poskusov iz nalog javne službe in njihovih rezultatov kmetijskim svetovalcem, tehnologom podjetij in pridelovalcem: i.) webinarji o Tolerantnih sortah Primorske, Podravja in Posavja; ii.) webinarji o delu in aktivnostih, rezultatih JSV 2020; iii.) sestanki o možnostih sodelovanja JSV pri digitalizaciji vinogradništva in vinarstva (Brda, Koper itd.)

5. Pripravljanje in izvajanje strokovnih posvetov na področju dela javne službe in objavljanje informacijskega materiala v medijih: i.) strokovna mnenja na delavnicah na Dobrovem in v Kopru – uporabniki; ii.) podajanje izjave v kmetijski oddaji na RTV SLO1.

6. Sodelovanje na drugih strokovnih srečanjih na mednarodni, nacionalni in lokalni ravni: i.) sodelovanje ne OIV sestankih, delavnicah – resolucijah o genetiki, trajnostni pridelavi, trsničarstvo, starosti vinograda itn.

7. Vključevanje vsebin iz dejavnosti javne službe v primarno in sekundarno raven izobraževanja in sodelovanje z izobraževalnimi ustanovami, tako da se dijakom in študentom omogoči opravljanje prakse - vključevanje izobraževalnih organizacij v strokovne sestanke, sodelovanje z izobraževalnimi inštitucijami tudi glede možnosti opravljanja prakse, diplome: i.) predstavitev organizacije in aktivnosti ter rezultatov JSV na predavanjih študentov VSS, UNI in MSc študijev kmetijstva; ii.) vključitev študentov, diplomantov v strokovno delo in raziskovanje ter opravljanje prakse v okviru aktivnosti JSV.

Zaključki

V okviru Javna služba v vinogradništvu (JSV) poskušamo s strokovnim delom in aktivnosti v celoti doseči cilje MKGP, ki jih je na željo, potrebe in zahteve vinogradnikov in vinarjev RS zadalo na področju vinogradništva in vinarstva v RS. V zadnjih letih se je v okviru JSV zaključilo selekcijo nekaterih sort vinske trte in ponudilo nove slovenske klone, kar pričakujemo tudi v naslednjih letih, saj so številne selekcije v zaključnih fazah. V okviru aktivnosti na introdukciji pričakujemo, da bomo v naslednjih letih ponovno predlagali tolerantne sorte za vpis v trsni izbor, kot tudi podlage, ki bodo pokazale večjo toleranco na sušni stres. Želimo si, da bi vinogradniki in vinarji s pobudami pogosteje sodelovali pri oblikovanju programa JSV, saj le s tovrstnim sodelovanjem si lahko nadejamo rezultatov, ki bodo uporabni za širši nabor uporabnikov. V okviru koordiniranja JSV se bomo še naprej prizadevali informirati predvsem uporabnike o doseženih rezultatih, kot tudi MKGP o izzivih zaznanih med vinogradniki in vinarji in te v čim večjem obsegu vključevati v aktivnosti JSV.

Literatura

Pravilnik o pogojih glede prostorov, opremljenosti in kadrov za opravljanje javne službe strokovnih nalog v proizvodnji kmetijskih rastlin (Uradni list RS, št. 60/17).

Uredba o javnih službah strokovnih nalog v proizvodnji kmetijskih rastlin (Uradni list RS, št. 60/17).

**Podnebne spremembe in razvoj vinske trte
ter ukrepi za blaženje stresov v vinogradih**

Trendi podnebnih sprememb v vinorodnih deželah Slovenije

Stanko Vršič*, Borut Pulko, Andrej Perko

Univerzitetni center za vinogradništvo in vinarstvo Meranovo, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Univerza Maribor, Pivola 10, 2311 Hoče

*Korespondenca: stanko.vrsic@um.si

Izvleček: V tej študiji so bili proučevani trendi sprememb podnebnih parametrov od leta 1950 do 2022, ki so bili zabeleženi na šestih meteoroloških postajah v vseh treh vinorodnih deželah Podravje (Maribor in Murska Sobota), Posavje (Novo mesto, Črnomelj) in Primorska (Bilje, Koper) v Sloveniji. Na splošno so bile temperaturne spremembe od leta 1990 večje kot med letoma 1961 in 1990 (referenčno obdobje). Najbolj se je povečalo število tako imenovanih vročih dni ($T > 30$ °C), ki imajo tudi največji vpliv na druge biopodnebnne parametre, npr. povprečno temperaturo, vsoto efektivnih temperatur in Huglinov indeks. V referenčnem obdobju (1961–1990) je bil trend števila vročih dni celo rahlo negativen. Povprečna temperatura v času rasti trte se je v obdobju od 1991 do 2022 izrazito povečala v vseh vinorodnih deželah, za okoli 1,5 °C, razen v regiji s sredozemskim podnebjem (Slovenska Istra) za 0,3 °C. Povprečna temperatura se je v regijah s celinskim podnebjem dvignila na okoli 17 °C, v sredozemskem delu pa na okoli 19 °C, kar se odraža v zgodnejšem dozorevanju grozdja. Na dan dozorelosti grozdja so povprečne vegetacijske temperature še vsaj za 1 °C višje od prej omenjenih vrednosti. Drug zelo pomemben parameter pri višjih temperaturah je količina padavin med rastjo trte. Padavine v vseh treh vinorodnih deželah po letu 1991 kažejo trend upadanja, razen v Prekmurju (Podravje), kjer je količina padavin že najmanjša v celotnem proučevanem obdobju (1950–2022). Padavine so vse bolj neenakomerno razporejene tudi znotraj vinorodnih okolišev. Zato mora mreža meteoroloških postaj za dobro delovanje ostati v domeni države in lokalnih skupnosti.

Ključne besede: podnebne spremembe, vinska trta, biopodnebni parametri

Climate Change Trends in the Wine-growing Regions of Slovenia

Abstract: This study examined the trends of changes in climate parameters from 1950 to 2022 recorded by the six meteorological stations in three main wine growing regions, namely Podravje (Maribor and Murska Sobota), Posavje (Novo mesto, Črnomelj) and Primorska (Bilje, Koper) in Slovenia. Overall, temperature changes were more significant since 1990 than between 1961 and 1990 (reference period). The highest increase is recorded in the number of so-called hot days ($T > 30$ °C), which also have the greatest impact on other bioclimatic parameters, e.g. average temperature, growing degree days and the Huglin index. In the reference period (1961–1990), however, the trend in the number of hot days was even slightly negative. The mean seasonal temperature significantly increased in the period between 1991 and 2022 in all wine-growing regions by around 1,5 °C, except in the region with a Mediterranean climate (Slovenian Istria), which increased by 0,3 °C. The mean seasonal temperature in regions with a continental climate rose to around 17 °C, and in the Mediterranean part to around 19 °C, which is reflected in an earlier ripening of the grapes. At the time of grape maturity, the average vegetation temperatures are even higher than the previously mentioned values by at least 1 °C. Another very important parameter at higher temperatures is the amount of precipitation during the vine growth. Precipitation in all three main wine-growing regions shows a decreasing trend after 1991, except in the Prekmurje (wine-growing region Podravje), where the amount of precipitation is already the lowest throughout the studied period (1950–2022). Precipitation is increasingly unevenly distributed even within wine-growing regions. Therefore, the network of meteorological stations must remain in the domain of the state and local communities in order to function well.

Key words: climate change, grapevine, bioclimatic parameters

Pregled literature

Predvideva se, da se bo temperatura v zahodni in severni Evropi do konca 21. stoletja povečala od 2,5 do 4,5 °C. Večina podnebnih modelov napoveduje povečanje količine padavin pozimi (Schultz in Lebon 2005). V zadnjih letih so bili trendi segrevanja opaženi v vseh obdobjih leta (Branković in sod. 2010). Na severni polobli bo segrevanje močnejše v hladnejši polovici leta. Pričakujejo se milejše zime in toplejša poletja, pogosteje se bodo pojavljale ekstremno visoke temperature, tveganje nizkih temperatur pa naj bi bilo manjše (Kohler 2009). Številni raziskovalci so preučevali vpliv podnebnih sprememb na sposobnost preživetja kmetijske proizvodnje, pri čemer so preučevali spremembe v potencialu zimske utrditve, pojavu zmrzali, dolžini rastne sezone in vročini ter stresu zaradi suše v rastni sezoni (Carter in sod. 1991, Menzel in Fabian 1999, Jones in Davis 2000, Moonen in sod. 2002, Lobell in sod. 2006).

Raziskave prostorskega modeliranja so pokazale potencialno širitev vinogradniških regij, pri čemer so deli južne Evrope postali prevroči za pridelavo visokokakovostnih vin, severne regije pa so ponovno postale primerne kot v srednjem veku, od 9. do 13. stoletja našega štetja (Kenny in Harrison 1992, Laget in sod. 2008). V nekaterih regijah projekcije kažejo, da lahko povečana količina padavin posledično vpliva na razvoj tal s povečanjem količine vode, ki teče skozi tla (Montagne in Cornu 2010). Tako bi podnebne spremembe pomembno vplivale na razvoj tal, saj bi povzročile izgubo najfinejših delcev organske snovi. Nagnjenost k vse bolj ekstremnim vremenskim pojavom (intenzivnejše padavine) lahko vidimo kot posledico podnebnih sprememb, ki lahko povečajo erozijo tal, zlasti v vinogradih na strmih pobočjih (Vršič in sod. 2011, Vršič 2012).

Minimalna potreba toplote za rast vinske trte je izražena kot vrednost indeksa seštevka toplote, t. i. growing degree-days (GDD) od aprila do oktobra na severni polobli, z osnovno temperaturo 10 °C. Becker (1985) je za minimalni GDD določil 1000 °D enot, vendar je kasnejša raziskava pokazala, da je najmanjša vrednost 850 °D enot (Kenny in Shao 1992, Jones in sod. 2010). Po letu 1990 so se razvojne faze vinske trte, kot so brstenje, cvetenje in dozorevanje, v povprečju zgodile prej kot v osemdesetih letih (Duchêne in sod. 2010, Jorquera-Fontena in Orrego-Verdugo 2010, Webb in sod. 2011, Vršič in Vodovnik Plevnik 2012, Bernáth in sod. 2021).

Slovenija je vinogradniški svet v malem (sredozemsko, celinsko in panonsko podnebje), ki vključuje vse svetovno pomembne sorte vinske trte za pridelavo kakovostnega vina. Namen raziskave je bil preučiti spremembe temperature in padavin ter njihov potencialni vpliv na dozorevanje grozdja.

Podatki in metode

Ta študija je bila izvedena z uporabo najdaljše razpoložljive serije podatkov iz 6 meteoroloških postaj: Maribor, Murska Sobota, Novo mesto, Črnomelj, Bilje in Koper v vinorodnih deželah (Podravje, Posavje in Primorska) v Sloveniji (slika 1). Za vinorodno deželo Podravje je značilno prehodno panonsko celinsko podnebje. Značilnosti celinskega podnebja se z vse večjo oddaljenostjo od Alp krepijo. Tudi za vinorodno deželo Posavje je značilno zmerno celinsko podnebje, zanj so značilne precejšnje sezonske temperaturne razlike, mrzle zime in zmerno vroča poletja. Splošno podnebje za vinorodno deželo Primorska pa je submediteransko. V analizi so bile uporabljene dnevne količine padavin in temperatura (srednja, najvišja in najnižja) zabeležene na omenjenih meteoroloških postajah. Podatki so bili pridobljeni iz arhiva Agencije RS za okolje (ARSO).



Slika 1. Meteorološke postaje v vinorodnih deželah Podravje (Maribor, Murska Sobota), Posavje (Črnomelj, Novo mesto) in Primorska (Bilje, Portorož).

Podnebni parametri

Opravljen je bila analiza opazovanega podnebja 1950–2022, za obdobja 1961–1990 (referenčno za 20. stoletje), in 1991–2022. Dnevni podatki iz vsake postaje so bili organizirani za obdobje rastne sezone ter uporabljeni za izračun biopodnebnih indeksov (preglednica 1). Za rastno sezono (april – oktober) so bile povzete padavine in temperatura (povprečje, najvišja in najnižja) za vsako postajo, saj so povprečja rastne sezone običajno v veliki korelaciji s pridelavo in kakovostjo vina. Za oceno znamenj toplotnega stresa je bilo določeno število dni s temperaturo $> 30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ta temperatura povzroči zgodnejše zorenje grozdja (krajša rastna doba), nižjo vsebnost skupnih kislin in aromatičnih spojin (Vršič in Vodovnik-Plevnik 2012). Da bi pridobili več informacij o vinski regiji in določili splošne smernice za potencialno kakovost in slog vina, smo izračunali GDD (Winkler in sod. 1974) in Huglinov indeks (HI) (Huglin 1978). Spremenljivke smo ocenili z deskriptivno statistiko in analizo trendov. Ker nekateri parametri, pregledani v študiji, niso bili normalno porazdeljeni, je bil za vse serije uporabljen neparametrični Mann-Kendallov test trenda (MK-test) s 5-odstotno stopnjo tveganja (Hirsch in sod. 1991).

Preglednica 1. Analizirani biopodnebni parametri.

Parameter	Opis parametra
Tveg	Povprečna temperatura v vegetaciji (april–oktober), $^{\circ}\text{C}$
Pveg	Skupna količina padavin v vegetaciji (april–oktober), mm
HI	Huglinov Indeks (april–september), $^{\circ}\text{D}$ enot
GDD	Vsota efektivnih temperatur (Growing degree days), od aprila do oktobra, $^{\circ}\text{D}$ enot
T $>30^{\circ}\text{C}$	Število dni s temperaturami $> 30\text{ }^{\circ}\text{C}$

Rezultati in diskusija

Podnebna struktura in trendi v vinorodni deželi Podravje

Splošno podnebje za vinorodno deželo Podravje je zmerno celinsko, zanj so značilne precejšnje sezonske temperaturne razlike, mrzle zime in zmerno vroča poletja s povprečno letno temperaturo okoli 10 °C (1950–2022). Dolgoletno povprečje (1950–2022) padavin v rastni sezoni (1. april–31. oktober) se giblje med 574 mm v Murski Soboti in 703 mm v Mariboru padavine pa so čez leto bolj, v zadnjih dveh desetletjih pa nekoliko manj enakomerno porazdeljene (preglednica 2). Za potencial zrelosti grozdja se regija šteje za vmesno na podlagi povprečne temperature v rastni sezoni (Tveg) (Jones 2006), s 15,8 °C v obdobju 1950–2022. V obdobju od 1950 do 1979 in v referenčnem obdobju 1961–1990 je bila Tveg pod ali blizu 15 °C. V obdobju 1991–2022 je bila Tveg 16,3 °C v Murski Soboti oziroma 16,6 °C v Mariboru (preglednica 2).

Za referenčno obdobje (1961–1990) in obdobje 1950–1979 so bile opažene le manjše spremembe biopodnebnih parametrov (preglednica 2). Iz tega lahko sklepamo, da se je največja stopnja segrevanja začela po devetdesetih letih prejšnjega stoletja, kar se kaže v velikih spremembah biopodnebnih parametrov od leta 1991 do 2022. Podobne spremembe so ugotovili tudi Jones in sod. (2005), tj. da se je Tveg v skoraj vseh vinorodnih regijah po devetdesetih letih prejšnjega stoletja močno povečala.

Spremembe med letoma 1991 in 2022 se na splošno zdijo najbolj dramatične. Za Tveg so bili opaženi pomembni trendi segrevanja v rastni sezoni na obeh postajah. Ogrevanje je bilo posledica sprememb v Tveg-min in Tveg-max, vendar so bile spremembe v Tveg-max večje. Trendi Tveg so se gibal od 0,34 °C na desetletje v Mariboru do 0,4 °C v Murski Soboti (grafikon 1). Število dni z visokimi temperaturami v rastni sezoni ($T > 30$ °C; preglednica 2) se je znatno povečalo na obeh lokacijah in sicer na 22 v Mariboru oziroma 23 v Murski Soboti (preglednica 2). Preveč dni s temperaturami > 30 °C lahko povzroči zmanjšanje fotosinteze, večje pomanjkanje vode in prezgodnje zorenje grozdja, zlasti pri zgodnjih sortah (Vršič in Vodovnik-Plevnik 2012). Takih dni je bilo v referenčnem obdobju (1961–1990) le šest na leto (preglednica 2).

Trend segrevanja v obdobju med letoma 1991 in 2022 potrjuje tudi porast indeksov toplotne sumacije in povprečne temperature v rastni sezoni. Nanje je očitno vplivalo število dni s temperaturami > 30 °C ($T > 30$ °C). V obdobju 1991–2022 se je trend povečanja vsote efektivnih temperatur (GDD) in Huglinovega indeksa (HI) pokazal na obeh postajah. GDD so se povečali za 54 °D enot na desetletje v Mariboru in za 67 °D enot v Murski Soboti. Trendi GDD so bili bolj izraziti na lokaciji Murska Sobota. Trendi HI so bili podobni tistim za GDD. Vrednosti HI za postaji so se v obdobju 1991–2022 povečale od 75 (Murska sobota) do 95 °D (Maribor) na desetletje (grafikon 1). Povprečne vrednosti teh dveh indeksov so bile v tem obdobju v povprečju večje za okrog 300 °D enot v primerjavi z referenčnim obdobjem (preglednica 2). Vrednosti HI označujejo vinorodno deželo Podravje kot primerno za 'Chardonnay' in 'Sauvignon'. V referenčnem obdobju (1961–1990) je na obeh postajah HI samo enkrat presegel vrednost 1900 °D enot in to v letu 1983. V obdobju 1991–2021 pa je na obeh lokacijah HI presegel to vrednost 22-krat, oziroma v dveh tretjinah let. V osmih letih je v Mariboru oziroma dvanajstih letih v Murski Soboti presegel vrednost 2100 °D enot. V zadnjem desetletju (2011–2022) je bila ta vrednost presežena vsako drugo leto v Mariboru oziroma sedemkrat v Murski Soboti.

Vrednosti GDD so se v zadnjih treh desetletjih (1991–2022) povečale za 23 % (Maribor) oziroma 25 % (Murska sobota) in HI za 17,6 % (Maribor) oziroma 18,5 % (Murska Sobota) v primerjavi z referenčnim obdobjem. Pri natančnejši analizi zadnjih treh desetletij pa je razvidno iz preglednice 2, da so se vrednosti GDD v prvem desetletju v primerjavi z referenčnim obdobjem povečale za 17 %, v drugem za 24 % in v tretjem za 28 % v Mariboru oziroma za 19, 24 in 32 % v Murski Soboti. Podobne razlike so tudi pri HI, ki je bil v prvem desetletju večji za 12 %, v drugem za 17 % in v tretjem za 23 % v Mariboru oziroma 14, 18 in 24 % v Murski Soboti. Povprečna vegetacijska temperatura (Tveg) pa se je v prvem desetletju tega obdobja v primerjavi z referenčnim obdobjem povečala za 1 °C, v drugem za 1,5 °C in v tretjem za 1,7 °C v Mariboru in za 1,1 °C, 1,5 in 1,9 °C v Murski Soboti. Največje razlike so v številu dni s temperaturo > 30 °C, saj je bilo

v Mariboru v zadnjih tridesetih letih (1991–2022) takih dni v prvem desetletju za 2,3-krat, v drugem za 3,7-krat in v tretjem desetletju za 4,9-krat več kot v referenčnem obdobju. Podobno je bilo v Murski Soboti (za 2,5, 3,8 in za 4,2-krat več) (preglednica 2).

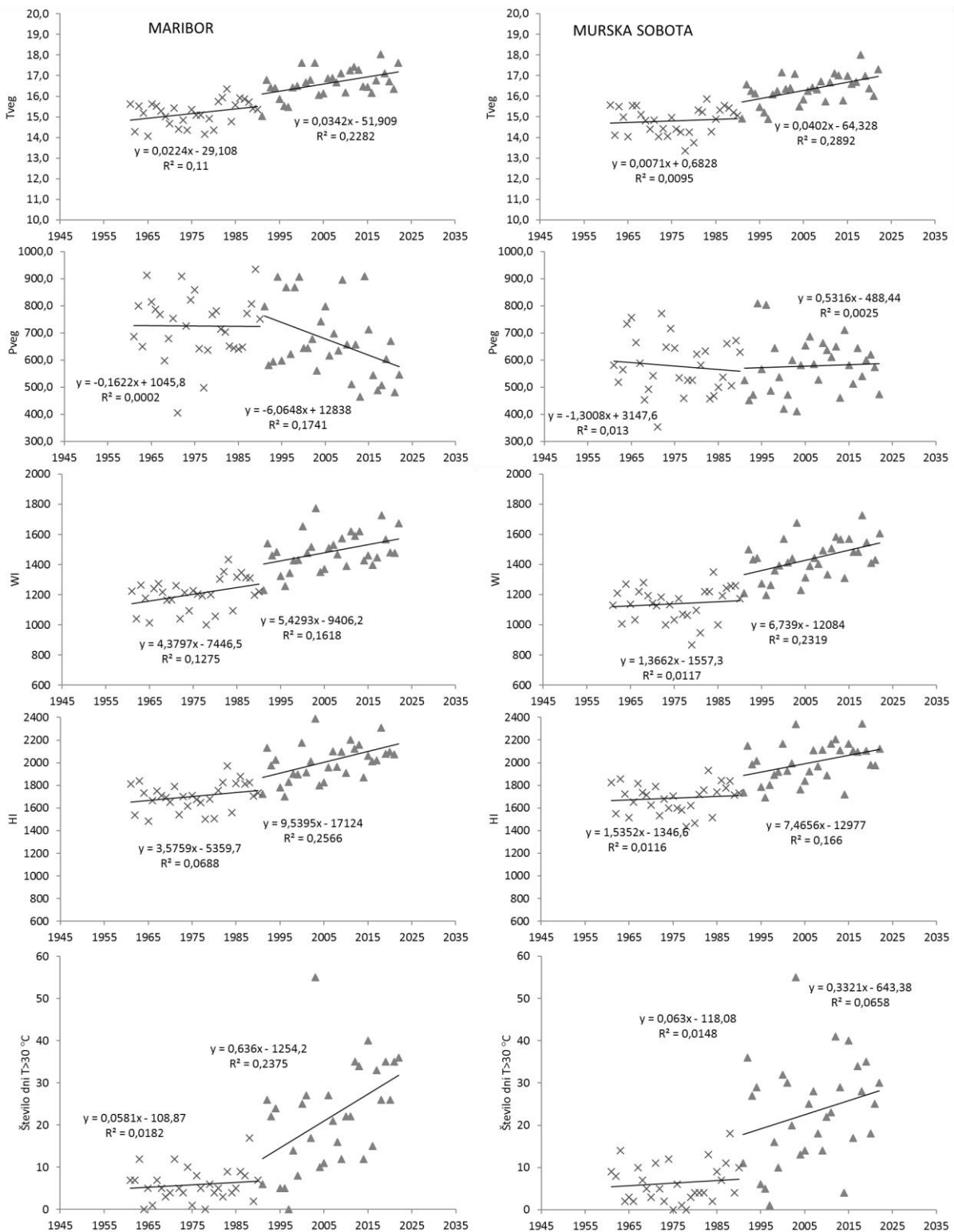
Glede na razporeditev vinogradniških območij v podnebno-zoritvene skupine (Jones in sod. 2010) na podlagi povečanja Tveg v zadnjem desetletju obravnavanega obdobja lahko sklepamo, da to vinorodno območje postaja primerno za pridelavo nekaterih vinskih sort iz tople podnebno-zoritvene skupine, kot so npr. 'Cabernet franc' in 'Merlot'. Če se bo trend segrevanja v naslednjih 30 letih nadaljeval na podoben način kot od devetdesetih let prejšnjega stoletja, lahko pričakujemo, da bo vinorodna dežela Podravje povsem prešla v toplo podnebno-zoritveno skupino.

Na splošno so se količine padavin za celotno obdobje (1950–2022) nekoliko zmanjšale; vendar pa trendi padavin v rastni sezoni (Pveg) niso bili izraziti (preglednica 2). Količina padavin je predvsem na lokaciji Murska Sobota dokaj stabilna in sicer okrog 570 mm v rastni sezoni. V Mariboru pa je predvsem v zadnjem desetletju zabeleženo povprečno manj padavin in sicer za okrog 18 %, v primerjavi z referenčnim obdobjem (okrog 590 mm v rastni dobi). To pomeni, da se je količina padavin v povprečju zmanjšala za več kot 130 mm. V Murski Soboti je bila količina padavin v vegetaciji že v referenčnem obdobju in v zadnjih treh desetletjih na podobnem nivoju kot v zadnjem desetletju v Mariboru, kar do neke mere lahko kaže, da se v zadnjem desetletju vedno bolj odraža vpliv panonske klime proti Mariboru.

Preglednica 2. Biopodnební parametri za meteorološki postaji Maribor in Murska Sobota za obdobje 1950-2022.

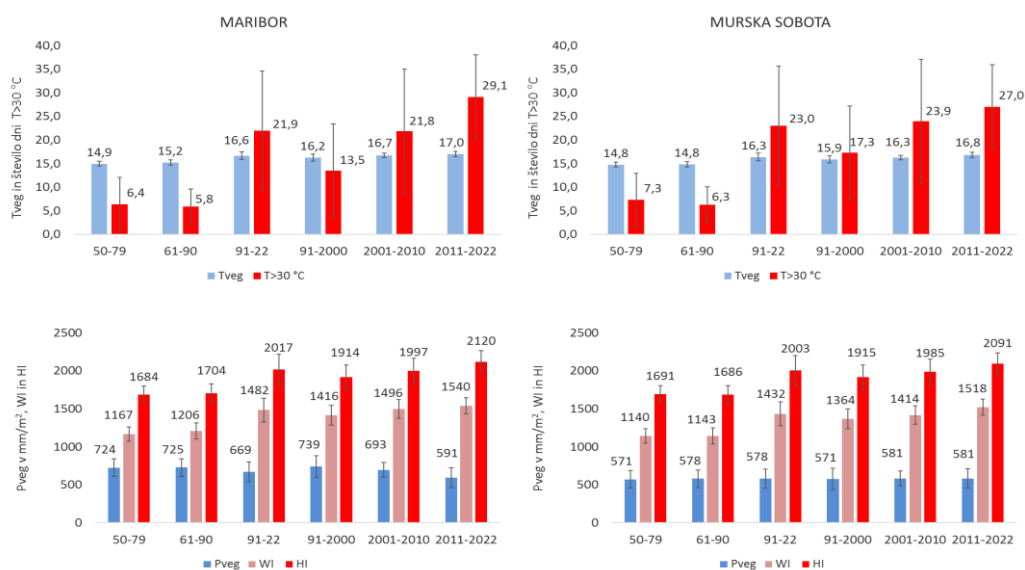
Obdobje	Tveg±SD	Pveg±SD	GDD±SD	HI±SD	T>30 °C ±SD
MARIBOR					
1950-2022	15,8 ±0,99	703,1 ±124,3	1317,9 ±187,4	1833,6±214,7	12,9 ±11,8
1950-1979	14,9 ±0,53	723,6 ±116,9	1166,7 ± 95,7	1683,9±113,1	6,4 ± 5,7
1961-1990	15,2 ±0,59	725,4 ±116,5	1205,5 ±108,0	1704,5±120,0	5,8 ± 3,8
1991-2022	16,6 ±0,80	669,2 ±128,2	1496,5 ±155,9	2017,1±199,8	21,9 ±12,7
1991-2000	16,2 ±0,75	738,9 ±142,1	1415,8 ±130,2	1914,0±163,4	13,5 ± 9,9
2001-2010	16,7 ±0,48	692,9 ± 97,4	1496,5 ±121,9	1996,9±169,2	21,8 ±13,2
2011-2022	17,0 ±0,57	591,3 ±128,8	1540,5 ±106,4	2119,7±145,5	28,5 ± 8,9
MURSKA SOBOTA					
1950-2022	15,5 ±1,00	573,8 ± 94,3	1277,4 ±186,4	1833,9±214,3	14,2 ±12,3
1950-1979	14,8 ±0,63	570,6 ± 96,9	1140,2 ±110,0	1691,3±139,7	7,3 ± 7,8
1961-1990	14,8 ±0,65	577,9 ±100,3	1142,9 ±111,1	1686,3±125,4	6,3 ± 4,6
1991-2022	16,3 ±0,87	578,2 ± 93,6	1432,3 ±168,5	2002,9±201,6	23,0 ±12,6
1991-2000	15,9 ±0,75	571,4 ±138,7	1364,3 ±125,7	1914,7±164,8	17,3 ±12,6
2001-2010	16,3 ±0,47	581,4 ± 88,7	1414,4 ±119,3	1985,3±164,8	23,9 ±12,4
2011-2022	16,8 ±0,59	581,3 ± 74,4	1518,5 ±107,1	2091,1±151,7	27,0 ±10,5

Tveg–povprečna temperatura v vegetaciji, Pveg–vsota padavin v vegetaciji, GDD–vsota efektivnih temperatur (Winklerjev indeks), HI–Huglinov indeks, T>30 °C–število dni z maksimalno temperaturo nad 30 °C , SD–standardna deviacija.



Tveg–povprečna temperatura v vegetaciji, Pveg–vsota padavin v vegetaciji, GDD–vsota učinkovitih temperatur (Winklerjev indeks), Huglinov indeks, $T > 30^\circ\text{C}$ –število dni z maksimalno temperaturo nad 30°C , SD–standardna deviacija.

Grafikon 1. Trendi biopodnebni parametrov za meteorološki postaji Maribor in Murska Sobota za referenčno obdobje 1961–1990 in obdobje 1991–2022.



Tveg – povprečna temperatura v vegetaciji, Pveg – vsota padavin v vegetaciji, GDD – vsota efektivnih temperatur (Winklerjev indeks), Huglinov indeks, T>30 °C – število dni z maksimalno temperaturo nad 30 °C, SD – standardna deviacija.

Grafikon 2. Povprečne vrednosti biopodnebnih parametrov za meteorološki postaji Maribor in Murska Sobota za obdobje 1950–1979, referenčno obdobje 1961–1990 in obdobje 1991–2022, ter za posamezna desetletja v obdobju 1991–2022.

Podnebna struktura in trendi v vinorodni deželi Posavje

Splošno podnebje za vinorodno deželo Posavje je tudi zmerno celinsko, zanj so značilne precejšnje sezonske temperaturne razlike, mrzle zime in zmerno vroča poletja s povprečno letno temperaturo nekaj nad 10 °C (1950–2022). Dolgoletno povprečje (1950–2022) padavin v rastni sezoni (1. april–31. oktober) se giblje med 758 mm v Novem mestu in 792 mm v Črnomlju, padavine pa so čez leto bolj, v zadnjih dveh desetletjih pa nekoliko manj enakomerno porazdeljene. Povprečna temperatura v rastni sezoni (Tveg) v obdobju 1950–2022 je bila 15,6 °C (Novo mesto) oziroma 16,3 °C (Črnomelj) (preglednica 3).

V prvih tridesetih letih proučevanega obdobja je bila povprečna Tveg od 14,7 (Novo mesto) do 15,6 °C (Črnomelj) in zelo podobna tudi v referenčnem obdobju 1961–1990. V obdobju 1991–2022 pa je bila Tveg 16,5 °C v Novem mestu oziroma 17,1 °C v Črnomlju (preglednica 3). Za referenčno obdobje (1961–1990) in obdobje 1950–1979 so bile opažene le manjše spremembe biopodnebnih parametrov (preglednica 3). Velike spremembe biopodnebnih parametrov so bile zabeležene od leta 1991 do 2022. Trendi kažejo na povečanje Tveg od 0,48 °C na desetletje v Novem mestu do 0,6 °C v Črnomlju. Povprečno število dni s temperaturo > 30 °C je bilo od 25 za Novo mesto do 30 za Črnomelj. Takih dni je bilo v referenčnem obdobju (1961–1990) 7 oziroma 13 na leto (preglednica 3).

Trend segrevanja v obdobju med letoma 1991 in 2022 potrjujejo tudi biopodnebni indeksi. GDD so se povečali za 74 °D enot na desetletje v Novem mestu in za 110 °D enot v Črnomlju, HI pa za 98 oziroma 117 °D enot. Trendi GDD in HI so bili bolj izraziti na lokaciji Črnomelj (grafikon 3). Vrednosti teh dveh indeksov so bile v tem obdobju v povprečju večje za okrog 300 °D enot v primerjavi z referenčnim obdobjem (grafikon 4). V Črnomlju je bila vrednost HI 1900 °D enot presežena desetkrat že v referenčnem obdobju (1961–1990), v Novem mestu pa samo enkrat in to v letu 1983. V obdobju 1991–2021 pa je v Novem mestu HI presežel to vrednost več kot v dveh tretjinah let, v Črnomlju pa v tem obdobju samo v treh letih ta vrednost ni bila presežena. V Črnomlju je bila vrednost HI 2100 °D enot presežena v več kot polovici let (v zadnjem desetletju pa samo enkrat ni bila presežena), v Novem mestu pa je bila večja devetkrat, največkrat v zadnjem obdobju (2010–2022). Vrednosti GDD so se v

zadnjih treh desetletjih (1991–2021) povečale za 26 % (Novo mesto) oziroma za 23 % (Črnomelj) in HI za 19 % (Novo mesto) oziroma 16,5 % (Črnomelj) v primerjavi z referenčnim obdobjem. Pri natančnejši analizi zadnjih treh desetletij pa je razvidno iz preglednice 3, da so se vrednosti GDD v prvem desetletju (1991–2022) v primerjavi z referenčnim obdobjem povečale za okrog 15 %, v drugem za 24 % in v tretjem za 33 % v Črnomlju oziroma za 20, 26 in 34 % v Novem mestu. Podobne razlike so tudi pri HI, ki je bil v prvem desetletju večji za okrog 9 %, v drugem za 16 % in v tretjem za 23 % v Črnomlju oziroma 12, 16 in 26 % v Novem mestu.

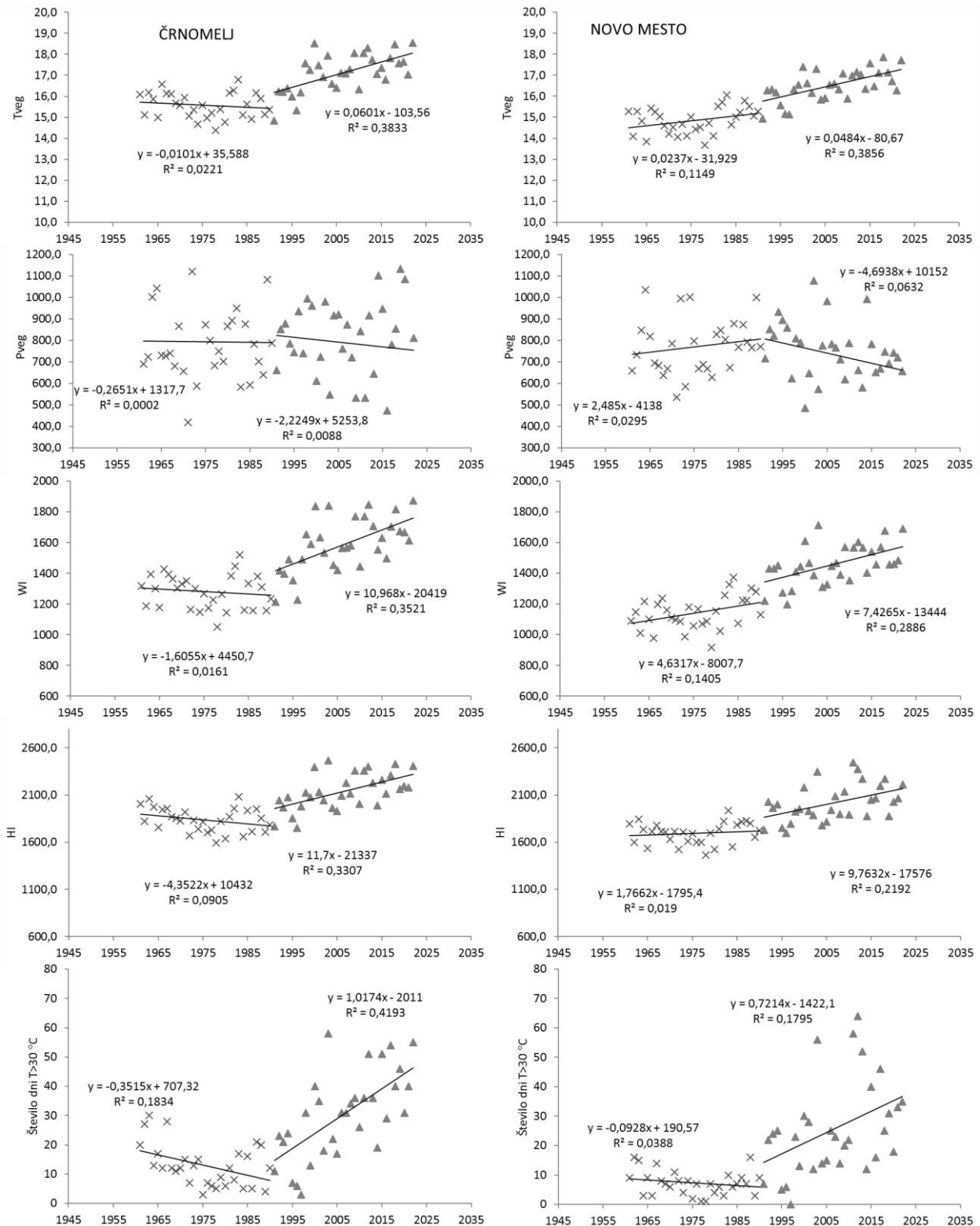
Povprečna vegetacijska temperatura (Tveg) se je v prvem desetletju obdobja 1991-2022 v primerjavi z referenčnim obdobjem povečala za 1,2 °C, v drugem za 1,6 °C in v tretjem za 2,2 °C v Novem mestu in za 0,9 °C, 1,5 °C in 2,1 °C v Črnomlju. Največje razlike pa so tudi na teh dveh meteoroloških postajah v številu dni s temperaturo > 30 °C, saj je bilo v Novem mestu v zadnjih tridesetih letih (1991–2022) takih dni v prvem desetletju za 2,1-krat, v drugem za 3,1-krat in v tretjem desetletju za 4,9-krat več kot v referenčnem obdobju. Podobno je bilo v Črnomlju (za 1,4, 2,4 in za 3,1-krat več takih dni) (preglednica 3). Na prvi pogled je to povečanje manjše kot v Podravju, vendar je treba izpostaviti, da je bilo v Posavju že v referenčnem obdobju skoraj dvakrat več vročih dni kot v Podravju. Če se bo trend segrevanja v naslednjih 30 letih nadaljeval na podoben način kot od devetdesetih let prejšnjega stoletja, lahko pričakujemo, da bo tudi vinorodna dežela Posavje povsem prešla v toplo podnebno-zoritveno skupino.

Na splošno so se količine padavin za celotno obdobje (1950–2022) nekoliko zmanjšale, vendar pa trendi padavin v rastni sezoni (Pveg) niso bili izraziti (grafikon 3). Povprečja padavin so bila na obeh lokacijah bolj ali manj stabilna. Kljub temu pa je bilo v Novem mestu v zadnjem desetletju zabeleženo povprečno 14 % manj padavin v primerjavi z referenčnim obdobjem. V Črnomlju je bila količina padavin v vegetaciji ves čas na podobnem nivoju (nad 770 mm/m²), vendar je potrebno pogledati kakšna je bila razporeditev padavin in intenziteta v posameznih vremenskih pojavih.

Preglednica 3. Biopodnební parametri za meteorološki postaji Črnomelj in Novo mesto za obdobje 1950-2022.

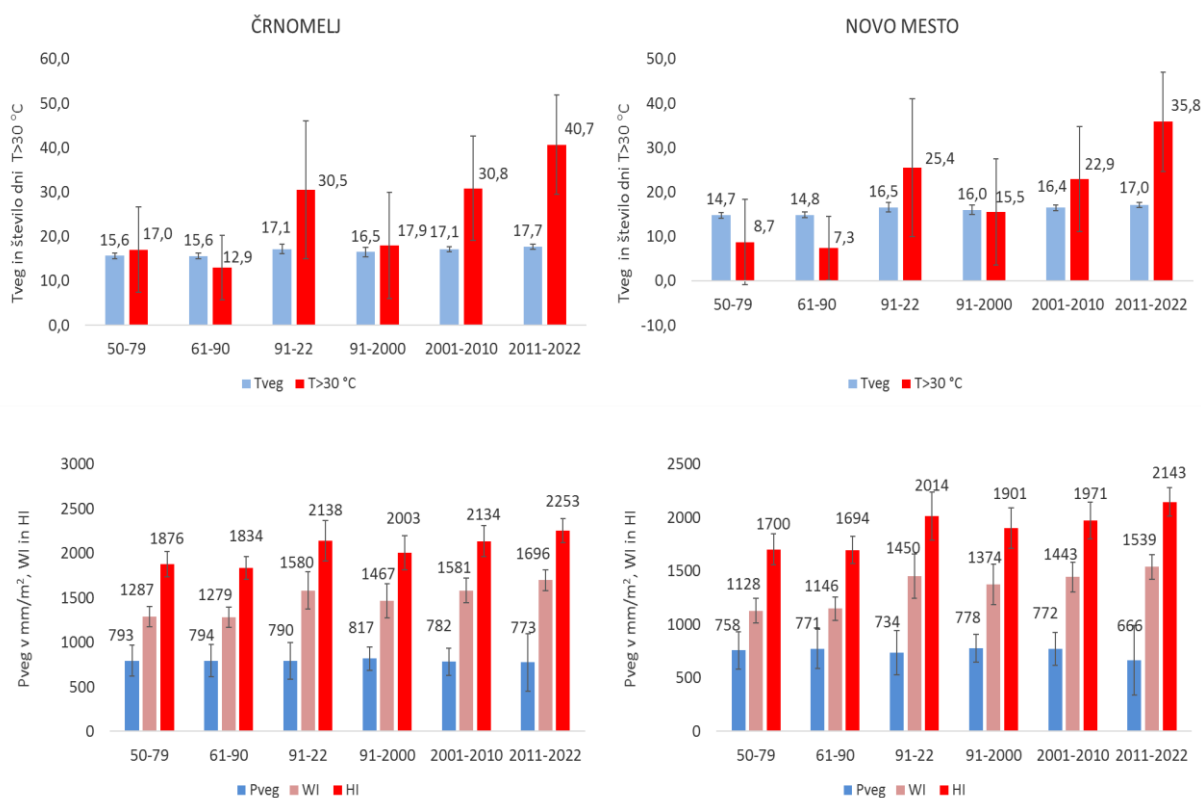
Obdobje	Tveg±SD	Pveg±SD	GDD±SD	HI±SD	T>30 °C ±SD
ČRNOMELJ					
1950-2022	16,3 ±1,10	791,9 ±193,0	1424,0 ±208,2	1987,0±214,9	22,2 ±14,1
1950-1979	15,6 ±0,61	793,0 ±175,7	1287,1 ±113,6	1875,9±144,0	17,0 ±9,6
1961-1990	15,6 ±0,60	793,9 ±181,8	1279,0 ±111,2	1834,5±127,3	12,9 ±7,2
1991-2022	17,1 ±1,07	789,5 ±205,5	1579,5 ±208,2	2137,8±223,8	30,5 ±15,5
1991-2000	16,5 ±10,8	816,6 ±129,0	1467,3 ±191,1	2003,5±189,6	17,9 ±11,9
2001-2010	17,1 ±059	781,9 ±153,7	1581,1 ±137,8	2133,7±172,6	30,8 ±11,8
2011-2022	17,7 ±0,58	773,3 ±323,8	1696,1 ±115,2	2253,3±133,8	40,7 ±11,1
NOVO MESTO					
1950-2022	15,6 ±1,00	756,6 ±146,5	1288,6 ±192,1	1846,2±217,1	15,9 ±14,2
1950-1979	14,7 ±0,55	757,9 ±125,9	1127,7 ± 97,6	1700,5±115,4	8,7 ±6,2
1961-1990	14,8 ±0,61	771,1 ±127,4	1146,4 ±109,2	1693,7±112,8	7,3 ±4,1
1991-2022	16,5 ±0,88	734,2 ±160,3	1450,2 ±161,4	2013,7±215,1	25,4 ±16,0
1991-2000	16,0 ±0,77	778,3 ±135,4	1374,4 ±127,2	1901,2±154,6	15,5 ±10,5
2001-2010	16,4 ±0,50	772,2 ±156,8	1443,4 ±122,8	1971,0±171,1	22,9 ±12,8
2011-2022	17,0 ±0,51	665,8 ±207,7	1538,9 ± 90,0	2143,1±181,5	35,8 ±16,8

Tveg–povprečna temperatura v vegetaciji, Pveg–vsota padavin v vegetaciji, GDD–vsota efektivnih temperatur (Winklerjev indeks), HI–Huglinov indeks, T>30 °C–število dni z maksimalno temperaturo nad 30 °C, SD–standardna deviacija.



Tveg–povprečna temperatura v vegetaciji, Pveg–vsota padavin v vegetaciji, GDD–vsota efektivnih temperatur (Winklerjev indeks), Huglinov indeks, T>30 °C–število dni z maksimalno temperaturo nad 30 °C, SD–standardna deviacija.

Grafikon 3. Trendi biopodnebni parametrov za meteorološki postaji Črnomelj in Novo mesto za referenčno obdobje 1961–1990 in obdobje 1991–2022.



Tveg–povprečna temperatura v vegetaciji, Pveg–vsota padavin v vegetaciji, GDD–vsota efektivnih temperatur (Winklerjev indeks), Huglinov indeks, T>30 °C–število dni z maksimalno temperaturo nad 30 °C, SD–standardna deviacija.

Grafikon 4. Povprečne vrednosti biopodnebnih parametrov za meteorološki postaji Črnomelj in Novo mesto za obdobje 1950–1979, referenčno obdobje 1961–1990 in obdobje 1991–2022, ter za posamezna desetletja v obdobju 1991-2022.

Podnebna struktura in trendi v vinorodni deželi Primorska

Splošno podnebje za vinorodno deželo Primorska je submediteransko podnebje, za katero je značilna povprečna minimalna temperatura nad 0 °C in temperatura najtoplejšega meseca nad 20 °C. Dolgoletno povprečje (1950-2022) padavin v rastni sezoni (1. april–31. oktober) se giblje med 612 mm (Koper) in 870 mm (Bilje), padavine pa so čez leto neenakomerno porazdeljene. Povprečne temperature v rastni sezoni (Tveg) v obdobju 1950–2022 so bile 17,5 °C (Bilje) oziroma 18,6 °C (Koper) (preglednica 4).

V prvih tridesetih letih proučevanega obdobja (1950-1979) je bila povprečna Tveg od 17,2 (Bilje) do 18,3 °C (Koper) in zelo podobna tudi v referenčnem obdobju 1961–1990. V obdobju 1991–2022 pa je bila Tveg 18,2 °C v Biljah oziroma 18,9 °C v Kopru (grafikon 6). Za referenčno obdobje (1961–1990) in obdobje 1950–1979 so bile opažene le manjše spremembe biopodnebnih parametrov (preglednica 4). Večje spremembe biopodnebnih parametrov so bile zabeležene od leta 1991 do 2022. Za to deželo je treba izpostaviti, da je bilo že v referenčnem obdobju v Biljah v povprečju 22 vročih dni, ki pa se je v obdobju 1991–2022 še skoraj podvojilo. V Kopru je bilo v referenčnem obdobju samo osem takih dni, njihovo število pa se je v naslednjih tridesetih letih več kot potrojilo.

Trendi kažejo na povečanje Tveg od 0,43 °C na desetletje v Kopru do 0,55 °C v Biljah (grafikon 5). Trend segrevanja v obdobju med letoma 1991 in 2022 potrjujejo tudi biopodnebni indeksi. Trendi GDD kažejo povečanje za 170 °D enot na desetletje v Kopru in v Biljah, HI pa za 183 oziroma 121 °D enot (grafikon 5). Povprečne vrednosti HI indeksa so bile v tem obdobju večje za več kot 200 enot v

primerjavi z obdobjem med 1950 in 1979, podobno kot v ostalih dveh vinorodnih deželah (preglednica 4). Za Bilje so bile vrednosti HI v povprečju večje od 2300 °D enot, za Koper pa okrog 2400 °D enot, kar kaže, da ta dežela spada v zmerno toplo zoritveno skupino za grozdje, po vrednostih v zadnjem desetletju (2011–2022) pa Bilje v povprečju z 2451 °D enot, Koper pa z 2591 °D enot že v toplo zoritveno skupino (Huglin 1986), dopolnjeno po Jones in sod. (2010).

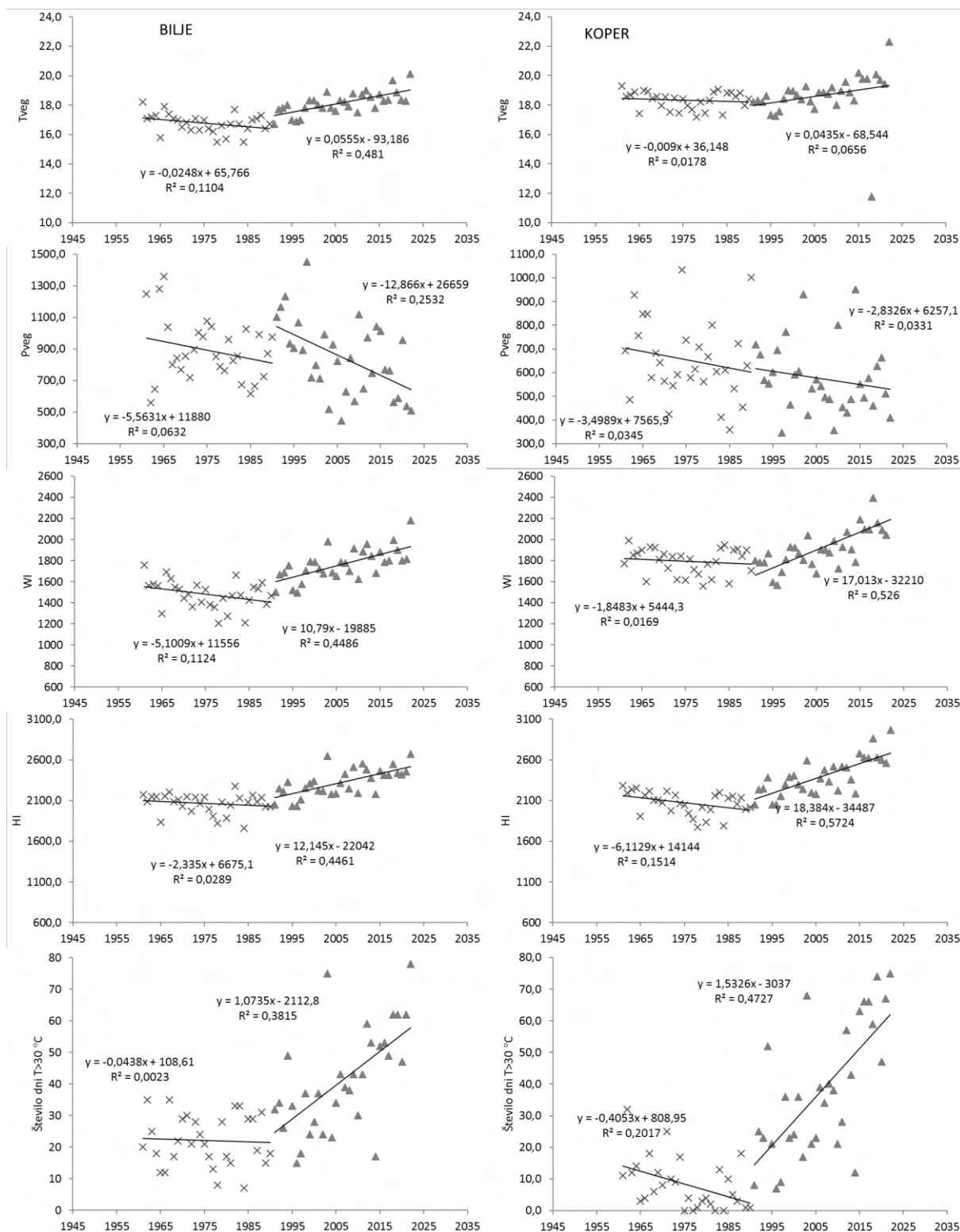
Povprečna vegetacijska temperatura (Tveg) se je v Biljah v prvem desetletju obdobja 1991-2022 v primerjavi z referenčnim obdobjem povečala za 0,8 °C, v drugem za 1,3 °C in v tretjem za 1,9 °C. V obalnem pasu se je Tveg bistveno povečala le v zadnjem obdobju (2011–2022) in sicer za 1,6 °C, v primerjavi z referenčnim obdobjem (preglednica 4).

Na splošno so se količine padavin za celotno obdobje (1950–2022) nekoliko zmanjšale; vendar pa trendi padavin v rastni sezoni (Pveg) niso bili izraziti (grafikon 5) s tem, da povprečna količina padavin v priobalnem pasu predstavlja le dve tretjini padavin v Biljah. Razporeditev padavin pa je najmanj ugodna od vseh vinorodnih dežel. Potrebno bo narediti še oceno razporeditve padavin in intenzitete v posameznih vremenskih pojavih.

Preglednica 4. Biopodnební parametri za meteorološki postaji Bilje in Koper za obdobje 1950-2022.

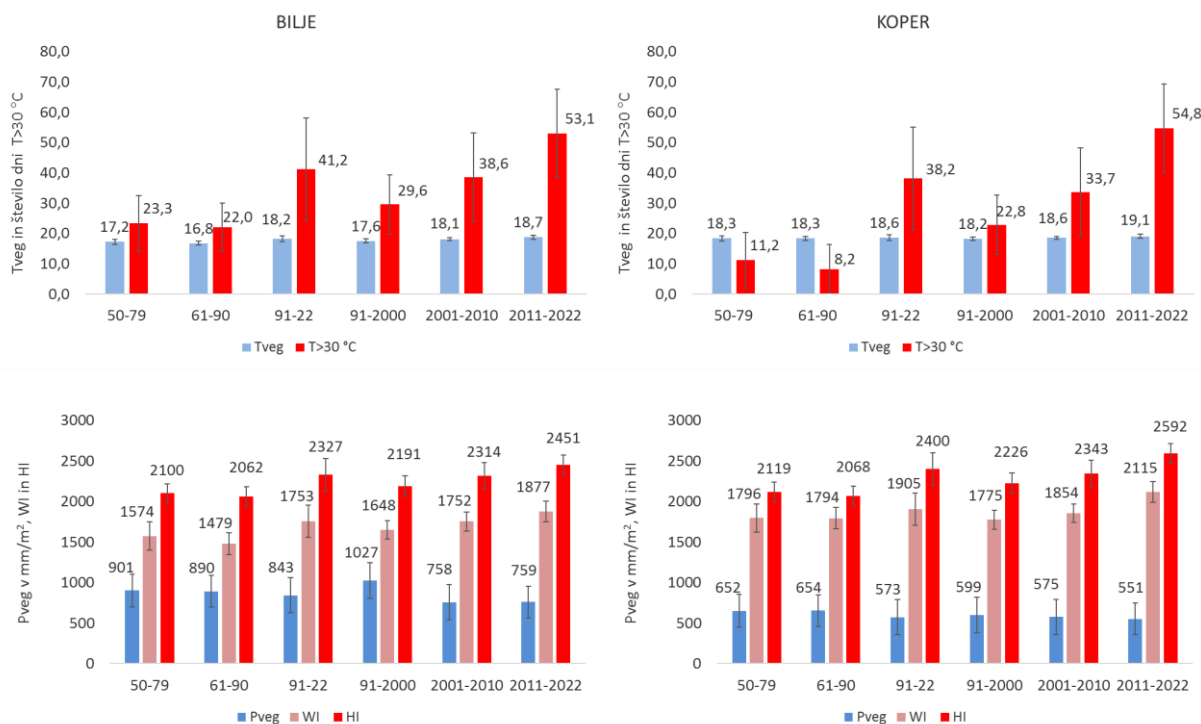
Obdobje	Tveg±SD	Pveg±SD	GDD±SD	HI±SD	T>30 °C ±SD
BILJE					
1950-2023	17,6 ±1,00	865,3 ±211,5	1640,9 ±195,8	2196,8±189,6	31,2 ±15,7
1950-1979	17,2 ±0,85	900,6 ±200,0	1573,9 ±173,1	2099,7±119,4	23,3 ± 9,2
1961-1990	16,8 ±0,66	890,4 ±194,8	1479,0 ±133,9	2062,3±121,0	22,0 ± 8,0
1991-2022	18,2 ±0,98	842,7 ±218,0	1753,2 ±199,0	2327,0±200,9	41,2 ±16,9
1991-2000	17,6 ±0,60	1026,9 ±220,2	1648,0 ±116,2	2190,6±123,3	29,6 ± 9,8
2001-2010	18,1 ±0,47	758,4 ±219,4	1752,0 ±116,0	2313,9±162,3	38,6 ±14,6
2011-2022	18,7 ±0,64	759,3 ±195,5	1877,3 ±126,3	2451,5±118,3	53,1 ±14,6
KOPER					
1950-2023	18,6 ±0,90	612,3 ±152,6	1855,6 ±181,4	2230,1 ±237,9	22,1 ±20,8
1950-1979	18,3 ±0,57	651,8 ±141,5	1795,6 ±119,7	2118,6 ±143,5	11,2 ± 8,8
1961-1990	18,3 ±0,60	653,8 ±165,7	1794,1 ±125,1	2068,3 ±138,3	8,2 ± 7,9
1991-2022	18,9 ±0,99	573,5 ±155,6	1904,7 ±205,4	2399,6 ±260,2	38,2 ±23,3
1991-2000	18,2 ±0,62	598,8 ±126,3	1774,5 ±124,2	2225,7 ±144,2	22,8 ±13,7
2001-2010	18,6 ±0,50	574,7 ±171,8	1854,1 ±112,4	2343,1 ±144,4	33,7 ±14,8
2011-2022	19,9 ±1,07	551,4 ±147,7	2115,1 ±221,2	2591,7 ±204,3	54,8 ±19,1

Tveg–povprečna temperatura v vegetaciji, Pveg–vsota padavin v vegetaciji, GDD–vsota efektivnih temperatur (Winklerjev indeks), HI–Huglinov indeks, T>30 °C–število dni z maksimalno temperaturo nad 30 °C, SD–standardna deviacija.



Tveg–povprečna temperatura v vegetaciji, Pveg–vsota padavin v vegetaciji, GDD–vsota učinkovitih temperatur (Winklerjev indeks), Huglinov indeks, $T > 30$ °C–število dni z maksimalno temperaturo nad 30 °C, SD–standardna deviacija.

Grafikon 5. Trendi biopodnebni parametrov za meteorološki postaji Bilje in Koper za referenčno obdobje 1961–1990 in obdobje 1991–2022.



Tveg–povprečna temperatura v vegetaciji, Pveg–vsota padavin v vegetaciji, GDD–vsota efektivnih temperatur (Winklerjev indeks), Huglinov indeks, T>30 °C–število dni z maksimalno temperaturo nad 30 °C, SD–standardna deviacija.

Grafikon 6. Povprečne vrednosti biopodnebnih parametrov za meteorološki postaji Bilje in Koper za obdobje 1950–1979, referenčno obdobje 1961–1990 in obdobje 1991–2022, ter za posamezna desetletja v obdobju 1991-2022.

Zaključki

Osnovna ugotovitev raziskave je, da se v vseh treh vinorodnih deželah po letu 1990 odraža velik vpliv podnebnih sprememb. Največji trend povečanja je zabeležen v številu t. i. vročih dni ($T > 30\text{ °C}$), ki tudi najbolj vplivajo na ostale biopodnebnne parametre npr. povprečno temperaturo zraka, vsoto efektivnih temperatur in Huglinov indeks. V obdobju 1991–2022 je trend povečanja vročih dni v vinorodni deželi Primorska za en dan na leto v Biljah in sicer iz povprečno 30 dni v prvem desetletju na 53 po letu 2010. Ob morju je ta trend še močnejši in sicer 1,5 dneva iz povprečno 23 dni v prvih desetih letih na 55 po letu 2010. Podoben trend se kaže tudi v vinorodnem okolišu Bela Krajina (Črnomelj) in sicer povečanje za 1 dan na leto. Na ostalih treh meteoroloških postajah, v Posavju v Novem mestu ter v Podravju v Mariboru in Murski Soboti, pa je zabeležen manjši trend, najmanjši v Murski Soboti 0,3 dneva na leto. V referenčnem obdobju (1961–1990) pa je bil trend števila vročih dni celo rahlo negativen. Povprečna temperatura v vegetaciji (Tveg) se je v tem obdobju (1991–2022) v povprečju v vseh vinorodnih okoliših povečala za okrog 1,5 °C v primerjavi z referenčnim obdobjem razen v regiji ob morju, kjer je Tveg večja v povprečju za 0,3 °C. Povprečne Tveg v regijah s kontinentalno klimo so narasle na okrog 17 °C, v mediteranskem delu pa na okrog 19 °C kar se odraža v zgodnejšem dozorevanju grozdja. V času zrelosti grozdja pa so povprečne vegetacijske temperature še višje od prej omenjenih vrednosti še vsaj za 1 °C. Drugi zelo pomemben parameter ob višjih temperaturah je količina padavin v času rasti trte. Padavine v vseh treh vinorodnih deželah po letu 1991 kažejo trend zmanjševanja, razen v vinorodnem okolišu Prekmurje, kjer pa je že vso obdobje (1950–2022) količina

padavin najmanjša. Pri padavinah se v zadnjem obdobju pojavlja, da so poleg bolj neenakomerne razporeditve v vegetaciji, tudi znotraj vinorodnih okolišev vedno bolj neenakomerno razporejene. Zato je mreža meteoroloških postaj toliko bolj pomembna za spremljanje vremenskih pojavov ter za sprejemanje in izvajanje tehnoloških ukrepov v vinogradu. Za dobro delovanje mreže meteoroloških postaj bi morale ostati njihovo financiranje še naprej v domeni države in lokalnih skupnosti.

Literatura

- Becker N. 1985. Site Selection for Viticulture in Cooler Climates Using Local Climatic Information. In: Proceedings of the International Symposium on Cool Climate Viticulture and Enology. Oregon State University Technical Publication 7628, 20–34.
- Bernáth S, Paulen O, Šiška B, Kusá Z, Tóth F. 2021. Influence of Climate Warming on Grapevine (*Vitis vinifera* L.) Phenology in Conditions of Central Europe (Slovakia). *Plants*, 10, 1020. <https://doi.org/10.3390/plants10051020>
- Bindi M, Fibbi L, Gozzini B, Orlandini S, Miglietta F. 1996. Modeling the Impact of Future Climate Scenarios on Yield and Variability of Grapevines. *Clim Res*, 7, 213–224.
- Brandt M, Scheidweiler M, Rauhut D, Patz CD, Will F, Zorn H, Stoll M. 2019. The influence of temperature and solar radiation on phenols in berry skin and maturity parameters of *Vitis vinifera* L. cv. Riesling. *OenoOne*, DOI: 10.20870/oeno-one.2019.53.2.2424
- Branković Č, Srnc L, Patarčić M. 2010. An Assessment of Global and Regional Climate Change Based on the EH50M Climate Model Ensemble. *Clim Chang*, 98, 21–49.
- Carter TR, Parry ML, Porter JH. 1991. Climatic Change and Future Agroclimatic Potential in Europe. *Int J Climatol*, 11, 251–269.
- Clingeffer PR. 2010. Plant Management Research: Status and What It Can Offer to Address Challenges and Limitations. *Aust J Grape Wine R*, 16, 25–32.
- Duchene E, Huard F, Dumas V, Schneider C, Merdinoglu D. 2010. The challenge of adapting grapevine varieties to climate change. *Clim Res*, 41, 193–204.
- Flexas J, Galmes J, Galle A, Gulias J, Pou A, Ribas-Carbo M, Tomas M, Medrano H. 2010. Improving water use efficiency in grapevines: potential physiological targets for biotechnological improvement. *Aust J Grape Wine R*, 16, 106–121.
- Hirsch RM, Alexander RB, Smith RA. 1991. Selection of Methods for the Detection and Estimation of Trends in Water Quality: *Water Resour Res*, 27, 803–813.
- Huglin P. 1978. Nouveau mode d'évaluation des possibilités héliothermiques d'un milieu viticole. In: Proc Symp Int sur l'écologie de la Vigne. Ministère de l'Agriculture et de l'Industrie Alimentaire, Contança, p 89–98.
- Jones GV, Davis RE. 2000. Climate Influences on Grapevine Phenology, Grape Composition, and Wine Production and Quality for Bordeaux, France. *Am J Enol Vitic*, 51, 249–261.
- Jones GV, White MA, Cooper OR, Storchmann K. 2005. Climate Change and Global Wine Quality. *Clim Chang*, 73, 319–343.
- Jones G. 2006. Climate change and wine: Observations, impacts and future implications. *Wine Industry Journal*, 21, 21–26.
- Jones GV, Duff AA, Hall A, Myers J. 2010. Spatial analysis of climate in winegrape growing regions in the western United States. *Am J Enol Vitic*, 61, 313–326.
- Jorquera-Fontena E, Orrego-verdugo R. 2010. Impact of global warming on the phenology of a variety of grapevine grown in Southern Chile. *Agrociencia*, 44, 427–435.
- Kast WK, Rupp D. 2009. Effects of climate change on phenology and ripening conditions of grapevine. *Mitt Klosterneuburg*, 59, 3–7.
- Kenny GJ, Harrison PA. 1992. The effects of climate variability and change on grape suitability in Europe. *J Wine Res*, 3, 163–183.
- Kenny GJ, Shao J. 1992. An assessment of a latitude–temperature index for predicting climate suitability for grapes in Europe *J Hort Sci*, 67, 239–246.
- Keller M. 2010. Managing grapevines to optimise fruit development in a challenging environment: a climate change primer for viticulturists. *Aust J Grape Wine R*, 16, 56–69.

- Kohler H. 2009. Agricultural meteorology of Rheinland–Pfalz faces global climate change-with weather data since 1946. *Erwerbs-Obstbau*, 51, 95–99.
- Laget F, Tondut JL, Deloire A, Kelly MT. 2008. Climate trends in a specific Mediterranean viticultural area between 1950 and 2006. *J Int Sci Vigne Vin*, 42, 113–123.
- Lobell DB, Field CB, Cahill KN, Bonfils C. 2006. Impacts of future climate change on Californian perennial crop yields: Model projections with climate and crop uncertainties. *Agri Forest Meteorol*, 141, 208–218.
- Menzel A, Fabian P. 1999. Growing season extended in Europe. *Nature*, 397:659.
- Montagne D, Cornu S. 2010. Do we need to include soil evolution module in models for prediction of future climate change? *Clim Chang*, 98,75–86.
- Moonen AC, Ercoli L, mariotti M, Masoni A. 2002. Climate change in Italy indicated by agrometeorological indices over 122 years. *Agr Forest Meteorol*, 111, 13–17.
- Nemani RR, White MA, Cayan DR, Jones GV, Running SW, Coughlan JC, 2001. Asymmetric climatic warming improves California vintages. *Clim Res*, 19, 25–34.
- Petgen M. 2007. Reaction of the vines on the climate changes. *Schweiz. Z. Obst-Weinbau*, 9, 6–9.
- Prior B. 2007. Inventory management to adapt to climate change. *Das Deutsche Weinmagazin*, 10/12, 22–27.
- Ramos MC, Jones GV, Martínez-Casasnovas. 2008. Structure and trends in climate parameters affecting winegrape production in northeast Spain. *Clim Res*, 38, 1–15.
- Santos TP, Lopes CM, Rodrigues ML, Souza CR, Ricardo-da-Silva JM, Maroco JP, Pereira JS, Chaves MM. 2007. Effects of different irrigation strategies on cluster microclimate for improving fruit composition of Moscatel field-grown grapevines. *Sci Hortic-Amsterdam*, 112, 321–330.
- Schultz HR. 2000. Climate change and viticulture: A European perspective on climatology, carbon dioxide and UV-B effects. *Aust J Grape Wine R*, 6, 6–12.
- Schultz HR, Lebon E. 2005. Modelling the effect of climate change on grapevine water relations. VII International Symposium on Grapevine Physiology and Biotechnology, *Acta Horticulturae*, 689, pp 71–78.
- Tate AB. 2001. Global warming's impact on vine. *J Wine Res*, 12, 95–109.
- Vršič S, Ivančič A, Pulko B, Valdhuber J. 2011. Effect of soil management systems on erosion and nutrition loss in vineyards on steep slopes. *J Environ Biol*, 32, 289–294.
- Vršič S. 2012. Soil erosion and earthworm population responses to soil management systems in steep-slope vineyards. *Plant Soil Environ*, 57, 258-263.
- Vršič S, Vodovnik –Plevnik T. 2012. Reactions of vines varieties to climate changes in NE Slovenia. *Plant Soil Environ*, 58, 34–41.
- Webb LB, Whetton PH, Barlow EWR. 2008. Climate change and winegrape quality in Australia. *Clim Res*, 36, 99-111.
- Webb LB, Whetton PH, Barlow EWR. 2011. Observed trends in winegrape maturity in Australia. *Global Change Biology*, 17, 2707-2719.
- Winkler AJ, Cook JA, Kliewer WM, Lider LA. 1974. *General viticulture*. University of California Press, Berkeley.

Reakcije vinske trte na podnebne spremembe v vinorodni deželi Podravje

Stanko Vršič^{1*}, Tadeja Vodovnik-Plevnik², Leonida Gregorič², Borut Pulko¹, Andrej Perko¹, Janez Valdhuber¹

¹Univerzitetni center za vinogradništvo in vinarstvo Meranovo, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Univerza Maribor, Pivola 10, 2311 Hoče

²Kmetijsko gozdarski zavod Maribor, Vinarska 14, 2000 Maribor

*Korespondenca: stanko.vrsic@um.si

Izveček: V tem delu smo preučili trend temperaturnih sprememb od leta 1961 do 2022, ki so bile zabeležene na meteorološki postaji Maribor in Murska Sobota, ter od leta 1980 do 2022 dinamiko dozorevanja grozdja zgodnjih, srednje poznih in pozno dozorevajočih sort vinske trte v vinorodni deželi Podravje v SV Sloveniji. Na podlagi podatkov o vsebnosti topnih suhih snovi, skupni kislosti in priporočenem roku trgatve v posameznem letu so bili izračunani trendi skrajševanja rastne dobe vinske trte do tehnološke zrelosti (76 °Oe). Na splošno so bile temperaturne spremembe od leta 1990 večje kot v obdobju od 1961 do 1990 (referenčno obdobje). Povprečna temperatura v vegetaciji se je močno povečala, in sicer za 0,4 °C na desetletje. Grozdje je po letu 2010 pri vseh sortah ('Ranina', 'Chardonnay', 'Sauvignon', 'Modra frankinja', 'Laški rizling' in 'Šipon') prej dozorelo za 32, 27, 26, 27, 35 oziroma 34 dni kot v obdobju 1980–1990. Trendi so pokazali izrazito zniževanje vsebnosti skupnih kislin, kar lahko pripišemo izrecno višjim temperaturam v obdobju rasti in zorenja grozdnih jagod. Grozdje je po letu 2010 dozorelo pri povprečnih vegetacijskih temperaturah, ki so bile za več kot 2 °C višje kot pred 30 leti. Glede skupnih kislin pri poznih sortah je vpliv višjih temperatur pozitiven.

Ključne besede: vinska trta, podnebne spremembe, zrelost grozdja

Grapevine Reactions to Climate Changes in the Wine Growing Region Podravje in Slovenia

Abstract: The presented research examined the temperature change trend between 1961 and 2022 recorded by Maribor and Murska Sobota meteorological stations, and from 1980 to 2022 the dynamics of grape ripening of early-, medium late- and late- ripening grapevine varieties in the Podravje wine-growing region in NE Slovenia. Based on the data associated with the content of soluble solids, total acidity, and recommended date of harvest in a particular year, the trends towards shortening the grapevine growing period (to the technological maturity of grape; 76 °Oe) were calculated. In general, temperature changes since 1990 were more significant than between 1961 and 1990 (reference period). The mean seasonal temperature significantly increased, i.e., 0.4 °C per decade. After 2010, the grapes of the varieties 'Bouvier', 'Chardonnay', 'Sauvignon Blanc', 'Blaufrankisch', 'Welschriesling' and 'Furmint' ripened 32, 27, 26, 27, 35 and 34 days earlier, respectively, than in the period between 1980 and 1990. The trends showed a significant decrease in content of total acidity, which can be specifically considered as a consequence of the higher temperatures during the growing season and the ripening of grape berries. After 2010, grapes ripened at the average growing season temperatures that were more than 2 °C higher than 30 years ago. Regarding the total acidity content of the late ripening varieties, the influence of higher temperatures is positive.

Key words: grapevine, climate change, grape ripeness

Pregled literature

Učinek podnebnih sprememb na kmetijstvo bo na koncu odvisen od časovne razporeditve fizioloških zahtev rastlin, prostorskih variacij, sezonskosti in obsega segrevanja. To je očitno v vinogradništvu, saj je kakovost vina rezultat izkušenj in je koncentrirana v geografsko ločenih regijah s številnimi značilnimi vremenskimi in podnebnimi dejavniki (Laget in sod. 2008, Kast in Rupp 2009).

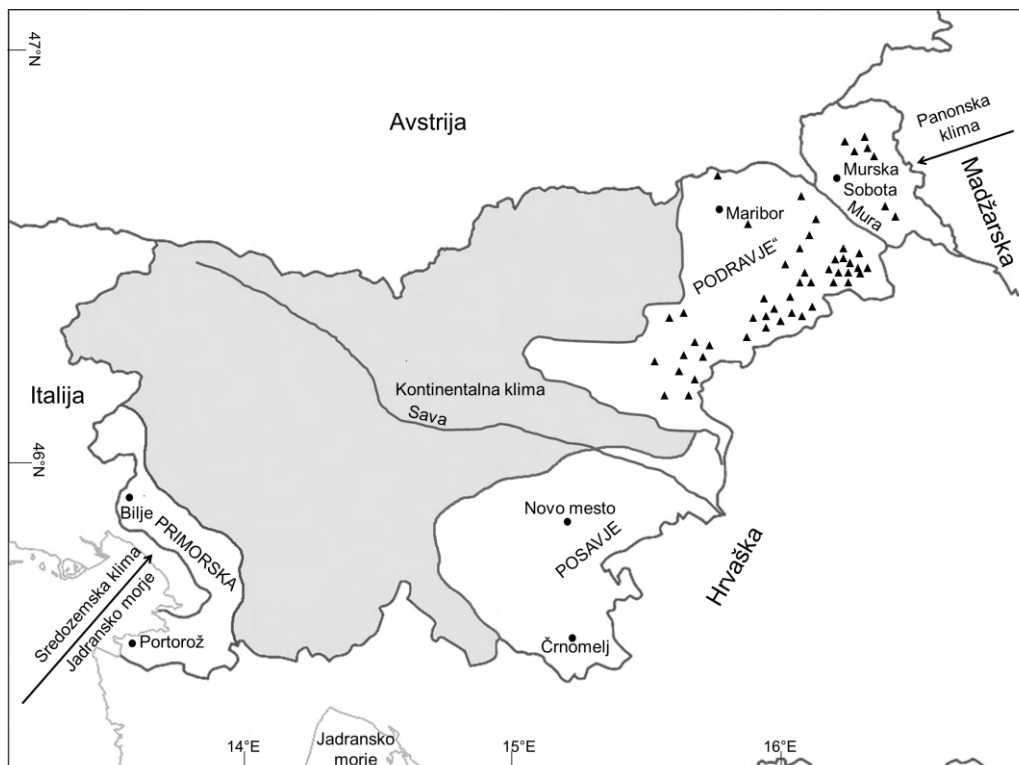
Večina najbolj kakovostnih vinorodnih regij na svetu je v zadnjih 50 letih doživela trende segrevanja v rastni sezoni. Največji učinki so bili v regijah s hladnim podnebjem. Dolžina rastle sezone in temperatura sta ključna dejavnika pri maksimiranju zelenega stila vina in njegove kakovosti (Jones in sod. 2005). V Avstraliji je bil učinek segrevanja negativen, če niso bili izvedeni nobeni prilagoditveni ukrepi, regionalno pa se je razlikovalo tudi zmanjšanje kakovosti vinskega grozdja (Webb in sod. 2008). V severovzhodni Španiji je bila proizvodnja v najtoplejših letih manjša (Ramos in sod. 2008). Toplejše razmere vplivajo na potencial pridelka in sestavo grozdja ob trgatvi ter vodijo do krajše rastle sezone, vendar povečajo variabilnost pridelka (Bindi in sod. 1996, Nemani in sod. 2001, Webb in sod. 2012, Kast in Rupp 2009, Keller 2010, Brandt in sod. 2019). V mnogih primerih so razlike med leti prevelike, da bi jih lahko premagali s spreminjanjem vinogradniških praks upravljanja vinograda (Clingeffer 2010). Zaradi milejših zim bo pritisk škodljivcev in bolezni večji (Schultz 2000, Tate 2001). Vroča poletja povzročijo zgodnejše zorenje grozdja, v nekaterih vinorodnih okoliših pa je pogostejši pojav bolezni, kot je botritis (Petgen 2007, Prior 2007). Tudi povečanje ultravijoličnega B (UV-B) sevanja na površini tal zaradi zmanjšane ozonske plasti lahko povzroči spremembe v fiziologiji vinske trte in neposredno vpliva na kemijsko sestavo grozdja. Aromatični profili se lahko spremenijo, zlasti pri belih vinskih sortah pa je lahko manj izrazita aroma (Schultz 2000).

Minimalna potreba po toploti za rast vinske trte je izražena kot vrednost indeksa seštevka toplote, t. i. growing degree-days (GDD) od aprila do oktobra na severni polobli, z osnovno temperaturo 10 °C. Becker (1985) je minimalni GDD določil kot 1000 °D enot, vendar so kasnejše raziskave pokazale, da je potrebno najmanj 850 °D enot (Kenny in Shao 1992, Jones in sod. 2010). V zadnjem desetletju so se razvojne faze vinske trte, kot so brstenje, cvetenje in dozorevanje, v povprečju zgodile prej kot v osemdesetih letih (Duchêne in sod. 2010, Jorquera-Fontena in Orrego-Verdugo 2010, Webb in sod. 2011, Vršič in Vodovnik-Plevnik 2012, Bernáth in sod. 2021).

V Sloveniji je v pridelavo grozdja za kakovostno vino vključena večina svetovno pomembnih sort vinske trte. Namen raziskave je bil preučiti vpliv podnebnih sprememb na dozorevanje in kemijsko sestavo grozdja različnih sort vinske trte. V študiji je bil namen ugotoviti odziv posameznih sort na naraščajoče temperature. Ta vsebina predstavlja rezultate za 6 pomembnih sort ('Ranina', 'Chardonnay', 'Sauvignon', 'Modra frankinja', 'Laški rizling' in 'Šipon'), ki se gojijo v vinorodni deželi Podravje, najboljše vinorodnem območju v državi, ki ima zmerne podnebne razmere.

Podatki in metode

Ta študija je bila izvedena z uporabo najdaljše razpoložljive serije podatkov iz meteoroloških postaj Maribor in Murska Sobota v vinorodni deželi Podravje (slika 1). Ta regija se nahaja med rekama Savo in Muro vse do madžarske meje. Območje je geološko gledano del nekdanjega bazena Panonskega morja, sestavljeno iz nagubanih in slabo prepletenih neogenskih morskih sedimentov in s prehodno panonsko celinsko klimo. Značilnosti celinskega podnebjaja se z vse večjo oddaljenostjo od Alp krepijo. Vinogradi (okrog 5000 ha) so pretežno zasajeni z belimi sortami, ležijo pa na strmih pobočjih z nakloni 30–50 % na nadmorski višini od 250 do 350 m. V tej analizi so bile uporabljene dnevne količine padavin in temperatura zraka (srednja, najvišja in najnižja dnevna) zabeležene v Mariboru (278 m n. m.) in v Murski Soboti (184 m n. m.) za obdobje 1961–2022. Podatki so bili pridobljeni iz arhiva Agencije RS za okolje (ARSO).



Slika 1. Meteorološke postaje v vinorodnih deželah Podravje (Maribor, Murska Sobota) Posavje (Črnomelj, Novo mesto) in Primorska (Bilje, Portorož) in 52 lokacij vinogradov v vinorodni deželi Podravje za tedensko spremljanje dozorevanja grozdja (črni trikotniki) pri 18 različnih sortah (Vir: Kmetijsko gozdarski zavod Maribor).

Podnebni parametri

Opravljen je bil analiza opazovanega podnebja za obdobja 1961–1990 (referenčno za 20. stoletje) in 1990–2022. Dnevni podatki iz vsake postaje so bili organizirani za obdobje rastne sezone ter uporabljeni za izračun biopodnebnih indeksov (vsota efektivnih temperatur in Huglinov indeks, vsota padavin in povprečna temperatura v vegetaciji (april–oktober) in število vročih dni s temperaturo > 30 °C). Za rastno sezono (april–oktober) so bile povzete padavine in temperatura (povprečje, najvišja in najnižja) za vsako postajo, saj so povprečja rastne sezone običajno v veliki korelaciji s pridelavo in kakovostjo vina. Za oceno znamenj toplotnega stresa je bilo določeno število dni s temperaturo > 30 °C. Ta temperatura povzroči prezgodnje zorenje grozdja (krajša rastna doba), nižjo vsebnost skupnih kislin in aromatičnih spojin (Vršič in Vodovnik-Plevnik 2012). Da bi pridobili več informacij o vinski regiji in določili splošne smernice za potencialno kakovost in slog vina, smo tudi izračunali vsoto efektivnih temperatur GDD (Winkler in sod. 1974), vsoto padavin in Huglinov indeks (HI) (Huglin 1978) na dan, ko je posamezna sorta dosegla 76 °Oe.

Dozorevanje grozdja in kakovost vina

Zbrani in statistično obdelani so bili podatki tedenskega spremljanja dozorevanja grozdja v obdobju od 1980 do 2022 za zgodnje, srednje pozne in pozne sorte vinske trte. Samo v tej vinorodni deželi so na voljo podatki o dozorevanju 18 sort za tako dolgo obdobje. Podatki so bili zbrani na 52 stalnih lokacijah v podregijah vinorodne dežele Podravje (slika 1) in evidentirani s strani Kmetijsko gozdarskega zavoda Maribor. V tem članku so predstavljeni rezultati za 6 sort: 'Ranina', 'Chardonnay', 'Sauvignon', 'Modra frankinja', 'Laški rizling' (kot najbolj razširjeno sorto v tej regiji) in 'Šipon'.

Za vsako sorto je bilo od leta 1980 na vsaki lokaciji naključno vzeti 100 jagod. Spremljanje dozorevanja grozdja se je začelo odvisno od tega, kako zgodaj je grozdje začelo kazati znamenja dozorevanja v posameznem letu (od začetka do sredine avgusta). Datum trgatve je bil določen v skladu z Zakonom o vinu Slovenije (UL Zakon o vinu št. 001-22-135/06) na točki, ko je skupna topna suha snov dosegla približno 76 °Oe (tj. 76° po Oechslejevi lestvici, areometrski lestvici, ki meri gostoto grozdnega soka oziroma 18 °Brix; meja za kakovostno vino). V primeru zelo slabih letnikov je bil rok trgatve določen glede na zdravstveno stanje grozdja (letniki v začetku osemdesetih let prejšnjega stoletja). Osredotočenost je bila tudi na razmerja med biopodnebnimi parametri in parametri zorenja. Na podlagi podatkov o topnih suhih snoveh in skupni kislosti v grozdnem soku so bili izračunani trendi zgodnejšega zorenja grozdja. Spremenljivke smo ocenili z deskriptivno statistiko in analizo trendov. Izračunane so bile tudi korelacije med biopodnebnimi parametri in parametri kakovosti grozdja.

Rezultati in diskusija

Podnebna struktura in trendi

Splošno podnebje za vinorodno deželo Podravje je zmerno celinsko, zanj so značilne precejšnje sezonske temperaturne razlike, mrzle zime in zmerno vroča poletja. Dolgoletno povprečje (1950–2022) padavin v rastni sezoni se giblje med 574 mm v Murski Soboti in 703 mm v Mariboru, padavine pa so čez leto bolj ali manj enakomerno porazdeljene, v zadnjih letih pa jih je vedno manj. Za potencial zrelosti grozdja vinske trte se regija šteje za zmerno na podlagi povprečne temperature v rastni sezoni (Tveg) (Jones 2006), s 15,7 °C v obdobju 1950–2022 (ni v preglednici). V referenčnem obdobju 1961–1990 je bila Tveg okrog 15 °C, v obdobju 1991–2022 pa 16,3 °C (Murska Sobota) oziroma 16,6 °C (Maribor). Za referenčno obdobje (1961–1990) in obdobje 1950–1979 so bile opažene le manjše spremembe biopodnebnih parametrov (preglednica 1 in v članku Vršič in sod. 2023, Trendi podnebnih sprememb, 6. slovenski vinogradniško-vinarski kongres).

Velike spremembe biopodnebnih parametrov so bile od leta 1991 do 2022. Podobne rezultate so ugotovili Jones in sod. (2005), tj. da se je Tveg v skoraj vseh vinorodnih regijah po devetdesetih letih prejšnjega stoletja močno povečala. V Tveg so bili opaženi pomembni trendi segrevanja v rastni sezoni. Največje temperaturne skrajnosti so se znatno povečale na obeh lokacijah. Ogrevanje je bilo predvsem posledica povečanja števila vročih dni ($T > 30$ °C), saj se je število takih dni več kot potrojilo. Takih dni je bilo v referenčnem obdobju (1961–1990) le šest na leto (preglednica 1). Trende segrevanja v obdobju med letoma 1991 in 2022 potrjuje tudi porast indeksov toplotne sumacije (GDD, HI). Posledica tega je bilo zgodnejše dozorevanje grozdja in nižja vsebnost kislin, kar potrjujejo korelacije med biopodnebnimi indeksi in parametri dozorevanja. Poleg tega pa se kažejo tudi trendi zmanjšanja padavin. Podatki za meteorološko postajo Maribor kažejo, da so se padavine zmanjšale iz 725 mm v referenčnem obdobju na 591 mm (18,5 % manj) po letu 2010. To je podobno količini padavin, ki jo izkazujejo podatki za meteorološko postajo Murska Sobota. Poleg tega pa je potrebno izpostaviti, da je zaradi zgodnejšega dozorevanja grozdja količina padavin od 1. aprila do zrelosti grozdja manjša še za dodatnih 20 % (preglednica 2).

Če se bo trend segrevanja v naslednjih 30 letih nadaljeval na podoben način kot od devetdesetih let prejšnjega stoletja, lahko pričakujemo, da bo vinorodna dežela Podravje povsem prešla v toplo podnebno-zoritveno skupino (Jones in sod. 2010).

Preglednica 1. Biopodnební parametri za meteorološki postaji Maribor in Murska Sobota za referenčno obdobje 1961–1990 in za obdobje 1991–2022 e+ter za posamezne dekade v obdobju 1991–2022.

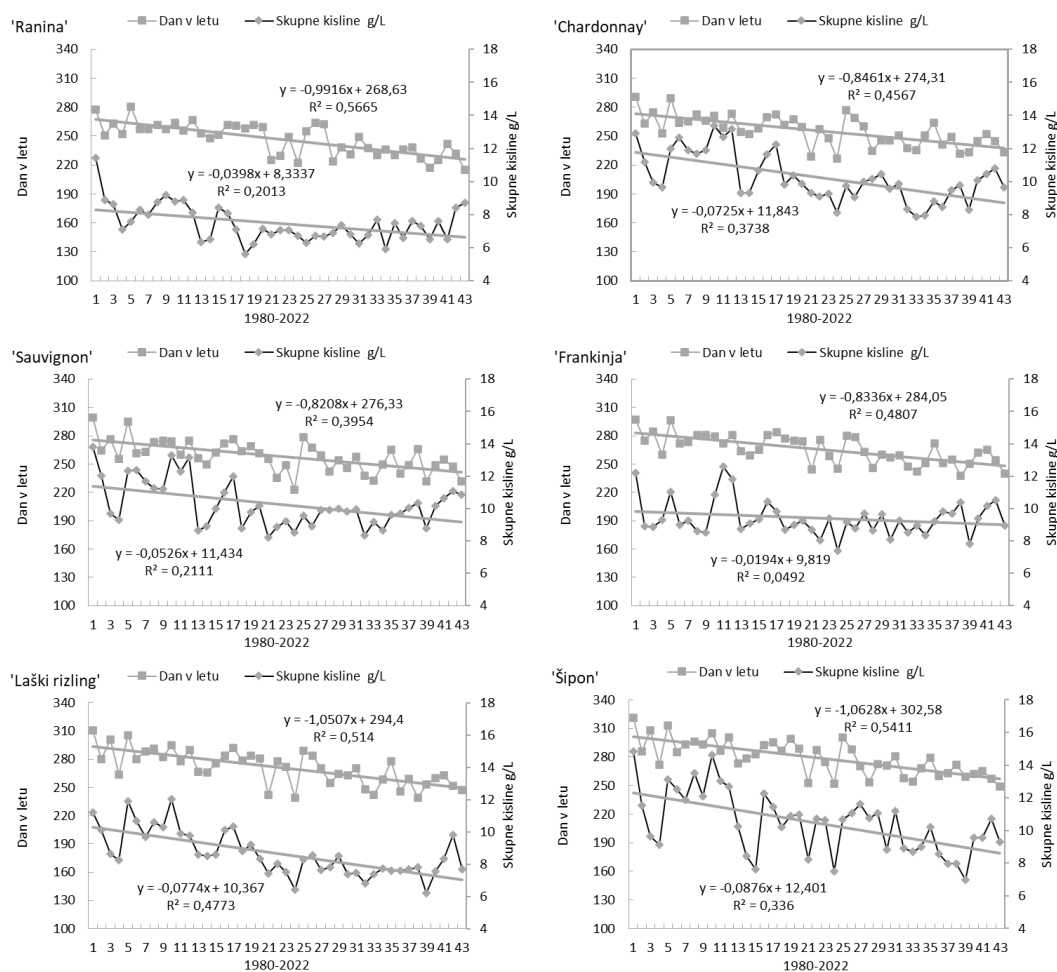
Obdobje	Tveg±SD	Pveg±SD	GDD±SD	HI±SD	T>30 °C ±SD
MARIBOR					
1961–1990	15,2 ±0,59	725,4 ±116,5	1205,5 ±108,0	1704,5 ±120,0	5,8 ± 3,8
1991–2022	16,6 ±0,80	669,2 ±128,2	1496,5 ±155,9	2017,1 ±199,8	21,9 ±12,7
1991–2000	16,2 ±0,75	738,9 ±142,0	1415,8 ±130,2	1914,0 ±163,4	13,5 ± 9,9
2001–2010	16,7 ±0,48	692,8 ± 97,4	1496,5 ±121,9	1996,9 ±169,2	21,8 ±13,2
2011–2022	17,0 ±0,57	591,3 ±128,8	1540,5 ±106,4	2119,7 ±145,5	29,1 ± 8,9
MURSKA SOBOTA					
1961–1990	14,8 ±0,65	577,9 ±100,3	1142,9 ±111,1	1686,3 ±125,4	6,3 ± 4,6
1991–2022	16,3 ±0,87	578,2 ± 93,6	1432,3 ±168,5	2002,9 ±201,6	23,0 ±12,6
1991–2000	15,9 ±0,75	571,4 ±138,7	1364,3 ±125,7	1914,7 ±164,8	17,3 ±12,6
2001–2010	16,3 ±0,47	581,4 ± 88,7	1414,4 ±119,3	1985,3 ±164,8	23,9 ±12,4
2011–2022	16,8 ±0,59	581,3 ± 74,4	1518,5 ±107,1	2091,1 ±151,7	27,0 ±10,5

Tveg – povprečna temperatura v vegetaciji, Pveg – vsota padavin v vegetaciji (mm/m²), GDD – vsota efektivnih temperatur (Winklerjev indeks), HI – Huglinov indeks, T>30 °C – število dni z maksimalno temperaturo nad 30 °C, SD – standardna deviacija.

Podnebne spremembe in razvoj vinske trte

V obdobju 1980–2022 se pri vseh sortah kaže trend zgodnejše zrelosti grozdja (ko je skupna topna suha snov dosegla približno 76 °Oe) za nekaj manj kot en dan na leto, razen pri sorti 'Laški rizling', kjer je trend nekoliko večji od enega dneva na leto (grafikon 1). Ta bolj izrazit trend pri tej sorti ni samo posledica podnebnih sprememb. Razlog je tudi to, da se je to sorto v zadnjih 15 letih sadilo na bolj osončene lege, kjer je zamenjala predvsem aromatične sorte. Npr. 'Sauvignon' se je začelo umikati iz najbolj osončenih leg na manj osončene, predvsem zaradi ohranitve primarnih arom. Trend zmanjševanja se kaže tudi v vsebnosti skupnih kislin, ki znašajo od najmanj 0,19 g/L pri 'Modri frankinji' do največ 0,77 g/L pri 'Laškem rizlingu' na desetletje. Signifikanten trend zmanjševanja skupnih kislin v grozdnem soku je pri sortah 'Chardonnay' (R² = 0,374), 'Šipon' (R² = 0,336) in 'Laški rizling' (R² = 0,477) (p ≤ 0,05).

Po letu 2010 je grozdje vseh šestih proučevanih sort ('Ranina', 'Chardonnay', 'Sauvignon', 'Modra frankinja', 'Laški rizling' in 'Šipon') v povprečju prej dozorelo za 32, 27, 26, 27, 35 oziroma 34 dni v primerjavi z obdobjem 1980–1990 (preglednica 2). Povprečna vsebnost skupnih kislin pa se je zmanjšala za 1,4 ('Ranina'), 2,6 ('Chardonnay'), 2,0 ('Sauvignon'), 0,7 ('Modra frankinja'), 2,6 ('Laški rizling') oziroma za 2,3 ('Šipon') g/L. Kljub temu, da grozdje trgamo vsaj en mesec prej kot pred tremi desetletji, se je vsebnost skupnih kislin močno zmanjšala, kar je posledica visokih temperatur zraka. Predvsem pri poznih sortah se je to pokazalo zaenkrat kot pozitivno, pri ranih sortah pa negativno, saj so rane sorte v času dozorevanja že pogosto podvržene močnejši dehidraciji in t. i. prisilnem dozorevanju. Posledica tega so pogosto prisotne nezaželene astringence pozneje v vinu. V regijah s hladnim podnebjem kot je Podravje zaenkrat lahko nekaj zmanjšanja kisline povzroči boljše ravnovesje med sladkorjem in kislino, medtem ko lahko pri sortah, ki zgodaj zoriijo izguba kisline povzroči manj sveža vina brez korekcije kislin v kleti (enako kot v toplejših regijah). Toplejša rastna sezona ima običajno za posledico zgodnejšo trgatvev in manjši pridelek (lahko tudi zaradi izplena kot je bilo to v letu 2022) ter boljšo kakovost vina, če ni prišlo do prevelikih temperaturnih stresov (Jones in sod. 2005, Ramos in sod. 2008, Webb in sod. 2012).



Grafikon 1. Trendi dozorevanja grozdja (dan v letu) in zmanjševanja skupnih kislin (g/L) pri sortah 'Ranina', 'Chardonnay', 'Sauvignon', 'Modra frankinja', 'Laški rizling' in 'Šipon' v vinorodni deželi Podravje v obdobju od 1980 do 2022 ($p \leq 0,05$).

V preglednici 2 so podane tudi povprečne vrednosti biopodnebnih parametrov (povprečna temperatura, vsota efektivnih temperatur, vrednost Huglinovega indeksa, vsota padavin in število dni s temperaturo > 30 °C od 1. 4. do dneva zrelosti grozdja (76 °Oe). Iz teh vrednosti je razvidno, da se je grozdje razvilo in dozorelo v povprečju še pri višji povprečni vegetacijski temperaturi, kot to kažejo vrednosti za meteorološko obdobje vegetacije 1. 4. – 31. 10. v preglednici 1. Predvsem pri povprečni vegetacijski temperaturi v začetku opazovanega obdobja so bile te razlike manjše kot v zadnjem desetletju, saj je grozdje dozorelo konec septembra ali celo v sredini oktobra. Sedaj je povprečna temperatura do zrelosti grozdja v povprečju višja še za dodatno 1 °C, kot je to povprečje (Tveg) za meteorološko obdobje vegetacije 1. 4. – 31. 10. Npr. za obdobje 2010–2022 znaša Tveg okrog 17,0 °C, vse sorte pa so dozorele pri povprečni temperaturi nad 18 °C. Na to so najbolj vplivali t. i. vroči dnevi, ki jih je bilo v obdobju 1980–1990 od 6 do 7 na leto, po letu 2010 pa od 25 do 29 na leto (preglednica 2).

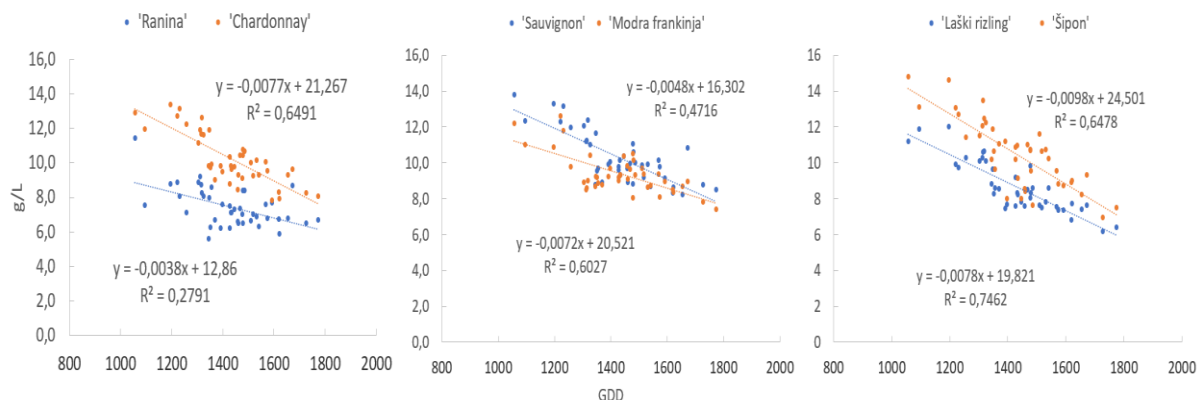
Preglednica 2. Povprečna vsebnost skupnih kislin (g/L), vrednosti biopodnebnih indeksov na dan v letu, ko je skupna topna suha snov dosegla 76 °Oe pri sortah 'Ranina', 'Chardonnay', 'Sauvignon', 'Modra frankinja', 'Laški rizling' in 'Šipon' v vinorodni deželi Podravje v obdobju od 1980 do 2022 in po dekadah.

	Dan v letu	g/L	Pov. T.	Padavine	GDD	»HI«	T> 30°C
'Ranina'							
1980-2022	247	7,5	17,4	499	1191	1683	16,0
1980-1990	262	8,7	16,5	577	1153	1662	6,7
1991-2000	255	7,0	17,3	567	1239	1741	12,7
2001-2010	243	6,8	18,0	495	1235	1714	19,4
2011-2022	230	7,3	18,0	375	1150	1630	24,6
'Chardonnay'							
1980-2022	256	10,2	17,5	534	1259	1782	17,1
1980-1990	270	11,8	16,4	613	1194	1735	6,6
1991-2000	260	10,6	17,3	591	1264	1777	12,9
2001-2010	251	9,5	18,0	529	1307	1816	20,6
2011-2022	243	9,2	18,1	418	1275	1801	27,3
'Sauvignon'							
1980-2021	258	10,3	17,4	547	1275	1804	17,2
1980-1990	272	11,8	16,3	640	1196	1737	6,6
1991-2000	264	10,1	17,3	603	1296	1825	13,5
2001-2010	251	9,5	18,0	520	1310	1819	20,0
2011-2021	246	9,8	18,1	437	1299	1837	27,7
'Modra frankinja'							
1980-2022	266	9,4	17,4	570	1320	1873	17,8
1980-1990	279	9,9	16,2	663	1221	1782	6,6
1991-2000	270	9,5	17,2	614	1328	1875	13,5
2001-2010	262	8,8	17,9	580	1383	1926	21,8
2011-2022	252	9,3	18,2	441	1351	1911	28,3
'Laški rizling'							
1980-2022	271	8,7	17,3	587	1341	1902	17,6
1980-1990	289	10,3	16,0	683	1246	1803	5,8
1991-2000	276	9,0	17,1	630	1351	1915	13,5
2001-2010	269	7,8	17,8	610	1402	1959	21,6
2011-2022	254	7,7	18,2	444	1367	1933	28,5
'Šipon'							
1980-2022	279	10,5	17,2	608	1371	1954	18,0
1980-1990	296	12,3	15,9	689	1258	1835	6,6
1991-2000	285	10,3	16,9	665	1379	1963	13,5
2001-2010	275	10,4	17,6	623	1428	2003	21,8
2011-2022	262	9,0	18,1	473	1421	2014	29,0

Tveg – povprečna temperatura v vegetaciji, Pveg – vsota padavin v vegetaciji (mm/m²), GDD – vsota efektivnih temperatur, »HI« – Huglinov indeks, T>30 °C – število dni z maksimalno temperaturo nad 30 °C.

Ko izpostavljam pozitivne vplive podnebnih sprememb na kakovost vina, predvsem pri poznih sortah, pa ne smemo spregledati dejstva, da sta razvoj vinogradniško-vinarskih praks in zmanjšanje pridelka v zadnjih 43 letih tudi precej vplivala na izboljšanje kakovosti vina. Zato je enostranska ocena vpliva podnebnih sprememb na kakovost letnikov pomanjkljiva. Če pa se bo trend regionalnega segrevanja nadaljeval, kot napovedujejo podnebni modeli (Jones 2006), ali pa se bo nadaljeval z enako

dinamiko, kot se je to dogajalo v zadnjih 30 letih, bo vinorodna dežela Podravje najverjetneje deležna slabše kakovosti letnikov predvsem zaradi nizke vsebnosti kislin, zelo visokega alkohola in drugih manj zaželenih lastnosti vina. Zmanjšanje skupne vsebnosti kislosti je pokazalo močno korelacijo s vsoto učinkovitih temperatur ($r > -0,6$ za vse sorte razen pri 'Ranini'), kar bi v kombinaciji z višjo vsebnostjo sladkorja pomenilo potencialno manj uravnotežena vina.



Grafikon 2. Korelacije med vsoto učinkovitih temperatur (GDD) in vsebnostjo skupnih kislin (g/L) pri sortah ('Ranina', 'Chardonnay', 'Sauvignon', 'Modra frankinja', 'Laški rizling' in 'Šipon' v obdobju 1980-2022 ($p \leq 0,05$).

Zaključki

Rezultati te študije kažejo, da spremembe podnebnih parametrov v opazovanih obdobjih niso bile enakomerne. V proučevanem vinorodnem območju so od leta 1990 ugotovljeni občutni dvigi temperaturnih parametrov. Trendi kažejo povprečno segrevanje v rastni sezoni za okrog $1,5 \text{ }^\circ\text{C}$ v primerjavi z referenčnim obdobjem 1961–1990. Podobne trende opažamo tudi v drugih evropskih in najboljših svetovnih vinorodnih regijah (Jones in sod. 2005).

Ocena vpliva podnebnih sprememb na rastni cikel vinske trte je pokazala pomemben vpliv na čas dozorevanja. V tej raziskavi je ugotovljeno, da je grozdje dozorelo v povprečju 6–8 dni na desetletje prej pri vseh proučevanih sortah, trgatev pa se je premaknila v toplejši del sezone. Zorenje grozdja v regiji je potekalo v toplejših razmerah, trendi od osemdesetih let prejšnjega stoletja pa kažejo tudi na zmanjšanje skupne vsebnosti kislin.

Tudi če višje temperature privedejo do boljše kakovosti vina, lahko stalno povišanje temperature zraka dolgoročno povzroči spremembe v kakovosti vina, pridelanega v tej regiji. Več negativnih vplivov podnebnih sprememb lahko pričakujemo pri zgodnjih in aromatičnih sortah (nižja kislina, grenčine, netipične arome in netipično staranje vina itd.). Pri pozno dozorevajočih sortah ('Šipon' in 'Laški rizling') podnebne spremembe pozitivno vplivajo na dozorevanje grozdja, vendar je pri večini sort mogoče opaziti spremembe v stilu vina. Ob tem pa ne smemo zanemariti tudi dejstva, da se sočasno z zgodnejšim dozorevanjem grozdja povečujejo potrebe po energiji za hlajenje grozdja in mošta.

Ena od možnih prilagoditev v tej regiji je, da se zgodnje sorte lahko gojijo na bolj severnih pobočjih z manjšo insolacijo. V tem vinorodnem okolju bi bila takšna sprememba mogoča, saj je večina vinogradov na strmih pobočjih z zelo razgibanim reliefom in z različno osončenostjo. Tako v preteklosti kot tudi danes so bile vse vinorodne pokrajine v SV Sloveniji primerne za pridelavo kakovostnega belega vina. Večje spremembe pa se pričakujejo, če se bodo trendi segrevanja nadaljevali v enakem obsegu, kot so bili opaženi v obdobju 1990–2022, ki smo ga proučevali v tej raziskavi. V Sloveniji se povečuje povpraševanje po svežih in mlajših vinih. Zato imajo vinorodna območja, kjer se vinska trta goji na

strmih pobočjih, večjo možnost prilagajanja stila vina tem trendom. Medtem ko se je kakovost slovenskega vina v zadnjih 3 desetletjih izboljšala zaradi podnebja, se je izboljšala tudi zaradi modernizacije tako v vinogradih kot v kletih. Upoštevanje vplivov podnebnih sprememb na fenologijo vinske trte bo omogočilo določitev nekaterih prilagoditvenih strategij, ki bi lahko bile koristne pri načrtovanju prihodnjega razvoja vinogradništva. Zato bo treba prilagoditi vinogradniške prakse, predvsem tehniko urejanja in nege vinogradov (Vršič in sod. 2011, Vršič in Vodovnik–Plevnik 2012). Bolj dolgoročen ukrep je zamenjava sort, saj vinska zakonodaja dovoljuje sajenje le določenih sort v nekaterih regijah Evrope. Prav tako je smiselna uporaba podlag, tolerantnih za sušo, vendar je to dolgoročna prilagoditev na podnebne spremembe.

Literatura

- Becker N, 1985. Site Selection for Viticulture in Cooler Climates Using Local Climatic Information. In: Proceedings of the International Symposium on Cool Climate Viticulture and Enology. Oregon State University Technical Publication, 7628, 20–34.
- Bernáth S, Paulen O, Šiška B, Kusá Z, Tóth F. 2021. Influence of Climate Warming on Grapevine (*Vitis vinifera* L.) Phenology in Conditions of Central Europe (Slovakia). *Plants*, 10, 1020. <https://doi.org/10.3390/plants10051020>.
- Bindi M, Fibbi L, Gozzini B, Orlandini S, Miglietta F. 1996. Modeling the Impact of Future Climate Scenarios on Yield and Variability of Grapevines. *Clim Res*, 7, 213–224.
- Brandt M, Scheidweiler M, Rauhut D, Patz CD, Will F, Zorn H, Stoll M. 2019. The influence of temperature and solar radiation on phenols in berry skin and maturity parameters of *Vitis vinifera* L. cv. Riesling. *OenoOne*, DOI: 10.20870/oeno-one.2019.53.2.2424.
- Clingeffer PR. 2010. Plant Management Research: Status and What It Can Offer to Address Challenges and Limitations. *Aust J Grape Wine R*, 16, 25–32.
- Duchene E, Huard F, Dumas V, Schneider C, Merdinoglu D. 2010. The challenge of adapting grapevine varieties to climate change. *Clim Res*, 41, 193–204.
- Huglin P. 1978. Nouveau mode d'évaluation des possibilités héliothermiques d'un milieu viticole. In: Proc Symp Int sur l'écologie de la Vigne. Ministère de l'Agriculture et de l'Industrie Alimentaire, Contança, p 89–98.
- Jones GV, White MA, Cooper OR, Storchmann K. 2005. Climate Change and Global Wine Quality. *Clim Chang*, 73, 319–343.
- Jones G. 2006. Climate change and wine: Observations, impacts and future implications. *Wine Industry Journal*, 21, 21–26.
- Jones GV, Duff AA, Hall A, Myers J. 2010. Spatial analysis of climate in winegrape growing regions in the western United States. *Am J Enol Vitic*, 61, 313–326.
- Jorquera-Fontena E, Orrego-verdugo R. 2010. Impact of global warming on the phenology of a variety of grapevine grown in Southern Chile. *Agrociencia*, 44, 427–435.
- Kast WK, Rupp D. 2009. Effects of climate change on phenology and ripening conditions of grapevine. *Mitt. Klosterneuburg*, 59, 3–7.
- Kenny GJ, Shao J. 1992. An assessment of a latitude–temperature index for predicting climate suitability for grapes in Europe. *J Hortic Sci*, 67, 239–246.
- Keller M. 2010. Managing grapevines to optimise fruit development in a challenging environment: a climate change primer for viticulturists. *Aust J Grape Wine R*, 16, 56–69.
- Laget F, Tondut JL, Deloire A, Kelly MT. 2008. Climate trends in a specific Mediterranean viticultural area between 1950 and 2006. *J Int Sci Vigne Vin*, 42, 113–123.
- Nemani RR, White MA, Cayan DR, Jones GV, Running SW, Coughlan JC. 2001. Asymmetric climatic warming improves California vintages. *Clim Res*, 19, 25–34.
- Petgen M. 2007. Reaction of the vines on the climate changes. *Schweiz. Z. Obst-Weinbau*, 9, 6–9.
- Prior B. 2007. Inventory management to adapt to climate change. *Das Deutsche Weinmagazin*, 10/12, 22–27.
- Ramos MC, Jones GV, Martínez-Casasnovas JA. 2008. Structure and trends in climate parameters affecting winegrape production in northeast Spain. *Clim Res*, 38, 1–15.
- Schultz HR. 2000. Climate change and viticulture: A European perspective on climatology, carbon dioxide and UV-B effects. *Aust J Grape Wine R*, 6, 6–12.

- Tate AB. 2001. Global warming's impact on vine. *J Wine Res*, 12, 95–109.
- Vršič S, Ivančič A, Pulko B, Valdhuber J. 2011. Effect of soil management systems on erosion and nutrition loss in vineyards on steep slopes. *J Environ Biol*, 32, 289–294.
- Vršič S, Vodovnik–Plevnik T. 2012. Reactions of vines varieties to climate changes in NE Slovenia. *Plant Soil Environ*, 58, 34–41.
- Webb LB, Whetton PH, Barlow EWR. 2008. Climate change and winegrape quality in Australia. *Clim Res*, 36, 99–111.
- Webb LB, Whetton PH, Barlow EWR. 2011. Observed trends in winegrape maturity in Australia. *Global Change Biology*, 17, 2707–2719.
- Webb LB, Whetton PH, Bhend J, Darbyshire R, Barlow EWR. 2012. Earlier wine-grape ripening driven by climatic warming and drying and management practices. *Nature Climate Change*, 2, 259–264.
- Winkler AJ, Cook JA, Kliewer WM, Lider LA. 1974. *General viticulture*. University of California Press, Berkeley.

Vpliv podnebnih sprememb na kakovost vina v Sloveniji v obdobju 2001-2021

Franc Čuš^{1*}, Mateja Potisek¹, Katja Šuklje¹, Anastazija Jež Kregelj¹, Mojca Jakša²

¹Kmetijski inštitut Slovenije, Hacquetova 17, 1000 Ljubljana

²Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, Dunajska c. 22, 1000 Ljubljana

*Korespondenca: franc.cus@kis.si

Izvleček: Podnebne spremembe vplivajo na pridelek vinske trte kot tudi na kakovost mošta in vina. Za Slovenijo do sedaj še nismo imeli zbranih podatkov o spreminjanju kakovostnih parametrov vina skozi daljše časovno obdobje. Zato smo v naši študiji statistično obdelali podatke za vsebnosti dejanskega alkohola, ekstrakta brez sladkorja, vrednosti pH ter korelacij za štiri standardne parametre vina (dodatno še vsebnost skupnih kislin) in pet meteoroloških parametrov za sorti 'Chardonnay' in 'Laški rizling' iz treh vinorodnih okolišev (Štajerska Slovenija, Bela krajina in Vipavska dolina) za obdobje 2001-2021. V zadnjih dveh desetletjih (2001-2010 in 2011-2020) so se podnebne razmere v proučevanih okoliših precej spremenile. Podnebne spremembe niso imele enakega vpliva na kakovost vina obeh sort, niti na spremembe v vseh treh vinorodnih okoliših (primer sta različna trenda povečevanja vsebnosti dejanskega alkohola pri obeh sortah in različna intenzivnost zviševanja vrednosti pH v treh vinorodnih okoliših). Vpliv podnebnih sprememb na omenjene parametre je bil v našem primeru večji pri sorti 'Laški rizling'. Prav tako lahko zaključimo, da manj kot je v vini skupnih kislin in večje kot so vrednosti pH in vsebnosti dejanskega alkohola, nižje so vsebnosti ekstrakta brez sladkorja. Po drugi strani so tudi zaskrbljujoče vedno višje vrednosti pH v belih vinih. Iz navedenega lahko zaključimo, da bodo ob nadaljevanju trenda podnebnih sprememb za blaženje omenjenih vplivov potrebne številne prilagoditve vinogradniških in vinarskih praks ter najverjetneje tudi zakonodaje, ki ureja pridelavo vina.

Ključne besede: 'Chardonnay', 'Laški rizling', pH, vsebnost alkohola, skupna suha snov

The Impact of Climate Change on Wine Quality in Slovenia in the Period 2001-2021

Abstract: Climate changes affect the yield of vines and the quality of must and wine. For Slovenian wines, no quantification of changes in standard wine quality parameters over a period of time has been performed so far. Therefore, in our study we examined the data of alcohol content, total dry matter, wine pH and established correlations between four standard wine parameters (in addition to total wine acidity) and five meteorological parameters for 'Chardonnay' and 'Welschriesling' varieties in three wine-growing districts (Štajerska Slovenija, Bela krajina and Vipava Valley) for the period 2001-2021. In the last two decades (2001-2010 and 2011-2020), climatic conditions in the studied areas have changed significantly. The changes in climatic conditions resulted in a varietal and wine-growing district specific response for some of the observed variables (e.g., the different tendency of the increase in alcohol content for the two varieties and the different intensity of the increase in wine pH in the three wine-growing districts). We can claim that the influence of climate change on the mentioned parameters was greater in our case for the 'Welschriesling' variety. We can also conclude that the lower the total acidity of the wine and the higher the pH and alcohol content, the lower the values of total dry matter in the wine. The observed increase in pH values in white wines is also worrying. Thus, we can conclude that as climate change progresses, numerous adjustments to viticultural and winemaking practises, and most likely to the regulatory framework for wine production will be required to mitigate the above impacts.

Keywords: 'Chardonnay', 'Welschriesling', pH, alcohol content, total dry matter

Uvod

Od leta 1950 do 1999 se je večina glavnih vinorodnih regij na svetu soočala s trendi dvigovanja povprečne temperature v rastni dobi. Podatki za glavne vinogradniške regije po vsem svetu kažejo, da so se povprečne temperature v rastni dobi v obdobju od 1950 do 1999 povečale za 1,3 °C in v obdobju od 1950 do 2004 za 1,7 °C. Okoli leta 2000 so bile temperature za pridelavo grozdja v večini evropskih vinorodnih regij blizu optimalne vrednosti. V povezavi z naraščajočimi temperaturami v zadnjih nekaj desetletjih so opazne tudi spremembe v rasti in fiziološkem razvoju vinske trte (Duchêne in sod. 2010, Duchêne in Schneider 2005, Jones in Davis 2000b, Nemani in sod. 2001, Petrie in Sadras 2008). Ocene kakovosti letnikov so se v tem časovnem obdobju znatno zvišale, medtem ko so se razlike med letniki zmanjšale. Čeprav so izboljšano vinarsko znanje in vinogradniške prakse prispevale k vedno boljšim letnikom vina, se je izkazalo, da je podnebje imelo in bo verjetno vedno imelo pomembno vlogo pri spremembah kakovosti vina. Glede na objavljene študije, bodo vplivi podnebnih sprememb na pridelavo grozdja in vina različni glede na sorto in regijo (Jones in sod. 2005, Santos in sod. 2020).

Spreminjajoče se podnebje vpliva na pridelek vinske trte kot tudi na kakovost mošta in vina (Jones in sod. 2005, Kenny in Harrison 1992). Številne študije potrjujejo, da višje temperature med rastno dobo vplivajo na zmanjšanje vsebnosti skupnih kislin v moštu (Leolini in sod. 2019, Schultz in Jones 2010), naraščanje vsebnosti sladkorja v grozdju in s tem vsebnosti potencialnega alkohola v vinu (Jones in sod. 2010) ter vedno izrazitejši razmik med tehnološko in fenolno zrelostjo grozdja (Petrie in Sadras 2008). V številnih vinogradniških regijah so opazili zgodnejše pojave fenoloških faz vinske trte in posledično skrajšanje rastne dobe (Bock in sod. 2011, Marta in sod. 2010). Zgodnejše pojavljanje fenoloških faz lahko vodi do zorenja grozdja v pretirano toplih razmerah (Webb in sod. 2008), kar poleg že omenjenih sprememb standardnih parametrov vina vpliva tudi na spremembe senzoričnega profila vina (Bock in sod. 2011, Neethling in sod. 2012, Orduña 2010). Poslovno poročilo ProWein 2019 (dostopno na <https://www.prowein.de/>) predstavlja rezultate podjetniške študije, v kateri je sodelovalo več kot 1700 podjetij in navaja, da anketiranci v veliki večini potrjujejo spremembo senzoričnega profila njihovih vin v zadnjih desetletjih (Santos in sod. 2020).

V časovni analizi dolgoročnih trendov vpliva podnebnih sprememb na kakovost vinskih letnikov v glavnih vinorodnih regijah (Jones in sod. 2005) so pokazali zvezno povečevanje kakovosti, kar je verjetno posledica zapletene povezave med izboljšanjem vinarskih praks, upravljanjem s pridelkom grozdja ter trendov segrevanja. V tej študiji je bila predpostavljena povezanost med temperaturo zraka in kakovostjo vina s kvadratno funkcijo, s pričakovanjem izboljšanja kakovosti s segrevanjem v hladnih (celinskih) regijah in zmanjšanjem kakovosti v bolj vročih regijah s submediteranskim in mediteranskim podnebjem; trendi so bili pozitivni za 25 od 30 regij (Jones in sod. 2005). Vendar so avtorji tudi pokazali, da so lahko številne vinske regije že blizu svojih optimalnih temperatur v rastni dobi za pridelavo visokokakovostnih vin in da bo nadaljnje povišanje temperatur postavilo nekatere tradicionalne vinorodne regije izven teoretično optimalnega podnebja med rastno dobo.

Za Slovenijo do sedaj še nismo imeli sistematično zbranih podatkov o spreminjanju kakovostnih parametrov vina skozi daljše časovno obdobje. Zato smo v naši študiji obdelali nekaj tovrstnih podatkov za dve beli sorti v povezavi s tematiko podnebnih sprememb in jih v nadaljevanju tudi prikazujemo.

Material in metode

Podatki o vinih

Podatke o vinih smo v letu 2022 pridobili iz podatkovne baze za vodenje Registra pridelovalcev grozdja in vina, katere skrbnik in upravitelj je Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. V njej se poleg podatkov o prijavah pridelka vina zbirajo tudi podatki o ocenah vina, ki jih izdajajo pooblaščenice organizacije za oceno vina v Sloveniji. Obseg podatkov je za obdobje/vinske letnike 2001-

2021. Statistične analize smo opravili za naslednje standardne parametre vina: vsebnost dejanskega alkohola, ekstrakta brez sladkorja in vrednosti pH in sicer za sorti 'Chardonnay' (CH) in 'Laški rizling' (LR) v vinorodnih okoliših (v.o.) Štajerska Slovenija (ŠS), Bela krajina (BK) in Vipavska dolina (VD). LR je lokalno razširjena sorta, ki spada v skupino pozno dozorevajočih sort. CH je globalno razširjena sorta, ki spada med srednje zgodnje oz. srednje pozne dozorevajoče sorte. Obe sorti sta v slovenskih vinogradih po razširjenosti na prvem in tretjem mestu.

Meteorološki podatki

Meteorološke podatke za obdobje 20 let (2001-2020) smo pridobili iz spletne strani ARSO za meteorološke postaje (MP): letališče Edvarda Rusjana Maribor (v.o. ŠS), Metlika (v.o. BK) in Bilje (v.o. VD) (<https://meteo.arso.gov.si/>). Za MP Metlika za omenjeno obdobje ni bilo podatka o trajanju sončnega obsevanja. Izračunali smo vsote naslednjih klimatoloških podatkov: povprečnih mesečnih temperatur zraka na 2 m (°C), mesečnega trajanja sončnega obsevanja (h), mesečnih količin padavin (mm), števila vročih dni z maksimalno temperaturo več ali enako 30 °C in števila vročih noči z minimalno temperaturo več ali enako 20 °C za obdobje od vključno 1. aprila do 30. septembra vsakega leta. Izračunane vsote smo nato uporabili pri izračunu korelacijskih koeficientov med standardnimi parametri vina in meteorološkimi podatki.

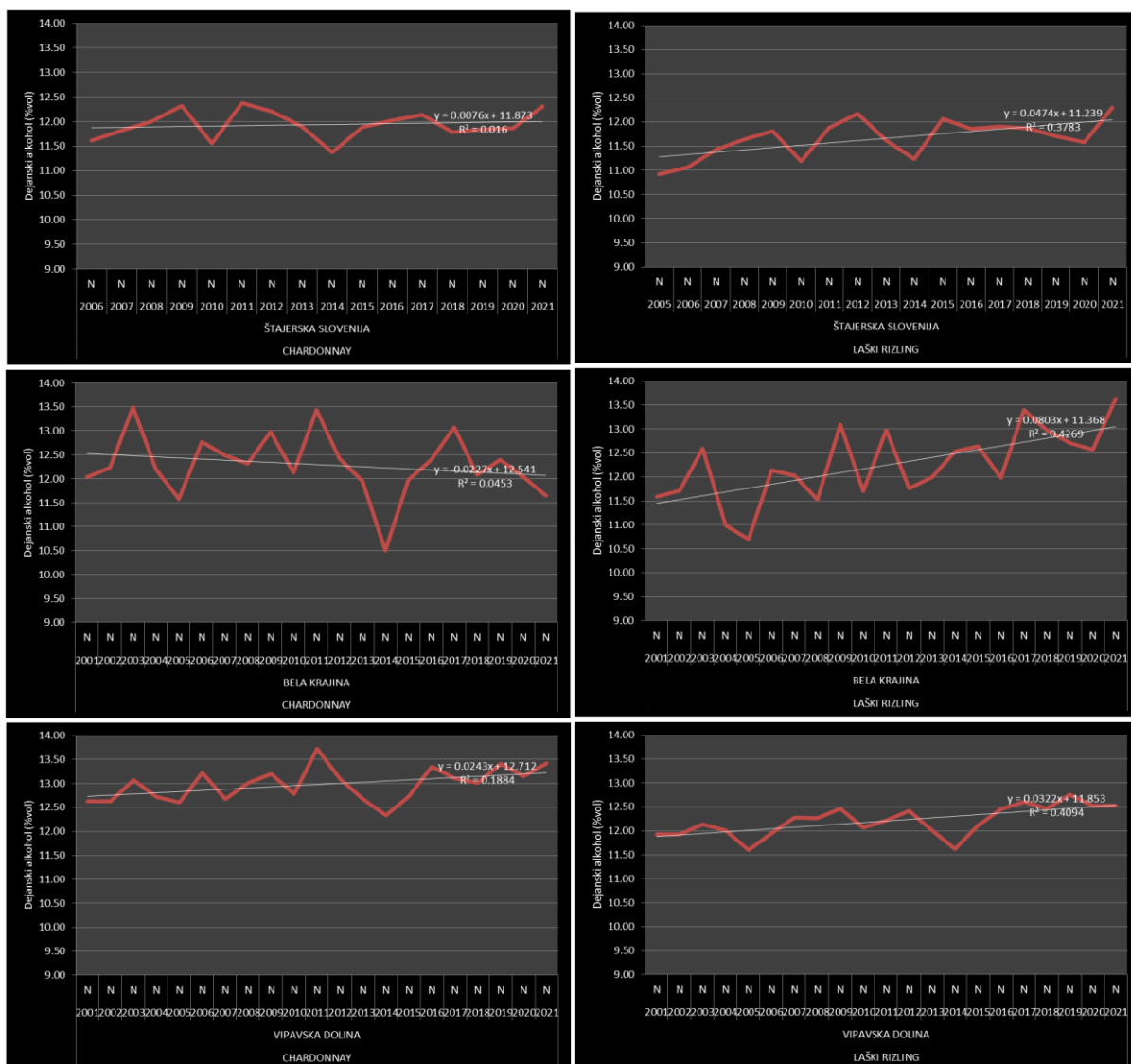
Statistična analiza

Podatke smo statistično obdelali s programsko opremo XLSTAT (Addinsoft, New York, ZDA). Za razlikovanje statistično značilnih razlik v vrednostih posameznih fizikalno-kemijskih parametrov med desetletjema 2001-2010 in 2011-2020 smo uporabili *t*-test za neodvisne vzorce ($p < 0,05$). Medsebojno povezanost standardnih parametrov vina in meteoroloških podatkov smo preverili z izračunom Pearsonovih korelacijskih koeficientov.

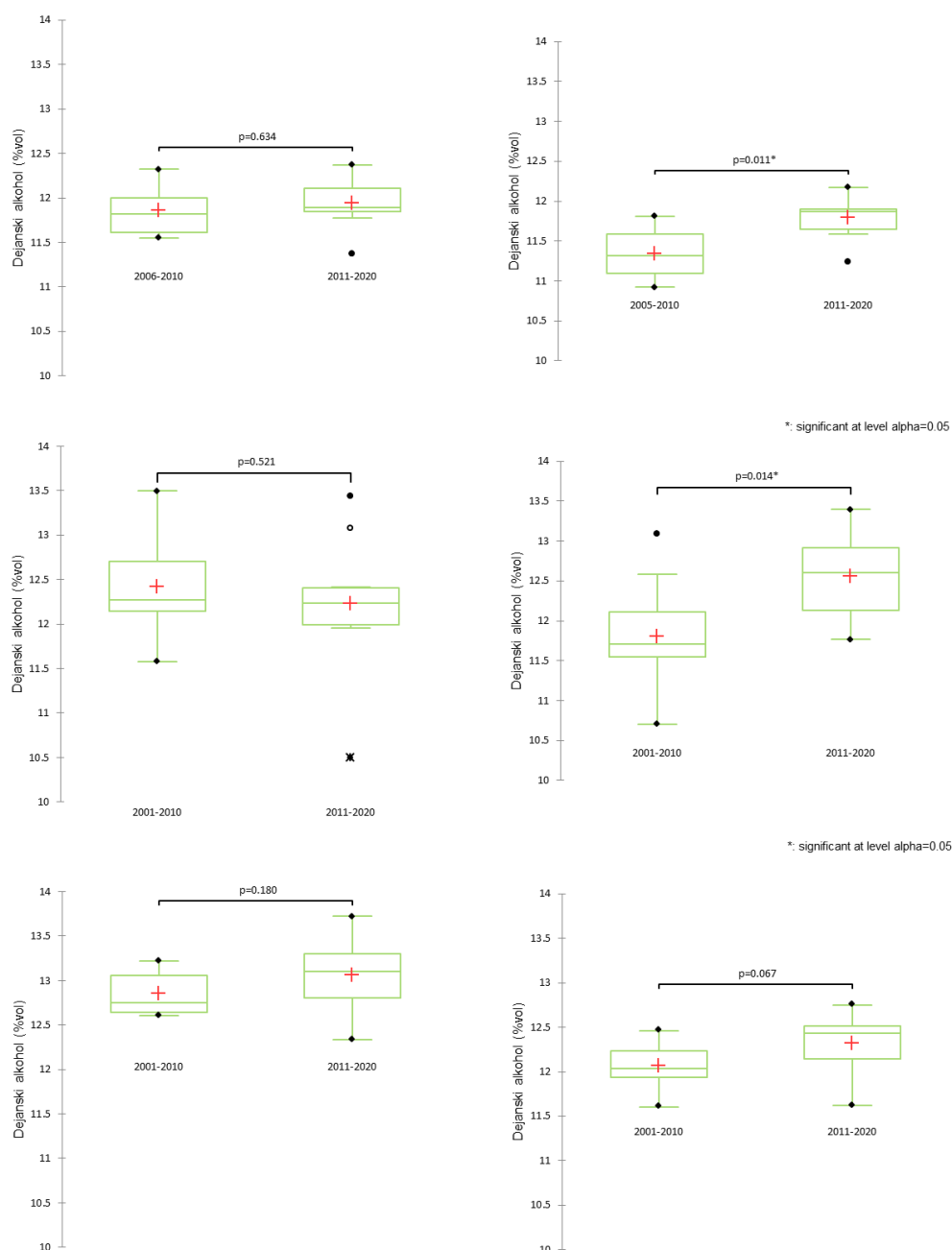
Rezultati z diskusijo

Podatke za LR in CH smo obdelali ločeno za vsak vinorodni okoliš. Na sliki 1 so prikazani trendi spreminjanja vsebnosti dejanskega alkohola v vinih LR in CH za tri vinorodne okoliše v obdobju 2001-2021. Razvidno je, da je trend povečevanja vsebnosti dejanskega alkohola bistveno večji za sorto LR, kjer je trend najizrazitejši v v.o. BK ($R^2=0,43$), sledita v.o. VD ($R^2=0,41$) in ŠS ($R^2=0,38$). Za sorto CH ne moremo govoriti o trendih, še največji je za v.o. VD ($R^2=0,19$); v v.o. BK je linearni koeficient celo negativen. Posledično lahko na sliki 2 vidimo, da so bile statistično značilne razlike v vsebnosti alkohola med prvima dvema desetletjema tega stoletja samo pri sorti LR. Zanimivo je, da smo pri sorti LR v obdobju 2011-2020 prišli celo na višjo povprečno vsebnost dejanskega alkohola v v.o. BK ($12,56 \pm 0,51$ vol. %) v primerjavi z v.o. VD ($12,32 \pm 0,33$ vol. %). Pri sorti CH beležimo največje povečanje vsebnosti dejanskega alkohola v v.o. VD in sicer iz 12,85 vol. % na 13,06 vol. %. V obdobju 2011-2020 tako beležimo za oba v.o. iz celinskega dela Slovenije višje ali primerljive povprečne vsebnosti alkohola pri sorti LR v primerjavi s sorto CH (12,56 proti 12,23 vol. % za v.o. BK in 11,80 proti 11,94 vol. % za v.o. ŠS), česar za desetletje prej ne moremo trditi. V v.o. VD ostaja razlika v povprečni vsebnosti alkohola med obema sortama primerljiva v obeh primerjanih desetletjih ($\Delta=0,79$ vol. % za obdobje 2001-2010 in $\Delta=0,64$ vol. % za obdobje 2001-2010).

6. SLOVENSKI VINOGRADNIŠKO-VINARSKI KONGRES PTUJ



Slika 1. Vsebnosti dejanskega alkohola (vol. %) v vseh vinih brez vrhunskih vin sort 'Chardonnay' (leva stran) in 'Laški rizling' (desna stran) za tri vinorodne okoliše (Štajerska Slovenija, Bela krajina in Vipavska dolina – od zgoraj navzdol) v obdobju 2001- 2021.

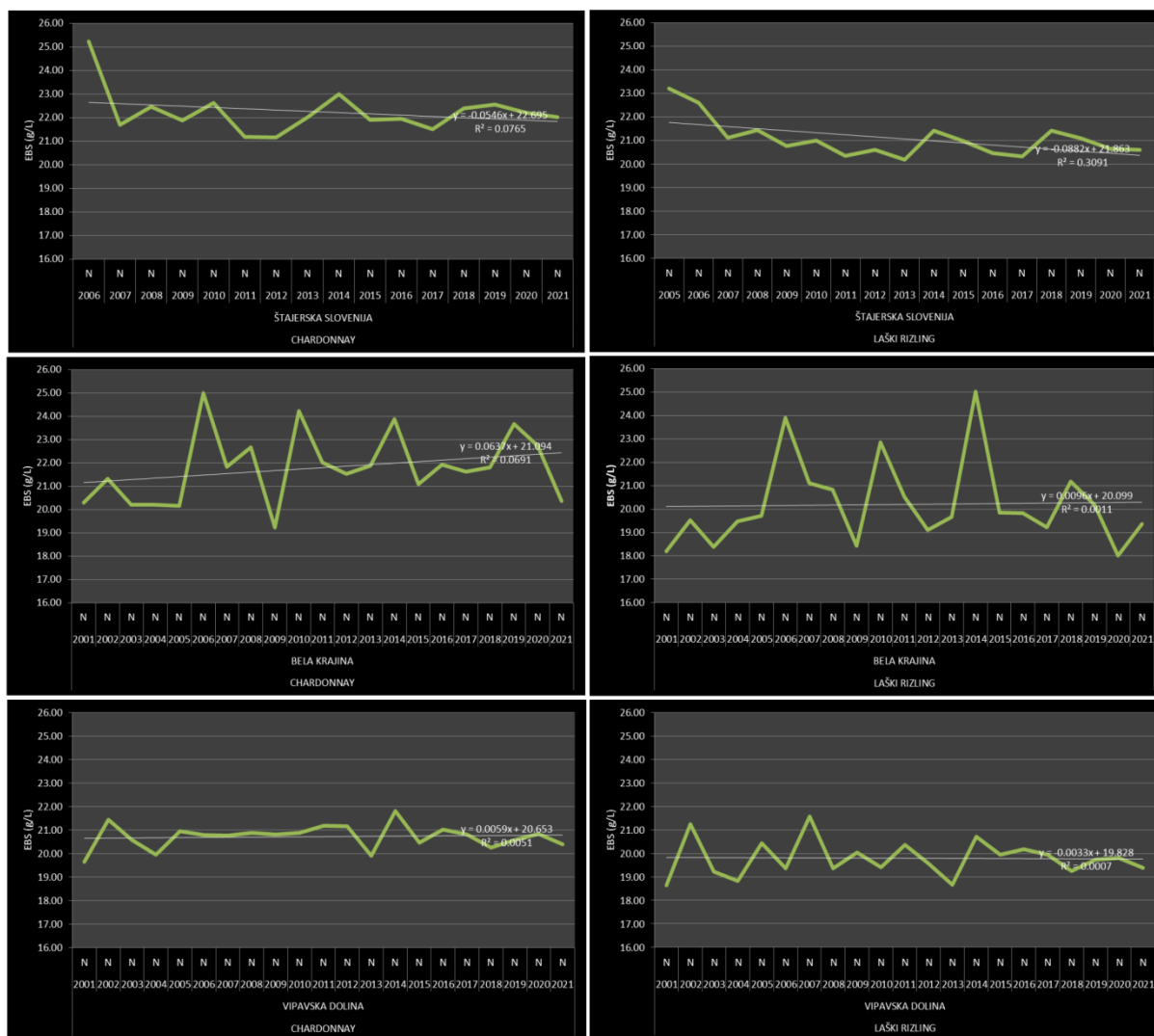


Slika 2. Vsebnosti dejanskega alkohola v vinih sort 'Chardonnay' (leva stran) in 'Laški rizling' (desna stran) za tri vinorodne okoliše (Štajerska Slovenija, Bela krajina in Vipavska dolina – od zgoraj navzdol) v obdobjih 2001-2010 in 2011-2020. V izračunu niso vključena vrhunska vina. Srednja črta v škatlah predstavlja mediano, robne črte škatel z brki pa 5. centil, 1. kvartil, 3. kvartil in 95. centil (od spodaj navzgor).

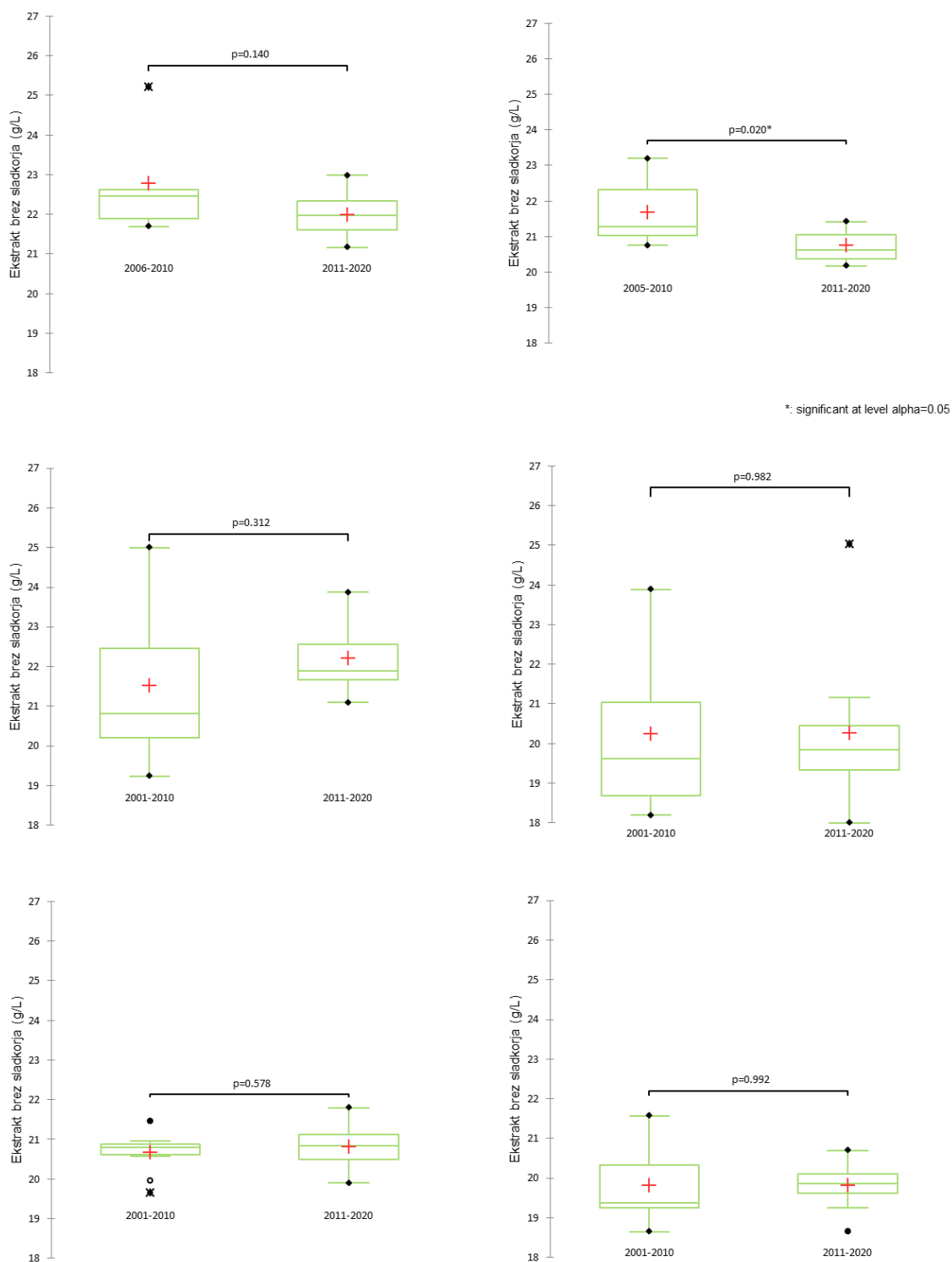
Na sliki 3 so prikazani trendi spreminjanja vsebnosti ekstrakta brez sladkorja (EBS) v vinih LR in CH za tri vinorodne okoliše v obdobju 2001-2021. Izrazitih trendov spreminjanja vsebnosti EBS v omenjenem obdobju ni opaziti; edini značilen, negativen trend je razviden pri sorti LR v v.o. ŠS ($R^2=0,31$). Posledično lahko na sliki 4 vidimo, da je bila povprečna vsebnost EBS pri tej sorti statistično značilno nižja v drugem desetletju tega stoletja ($20,74 \pm 0,46$ g/L za letnike 2011-2020 proti $21,69 \pm 0,98$ g/L za letnike 2006-2010). V v.o. ŠS lahko opazimo trend zmanjševanja vsebnosti EBS pri obeh sortah,

6. SLOVENSKI VINOGRADNIŠKO-VINARSKI KONGRES PTUJ

v v.o. BK trend rahlega povečevanja vsebnosti EBS pri obeh sortah in v v.o. VD ni opaziti trendov spreminjanja vsebnosti EBS pri obeh sortah (slika 4). S slike 3 je tudi razvidno, da je vsebnost EBS višja v slabših letnikih (npr. letnik 2014 v vseh treh v.o. in pri obeh sortah), kar je deloma lahko posledica višje vsebnosti skupnih kislin v vinu (slika 7, preglednica 1). Na sliki 4 je tudi opaziti, da so povprečne vrednosti za vsebnosti EBS pogosteje bolj oddaljene od mediane, kot pri vsebnosti dejanskega alkohola (slika 2), na podlagi česar bi lahko sklepali, da so vsebnosti EBS še bolj odvisne od letnika, kot je to pri vsebnosti dejanskega alkohola v vinu. Pri vrednotenju vpliva podnebnih sprememb na vsebnosti EBS v v.o. VD ne gre zanemariti dejstva, da je v coni CII dovoljeno dodajanje kislin z namenov dviga vsebnosti skupnih kislin v vinu, kar lahko deloma izniči vpliv podnebnih sprememb na vsebnosti EBS.



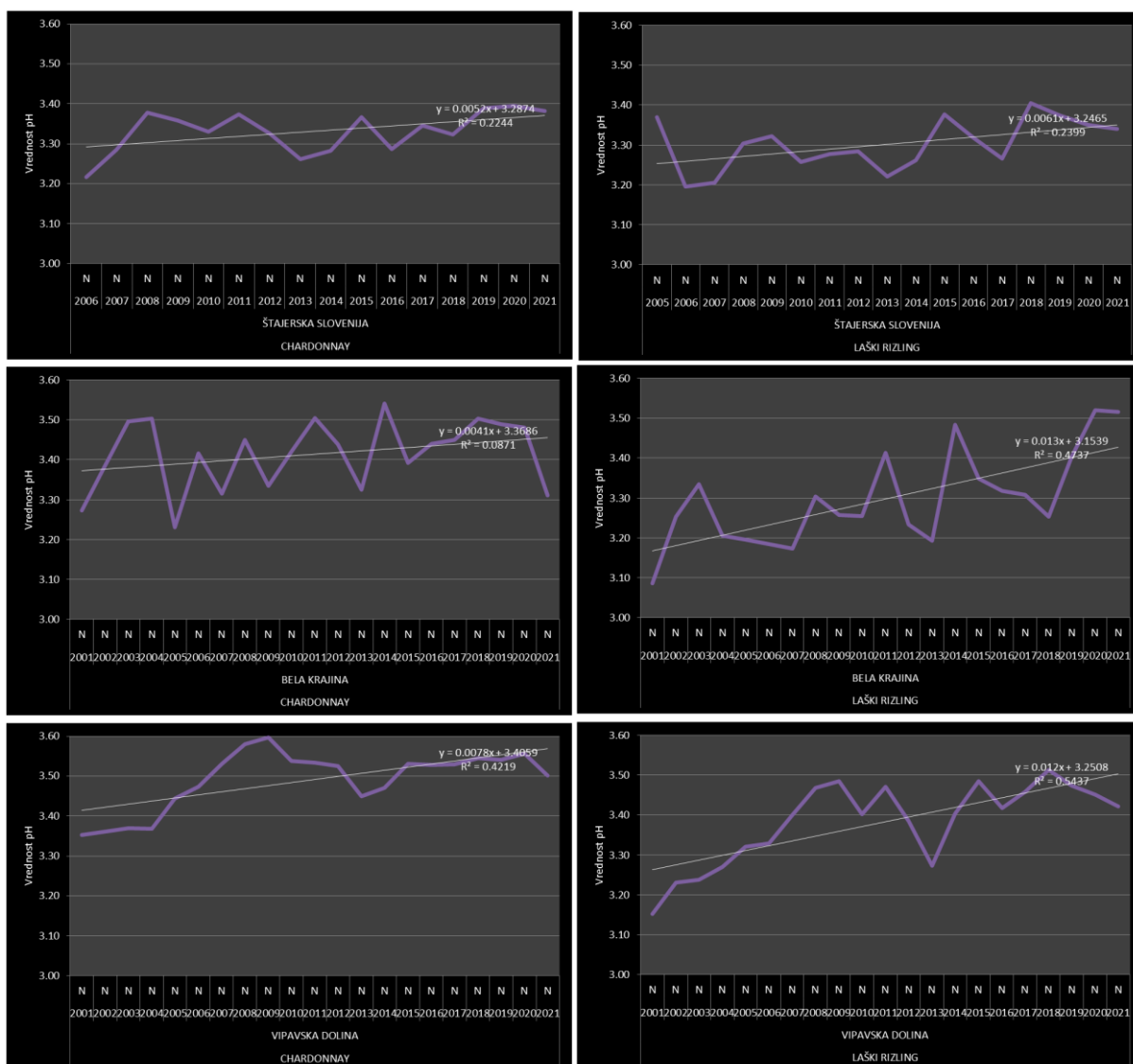
Slika 3. Vsebnosti ekstrakta brez sladkorja (g/L) v vseh vinih brez vrhunskih vin sort 'Chardonnay' (leva stran) in 'Laški rizling' (desna stran) za tri vinorodne okoliše (Štajerska Slovenija, Bela krajina in Vipavska dolina – od zgoraj navzdol) v obdobju 2001- 2021.



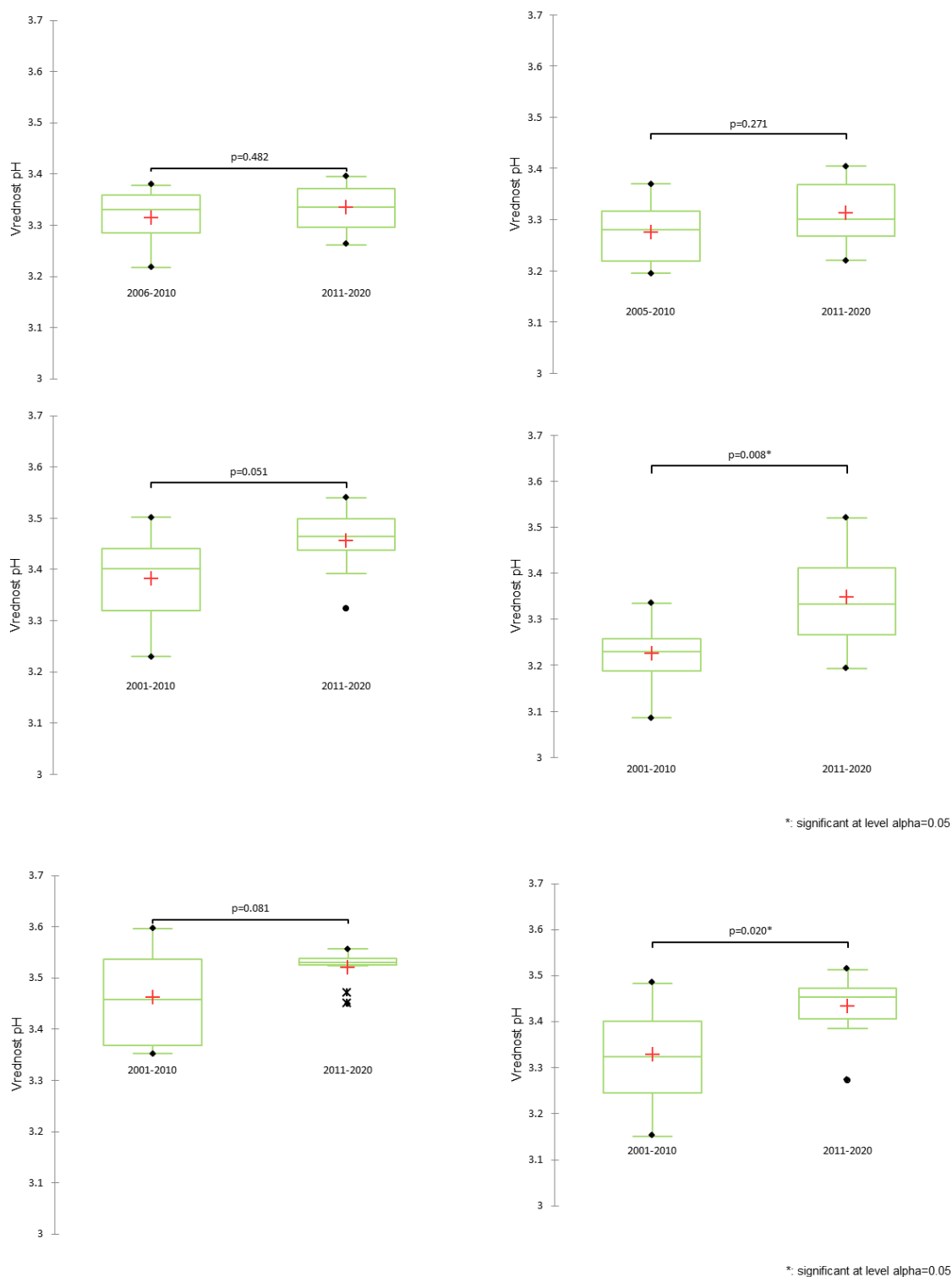
Slika 4. Vsebnosti EBS v vinih sort 'Chardonnay' (leva stran) in 'Laški rizling' (desna stran) za tri vinorodne okoliše (Štajerska Slovenija, Bela krajina in Vipavska dolina – od zgoraj navzdol) v obdobjih 2001-2010 in 2011-2020. V izračunu niso vključena vrhunska vina. Srednja črta v škatlah predstavlja mediano, robne črte škatel z brki pa 5. centil, 1. kvartil, 3. kvartil in 95. centil (od spodaj navzgor).

6. SLOVENSKI VINOGRADNIŠKO-VINARSKI KONGRES PTUJ

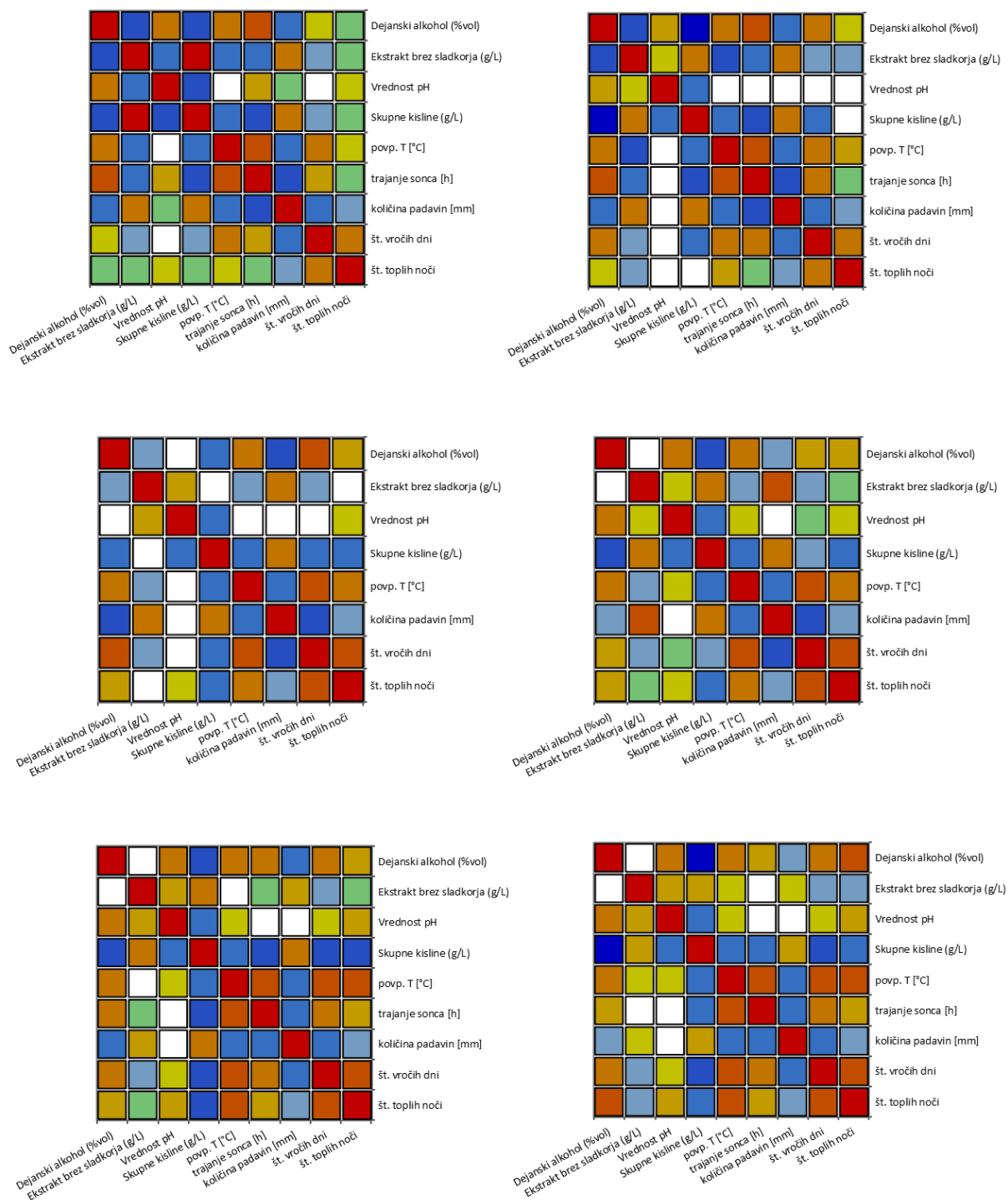
Na sliki 5 so prikazani trendi spreminjanja vrednosti pH v vinih LR in CH za tri vinorodne okoliše in obdobje 2001-2021. Razvidno je, da je trend zviševanja v vseh treh v.o. značilnejši pri sorti LR. Najznačilneje se je vrednost pH pri obeh sortah zviševala v v.o. VD ($R^2=0,42$ za CH in $R^2=0,54$ za LR). Posledično lahko na sliki 6 vidimo, da je bila povprečna vrednost pH pri sorti LR v v.o. VD statistično značilno višja v drugem desetletju tega stoletja ($3,43\pm 0,07$ za letnike 2011-2020 proti $3,33\pm 0,11$ za letnike 2001-2010). V istem v.o. je bilo pri sorti CH zvišanje vrednosti pH nekoliko manjše (iz $3,46\pm 0,10$ za letnike 2001-2010 na $3,52\pm 0,03$ za letnike 2011-2020 in na meji statistične značilnosti ($p=0,081$)) ter v obdobju 2011-2020 v povprečju za skoraj 0,10 enoto višja vrednost pH v primerjavi s sorto LR. Statistično značilno povečanje vrednosti pH lahko opazimo tudi pri sorti LR v v.o. BK ($3,35\pm 0,11$ za letnike 2011-2020 proti $3,23\pm 0,07$ za letnike 2001-2010), kjer je bilo to povečanje celo večje kot v v.o. VD. Enak trend velja za sorto CH, če primerjamo oba v.o., torej večje povečanje vrednosti pH v v.o. BK ($3,46\pm 0,06$ za letnike 2011-2020 proti $3,38\pm 0,09$ za letnike 2001-2010 in na meji statistične značilnosti ($p=0,051$)). Najmanjši dvig vrednosti pH v omenjenih dveh dekadah pri obeh sortah lahko opazimo v v.o. ŠS: iz $3,28\pm 0,07$ na $3,31\pm 0,06$ pri sorti LR in iz $3,31\pm 0,07$ na $3,34\pm 0,05$ pri sorti CH.



Slika 5. Vrednosti pH v vseh vinih brez vrhunskih vin sort 'Chardonnay' (leva stran) in 'Laški rizling' (desna stran) za tri vinorodne okoliše (Štajerska Slovenija, Bela krajina in Vipavska dolina – od zgoraj navzdol) v obdobju 2001- 2021.



Slika 6. Vrednosti pH vin sort 'Chardonnay' (leva stran) in 'Laški rizling' (desna stran) za tri vinorodne okoliše (Štajerska Slovenija, Bela krajina in Vipavska dolina – od zgoraj navzdol) v obdobjih 2001-2010 in 2011-2020. V izračunu niso vključena vrhunška vina. Srednja črta v škatlah predstavlja mediano, robne črte škatel z brki pa 5. centil, 1. kvartil, 3. kvartil in 95. centil (od spodaj navzgor).



Slika 7. Barvne mape Pearsonovih korelacijskih koeficientov za standardne parametre vina in meteorološke parametre za sorti 'Chardonnay' (leva stran) in 'Laški rizling' (desna stran) v treh vinorodnih okoliših (Štajerska Slovenija, Bela krajina in Vipavska dolina – od zgoraj navzdol) v obdobju 2001-2020. Meteorološki podatki so zajeti iz MP letališče Edvarda Rusjana Maribor, Metlika in Bilje. Barve od svetlo zelene do temno modre, predstavljajo obratno sorazmerno povezanost parametrov in barve od svetlo rumeno-rjave do rdeče predstavljajo premo sorazmerno povezanost parametrov. Statistična značilnost korelacij je označena v preglednici 1.

Na sliki 7 so prikazane medsebojne povezave (korelacije) med standardnimi parametri vina in meteorološkimi parametri za obe sorti v treh vinorodnih okoliših. Veliko značilnih korelacij je pri vsebnosti dejanskega alkohola in sicer pozitivnih s povprečno temperaturo zraka in trajanjem sončnega obsevanja ter s številom vročih dni (manj značilno pri sorti CH v v.o. ŠS). Po drugi strani je vsebnost dejanskega alkohola v večini primerov značilno obratno sorazmerno povezana z vsebnostjo skupnih kislin in v v.o. ŠS tudi z vsebnostjo EBS pri obeh sortah. Pri vsebnosti EBS je razvidna tudi premo sorazmerna povezanost z vsebnostjo skupnih kislin, razen pri sorti CH v v.o. BK in LR v v.o. VD ter nekoliko manj značilna pri sorti LR v v.o. ŠS.

Preglednica 1. *p*-vrednosti za Pearsonove korelacijske koeficiente, prikazane na sliki 7, za standardne parametre vina in meteorološke parametre za sorti 'Chardonnay' in 'Laški rizling' v treh vinorodnih okoliših (Štajerska Slovenija, Bela krajina in Vipavska dolina) v obdobju 2001-2020. Vse številke v odebeljenem tisku pomenijo statistično značilne korelacije med parametroma pri $p \leq 0,05$.

Parameter	Dejanski alkohol (vol. %)	Ekstrakt brez sladkorja (g/L)	pH	Skupne kisline (g/L)	Dejanski alkohol (vol. %)	Ekstrakt brez sladkorja (g/L)	pH	Skupne kisline (g/L)
'Chardonnay' ŠS				'Laški rizling' ŠS				
Dejanski alkohol (vol. %)	0	0.006	0.099	0.000	0	0.001	0.243	<0.0001
Ekstrakt brez sladkorja (g/L)	0.006	0	0.047	<0.0001	0.001	0	0.681	0.080
pH	0.099	0.047	0	0.017	0.243	0.681	0	0.068
Skupne kisline (g/L)	0.000	<0.0001	0.017	0	<0.0001	0.080	0.068	0
povp. T [°C]	0.084	0.054	0.781	0.128	0.019	0.008	0.834	0.036
trajanje sonca [h]	0.000	0.025	0.412	0.008	0.006	0.020	0.799	0.001
količina padavin [mm]	0.042	0.081	0.646	0.077	0.019	0.022	0.999	0.023
št. vročih dni	0.525	0.436	0.915	0.289	0.020	0.182	0.915	0.089
št. toplih noči	0.722	0.547	0.547	0.560	0.498	0.282	0.748	0.896
'Chardonnay' BK				'Laški rizling' BK				
Dejanski alkohol (vol. %)	0	0.333	0.687	0.064	0	0.996	0.018	0.000
Ekstrakt brez sladkorja (g/L)	0.333	0	0.081	0.900	0.996	0	0.634	0.050
Vrednost pH	0.687	0.081	0	0.015	0.018	0.634	0	0.008
Skupne kisline (g/L)	0.064	0.900	0.015	0	0.000	0.050	0.008	0
povp. T [°C]	0.008	0.313	0.868	0.028	0.012	0.139	0.476	0.010
količina padavin [mm]	0.000	0.035	0.692	0.022	0.106	0.002	0.742	0.009
št. vročih dni	0.000	0.281	0.847	0.065	0.287	0.106	0.421	0.104
št. toplih noči	0.091	0.772	0.567	0.030	0.211	0.437	0.659	0.073
'Chardonnay' VD				'Laški rizling' VD				
Dejanski alkohol (vol. %)	0	0.710	0.032	0.002	0	0.790	0.006	<0.0001
Ekstrakt brez sladkorja (g/L)	0.710	0	0.222	0.044	0.790	0	0.290	0.182
pH	0.032	0.222	0	0.055	0.006	0.290	0	0.006
Skupne kisline (g/L)	0.002	0.044	0.055	0	<0.0001	0.182	0.006	0
povp. T [°C]	0.026	0.876	0.555	0.011	0.053	0.621	0.559	0.074
trajanje sonca [h]	0.053	0.566	0.678	0.005	0.167	0.804	0.817	0.051
količina padavin [mm]	0.015	0.253	0.793	0.027	0.272	0.553	0.799	0.238
št. vročih dni	0.014	0.193	0.519	0.000	0.011	0.151	0.557	0.003
št. toplih noči	0.113	0.434	0.195	0.003	0.003	0.299	0.176	0.006

Najmanj značilnih korelacij je pri vrednosti pH, kjer je večinoma značilna negativna korelacija z vsebnostjo skupnih kislin v vinu, kar je pričakovano ter pozitivna korelacija z vsebnostjo dejanskega alkohola pri obeh sortah v v.o. VD in LR v v.o. BK. Veliko značilnih korelacij je prav tako pri vsebnosti skupnih kislin v vinu in sicer negativnih s povprečno temperaturo zraka, trajanjem sončnega obsevanja ter številom vročih dni in toplih noči (obe sorti v v.o. VD ter CH v v.o. BK). Na koncu, količina padavin v rastni dobi pogosto pozitivno korelira z vsebnostjo skupnih kislin v vinu in obratno sorazmerno z vsebnostjo dejanskega alkohola.

Zaključki

V dveh desetletjih tega stoletja (2001-2010 in 2011-2020) so se podnebne razmere v proučevanih okoliših precej spremenile. Povprečna mesečna temperatura v rastni dobi (1. april-30. september) se je v obdobju 2011-2020 v primerjavi z obdobjem 2001-2010 v Mariboru dvignila za 0,6 °C, Metliki za 0,4 °C in v Biljah za 0,5 °C. Tako povišanje temperature že vpliva na datum pojava in dolžino trajanja fenoloških faz (Jones in Davis 2000a). Prav tako je to povišanje blizu oz. celo večje od predvidenega dviga povprečnih temperatur v nekaterih vinogradniških regijah za obdobje prvih 50 let tega stoletja (2,0 °C) (Jones in sod. 2005) in precej več kot so zabeležili za 27 vinogradniških regij v obdobju 1950-2000 (1,3-1,4 °C) (Schultz in Jones 2010). Povprečno trajanje sončnega obsevanja na mesec v rastni dobi se je za MP Maribor in Bilje povečalo za 46 in 18 ur ter število vročih dni za 5,9 (Maribor) ter 9,4 dni (Bilje). V Metliki se je v istem obdobju število vročih dni zmanjšalo za 2,9 dneva. Število toplih noči se je povečalo za 0,9 (Maribor) in 0,5 (Metlika) ter 4,4 noči (Bilje). Povprečna količina padavin v rastni dobi se je v Mariboru in Metliki zmanjšala za 23 oz. 16 mm, ter v Biljah povečala za 25 mm.

Odziv proučevanih sort (LR in CH) na podnebne spremembe je bil sortno specifičen, kar lahko pripišemo razlikam med sortama (čas dozorevanja, različen čas trajanja posameznih fenofaz, različna sposobnost nalaganja sladkorjev in kislin) in pa tudi odvisen od v.o. Enako trdijo tudi druge študije in relacije med podnebnimi parametri in odzivom sort niso vedno linearne (Webb in sod. 2008). Trdimo lahko, da je bil vpliv podnebnih sprememb na omenjene parametre v našem primeru večji pri sorti LR. Tudi Webb in sod. (2008) so potrdili, da je sorta CH manj odzivna za podnebne spremembe. Poudariti je potrebno, da smo v naši študiji večinoma omenjali povprečne vrednosti standardnih kemijskih parametrov vina, kar pomeni, da imamo pri vsebnosti dejanskega alkohola in vrednosti pH (povprečne vrednosti in mediane so si pri teh dveh parametrih pogosto precej blizu) praktično polovico vzorcev vin z višjimi vrednostmi parametrov od omenjenih povprečij. Prav tako lahko zaključimo, da manj kot je v vinih skupnih kislin in višje kot so vrednosti pH in vsebnosti dejanskega alkohola, manjše so vsebnosti EBS. Slednje lahko vodi v vedno večje težave pri doseganju vsebnosti, ki jih predpisuje zakonodaja za določene kakovostne razrede vin. Po drugi strani so tudi zaskrbljujoče vedno višje vrednosti pH v belih vinih, kar pomembno vpliva na njihovo stabilnost (Orduña 2010). Iz navedenega lahko zaključimo, da bodo ob nadaljevanju trenda podnebnih sprememb potrebne številne prilagoditve vinogradniških in vinarskih praks za blaženje omenjenih vplivov in ohranjanje tipičnosti vin naših tradicionalnih sort.

Ne koncu bi želeli tudi poudariti, da se je izkazal izreden pomen podatkovne baze »Register pridelovalcev grozdja in vina«, ki je omogočila vrednotenje sprememb standardnih kemijskih parametrov vina v 20-letnem časovnem obdobju.

Literatura

- Bock A, Sparks T, Estrella N, Menzel A. 2011. Changes in the phenology and composition of wine from Franconia, Germany. *Clim Res*, 50, 69-81.
- Duchêne E, Huard F, Dumas V, Schneider C, Merdinoglu D. 2010. The challenge of adapting grapevine varieties to climate change. *Clim Res*, 41, 193-204.
- Duchêne E, Schneider C. 2005. Grapevine and climatic changes: a glance at the situation in Alsace. *Agron Sustain Dev*, 25, 93-99.
- Jones G, Duff A, Hall A, Myers J. 2010. Spatial Analysis of Climate in Winegrape Growing Regions in the Western United States. *Am J Enol Vitic*, 61, 313-326.
- Jones GV, Davis RE. 2000a. Climate Influences on Grapevine Phenology, Grape Composition, and Wine Production and Quality for Bordeaux, France. *American Journal of Enology and Viticulture*, 51, 249-261.
- Jones GV, Davis RE. 2000b. Using a synoptic climatological approach to understand climate-viticulture relationships. *Int J Clim*, 20, 813-837.
- Jones GV, White MA, Cooper OR, Storchmann K. 2005. Climate Change and Global Wine Quality. *Clim Change*, 73, 319-343.

- Kenny GJ, Harrison PA. 1992. The effects of climate variability and change on grape suitability in Europe. *J Wine Res*, 3, 163-183.
- Leolini L, Moriondo M, Romboli Y, Gardiman M, Costafreda-Aumedes S, García de Cortázar-Atauri I, Bindi M, Granchi L, Brilli L. 2019. Modelling sugar and acid content in Sangiovese grapes under future climates: an Italian case study. *Clim Res*, 78, 211-224.
- Marta AD, Grifoni D, Mancini M, Storchi P, Zipoli G, Orlandini S. 2010. Analysis of the relationships between climate variability and grapevine phenology in the Nobile di Montepulciano wine production area. *J Agric Sci*, 148, 657-666.
- Neethling E, Barbeau G, Bonnefoy C, Quénel H. 2012. Change in climate and berry composition for grapevine varieties cultivated in the Loire Valley. *Clim Res*, 53, 89-101.
- Nemani RR, White MA, Cayan DR, Jones GV, Running SW, Coughlan JC, Peterson DL. 2001. Asymmetric warming over coastal California and its impact on the premium wine industry. *Clim Res*, 19, 25-34.
- Orduña RM. 2010. Climate change associated effects on grape and wine quality and production. *Food Res Int*, 43, 1844-1855.
- Petrie PR, Sadras VO. 2008. Advancement of grapevine maturity in Australia between 1993 and 2006: putative causes, magnitude of trends and viticultural consequences. *Aust J Grape Wine Res*, 14, 33-45.
- Santos JA, Fraga H, Malheiro AC, Moutinho-Pereira J, Dinis LT, Correia C, Moriondo M, Leolini L, Dibari C, Costafreda-Aumedes S, Kartschall T, Menz C, Molitor D, Junk J, Beyer M, Schultz HR. 2020. A Review of the Potential Climate Change Impacts and Adaptation Options for European Viticulture. *Appl Sci*, 10, 3092.
- Schultz HR, Jones GV. 2010. Climate Induced Historic and Future Changes in Viticulture. *J Wine Res*, 21, 137-145.
- Webb LB, Whetton PH, Barlow EWR. 2008. Modelling the relationship between climate, winegrape price and winegrape quality in Australia. *Clim Res*, 36, 89-98.

Erozija tal glede na prakse gospodarjenja s tlemi v vinogradih na večjih strminah

Borut Pulko^{1*}, Andrej Rebernišek², Janez Valdhuber¹, Stanko Vršič¹

¹Univerzitetni center za vinogradništvo in vinarstvo Meranovo, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Univerza Maribor, Pivola 10, 2311 Hoče

²Kmetijsko gozdarski zavod Ptuj, Ormoška cesta 28, 2251 Ptuj

*Korespondenca: borut.pulko@um.si

Izveček: Večina vinogradnih površin leži na večjih strminah, ki so ob neugodnih vremenskih razmerah ali nepremišljenih posegih podvržene eroziji ali celo plazenju. Zato so načini oskrbe tal toliko bolj pomembni, saj vplivajo na biološke, kemijske in fizikalne lastnosti tal. Pri izbiri načina oskrbe tal moramo upoštevati tip tal, vsebnost organske snovi, kapaciteto tal za vodo, predvsem pa količino in razporeditev padavin v rastni dobi. Ta študija je bila namenjena raziskovanju vpliva različnih sistemov upravljanja tal v vinogradih na erozijo tal. Raziskani so bili trije sistemi gospodarjenja s tlemi: trajni zeleni pokrov (kontrola), zastiranje s slamo in periodična obdelava tal. V letih 2002 in 2003 (maj in avgust) je bila izvedena periodična obdelava tal med vrstami, maja 2002 pa prekrivanje tal s slamo. Periodična obdelava tal je povzročila povečano erozijo, in sicer v povprečju 1746 kg/ha tal na leto. Večji del erozijskih dogodkov se je zgodil po obdelavi tal poleti v avgustu, ki so jo spremljale večje padavine in počasno obnavljanje travne ruše (počasneje kot spomladi). Najmanjša povprečna količina erozije tal je bila opažena pri zastiranju s slamo (56 kg/ha leto). Ta sistem upravljanja je zagotovil tudi boljše okolje za populacijo deževnikov, ki so bili večinoma najdeni blizu površine tal, zlasti v sušnem letu 2003.

Ključne besede: vinska trta, obdelava tal, zastiranje s slamo, trajna ozelenitev, erozija

Soil Erosion Responses to Soil Management Practice in Steep-slope Vineyards

Abstract: Most of the vineyard areas in Slovenia are on steep slopes. In many cases, due to inadequate soil management methods and unfavorable weather conditions, greater soil erosion occurs. Therefore, soil management practices are very important as they affect the biological, chemical and physical properties of the soil. When choosing a soil management practice, the type of soil, the content of organic matter, the water capacity of the soil, and above all the amount and distribution of precipitation during the growing season must be taken into account. This study is aimed at investigating the effect of different vineyard soil management systems on soil erosion. Three soil management systems were investigated: permanent green cover (control), straw-cover and periodic soil tillage. Inter-row periodic soil tillage was applied in 2002 and 2003 (May and August), and straw-cover in May 2002. Periodic soil tillage resulted in increased erosion, i.e. 1746 kg/ha of soil per year, on average. The greater portion of erosive events occurred after tillage in summer (August 2002), which was accompanied by heavy rainfall and slow renewal of grass cover (slower than in spring). The lowest average amount of soil erosion was observed in the treatment with straw-cover (56 kg/ha per year). This management system provided a better environment for earthworm population, most of which were found close to the soil surface, especially in the dry year 2003.

Key words: grapevine, tillage, straw-cover, permanent green-cover, erosion

Projekt (CRP:V4-0278) sta podprla Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano Republike Slovenije in Ministrstvo za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo Republike Slovenije.

Pregled literature

Večina vinogradov v srednjeevropski vinorodni regiji je posajenih na strmih pobočjih, ki so izpostavljena stalni eroziji tal (Casali in sod. 2009). Zaradi nizkih gojitvenih oblik se je v preteklosti za zatiranje plevelov uporabljala obdelava tal. Večkratna obdelava tal pospeši mineralizacijo organskih spojin v tleh, hkrati pa takšna obdelava tal zmanjša rodovitnost tal in poveča erozijo tal (Ramos in Martínez-Casasnovas 2006, Materechera 2009, Rodrigo-Comino 2018). Poleg tega uporaba težkih strojev od pomladi do trgatve v medvrstnih prostorih povzroči močno zbitost tal, kar vpliva na hidravlične lastnosti tal (Capello in sod. 2019). Te težave je mogoče zmanjšati z različnimi vrstami pokritosti tal.

V nekaterih tradicionalnih vinogradniških območjih ob večjih padavinah (jesen, zima in zgodaj spomladi) vinograde začasno zasejejo s hitro rastočimi rastlinami, v času intenzivne rasti vinske trte pa izvajajo redno medvrstno obdelavo tal (Bauer in sod. 2004). Vendar pa tovrstno ravnanje s tlemi, zlasti v hribovitih območjih, v času večje količine padavin povzroči erozijo tal, na katero so še posebej občutljivi vinogradi (Martínez-Casasnovas in Sánchez-Bosch 2000, Baumgartner in sod. 2008, Ramos in Martínez-Casasnovas 2009). Površinski odtok vode v času močnega dežja je bistveno večji (Battany in Grismer 2000, Martínez-Casasnovas in sod. 2005, Ramos in Martínez-Casasnovas 2007, Rodrigo-Comino in sod. 2018) v vinogradih brez ozelenitve ali slamnatega pokrova (slika 1). Zato je lahko trajna ozelenitev ali zastiranje v vinogradih v hribovitih predelih zelo koristna praksa (Vršič in Lešnik 2010).

Za vzpostavitev učinkovitega trajnega zelenega pokrova moramo uporabljati tiste rastlinske vrste, ki z vinsko trto ne tekmujejo preveč za vodo in hranila (Vršič in Lešnik 2010, McGourty in sod. 2008). V primerjavi s periodično obdelavo tal (PST) imata trajni zeleni pokrov (PGC) in zastiranje (SC) več prednosti, saj povečata organsko snov v tleh in intenzivirata delovanje makro- in mikroorganizmov (Kobel-Lamparski in Lamparski 2000). Pozitiven vpliv na populacijo deževnikov (Vršič in sod. 2021) in biomaso se kaže v humusu in skupnem dušiku (Iordache in Borza 2010).

Zaradi intenzivnejšega globalnega segrevanja v zadnjih letih lahko pričakujemo pogostejša in daljša sušna obdobja ter občasna močna deževja, ki lahko povzročijo večjo erozijo tal (Vršič in sod. 2004). Tudi v okoljih, kjer je PGC postala splošno sprejeta praksa, obstaja vedno večja potreba po raziskavah erozije tal. S tem želimo vzpostaviti najustreznejši sistem gospodarjenja s tlemi vinogradov, ki bi zmanjšal morebitne neželene negativne vplive PGC v primeru hujših suš. Ena od takih možnosti bi lahko bila medvrstna PST ali SC med rasto sezono. Po vsaki obdelavi tal obdelano medvrstno razdaljo postopoma prekrije naravna vegetacija.

Glavni cilj te študije je bil raziskati vpliv SC in PST na erozijo tal v primerjavi s PGC. Pred začetkom našega raziskovanja je bil medvrstni prostor v strmem pobočju vinograda trajno pokrit z naravno vegetacijo.



Slika 1. Erozija tal pri količini padavin 40 L v 6 urah (levo, Vrhov dol-SLO, nagib zemljišča 33 %) in 40 L v 30 minutah (desno, Cserszegtomaj-HU, nagib zemljišča 17 %), foto S. Vršič.

Material in metode

Poskusi so bili izvedeni v SV Sloveniji (46°53' S, 15°56' V, 407 m n. m.) v letih 2002 in 2003 na Univerzitetnem centru za vinogradništvo in vinarstvo Maribor na Meranovem, ki ga vodi Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede. Eksperimentalno delo je bilo izvedeno v šestletnem vinogradu sorte 'Sauvignon', posajen leta 1997. Srednja letna temperatura zraka preiskovanega območja je bila za referenčno obdobje 1961-1990 9,7 °C; povprečni mesečni minimum v januarju je bil -1,3 °C, povprečni mesečni maksimum v juliju pa 19,6 °C. Povprečna letna količina padavin je bila 1045 mm.

Naklon površine vinograda je bil 34 %, dolžina posamezne vrste je bila 82 m, medvrstna razdalja pa 2,4 m. Vrste vinske trte so potekale navpično po pobočju. Tla so bila srednje globoka ilovnata s pH 5,3 (0,1 mol/L KCl). Na podlagi postopka ekstrakcije z amonijevim laktatom so tla vsebovala 157 mg P, 379 mg K in 155 mg Mg na kg zračno posušene zemlje iz plasti tal 0-30 cm. Vzorci tal so bili odvzeti pred začetkom poskusa (aprila 2002) po tehnoloških navodilih za integrirano pridelavo grozdja. V poskusnem obdobju gnojila niso bila uporabljena.

Vsako pomlad do začetka poskusov in v poskusnem obdobju smo površino tal okoli vinske trte (0,6 m pas) tretirali s herbicidom (glifosat). Pet let pred začetkom našega eksperimentalnega obdobja je preostali medvrstni razmik (1,8 m širine) bil poraščen z naravno vegetacijo, ki smo jo mulčili šestkrat na leto. Primerjali smo tri prakse gospodarjenja z vinogradniškimi tlemi v medvrstnem razmaku: trajni zeleni pokrov (PGC), zastiranje (SC), pokrit s 5 t slame na ha, in periodično obdelavo tal (PST) vsakega drugega medvrstnega prostora. Podoben pristop so opisali Bauer in sod. (2004) in Hacısalihoglu (2007). Pri tretiranju PGC smo mulčili šestkrat letno, pri tretiranju PST pa smo medvrstne predele občasno obdelali (maj, avgust) z rotacijsko frezo, ko je ruša dosegla 30 cm. Raziskovanje teh treh tretiranj se je začelo leta 2002, obdelava tal v medvrstju pa je bila izvedena v 3. dekadi maja in 1. dekadi avgusta. SC je bil uporabljen aprila 2002. Vsako obravnavanje je bilo ponovljeno štirikrat s tremi vmesnimi vrstami, ki so predstavljale eno ponovitev. Pri PST obdelavi smo medvrstnice periodično obdelali, pri SC so bili ves čas poskusa pokriti s slamo, pri PGC pa smo vse medvrstnice še naprej redno mulčili.

Da bi ugotovili maso erodiranih tal, smo ob vznožju hriba izkopal jame (240 × 30 × 40 cm) in vstavili kovinska korita, da smo ujeli erodirano prst iz medvrstnih prostorov vključenih v poskus (slika 2). Erodirano zemljo smo enkrat mesečno (maj-september) jemali iz korit, sušili pri 80 °C in stehtali. Opravljene so bile kemijske analize vzorcev tal za ugotavljanje vsebnosti P, K in Mg. Maso erodiranih tal in količino erodiranih hranil smo izračunali na hektar glede na preiskovane medvrstne prostore.

Zbrane podatke smo vnesli v delovno preglednico programa Microsoft Excel in jih nato prenesli v program za statistično obdelavo IBM SPSS Statistics (25) za programsko okolje Windows. Izvedli smo analizo variance (ANOVA). Za ugotavljanje statistično značilnih razlik med obravnavanji smo uporabili LSD-test pri stopnji tveganja ($p \leq 0,05$).



Slika 2. Korita pod vrstami v vinogradu za ugotavljanje količine erodiranih tal, foto S. Vršič.

Rezultati in diskusija

Pri delni obdelavi tal (PST) se je erozija, izračunana kot skupna na leto, gibala od 1480 kg/ha tal v sušnem letu 2003 do 2012 kg/ha v povprečnem letu (2002). Pri obravnavanju s PGC in SC je erozija tal v povprečju znašala okoli 48 kg/ha (SC 2003) oziroma 98 kg/ha (PGC 2002) (preglednica 1), kar je v povprečju manj kot 5 % erodiranih tal pri obdelavah s PST. Pri obravnavanju s PST je poleg erodiranih tal prišlo tudi do izgube hranil: 315 g P, 763 g K in 319 g Mg na ha (preračunano kot povprečje leta 2002). Pri obravnavanju PGC in SC je bilo izgubljenih bistveno manj hranil.

Preglednica 1. Vpliv upravljanja tal na erozijo in izgubo hranil v poskusnem vinogradu v letih 2002 in 2003 (povprečja na leto).

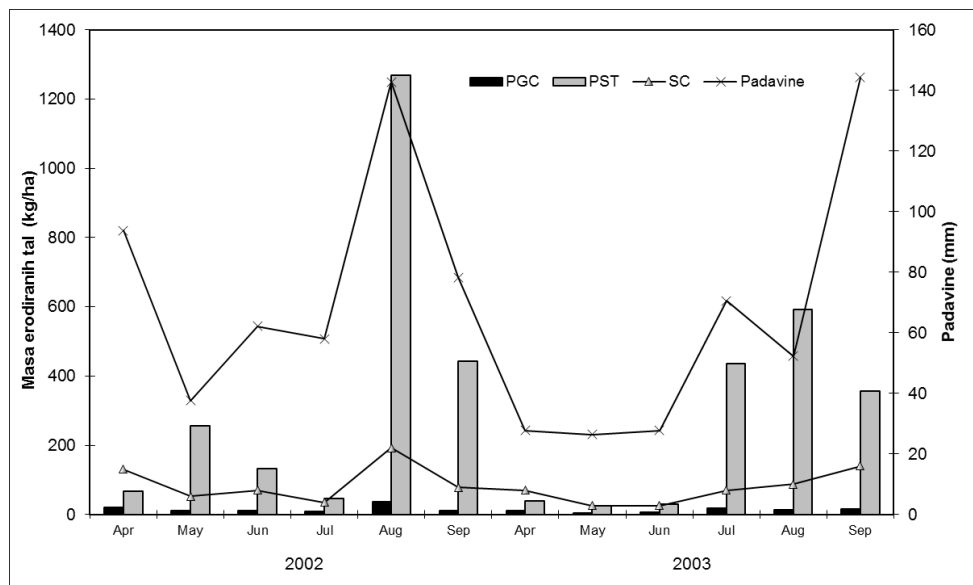
Obravnavanje	Erozija tal (kg/ha)	P (g/ha)	K (g/ha)	Mg (g/ha)
SC 2002	64b	10b	24b	10b
PGC 2002	98b	15b	37b	16b
PST 2002	2012a	315a	763a	319a
SC 2003	48b	7b	18b	7b
PGC 2003	70b	11b	26b	11b
PST 2003	1480a	230a	558a	228a

PGC – trajna ozelenitev; PST – periodična obdelava tal, SC – zastiranje s slamo; povprečja z isto črko se pri LSD testu statistično ne razlikujejo ($p \leq 0,05$).

Masa erodiranih tal in posledično stopnja izgube hranil sta bili pri PST nižji kot pri poskusih, ki jih je v vinogradih v Nemčiji izvedel Haciasalihoglu (2007). Martinez-Casasnovas in Ramos (2006) sta v sredozemskih razmerah ugotovila še večjo maso erodiranih tal. Vendar pa zaradi razlik v pedoklimatskih razmerah in dejstva, da je bila v našem poskusu medvrstna razdalja le občasno obdelana, naših rezultatov ni mogoče neposredno primerjati. Vendar manjša količina erodiranih tal v našem poskusu (PST) kaže, da bi bilo takšno upravljanje s tlemi priporočljivo.

Podrobnejša analiza erodiranih tal pri obdelavi s PST (grafikon 1) pokaže, da se je večji delež celotne erozije tal zgodil v enem določenem obdobju, in sicer avgusta v obeh letih; 2003 (592 kg/ha) in 2002 (1269 kg/ha). V vsakem letu se je ta največja erozija pojavila kmalu po obdelavi tal in je bila posledica počasnejšega obnavljanja travne ruše v primerjavi s spomladanskim obdobjem. Pri obdelavi tal v maju je bila erozija skozi vse leto bistveno manjša. Tako poleg lastnosti tal, naklona pobočij in količine padavin na erozijo tal vpliva tudi čas obdelave tal. Vendar pa lahko v našem primeru vpliv časa obdelave tal na količino erodiranih tal povežemo tudi s svežo maso rastlin po obdelavi, ki so maja veliko bolj bujne kot pozno poleti. Na splošno so bile nižje vrednosti erozije tal in izgube hranil dosežene z obdelavo PGC in SC. Podobno so ugotovili Biddoccu in sod. (2016).

Pokritost površine tal z rastlinami pri PST tretiranju je bila manjša za 23 %, sestava rastlin pa se je zlasti v sušnem letu 2003 v primerjavi s PGC bistveno spremenila. Podoben pojav ugotavlja tudi Florineth (2000) za vinograde v sušnih predelih. V našem poskusu se nekateri pleveli, ki so znani kot gostiteljske rastline za prenašalce fitoplazme vinske trte (npr. Bois noir) Sforza in sod. (1998), sploh niso razvili, čeprav bi obdelava tal, uporabljena v naši raziskavi, lahko spodbudila njihovo rast in razmnoževanje. Raziskava je pokazala, da lahko populacijo deževnikov obravnavamo kot neposredni pokazatelj kakovosti gospodarjenja s tlemi v vinogradu. Talni makroorganizmi so bili najštevilnejši in najbolj aktivni pri obravnavanju s PGC in SC, kar je bilo potrjeno tudi v nadaljnjih raziskavah (Vršič in sod. 2021). Vzpostavitev in vzdrževanje PGC pa je možno le na območjih z zadostno količino padavin v vegetacijski sezoni.



Grafikon 1. Mesečna količina padavin v vegetaciji (2002 in 2003) in masa erodiranih tal v vinogradih s trajno ozelenitvijo (PGC), periodično obdelavo tal (PST) in pokrivanjem tal s slamo (SC).

Zaključki

Zaradi globalnega segrevanja je pred nami obdobje veliko hitrejših sprememb v naših vinorodnih deželah. Periodična obdelava tal v medvrstnem razmiku je v naših poskusih povzročila znatno erozijo tal le, če so jo spremljale močne padavine v poznih poletnih mesecih. Zato lahko to prakso gospodarjenja s tlemi priporočamo le spomladi, ko rastline dokaj hitro prerastejo površino tal (to je zelo pomembno v strmih vinogradih) in v sušnih letih. Površinski odtok vode v vinogradih s PST je ob večjih nalivih bistveno večji kot v vinogradih s PGC in SC. Zato je treba v luči prilagajanja vinogradniških tehnik neugodnim podnebnim spremembam v regijah s trajno ozelenjenimi vinogradi dodatno raziskati PST sistem gospodarjenja s tlemi, saj je posledice erozije tal težko natančno predvideti. Za zmanjšanje erozije in konkurence rastlin v zelenem pokrovu (PGC) vinske trte je možna alternativa pokrov s slamo. SC ima še več prednosti, saj povečuje organsko snov v tleh, zmanjšuje izhlapevanje (sušno leto 2003) in intenzivira aktivnosti in populacijo deževnikov. Pri oskrbi tal v vinogradnih se v praksi vedno bolj opušča uporaba herbicidov in se tudi v vrsti (pod trsi) vedno bolj uporablja mehansko obvladovanje plevelov. Možnosti teh ukrepov in vplivi na erozijo se trenutno proučujejo v projektu v EIP projektu » Prilagoditev pridelave grozdja na podnebne spremembe in ohranjanje biodiverzitete« katerega rezultati pa bodo predstavljeni na prihajajočih strokovnih posvetih.

Literatura

- Battany M, Grismer M. 2000. Rainfall runoff and erosion in Napa Valley vineyards: effects of slope, cover and surface roughness. *Hydrological Processes*, 14, 1289-1304.
- Baumgartner K, Steenwerth KL, Veilleux L. 2008. Cover-crop systems affect weed communities in a California vineyard. *Weed Science*, 56, 596-605.
- Bauer K, Fox R, Ziegler B. 2004. *Modern soil management in Viticulture*. 1st Edn. (Moderne Bodenpflege im Weinbau). Österreichischer Agrarverlag, Leopoldsdorf & Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, 5-77.
- Biddoccu M, Ferraris S, Opsia O, Cavallo E. 2016. Long-term monitoring of soil management effects on runoff and soil erosion in sloping vineyards in Alto Monferrato (North-West Italy). *Soil and Till Res* 155, 176-189.
- Capello G, Biddoccu M, Ferraris S, Cavallo E. 2019. Effects of Tractor Passes on Hydrological and Soil Erosion Processes in Tilled and Grassed Vineyards. *Water* 11, 2118; <https://doi.org/10.3390/w11102118>.

- Casali J, Gimenez R, De Santisteban L, Alvarez-Mozos J, Mena J. 2009. Determination of long-term erosion rates in vineyards of Navarre (Spain) using botanical benchmarks. *Catena*, 78, 12-19.
- Florineth F. 2000. Trials of grass cover of inter-rows in dray vein regions in Austria – Gols in Neusiedlersee. In: Vršič S., (Ed.), *Proceeding of Thirteenth international colloquy of green cover in viticulture*, Maribor-Radenci, 83-102.
- Hacisalihoglu S. 2007. Determination of soil erosion in a steep hill slope with different land-use types: A case study in Mertesdorf (Ruwertal/Germany). *Journal of Environmental Biology*, 28, 433-438.
- Lordache M, Borza I. 2010. Relation between chemical indices of soil and earthworm abundance under chemical fertilization. *Plant, Soil and Environment*, 56, 401-407.
- Martinez-Casasnovas JA, Ramos MC. 2006. The cost of soil erosion in vineyard fields in the Penedès-Anoia region (NE Spain). *Catena*, 68, 194-199.
- Martínez-Casasnovas JA, Sánchez-Bosch I. 2000. Impact assessment of changes in land use/conservation practices on soil erosion in the Penedès–Anoia vineyard region (NE Spain). *Soil & Tillage Research*, 57, 101-106.
- Martinez-Casasnovas JA, Ramos MC, Ribes-Dasi M. 2005. On-site effects of concentrated flow erosion in vineyard fields: some economic implications. *Catena*, 60, 129-146.
- Materchera SA. 2009. Tillage and tractor traffic effects on soil compaction in horticultural fields used for peri-urban agriculture in a semi-arid environment of the North West Province, South Africa. *Soil & Tillage Research*, 103, 11-15.
- McGourty G, Nosera J, Tylicki S, Toth A. 2008. Self-reseeding annual legumes evaluated as cover crops for untilled vineyards. *California Agriculture*, 62, 191-194.
- Ramos MC, Martínez-Casasnovas JA. 2006. Erosion rates and nutrient losses affected by composted cattle manure application in vineyard soils of NE Spain. *Catena*, 68, 177-185.
- Ramos MC, Martinez-Casasnovas JA. 2007. Soil loss and soil water content affected by land levelling in Penedes vineyards, Ne Spain. *Catena*, 71, 210-217.
- Ramos MC, Martinez-Casasnovas JA. 2009. Impacts of annual precipitation extremes on soil and nutrient losses in vineyards of NE Spain. *Hydrological Processes*, 23, 224-235.
- Rodrigo-Comino J. 2018. Five decades of soil erosion research in “terroir”. *The State-of-the-Art. Earth-Science Reviews*, 179, 436-447.
- Rodrigo-Comino J, Keesstra S, Cerdà A. 2018. Soil Erosion as an Environmental Concern in Vineyards: The Case Study of Celler del Roure, Eastern Spain, by Means of Rainfall Simulation Experiments. *Beverages MDPI*, 4, 31; doi:10.3390/beverages4020031.
- Sforza R, Clair D, Daire X, Larrue J, Boudon-Padieu É. 1998. The role of *Hyalestes obsoletus* (Homoptera: Cixiidae) in the Occurens of Bois Noir of Grapevines in France. *Journal of Phytopathology*, 146, 549-556.
- Vršič S, Lešnik M. 2010. *Viticulture 3th Edn. (Vinogradništvo)*. Kmečki glas, Ljubljana, 178-195.
- Vršič S, Breznik M, Pulko B, Rodrigo-Comino J. 2021. Earthworm abundance changes depending on soil management practices in Slovenian vineyards. *Agronomy*, 11, 1241; <https://doi.org/10.3390/agronomy11061241>.
- Vršič S, Pulko B, Valdhuber J. 2004. The Impact of permanent and short time grass covering on soil erosion, floral composition and nutrient loss. *Sodobno kmetijstvo* 37, 22-26.
- Vršič S, Vodovnik–Plevnik T. 2012. Reactions of vines varieties to climate changes in NE Slovenia. *Plant Soil Environ*, 58, 34–41.

Izkušnje s podlagami vinske trte na avstrijskem Štajerskem v povezavi s podnebnimi spremembami

Wolfgang Renner^{1*} (prevod Janez Valdhuber²)

¹A 10 – Versuchsstation Obst- und Weinbau Haidegg, Ragnitzstraße 193, 8047 Gradec – Avstrija

²Univerzitetni center za vinogradništvo in vinarstvo Meranovo, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Univerza Maribor, Pivola 10, 2311 Hoče

*Korespondenca: wolfgang.renner@stmk.gv.at

Izvleček: Od leta 2006 dalje so na poskusni postaji Haidegg potekala sistematična preizkušanja podlag vinske trte. Na več lokacijah so bili spremljani morfološki, fenološki in agronomski parametri pri sortah 'Laški rizling', 'Beli pinot', 'Sauvignon', 'Modri Wildbacher', 'Rumeni muškat' in 'Souvignier gris'. Po 16 letih opazanj so bile ugotovljene statistično značilne razlike v premeru debla in masi lesa. Najmočnejša rast trt je bila ugotovljena pri podlagah '1103P', 'Fercal', '420A', '5C' in '5BB'. Nasprotno je bila najšibkejša rast ter najnižji pridelek ugotovljen pri podlagah 'Ganzin 9', 'C161-49' in 'C3309'. Velike razlike med podlagami so bile tudi v propadanju trt skozi daljše obdobje (0 do 55%). Največ trt je propadlo pri sorti 'Laški rizling' ter pri podlagah 'C3309' in 'C161-49' in najmanj pri sorti 'Beli pinot'. V zelo sušnem letu 2011 so bile pri sortah 'Laški rizling' in 'Beli pinot' v kombinaciji s podlagami 'Fercal', '1103P' in '420A' ugotovljene najmanjše posledice za trte zaradi suše. Glede pomanjkanja magnezija se je pri sorti 'Laški rizling' najbolje obnesla kombinacija na podlagi '1103P' in najslabše pri podlagi 'Ganzin 9'. Podlaga 'Rupestris Goethe 9' se je pokazala kot srednje bujno rastoča in dobra glede pomanjkanja magnezija.

Ključne besede: vinska trta, trtna uš, podlage, magnezij

Experience with the Vine Rootstocks in Styria in Relation to Climate Change

Abstract: Since 2006, in the Haidegg Experimental Station exact trials with various vine rootstock varieties has been systematically carrying out. At several sites, morphological, phenological and agronomic parameters for 'Welschriesling', 'Weißburgunder', 'Sauvignon Blanc', 'Blauer Wildbacher', 'Gelber Muskateller' and 'Souvignier gris' were recorded. After a periode of 16 years, trunk diameters and dry cane weights were significantly different. The strongest growth was found in the rootstocks '1103P', 'Fercal', '420A', '5C' and '5BB'. On the contrary, the weakest growth and the lowest yield were found in the 'Ganzin 9', 'C161-49' and 'C 3309' rootstocks. There were also big differences between the rootstocks in grapevine plant decay over a longer period (0 to 55%). The most vines died out in the variety 'Welschriesling' and in the rootstocks 'C3309' and 'C161-49', and the least in the variety 'Pinot Blanc'. In the very dry year 2011, the varieties 'Welschriesling' and 'Pinot Blanc' in combination with the rootstocks 'Fercal', '1103P' and '420A' were found to have the least consequences for the vines due to drought. With regard to magnesium deficiency 'Welschriesling' on rootstock '1103P' showed no deficiency symptoms, while on 'Ganzin 9' the symptoms were most severe. The 'Rupestris Goethe 9' rootstock proved to be moderately vigorous and good in terms of magnesium supply.

Keywords: grapevine, phylloxera, rootstocks, magnesium

Uvod

Trtna uš (*Daktulosphaira vitifoliae* Fitch) se je v Avstriji prvič pojavila leta 1872 v Klosterneuburgu pri Dunaju. Na avstrijsko Štajersko je trtna uša prišla iz Slovenije, kjer so jo konec avgusta 1880 odkrili v okolici Brežic (Goethe 1881). Ob koncu 19. stoletja je bila edina trajnostna metoda za boj proti filokseri cepljenje evropske žlahtne trte *Vitis vinifera* L. na naravno odporne *Vitis* ssp. iz Severne Amerike. Cepljenje je postalo eno najpomembnejših opravil v vinogradništvu (Babo in Mach 1893). Takrat so podlage Riparia, Solonis, Rupestris in Vialla priporočali kot odlične ameriške podlage za cepljenje (Goethe 1889). Pri žlahtnjenju podlag je leta 1896 Sigmund Teleki začel z gojenjem *Vitis berlandieri* Planch., Franz Kober pa na Dunaju leta 1904 začel s selekcijo novih sort podlag (Teleki 1927).

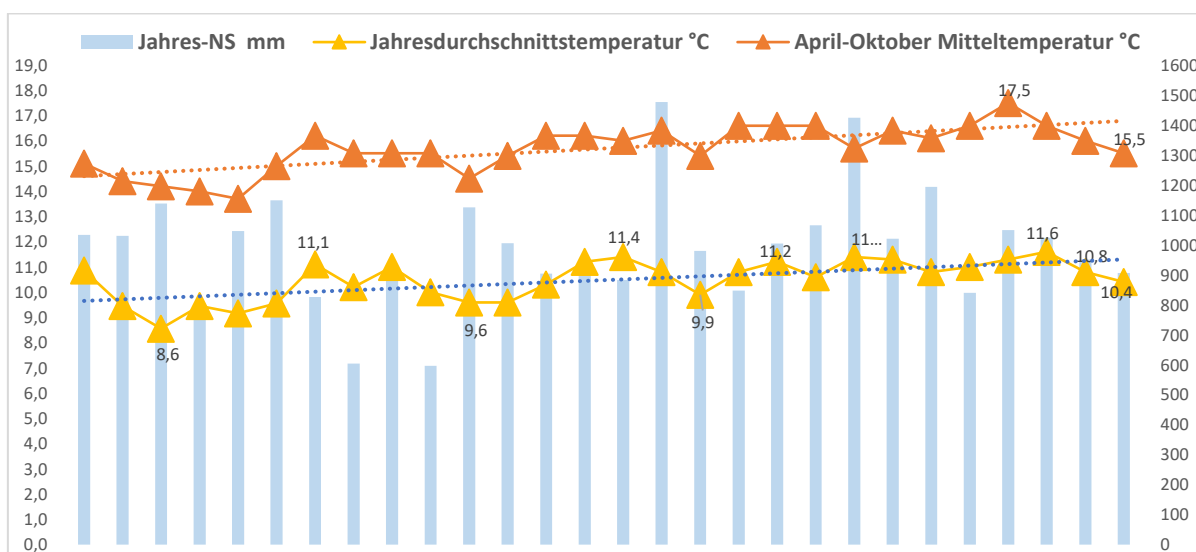
Danes se v vinogradništvu v Avstriji uporabljajo predvsem sorte podlag iz kombinacij *Vitis berlandieri* Planch. × *Vitis riparia* Michx. kot so Kober '5BB', 'SO4' in 'Teleki 5C' (Regner in sod. 2018). V trsnicah na avstrijskem Štajerskem se največ uporabljajo podlage 'SO4' in 'Kober 5BB', sledijo pa '1103P', '5C' in 'Fercal' (Renner 2022).

V našem večletnem poskusu smo preizkušali različne podlage predvsem z namenom kako vplivajo na razvoj vinske trte (največ pri sorti 'Laški rizling') in kako se žlahtna sorta odzove na vodni stres.

Material in metode

Vremenske razmere

Vreme na avstrijskem Štajerskem določa kontinentalno podnebje. Zanj so značilne zmerne temperature in pogoste padavine. Na Štajerskem dejansko ni sušnih let. Padavine lahko pričakujemo skozi vso leto. Spremenljivost količine padavin je med 12 in 18 % in je na južnem Štajerskem razvrščena kot nizka do zmerna. Če upoštevamo le poletne padavine, opazimo povečanje variabilnosti vsot od gora do predgorja. Pri tem redkejša in močnejša nevihte povečajo variabilnost (Prettenthaler in sod. 2010). Višje temperature pomenijo večje izhlapevanje in večjo verjetnost močnih padavin, posledica česar je slabša regionalna razporeditev.



Grafikon 1. Podnebni podatki; letne padavine (NS) ter povprečna letna in vegetacijska temperatura (April-Oktober) od 1994 do 2021; meteorološka postaja Adcon, LVZ Haidegg Avstrija (Pößnitz – Jug), 46°38'S, 15°30'V.

Postavitev poskusa

Preizkušanje podlag v vinorodni deželi Steiermark (avstrijska Štajerska) v preteklosti ni imelo tradicije. Znanstvenih spoznanj o primernosti različnih trtnih podlag skorajda ni. Leta 2006 je raziskovalni inštitut Haidegg po nekaj predhodnih testih začel izvajati natančne poskuse z različnimi sortami podlag vinske trte pri pomembnih lokalnih sortah grozdja. Na lokacijah Pöbnitz (občina Leutschach an der Weinstraße, apnenčasta tla iz laporja/opok), Reitereg (občina Wärmendorf, neapnenčasta usedlina rjava tla/ilovnat pesek) in Wernersdorf (občina Wernersdorf, neapnenčasta rjava tla skrilačca) so postopoma vzpostavljali poskusne zasaditve z različnimi sortami ('Laški rizling', 'Beli pinot', 'Sauvignon', 'Modri Wildbacher', 'Rumeni muškatac' in 'Souvignier gris'). V teh poskusih se zbirajo morfološki, fenološki in agronomski parametri. V poskusih se spremljajo analize listov, meritve vodnega potenciala listov, ocena simptomov pomanjkanja hranil, vinifikacija vina in senzorično ocenjevanje vina. Različne kombinacije podlag in sort, ki so bile vključene v poskuse so v preglednici 1.

Preglednica 1. Različne kombinacije podlag in sort vključene v poskuse.

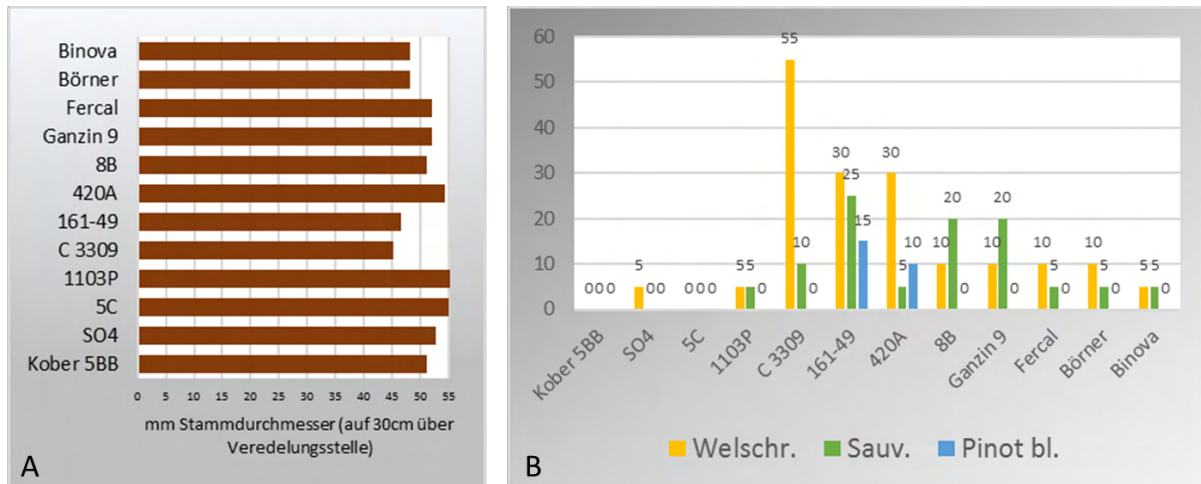
Sorta podlage	Izvor	'Laški rizling'	'Beli pinot'	'Sauvignon'	'Rumeni muškatac'	'Modri Wildbacher'	'Souvignier gris'
'Kober 5 BB'	<i>V. berlandieri x V. riparia</i>	X	X	X	X	X	X
'SO4'	<i>V. berlandieri x V. riparia</i>	X	X	X	X	X	X
'Teleki 5 C'	<i>V. berlandieri x V. riparia</i>	X	X	X			
'1103 P'	<i>V. berlandieri x V. rupestris</i>	X	X	X	X	X	X
'C 161-49'	<i>V. riparia x V. berlandieri</i>	X	X	X		X	
'C 3309'	<i>V. riparia x V. rupestris</i>	X	X	X		X	
'420 A'	<i>V. berlandieri x V. riparia</i>	X	X	X		X	
'Teleki 8 B'	<i>V. berlandieri x V. riparia</i>	X	X	X		X	
'Fercal'	<i>(V. berlandieri x Ugni Blanc) x Richter 31</i>	X	X	X			
'Ganzin 9'	<i>Aramon x V. rupestris Ganzin</i>	X	X	X	X	X	
'Börner'	<i>V. riparia 183Gm x V. cinerea Arnold</i>	X	X	X	X	X	
'Binova'	<i>V. berlandieri x V. riparia</i>	X	X	X	X		
'110 Richter'	<i>V. berlandieri x V. rupestris</i>				X		
'Ruggeri 140'	<i>V. berlandieri x V. rupestris</i>				X		
'Goethe 9'	<i>V. rupestris Scheele</i>						X
'FR 437-51'	?						X
'Gm 9230-3'	<i>V. berlandieri Resseguier #1 x Börner</i>						X
'Gm 9228-45'	<i>Kober 125AA x Börner</i>						X

Rezultati z diskusijo

Splošne ugotovitve

Parametra bujnost in preživetje trt sta osnovna kriterija pri izbiri sadilnega materiala. Premer debla je na primer dober pokazatelj bujnosti trtnih podlag. V grafikonu 2 se pri sorti 'Sauvignon' vidi, da po 16 letih rasti trt med različnimi kombinacijami podlag obstajajo precejšnje razlike v premeru debla in sicer do 13 mm. Te vrednosti močno korelirajo z maso lesa. Iz odstotka propadlih trt se da oceniti stabilnost kombinacij sorta/podlaga na rastišču. Tu je treba v vrednotenje vključiti razlike v kompatibilnosti med žlahtno sorto in podlago ter vsebnost apna v tleh. Grafikon 2 prikazuje izpad trt na poskusnem mestu Pöbnitz/Leutschach, rastišče - opoka z rahlo alkalno reakcijo tal. V zadnjih 17

letih je bila stopnja izpada trsov odvisno od podlage med 0 in 55 odstotki. Medtem ko je imela sorta 'Laški rizling' največji izpad, se je 'Beli pinot' izkazal za veliko bolj robustnega in manj občutljivega z zelo nizkim izpadom. Na splošno so se največje izgube pokazale pri podlagah 'C 3309' in 'C 161-49'.



Grafikon 2. Premier debla pri sorti 'Sauvignon' v 17. letu starosti v poskusnem vinogradu Pössnitz v Avstriji (A) in delež propadlih trsov (%) po 16 letih pri sortah 'Laški rizling' (Welsch.), 'Sauvignon' (Sauv.) in 'Beli pinot' (Pinot bl.) (B).

Opis nekaterih podlag

'1103 Paulsen'

Podlaga je nastala s križanjem *V. berlandieri* in *V. rupestris* in prihaja iz južne Italije. Se globoko ukorenini in je odporna na sušo. Močna rast lahko nekoliko podaljša vegetacijski cikel in povzroči manjše zamude pri zorenju, kar je glede na podnebne spremembe lahko pozitivno za ohranjanje primarnih arom. Pri podlagi '1103 P' je grozdje včasih nekoliko manj zbito. Podlaga je zelo primerna za plitva in skeletna tla. Običajno se podlaga uporablja za izbrane in vnaprej naročene partije sadik. Je izjemno učinkovita glede pomanjkanja magnezija v tleh in s tem zelo primerna za kombinacije z 'Laškim rizlingom' (slika 1). Podlaga '1103 P' je lahko tudi alternativa za 'Rumeni muškata' na sušnih rastiščih, vendar mora biti zagotovljena dobra razpoložljivost kalija v tleh. Listi sorte 'Laški rizling', cepljene na podlago '1103 P' so imeli največjo vsebnost magnezija (grafikon 3).

'Fercal'

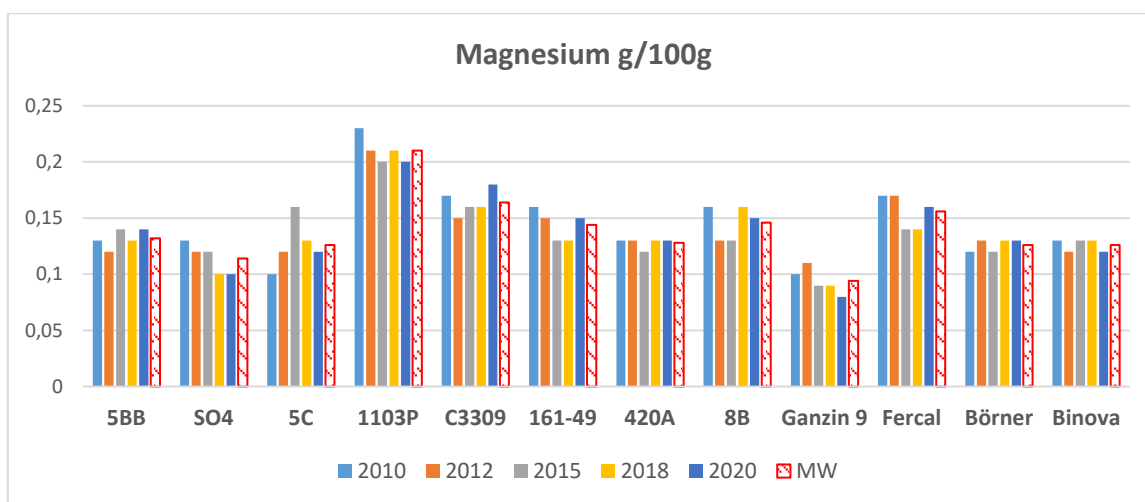
Podlaga izvira iz Francije iz križanja z *V. vinifera*. Zanj je značilna zelo visoka toleranca na apno in sušo. V ekstremnem poletju 2013 je 'Fercal' poleg '1103P' pokazal najmanjšo škodo zaradi suše v poskusnih vinogradih na južnem Štajerskem. Potencial rasti lahko ocenimo kot precej velik. Pričakovane nižje tolerance za filoksero v testnih blokih ni bilo mogoče določiti, vendar predstavlja dolgoročno tveganje.

'Binova'

Podlaga Binova je nastala z mutacijo 'SO4'. Osnovne lastnosti so podobne kot pri 'SO4', razlika je v nekoliko šibkejši rasti od '5BB'. S to lastnostjo je lahko 'Binova' dodatna varianta za rastišča z bogatimi tlemi in bujne sorte vinske trte.



Slika 1. 'Laški rizling' na 'Kober 5BB' (levo) in '1103 P' (desno), avgust 2018.



Grafikon 3. Povprečna (MW) vsebnost magnezija v listih v fenofazi BBCH 71 pri sorti 'Laški rizling' na različnih podlagah, lega Pössnitz, Avstrija.

'Teleki 8B'

Podlaga 'Teleki 8B' je križanec berlandieri x riparia, ki ga je izbral Sigmund Teleki pred več kot 100 leti. Pri sorti 'Modri Wildbacher' na testni lokaciji Reiteregg (peščena ilovica, pH 6) daje zelo dobre rezultate in kaže manjše pomanjkanje magnezija kot 'SO4' in '5BB'. Mase grozdov in pridelki na trs so bili doslej višji od podlage '5BB'. Bujnost rasti na tej lokaciji je med šibkejšo podlago 'SO4' in bujnejšo '5BB'. Lahko bi bila zanimiv dodatek k izbiri podlage za sorto 'Modri Wildbacher'. Sposobnost okoreninjenja v trsnici je nekoliko šibkejša. Učinkovitost sprejemanja kalija je nižja od '5BB', vendar na podobni ravni kot 'SO4'.

Šibko rastoče sorte podlag

'Ganzin 9'

Podlaga 'Ganzin 9' ('Aramon' x rupestris) ni prepričala niti v enem poskusu na avstrijskem štajerskem. Čeprav je rast šibka, so trte nagnjene h klorozi in dajejo grozdje slabe kakovosti. Tudi podlaga '161-49 Couderc' v poskusih dolgo ni pokazala koristnih rezultatov. Močna depresija rasti (intolerance) je bila večkrat ugotovljena pri sortah 'Laški rizling', 'Beli pinot', 'Sauvignon' in

'Chardonnay'. Rast je nezadovoljiva tudi v strnjjenih zasaditvah (60 cm med trsi). Doslej se je podlaga '161-49 Couderc' bolje obnesla v zahodno štajerskem testnem okolišu pri sorti 'Modri Wildbacher'. Podlaga '3309 Couderc' pa daje boljše rezultate na z apnom revnih tleh. V poskusnem okolišu Reiteregg na zahodnem Štajerskem je razmeroma stabilna s srednje močno rastjo in daje zelo dobro kakovost grozdja. To bi bila mogoča alternativa za zelo bogata tla in z apnom revne lokacije. V južno štajerskih poskusnih vinogradih, ki so bogatejši z apnom, so izpadi trsov po 16 letih previsoki. V letih z dolgimi sušnimi obdobji v poletnih mesecih te sorte podlag še posebej močno trpijo.

'Goethe 9'

Podlaga 'Goethe 9' je bila nekoč bolj razširjena na štajersko-slovenskem obmejnem območju, na tako imenovanem »spodnjem Štajerskem«. Hermann Goethe je verjetno križal *V. rupestris* z *V. riparia* v Mariboru konec 19. stoletja. Zaradi velike tvorbe zalistnikov in posledično več dela pri pripravi materiala za cepljenje ta podlaga ni bila nikoli posebej priljubljena. Klon Goethe 9 Haidegg je izbran iz starih južnoštajerskih populacij te podlage in uradno priznan. Nekatere testne zasaditve so v prvih fazah preizkušanja. Sorti vinske trte 'Rumeni muškat' in 'Sauvignon' sta doslej pokazali nekoliko šibkejšo rast kot na 'SO4' in '5BB', večji izkoristek magnezija z manj simptomi pomanjkanja in nižji pridelek z boljšo zrelostjo grozdja. V primerjavi s podlago 'Kober 5BB' pri njej do danes ni bilo mogoče ugotoviti višje tolerance na sušo. V matičnjaku na poskusni postaji Haidegg kaže 'Rupestris Goethe 9' večjo nagnjenost k okužbi s filoksero, medtem ko neposredno sosednje rastoče sorte podlag, kot so '1103 Paulsen', 'C 3309' ali 'Monticola', ostanejo zdrave. Z današnje perspektive je ta lastnost edini razlog, da ta "stara" sorta podlage ni več bolj razširjena.

Zaključki

Skupina šibkih podlag se marsikje izkaže za problematično. 'Couderc 161-49' se je dobro pokazala le v kombinaciji s sorto 'Modri Wildbacher' na rastišču Wärmendorf. Na lokaciji v Glanzu na južnem Štajerskem obstajajo velike težave z afiniteto in prilagajanjem za vse sorte (glej rezultate izpada trt). Podlaga 'C 3309' se najbolje obnese pri sorti 'Sauvignon', zadovoljiva je tudi uspešnost pri sorti 'Modri Wildbacher'. V "vročih letih" je možno pričakovati sušni stres.

Križanci berlandieri × rupestris so se zelo dobro izkazali v sušnih letih. Zaradi večje učinkovitosti sprejema magnezija se zdi, da je podlaga '1103P' optimalna za 'Laški rizling' (slika 4). Na plitvih rastiščih (opoka) se '1103P' razmeroma dobro obnese tudi pri sorti 'Sauvignon'. Vendar pa so te podlage nekoliko bolj problematične pri sorti 'Rumeni muškat'. Visoka učinkovitost glede magnezija na eni strani lahko povzroči pomanjkanje kalija na drugi strani. To se še posebej izrazi pri kombinaciji 'Rumenega muškata' s podlago '110 Richter'.

Na apnenčastem rastišču na južnem Štajerskem podlage '5BB', 'SO4' in '5C' pogosto kažejo simptome pomanjkanja magnezija pri sortah grozdja 'Laški rizling' in 'Rumeni muškat'.

Najpogostejše simptome stresa sta kazali podlagi 'Ganzin 9' in 'Börner'. Na precej apnenčasti legi južne Štajerske so pri podlagi 'Börner' vedno prisotni simptomi kloroze. Tudi podlaga 'C 3309', občutljiva na apno v tleh, je bila na apnenčastih rastiščih južne Štajerske razmeroma šibka in s simptomi stresa. Pomanjkanje magnezija je bilo pogosto opaženo pri podlagi 'SO4', ne pa na križancih rupestris '1103P', '110 Richter' in 'Ruggeri 140'. Na plitvih tleh (opoka) na južnem Štajerskem so bile trte pri podlagah 'Fercal', '420 A' in '1103 Paulsen' bolj vidno zelene z milejšimi pojavi stresa.

Literatura

- Goethe H. 1881. Die Reblaus - Eine volksthümliche Belehrung über die Eigenschaften und Lebensweise dieses gefährlichen Rebfeindes mit Angabe der gegen denselben zu ergreifenden Maßregeln. Graz: Steiermärkischer Volksbildungsverein, 1881.
- Goethe H. 1889. Rebengrünveredlung. Graz: Steiermärkischer Volksbildungsverein, 1889, 2. Aufl.
- Prettenthaler F, Podesser A, Pilger H. 2010. Klimaatlas Steiermark, Studien zum Klimawandel in Österreich. Band: 4. - Verlag ÖAW, 2010, ISBN 978-3-7001-6754-9.
- Regner F, Reichl M, Zöch B, Eisenheld C, Hofstetter I, Wess C, Rockenbauer A. 2018. Bewertung von verschiedenen Unterlagen auf schwerem, tonigen Boden in der Kombination mit der Rebsorte 'Grüner Veltliner'. Mitteilungen Klosterneuburg 68: 277-292.
- Renner W. 2022. Wie entwickelt sich der steirische Rebenmarkt? Obst-Wein-Garten 91. Jahrgang, Nr.2: 9-12.
- Renner W. 2014. Unterlagen im Weinbau im Hitzejahr 2013. Haidegger Perspektiven, Nr. 1.
- Renner W. 2020. Rupestris Goethe 9 – Revival oder Risiko? Haidegg Perspektiven, Nr. 2.
- Renner W. 2019. Immer nur 5BB und SO4? Obst-Wein-Garten, Nr. 2.
- Teleki A. 1927. Der Moderne Weinbau - Die Rekonstruktion der Weingärten. A. Hartleben's Verlag, Wien und Leipzig, 3. Auflage.

Ukrepi v vinogradu za blaženje sušnega stresa

Katja Šuklje^{1*}, Anastazija Jež Krebelj¹, Guillaume Antalick², Jan Reščič², Alenka Mihelčič¹, Andreja Vanzo¹, Ana Vojnovič³, Elena Farolfi⁴, Paolo Sivilotti⁵, Klemen Lisjak¹, Franc Čuš¹, Jose Carlos Herrera⁴

¹ Oddelek za sadjarstvo, vinogradništvo in vinarstvo, Kmetijski inštitut Slovenije, Hacquetova ul. 17, 1000 Ljubljana

² Fakulteta za vinogradništvo in vinarstvo, Univerza v Novi Gorci, Glavni trg 8, 5271 Vipava

³ Oddelek za poljedelstvo, vrtnarstvo, genetiko in žlahtnjenje, Kmetijski inštitut Slovenije, Hacquetova ul. 17, 1000 Ljubljana

⁴ Univerza za naravne vire in biosistemske vede na Dunaju, Oddelek za rastlinske vede, Inštitut za vinogradništvo in sadjarstvo, Konrad Lorenz Str. 24, 3430 Tulln, Avstrija

⁵ Oddelek za kmetijstvo, prehrano, okolje in zootehniko, Univerza v Vidmu; 33100 Videm, Italija

*Korespondenca: katja.suklje@kis.si

Izveček: Vinska trta je rastlina, ki ima izjemno sposobnost prilagoditve na zelo raznolika podnebna območja in rastne razmere. Navkljub trdoživosti in sposobnosti prilagajanja raznovrstnim rastiščem postajajo podnebne spremembe in z njimi povezani ekstremni vremenski pojavi vse bolj omejujoči dejavnik za pridelavo grozdja ustrezne kakovosti. Pogostejša in daljša obdobja izjemne vročine in suše premikajo meje optimalnih razmer za rast in rodnost vinske trte. Vinogradniki in vinarji morajo iskati racionalne, hitre in učinkovite načine za spopad s podnebnimi spremembami. V članku smo v kratkem povzeli pomen sušnega stresa za vinsko trto in opisali nekaj najpogostejših ukrepov za blažitev/preprečitev sušnega stresa. Povzeli smo tudi rezultate preteklih in trenutnih projektov, ki jih izvajamo na Kmetijskem inštitutu Slovenije ter aktivnosti v okviru Javne službe v vinogradništvu s področja sušnega stresa.

Ključne besede: sušni stres, meritve sušnega stresa, prilagajanje na sušo, namakanje

Vineyard Management Strategies to Reduce Grapevine Water Stress

Abstract: Grapevine is a plant species with enormous capacity of adaption to very versatile environments. Climate change and related extreme weather events are becoming limiting factors for grape growing in some traditional winegrowing regions. Longer and more intensive spans of dry and hot weather are shifting the borders of grapevine "optimal" ecosystems. Grape growers and winemakers are seeking for rational, fast and effective ways to mitigate the effect of global warming. This article shortly summarizes the influence that water stress has on grapevine and also describes most common viticultural practices to lessen the water stress in the vineyard, avoiding irrigation. Some results of past and current projects dealing with water stress at Agricultural institute of Slovenia and activities financed by Javna služba v vinogradništvu are also presented.

Keywords: water stress, water stress measurements, drought adaptation, irrigation

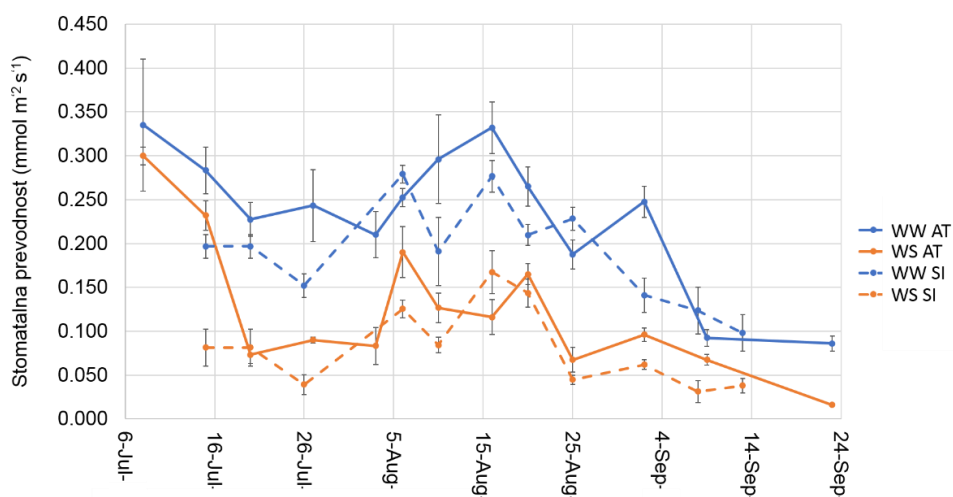
Uvod

V svetovnem merilu namakamo okoli 330 milijonov ha kmetijskih površin, kar predstavlja okoli 20 % vseh kmetijskih površin, na katerih se pridelava okoli 40 % vse hrane (Faostat 2016). Po nekaterih ocenah je v svetovnem merilu tudi do 40 % vseh kmetijskih površin namakanih (Meier in sod. 2018). V preteklosti je bilo namakanje vinogradov značilnost vinogradništva novega sveta (Avstralija, Južna Amerika, ZDA), v današnjem času pa namakanje postaja vse bolj potrebno tudi v sredozemskem prostoru. Nekatere vinske regije so skoraj v celoti odvisne od namakanja. Tako na primer v Avstraliji kar 87 % pridelanega grozdja prihaja iz regij, kjer celotna ali delna pridelava grozdja zahteva namakanje (Proffit in Gibberd 2014). V Avstraliji, Argentini, Čilu in ZDA skupaj je kar 83 % vseh vinogradov namakanih, kar predstavlja okoli 580.000 ha površin (Rienth in Scholasch 2019). V zadnjih letih se je število vinskih letnikov, ko smo beležili pomanjkanje rastlinam dostopne vode v tleh v rastni dobi, predvsem v vinorodni deželi Primorska močno povečalo. Ocene koliko vinogradov v Sloveniji ima možnost namakanja nimamo, vemo pa, da jih je največ na Krasu ter v Istri in tudi v ostalih dveh vinorodnih okoliših v.d. Primorska. Zelo sušna leta, kakor je bilo tudi letnik 2022, predstavljajo veliko breme javnemu vodovodnemu sistemu pri zagotavljanju zadostnih količin pitne vode za osnovno oskrbo, zato so pogoste tudi restrikcije uporabe vode za namakanje. Večji vodni zbiralniki niso na voljo ali pa niso v funkciji – primer Vogrskega jezera. Zato je nujno, da pridelovalci in raziskovalci iščejo inovativne rešitve za zmanjševanje sušnega stresa v vinogradih za zagotavljanje trajnostne vinogradniške pridelave.

Kaj je sušni stres vinske trte in kako ga merimo?

Sušni stres je fiziološki stres, ki ga doživi rastlina ob pomanjkanju vode v tleh. Na jakost sušnega stresa vpliva ne samo količina trti dostopne vode, temveč je v veliki meri odvisen še od preostalih podnebnih dejavnikov, kot so temperatura ozračja, veter, relativna zračna vlaga ter osvetljenost listov vinske trte. Poleg klimatskih dejavnikov na sušni stres vplivajo tudi struktura tal oz. sposobnost absorpcije in zadrževanja vode, koreninski sistem, sorta in podlaga vinske trte, bujnost rasti vinske trte, gostota sajenja, gojitvena oblika ter količina pridelka (Deloire in sod. 2004, Rogiers in sod. 2004, van Leeuwen in sod. 2009, Hochberg in sod. 2017, van Leeuwen in sod. 2019, Rogiers in sod. 2022).

V sklopu bilateralnega ARRS projekta Slovenija-Avstrija smo v lončnem poskusu, brez dostopa padavinske vode, ki smo ga istočasno izvajali na dveh lokacijah v letih 2021 ter 2022, želeli preučiti odziv vinske trte na sušni stres v dveh različnih okoljih. Zato smo izbrali lokacijo v Vipavi in lokacijo v Tullnu, Avstrija. Poskus smo izvedli na tri letnih trtah sorte 'Modri pinot' klon 1-84 Gm cepljene na podlago Kober 5BB in posajene v 40 L lonce. Imeli smo dve obravnavanji: WW (kontrola brez sušnega stresa) in WS (obravnavanje s sušnim stresom, ki je prejelo okoli 30 % evpotranspirirane vode WW obravnavanja, v obdobju 35 dni po cvetenju do trgatve). Vipava je veljala za toplejšo lokacijo z Winklerjevim indeksom (WI) v najtoplejšem mesecu juliju za povprečje 5 let okoli 450 enot in Tulln za hladnejšo lokacijo, s 300 enotami WI. Ugotovili smo, da so pri enaki količini trtam dostopne vode bile trte v Vipavi izpostavljene statistično značilno močnejšemu sušnemu stresu v vseh terminih meritev, kakor trte v Tullnu, kar kažejo izmerjene stomatalne prevodnosti (slika 1).



Slika 1. Stomatalna prevodnost kontrolnega obrnavljanja in obrnavljanja sušnega stresa na lokacijah Vipava (Slovenija) in Tulln (Avstrija) v letu 2022, kjer pomeni WW AT-kontrolno obrnavljanje Avstrija, WS AT-obrnavljanje s sušnim stresom Avstrija, WW SI- kontrolno obrnavljanje Slovenija, WS SI- obrnavljanje s sušnim stresom Slovenija. Prikazana so povprečja 4 meritev s standardnimi odkloni.

Sušni stres vinske trte lahko natančno izmerimo ali ga zgolj vizualno ocenimo (preglednica 1). Vizualna ocena zahteva izkušnje in poznavanje fiziologije vinske trte, saj so lahko znamenja, ki nakazujejo na sušni stresa, tudi posledica drugih dejavnikov, kot so pomanjkanje makro in mikro elementov in bolezni. Meritve sušnega stresa so velikokrat zaradi cene opreme in potrebnega časa primernejše za večje kleti, kjer je namakanje vinogradov neizogibno. Merjenje sušnega stresa vinske trte je nujno za kontrolirano namakanje, da lahko ob najbolj restriktivni rabi vode pridelamo količinsko in kakovostno grozdje. Potrebe vinske trte po vodi se spreminjajo v soodvisnosti od fenološke faze trte ter od rastišča, vendar velja, da vinska trta potrebuje letno med 300-600 mm vode v hladnejših ter med 400-800 mm v toplejših podnebjih (Williams in Baeza 2007).

Upočasnjena vegetativna rast je eden prvih znakov pojava sušnega stresa. Pri vizualni oceni moramo biti pozorni predvsem na rast vitic in pa ravnega vršička mladike. Priporočeno je, da znotraj vinograda izberemo 30-50 mladik, ki jih natančno pregledamo ter razdelimo v tri razrede: i) rastni vršiček je pokončen, prvi razprti list je nižje kakor rastni vršiček - ni sušnega stresa; ii) prvi razprti list prekriva rastni vršiček - sušni stres in iii) rastni vršiček se je posušil ali tudi odpadel - ekstremni sušni stres (Rienth in Scholasch 2019). Vitice v razmerah bujne rasti, brez omejitev v dostopnosti vode iz tal so pokončne, rastejo čez rastni vršiček, dvo ali tro-krake, medtem ko so pri sušnem stresu ovenele, manjše ter se tudi posušijo in odpadejo, če se sušni stres nadaljuje. Po začetku dozorevanja grozdja se vegetativna rast trte zmanjša in ustavi, zato je med dozorevanjem grozdja ocena sušnega stresa zgolj na podlagi vizualne ocene težja.

Največkrat uporabljena metoda merjenja vodnega statusa vinske trte je z uporabo Schollanderjeve tlačne komore (preglednica 2). Poznamo tri vrste vodnega potenciala trte i) vodni potencial lista pred zoro (PLWP-pre-dawn leaf water potential) merimo pred sončnim vzhodom, ko je trta v mirovanju in ko naj bi bil vodni status vinske trte enak vodnemu statusu tal, ker so v tem času listne reže zaprte in ne poteka transpiracija, ii) vodni potencial stebra (SWP- stem water potential) se meri na listih, ki so vsaj 60 min pred meritvijo zaprti v plastično vrečko ovito v aluminijasto folijo. Zapiranje listov v vrečko ustavi transpiracijo in tako pride do izenačitve vodnega potenciala lista in peclja. SWP je dober pokazatelj vodnega statusa celotne rastline in zelo dobro korelira s transpiracijo trte. Meritve izvajamo med 11 in 15 uro na jasen dan, ter iii) vodni potencial lista (LWP-leaf water potential), ki je najbolj variabilen izmed vseh treh vodnih potencialov, saj so vrednosti precej odvisne od trenutne transpiracije (osvetljenost vinske trte x temperature x veter x sorta). Meritve prav tako izvajamo na jasen dan med

11 in 15 uro. Izmerjene vrednosti vseh treh vodnih potencialov so negativne in jih podajamo v MPa ali barih (Deloire in sod. 2004, Deloire in Heyns 2011).

Preglednica 1. Metode ocenjevanja in meritev vodnega stresa vinske trte.

Vizualna ocena trte	Fiziološka znamenja
Vitice	Venenje, lahko tudi sušenje in odpadanje.
List in kot lista	Kot med listnim pecljem in listnim režnjem je večji (45-90 °), zvižanje listov, venenje, rumenenje in sušenje.
Rastni vršiček	Povešen, uvel, lahko se posuši in odpade.
Grozdna jagoda	Venenje, sušenje.
Meritve/izračuni	Prednosti in slabosti
Vodni potencial stebela/lista/ pred zoro lista	Schollanderjeva tlačna komora; pogosto uporabljena metoda, časovno potratna in destruktivna metoda, izmerjene vrednosti dobro sovpadajo s fiziologijo vinske trte.
Stomatalna prevodnost	Prenosni merilec fotosinteze; hitra in natančna zaznava sušnega stresa, hitra in nedestruktivna meritev, draga naprava, potrebna precejšnja usposobljenost kadra.
Temperatura vegetacije	Primerno za daljinsko zaznavanje (droni, sateliti s termalnimi kamerami).
Izračun evapotranspiracije	Na podlagi referenčne evapotranspiracije in koeficienta se lahko izračuna evapotranspiracija vinograda. Primerna metoda za uravnavanje namakanja, kljub variabilnosti koeficienta.
Izotopsko razmerje $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ v grozdnem soku	Meritve možne šele v času zrelosti grozdja, neprimerna za med sezonsko merjenje sušnega stresa.
Merjenje ksilemskega toka trte	Primerno za regulacijo namakanja na ravni posameznega dne.
Merjenje vlažnosti tal	Volumetrične in tenziometrične metode; informacija le na točno določeni točki, kjer se nahajajo senzorji.

Ali ima vsak sušni stres negativen vpliv na trto?

Vsak sušni stres nima negativnih posledic za fiziologijo vinske trte in kakovost pridelka (preglednica 3). Zmeren sušni stres v ustrezni fenološki fazi ima lahko pozitivne učinke na kakovost grozdja. Med rastno dobo so potrebe vinske trte po vodi največje med fenološko fazo nastavka grozdnih jagod do začetka dozorevanja (približno 35 %) ter med začetkom dozorevanja in trgatvijo (približno 36 %), kjer trta potrebuje približno 70 % letne porabe vode. Od trgatve do odpadanja listov znašajo potrebe po vodi približno 14 % letnih potreb, od fenološke faze brstenja do cvetenja 6 % in od cvetenja do nastavka grozdnih jagod približno 9 % (Jackson 2008).

Preglednica 2. Vodni potencial in vodni status trte (Deloire in Heyns 2011, Rienth in Scholasch 2019). Vrednosti so okvirne, saj je vodni status trte odvisen od fenološke faze vinske trte, sorte in trajanja sušnega stresa.

Vodni potencial	PLWP vodni potencial lista pred zoro	SWP vodni potencial stebela	LWP Vodni potencial lista
Vodni status trte			
Brez stresa	>-0,2MPa	≥-0,6MPa	≥-0,9MPa
Blag sušni stres	-0,2>PLWP≥-0,4 MPa	-0,6>SWP≥-0,9 MPa	-0,9>LWP≥-1,1 MPa
Zmeren sušni stres	-0,4>PLWP≥-0,6 MPa	-0,9>SWP≥-1,1 MPa	-1,1>LWP≥-1,3 MPa
Močan sušni stres	-0,6>PLWP≥-0,8 Mpa	-1,1>SWP≥-1,4 MPa	-1,3>LWP≥-1,6 MPa
Zelo močan sušni stres	<-0,8 MPa	<-1,4 MPa	<-1,6 MPa

Preglednica 3. Fenološke faze vinske trte in posledice sušnega stresa (povzeto po Deloire in Pellegrino 2017).

Fenofaza	Sušni stres zaželen DA/NE	Posledice morebitnega sušnega stresa
Brstenje-cvetenje	NE (običajno zaloge vode iz padavin pozimi zadostujejo in ni sušnega stresa)	Neenakomerno brstenje zimskih očeš, počasna rast mladik, majhni listi.
Cvetenje-nastavek grozdnih jagod	NE (najbolj občutljivo obdobje za sušni stres-največ negativnih posledic)	Manjša socvetja, slabša oploditev in nastavek jagod, zmanjšan pridelek za naslednje leto.
Nastavek grozdnih jagod-začetek dozorevanja	DA (zmeren sušni stres)	Manjše jagode, pridelek, vegetativna rast, manjša vsebnost skupnih kislin, višja vrednost pH, vpliv na vsebnost polifenolov, pozitiven vpliv na kakovost pri rdečih sortah.
Začetek dozorevanja-trgatev	DA (blag/zmeren sušni stres)	Vpliv na vsebnost antocianinov, nalaganje sladkorja. Pretiran sušni stres: odpadanje listov, sončni ožigi, dehidracija grozdnih jagod, zaustavitev nalaganja sladkorja.
Trgatev-odpadanje listja	NE (običajno obilna jesenska deževja zadostujejo in ni sušnega stresa)	Ohranjanje listne površine za zadostno vsebnost ogljikovih hidratov za naslednjo rastno dobo.

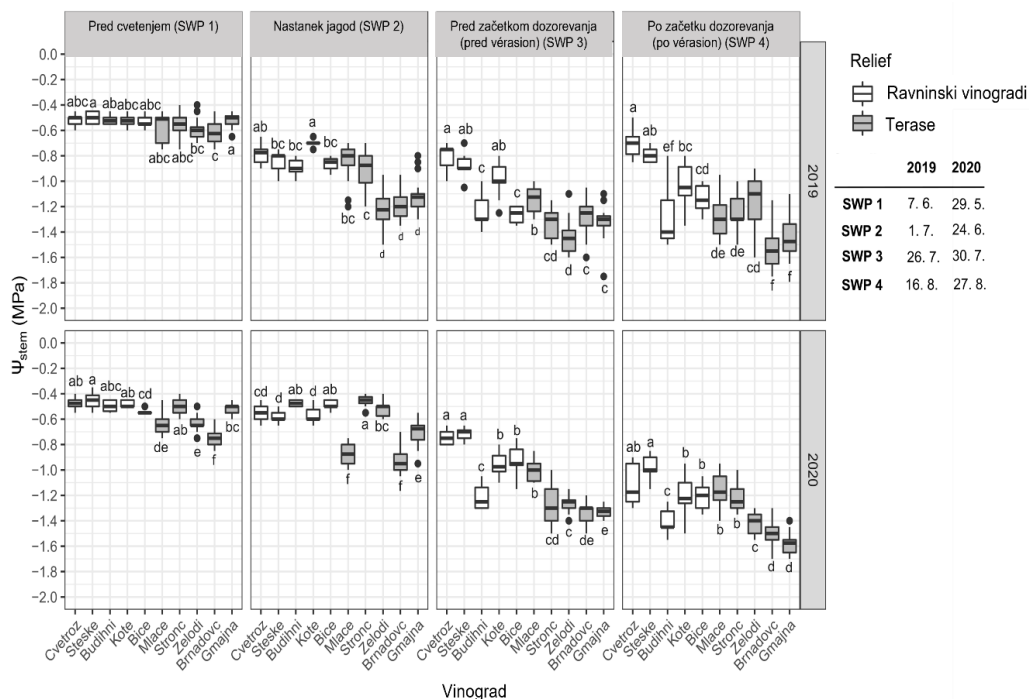
V okviru projekta Acquavitis (Program Interreg Italija-Slovenija 2014-2020) ter doktorske raziskovalne naloge so sodelavci v letih 2019, 2020 in 2021 spremljali različne vodne potenciale vinske trte (SWP, LWP, PLWP) v vinogradih v Vipavski dolini, na Krasu, Furlaniji ter Benečiji. Rezultati spremljanj vodnega potenciala trte ter ostali klimatološki podatki so dostopni na spletnem portalu Acquavitis (<https://www.acquavitis.eu/>).

V Vipavski dolini je bila v letih 2019, 2020 izvedena študija primerjave vodnega potenciala vinske trte sorte 'Merlot' na skeletnih, flišnih terasah (n=5) v primerjavi z vinogradi na ravninskih predelih (n=5) (Mihelčič in sod. 2023). Vse trte so bile cepljene na podlago SO4, razen trte sorte 'Merlot' v vinogradu Budihni in Stronc, kjer so bile trte cepljene na podlago Kober 5BB ter Paulsen 1103.

Najstarejši vinograd je bil posajen leta 1980, medtem ko je bil najmlajši vinograd posajen leta 2011. V obeh letih je bilo spomladi poenoteno število odgnanih mladik na trsih, kasneje pa je bilo število grozdov prilagojeno obremenitvi pridelka, glede na izmerjeno listno površino in oceno pridelka. V obeh letih so avtorji Mihelčič in sod. (2023) opazili podobne trende v SWP med posameznimi vinogradi (slika 2). Ravninska vinograda Cvetoz in Streske sta konstantno izkazovala najvišje vrednosti SWP (najmanjši sušni stres), medtem ko je bil v terasiranih vinogradih Brnadovc in Gmajna izmerjeni SWP najnižji (največji sušni stres) ob zadnjem merjenju med dozorevanjem grozdja v obeh letih, slika 2. Ob prvem merjenju SWP pred cvetenjem ni bilo sušnega stresa, slika 2. Na trtah iz teras je bil pridelek/trto manjši v primerjavi z pridelkom/trto v ravninskih vinogradih. Na terasah je bil povprečen pridelek/trto v letu 2019 0,75 kg/trto in 1,56 kg/trto v letu 2020, medtem ko je bil pridelek/trto v ravninskih vinogradih 1,92 ter 3,02 kg/trto v omenjenih letih (Mihelčič in sod. 2023). Prav tako smo opazili razlike v povprečni listni površini, ki je bila 2,96 m²/ trto in 3,5 m²/ trto v ravninskih vinogradih ter 2,01 m²/ trto in 2,63 m²/ trto v vinogradih na terasah v sezoni 2019 in 2020.

Vina s terasastih vinogradov so v povprečju imela boljšo senzorično kakovost ter so vsebovala več ekstrakta brez sladkorja, dejanskega alkohola ter več antocianinov (rdečih barvil) in taninov v primerjavi z vini pridelanih iz grozdja iz ravninskih vinogradov (Mihelčič in sod. 2023).

V okviru projekta Agrotur II (Program Interreg Italija-Slovenija 2014-2020) smo v letih 2018 in 2019 spremljali PLWP in LWP v desetih vinogradih sorte 'Refošk' na čezmejnem Krasu. Rezultati so pokazali, da so se posamezni vinogradi v toplih obdobjih z manj padavinami različno odzivali, kar predstavlja veliko heterogenost med kraškimi vinogradi. Ugotovitve so pokazale, da je zmeren sušni stres okoli -0,50 MPa (PLWP) in -1,25 MPa (LWP), v fenofazah med začetkom dozorevanja in trgatvijo vplival na manjše vsebnosti skupnih kislin v vinu, pa tudi na večje vsebnosti, polimerizacijo in galolizacijo taninov iz pečk (Petruzzellis in sod. 2022).

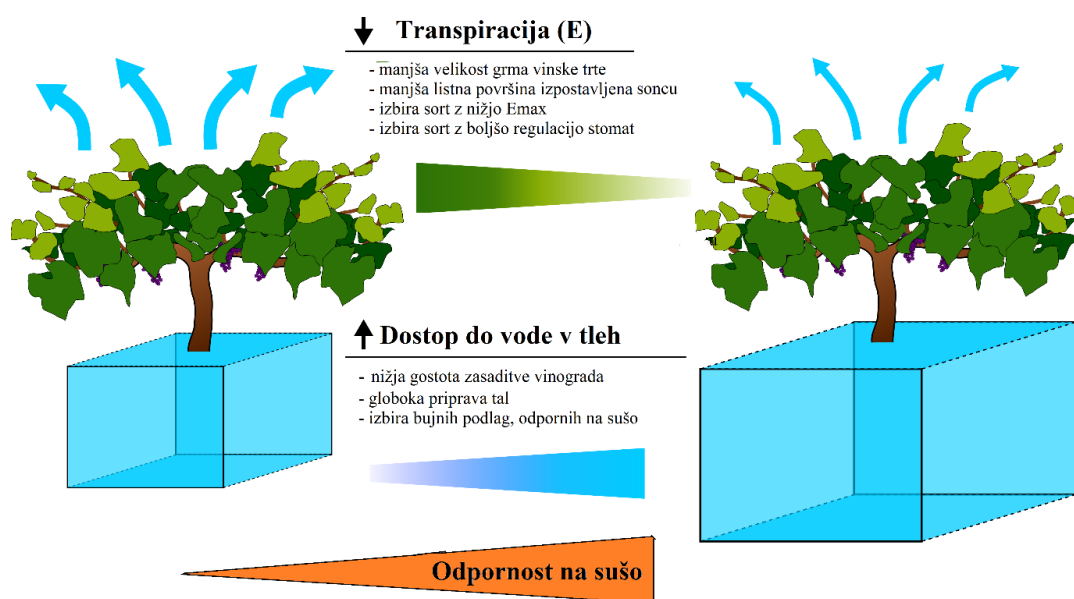


Slika 2. Vodni potencial stebela vinske trte (SWP) v petih ravninskih in petih terasastih vinogradih v različnih fenoloških fazah v letih 2019 in 2020. Grafikon kvantilov predstavlja mediano vrednosti 1. in 3. kvartila, 95-odstotni interval zaupanja ter osamelce. Različne črke označujejo statistično značilne razlike med vinogradi ob vsakem datumu vzorčenja (Mihelčič in sod. 2023).

Rešitve za ublažitev sušnega stresa brez namakanja

Globalno segrevanje je realnost, s katero se moramo soočiti danes, da bo naše vinogradništvo trajnostno in uspešno v prihodnjih desetletjih (Jones in Davis 2000, Vršič in sod. 2014). V Sloveniji opazamo trend zmanjševanja količine poletnih padavin, saj so leta s podpovprečno količino padavin (odklon od referenčnega obdobja 1961-2000) v poletnih mesecih vse pogostejša. Takšnih let je bilo od leta 2000 do 2022 kar 14, medtem ko jih je bilo v obdobju 1961-2000 le 12 (ARSO 2023). Zaskrbljujoče je tudi, da je negativen odklon od povprečne količine poletnih padavin vse močnejši v zadnjih dveh desetletjih. V najbolj sušnih letnikih, kot so bili 2003, 2013 ter 2022 je odklon znašal približno 40 % manj (ARSO 2023).

Pomembnejši dejavniki, ki vplivajo na intenziteto sušnega stresa v vinogradu in na katere imamo vpliv so sledeči: izbira podlage, ki so tolerantnejše na pomanjkanje vode v tleh, izbira sort, ki bolje prenašajo sušni stres, izbira tal z boljšo zadrževalno kapaciteto vode, gostota sajenja in gojitvena oblika. Našteto so dolgoročni ukrepi, ki morajo biti premišljeni in izvedeni pred zasaditvijo vinograda oz. do njegove polne rodnosti. Hitrih, kratkoročnih ukrepov za zmanjšanje sušnega stresa, razen namakanja, je malo in njihova učinkovitost je omejena. Med hitre-sezonske ukrepe za zmanjšanje sušnega stresa bi lahko uvrstili zmanjšanje/odstranitev pridelka ter zmanjšanje listne površine, vendar se oba ukrepa izvajata šele v primeru izjemnega pomanjkanja vode in imata negativne posledice na količino pridelanega grozdja. Vse pogosteje se v vročih vinogradniških regijah uporabljajo nanosi kaolina. Kaolin je bela, mineralna glina, kemično inertna, ne-abrazivna, ne-toksična in dobro topna v vodi. Po nanosu na površino lista naredi enakomeren tanko prevleko, ki poveča odboj svetlobe in zmanjša njeno absorpcijo (Rosati in sod. 2007). Uporablja se za ublažitev škodljivih učinkov ekstremnih temperatur, saj lahko zniža temperaturo lista. V študiji Dinis in sod. (2018) je nanos kaolina znižal temperaturo lista iz okoli 35°C na okoli 30°C. Nanos kaolina je tudi povečal vrednosti LWP in PLWP ter zmanjšal transpiracijo listnih rež, kar nakazuje na manjši sušni stres trte (Brillante in sod. 2016, Dinis in sod. 2018). Zeolit in superabsorpcijski polimeri se uporabljajo za povečanje vodne zadrževalne kapacitete tal in povečanje dostopnosti talne vode trti (Basso in sod. 2013, Amendola in sod. 2017). Med srednjeročne ukrepe lahko uvrstimo tudi oskrbo tal v vinogradu in uravnavanje organske snovi v tleh.



Slika 3. Vinograd prilagojen na pomanjkanje vode v tleh, povzeto po Dayer in sod. (2020).

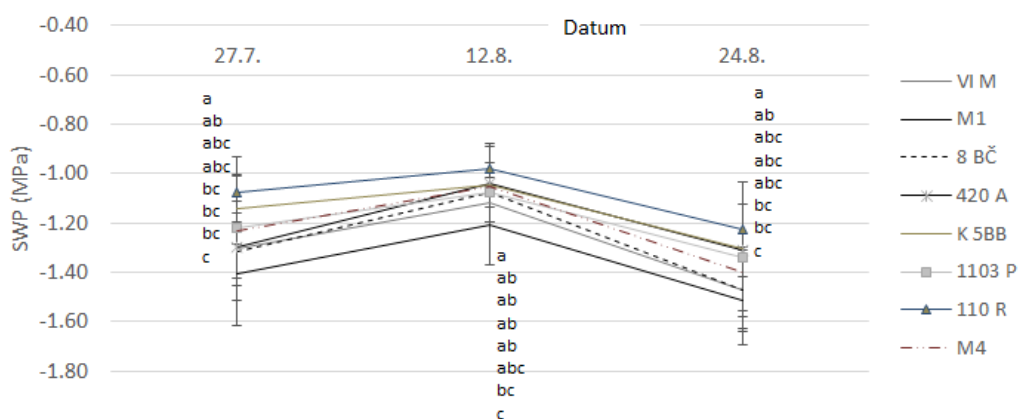
Podlage vinske trte

Podlaga vinske trte ima pomembno vlogo pri občutljivosti vinske trte na sušne razmere (preglednica 4). Ključni parametri pri ustreznosti podlage vinske trte na pomanjkanje vode v tleh so njene morfološke lastnosti, kot tudi transkriptomaska regulacija. Yıldırım in sod. (2018) so ugotovili, da je podlaga '110 Richter' (110 R) boljša v sušnih razmerah v primerjavi s podlagama 'Kober 5BB' (K 5BB) in '41B MGt', ker je pomanjkanje vode imelo manj negativnih učinkov na površino korenin, dolžino korenin, število vejitev ter število koreninskih vršičkov. Izbira podlage ima lahko tudi pomemben vpliv na količino in kakovost pridelka (Čuš 2004, Pulko in sod. 2012).

Preglednica 4. Podlage vinske trte in njihova dovzetnost na sušni stres, povzeto po Serra in sod. (2014).

Ime podlage	Samson in Casteran	Fregoni	Carbonneau
'110 R'	Zelo neobčutljiva	Zelo neobčutljiva	Zelo neobčutljiva
'140 Ru'	Neobčutljiva	Zelo neobčutljiva	Zelo neobčutljiva
'44-53 M'	Zelo neobčutljiva	Zelo neobčutljiva	Zelo neobčutljiva
'1103 P'	Zelo neobčutljiva	Zelo neobčutljiva	Neobčutljiva
'SO4'	Občutljiva	Zelo občutljiva	Neobčutljiva
'99 R'	Neobčutljiva	Neobčutljiva	Neobčutljiva
'3309 C'	Zelo neobčutljiva	Zelo občutljiva	Občutljiva
'420 A MGt'	Občutljiva	Zelo občutljiva	Občutljiva
'Fercal'	Neobčutljiva	Neobčutljiva	Občutljiva
'Kober 5 BB'	Zelo občutljiva	Zelo občutljiva	Občutljiva
'161-49 C'	Občutljiva	Neobčutljiva	Občutljiva
'41B MGt'	Neobčutljiva	Zelo neobčutljiva	Občutljiva
'Rupestris du Lot'	Zelo občutljiva	Zelo občutljiva	Občutljiva
'101-14 Mt'	Zelo občutljiva	Zelo občutljiva	Zelo občutljiva
'Riparia Glorie de Montpellier'	Zelo občutljiva	Zelo občutljiva	Zelo občutljiva
'333 EM'	Zelo neobčutljiva	Občutljiva	Zelo občutljiva

V sklopu Javne službe v vinogradništvu smo v letu 2020 pričeli s poskusom, kjer preučujemo občutljivost osmih podlag vinske trte na pomanjkanje vode v tleh. Izbrali smo tradicionalne podlage '420 A', '8 BČ', 'K 5BB', 'Paulsen 1103' (1103 P), '110 R', 'VI Matekovič' (VI M) ter dve novejši podlagi 'M4' in 'M1', ki so ju pridobili s križanjem na Univerzi v Milanu. Predvsem M4 naj bi bila manj občutljiva na sušni stres (Corso in Bonghi 2014). 'M4' je križanec '41B' x *V. berlandieri* ter 'M1' križanec 106/8 x *V. berlandieri*. Na naštetih podlagah smo cepili sorto 'Modra frankinja' klon SI-47 ter sorto 'Refošk' klon SI-35. Cepljenke sorte 'Refošk' smo v letu 2020 posadili na Krasu, medtem ko so bile cepljenke sorte 'Modra frankinja' istega leta posajene v Beli krajini. V letu 2022 smo preliminarno spremljali SWP. Na sliki 4 je prikazan SWP izmerjen pri sorti 'Modra frankinja' na različnih podlagah v treh terminih med dozorevanjem grozdja, in sicer 27. 7., 12. 8. ter 24. 8. 2022. Trte na vseh podlagah so bile že ob prvem merjenju podvržene zmernemu sušnemu stresu, ki pa je bil največji ob zadnjem merjenju (slika 4). Najmanj negativne vrednosti SWP (najmanjši sušni stres) smo izmerili ob vseh treh merjenjih pri podlagi '110 R'. Pri sorti 'Refošk' razlik v SWP med posameznimi podlagami nismo opazili, saj je bil vinograd v poskusu namakan. Vrednosti SWP so bile pri vseh podlagah med -1,1 MPa ter -1,2 MPa. V letu 2022 so bile trte stare komaj tri leta, kar pomeni, da koreninski sistem še ni bil popolnoma razvit. V nadaljevanju bomo trte v poskusu spremljali še vsaj štiri leta, ko bomo prišli do bolj popolnih podatkov.



Slika 4. Vodni potencial stebela (SWP) pri trtah sorte 'Modra frankinja' v tretjem letu rasti na osmih različnih podlagah (lokacija Bela krajina) izmerjen v treh terminih med dozorevanjem grozdja.

Gostota zasaditve vinograda in gojitvena oblika

Vinogradi z manjšo gostoto zasaditve (manjše število trt na ha) so bolj prilagojeni na sušne razmere, saj obstaja manjše tekmovanje med trtami za dostopno vodo. Posamezna trta lahko črpa vodo iz večjega volumna tal (van Leeuwen in sod. 2019). V območju Sredozemlja poznamo gojitveno obliko grm (Goblet), ki predstavlja izjemno prilagoditev vinogradniške tehnologije na pomanjkanje vode v tleh, slika 5. Zaradi majhne listne površine ter manjše mase pridelka je transpiracija vinske trte manjša (Deloire 2012, van Leeuwen in sod. 2019, Daye in sod. 2020). Gojitveno obliko grm najdemo v Dalmaciji, na jugu Francije, v Španiji, Južni Afriki ter drugod. S povečanjem medvrstnega in prostora med trtami zmanjšamo tekmovanje med njimi za v tleh dostopno vodo.



Slika 5. Primeri vzgojne oblike grm v Španiji: (a) gojitvena oblika grm v regiji Castilla-La Mancha v zimskem času (b) gojitvena oblika grm v regiji Castilla-La Mancha v poletju; (c) Kraki pri gojitveni obliki grm, preoblikovani, da omogočajo prehod traktorja – Extremadura; d) štiri leta stare trte; gojitvena oblika grm pri sorti 'Grenache' v Daroca (Zaragoza), (Deloire in sod. 2022).

Izbira sorte

V številnih državah in regijah, kjer se vinogradništvo sooča s pomanjkanjem vode, so v teku raziskave, preučevanja avtohtonih sort sredozemskega območja, bolj prilagojenih na pomanjkanje vode (Harb in Keller 2018, Levin in sod. 2020). Odziv vinske trte na sušni stres je izjemno kompleksen, kontroliran s številnimi mehanizmi (Gambetta in sod. 2012, Hochberg in sod. 2017, Dayer in sod. 2020)

in zelo odvisen od okolja. Zato enostavne delitve sort na bolj ali manj tolerantne na pomanjkanje vode v tleh ni mogoče izvesti.

Sorte vinske trte v grobem delimo na (skoraj) isohidrične in (skoraj) anisohidrične, vendar v realnih razmerah njihov odziv ni tako specifičen in obstajajo tudi vmesne stopnje med obema skupinama. (Skoraj) isohidrične so sorte, katerih listne reže se zelo hitro odzovejo na pomanjkanje vode z zapiranjem, zato je tudi njihov SWP ob pomanjkanju vode dokaj stalen. Za trte iz te skupine velikokrat rečemo, da so konzervativnejše pri porabi vode in so tudi bolj prilagojene na pomanjkanje vode v tleh. Modelna sorta te skupine je 'Grenache', vanjo pa lahko uvrstimo tudi sorte 'Montepulciano', 'Modra frankinja', 'Renski rizling', 'Petit verdot', 'Traminer', 'Nebbiolo', 'Malbec'. Harb in Keller (2018) sta celo razdelila to skupino, in sicer sorta 'Modra frankinja' in 'Renski rizling' sta pravi (skoraj) isohidrični sorti, medtem ko sta sorte 'Petit verdot', 'Traminer', 'Nebbiolo' ter 'Malbec' uvrstila v vmesno skupino. Pri teh sortah naj bi bil SWP stalen do določene točke vlage v tleh, nato naj bi linearno upadal (Harb in Keller 2018).

V skupini (skoraj) anisohidričnih sort je regulacija zapiranja in odpiranja listnih rež počasnejša, kar pomeni, da se zaprejo šele ob močnem vodnem stresu (Hochberg in sod. 2017, Herrera in sod. 2019). Posledično to vodi do večje transpiracije, SWP upada linearno z zmanjševanjem dostopne vode v tleh in doseže bolj negativne vrednosti. Te sorte so tudi bolj podvržene embolizmom. Modelna sorta te skupine sort je 'Shiraz', vanjo bi pa lahko uvrstili še sorte kot so 'Sangiovese', 'Cabernet sauvignon', 'Cabernet franc', 'Sivi pinot', 'Modri pinot', 'Semillion', 'Albariño' ter 'Sauvignon' (Harb in Keller 2018).

Oskrba tal

Trajnostni oskrbi tal (ozelenitev površine, skrb za organsko snov in mikrobiološko živost tal, čim manj prehodov z mehanizacijo) se namenja vedno več pozornosti. Pravilna oskrba tal prispeva tudi k manjšim izgubam vode zaradi evapotranspiracije tal in tudi k boljši vpojnosti vode v tla (manj površinskega odtekanja) in posledično k manjši eroziji tal. Ocenjujejo, da evapotranspiracija tal prispeva 30-40% k skupni evapotranspiraciji vinograda (López-Urrea in sod. 2020). Predvidevanja so, da se bo z globalnim segrevanjem ta delež še povečal (Cardell in sod. 2019). Ključnega pomena trajnostne oskrbe tal in odpornih, dolgoživih vinogradov sta i) zmanjšanje izgub ogljika (C) iz tal s trajnostno oskrbo in ii) povečanje organske snovi vinogradu. To lahko dosežemo z gnojenjem s hlevskim gnojem, mulčenjem rozg, travne ruše, naravno ozelenitvijo ali setvijo leguminoz, travno-deteljnih mešanic in uporabo zastirk (Romero in sod. 2022). Organska snov pozitivno vpliva na sposobnost tal za zadrževanje vode in tudi na boljšo vpojnost vode v tla, zato stalna obdelava tal v rastni dobi v smernicah za integrirano pridelavo ni dovoljena (Tehnološka navodila za pridelavo grozdja; letnik 2023). Slednja pospešuje mineralizacijo v tleh in prispeva k zmanjšanju vsebnosti organske snovi v tleh, kakor tudi mikrobiološke diverzitete tal (Vršič in sod. 2021, Romero in sod. 2022). Po drugi strani moramo biti v zelo suhih območjih previdni, da ne pride do tekmovanja med travno rušo in vinsko trto za dostopno vodo v tleh. Zato se v teh primerih svetuje ohranjanje nizke travne ruše (mulčimo takoj spomladi) in bolj pogosta mulčenja, če je to potrebno ter posevki z manj kompetitivnimi posevki, kot sta oves in ječmen (Romero in sod. 2022).

Zaključki

Vinogradnik ima na voljo zadovoljiv nabor ukrepov, ki jih lahko uporabi za zmanjšanje sušnega stresa vinske trte, brez namakanja. Največji uspeh pri toleranci trte na pomanjkanje vode v tleh imajo dolgoročni ukrepi, o katerih mora vinogradnik tehtno premisliti in jih zagotoviti že pred sajenjem vinograda. Ključnega pomena so izbira sorte in podlage ter ustrezne parcele/globine tal za izbrano kombinacijo, dober sadilni material, dobra založenost tal z organsko snovjo in dodajanje zeolita, superabsorpcijskih polimerov, gostota sajenja in izbira gojitvene oblike. Vsekakor je smiselno v sušnih letih v rastni dobi implementirati čim več dobrih praks, ki bodo vplivale na čim večjo sposobnost tal za

zadrževanje vode in zmanjšano porabo vode ter zaščito pridelka pred sušnim in vročinskim stresom; čim nižja travna ruša, uravnavanje velikosti listne površine in količine pridelka ter nanos kaolina na grozdje.

Zahvala

Raziskave so bile financirane iz sredstev Javne agencije za raziskovalno dejavnost - ARRS ter Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano Republike Slovenije (Programska skupina P4-0133, mednarodni raziskovalni projekt N4-0158 ter štipendija mlade raziskovalke 51919). Zahvaljujemo se tudi STS-Vrhopolje, KGZ Nova Gorica za prostor za izvedbo lončnega poskusa.

Literatura

- Amendola C, Montagnoli A, Terzaghi M, Trupiano D, Oliva F, Baronti S, Miglietta F, Chiatante D, Scippa GS. 2017. Short-term effects of biochar on grapevine fine root dynamics and arbuscular mycorrhizae production. *Agric Ecosyst Environ*, 239, 236-245.
- ARSO. 2023. https://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/climate/archive/2022/2022_09-Podnebne%20znacilnosti%20poletja%202022.pdf
- Basso AS, Miguez FE, Laird DA, Horton R, Westgate, M. 2013. Assessing potential of biochar for increasing water-holding capacity of sandy soils. *GCB Bioenergy* 5: 132-143.
- Brillante L, Belfiore N, Gaiotti F, Lovat L, Sansone L, Poni S, Tomasi D. 2016. Comparing Kaolin and Pinolene to Improve Sustainable Grapevine Production during Drought. *PLoS ONE*, 11, e0156631.
- Carbonneau A. 1985. The early selection of grapevine rootstocks for resistance to drought conditions. *Am J Enol Vitic*, 36, 195–198.
- Cardell MF, Amengual A, Romero R. 2019. Future effects of climate change on the suitability of wine grape production across Europe. *Regional Environmental Change*, 19, 2299-2310.
- Corso A, Bonghi. 2014. Grapevine rootstock effects on abiotic stress tolerance. *Plant Sci today*, 1, 108-113.
- Čuš F. 2004. The effect of different scion/rootstock combinations on yield properties of cv. Cabernet Sauvignon. *Acta Agric Sloven*, 83, 63-71.
- Dayer S, Gowdy M, van LeeuwenC, Gambetta GA. 2020. Leveraging the grapevine drought response to increase vineyard sustainability. *IVES Technical reviews Vine&Wine*.
- Deloire A, Carbonneau A, Wang Z, Ojeda H. 2004. Vine and water a short review. *Journal International des Scie Vigne Vin*, 38, 1-13.
- Deloire A, Heyns D. 2011. The leaf water potentials: principles, method and thresholds. *WineLand*, September, 129-131.
- Deloire A. 2012. A few thoughts on grapevine training systems. *WineLand*, June, 82-86.
- Deloire A, Pallegriano A. 2017. osebna komunikacija.
- Deloire A, Rogiers S, Boeza Trujillo P. 2022. What could be the architectural forms of future vines adapted to climate change: a new challenge! Let's discuss the Gobelet (Bush Vine). *IVES Technical Reviews Vine and Wine*, <https://doi.org/10.20870/IVES-TR.2022.5384>.
- Dinis LT, Malheiro AC, Luzio A, Fraga H, Ferreira H, Gonçalves I, Pinto G, Correia CM, Moutinho-Pereira J. 2018. Improvement of grapevine physiology and yield under summer stress by kaolin-foliar application: water relations, photosynthesis and oxidative damage. *Photosynthetica*, 56, 641-651.
- Faostat, <https://fenix.fao.org/faostat/internal/en/#search/irrigation%20vineyards>.
- Fregoni M. 1980. Criteri di scelta dei portinnesti nella viticoltura mondiale. *Vignevini*, 5, 31-38.
- Gambetta GA, Manuck CM, Drucker ST, Shaghasi T, Fort K, Matthews MA, Walker MA, McElrone AJ. 2012. The relationship between root hydraulics and scion vigour across *Vitis* rootstocks: What role do root aquaporins play? *J Exp Bot*, 63, 6445-6455.
- Harb JB, Keller M. 2018. Isohydric and anisohydric winegrape varieties and stomatal response to water availability. *AJEV Congres*.
- Herrera JC, Šuklje K, Savoï S, Calderan A, Butinar L, Peterlunger E, Alberti G, Sivilotti P, Forneck A. 2019. Exploring the plasticity of the grapevine drought physiology. 21st GiESCO International Meeting: 'A

- Multidisciplinary Vision towards Sustainable Viticulture (June 23 - 28, 2019 | Thessaloniki | Greece), 375-377.
- Hochberg U, Bonel AG, David-Schwartz R, Degu A, Fait A, Cochard H, Peterlunger E, Herrera JC. 2017. Grapevine acclimation to water deficit: the adjustment of stomatal and hydraulic conductance differs from petiole embolism vulnerability. *Planta*, 245, 1091-1104.
- Jackson RS. *Wine Science*. 2008. Elsevier, San Diego, California.
- Jones GV, Davis RE. 2000. Climate influences on grapevine phenology, grape composition, and wine production and quality for Bordeaux, France. *Am J Enol Vitic*, 51, 249-261.
- Levin AD, Williams LE, Matthews MA. 2020. A continuum of stomatal responses to water deficits among 17 wine grape cultivars (*Vitis vinifera* L.). *Funct Plant Biol*, 47, 11-25.
- López-Urrea R, Sánchez J M, Montoro A, Mañas F, Intrigliolo DS. 2020. Effect of using pruning waste as an organic mulching on a drip-irrigated vineyard evapotranspiration under a semi-arid climate. *Agric Fort Meteorol*, 291, 108064.
- Meier J, Zabel F, Mauser W. 2018. A global approach to estimate irrigated areas – a comparison between different data and statistics. *Hydrol Earth Syst Sci*, 22, 1119–1133.
- Mihelčič, A., Vanzo, A., Sivilotti, P., Vrščaj, B, Lisjak, K. 2023. An investigation of vine water status as a major factor in the quality of Merlot wine produced in terraced and non-terraced vineyards in the Vipava Valley, Slovenia¹. *Oeno One*, submitted article.
- Proffitt T, Gibberd M. 2014. Optimization of limited water resources in irrigated vineyards. *Wines & Vines March*.
- Petruzzellis F, Natale S, Bariviera L, Calderan A, Mihelčič A, Reščič J, Sivilotti P, Šuklje K, Lisjak K, Vanzo A, Nardini A. 2022. High spatial heterogeneity of water stress levels in Refošk grapevines cultivated in Classical Karst. *Agric Water Manag*, 260: 107288.
- Pulko B, Vršič S, Valdhuber J. 2012. Influence of various rootstocks on the yield and grape composition of Sauvignon Blanc. *Czech J Food Sci*, 30, 467-473.
- Rienth M, Scholasch T. 2019. State-of-the-art of tools and methods to assess vine water status. *Oeno One*, 53, 619-637.
- Rogiers SY, Greer DH, Liu Y, Baby T, Xiao Z. 2022. Impact of climate change on grape berry ripening: An assessment of adaptation strategies for the Australian vineyard. *Front Plant Sci*, 13.
- Rogiers SY, Hatfield JM, Keller M. 2004. Irrigation, nitrogen, and rootstock effects on volume loss of berries from potted Shiraz vines. *Vitis*, 43, 1-6.
- Romero P, Navarro JM, Ordaz PB. 2022. Towards a sustainable viticulture: The combination of deficit irrigation strategies and agroecological practices in Mediterranean vineyards. A review and update. *Agric Water Manag* 259, 107216.
- Rosati A, Metcalf SG, Buchner RP, Fulton AE, Lampinen BD. 2007. Effects of kaolin application on light absorption and distribution, radiation use efficiency and photosynthesis of almond and walnut canopies. *Ann Bot*, 99, 255-63.
- Samson C, Casteran P. 1971. *Culture de la vigne. Sciences et techniques de la vigne. Tome 2 – Culture, pathologie, défense sanitaire de lavigne*, Dunod: Paris, France.
- Serra I, Strever A, Myburgh PA, Deloire A. 2014. Review: the interaction between rootstocks and cultivars (*Vitis vinifera* L.) to enhance drought tolerance in grapevines. *Aust J Grape Wine Res*, 20, 1-14.
- Tehnološka navodila za pridelavo grozdja. <https://e-uprava.gov.si/download/edemokracija/datotekaVsebinska/604031?disposition=inline>.
- Van Leeuwen C, Pieri P, Gowdy M, Ollat N, Roby J-P. 2019. Reduced density is an environmental friendly and cost effective solution to increase resilience to drought in vineyards in a context of climate change. *Oeno One*, 53, 129-146.
- Van Leeuwen C, Trégoat O, Choné X, Bois B, Pernet D, Gaudillère J-P. 2009. Vine water status is a key factor in grape ripening and vintage quality for red Bordeaux wine. How can it be assessed for vineyard management purposes? *Oeno One*, 43, 121-134.
- Vršič S, Sem V, Pulko B, Kraner Šumenjak T. 2014. Trends in climate parameters affecting winegrape ripening in northeastern Slovenia. *Clim res*, 58, 257-266.
- Vršič S, Breznik M, Pulko B, Rodrigo-Comino J. 2021. Earthworm abundance changes depending on soil management practices in Slovenian vineyards. *Agronomy*, 11, 1241.
- Williams LE, Baeza P. 2007. Relationships among Ambient Temperature and Vapor Pressure Deficit and Leaf and Stem Water Potentials of Fully Irrigated, Field-Grown Grapevines. *Am J Enol Vitic*, 58, 173-181.
- Yıldırım K, Yağcı A, Sucu S, Tunç S. 2018. Responses of grapevine rootstocks to drought through altered root system architecture and root transcriptomic regulations. *Plant Physiol Biochem*, 127, 256-268.

Uporaba daljinskega zaznavanja za določanje sušnega stresa v vinogradih

Uroš Žibrat^{1*}, Matej Knapič¹, Alen Mangafic², Klemen Lisjak³

¹Oddelek za varstvo rastlin, Kmetijski inštitut Slovenije, Hacquetova 17, 1000 Ljubljana

²Geodetski inštitut Slovenije, Jamova cesta 2, 1000 Ljubljana

³Oddelek za sadjarstvo, vinogradništvo in vinarstvo, Kmetijski inštitut Slovenije, Hacquetova 17, 1000 Ljubljana

*Korespondenca: uros.zibrat@kis.si

Izveček: Daljinsko zaznavanje je področje, ki uporablja različne tehnike in senzorje za zbiranje informacij o predmetu brez fizične interakcije z njim. Ti senzorji se lahko namestijo na platforme, kot so brezpilotni letalniki (UAV), letala ali sateliti, in merijo elektromagnetno sevanje, običajno sončno svetlobo, ki ga oddaja ali odbija predmet. Ti podatki nam omogočajo spremljanje rasti rastlin in oceno njihovega stanja, vključno s fotosintetsko aktivnostjo, prisotnostjo škodljivcev in stanjem hranil ali vode. Podatki daljinskega zaznavanja so tudi ključna komponenta upravljanja natančnega kmetijstva. Senzorji na različnih platformah se lahko razlikujejo po svoji spektralni, in prostorski, zato so izbrani glede na potrebe posamezne aplikacije. Satelitski posnetki so pogosto uporabni za spremljanje velikih razsežnosti, na primer na ravni države ali regije, lahko pa so koristni tudi za spremljanje posameznih vinogradov, kot je prikazano v projektu Acquavitis. Eden glavnih ciljev projekta Acquavitis je bil uporaba različnih senzorjev na različnih platformah za spremljanje stanja vode v izbranih vinogradih Vipavske doline, Krasa ter Furlanije (Italija). To je vključevalo uporabo multispektralne kamere na UAV, hiperspektralni sistem na ultralahkem letalu in satelitskih slik Sentinel-2. Potrdili smo korelacije med meritvami vodnega potenciala rastlin in podatki daljinskega zaznavanja vseh treh senzorjev ter razvili regresijski modele za napovedovanje vodnega stresa v trtah. Natančnost modelov se je razlikovala med senzorji in izraženo stopnjo vodnega stresa. Najnatančnejši so bili modeli razviti na hiperspektralnih podatkih, zbranih z ultralahkim letalom, vendar bo potrebnih več terenskih podatkov za izgradnjo zanesljivejših metod za spremljanje stanja vode v vinogradih z uporabo vseh testiranih senzorjev.

Using Remote Sensing to Determine Drought Stress in Vineyards

Abstract: Remote sensing is a field that utilizes various techniques and sensors to gather information about an object without physically interacting with it. These sensors can be mounted on platforms such as unmanned aerial vehicles (UAVs), airplanes, or satellites, and measure electromagnetic radiation, typically sunlight, that is emitted or reflected by the object. This data allows us to monitor plant growth and assess their condition, including photosynthetic activity, the presence of pests, and nutrient or water status. Remote sensing data is also a key component of precision agriculture management. Sensors on different platforms may vary in their spectral and spatial resolution, and thus are chosen based on the specific needs of the application. Satellite imagery is often useful for large scale monitoring, such as at the country or regional level, but can also be valuable for monitoring individual vineyards, as demonstrated in the Acquavitis project. One of the main objectives of project Acquavitis was to use various sensors on different platforms to monitor water status in selected vineyards Vipava Valley, Karst and Friuli (Italy). This involved using an UAV-mounted multispectral camera, airborne hyperspectral system on an ultralight airplane, and Sentinel-2 satellite images. Correlations between measurements of plant water potential and remote sensing data from all three sensors were found, and regression models for predicting water stress in vines were developed. The accuracy of these models differed among sensors and with the level of water stress being expressed. The most accurate models were obtained from airborne hyperspectral data, but more field data will be needed to build reliable methods for monitoring water status in vineyards using all of the tested sensors.

Keywords: Remote sensing, drought detection, hyperspectral imaging, multispectral imaging, satellite, machine learning

Uvod

V zadnjem obdobju se tehnologija daljinskega zaznavanja vse bolj uveljavlja tudi v kmetijstvu (Weiss in sod. 2020). Daljinsko zaznavanje je znanost, ki združuje široko paleto tehnik in senzorjev, ki jim je skupno, da pridobijo določene informacije o proučevanem objektu brez fizičnega kontakta. Z razdalje merimo oddano ali odbito elektromagnetno sevanje. Velik del tehnik temelji na analizi odboja svetlobe sonca in ker smo v projektu uporabljali te tehnike, se bomo v nadaljevanju omejili le na njih. Med najbolj razširjene tehnike daljinskega zaznavanja uvrščamo slikanje z različnih nosilcev-platform kot so brezpilotni letalniki (UAV), letala in sateliti. Optični senzorji (kamere) praviloma beležijo odboj sončne svetlobe v različno širokih pasovih valovnih dolžin, kar določa spektralno ločljivost kamer. Glede na to v koliko pasovih senzor beleži odboj ločimo 3 glavne skupine senzorjev in sicer RGB (na primer fotoaparati, kjer zaznajo odboj v rdečem, zelenem in modrem delu vidnega dela svetlobe), multispektralni (med 4 in 20 pasovi), hiperspektralni (več deset ali več sto pasov). Seveda je pomembno kateri del elektromagnetnega valovanja so senzorji sposobni zaznati. Poleg zaznavanja odboja v RGB valovnem območje, se najpogosteje meri odboj v infrardečem delu spektra (750 nm-1000nm). Pomemben del informacij dobimo z analizo elektromagnetnega spektra med 1000-2500 nm (kratkovalni infrardeč spekter). Pomembna je tudi prostorska ločljivost kamere, ki je pogojena z velikostjo osnovnega elementa slike, rastrske celice. Pomemben dejavnik pri izbiri sistema daljinskega zaznavanja je tudi časovna ločljivost, ki določa kako pogosto lahko spremljamo željeno kmetijsko površino. V primeru spremljanja stanja manjših kmetijskih površin je prva izbira UAV, ki je najbolj prilagodljiva izbira za pogosto snemanje, saj priprava ni zahtevna in lahko posname površino v ozkem časovnem oknu in če dovoljujejo vremenske razmere, vsakodnevno. Nekoliko manj prilagodljivo je snemanje z letalom, ki pa je še vedno boljše od satelitskega snemanja, ki ima praviloma nekaj dnevne ciklične prelete zelenega območja in lahko že zaradi oblačnega vremena nastane večje časovno okno brez podatkov. Seveda je izbira pogojena s površino, ki jo želimo posneti in je v primerih, ko nas zanima regija ali država, satelit edina oziroma prva izbira.

Odboj svetlobe je svojstven za posamezen objekt in govorimo o originalnem spektralnem podpisu, kar nam omogoča nadaljnjo identifikacijo objekta in nemalokrat tudi stanje proučevanega objekta. Na spektralne podpise rastlin vpliva več dejavnikov povezanih s posameznimi področji svetlobnega spektra. V vidnem delu spektra (400 - 750 nm) prevladujejo pigmenti (npr. klorofil, karotenoidi, antocianini). V bližnjem infrardečem območju (NIR, 750 - 1000 nm) na odboj v večji meri vplivata morfologija in struktura listov, medtem ko je odboj v kratkovalovnem infrardečem delu (SWIR, 1000 - 2500 nm) odvisen od vsebnosti vode v rastlinskem tkivu in metabolitov (npr. celuloza in beljakovine). Pri analizi multispektralnih podatkov se bolj kot absolutne vrednosti ali spremembe odboja v posameznem spektralnem pasu uporabljajo vegetacijski in spektralni indeksi. Indeksi predstavljajo razmerja odboja posameznega valovnega območja. Najbolj pogosti so indeksi, ki poleg odboja v bližnjem infrardečem delu spektra vključujejo še odboj v vidnem delu svetlobnega spektra. Takšni so denimo vegetacijski indeks normaliziranih razlik (NDVI), zeleni vegetacijski indeks normaliziranih razlik (GNDVI) in indeks preprostega razmerja določenih pigmentov (PSSR). Različni indeksi različno uspešno ocenijo posamezen dejavnik vegetacije (Giovo in sod. 2021). Primernost za oceno posameznega dejavnika se spreminja hkrati z razvojem vegetacije, kar otežuje povsem avtomatično izbiro indeksa za oceno stanja vegetacije. Pri hiperspektralnem slikanju analiza odboja praviloma temelji na kompleksnejših algoritmičnih strojnega učenja.

Metode daljinskega zaznavanja so bile že večkrat uporabljene v vinogradništvu. Z njimi lahko spremljamo rast in vitalnost vinske trte, gnojilne poskuse, zdravstveno stanje rastlin ter ocenjujemo kakovostne parametre grozdja. Ugotavljanje vodnega stresa v vinogradu je povezano z zamudnimi terenskimi meritvami, zato smo v okviru projekta Acquavitis (<https://www.acquavitis.eu/>) preizkusili tehnologije multispektralnega in hiperspektralnega slikanja vinogradov, ki bi omogočale ugotavljanje stanja vodnega stresa na večjih površinah in z manj terenskega dela. V vinogradih, kjer so bile opravljene terenske meritve vodnega stresa, smo stanje rastlin analizirali z multispektralnimi slikami

posnetimi z brezpilotnimi letalniki (droni) in Sentinel-2 satelitom ter z letalskimi hiperspektralnim slikami.

Material in metode

Sušni stres v izbranih vinogradih Vipavske doline, Krasa ter Furlanije (Italija) smo spremljali s terenskimi meritvami. Status preskrbljenosti rastlin z vodo smo preverjali z merjenjem vodnega potenciala listov (Ψ), merjenih pred zoro (Ψ pred zoro), minimalnega vodnega potenciala (Ψ lista opoldan), kot tudi vodnega potenciala stebela (Ψ stebela opoldan). Terenske meritve so bile opravljene v različnih terminih v roku enega tedna. Osrednji termini terenskih meritev, ki smo jih povezali s podatki daljinskega zaznavanja so bili avgust 2020 ter julij in avgust 2021.

Multispektralno slikanje z brezpilotnim letalnikom smo izvedli s kamero Rededge proizvajalca MicaSense, ki meri odboj v petih pasovih (moder, zelen, rdeč, robno rdeč in bližnje infrardeč). Pri višini leta 50 m je bila osnovna rastrska celica velika 3,3 x 3,3 cm. S programsko opremo Pix4D smo posnetke združili v mozaik, pripravili normalizirane slike odboja ter izračunali 41 spektralnih in barvnih vegetacijskih indeksov (NDVI, GNDVI, NDVRE, PSSR, OSAVI...). Zaradi pomanjkanja prostora je opis posameznih indeksov na internetnem portalu <https://www.indexdatabase.de/db/i.php>. S podatki GNSS sprejemnika centimetrsk natančnosti, smo podatke slikanja natančno umestili v prostor.

Hiperspektralno letalsko slikanje smo izvedli z ultralahkim letalom podjetja Aerovizija d.o.o. Uporabili smo hiperspektralni kameri Hyspex VNIR-1600 in Hyspex SWIR-384 (Norsk Elektro Optikk AS, Oslo, Norway), ki skupaj zajemata signal valovnih dolžin 400 – 2500 nm, v 448 spektralnih pasovih. Letalsko hiperspektralno slikanje smo izvedli 3x, avgusta leta 2020 ter konec julija in avgusta leta 2021, v časovnem oknu, ki je bilo najbližje terenskim meritvam vodnega potenciala rastlin.

Sentinel-2 je konstelacija dveh satelitov programa Copernicus Evropske vesoljske agencije. Satelita Sentinel-2A in Sentinel-2B zajemata multispektralne podatke z optičnim senzorjem s 13 kanali, med 400 in 2000 nm. Na delu bližnje infrardeče svetlobe imamo več kanalov, ki se razlikujejo glede na njihovo spektralno ločljivost in vsak od teh nam lahko poda zanimive informacije pri spremljanju rastlin. Prav tako nam kratkovalovni pasovi povejo več o vodni in mineralni sestavi različnih materialov. Kanali vidne in bližnje infrardeče svetlobe so zajeti z 10 metrsko ločljivostjo, medtem ko so ostali z 20 metrsko oziroma 60 metrsko ločljivostjo. To pomeni, da predstavlja ena rastrska celica 10 m x 10 m za prve kanale, 20 m x 20 m za naslednji sklop, ter 60 m x 60 m za zadnje 3, kar pomeni na tleh 100 m², 400 m² oziroma 3600 m² veliko površino. Časovna ločljivost konstelacije je 2 do 5 dni, kar pomeni, da imamo za isto območje na voljo nove podatke vsakih 2 do 5 dni (odvisno od geografske širine).

Analiza podatkov

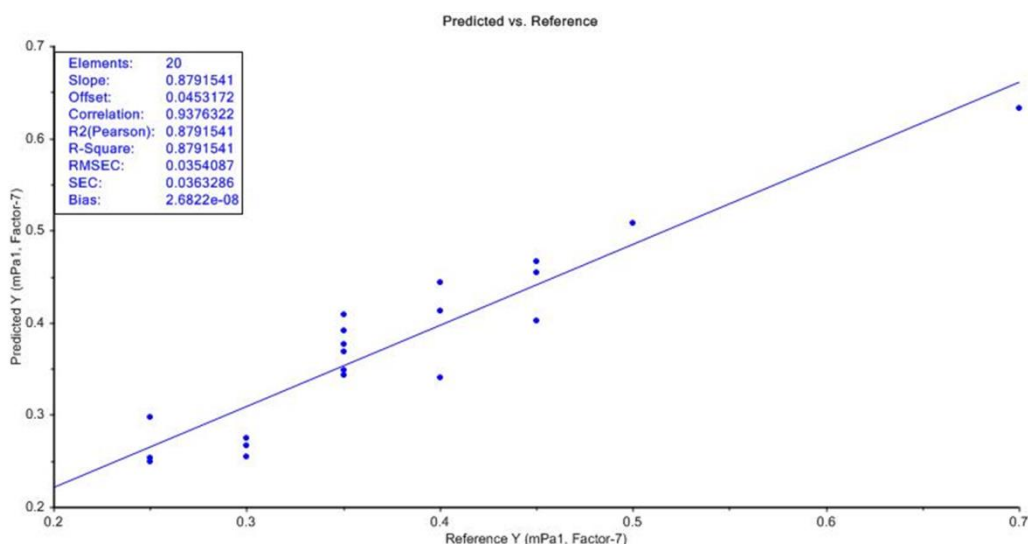
Analizo podatkov multispektralnega daljinskega zaznavanja smo opravili z več različnimi algoritmi strojnega učenja kot je Extreme Gradient Boosting Machine (XGB), metoda delnih najmanjših kvadratov (PLS) in metodo podpornih vektorjev (SVM).

Hiperspektralnih podatke smo zaradi veliko šuma in odvečnih informacij ustrezno obdelali, kot je to opisano v članku Žibrat in sod. 2019 (na primer z glajenjem Savitzky-Golay in izračunom derivatov) ter z metodami manjšanja dimenzionalnosti podatkov, kjer smo izračunali nove spremenljivke (na primer z metodo delnih najmanjših kvadratov - diskriminantno analizo). Končni klasifikacijski model, za ločevanje z vodo različno preskrbljenih trt, smo razvili z metodo podpornih vektorjev. Najboljše nastavitve t.i. hiperparametrov algoritma smo poiskali po metodi mrežnega iskanja, vse modele pa smo testirali z delitvijo podatkov na dva dela. Prvi del je bil namenjen učenju algoritma, drugi testiranju. Za razvoj modelov smo uporabili ponovljeno navzkrižno validacijo. Z metodo najmanjših skupnih kvadratov smo razvili tudi regresijske modele za določanje vodnega potenciala oziroma sušnega stresa

rastlin. Pri analizi satelitskih posnetkov smo analizirali korelacije med izmerjenim Ψ in različnimi kanali ter vegetacijskimi indeksi.

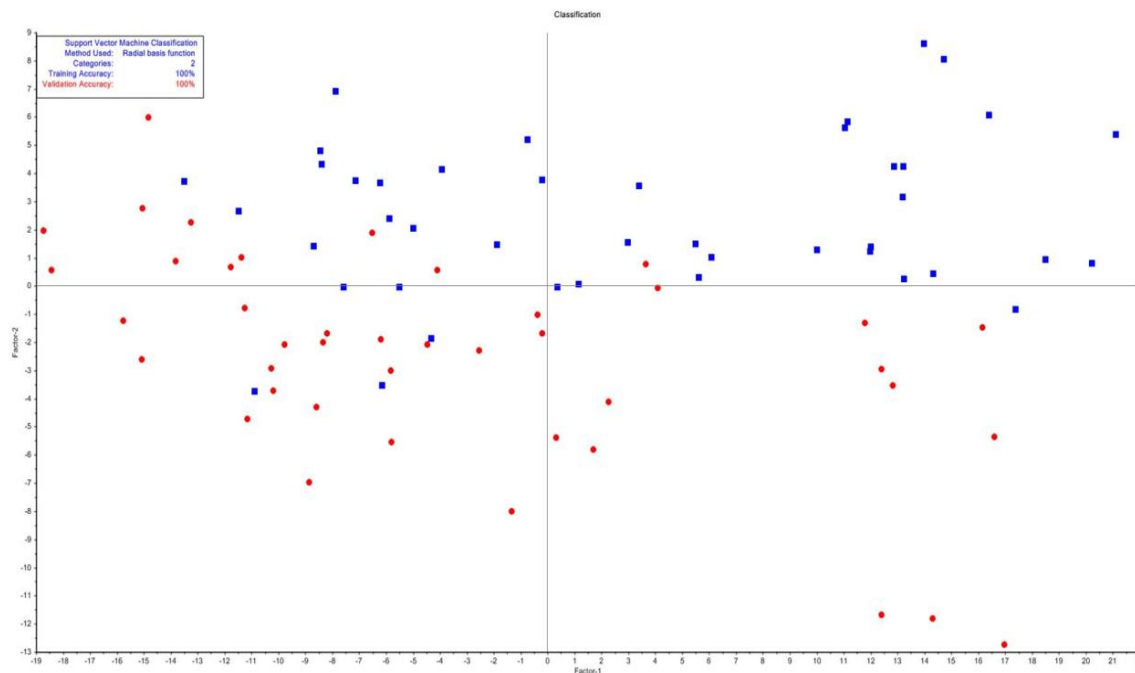
Rezultati z diskusijo

Rezultate daljinskega slikanja vinogradov v okviru projekta Acquavitis bomo predstavili na podatkih vinograda Komna in Prečenik (Precenicco, Italija) oziroma še vinogradov Barkola in Budihnji pri podatkih satelitskega slikanja. V vinogradu v Komnu je bil nameščen kapljični namakalni sistem, ki je skrbel za optimalno preskrbo trt z vodo. V letu 2020 poskus z namakanjem ni bil izveden, ker ni bilo izrazitejšega sušnega obdobja. V letu 2021 je bilo pomanjkanje vode v tleh nekoliko bolj izrazito, zato smo poskus v Komnu slikali z brezpilotnim letalnikom dvakrat in sicer 30. julija in 26. avgusta. Preverili smo, ali lahko s podatki multispektralnega slikanja ločimo trte, ki so v delnem vodnem stresu (nenamakano), od z vodo optimalno preskrbljenih trt (namakano). Terenske meritve vodnega potenciala v trtah so namreč jasno pokazale na razlike preskrbljenosti trt z vodo. Rezultati klasifikacije XGB so bili boljši za julijski termin, saj je bila natančnost v tem časovnem terminu 0,87, medtem ko je bila natančnost ločevanja med nenamakanimi in namakanimi trtami v avgustovskem terminu le še 0,73. Podobne podatke smo pridobili s klasifikacijo, kjer smo uporabili metodo podpornih vektorjev. Padeč natančnosti je verjetno posledica prehoda trte v fazo dozorevanja, kjer se spremeni vrsta fizioloških dejavnikov, ki so v julijskem terminu pripomogli k zanesljivejšem razlikovanju trt z sušnim stresom. Povezanost podatkov vodnega potenciala in podatkov daljinskega zaznavanja smo preverili s PLS metodo, ki je prav tako pokazala tesno povezanost vodnega potenciala rastline s podatki multispektralnega slikanja v julijskem terminu ($R^2=0,88$; grafikon 1), medtem ko je bila ta povezanost podatkov avgustovskega termina preveč ohlapna ($R^2=0,19$).



Grafikon 1. Regresijska zveza za napoved vodnega potenciala v vinski trti na osnovi multispektralnega slikanja 30. julija 2021.

Analiza podatkov hiperspektralnega slikanja istega vinograda (grafikon 2), posnetih v obeh časovnih terminih kot pri multispektralnem slikanju, je omogočala popolnoma zanesljivo ločevanje trt brez vodnega stresa (namakano) od trt s stresnimi pogoji v obeh terminih.



Grafikon 2. Klasifikacija rastlin v različnih pogojih vodnega stresa s podatki hiperspektralnega slikanja 26. avgust 2021 z metodo podpornih vektorjev.

V vinogradu Prečenic (Italija) smo opravili 3 hiperspektralna slikanja z ultra lahkim letalom in sicer v avgustu 2020 ter koncem julija in avgusta v 2021. V vseh treh slikanjih je bila tesna zveza med podatki vodnega potenciala rastlin in hiperspektralnimi podatki (preglednica 1).

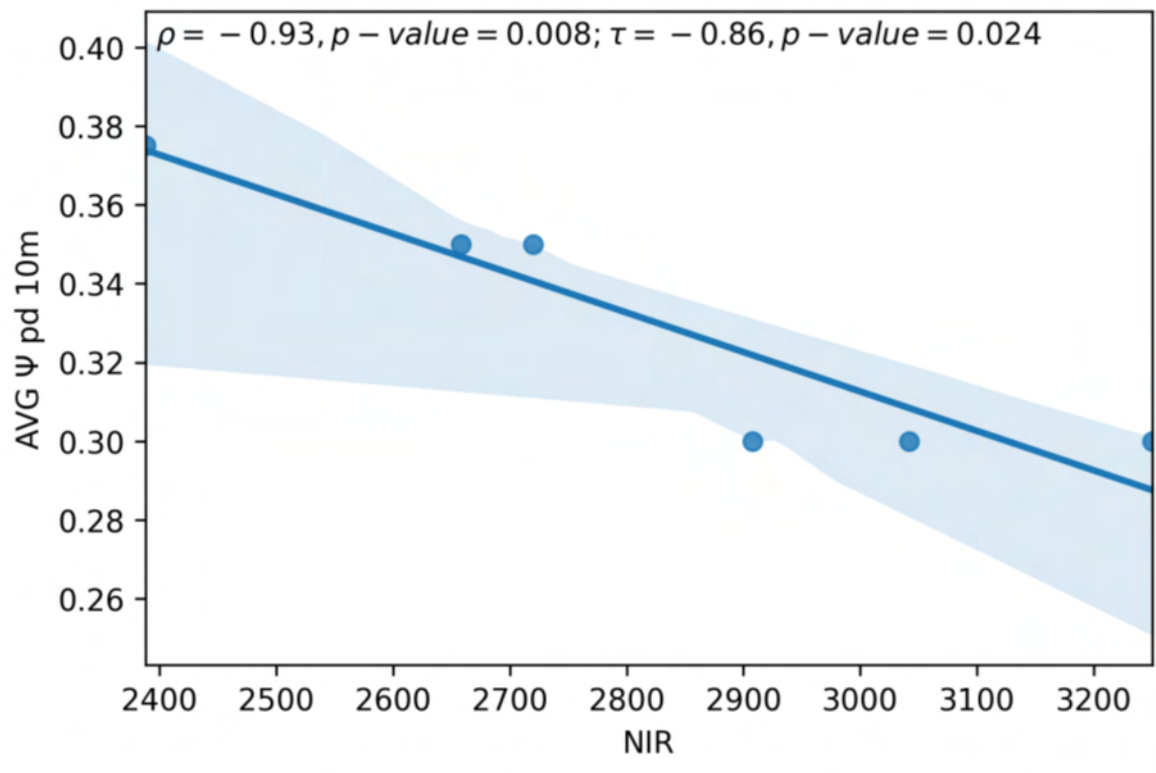
Preglednica 1. Rezultati regresijskih analiz z metodo PLS*.

Mesec in leto	Št. komponent	RMSEP	Var [%]	R ²
Avgust 2020	8	0,0894	96,25	0.96
Julij 2021	4	0,1454	87,26	0.87
Avgust 2021	4	0,1773	92,03	0.92

* Št. Komponent je število novo ustvarjenih spremenljivk po metodi delnih najmanjših kvadratov. RMSEP je koren povprečne kvadratne napake (nižja vrednost je boljša), Var je odstotek obrazložene variance v podatkih. R² je koeficient determinacije (med 0 in 1, višja vrednost je boljša).

Uporabnost satelitskega slikanja smo preverjali v vinogradu Prečenic in v vinogradih Barkola in Budihnij (Vipavska dolina). Terenske meritve v Prečenicu so potekale 8. 8. 2020, 29. 7. 2021, 26. 8. 2021, v Barkoli in Budihniju 28. 5. 2020, 12. 8. 2020, 9. 9. 2020 in 22. 6. 2021. V prvem koraku smo prenesli Sentinel-2 posnetke za dneve meritev, jih obdelali in pretvorili v ustrezno obliko ter jim pripisali vrednosti odbojev v podatkovni bazi s podatki meritev vodnega potenciala. Preverili smo povezanost opazovanj s Pearsonovim in Kendallovim korelacijskim koeficientom ter ovrednotili značilnost vzorcev s p-vrednosti. Rezultate smo še vizualno ovrednotili s pregledom krivulj regresijskih analiz.

Na grafikonu 3 lahko vidimo regresijsko krivuljo med merjenim vodnim potencialom pred zoro in bližnje infrardečim pasovom. Opazimo lahko zelo močno povezanost in p-vrednosti, ki prikazujeta statistično značilnost vzorca (manjši od 0,05).



Grafikon 3. Regresijska krivulja: vodni potencial lista pred zoro in podatki bližnje infrardečega pasu.

Večina izračunanih stopenj značilnosti je pokazala, da so izračunane korelacije znotraj vzorca značilne, za zelo robustno sklepanje na nova opazovanja bi potrebovali dodatne meritve. To bi pomenilo, da bi nam zadostna baza terenskih meritev kombiniranih s Sentinel-2 posnetki omogočila, da z določeno stopnjo zaupanja pridobimo oceno vodnega potenciala lista in vodnega potenciala pred zoro.

Zaključki

Spremljanje vinogradov v okviru projekta Acquavitis z daljinskim zaznavanjem je pokazalo veliko aplikativno uporabnost teh metod za spremljanje vodnega potenciala oz. sušnega stresa v rastlinah. Različni senzori omogočajo pridobivanje informacij, ki se razlikujejo glede na prostorsko in spektralno ločljivost, ter časovno komponento v odvisnosti od platforme, na kateri so nameščeni. Letalsko snemanje in snemanje z brezpilotnimi letalniki omogočata zelo natančne in zahtevne meritve v poljubnem času, medtem ko satelitsko snemanje omogoča zajem večjih površin vsake tri dni. Metode daljinskega zaznavanja so primerne za spremljanje številnih dejavnikov stanja vinogradov (prehrana, prisotnost ali odsotnost bolezni in škodljivcev, sušni stres), kar lahko zelo učinkovito uporabimo pri postopkih preciznega kmetijstva. Za praktično in zanesljivo uporabo moramo povezati zadostno število terenskih meritev s podatki daljinskega zaznavanja. Na območju večjih vinogradov je lahko sinergija vseh platform zelo učinkovit inštrument za spremljanje stanja rastlin ter hitro ukrepanje (Zhou in sod. 2021).

Literatura

- Giovos R, Tassopoulos D, Kalivas D, Lougkos N, Priovolou A. 2021. Remote Sensing Vegetation Indices in Viticulture: A Critical Review. *Agriculture*, 11, 457.
- Weiss M, Jacob F, Duveiller G. 2020. Remote sensing for agricultural applications: A meta-review. *Remote Sensing of Environment*, 236, 111402.
- Zhou X, Yang L, Wang W, Chen B. 2021. UAV Data as an Alternative to Field Sampling to Monitor Vineyards Using Machine Learning Based on UAV/Sentinel-2 Data Fusion. *Remote Sensing*, 13, 457.
- Žibrat U, Susič N, Knapič M, Širca S, Strajnar P, Razinger J, Vončina A, Urek G, Gerič Stare B. 2019. Pipeline for imaging, extraction, pre-processing, and processing of time-series hyperspectral data for discriminating drought stress origin in tomatoes. *MethodsX*, 6, 399–408.

Stanje zlate trsne rumenice v Sloveniji in ukrepi

Erika Orešek^{1*}, Alenka Pivk¹, Milan Lukman¹, Jože Miklavc²

¹ Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, Uprava za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin, Dunajska 22, 1000 Ljubljana,

² KGZS, Kmetijsko gozdarski zavod Maribor, Vinarska 14, 2000 Maribor

*Korespondenca: erika.oresek@gov.si

Izveček: Zlata trsna rumenica je neozdravljiva bolezen trte, ki jo povzroča fitoplazma *Grapevine flavescence dorée* (FD), ki je v EU uvrščena med karantenske škodljive organizme. FD v vinogradih prenaša ameriški škržatek. Ključna ukrepa za preprečevanje širjenja FD sta odstranjevanje okuženih trt in zatiranje ameriškega škržatka. V Sloveniji je bila FD prvič ugotovljena v letu 2005 na Primorskem v okolici Kopra, v Posavju leta 2008 in v severovzhodni Sloveniji v okolici Maribora leta 2009. V okviru programa preiskave za ugotavljanje navzočnosti FD, ki se vsako leto izvaja v vseh vinorodnih deželah, je bil v zadnjih letih opažen povečan pojav okužb predvsem v Ljutomersko ormoških gorica, kjer je prišlo do večjega izbruha FD, zato je na tem območju ogrožen obstoj vinogradništva. V letu 2022 je Uprava za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin pripravila akcijski načrt za Ljutomersko ormoško območje z okolico, ki obsega več kot 1900 ha vinogradov. V okviru akcijskega načrta so bili opravljeni intenzivni pregledi vinogradov ter odvzeti vzorci trte in ameriškega škržatka za laboratorijsko analizo, spremljanje populacije ameriškega škržatka za namen napovedovanja rokov za zatiranje, nadzor nad izvajanjem ukrepov ter aktivnosti obveščanja in ozaveščanja vinogradnikov in širše javnosti. Rezultati so pokazali navzočnost FD v več kot 80 % odvzetih vzorcev trte ter v 50 % vzorcev ameriškega škržatka. Letos je bila na ravni EU sprejeta izvedbena uredba o ukrepih, s katero so določeni ukrepi zadrževanja in območja zadrževanja, kjer FD ni več mogoče izkoreniniti, ki so določena tudi za Slovenijo in obsegajo območja v severovzhodni, jugovzhodni in zahodni Sloveniji. Na ravni EU so tudi določene zahteve, ki jih morajo podlage, cepiči in trsne cepljenke izpolnjevati za trženje v EU. Zaradi širjenja okužb s FD je dolgoročno grožena tudi pridelava sadilnega in razmnoževalnega materiala trte.

Ključne besede: fitoplazma *Grapevine flavescence dorée*, zlata trsna rumenica, ameriški škržatek, ukrepi.

Situation of Grapevine Flavescence Dorée and Measures

Abstract: Flavescence dorée, an incurable vine disease caused by Grapevine flavescence dorée phytoplasma (FD), is placed on the list of quarantine pests in the EU. In vineyards, FD is transmitted by *Scaphoideus titanus*. Removal of infected *Vitis* plants as well as control of *S. titanus* are the most important measures for prevention of spread of FD. FD was confirmed for the first time in Slovenia in the year 2005 in Primorska region in the vicinity of Koper, in Posavje in 2008 and in North Eastern Slovenia in the vicinity of Maribor in 2009. During official survey which has been carried out every year in all winegrowing regions, an increased incidence of FD has been observed especially in Ljutomersko Ormoške gorice where a major outbreak was identified recently. Consequently, winegrowing is endangered in this area. In the year 2022, the Administration for Food Safety, Veterinary Sector and Plant Protection prepared an action plan for Ljutomersko Ormoške gorice and the surrounding which covers the area of more than 1900 ha of vineyards. In the action plan, intensive visual checks of vineyards were carried out and samples of *Vitis* and *S. titanus* were taken for laboratory analyses. Furthermore, monitoring of development of *S. titanus* was performed for prediction of insecticide treatments and official control of implementation of measures was carried out as well as awareness campaign for winegrowers and general public. FD was confirmed in more than 80 % of *Vitis* samples and in 50 % of *S. titanus* samples. In 2022, Implementing Regulation (EU) on measures was adopted in which containment measures are defined as well as areas for containment where FD cannot be eradicated anymore. Areas for containment are defined also for Slovenia in North-Eastern, South-Eastern and Western Slovenia. On the EU level also specific requirements for movement of *Vitis* rootstocks, scions and grafts are defined. Due spread of FD, production of planting and reproductive material of *Vitis* is endangered in the long term.

Keywords: Grapevine flavescence dorée phytoplasma, flavescence dorée, *Scaphoideus titanus*, measures

Uvod

Zlata trсна rumenica je neozdravljiva bolezen trte (*Vitis*), ki jo povzroča karantenska fitoplazma *Grapevine flavescence dorée* (FD). Kljub svoji razširjenosti je FD zaradi nevarnosti za evropsko vinogradništvo še vedno na seznamu karantenskih škodljivih organizmov v EU in je uvrščena v prilogo II del B Izvedbene uredbe Komisije (EU) 2019/2072.

Glavni prenašalec FD je žuželka ameriški škržatek (*Scaphoideus titanus*; Hemiptera, Cicadellidae), ki med hranjenjem na listih okuženih trsov sprejme fitoplazmo in jo prenese na druge trse. S pomočjo ameriškega škržatka se lahko okužba se v vinogradih zelo hitro širi. Če ne ukrepamo, je v nekaj letih lahko okuženih večina trsov v vinogradu. Oboleli trsi slabše rodijo ali pa so povsem brez pridelka in pogosto propadejo v nekaj letih. FD se prenaša tudi z okuženim sadilnim in razmnoževalnim materialom trte, ki je v EU pod uradnim nadzorom, zahteve za premike znotraj EU pa so določene v prilogi VIII Izvedbene uredbe (EU) 2019/2072. V skladu s prilogo VI te uredbe pa je prepovedan uvoz cepičev, podlag in trsnih cepljenk celotnega rodu *Vitis* v EU iz tretjih držav.

Na ravni EU določa ukrepe Izvedbena uredba Komisije (EU) 2022/1630, pri nas pa so določeni s Pravilnikom o ukrepih za preprečevanje širjenja in zatiranje zlate trsne rumenice (Uradni list RS, št. 48/14, 49/16 in 8/17) ter natančneje opredeljeni v Načrtu izrednih ukrepov za zlato trsno rumenico (*Grapevine flavescence dorée*) v Republiki Sloveniji. Učinkovita ukrepa za zatiranje FD in preprečevanje njenega širjenja sta predvsem odstranjevanje okuženih trsov ter zatiranje prenašalca ameriškega škržatka z insekticidi, poleg tega pa tudi sajenje neokuženega sadilnega materiala.

FD je v Sloveniji navzoča v vseh vinorodnih deželah. V zadnjih letih je prišlo v severovzhodni Sloveniji do večjega izbruha zlate trsne rumenice na območju Ljutomersko Ormoških gor, ki ogroža obstoj vinogradništva na tem območju. Obstaja pa tveganje za nadaljnje širjenje te bolezni tudi na drugih območjih. V letu 2022 je bil pripravljen Akcijski načrt za obvladovanje izbruha zlate trsne rumenice (*Grapevine flavescence dorée*) na Ljutomersko ormoškem območju z okolico.

Zaradi nevarnosti, ki jo za obstoj vinogradništva predstavlja FD, je bila v okviru Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano v letu 2022 imenovana Delovna skupina za obvladovanje izbruha zlate trsne rumenice na Ljutomersko ormoškem območju z okolico, ki je pripravila predlog ukrepov in priporočil za obvladovanje izbruhov zlate trsne rumenice na razmejenih območjih v Sloveniji.

Stanje zlate trsne rumenice v Sloveniji

Zaradi velikega pomena vinogradništva se v Sloveniji izvaja program preiskav za ugotavljanje navzočnosti FD že od leta 2002 dalje. Koordinira in financira ga Uprava za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin (UVHVVR), izvaja pa ga javna služba zdravstvenega varstva rastlin, ki deluje na Kmetijsko gozdarskih zavodih Maribor, Nova Gorica in Novo mesto ter na Inštitutu za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije in Kmetijskem inštitutu Slovenije, laboratorijske analize pa opravlja Nacionalni inštitut za biologijo. V izvajanje programa preiskave je vključena tudi Služba za uradno potrjevanje s Kmetijskega inštituta Slovenije ter fitosanitarni inšpektorji UVHVVR.

FD je bila v Sloveniji prvič ugotovljena leta 2005 v vinorodni deželi Primorskem v okolici Kopra, določeno je bilo razmejeno območje, v katerem so se izvajali ukrepi izkoreninjenja. Leta 2008 je sledila prva najdba v vinorodni deželi Posavje, leta 2009 pa tudi v vinorodni deželi Podravje. Zaradi novih najdb so bila določena nova razmejena območja, ki so konec leta 2012 že zajemala večino vinogradov v vinorodnih deželah Primorska, Posavje in Podravje. Do večjih izbruhov je prišlo na Dolenjskem v okolici Novega mesta (2010) ter v slovenski Istri in na Krasu (2011), drugje pa so bile ugotovljene v vinogradih le posamezne trte z bolezenskimi znamenji okužbe s FD.

V letu 2019 za zatiranje ameriškega škržatka ni bil več dovoljen pripravek Actara (aktivna snov tiametoksam, spada v skupino neonikotinoidov), od leta 2020 dalje pa tudi pripravek Reldan (aktivna snov klorpirifos-metil). Oba pripravka sta učinkovito zatirala ameriškega škržatka. Posledično se je

začela povečevati populacija ameriškega škrdatka, sledilo je slabšanje stanja okužb in v letu 2021 je prišlo do izbruha zlate trsne rumenice v Ljutomersko Ormoških goricah. Z namenom ugotavljanja obsega okužbe so bili v jeseni 2021 odvzeti na tem območju dodatni vzorci trte za laboratorijsko analizo, ki so potrdili navzočnost FD v večini analiziranih vzorcev.

Zaradi razširjenosti zlate trsne rumenice so bila na nekaterih območjih v Sloveniji v letu 2022 določena okužena območja, na katerih izkoreninjenje bolezn ni več mogoče, zato se tam izvajajo ukrepi zadrževanja širjenja.

V aprilu 2022 je bil sprejet Akcijski načrt za obvladovanje izbruha zlate trsne rumenice (Grapevine flavescence dorée) na Ljutomersko ormoškem območju z okolico. V okviru tega načrta je javna služba zdravstvenega varstva rastlin opravila zdravstvene preglede vinogradov za pridelavo grozdja v varovalnem pasu razmejenega območja ter odvzeli več kot 100 vzorcev za laboratorijsko analizo. Odvzeti so bili tudi vzorci ameriškega škrdatka na okuženem območju z namenom, da se z laboratorijsko analizo ugotovi morebitna navzočnosti FD v prenašalcu. Za namen napovedovanja rokov za zatiranje ameriškega škrdatka je na območju izvajanja akcijskega načrta potekalo spremljanje razvoja ameriškega škrdatka v vinogradih na treh lokacijah ter spremljanje ulova odraslih škrdatkov z rumenimi lepljivimi ploščami v vinogradih na štirih lokacijah. Fitosanitarni inšpektorji so opravljali nadzor v matičnih vinogradih, matičnjakih in trsnicah kategorije standard ter nadzor nad izvajanjem ukrepov izkoreninjenja v varovalnem pasu. Preglede in vzorčenje je izvajala tudi Služba za uradno potrjevanje v matičnih vinogradih, matičnjakih in trsnicah kategorije bazni in certificiran.

Rezultati akcijskega načrta so pokazali veliko razširjenost FD na tem območju, saj je bila ta fitoplazma ugotovljena v več kot 80 % odvzetih vzorcev. Na podlagi rezultatov laboratorijskih analiz je bilo v varovalnem pasu na območjih občin Sveti Andraž, Juršinci, Dornava in delu občine Ormož odkritih skupno 26 novih žarišč okužbe. FD je bila ugotovljena tudi v petih vzorcih ameriškega škrdatka. Na podlagi spremljanje razvoja ameriškega škrdatka so bili določeni termini zatiranja s fitofarmaceutskimi sredstvi na tem območju. Ugotovljeno je bilo, da so na nekaterih lokacijah kljub opravljenima dvema tretiranjema ulovi odraslih ameriških škrdatkov presegali prag (4 ulovljeni škrdatki na rumeno lepljivo ploščo na teden). Rezultati programa preiskave so v letih 2021 in 2022 pokazali povečevanje števila okužb tudi ponekod v Prekmurju in na območju Posavja, vendar ne v takem obsegu kot na območju Ljutomersko Ormoških goric.

Ukrepi za obvladovanje zlate trsne rumenice

Glavna ukrepa za preprečevanje širjenja zlate trsne rumenice sta odstranjevanje okuženih trsov in zatiranje ameriškega škrdatka s fitofarmaceutskimi sredstvi. Ukrepe za izkoreninjenje zlate trsne rumenice v Sloveniji izvajamo od leta 2006 dalje. Od leta 2009 dalje so ukrepi določeni s Pravilnikom o ukrepih za preprečevanje širjenja in zatiranje zlate trsne rumenice. Leta 2020 so bile v Izvedbeni uredbi Komisije (EU) 2019/2072 na novo določene posebne zahteve za premike sadilnega in razmnoževalnega materiala trte, ki morajo biti izpolnjene za izdajo rastlinskega potnega lista. Zaradi tveganja za prenos FD so bile zahteve še poostrene v letu 2022.

V letu 2022 je bila sprejeta Izvedbena uredba Komisije (EU) 2022/1630, ki določa ukrepe zadrževanja širjenja zlate trsne rumenice ter območja, kjer se v EU izvajajo ukrepi zadrževanja. V seznam teh območij so navedena tudi razmejena območja (okužena območja in varovalni pasovi) v Sloveniji. V skladu s to uredbo v okuženih območjih ni več obvezno odstranjevanje trsov z bolezenskimi znamenji zlate trsne rumenice, v varovalnih pasovih pa se še vedno izvajajo ukrepi izkoreninjenja. V primeru novih najdb FD v varovalnem pasu se z odločbo UVHVVR določijo nova žarišča okužbe, v katerih je obvezno odstranjevanje okuženih trsov in trsov z bolezenskimi znamenji zlate trsne rumenice.

V celotnem razmejenem območju, tako v okuženem območju kot tudi v varovalnem pasu in žariščih okužbe, je obvezno zatiranje ameriškega škrdatka s fitofarmaceutskimi sredstvi. Število obveznih

tretiranj za posamezna razmejena območja v Sloveniji je podrobneje določeno v Načrtu izrednih ukrepov za zlato trsno rumenico, kjer so navedena tudi dovoljena fitofarmaceutvska sredstva. Načrt izrednih ukrepov se ustrezno spremeni vsako leto in je javno dostopen na spletni strani UVHVVR <https://www.gov.si/teme/zlata-trsna-rumenica/>.

Velikega pomena so tudi raziskave v zvezi z biologijo in epidemiologijo FD ter v zvezi z njenimi znanimi in drugimi možnimi prenašalci. V preteklih letih so tako potekali projekti in strokovne naloge, ki so prinesli številna nova spoznanja. V skladu z novimi spoznanji so se prilagajali tudi ukrepi.

Pomembno je tudi obveščanje in ozaveščanje vinogradnikov in širše javnosti. V ta namen je potekalo obveščanje in ozaveščanje v okviru strokovnih predavanj, delavnic in drugih dogodkov ter preko medijev (različni časopisi, radio, TV). Pomembno je namreč, da informacije o boleznih in ukrepih dosežejo tako profesionalne kot tudi ljubiteljske vinogradnike ter širšo javnost. Ugotavljamo, da informacije o zlati trsni rumenici iščejo predvsem profesionalni vinogradniki, težje pa je obveščanje ljubiteljskih vinogradnikov, saj se ti ne udeležujejo dogodkov, ki jih organizirajo strokovnjaki. Zato je pomembno sodelovanje lokalnih skupnosti, ki lahko pomagajo pri posredovanju informacij o zlati trsni rumenici, da te pridejo tudi do ljubiteljskih vinogradnikov.

V preteklih letih z dosedanjimi ukrepi ni bilo mogoče učinkovito preprečiti širjenja zlate trsne rumenice v Sloveniji, saj je leta 2021 prišlo do izbruha v Ljutomersko Ormoških goricah, širjenje zlate trsne rumenice pa je bilo v letih 2021 in 2022 ugotovljeno tudi ponekod v Posavju ter v Prekmurju. Zato je Delovna skupina za obvladovanje izbruha zlate trsne rumenice na Ljutomersko ormoškem območju z okolico pripravila predlog ukrepov in priporočil za obvladovanje izbruhov zlate trsne rumenice na razmejenih območjih v Sloveniji. Izvedba predlaganih ukrepov bo opredeljena v Akcijskem načrtu za izvedbo ukrepov za zadrževanje širjenja zlate trsne rumenice v obdobju 2023 – 2025.

Delovna skupina je predlagala naslednje ukrepe:

- Ugotavljanje in spremljanje navzočnosti zlate trsne rumenice in populacije ameriškega škrdatka:
Izvajalci javne službe zdravstvenega varstva rastlin bodo spremljali zdravstveno stanje trte in izvajali vzorčenje trsov za laboratorijsko analizo z namenom ugotavljanja navzočnosti FD. Za namen napovedovanja rokov za zatiranje ameriškega škrdatka bodo spremljali njegov razvoj, velikosti populacije odraslih ameriških škrdatkov pa bodo spremljali z rumenimi lepljivimi ploščami. Predvidena je tudi izdelava mobilne aplikacije za sproten vnos podatkov na terenu.
- Obvezno odstranjevanje okuženih trsov in trsov z bolezenskimi znamenji v okuženih območjih:
V skladu z veljavnimi predpisi v okuženih območjih ni več obvezno odstranjevanje trsov z bolezenskimi znamenji, temveč je odstranjevanje le priporočeno in tako prepuščeno posameznemu vinogradniku. Zato bo potrebno pripraviti predpis, ki bo vinogradnikom določil obveznost odstranjevanja trsov z bolezenskimi znamenji tudi na okuženem območju.
- Pravočasno in ustrezno zatiranje ameriškega škrdatka:
Insekticidi, ki imajo sedaj dovoljenje za zatiranje ameriškega škrdatka, niso tako učinkoviti, kot sta bila pripravka Actara in Reldan. Zato bo za uspešno zatiranje ameriškega škrdatka potrebno povečati število obveznih tretiranj glede na stanje njegove populacije in glede na stanje okužb s FD na določenem območju. Obenem bo treba preučiti tudi možnost za izdajo dovoljenj za dodatne insekticide, da bi razširili spekter razpoložljivih pripravkov.
- Sofinanciranje za obnove vinogradov in dosajevanje posameznih trsov:
V primeru obvezne odstranitve trt v varovalnem pasu ima vinogradnik pravico do odškodnine v skladu z Zakonom o zdravstvenem varstvu rastlin, vendar samo za trse, za katere je odstranitev odredil fitosanitarni inšpektor.
V varovalnih pasovih in okuženih območjih je možno tudi sofinanciranje ponovne zasaditve po izkrčitvi vinogradov v okviru ukrepov kmetijske politike. Vendar bi bilo za tako

sofinanciranje treba zagotoviti dodatna finančna sredstva, kar pa je povezano s spremembo Strateškega načrta ukrepov kmetijske politike 2023 – 2027 ter tudi nacionalne uredbe.

V okuženih območjih je zaradi preprečevanja širjenja smiselno tudi sofinanciranje dosajevanja posameznih trsov na mesta, kjer so bili odstranjeni trsi z bolezenskimi znamenji. Tako sofinanciranje bi bilo lahko omogočeno v skladu z Zakonom o kmetijstvu, za kar pa bi bilo potrebno zagotoviti finančna sredstva in pripraviti predpis.

- **Kampanja obveščanja in ozaveščanja:**
Nujno je, da se okrepi obveščanje in ozaveščanje, tako na nacionalnem nivoju kot tudi na lokalnem nivoju. Pri tem je zlasti pomembno ozaveščanje in izobraževanje ljubiteljskih vinogradnikov in tudi javnosti o zlati trsni rumenici, ameriškem škržatku ter pomenu izvajanja ukrepov in o posledicah, če se ukrepi ne izvajajo. Pomembno je tudi, da se vinogradnike in javnost obvesti o sankcijah, če ne bodo izvajali predpisanih ukrepov.
- **Popis vinogradov in evidenca stanja na okuženih območjih:**
Predvidena je izvedba popisa okuženih vinogradov na Ljutomersko ormoškem območju z okolico. Popis bi lahko izvajala javna služba zdravstvenega varstva rastlin s pomočjo javne službe kmetijskega svetovanja, ekipe pa bi bilo treba okrepiti z dodatnimi sodelavci. Popisovalci bi obenem neposredno obveščali in ozaveščali vinogradnike o pomenu ukrepov. Predlaga se, da se popis začne izvajati že v letu 2023.
- **Ukrepi v opuščeni vinogradih in vinogradih v opuščanju:**
- **Predvideno je, da se v okviru novega nacionalnega predpisa o ukrepih predpiše obvezna izkrčitev opuščeni vinogradov ter trsov v brajdah in ohišnicah do konca aprila.**
- **Ukrepi za zagotovitev neokuženega sadilnega in razmnoževalnega materiala trte:**
- **Zaradi širjenja zlate trsne rumenice na območjih, pomembnih za pridelavo sadilnega in razmnoževalnega materiala trte, se v prihodnosti lahko zgodi, da trsne cepljenke, cepiči in podlage ne bodo več izpolnjevali pogojev za izdajo rastlinskega potnega lista. V takem primeru se za izpolnjevanje zahtev izvede postopek tretiranja z vročo vodo, za kar pa je potrebna posebna oprema in ustrezna znanja. V Sloveniji ni zmogljivih naprav za takšno tretiranje, zato se predlaga, da se nabava opreme za tretiranje z vročo vodo vključi v sofinanciranje naložb v okviru strateškega načrta skupne kmetijske politike 2023 – 2027.**
- **Strokovna podpora in raziskave:**
Pri iskanju učinkovitih ukrepov za zatiranje in preprečevanje širjenja zlate trsne rumenice je pomembno nadaljnje preučevanje biologije in epidemiologije FD in njenih znanih in drugih možnih prenašalcev. Zato je potrebno podpirati raziskave v okviru projektov in strokovnih nalog tudi v prihodnosti.
- **Povečan inšpekcijski nadzor:**
Poleg nadzora in odrejanja ukrepov v skladu z aktualno zakonodajo se predlaga, da se zakonsko uredi pristojnost za inšpekcijski nadzor in ukrepanje glede izvajanja ukrepov odstranjevanja okuženih trsov na okuženih območjih. Na vseh razmejenih območjih se predlaga tudi poostren inšpekcijski nadzor zatiranja ameriškega škržatka s fitofarmaceutskimi sredstvi ter ukrepov izvajanja izkrčitve oziroma obdelave opuščeni vinogradov.
- **Sodelovanje lokalnih skupnosti:**
Priporoča se aktivno vključevanje lokalnih skupnosti predvsem pri obveščanju in ozaveščanju vinogradnikov in splošne javnosti o zlati trsni rumenici in ameriškem škržatku ter o pomenu izvajanja ukrepov za preprečevanje širjenja. V skladu s finančnimi zmožnostmi pa lahko lokalne skupnosti sodelujejo tudi pri drugih aktivnostih v zvezi z zlato trsno rumenico.
- **Sodelovanje javne službe kmetijskega svetovanja in javne službe v vinogradništvu:**
Predvideno je, da se v okviru programov dela javne službe kmetijskega svetovanja in javne službe v vinogradništvu vključi tudi sodelovanje pri aktivnostih v zvezi z zlato trsno

rumenico, še zlasti pri obveščanju in ozaveščanju vinogradnikov o ukrepih za preprečevanje širjenja in njihovem pomenu.

Predvideva se tudi sodelovanje kmetijskih svetovalcev v izvajanje popisa okuženih vinogradov.

- Sodelovanje s sosednjimi državami:

Pojav in širjenje zlate trsne rumenice povzročata težave tudi v nekaterih drugih državah EU. Zato sta pomembna sodelovanje in izmenjava izkušenj še zlasti s sosednjimi državami. Od leta 2011 dalje potekajo redna srečanja z Avstrijo, Hrvaško, Madžarsko in Italijo, v zadnjih letih pa tudi s Slovaško, Češko ter tudi Nemčijo. Na teh srečanjih redno sodeluje tudi Slovenija. V maju 2023 je predvideno srečanje v Zagrebu, udeležila se ga bo tudi Slovenija. Obenem poteka tudi bilateralno sodelovanje in izmenjava izkušenj glede reševanja problematike zlate trsne rumenice s Hrvaško.

Zaključki

Zaradi širjenja zlate trsne rumenice je na nekaterih območjih v Sloveniji ogrožen obstoj vinogradov, ponekod pa je ogrožena tudi pridelava sadilnega in razmnoževalnega materiala trte. V Ljutomersko Ormoških gorah je v zadnjih letih prišlo do večjega izbruha bolezni, obstaja pa tudi tveganje za pojav izbruhov tudi na nekaterih drugih območjih. Zato je nujno, da se v prihodnosti prilagodi oziroma zaostri ukrepe in se s tem prepreči širjenje zlate trsne rumenice ter posledično velika gospodarska škoda. Delovna skupina za obvladovanje izbruha zlate trsne rumenice na Ljutomersko ormoškem območju z okolico je za namen bolj učinkovitega preprečevanja širjenja zlate trsne rumenice predlagala različne ukrepe, vendar je treba poudariti, da bi bila za izvajanje ukrepov in z njimi povezanih aktivnosti potrebna dodatna finančna sredstva ter tudi sprememba predpisov. Obenem je treba poudariti tudi, da je nadaljnja uspešnost preprečevanja širjenja zlate trsne rumenice v veliki meri odvisna tudi od vinogradnikov samih, tudi od tistih, ki se z vinogradništvom ukvarjajo le ljubiteljsko in od vinogradništva niso ekonomsko odvisni. Pomembno je, da bodo čim bolj dosledno izvajali vse predpisane oziroma priporočene ukrepe.

Viri in literatura

Izvedbena uredba Komisije (EU) 2019/2072 z dne 28. novembra 2019 o določitvi enotnih pogojev za izvajanje Uredbe (EU) 2016/2031 Evropskega parlamenta in Sveta, kar zadeva ukrepe varstva pred škodljivimi organizmi rastlin, ter razveljavitvi Uredbe Komisije (ES) št. 690/2008 in spremembi Izvedbene uredbe Komisije (EU) 2018/2019 (UL L 319, 10.12.2019, str. 1).

Izvedbena uredba Komisije (EU) 2022/1630 z dne 21. septembra 2022 o vzpostavitvi ukrepov za zadrževanje fitoplazme *Grapevine flavescentiae* na nekaterih razmejenih območjih (UL L, 22. 9. 2022, str. 1).

Pravilnik o ukrepih za preprečevanje širjenja in zatiranje zlate trsne rumenice (Uradni list RS, št. 48/14, 49/16 in 8/17).

Načrt izrednih ukrepov za zlato trsno rumenico (*Grapevine flavescentiae*) v Republiki Sloveniji, 2022, <https://www.gov.si teme/zlata-trsna-rumenica/>.

Akcijski načrt za obvladovanje izbruha zlate trsne rumenice (*Grapevine flavescentiae*) na Ljutomersko ormoškem območju z okolico, UVHVVR, 2022.

Poročilo o izvedbi Akcijskega načrta za Ljutomersko ormoško območje z okolico, UVHVVR, 2022.

Informacija o posledicah in izvedbi ukrepov za obvladovanje izbruhov zlate trsne rumenice v Sloveniji, ki ogroža slovensko vinogradništvo, UVHVVR, 2023.

Možnosti uresničevanja ciljev revidirane direktive o trajnostni rabi fitofarmaceutskih sredstev (FFS) v vinogradništvu s ciljem 50 % zmanjšanja rabe FFS

Mario Lešnik^{1*}, Mihaela Roškarič¹, Peter Berk¹, Andrej Paušič¹

¹Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Pivola 10, 2311 Hoče

*Korespondenca: mario.lesnik@um.si

Izvleček: Prispevek obravnava analizo možnosti zniževanja rabe sintetičnih FFS v slovenskem vinogradništvu na kratek rok z uvajanjem novih tehnologij pridelave. Realizacija zahtev podanih v reviziji direktive o trajnostni rabi FFS (EU 128/2009), to je 50 % zmanjšanje rabe FFS na kratek rok ni možna. Nekatere ovire so podobne kot v drugih državah (npr. premajhna ponudba visoko učinkovitih alternativnih pripravkov, počasno uvajanje odpornih sort, povečevanje števila gospodarsko pomembnih škodljivih organizmov), nekatere pa so lokalno specifične (slab finančni fitnes majhnih kmetij, prepočasen transfer znanja, prenizke podpore za uvajanje novih tehnologij in opreme). Na vseh omenjenih segmentih so potrebne občutne izboljšave in še dodatno na segmentu trženja vina in prilagajanja klimatskim spremembam.

Ključne besede: trajnostna raba FFS, aktivne snovi, vinogradništvo, pridelava 0-residue, podnebne spremembe, digitalizacija

Possibilities of Achieving the Goals of the Revised Directive on the Sustainable use of Pesticides in Viticulture with the Goal of a 50 % Reduction in Pesticide Use

Abstract: The paper deals with the analysis of the possibility of reducing the use of synthetic plant protection products PPP in Slovenian viticulture in the short term by introducing new production technologies. The realization of the requirements given in the revision of the directive on the sustainable use of PPP (EU 128/2009), i.e., a 50% reduction in the use of PPP, is not possible in the short term. Some obstacles are similar to those in other countries (e.g., an insufficient supply of highly effective alternative plant protection preparations, slow introduction of resistant grape varieties, and increase in the number of new economically important harmful organisms), while some are locally specific (poor financial fitness of small farms, too slow transfer of knowledge, insufficient financial support for the introduction of new technologies and equipment). Significant improvements are needed in all the mentioned segments, and additionally in the part of wine marketing and adaptation to climate change.

Keywords: sustainable use of pesticides, active substances, viticulture, 0-residue production, climate change, digitalization

Uvod

V letu 2022 je evropsko kmetijsko javnost razburil predlog revizije uredbe o trajnostni rabi fitofarmaceutskih sredstev (FFS) (EU 128/2009). V predlaganem besedilu direktive o trajnostni rabi FFS (TRP) je bil postavljen cilj, da se v EU kmetijstvu do leta 2030 zmanjša poraba FFS za 50 %. Ta predlog je povzročil obsežne strokovne razprave, ali je doseganje takšnega cilja sploh realno izvedljivo? Moteč je koncept doseganja zmanjšane porabe, ki temelji na ideji masovnega popolnega prepovedovanja rabe FFS na občutljivih območjih in ne primarno na bolj racionalni uporabi FFS. Če upoštevamo definicije občutljivih območij iz uredbe (Natura, VVO, območja ob urbanem okolju, ...) ugotovimo, da je praktično tretjina naših trajnih nasadov prizadetih z obsežnimi prepovedmi rabe FFS. Vinogradništvo ima velik vpliv na splošne statistike porabe FFS na državnem in EU nivoju. V Slovenskih vinogradih v zadnjih letih porabimo od 20 do 33 kg aktivnih snovi FFS na hektar letno. Če to povprečno porabo apliciramo na površine vinogradov, ki jih imamo (približno 15000 ha), potem znaša poraba FFS v Sloveniji v vinogradih nad 300 ton aktivnih snovi letno. V zadnjih letih se povprečna skupna poraba aktivnih snovi FFS v Sloveniji giblje med 1000 in 1050 ton in v vinogradih porabimo skoraj tretjino vseh FFS v Sloveniji. Daleč največji delež v porabi FFS v vinogradih imajo fungicidi na podlagi žvepla (praktično vsaj 40 % vse rabe). Bakrovi fungicidi v skupni rabi predstavljajo manj kot 5 % porabljenih FFS. Trenutno je pri sprejemanju preveč ambiciozne novele uredbe prišlo do zastoja, ker je večina držav članic EU zahtevala deteljne ekonomske študije posledic uveljavitve uredbe v predstavljeni obliki. Tudi v Sloveniji smo strokovnjaki za varstvo rastlin mnenja, da je cilj 50 % zmanjšanje porabe FFS do leta 2030 precej nerealen. Ne glede na omenjeno pa ostaja dejstvo, da se bo pritisk nekmetske javnosti v EU in v Sloveniji samo še stopnjeval in morali bomo pospešeno uvajati ukrepe za zmanjšanje rabe klasičnih sintetičnih FFS. Številnih FFS verjetno ne bomo uporabljali več, ker jih bodo umaknili iz trga. Zelo verjetno bodo podatki o rabi FFS postali še bolj pomemben dejavnik pri marketingu vina in pri podeljevanju okoljsko orientiranih podpor (SOPO, KOPOP).

Material in metode

Prispevek je strukturiran kot pogled na razvoj dogajanj v povezavi s potencialnimi posledicami uveljavitve uredbe o trajnostni rabi FFS in pogled na razvoj možnosti za zmanjšanje rabe FFS. Naš pogled temelji na rezultatih nekaterih domačih raziskav in na pregledu trendov v drugih EU državah. Domače raziskave so bile izvedene po standardnih protokolih za izvedbo znanstvenih poskusov v naravi s FFS. Metodologij izvedbe poskusov skladnih z EPPO standardi tukaj ne navajamo. Nekatere raziskave so že bile objavljene nekatere pa so v teku in še niso bile objavljene.

Rezultati z diskusijo

Potencialne posledice obsežnega zmanjšanja rabe FFS v kratkem času v vinogradih z običajnimi občutljivimi sortami

V vseh državah EU se ukvarjamo z izračuni ekonomskih posledic, tako na strani pridelovalcev, ki zaradi občutno zmanjšane rabe FFS lahko doživijo velike izgube pridelkov, kot na strani potrošnikov, ki lahko pričakujejo občutne podražitve praktično pri vseh živilskih proizvodih, tudi pri vinu. Večji del strokovne javnosti pričakuje da bodo snovalci direktive cilje bolj približali realnim možnostim, da se bodo zelo povečala vlaganja v razvoj in v uvajanje novih tehnologij in le tako bomo omogočili postopen prehod v razmere z občutno manjšo porabo klasičnih FFS. V večini novejših znanstvenih študij poudarjajo, da je večje redukcije rabe FFS možno doseči le z uvajanjem novih odpornih sort in pojavom novih generacij FFS s povsem drugačnimi mehanizmi delovanja (npr. biotični ali biotehnoški)(Pertot

in sod. 2017, Merot in sod. 2019, 2020b, Perria in sod. 2022). Ocenjuje se, da se ob obsežni redukciji rabe FFS in ob nespremenjenih konceptih vinogradništva lahko pojavijo velike izgube pridelka. Poudarja se, da so potrebne velike spodbude industriji FFS za proizvodnjo novih generacij FFS v nizkim tveganjem in biotičnih FFS.

Kakšne so, ali pa bi lahko bile posledice velikega zmanjšanja rabe FFS lahko vidimo na več domačih praktičnih primerih. Prvi primer so gotovo občasne velike izgube pridelkov v ekološki pridelavi. Drug primer je hiter porast močno okuženih vinogradov s trsno rumenico (tip Flavescence dorée), po tem, ko smo preveč zožili nabor učinkovitih insekticidov za zatiranje ameriškega škrdatka (*Scaphoideus titanus* Ball). Tretji primer je povečanje težav z boleznimi lesa (npr. ESCA), ker smo zmanjšali porabo bakrovih pripravkov in nekaterih kontaktnih fungicidov (npr. ditiokarbamati) (Mondello in sod. 2018). V vinogradih, kjer so opustili zgodnja škropljenja je prišlo do velikega porasta črne pegavosti (*Phomopsis viticola* (Sacc.) Sacc.) in črnega pikca (*Elsinoë ampelina* Shear). Počasi se nam bo na žlahtnih trtah ustalila tudi trtna uš (*Daktulosphaira vitifoliae* Fitch), kar bo povečalo potrebo po uporabi insekticidov.

Povečujejo se težave s plodovo vinsko mušico (*Drosophila suzukii* Matsumura) in kislom gnilobo grozdja (*Acetobacter* sp.). Na grozdju napadenem od omenjenih dveh povzročiteljev bolezni se razvija več gliv, ki oblikujejo mikotoksine (npr. *Aspergillus* sp.; aflatoksini). Delež vin s preseženimi mejnimi koncentracijami mikotoksinov se povečuje. 50 % zmanjšanje porabe FFS v kratkem času bi v slovenskem vinogradništvu prineslo velike izgube pridelkov, ker bi prišlo do postopnega manjšanja fitnesa vinogradov. Posledic zmanjšanja porabe FFS ne vidimo v polni meri takoj, temveč gre za procese, ki trajajo več let in postopno zmanjšajo fitnes trte. Posebej problematične so redukcije pri uporabi insekticidov, kjer se lahko izredno pospeši razširjanje fitoplazmatskih (rumenice) in riketsijskih bolezni (*Xylella fastidiosa* subsp. *fastidiosa* Wells in sod. – Piercova bolezen). Že sedaj smo v težavah pri obvladovanju bolezni lesa (ESCA kompleks). V težavah smo tudi pri zagotavljanju zdravstvenih standardov pri matičnih nasadih in v trsnicah, ker primanjkuje sredstev za nadstandardno učinkovito varstvo. V podobnih težavah so tudi v drugih državah in zato se zdravstvena tveganja pri uvoženem razmnoževalnem materialu zelo povečujejo (virusi in bakterijske bolezni). Stopnja varnosti ob nakupu razmnoževalnih materialov iz tujine se je zelo zmanjšala.

V katero smer bodo šle redukcije FFS in kakšni so spiski aktivnih snovi kandidatke za zamenjavo?

V EU se bo ne glede na cilje direktive TRP še naprej izvrševal rigorozen proces umikanja aktivnih snovi, ki ne dosegajo zaostrenih okoljskih in humano-toksikoloških standardov (Marchand 2023). Tako imamo v EU v povezavi z direktivo EC 1107/2009 (24. člen) dinamično spreminjajoč spisek snovi imenovanih »kandidatke za zamenjavo«. To so snovi, ki niso več povsem skladne z zaostrenimi standardi in so v čakalnici, da se jih umakne, ko bo na voljo dovolj alternativnih snovi za zamenjavo. V zadnjih letih so to bile v postopkih umikanja snovi iz skupine triazolov, neonikotinoidov, organofosforjevih estrov, sintetičnih piretroidov, ditiokarbamatov in druge (Silva in sod. 2022). Z določeno verjetnostjo glede na nove toksikološke kriterije lahko prognoziramo, katere aktivne snovi bodo izgubili v bližnji prihodnosti in pri katerih škodljivih organizmih bodo težave pri zatiranju še večje, kot jih imamo že sedaj, ker nekatere snovi več ne bodo dostopne. Trenutno kaže, da je največ diskusij glede umika, kar se tiče vinogradništva širše v EU, pri naslednjih aktivnih snoveh: fludioksonil, tebukonazol, ciprodinil, metalaksil, fluopikolid, metoksifenoimid, izopirazam, tebufenpirad, difenkonazol, cipermetrin, etofenproks, lambda cihalotrin, emamektin, etoksazol in nekatere bakrove spojine. Natančno umikov aktivnih snovi ni možno predvideti, ker na odločitve o umiku vpliva tudi dejavnik razpoložljivost alternativnih pripravkov. Če alternative niso na voljo, se proces umika značilno upočasnjuje. Tudi če bi umaknili vse zgoraj naštetih snovi, bi glede na široko ponudbo pripravkov pri nas še vedno lahko zagotavljali dokaj zanesljivo varstvo, kar pomeni, da vinogradništvo v Sloveniji glede na trenutno dinamiko umikov aktivnih snovi iz seznama kandidatke za zamenjavo, zaradi umikanja le teh ni ogroženo. Najtežje posledice bi verjetno bile pri umiku snovi metalaksil in bakrovih pripravkov.

Smeri in ukrepi za zmanjšanje rabe FFS v vinogradništvu

Ne glede na končno obliko direktive TRP vemo, da bomo morali zmanjšati rabo kemičnih FFS in da je postopno potrebno intenzivirati ukrepa za zmanjšanje rabe FFS. Zmanjšana raba FFS je lahko tesno povezana s sistemom kmetijskih podpor in tudi s trženjem kmetijskih pridelkov. Na splošno lahko med ukrepe za zmanjšanje porabe FFS štejemo naslednje (Pertot in sod. 2017): bolj natančno odmerjanje in določanje potrebne po rabi FFS (vse vrste digitalizacijskih pripomočkov), uvajanje boljših odločitvenih podpornih sistemov za integrirano pridelavo nove generacije (npr. 0-residue pridelava), spremenjene metode aplikacije FFS, uvajanje novih oblik ekološke pridelave, uvajanje tolerantnih sort (PIWI), povečana poraba alternativnih pripravkov (biotična FFS, biostimulatorji, osnovne snovi, ...), prenehanje uporabe herbicidov. Vse smeri ukrepanja mora na koncu pospremiti inovativni marketing vina, ki zagotovi dober pretok informacij med vinogradnikom, vinarjem in potrošnikom, da bo le ta pripravljen sprejeti višjo ceno vina zaradi jasnega okoljskega in humano-zdravstvenega doprinosu novih inovativnih pridelovalnih sistemov.

V EU dokumentih se pogosto navaja, da lahko zmanjšanje rabe FFS zagotovi ekološka pridelava (Merot in sod. 2019, 2020a). V vinogradništvu v obstoječi obliki ob gojenju občutljivih sort to morda ni res, ker imamo visoko porabo Cu in S. Velik statistični prispevek eko pridelave pa je, da ne uporabljamo herbicidov, ki imajo tudi pomembno vlogo v celokupni statistiki porabe FFS. Zaradi težav s pleveli precej tolerantnimi na nekatere herbicide in vpliva plevelov na bolezni tri rabe herbicida v eni sezoni v integriranih vinogradih niso redkost. Postavljata se dve vprašanji. Ali lahko dosežemo EU cilje zgolj s prenehanjem uporabe Cu in S pripravkov in, ali imamo ustrezne alternativne pripravke za izvedbo ekološke pridelave brez uporabe Cu in S pripravkov? Zgolj s prenehanjem uporabe Cu in S pripravkov, gledano statistično, ne moremo zmanjšati porabe FFS za 50 %, če skupaj upoštevamo ekološko in integrirano pridelavo. Če pri integrirani pridelavi ostanemo pri trenutnem naboru razpoložljivih pripravkov, bi lahko shajali brez uporabe Cu in S pripravkov, s tem da obstaja možnost pospešitve odpornosti na nekatere organske fungicide in lahko se poveča obseg boleznih lesa. Negativne posledice umika Cu pripravkov so odvisne tudi od razpoložljivosti kontaktnih fungicidov (folpet, dodin, ditianon, ditiokarbamati). Odprto vprašanje je, kakšne so posledice dolgoročnega prenehanja uporabe Cu in S pripravkov? V Sloveniji smo na raziskovalnih inštitucijah izvedli nekatere maloštevilne poskuse integrirane in eko pridelave brez uporabe Cu in S pripravkov in prevladujoče strokovno mnenje je, da se ob prenehanju uporabe Cu in S lahko pojavijo velika tveganja za pojav velikih izgub pridelka in padec kakovosti vina. Alternativni pripravki pri zmerni frekvenci uporabe niso dovolj učinkoviti. Če imamo zelo veliko frekvenco uporabe pa se srečamo z izjemno velikimi stroški (nad 1.100 €/ha/letno), ki jih s povprečnimi doseženimi cenami vina ne moremo pokriti. Vsekakor je logična alternativa, da bi v bodoče v ekološki pridelavi sadili predvsem PIWI sorte (tolerantne sorte, v nemščini Pilzwiderstandsfähige Rebsorten), kjer pa bi lahko shajali brez uporabe Cu in S. Prav tako je smiselno, da bi v moderno obliko ekološke pridelave prešli vsi majhni ljubiteljski vinogradniki, kjer primarni cilj ni visok pridelek temveč imeti svoje hišno vino. Pri pripravi statistik je v bodoče zelo pomembno, da se kategorija klasičnih organskih fungicidov jasno razmeji od sredstev z nizkim tveganjem (npr. karbonati, laminarini, hitosani, silikati, ...). Če se to ne bo storilo, bo povečanje ekološke pridelave in uporaba omenjenih alternativ namesto Cu in S lahko povzročila statistično povečanje porabe FFS na državnem nivoju. Če na primer pripravke Vitanon štejemo med FFS in ga uporabimo petkrat v odmerku 7 kg/ha, potem smo na hektar letno vnesli več kot 30 kg aktivne snovi FFS samo z uporabo takšnega pripravka (99 % KHCO_3).

Uvajanje 0-residue pridelave (ZRP) in 0-residue marketinških znamk vina

Trenutno imamo najintenzivnejši trend uvajanja 0-residue vina v Franciji (glej prispevke na <https://www.vitisphere.com> in <https://www.winebusiness.com> pri uporabi gesla 0-residue wine). Na spletnih straneh proizvajalcev teh vin so podatki, da se pričakuje, da ta vina dosejajo vsaj 10-15 % višjo

ceno od vin iz običajne integrirane pridelave. Običajno se pričakuje, da imajo 0-residue vina vse ostanke FFS pod običajno mejo detekcije, to je pod 0.001 mg/kg. Nadgradnja je, da se ne v vinogradu in ne v kletarstvu ne uporablja Cu in S. Vina iz takšnih procesnih postopkov dosegajo ceno nad 20 € za steklenico. Pri 0-residue pridelavi v drugem delu sezone namesto običajnih FFS uporabimo alternativne pripravke (osnovne snovi, biostimulatorji, biotična FFS) in s tem zagotovimo zelo nizke koncentracije ostankov. V kletarstvu se lahko uvede nove tehnologije filtriranja in čiščenja vina, ki dodatno zmanjšajo koncentracijo ostankov FFS (Pazzirota in sod. 2013, Alister in sod. 2014, Dumitriu Gabur in sod. 2021).

Prve domače izkušnje s testiranjem 0-residue pridelave v nekaterih poskusih:

- Uvajanje ZRP vinogradništva lahko pri gojenju občutljivih sort zmanjša porabo FFS za približno 25-30 %.
- V povprečno ugodnih razmerah za razvoj bolezni in škodljivcev imamo pri 30 % zmanjšanju porabe klasičnih sintetičnih FFS izgubo pridelka v razponu od 1 do 7 % in stroški izvedbe varstva rastlin se povečajo za 4 do 10 %.
- Če želimo nadomestiti izgube zaradi ZRP pridelave moramo ZRP vino prodati po približno 4 do 6 % višji ceni, kot običajno integrirano vino, če imamo pridelke med 9000 in 14000 kg/ha.
- Ponudba alternativnih pripravkov pri nas je dovolj velika, so pa nekoliko predragi.
- Vse informacijske podlage glede podaljšanih karenc za pripravke in glede faktorjev transferja ostankov FFS iz grozdja v ustekleničeno vino še niso na voljo. So pa na voljo nekateri tuji podatki, tudi v obliki aplikacij za pametne telefone (glej na primer Aplicación Móvil Control Plaguicidas. <https://twgroup.cl/portfolio/laboratorio/>).
- V naslednjem programskem obdobju je za podporo ZRP pridelavi morda možno uporabiti podporo preko intervencije IRP27 Biotično varstvo rastlin (209 €/ha). Pridelovalce mora v drugem delu sezone vključiti pripravke in metode biotičnega varstva.

Tolerantne PIWI sorte kot sredstvo za občutno zmanjšanje rabe FFS v vinogradih

Vsekakor pospešeno uvajanje tolerantnih PIWI sort lahko značilno zmanjša porabo FFS v vinogradih. Uvajanje teh sort je bistveno počasnejše kot si želimo. Vzrokov, zadržkov je več. Ponudba sort je precejšnja a so postopki introdukcije in vpisa v trsni izbor počasni. Trenutno kaže, da je ponudba cepljenk glede na majhno povpraševanje dovolj velika. Trsničarji zagotavljajo dovoljšno ponudbo, če jim vinogradniki povpraševanje po izbranih sortah sporočijo pravočasno. Po nekaterih ocenah precej novih sort nima potenciala za proizvodnjo vrhunskih vin. Vse sorte, ki so bile preizkušane v naših podnebnih razmerah in s strani stroke priporočene za vpis v trsni izbor posameznih vinorodnih okolišev so potrdile potencial za pridelavo vrhunskih vin. Potreben je marketinški preboj in sprememba glede senzoričnih pričakovanih potrošnikov (novi senzorični trendi) (Mian in sod. 2023). PIWI sorte nimajo takšne stopnje tolerance za škodljivce, kot jo imajo proti povzročiteljem bolezni, uporabe insekticidov ne moremo značilno zmanjšati. Na srednji rok lahko PIWI sorte zagotovijo zmanjšanje porabe FFS, a zmerno intenzivno varstvo bo vedno potrebno tudi pri njih. Tudi nekatere domače izkušnje že kažejo da pri gojenju PIWI sort popolnoma brez uporabe FFS pride do težav z boleznimi lesa in jagod (*Phomopsis viticola* (Sacc.) Sacc., *Elsinoë ampelina* Shear, *Guignardia bidwellii* (Ellis) Viala & Ravaz.). Veliko je tudi vprašanj glede odziva teh sort na povzročitelje kisle gnilobe (bakterije in kvasovke) in tudi na ESCA kompleks. Vinogradniki, ki že več let gojijo nekatere PIWI sorte ocenjujejo, da je lahko letni vnos FFS v vinogradih s temi sortami manjši tudi za 60 do 80 % v primerjavi z *vinifera* sortami. Tako je pri sortah kot sta 'Solaris' in 'Muscaris' možno shajati z dvema aplikacijama FFS letno, pri malo bolj občutljivi sorti 'Johanniter' pa s štirimi nanosi FFS. Po domačih izkušnjah pri PIWI sortah, ki jih vsaj minimalno varujemo s FFS ni za pričakovati povečanega pojava bolezni iz ESCA kompleksa, v primerjavi z *vinifera* sortami.

Zmanjšanje rabe herbicidov

V Sloveniji imamo veliko vinogradov, kjer so rabo herbicidov opustili že veliko let nazaj in vegetacijo uspešno obvladujejo z zmernimi stroški s košnjo in mulčenjem. Med njimi so tudi vinogradi z integrirano pridelavo. Pri herbicidih lahko dosežemo občutno zmanjšanje rabe. Najtežje je obdobje prvih treh let razvoja vinograda, ko ima trta nizko tekmovalno sposobnost. V okviru nekaterih CRP in EIP projektov smo pridobili domače izkušnje o izvedljivosti in stroških alternativnih metod zatiranja plevelov pod trtami ali pa smo pregledali tuje raziskovalne rezultate (Paušič in sod. 2021, 2022, Berk in sod. 2021b). Opuščanje rabe herbicidov se spodbuja tudi skozi podpore (KOPOP).

Domače izkušnje z alternativnimi metodami zatiranja plevelov pod trtami:

- Ponudba strojne tehnike za mehansko izvedbo zatiranja plevelov je velika.
- V primorski regiji je na sezono potrebno izvesti najmanj dva mehanska prehoda, drugje najmanj tri prehode.
- Ob upoštevanju cen iz sezone 2022 znašajo stroški mehanskega zatiranja plevelov na hektar od 120 do 450 € in so vsaj od 2 do 5 krat višji od stroškov zatiranja plevelov pod trtami z dvema aplikacijama herbicida glifosat na sezono. Ponudba alternativnih kemičnih herbicidov je premajhna za nadomestitve snovi glifosat in uspešno kemično zatiranje z drugimi aktivnimi snovmi.
- Pomemben del neugodnih ekonomskih učinkov mehanskih metod je nizka storilnost zaradi majhnih hitrosti dela in enovrstnega izvajanja prehodov. Potrebna je nabava naprav opremljenih z tehnologijo pametnega vodenja za dvostransko delo pri velikih hitrostih.
- Alternativni bolj prijazni herbicidi (kislina, olja, rastlinski izvlečki, ...) niso primerni za prakso, ker stroški zatiranja na letnem nivoju zaradi velikega števila ponovitev aplikacij presežejo vrednost 500 €/ha. Enako velja za izvajanje fizikalnih metod (ogelj, vroča para in voda, elektro metode).
- Pri uporabi mehanskih orodij so na trtah pogosto opazne intenzivne poškodbe, ki skrajšajo življenjsko dobo trt.

Če želimo ob prenehanju uporabe herbicidov povečati učinkovitost mehanskih zatiralnih metod moramo povečati natančnost vodljivosti orodij in poseči v botanično sestavo vegetacije pod trtami. Sodoben trend je avtoregulatorna vegetacija, ki jo izselekcijiramo z orodji ali pa posejemo ustrezne mešanice. V ožjem pasu pod trtami (npr. 20 cm v liniji debel) moramo ustvariti nizko nekonkurenčno vegetacijo v katero ne posegamo ali le občasno (1 x na dve leti). To omogoča, da z orodji ne vstopamo v linijo debel in lahko delamo pri bistveno večjih hitrostih. Tako zmanjšamo obseg strojnih ur in živega dela ter obseg poškodb. Cilj je, da pas pod trtami nikoli ni povsem gol, temveč da je vsaj 2/3 prekrit z nekonkurenčnimi rastlinami. Če to dosežemo, imamo koristi na segmentu zmanjšanja erozije, površinskega odtoka vode, povečanja mikrobne in favnistične aktivnosti v tleh in tudi na segmentu celokupne bilance razpoložljive vode. Prihranek vode zaradi spremenjenih lastnosti tal je večji, kot delno povečanje porabe vode s strani zeliščne vegetacije po trtami. Sistemi avtoregulatorne vegetacije so v razvoju in mislimo da imajo prihodnost. Potrebni so novi stroji za precizno odlaganje gnojil v tla pod nekonkurenčno vegetacijo. Za doseganje sprememb v vegetaciji vinograda je potrebno preveriti možnosti izkoriščanja intervencije INP8.11 – povečevanje biodiverzitete.

Zmanjšanje rabe FFS z uvajanjem digitalizacije

Digitalizacija lahko zmanjša rabo FFS na več ravneh (Pertot in sod. 2017, Berk in sod. 2021a, 2022). Dve običajni ravni sta; a) senzorska pomoč pri izvajanju aplikacije FFS in b) računalniška podpora pri odločanju o potrebi rabe FFS (angl. decision support sistemi) (Gil in sod. 2019, Žibrat in sod. 2019, Erdal 2022a, b). Na teh dveh področjih imamo v Sloveniji raziskovalne aktivnosti, kot tudi aktivnosti na strani

ponudbe strojne in softverske opreme za pršilnike. Nekateri poskusi v okviru CRP in EIP projektov so pokazali, da je z uporabo napredne senzorske tehnike pri aplikaciji FFS možno prihraniti tudi do 30 % letne količine FFS (Gil in sod. 2019; Berk in sod. 2022). Z vključitvijo intervencije za posodabljanje opreme za bolj učinkovit nanos FFS (IRP21) lahko nadgradimo naprave za nanos FFS. Z opremljanjem pršilnikov s senzorji ali celo za uporabo dronov in satelitov je možno doseči še večje prihranke FFS (do 60 %) (Campos in sod. 2019, Stolarski in sod. 2022). Ovira za pospešeno uporabo digitalizacijskih rešitev je njihova trenutna previsoka cena za manjše in srednje velike vinogradnike. Investicije v digitalizacijo se običajno hitro izplačajo pri gospodarstvih, ki imajo več kot 10 ha vinogradov. Takšnih je pri nas le okrog 160-180. S preprostimi kalkulacijami lahko hitro presodimo ekonomičnost opremljanja s senzorji za analizo zelene stene in GPS podporo. Če na primer letni škropilni program v integrirani pridelavi stane 700 €/ha in prihranimo 20 % je to letni prihranek 120 €/ha. Če ta prihranek ustvarimo na 10 ha to znaša 1.200 € letno in če to preračunamo na 5 let je prihranek 6.000 €. Za ta denar pa lahko dobimo vrhunsko nadgradnjo pršilnika. V srednjeročnem obdobju pričakujemo relativno pocenitev vsaj nekaterih tipov opreme, tako da bo dostopna širšemu krogu uporabnikov. Uvajanje digitalizacijske podpore naslednje generacije predvideva vgradnjo solarnih sistemov nad vinograde, uporabo elektrognanih samohodnih robotov in nanos FFS preko fiksnih škropilnih sistemov z mikro razprsilci. V takšnih vinogradih bo zagotovljena samooskrba z energijo in manjša poraba energije. Drastično se bodo zmanjšale ure živega dela.

Zaključki

Uvajanje tolerantnih sort, novih tehnologij gojenja in novih pripravkov je ukrep za občutno zmanjšanje rabe FFS v vinogradih. Hitrost prehoda v pridelovalne sisteme z zmanjšano rabo FFS je zelo pogojena z razpoložljivimi finančnimi sredstvi. Ovira je velikost vinogradniških kmetij in slab finančni fitness majhnih kmetij. Investicije lahko povečajo stroške pridelave in ti se morajo preliti v višjo ceno vina. Tukaj je potrebna povezava z uspešnim marketingom, ki naj zagotovi prodajo vina po višjih cenah z utemeljitvijo vseh vrst dobrobiti novih tehnologij pridelave. V številnih vinogradih je pomembna omejitev topografija terena, ki otežuje uvajanje nekaterih tipov strojne tehnike. Varstvo rastlin ne izvajamo samo z uporabo FFS temveč z vsemi ukrepi nege tal, trte in pridružene vegetacije. Potrebno bo spremeniti sorte in tudi ekosistem vinograda (botanično sestavo rastlinstva, mikrobnost aktivnosti tal, ...). Če nam uspe spremeniti ekosistem bo potreba po uporabi FFS manjša, oziroma bomo shajali z blažjimi FFS. Ne glede na končen politični dogovor v EU glede direktive TRP zahteva po zmanjšanju rabe sintetičnih FFS ostaja in je realnost vinogradnikov pri razvoju novih pridelovalnih sistemov. Velike redukcije rabe FFS (nad 30 %) je možno doseči s prenovo vinogradov in sajenjem PIWI sort, z večjimi investicijami v novo opremo za aplikacijo FFS z vso digitalizacijsko podporo. V bližnji prihodnosti pričakujemo prihod novih generacij FFS, ki bodo po eni strani ekološko dovolj blaga, po drugi strani pa bodo dovolj učinkovita (vsaj na nivoju 70-80 %). Potreben bo zelo inovativen marketing in dovolj velike podpore, da bo možno sprejeti povišane stroške pridelave. Vinogradniki potrebujejo širšo družbeno podporo za večplastno klimatsko, okoljsko in ekonomsko prilagajanje pridelovalnih sistemov, ki se izvajajo v težkih edafskih in topografskih razmerah. Tehnološki razkorak med velikimi in majhnimi vinogradniki se bo verjetno precej povečal in tudi kratkoročne rešitve za ene ali druge bodo različne.

Literatura

- Alister C, Araya M, Morandé JE, Volosky C, Saavedra J, Cordova A, Kogan M. 2014. Effects of wine grape cultivar, application conditions and the winemaking process on the dissipation of six pesticides. *Cien Inv Agr*, 4, 375–386.
- Berk P, Sečnik M, Urbanek Krajnc A, Stajnkó D. 2021a, Digital evaluation of the leaf wall area of the grapevine (*Vitis vinifera* cv. Sauvignon) by using LIDAR measuring technology. *Glas Zašt Bilja*, 4, 74–81.

- Berk P, Paušič A, Stajniko D, Urbanek- Krajnc A, Vindiš P, Kelc D, Belšak A, Kosi D, Lešnik M. 2021b, Efficiency of alternative weed control systems in the vineyard. Actual tasks on agricultural engineering : proceedings of the 48th International symposium, Zagreb, Croatia.
- Berk P, Lešnik M, Paušič A, Stajniko D, Sečnik M. 2022. Efficiency of the autonomous modular system in the implementation of the spray application process in the vineyard. *Glas Zašt Bilja*, 5, 104–112.
- Campos J, Llop J, Gallart M, García-Ruiz F, Gras A, Salcedo R, Gil E. 2019, Development of canopy vigour maps using UAV for site-specific management during vineyard spraying process. *Precis Agric*, 20, 1136–1156.
- Direktiva 2009/128/ES Evropskega parlamenta in sveta z dne 21. oktobra 2009, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0128&from=SV> (10.02.2023).
- Dumitriu Gabur GD, Teodosiu C, Cotea VV. 2021. Management of Pesticides from Vineyard to Wines: Focus on Wine Safety and Pesticides Removal by Emerging Technologies. *Grapes and Wine*, 3–25.
- Erdal O. 2022a. Best Practices for Effective Spraying In Orchards and Vineyards (FABE-539). Ohioline, The Ohio State University. ohioline.osu.edu/factsheet/fabe-539.
- Erdal O. 2022b. Advancements in Technology for Reduction of Pesticides Used in Orchards and Vineyards (FABE-538). Ohioline, The Ohio State University. <https://ohioline.osu.edu/factsheet/fabe-538>.
- Gil E, Campos H, Ortega P, Llop J, Gras A, Armangol E, Salcedo R, Gallart M. 2019. DOSAVIÑA: Tool to Calculate the Optimal Volume Rate and Pesticide Amount in Vineyard Spray Applications Based on a Modified Leaf Wall Area Method. *Comput Electron Agric*, 160, 117–130.
- Marchand PA. 2023. Evolution of plant protection active substances in Europe: the disappearance of chemicals in favour of biocontrol agents. *Environ Sci Pollut Res*, 30, 1–17.
- Merot A, Ugaglia A, Barbier JM, Del'homme B. 2019. Diversity of conversion strategies for organic vineyards. *Agron Sustain Dev*, 39, 16.
- Merot A, Smits N. 2020a. Does conversion to organic farming impact vineyards yield? A diachronic study in southeastern France. *Agronomy*, 11, 1626.
- Merot A, Fermaud M, Gosme M, Smits N. 2020b. Effect of Conversion to Organic Farming on Pest and Disease Control in French Vineyards. *Agronomy*, 10, 1047.
- Mian G, Nassivera F, Sillani S, Iseppi L. 2023. Grapevine Resistant Cultivars: A Story Review and the Importance on the Related Wine Consumption Inclination. *Sustain*, 15, 390.
- Mondello V, Songy AB, Pinto C, Coppin C, Trotel-Aziz P, Clement C, Mugnai L, Fontaine F. 2018. Grapevine trunk diseases: a review of fifteen years of trials for their control with chemicals and biocontrol agents. *Plant Dis*, 102, 1189–1217.
- Paušič A, Turk N, Lešnik M. 2021. Zatiranje plevelov v vinogradu z alternativnimi metodami v primerjavi s herbicidom glifosat. *Acta agric Slov*, 117, 1–9.
- Paušič A, Lešnik M, Sirk M, Urbanek Krajnc A, Kosi D, Berk P. 2022. Primerjava učinkovitosti kemičnih in alternativnih metod zatiranja plevelov v vinogradu. 15th Slovenian Conference on Plant Protection with International Participation, abstract volumes. *Plant Protection Society of Slovenia*, 107–108.
- Pazzirota T, Martin L, Mezcuca M, Ferrer C, Fernandez-Alba AR. 2013. Processing factor for a selected group of pesticides in a winemaking process: distribution of pesticides during grape processing. *Food Addit Contam*, 30, 1752–1760.
- Perria R, Ciofini A, Petrucci WA, D'Arcangelo MEM, Valentini P, Storchi P, Carella G, Pacetti A, Mugnai L. 2022. A Study on the Efficiency of Sustainable Wine Grape Vineyard Management Strategies. *Agronomy*, 12, 392.
- Pertot I, Caffi T, Rossi V, Mugnai L, Hoffmann C, Grando MS, Gary C, Lafond D, Duso C, Thiery D, Mazzoni V, Anfara G. 2017. A critical review of plant protection tools for reducing pesticide use on grapevine and new perspectives for the implementation of IPM in viticulture. *J Crop Prot*, 97, 70–84.
- Silva V, Yang X, Fleskens L, Ritsema CJ, Geissen V. 2022. Environmental and human health at risk – Scenarios to achieve the Farm to Fork 50% pesticide reduction goals. *Environ Int*, 165, 107296.
- Stolarski O, Fraga H, Sousa JJ, Pádua L. 2022. Synergistic Use of Sentinel-2 and UAV Multispectral Data to Improve and Optimize Viticulture Management. *Drones*, 6, 366.
- Žibrat U, Knapič M, Urek G. 2019. Plant pests and disease detection using optical sensors – Daljinsko zaznavanje rastlinskih boleznih in škodljivcev. *Fol Biol Geol*, 60, 41–52.

**Prilagajanje agrotehničnih ukrepov
podnebnim in tržnim spremembam pri
pridelavi vina sorte 'Sauvignon'**

Vpliv uravnavanja listne površine, namakanja in globalnega segrevanja na kakovost sorte 'Sauvignon': 10 let raziskav

Paolo Sivilotti^{1*}, Klemen Lisjak², Katja Šuklje², Andreja Vanzo²

¹Univerza v Vidmu, Oddelek kmetijskih, prehranskih, okoljskih in živalskih znanosti; 33100, Videm, Italija

²Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za sadjarstvo, vinogradništvo in vinarstvo, Hacquetova 17, 1000 Ljubljana

*Korespondenca: paolo.sivilotti@uniud.it

Izveček: Zelena dela in deficitno namakanje so strateški pristopi za modulacijo kakovosti grozdja. Postopki so posebno zahtevni pri belih sortah grozdja, saj lahko vplivajo na biosintezo aromatičnih spojin. Dvig temperature zaradi globalnega segrevanja pomembno vpliva na metabolizem grozdja, kar lahko med zorenjem grozdja negativno vpliva predvsem na sintezo sekundarnih metabolitov ter posledično na kakovost pridelanih vin. V zadnjih 15 letih smo na sorti 'Sauvignon' opravili veliko raziskav, ki nam omogočajo boljše razumevanje vpliva različnih tehnik upravljanja vinograda na kakovost grozdja in vina. Leta 2013 smo v Vipavski dolini izvedli poskuse z namenom preučiti vpliv razmerja pridelok/listna površina na sintezo prekurzorjev tiolov v grozdju. Nato smo v letih 2013 in 2014 v Oslavju (Gorica) raziskovali učinek odstranjevanja listov pred in po cvetenju na vsebnost tiolnih spojin. Leta 2013 smo v Sequalsu (območje Pordenona) postavili še poskus za preučevanje vpliva sušnega stresa in vročinskih valov na biosintezo prekurzorjev tiolov in na kakovost vin. Dobljeni rezultati potrjujejo, da lahko tako okoljske kot vinogradniške prakse modulirajo biosintezo prekurzorjev tiolov v grozdju in tudi pomembno vplivajo na senzorične deskriptorje vin.

Ključne besede: obremenitev, odstranjevanje listov, toplotni stres, sušni stres, 'Sauvignon', prekurzorji tiolov

'Sauvignon Blanc' Quality is Modulated by Canopy Management, Irrigation and Global Warming: 10 Years of Experiments

Abstract: Canopy management and deficit irrigation represent a strategic way to modulate the grape quality, and the decisions are particularly difficult in case of white grape varieties since they could impact on aroma compound biosynthesis. Moreover, the increase of temperatures due to the global warming has a significant impact on the grape metabolism, and mainly secondary metabolites can be negatively affected during grape maturation thereafter influencing the overall quality of the resulting wines. In the last 15 years several trials have been carried out on 'Sauvignon Blanc', with the aim to understand the impact of different management techniques on grape and wine quality. More in detail, in 2013 a trial was carried out in Vipava valley to understand the impact of source-sink ratio on the biosynthesis of thiol precursors in grapes. Thereafter in 2013 and 2014, the effect of pre- and post-flowering leaf removal was ascertained in a trial carried out in Oslavia (Gorizia) aiming to investigate thiol compounds. More recently another experiment was set up in Sequals (Pordenone area) with the aim to understand the role of water stress and heat waves on the thiol precursors' biosynthesis and on the overall quality of wines. The results obtained revealed that both environmental and management practices can modulate the biosynthesis of thiol precursors in grapes, with important influences also on the sensory descriptors of wines.

Keywords: crop load, leaf removal, heat stress, water stress, 'Sauvignon Blanc', thiol precursors

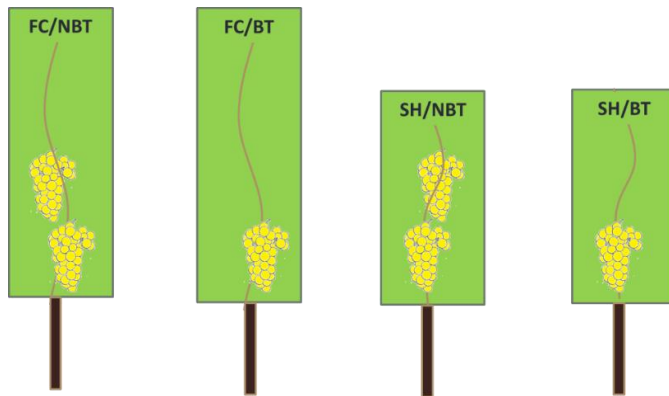
Uvod

'Sauvignon' je bela sorta grozdja, ki ga gojijo na veliko vinogradniških območjih po svetu, med njimi pa so najbolj znana Bordeaux, Sancerre, Pouilly Fumè in Loire Valley v Franciji ter Marlborough Valley na Novi Zelandiji. Najpomembnejše spojine, odgovorne za aromatične lastnosti vin sorte 'Sauvignon' so metokspirazini in tioli. Prve povezujemo z vonji po listih paradižnika in zelene paprike. Marais in sod. (1999) so dokazali, da je v toplejših letnih časih koncentracija metokspirazinov v vinih znatno manjša. Številne študije so pokazale, da izpostavljenost sončni svetlobi in odstranjevanje listov negativno vplivata na njihovo sintezo in pospešujeta njihovo razgradnjo (Ryona in sod. 2008, Allen in sod. 2011, Roland in sod. 2011, Šuklje in sod. 2012, Sivilotti in sod. 2016). Tioli predstavljajo poleg metokspirazinov še en pomemben razred aromatičnih spojin v vinih sorte 'Sauvignon', pa tudi pri drugih sortah vinske trte. Najpomembnejši sortni tioli so 4-metil-4-sulfanilpentan-2-on (4MSP), ki po vonju spominja na pušpan in črni ribez, ter 3-sulfanilheksan-1-ol (3SH) in 3-sulfanilheksil acetat (3SHA), odgovorna za sadne in citrusne note (Tominaga in sod. 1996, 1997, Darriet in sod. 1995). V grozdni jagodah se sortni tioli kopičijo v zadnjih fazah zorenja kot cisteinski in glutationski prekurzorji (Peyrot de Gachons 2002, Kobayashi in sod. 2011). V zvezi z vinogradniškimi tehnologijami so Herbst-Johnstone in sod. (2013) poročali, da strojna trgategv spodbuja povečanje koncentracijo tiolov v vinu. Še vedno potekajo razprave o učinkih suše. Cataldo in sod. (2021) so poročali, da je pomanjkanje vode negativno vplivalo na biosintezo prekurzorjev tiolov v grozdju, medtem ko so Peyrot de Gachons in sod. (2005) ugotovili, da blagi sušni stres brez omejitev dušika pozitivno vpliva na vsebnost prekurzorjev v grozdju.

V zadnjih 10 letih so bili izvedeni različni poskusi z namenom razumevanja učinkov abiotskega stresa in vinogradniških postopkov na kakovost grozdja in vina sorte 'Sauvignon', še posebej z ozirom na vsebnosti sekundarnih metabolitov metokspirazinov in tiolov.

Material in metode

Raziskava 1. Leta 2011 je bil sredi Vipavske doline izbran vinograd sorte 'Sauvignon' (klon ISV-F5), v katerem je bil v začetku zorenja (veraison) postavljen randomiziran poskus s štirimi obravnavami v štirih ponovitvah. Kombinirani sta bili dve višini grma (FC, polna višina grma; SH, znižan grm z vršičkanjem) z dvema obremenitvama (NBT, brez redčenja; BT, 50-odstotno redčenje grozdov) (slika 1). Med zorenjem so bili analizirani osnovni fizikalno kemijski parametri grozdja ter vsebnost glutationa (GSH), hidroksicimetnih kislin (HCA) in karotenoidov. Iz grozdja vseh štirih obravnav so bila pridelana vina, v katerih se je 4 mesece po stekleničenju določila koncentracija tiolov po metodi Tominaga in sod. (1998) z nekaterimi modifikacijami, objavljenimi v Šuklje in sod. (2013). Podatki so bili analizirani z ANOVO in povprečja so bila ločena s Fisherjevim LSD testom. Mikrovinificirana vina so bila senzorično ocenjena na strokovni komisiji Kmetijskega inštituta Slovenije po metodi razvrščanja (rangiranja) s točkovanjem od 1 do 5 za vsak deskriptor.



Slika 1. Shematski prikaz štirih obravnavanj v vinogradu sorte 'Sauvignon' v Vipavski dolini v letu 2011. (FC, polna višina grma; SH, znižan grm z vršičkanjem; NBT, brez redčenja; BT, 50-odstotno redčenje grozdov).

Raziskava 2. Raziskava je bila izvedena v letih 2013 in 2014 v vinogradu sorte 'Sauvignon' (klon R3) v Oslavju, ki se nahaja v D.O.C. območju Collio v deželi Furlaniji Julijski krajini (severovzhodna Italija). Podrobnosti o vinogradu so podane v Sivilotti in sod. (2017). Primerjali so tri obravnavanja s tremi ponovitvami v okviru popolnoma randomiziranega eksperimentalnega načrta: (i) kontrola brez tretiranja (CON); (ii) odstranjevanje listov pred cvetenjem (LRBF), kjer je bilo v letih 2013 in 2014 odstranjenih pet do šest listov 15 oz. 10 dni pred cvetenjem; in (iii) odstranjevanje listov po cvetenju (LRAF), kjer so bili v letih 2013 in 2014 odstranjeni dva do trije listi 15 dni oz. 11 dni po cvetenju. Vsako obravnavanje je zajemalo 20 trsov. Grozdje je bilo vzorčeno od verasion-a do zrelosti z namenom sledenja dinamiki zorenja. Pri zadnjem vzorčenju ob času trgatve so bile grozdne jagode zamrznjene s tekočim dušikom že v vinogradu ter shranjene na suhem ledu, dokler niso prispele v laboratorij. Vzorci so bili takoj zamrznjeni na $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$. Za analizo vsebnosti prekursorjev tiolov in glutationa (GSH) smo grozdne jagode zmelili v tekočem dušiku z analitskim mlinom (A11B IKA, Königswinter, Nemčija). Prekursorje tiolov in GSH smo analizirali po metodi, opisani v Vanzo in sod. (2017). Pri ugotavljanju genske ekspresije so bili PCR pogoji in specifični pari oligonukleotidnih 'primerjev' za gene VvGSTs enaki, kot navedeno v Kobayashi in sod. (2011). Iz vseh obravnavanj je bilo pridelano vino. V mikrovinificiranih vinih je bila vsebnost tiolov določena z metodo, opisano v Tominaga in sod. (1998) in Šuklje in sod. (2012). Podatki so bili analizirani z ANOVA in povprečja so bila ločena s Student-Newman-Keulsovim testom.

Raziskava 3. Raziskava je bila izvedena v vinogradu sorte 'Sauvignon' (klon Inra-Entav 242), ki se nahaja v Sequalsu znotraj D.O.C. območja Friuli Grave (Severovzhodna Italija) leta 2021. Cilj je bil oceniti vplive toplotnega in vodnega stresa, posameznega ali v kombinaciji, na fiziologijo rastlin in prekursorje tiolov v grozdju. Štiri obravnave (CON, kontrola; HS, toplotni stres; WS, sušni stres; WS/HS, kombinirani vodni in toplotni stres) smo primerjali znotraj popolnoma randomiziranega eksperimentalnega načrta s štirimi ponovitvami na obravnavo. Sušni stres je bil dosežen s prekrivanjem tal s filmom EVA, da bi se izognili vpijanju vode. Povečanje temperature v območju grozdov je bilo doseženo z izgradnjo komore z odprtim vrhom (slika 2). Vodna in toplotna obremenitev sta bili izvedeni 20. julija oz. 4. avgusta. Oba postopka sta se zaključila 10. septembra 2021. Za sledenje temperaturne dinamike sta bili znotraj grma vinske trte pri obravnavanjih CON in HS nameščeni dve meteorološki postaji. Vodni potencial stebela vinske trte (Ψ_{STEM}) je bil spremljan s Scholanderjevo tlačno komoro (Soil Moisture Co., Santa Barbara, CA, ZDA) skupaj z oceno stomatalne prevodnosti (gS) z uporabo prometra LI-600 (©LiCor, Inc., NE, ZDA).



Slika 2. Tla, prekrita s folijo EVA, za vzpostavitev sušnega stresa (levo) in komora z odprtim vrhom za vzpostavitev toplotnega stresa (desno) v vinogradu sorte 'Sauvignon' v Sequalsu leta 2021.

Za spremljanje dozorevanja grozdja so bile grozdne jagode vzorčene do trgatve. Ravno tako so bile jagode odbrane in takoj zamrznjene s tekočim dušikom za analizo prekurzorjev tiolov, kot je opisano že predhodno. Ob trgatvi je bilo potrغانo grozdje iz v 20-cm pasu nad odprto komoro v obravnavah HS in WS/HS, istočasno pa seveda tudi v drugih dveh obravnavanjih. Podatki so bili analizirani z ANOVA in povprečja so bila ločena s Student-Newman-Keulsovim testom. Iz vsake obravnave je bilo pridelano vino z namenom določitve vsebnosti tiolov v vinih ter za izvedbo senzorične analize. Za slednjo je bila izbrana skupina strokovnjakov. Vina so bila ocenjena v dveh serijah z uporabo dveh ponovitev, da je bila preverjena ponovljivost članov komisije.

Rezultati z diskusijo

Raziskava 1. Vrščikanje in redčenje grozdov je vplivalo na velike razlike v razmerjih med listno površino in pridelkom, ki so se gibala med 0,63 m²/kg pri obravnavanju SH/NBT oz. do 1,85 m²/kg pri FC/BT, z vmesnimi vrednostmi pri ostalih dveh obravnavanjih. Poleg tega so različna obravnavanja vplivala na trende dozorevanja grozdja predvsem v prvih fazah po veraisonu, medtem ko ob trgatvi bistvene razlike med pH vrednostmi, vsebnostmi skupne suhe snovi (TSS) in vsebnostmi skupnih titracijskih kislin (TA) niso bile ugotovljene (preglednica 1).

Preglednica 1. Razmerje med listno površino in pridelkom ter osnovni parametri zrelosti ob trgatvi grozdja sorte 'Sauvignon' različnih obravnavanj v vinogradu (FC, polna višina grma; SH, znižan grm z vrščikanjem; NBT, brez redčenja; BT, 50-odstotno redčenje grozdov).

Obravnavanje	Listna površina/pridelek (m ² /kg)	Skupna suha snov (°Brix)	Skupne titracijske kisline (g/L kot vinska)	pH
SH/NBT	0,63 c	21,7	7,6	3,26
FC/NBT	1,07 b	22,4	7,4	3,25
SH/BT	1,15 b	22,3	7,6	3,27
FC/BT	1,85 a	22,9	7,2	3,26
<i>Sign F</i>	***	ns	ns	ns

ns, statistično neznačilne razlike; različne črke pomenijo statistično značilne razlike med povprečji, *** p≤0,001.

Domnevamo lahko, da je zmanjšanje listne površine vplivalo na manjšo fotosintetsko aktivnost, kar je zmanjšalo prenos saharoze v grozdne jagode in vplivalo na razgradnjo jabolčne kisline. Navedeno se sklada z predhodno objavljenimi rezultati (Poni in Giachin, 2000). Kljub temu je ob trgatvi samo grozdje obravnavanja SH/NBT vsebovalo nekoliko manj skupne suhe snovi, kar najverjetneje pomeni, da je prišlo do povečanja fotosintetske aktivnosti preostale listne površine, kar je izravnalo omejitev zaradi zmanjšane listne površine.

Razlike v spremljanih parametrih grozdja in tudi mošta med posameznimi obravnavanji so bile relativno majhne, medtem ko so bili razlike v koncentracijah tiolov v vinih štiri mesece po stekleničenju večje. Koncentracija 3SH in 4MSP je bila večja pri obravnavanju FC/BT v primerjavi z ostalimi obravnavanji ter manjša pri obravnavanju SH/BT (Šuklje in sod. 2013). Senzorična komisija je potrdila močnejšo tropsko aromo v vinih sorte 'Sauvignon' obravnavanja FC/BT, kar se sklada tudi z večjimi koncentracijami 4MSP in 3SH v teh vinih (neobjavljeni podatki). Jakost zaznave močnejše tropske arome je bila najmanjša pri obravnavanju SH/BT in največja pri vinih obravnavanja FC/BT, kar korelira s koncentracijami 4MSP v vinih. Tudi koncentracija GSH je bila bistveno večja pri moštih in vinih obravnavanja FC/BT. Na podlagi rezultatov predhodnih raziskav, objavljenih v Roland in sod. (2010), sklepamo, da je znatno večja vsebnost GSH v grozdnem moštu pozitivno vplivala na koncentracijo 3SH v vinih obravnavanja FC/BT. Povečano razmerje med listno površino in pridelkom je pozitivno vplivalo na koncentracijo sortnih tiolov in s tem na splošno kakovost vin sorte 'Sauvignon'.

Raziskava 2. Rezultati raziskave so bili med letnikoma 2013 in 2014 zaradi a posebnih meteoroloških razmer v letu 2014 precej nekonsistentni. Iz tega razloga so podani le rezultati letnika 2013. Obravnavanje BFLR je vplivalo na količino pridelka (10 % manj), kar je posledica manjše povprečne mase grozda (-8 %). Obravnavanji LRBF in LRAF nista bistveno vplivali na osnovne parametre zorenja grozdja (TSS, TA in pH) in na vsebnosti metokspirazinov (IBMP) (preglednica 2). Profil prekurzorjev tiolov pri obeh obravnavanjih z odstranjevanjem listov pa je bil precej spremenjen, vendar so bile razlike statistično značilne le za G-3SH in G-4MSP (preglednica 2).

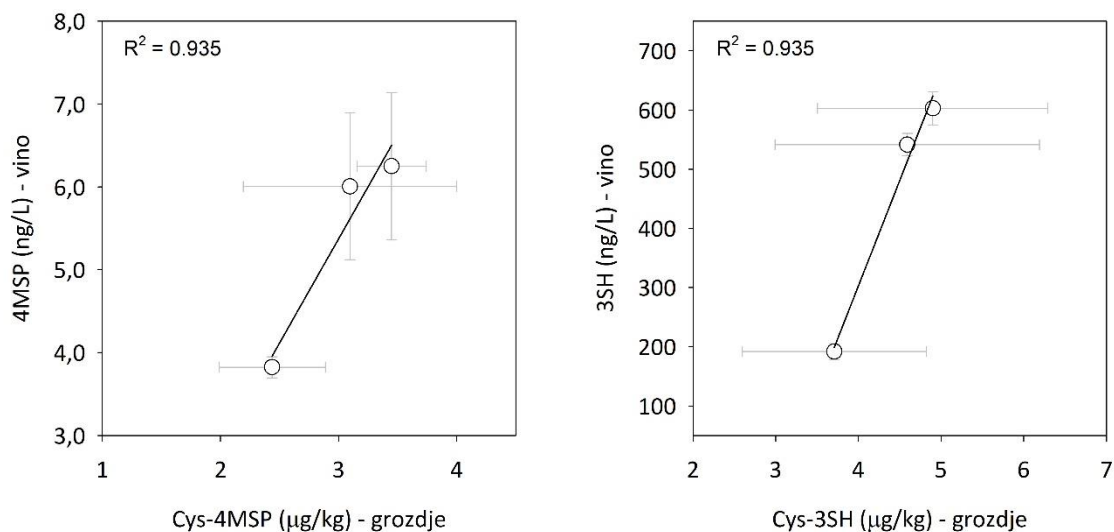
Preglednica 2. Vsebnosti cisteinskih (Cys) in glutationskih (G) prekurzorjev tiolov in glutationa (GSH) v grozdju sorte 'Sauvignon' ob trgatvi leta 2013 pri različnih obravnavanjih v vinogradu (CON, kontrola; LRBF, odstranjevanje listov pred cvetenjem; LRAF, odstranjevanje listov po cvetenju).

Obravnavanje	Cys4MSP (ug/kg)	Cys3SH (ug/kg)	G4MSP (ug/kg)	G3SH (ug/kg)	GSH (mg/kg)
CON	3,10	4,59	0,34	17,01 b	57,64
LRBF	3,45	3,71	0,41	25,62 ab	77,40
LRAF	2,44	4,90	0,21	31,70 a	70,56
<i>Sign F</i>	ns	ns	ns	**	ns

ns, statistično neznačilne razlike; različne črke pomenijo statistično značilne razlike med povprečji, ** p<0,01.

V primerjavi s CON je obravnavanje LRBF vplivalo na večjo in obravnavanje LRAF na manjšo povprečno koncentracijo G-4MSP v grozdju. Obe obravnavanji sta vplivali na večje koncentracije G-3SH v grozdju v primerjavi s CON, predvsem v primeru obravnavanja LRAF. Čeprav statistično neznačilno, je grozdje iz obeh obravnavanj z odstranjevanjem listov vsebovalo večje koncentracije GSH. Enaki rezultati so bili ugotovljeni tudi v primeru podobnih poskusov na sorti grozdja sorte 'Sauvignonasse' v Brdih (neobjavljeni podatki) in na sorti 'Istrska malvazija' na Hrvaškem (Bubola in sod. 2019). Dejansko je, kot kažejo prejšnje študije, akumulacija prekurzorjev tiolov v grozdju odvisna od svetlobe, sevanja in temperature, ki vplivajo na njihovo biosintezo ali razgradnjo (Kobayashi in sod. 2011, Sivilotti in sod. 2017), vendar so za konkretnije zaključke potrebne dodatne raziskave.

Koncentracija tiolov v vinih je bila povezana s koncentracijo cisteinskih prekurzorjev v grozdju (slika 3), medtem ko z glutationskimi prekurzorji korelacije ni bilo (neobjavljeni podatki). Ti izsledki se ujemajo s Santiagom in Gardnerjem (2015), ki sta ugotovila, da specifične kvasovke iz družine *Saccharomyces* učinkoviteje pretvarjajo cisteinske prekurzorje v tiole kot pa glutationske (hidroliza G-3SH in G-4MSP je potekala v manjši meri).



Slika 3. Korelacija med koncentracijami cisteinskih prekurzorjev tiolov 4MSP (levo) in 3SH (desno) v grozdju in koncentracijami pripadajočih tiolov v vinu. Navpični in vodoravni intervali zaupanja predstavljajo standardno napako ($n=3$).

Raziskava 3. Rezultati poskusa, opravljenega v Sequalsu, so pomembni za razumevanje učinkov toplotnega, sušnega in kombiniranega (toplotnega in sušnega) stresa na fiziologijo vinske trte in kakovost vina. Uvedba simuliranega toplotnega stresa je povzročila povišano temperaturo v rasti grozda za približno 4-5 °C med drugo in četrto uro popoldan. Od veraisona naprej so bili trendi dozorevanja grozdja med obravnavanji podobni glede na skupno suho snov, medtem ko sta WS in WS/HS negativno vplivala na skupne titracijske kisline (preglednica 3).

Pri vinih tako toplotni kot sušni stres nista bistveno vplivala na količino alkohola, vseeno pa so bile izmerjene nekoliko manjše vrednosti tako pri vseh treh obravnavanjih. Nasprotno pa je sušni stres (sam ali v kombinaciji s toplotnim) povzročil znatno zmanjšanje skupnih titracijskih kislin in jabolčne kisline, vse obravnave pa so vplivale tudi na zmanjšanje pH vrednosti v primerjavi s kontrolo. Za skupni suhi ekstrakt statistično značilne razlike niso bile ugotovljene, so pa vsa obravnavanja vplivala na nekoliko večje pH vrednosti.

Toplotni stres je vplival na večjo koncentracijo 4MSP v vinih, nasprotno pa so bile najmanjše koncentracije ugotovljene pri sušnem stresu, ki mu sledi kombiniran WSHS. Kar zadeva tiol 3SH, so vina WS in WSHS vsebovala največje koncentracije, sledila so vina iz grozdja HS, najmanjše koncentracije pa so bile najdene v vinih CON. Največja koncentracija 3SHA je bila ugotovljena pri WS in v vinih CON, medtem ko so vina HS vsebovala najmanjše koncentracije. Dobljeni rezultati kažejo, da je toplotni stres pozitivno vplival na koncentracijo 4MSP v vinih, medtem je sušni stres vplival na večje koncentracije 3SH. Zanimivo je, da je kombinacija vodnega in toplotnega stresa izravnala učinka obeh posameznih stresov glede na profil sortnih tiolov v vinih.

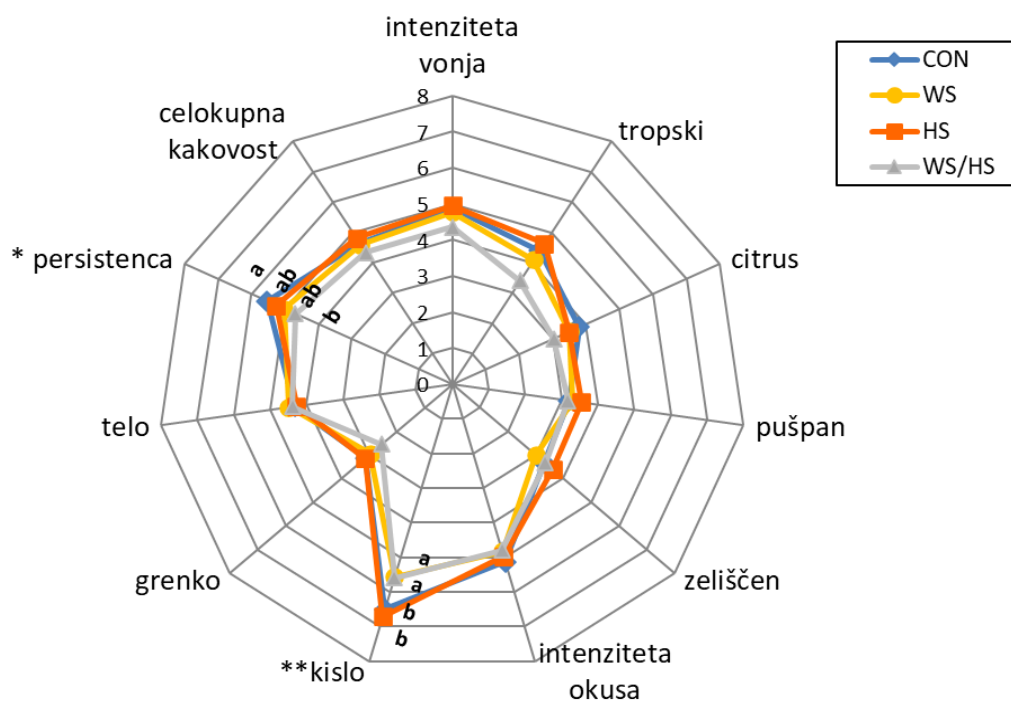
Strokovna senzorična komisija je primerjalno ocenila vina, pridelana iz štirih obravnavanj v vinogradu, in pri nekaterih deskriptorjih so bile ugotovljene statistično značilne razlike (slika 4). V skladu z osnovnimi parametri dozorevanja grozdja, so bila vina, pridelana iz obravnavanj WS in WS/HS, ocenjena kot manj kislina, kar je zlasti pri kombiniranem obravnavanju verjetno vplivalo na zaznavanje aromatičnih deskriptorjev tropskega sadja, pušpana in citrusov, ki so značilne aromatične note vina sorte 'Sauvignon'. Nasprotno pa to ni veljalo za obravnavanje s toplotnim stresom. Ta rezultat je zanimiv iz vidika, da tudi če pomanjkanje vode spodbuja sintezo prekurzorjev tiolov v grozdju in poveča koncentracijo tiolov v vinih, vpliva na tudi na zmanjšanje skupne titracijske kislosti vina, kar negativno vpliva na zaznavo tipičnih deskriptorjev kakovosti vina sorte 'Sauvignon'.

6. SLOVENSKI VINOGRADNIŠKO-VINARSKI KONGRES PTUJ

Preglednica 3. Vpliv toplotnega (HS), sušnega (WS) in kombiniranega stresa (WS/HS) vinske trte glede na kontrolo (CON) na osnovne fizikalno-kemijske parametre zorenja grozdja sorte 'Sauvignon' ob trgatvi ter na fizikalno-kemijske lastnosti vina in koncentracijo tiolov v vinih.

	CON	HS	WS	WS/HS	sign. F
ANALIZE GROZDJA					
Skupna suha snov (°Brix)	20,8	20,0	20,2	20,4	ns
Skupne titracijske kisline (g/L vinske kisline)	10,9 a	10,6 a	9,25 b	9,38 b	**
pH	3,12	3,10	3,12	3,13	ns
ANALIZE VINA					
ALKOHOL (vol %)	12,2	11,7	11,8	11,7	ns
Skupne titracijske kisline (g/L vinske kisline)	9,00 ab	9,31 a	8,68 b	8,68 b	**
pH	2,98 a	2,90 b	2,91 b	2,92 b	*
Jabolčna kislina (g/L)	3,20 a	2,96 a	1,97 b	2,09 b	***
Skupni suhi ekstrakt (g/L)	19,3	21,7	22,0	21,7	ns
TIOLI V VINIH					
4MSP (ng/L)	8,70 b	11,07 a	5,50 c	7,60 bc	**
3SH (ng/L)	737,1 b	839,8 ab	896,0 a	879,3 a	*
3SHA (ng/L)	11,91	8,09	13,78	10,99	ns

ns, statistično neznačilne razlike; različne črke pomenijo statistično značilne razlike med povprečji, * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$, *** $p \leq 0,001$.



Slika 4. Senzorična analiza vin sorte 'Sauvignon' iz poskusa, opravljenega v vinogradih v Sequalsu. CON, kontrola; WS, sušni stres; HS, toplotni stres; WS/HS, kombinirani sušni in toplotni stres. Različne črke pomenijo statistično značilne razlike med povprečji, * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$.

Zaključki

V prispevku smo preučili vpliv različnih praks zelenih del ter učinke sušnega in toplotnega stresa na kakovost grozdja in vina sorte 'Sauvignon'. Za povečanje biosinteze prekursorjev tiolov v grozdju so zelena dela in zmanjšan pridelek grozdja zelo pomembna, odstranjevanje listov pa lahko tudi modulira relativno razmerje med tioloma 4MSP in 3MH. Iz rezultatov je tudi razvidno, da ima sušni stres bolj pozitiven vpliv na sintezo prekursorjev tiolov v grozdju kot toplotni stres, vendar zmanjšanje skupne titracijske kislosti negativno vpliva na zaznavo aromatičnih spojin. Zelena dela so lahko strateški način za izboljšanje kakovosti grozdja in vina sorte 'Sauvignon', vendar je treba te tehnike preučiti tudi ob upoštevanju učinkov, ki bi jih podnebne spremembe lahko povzročile na sekundarni metabolizem v grozdju. Poleg tega bo globalno segrevanje v prihodnosti povzročilo intenzivnejše razmere sušnega in/ali toplotnega stresa, ki bi lahko vplivale, kot smo pokazali z zadnjim poskusom, na biosintezo prekursorjev tiolov v grozdju in s tem na končno kakovost vina sorte 'Sauvignon'. Da bi izravnali negativne učinke, ki jih povzroča globalno segrevanje, bo potrebno v bodoče v vinogradih sprejemati vedno več strategij blaženja in strategij optimalnega namakanja.

Zahvala

Raziskave so bile financirane iz projektov Acquavitis in Viso v okviru Programa čezmejnega sodelovanja Italija-Slovenija Interreg iz sredstev Evropskega sklada za regionalni razvoj in iz nacionalnih sredstev ter s sredstvi Javne agencije za raziskovalno dejavnost – ARRS (Programska skupina P4-0133 in projekt L4-2042).

Literatura

- Allen T, Herbst-Johnstone M, Girault M, Butler P, Logan G, Jouanneau S, Nicolau L, Kilmartin PA. 2011. Influence of grape harvesting steps on varietal thiol aromas in Sauvignon Blanc wines. *J Agric Food Chem*, 59, 10641–10650.
- Bubola M, Lukić I, Radeka S, Sivilotti P, Diklić K, Vanzo A, Bavčar D, Lisjak K. 2019. Enhancement of Istrian Malvasia wine aroma and hydroxycinnamate composition by hand and mechanical leaf removal, *J Sci Food Agric*, 99, 904-914.
- Cataldo E, Salvi L, Mattii GB. 2021. Effects of irrigation on ecophysiology, sugar content and thiol precursors (3-S-cysteinylhexan-1-ol and 3-S-glutathionylhexan-1-ol) on *Vitis vinifera* cv. Sauvignon Blanc. *Plant Physiol Biochem*, 164, 247-259.
- Darriet P, Tominaga T, Lavigne V, Boidron JN, Dubourdieu D. 1995. Identification of a powerful aromatic component of *Vitis vinifera* L. var. Sauvignon wines: 4-Mercapto- 4-methylpentan-2-one. *Flavour Fragrance J*, 10, 385–392.
- Herbst-Johnstone M, Araujo LD, Allen TA, Logan G, Nicolau L Kilmartin PA. 2013. Effects of mechanical harvesting on 'Sauvignon blanc' aroma. *Acta Hort*, 978, 179-186.
- Kobayashi H, Takase H, Suzuki Y, Tanzawa F, Takata R, Fujita K, Kohno M, Mochizuki M, Suzuki S, Konno T. 2011. Environmental stress enhances biosynthesis of flavor precursors, S-3-(hexan-1-ol)-glutathione and S-3-(hexan-1-ol)-L-cysteine, in grapevine through glutathione S-transferase activation. *J Exp Bot*, 62, 1325–1336.
- Marais J, Hunter JJ, Haasbroek PD. 1999. Effect of canopy microclimate, season and region on Sauvignon blanc grape composition and wine quality. *S Afr J Enol Vitic*, 20, 19-30.
- Peyrot des Gachons C, Tominaga T, Dubourdieu D. 2002. Sulfur Aroma Precursor Present in S-glutathione Conjugate Form: Identification of S-3-(Hexan-1-ol)-glutathione in Must from *Vitis vinifera* L. cv. Sauvignon Blanc. *J Agric Food Chem*, 50, 4076–4079.

- Peyrot des Ganchos C, Van Leeuwen C, Tominaga T, Soyer JP, Gaudillere J-P, Dubourdieu D. 2005. Influence of water and nitrogen deficit on fruit ripening and aroma potential of *Vitis Vinifera* L. Cv. Sauvignon Blanc in field conditions. *J Agric Food Chem*, 85, 73–85.
- Poni S, Giachino E. 2000. Growth, photosynthesis and cropping of potted grapevines (*Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon) in relation to shoot trimming. *Aust J Grape Wine Res*, 6, 216-226.
- Roland A, Schneider R, Charrier F, Cavelier F, Rossignol M, Razungles A. 2011. Distribution of varietal thiol precursors in the skin and the pulp of Melon B. and Sauvignon Blanc grapes. *Food Chem*, 125, 139–144.
- Roland A, Vialaret J, Razungles A, Rigou P Schneider R. 2010. Evolution of S-cysteinylation and S-glutathionylation thiol precursors during oxidation of Melon B. and Sauvignon blanc musts. *J Agric Food Chem*, 58, 4406-4413.
- Ryona I, Pan BS, Intrigliolo DS, Lakso AN, Sacks GL. 2008. Effects of cluster light exposure on 3-isobutyl-2-methoxypyrazine accumulation and degradation patterns in red wine grapes (*Vitis vinifera* L. Cv. Cabernet Franc). *J Agric Food Chem*, 56, 10838–10846.
- Santiago M, Gardner RC. 2015. Yeast genes required for conversion of grape precursors to varietal thiols in wine, *FEMS Yeast Res*, 15, fov034.
- Sivilotti P, Falchi R, Herrera JC, Škvarč B, Butinar L, Sternad Lemut M, Bubola M, Sabbatini P, Lisjak K, Vanzo A. 2017. Combined effects of early season leaf removal and climatic conditions on aromatic precursors in 'Sauvignon blanc' grapes. *J Agric Food Chem*, 65, 8426-8434.
- Sivilotti P, Herrera JC, Sabbatini P, Peterlunger E, Baša Česnik H, Lisjak K, Castellarin SD. 2016. Effect of leaf removal, applied before and after flowering, on anthocyanins, tannin, and methoxypyrazine concentrations in 'merlot' (*Vitis vinifera* L.) grapes and wines. *J Agric Food Chem*, 64, 4487-4496.
- Šuklje K, Lisjak K, Baša Česnik H, Janeš L, Du Toit W, Zelmari C, Vanzo A, Deloire A. 2012. Classification of grape berries according to diameter and total soluble solids to study the effect of light and temperature on methoxypyrazine, glutathione, and hydroxycinnamate evolution during ripening of Sauvignon blanc (*Vitis vinifera* L.). *J Agric Food Chem*, 60, 9454-9461.
- Šuklje K, Baša Česnik H, Janeš L, Kmecl V, Vanzo A, Deloire A, Sivilotti P, Lisjak K. 2013. The effect of leaf area to yield ratio on secondary metabolites in grapes and wines of *Vitis vinifera* L. cv. Sauvignon Blanc. *J Int Sci Vigne Vin*, 47, 2, 83-97.
- Tominaga T, Darriet P, Dubourdieu D. 1996. Identification de l'acétate de 3-mercaptohexanol, composé à forte odeur de buis, intervenant dans l'arôme des vins de Sauvignon. *Vitis - J Grapevine Res*, 35, 207–210.
- Tominaga T, Dubourdieu D. 1997. Identification of 4-Mercapto-4-methylpentan-2-one from the Box Tree (*Buxus sempervirens* L.) and Broom (*Sarothamnus scoparius* (L.) Koch.). *Flavour Fragrance J*, 12, 373–376.
- Tominaga T, Murat ML, Dubourdieu D. 1998. Development of a method for analyzing the volatile thiols involved in the characteristic aroma of wines made from *Vitis vinifera* L. cv. Sauvignon Blanc. *J Agric Food Chem*, 46, 1044-1048.
- Vanzo A, Janeš L, Požgan F, Velikonja Bolta Š, Sivilotti P, Lisjak K. 2017. UHPLC-MS/MS determination of varietal thiol precursors in Sauvignon blanc grapes, *Sci Rep*, 7, 13122.

Hlapni tioli v vinu sorte 'Sauvignon' in vloga žveplovih spojin

Andreja Vanzo, Alenka Mihelčič, Dejan Bavčar, Katja Šuklje, Klemen Lisjak*

Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za sadjarstvo, vinogradništvo in vinarstvo in Centralni laboratorij, Hacquetova 17, 1000 Ljubljana

*Korespondenca: klemen.lisjak@kis.si

Izvešček: Hlapni oz. sortni tioli 3-sulfanilheksan-1-ol (3SH), 3-sulfanilheksil acetat (3SHA) in 4-metil-4-sulfanilpentan-2-on (4MSP) oblikujejo značilno aromatio (po citrusih, tropskih sadežih, črnem ribezu, itd.) vin sorte 'Sauvignon'. V grozdju se nahajajo v obliki glutationskih (G3SH, G4MSP) in cisteinskih prekurzorjev (Cys3SH, Cys4MSP). Koncentracija in profil tiolov v vinih sta odvisna od njihovih prekurzorjev v grozdju, čeprav se le manjši delež slednjih med alkoholno fermentacijo pretvori v hlapne tirole. V vinorodnem podokolišu Ljutomer - Ormož smo tri leta spremljali prekurzorje tiolov v grozdju v času trgatve. V grozdju je bil v povprečju najbolj zastopan prekurzor G3SH, ki so mu sledili Cys4MSP, Cys3SH in G4MSP. V drugem sklopu smo raziskovali vpliv dodatkov različnih virov žvepla v mošt na koncentracijo tiolov v vinu. Vina sorte 'Sauvignon' z dodatkom vodikovega sulfida v mošt pred alkoholno fermentacijo so vsebovala večje koncentracije 3SH in 3SHA v primerjavi s kontrolo in drugimi obravnavanji. Dodatek elementarnega žvepla je ravno tako povečal koncentracije 3SH in 3SHA, vendar statistično neznačilno, medtem ko je dodajanje glutationa in cisteina zmanjšalo koncentracije 3SH in 3SHA. Dodatki žveplovih spojin pred fermentacijo niso vplivali na koncentracijo 4MSP v vinih. Preliminarni rezultati analiz tiolov v komercialnih slovenskih vinih sorte 'Sauvignon' nakazujejo, da so za posamezne vinograde vinorodnega okoliša Štajerska Slovenija značilne velike koncentracije 4MSP, ki vpliva na tipičen vonj po črnem ribezu, pušpanu in pasijonki.

Ključne besede: sortni tioli, prekurzorji tiolov, žveplove spojine, 'Sauvignon'

Volatle Thiols in Sauvignon Blanc Wines and the Role of Sulfur Compounds

Abstract: The volatile or varietal thiols 3-sulfanylhexan-1-ol (3SH), 3-sulfanylhexyl acetate (3SHA) and 4-methyl-4-sulfanylpentan-2-one (4MSP) are essential for varietal aromas (citrus, tropical fruit, blackcurrant, etc.) in Sauvignon Blanc wines. They are found in grapes in the form of glutathionylated (G3SH, G4MSP) and cysteinylated precursors (Cys3SH, Cys4MSP). The concentration of volatile thiols is related to the concentration of their precursors. However, only a small portion of the precursors release the thiol during fermentation. In the wine-growing area Ljutomer - Ormož the thiol precursors in grapes were monitored for three years. The highest content of precursors in mature grapes was G3SH, followed by Cys4MSP, Cys3SH and G4MSP. In the second part, we investigated how the addition of different sources of sulfur in grape juice affects the formation of varietal thiols in Sauvignon Blanc wines. Sauvignon Blanc wines to which hydrogen sulfide was added before fermentation had higher concentrations of 3SH and 3SHA compared to the control and the other treatments. The addition of elemental sulfur increased 3SH and 3SHA concentrations, but not significantly, while the addition of glutathione and cysteine resulted in lower formation of 3SH and 3SHA. The addition of sulphur compounds had no effect on the concentration of 4MSP in Sauvignon Blanc wines in our study. The preliminary analyses of commercial Sauvignon Blanc wines indicated high concentrations of 4MSP with typical aromas of blackcurrant, boxwood, and passion fruit in certain vineyards from the wine-growing region Štajerska Slovenia.

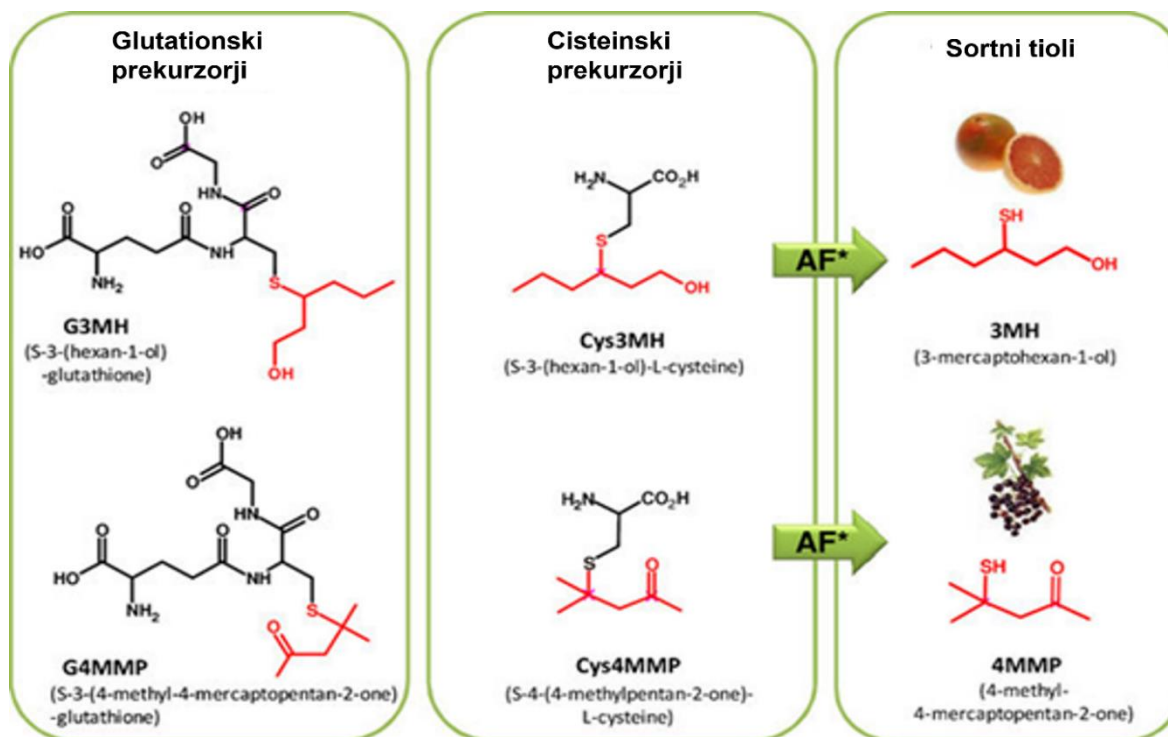
Keywords: varietal thiols, thiol precursors, sulfur compounds, 'Sauvignon Blanc'

Uvod

Žveplo vsebujoče spojine, ki prispevajo k želeni sadni aromatici (po grenivki/citrusih, pasijonki/tropskem sadju, črnem ribezu) vina sorte 'Sauvignon', imenujemo hlapni ali sortni tioli (Tominaga in sod. 1998a). Med njimi imajo 3-sulfanilheksan-1-ol (3SH), 3-sulfanilheksanil acetat (3SHA) in 4-metil-4-sulfanilpentan-2-on (4MSP) zelo nizek prag zaznave. Znano je, da je njihova prisotnost bistvenega pomena za ustvarjanje edinstvenih aromatičnih lastnosti vin 'Sauvignon'. Sortni tioli se sprostito iz nehlapnih prekurzorjev med fermentacijo s pomočjo delovanja kvasnih encimov β -liaz, ki cepijo vez ogljik – žveplo (Murat in sod. 2001). Vpliv prekurzorjev tiolov in sortnih tiolov na aromatico vina se intenzivno proučuje, vendar ostaja še precej odprtih vprašanj. Najbolj poznani prekurzorji tiolov v grozdju so S-konjugati cisteina in glutationa: cistein-3SH (cys3SH), cistein-4MSP (cys4MSP), glutation-3SH (G3SH) in glutation-4MSP (G4MSP) (Tominaga in sod. 1998b, Ronald 2010) (slika 1). Lega vinograda s svojimi karakteristikami mikroklima in predvsem tal vpliva na vsebnost in profil prekurzorjev tiolov v grozdju. Rezultati analiz prekurzorjev tiolov v vinogradih v Vipavski dolini in Furlaniji-Julijski krajini so pokazali, da je bil v grozdju sorte 'Sauvignon', vzorčenem v času trgatve v letih 2013-2015, G3SH najbolj zastopan prekurzor in G4MSP najmanj zastopan. V letnikih 2013 in 2014 sta G3MH sledila Cys3MH in nato Cys4MMP, medtem ko je bil v letu 2015 Cys4MSP bolj zastopan od Cys3SH (Vanzo in sod. 2017a). Znanje in informacije o vsebnosti in profilu prekurzorjev tiolov v grozdju v posameznih vinogradih je pomembno, tako pri interpretaciji 'terroir-ja', kot pri nadaljnjih ukrepih v vinogradih (npr. gnojenje, obdelava tal) in pri vinifikaciji, kjer z določenimi postopki lahko občutno izboljšamo tiolni potencial vina.

Koncentracija sortnih tiolov je povezana z vsebnostjo njihovih prekurzorjev, vendar le majhen del (1–4 %) prekurzorjev sprosti sortne tirole med alkoholno fermentacijo (Winter in sod 2011). Sevi kvasovk se razlikujejo glede na sposobnosti sproščanja tiolov, zato je njihova selekcija zelo pomembna pri oblikovanju tiolnega karakterja vin (Sweigers in sod. 2007). Sproščanje tiolov je odvisno tudi od drugih dejavnikov, kot so fermentacijska temperatura (Masneuf-Pomarède in sod. 2006), dodatek hranil za kvasovke (Thibon in sod. 2008), predfermentacijskih operacij, kot so maceracija grozdja, upravljanje s kisikom, vsebnost fenolov in žveplovega dioksida (SO_2) (Blanchard in sod. 2004). Nove ugotovitve kažejo, da lahko specifični metaboliti grozdnega soka pomembno vplivajo na razvoj sortnih tiolov in drugih aromatičnih spojin vin sorte 'Sauvignon'. Med njimi sta elementarno žveplo in vodikov sulfid (H_2S) pokazala pozitivno vlogo pri tvorbi tiolov med vinifikacijo (Araujo in sod. 2016, Harsch in sod. 2013). Araujo in sod. (2016) so objavili, da je dodatek elementarnega žvepla v zgodnjih fazah pridelave vina prispeval k povečanju koncentracije tiolov, kar je vinom zagotovilo precejšnjo tropsko aromo. Vendar pa je prisotnost elementarnega žvepla med fermentacijo vplivala na povečanje koncentracije reduktivnih žveplovih spojin (H_2S , merkaptani, disulfidi), kar je negativno vplivalo na aromo vina.

V prispevku so predstavljeni rezultati analiz vsebnosti prekurzorjev tiolov v grozdju sorte 'Sauvignon' iz različnih leg v vinorodni deželi Podravje. Na istih legah smo analizirali tudi vsebnost elementarnega žvepla v grozdju, ki ostane po škropljenju. Nadalje je predstavljena raziskava povezave med dodajanjem različnih virov žvepla v mošt pred fermentacijo in nastanek tiolov 3SH, 3SHA, 4MSP in benzen metantiola (BM) v vinih sorte 'Sauvignon' ter analize koncentracij posameznih tiolov v slovenskih komercialnih vinih sorte 'Sauvignon'.



Slika 1. Glutathionski in cisteinski prekurzorji tiolov ter sortni tioli, ki se sprostito med alkoholno fermentacijo (Roland 2010).

Material in metode

Prekurzorji tiolov in glutation v grozdju. V letih 2019, 2020 in 2021 smo ob času trgatve na petih različnih legah vinorodnega podokoliša Ljutomer – Ormož v petih vinogradih vzorčili grozdje sorte 'Sauvignon' za določitev osnovnih fizikalno-kemijskih parametrov grozdja ter koncentracij prekurzorjev tiolov 3SH in 4MSP, glutationa (GSH) in žveplo vsebujočih aminokislin metionina ter cisteina. Grozdje smo vzorčili na isti dan, ga že v vinogradu zamrznili s tekočim dušikom ter shranili na $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ do izvedbe analiz. Zamrznjeni vzorci grozdja so bili kriogeno zmleti in ekstrahirani v metanolu. Del ekstrakta je bil neposredno analiziran za določanje GSH, metionina in cisteina. Preostali ekstrakt pa je bil očiščen ter koncentriran z uporabo ekstrakcije na trdni fazi za analize prekurzorjev tiolov. Analize so bile narejene s pomočjo tekočinske kromatografije z masno selektivnim detektorjem po metodi Vanzo in sod. (2017b). V izbranih vinogradih smo v fazi začetka dozorevanja grozdja s pomočjo Scholanderjeve tlačne komore izmerili tudi vodni potencial stebela vinske trte (Ψ_{stem}).

Elementarno žveplo na grozdju. Za določanje elementarnega žvepla (S^0) v grozdju smo uporabili kolorimetrično metodo z uporabo H_2S kolon, opisano v Kwasniewski in sod. (2011). V ta namen smo najprej testirali različne komercialne H_2S kolone (Dräger, Gastec) in za analize uporabili Gastec 4L ali 4LL kolono (Fisher Scientific, Pittsburgh, ZDA). Vzorec svežega grozdja smo najprej zmešali z enako količino destilirane vode in ga z ročnim mešalnikom homogenizirali. V alikvot vzorca smo dodali polietilen glikol (Fisher Scientific, Pittsburgh, ZDA) ter mešanico grel v vodni kopeli 5 min na $80\text{ }^{\circ}\text{C}$. Nato smo vzorec prepihali z dušikom in uravnali pH z dodatkom tablete Alka-Seltzer (Bayer, Leverkusen, Nemčija). Sledil je dodatek reagenta DTT (ditiotreitol; Fisher Scientific, Pittsburgh, ZDA), ki

reducira S^0 v H_2S . Vsebnost S^0 je bila določena s povezavo razdalje spremembe barve na Gastec 4LL koloni za določanje H_2S in predhodno narejeno umeritveno krivuljo s standardom S^0 .

Tioli v vinu po mikrovinifikaciji z dodatkom žveplovih spojin. Za mikrovinifikacije z dodatkom različnih virov žvepla smo uporabili dekantiran mošt sorte 'Sauvignon' letnik 2019 iz vinske kleti Puklavec Family Wines. Dodatke različnih žveplovih spojin v 700 mL soka smo izvedli pred inokulacijo kvasovk v štirih ponovitvah: (1) kontrola – brez dodatka, (2) dodatek GSH (20 in 50 mg/L), (3) dodatek metionina (10 in 20 mg/L), (4) dodatek cisteina (20 in 40 mg/L), (5) dodatek elementarnega žvepla (S^0) (5 in 10 mg/L) in (6) dodatek H_2S v obliki natrijevega hidrosulfid hidrata ($NaSH \cdot H_2O$) (1 in 10 mg/L). Fermentacije smo izvajali s *Saccharomyces cerevisiae* (20 g/hL, X5, Laffort, Bordeaux, Francija) v 750 mL temnih steklenicah pri 18-20 °C. Po fermentaciji smo dodali 50 mg/L SO_2 , vina sedimentirali, pretočili in shranili na -20 °C do analiz. Hlapne tirole 4MSP, 3SH, 3SHA in BM smo analizirali s plinskim kromatografom GC-MS/MS (TQ8050, Shimadzu, Japonska) po optimizirani metodi Tominaga in sod. (1998c) ter Šuklje in sod. (2013).

Koncentracija in profil tiolov v slovenskih komercialnih vinih sorte 'Sauvignon'. Za določanje koncentracije in profila tiolov smo uporabili vzorce iz ocenjevanja Salon Sauvignon 2022. Analize so bile opravljene v septembru 2022 po metodi, opisani zgoraj. Vzorci so bili iz vinorodnih okolišev Štajerska Slovenija (n=12), Vipavska dolina (n=3) in Dolenjska (n=1).

Rezultati z diskusijo

Prekurzorji tiolov in glutation v grozdju: V okviru raziskav karakterizacije 'tiolnega aromatičnega potenciala' grozdja sorte 'Sauvignon' smo v triletnem obdobju (2019-2021) spremljali vsebnosti prekurzorjev tiolov v grozdju ob času trgatve (preglednica 1). Rezultati letnika 2019 so pokazali najboljši tiolni potencial v vinogradu Mihorič, ki je imel največ prekurzorjev 3SH in 4MSP. Tudi vsebnost GSH v grozdju je bila v tem vinogradu največja, kar nakazuje na dober aromatični (tiolni) potencial vinograda. V letu 2019 smo v vinogradu Gomila vzorčili in analizirali tudi grozdje pod protitočno mrežo. Rezultati kažejo na zmanjšanje prekurzorjev tiolov grozdja pod mrežo, kar je verjetno posledica zmanjšanja UV žarkov, ki pripomorejo k večji tvorbi prekurzorjev tiolov in posledično večji vsebnosti tiolov v vinu (Kobayashi in sod. 2010). V letu 2020 je največje vrednosti 3SH prekurzorjev izkazoval vinograd Zasad, največ vsote cisteinskih in glutationskih 4MMP grozdje iz vinograda Busek, največ GSH pa grozdje iz vinograda Mihorič. V letniku 2021 smo največje koncentracije vsote prekurzorjev 3SH in GSH določili v grozdju vinograda Sagoj, največ prekurzorjev 4MSP pa v vinogradu Pratinščak. Vsa leta je bil v povprečju najbolj zastopan prekurzor v grozdju G3SH, nato Cys4MSP, Cys3SH in G4MSP. Rezultati deležev posameznih prekurzorjev se skladajo z letnikom 2015, kjer smo spremljali grozdje sorte 'Sauvignon' iz vinorodnega okoliša Vipavska dolina in Furlanije-Juljske krajine, medtem ko je bil v letih 2013 in 2014 Cys3SH drugi najbolj zastopan prekurzor v grozdju, sledil mu je Cys4MSP in nato G4MSP (Vanzo in sod. 2017a).

Na vsebnost prekurzorjev vplivajo številni dejavniki, med drugim tudi dozorelost grozdja, saj se z dozorevanjem grozdja vsebnost prekurzorjev 3SH v grozdju in tiola 3SH v vinu povečuje, vsebnost tiola 4MSP v vinu pa se z bolj dozorelim grozdem zmanjšuje (Sivilotti in sod. 2015). Na vsebnost prekurzorjev tiolov vpliva več faktorjev, poleg gnojenja vinske trte, tudi sušni stres (Peyrot Des Gaschons 2005). Kljub temu, da sušni stres ni značilen za ta vinorodni podokoliš, smo v fazi začetka dozorevanja grozdja izmerili vodni potencial debla (Ψ_{stem}). V letu 2019 so bile trte štirih od petih vinogradov brez sušnega stresa (8.8.2019; Ψ_{stem} od -0.34 MPa do -0.45 MPa), medtem ko je vinograd Sagoj izkazoval že zmeren sušni stres z Ψ_{stem} -0.86 MPa. V letu 2020 so bile trte vseh petih vinogradov v zelo blagem sušnem stresu (17.8.2020; Ψ_{stem} od -0.50 MPa do -0.58 MPa), v letu 2021, pa na dan 17.8.2021 niso izkazovale sušnega stresa (Ψ_{stem} -0.19 MPa za vinograd Litmerk in -0.43 MPa za vinograd Sagoj). Zaradi toče v letu 2020 smo za vzorčenje grozdja morali izbrati dva druga vinograda v bližini.

Preglednica 1. Vsebnosti glutationa (GSH), cisteina (Cys), metionina (Met) ter cisteinskih (Cys) in glutationskih (G) prekurzorjev 3SH in 4MSP v grozdju sorte 'Sauvignon', vzorčenem ob času zrelosti v vinorodnem podokolišu Ljutomer-Ormož.

Legra	GSH	Cys	Met	Cys4MSP	G4MSP	Cys+G 4MSP	Cys3SH	G3SH	Cys+G 3SH	Vsota prek.
	(mg/kg)			(µg/kg)						
2019										
Gomila	84,4	7,3	1,1	0,66	0,06	0,72	0,49	5,85	6,34	7,06
Gomila*	96,0	7,3	1,4	0,56	0,05	0,61	0,32	4,22	4,54	5,15
Pratinščak	78,4	7,1	1,2	1,03	0,11	1,13	0,31	3,75	4,05	5,19
Sagoj	77,8	5,9	1,6	0,73	0,04	0,78	0,96	3,35	4,31	5,09
Mihorič	95,2	7,5	1,3	1,27	0,15	1,42	2,05	7,23	9,28	10,70
Litmerk	83,8	6,8	1,4	1,13	0,11	1,24	0,58	2,62	3,20	4,44
Povprečje	85,9	7,0	1,3	0,90	0,09	0,98	0,78	4,50	5,29	6,27
2020										
Pratinščak	67,5	8,6	1,0	0,86	0,08	0,95	0,43	6,58	7,01	7,96
Sagoj	76,8	8,4	2,9	0,67	0,08	0,74	0,51	2,11	2,61	3,36
Mihorič	96,3	4,5	2,3	0,71	0,06	0,77	0,38	5,60	5,98	6,75
Zasad	69,6	8,7	2,5	0,24	0,06	0,30	0,96	19,93	20,90	21,20
Busek	81,8	4,6	2,1	1,07	0,08	1,14	0,34	7,99	8,32	9,47
Povprečje	78,4	6,9	2,2	0,71	0,07	0,78	0,52	8,44	8,96	9,74
2021										
Gomila	92,8	1,1	4,9	1,30	0,09	1,39	0,37	1,50	1,87	3,26
Pratinščak	85,8	1,1	1,1	1,63	0,05	1,67	0,21	0,91	1,12	2,79
Sagoj	100,1	1,1	5,1	1,42	0,09	1,51	0,57	3,72	4,29	5,81
Litmerk	95,1	1,1	4,8	1,14	0,13	1,28	0,26	3,07	3,33	4,61
Busek	87,8	1,1	3,3	1,34	0,08	1,42	0,24	0,90	1,13	2,56
povprečje	92,3	1,1	3,8	1,37	0,09	1,46	0,33	2,02	2,35	3,80

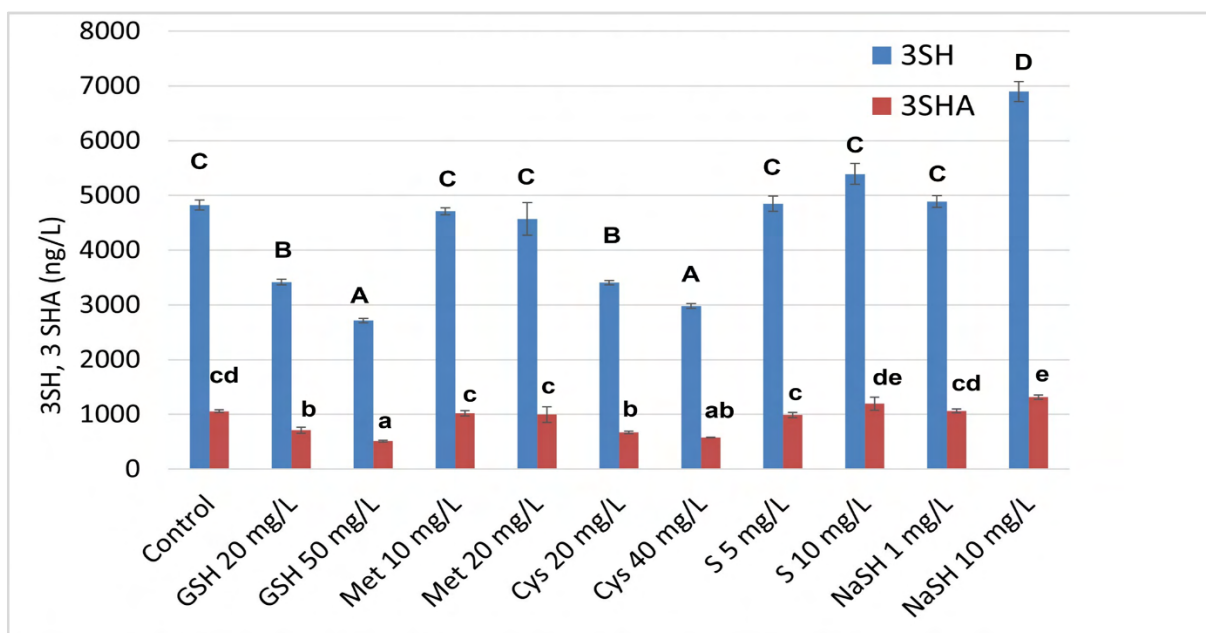
*Vinograd Gomila pod protitočno mrežo

Vsebnost elementarnega žvepla na grozdju. S⁰ se uporablja kot fitofarmacevtsko sredstvo, ostanki v moštu pa vplivajo na tvorbo pozitivnih (tioli) in negativnih (merkaptani, H₂S) žveplovih spojin v vinu. S⁰ lahko vključuje žveplo v prahu ali močljivo žveplo za uporabo pri nadzoru oidija (*Uncinula necator*), ene najpogostejših bolezni grozdja (Gadoury in sod. 2012). V posameznih vinogradih smo analizirali ostanke žvepla na grozdju ob času trgatve (preglednica 2). Vrednosti sovpadajo z nekaterimi predhodno objavljenimi raziskavami (Thomas in sod. 1993), kjer so na komercialno obranem grozdju (Modri Pinot in Cabernet Sauvignon) izmerili med 0.9 in 2.7 mg/kg S⁰. Thoukis in Stern (1962) sta ugotovila, da se je vsebnost H₂S v vinu znatno povečala, ko je koncentracija S⁰ v moštu preseгла 10 mg/L. Bistrenje (sedimentacija) mošta zniža ostanke S⁰ za več kot 95 %, medtem ko lahko podaljšana maceracija jagod med fermentacijo poveča tvorbo H₂S za dva- do trikrat (Kwasniewski in sod. 2014).

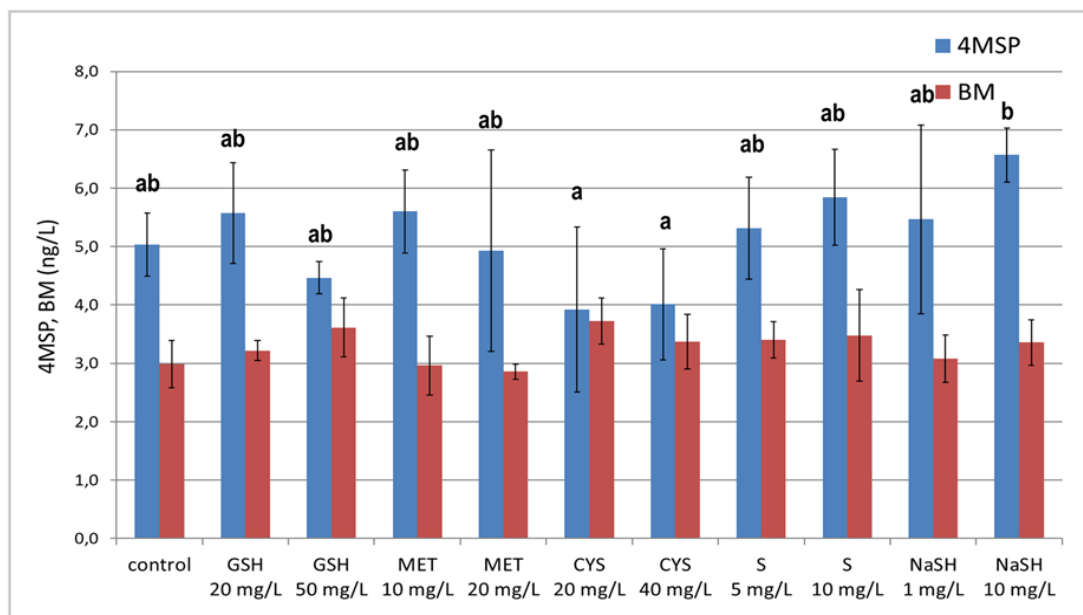
Preglednica 2. Koncentracija elementarnega žvepla (S⁰) na grozdju sorte 'Sauvignon' letnika 2021 iz različnih leg vinorodnega podokoliša Ljutomer-Ormož.

Legra	S ⁰ (mg/kg)
Mihorič	0.78
Litmerk	0.29
Gomila	0.39
Pratinščak	1.24
Sagoj	0.59

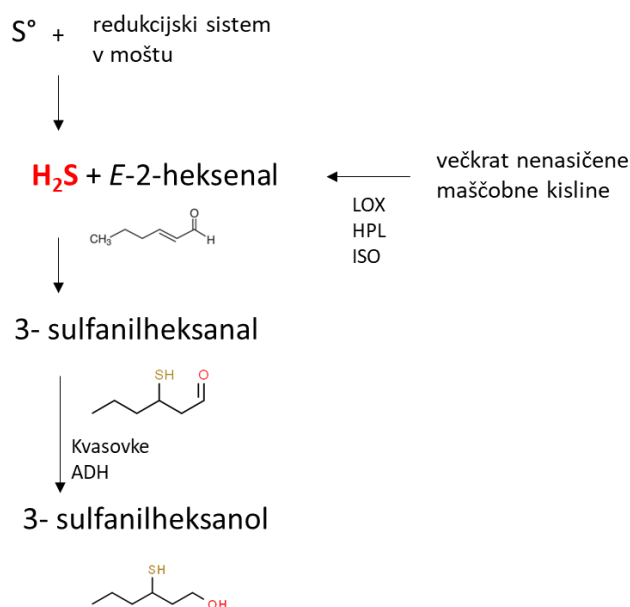
Tioli v vinu sorte 'Sauvignon' po mikrovinifikaciji z dodatkom žveplovih spojin pred fermentacijo. Vina z dodatkom 10 mg/L NaSHxH₂O (sprošča vodikov sulfid) so imela večjo koncentracijo 3SH in 3SHA v primerjavi s kontrolo in drugimi obravnavanji (slika 2). Tudi dodatek elementarnega žvepla je vplival na večje koncentracije 3SH in 3SHA v vinih, vendar se koncentracije statistično značilno niso razlikovale od kontrole. Po drugi strani pa so dodatki GSH in cisteina vplivali na manjše koncentracije 3SH in 3SHA v vinih v primerjavi s kontrolnimi vini in drugimi obravnavanji (slika 2). Slednja ugotovitev je skladna z rezultati, objavljenimi v Alegreja in sod. (2019). Kljub temu, da večje vsebnosti glutaciona v moštu pred fermentacijo zmanjšajo nastanek hlapnih tiolov 3SH in 3SHA, so tehnologije, ki ohranjajo več glutaciona v predelavi grozdja (hiperreduktivno stiskanje grozdja, uporaba SO₂) zelo pomembne. Glutacion je namreč pomemben antioksidant, ki zavira zmanjšanje nekaterih estrov in terpenov med zorenjem vina (Roussis in sod. 2009). Prav tako glutacion ščiti hlapne tirole med samim zorenjem vina (Kritzinger in sod. 2013, Tirelli in sod. 2010). Dodatek žveplovih spojin v naši raziskavi ni vplival na koncentracije 4MSP in BM v vinih (slika 3). Najbolj pomemben rezultat te raziskave je, da spreminjanje sestave vira žvepla v grozdnem soku vpliva na vsebnosti 3SH v vinu sorte 'Sauvignon'. Raziskave po svetu (Araujo in sod. 2016, Lyu in sod. 2021) kažejo, da dodatek elementarnega žvepla poveča vsebnosti 3SH in 3SHA. Elementarno žveplo se v moštu lahko reducira v H₂S, kar vodi do povečanja H₂S v moštu (Schneider in sod. 2006, Araujo in sod. 2017). Slednji se zaradi kvasne aktivnosti veže na nekatere C6 spojine, ki nastanejo pri razgradnji večkrat nenasičenih maščobnih kislin (slika 4) (Harsch in sod. 2013). Poleg povečanja hlapnih tiolov iz elementarnega žvepla in H₂S kot donorjev žvepla, lahko kvasovke tvorijo tudi negativne hlapne žveplove spojine (metantiole, ogljikov disulfid), ki so odgovorne za reduktivne vonje v vinu (Araujo in sod. 2017, Lyu in sod. 2021).



Slika 2. Koncentracije tiolov 3SH in 3SHA v vinih sorte 'Sauvignon' po dodatku žveplovih spojin pred fermentacijo: control – kontrola; GSH – glutation; Met – metionin; Cys – cistein; S – elementarno žveplo; NaSH – natrijev hidrosulfid hidrat (vir H₂S). Intervali zaupanja predstavljajo standardni odklon štirih ponovitev. Različne črke označujejo statistično značilne razlike med obravnavanji (ANOVA, p < 0,001).



Slika 3. Koncentracije tiolov 4MSP in BM v vinih sorte 'Sauvignon' po dodatku žveplovih spojin pred fermentacijo: control – kontrola; GSH – glutation; MET – metionin; CYS – cistein; S – elementarno žveplo; NaSH – natrijev hidrosulfid hidrat (vir H₂S). Intervali zaupanja predstavljajo standardni odklon štirih ponovitev. Različne črke označujejo statistično značilne razlike med obravnavanji (ANOVA, p < 0,001).



Slika 4. Predlagana pot nastanka 3SH z elementarnim žveplom kot primarnim donorjem žvepla. Lipoksigenaza (LOX), hidroperoksid liaza (HPL), izomeraza (ISO), alkohol dehidrogenaza (ADH) (Schneider in sod. 2006, Araujo in sod. 2017).

Koncentracija in profil tiolov v slovenskih komercialnih vinih sorte 'Sauvignon'. Tirole najdemo v različnih sortah, vendar so za tipičnost vin sorte 'Sauvignon' ključnega pomena, saj prispevajo k sortnosti in k intenziteti arome po tropskem sadju. Vsebnost hlapnih tiolov v 16 slovenskih vinih sorte 'Sauvignon' je prikazana v preglednici 3. Analize so bile opravljene v septembru 2022. Najbolj zastopan

je 3SH, vendar so razlike v koncentracijah med vzorci oz. pridelovalci precejšnje. Povprečna koncentracija 3SH v vzorcih vin je bila 1140 ± 831 ng/L, kar se sklada z rezultati predhodnih analiz tiolov v slovenskih vinih sorte 'Sauvignon' (Lisjak in sod. 2011). Na večjo koncentracijo 3SH in 3SHA lahko vplivamo s tehnološkimi postopki, ki vključujejo zmanjševanje oksidacije mošta (hlajenje grozdja, stiskanje v inertni atmosferi, uporaba SO₂ in dodatek askorbinske kisline pred predelavo), kontrolirano fermentacijo z uporabo selekcioniranih kvasovk ter odsotnostjo kisika med zorenjem in polnjenjem vina. Vsebnost BM, katerega zaznavni prag v belem vinu je okrog 10 ng/L in prispeva k aromi po dimu, kremenu, vžigalicah, smodniku (Siebert 2022) je bila v povprečju 30,7 ng/L. Rezultati vsebnosti 4MSP, ki daje vinu tipično aromo po črnem ribezu, mačjem urinu, pasijonki in pušpanu, nakazujejo na zelo visoke koncentracije tega tiola pri nekaterih vinih sorte 'Sauvignon' v vinorodni deželi Podravje (npr. Svečina, Zgornja Kungota). Rezultati za 4MSP so primerljivi ali celo večji od koncentracij, določenih v nekaterih avstrijskih vinih sorte 'Sauvignon', ki so tržno prepoznavna zaradi velikih koncentracij 4MSP. Vina sorte 'Sauvignon' iz ostalih slovenskih vinorodnih dežel (Primorska, Posavje) in Furlanije-Julijske krajine vsebujejo precej manjše koncentracije 4MSP (neobjavljeni podatki). Predvidevamo, da na razlike v koncentraciji tega dominantnega tiola za tipičen karakter vina sorte 'Sauvignon' močno vpliva 'terroir' oz. lastnosti posameznih vinogradov. Za potrditev te hipoteze in lokalizacijo vinogradov z večjim potencialom za tiolni karakter 4MSP v vinih, potrebujemo nadaljnje raziskave in večletne podatkovne baze.

Preglednica 3: Koncentracije sortnih tiolov v komercialnih slovenskih vinih sorte 'Sauvignon'.

Vinorodni okoliš, letnik	3SH (ng/L)	3SHA (ng/L)	4MSP (ng/L)	BM (ng/L)
Štajerska Slovenija, 2019	402	92	8	49
Štajerska Slovenija, 2020	2736	45	198	56
Štajerska Slovenija, 2021	303	nd	46	40
Štajerska Slovenija, 2021	571	21	19	56
Štajerska Slovenija, 2021	2162	62	31	27
Štajerska Slovenija, 2021	745	60	147	18
Štajerska Slovenija, 2021	2634	158	178	22
Štajerska Slovenija, 2021	346	25	217	32
Štajerska Slovenija, 2021	844	32	454	18
Štajerska Slovenija, 2021	951	34	109	19
Štajerska Slovenija, 2021	641	32	106	20
Štajerska Slovenija, 2021	534	32	51	20
Vipavska dolina, 2021	1973	77	16	35
Vipavska dolina, 2021	1432	49	44	26
Vipavska dolina, 2021	1539	62	36	25
Dolenjska, 2019	431	nd	44	27
Povprečje	1140	56	106	31
Standardni odklon	831	36	115	13

nd=pod mejo detekcije

Zaključki

Prisotnost hlapnih oz. sortnih tiolov je pomembna za edinstvene aromatične lastnosti vin sorte 'Sauvignon'. Medtem ko je grozdje sorte 'Sauvignon' manj aromatično, imajo lahko pridelana vina zelo močno izraženo aromatiko. 'Sauvignon' je sorta, ki nam s posegi v vinogradu in kleti omogoča pridelavo bolj ali manj izrazito aromatičnega stila vina. Nastanek hlapnih tiolov je zelo kompleksen. Pri tem imajo pomembno vlogo prekursorji tiolov v grozdju. Njihovo večletno spremljanje v vinogradih lahko ovrednoti 'tiolni potencial' posameznega vinograda. Poleg nehlapnih prekursorjev, ki jih kvasovke med

fermentacijo hidrolizirajo v hlapne tirole, obstaja še druga pot nastanka 3SH iz donorjev žvepla, kot sta elementarno žveplo (S^0) ali žveplov sulfid (H_2S). V naših poskusih se je ob dodatku S^0 ali H_2S v mošt pred fermentacijo povečala vsebnost tiolov 3SH in 3SHA. S^0 ali H_2S imata vlogo donorja žvepla pri nastanku 3SH v začetni fazi fermentacije, kar so pokazale tudi druge študije. Vendar pa prevelike vrednosti elementarnega žvepla lahko povečajo neželene reduktivne arome, kar kaže na potrebo po nadzoru pojava H_2S v različnih fazah pridelave vina. Dodatek žveplovih spojin v mošt pred fermentacijo pa ni vplival na nastanek tiolov 4MSP in BM. Povprečna koncentracija 3SH v analiziranih komercialnih slovenskih vinih sorte 'Sauvignon' je bila 1140 ng/L, vendar so razlike v koncentracijah med pridelovalci precejšnje. Razlog za to je, da na koncentracije 3SH in 3SHA precej vplivajo tehnološki postopki pridelave vina (hlajenje grozdja, hiperreduktivne tehnologije, izbira kvasovk, uporaba SO_2 in drugih antioksidantov, stabulacija). Vinifikacijske tehnike niso pokazale bistvenega vpliva na koncentracijo 4MSP v vinih. Določeni vzorci vin sorte 'Sauvignon' iz vinorodnega okoliša Štajerska Slovenija so imeli nadpovprečne koncentracije 4MSP, ki daje vinom značilen vonj po črnem ribezu, pušpanu, pasijonki in včasih tudi mačjem urinu. Predvidevamo, da na razlike v koncentracijah tega dominantnega tiola, ki daje tipičen karakter vinom sorte 'Sauvignon', vpliva 'terroir' oz. lastnosti posameznih vinogradniških leg, vendar so za ovrednotenje le-teh potrebne večletne podatkovne baze.

Zahvala

Raziskave so bile financirane iz sredstev Javne agencije za raziskovalno dejavnost - ARRS (aplikativni raziskovalni projekt L4-1841, štipendija mlade raziskovalke 51919 ter Programska skupina P4-0133) ter Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano Republike Slovenije (L4-1841). Za pomoč pri izvedbi analiz se zahvaljujemo sodelavcem Kmetijskega inštituta Slovenije, posebej Vidu Čopiju, Idi Gornik, Ivanki Kmetič-Ceglar, Bernardi Žitko ter Katji Mrvar. Za sodelovanje pri poskusih se zahvaljujemo vinski kleti Puklavec Family Wines ter enologoma Mitji Herga in Iztoku Klenarju.

Literatura

- Alegre J, Ferreira V, Hernandez-Orte P. 2019. How does the addition of antioxidants and other sulfur compounds affect the metabolism of polyfunctional mercaptan precursors in model fermentations? *Food Res Int*, 122, 1-9.
- Amendola C, Montagnoli A, Terzaghi M, Trupiano D, Oliva F, Baronti S, Miglietta F, Chiatante D, Scippa GS. 2017. Short-term effects of biochar on grapevine fine root dynamics and arbuscular mycorrhizae production. *Agric Ecosyst Environ*, 239, 236-245.
- Araujo DL, Vannevel S, Buica A, Callerot S, Fedrizzi B, Kilmartin AP, du Toit JW. 2016. Indications of the prominent role of elemental sulfur in the formation of the varietal thiol 3-mercaptohexanol in Sauvignon blanc wine, *Food Res Int*, 98, 79-86.
- Blanchard L, Darriet P, Dubourdieu D. 2004. Reactivity of 3-Mercaptohexanol in Red Wine: Impact of Oxygen, Phenolic Fractions, and Sulfur Dioxide. *Am J Enol Vitic*, 55, 115-120.
- Gadoury DM, Cadle-Davidson L, Wilcox WF, Dry IB, Seem RC, Milgroom MG. 2012. Grapevine powdery mildew (*Erysiphe necator*): a fascinating system for the study of the biology, ecology and epidemiology of an obligate biotroph. *Mol Plant Pathol*, 13, 1, 1-16.
- Harsch MJ, Benkwitz F, Frost A, Colonna-Ceccaldi B, Gardner RC, Salmon JM. 2013. New precursor of 3-mercaptohexan-1-ol in grape juice: Thiol-forming potential and kinetics during early stages of must fermentation. *J Agric Food Chem*, 61, 3703-3713.
- Kritzinger EC, Bauer FF, Du Toit WJ. 2013. Role of glutathione in winemaking: a review. *J Agric Food Chem*, 61, 2, 269-277.
- Kobayashi H, Takase H, Suzuki Y, Tanzawa F, Takata R, Fujita K, Kohno M, Mochizuki M, Suzuki S, Konno T. 2010. Environmental stress enhances biosynthesis of flavor precursors, S-3-(hexan-1-ol)-glutathione and S-3-(hexan-1-ol)-L-cysteine, in grapevine through glutathione S-transferase activation. *J Exp Bot*, 62, 3, 1325-1336.

- Kwasniewski MT, Allison RB, Wilcox WF, Sacks GL. 2011. Convenient, inexpensive quantification of elemental sulfur by simultaneous in situ reduction and colorimetric detection. *Anal Chim Acta*, 703, 52–57.
- Kwasniewski MT, Sacks GL, Wilcox WF. 2014. Persistence of elemental sulfur spray residue on grapes during ripening and vinification. *Am J Enol Vitic*, 65, 4, 453-462.
- Lisjak K, Šuklje K, Baša-Česnik H, Janeš L, Bregar B. 2011. Aromatski potencial slovenskih sauvignonov. *Vinarski dan* 2011. Ljubljana 30.11.2011.
- Lyu X, Araujo LD, Quek S-Y, Kilmartin PA. 2021. Effects of antioxidant and elemental sulfur additions at crushing on aroma profiles of Pinot Gris, Chardonnay and Sauvignon Blanc wines, *Food Chem*, 346, 431-441.
- Murat ML, Masneuf I, Darriet P, Lavigne V, Tominaga T, Dubourdieu D. 2001. Effect of *Saccharomyces cerevisiae* Yeast Strains on the Liberation of Volatile Thiols in Sauvignon blanc Wine. *Am J Enol Vitic*, 52, 136–139.
- Peyrot Des Gachons C, Van Leeuwen C, Tominaga T, Soyer J P, Gaudillere JP. 2005. Influence of water and nitrogen deficit on fruit ripening and aroma potential of *Vitis vinifera* L cv Sauvignon blanc in field conditions. *J Agric Food Chem*, 85, 1, 73-85.
- Roland A. 2010. Influence des phénomènes d'oxydation lors de l'élaboration des moûts sur la qualité aromatique des vins de Melon B. et de Sauvignon Blanc en Val de Loire. These Docteur. Montpellier Supagro.
- Roussis, IG, Papadopoulou, D, Sakarellos-Daitsiotis, M. 2009. Protective effect of thiols on wine aroma volatiles. *The Open Food Sci J*, 3, 98-102.
- Schneider R, Charrier F, Razungles A, Baumes R. 2006. Evidence for an alternative biogenetic pathway leading to 3-mercaptohexanol and 4-mercapto-4-methylpentan-2-one in wines. *Anal Chim Acta*, 563, 1–2, 58-64.
- Sivilotti P, Škvarč B, Butinar L, Sternad Lemut M, Vanzo A, Lisjak K. 2015. Pre- and post-flowering leaf removal as affecting methoxypyrazines, thiol precursors, glutathione and thiols in sauvignon blanc grapes and wines. V: *Oeno 2015 ; Programme 10th International Symposium of Oenology of Bordeaux*, 47.
- Swiegers JH, Capone DL, Pardon KH, Elsey GM, Sefton MA, Francis IL, Pretorius IS. 2007. Engineering volatile thiol release in *Saccharomyces cerevisiae* for improved wine aroma. *Yeast*, 24, 561 – 574.
- Šuklje K, Basa-Česnik H, Janeš L, Kmecl V, Vanzo A, Deloire A, Sivilotti P, Lisjak, K. 2013. The effect of leaf area to yield ratio on secondary metabolites in grapes and wines of *Vitis vinifera* L. cv. Sauvignon blanc. *J Int Sci Vigne Vin*, 47, 2, 83-97.
- Masneuf-Pomarède I, Mansour C, Murat ML, Tominaga T, Dubourdieu D. 2006. Influence of fermentation temperature on volatile thiols concentrations in Sauvignon blanc wines. *Int J Food Microbiol*, 108, 385–390.
- Thibon C, Marullo P, Claisse O, Cullin C, Dubourdieu D, Tominaga T. 2008. Nitrogen catabolic repression controls the release of volatile thiols by *Saccharomyces cerevisiae* during wine fermentation. *FEMS Yeast Res*, 8, 7, 1076-86.
- Thomas CS, Gubler WD, Silacci MW, Miller R. 1993. Changes in elemental sulfur residues on Pinot noir and Cabernet Sauvignon grape berries during the growing season. *Am J Enol Vitic*, 44, 2, 205-210.
- Thoukis G, Stern L A. 1962. A review and some studies of the effect of sulfur on the formation of off-odors in wine. *Am J Enol Vitic*, 13,3, 133-140.
- Tirelli A, Fracassetti D, De Noni I. 2010. Determination of reduced cysteine in oenological cell wall fractions of *Saccharomyces cerevisiae*. *J Agric Food Chem*, 58, 8, 4565-4570.
- Tominaga T, Furrer A, Henry R, Dubourdieu D. 1998a. Identification of new volatile thiols in the aroma of *Vitis vinifera* L. var. Sauvignon blanc wines. *Flavour Fragr J*, 13, 159–162.
- Tominaga T, Peyrot des Gachons C, Dubourdieu D. 1998b. A New Type of Flavor Precursors in *Vitis vinifera* L. cv. Sauvignon Blanc: S-Cysteine Conjugates. *J Agric Food Chem*, 46, 5215–5219.
- Tominaga T, Murat M.-L & Dubourdieu D. 1998c. Development of a method for analyzing the volatile thiols involved in the characteristic aroma of wines made from *Vitis vinifera* L. cv. Sauvignon blanc. *J Agric Food Chem*, 46, 1044-1048.
- Vanzo A, Janeš L, Požgan F, Velikonja Bolta Š, Sivilotti P, Lisjak K. 2017. Prekurzorji tiolov v grozdju sorte sauvignon. 5. Slovenski vinogradniško-vinarski kongres. Zbornik prispevkov. Izdal in založil: Kmetijski inštitut Slovenije, 163-172.
- Vanzo A, Janeš L, Požgan F, Velikonja Bolta Š, Sivilotti P, Lisjak K. 2017. UHPLC-MS/MS determination of varietal thiol precursors in Sauvignon blanc grapes. *Sci Rep*, 7, 13122.
- Winter G, Van Der Westhuizen T, Higgins V, Curtin C, Ugliano M. 2011. Contribution of cysteine and glutathione conjugates to the formation of the volatile thiols 3-mercaptohexan-1-ol (3MH) and 3-mercaptohexyl acetate (3MHA) during fermentation by *Saccharomyces cerevisiae*. *Aust J Grape Wine Res*, 17, 285–290.

Novi pogledi na razvoj netipičnega staranja belih vin

Tatjana Radovanović Vukajlović¹, Christian Philipp², Phillip Eder², Martin Šala³, Vid Simon Šelih³, Andreja Vanzo⁴, Katja Šuklje⁴, Mitja Martelanc¹, Klemen Lisjak⁴, Melita Sternad Lemut¹, Guillaume Antalick^{1*}

¹Center za raziskave vina, Univerza v Novi Gorici, Dvorec Lanthieri, Glavni trg 8, SI-5271 Vipava

²Višja šola in nacionalni inštitut za raziskave v vinogradništvu in sadjarstvu, Wienerstraße 74, 3400 Klosterneuburg, Avstrija

³Kemijski Inštitut, Hajdrihova 19, 1000, Ljubljana

⁴Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za sadjarstvo, vinogradništvo in vinarstvo, Hacquetova ulica 17, 1000 Ljubljana

*Korespondenca: guillaume.antalick@ung.si

Izveček: Netipično staranje belih vin (ATA) je napaka vina, ki se pojavi pri mladih belih vinih in je povezan s hitro izgubo sadne arome vina in razvojem negativnih arom. Razvoj ATA je pogosto povezan s prisotnostjo 2-aminoacetofenona (2-AAP). Čeprav so bile kemične reakcije, ki vodijo do tvorbe 2-AAP v belih vinih že predhodno opisane, še vedno ostajajo odprta vprašanja o glavnih dejavnikih, ki vplivajo na sintezo 2-AAP. Namen te raziskave je bil raziskati vpliv dodatka antioksidantov dovoljenih v enologiji (glutation, inaktivirane kvasovke, enološki tanini, galna kislina) in pomembnih ionov prehodnih kovin, prisotnih v vinu (Fe, Cu in Mn), na tvorbo 2-AAP v belih vinih. Rezultati kažejo na razlike med antioksidanti v njihovi sposobnosti za omejitev tvorbe 2-AAP. Dodatek komercialnih taninov v vino se je izkazal bolj učinkovit v primerjavi z glutationom pri inhibiciji nastanka 2-AAP. Ioni prehodnih kovin so imeli znaten vpliv na sintezo 2-AAP. Dodatek Fe in Mn je vplival na višje koncentracije 2-AAP v vinih, medtem ko je dodatek prisotnost bakra omejil sintezo 2-AAP. Ugotovili smo, da se učinkovitost enoloških antioksidantov pri inhibiciji sinteze 2-AAP poveča v prisotnosti ionov prehodnih kovin, ko so te dodani v višjih koncentracijah.

Ključne besede: 2-aminoacetofenona, Ioni prehodnih kovin, antioksidanti, netipično staranje

New perspectives on the development of atypical aging of white

Abstract: Atypical ageing (ATA) is an off flavour appearing in young white wines associated to a rapid loss of wine fruity aroma and to the development of unpleasant odours. ATA development is often associated with the presence of 2-aminoacetophenone (2-AAP). While the chemical reactions yielding 2-AAP in white wines have been documented, the main factors driving its synthesis are still poorly understood. This study aimed to investigate the effect of some antioxidants and important transition metal ions present in wine (Fe, Cu and Mn) on 2-AAP formation in white wines. A certain variability of antioxidants capacity to limit 2-AAP formation was observed. Supplementations of commercial tannins in wines tended to be more efficient than glutathione to preserve wines from the formation of 2-AAP. Transition metal ions significantly impacted 2-AAP synthesis through complex interactions. Generally, Fe and Mn tended to promote higher level of 2-AAP while the presence of copper clearly limited it. The presence of higher concentration of transition metal ions significantly improved the efficiency of antioxidants to reduce 2-AAP concentration.

Keywords: 2-aminoacetophenone, transition metal ions, antioxidants, atypical ageing

Uvod

Netipično staranje belih vin (ATA) je napaka vina, ki jo definira hitra izguba sadne arome vina pri mladih belih vinih in razvoj neprijetnih vonjav, kot je vonj po akacijevem cvetu, vonj po umazani posodi ali pohištvu, lepilu (Raap in sod. 1993, Schneider 2014). Čeprav je ATA dobro opisano v literaturi, je mehanizem nastanka še vedno ne povsem pojasnjen (Schneider 2014). 2-aminoacetofenon (2-AAP) je bil identificiran kot spojina, ki v večji meri prispeva k pojavu ATA v vinih (Rapp in sod. 1993; Košmerl in Zlatič 2009). V literaturi je naveden prag senzorične zaznave 2-AAP od 0,5 µg/L do 10,5 µg/L, glede na vinski matriks (Nardin in sod. 2022). Christoph in sod. (1999) so opisali tvorbo 2-AAP z radikalsko kooksidacijo sulfita v sulfat, kar vodi do oksidativne razgradnje 3-indol-očetne kisline (3-IAA), spojine, ki izhaja iz metabolizma triptofana. Čeprav so bile kemijske reakcije, ki vodijo do tvorbe 2-AAP v belih vinih že opisane, obstajajo še vedno odprta vprašanja o dejavnikih, ki vplivajo na pojav ATA (Schneider 2014). Ugotovljeno je bilo, da prisotnost visoke koncentracije proste 3-IAA ob dodatku žvepla v vino v določenih primerih prispeva k višjim koncentracijam 2-AAP pozneje v vinu, vendar tesne, direktne korelacije med koncentracijo 3-IAA in vsebnostjo 2-AAP v vinu ni bilo mogoče ugotoviti (Schneider 2014). Christoph in sod. (1998) ter Hoenicke in sod. (2002) so poročali, da prisotnost antioksidantov pred žveplanjem vina preprečuje nastanek 2-AAP. V študiji Rauhut in sod. (2003) so ugotovili, da dodatek askorbinske kisline v vino močno inhibira tvorbo 2-AAP. Uporaba askorbinske kisline lahko vpliva nanastanek močnih oksidantov, če je hkrati koncentracija žveplovega dioksida prenizka (Bradshaw in sod. 2003). Dodatek pogosto uporabljenih antioksidantov v vinarstvu kot so tanini in glutation ni omejil tvorbe 2-AAP (Schneider 2014). Omenjene študije (Christoph in sod. 1998, Hoenicke in sod. 2002, Bradshaw in sod. 2003, Rauhut in sod. 2003) odpirajo številna vprašanja o tvorbi ATA in dejavnikih, ki vplivajo na sintezo 2-AAP. Pomemben dejavnik, pri razumevanju kemije oksidacije vina, je vloga ionov prehodnih kovin (Ribereau-Gayon in sod. 2000). Vpliv prehodnih kovin na razvoj ATA je bil opisan samo v senzorični študiji brez kvantifikacije 2-AAP (Morozova in sod. 2014). Namen naše študije je bil raziskati nove poti tvorbe 2-AAP v belih vinih s preučevanjem vpliva specifičnih antioksidantov, ki se uporabljajo v enologiji in ionov prehodnih kovin prisotnih v vinu (Fe, Cu in Mn).

Material in metode

V prvih dveh poskusih smo preučevali vpliv dodatka različnih antioksidantov v vino na tvorbo 2-AAP. Poskusa smo izvedli v dveh različnih belih vinih (A in B), katerima smo pred začetkom poskusa dodali 100 µg/L 3-IAA, z namenom nastanka 2-AAP.

Za Poskus 1, ki smo ga izvedli leta 2021 smo uporabili belo zvrst iz Slovenije letnika 2020 (vino A). Začetni koncentraciji prostega žvepla in 2-AAP sta bili 25 mg/L oziroma 0,75 µg/L. Testirali smo različne antioksidante, ki smo jih dodali v vino v navedenih koncentracijah: glutation (GSH) 12 mg/L, inaktivirani derivati kvasovk (IYD) 400 mg/L, galna kislina (GA) 70 mg/L, komercialni elagitanin (TA1) 100 mg/L, komercialna mešanica elagitaninov in kondenziranih taninov (TA2) 100 mg/L in inaktivirani derivati kvasovk (400 mg/L) v kombinaciji s komercialnimi elagitanini (100 mg/L).

Poskus 2 smo izvedli leta 2022 v vinu bela zvrst iz Bele Krajine letnik 2021 (vino B). Začetne koncentracije prostega žvepla, 2-AAP, Cu, Mn in Fe so bile po vrsti 22 mg/L, 0,35 µg/L, 75 µg/L, 796 µg/L in 1047 µg/L. Testirali smo vrsto različnih antioksidantov, kot so: glutation (GSH) pri 12 mg/L, inaktivirani derivati kvasovk (IYD) pri 400 mg/L, komercialni elagitanin pri 10 mg/L (TA1-10) in 100 mg/L (TA1-100) ter inaktivirani derivati kvasovk (400 mg/L) v kombinaciji s komercialnim elagitaninom pri 10 mg/L (IYD + TA1-10) in pri 100 mg/L (IYD + TA1-100). Vsak antioksidant je bil testiran samostojno in v kombinaciji z mešanico kovinskih ionov s sledečimi koncentracijami: Cu (II) pri 1 mg/L z uporabo raztopine bakrovega (II) sulfata pentahidrata, Fe(II)/Fe(III) (1:1) pri 5 mg/L z uporabo raztopin železovega (II) sulfata heptahidrata in železovega (III) klorida heksahidrata ter Mn (II) pri 4 mg/L z uporabo raztopine manganovega (II) sulfata monohidrata.

Tretji poskus smo izvedli z namenom, da ugotovimo kako ioni prehodnih kovin vplivajo posamezno in v mešanici na tvorbo 2-AAP v belem vinu. Za ta namen smo uporabili vino bela zvrst letnika 2021 (vino C) začetne koncentracije prostega žvepla, 2-AAP, Cu, Mn in Fe so bile po vrsti 20 mg/L, 0,83 µg/L, 58 µg/L, 872 µg/L in 564 µg/L. Dodatki ionov prehodnih kovin v vino so bili sledeči:

Fe(II) 5 mg/L; Fe(III) 5 mg/L; Fe(II) in Fe(III) (1:1) 5 mg/L; Fe (II/III) in Mn (II) 5 mg/L oziroma 4 mg/L; Cu (II) 1 mg/L; Mn (II) 4 mg/L; Cu (II) in Mn (II) 1 mg/L oziroma 4 mg/L; Fe(II/III)(1:1), Mn(II) in Cu(II) 5 mg/L, 4 mg/L oziroma 1 mg/L.

Poskuse smo izvedli v triplikatu z dodatki antioksidantov in/ali ionov prehodnih kovin. V 20 mL vialo smo prenesli 18 mL vina in jih po dodatku antioksidantov in/ali ionov prehodnih kovin tesno zaprli s PTFE pokrovčkom. Vialo smo nadalje izpostavili pospešenemu staranju v pečici za 4 dni pri 40 °C. Do analize smo vialo shranili v hladilniku (do 4 dni).

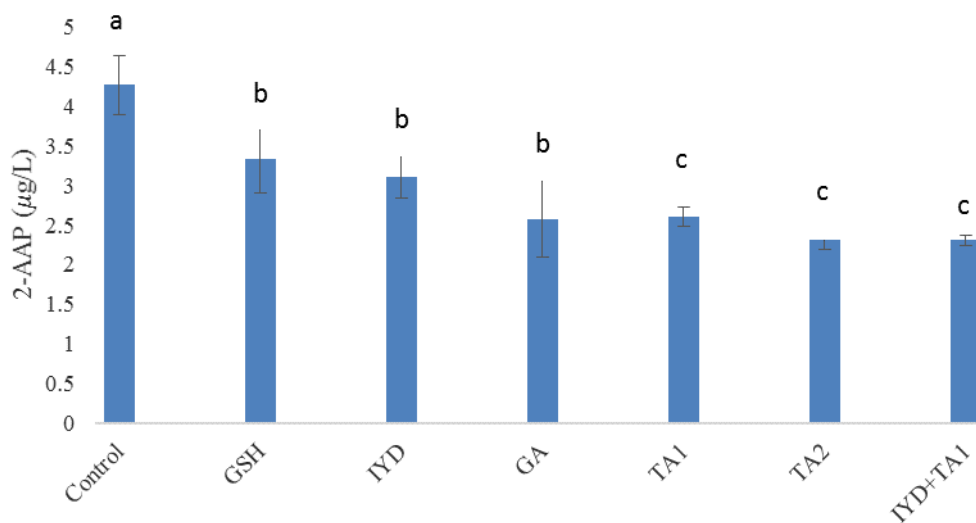
V vseh vzorcih vina je bila določena vsebnost 2-AAP z metodo tehnike nadprostora z ekstrakcijo na trdo fazo (HS-SPME) z uporabo plinskega kromatografa sklopljenega z masnim detektorjem (GC-MS/MS) (Shimadzu, Japonska) po vzoru na predhodno objavljeno metodo (Schmarr in sod. 2016) z določenimi modifikacijami.

Ioni prehodnih kovin so bili analizirani z ICP-MS. Vsi uporabljeni reagenti so bili analitske kakovosti. Za redčenje vzorcev in pripravo standardov smo uporabili ultra čisto vodo (MilliQ, Millipore) in ultra čiste kisline (HNO₃ in HCl, Merck-Suprapure). Standardne in slepe vzorce smo pripravili v modelnem vinu, sestavljenem iz 12 % etanola, 4 g/L glukoze, 4 g/L vinske kisline in pH uravnanim na 3,4. Uporabljen je bil instrument Agilent Technologies 7900 ICP-masni spektrometer (MS), opremljen s steklenim koncentričnim nebulatorjem MicroMist in Peltierjevo hlajeno razpršilno komoro tipa Scott.

Pridobljene rezultate smo pred in po umetnemu staranju primerjali z enosmerno analizo variance ANOVA (Analysis of Variance) z uporabo programske opreme Excel s stopnjo značilnosti 95 % (P-vrednost <0,05).

Rezultati z diskusijo

Grafikon 1 prikazuje, da so vsi preizkušeni antioksidanti statistično značilno vplivali na zmanjšano tvorbo 2-AAP v primerjavi s kontrolnim obravnavanjem, prav tako pa so bili različni antioksidanti različno uspešni pri inhibiciji tvorbe 2-AAP. Hoenicke in sod. (2002) so poročali, da lahko vino z višjo vsebnostjo antioksidantov kot so npr. fenolne spojine, zavira tvorbo superoksidnih radikalov in zmanjša težnjo k tvorbi ATA. Lavigne-Cruege in sod. (2000) so ugotovili, da bi glutation in drugi derivati kvasovk prav tako lahko omejili tvorbo 2-AAP, vendar ta rezultat ni bil v skladu z nekaterimi drugimi študijami (Köhler in sod. 1996, Lorenzini 2009). V tem delu so se fenolne spojine, kot so galna kislina in komercialni tanini, pokazale kot bolj učinkovite za omejevanje tvorbe 2-AAP v primerjavi z GSH in inaktiviranimi derivati kvasovk (IYD). Medtem, ko je dodatke komercialnih taninov vplival na nižje koncentracije 2-AAP v obeh obravnavanjih, sta imela dodatek GSH in IYD vpliv na nižje vsebnosti 2-AAP samo v enem vinu od dveh preučevanih. Nardin in sod. (2022) so nedavno objavili podobne rezultate o uporabi GSH, elagitanina, galotanina in grozdnih taninov. Ugotovili so, da sta galotanin in grozdni tanin najučinkovitejša pri zaviranju formacije 2-AAP (Nardin in sod. 2022). V našem poskusu je mešanica grozdnih in elagitaninov (TA2) izkazala za nekoliko učinkovitejša od elagitaninov samih (TA1) pri zaviranju formacije 2-AAP. V študiji Nardin in sod. (2022) so bili dodatki antioksidantov v vino višji v primerjavi z našo študijo, kjer odmerki ustrezajo koncentracijam, ki jih v praksi uporabljajo vinarji. Dodatek taninov v belo vino nad zgornjo mejo priporočenih vrednosti pogosto močno vpliva na senzorični profil vina. Višji odmerek se je izkazal kot najučinkovitejši za zmanjšanje koncentracije 2-AAP. Vsi ti rezultati kažejo, da bi pri staranju vina v sodih na drožeh lahko tanini, ekstrahirani iz lesa, pozitivno vplivali na zmanjšanje formacije 2-AAP.



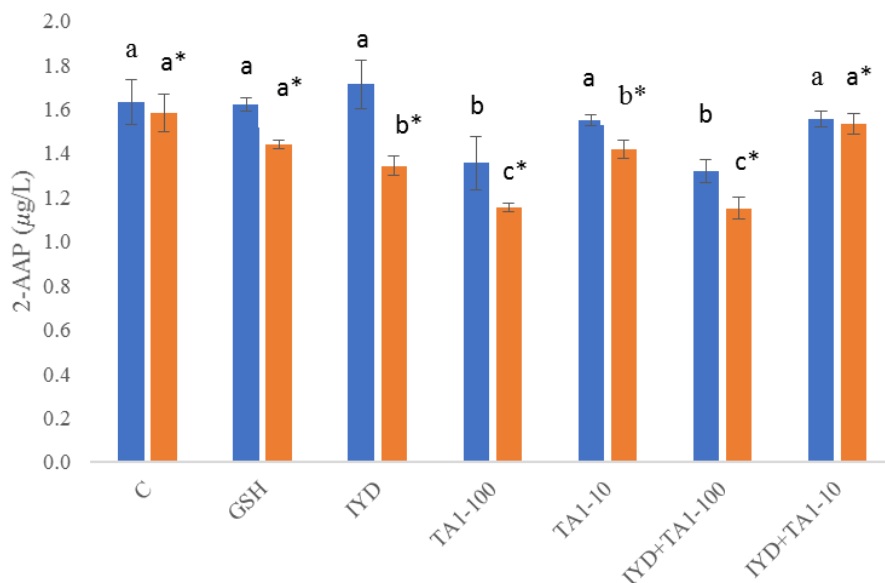
Grafikon 1. Koncentracija 2-AAP, izmerjena v vinu, tretiranemu z različnimi antioksidanti (GSH-glutation; IYD-inaktivirani derivati kvasovk, GA-galna kislina, TA1 in TA2-različni komercialni tanini, IYD+TA1 kombinacija inaktiviranih derivatov kvasovk ter komercialnih taninov). Različne črke označujejo statistično značilne razlike med obravnavanji pri $p \leq 0,05$.

V drugemu poskusu je bil v vinu A ponovno testiran vpliv GSH, IYD in komercialnega elagitanina pri dveh različnih koncentracijah posamezno in v kombinaciji z IYD na koncentracijo 2-AAP. Vsak antioksidant je bil testiran posamezno in z dodatkom mešanice kovinskih ionov (Cu, Fe in Mn).

Učinek antioksidantov na 2-AAP je bil manj očiten v primerjavi s prvim poskusom (grafikon 2). V drugem vinu dodatek GSH in IYD ni vplival na končno koncentracijo 2-AAP. Samo dodatek komercialnega elagitanina (TA1) je znatno zmanjšal koncentracijo 2-AAP po umetnemu staranju. To zmanjšanje je bilo pomembnejše pri večjih odmerkih taninov. Dodatek IYD ni imel dodatnega vpliva na koncentracijo 2-AAP v vinu, ko je bil dodan v kombinaciji s tanini. Ko smo v vino dodali še mešanico kovinskih ionov, so vina z dodatkom GSH, IYD in tanina pokazala znatno nižje koncentracije 2-AAP v primerjavi s kontrolnim vinom (grafikon 2). Največjo inhibicijo sinteze 2-AAP smo opazili v obravnavanju TA1-100 in najmanjšo ob dodatku GSH. V teh pogojih je bil dodatek IYD bolj učinkovit za zmanjšanje 2-AAP kot GSH in enako učinkovit kot nizek odmerek TA1. Dodatek mešanice kovinskih ionov ni bistveno spremenil vsebnosti 2-AAP v kontrolnem vinu. Kljub temu je dodajanje mešanice kovinskih ionov povzročilo znatno zmanjšanje koncentracije 2-AAP po umetnemu staranju pri vsakemu posameznemu antioksidantu, razen tistega z nizko koncentracijo taninov. Te rezultati kažejo na kompleksne interakcije med kovinskimi ioni in vinskimi matriksom pri tvorbi 2-AAP.

Znano je, da ioni prehodnih kovin sodelujejo v številnih kemijskih reakcijah v vinu. Predvsem Fe, Cu in Mn v manjši meri, so bili predmet raziskav zaradi njihove vloge pri oksidaciji in redukciji vina, ne pa zaradi njihove vloge pri tvorbi 2-AAP v belih vinih (Ribereau Gayon in sod. 2000, Danilewicz 2016).

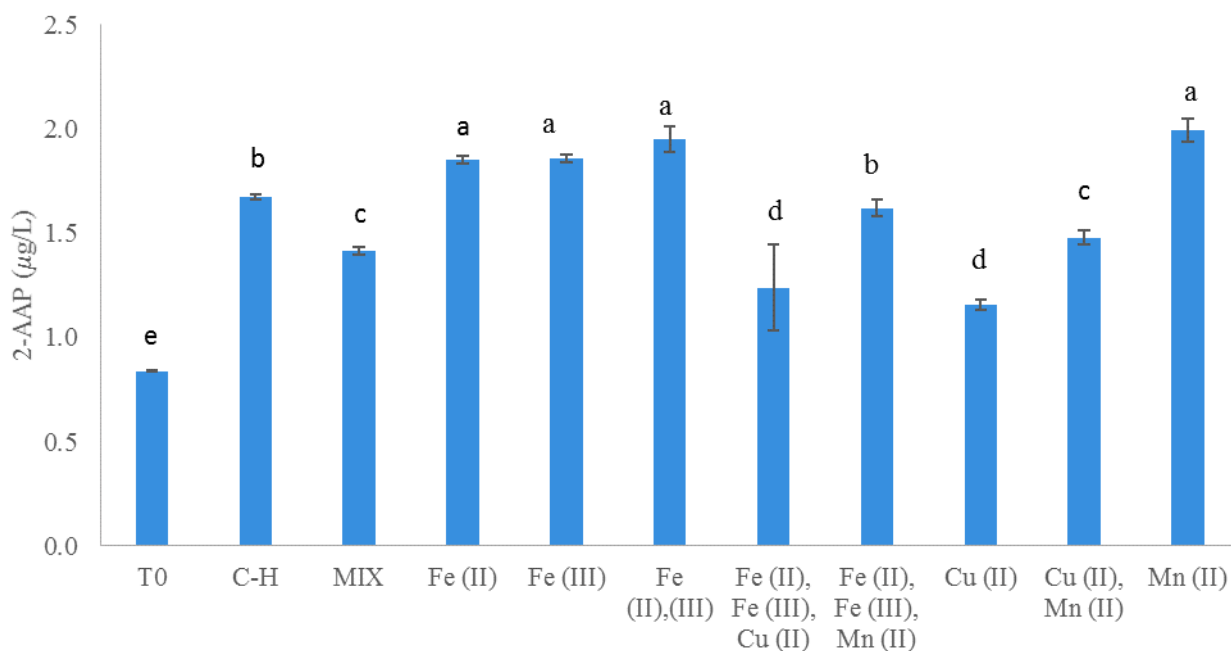
V tretjem poskusu smo vinu bela zvrst (vino C) dodali soli Cu(II), Fe(II), Fe(III) in Mn(II), z namenom da bi preučevali učinek teh kovinskih ionov na tvorbo 2-AAP. Dodatki so bili narejeni s posameznimi in z mešanicami kovinskih ionov, da bi se čim bolj približali realnim vrednostim v vinu.



Grafikon 2. Tretiranje vina z različnimi antioksidanti (modri brez dodatka kovinskih ionov, oranžni z dodatkom kovinskih ionov; C-kontrola, GSH-glutation, IYD-inaktivirani derivati kvasa, TA1-100-komercialni elagitanin pri 100 mg/L, TA1-10-komercialni elagitanin pri 10 mg/L, IYD+TA1-100-inaktivirani derivati kvasa in komercialni elagitanin pri 100 mg/L, IYD+TA1-10-inaktivirani derivati kvasa in komercialni elagitanin pri 10 mg/L). Različne črke označujejo statistično značilne razlike med obravnavanji pri $p \leq 0,05$. Črke, katerim sledi * označujejo statistično značilne razlike pri vzorcih z dodanimi kovinskimi ioni (oranžni histogrami).

Iz grafikona 3 je razvidno, da je dodatek Fe(II), Fe(III) in Mn(II) vplival na povišanje koncentracij 2-AAP v primerjavi s kontrolnim vinom, vendar je bila najvišja ugotovljena vsebnost v vinih z dodatkom Mn(II). Po drugi strani pa je dodatek Cu(II) povzročil znatno zmanjšanje vsebnosti 2-AAP. Zanimivo je, da se je koncentracija 2-AAP značilno zmanjšala, ko je bil Cu(II) dodan v mešanici z drugimi kovinskimi ioni. Nasprotno je dodatek Mn(II) vplival na zvišanje koncentracije 2-AAP pri vseh obravnavanjih, razen ko je bil dodan z mešanico Fe(II) in Fe(III). Dodatek vseh kovinskih ionov skupaj pa je povzročil znižanje koncentracije 2-AAP po umetnemu staranju v primerjavi s kontrolo.

Reaktivnost kovinskih ionov je močno odvisna od njihovega redoks potenciala, na katerega pomembno vpliva prisotnost ligandov, kot so vinska kislina, jabolčna kislina, polifenoli ali/in drugi antioksidanti (Danilewicz 2013). Na Fe(III/II) redoks potencial vpliva tudi prisotnost Cu in Mn (Danilewicz 2007 2016). Cu pospešuje oksidacijo Fe(II), kar lahko spodbuja oksidacijo sulfita (Danilewicz 2007, 2011), pri čemer se domneva, da povzroča tvorbo superoksidnih radikalov, odgovornih za tvorbo 2-AAP v belih vinih (Hoenicke in sod. 2002). Nasprotno pa je v našem poskusu dodajanje Cu(II) vplivalo na znižanje koncentracij 2-AAP. Po drugi strani pa je dokazano, da je Mn močan spodbujevalec oksidacije sulfita v prisotnosti sledov Fe in Cu (Danilewicz 2016). V naših razmerah je bila prisotnost višje ravni Mn bolj povezana z višjo vsebnostjo 2-AAP. Vendar tega trenda ni bilo opaziti, ko je imelo vino višjo začetno koncentracijo Fe(II/III). Pridobljeni rezultat prikazuje kompleksnost kemijskih reakcij, ki vplivajo na tvorbo 2-AAP v vinskem mediju, in pojasnjujejo, zakaj glavni omejujoči faktorji tvorbe 2-AAP v vinu še niso povsem identificirani. Nadaljnje raziskave bodo morale podrobneje raziskati kemijske mehanizme tvorbe 2-AAP.



Grafikon 3. Koncentracija 2-AAP izmerjena v vinu pred umetnim staranjem in z uporabo različnih kombinacij kovinskih ionov (T0-kontrolno vino, ki ni bilo izpostavljeno umetnemu staranju C-H-vino, izpostavljeno umetnemu staranju; MIX-mešanica Fe, Cu, Mn). Različne črke označujejo statistično značilne razlike med obravnavanji pri $p \leq 0,05$.

Zaključki

Tukaj predstavljena študija odpira nove raziskovalne možnosti za razumevanje sinteze 2-AAP v belih vinih. Nadaljnje raziskave so še potrebne na področju izvora sortnih razlik v vsebnosti 2-AAP in interakcije med antioksidanti in prehodnimi kovinami.

Zahvala

Raziskave so bile financirane iz sredstev Javne agencije za raziskovalno dejavnost - ARRS ter BioLaffort (aplikativni raziskovalni projekt L4-1842).

Literatura

- Rapp A, Versini G, Ullemeyer H. 1993. 2-Aminoacetophenon: Verursachende Komponente der „untypischen Alterungsnote“ („Naphthalinton“, Hybridton“) bei Wein, *Vitis*, 32, 61-62.
- Schneider V. 2014. Atypical Aging Defect: Sensory Discrimination, Viticultural Causes, and Enological Consequences. A Review. *Am J Enol Vitic*, 65, 277-284.
- Košmerl T and Zlatič E. 2009. Determination of 2-aminoacetophenone in wines using the Stir Bar Sorptive Extraction method coupled with GC-MS and GC-NPD, *Mitteilungen Klosterneuburg*, 59, 121-126.

- Nardin T, Roman T, Dekker S, Nicolini G, Thei F, Masina B, Larcher R. 2022. Evaluation of antioxidant supplementation in must on the development and potential reduction of different compounds involved in atypical ageing of wine using HPLC-HRMS, *Food Sci Tech*, 154, 112639.
- Christoph N, Gessner M, Simat TJ, Hoenicke K. 1999. Off-flavor compounds in wine and other food products formed by enzymatical, physical, and chemical degradation of tryptophan and its metabolites, *Adv Exp Med Biol*, 467, 659-669.
- Christoph N, Bauer-Christoph C, Geßner M, Köhler HJ, Simat TJ, Hoenicke K. 1998. Formation of 2-aminoacetophenone and formylaminoacetophenone in wine by reaction of sulfurous acid with indole-3-acetic acid, *Vitic Enol Sci*, 53, 79-86.
- Hoenicke K, Borchert O, Grüning K, Simat TJ. 2002. "Untypical Aging Off-Flavor" in Wine: Synthesis of Potential Degradation Compounds of Indole-3-acetic Acid and Kynurenine and Their Evaluation as Precursors of 2-Aminoacetophenone. *J Agric. Food Chem*, 50, 4303-4309.
- Rauhut D, Shefford P G, Roll C, Kürbel H, Löhnertz O. 2003. Effect on diverse oenological methods to avoid occurrence of atypical aging and related off-flavours in wine. 7th International Symposium of Oenology, Coordinators: Lonvaud-Funel A, de Revel G, Darriet P. Editions Tec & Doc, Lavoisier, Londres, Paris, New York, 376-379.
- Bradshaw MP, Cheynier V, Scollary GR, Prenzier PD. 2003. Defining the Ascorbic Acid Crossover from Anti-Oxidant to Pro-Oxidant in A Model Wine Matrix Containing (+)-Catechin, *J Agric Food Chem*, 51, 4126-4132.
- Ribereau-Gayon P, Glories Y, Maujean A, Dubourdiou D. 2000. Handbook of Enology, Vol.1, Wine and Wine Making. John Wiley & Sons, Chichester, West Sussex, UK.
- Morozova K, Schmidt O, Schwack W. 2014. Impact of headspace oxygen and copper and iron addition on oxygen consumption rate, sulphur dioxide loss, colour and sensory properties of Riesling wine, *Eur Food Res Technol*, 238, 653-663.
- Schmarr HG, Keiser J, Krautwald S. 2016. An improved method for the analysis of 2-aminoacetophenone in wine based on headspace solid-phase microextraction and heart-cut multidimensional gas chromatography with selective detection by tandem mass spectrometry, *J Chromatogr A*, 1477, 64-69.
- Lavigne-Cruege V, Cutzach I, Dubourdiou D. 2000. Interprétation chimique du vieillissement aromatique défectueux des vins blancs. Incidence des modalités d'élevage. In: *O Enologie 99* (A. Lonvaud-Funel, coord.), Éditions Tec & Doc, Paris, 433-438.
- Köhler HJ, Christoph N, Bauer-Christoph C, Gessner N, Curschmann K. 1996. The "Untypical Aging" in wine, Part V: Influence of cellar technical measures on the expression of the UTA, *Rebe Wein*, 7, 213-218
- Lorenzini F. 2009. Effet des lies sur le caractère de "stress" des vins. Essais sur Chasselas. *Rev. Suisse Vitic Arboric Hortic*, 41, 227-230.
- Danilewicz JC. 2016 Chemistry of Manganese and Interaction with Iron and Copper in Wine. *Am J Enol Vitic*, 67, 377-384.
- Danilewicz JC. 2007 Interaction of Sulfur Dioxide, Polyphenols, and Oxygen in a Wine-Model System: Central Role of Iron and Copper, *Am J Enol Vitic*, 58, 1.
- Danilewicz, JC. 2013. Reactions involving iron in mediating catechol oxidation in model wines. *Am J Enol Vitic*, 64, 316-324.
- Danilewicz, JC. 2011. Mechanism of Autoxidation of Polyphenols and Participation of Sulfite in Wine: Key Role of Iron, *Am J Enol Vitic*, 62, 319-328.

Vloga ne-*Saccharomyces* kvasovk pri pridelavi belih vin

Tatjana Košmerl¹, Patricija Ploj Jesenko¹, Lorena Butinar², Klemen Lisjak^{3*}

¹Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana

²Center za raziskave vina, Univerza v Novi Gorici, Glavni trg 8, 5271 Vipava

³Kmetijski inštitut Slovenije, Hacquetova 17, 1000 Ljubljana

*Korespondenca: klemen.lisjak@kis.si

Abstract: Alkoholna fermentacija mošta je veliko več kot pretvorba grozdnih sladkorjev v etanol. Pri razvoju arom v vinu je ključna vloga kvasovk med fermentacijo in raziskave kažejo, da ne-*Saccharomyces* kvasovke tvorijo širši nabor hlapnih aromatičnih spojin kot vrsta *Saccharomyces cerevisiae*. Vsaka vrsta kvasovk namreč kodira različne koncentracije zunajceličnih encimov, ki bodo imeli različen učinek na profil arome vina. Na podlagi številnih študij, ki kažejo pozitiven vpliv ne-*Saccharomyces* kvasovk v vinarstvu, se je vinska industrija usmerila v uporabo nadzorovanih mešanih fermentacij, izpeljanih sočasno kot koinokulacija ali kot sekvenčna (zaporedna) inokulacija. Dejansko zasnovane mešane starterske kulture z izbranimi sevi ne-*Saccharomyces* kvasovk in vrste *S. cerevisiae* lahko poudarijo primarno in sekundarno aromo vina, hkrati pa sodelujejo pri zmanjševanju vsebnosti etanola in žveplovega dioksida v vinu, nadzoru mikrobiote vina kot bioprotektor, povečanju vsebnosti kislin, sproščanju manoproteinov ali pri stabilizaciji barve vina. Aromatični potencial vin vključuje vrsto aromatičnih spojin, ki izvirajo tako iz grozdja (primarne ali sortne arome) kot iz vinifikacije (sinteza fermentacijskih arom med alkoholno fermentacijo). Poskusi z uporabo nekaterih izbranih sevov ne-*Saccharomyces* kvasovk pri moštih sauvignon in malvazija so pokazali, da uporaba t. i. nekonvencionalnih kvasovk predstavlja ogromen, neizkoriščen potencial za njihovo uporabo v pridelavi vina in izboljša senzorično kakovost vina. Dve ne-*Saccharomyces* kvasovki, izolirani iz vinogradov v Sloveniji, sta še posebno pokazali pozitiven vpliv na senzorične lastnosti vina in sicer *K. dobzhanskii* (Re19L) pri sorti 'Sauvignon' in *T. delbrueckii* (IVV7) pri sorti 'Malvazija'.

Ključne besede: ne-*Saccharomyces* kvasovke, hlapni tioli, estri, senzorična kakovost, 'Sauvignon', 'Malvazija'

The Role of Non-*Saccharomyces* Yeasts in White Wines Production

Abstract: The alcoholic fermentation of must is much more than the conversion of grape sugar into ethanol. Yeasts play a key role in the development of aromas in wine during fermentation, and research shows that non-*Saccharomyces* yeasts produce a wider range of volatile aromatic compounds than *Saccharomyces cerevisiae*. Each yeast species encodes different concentrations of extracellular enzymes that have different effects on the aroma profile of wine. Due to numerous studies demonstrating the beneficial effects of non-*Saccharomyces* yeasts in winemaking, the wine industry has moved to using controlled mixed fermentations, performed simultaneously as co-inoculation or sequential inoculation. Indeed, mixed starter cultures with selected non-*Saccharomyces* yeast strains and *S. cerevisiae* yeast species can enhance the primary and secondary aromas of wine while helping to reduce ethanol and sulfur dioxide levels in wine, control the wine microbiota as a bioprotectant, increase acidity, release mannoproteins, or stabilize wine colour. The aroma potential of wines includes a range of aroma compounds derived both from the grape (primary or varietal aroma) and from winemaking (synthesis of fermentation aromas during alcoholic fermentation). Experiments using some selected strains of non-*Saccharomyces* yeasts in Sauvignon and Istrian Malvasia grape must have shown that the use of co-called non-conventional yeasts represents a huge, unexploited potential for their use in winemaking and improves the sensory quality of wine. Especially, two non-*Saccharomyces* yeasts isolated from Slovenian vineyards showed a particularly positive influence on the sensory characteristics of the wine, namely *K. dobzhanskii* (Re19L) in the Sauvignon variety and *T. delbrueckii* (IVV7) in the Istrian Malvasia variety.

Keywords: non-*Saccharomyces* yeast, volatile thiols, esters, sensory quality, 'Sauvignon Blanc', 'Istrian Malvasia'

Uvod

Številni sevi ne-*Saccharomyces* lahko pozitivno vplivajo na razvoj večplastnosti in kompleksnosti arome v vinu skozi celoten potek alkoholne fermentacije (Chen in sod. 2018). Kvasovke rodov ne-*Saccharomyces* so v preteklosti veljale za nezaželene kvasovke in celo za kvarljivce. Danes so s številnimi raziskavami dokazali, da lahko kvasovke rodov ne-*Saccharomyces* izboljšajo sestavo in profil arome vina. Prispevek ne-*Saccharomyces* kvasovk je na primer zaradi izločanja encimov, sinteze sekundarnih metabolitov, glicerola, etanola, sproščanja manoproteinov ali prispevka k stabilnosti barve, kar je specifično za vrsto in sev. Uporaba mešanih starterskih kultur, ki vsebujejo tako kvasovke vrste *Saccharomyces cerevisiae* in rodov ne-*Saccharomyces*, predstavlja alternativo spontanim in induciranim alkoholnim fermentacijam. Pri tem izkoriščamo potencialno pozitivno vlogo, ki jo imajo vrste vinskih kvasovk rodov ne-*Saccharomyces* pri senzoričnih lastnostih vina (Padilla in sod. 2016).

Spontana alkoholna fermentacija (AF) je najbolj tradicionalen proces izvajanja AF v kleti in kot produkt lahko predstavlja najkompleksnejši profil vina zaradi vključevanja velikega števila različnih vrst kvasovk (*Saccharomyces* in ne-*Saccharomyces*). Vendar je zaradi prisotnosti neznane mikrobiote to tvegana in nepredvidljiva praksa. Vinska industrija je zato začela z uporabo čistih sevov *S. cerevisiae*. Nasprotno pa je trend čistih starterskih kultur občutno zmanjšal raznolikost vrst kvasovk in sevov, ki so vključene v pridelavo vina, kar je povzročilo v mnogočem precej enoličen vonj in okus vina. V iskanju novih okusov so ne-*Saccharomyces* kvasovke obetavne kljub dejstvu, da je vinska industrija tradicionalno poskušala omejiti njihovo vpletenost v fermentacijo mošta zaradi prepričanja, da bi nekatere vrste lahko tvorile večje vsebnosti neželenih spojin (Escribano-Viana in sod. 2018).

Za izboljšanje kemijske in senzoričnih kakovosti vina v vinarstvu pogosto kombiniramo uporabo kvasovk rodov *Saccharomyces* in ne-*Saccharomyces*. Kvasovke rodu ne-*Saccharomyces* so nekoč veljale za kvarljivke zaradi sinteze nezaželenih presnovkov, ki negativno vplivajo na senzorično kakovost vina. Poleg tega pa so te kvasovke pokazale omejene sposobnosti fermentacije, kot sta na primer nizka kinetika AF in nizka odpornost na žveplov dioksid (SO₂). Danes pa so vse bolj znani tudi pozitivni vplivi uporabe ne-*Saccharomyces* kvasovk. Vrsta *Lachancea thermotolerans* je znana po tvorbi L-mlečne kisline, medtem ko omejuje vsebnost jabolčne kisline (Chen in sod. 2018), večjih količin glicerola in spojin, ki dajo aromo po grenivki in pasijonki (Borren in Tian 2020). Kvasovka vrste *Torulaspora delbrueckii* je znana po sintezi večjih količin višjih alkoholov in sprostitvi terpenov (Chen in sod. 2018). V primeru, da kvasovke vrste *T. delbrueckii* prevladujejo nad vrsto *S. cerevisiae*, so v vinih zmanjšane vsebnosti etilnih estrov, kar se izrazi v zmanjšani sadni aromi, po drugi strani pa so povečane vsebnosti laktonov, ki dajejo aromo po suhem sadju in pecivu (Borren in Tian 2020).

Kljub temu, da se uporabljajo predvsem za pretvorbo sladkorjev grozdnega mošta v alkohol, imajo vinske kvasovke (predvsem vrsta *S. cerevisiae*) ključno vlogo pri končnih profilih arome vin. Izbor sevov in namerno vključevanje ne-*Saccharomyces* kvasovk v t. i. fermentacije z mešanimi kulturami, kaže na značilno izboljšanje kemijske sestave in spremenjen senzorični profil vin (van Wyk in sod. 2019), kar je prikazano v preglednici 1.

Oksidativne kvasovke, kot so *Hanseniaspora* spp., *Candida* spp. in *Metschnikowia pulcherrima*, so običajno v velikem številu v svežem grozdnem moštu in imajo različne encimske profile, vendar kažejo šibko toleranco na etanol, kar omejuje njihov vpliv v začetni fazi fermentacije (Borren in Tian 2020). Kvasovke rodu *Hanseniaspora* predstavljajo kvasovke, ki jih najpogosteje izoliramo iz vinogradov. Naravno okolje in prilagoditev jim omogoča (naj)večjo možnost vplivanja na kakovost vina. Kvasovke rodu *Hanseniaspora* imajo običajno nizko toleranco za etanol (od 3 do 5 vol. %), kar je povezano z manjšim številom genov, ki kodirajo encime alkoholne dehidrogenaze, v primerjavi s kvasovko vrste *S. cerevisiae*. Ena glavnih značilnosti rodu *Hanseniaspora* je povečanje koncentracije acetatnih estrov, ki dajejo vinu pozitivno sadno aromo (Borren in Tian 2020).

Preglednica 1. Vpliv nekaterih ne-*Saccharomyces* kvasovk na aromo vina (van Wyk in sod. 2019, Morata in sod. 2019).

Rod/vrsta kvasovk	Značilnost presnove	Vino	Aroma	Neželen vonj/okus vina
<i>Debaromyces vanriji</i> <i>Hanseniaspora/Kloeckera</i>	↓ geraniola	belo	Cvetna aroma, po cvetovih vrtnice	Po kisu (ocetna kislina) Po topilu, laku za nohte (etil acetat)
<i>Hanseniaspora vineae</i>	↑ 2-feniletil acetata	rdeče	Cvetna aroma	
<i>Kazachstania gamospora</i>	↑ 2-feniletanol ↑ 2-feniletil acetata	belo		
<i>Lachancea thermotolerans</i>	↑ kislosti ↑ estrov	rdeče	Cvetna aroma, po cvetovih vrtnice, po jagodi, karamelne note	Kisel okus (mlečna kislina)
<i>Metschnikowia pulcherrima</i>	↓ alkohola ↑ estrov	belo	Cvetne arome, po vrtnicah	Po kisu (ocetna kislina), po topilu-laku za nohte (etil acetat), po siru (heksanojska kislina), po žarkem (oktanojska kislina)
<i>Pichia kluyveri</i>	↑ hlapnih tiolov	belo	Po grenivki, pasijonki	
<i>Rhodotorula mucilaginosa</i>	↑ določenih arom	belo		
<i>Schizosaccharomyces pombe</i>	↓ jabolčne kisline ↓ trpkosti	belo		Po kisu (ocetna kislina)
<i>Torulaspota delbrueckii</i>	↑ estrov	belo	Po medu, jabolkih, črnem ribezu; lahko tudi po topilu	Reduktiven vonj, po gnilih jajcih (H ₂ S)
<i>Wickerhamomyces anomalus</i>			Po medu, banani, sadne arome v manjših koncentracijah	Po topilu-laku za nohte (etil acetat), po kisu (ocetna kislina)
<i>Williopsis saturnus</i>	↑ izoamil acetata	belo		
<i>Zygotorulaspota florentina</i>	↑ estrov	rdeče		

Aroma vina

Aroma vina je sestavljena iz več 100 različnih spojin s koncentracijami v zelo širokem razponu vrednosti, med 10^{-1} in 10^{-10} g/L. Z ravnovesjem in medsebojnim delovanje posameznih aromatičnih spojin pa je določena aromatična kakovost vina. Vinsko aromo lahko razdelimo v tri skupine: sortno ali primarno aromo, ki jo določa sorta vinske trte, fermentacijsko ali sekundarno aromo, ki nastane med

procesom AF, poznana pa je tudi terciarna aroma, ki je posledica preoblikovanja arom med zorenjem (Padilla in sod. 2016).

Primarna ali sortna aroma se oblikuje med zorenjem grozdja in njen prispevek h končni aromi vina velja za cenjeno lastnost. Sinteza aktivnih spojin primarne arome, med katere uvrščamo metokspirazine, C13-norizoprenoide, hlapne žveplove spojine in terpene, poteka v eksokarpu grozdnih jagod, na končno vsebnostjo aromatičnih spojin v vinu pa vpliva predvsem sorta vinske trte, zrelost in vinogradniško-vinarske prakse (Padilla in sod. 2016). Metokspirazini so proste arome z rastlinskimi zaznavami in zaznavami zelene paprike. Aroma teh spojin lahko negativno vpliva na vina in na njihovo kakovost ali nasprotno, povzroči kompleksen okus, ki je značilen za sortne skupine cabernet in sauvignon. V grozdnih jagodah in vinih je bilo identificiranih približno sedemdeset terpenoidnih spojin. Med njimi je pet monoterpenskih alkoholov, ki najbolj prispevajo k aromi vina, in sicer linalool, geraniol, nerol, citronelol in α -terpineol. Te terpenske spojine imajo različne arome, med drugimi so tudi: vrtnica (geraniol, nerol), koriander, poljsko cvetje (linalool oksid) in citrusi (citronelol). Te spojine določajo cvetlično aromo, poleg tega pa imajo nizke mejne vrednosti zaznave (Padilla in sod. 2016, Visan in sod. 2018). Posebej pomembni so tudi prekurzorji arom, ki so povezani z molekulami sladkorja (t.i. glukozi). To so predvsem terpenol in C13-norizoprenoidni glikozidi ter nehlapne prekurzorske oblike hlapnih tiolov, konjugirane s cisteinom ali glutationom. Glavni encimi kvasovk, ki sodelujejo pri hidrolizi nehlapnih glikozidnih prekurzorjev, so glikozidaze in ogljik-žveplove liaze, ki sproščajo hlapne tirole (Padilla in sod. 2016). Vedno bolj zanimiv vidik uporabe ne-*Saccharomyces* kvasovk je njihova značilnost ohranjanja ali izboljšanja sortne arome iz aromatičnih vinskih sort ali povečano sproščanje vonjav iz nevtralnih sort. O tej zmogljivosti je največ znanega in dokazanega pri komercialnih vrstah kvasovk *T. delbrueckii*, *L. thermotolerans*, *M. pulcherrima* in *Hanseniaspora vineae* (Vejarano in Gil-Calderón 2021).

Večina spojin, ki določa aromo vina, se sintetizira med fermentacijo. Njihove koncentracije pa so odvisne od prevladujočih kvasovk in pogojev fermentacije (Padilla in sod. 2016). Med procesom AF se z encimi, ki jih tvorijo kvasovke, sintetizirajo višji alkoholi, hlapne maščobne kisline, aldehidi, estri, žveplove spojine itd.. Vse to so spojine, ki neposredno ali posredno vplivajo na aromatični značaj vina (Visan in sod. 2018), njihova biosinteza pa je odvisna od vrste in seva kvasovk ne-*Saccharomyces* (Padilla in sod. 2016).

Skupina maščobnih kislin obsega kratkoverižne maščobne kisline, ki nastanejo med AF kvasovk s presnovo lipidov. Tvorba hlapnih maščobnih kislin z oksidacijo lipidov se pojavi v prisotnosti raztopljenega kisika v moštu že v začetnih fazah procesa AF. Maščobne kisline imajo neprijeten vonj, vendar vsebnost teh spojin v vinu le redko presega njihov zaznavni prag, razen 2-metilbutanojske kisline in 3-metilbutanojske kisline, ki dajeta aromo po sadnem, znoju, kislem in po gnilem sadju (Visan in sod. 2018).

Višji alkoholi predstavljajo največjo skupino aromatičnih spojin v vinu. Prispevajo k aromatični kompleksnosti vina pri koncentracijah pod 300 mg/L. Če njihova koncentracija preseže 400 mg/L, negativno vplivajo na aromo. Kvasovke ne-*Saccharomyces* rodov *Hanseniaspora* in *Zygosaccharomyces* tvorijo manj višjih alkoholov kot kvasovka vrste *S. cerevisiae*. Ne-*Saccharomyces* kvasovka vrste *Starmerella bacillaris* (syn. *Candida zemplinina*) pa naj bi tvorila več kot 400 mg/L višjih alkoholov, kar negativno vpliva na celokupno aromo. Značilnost kvasovk vrst *M. pulcherrima*, *L. thermotolerans* in *C. zemplinina* je, da imajo povečano tvorbo 2-feniletil alkohola, ki da aromo po cvetju, vrtnici, da tudi medene note in note breskve (Visan in sod. 2018, Padilla in sod. 2016).

Estri so najpogostejše spojine, ki jih najdemo v vinu in so bistveni za aromo mladih vin (Visan in sod. 2018). Čeprav lahko med fermentacijo nastanejo različni estri, so najpogostejši acetatni estri (etil acetat, izoamil acetat, izobutil acetat in 2-feniletil acetat). Glavni ester v vinu je etil acetat, ki lahko da negativno aromo pri koncentraciji med 150 in 200 mg/L. Kvasovke rodu ne-*Saccharomyces* so nekoč povezovali z negativnimi učinki visoke tvorbe etil acetata, vendar pa ga te proizvedejo bistveno manj kot kvasovke vrste *S. cerevisiae*. Največje koncentracije izoamil acetata in izobutil acetata naj bi tvorila kvasovka *Hanseniaspora uvarum*, kar prispeva k aromi banane in jagode v vinu. Druga študija je

pokazala, da pri mešani fermentaciji s kvasovko vrste *S. cerevisiae* prisotnost *H. uvarum* poveča koncentracijo acetatnih estrov, zlasti izoamil acetata (Borren in Tian 2020), ki da aromo po banani in zrelem jabolku (Visan in sod. 2018), kot tudi nekaterih običajnih kratkoveržnih etil estrov (Borren in Tian 2020). Isti avtorji tudi navajajo, tudi povečanje etil acetata in hlapnih fenolov, če se za začetno inokulacijo uporabi prekomerno količino kvasovk vrste *H. uvarum*. Več acetatnih estrov sintetizira tudi kvasovka vrste *Hanseniaspora guilliermondii*, predvsem 2-feniletil acetata, ki je povezan z aromo po vrtnici in medu. Izkazalo se je, da kvasovka vrste *H. guilliermondii* med fermentacijo proizvaja tudi velike količine težkohlapnih žveplovsebujočih spojin, kot sta 3-merkaptio-1-propanol in *trans*-2-metiltetrahidrotiofen-3-ol, ki dajeta značilno aromo po žarkem ali po znoju (Borren in Tian 2020). Za vrste, ki spadajo v rodove *Candida*, *Hanseniaspora* in *Pichia*, je bilo opisano, da imajo večjo zmogljivost sinteze acetatnih estrov, predvsem neželenega etil acetata kot vinski sevi kvasovk vrste *S. cerevisiae*. Pri primerljivih vsebnostih etil acetata, kvasovka rodu *Hanseniaspora* izstopa po večji sintezi specifičnih sadnih acetatnih estrov (2-feniletil acetat in izoamil acetat), medtem ko rodova *Pichia* in *Rhodotorula* izstopata po največji koncentraciji izoamil acetata, ki daje značilno aromo po banani, zrelih jabolkih in bombonih (Visan in sod. 2018, Padilla in sod. 2016).

Ko govorimo o aromatikah, se moramo zavedati, da nobena kvasovka ni sposobna sinteze zgolj pozitivnih arom. Od sintetiziranih negativnih arom, poleg že omenjenega etil acetata, so poznani in neželeni tudi hlapni fenoli (vinilfenol v belih vinih in etilfenol v rdečih vinih), ki tudi pri koncentracijah nižjih od praga zaznave, prekrijeta sadne note v belih vinih (Padilla in sod. 2016). Žveplove spojine, prisotne v vinu, prihajajo iz grozdja in iz procesa fermentacije (Zaključne faze AF) s presnovo žvepla in dušika. Od žveplovih spojin so pomembni hlapni tioli in žveplove fermentacijske spojine, ki so velikega pomena pri aromi vina, po npr. eksotičnem sadju (pomelo, pasijonka) (Visan in sod. 2018).

Na trgu na voljo približno 42 komercialnih proizvodov na osnovi kvasovk, ki niso *Saccharomyces*, pri čemer so večinoma čiste kulture (79 %), med katerimi prevladujejo *T. delbrueckii*, *L. thermotolerans* in *M. pulcherrima*. Drugi so konzorciji za več zagonov, ki vključujejo mešanice ne-*Saccharomyces/Saccharomyces* ali samo vrste, ki niso *Saccharomyces* (Vejarano in Gil-Calderón 2021). Več komercialnih kvasovk je pokazalo ustrezno kompatibilnost s *S. cerevisiae* v mešanih fermentacijah, kar omogoča povečan prispevek metabolitov enološkega pomena, kot so glicerol, estri, višji alkoholi, kisline, tioli in terpeni, med drugim, poleg manjše sinteze očetne kisline, hlapnih fenolov, biogenih aminov ali sečnine. Tudi multistarterske inokulacije kažejo ustrezno biokompatibilnost in sinergijo med vrstami. V nekaterih primerih se izboljša aromatski profil vin iz sort grozdja, ki veljajo za nevtralne. Poleg tega več kvasovk kaže sposobnost biokontrole proti kvarljivim mikroorganizmom. Študije, opravljene do danes, kažejo potencial teh kvasovk za izboljšanje lastnosti vina kot alternativa in dopolnilo tradicionalni *S. cerevisiae* (Vejarano in Gil-Calderón 2021).

Zmanjšanje vsebnosti alkohola v vinu

Danes se s strani potrošnikov povečuje tudi zanimanje za zmanjšanje vsebnosti alkohola v vinih. Dejansko vpliv podnebnih sprememb na svetovno proizvodnjo grozdja in trenutno povpraševanje po dobro strukturiranih vinih z visoko vsebnostjo fenolov določata splošno povečanje koncentracije etanola v vinih. Med različnimi predlaganimi metodologijami za zmanjšanje vsebnosti alkohola v vinu se mikrobiološki pristop zdi precej obetaven. V zvezi s tem je znano, da *S. cerevisiae* kot glavna vrsta kvasovk, odgovorna za AF med pridelavo vina, ni najboljša vrsta kvasovk za zmanjšanje vsebnosti alkohola v vinu. Po drugi strani so vrste ne-*Saccharomyces* kvasovk pokazale velik potencial za tvorbo manjše vsebnosti etanola v vinu. Dejansko lahko ne-*Saccharomyces* kvasovke preusmerijo ogljik stran od proizvodnje etanola, kar vpliva na izkoristek etanola, učinkovitost fermentacije, proizvodnjo biomase in končne stranske proizvode. Poleg tega se dihalno-fermentacijski regulativni mehanizmi, ki jih kažejo nekatere ne-*Saccharomyces* kvasovke (Crabtree negativne), razlikujejo od tistih, ki jih kaže *S. cerevisiae* (Crabtree pozitivne). To presnovno vedenje je mogoče izkoristiti za zmanjšanje tvorbe etanola z delnim in nadzorovanim prezračevanjem mošta.

V poskusih uporabe izbranega seva *M. pulcherrima* v zaporednih fermentacijah (*M. pulcherrima*/*S. cerevisiae*) pri različnih pogojih prezračevanja, so zmanjšali vsebnost alkohola za 1,38 vol. % v primerjavi s kontrolnim sevom *Saccharomyces cerevisiae*. Analitični profil pridelanih vin ni pokazal nobene negativne lastnosti. Vsebnost etil acetata, ki nad svojim senzoričnim pragom negativno vpliva na senzorični profil vina, je bila dejansko ugotovljena na sprejemljivi ravni, po drugi strani pa je bilo ugotovljeno povečanje vsebnosti pomembnih sadnih in cvetnih spojin (Canonico in sod. 2019).

V novejšem preglednem članku (Vejarano in Gil-Calderón 2021) so prikazane različne biokompatibilnosti med kvasovkami komercialnih ne-*Saccharomyces* sevov in *S. cerevisiae*. Poznavanje delovanja in interakcij med vrstami omogoča vzpostavitev strategij, ki izkoriščajo potencial teh komercialnih kvasovk za pridelavo kompleksnejšega vina z večplastno aromatiko. Med komercialnimi ne-*Saccharomyces* sevi najdemo tudi močnofermentativne kvasovke (*T. delbrueckii* in *H. vineae*), ki so sposobne v monokulturi tvoriti med 11,9-13,0 vol. % alkohola, ob tem pa istočasno sintetizirajo tudi več 2-feniletanola, izoamil acetata, fenetil propionata in drugih estrov ter manj acetoina. Mešana fermentacija *S. cerevisiae* s komercialnimi sevi *M. pulcherrima* kaže potencial za zmanjšanje vsebnosti etanola do 1,0 vol. %, poleg povečanja vsebnosti glicerola in arome. *L. thermotolerans* v glavnem izboljša kislost vina (tvorba mlečne kisline), poleg povečanja vsebnosti fenetil propionata in 2-feniletanola. Tudi fermentacije s trojno kulturo kvasovk izboljšajo aromo in kislost vina ter zmanjšajo stopnjo alkohola, zlasti pri vinih, pridelanih iz sort grozdja, gojenih v toplih regijah, poleg izkoriščanja potenciala komercialnih proizvodov z več starterji, ki izstopajo predvsem v njihovi zmožnosti zmanjšanja vsebnosti alkohola in povečanja aromatskih spojin. Zanimivo področje je tudi pridelava penečih vin, v povezavi s povečanjem vsebnosti glicerola in estrov, zmanjšanjem hlapne kislosti in izboljšanju kakovosti pene, pri čemer sta izpostavljeni predvsem vrsti *T. delbrueckii* in *M. pulcherrima*. Biokompatibilnost med vrstami je temeljni vidik za doseganje opisanih izboljšav. Poleg tega uporaba sevov kvasovk ne-*Saccharomyces* z izraženo zimocidno aktivnostjo, t.i. »killer« sevov, ki so biokompatibilni s *Saccharomyces*, olajša implantacijo zanimivih vrst proti nezaželenim mikroorganizmom. Na tržišču najdemo ne-*Saccharomyces* seve s to lastnostjo in priporočilom zlasti za uporabo v predfementativni fazi, njihov biozaščitni učinek teh sevov pa lahko tudi delno nadomesti uporabo SO₂ (Vejarano in Gil-Calderón 2021).

Bodisi za zmanjšanje vsebnosti alkohola bodisi za sintezo želenih aromatičnih spojin, potrebujejo kvasovke med AF ustrezna hranila. Raziskava (Prior in sod. 2019) razkriva, da lahko ne-*Saccharomyces* kvasovke tekmujejo s kvasovkami *S. cerevisiae* za hranila, s čimer vplivajo na možnost dokončanja fermentacije. Komercialno proizvedene kvasovke potrebujejo za rast v moštu dušik (YAN), ko pa ne-*Saccharomyces* začnejo fermentacijo, je lahko YANa premalo do trenutka, ko je komercialna kvasovka *S. cerevisiae* inokulirana, kar ne podpira popolne fermentacije. Vse kvasovke imajo različne zahteve po dušikovih spojinah. Dobavitelji lahko zagotovijo smernice o zahtevah svojih kvasovk in glede na prevladujoče pogoje mošta bodo najboljše možnosti organsko hranilo, kompleksno hranilo za kvasovke ali navaden DAP. Standardno dodajanje DAP vsem moštom, ne glede na YAN, vsebnost mikrohranil ali kvasovke, ki izvajajo fermentacijo, je izjemno nestrokovno in ne prispeva k optimizaciji kakovosti vina (Prior in sod. 2019).

Materiali in metode

Uporaba različnih ne-*Saccharomyces* kvasovk pri sortah 'Sauvignon' in 'Malvazija'

Z namenom proučitve nekaterih izbranih ne-*Saccharomyces* kvasovk smo izvedli več poskusov sekvenčne (zaporedne) alkoholne fermentacije na moštu sort 'Sauvignon' in 'Malvazija'. Za poskus smo uporabili mošta sauvignon, letnik 2020, iz vinorodnega okoliša Štajerska Slovenija in malvazija, letnik 2020, iz vinorodnega okoliša Slovenska Istra. Dekantrian mošt iz kleti je bil do začetka eksperimentalnega dela shranjen pri temperaturi -80 °C, pred začetkom poskusa smo ga odmrznili.

Osnovni fizikalno-kemijski parametri mostov pred fermentacijo so prikazani v preglednici 2. Standardne fizikalno-kemijske parametre mošta smo določili z uradnimi metodami OIV (Compendium of international methods of wine and must analyses, Volume 1). Vsebnost SO₂ v moštu in vinu smo določali s kolorimetrično titracijo vzorca v kislem z raztopino joda in škrobom kot indikatorjem. Koncentracijo skupnih kislin v moštu in vinu smo izmerili s kolorimetrično titracijo vzorca z 0,1 M raztopino natrijevega hidroksida ob prisotnosti indikatorja bromtimol modro. Analizo glukoze in fruktoze, hlapnih kislin in jabolčne kisline smo naredili z encimsko metodo.

Preglednica 2. Osnovni fizikalno-kemijski parametri moštov sauvignon in malvazija.

Mošt	Vsebnost suhe snovi (°Brix)	pH vrednost	Skupne kisline (g/L vinska)	Motnost (NTU)	Jabolčna kislina (g/L)	Prosti SO ₂ (mg/L)	Skupni SO ₂ (mg/L)
'Sauvignon'	20,8	3,38	5,3	9	2,8	6	41
'Malvazija'	21,4	3,37	5,0	96	2,9	3	24

Izbor kvasovk in priprava starterskih kultur za fermentacijski poskus

V preglednici 3 so navedeni sevi kvasovk, ki smo jih uporabili v fermentacijskem poskusu. Omenjene kvasovke smo izbrali po predhodni encimski fenotipizaciji 107 različnih sevov iz 26 različnih vrst kvasovk. Poleg encimske fenotipizacije na β-glikozidazno aktivnost, β-liazno aktivnost in sulfid reduktazno aktivnost (Rowland in sod., 2020), smo izvedli mikrofermentacije v epruvetah na sterilnem moštu in po fermentaciji z vonjanjem izbrali najbolj primerne kvasovke, ki smo jih uporabili za nadaljnja testiranja. Sevi kvasovk so shranjeni v zbirki kvasovk na Univerzi v Novi Gorici in zbirki ZIM (Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani).

Preglednica 3. Lastni in komercialni sevi kvasovk vključeni v fermentacijski poskus.

Vrsta	Oznaka seva	Izvor
<i>Starmerella orientalis</i>	126	izolirana iz grozdja, Gramogliano, Italija
<i>Pichia guilliermondii</i>	ZIM 624	izolirana iz grozdja, Hrušvje (Goriška Brda), Slovenija
<i>Torulaspota delbrueckii</i>	IVV7	izolirana iz vinogradniških tal, Vipava, Slovenija
<i>Kluyveromyces dobzhanskii</i>	Re19L	izolirana iz vinogradniških tal, Dutovlje, Slovenija
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Ca39	izolirana iz grozdja, Pristavo (Goriška Brda), Slovenija
<i>Saccharomyces uvarum</i>	NO608/1	izolirana iz jabolčnega vina, Hardanger, Norveška
<i>Pichia kluyveri</i>	FrootZen	Chr. Hansen Holding A/S, Hoersholm, Danska
<i>Lachancea thermotolerans</i>	BLF LT7	Laffort, Bordeaux, Francija
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Zymaflore X5	Laffort, Bordeaux, Francija

Za pripravo vcepka, smo 2 dni stare kulture kvasovk iz trdnega gojišča YPD (10 g/L kvasnega ekstrakta, 20 g/L peptona, 20 g/L glukoze, 20 g/L agarja) inokulirali v tekoče gojišče YPD (10 g/L kvasnega ekstrakta, 20 g/L peptona, 20 g/L glukoze) in jih inkubirali na stresalniku na 25 °C in 150 obratov na minuto (rpm). Prekonočne kulture smo ponovno inokulirali v tekoče gojišče YPD in inkubirali na stresalniku 24 ur na 25 °C in 150 rpm. Tekoče kulture smo po inkubaciji centrifugirali 10 minut pri 2.000 rpm in pelet kvasovk še enkrat sprali s fiziološko raztopino. Kvasovkam smo dodali 50 % razredčen mošt sauvignon ali malvazija v sterilni vodi, jih resuspendirali in pustili 30 minut. Številno kvasnih celic v suspenziji (celic/mL) smo določili z Neubauerjevo števno komoro.

Fermentacijski poskus.

Osnovna mošta sauvignon in malvazija smo porazdelili v fermentacijske stekleničke po 560 mL. Mošta smo inokulirali tako, da je bilo končno št. celic posameznega seva kvasovk na začetku fermentacije $2,5 \times 10^6$ CFU/mL. V primeru inokulacije z ne-*Saccharomyces* kvasovkami, smo 3. dan fermentacije inokulirali še komercialno kvasovko seva *S. cerevisiae* Zymaflore X5 (Laffort, Bordeaux, Francija). Fermentacije smo izvedli v triplicatu, z nameščenimi fermentacijskimi vehami na stekleničkah. Fermentacija je potekala pri temperaturi 18 °C. Hranilo diamonijev hidrogenfostat (Laffort, Bordeaux, Francija) smo dodali 3. dan (20 g/hL), 6. dan (10 g/hL) in 14. dan alkoholne fermentacije (10 g/hL).

Med alkoholno fermentacijo smo gravimetrično spremljali fermentacijsko kinetiko in vsebnost glukoze in fruktoze z encimsko metodo. Po končani fermentaciji smo vina vzorčili za izvedbo nadaljnjih analiz in sicer za določanje osnovnih fizikalno-kemijskih parametrov (alkohol, glukoza+fruktoza, hlapne kisline, skupne kisline in vrednost pH), vsebnosti hlapnih tiolov in estrov. Na končnih vinih smo izvedli tudi senzorično analizo. Po fermentaciji smo vina zažveplali s 50 mg/L SO₂, jih pustili 48h na temperaturi 4°C in pretočili v steklenice 0.375L. Do senzorične analize, ki smo jo opravili približno 3 mesece po fermentaciji je bilo vino hranjeno na temperaturi 4°C.

Analize hlapnih tiolov in estrov.

Hlapne tiole v (4MSP, BM, 3SH, 3SHA) vinu smo določili z uporabo plinske kromatografije z masnospektrometričnim detektorjem (GC-MS/MS, Schimadzu, TQ8050, Japonska) po metodi Tominage in sod. (1998) ter Šuklje in sod. (2013). Za določanje vsebnosti estrov v vinu smo uporabili mikro-ekstrakcijo na trdni fazi (HS-SPME), kateri je sledila GC-MS (Agilent, Palo Alto, ZDA) po metodi opisani v Antalick in sod., 2010. Senzorično analizo vina smo izvedli s strokovno komisijo po metodi testa razlikovanja z uporabo razvrščanja vzorcev glede na tri parametre: sortnost, kompleksnost vonja in celokupno kakovost. Izkušeni degustatorji (n=8), so vzorce razvrstili glede na sortnost (od najmanjše do največje intenzitete sortnosti), glede na kompleksnost vonja (od najmanjše do največje intenzitete kompleksnosti vonja) in glede na celokupno kakovost (od najslabše do najboljše celokupne kakovosti). Vina so bila ocenjena tako, da smo degustatorjem predstavili hkrati vse vzorce iste sorte v okviru ene ponovitve poskusa, vzorci so bili označeni s trimestno številko in postreženi pri temperaturi 10-12 °C.

Rezultati in razprava

Mešane kulture kvasovk rodov ne-*Saccharomyces* v kombinaciji s kvasovko vrste *S. cerevisiae* so imele različno fermentacijsko kinetiko. Kvasovke rodov *Saccharomyces* so imele krajšo fazo prilagajanja, saj so hitreje začele sproščati CO₂ v primerjavi z zaporednimi inokulacijami kvasovk rodov ne-*Saccharomyces* in kvasovk vrste *S. cerevisiae*, ki so imele daljšo fazo prilagajanja. Tudi fizikalno-kemijske lastnosti pridelanih vin so se razlikovale glede na uporabljeno kombinacijo kvasovk. Pri poskusu sauvignon je imela zaporedna inokulacija s kvasovko vrste *T. delbrueckii* IVV7 največjo vsebnost dejanskega alkohola ($12,0 \pm 0,3$ vol.%) in najmanjšo vsebnost glukoze in fruktoze ter skupnega ekstrakta. Rezultati niso bili statistično različni. Najmanjšo vsebnost hlapnih kislin smo določili pri fermentaciji s *T. delbrueckii* IVV7 ($0,14 \pm 0,01$ g/L) največjo vsebnost hlapnih kislin pa smo izmerili pri kontrolni fermentaciji s kvasovko vrste *S. cerevisiae* X5 ($0,29 \pm 0,17$ g/L), vendar tudi tukaj ni bilo statističnih razlik med kvasovkami. Za kvasovko *T. delbrueckii* je značilna manjša sposobnost sinteze očetne kisline in acetaldehida v primerjavi z vrsto *S. cerevisiae* (Benito, 2018). Za fermentacijsko aktivnost kvasovk *L. thermotolerans* pa je značilna edinstvena sposobnost sinteze mlečne kisline, kar omogoča naravno uravnavanje pH vina in kislin (Benito, 2018). Sposobnost uravnavanja kislin zaradi sinteze mlečne kisline je vse bolj zanimiva, saj globalne podnebne spremembe z višanjem temperatur povzročajo trend zmanjševanja koncentracije skupnih kislin (Van Leeuwen in sod., 2018). V naših poskusih pri sorti malvazija smo pri zaporedni fermentaciji s kvasovko *L. thermotolerans* BLF LT7

določili vsebnost mlečne kisline $0,31 \pm 0,05$ g/L, vendar tudi največjo vsebnost hlapnih kislin ($0,48 \pm 0,01$ g/L), kar pa ni v skladu s Tufariello in sod. (2021), ki poročajo o manjši tvorbo hlapnih kislin pri fermentaciji s prisotno kvasovko *L. thermotolerans*. Največjo vsebnost skupnih kislin in jabolčne kisline smo določili pri zaporedni inokulaciji s kvasovko vrste *K. dobzhanskii* Re19L, tako pri vinu sauvignon kot malvazija, vendar pa se vrednosti statistično ne razlikujejo z ostalimi kvasovkami.

Pri vinih obeh sort so bile vsebnosti vseh štirih sortnih tiolov nad pragom senzorične zaznave ($0,8$ ng/L 4-metil-4-sulfanilpentan-2-on (4MSP); $0,3$ ng/L benzenmetantiol (BM); 60 ng/L 3-sulfanilheksan-1-ol (3SH); 4 ng/L 3-sulfanilheksanil acetat (3SHA) (Tominaga in sod., 2003). V primerjavi z vsebnostjo tiolov v vinih sauvignon, so se v vinih malvazija sprostile manjše vsebnosti posameznih hlapnih tiolov, ne glede na inokulirano vrsto kvasovke. Rezultati tiolov v vinih so pokazali, da se sposobnost sproščanja tiolov med različnimi mešanimi kulturami kvasovk ne-*Saccharomyces* v kombinaciji s kvasovko vrste *S. cerevisiae* razlikuje. Večjo sposobnost sproščanja 4-metil-4-sulfanilpentan-2-on (4MSP) sta imeli zaporedni inokulaciji s kvasovkami vrste *S. orientalis* 126 ($8,6 \pm 2,9$ ng/L) in *P. guilliermondii* ZIM624 ($7,9 \pm 1$ ng/L) v primerjavi s kvasovkami vrste *S. cerevisiae* X5 ($6,8 \pm 1,7$ ng/L) in *S. uvarum* NO608/1 ($7,6 \pm 2,5$ ng/L). Ostale zaporedne inokulacije z ne-*Saccharomyces* kvasovkami pa so sprostile manjše vsebnosti, vendar pa razlike niso bile statistično značilne. Na splošno smo opazili večjo sposobnost sproščanja 3-sulfanilheksan-1-ol (3SH) in 3-sulfanilheksanil acetat (3SHA) pri kvasovkah rodu *Saccharomyces* v primerjavi z zaporednimi inokulacijami z ne-*Saccharomyces* kvasovkami.

Pri vinu sauvignon smo največje vsebnosti 3SH določili pri vinu s kvasovko vrste *S. uvarum* NO608/1 (2645 ± 429 ng/L), pri sorti malvazija pa pri vinu inokuliranjem s kvasovko *S. cerevisiae* X5 (1099 ± 42 ng/L). Pri obeh sortah smo najmanjšo vsebnost 3SH določili v vinih, zaporedno inokuliranih s kvasovko vrste *T. delbrueckii* IVV7, kar je v nasprotju z rezultati raziskave Belda in sod. (2017). Sposobnost sproščanja 3SH je odvisna od izbire seva in uporabljen sev v našem poskusu ima očitno manjšo sposobnost sproščanja 3SH v primerjavi z sevom uporabljenim v raziskavi Belda in sod. (2017).

Največje vsebnosti 3SHA smo določili v vinih sauvignon inokuliranih s kvasovko *S. uvarum* NO608/1 (242 ± 3 ng/L) in *K. dobzhanskii* Re19L (235 ± 15 ng/L) ter v vinih malvazija pri kvasovki vrste *S. uvarum* NO608/1 (77 ± 6 ng/L), vendar je bila vsebnost 3SHA v vinu malvazija 3-krat manjša kot v vinu sauvignon. Sadoudi in sod. (2012) so pokazali, da pri inokulaciji s kvasovkami rodov ne-*Saccharomyces* nastane manj 3SHA v primerjavi s kvasovko vrste *S. cerevisiae*.

Glede na primerjavo rezultatov so bile vsebnosti benzenmetantiola (BM) v povprečju od 1,5- do 4,5-krat večje v vinih sauvignon kot pri malvaziji. Pri vinifikaciji vina sauvignon smo največjo vsebnost BM določili v vinu, ki je bil inokuliran s kvasovko vrste *S. cerevisiae* X5 ($10,8 \pm 2,5$ ng/L), sledili sta vini inokulirani s kvasovko vrste *P. kluyveri* FrootZen ($9,4 \pm 6,1$ ng/L) ter vino s *S. uvarum* NO608/1 ($9,2 \pm 2,7$ ng/L). Pri ostalih pa smo izmerili manjše vsebnosti BM, vendar med samimi kvasovkami ni bilo statistično značilnih razlik. Pri vinifikaciji sorte malvazija se je sprostilo največ BM pri zaporedni inokulaciji s kvasovko vrste *P. kluyveri* FrootZen ($4,1 \pm 1,7$ ng/L) ampak tudi v tem primeru ni bilo statističnih razlik med obravnavanji.

Z analizami vsebnosti estrov smo ugotovili, da so mešane kulture kvasovk rodov ne-*Saccharomyces* v kombinaciji s kvasovko vrste *S. cerevisiae* različno tvorile estre med alkoholno fermentacijo. Med etilnimi estri srednje dolgih maščobnih kislin je največ etil butirata in etil heksanoata tvorila zaporedna inokulacija s kvasovko vrste *T. delbrueckii* IVV7, največ etil dodekanoata pa kvasovka *S. uvarum* NO608/1. Sev *S. uvarum* NO608/1 je sintetiziral tudi največ feniletil acetata in oktil acetata; največ *cis*-3-heksenil acetata in *trans*-2-heksenil acetata pa *P. kluyveri* FrootZen. Med etilnimi estri razvejanih maščobnih kislin je največ etil izobutirata tvorila kvasovka vrste *T. delbrueckii* IVV7, kvasovka *S. uvarum* NO608/1 pa etil izovalerata in etil 2-metilbutirata.

Preglednica 4. Rezultati senzoričnega ocenjevanja z rangiranjem za senzorične lastnosti vina: sortnost, kompleksnost vonja in celokupna kakovost za vina sauvignon. Vrednosti prikazujejo vsoto rangov.

	Vsote rangov						
	<i>Starmarella</i> arient 126	<i>P.</i> <i>guilliermondi</i> <i>i</i> ZIM624	<i>T.</i> <i>delbruecki</i> <i>i</i> IVV7	<i>P.</i> <i>kluyveri</i> FrootZe n	<i>S.</i> <i>cerevisia</i> e X5	<i>K.</i> dobzhanski <i>i</i> Re19L	<i>S.</i> <i>uvarum</i> NO608/ 1
Sortnost	85	109	109	105	87	114	35
Kompleksnost vonja	80	109	112	108	84	112	39
Celokupna kakovost	83	98	108	110	91	115	39

Rezultati senzoričnega rangiranja so prikazani v preglednici 4 in 5. Za senzorično lastnost intenzivnost sortnosti so degustatorji najbolje rangirali vino sauvignon, pridelano z zaporedno inokulacijo s kvasovko vrste *K. dobzhanskii* Re19L, vino malvazija pa inokulirano s kvasovko vrste *S. cerevisiae* X5. Najboljše rangirano vino za senzorično lastnost kompleksnost vonja je bilo pridelano z zaporedno inokulacijo s kvasovko vrste *T. delbrueckii* IVV7 pri obeh sortah, pri vinifikaciji vina sauvignon pa tudi *K. dobzhanskii* Re19L. Pri senzoričnem ocenjevanju celokupne kakovosti vina, je bila najboljše rangirana mešana kultura s kvasovko vrste *K. dobzhanskii* Re19L pri vinifikaciji vina sauvignon, pri vinu malvazija pa *T. delbrueckii* IVV7. Uporaba kvasovke *S. uvarum* NO608/1, ki je sprostila največ hlapnih tiolov, je pri senzorični oceni pokazala preveč reduktivnih vonjev (zaznave po zelnici, H₂S) zato se v poskusih ni izkazala kot potencialno uporabno kvasovko pri pridelavi vina.

Preglednica 5. Rezultati senzoričnega ocenjevanja z rangiranjem za senzorične lastnosti vina: sortnost, kompleksnost vonja in celokupna kakovost za vina sorte malvazija. Vrednosti prikazujejo vsoto rangov.

	Vsote rangov							
	<i>Star</i> <i>merella</i> 126	<i>P.</i> <i>guillierm</i> <i>ondii</i> ZIM624	<i>T.</i> <i>delbruec</i> <i>kii</i> IVV7	<i>P.</i> <i>kluyveri</i> FrootZe n	<i>S.</i> <i>cerevisia</i> e X5	<i>K.</i> <i>dobzhan</i> <i>skii</i> Re19L	<i>L.</i> <i>thermot</i> <i>olerans</i> BLF LT7	<i>S.</i> <i>uvarum</i> NO608/ 1
Sortnost	100	43	114	102	117	109	70	29
Komplek snost vonja	97	43	121	89	109	112	82	31
Celokup na kakovost	97	43	126	98	111	113	69	31

Zaključki

Če povzamemo, je vloga ne-*Saccharomyces* kvasovk pri pridelavi vina danes bolj poznana in nikakor jih ne uvrščamo zgolj med kvarljivce vina. Prav nasprotno, želimo jih izkoristiti v prid pridobitve, ohranjanja in povečanja senzorične kakovosti, večje aromatične kompleksnosti, sortne izraženosti, svežine in dolgoživosti vina, z značilnimi in številnimi prednosti v primerjavi s tradicionalno pridelavo vina zgolj z monokulturo kvasovke vrste *S. cerevisiae* (Vejarano in Gil-Calderón 2021). Različne študije po vsem svetu so pokazale, da imajo nekatere vinske ne-*Saccharomyces* kvasovke, ki jih pogosteje najdemo v grozdnih moštih, manjšo tvorbo alkohola kot *Saccharomyces cerevisiae* za 0,3 do 2,0 vol. % (manj). Tudi spontane (neinokulirane) fermentacije lahko vplivajo na nižje vsebnosti alkohola v primerjavi s komercialnimi kvasovkami *S. cerevisiae* zaradi velike začetne populacije ne-*Saccharomyces*

kvasovk, vendar so lahko tudi zelo tvegane in imajo manj predvidljive rezultate. Znanja in rezultati uporabe novih rodov in sevov ne-*Saccharomyces* kvasovk v sekvenčni inokulaciji s *Saccharomyces cerevisiae* bo omogočilo pridelavo določenega stila vina in izboljšalo sadne zaznavet, kompleksnost in celokupno kakovost vina. Poskusi z uporabo nekaterih izbranih sevov ne-*Saccharomyces* kvasovk (npr. *K. dobzhanskii* Re19L; *T. delbrueckii* IVV7,...) so pokazali, da uporaba t. i. nekonvencionalnih kvasovk predstavlja ogromen, neizkoriščen potencial za njihovo uporabo v pridelavi vina. Kot zanimivo odkritje lahko izpostavimo kvasovko *Kluyveromyces dobzhanskii* (sev Re19L), ki je v vinskem svetu še nepoznana in neraziskana. Izolirana je bila iz rdeče zemlje 'jerine' v vinogradu v bližini Dutovelj na Krasu. Rezultati analiz in senzoričnih parametrov so pokazali, da kvasovka izboljša boljše zaznavo svežih tropskih arom in celokupno kakovost vina.

Zahvala

Raziskave so bile financirane iz sredstev Javne agencije za raziskovalno dejavnost - ARRS ter Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano Republike Slovenije (aplikativni raziskovalni projekt L4-1841) ter Programske skupine P4-0133. Zahvaljujemo se tudi sodelavcem, ki so prispevali pri sami izvedbi poskusa in sicer dr. Andreja Vanzo, dr. Katja Šuklje, dr. Dejan Bavčar, dr. Melita Sternad Lemut, dr. Mitja Martelanc in dr. Guillaume Antalick.

Literatura

- Antalick G, Perello MC, de Revel G. 2010. Development, validation and application of a specific method for the quantitative determination of wine esters by headspace-solid-phase microextraction-gas chromatography–mass spectrometry. *Food Chem* 121, 1236-1245.
- Borren E, Tian B. 2020. The important contribution of non-*Saccharomyces* yeasts to the aroma complexity of wine: A review. *Foods*, 10, 13, doi:10.3390/foods10010013: 13 str.
- Belda I, Ruiz J, Beisert B, Navascués E, Marquina D, Calderón F, Rauhut D, Benito S, Santos A. 2017. Influence of *Torulaspora delbrueckii* in vrietal thiol (3-SH and 4-MSP) release in wine sequential fermentations. *International Journal of Food Microbiology*, 257, 183-191.
- Benito S. 2018. The impact of *Torulaspora delbrueckii* yeast in winemaking. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 10, 3081-3094.
- Canonico L, Comitini F, Ciani M. 2019. *Metschnikowia pulcherrima* selected strain for ethanol reduction in wine: Influence of cell immobilization and aeration condition. *Foods*, 8, 378.
- Chen K, Escott C, Loira I, del Fresno JM, Morata A, Tesfaye W, Calderon F, Suarez-Lepe JA, Han S, Benito S 2018. Use of non-*Saccharomyces* yeasts and oenological tannin in red winemaking: Influence on colour, aroma and sensorial properties of young wines. *Food Microbiology*, 69, 51–63.
- Escribano-Viana R, González-Arenzana L, Portu J, Garijo P, López-Alfaro I, López R, Santamaría P, Gutiérrez AR. 2018. Wine aroma evolution throughout alcoholic fermentation sequentially inoculated with non-*Saccharomyces/Saccharomyces* yeasts. *Food Research International*, 112, 17–24.
- Labuschagne P, Divol B. 2021. Thiamine: a key nutrient for yeasts during wine alcoholic fermentation. *Appl Microbiol Biotechnol*, 105, 953–973.
- Morata A, Escott C, Bañuelos MA, Loira I, del Fresno JM, González C, Suárez-Lepe A. 2019. Contribution of Non-*Saccharomyces* Yeasts to Wine Freshness. A Review. *Biomolecules*, 10, 25 str.
- OIV (2022) Compendium of International Methods of Analysis-OIV. Paris, International Organisation of Vine and Wine. <https://www.oiv.int/what-we-do/technical-documents> (16. 3. 2022).
- Padilla B, Gil JV, Manzanares P. 2016. Past and future of non-*Saccharomyces* yeasts: From spoilage microorganisms to biotechnological tools for improving wine aroma complexity. *Frontiers in Microbiology*, 7, 411, doi: 10.3389/fmicb.2016.00411: 20 str.
- Prior KJ, Bauer FF, Divol B. 2019. The utilisation of nitrogenous compounds by commercial non-*Saccharomyces* yeasts associated with wine. *Food Microbiology*, 79, 75-84.

- Rowland A, Sternad Lemut M, Butinar L. 2020. Screening and evaluation of enzymatic activities of wine related yeast species. FEMS online conference on microbiology 2020, 28 to 31 October 2020.
- Sadoudi M, Tourdot-Maréchal R, Rousseaux S, Steyer D, Gallardo-Chacón JJ, Ballester J, Vichi S, Guérin-Schneider R, Caixach J, Alexandre H. 2012. Yeast–yeast interactions revealed by aromatic profile analysis of Sauvignon Blanc wine fermented by single or co-culture of non-*Saccharomyces* and *Saccharomyces* yeasts. *Food Microbiology*, 32, 243-253.
- Šuklje K, Basa-Česnik H, Janeš L, Kmecl V, Vanzo A, Deloire A, Sivilotti P, Lisjak K. 2013. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 47, 83-97.
- Tominaga, T., Murat, M.-L. & Dubourdieu, D. (1998). Development of a method for analyzing the volatile thiols involved in the characteristic aroma of wines made from *Vitis vinifera* L. cv. Sauvignon blanc. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46, 1044-1048.
- Tominaga T, Guimbertau G, Dubourdieu D. 2003. Contribution of benzenemethanethiol to smoky aroma of certain *Vitis vinifera* L. wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 1373-1376.
- Tufariello M, Fragasso M, Pico J, Panighel A, Castellarin S D, Flamini R, Grieco F. 2021. Influence of non-*Saccharomyces* on wine chemistry: A Focus on aroma-related compounds. *Molecules*, 26, 644.
- Van Wyk N, Grossmann M, Wendland J, von Wallbrunn C, Pretorius IS. 2019. The whiff of wine yeast innovation: strategies for enhancing aroma production by yeast during wine fermentation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 67, 13496-13505.
- Van Leeuwen C, Destrac-Irvine A, Dubernet M, Duchêne E, Gowdy M, Marguerit E, Pieri P, Parker A, De Rességuier L, Ollat N. 2019. An Update on the Impact of Climate Change in Viticulture and Potential Adaptations. *Agronomy*, 9, 514.
- Vejarano R, Gil-Calderón A. 2021. Commercially available non-*Saccharomyces* yeasts for winemaking: Current market, advantages over *Saccharomyces*, biocompatibility, and safety. *Fermentation*, 7, 171.
- Visan L, Tamba-Berehoiu R-M, Popa CN, Danaila-Guidea SM, Culea R. 2018. Aromatic compounds in wines. *Scientific papers series management, economic engineering in agriculture and rural development*, 18, 423-430.

Vsebine posterjev

Tolerantne sorte vinske trte (PiWi) v trsnem izboru vinorodnih dežel Podravje in Posavje

Janez Valdhuber*, Borut Pulko, Stanko Vršič

Univerzitetni center za vinogradništvo in vinarstvo Meranovo, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Univerza v Mariboru, Pivola 10, 2311 Hoče

*Korespondenca: janez.valdhuber@um.si

Izvleček: Na Univerzitetnem centru za vinogradništvo in vinarstvo Meranovo, Fakultete za kmetijstvo in biosistemske vede, smo s preizkušanjem tolerantnih sort za bolezní (PiWi– Pilzwiderstandsfähige Rebsorten) začeli že v 80. letih prejšnjega stoletja, ko splošna in strokovna vinogradniška klima temu ni bila naklonjena, za kar je bilo potrebno veliko vztrajnosti in prostovoljnega dela. Čeprav je postopek preizkušanja sort pri vinski trti zelo dolg, smo jih do sedaj preizkusili okrog trideset in od njih odbrali pet, ki so v naših razmerah pokazale dovolj dobro toleranco za bolezní in kakovost vina. To so bele sorte 'Solaris', 'Johanniter', 'Souvignier gris' in 'Muscaris' in rdeča sorta 'Monarch'. Naše dolgoletno delo je dobilo tudi uradno potrditev z vpisom teh petih sort v Trsni izbor za vinorodne okoliše vinorodnih dežel Podravje in Posavje (Ur. l. št. 26/21). Pri teh sortah je uporabo fungicidov mogoče zmanjšati do 80 % v primerjavi s klasičnimi sortami, CO₂ odtis pa je manjši za približno 240 kg/ha. Tolerantne sorte omogočajo manjšo obremenitev okolja. Preizkušanje tolerantnih sort na UC Meranovo se nadaljuje, rezultate le teh pa lahko pričakujemo v naslednjem desetletju.

Ključne besede: vinska trta, tolerantne sorte, manjša uporaba FFS

Tolerant Grapevine Varieties (PiWi) in the Slovenian Grape Variety Database Collection for the Wine-Growing Regions of Podravje and Posavje

Abstract: At the University Center for Viticulture and Winemaking Meranovo of the Faculty for Agriculture and Life Sciences, diseases tolerant vine varieties (PiWi– Pilzwiderstandsfähige Rebsorten) were tested. The research started in the 80's of the last century, when the general and professional viticultural climate was not in favor of such endeavours, and therefore required a lot of perseverance and volunteer work. Although the testing procedure for new grape varieties is very long, we managed to test around thirty tolerant varieties and selected five, which performed well enough in disease tolerance and wine quality in our conditions. These are the white varieties 'Solaris', 'Johanniter', 'Souvignier gris' and 'Muscaris' and the red variety 'Monarch'. The long-term labour has resulted in an official entry of these five varieties into the Slovenian approved grape variety database for the production of quality wine for the wine-growing regions of Podravje and Posavje (Ur. l. št. 26/21). It is with these varieties, that the use of fungicides can be reduced by up to 80% compared to classic varieties and the CO₂ footprint is smaller by approximately 240 kg/ha, making it possible to lessen the environmental burden. Testing these tolerant varieties at UC Meranovo continues, and the results can be expected in the next decade.

Key words: grapevine, tolerant varieties, reduction of FFS

Pregled literature

V prihodnje bo izbira sort vinske trte vedno bolj odvisna od podnebnih razmer. Povprečna temperatura zraka v vegetaciji trte je za 2 °C višja glede na obdobje pred 30 leti, zato se je rastna doba skrajšala za 2 do 4 tedne, odvisno od sorte (Vršič in sod. 2014). V poletnem času, ko je več ekstremno toplih dni, pride do hitrejši rasti jagod, hitrejšega naraščanja vsebnosti sladkorja in znižanja skupnih kislin, kar ima za posledico zgodnejše tehnološko zrelost in trgatev grozdja. Pri poznih sortah je vpliv višjih temperatur vsaj za zdaj pozitiven, saj se trend zmanjševanja skupnih kislin približuje optimalnim vsebnostim. Da bi v spremenljivih okoljskih razmerah ohranili nekatere specifične lastnosti vina, so potrebne prilagoditve tako obstoječih tehnologij pridelave grozdja kot tudi izbora sort. Spremenjene ekološke razmere ne vplivajo le na fiziološke parametre vinske trte, ki jih lahko do določene mere uravnavamo s spreminjanjem osončenosti strmih pobočij, temveč tudi na razvoj bolezni in škodljivcev. Zato je potrebno testirati tolerantne sorte, ki predstavljajo možno alternativo z vidika zmanjšanja porabe fitofarmaceutskih sredstev (Vršič in sod. 2014).

Danes za tolerantne sorte štejemo tiste, na katerih kriptogamne bolezni, kot sta peronospora in oidij, ne povzročajo gospodarske škode. Evropska uredba 1308/2013 definira označevanje vina. Z označbo porekla so namreč lahko označena samo vina, pridelana iz žlahtnih sort vinske trte (*Vitis vinifera* L.), geografsko označbo pa lahko dobijo vina, pridelana iz žlahtnih sort vinske trte in iz sort, pridobljenih iz žlahtnih križancev vinske trte iz rodu *Vitis* (Uredba (ES) št. 1308, 2013).

Zakonodaja v Sloveniji je v skladu s to direktivo. Vino se namreč lahko prideluje le iz sort *Vitis vinifera* L., ki so navedene na sortnem seznamu posameznega vinorodnega območja (Uradni list RS, št. 49/07). Da se sorta uvrsti v izbor sort vinorodnih območij, mora biti najprej vpisana v nacionalno sortno listo R Slovenije ali katero koli drugo državo članico EU. Vpis sort v nacionalni katalog Slovenije poteka na podlagi Zakona o sadilnem materialu kmetijskih rastlin (2005) in Pravilnika o postopku vpisa sort v katalog (2009). Za vpis sorte v katalog mora biti preizkušena na določenem območju, kjer naj bi rasla. Na podlagi tega se naredi podrobno poročilo o regijah, kjer se lahko začne pridelava in sorte se vpišejo v Trsni izbor.

Vinska trta je ena redkih rastlin, kjer je poznan celoten genom. Z uporabo molekularnih markerjev je mogoče spremljati vedno večje število pomembnih lastnosti rastline, npr. tolerance na bolezni. Odbira s pomočjo markerja ne vodi le k višji stopnji tolerance, temveč tudi k večji stabilnosti tolerance oz. odpornosti na bolezni (Vršič in sod. 2021). Tolerantne sorte bi lahko prispevale k boljši kontroli bolezni v ekološkem in konvencionalnem vinogradništvu, proizvodni stroški bi se zmanjšali. Renner (2012) omenja zmanjšanje stroškov fitosanitarnih ukrepov od 60-100 %. V Freiburgu jim je v treh letih poizkusov uspela pridelava brez fungicidov s pomočjo tolerantnih sort (Hoffmann 2004). Tolerantne sorte so bolj ali manj tolerantne predvsem na peronosporo in oidij. Kjer pa je velik pritisk ostalih glivičnih bolezni (črna gniloba, antraknoza, rdeči listni ožig, botritis), lahko ob zmanjšanem tretiranju s fungicidi, izbruhnejo bolezni tudi pri teh sortah in povzročijo občutno škodo (Wiedermann-Merdinoglu in Hoffmann 2010). V nasprotju s konvencionalnim vinogradništvom, ki v program zatiranja škodljivcev vključuje širok spekter sintetičnih pesticidov, ekološko vinogradništvo sloni predvsem na fungicidih na osnovi žvepla in bakra (Provenzano 2010). Tako bi se z uvedbo tolerantnih sort zmanjšalo tudi kopičenje bakra v tleh (Pedneault in Provost 2016).

Prednosti proučevanih tolerantnih sort so poleg manj dela in manjših stroškov s škropljenjem ter tudi lažjega dela, še večja biotska pestrost, manj onesnaževanja in zmanjšana zbitost tal. Tudi grozdne jagode namiznih sort so brez madežev ostankov fitofarmaceutskih sredstev, okusnejše in vizualno privlačnejše (Basler 2003, Jörger in sod. 2009). Za uspeh na trgu moramo danes upoštevati tudi potrošnike, ki pričakujejo na okolju bolj prijazen način pridelana vina. Bisson in sod. (2002) trdijo, da so potrošniki pripravljeni plačati več za tako vino, vendar ob tem vseeno pričakujejo zadovoljive senzorične lastnosti. Pri pridelavi vina iz tolerantnih sort se moramo zavedati, kaj sploh želimo, saj te sorte ne prenašajo amaterskega dela ne v vinogradu in ne v kleti (Wiederman in Sütterlin 2005). Od ekološko pridelanih vin se pričakuje, da bodo brez sintetičnih pesticidov, gnojil in drugih sintetičnih

vložkov, ki lahko predstavljajo večje tveganje za okolje in zdravje ljudi (Mann in sod. 2012). Rousseau in sod. (2013) navajajo, da je kvaliteta vin iz tolerantnih sort v glavnem ocenjena enakovredno vinom *Vitis vinifera* sort.

V Nemčiji so z namenom informiranja pridelovalcev o pridelavi tolerantnih sort organizirali Mednarodno združenje PIWI International (<http://www.piwi-international.de>), ki od leta 2017 vključuje tudi Slovenijo. PIWI skrbi za institucionalno izmenjavo informacij in izkušenj o tovrstni pridelavi ter za organizacijo dogodkov, na katerih se lahko člani in drugi seznanijo s sortami, vinom in drugimi zahtevami pridelave. Trenutno združuje 33 proizvajalcev iz 17 različnih držav, ki lahko pošljejo vina tudi na tekmovanje PIWI, ki vsako leto podeljuje nagrade za najboljše ocenjena vina tolerantnih sort.

Namen naše raziskave je bil za Trsni izbor v vinorodnih deželah Podravje in Posavje izbrati tiste tolerantne sorte, ki bodo v pedoklimatskih pogojih teh dveh dežel omogočile pridelavo kakovostnega vina z manj stroški in manjšo obremenitvijo okolja glede uporabe pesticidov.

Material in metode

Prvi poskusi s tolerantnimi sortami so bili izvedeni že leta 1984, takrat še s križanci pod različnimi šiframi. Leta 2006 pa smo na Univerzitetnem centru za vinogradništvo in vinarstvo Meranovo Fakultete za kmetijstvo in biosistemske vede Maribor kot prvi v Sloveniji začeli z načrtnim uvajanjem in preizkušanjem tolerantnih sort. V preizkušanje so bile vključene sorte 'Johanniter', 'Solaris', 'Phoenix', 'Regent', 'Monarch', 'Prior', 'Cabernet Carol', 'Rondo' in 'Muscat bleu', ki izvirajo iz različnih vinogradniških inštitutov v Nemčiji in Švici. Kontrolna sorta je bila 'Modri pinot'. Omenjene sorte so bile cepljene na podlago 'SO4' (razen 'Johanniter' in 'Solaris', ki sta bili cepljeni na podlago '125AA' in posajene na vinorodni legi Meranovo (450 m n. v.) na ilovnato peščenih tleh. Za zaščito pred boleznimi je v poskusnem vinogradu v celotnem poskusnem obdobju (2006 do 2019) bilo uporabljeno zgolj trikratno tretiranje na osnovi bakra (Cuprablau Z), v prvih treh letih 2006 – 2009 pa brez uporabe FFS. Gojitvena oblika je bila enojni Guyot. Sorti 'Souvignier gris' in 'Muscaris' sta bili v preizkušanje vključeni od leta 2016. V obdobju od 2008 do 2011 smo spremljali fenofaze posameznih sort s posebnim poudarkom na brstenju, cvetenju in tehnološki zrelosti grozdja s pomočjo BBCH lestvice. Grozdje vseh sort je bilo potrgano v fazi tehnološke zrelosti. V času obiranja grozdja smo odvzeli vzorce 100 jagod (50 jagod na vsaki strani vrste), v treh ponovitvah za vsako sorto. Stehtali smo maso 100 jagod in pridelek grozdja na trs. Vsebnost suhe snovi smo izmerili z digitalnim refraktometrom (ATAGO 4487 PAL-87S), skupne kisline smo določili s titracijo z 0,25 M NaOH (določanje nevtralne točke s pH metrom), pH vrednost pa je bila izmerjena s pH metrom (WTW3110). V obdobju od 2006 do 2016 je bilo opravljeno tudi ocenjevanje pojava bolezni (ožig, oidij in botritis) in sušenja grozdnega peclja z mednarodno priznano in primerljivo metodo od 1 (brez bolezni) do 9 (zelo močna okužba).

Organoleptična analiza vin, dobljenih z mikroviniifikacijo je vključevala celotno senzorično oceno, na podlagi katere je bil identificiran senzorični profil posamezne vinske sorte. Kakovost vina je bila hkrati primerjana z nekaterimi sortami *Vitis vinifera* ('Laški rizling', 'Beli pinot', 'Modri pinot'). V prvi fazi senzorične ocene smo izbrali senzorične deskriptorje za bele in rdeče sorte. Na podlagi izbranih deskriptorjev so nato več let potekale degustacije ustekleničenih vin z namenom ugotavljanja senzoričnega profila. Sama kakovost vina je bila ovrednotena po 20 točkovni lestvici po Buxbaum-u (ocena stroke) ter z oceno všečnosti (ocena potrošnikov in pridelovalcev) po 5 točkovni lestvici. V obdobju od 2012 do 2019 je bilo izvedenih 11 senzoričnih ocenjevanj.

Dobljene podatke smo vnesli v preglednico programa Microsoft Excel in jih nato prenesli v program za statistično obdelavo IBM SPSS Statistics (25) za programsko okolje Windows. Izvedli smo analizo variance (ANOVA). Za ugotavljanje statistično značilnih razlik med obravnavanji smo uporabili Tukey HSD-test pri stopnji tveganja ($p \leq 0,05$).

Rezultati in diskusija

Spremljanje fenofaz

S spremljanjem sort, testiranih na UC Meranovo, je bilo ugotovljeno (preglednica 1), da začne najprej brsteti (BBCH 05) sorta 'Rondo' in sicer 10-12 dni pred standardno sorto 'Modri pinot', ki začne brsteti med 1. in 2. dekada aprila. Tri do pet dni pred sorto 'Modri pinot' brstijo še sorte 'Muscaris', 'Solaris' in 'Monarch'. Hkrati so s standardno sorto začele brsteti sorte 'Souvignier gris', 'Regent' in 'Phoenix'. Sorta 'Johanniter' brsti 2-3 dni pozneje, 'Prior' in 'Cabernet Carol' pa 5-7 dni za sorto 'Modri pinot'.

Fenofaza polnega cvetenja (BBCH 65) je bila pri standardni sorti v prvi dekadi junija. Sorti 'Phoenix' in 'Regent' sta bili v tej razvojni fazi 2 do 5 dni prej, sorti 'Rondo', 'Muscaris' in 'Solaris' pa 7 do 10 dni prej. Sorti 'Monarch' in 'Souvignier gris' sta cveteli istočasno s kontrolno sorto. Dva do tri dni po standardni sorti sta bili v polnem cvetenju sorti 'Prior' in 'Johanniter', sorta 'Cabernet Carol' pa je to fazo dosegla v 7 do 9 dneh. Razlike v pojavu tehnološke zrelosti so imele podobne trende kot v prejšnjih dveh fenofazah. Sorta 'Solaris' je zelo zgodaj dosegla tehnološko zrelost (od 2. do 3. dekade avgusta), to je 12 do 16 dni pred standardno sorto, z vsebnostjo sladkorja nad 84 °Oe, kar je zakonsko dovoljena meja za vrhunsko vino. Tudi sorta 'Regent' je dozorela pred standardno sorto (10-12 dni), kot so ugotovili že Pacifico in sod. (2013). Pred standardno sorto dozori še 'Rondo', 'Muscaris' in 'Phoenix' (3-10 dni). Hkrati s standardno sorto dozori 'Souvignier gris'. Sorte 'Prior', 'Johanniter' in 'Monarch' so dozorele 5-7 dni kasneje. Najpoznejšo tehnološko zrelost je dosegla sorta 'Cabernet Carol', in sicer od 10 do 14 dni za standardno sorto.

Preglednica 1. Fenofaze nekaterih preizkušanih tolerantnih sort na UC Meranovo v primerjavi s standardno sorto 'Modri pinot' (MP), v obdobju 2008-2019.

Sorta	BBCH = 05 (brstenje)	BBCH = 65 (cvetenje)	BBCH = 89 (zrele jagode)
'Phoenix'*	istočasno z MP	2-3 dni pred MP	7-10 dni pred MP
'Prior'	5-7 dni za MP	2-3 dni za MP	5 dni za MP
'Rondo'	10-12 dni pred MP	7 dni pred MP	3-5 dni pred MP
'Cabernet Carol'	7 dni za MP	7-9 dni za MP	10-14 dni za MP
'Regent'	istočasno z MP	3-5 dni pred MP	10-12 dni pred MP
'Johanniter'	2-3 dni za MP	3 dni za MP	7 dni za MP
'Solaris'**	3-5 dni pred MP	7-10 dni pred MP	12-16 dni pred MP
'Souvignier gris'***	istočasno z MP	3 – 10 dni pred MP	istočasno z MP
'Muscaris'***	3 dni pred MP	istočasno z MP	teden dni pred MP
'Monarch'	5 dni pred MP	istočasno z MP	5-7 dni za MP

Vključeno v poskus: *do 2012, **od 2013, ***od 2016

Monitoring okuženosti z glivičnimi boleznimi

Razvoj glivičnih bolezni pri tolerantnih sortah je bil v veliki meri odvisen od vremenskih razmer v posameznem letu. Čeprav je bilo varstvo pred boleznimi minimalno (v prvih treh letih nič), stopnja bolezni, ki povzročata propadanje trt, ni bila ugotovljena. Kontrolna sorta je bila 'Modri pinot', kjer je bilo varstvo izvedeno po programu integrirane pridelave. Pri tolerantnih sortah je bilo varstvo proti glivičnim boleznim izvedeno le trikrat (pripravek Cuprablau Z) v celotnem obdobju opazovanj.

V preglednici 2 so zajeti podatki okuženosti tolerantnih sort s peronosporo, oidijem in botritisom. Peronospora se je pri tolerantnih sortah pojavila v letih z nadpovprečno količino padavin, največkrat na zgornjih listih pozneje v poletju, pogosto šele konec avgusta ali v začetku septembra. Okuženost s

peronosporo pri teh sortah je bila v celotnem obdobju poskusa razmeroma majhna. Največ pojavnosti pozne peronospore je bilo pri sorti 'Phoenix', predvsem zaradi bujne vegetativne rasti. Kot zelo tolerantne na peronosporo so se pokazale sorte 'Solaris', 'Souvignier gris', 'Muscaris' in 'Monarch'.

V letih, ko so bile razmere ugodne za razvoj oidija, se je ta na teh sortah razvil v drugem delu vegetacije. Največjo tolerantnost na oidij so pokazale sorte 'Souvignier gris', 'Muscaris', 'Johanniter', 'Monarch', 'Regent' in 'Solaris'. Kot bolj občutljive so se izkazale sorte 'Rondo', 'Phoenix' in 'Cabernet Carol'. Pri teh sortah je bila večja pojavnost oidija tudi zaradi intenzivne vegetativne rasti in manjše zračnosti listne stene.

Grozdna gniloba je bila najbolj izrazita pri sorti 'Phoenix', zato je bila ta sorta po letu 2012 zaradi te pomanjkljivosti izločena iz nadaljnjih testiranj. Večji delež okužbe z botritisom je bil ugotovljen tudi pri sortah 'Cabernet Carol' in 'Johanniter'. Pri slednji je večja okužba z botritisom tudi posledica zbitosti grozdov. Najmanjša okužba z botritisom je bila ugotovljena pri sortah 'Souvignier gris', 'Muscaris' in 'Monarch'.

Preglednica 2. Okuženost s peronosporo, oidijem in botritisom pri nekaterih preizkušanih tolerantnih sortah na UC Meranovo v primerjavi s standardno sorto 'Modri pinot', v obdobju 2008-2019.

Sorta	Peronospora	Oidij	Botritis
'Modri pinot'	3	4	5
'Phoenix'*	4,5	4	7
'Prior'	3,5	3	3,5
'Rondo'	3	4,5	4
'Cabernet Carol'	3	4	5,5
'Regent'	3,5	2	3
'Johanniter'	3	2	5
'Solaris'**	2	2	4
'Souvignier gris'***	2	1,5	2
'Muscaris'***	1,5	1,5	2
'Monarch'	1,5	2	2,5

Legenda: 1 – brez bolezni, 9 – zelo močan pojav bolezni
Vključeno v poskus: *do 2012, **od 2013, ***od 2016

Parametri pridelka ter kakovosti grozdnega soka in vina

V preglednicah 3 in 4 so prikazani parametri pridelka ter kakovosti grozdnega soka in vina. Povprečni pridelek tolerantnih sort je bil od 45 do 100 dt/ha (standardna sorta 74 dt/ha). Najmanj grozdja na trto (1128 g/trs) je imela v povprečju sorta 'Prior', največ pa sorta 'Muscaris' (2700 g/trs). Izpostaviti je treba, da so bili pridelki pri sorti 'Solaris' v drugih preizkušanjih na drugih lokacijah precej večji (nad 3 kg/trs). Poleg standardne sorte so vsebnost sladkorja, po kateri standard kakovosti vina določa minimalno zahtevo za vrhunsko vino (84 °Oe) presegale sorte 'Johanniter', 'Regent', 'Solaris', 'Souvignier gris' in 'Muscaris'. Glede skupnih kislin odstopa sort 'Solaris' z nižjimi vrednostmi, ter sorta 'Cabernet carol' z visokimi vrednostmi. Sorta Phoenix je dosegala nižje pridelke in vsebnost sladkorja zaradi velike občutljivosti na botritis, zaradi česar je bila po leti 2012 izločena iz nadaljnjih preizkušanj. 'Souvignier gris' in 'Muscaris' sta imela najbolj stabilen pridelek.

V preglednici 4 so povprečne ocene (po Buxbaumovi metodi in metodi všečnosti od 1 do 5) vin tolerantnih sort, ki so bile dosežene na strokovnih degustacijah ter pridelovalcev in potrošnikov. Splošna ugotovitev je, da večina tolerantnih sort v poskusih na UC Meranovo ustreza kriterijem kakovostnega vina glede na splošno kakovost vina. Najnižjo oceno so prejela vina sorte 'Phoenix' s precej izrazitim hibridnim vonjem in delno tudi rdeča sorta 'Regent'.

Preglednica 3. Vsebnost sladkorja, skupnih kislin, pH vrednost grozdnega soka in pridelek pri nekaterih preizkušanih tolerantnih sortah na UC Meranovo v primerjavi s standardno sorto 'Modri pinot' v obdobju 2008-2019.

Sorta	Sladkor (°Oe)	Kislina (g/L)	pH	Pridelek (g/trs)
'Modri pinot'	88±5,3	9,4±1,11	3,20±0,24	1621±530
'Phoenix'*	64±6,1	7,6±1,19	3,15±0,12	1499 ±63
'Prior'	74±7,6	9,6±0,75	3,13±0,20	1128±730
'Rondo'	77±9,2	9,7±2,40	3,09±0,19	1973±987
'Cabernet Carol'	79±12,3	11,9±1,8	2,92±0,18	2065±1544
'Regent'	86 ±5,8	8,1 ±0,9	3,35±0,13	1739 ±769
'Johanniter'	84 ±7,2	8,2 ±1,5	3,24±0,14	1915 ±420
'Solaris'**	86 ±1,0	7,7±0,10	3,28±0,03	1356 ±264
'Souvignier gris'***	87±4,3	9,5±1,3	2,90±0,09	2250±312
'Muscaris'***	90±6,1	10,6±2,1	3,06±0,21	2700±416
'Monarch'	72 ±8,0	8,5 ±2,14	3,01±0,20	1404 ±520

Vključeno v poskus: *do 2012, **od 2013, ***od 2016

Preglednica 4. Senzorične ocene vin (Buxbaum in ocena všečnosti) preizkušanih tolerantnih sort UC Meranovo (2011-2019).

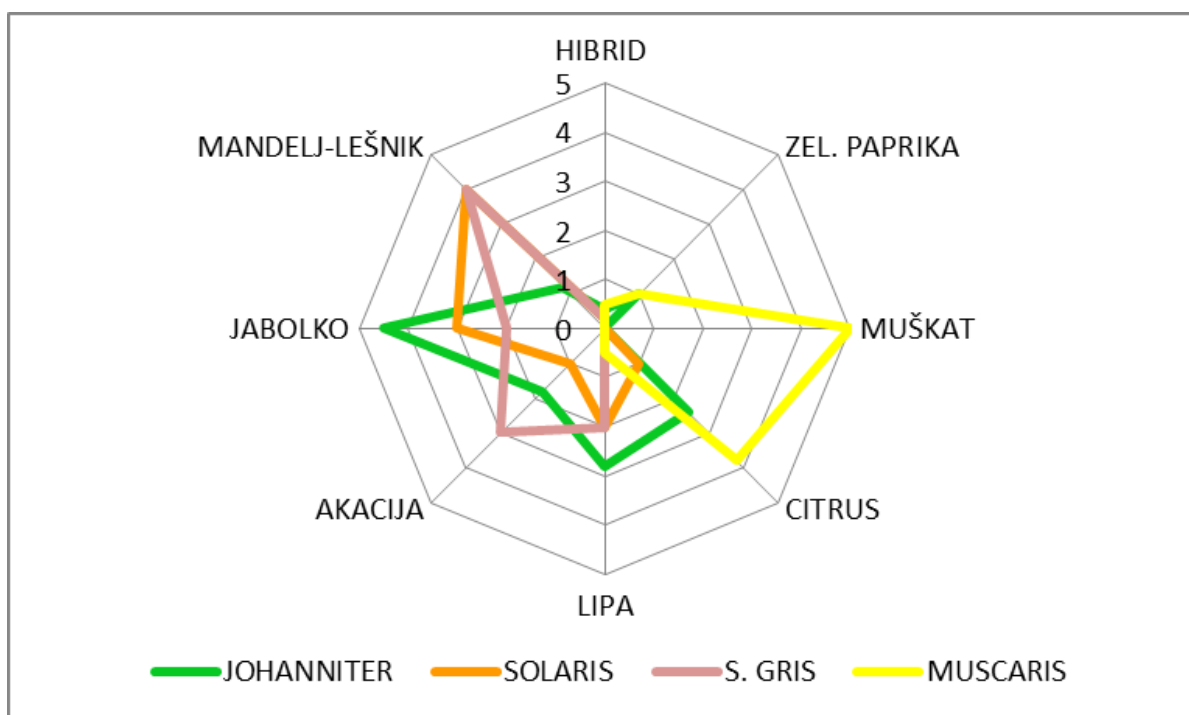
Sorta	Ocena stroke (Buxbaum)	Ocena potrošnikov in pridelovalcev (ocena 1-5)
'Phoenix'*	16,3	/
'Prior'	17,2	3,2
'Rondo'	17,3	3,3
'Cabernet Carol'	17,3	3,2
'Regent'	17,0	3,0
'Johanniter'	17,4	3,5
'Solaris'**	/	3,9
'Souvignier gris'***	16,7-17,6	3,8
'Muscaris'***	16,0-17,5	3,5
'Monarch'	17,5	3,4

Vključeno v poskus: *do 2012, **od 2013, ***od 2016

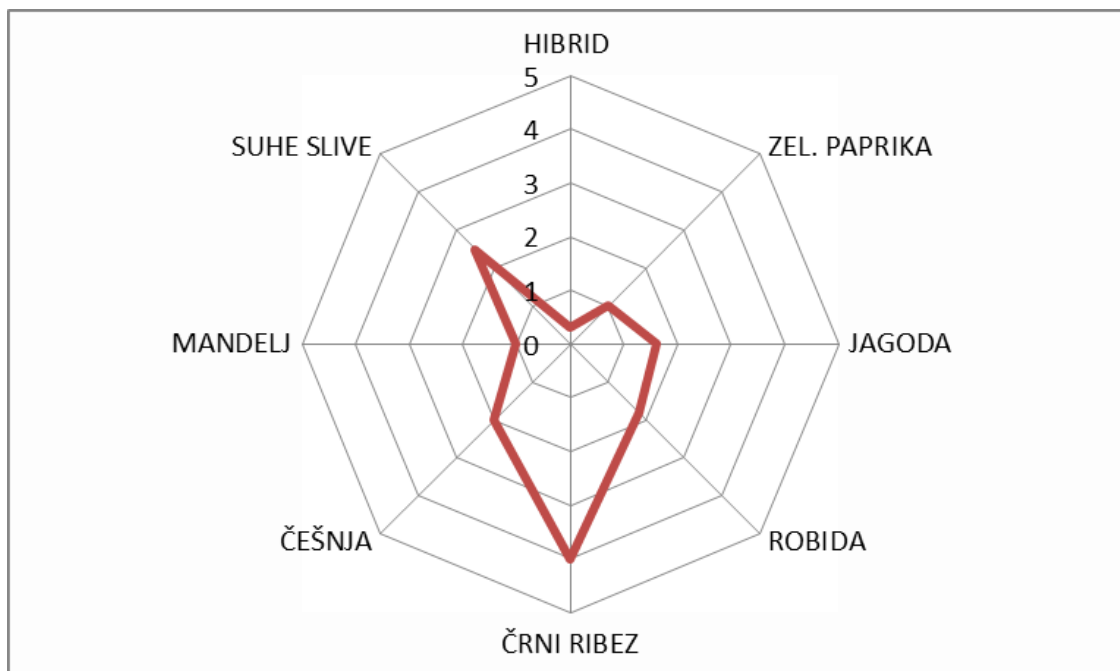
Senzorični profil tolerantnih sort vključenih v Trsni izbor za vinorodni deželi Podravje in Posavje

Grafikona 1 in 2 prikazujeta senzorične profile tolerantnih sort, ki so po končanem poskusnem obdobju uvrščene v sortiment za vinorodni deželi Podravje in Posavje. Pri sorti 'Johanniter' prevladujejo vonji, ki spominjajo na jabolko, lipo, citruse in različna zelišča. Ocenjevalci ocenjujejo, da je vino te sorte po značaju najbližje vinu sorte 'Renski rizling', od katerega je podedovalo sadnost. Hkrati pa vino vsebuje več alkohola, kar lahko pripišemo sorti 'Sivi pinot', ki je bila udeležena v postopku križanja. V naših poskusih je aroma manj intenzivna v primerjavi z 'Renskim rizlingom'. Sadni karakter vina dobimo iz povsem zdravega grozolja, kar pa lahko predstavlja težavo v primeru jeseni z več padavinami in zbitimi grozdi. Zato se priporoča pri tej sorti defoliacija listov v predelu grozolja v času polnega cvetenja. Vina sorte 'Solaris' so zaradi visokih vsebnosti sladkorja v grozdu alkoholno močna, oz. omogočajo pridelavo vin z ostankom sladkorja. V aromatskem profilu spada med nevtralne sorte

(stil 'Chardonnay') s polnim okusom. Vina sorte 'Souvignier gris' so zelo polnega okusa, poudarjene barve in so podobna vinom stila 'Sivi pinot'. Praviloma so alkoholno močnejša in tudi skupne kisline so pogosto poudarjene. Zaradi dobre tolerantnosti na gnilobo lahko dolgo čakamo s trgatvijo. Tako sorta omogoča pridelavo vin iz prezelega grozdja ob hkrati še vedno dobro prisotni kislini. Vina sorte 'Muscaris' imajo poudarjen muškaten karakter z intenzivno cvetico po muškatu in citrusih ter višjo kislino. V primerjavi z 'Rumenim muškatom' ima 'Muscaris' nekaj manj fineze v cvetici, bolj je izražena aroma limete. Sorta 'Monarch' omogoča pridelavo dobro obarvanih ekstraktnih vin z dobro fenolno strukturo ter sadnim vonjem.



Grafikon 1. Senzorični profil belih tolerantnih sort.



Grafikon 2. Senzorični profil rdeče tolerantne sorte 'Monarch'.

Zaključki

Tolerantne sorte vinske trte so dobra dopolnitev klasičnemu sortimentu. Z njimi lahko rešujemo probleme z varstvom pred boleznimi v vinogradih, kjer je to iz različnih razlogov oteženo (strme lege, oddaljene parcele, za bolezni problematične parcele). Hkrati s tem zmanjšujemo stroške pridelave in bistveno izboljšamo varovanje okolja (zmanjšanje ostankov fitofarmaceutskih sredstev). Vinogradnikom, ki so v ekološki pridelavi, lahko te sorte zagotavljajo ekonomiko z višjimi pričakovanimi pridelki v primerjavi s klasičnim sortimentom. Za končno oceno tolerantnih sort je pomembno, da vina dosegajo najmanj rang kakovostnega vina ZGP. Glede na preučene lastnosti v vinogradu na izredno zahtevni legi kot tudi glede kakovosti vina, je bilo na osnovi preizkušanj na UC Meranovo v letu 2021 v Trzni izbor za vinorodni deželi Podravje in Posavje uvrščenih pet tolerantnih sort: 'Johanniter', 'Solaris', 'Souvignier gris', 'Muscaris' in rdeča sorta 'Monarch' (slika 1). Hkrati potekajo proučevanja še drugih tolerantnih sort, ki bi lahko bile v prihodnosti potencialno zanimive za pridelavo kakovostnega vina.



Slika 1. Tolerantne vinske sorte od leve proti desni, 'Johanniter', 'Solaris', 'Souvignier gris' in 'Muscaris' in rdeča sorta 'Monarch' (foto: S. Vršič).

Literatura

- Basler P. 2003. »Andere« Rebsorten, Robuste Rebsorten – Pilzwiderstandsfähige Rebsorten. Stutz Druck AG, Wädenswill, 104.
- Bisson LF, Waterhouse AL, Ebeler SE, Walker MA, Lapsey JT. 2002. The present and future of the international wine industry. *Nature*, 418, 696–699.
- Hoffmann C, Doye E, Michl G, Wüstner P. 2004. Innovationen des ökologischen Weinbaus. *Der Badische Winzer*, 10, 21–24.
<https://piwi-international.de/>
- Jörger V, Ludewig B, Boos M. 2009. Gefragte Freiburger Resistenzzüchtungen. *Der Badische Winzer*, 5, 32–34.
- Mann S, Ferjani A, Reissig L. 2012. What matters to consumers of organic wine? *Brit Food J*, 114, 272–284.
- Pacifico D, Gaiotti F, Giusti M, Tomasi D. 2013. Performance of interspecific grapevine varieties in north-east Italy. *Agricultural Sciences*, 4/2, 91–101.
- Pedneault K, Provost C. 2016. Fungus resistant grape varieties as a suitable alternative for organic wine production: Benefits, limits and challenges. *Sci Hortic*,
<http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2016.03.016>.
- Pravilnik o postopku vpisa sorte v sortno listo in o vodenju sortne liste (Uradni list RS, št. 49/09, 96/09, 105/10, 88/11, 59/12, 16/13 in 63/16).
- Pravilnik o seznamu geografskih označb za vina in trsnem izboru (Uradni list RS, št. 49/07).
- Provenzano MR, Bilali E, Simeone H, Baser V, Mondelli N, Cesari D. 2010. Copper contents in grapes and wines from a Mediterranean organic vineyard. *Food Chem*, 122, 1338–1343.
- Regulation (EU) No 1308/2013 of the European Parliament and of the council. 2013. Official Journal of the European Union, 374-854.
https://www.fsai.ie/uploadedFiles/Legislation/Food_Legislation_Links/Food_Imports_and_Exports/Reg1308_2013.pdf (1. 3. 2017).
- Renner W. 2012. Erfahrungen aus Versuchen mit pilzwiderstandsfähigen Rebsorten in der Steiermark. *Deutsches Weinbau-Jahrbuch*, 63, 45–54.
- Rousseau J, Chanfreau S, Hallereau C, Pozzo di Borgo C. 2013. Les Cépages Résistants aux Maladies Cryptogamiques. *Panorama européen Groupe ICV Bordeaux*, 228.
- Uradni list št. 26/21. Pravilnik o spremembi in dopolnitvi Pravilnika o seznamu geografskih označb za vina in trsnem izboru, 1752.
- Uradni list št. 49/07. Pravilnik o seznamu geografskih označb za vina in trsnem izboru.
- Vršič S, Pulko B, Valdhuber J. 2021. Introdukcija sort vinske trte tolerantnih za bolezní v trsni izbor vinorodnih dežel Podravje in Posavje, 8.
- Vršič S, Šuštar V, Pulko B, Šumenjak TK. 2014. Trends in climate parameters affecting winegrape ripening in northeastern Slovenia. *Clim Res*, 58, 257–266.
- Wiedermann J, Sütterlin A. 2005. Rotweine aus pilzwiderstandsfähigen Rebsorten. *Schweiz Z Obst-Weinbau*, 13/05, 10–12.
- Wiedermann-Merdinoglu S, Hoffmann C. 2010. New Resistant Grape Varieties, (elektronski vir) http://www.google.si/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&act=8&ved=0CB4QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.endure-network.eu%2Fcontent%2Fdownload%2F5586%2F43605%2Ffile%2FGrapevine%2520Case%2520Study%2520Guide%2520Number%25205.pdf&ei=WsfTVPIrL8ztUoPAg7gl&usg=AFQjCNGp7ZhzklU9GIEPrYtS9gcWirFqMA&sig2=8_KdUbNt x8VYim3D5Y3_Og (29. 2. 2012).
- Zakon o semenskem materialu kmetijskih rastlin (Uradni list RS, št. 25/05-uradno prečiščeno besedilo, 41/09, 32/12 in 90/12-ZdZPVHVVR).

Tolerantne sorte vinske trte za pridelavo namiznega grozdja

Borut Pulko*, Janez Valdhuber, Urška Perko, Urška Kmetec, Marko Mramor, Stanko Vršič

Univerzitetni center za vinogradništvo in vinarstvo Meranovo, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Univerza v Mariboru, Pivola 10, 2311 Hoče

*Korespondenca: borut.pulko@um.si

Izveček: Delež namiznega grozdja predstavlja že več kot eno tretjino skupne svetovne pridelave grozdja in še narašča. Poleg južno evropskih držav (Italija, Španija, Grčija in Turčija) je pridelava namiznega grozdja razširjena tudi v Aziji in Ameriki ter v afriških državah ob Sredozemlju in v Južnoafriški republiki. Največji pridelovalec namiznega grozdja na svetu je Kitajska, ki ga tudi največ potroši (OIV 2015). Na zmanjšanje potrošnje namiznega grozdja bistveno vplivajo informacije o oporečnosti grozdja zaradi ostankov pesticidov ob tem pa cene grozdja bistveno narastejo. Trg z namiznim grozdem ima dokajšen tržni potencial, ki ga domači pridelovalci v mnogih vinogradniških državah ne pokrijejo. Prednosti domače pridelave namiznega grozdja so predvsem večji spekter sort z različnimi profili okusov, zelo dobre sveže arome zaradi optimalne zrelosti grozdja (z drugih kontinentov in držav pride napol dozorelo grozdje), krajši transport in tudi manjša uporaba fitofarmaceutskih sredstev zaradi gojenja tolerantnih sort na peronosporo in oidij. Na UC Meranovo smo v zadnjih 15 letih preizkušali več kot 90 različnih namiznih sort in opravili veliko senzoričnih ocenjevanj na osnovi katerih smo odbrali sorte, ki so pokazale večjo toleranco za bolezni in ustrezno kakovost v naših podnebnih razmerah. Kot najbolj tolerantna za bolezni in zelo kakovostna se je pokazala sorta 'Muscat bleu'. Dobro kakovost so pokazale tudi sorte 'Arkadia', 'Katharina', 'Frumoasa albe' in 'Palatina'.

Ključne besede: vinska trta, toleranca za bolezni, namizne sorte grozdja

Tolerant Grapevine Varieties for Table Grape Production

Abstract: Table grapes already represent more than a third of the total global grape production and are still growing. In addition to southern European countries (Italy, Spain, Greece and Turkey), the cultivation of table grapes is also widespread in Asia and America, as well as in African countries along the Mediterranean and in the Republic of South Africa. The largest producer of table grapes is China, which also consumes the most (OIV 2018). The decrease in consumption of table grapes is significantly influenced by information about the unsoundness of grapes due to pesticide residues and the significant rise in grape prices. The market for table grapes has considerable market potential, which is not covered by domestic growers in many wine-growing countries. The advantages of domestic table grape production are, above all, a larger spectrum of varieties with different flavor profiles, very good fresh aromas due to the optimal ripeness of the grapes (semi-ripe grapes come from other continents and countries), shorter transport and also less use of phytopharmaceuticals due to the cultivation of varieties more resistant to downy and powdery mildew. At UC Meranovo, more than 90 different table grape varieties were tested over the past 15 years and many sensory evaluations were performed, based on which varieties were selected that showed greater disease tolerance and adequate quality in our climate conditions. The 'Muscat bleu' variety proved to be the most disease-tolerant and of high quality. A good quality was also displayed by the varieties 'Arkadia', 'Katharina', 'Frumoasa albe' and 'Palatina'.

Key words: grapevine, disease tolerance, table grape varieties

Pregled literature

V ekonomskem smislu imajo pridelava, trgovina, promet in potrošnja namiznega grozdja širši mednarodni pomen (Fazinić in Fazinić 1990). V letu 2018 je bila skupna svetovna pridelava grozdja 77,8 mio. ton, od tega je bilo pridelanega 36 % namiznega grozdja. Od leta 2000 je bila letna rast pridelanega namiznega grozdja skoraj 1 %. Delež namiznega grozdja pridelanega v Evropi je bil le še 37 %, delež v Aziji pa narašča. V Aziji od skupno 27,3 mio ton pridelanega namiznega grozdja, Kitajska pridelava predstavlja 9,5 mio t (OIV 2015). V zadnjih letih je med vodilnimi državami pridelovalkami veliko sprememb. Medtem ko pridelava Kitajske in Turčije vztrajno narašča, je v Iranu in Italiji stabilna, pri nekaterih drugih državah pa rahlo upada (Seccia in sod. 2015).

Mednarodni trg je omejen predvsem z relativno majhnim številom tržno zanimivih sort, ki jih gojijo v velikem obsegu, tako kot so sorte 'Afus ali', 'Italia', 'Kardinal', 'Sultanina', 'Viktoria' in ostale. Te sorte so praviloma brez pečk oziroma jih imajo manj in so manjše, imajo velike jagode ter čvrsto jagodno kožico in meso. Vendar so vse omenjene sorte pridelane z intenzivno uporabo fitofarmaceutskih sredstev in regulatorjev rasti (Vršič in Lešnik 2010). V preteklosti je pridelave namiznega grozdja, v težnji po zagotavljanju potreb naraščajoče svetovne populacije vodila do masovne in vsesplošne uporabe pesticidov (Turgut in sod. 2011). Prisotnost in koncentracije ostankov pesticidov v svežem grozdju pa so odvisne od bolezni tipičnih za posamezno vinorodno območje, načina pridelave, uporabljenih koncentracij pesticidov pri aplikaciji, časovnih intervalov med aplikacijami in vremenskih razmer od zadnje aplikacije do trgatve (Baša in sod. 2008). Namizno grozdje je namenjeno za svežo uporabo, kar pa zahteva zagotavljanje kakovostnih parametrov. V ta namen žlahtnitelji vedno bolj intenzivno vzgajajo sorte, tolerantne za glivične bolezni (Atak in Kahraman 2014), ki omogočajo pridelavo namiznega grozdja z manjšo uporabo pesticidov.

S selekcijo in introdukcijo kot stalnima nalogama žlahtnjenja vinske trte želimo izboljšati trsni izbor sort glede na tehnološke značilnosti, ki so pomembne za gospodarno in kakovostno pridelavo grozdja. Nove sorte pa lahko ustvarimo tudi s križanjem (Vršič in Lešnik 2010). Žlahtnjenje namiznega grozdja je danes globalni interes. Sorte, ki se uporabljajo v žlahtnjenju, so pogosto rezultat preteklih žlahtniteljskih programov in tako nudijo prednost v nekaterih že izboljšanih lastnostih (Vargas in sod. 2009). Tako imenovane interspecifične sorte (*Vitis vinifera* L. × *V. spp.*) so kombinacija kakovostnih tradicionalnih evropskih sort in ameriških vrst, ki so tolerantne predvsem na peronosporo (*Plasmopara viticola* Berl.), oidij (*Uncinula necator* Burr.) in trtno uš (*Daktulosphaira vitifoliae* Fitch). Evropska vinska trta (*Vitis vinifera* L.) je zelo občutljiva na napad glivičnih bolezni. Nasprotno pa imajo ameriški in azijski tipi, kot so *V. riparia* Michx., *V. rupestris* Scheele, *V. berlandieri* Planch., *V. labrusca* L., *V. cinerea* Engelm. in drugi, gene odpornosti proti tem glivičnim boleznim. Te vrste pripadajo podrodu *Vitis*, imajo enako kot *V. vinifera* L. sorte 38 somatskih kromosomov in so zato primerne za medvrstno križanje (Yamada in Sato 2016).

Pri tolerantnih sortah z veliko toleranco za oidij in peronosporo je pridelek velik od 4 do 8 kg na trs. Le v izjemnih razmerah in ob velikih infekcijah je potrebno nekaj tretiranja. Tako je uporaba fungicidov bolj izjema kot pravilo (Vršič in Lešnik 2010). Basler (2004) je v Švici od leta 1993 do 2003 proučeval sorti 'Lilla' in 'Nero'. Ugotovil je, da za ekonomsko upravičeno pridelavo s približno 1,2 kg/m² pridelka v relativno vlažnih podnebnih razmerah vzhodne Švice, ti dve sorti zahtevata 2 do 4 tretiranja s fungicidi.

V zadnjih letih je v svetu vedno večja težnja po introdukciji novih sort z jagodami večje velikosti in različnim časom dozorevanja. Povpraševanje pa se povečuje tudi po sortah, tolerantnih za bolezni, sortah, ki pozno zorijo, in tistih, ki imajo dobre skladiščne sposobnosti (Atak in Kahraman 2014). Mahmoudzadeh in sod. (2010, cit. po Volynkin 2015) pa trdijo, da bi racionalno uvajanje uporabe novejših ranih sort izboljšalo stalnost v dobavi namiznega grozdja in podaljšalo obdobje uporabe svežega grozdja. Pri ranih sortah je pomembna tudi toleranca za mraz, ki je kompleksen fenomen, na katerega vpliva zdravstveno stanje trsa, rodnost v prejšnjem letu in stopnja aklimatizacije rastline ob preteklih izpostavljenostih nizkim temperaturam (Reisch in sod. 1993). Na severnem Kitajskem so v ta

namen leta 1954 križali 'Muškata Hamburg' z eno od sort iz vrste *V. amurensis* Rupr. in dobili takrat nove sorte 'Beichun', 'Beihong' in 'Beimei' z visoko toleranco za zimski mraz (-25 °C), dobro toleranco za glivične bolezni in velikim pridelkom grozdja (Lu in Liu 2015).

Pri tehnologiji pridelave je potrebno kljub robustni rasti namiznih sort dobro poznavanje zahtev za gojenje teh sort, enako kot pri ostalih sortah *Vitis vinifera* L. Npr. v regijah s hladnejšim podnebjem pridejo v poštev samo rane sorte (Jones in Davis 2000).

Namen raziskovalnega dela je bil spremljanje in ugotavljanje fenoloških faz ter tehnoloških lastnosti nekaterih tolerantnih namiznih sort vinske trte v naših podnebnih razmerah. Želeli smo tudi proučiti, ali so preizkušane tolerantne namizne sorte v parametrih kakovosti primerljive s standardno namizno sorto 'Rdeča žlahtnina'.

Material in metode

Na Univerzitetnem centru za vinogradništvo in vinarstvo Meranovo, Fakultete za kmetijstvo in biosistemske vede Univerze v Mariboru smo s proučevanjem tolerantnih sort vinske trte za pridelavo namiznega grozdja pričeli pred petnajstimi leti. Vinograd leži na jugovzhodni legi na 480 m n. v. Proučevali smo 90 različnih sort namiznega grozdja. Po prvih letih smo na osnovi dobljenih rezultatov vključevali v nadaljnja proučevanja sorte z boljšimi lastnostmi. Izmed vseh proučevanih sort smo jih do sedaj odbrali pet: 'Arkadia' ('Moldova' × 'Kardinal'), 'Frumoasa albe' ('Guzal kara' × 'Seyve Villard 20-473'), 'Katharina' ('Eger' × 'Original'), 'Muscat bleu' ('Garnier 15-6' × 'Seyve Villard 20-347') in 'Palatina' ('Villard Blanc SV 12.375' × 'Kraljica vinogradov'). V letih 2015, 2016 in 2017 smo ugotavljali koliko časa potrebuje posamezna sorta od brstenja do tehnološke zrelosti grozdja. Določevanje dolžine časa od brstenja do trgatve je temeljilo na spremljanju fenofaz posameznih sort namiznega grozdja po sistemu BBCH. Gre za decimalno urejen sistem razvojnih stadijev, ki si sledijo glede na potek vegetacije proučevane sorte. Senzorično oceno smo opravili s pomočjo degustacije grozdja proučevanih sort. Vsako leto smo v času tehnološke zrelosti grozdja opravili večje število degustacij. Degustacije so bile zvedene z naključnimi degustatorji, sortam pa je bila prikrita identiteta. Kakovost grozdja smo ocenjevali glede na okus (nevtralen/aromatičen) in ocenili celoten vtis sorte ter ali bi sorto kupili (da/ne).

Zbrane podatke smo vnesli v delovno preglednico programa Microsoft Excel in jih nato prenesli v program za statistično obdelavo IBM SPSS Statistics (25) za programsko okolje Windows. Izvedli smo analizo variance (ANOVA). Za ugotavljanje statistično značilnih razlik med obravnavanji smo uporabili Tukey HSD-test pri stopnji tveganja ($p \leq 0,05$).

Rezultati in diskusija

Za sorte 'Arkadia', 'Frumoasa albe', 'Katharina', 'Muscat bleu', 'Palatina' (slika 1) in standardno sorto 'Rdeča žlahtnina' je v grafikonu 1 prikazan čas od brstenja do tehnološke zrelosti (od BBCH 05 do BBCH 89) in število dni med razvojnimi fazami (brstenje BBCH 05, cvetenje BBCH 65, začetek zorenja BBCH 81, zrelo grozdje BBCH 89). Če primerjamo čas od brstenja do tehnološke zrelosti lahko ugotovimo da je pri sortah 'Muscat bleu' (140 dni), 'Arkadia' (147 dni) in 'Palatina' (150 dni) potreben krajši čas v primerjavi s standardno sorto 'Rdeča žlahtnina' (155 dni). Daljši čas kot 'Rdeča žlahtnina' pa imata sorti 'Katharina' (161 dni) in 'Frumoasa albe' (172 dni). Grozdje preizkušanih sort je doseglo tehnološko zrelost po naslednjem vrstnem redu: 31. avgusta 'Palatina' in 'Muscat bleu', 2. septembra 'Arkadia', 10. septembra 'Rdeča žlahtnina', 24. septembra 'Katharina' in 30. septembra 'Frumoasa albe'.

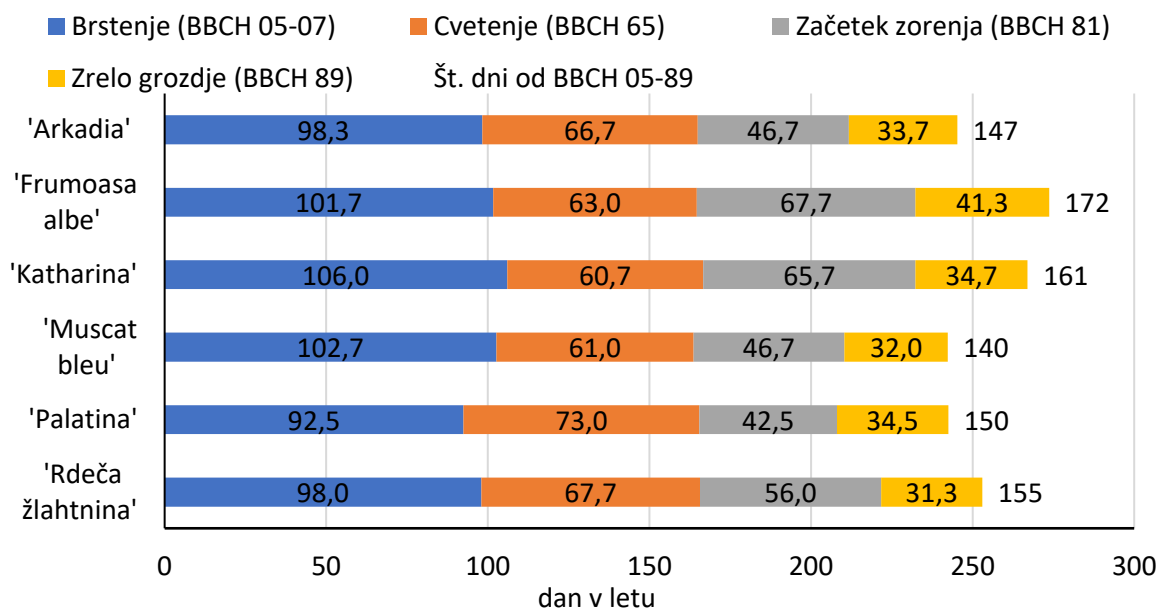
Za naše podnebne razmere je zelo pomemben podatek tudi začetek brstenja posamezne sorte. Ugotovili smo, da je standardna sorta 'Rdeča žlahtnina' v povprečju več let (2015, 2016 in 2017) začela z brstenjem 8. aprila (98 dan v letu). Sočasno z njo je brstela tudi sorta 'Arkadia', dobrih 5 dni zgodnejša

6. SLOVENSKI VINOGRADNIŠKO-VINARSKI KONGRES PTUJ

v času brstenja pa je bila 'Palatina'. Sorti 'Frumoasa albe' in 'Muscat bleu' sta brsteli 4 oz. 5 dni za 'Rdečo žlahtnino', najkasneje pa je brstela sorta 'Katharina' (16. aprila).

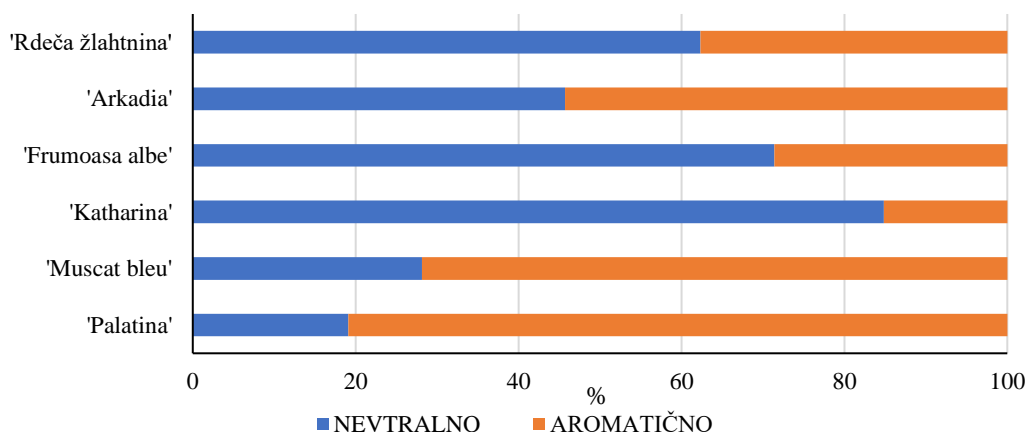


Slika 1. Tolerantne sorte namiznega grozdja od leve proti desni 'Muscat bleu', 'Arkadia', 'Katharina', 'Frumoasa albe' in 'Palatina' (foto: S. Vršič).



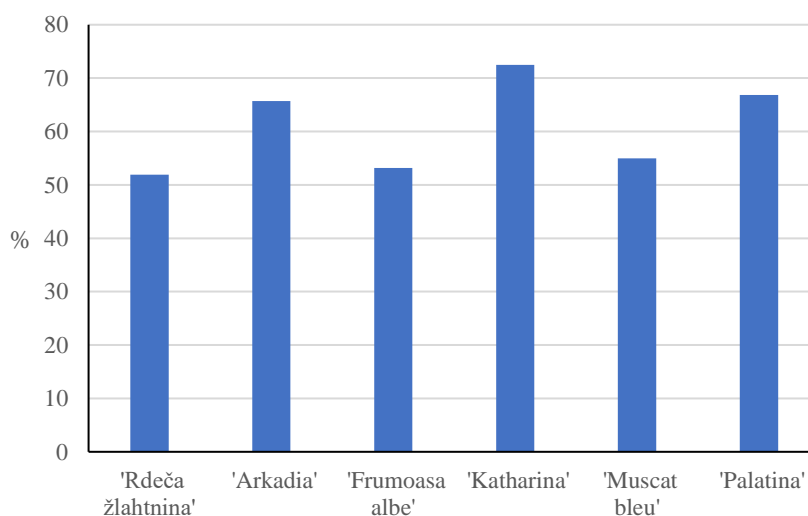
Grafikon 1. Povprečno število dni do začetka brstenja (modri del stolpca) ter število dni od brstenja do cvetenja (rjavo), od cvetenja do začetka zorenja (sivo) in od začetka zorenja do tehnološke zrelosti (rumeno) ter število dni od fenofaze 05–89 (BBCH).

V sklopu senzoričnega ocenjevanja grozdja smo proučevali tudi aromo grozdnih jagod, rezultati so prikazani v grafikonu 2. Degustatorji so sorte ločevali na tiste z nevtralnimi in tiste z aromatičnim okusom. Ugotovimo lahko, da je podobno, kot za standardno sorto 'Rdeča žlahtnina' je tudi za sorti 'Frumoasa albe' in 'Katharina' značilna bolj nevtralna aroma grozdnih jagod. Če razvrstimo sorte glede na prisotnost arome v grozdnih jagodah, pa je bila z 81 % sorta 'Palatina' ocenjena kot najbolj aromatična sorta, sledi ji sorta 'Muscat bleu' z 71 %. Za sorto 'Arkadia' je značilno, da je bila v 54 % ocenjena kot aromatična sorta, v 46 %, pa so jo ocenjevalci ocenili kot sorto z nevtralno aromo.



Grafikon 2. Senzorična ocena aromatičnosti grozdja nekaterih namiznih sort (%).

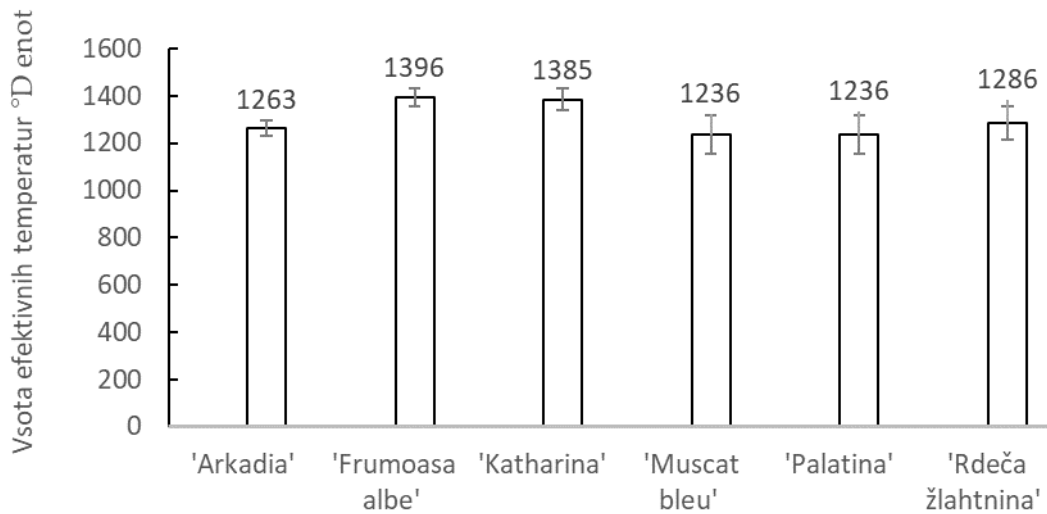
Pri odločanju kupcev o nakupu svežega grozdja, največji del odtehta atraktiven videz. To so srednje veliki grozdi z velikimi in enakomerno obarvanimi jagodami. Vizualno privlačijo temno rdeče in rumeno-zlate barve, ki dajejo občutek polne dozorelosti. V grafikonu 3 so prikazani rezultati skupnega vtisa degustatorjev o posamezni sorti. Izmed modrih in roza sort bi najraje kupili sorto 'Katharina' (72 %), med belimi sortami pa sorti 'Palatina' (67 %) in 'Arkadia' (66 %). Ostale sorte so po oceni skupnega vtisa uvrščene v kategorijo, kjer bi nekaj več kot 50 % degustatorjev posamezno sorto tudi kupilo. Slabša povprečna ocena skupnega vtisa pri sorti 'Muscat bleu', ki je najbolj tolerantna za bolezn (Vršič 2018), je bila verjetno zaradi relativno motečih pečk in čvrste jagodne kožice.



Grafikon 3. Ocena skupnega vtisa pri nekaterih sortah namiznega grozdja (%).

Splošne tehnološke lastnosti preizkušanih tolerantnih namiznih sort

V grafikonu 4 so povprečne vsote učinkovitih temperatur v tehnološki zrelosti tolerantnih sort vinske trte, ki so bile vključene v preizkušanje v obdobju 2015-2017 na lokaciji Meranovo. V povprečju treh let je ta vrednost pri kontrolni sorti 'Rdeča žlahtnina' znašala 1286 °D enot. Pri sortah ('Arkadia', 'Muscat bleu' in 'Palatina') pri katerih je grozdje dozorelo pred kontrolno sorto so bile te vrednosti od 1236 do 1263 °D enot, pri sortah ('Frumoasa albe' in 'Katharina'), ki sta dozoreli za njo pa od 1385 do 1396 °D enot. V nadaljevanju so opisane še nekatere ostale tehnološke lastnosti teh petih preizkušanih sort.



Grafikon 4. Povprečna vsota efektivnih temperatur (2015-2017) v času tehnološke zrelosti tolerantnih sort vinske trte 'Arkadia', 'Frumoasa albe', 'Katharina', 'Muscat bleu' in 'Palatina' ter standardne sorte 'Rdeča žlahtnina' na lokaciji Meranovo.

'ARKADIA' je zelo rodna bela sorta. Pri večkratni pletvi lahko masa grozdov znaša tudi do 2 kg, masa jagod pa od 12 do 14 g. Zelo dobro prenaša transport. Spada med 10 najboljših namiznih sort. Na degustacijah grozdja je bila vedno boljše ocenjena kot sorta 'Italia'. Če grozdje ostane dalj časa na trsu dobijo jagode bolj vodeni okus, ob dežju pa začne jagodna kožica na vrhu jagode pokati. Na gojitveni obliki je potrebno zagotoviti, da grozdi čim bolj prosto visijo in se ne dotikajo.

'FRUMOASA ALBE' je primerna za gojenje zunaj in pod streho. Listna stena se hitro strne. To je zelo dobra bela sorta namiznega grozdja in ima malo motečih pečk. Ustrezajo ji dobre zavetne in sončne lege, da doseže polnost v okusu, ki je značilna za to sorto. Dobro prenaša skladiščenje. Zaradi daljšega grozdnega peclja, grozdi bolj prosto visijo z mladike.

'KATHARINA' je sorta za zelo dobre lege, da doseže primerno dozorelost in obarvanost (ima daljšo vegetacijo). Od ostalih sort izstopa z atraktivno roza barvo jagod in ima zaradi tega velik tržni potencial. Dobro prenaša trgatve in skladiščenje. Grozdje je bolj nevtralnega okusa in je lahko zaradi dobre konsistence jagodnega mesa dalj časa na trsu. Potrebno je redčenje grozdja, predvsem tistih grozdov, ki se dalj časa ne obarvajo. Rozge imajo nekoliko večji stržen, kar lahko vpliva na uspeh pri cepljenju.

'MUSCAT BLEU' je rdeča aromatična sorta s temno modro jagodo in je tudi primerna za sok. Primerna je za večino leg, na vetrovnih legah in zelo bogatih tleh lahko pride do osipanja. V naših razmerah velikokrat zori že v zadnji dekadi avgusta. Zaradi nekoliko bolj rahlega grozda je grozde priporočljivo krajšati (odrežemo vrh grozda) takoj po cvetenju. Dozorelo grozdje ostane na trsu 6 tednov ali več. Pečke so pogosto bolj čvrste. Ima lepe dekorativne liste. Je najbolj razširjena sorta namiznega grozdja v Nemčiji in Švici. Od vseh sort je najbolj tolerantna za bolezni.

'PALATINA' je bela aromatična sorta, ki je zelo nezahtevna na zračnih legah. Pri prezrelosti se pojavi botritis in jagode tudi pokajo. Je rana sorta in precej privlačna za insekte. Sorta je bila na mnogih ocenjevanjih uvrščena med najboljše sorte namiznega grozdja. Čas obiranja je 3-4 tedne. Pečke so manj moteče. V poskusu brez uporabe sredstev za varstvo pred boleznimi se je po trgatvi pojavil oidij na listih in peronospora na zgornjih listih in zalistnikih.

Zaključki

Na Univerzitetnem centru za vinogradništvo in vinarstvo Meranovo, smo v letih 2015, 2016 in 2017 proučevali pet odbranih tolerantnih namiznih sort vinske trte. Spremljali smo koliko časa potrebuje posamezna sorta od brstenja do tehnološke zrelosti grozdja ter opravili senzorično oceno aromatičnosti in oceno skupnega vtisa. Ugotovili smo, da je pri sortah 'Muscat bleu', 'Palatina' in 'Arkadia' potreben krajši čas od brstenja do tehnološke zrelosti grozdja v primerjavi s standardno sorto 'Rdeča žlahtnina'. Daljši čas, kot 'Rdeča žlahtnina' pa potrebujejeta sorti 'Katharina' in 'Frumoasa albe'. Sorte 'Palatina', 'Muscat beu' in 'Arkadia' so dosegle fiziološko zrelost zadnje dni avgusta oz. prve dni septembra, sorti 'Katharina' in 'Frumoasa albe' pa v zadnji dekadi septembra. Podobno, kot za standardno sorto 'Rdeča žlahtnina' je tudi za sorti 'Frumoasa albe' in 'Katharina' značilna bolj nevtralna aroma grozdnih jagod, izrazito aromatični sorti pa sta 'Palatina' in 'Muscat bleu'. Večina degustatorjev (> 50 %) je z oceno skupnega vtisa potrdila, da bi se odločili za katerokoli od preizkušanih sort. Najvišje ocenjena je bila sorta 'Katharina' (morda posledica roza barve), sledita pa sorti 'Palatina' in 'Arkadia'.

Literatura

- Atak A, Kahraman AK. 2014. New table grapes in turkey. In BIO Web of Conferences (Vol. 3, p. 01002). EDP Sciences.
- Basler P. 2004. Experiments with three interspecific grape varieties from Hungary in the German speaking part of Switzerland: the table grape varieties 'Lilla' and 'Nero' and the wine variety 'Bianca'. *Rev Suisse vitic arboric hortie*, 35, 167-169.
- Baša Česnik H, Gregorčič A, Čuš F. 2008. Pesticide residues in grapes from vineyards included in integrated pest management in Slovenia. *Food addit contam*, 25, 38-443.
- Blanco FJ. 2010. Response of table grape cultivar 'Autumn Royal' to regulated deficit irrigation applied in post-veraison period. *Span J Agric Res*, 8, 876-885.
- Fazinić N, Fazinić M. 1990. Stolno grožđe. Zadar: Poljoprivredni razvojno-istraživački centar, Znanstvena jedinica. 235.
- Gao Y, Cahoon G. A. 1999. Ouster Thinning Effects on Fruit Weight, Juice Quality, and Fruit Skin Characteristics in 'Reliance' Grapes. *Fruit Crops*, 87, 87-93.
- Jones GV, Davis RE. 2000. Climate influences on grapevine phenology, grape composition, and wine production and quality for Bordeaux, France. *Am J Enol Vitic*, 51, 249-261.
- Kamiloglu O. 2011. Influence of some cultural practices on yield, fruit quality and individual anthocyanins of table grape cv. 'Horoz Karasi'. *J Anim Plant Sci*, 21, 240-245.
- Lu J, Liu C. 2015. Grapevine breeding in China. V: Reynolds A., Ed G. 2015. Grapevine breeding programs for the wine industry. Elsevier, 273-310.
- O.I.V. 2018. Organisation Internationale de la Vigne et du Vin. World Vitivinicultural Situation. (elektronski vir) <http://www.oiv.int/public/medias/2246/press-release-2018-bilan-vin-en-oiv.pdf> (10.8.2019).
- Reisch BI, Peterso DV, Pool RM, Martens MH. 1993. Table Grape Varieties for Cool Climates. New York: Cornell Cooperative Extension, 1-8.
- Seccia A, Santeramo FG, Nardone G. 2015. Trade competitiveness in table grapes: a global view. *Outlook Agric*, 44, 127-134.
- Turgut C, Ornek H, Cutright TJ. 2011. Determination of pesticide residues in Turkey's table grapes: the effect of integrated pest management, organic farming, and conventional farming. *Environmental monitoring and assessment*, 173, 315-323.
- Vargas AM, De Andrés MT, Borrego J, Ibáñez J. 2009. Pedigrees of fifty table-grape cultivars. *Am J Enol Vitic*, 60, 525-532.
- Volynkin V, Polulyah A, Klimenko V, Likhovskoi V, Oleinikov N, Levchenko S, Roshka N. 2015. Breeding for Ukrainian table grape varieties. *Vitis*, 54, 157-158.
- Vršič S. 2018. Sorte namiznega grozdja tolerantne za bolezni. Maribor, samozaložba, 121.
- Vršič S, Lešnik M. 2010. Vinogradništvo. Ljubljana: ČZD Kmečki glas, 368.
- Yamada M, Sato A. 2016. Advances in table grape breeding in Japan. *Breed Sci*, 66, 34-35.

Prve lokacije samonikle trte *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris* (C.C.Gmel.) Hegi v Sloveniji

Stanko Vršič¹, Andrej Piltaver², Andrej Perko^{1*}

¹Univerzitetni center za vinogradništvo in vinarstvo Meranovo, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Univerza v Mariboru, Pivola 10, 2311 Hoče

²Inštitut za sistematiko višjih gliv, Velika vas 17, 1262 Dol pri Ljubljani

*Korespondenca: a.perko@um.si

Izveček: *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris* je edina avtohtona divja vinska trta v Evraziji (Evropa in zahodna Azija) in je sedanji prednik sort vinske trte, ki pripadajo subsp. *vinifera*. Divja podvrsta je preživela ledeno dobo v majhnih refugijih (mesta z izoliranimi ali reliktnimi populacijami) in se od tam razširila skozi aluvialne gozdove. Nekaj naravnih populacij evropske divje vinske trte še vedno obstaja v majhnih, nepovezanih populacijah v ostankih habitatov, kot je narodni park Szigetköz Fertő Hanság) na Madžarskem in v Nemčiji v dolini Zgornjega Porenja. V Sloveniji je prevladovalo mnenje, da ni habitatov subsp. *sylvestris*. Ta študija prvič opisuje *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris* v Sloveniji z namenom pridobivanja pregleda rastišč divje vinske trte v državi. V tem projektu je bil preučen vzorčni niz 89 akcesij z uporabo 24 SRR markerjev, 3 markerji pa so bili uporabljeni za določanje spola cvetov. Akcesije so bile najdene v gozdovih na levem bregu reke Save na meji med aluvialnimi tlemi ter apnencem in dolomitom, na 4 različnih lokacijah, od katerih so nekatera opisana prvič. Delež ženskih in moških rastlin se razlikuje po različnih lokacijah. Na dveh lokacijah so prevladovale ženske rastline, na drugih pa je bilo razmerje uravnoteženo. Njihovo genetsko raznolikost in strukturo smo primerjali z avtohtonimi in edinstvenimi sortami vinske trte iz starih vinogradov v Sloveniji in s podlagami, ki so v naravo pobegnile iz opuščenih vinogradov. *Sylvestris* je bil jasno ločen od *vinifere* in podlag. Ohranjanje biotske raznovrstnosti je praktičnega pomena za človeštvo. Na Univerzitetnem centru Meranovo je bila vzpostavljena popolna genetska kopija divje vinske trte.

Ključne besede: Slovenija, divja trta, SSR markerji, *V. v.* subsp. *sylvestris*, ohranjanje, genetski prstni odtis

First Description of Wild Grapevine (*Vitis vinifera* subsp. *sylvestris*) Locations in Slovenia

Abstract: *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris* is the only native wild grapevine in Eurasia (Europe and Western Asia) and the present ancestor of the grapevine varieties belonging to subsp. *vinifera*. The wild subspecies survived the Ice Age in small refugia (sites with isolated or relict populations) and spread from there through alluvial forests. A few natural populations of European wild grapevine still exist in small, disconnected populations in remnant habitats such as Szigetköz (Fertő-Hanság National Park) in Hungary and Germany in the Upper Rhine Valley. In Slovenia, the prevailing opinion was that there were no habitats of subsp. *sylvestris*. This study describes for the first time *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris* in Slovenia and the aim was to get an overview of wild grapevine locations in the country. In this project, a sample set of 89 accessions was studied using 24 SRR markers and 3 markers for flower sex determination. The accessions were found in forests on the left side along the Sava River in Slovenia at the border between alluvial soils and limestone and dolomite at 4 different sites, some of which were described for the first time. The proportion of female and male accessions differed at the different sites. At two sites female plants dominated, at others the ratio was balanced. Their genetic diversity and structure were compared with autochthonous and unique varieties of subsp. *vinifera* from old vineyards in Slovenia and with rootstocks escaped to nature from abandoned vineyards. *Sylvestris* was clearly separated from *vinifera* and the rootstocks. The conservation of biodiversity has a practical value for mankind. Meanwhile, a complete genetic copy of the wild grapevine has been established at the University Centre Meranovo University of Maribor, Faculty of Agriculture and Life Sciences.

Keywords: Slovenia, wild grapevine, SSR markers, *V. v.* subsp. *sylvestris*, conservation, genetic fingerprinting

Uvod

Evropska divja trta (*Vitis vinifera* subsp. *sylvestris* (Gmelin) Hegi) je prednica gojene trte (*Vitis vinifera* subsp. *vinifera* (Gmelin) Hegi). Divja podvrsta je preživela ledeno dobo v majhnih zatočiščih (lokacije z izolirano ali reliktno populacijo) od tam pa se je razširila po aluvialnih gozdovih (Schröder in sod. 2015). Gojena vinska trta je imela že v mnogih stoletjih pomembno vlogo v gospodarstvu in kulturi, vendar pa je njena prednica, evropska divja vinska trta, blizu izumrtja.

Zadnje primerke v naravi ogrožajo škodljivci in bolezni, kot so trtna uš (*Daktulosphaira vitifoliae* Fitch) in glivične bolezni (npr. peronospora, oidij). Zaradi človekovih dejavnosti, kot je regulacija rek, je uničen tudi njen življenjski prostor. Stanje se je še poslabšalo, ko so bile ameriške vrste v 19. stoletju vnesene v Evropo kot strategija za nadzor trtne uši (Bodor in sod. 2010). Ker so ti habitati v bližini vinogradov, je evropska divja trta ogrožena zaradi hibridizacije s svojimi gojenimi potomkami in večinoma z naturaliziranimi podlagami, ki izvirajo iz vinogradništva, kot je npr. invazivna *Vitis riparia* Michx. in drugi. Hibridi, kot je na primer 'Izabela' (tolerantna na trtno uš ter peronosporo in pepelasto plesen), na primer izpodrivajo divjo avtohtono vinsko trto iz njihovih naravnih habitatov (Arrigio in Arnold 2007). Te se lahko v velikih rekah odlagajo iz opuščeni vinogradov in posegajo v aluvialni gozd, kjer se kot ti neofiti (tujerodne vrste) širijo in križajo z našimi avtohtonimi evropskimi divjimi trtami. Tako oblikovani genotipi so bolj tolerantni na bolezni in trtno uš, evropska divja samorodna vinska trta pa je obsojena na propad (Arnold in sod. 1998).

Nekaj naravnih populacij evropske divje trte se je ohranilo le v majhnih ločenih populacijah v preostalih habitatih, kot je Szigetköz (narodni park Fertő-Hanság) na Madžarskem (Bodor in sod. 2010), v Nemčiji v zgornji dolini Rena (Arnold in sod. 2005) in verjetno tudi v Sloveniji ob reki Savi, kar naj bi v tej študiji potrdili (doslej je veljalo mnenje, da v Sloveniji ni rastišč subsp. *sylvestris*). Je ena najredkejših rastlinskih vrst v Nemčiji in velja za izjemno ogroženo rastlino (Korneck in sod. 1996, Finck in sod. 2017) in je strogo zaščitena (Welk 2002). Na podobnih lokacijah je nekoliko bolj razširjen v jugovzhodni Evropi (Düll in Kutzelnigg 2005).

Ohranjanje njenih obstoječih populacij ima velik pomen pri ohranjanju biotske raznovrstnosti, tudi zaradi svoje vloge v evoluciji vinske trte. Divje trte kažejo tudi veliko tolerantnost proti poplavam in aktivnemu apnencu. Zaradi obeh dejstev bi jih lahko uporabili za žlahtnjenje s hibridizacijo s komercialnimi podlagami (Ocete in sod. 2011, Ocete in sod. 2015, Cambrolle in sod. 2015). Zaradi izjemno dramatične situacije je ohranitev ex-situ sredstvo izbire. V projektu bi na Univerzitetnem centru (UC) Meranovo s potaknjenci razmnožili zadnje ohranjene primerke ob reki Savi. Te korenjake bi lahko vrnili na obetavna mesta aluvialnega gozda. Da bi zagotovili naravni pretok genov, so genetsko raznoliki posamezniki posajeni skupaj v zaplate. Na ta način bi lahko ohranili trajnostno populacijo divje trte. Medtem bi na UC vzpostavili popolno genetsko kopijo divje trte in izkoristili ta dragocen genski vir za trajnostno vinogradništvo. Ohranjanje biotske raznovrstnosti ima praktično vrednost za človeštvo, saj so v nekateri od subsp. *sylvestris* pokazali razmeroma visoko stopnjo tolerance na patogene vinske trte in predstavljajo dragocen genski vir za rezistenco (Schröder in sod. 2015).

V tej študiji so bili mikrosatelitski markerji (SSR) uporabljeni za oceno genetske variacije domačih subsp. *sylvestris* v slovenskih rastiščih. Za primerjavo so bili uporabljeni nekateri genotipi divje trte iz drugih območij (Zdunič in sod. 2020). Glavni cilj tega dela je bil oceniti razširjenost in genetsko pestrost avtohtone divje vinske trte na ozemlju Slovenije ter primerjati pestrost med različnimi habitatami.

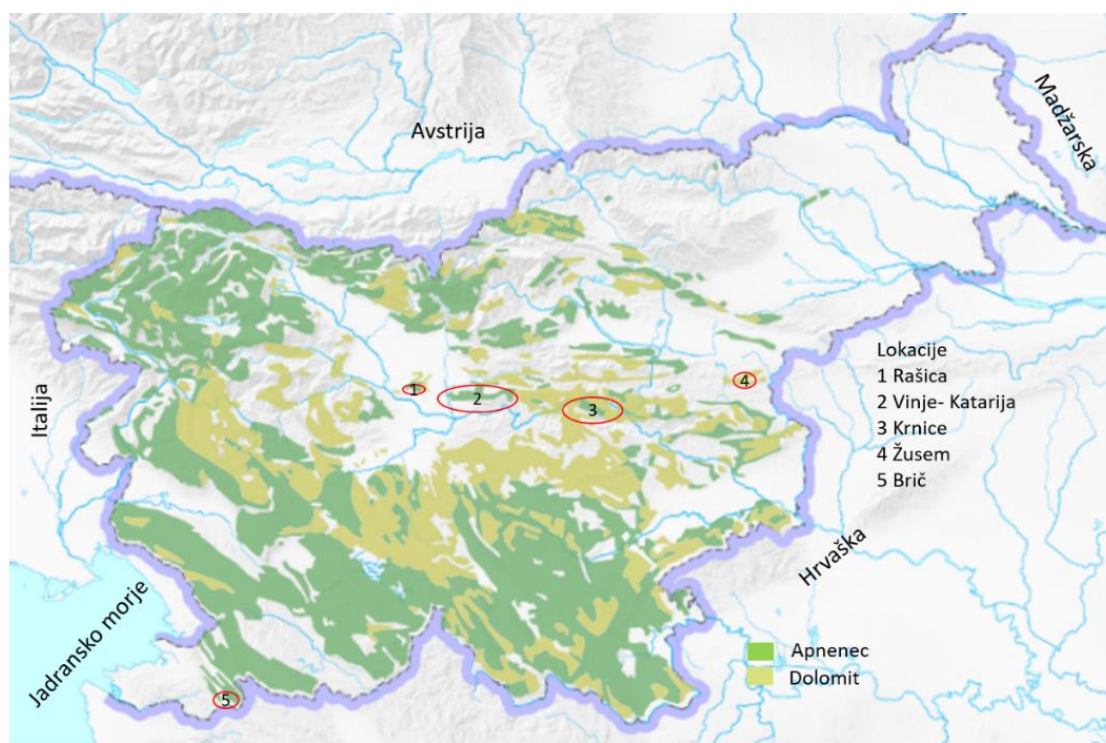
Material in metode

Lokacije in rastlinski material

Rastline *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris* (126 rastlin) smo našli na 5 različnih rastiščih (slika 1) v aluvialnih gozdovih v Sloveniji. Primerki so bili najdeni v gozdovih na orografskem levem bregu reke

Save v Sloveniji na meji med aluvialnimi tlemi ter apnencem in dolomitom, na 3 različnih mestih (št. 1, 2 in 3; slika 1), eno mesto na apnencu blizu meje s Hrvaško, desni breg reke Dragonje (št. 5; slika 1) in eno najdišče na dolomitu v vasi Žusem (št. 4; slika 1) 25 km od Celja. Vsi habitati so opisani prvič. V tem projektu je bil preučen vzorčni niz 89 akcesij. Za primerjavo so bile uporabljene avtohtone in neidentificirane sorte subsp. *vinifere* iz starih vinogradov na območjih z gojeno vinsko trto in podlagami, ki so prišle v naravo iz opuščeni vinogradov, hkrati so še bili vključeni genotipi *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris* iz Hrvaške (15 genotipov), Bosne in Hercegovine (4 genotipi) in Nemčije (5 genotipov) (Zdunič in sod. 2020).

Rastlinski material (listi) za izolacijo DNK smo zbirali v obdobju od 2019 do 2022 neposredno iz rastlin in-situ (slika 2) ali ex-situ iz potaknjencev, ki so bili okoreninjeni in zbrsteli pred vzorčenjem. Za analizo DNK je bilo vzetih 89 vzorcev *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris* (preglednica 1) na petih lokacijah.



Slika 1. Lokacije *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris* v Sloveniji.

Preglednica 1. Število akcesij in analiziranih vzorcev *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris* najdenih na različnih lokacijah v Sloveniji.

Lokacija	Št. akcesij	Analizirani vzorci	Št. ženskih	Št. moških
Rašica	1	1	0	1
Vinje-Katarija	60	51	22	23
Krnice	57	29	12	17
Žusem	1	1	0	1
Brič	7	7	4	3
Total	126	89	38	45



Slika 2. Trenutno največja najdena trta *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris* (moška rastlina, obseg debla = 59 cm v letu 2021, s 4 vejami, dolgimi več kot 40 m) na rastišču Vinje, Slovenija (foto: S. Vršič).

Genske analize

Vsi vzorci so bile determinirani z markerji SSR. Celotno genomsko DNK smo izolirali s kompletom NucleoSpin Plant II (Macherey-Nagel, Düren, Nemčija) iz mladih listov. Ekstrahirano DNA smo kvantificirali in uporabili pri delovni koncentraciji DNA 1 ng/ μ L. Analiziranih je bilo 24 mikrosatelitnih lokusov (Maul in sod. 2015) in 3 lokusi za določanje spola (Fetcher in sod. 2012, Röckel in sod. 2022). Kombinacije mikrosatelitnih lokusov (multipleksi) so bile optimizirane v laboratoriju Julius Kühn-Institut Siebeidingen; uporaba različnih oznak in različnih dolžin fragmentov je omogočila multipleksiranje verižnih reakcij s polimerazo (PCR) z do štirimi markerji. KAPA Fast Multiplex PCR Kit

(2X) (Kapa Bio-systems, Wilmington, MA, ZDA) je bil uporabljen za pripravo reakcijskih mešanic, ki vsebujejo glavno mešanico, 100 pmol vsakega primerja in ~1 ng kontrolne DNA. Pomnoževanje je bilo izvedeno v termalnih ciklerjih ABI 9700 (Applied Biosystems, Foster City, CA, ZDA) z uporabo naslednjega programa: tri minute začetne denaturacije pri 95 °C, ki ji je sledilo 30 ciklov denaturacije pri 95 °C (15 s), žarjenje pri 60 °C (30 s) in podaljšanje pri 72 °C (30 s). Končno podaljšanje je bilo izvedeno pri 72 °C za sedem minut. Analiza pomnožitev PCR je bila izvedena z uporabo genetskega analizatorja ABI 3130 × I (Applied Biosystems, Weiterstadt). Velikosti fluorescentno označenih fragmentov DNK so bile določene s programsko opremo GeneMapper 5.0 (Applied Biosystems, Foster City, CA, ZDA) in so temeljile na fluorescentno označenem označevalcu velikosti, ki pokriva obseg od 75 do 500 bp. Za določanje velikosti alelov sta bili uporabljeni referenčna sorti 'Rumeni muškatac' in 'Cabernet franc'.

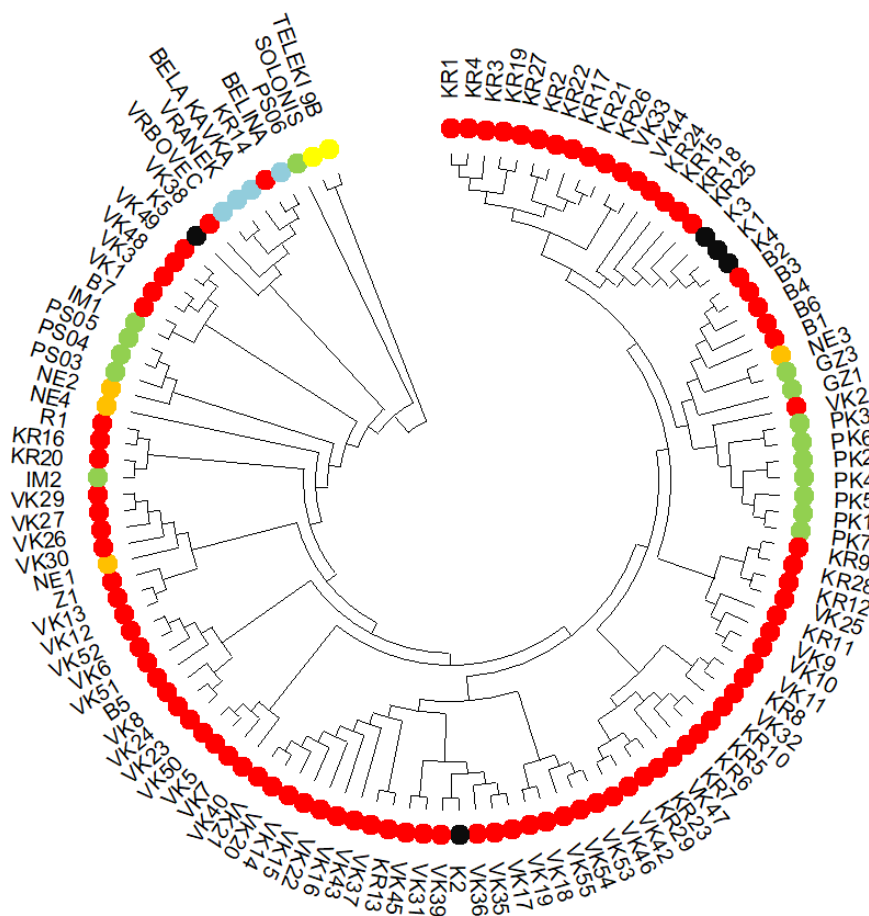
Statistične metode

Med 119 vključenimi genotipi je bila izračuna genetska variabilnost na podlagi 20 mikrosatelitskih lokusih, ki so bili dostopni tudi za ostale vključene populacije (Zdunič in sod. 2020). Uporabljena je bila programska oprema GenAlex (6.5) za izračun statistike genetske raznovrstnosti (Peakall in sod. 2012). Za grajenje filogenetskega drevesa je bil uporabljen program MEGA 11 s hierarhično metodo združevanja sosedov (NJ) (Tamura in sod. 2021, Saitou in sod. 1987), ki temelji na evklidski razdalji po parih, ustvarjeni iz genetske razdalje.

Rezultati

Z molekularnimi in statističnimi analizami je bilo ugotovljeno, da so analizirani vzorci iz Slovenije primerki divje trte *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris*. Metoda združevanja sosedov (NJ) je pokazala jasno ločnico med divjo trto, vinsko trto in podlagama (slika 3). Vidna sta dva klasta, prvega tvorita podlagi, v ostalega pa sta vključena podklustra, eden s populacijami divje trte in eden s sortami vinske trte. Med populacijami divje trte, obstaja tudi nekaj primerkov (KR14, VK38 in K5), ki so tesno povezane s sortami vinske trte. Med vsemi vključenimi primerki izstopa hrvaški primerek (PS06), za katerega lahko sklepamo, da gre za hibrid. Slovenska populacija divje trte, je zelo heterogena, genotipi iz posameznih slovenskih lokacij so razpršeni po celotnem dendrogramu in kaže se, da ni izoliranih lokacij, kjer bi primerki divje trte tvorili svojo skupino, vendar jih lahko ločimo le glede na rastišče, kjer so bili najdeni (Preglednica 1) in na podlagi le-tega ustvarimo podskupine divje trte.

Dendrogram (slika 3) nakazuje, da je slovenska populacije divje trte, ki jo sestavljajo: Rašica (R1), Brič (BR1-BR7), Vinje-Katarija (VK1-VK55), Krnice (KR1-KR29) in Žusem (Z1), genetsko zelo blizu vključenim nemškimi primerkom (K1-K5), hrvaškimi (GZ1 in GZ2; IM1 in IM2; PK1-PK7 in PS03-PS06) in s področja Bosne in Hercegovine (NE1-NE4) v nekaterih primerih bi lahko tvorili podskupine.



Slika 3. Dendrogram metode združevanje sosedov (NJ) genetske povezave divjo trte iz Slovenije in nekaterimi primerki iz Hrvaške, Bosne in Hercegovine in Nemčije. Divje trte iz Slovenije so označena z rdečo barvo, z zeleno so označene iz Hrvaške, z oranžno s področja Bosne in Hercegovine in s črno barvo divje trte iz Nemčije. Z modro barvo so označene sorte vinske trte.

Zaključki

Slovenska populacija divje trte, ki je bila vključena v tem projektu se jasno loči od podlag in žlahtne vinske trte tudi po drugim preliminarnih raziskavah. Obstaja nekaj primerkov, ki so bližje podlagam ali žlahtni vinski trti, v tem primeru gre najverjetneje za hibride, ali križance med divjo in žlahtno vinsko trto ali podlago. Do sedaj rastišča divje vinske trte *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris* v Sloveniji niso še niso bila potrjena. Po lokalnih informacijah o divji trti v aluvialnih gozdovih je bil monitoring izveden med leti 2019 in 2022. Območja divje vinske trte v Sloveniji so na dolomitnih in apnenčastih tleh. Največ akcesij je ob reki Savi, kjer so bile najdene 3 lokacije, ter 2 manjši rastišči na jugozahodu (ob meji s Hrvaško ob reki Dragonji) in v vzhodni Sloveniji. Z genetsko analizo 89 akcesij je bilo potrjeno, da je razmerje med ženskimi in moškimi rastlinami uravnoteženo, vendar so na 2 rastiščih (Vinje-Katarija in Brič) bolj pogosto prisotne tudi ženske rastline. Potrebne so nadaljnje raziskave in ukrepi za zaščito edinstvene populacije divje vinske trte v Sloveniji in zmanjšanje genetske erozije. Ohranjanje biotske raznovrstnosti je praktičnega pomena za človeštvo; nekateri subsp. *sylvestris* so pokazali relativno visoko toleranco na patogene vinske trte in tako predstavljajo dragocen genski vir za žlahtnjenje odpornosti. Medtem smo na Univerzitetnem centru Meranovo na Univerzi v Mariboru, Fakulteti za kmetijstvo in biosistemske vede, vzpostavili popolno genetsko kopijo divje vinske trte.

Literatura

- Arnold C, Gillet F, Gobat JM. 1998. Situation de la vigne sauvage *Vitis vinifera* spp. *silvestris* en Europe. *Vitis*, 37, 159-170.
- Arnold C, Schnitzler A, Douard A, Peter R, Gillet F. 2005. Is there a future for wild grapevine (*Vitis vinifera* subsp. *silvestris*) in the Rhine Valley. *Biodivers. Conserv*, 14, 1507–1523.
- Arrigo N, Arnold C. 2007. Naturalised *Vitis* Rootstocks in Europe and Consequences to Native Wild Grapevine. *PLoS ONE*, 2, 6, 521.
- Bodor P, Höhn M, Pedryc A, Deak T, Dúcsó I, Uzun I, Cseke K, Böhm E, Bisztray GD. 2010. Conservation value of the native Hungarian wild grape (*Vitis sylvestris* Gmel.) evaluated by microsatellite markers. *Vitis*, 49, 23-27.
- Cambrollé J, García JL, Ocete R, Figueroa ME, Cantos M. 2015. Evaluating tolerance to calcareous soils in *Vitis vinifera* ssp. *Sylvestris*. *Plant Soil*, 396, 97–107.
- Düll R, Kutzelnigg H. 2005. Taschenlexikon der Pflanzen Deutschlands. – Quelle & Meyer, Wiebelsheim, 577.
- Fechter I, Hausmann L, Daum M, Sorensen TR, Viehover P, Weisshaar B, Töpfer R. 2012. Candidate genes within a 143 kb region of the flower sex locus in *Vitis*. *Mol. Genet. Genom*, 287, 247-259.
- Finck F, Heinze S, Rath U, Riecken U, Ssymank A. 2017. Rote Liste der gefährdeten Biotoptypen Deutschlands. Dritte fortgeschriebene Fassung. *Naturschutz Biolog. Vielfalt*, 156, 1–460, Bonn.
- Korneck D, Schnittler M, Vollmer I. 1996. Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen (Pteridophyta et Spermatophyta) Deutschlands. – Schriftenreihe Vegetationsk, 28, 21–187, Bonn Bad-Godesberg.
- Maul E, Eibach R, Zyprian E, Töpfer R. 2015. The prolific grape variety (*Vitis vinifera* L.) 'Heunisch Weiss' (= 'Gouais blanc'): bud mutants, "colored" homonyms and further offspring. *Vitis*, 54, 79-86.
- Ocete R, Feveireiro P, Failla O. 2015. Proposal for the wild grapevine (*Vitis vinifera* L. subsp. *silvestris* (Gmelin) Hegi) conservation in the European countries. *Vitis*, 54, 281–282.
- Peakall R, Smouse PE. 2012. GenAEx 6.5: Genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research—An update. *Bioinformatics*, 28, 2537–2539.
- Röckel F, Trapp O, Zyprian E, Hausmann L, Migliaro D, Vezzulli S, Töpfer R, Maul E. 2021. A 'Regent' pedigree update: ancestors, offspring and their confirmed resistance loci. *Vitis*, 60, 4, 189-193.
- Saitou N, Nei M. 1987. The neighbor-joining method: A new method for reconstructing phylogenetic trees. *Molecular Biology and Evolution*, 4, 406-425.
- Schröder S, Kortekamp A, Heene E, Daumann J, Valea I, Nick P. 2015. Crop wild relatives as genetic resources – the case of the European wild grape. *Can. J. Plant Sci*, 95, 905–912.
- Seiten Ocete R, Arnold C, Failla O, Lovicu G, Biagini B, Imazio S, Lara M, Maghradze D, López MA. 2011. Considerations on the European wild grapevine (*Vitis vinifera* L. ssp. *silvestris* (Gmelin) Hegi) and *Phylloxera* infestation. *Vitis*, 50, 97- 98.
- Tamura K, Stecher G, Kumar S. 2021. MEGA 11: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version 11. *Molecular Biology and Evolution*.
- Zdunić G, Lukšić K, Nagy ZA, Mucalo A, Hančević K, Radić T, Butorac L, Jahnke GG, Kiss E, Ledesma-Krist G, Regvar M, Likar M, Piltaver A, Žulj Mihaljević M, Maletić E, Pejić I, Werling M, Maul E. 2020. Genetic Structure and Relationships among Wild and Cultivated Grapevines from Central Europe and Part of the Western Balkan Peninsula. *Genes*, 11, 9, 962.
- Welk E. 2002. Arealkundliche Analyse und Bewertung der Schutzrelevanz seltener und gefährdeter Gefäßpflanzen Deutschlands. – Schriftenreihe Vegetationsk. 37, 1–337, Bonn-Bad Godesberg.

Stare sorte vinske trte na Štajerskem

Stanko Vršič*, Andrej Perko

Univerziteni center za vinogradništvo in vinarstvo Meranovo, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Univerza v Mariboru, Pivola 10, 2311 Hoče

*Korespondenca: stanko.vrsic@um.si

Izvleček: Za uspešno pridelavo grozdja je pomembno poznavanje lastnosti in zahtev posameznih sort vinske trte. V preteklosti so se s prepoznavanjem sort ukvarjali številni vinogradniški strokovnjaki (Clemente, von Vest, Rath) in postavili temelje sodobne ampelografije (vede o opisovanju sort vinske trte). Enake ali celo še večje zasluge pa imajo tisti, ki so sorte preizkušali na poskusnih posestvih in s tem ustvarili tudi bolj realne razmere za opisovanje sort. V 19. in na začetku 20. stol. so imeli na tem področju zelo pomembno vlogo t. i. potovalni učitelji (Goričan, Puklavec, Belle, Zupan, Balon, Matjašič itd.), ki so organizirali različna strokovna izobraževanja in strokovne ekskurzije. Vinogradniki so poskušali izboljšati kakovost vina z uvajanjem novih sort, s tem pa so stare začele zgubljati na pomenu. K izgubi mnogih pa je pozneje pripomogel še pojav trtne uši. Trummer je leta 1841 opisal 282 sort, več kot 100 jih je že takrat imelo slovenske sinonime. Zaradi različnih imen, ki so jih imele nekatere sorte, so se pojavljale vedno večje težave pri razpoznavanju sort tako v praksi kakor tudi v strokovni literaturi. To je povzročalo vedno večjo zmedo v nomenklaturi vinske trte, kar je pravzaprav prisotno še danes. Zweifler (1904) je v posebni brošuri, ki jo je prevedel Ivan Belle, objavil sorte vinske trte in podlage, ki jih je primerno saditi na Štajerskem. Na Univerzitetnem centru Meranovo je bila leta 2000 posajena kolekcija sort vinske trte, ki danes predstavlja tudi gensko banko s 450 akcijami. V zadnjem desetletju smo začeli z intenzivnim pregledovanjem starih vinogradov in identifikacijo starih sort, kar je zajeto tudi v projektu, ki ga je sofinanciralo MKGP. Namen projekta je ohraniti genske vire vinske trte, ki še obstajajo na terenu, čeprav jih je veliko že izgubljenih. V manjši brošuri smo predstavili dvajset starih sort, ki smo jih našli in identificirali do 200 letnice (1822–2022) posestva Meranovo.

Ključne besede: Slovenija, Štajerska, stare sorte vinske trte, SSR markerji, ohranjanje, genetski prstni odtisi

Old Vine Varieties in Styria

Abstract: Knowing the characteristics and requirements of each grapevine variety is critical to successful grape production. In the past, many viticultural experts (Clemente, von Vest, Rath) dealt with varietal identification and laid the foundation for modern ampelography (the science of grapevine variety description). The same or even greater merit goes to those who tested the grapevine varieties in experimental farms and thus created better realistic conditions for variety description. In the 19th and at the beginning of the 20th century, itinerant teachers (Goričan, Puklavec, Belle, Zupan, Balon, Matjašič, etc.) played a very important role in this field, organizing in this way various specialized trainings and excursions. Thus, the winegrowers tried to improve the quality of wine by introducing new varieties, which made the old varieties less important. Later, the appearance of phylloxera also contributed to the loss of many varieties. Trummer described 282 varieties in 1841, of which more than 100 already had Slovenian synonyms. Due to the different names that some varieties bore, there were increasing problems in recognizing the grapevine varieties, both in practice and in the specialized literature. This led to increasing confusion in the nomenclature of grapevine varieties, which continues to this day. Zweifler (1904), in a special edition translated by Ivan Belle, published grape varieties and rootstock varieties suitable for planting in Styria. In 2000, a grapevine variety collection was established at the University Center Meranovo, which today also represents a gene bank with 450 accessions. In the last ten years we have started an intensive study of old vineyards and the identification of old grape varieties, which is also part of the project co-financed by the MKGP. The aim of the project is to preserve the genetic resources of the grapevine that are still present in the field, even if many of them have already been lost. A small brochure presents twenty old varieties found up to 200 years (1822-2022) of the Meranovo estate.

Keywords: Slovenia, Styria, old vine varieties, SSR markers, conservation, genetic fingerprinting

Uvod

Na svetu je z vinsko trto zasajeno okrog 7,3 mio ha, od tega so na več kot eni tretjini površin posajene sorte za pridelavo namiznega grozdja. V *Vitis international variety catalogue* (VIVC) je vpisanih nekaj več kot 12.000 imen sort *V. vinifera*. V tem katalogu so zajeti številni sinonimi in homonimi sort (Maul in Töpfer 2015), tako da je posameznih sort okrog 6.000 (Lacombe 2012). Glede na obseg pridelave zavzema 13 sort (vključno z namiznimi) približno eno tretjino svetovnih vinogradniških površin (OIV). Ostale sorte so zastopane na manjših površinah, predvsem na lokalni ravni pa se je ohranila večja raznolikost sort, zlasti tam kjer ni prisotne intenzivne pridelave grozdja.

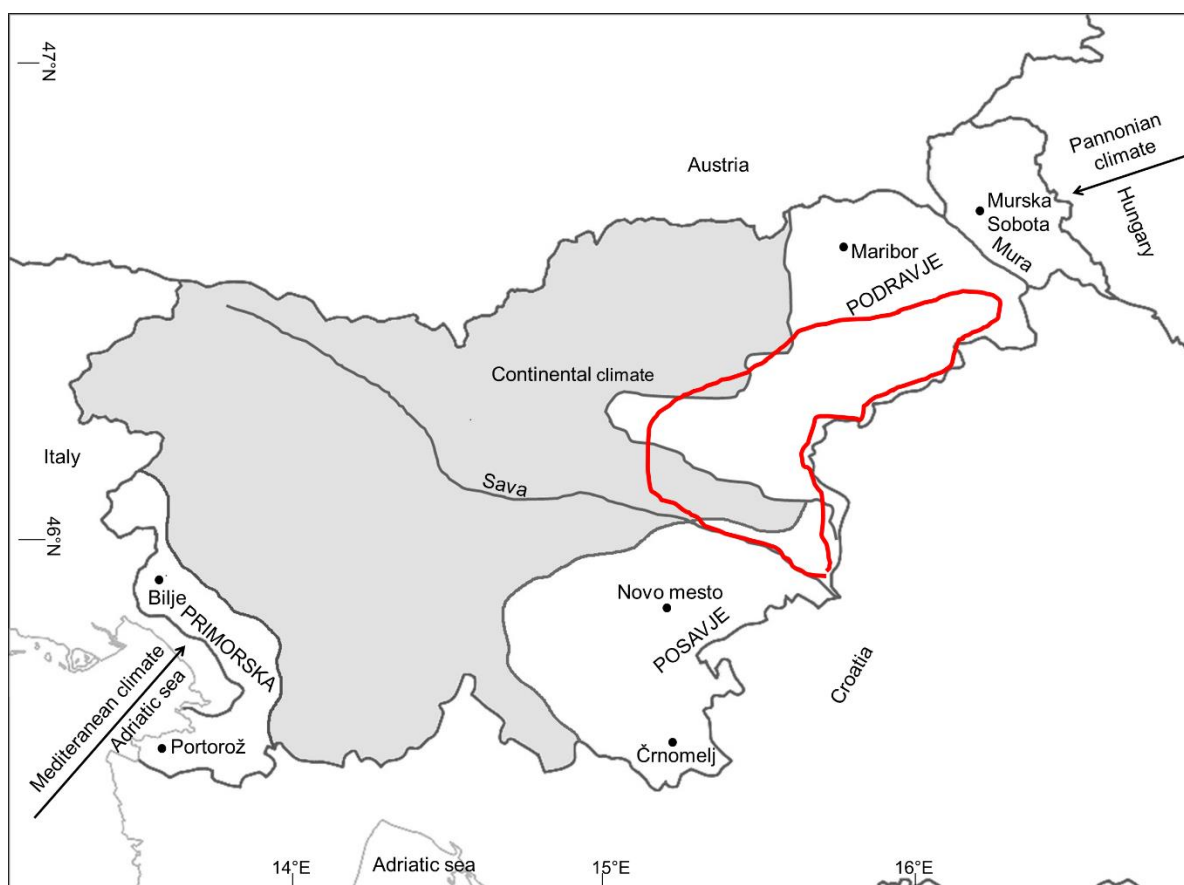
Za uspešno pridelavo grozdja je odločilnega pomena poznavanje lastnosti in zahtev posameznih sort vinske trte. V preteklosti so se s prepoznavanjem in opisovanjem sort ukvarjali številni vinogradniški strokovnjaki. Ti so postavili temelje sodobne ampelografije (vede o opisovanju sort). Opise številnih sort najdemo že v delih starih grških in rimskih pisateljev (Teofrast 375-297, Vergil 70-19, Plinij in Columela v 1. stol. n. š.). Za začetnika ampelografije štejem F. J. Sachsa, ki je prvi uporabil izraz »Ampelografija« že leta 1661 v Leipzigu. Znanstvene temelje sodobne ampelografije je postavil dr. Simon Roxas de Clemente, ki je leta 1808 opisal andaluzijske sorte (francoski prevod 1815). To delo je Mascon leta 1821 prevedel v nemški jezik, k čemur ga je nagovoril tudi nadvojvoda Janez (Erzherzog Johann). Natančno in sistematično opisovanje sort vinske trte je začel Franz Trummer (1841), ki je podrobno opisal 282 sort na Štajerskem, več kot 100 jih je že takrat imelo slovenske sinonime. V tem obdobju se je pri nas že dopolnjeval sortiment s sortami iz Porenja. Kmalu za tem je Matija Vertovec v prvem slovenskem delu o vinogradništvu »Vinoreja« povzel večino opisov sort po Trummerju (Vertovec 1844). Na kongresu vinogradnikov na Dunaju je bila leta 1873 ustanovljena mednarodna ampelografska komisija, ki je koordinirala mednarodno poimenovanje sort vinske trte. Za osnovo je vzela tisto ime sorte, ki ga ima neka sorta vinske trte v kraju, iz katerega izvira, vsa druga imena pa so sinonimi. Prvi uspeh dela te komisije pod vodstvom Hermanna Goetheja je bil ampelografski besednjak, ki je bil pripravljen v Mariboru (1876). Na ampelografskem kongresu v Budimpešti so leta 1879 sprejeli sistem klasifikacije, po katerem so vse sorte razdeljene v tri skupine, in sicer glede na obliko jagod, obliko lista in na stopnjo poraščenosti lista z dlačicami. Za lažje prepoznavanje sort so pomembno vlogo imele kolekcije in poskusna posestva, kot je bilo na Maranovem leta 1822. To vlogo ohranja še danes. Enake ali celo še večje zasluge pa imajo tisti, ki so sorte preizkušali na poskusnih posestvih in s tem ustvarili tudi bolj realne razmere za opisovanje sort.

V 19. in na začetku 20. stol. so imeli na tem področju zelo pomembno vlogo t. i. potovalni učitelji (Goričan, Puklavec, Belle, Zupan, Balon, Matjašič itd.), ki so organizirali različna strokovna izobraževanja in strokovne ekskurzije. Zupanc (Zadruga, Celje, 1908, št. 8. str. 151) je na koncu ene od ekskurzij zapisal, da so taki izleti bolj pomembni kot predavanja, ker besede le mikajo, zgledi pa tudi vlečejo. Vinogradniki so poskušali izboljšati kakovost vina z uvajanjem novih sort, s tem so stare začele zgubljati na pomenu. K izgubi mnogih je pozneje pripomogel še pojav trtne uši. Zaradi različnih imen, ki so jih imele nekatere sorte, so se pojavljale vedno večje težave pri razpoznavanju sort tako v praksi kakor tudi v strokovni literaturi. To je povzročalo vedno hujšo zmedo v nomenklaturi vinske trte, kar je pravzaprav prisotno še danes. Za identifikacijo morfoloških lastnosti sort se danes poleg obstoječih virov literature uporabljajo predvsem OIV deskriptorji, ki jih je izdala mednarodna organizacija za vino in vinsko trto (OIV 2009). V zadnjem času prepoznavanje sort temelji predvsem na molekulskih analizah, ki se uporabljajo v kombinaciji z ampelografijo.

Na Univerzitetnem centru Meranovo je bila leta 2000 posajena kolekcija sort vinske trte, ki danes predstavlja tudi gensko banko s 450 akcesijami. V zadnjem desetletju smo začeli z intenzivnim pregledovanjem starih vinogradov in identifikacijo starih sort, kar je zajeto tudi v projektu, ki ga sofinancirata MKGP in ARRS za mladega raziskovalca. Namen projekta je ohraniti genske vire vinske trte (prenesti v gensko banko), ki še obstajajo na terenu, čeprav jih je veliko že izgubljenih. V knjižici, ki je izšla leta 2022, ob 200-letnici (1822–2022) posestva Meranovo, je predstavljenih dvajset starih sort, ki smo jih našli na območju Štajerske (slika 1) in identificirali do omenjenega jubileja.

Material in metode dela

Čeprav smo nekaj starih sort vinske trte prenesli v zbirko na UC Meranovo že pred letom 2010, smo načrtni monitoring starih vinogradov začeli izvajati v letu 2020. To je bilo izvedeno na območju celotnih Haloz, Šmarsko-virštanjskega vinorodnega okoliša do reke Save (slika 1). Nekatero od sort, ki jih opisuje Trummer (1841), smo identificirali na osnovi ampelografskih značilnosti direktno v vinogradih (OIV 2009). Vse pa smo potem tudi genetsko identificirali na Inštitutu Julius-Kühn Sibeldingen (*Institut für Rebenzüchtung Geilweilerhof*) v Nemčiji. Za genske analize smo v juniju vzeli vzorce mladih listov, ko smo ampelografsko opisovali lastnosti vrha mladike, mladih listov in odraslega lista po OIV deskriptorjih. Lastnosti rozge in grozda smo opisali v polni zrelosti grozdja. Vsak trs je bil označen z evidenčno številko, ki je ves čas spremljala tudi vzorec za analize. V času mirovanja (december–januar) smo vzeli rozge in jih hranili v hladilnici pri 2 °C. Genske analize so bile opravljene vsako leto v jesenskem času. Po genski identifikaciji smo vse neznane genotipe in stare sorte naslednjo pomlad cepili in v rastlinjaku vzgojili cepljenke za sajenje v gensko banko UC Meranovo.



Slika 1. Območja monitoringa starih vinogradov in identifikacije starih sort na Štajerskem, od Haloz do reke Save (označeno z rdečo linijo) v letih 2020, 2021 in 2022.

Genske analize

Vse sorte so bile determinirane tudi z molekularnimi analizami (SSR markerji) (Maul in sod. 2015). Celotno genomsko DNK smo ekstrahirali iz mladih listov s kompletom NucleoSpin Plant II (Macherey-Nagel, Düren, Nemčija). Ekstrahirano DNA smo kvantificirali in uporabili pri delovni koncentraciji DNA 1 ng/ μ L. Analiziranih je bilo 24 mikrosatelitnih lokusov oz. še eden za določanje spola cveta. Kombinacije mikrosatelitnih lokusov (multipleksi) so bile optimizirane v laboratoriju Julius Kühn-

Institut Siebeidingen. Uporaba različnih oznak in različnih dolžin fragmentov je omogočila multipleksiranje verižnih reakcij s polimerazo (PCR) z do štirimi markerji. KAPA Fast Multiplex PCR Kit (2X) (Kapa Bio-systems, Wilmington, MA, ZDA) je bil uporabljen za pripravo reakcijskih mešanic, ki vsebujejo glavno mešanico – 100 pmol vsakega primerja in ~1 ng kontrolne DNA. Pomnoževanje je bilo izvedeno v termalnih ciklerjih ABI 9700 (Applied Biosystems, Foster City, CA, ZDA) z uporabo naslednjega programa: tri minute začetne denaturacije pri 95 °C, ki ji je sledilo 30 ciklov denaturacije pri 95 °C (15 s), žarjenje pri 60 °C (30 s) in podaljšanje pri 72 °C (30 s). Končno podaljšanje je bilo izvedeno pri 72 °C za sedem minut. Analiza pomnožitev PCR je bila izvedena z uporabo genetskega analizatorja ABI 3130 × I (Applied Biosystems, Weiterstadt). Velikosti fluorescentno označenih fragmentov DNA so bile določene s programsko opremo GeneMapper 5.0 (Applied Biosystems, Foster City, CA, ZDA) in so temeljile na fluorescentno označenem označevalcu velikosti, ki pokriva obseg od 75 do 500 bp. Za določanje velikosti alelov sta bila uporabljena referenčna genotipa 'Rumeni muškat' in 'Cabernet franc'.

Statistične metode

Za grajenje filogenetskega drevesa je bil uporabljen program MEGA 11 s hierarhično metodo združevanja sosedov (NJ) (Tamura in sod. 2021, Saitou in sod. 1987), ki temelji na evklidski razdalji po parih, ustvarjeni iz genetske razdalje.

Rezultati

Na osnovi dostopnih ampelografskih opisov po OIV deskriptorjih, virov iz literature, genskih analiz in primerjave le teh z bazo VIVC (Maul in sod. 2022) smo na vinorodnih območjih Štajerske do konca leta 2021 identificirali skupaj 60 različnih genotipov vinske trte (preglednica 1). Identificirane sorte niso del sortimenta, ki sestavlja obstoječi trsni izbor (Pravilnik..., 2022). Izmed 60 genotipov je bilo 20 genotipov potrjenih kot stare sorte. V letu 2022 smo v brošuri ob 200-letnici posestva Meranovo predstavili prvih dvajset identificiranih sort (Vršič in Perko 2022). Te sorte so se gojile na tem območju pred več kot 200 leti, kar potrjujejo tudi pisni viri iz tega obdobja (Clemente 1821, Rath 1824, Von Vest 1826, Trummer 1841, Göthe 1887, Matjašič 1904, Zweifler 1904). Ostalih 40 genotipov je bilo ob primerjavi podatkov v bazah VIVC in INRA potrjenih kot unikatnih. Glede na dosedanje ampelografske opise in obstoječe pisne vire so ti genotipi napisani z lokalnimi imeni v preglednici 1. Vse te genotipe bo potrebno podrobno ampelografsko opisati v naslednjih letih. Od vseh najdenih starih sort so najpogosteje zastopane sorte 'Belina', 'Vrbovec', 'Pelesovna', 'Peček' in 'Vranek' (slika 2). Ker se je v 19. stol. ob uvajanju novih sort spreminjala tudi ureditev vinogradov, predvsem so se začeli saditi monosortni vinogradi, so na pomenu začele izgubljati sorte, ki imajo ženski cvet. Tako se je zelo hitro izgubila sorta 'Vranek' (Zimmettraube), ki je bila v mešanih vinogradih poleg sorte 'Žametovka' in 'Modra frankinja' glavna rdeča sorta na začetku 19. stol.

Preglednica 1. Stare sorte vinske trte in z genskimi analizami identificirani unikatni genotipi na Štajerskem do konca leta 2021.

Ime sorte	Ime sorte v VIVC	Unikatni genotipi*	
'Bela kavka'	'Knipperle'	'Varnica'	'Birna'
'Beli javor'	'Javor Weiss'	'Ivek'	'Rohlin'
'Beli kozjak'	'Coarna alba'	'Gruškovec'	'Martinka'
'Belina'	'Heunisch weiss'	'Furman'	'Gruška'
'Črni šipon'	'Kadarka kek'	'Dolka'	'Podboč'
'Gosjenog'	'Gänsfüsser blau'	'Pikica'	'Zabukovka'
'Lipna'	'Prsljivka'	'Bučanka'	'Blanca'
'Ložinka'	'Pescsi Szagos'	'Sojek'	'Planina'
'Modri naprstnik'	'Augster blau'	'Habjana'	'Gajka'
'Peček'	'Elbling Weiss'	'Paradiž'	'Poklek'
'Pelesovna'	'Vulpea'	'Skok'	'Cirjan'
'Svetla belina'	'Svjetlak'	'Zelenika'	'Antonija'
'Topolina'	'Lisztes feher'	'Haložanka'	'Tična'
'Trda belina'	'Hartheunisch'	'Strmec'	'Banovina'
'Velika črnina'	'Bettlertraube'	'Jelovec'	'Zelenc'
'Vranek'	'Zimmettraube'	'Pomurka'	'Topolka'
'Vrbovec'	'Eihenblaetrige Tantovina'	'Pečica'	'Pohorka'
'Zagajec'	'Blaue Batttraube'	'Jurjevina'	'Okič'
'Lepa zastavica'	'Zierfandler rot'	'Ledina'	'Pečovka'
'Volovnik'	'Vela pergola'	'Otavnik'	'Viderman'

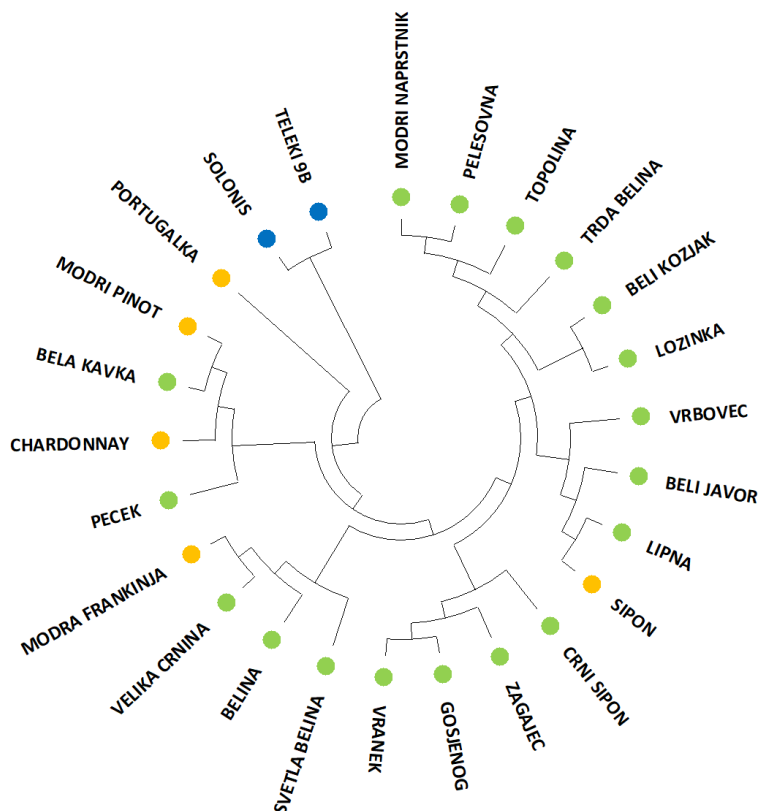
VIVC – Vitis International variety Catalogue,



Slika 2. Najpogosteje zastopane sorte v starih vinogradih na Štajerskem (od leve proti desni): 'Belina' (Heunisch weiss), 'Vrbovec' ('Eihenblaetrige Tantovina'), 'Pelesovna' ('Vulpea'), 'Peček' ('Elbling weiss') in 'Vranek' ('Zimmettraube') (foto: S. Vršič).

Genske analize

Metoda združevanje sosedov (neighbor-joining) je bila uporabljena za grajenje filogenetskega drevesa (dendrograma) na osnovi frekvence alelov na 24 lokusih za 18 sort, najdenih v starih vinogradih na Štajerskem, za 5 tradicionalnih (referenčnih) sort vinske trte in dve podlagi. V dendrogramu (slika 3) so si vključene sorte genetsko zelo blizu in tvorijo eno skupino (klaster), med tem ko tvorita podlagi svojo skupino in sta jasno ločeni od sorte vinske trte *Vitis vinifera* subsp. *vinifera*. Kljub temu lahko skupino razdelimo v več podskupin s sortami, ki so si glede na genetski profil bližje ali pa so v razmerju starševski kandidat in njegov potomec. Prvo podskupino predstavljajo sorte 'Modri naprstnik', 'Pelesovna', 'Topolina', 'Trda belina', 'Beli kozjak', 'Ložinka', 'Vrbovec', 'Beli javor', 'Lipna' in 'Šipon'. V drugi podskupini so 'Črni šipon', 'Zagajec', 'Gosjenog' in 'Vranek'. Tretjo podskupino tvorijo sorte 'Svetla belina', 'Belina', 'Velika črnina' in 'Modra frankinja'. 'Modri pinot', 'Bela kavka', 'Chardonnay' in 'Peček' lahko uvrstimo v četrto podskupino, medtem ko 'Portugalka' od vseh nekoliko izstopa. Genotipi v dendrogramu so znotraj podskupin in med njimi sorodstveno zelo skupaj, velikokrat gre za razmerje starševski kandidat in potomec. Sorta 'Pelesovna' je eden izmed starševskih kandidatov sort 'Modri naprstnik', 'Topolina' in 'Trda belina'. Na osnovi genskih analiz starševstva je bilo ugotovljeno, da je sorta 'Belina' ('Heunisch weiss') v največ primerih eden izmed staršev, npr. 'Belina' je eden od staršev sorte 'Peček' (Maul in sod. 2022). To dodatno potrjuje veliko razširjenost sorte 'Belina' v preteklosti.



Slika 3. Filogenetsko drevo (dendrogram) po metodi združevanje sosedov (NJ) genetskih povezav med 5 referenčnimi in 18 sortami vinske trte vzorčenih na Štajerskem. Sorte vzorčene v starih vinogradih na Štajerskem so označene z zeleno barvo, referenčne sorte z oranžno in podlagi z modro barvo.

Zaključki

Vinogradniki so na začetku 19. stol. poskušali izboljšati kakovost vina z uvajanjem novih sort, s tem pa so stare začele zgubljati na pomenu, k čemur je pozneje pripomogel še pojav trtne uši. Trummer je leta 1841 opisal 282 sort, več kot 100 jih je že takrat imelo slovenske sinonime. Sinonimi so povzročili vedno večjo zmedo v nomenklaturi vinske trte, kar je pravzaprav prisotno še danes. Na Univerzitetnem centru Meranovo je bila leta 2000 posajena kolekcija sort vinske trte, ki danes predstavlja tudi gensko banko s 450 akcesijami. Ena največjih genskih bank v srednji Evropi, ki je bila na takratni Srednji kmetijski šoli v Mariboru je bila v osemdesetih letih prejšnjega stoletja izgubljena. Prevladovalo je splošno mnenje, da so stare sorte vinske trte na Štajerskem v glavnem izgubljene. V zadnjem desetletju smo začeli z intenzivnim pregledovanjem starih vinogradov in identifikacijo starih sort z namenom, da ohranimo genske vire vinske trte, ki še obstajajo na terenu. Z genskimi analizami in ampelografskimi opisi smo do sedaj uspeli potrditi 20 starih sort. Genske analize pa so pokazale, da je bilo na tem območju do sedaj najdenih 40 unikatnih genotipov, ki jih bo treba v prihodnosti še ampelografsko opisati.

Literatura

- Clemente SR. 1821. Versuch über die Varietäten des Weinstocks in Andalusien. Franz Ferstl, Gradec, 388 str.
- Göthe H. 1887. Handbuch der Ampelographie. Paul Parey, Berlin, Nemčija, 219 str.
- Lacombe T. 2012. Contribution à l'étude de l'histoire évolutive de la vigne cultivée (*Vitis vinifera* L.) par l'analyse de la diversité génétique neutre et de gènes d'intérêt, Montpellier, France.
- Matjašič F. 1904. Vrste grozdja, ki se priporočajo za Štajersko. *Kmetovalec*, 21, 63–64.
- Maul E, Eibach R, Zyprian E, Töpfer R. 2015. The prolific grape variety (*Vitis vinifera* L.) 'Heunisch Weiss' (= 'Gouais blanc'): bud mutants, "colored" homonyms and further offspring. *Vitis*, 54, 79–86.
- Maul E, Topfer R. 2015. *Vitis International Variety Catalogue (VIVC): A cultivar database referenced by genetic profiles and morphology*, BIO Web of conferences Vol, 5, Article No. 01009.
- Maul in sod. 2022. *Vitis International Variety Catalogue - www.vivc.de* – (24. 2. 2022)
- OIV. 2009. OIV descriptor list for grape varieties and *Vitis* species (2nd edition). Org. Int. Vigne Vin, Paris, France.
- Pravilnik o seznamu geografskih označb za vina in trsnem izboru (Uradni list RS, št. 49/07, 26/21, NPB1, 15/22 in NPB2) (24. 2. 2023).
- Rath F. X. 1824 *Praktische Abhandlung über den steiermärkischen Weinbau*. Gradec .
- Saitou N, Nei M. 1987. The neighbor-joining method: A new method for reconstructing phylogenetic trees. *Molecular Biology and Evolution*, 4, 406–425.
- Tamura K, Stecher G, Kumar S. 2021. MEGA 11: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version 11. *Molecular Biology and Evolution* <https://doi.org/10.1093/molbev/msab120>.
- Trummer F. 1841. *Systematische Clasifitation un Beschreibung der im Herzogthume Steiermark vorkomenden Rebsorten*. Landwirtschafts-Gesellschaft in Steiermark. Gradec, 362 str.
- Vertovc M. 1844 *Vinoreja za Slovence*. Priloga Kmetijskih in rokodelskih novic, 253 str.
- Von Vest LE. 1826. Versuch einer systematischen Zusammenstellung der in Steiermark kultivierten Weinreben.
- Vršič S, Perko A. 2022. Stare sorte vinske trte gojene pred 200 leti na Štajerskem. Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, UC za vinogradništvo in vinarstvo Meranovo, 48 str.
- Zweifler F. 1904, prevod Belle I. 1905. Vrste ameriških in domačih trt ki so priporočljive za vinograde na Štajerskem. Styria, Gradec, str. 13.

Vpliv različnih načinov oskrbe tal v vinogradih na številčnost deževnikov

Stanko Vršič^{1*}, Borut Pulko¹, Marko Breznik²

¹Univerzitetni center za vinogradništvo in vinarstvo Meranovo, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Univerza Maribor, Pivola 10, 2311 Hoče

²Kmetijsko gozdarski zavod Maribor, Vinarska 14, 2000 Maribor

*Korespondenca: stanko.vrsic@um.si

Izveček: Glede na podnebne spremembe je izbira prakse gospodarjenja s tlemi v vinogradih tudi v Sloveniji vedno bolj pomembna. Deževniki so ključni indikatorji kakovosti in zdravja tal v vinogradih, vendar so raziskave, ki bi obravnavale različne sisteme gospodarjenja s tlemi redke. V tej raziskavi je bil preučen vpliv različnih praks gospodarjenja s tlemi, kot je trajna ozelenitev, uporaba herbicidov v vrstah in med vrstami, uporaba zastirke iz slame in plitva obdelava tal v primerjavi s kontrolo na travniku za številčnost deževnikov. Tri leta smo kvantificirali biomaso in številčnost deževnikov (m^2) ter porazdelitev v različnih slojih tal. Izveden je bil monitoring in raziskava od 22. maja 2014 do 5. oktobra 2016 v sedmih različnih terminih vzorčenja – skupaj s profilom tal na globini od 0 do 60 cm. Naši rezultati so pokazali, da je bila najmanjša povprečna številčnost in biomasa deževnikov v vseh obdobjih vzorčenja zabeležena vzdolž herbicidnega pasu (znotraj vrst). Največja številčnost je bila ugotovljena v slamnati zastirki in trajni ozelenitvi (večja kot v kontroli). Na parcelicah, kjer smo herbicid uporabili na celotni medvrstni površini, se je številčnost združbe deževnikov od začetka do konca opazovanja zmanjšala. Nasprotno pa je plitvo obdelovanje tal pokazalo podoben trend zmanjševanja številčnosti deževnikov, kar bi lahko kazalo na poslabšanje pogojev biotske raznovrstnosti tal. Ugotovili smo, da različni načini gospodarjenja s tlemi močno vplivajo na okoljske razmere v tleh (temperatura in vlažnost), predvsem v zgornjem sloju tal (do 15 cm globoko), kar je vplivalo na številčnost združbe deževnikov. Naši rezultati so pokazali, da je treba te prakse prilagoditi podnebnju in vremenskim razmeram, pa tudi vplivom človeka.

Ključne besede: načini oskrbe tal, vinogradi, deževniki, človeški vplivi, globina tal

Earthworm Abundance Changes Depending on Soil Management Practices in Vineyards

Abstract: In view of climate change, the choice of soil management practices in vineyards is increasingly important in Slovenia as well. Earthworms are key indicators of soil quality and health in vineyards, but the research that considers different soil management systems is scarce. In this investigation, the impact of different soil management practices such as permanent green cover; the use of herbicides in row and inter-row areas; use of straw mulch; and shallow soil tillage compared to meadow-control for earthworm abundance were assessed. The biomass and abundance of earthworms (m^2) and distribution in various soil layers were quantified for three years. Monitoring and a survey covering May 22, 2014 to October 5, 2016 in seven different sampling dates – along with a soil profile at the depth from 0 to 60 cm – were carried out. Our results showed that the lowest mean abundance and biomass of earthworms in all sampling periods were registered along the herbicide strip (within the rows). The highest abundance was found in the straw mulch and permanent green cover (higher than in the control). On the plots where the herbicide was applied to the complete inter-row area, the abundance of the earthworm community decreased from the beginning to the end of the monitoring period. In contrast, shallow tillage showed a similar trend of declining earthworm abundance, which could indicate a deterioration of soil biodiversity conditions. We concluded that different soil management practices greatly affect the soil's environmental conditions (temperature and humidity), especially in the upper soil layer (up to 15 cm deep), which affected the abundance of the earthworm community. Our results demonstrated that these practices need to be adapted to the climate and weather conditions, but also the human impacts.

Keywords: Soil management practices, vineyards; earthworms, human impacts, soil depths.

Pregled literature

V nagnjenih vinogradih je trajnostna praksa medvrstnega upravljanja tal ključnega pomena za izboljšanje sposobnosti zadrževanja vode in nadzor nad mobilizacijo usedlin (Bagagiolo in sod. 2018). Negativne posledice neustrezne oskrbe tal glede na podnebne razmere se odražajo v povečani stopnji erozije tal (Vršič 2011), izgubi vode in hranil, emisijah toplogrednih plinov (Hofman in Schulz 2015) in slabšanju kakovosti tal, glede na zakisanje, zasoljevanje, onesnaženje (Serpa in sod. 2017) in slabo strukturo tal (Riches in sod. 2013). Vpliv praks gospodarjenja s tlemi na biotsko raznovrstnost tal je osredotočen na specifične ključne indikatorje, kot so žuželke ali mikroorganizmi (Nicholls 2001). Na primer, prisotnost deževnikov je jasen pokazatelj stanja biotske raznovrstnosti tal in vpliva na kakovost in produktivnost tal (Orgiazzi in Panagos 2018).

Znano je, da se deževniki različno odzivajo na različne prakse gospodarjenja s tlemi, ker so med največjimi talnimi organizmi, ki so občutljivi na mehanske vplive obdelave tal (Faber 2017). Ko so razširjeni v nasadih, so uporabni bioindikatorji za trajnostno rabo zemljišč (Pérès in sod. 2008). Velikost populacije v tleh je mogoče oceniti, da bi razumeli pozitivne ali negativne vplive različnih praks gospodarjenja s tlemi (med in znotraj vrste) na fizikalne in biološke lastnosti tal v vinogradih (Schreck in sod. 2012). Deževniki v tleh imajo tudi pozitivno priznan vpliv na povečanje razpoložljivosti hranil in vode, povečanje stabilizacije makroagregatov (Blouin in sod. 2013, Arai 2018), razgradnjo organske snovi in infiltracijo vode skozi biopore (White 2015). Vse te prednosti neposredno vplivajo na stopnje erozije tal (Schuster in sod. 2002) in spodbujajo mikroorganizme, ki tvorijo pomembne mikrobiološke produkte za rastline (Safeer in sod. 2013). Dejavnost deževnikov je v glavnem povezana z vlažnostjo tal, vsebnostjo organske snovi in kalcija v tleh (Zaller in Arnone 1999). Poleg tega lahko dodajanje organske snovi v vinogradu poveča številčnost endogenih deževnikov (Pérès in sod. 1998).

Izpostaviti velja povečano število različnih okoljskih pogojev in raznolike prakse gospodarjenja s tlemi, ki se izvajajo v vinogradih, to so trajna ali občasna ozelenitev tal, mulčenje (zastiranje z različnimi organskimi snovmi), obdelava tal, zatiranje plevela s herbicidi – predvsem znotraj vrste (pas pod trsi) in kombinacije nekaterih izmed njih. Poleg tega lahko ozelenitev tal v trajnih nasadih izboljša pestrost in številčnost vrst deževnikov, saj so rastlinski ostanki ruše (vključno s koreninami) pomemben vir hrane za deževnike in imajo najmanjši negativni vpliv na populacijo deževnikov (Schreck in sod. 2012). Poleg tega zastirka iz slame ustvarja idealne pogoje za samoregulacijo temperature in vlažnosti tal, kar neposredno vpliva na deževnike (Andersen in sod. 2013). Za zatiranje plevelov pa se v trajnih nasadih uporabljajo tudi herbicidi (predvsem v vrsti). Njihovi negativni učinki se odražajo v oblikovanju manj ugodnega habitata za deževnike zaradi odsotnosti rastlinskega pokrova (Paoletti 1999).

Najpogostejša so testiranja posameznih načinov gospodarjenja s tlemi in njihov vpliv na deževnike. Faber (2017) je testiral različna orodja za obdelavo tal in ni ugotovil razlik v populaciji deževnikov. Najmanjši vpliv obdelave tal je bil zabeležen pri obdelavi spomladi v sušnem obdobju. Poleg obdelave tal lahko tudi druge prakse, kot je uporaba bakra (Paoletti 1999), zmanjšajo populacijo deževnikov v nasadih, kar lahko dodatno zmanjša kakovost tal. Z okoljskega vidika je zeleni pokrov primernejši v vinogradih kot uporaba pesticidov (Schreck in sod. 2012), vendar le v regijah z dovolj padavinami, da se izognemo pretiranemu vodnemu tekmovanju in stresom. To je treba resno obravnavati. V naši raziskavi smo upoštevali različne prakse gospodarjenja s tlemi v enakih pedoklimatskih razmerah, predvsem zaradi pridobitve objektivnejših ocen razlik med njimi. Sem spadajo najpogosteje uporabljeni načini to je obdelava tal, kratkotrajna uporaba herbicidov (tri sezone), trajna ozelenitev, dolgotrajna uporaba herbicidov (oboje nad 20 let) in pokrivanje tal s slamo (na začetku poskusa).

V Sloveniji je več kot dve tretjini vinogradov na nagibih od 10 do 50 %, manj kot tretjina pa jih je zasajenih na terasah. V večini vinogradov se za zmanjšanje erozije tal uporablja trajna ozelenitev. V delu države, za katerega je značilno celinsko podnebje, ta način oskrbe predstavlja več kot 95 % gospodarjenja tal v vinogradih. V vinorodni deželi Primorska je tako oskrbovanih vinogradov od 45 % na območju Krasa do 86 % ob meji z italijanskim Colliom (Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, Slovenija). Na tem vinorodnem območju lahko imajo podnebne spremembe izrazitejši vpliv

na tekmovanje za vodo med vinsko trto in rastlinami v zelenem pokrovu (Vršič 2011). Za zagotovitev rednih pridelkov grozdja in kakovost vina z najmanjšim vplivom na okolje, je potrebno sprejeti pravi sistem gospodarjenja s tlemi.

Glavni cilj naše raziskave je pokazati, kako različne prakse gospodarjenja s tlemi v vinogradih strmih pobočij vplivajo na biomaso deževnikov, številčnost, njihovo porazdelitev po slojih tal ter upoštevanje vsebnosti vode v tleh in temperature tal. Predvidevamo, da imajo bolj pozitiven vpliv na razvoj deževnikov načini oskrbe tal, kjer so bila tla manj izpostavljena sončnemu sevanju (tj. ozelenitev in zastirka). Podrobno poznavanje tega vpliva bi pripomoglo k sprejemanju tovrstnih praks sonaravnega gospodarjenja s tlemi v vinogradih, ki bi bile čim bolj prilagojene podnebnim in talnim razmeram posameznega vinorodnega območja ter razmeram biotske raznovrstnosti.

Material in metode

Mesto študije

Raziskava je bila izvedena v UC za vinogradništvo in vinarstvo Meranovo in Fakulteti za kmetijstvo in biosistemske vede Univerze v Mariboru, v poskusnem delujočem vinogradu (Cerkvenjak, 46°57'82.8"N; 15°94'99.0"E, 245 m n. v.). Območje raziskave je strm vinograd s 17 % naklonom in izpostavljenostjo JV in je bil postavljen leta 1996 z različnimi belimi sortami grozdja (med vrstami 2,5m, v vrsti 1 m). Vinograd je bil obdelan po vinogradniški praksi integrirane pridelave s trajno ozelenitvijo in uporabo herbicida v vrsti (pas pod trsi). Raziskava je bila izvedena od aprila 2014 do oktobra 2016. Povprečna količina padavin (od 1. aprila do 31. oktobra) je bila leta 2014 841 mm, leta 2015 723 mm in leta 2016 563 mm (dolgoletno povprečje od 1980–2019 je 712 mm). Povprečne temperature zraka so bile 15,9 °C (2014), 16,6 °C (2015) in 16,3 °C (2016), vrednosti Huglinovega indeksa v teh letih pa 1736, 2057 in 2017 °C enot, kar je blizu povprečje zadnjih 10 let (16,45°C oziroma 1981°C enot), razen leta 2014 (Meteorološka postaja Maribor, Agencija RS za okolje).

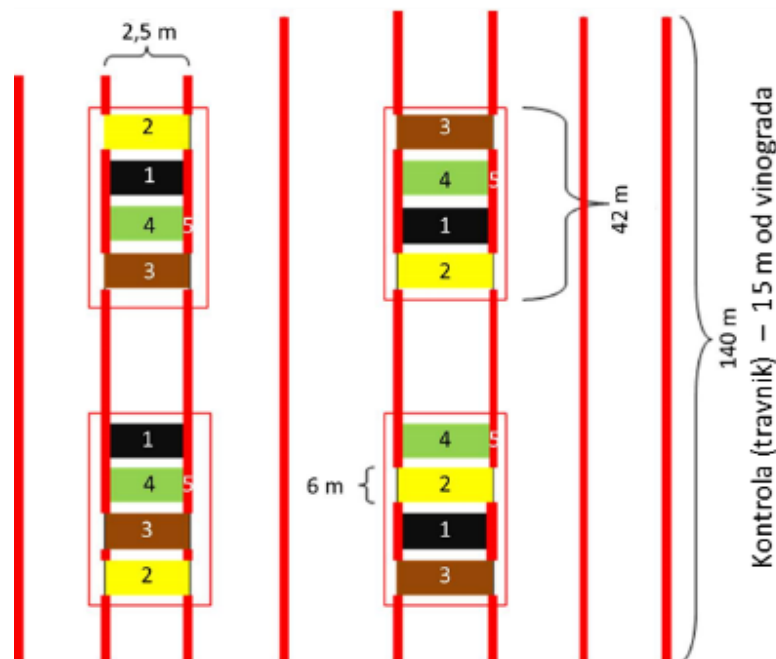
Tla so srednje globoka ilovica s pH približno 5,4 (0,1 mol/L KCl). Na podlagi postopka ekstrakcije z amonijevim laktatom povprečni vzorec tal vsebuje 2,4 mg topnega P₂O₅-P, 21,7 mg topnega K₂O-K, 21 mg topnega MgO-Mg na 100 g in 2,8 % organske snovi zračno posušenih tal (0–30 cm). Te značilnosti tal so bile pridobljene pred začetkom poskusa aprila 2014. Gnojila med poskusnim obdobjem niso bila uporabljena.

Postavitev poskusa

Leta 2014 smo naključno razporedili štiri 42 m dolge in 2,5 m široke poskusne parcele (ponovitve), na vsaki smo preizkušali pet različnih praks gospodarjenja s tlemi: i) herbicid; nanašan glifosat po celotnem medvrstnem prostoru, 1,5 L/ha, vsako leto v začetku maja in konec junija; ii) zastiranje tal z 1,2 kg slame/m² v prvem letu poskusa (2014), pred brstenjem vinske trte, v naslednjih letih (2015, 2016) pa z 0,5 kg/m²; iii) obdelava tal; medvrstni prostor smo obdelali v začetku aprila in konec junija do globine 15 cm; iv) naravna trajna ozelenitev; košnja pokrivenih rastlin s petkratnim mulčenjem v eni sezoni; in v) herbicidni pasovi; apliciran herbicid (glifosat) na enak način kot pri prvem zgoraj omenjenem tretiranju, vendar le znotraj vrste (pas pod trsi). Vse smo tudi primerjali s kontrolno ploskvijo (travniki 15 m od vinograda, ki smo ga kosili dvakrat letno). Vsaka od petih praks upravljanja tal je bila naključno dodeljena vsaki parceli (6 m dolga in 2,5 m široka). Med tretmajema smo pustili 6 m dolge neobdelane površine, da bi preprečili kakršen koli vpliv (slika 1).

Vzorčenje in meritve

Vzorčenja in spremljanje številčnosti deževnikov (družina *Lumbricidae*) skupaj s profilom tal na globini od 0 do 60 cm so potekala tri leta (2014–2016). Ob vsakem datumu vzorčenja (22. maj 2014; 9. avgust 2014; 13. oktober 2014; 13. junij 2015; 17. maj 2016; 15. junij 2016 in 5. oktober 2016) so bile izkopane pedološke jame (0,5 x 0,5 m, globina 0,6 m) pri vsakem obravnavanju v štirih ponovitvah. Vsako plast zemlje (0 do 15, 15 do 30, 30 do 45 in 45 do 60 cm) smo razdelili na štiri folije ter določili maso in število deževnikov (mladih in odraslih) ter njihovo gostoto v različnih plasteh na m². Ročno vzorčenje deževnikov iz točno določenih globin do globine 0,6 m velja za dovolj natančno metodo za oceno velikosti populacij deževnikov (Edwards 1996). Deževnike smo po velikosti razvrstili v tri kategorije: i) majhne (do 3 cm), ii) srednje (3 do 6 cm) in iii) velike (nad 6 cm). Na vsaki globini je bila izmerjena tudi temperatura tal z laserskim termometrom (IRT 39650-20, Cole-Parmer Instrument Co.) in vzeti so bili vzorci tal za določitev gravimetrične vsebnosti vode po sušenju 48 ur pri 105 °C (Abed Gatea Al-Shammary in sod. 2020).



Slika 1. Različne prakse upravljanja tal [1] herbicid, [2] zastirka, [3] obdelava tal, [4] trajna ozelenitev [5] herbicidni pas (skica načrta poskusa).

Statistična analiza

Pred analizo variance smo vse parametre testirali na normalnost in homogenost variance z Levenovim testom. Za vsak termin vzorčenja in med termini vzorčenja ter globino tal je bila izvedena enosmerna ANOVA biomase, gostote in posamezne biomase deževnikov. Ko so bili glavni učinki signifikantni, so bile povprečne primerjave med metodami upravljanja tal izvedene s Tukeyjevim testom. Razmerje med gostoto deževnikov in vlago v tleh ali biomaso deževnikov je bilo preizkušeno v okviru načinov oskrbe tal z uporabo Pearsonovih korelacij. Podatki so bili analizirani s programsko opremo IBM SPSS Statistics (verz. 25, IBM, Incorporation, Armonk, New York, ZDA).

Rezultati in diskusija

Številčnost in biomasa združbe deževnikov

Iz povprečne številčnosti in biomase deževnikov v celotnem poskusnem obdobju (od 22. maja 2014 do 5. oktobra 2016) lahko sklepamo, da so med različnimi praksami gospodarjenja s tlemi pokazale statistično značilne razlike ($p \leq 0,05$) na oba parametra združbe deževnikov (preglednica 1, slika 1). V povprečju je bila najmanjša številčnost deževnikov v herbicidnem pasu s povprečno biomaso 3,49 dt/ha. Značilno večja združba deževnikov je bila na parcelah s trajnim zelenim pokrovom, zastirko in kontrolnih parcelah v primerjavi s parcelami s herbicidnim pasom ($p < 0,0001$) in obdelavo tal ($p=0,024$, $p=0,004$ oziroma 0,017). Tudi povprečna biomasa deževnikov je bila signifikantno višja v trajni ozelenitvi v primerjavi s herbicidnim pasom ($p < 0,0001$), obdelanimi ($p=0,030$) in kontrolnimi ($p=0,048$) parcelami. Povprečna biomasa deževnikov pri trajni ozelenitvi je bila 12,9 dt/ha, v zastirki pa 11,9 dt/ha, kar je za 56 % oziroma 44 % več kot v obdelovalnih tleh (8,3 dt/ha). O podobni dinamiki v vinogradih in sadovnjakih poroča tudi (Paoletti in sod. 1998). V herbicidnem pasu je bila povprečna biomasa deževnikov le tretjina tiste v trajni ozelenitvi.

Preglednica 1. Številčnost in biomasa (g) deževnikov na m^2 v tleh pri različnih načinih gospodarjenja s tlemi v obdobju od 22. maja 2014 do 5. oktobra 2016.

Načini oskrbe tal	Število deževnikov		Masa deževnikov (g)	
	Povprečje \pm SE	*	Povprečje \pm SE	*
Trajna ozelenitev	167 \pm 14.2	a	129.19 \pm 14.42	a
Herbicidni pas	66 \pm 7.18	c	34.89 \pm 5.56	c
Zastiranje s slamo	178 \pm 14.57	a	118.94 \pm 13.56	ab
Herbicid po celi površini	157 \pm 17.13	ab	107.54 \pm 12.03	ab
Obdelava tal	110 \pm 9.71	bc	82.73 \pm 9.37	b
Kontrola	169 \pm 11.04	a	85.27 \pm 5.80	b

Različne črke označujejo signifikantne razlike med načini oskrbe tal z $a > b > c$ ($p \leq 0,05$); vrednosti so povprečje \pm standardna napaka (SE).



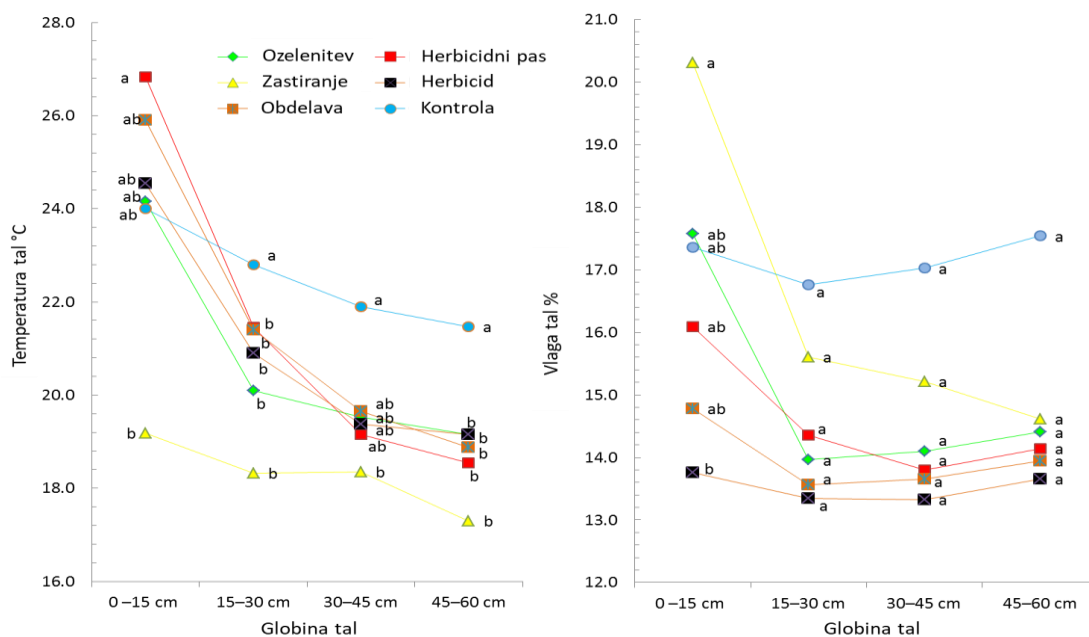
Slika 2. Masa deževnikov na m^2 glede na različne načine oskrbe tal.

Temperatura in vlaga tal

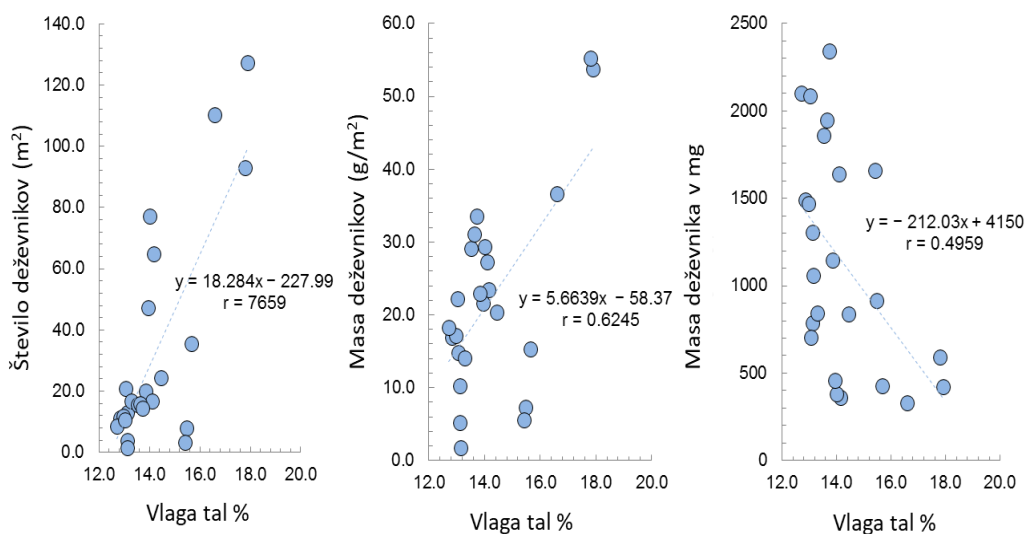
V tretjem letu poskusa (2016) smo na vsaki globini hkrati s spremljanjem številčnosti deževnikov izmerili tudi temperaturo in vlago tal. Povprečna temperatura in vlaga tal v spomladanskih vzorcih 2016 (grafikon 1) sta se glede na različne načine gospodarjenja s tlemi med raziskovanjem pomembno razlikovali v prvih globinah ($p \leq 0,05$). Najnižjo temperaturo (19,2 °C) in največjo vlažnost (20,3 %) smo zabeležili pri zastiranju. Višjo temperaturo in nižjo vlažnost smo zabeležili pri tretiranjih, kjer so bila tla bolj izpostavljena sončnemu sevanju (herbicid, obdelava, herbicidni pas). Deževniki so imeli spomladi dobre pogoje za svoje delovanje in razmnoževanje v zelenem pokrovu, zastirki in travniku. Na razvoj deževnikov so lahko vplivale temperaturne razlike predvsem v zgornji plasti. Viljoen in Reinecke (1992) sta ugotovila, da je bilo največ odraslih deževnikov pri 22 in 25 °C in sta bili optimalni temperaturi za proizvodnjo kokonov. Opazili so tudi, da čeprav višje temperature spodbujajo rast, bi bila plodnost v tem območju večja. Zgornje letalne temperature deževnikov se običajno gibljejo med 25 in 35 °C, vendar se med vrstami zelo razlikujejo (Singh in sod. 2019).

V naslednjih plasteh talnega profila do 60 cm so bile razlike manjše. Zaradi večje vsebnosti vode v pokritih tleh je za ogrevanje tal potrebno več energije, vendar je razlog za nižjo temperaturo tal pod zastirko tudi ta, da ima slama nizko toplotno prevodnost in prehod toplote iz ozračja v tla in obratno (White 2015).

Poleg talnega profila na globini od 0 do 60 cm smo pri raziskavi ugotavljali vpliv vlažnosti tal na številčnost deževnikov (grafikon 2). S povečevanjem vlažnosti tal se povečujeta številčnost in biomasa deževnikov ($r = 0,776$; $p = 0,001$ oz. $r = 0,625$; $p = 0,011$), medtem ko se biomasa posameznih deževnikov zmanjšuje ($r = 0,496$; $p = 0,028$). Od prve do četrte plasti tal ta razmerja oslabijo. Največji delež te povezave predstavljajo podatki iz prve polovice profila (0–30 cm), tako v številu ($r = 0,833$) kot v biomasi deževnikov ($r = 0,891$). Vlažnost tal je pomembno vplivala na navpično porazdelitev deževnikov, kot navaja Fründ in sod. (2004). Teh temperaturnih povezav ni bilo mogoče potrditi. Wever in sod. (2001) so navedli, da je bilo največje povečanje biomase deževnikov ugotovljeno v tleh s 25–30 % vlage in 15–20 °C.



Grafikon 1. Povprečna temperatura in vlaga tal tretje leto poskusa spomladi v profilu tal na globini od 0 to 60 cm glede na različne načine oskrbe tal. Različne črke kažejo značilne razlike med načini oskrbe tal v vsaki globini ($p \leq 0,05$).



Grafikon 2. Korelacije med povprečno vlago v tleh in povprečnim številom in maso deževnikov v profilu tal na globini od 0 to 60 cm; R^2 – Pearsonov korelacijski indeks.

Zaključki

Različne prakse gospodarjenja s tlemi v vinogradu so vplivale na vlažnost in temperaturo tal, kar kaže pomembne razlike v številčnosti deževnikov in njihovi porazdelitvi po profilu tal. Najvišje temperature tal in najnižja vlažnost tal v globini 15 cm so bile zabeležene pri obravnavanjih, kjer so bila tla bolj izpostavljena sončnemu sevanju (herbicid, herbicidni pas in plitva obdelava). V povprečju je bila na vseh globinah najnižja temperatura pri zastiranju, vlažnost tal pa najvišja v primerjavi z drugimi obdelavami tal, razen v kontroli (travniki). To je zato, ker slama odbije več sončne svetlobe v ozračje, zaradi česar se v tla absorbira manj sončne energije. V tleh s trajnim zelenim pokrovom je bila vlažnost tal nekoliko manjša kot v zastirki. Številčnost je bila največja trajni ozelenitvi in zastirki (večja kot v kontroli), kar je zagotavljalo ugodne pogoje za razvoj deževnikov. Na začetku poskusa je bila številčnost združbe deževnikov podobna tudi pri herbicidu (po celotni površini). To je mogoče povezati s koristmi, pridobljenimi s hitro razpoložljivostjo rastlinskih ostankov hrane (organske snovi). Proti koncu poskusa pa je številčnost pri tej obdelavi začela upadati, kar kaže na poslabšanje talnih razmer. Najnižja povprečna številčnost deževnikov in biomasa na osebek sta bila ugotovljena v pasovih s herbicidi. Čeprav v tem poskusu nismo odkrili toksičnosti, je mogoče sklepati, da uporaba glifosata negativno vpliva na razvoj deževnikov. Škodovala jim je tudi plitva obdelava tal, saj se je številčnost med tem poskusom zmanjšala zaradi motenj v habitatu in poslabšanja naravnih razmer. Razlike v številčnosti združbe deževnikov glede na različne prakse gospodarjenja s tlemi so pokazale, da so deževniki dobri bioindikatorji za ocenjevanje rodovitnosti tal in trajnostne rabe tal ter spremljanje učinkovitosti ekosistemskih storitev v vinogradništvu. Po postavljeni hipotezi sta se kot najprimernejši način urejanja tal v vinogradih v celinskem delu Slovenije za deževnike izkazala trajna ozelenitev in zastirka s slamo. Dolgotrajna uporaba herbicidov zelo negativno vpliva na deževnike, nekoliko manj pa obdelava tal. Vendar pa bo treba podnebnim spremembam v prihodnje delno prilagoditi tudi najpogosteje uporabljeno prakso gospodarjenja s tlemi (zeleni pokrov). Manjša količina padavin in višje temperature negativno vplivajo na razvoj deževnikov, kar so poleg razlike med obravnavanji potrdile tudi razlike med termini vzorčenja. V vinogradu obstaja možnost izmenične obdelave tal, in sicer vsakega drugega medvrstnega prostora, kar omogoča ponovno naselitev deževnikov v motenih medvrstnih prostorih iz sosednjih trajno ozelenelih medvrstnih prostorov.

Literatura

- Abed Gatea Al-Shammary A, Kouzani A, Gyasi-Agyei Y, Gates W, Rodrigo-Comino J. 2020. Effects of Solarisation on Soil Thermal-Physical Properties under Different Soil Treatments: A Review. *Geoderma*, 363, 114137. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2019.114137>.
- Andersen L, Kühn .B, Bertelsen M, Bruus M, Larsen ES, Strandberg M. 2013. Alternatives to Herbicides in an Apple Orchard, the Effects on Yield, Earthworms and Plant Diversity. *Agric Ecosyst Environ*, 172, 1–5. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.04.004>.
- Arai M, Miura T, Tsuzura H, Minamiya Y, Kaneko N. 2018. Two-year Responses of Earthworm Abundance. Soil Aggregates and Soil Carbon to No-Tillage and Fertilization. *Geoderma*, 332, 135–141. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2017.10.021>.
- Bagagiolo G, Biddoccu M, Rabino D, Cavallo E. 2018. Effects of Rows Arrangement. Soil Management. and Rainfall Characteristics on Water and Soil Losses in Italian Sloping Vineyards. *Environ Res*, 166, 690–704. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.06.048>.
- Blouin M, Hodson ME, Delgado AE, Baker G, Brussaard L, Butt KR, Dai J, Dendooven L, Peres G, Tondoh JE, Cluzeau D, Brun J. 2013. A Review of Earthworm Impact on Soil Function and Ecosystem Services. *Eur J Soil Sci*, 64, 161–182. <https://doi.org/10.1111/ejss.12025>.
- Edwards CA, Bohlen PJ. 1996. *Biology and Ecology of Earthworms*. 3rd ed. Chapman & Hall, London, 426 str.
- Faber F, Wachter E, Zaller JG. 2017. Earthworms are Little Affected by Reduced Soil Tillage Methods in Vineyards. *Plant Soil Environ*, 63, 257–263. <https://doi.org/10.17221/160/2017-PSE>.
- Fründ HC, Egbert E, Dumbeck G. 2004. Spatial Distribution of Earthworms [Lumbricidae] in Recultivated Soils of the Rhenish Lignite-Mining Area. Germany. *J Plant Nutr Soil Sc*, 167, 494–502. <https://doi.org/10.1002/jpln.200421372>.
- Hofmann M, Schultz H. 2015. Modelling the Water Balance of Sloped Vineyards under Various Climate Change Scenarios. *BIO Web of Conferences* 5. 01026. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20150501027>.
- Nicholls CI, Parrella M, Altieri MA. 2001. The Effects of a Vegetational Corridor on the Abundance and Dispersal of Insect Biodiversity within a Northern California Organic Vineyard. *Landscape Ecol*, 16, 133–146. <https://doi.org/10.1023/A:1011128222867>.
- Orgiazzi A, Panagos P. 2018. Soil Biodiversity and Soil Erosion: It is Time to Get Married: Adding an Earthworm Factor to Soil Erosion Modelling. *Global Ecol Biogeogr*, 27, 1155–1167. <https://doi.org/10.1111/geb.12782>.
- Paoletti GM. 1999. The Role of Earthworms for Assessment of Sustainability and as Bioindicators. *Agric. Ecosyst. Environ*, 74, 137–155. [https://doi.org/10.1016/s0167-8809\(99\)00034-1](https://doi.org/10.1016/s0167-8809(99)00034-1).
- Paoletti GM, Sommaggio D, Ravretto MR, Petruzzelli G, Pettarossa B, Barbaferi. M. 1998. Earthworms as Useful Bioindicators of Agroecosystem Sustainability in Orchards and Vineyards with Different Inputs. *Appl Soil Ecol*, 10, 137–150. [https://doi.org/10.1016/S0929-1393\(98\)00036-5](https://doi.org/10.1016/S0929-1393(98)00036-5).
- Pérès G, Clureau D, Curmi P, Hallaire V. 1998. Earthworm Activity and Soil Structure Changes Due to Organic Enrichments in a Vineyard System. *Biol Fert Soils*, 27, 417–424. <https://doi.org/10.1007/s003740050452>.
- Pérès G, Piron D, Bellido A, Goater C, Cluzeau D. 2008. Earthworms Used as Indicators of Agricultural Managements. *Fresen Environ Bull*, 17, 1181–1189.
- Riches D, Porter IJ, Oliver DP, Bramley RGV, Rawnsley B, Edwards J, White RE. 2013. Review: soil biological properties as indicators of soil quality in Australian viticulture. *Aust J Grape Wine R*, 19, 311–323. <https://doi.org/10.1111/ajgw.12034>.
- Safeer A, Aziz I, Mahmood T, Akmal M. 2013. Influence of Different Tillage Practices and Earthworm on Selected Soil Physio-Chemical Parameters and Yield of Maize. *Soil Environ*, 32, 114–120.
- Schreck E, Gontier L, Dumat C, Geret F. 2012. Ecological and Physiological Effect of Soil Management Practises on Earthworm Communities in French Vineyards. *Eur J Soil Biol*, 52, 8–15. <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2012.05.002>.
- Serpa D, Nunes JP, Keizer JJ, Abrantes N. 2017. Impacts of Climate and Land Use Changes on the Water Quality of a Small Mediterranean Catchment with Intensive Viticulture. *Environ Pollut*, 224, 454–465. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.02.026>.
- Singh J, Schädler M, Demetrio W, Brown GG, Eisenhauer N. 2019. Climate change effects on earthworms. *Soil org*, 91, 113–137. <https://doi.org/10.25674/so91iss3pp114>.

- Shuster WD, McDonald LP, McCartney DA, Parmelee RW, Studer NS, Stinner BR. 2002. Nitrogen Source and Earthworm Abundance Affected Runoff Volume and Nutrient Loss in a Tilled-Corn Agro Ecosystems Biol Fertil Soils, 35, 320–327. <https://doi.org/10.1007/s00374-002-0474-4>.
- Viljoen SA, Reinecke AJ. 1992. The Temperature Requirements of the Epigeic Earthworm Species *Eudrilus eugeniae* (oligochaeta) – Laboratory Study. Soil Biol Biochem, 24, 1345–1350. [https://doi.org/10.1016/0038-0717\(92\)90116-F](https://doi.org/10.1016/0038-0717(92)90116-F).
- Vršič S. 2011. Soil Erosion and Earthworm Population Responses to Soil Management Systems in Steep-Slope Vineyards. Plant Soil Environ, 57, 258–263. <https://doi.org/10.17221/439/2010-PSE>.
- Wever LA, Lysyk TJ, Clapperton MJ. 2001. The Influence of Soil Moisture and Temperature on the Survival, Aestivation, Growth and Development of Juvenile *Aporrectodea tuberculata* (Eisen) (Lumbricidae). Pedobiologia, 45, 121–133. <https://doi.org/10.1078/0031-4056-00074>.
- White RE. 2015. Understanding Vineyard Soils: Site Selection and Soil Preparation. Oxford University Press. New York, str. 30–66.
- Zaller JG, Arnone JA. 1999. Earthworm and Soil Moisture Effects on the Productivity and Structure of Grassland Communities. Soil Biol Biochem, 31, 517–523. [https://doi.org/10.1016/S0038-0717\(98\)00126-6](https://doi.org/10.1016/S0038-0717(98)00126-6).

Vpliv kombinacij cepljenja genotipov *Vitis L.* na stopnjo filokseracije korenin in buinost vinske trte

Stanko Vrščič^{1*}, Mojca Gumzej¹, Borut Pulko¹, Laszlo Kocsis², Martin Hunkár², Markus W. Eitle³, Astrid

¹Univerzitetni center za vinogradništvo in vinarstvo Meranovo, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Univerza Maribor, Pivola 10, 2311 Hoče,

²Univerza Pannonia, Fakulteta Georgikon, Oddelek za hortikulturo, Deák F. u. 16, 8360 Keszthely, Madžarska

³Univerza za naravne vire in biosistemske vede na Dunaju, Oddelek za rastlinske vede, Inštitut za vinogradništvo in sadjarstvo, Konrad Lorenz Str. 24, 3430 Tulln, Avstrija

*Korespondenca: stanko.vrsic@um.si

Izvleček: Vinska trta (*V. vinifera* L.) je občutljiva na trtno uš (*Daktulosphaira vitifoliae* Fitch) in cepljenje cepičev na tolerantne hibride podlag je najučinkovitejša zaščita rastlin pred tem škodljivcem. Ta študija je raziskala, ali so različne kombinacije cepljenja *Vitis spp.* (podlage/cepiča) vplivale na okužbo korenin s trtno ušjo in posledično na biomaso trte na 2 leti starih rastlinah v lončkih in je bila izvedena hkrati na dveh lokacijah v Sloveniji (VEM) in na Madžarskem (GF). Rozge sort 'Johanniter' (JOH), 'Riesling' (RR) in *Vitis berlandieri* × *Vitis riparia* 'Teleki 5C' (5C) so bili hetero- (vsak z vsakim) in avto-cepljeni (vsak s seboj), kar je povzročilo devet kombinacij rastlin, uporabljenih v poskusu. Korenine testnih rastlin v različnih starostih (1-2 leti) so bile okužene z dvema populacijama trtne uši, pridobljenima z dveh lokacij (VEM, GF). Rast rastlin je bila kvantificirana 120 dni po inokulaciji z meritvami biomase korenin in poganjkov, medtem ko je bila stopnja okužbe s trtno ušjo ocenjena s številom prehranjevalnih mest (nodozitet, tuberozitet) in prisotnostjo števila ličink trtne uši. V večini primerov je genotip podlage vplival na stopnjo filokseracije na vseh koreninah dve leti starega koreninskega sistema. Na obeh lokacijah je bilo največ nodozitet in največje povečanje populacije trtne uši ugotovljeno na avto-cepljeni podlagi 'Teleki 5C' (5C/5C). Biotip trtne uši, ki izvira iz korenin *Vitis vinifera* (GF), je povzročil tuberozitate, zlasti na koreninah kombinacij, kjer sta bila JOH in RR uporabljena kot podlagi. Korelacija med biomaso in stopnjo filokseracije ni bila ugotovljena. Genotip podlage ni vplival na biomaso trsa ob koncu rastnega cikla na obeh poskusnih lokacijah.

Ključne besede: *Vitis spp.*, trtna uš, cepljenje, nodozitate, tuberozitate

Grafting Genotype Combination Effect of *Vitis L.* on Roots Phylloxeration Degree and Vigor of Grapevine.

Abstract: Grapevine (*V. vinifera* L.) is susceptible to grape phylloxera (*Daktulosphaira vitifoliae* Fitch) and the grafting of scions onto tolerant rootstock hybrids is the most efficient plant protection against this pest. The present study investigated whether different grafting combinations of *Vitis spp.* (rootstock/scion) affect the root infection with grape phylloxera and consequently affect the vine's biomass on potted 2 years old plants and was performed simultaneously at two locations in Slovenia (VEM) and Hungary (GF). The dormant canes of 'Johanniter' (JOH), 'Riesling' (RR) and *Vitis berlandieri* × *Vitis riparia* 'Teleki 5C' (5C) were hetero-grafted (each with each) and auto-grafted (each with itself) resulting in nine plant combination employed in the experiment. Roots of the test plants at different ages (1-2 year) were infested with two grape phylloxera populations retrieved from two locations (VEM, GF). Plant growth was quantified 120 days after inoculation by measurements of root and shoot biomass while the grape phylloxera infestation level was assessed by numbers of feeding sites (nodosities, tuberosities) and the presence of number of larval stages of grape phylloxera. In most cases, the rootstock genotype affected the phylloxeration degree on all roots of two years old root system. In both locations, the highest number of nodosities and highest population increase of phylloxera was found on the rootstock 'Teleki 5C' auto-grafted (5C/5C). The Phylloxera biotype originated from *Vitis vinifera* roots (GF) was induced tuberosities, especially on roots of combinations where the JOH and RR were used as rootstocks. A correlation between biomass and phylloxeration level was not found. The rootstock genotype did not affect cane biomass at the end of the growth cycle in both experimental locations.

Key words: *Vitis spp.*, phylloxera, grafting, nodosities, tuberosities

Pregled literature

Svetovno vinogradništvo temelji na udomačenih sortah *Vitis vinifera* L., ki so zelo dovzetne za okužbo korenin s trtno ušjo (*Daktulosphaira vitifoliae* Fitch). Trtna uš je glavni zgodovinski škodljivec v vinogradništvu, ki ga zatirajo z delno odpornimi in tolerantnimi kultivarji podlag (Powell in sod. 2013) ali s karantenskimi ukrepi na vinogradniških območjih, kjer se vinska trta goji na lastnih koreninah (Benheim in sod. 2012). Trtna uš povzroča odebelitve na primarnih koreninskih konicah (nodozitet) in na fiziološko starejših olesenelih delih korenin (tuberozitet), ki se nanašajo na gostiteljsko vrsto *Vitis* (Hofmann 1957, Niklowitz 1955). Nodozitate so opisane kot kavljaste odebelitve, ki nastanejo s kombinacijo celične hipertrofije distalnih celic in pomanjkanja radialne ekspanzije koreninskih celic v bližini cone vboda uši (Forneck in sod. 2002). Fiziološko je bilo dokazano, da nodozitate trtne uši tekmujejo za rastlinska hranila z drugimi rastlinskimi organi in se zato štejejo za heterogene ponorne organe, ki modulirajo translokacijo ponornega vira (source-sink) znotraj rastline vinske trte (Griesser in sod. 2015) proti mestu hranjenja. Nodozitate kopičijo ogljikove hidrate, škrob, nestrukturane sladkorje in aminokisljine, za katere se domneva, da služijo kot skladišče hranil za razvoj ličink in proizvodnjo jajčec (Kellow in sod. 2004) in povečujejo aktivnost ponora na mestu hranjenja (Savi in sod. 2019). Poleg tega se je pokazalo, da okužba s trtno ušjo povzroči spremenjene presnovne profile korenin in listov gostiteljske rastline (Eitle in sod. 2019a, Nability in sod. 2013, Lawo in sod. 2011, Schultz in sod. 2019, Savi in sod. 2021). Huda okužba korenin s trtno ušjo lahko povzroči propadanje trte in končno smrt rastline, predvsem zaradi sekundarnih okužb z glivičnimi patogeni (Idris in Arabi 2014). Žuželka, ki sesa in povzroča odebelitev, je bila prvotno prinesena iz Amerike v Evropo sredi devetnajstega stoletja.

V Evropi se trtna uš v glavnem obvladuje z uporabo tolerantnih podlag, razvitih s konvencionalnim žlahtnjenjem hibridnih križancev ameriških vrst *Vitis* z odpornostjo korenin (*V. riparia*, *V. berlandieri*, *V. rupestris*) in so bile uspešno uporabljene za reševanje problema (Riaz in sod. 2019, Benheim in sod. 2012). V komercialnem vinogradništvu hladnega podnebja je večina visokokakovostnih sort (*V. vinifera* L.) cepljena na hibride *V. berlandieri* × *V. riparia*, ki predstavljajo kultivarje podlag, ki so trenutno v uporabi. Programi žlahtnjenja, ki uporabljajo negostiteljsko odpornost proti trtni uši, uporabljajo pri križanjih *V. cinerea* Arnold (Schmid in sod. 2003, Zhang in sod. 2009, Smith in sod. 2018) ali *M. rotundifolia* (Riaz in sod. 2019, Rubio in sod. 2020), katerega namen je preprečiti hranjenje trtne uši in preprečiti tvorbo nodozitet. Med njimi je 'Börner' (*V. riparia* Mich. × *V. cinerea* Arnold), razmeroma nov hibrid podlage, ki kaže preobčutljiv odziv na napad trtne uši, ki vodi do lokalnih nekroz na mestih vbodov žuželk in visoke stopnje ali absolutne tolerance na koreninah (Dietrich in sod. 2010). Zato so ti genotipi zelo privlačni genski viri za nadaljnje žlahtnjenje podlag (Pavloušek 2012). Vendar pa je večina razpoložljivih podlag razvrščenih kot delno odporne ali tolerantne proti trtni uši (Powell in sod. 2013). Še vedno je malo znanja o interakciji korenina-list glede trtne uši. Manipulacijski učinki hranjenja trtne uši tako na koreninah kot na listih so bili opisani (npr. Savi in sod. 2019, Eitle in sod. 2017a, Nability in sod. 2013), pa tudi učinki na morfologijo korenin, regulacijo fitohormonskih obrambnih poti (Etile in sod. 2018, Eitle in sod. 2019b) in vsebnost sekundarnih metabolitov okuženih rastlin (Eitle in sod. 2019c).

Dejstvo, o katerem se je redko razpravljalo, je učinek kombinacij cepljenja s podlagami in na splošno učinek podlage in cepiča na hranjenje trtne uši in tolerance podlage. Odpornost tolerantnih podlag kot primarne strategije upravljanja bi se lahko v prihodnosti izzvala tudi zaradi interakcij med gostiteljsko rastlino in različnimi biotipi trtne uši (Forneck in sod. 2016, Risper in sod. 2020, Savoi in sod. 2020) in morebitnimi vplivi podnebnih sprememb tako na razširjenost vinske trte kot trtne uši (Benheim in sod. 2012, Vršič in sod. 2014). Cilj te študije je bil ugotoviti, ali kombinacije cepljenja vplivajo na delovanje trtne uši, ki se hrani s koreninami, in ali na proizvodnjo biomase rastline in stanje prehrane listov vpliva prehranjevalna učinkovitost žuželk. Na rastlinsko biomaso kot merilo tolerance podlage proti okužbi s trtno ušjo vpliva kombinacija cepljenja in da biotipi trtne uši delujejo drugače na kombinacije cepljenja, ki predstavljajo mehanizme prilagajanja rastline gostiteljice, in da je starost rastline povezana z obema

zgornjima dejavnikoma. Hipoteze so, da na toleranco podlage proti trtni uši, ki se hrani s koreninami, vpliva neposredna interakcija genotipa cepljene podlage/cepiča.

Material in metode

Rastlinski material za cepljenje za vse poskuse je bil pripravljen sočasno in pozneje razdeljen. Rozge sort 'Renski rizling' (*V. vinifera* L.) in 'Johanniter' ('Renski rizling' × 'Seyve Villard 12-481' × ('Sivi pinot' × 'Žlahtnina')) so bile nabrane v kolekcijskem vinogradu UC Meranovo (VEM), medtem ko so rozge podlage 'Teleki 5C' (5C) (*V. berlandieri* × *V. riparia*) izhajale iz Fakultete Georgikon (GF) na Madžarskem. Poskusi so bili izvedeni v dveh okoljih z uporabo lokalnih populacij trtne uši (*Daktulosphaira vitifoliae* Fitch) za inokulacijo v dveh različnih starostih rastlin (prvo in drugo leto rasti cepljenk). En biotip je nastal iz populacije šišk listov podlage 'Binova', občutljive na listno obliko trtne uši, odvzete iz kolekcijskega vinograda na VEM, drugi biotip pa iz korenin *Vitis vinifera* L. na GF. Drugi biotip je bil predhodno izbran na podlagi njegove agresivnosti pri bioloških testih korenin in vitro in razmnožen na koščkih korenin.

Rozge (ključe) smo pred cepljenjem 12 h namakali v vodi, 12 h razkužili v 0,5 % raztopini Chinosol W (8-hidroksi-kinolin-sulfat, Bayer CropScience Ltd) in jih hranili v plastičnih vrečkah v hladnem prostoru pri 2 °C. Hetero- in homo-plastične (avtoplastične) kombinacije podlage/cepič (preglednica 1) so bile leta 2014 cepljene z mehanskim cepljenjem omega (40 cepljenk na kombinacijo) v komercialni trsnici pri Ptujju (46°50'88.8" S, 15°97'74.3" V, 280 m n. m.) v severovzhodni Sloveniji. Cepljene kombinirane enote „podlaga/cepič“ so bile parafinirane s „Plastigrefe 6535 rossa“ (Agrichem Barozzi, Italija) in pred sajenjem v lončke s „Plastiffina top blu 7321“ (Agrichem Barozzi, Italija).

Preglednica 1. Cepljene kombinacije, postavljene v poskusu, 40 cepljenk na kombinacijo.

Podlaga	Cepič		
	'Teleki 5C'	'Renski rizling' (RR)	'Johanniter' (JOH)
'Teleki 5C'	5C x 5C	5C x RR	5C x JOH
'Johanniter'	JOH x 5C	JOH x RR	JOH x JOH
'Renski rizling'	RR x 5C	RR x RR	RR x JOH

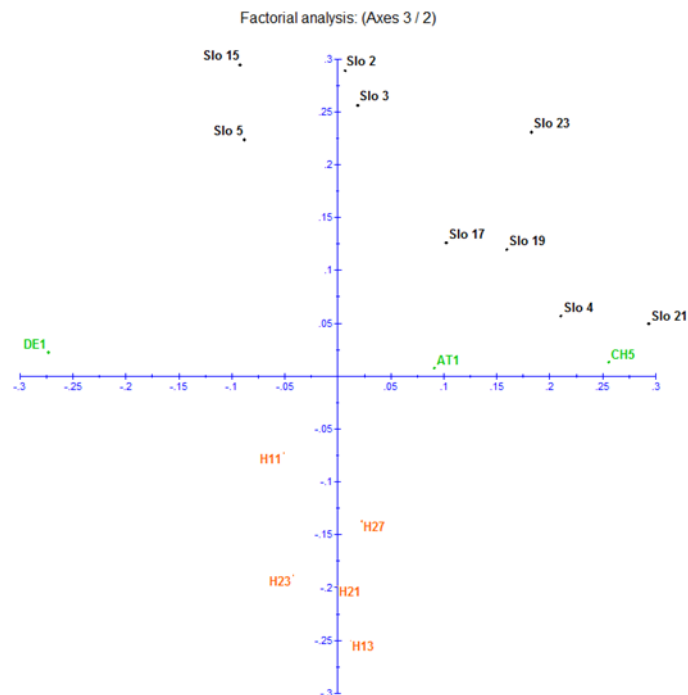
Načrt eksperimenta: Poskusi so bili postavljeni v letih 2014 in 2015 v karantenskih pogojih na dveh poskusnih lokacijah v Meranovem v Sloveniji (VEM) in Keszthelyju na Madžarskem (GF) z 10 rastlinami v ponovitvi na kombinacijo cepljenja na vsaki lokaciji. Po kalusiranju (konec aprila 2014) smo cepljene trte parafinirali in posadili v 3 L plastične lončke, ki so vsebovali 1 kg proda (iz rečne struge) na dno in 2 L šotnega substrata (Topfsubstrat, Klasmann-Dielmann, Nemčija) na zgornjem sloju. Po brstenju smo trte opleli na en navpični poganjek in vsak teden odstranili stranske poganjke. Vlažnost tal smo dnevno uravnavali na 50 % zadrževalne kapacitete z zalivanjem po cevkah in uporabi kapilarnosti (GF), v VEM pa s kapljičnim namakanjem (ena kapljič na lonec). V obeh poskusih smo prenesli 100 jajčec trtne uši na 3 x 3 cm filtrirnega papirja na lonček in jih položili ob korenino rastlin (v začetku junija 2014 in 2015). Nazadnje smo vrh loncev tesno zaprli z aluminijasto folijo.

Bujnost trte: Izvajali smo tedenske meritve rasti glavnih poganjkov (stranske poganjke smo tekom poskusa sproti odstranjevali) začeni z inokulacijo korenin s trtno ušjo v začetku junija. Po štirih mesecih (septembra) smo trte destruktivno vzorčili z ločevanjem rastlinskih organov. Proizvodnja biomase je bila določena na podlagi razvoja poganjkov in korenin (na podlagi njihove suhe snovi pri 65 °C). Korenine smo očistili, da smo odstranili pritrjene delce zemlje in prešteli koreninske odebelitve (nodozitete in tuberozitete) ter osebke trtne uši.

Genotipizacija populacij grozdne filoksere

Za inokulacije so bile poljske populacije trtne uši, ki so se hranile na listih podlag (VEM) ali so se hranile s koreninami kultivarjev *V. vinifera* (izrezan koreninski sistem) (GF). Vse populacije, ki se hranijo z listi, so bile obravnavane kot "Biotip C", medtem ko so bile populacije, ki se hranijo s koreninami (ki so bile uporabljene le v poskusih GF, obravnavane kot "Biotip A" po Forneck in sod. 2016. Biotip A je prilagojen za hranjenje s koreninami na *Vitis vinifera* korenine, ki povzročajo gomolje na občutljivih gostiteljskih rastlinah.

Izvedena je bila genotipizacija eksperimentalnih populacij trtne uši, da bi se pokazala genetska raznolikost znotraj in med uporabljenimi inokuli. Naključni vzorci vzpostavljenih linij/populacij trtne uši v poskusih so bili vzeti iz vseh tretmajev med končno oceno poskusov in pred nadaljnjo obdelavo shranjeni v 50 % EtOH. Skupaj 35 vzorcev (VEM: 14, GF: 18, BOKU-standard: 3) smo individualno genotipizirali po Fornecku in sod. (2015) in nadalje spremenjeno glede na Forneck in sod. (2019) na podlagi sedmih označevalcev SSR (Phy_III_55, Phy_III_30, Phy_III_36, Dvit6, DV4, DV8 in DVSSR4). V ta niz vzorcev so bili vključeni trije kontrolni genotipi, da bi ohranili standard alelov (Forneck in sod. 2017). Z analizami smo od analiziranih 35 vzorcev odkrili 14 edinstvenih genotipov trtne uši. Analize genotipa so potrdile, da so populacije filoksere pokazale naključno porazdelitev genov (grafigon 1).



Grafikon 1. Analiza glavnih komponent 14 MLG (MultiLocusGenotypes) znotraj uporabljenih eksperimentalnih populacij trtne uši (SLO = slovenski genotipi, uporabljeni v poskusih VEM, H = madžarski genotipi, uporabljeni v poskusih GF. AT1, CH5, DE enojne standardne linije, ohranjene kot referenčni biotipi na Inštitutu za vinogradništvo in sadjarstvo na Dunaju (BOKU) in služijo definiranim genotipskim kontrolam (Forneck in sod. 2017). % (oziroma x-os predstavlja 44,78%, medtem ko y-os predstavlja 42,05 %).

Statistične analize

Statistične razlike med kombinacijami cepljenja smo preverili z enosmerno analizo variance (ANOVA). Statistično vrednotenje podatkov smo izvedli s programom SPSS 25.0 (IBM) s $p \leq 0,05$. Povprečja smo primerjali z uporabo Duncanovega MRT testa. Izračunane so bile korelacije med

nodozitetami in larvami trtne uši in med trno ušjo in vigorjem cepljenk (suha masa rozg in korenin). Podatki SSR so bili obdelani z multivariantnimi statističnimi podatki. Analiza glavnih komponent (PCA) je bila uporabljena za odkrivanje genetskih razdalj med vzorci z analizo več dejavnikov za določitev podobnosti in skupin. To je bilo izvedeno z DARwin (ver6.0.14, raziskovalna enota CIRAD, Pariz, Francija), prikazano v grafikonu 1.

Rezultati in diskusija

Stopnja okužbe s trtno ušjo

Število nodozitet se je med kombinacijami cepljenk in med vsemi testnimi rastlinami precej razlikovalo. Največje povprečno število nodotitet smo ugotovili na dve leti starih koreninskih sistemih podlage 5C na obeh poskusnih lokacijah (VEM in GF, 192,2 oziroma 83,3 nodozitate na rastlino). Razlike so bile značilne v primerjavi z RR in JOH (preglednica 2) ($p \leq 0,01$). Na obeh lokacijah je bilo največ nodozitet na avto-cepljeni 5C, in sicer 273 (VEM) in 161 (GF) nodozitet na rastlino. Razlike so bile bistveno drugačne v primerjavi z vsemi kombinacijami cepljenj, kjer sta bili podlagi RR in JOH ter s kombinacijami cepljenk 5C/JOH in s 5C/RR pri GF. Najmanjše povprečno število nodozitet je bilo v kombinaciji JOH/5C (VEM) in RR/JOH (GF), 1 oziroma 6 nodozitate na rastlino ($p \leq 0,05$).

Podobna razmerja so bila ugotovljena pri številu osebkov trtne uši na obeh lokacijah. Bistveno večje število trtne uši (VEM) so imele korenine podlage 5C, (41 primerkov na rastlino) v primerjavi z RR in JOH, z 8 oziroma 10 trtnih uši na rastlino ($p \leq 0,05$). Pri GF so bile razlike značilne samo med podlagama 5C (43 primerkov na rastlino) in RR (21 primerkov na rastlino). Največ uši je bilo v kombinaciji 5C/5C, 61 (VEM) in 54 (GF) osebkov na rastlino. Na VEM se je bistveno razlikovala od cepljenih kombinacij, kjer sta bili kot podlagi uporabljeni RR in JOH, razen pri kombinacijah cepljenk RR/JOH in JOH/JOH. Pri GF se je značilno razlikoval od kombinacij cepljenk RR/RR, RR/JOH in JOH/RR ($p \leq 0,05$). Na splošno je bilo število nodozitet in populacija osebkov trtne uši na dve leti starih koreninah večja na obeh lokacijah na avto-cepljeni podlagi 5C. To pa ne prikazuje povsem realnega stanja populacije trtne uši v celotnem koreninskem sistemu rastline na lokaciji GF, ker je bil del populacije trtne uši na tuberozitetah (predstavljenih spodaj), ki jih na lokaciji VEM nismo našli.

Največje število tuberozitet (GF) je bilo ugotovljeno v JOH (16 na rastlino) in se je pomembno razlikovalo od 5C (v povprečju z manj kot eno tuberozitetom na rastlino). Vendar pa razlike med kombinacijami niso bile značilne ($p \leq 0,05$). Najmanjše število tuberozitet je bilo v kombinacijah, kjer je bila podlaga 5C (grafikon 2). Tudi ličinke trtne uši, ki se hranijo s tuberozitetom (grafikon 2), so bile najvišje pri kombinacijah, kjer je bil JOH uporabljen kot podlaga (63 na rastlino) in je bil znatno višji od 5C (2 na rastlino) ($p \leq 0,05$). Bistveno večje število trtne uši na tuberozitetah smo našli pri kombinaciji JOH/5C (82 primerkov na rastlino) v primerjavi z vsemi kombinacijami, kjer je bil 5C uporabljen kot podlaga, in s kombinacijo RR/5C. Zaradi majhnega števila tuberozitet na kombinaciji podlag 5C je bilo število osebkov trtne uši bistveno manjše. Večina rastlin, kjer je bil 5C uporabljen kot podlaga (prve tri kombinacije na grafikonu 2), ni imelo tuberozitet in niti trtne uši, razen kombinacije 5C/5C v povprečju z manj kot eno tuberozitetom in 6 osebki uši na rastlino.

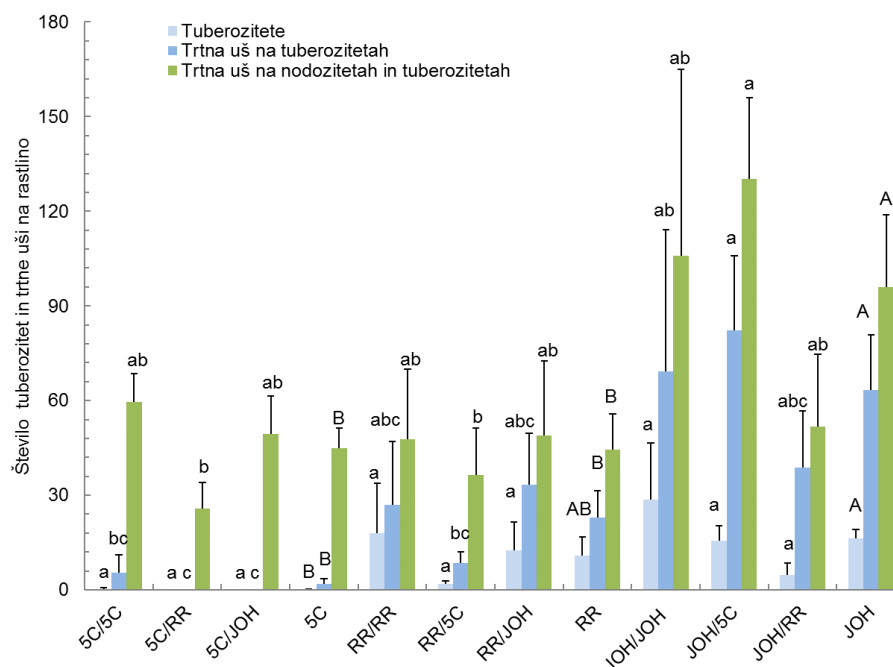
Če pa primerjamo celotno populacijo trtne uši pri koreninah (nodozitate in tuberozitate skupaj), so razmerja drugačna (grafikon 2). V povprečju je bila največja populacija trtne uši ugotovljena na rastlinah, kjer je bil JOH uporabljen kot podlaga (96 primerkov na rastlino) in je bila značilno drugačna v primerjavi z RR in 5C ($p \leq 0,05$) s 44 oziroma 45 primerki na rastlino. Kombinacija JOH/5C je imela največ uši na koreninah (130 na rastlino) in je bila bistveno višja od 5C/RR in RR/5C s 26 oziroma 37 osebki na rastlino ($p \leq 0,05$). Splošna ugotovitev za ti dve lokaciji skupaj je, da je na GF, kjer je bila izvedena okužba s trtno ušjo vinske trte, ki se hrani s koreninami (populacija radikole), večja incidenca tuberozitet na dvoletnem koreninskem sistemu. Največja populacija trtne uši je bila ugotovljena pri cepljenju s podlagami JOH, medtem ko je bila pri poskusu VEM, kjer so bila uporabljena jajčeca listnih

šišk, opažena le ena tuberozitet, največja populacija pa je bila na nodozitetah. Celotna velikost populacije trtne uši je bila na obeh lokacijah (VEM in GF) na podlagi 5C podobna, vendar je bila v povprečju na RR in JOH večja za 5 oziroma 9-krat na GF. Na koreninah RR in JOH (okuženih z radikolno populacijo trtne uši) v GF je bilo v povprečju od 52 do 66 % populacije trtne uši na tuberozitetah, pri podlagi 5C pa le 4 % populacije. Preostala populacija trtne uši je bila na nodozitetah.

Preglednica 2. Vpliv kombinacije cepljenih genotipov na povprečno število nodozitet in trtno uš na cepljenko v letu 2015 na obeh poskusnih lokacijah (VEM in GF).

Kombinacija podlaga/cepič	Število nodozitet (povprečje ± SE)				Število uši (povprečje ± SE)			
	VEM		GF		VEM		GF	
5C/5C	273,5 ± 78,10	a	161,50 ± 26,35	a	60,7 ± 21,24	a	54 ± 7,39	a
5C/RR	195,7 ± 34,85	ab	35,50 ± 16,46	bc	31,2 ± 13,30	ab	25,7 ± 8,39	abc
5C/JOH	107,5 ± 36,36	bc	52,83 ± 8,02	b	30,3 ± 10,24	ab	49,3 ± 12,13	ab
5C	192,2 ± 33,42	A	83,28 ± 16,85	A	40,7 ± 9,14	A	43,0 ± 5,98	A
RR/RR	7,5 ± 2,10	c	44,50 ± 12,29	bc	0,75 ± 0,48	b	20,7 ± 4,42	bc
RR/5C	2,0 ± 2,00	c	27,83 ± 13,89	bc	0,25 ± 0,25	b	28,0 ± 11,94	abc
RR/JOH	52,0 ± 14,59	c	6,33 ± 4,22	c	19,0 ± 6,76	ab	15,7 ± 7,75	c
RR	25,0 ± 8,83	B	26,22 ± 7,06	B	8,4 ± 3,74	B	21,4 ± 4,82	B
JOH/JOH	53,8 ± 49,19	c	22,17 ± 9,75	bc	21,40 ± 19,70	ab	8,5 ± 7,58	abc
JOH/5C	1,0 ± 0,58	c	40,00 ± 4,56	bc	0,25 ± 0,25	b	40,0 ± 4,35	ab
JOH/RR	15,2 ± 7,50	c	8,50 ± 5,98	c	6,25 ± 2,90	b	22,2 ± 14,64	c
JOH	25,69 ± 18,93	B	23,56 ± 4,96	B	10,23 ± 7,57	B	32,5 ± 6,30	AB

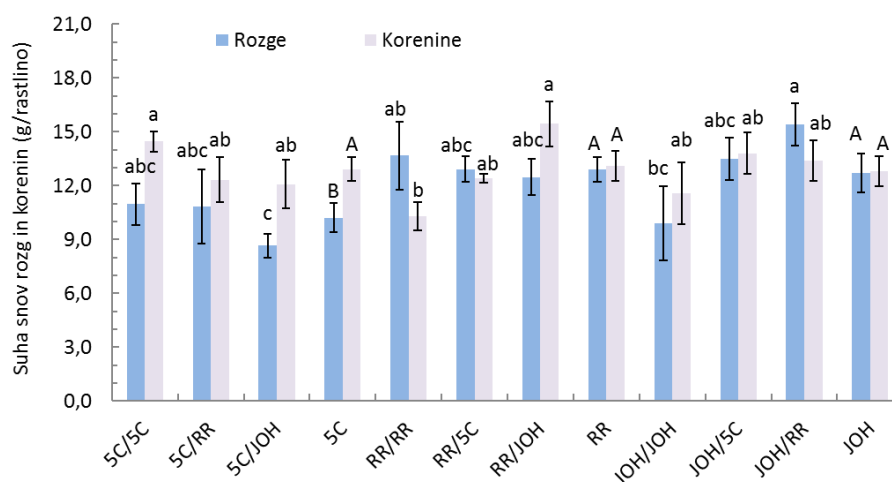
Različne črke (male med cepilno kombinacijo, velike med podlagami) označujejo pomembne razlike med povprečjem cepilnih kombinacij s standardno napako (± SE) (Duncan HSD test, $p \leq 0,05$).



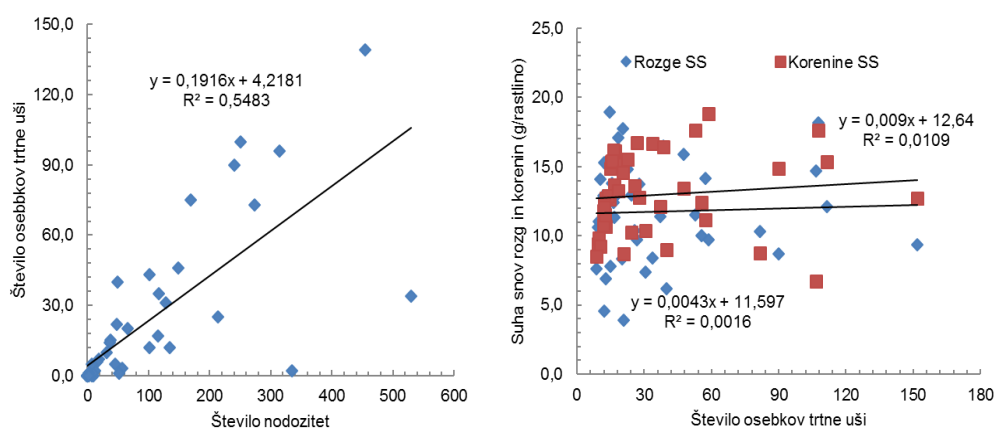
Grafikon 2. Število nodozitet in število trtne uši na nodozitetah in tuberozitetah na rastlino na dvoletnem koreninskem sistemu na Fakulteti Georgikon (GF), Kesthely, Madžarska. Različne črke (male črke med kombinacijami cepljenja, velike med podlagami) označujejo značilne razlike med povprečjem kombinacij cepljenja s standardno napako (± SE) (Duncan HSD test, $p \leq 0,05$).

Vitalnost kombinacij cepljenja

Ocenjena je bila tudi vitalnost kombinacij gostiteljskih rastlin, saj lahko večja biomasa poganjkov in korenin pozitivno vpliva na trtno uš, kar lahko vpliva na translokacijo ogljikovih hidratov proti mestom hranjenja na koreninah. Na VEM so imele kombinacije, v katerih je bila podlaga 5C, povprečno suho snov (SS) rozge 10,2 g/cepljenko, kar je bilo od 20 do 21 % manj kot pri JOH (12,7 g/cepljenko) in RR (12,9 g/cepljenko). Največja SS je bila v kombinaciji JOH/RR in se je bistveno razlikoval od 5C/JOH in JOH/JOH. Tudi med tema dvema kombinacijama so bile značilne razlike v SS rozg ($p \leq 0,05$) (grafikon 3). Povprečna suha snov korenin je bila približno 13 g/rastlino za vse podlage (5C, RR in JOH) in razlike med podlagami niso bile značilne. Kombinacije cepljenja RR/JOH in 5C/5C, s 15,4 oziroma 14,4 g SS korenin na rastlino, so imele značilno večjo SS korenin a RR/RR (10,3 g/rastlino). Vse druge razlike niso bile pomembne ($p \leq 0,05$) (grafikon 3). Kombinacije cepljenih podlag so imele majhen vpliv na bujnost, potrjena pa je tudi povezava med številom osebkov trtne uši in suho snovjo korenin in rozg. Čeprav je bilo pričakovano povečanje števila osebkov trtne uši s povečanjem števila nodozitet, število osebkov ni vplivalo na maso rozg in korenin, poleg tega je korelacija nizka (grafikon 4).



Grafikon 3. Suha snov rozg in korenin (g/rastlino) različnih kombinacij cepljenja ($p \leq 0,05$), Univerzitetni center za vinogradništvo in vinarstvo Meranovo (VEM), Slovenija. Različne črke (male med kombinacijo cepljenja, velike med podlagami) označujejo značilne razlike med povprečjem kombinacij cepljenja s standardno napako (\pm SE) (Duncan HSD test, $p \leq 0,05$).



Grafikon 4. Razmerje med številom nodozitet in številom osebkov trtne uši (levo) ter številom osebkov trtne uši in suho snovjo rozg in korenin v g/rastlino ($p \leq 0,05$), na Univerzitetnem centru za vinogradništvo in vinarstvo Meranovo (VEM), Slovenija.

Diskusija

Značilnosti koreninskega sistema podlag vinske trte so določene z geografskim poreklom, vključno z okoljskimi dejavniki in genetskim ozadjem (Smart in sod. 2002). S tega vidika je koreninski sistem ključ do prilagodljivosti rastišča in lastnosti tal (Patil in sod. 2005, Pire in sod. 2007, Marguerit in sod. 2012, Pavloušek 2009) in suše zaradi podnebnih sprememb (Pellegrino in sod. 2005). Zato je izbira ustreznih podlag izrednega pomena za uspešno pridelavo (Pulko in sod. 2012), vendar pa je odpornost proti trtni uši še vedno temeljna lastnost uporabe podlag za preteklo in sodobno vinogradništvo (Pavloušek 2012). Morlat in Jaquet (1993) sta dokazala, da obstaja pri vinski trti visoka korelacija med razvojem podzemnega in nadzemnega dela.

Združljivost interakcij med gostiteljem in parazitom med fitofagnimi vrstami žuželk in njihovimi ustreznimi gostiteljskimi rastlinami je pogosto sestavljena iz kompleksnega in večplastnega sistema vzajemnih interakcij (Stuart 2015). Zlasti žuželke, ki tvorijo nodozitete, naj ne bi samo prevzele več plasti tkiva s katerim se je odzvala gostiteljska rastlina, ampak poleg tega naj bi prevzele nadzor nad rastlinskim tkivom, da bi spremenile njegovo strukturno morfologijo in zagotovile razpoložljivost hranil (Giron in sod. 2016, Stone in Schönrogge 2003).

Naši rezultati so pokazali, da so populacije trtne uši obeh poskusnih lokacij okužile korenine gostiteljskih kultivarjev *Vitis*, ki smo jih preučevali zaradi oblikovanja nodozitet in razvile več generacij pri vseh kombinacijah cepljenja. Tudi tuberozitete (v dvoletnih poskusih GF) so se razvile na RR in JOH, ki sta dovzetni, spet pri kateri koli kombinaciji cepljenja. Nismo pričakovali tvorbe tuberozitet na podlagi 5C, saj niti biotip A niti biotip C ne povzročata tuberozitet na tej podlagi (Kocsis in sod. 1999, Forneck in sod. 2016). Dokazali smo, da genotip podlage najmočneje vpliva na filokseracijo trtne uši, ki se hrani s koreninami, ne glede na populacijo geografskega izvora trtne uši.

V naših poskusih nismo ugotovili pomembnih učinkov cepiča na razvoj okužbe s filoksero niti na proizvodnjo biomase gostiteljskih rastlin. To bi lahko povzročilo skrbi za vinogradnike na teh in drugih območjih, saj smo dokazali razširjenost biotipov trtne uši, prilagojenih na hibride *V. berlandieri* × *V. riparia* na teh območjih, kot je bilo prikazano tudi prej (Kocsis in sod. 1999). Vendar pa lahko opazimo, da se je podlaga 5C lahko spopadla z okužbo s trtno ušjo in ni zmanjšala biomase, zato velja za tolerantno na trtno uš. Prejšnje študije so obravnavale vprašanje, v kolikšni meri okužba s trtno ušjo vpliva na bujnost vinske trte. Tam so rezultati pokazali, da so populacije trtne uši, ki se hranijo s koreninami, sposobne pritegniti asimilate, ki pritekajo iz listov, in povečati stopnjo fotosinteze gostitelja, s čimer se povzroči sistemski kompenzacijski učinek znotraj trte (Eitle in sod. 2017b, Griesser in sod. 2015, Nabity in sod. 2013).

Skupaj smo ugotovili, da genotip podlage najbolj vpliva na okužbo s trtno ušjo. Nismo našli dokazov, da bi cepič (genotip cepljenja) vplival na okužbo s filoksero vinske trte, ki se hrani s koreninami, prek biomase drugih neznanih učinkov. Čeprav prva študija učinkov genotipizacije in cepljenja ni pokazala pomembnih merljivih stopenj okužbe pri vinski trti v lončkih, je mogoče opaziti učinke celih rastlin, ki vplivajo na fiziologijo vinske trte. Vsekakor so potrebni nadaljnji poskusi za preučevanje interakcije cepiča in podlage glede uspešnosti okužbe s trtno ušjo in možnih kompenzacijskih učinkov v biomasi (cepiča). Poleg tega lahko interakcija podlage in cepiča vpliva tudi na učinke listne oblike trtne uši, kar je treba upoštevati pri prihodnjih eksperimentalnih študijah.

Zaključki

Genotipi podlag so kot gostiteljske rastline pomembno vplivali na stopnjo filokseracije pri dveh populacijah trtne uši na stopnjo okužbe z nodozitetami. So pa populacije trtne uši na obeh poskusnih lokacijah uspele premagati obrambne poti, da so se tvorile koreninske odebelitve (nodozitete) in so se razmnoževale na koreninah vseh treh kombinacij cepljenk gostiteljskih rastlin iz rodu *Vitis*. Populacija trtne uši na nodozitetah je bila največja na koreninah avto-cepljene 5C (*V. berlandieri* × *V. riparia*), ki se v praksi uporablja kot ena od standardnih podlag predvsem za težja tla. To pomeni, da so razširjeni

biotipi trtne uši, prilagojeni na hibride ameriških vrst, ki pa še zaenkrat kažejo dovolj visoko toleranco na trtno uš, kljub veliki populaciji na koreninah. Tuberozitate so se razvile samo na rastlinah, kjer so bile korenine okužene s koreninsko populacijo trtne uši, lahko pa da je šlo v primeru populacije trtne uši na Madžarskem za bolj agresiven biotip trtne uši, saj je ta podlaga na tem območju zelo uporabljena v praksi. Nismo pa ugotovili pomembnega vpliva kombinacije cepič-podlaga na okužbo s filoksero.

Literatura

- Carbonneau A. 1985. The Early Selection of Grapevine Rootstocks for Resistance to Drought Conditions. *Am J Enol Vitic*, 36, 195–198.
- Faralli M, Bianchedi PL, Bertamini M, Varotto C. 2021. Rootstock Genotypes Shape the Response of cv. Pinot gris to Water Deficit. *Agronomy*, 11, 75.
- Ferlito F, Distefano G, Gentile A, Allegra M, Lakso AN. 2020. Nicolosi E. Scion—Rootstock interactions influence the growth and behaviour of the grapevine root system in a heavy clay soil. *Aust J Grape Wine Res*, 26, 68–78.
- Frioni T, Biagioni A, Squeri C, Tombesi S, Gatti M, Poni S. 2020. Grafting cv. grechetto gentile vines to new m4 rootstock improves leaf gas exchange and water status as compared to commercial 1103p rootstock. *Agronomy*, 10, 708.
- Galbignani M, Merli MC, Magnanini E, Bernizzoni F, Talaverano I, Gatti M, Tombesi S, Palliotti A, Poni S. 2016. Gas exchange and water-use efficiency of cv. Sangiovese grafted to rootstocks of varying water-deficit tolerance. *Irrig Sci*, 34, 105–116.
- Guilpart N, Metay A, Gary C. 2014. Grapevine bud fertility and number of berries per bunch are determined by water and nitrogen stress around flowering in the previous year. *Eur J Agron*, 54, 9–20.
- Prinsi B, Negri AS, Failla O, Scienza A, Espen L. 2018. Root proteomic and metabolic analyses reveal specific responses to drought stress in differently tolerant grapevine rootstocks. *BMC Plant Biol*, 18, 1–28.
- Pulko B, Vršič S, Valdhuber J. 2012. Influence of various rootstocks on the yield and grape composition of Sauvignon Blanc. *Czech J Food Sci*, 30, 467–473.
- Riaz S, Pap D, Uretsky J, Lauco V, Boursiquot JM, Kocsis L, Walker MA. 2019. Genetic diversity and parentage analysis of grape rootstocks. *Theor Appl Genet*, 132, 1847–1860.
- Serra I, Strever A, Myburgh PA, Deloire A. 2014. Review: The interaction between rootstocks and cultivars (*Vitis vinifera* L.) to enhance drought tolerance in grapevine. *Aust J Grape Wine Res*, 20, 1–14.
- Tandonnet JP, Cookson SJ, Vivin P, Ollat N. 2010. Scion genotype controls biomass allocation and root development in grafted grapevine. *Aust J Grape Wine Res*, 16, 290–300.
- Tardieu F. 2012. Any trait or trait-related allele can confer drought tolerance: Just design the right drought scenario. *J Exp Bot*, 63, 25–31.
- Tardieu F, Simonneau T, Muller B. 2018. The Physiological Basis of Drought Tolerance in Crop Plants: A Scenario-Dependent Probabilistic Approach. *Annu. Rev Plant Biol*, 69, 733–759.
- Tramontini S, Vitali M, Centioni L, Schubert A, Lovisolo C. 2013. Rootstock control of scion response to water stress in grapevine. *Environ Exp Bot*, 93, 20–26.
- Van Leeuwen C, Destrac-Irvine A, Dubernet M, Duchêne E, Gowdy M, Marguerit E, Pieri P, Parker A, De Rességuier L, Ollat N. 2019. An update on the impact of climate change in viticulture and potential adaptations. *Agronomy*, 9, 514.
- Vršič S, Pulko B, Kocsis L. 2015. Factors influencing grafting success and compatibility of grape rootstocks. *Sci Horti*, 181, 168–173.
- Vršič S, Pulko B, Valdhuber J. 2009. Influence of defoliation on carbohydrate reserves of young grapevines in the nursery. *Europ J Hort Sci*, 74, 218–222.
- Vršič S, Valdhuber J, Pulko B. 2004. Compatibility of the rootstock Börner with various scion varieties. *Vitis*, 43, 155–156.
- Vršič S, Kocsis L, Pulko B. 2016. Influence of substrate pH on root growth, biomass and leaf mineral contents of grapevine rootstocks grown in pots. *J Agric Sci Technol*, 18, 483–490.

Preliminarni rezultati sposobnosti okoreninjenja potaknjencev različnih genotipov podlag

Stanko Vrščič^{1*}, Laszlo Kocsis²

¹Univerzitetni center za vinogradništvo in vinarstvo Meranovo, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Univerza Maribor, Pivola 10, 2311 Hoče

²Univerza Pannonia, Fakulteta Georgikon, Oddelke za Hortikulturo, Deák F. u. 16, 8360 Keszthely, Madžarska

*Korespondenca: stanko.vrsic@um.si

Izveček: Podnebne spremembe močno vplivajo na kmetijstvo, vključno z vinogradništvom. Prilagajanje na podnebne ekstreme je pomembno in podlage vinske trte še dodatno pridobivajo na pomembnosti. V tej raziskavi se je ugotavljala sposobnost okoreninjenja pri različnih novih križancih *Vitis ssp.* V poskus je bilo vključenih 155 različnih genotipov, poleg že uveljavljenih podlag in njihovih selekcij tudi novi križanci, ki so jih vzgojili na Univerzi Pannonia, Fakulteti Georgikon, Oddelku za hortikulturo, Keszthely, na Madžarskem. Rastlinski material za potaknjence je bil zagotovljen iz predbaznih nasadov podlag na Oddelku za hortikulturo. Lončni poskus je bil izveden v rastlinjaku v letu 2016. Pri 17 genotipih od 150 se potaknjenci niso okoreninili, pri 36 genotipih pa so se okoreninili vsi potaknjenci. Največ korenin je imel križanec G130 (20 korenin/potaknjeneč), najbližje mu je bil križanec ZA27 s 17 koreninami na potaknjeneč. Manj kot tri korenine je imelo 16 genotipov, trije od teh samo eno.

Ključne besede: *Vitis spp.*, novi križanci, potaknjenci, okoreninjenje

Preliminary Results of Rooting of Cuttings of Different Grapevine Rootstock Genotypes

Abstract: Climate change has great impact on agriculture including viticulture as well. According to climate change, Adaptation to climate extremities is important and vine rootstocks are gaining even more importance. In this research, the rooting ability of various new crosses of *Vitis ssp.* 150 different genotypes were included in the experiment, in addition to already established rootstocks and their selections, as well as new crosses bred at the University of Pannonia, Georgikon Faculty, Department of Horticulture, Keszthely, Hungary. The plant material for the cuttings was provided from the pre-base plantings of the rootstocks in the Department of Horticulture. The pot experiment was carried out in a greenhouse in 2016. Out of 150 genotypes, in 17 genotypes of the cuttings did not root, and in 36 genotypes all of the cuttings rooted. Genotype G130 had the highest number of roots (20 roots/cutting), the closest to it was the crossbreed ZA27 with 17 roots per cutting. 16 genotypes had less than three roots, three of them had only one root per cutting.

Key words: *Vitis spp.*, new hybrids, cuttings, rooting ability

Pregled literature

Podnebne spremembe bodo povečale pritisk za izbiro novih sort grozdja z izboljšanimi lastnostmi na neugodne okoljske razmere (Serra in sod. 2015). Čeprav *Vitis vinifera* L. velja za rastlino dobro prilagojeno na topla in suha okolja (Van Leeuwen in sod. 2019), lahko ekstremni okoljski pogoji znatno zmanjšajo pridelok in kakovost komercialnih sort (Guilpart in sod. 2014). Vinske trte se običajno gojijo kot cepič, cepljen na podlago, saj je izbor podlage najbolj obetavna metoda za doseganje višjih stopenj tolerance na stres (Serra in sod. 2015, Frioni in sod. 2020). Vzgoja tolerantnih sort brez vpliva na kakovostne lastnosti se je izkazala kot zelo zahtevna. Nasprotno pa je bilo ugotovljeno za podlage vinske trte v več študijah, da igrajo pomembno vlogo pri prilagajanju na pomanjkanje vode (Carboneau 1985, Tramontini in sod. 2013).

Intenzivni programi žlahtnjenja podlag so se začeli zaradi invazije in širjenja trtne uši (*Daktulosphaira vitifoliae* Fitch) v Evropi na koncu 19. stol., kar je vodilo do številnih uspešnih sort podlag. Dandanes je izbira podlage pomembna odločitev ne le zaradi potencialnih koristi, ki jih pričakujejo vinogradniki (npr. odpornost proti škodljivcem in patogenom), ampak tudi zato, ker je postavitve vinograda dolgoročna naložba. Zato so za napredek potrebne nadaljnje fiziološke raziskave glede prilagajanja na stres pri različnih genotipih podlag.

Vzdrževanje izmenjave plinov (Frioni in sod. 2020), izrazita strategija varčevanja z vodo (Tramontini in sod. 2013), izboljšana osmotska prilagoditev (Prinsi in sod. 2018) in globok koreninski sistem (Ferlito in sod. 2020) je nekaj najpomembnejših primerov tolerance na stres zaradi podlage. Izraz tolerance na sušo pa je zapleten koncept (Tardieu 2012) in vinska trta lahko uspeva na več različnih makro področjih z različnimi podnebnimi razmerami (Van Leeuwen in sod. 2019). Suša je namreč kombinacija več stresov – nizka razpoložljivost vode, visoke zahteve po izhlapevanju in toplotni stres ter obseg poškodbe zaradi stresa so odvisni od fenološke stopnje vinske trte, na kateri se pojavijo. Zato se za različna območja zahtevajo različne strategije (Tardieu in sod. 2018). Ker obstajajo dokazi, da lahko podlaga močno vpliva na odziv cepljene sorte na stres in na strategijo rabe vode (Serra in sod. 2015, Tramontini in sod. 2013), so fiziološke značilnosti novih podlag s potencialnim različnim obnašanjem in biomaso v stresnih razmerah ključnega pomena za vodilo žlahtniteljev in vinogradnikov, da izberejo najboljšo kombinacijo sorte in podlage.

Komercialno dostopne podlage so bile obsežno opredeljene glede na njihovo prilagajanje stresu. Konsistentno stresno občutljiva 'SO 4' (*Vitis berlandieri* Planch. × *Vitis riparia* Michx.) je bila pogosto predlagana podlaga, medtem ko 'Paulsen 1103' (*Vitis berlandieri* × *Vitis rupestris* Scheele) velja za bolj tolerantan genotip na stres (Galbignani 2016). Vendar nekatere raziskave nakazujejo, da bi na obnašanje podlage lahko vplivali celo genotipi cepičev glede na optimalne ali manj optimalne okoljske razmere (Tandonnet 2010). Komercialno dostopne podlage imajo tudi zelo ozko genetsko raznolikost, kar kaže na potrebo po povečanju genetske palete vrst za vzgojo z izboljšano toleranco na škodljivce in na okoljske obremenitve (Riaz in sod. 2019). Nedavno je bila izdana vrsta križancev podlag z različnim starševskim poreklom in nekatere od njih so bile že v agronomskih poskusih testirane na toleranco pH tal (Vršič in sod. 2016) in klorozo.

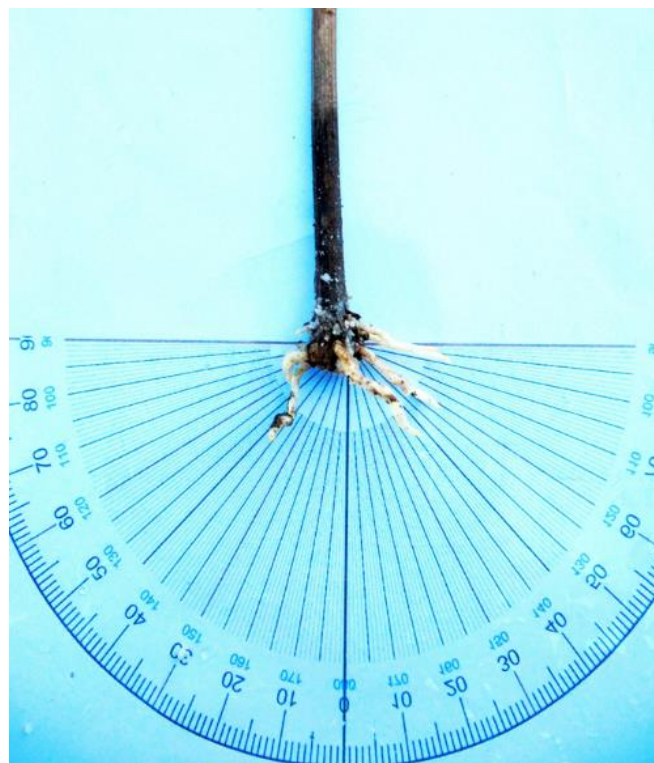
Linija Georgikon je skupina podlag [(*Vitis berlandieri* × *Vitis riparia*) × *Vitis vinifera*], ki je pokazala povečano toleranco na apno v tleh, zato je zanimiva za nadaljnje karakterizacije pod različnimi stresnimi pogoji. Npr. skupina križancev Zamor [(*Vitis berlandieri* × *Vitis riparia*) × *Vitis rupestris*], če ima *V. rupestris* kot starša, lahko kaže precejšnjo stopnjo tolerance na vodni stres. Pred toleranco za stres pa je potrebno preveriti osnovne zahtevane lastnosti podlag, kot so npr. toleranca za trtno uš in ogorčice, sposobnost tvorbe adventivnih korenin in kompatibilnost (Vršič in sod. 2004) s sortami vinske trte. Namen te raziskave je bil ugotoviti sposobnost okoreninjenja novih križancev potencialnih podlag, ki so jih vzgojili na Fakulteti Georgikon na Madžarskem.

Material in metode

Raziskava je bila izvedena na Univerzi Pannonia, na Fakulteti Georgikon, Oddelku za hortikulturo, Keszthely, na Madžarskem. V poskus je bilo vključenih 150 različnih genotipov *Vitis spp.*, in sicer:

- klasične, že uveljavljene podlage in njihove selekcije ('Kober 5BB', 'SO4', 'Teleki 5C', '125 AA', 'Paulsen 1103', 'Ruggeri 140', '41 B', '420 A', 'Teleki 8B', 'Fercal', '3309 C', 'Börner', 'Solonis × Riparia 1616', 'Sori'...),
- novi križanci vzgojeni na oddelku za hortikulturo (serija Georgikon, SZI, Zamor × Apati...),
- sejanci ameriških vrst (riparia, rupestris, berlandieri),
- selekcije *V. sylvestris* (Alharos, Dorgo 1805),
- ter nekateri starejši križanci ('Baco noir', 'Seibel 5279', 'Vialla') (preglednica 1).

V kolekciji je bilo posajenih najmanj 5 rastlin vsakega genotipa (pri nekaterih tudi 10 ali več). Ves rastlinski material (ključi) je bil pridobljen v kolekciji podlag na Oddelku za hortikulturo in v predbaznem nasadu podlag na lokaciji Cserszegtomaj, 5 km od Oddelka za hortikulturo. Ključi so bili narezani v januarju 2016 in do sajenja hranjeni v hladilnici pri 2 °C. Dolžina ključev je bila najmanj 15 cm oz. da je ključ imel najmanj spodaj in zgoraj nodij. Pred sajenjem v lončke so bila vsa očesa razen zgornjega odstranjena. V marcu so bili potaknjenci (od 8 do 10 na genotip) posajeni v lončke (Ø 6 cm) z rastnim substratom (Topfsubstrat, Klasmann-Dielmann, Nemčija). Po 6 tednih v rastlinjaku pri temperaturi 25 °C ± 2 °C smo ugotavljali delež okoreninjenih potaknjencev, število korenin in geotropični kot korenin (slika 1).



Slika 1. Merjenje geotropičnega kota korenin pri potaknjencih.

Preglednica 1. Genotipi *Vitis spp.* vključeni v preliminarni poskus okoreninjenja potaknjencev.

Genotip	Genotip	Genotip	Genotip
2003 A	G136	Kober 5 BB GM 13	Z*A 1
3303 Couderc	G137	Kober 5BB (F21)	Z*A 21
41 B	G138	Kober 5BB (CR218)	Z*A 22
5C (EWD-103)	G139	Kober 5BB Cr-26	Z*A 24
5C GK 40	G140	Paulsen 1103	Z*A 27
5C GM 10-74	G143	Rip. Cordifolia	Z*A 28
5C WED 48	G18	Riparia Grand Glabre	Z*A 30
6cz	G185	Riparia III 41:9 (sejanec)	Z*A 35
Alharos (V. syl. sel. Terpó)	G2/8	Riparia Martin de Perrier	Z*A 4
Amos	G203	Rup Martin	ZCS 5
Aramon G1	G209	Rup Metalica	ZF 02
Aramon Rup. Ganzin N1	G235	Seibel 5279	ZF 38
Aramon Rup. Ganzin N2(14)	G241	Selvatiche	ZF42
Armon*Rip143 Mgt	G243	SO4 K133	ZÖ 110 (G28 x Börner)
B*R 125 AA (K 147)	G251	Solonis*Rip 1616	ZÖ 150
B*R 420A	G254	Sori	ZÖ 95
B*R 5BB	G255	SZF14	
B*R 5BB (E20)	G28	SZI 02 (G28 x Börner)	
B*R 5C GM-10	G49	SZI 21	
Baco noir	G51	SZI 50	V. berl. Ressequier N107(5) 15
Baco1	G52	SZI 56	GK9 (sel. Teleki 8B, moški cvet)
Badacsony 3 (sel. Rup. du Lot)	G59	SZI 65	R*V 6.6 (89)78 14/57-147
BÖRNER	G6	SZI 71	Ruggeri 140
Dorgò 1805A (sel. V. syl. Terpó)	G60	SZI 72	Ruggeri (1) (sel. Rug. 140)
Fercal	G61	SZI 87	SZI 52
Fercal (27)	GK 14	SZI 88	GK10/2 (sel. Teleki 8B, ženski cvet)
G 142	GK 42 (sel. 5C)	SZI 99	G107
G 29	GK 44 (sel. SO4)	T5C Gm6	G236
G10	GK 49 (sel. SO4)	Teleki Kober 125AA	ZF05
G103	GK 62 (sel. 125 AA)	Velence GK68 (sel. Teleki 8B)	GK1
G107/7	GK 62 (sel. SO4)	Violla	G203
G121 (rip. x rup. x berl.)	GK 69(3) (sel. Teleki 8B)	Vit. Rup. Taylor	Berlandieri IV 21.38 (sejanec)
G123	GK13	Vit. Berl. Ressequier N1	ZCS 16
G124	GK40 (sel. 5C)	Vit. Rup. Fortworth N1	SZF 06
G125	GK43 (sel. 5BB)	Vitis Novo Mexicana	Vitis solonis
G129	GK46 (sel. 5BB)	Vitis Rup. Fortworth 13	Vitis cinerea Arnold
G130	GK67	Vitis solonis	
G131	GK69 (sel. Teleki 8B)	VÖ 03	
G134	HH	Z*A 01	

Rezultati in diskusija

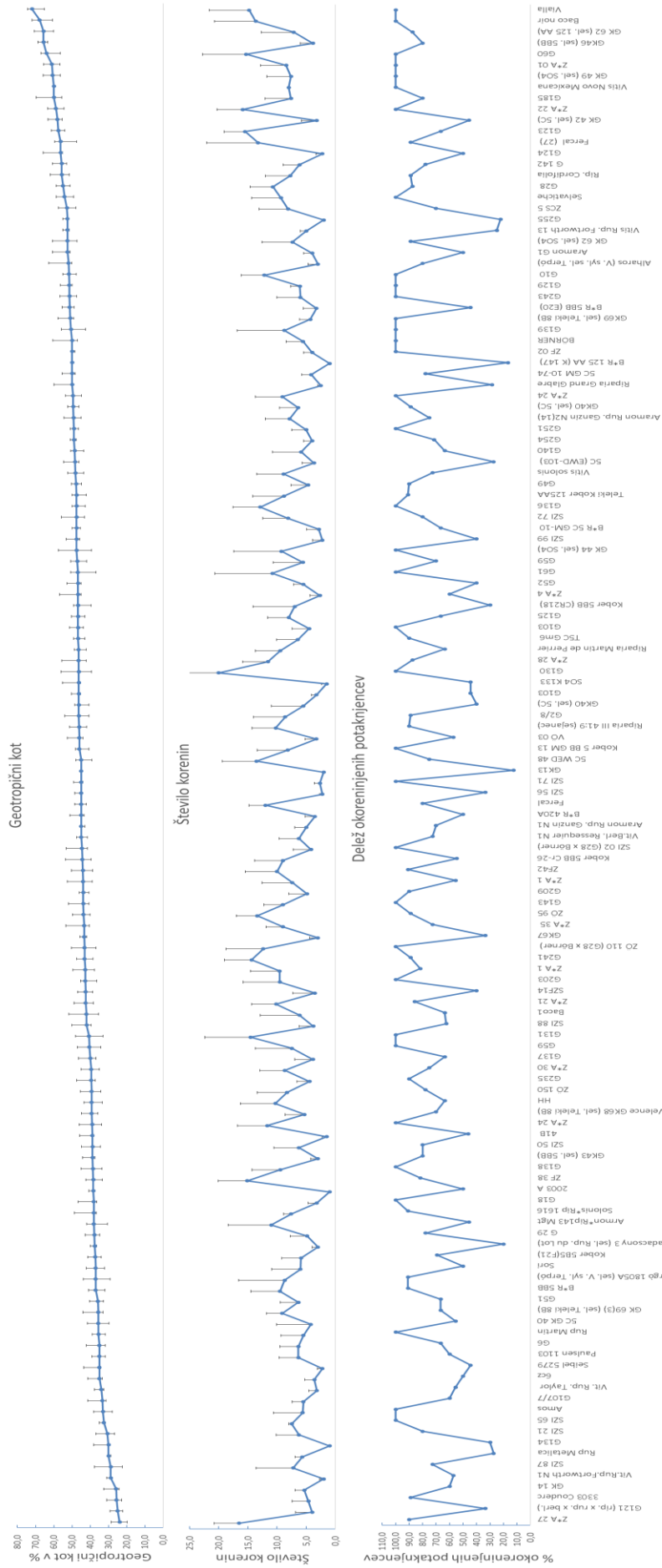
V grafikonu 1 so genotipi podlag, razvrščeni po izmerjenem kotu korenin v lončnem poskusu. Na začetku grafikona prevladujejo predvsem križanci, ki imajo tudi genom *rupestrisa*, kar se odraža v manjšem geotropičnem kotu.

Po številu korenin so se genotipi podlag zelo razlikovali. Pri 17 genotipih od 150 se potaknjenci niso okoreninili. Večina od njih je imelo lastnosti *V. berlandieri*, nekaj tudi *Vitis cinerea* ali *Vitis solonis*. Potrebno pa je izpostaviti, da poleg genetskih lastnosti (npr. *V. berlandieri* se zelo slabo okorenini) na tvorbo adventivnih korenin vplivajo še mnogi drugi dejavniki, predvsem količina vode in založnih snovi v rozgah (Vršič in sod. 2009, 2015), kar se kaže v slabši dozorelosti lesa in stanju lesa (razmerje les : stržen). Vsi ključi so bili narezani iz rozg nabranih v predbaznem nasadu, kjer so bile rastne razmere zelo izenačene v smislu tal in vremenskih razmer v času rasti posameznih genotipov. Vendar pa je pri tem treba izpostaviti, da so posameznim genotipom vremenske razmere izrazitega panonskega podnebja najverjetneje tudi različno ustrezale, nekaterim bolj drugim manj, kar je lahko vplivalo na prej omenjene parametre dozorelosti lesa.

Pri 36 genotipih so se okoreninili vsi potaknjenci. Največ korenin (20/potaknjeneč) je imel križanec G130. Nekoliko manj, 17 korenin na potaknjeneč, je imel križanec ZA27. Eden od staršev tega križanca je podlaga 'Zamor', za katero Faralli in sod. (2021) ugotavljajo, da bi ta novejša podlaga lahko bila primerna v določenih okoljih z omejeno količino vode in območjih, za katera so značilna plitva tla. Kar se tiče plitvih tal je potrebno preverjanje v naravnih razmerah. Znano je, da *Vitis rupestris* in njegovi križanci kljub temu, da imajo mali geotropični kot korenin, tako kot v našem primeru npr. ZA27 (grafikon 1), ne zagotavljajo večje tolerance za vodo. Samo na dovolj globoko zrahljanih tleh se koreninski sistem razvije v večji globini tal, kar omogoča manj moteno oskrbo trte z vodo. Manj kot tri korenine je imelo 16 genotipov, trije od teh samo eno. Med temi tremi sta bili selekciji dveh uveljavljenih podlag, in sicer '125 AA' in 'SO 4', ki se v praksi dokaj dobro okoreninila. To še dodatno potrjuje, da je tvorbo adventivnih korenin zelo kompleksen naravni proces.

Zaključki

Okoreninjenje potaknjencev je ena od osnovnih lastnosti podlag poleg tolerance na trtno uš in ogorčice ter kompatibilnosti s sortami žlahtne vinske trte. Na okoreninjenje lahko vplivajo številni dejavniki. Do izraza lahko pride vpliv *Vitis spp.*, ki je prisotna v genomu posamezne podlage. Ta slaba lastnost, ki je značilna npr. za *Vitis berlandieri*, se kaže pri nekaterih podlagah (npr. pri podlagi '420 A'), ki so nastale s križanjem *berlandierija* z drugimi vrstami *Vitis*. Tudi v našem poskusu se je to do neke mere potrdilo. Vendar pa je treba ob tem upoštevati še druge dejavnike npr. dozorelost rozg (vsebnost vode), iz katerih narežemo ključe. Ključi slabo dozorelih rozg imajo malo založnih snovi, običajno tudi večji stržen in manjši potencial za tvorbo adventivnih korenin. Zakaj pa nastanejo razlike v dozorelosti lesa med različnimi genotipi v enakih razmerah gojenja, pa lahko pripišemo do neke mere lastnostim genotipa.



Opomba. Z – podlaga Zamor, A – podlaga Apati, G – Georgikon, ZÖ – vrh mladike je zelen, SZI – vrh mladike je obarvan, SZF – obarvani vrhovi zobcev na mladem listu, ZCS – zeleni mladi listi, ZF – zeleni vrhovi zobcev na mladem listu, VÖ – rdeč mladi list, HH – stara podlaga z neznanim pedigrejem

Grafikon 1. Delež okoreninjenih potaknjencev (n=8-10), povprečno število korenin na potaknjencu in geotropični kot korenin različnih genotipov standardnih podlag in novih križancev v lončnem poskusu na Oddelku za hortikulturo (Panonska univerza, Fakulteta Georgikon, Keszthely, Madžarska) v letu 2016. V poskus je bilo vključenih 150 genotipov od tega se jih 17 ni okoreninilo.

Literatura

- Serra I, Strever A, Myburgh PA, Deloire A. 2014. Review: The interaction between rootstocks and cultivars (*Vitis vinifera* L.) to enhance drought tolerance in grapevine. *Aust. J. Grape Wine Res*, 20, 1–14.
- Van Leeuwen C, Destrac-Irvine A, Dubernet M, Duchêne E, Gowdy M, Marguerit E, Pieri P, Parker A, De Risséguier L, Ollat N. 2019. An update on the impact of climate change in viticulture and potential adaptations. *Agronomy*, 9, 514.
- Guilpart N, Metay A, Gary C. 2014. Grapevine bud fertility and number of berries per bunch are determined by water and nitrogen stress around flowering in the previous year. *Eur J Agron*, 54, 9–20.
- Frioni T, Biagioni A, Squeri C, Tombesi S, Gatti M, Poni S. 2020. Grafting cv. Grechetto gentile vines to new m4 rootstock improves leaf gas exchange and water status as compared to commercial 1103p rootstock. *Agronomy*, 10, 708.
- Carbonneau A. 1985. The Early Selection of Grapevine Rootstocks for Resistance to Drought Conditions. *Am J Enol Vitic*, 36, 195–198.
- Tramontini S, Vital, M, Centioni L, Schubert A, Lovisolo C. 2013. Rootstock control of scion response to water stress in grapevine. *Environ Exp Bot*, 93, 20–26.
- Prinsi B, Negri AS, Failla O, Scienza A, Espen L. 2020. Root proteomic and metabolic analyses reveal specific responses to drought stress in differently tolerant grapevine rootstocks. *BMC Plant Biol* 2018, 18, 1–28.
- Ferlito F, Distefano G, Gentile A, Allegra M, Lakso AN, Nicolosi E. 2019. Scion—Rootstock interactions influence the growth and behaviour of the grapevine root system in a heavy clay soil. *Aust J Grape Wine Res*, 26, 68–78.
- Tardieu F. 2012. Any trait or trait-related allele can confer drought tolerance: Just design the right drought scenario. *J Exp Bot*, 63, 25–31.
- Tardieu F, Simonneau T, Mulle, B. 2018. The Physiological Basis of Drought Tolerance in Crop Plants: A Scenario-Dependent Probabilistic Approach. *Annu Rev Plant Biol*, 69, 733–759.
- Galbignani M, Merli MC, Magnanini E, Bernizzoni F, Talaverano I, Gatti M, Tombesi S, Palliotti A, Poni S. 2016. Gas exchange and water-use efficiency of cv. Sangiovese grafted to rootstocks of varying water-deficit tolerance. *Irrig Sci*, 34, 105–116.
- Tandonnet JP, Cookson SJ, Vivin P, Ollat N. 2010. Scion genotype controls biomass allocation and root development in grafted grapevine. *Aust J Grape Wine Res*, 16, 290–300.
- Riaz S, Pap D, Uretsky J, Laucou V, Boursiquo, JM, Kocsis L, Walker MA. 2019. Genetic diversity and parentage analysis of grape rootstocks. *Theor Appl Genet*, 132, 1847–1860.
- Vršič S, Kocsis L, Pulko, B. 2016. Influence of substrate pH on root growth, biomass and leaf mineral contents of grapevine rootstocks grown in pots. *J Agric Sci Technol*, 18, 483–490.
- Faralli M, Bianchedi PL, Bertamini M, Varotto C. 2021. Rootstock Genotypes Shape the Response of cv. Pinot gris to Water Deficit. *Agronomy*, 11, 75.
- Vršič S, Valdhuber J, Pulko B. 2004. Compatibility of the rootstock Börner with various scion varieties. *Vitis*, 43, 155–156.
- Vršič S, Pulko B, Valdhuber J. 2009. Influence of defoliation on carbohydrate reserves of young grapevines in the nursery. *Europ J Hort Sci*, 74, 218–222.
- Vršič S, Pulko B, Kocsis L. 2015. Factors influencing grafting success and compatibility of grape rootstocks. *Sci Horti*, 181, 168-173.

PINORE; prva slovenska sorta vinske trte nastala s križanjem sort 'Modri pinot' in 'Regent'

Stanko Vršič*, Klemen Vršič

¹Univerzitetni center za vinogradništvo in vinarstvo Meranovo, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Univerza Maribor, Pivola 10, 2311 Hoče

*Korespondenca: stanko.vrsic@um.si

Izveček: Ponovno se je pojavilo zanimanje za sorte, ki so bolj tolerantne za bolezni, kar je predvsem posledica povečane ozaveščenosti pridelovalcev in potrošnikov o vplivu fitokemikalij v okolju. V prispevku je opisana prva slovenska sorta vinske trte 'Pinore', križana med *Vitis vinifera* L. 'Modri pinot' klon Mf in 'Regent'. Cilj je bil ustvariti zgodnjo sorto grozdja, ki dobro prenaša biotski stres (npr. peronosporo, pepelasto plesen in botritis) v kombinaciji s prednostmi uveljavljenih sort in njihovih intenzivnih barv vina. Predstavljene so nekatere ampelografske značilnosti nove sorte in njene glavne agronomske lastnosti čas zorenja, pridelek grozdja, kakovost in toleranca za bolezni v triletnem obdobju (2014–2017). Izvedene so bile senzorične analize vina in primerjane z mednarodno sorto 'Modri pinot'. Preiskovani genotip je pokazal dobre agronomske lastnosti in visoko kakovost vina, kar zadeva vsebnost polifenolov. Predvsem glede antocianov in tolerantnosti na bolezni (Ren3/9 in Rpv3.1) se bistveno razlikuje od referenčne sorte 'Modri pinot'. Kar zadeva ampelografske značilnosti, so glavne razlike v številu listnih krp, globini stranskih sinusov in vsebnosti antocianov v mesu. Preiskovani genotip je bil predlagan Komisiji za nove sorte v Sloveniji v postopek priznanja sorte, zaključek postopka pa je predviden v letu 2023.

Ključne besede: vinska trta, žlahtnjenje, rdeča sorta, 'Pinore', Slovenija

'Pinore': The First Slovenian Vine Variety Cross-Bred between 'Pinot noir' and 'Regent'

Abstract: Renewed interest in varieties that are more tolerant to diseases has emerged, which is mainly due to increased awareness by producers and consumers regarding the impact of phyto-chemicals in the environment. This paper describes the first Slovenian grapevine variety 'Pinore' crossed between the *Vitis vinifera* L. 'Pinot noir' clone Mf and 'Regent' vines. The aim was to create an early ripening grape cultivar that has a good tolerance to biotic stress (e. g. downy and powdery mildew, botrytis) combined with the benefits of established cultivars and their intense wine colors. Some ampelographic characteristics of young shoots, mature leaves, bunches, and berries are presented, and its major agronomic traits, ripening time, grape yield, quality performances, and disease resistance were evaluated over a three-year period (2014–2017). Wine sensory analyses were performed and compared with the international variety 'Pinot noir'. The examined genotype showed good agronomic performance and a high wine quality as far as the content of polyphenols is concerned, especially in terms of anthocyanins and tolerance to diseases (Ren3/9 and Rpv3.1); it is significantly different compared to the reference variety 'Pinot noir'. In terms of ampelographic characteristics, the main differences are in the number of leaf lobes, the depth of the lateral sinuses, and the content of anthocyanins in its flesh. The investigated genotype has been proposed to the Committee of new varieties in Slovenia for the variety recognition procedure, and completion of the procedure is planned in 2023.

Keywords: grapevine, breeding, red variety, 'Pinore', Slovenia

Pregled literature

Vinska trta (*Vitis vinifera* L.) je gospodarsko najpomembnejša sadna vrsta na svetu (OIV 2019); zato je izbor sorte pomemben vinogradniški dejavnik za povečanje pridelka in kakovosti grozdja. Uspešno vinogradništvo mora zadostiti zahtevam potrošnikov in pridelovalcev po dobri kakovosti vina, odpornosti na bolezni in škodljivce ter po nizkem vplivu na okolje (Broome in Warner 2008). Evropske kmetijske politike so uvedle smernice, ki so osredotočene na izboljšanje strategij upravljanja, vključevanje agronomskih praks v vinogradih (Direktiva 2009/128/CE) in zmanjšanje uporabe pesticidov z uporabo sort, bolj odpornih na bolezni (PiWi) v primerjavi s konvencionalnimi. Te sorte bi lahko bile najbolj obetavno orodje za nizke vložke in stroške, nižji ekološki prstni odtis in za vinogradništvo, ki prihrani čas zaradi zmanjšanja škropljenja (Lisek 2010). So tudi najučinkovitejše orodje za povečanje ekološkega kmetijstva na 25 % do leta 2030, kar je v skladu z dogovorom držav Evropske unije (EU) (A European Green Deal 2021).

Te sorte so rezultat prizadevanj za združevanje kakovosti tradicionalnih evropskih sort (*Vitis vinifera* L.) in različnih lastnosti odpornosti, značilnih za ameriške (*Vitis riparia* Mchx., *Vitis aestivalis* Mchx., *Vitis berlandieri* Planch. in *Vitis rupestris* Scheele) in azijske (*Vitis amurensis* Rupr.) vrste. Medvrstno žlahtnjenje je bilo še posebej pomembno po množičnem uničenju evropskih vinogradov, ki je bilo posledica vdora resnih glivičnih bolezni in škodljivcev iz ZDA v drugi polovici 19. stoletja, kot je pepelasta plesen (*Erysiphe necator* Schwein.), peronospora (*Plasmopara viticola* (Berk. in M. A. Curtis) Berl. in De Toni) ali filoksera (*Daktulosphaira vitifoliae* Fitch). Peronospora je ena najbolj razširjenih bolezni vinske trte po vsem svetu in lahko povzroči znatno zmanjšanje pridelka in kakovosti jagod (Gessle in sod. 2011). Identificirani so bili različni lokusi (Run1 + Rpv1, Rpv3.1, Rpv3.2, Rpv10, Rpv12, Ren1, Ren3, Ren9), ki dajejo odpornost na oidij in peronosporo (Röckel in sod. 2021). Odpornost na peronosporo vinske trte, posredovana z Rpv3–1, je povezana s specifičnimi transkripcijskimi odzivi gostitelja in kopičenjem stilbenov (Eisenmann in sod. 2019). Na žalost potomci teh sort pogosto izgubijo stabilen pridelek in kakovostne lastnosti svojih evropskih staršev zaradi njihove kompleksne poligeneske baze, ki določa odpornost in kakovost grozdja (Espino 1982) in dokazuje, da so medvrstne metode žlahtnjenja precej neuspešne. Nazadnje, uporaba pesticidov in uporaba prvih podlag, ki so tolerantne na filoksero, nizka kakovost vin, ki so bila pridobljena, in možna prisotnost strupenih metabolitov so privedli do nizke priljubljenosti hibridov (Breider 1964). Od takrat so križanja izvajali le v Nemčiji (Becker in Zimmermann 1978), Avstriji (Mayer 1989) in na Madžarskem (Kozma 1986), Francija pa je po prepovedi hibridov večinoma ustavila svoje programe žlahtnjenja (Töpfer in sod. 2011). Pri novih sortah, pridobljenih s križanjem, še naprej iščemo boljšo toleranco za bolezni. Za uspešno žlahtnjenje pa je ohranjanje genskih virov vinske trte prednostna naloga, saj omogoča ustrezno selekcijo matičnih materialov v procesu žlahtnjenja.

Leta 1822 je bila na posestvu v Vrhovem dolu pri Mariboru (danes Univerzitetni center za vinogradništvo in vinarstvo Meranovo) ustanovljena mednarodno pomembna raziskovalna postaja vinske trte, katere glavni cilj je bil uvajati nove sorte (predvsem iz Porenja) v prakso. Pobudnik teh dejavnosti je bil takrat nadvojvoda Janez, pravnik Marije Terezije. Selekcija v vinogradništvu na Slovenskem se je začela takoj po pojavu filoksera leta 1890, še intenzivneje pa po letu 1906 s selekcijo podlag Teleki iz Madžarske, in sicer hibridov *V. riparia* × *V. berlandieri* Teleki št. 4, 5, 6, 7, 8 in 9 (Skalicky 1907). Material Teleki št. 4 je bil leta 1912 poslan v Oppenheim in iz tega materiala je bila pridobljena ena najbolj znanih podlag 'SO4'. V okviru državnega žlahtniteljskega programa vinske trte se je leta 1954 začela načrtna klonska selekcija s selekcijo sorte 'Laški rizling' (Koruza in sod. 2012). Znani žlahtnitelj Stanko Matekovič je selekcioniral prva klona sort 'Laški rizling' Mt 178 (danes SI-11) in 'Sauvignon' Mt 43 (danes SI-3). Takrat je križal tudi sorti 'Madeleine Angevine' in 'Šipon' in vzgojil hibrid 14/2, katerega oznaka se ni spremenila (Korošec-Koruza 2018). V osemdesetih letih prejšnjega stoletja smo začeli intenzivneje preizkušati lastnosti sort PiWi iz različnih žlahtniteljskih centrov v Evropi (Geisenheim, Freuburg, Geilweilerhof, Kesthely itd.). Pet od teh sort je bilo dodanih na seznam sort, ki se lahko v letu 2021 gojijo v vinorodnih deželah Podravje in Posavje (Ur. l. RS, št. 26/21). Hkrati smo

začeli tudi s klasičnim križanjem vinskih in namiznih sort grozdja. Prvi rezultat teh je bil 'Pinore', ki je nastal leta 1999 s križanjem sort 'Modri pinot' klon Mf in 'Regent'. Matična rastlina 'Modri pinot' ima ugodne lastnosti in razmeroma kratek vegetativni cikel ter sadne arome in sodi med najbolj kakovostne sorte rdečega vina na svetu. Ta klon modrega pinota je bil izbran, ker je v skladu z deskriptorjem OIV 204 njegova arhitektura grozda ohlapna, oz. grozd je manj zbit (OIV 2009). Tudi drugi od staršev 'Regent' ima kratek vegetativni cikel (enako kot matična rastlina), intenzivno barvo jagod in vina ter dobro toleranco za bolezni.

Glavni namen tega križanja je bil vzgojiti sorto, ki bi bila primerna za gojenje v celinskih podnebnih razmerah, imela intenzivnejšo barvo kot modri pinot in bila manj občutljiva na bolezni (peronospora, oidij in botritis). Domnevali smo, da bi lahko nekateri potomci iz križancev teh dveh starševskih linij podedovali (i) zadovoljivo stopnjo tolerance za bolezni in (ii) ustrezne vinogradniško-enološke lastnosti za pridelavo kakovostnega vina v naših podnebnih razmerah.

Material in metode dela

Izvor genotipa in mesto študije

Križanje je bilo izvedeno leta 1999 v zasebni zbirki vinskih in namiznih sort vinske trte v Zagorcih (46.5087821, 15.9773642) pri Ptujju, Slovenija. Vinograd je bil posajen leta 2010 na strmem pobočju s 15 % naklonom in izpostavljenostjo na JZ (medvrstna razdalja 2,4 m; v vrsti 1 m) in gojen na gojitveni obliki enojni Guyot. Vse trte so bile cepljene na podlago *V. berlandieri* × *V. riparia* 'Kober 5BB'.

Vinograd smo obdelovali po vinogradniški praksi integrirane pridelave s trajnim medvrstnim zelenim pokrovom in uporabo herbicida glifosat (1,5 L/ha) v vrsti (pas por trsi). Raziskava je potekala od leta 2014 do 2016. Povprečna količina padavin (1. april – 31. oktober) je bila leta 2014 841 mm, leta 2015 723 mm in leta 2016 563 mm (dolgoletno povprečje 1980–2019 je 712 mm). Povprečne temperature so bile 15,9 °C (2014), 16,6 °C (2015) in 16,3 °C (2016), vrednosti Huglinovega indeksa v teh letih pa 1736, 2057 in 2017 °C enot, kar je blizu povprečje zadnjih 10 let (16,45 °C oziroma 1981 °C enot), z izjemo leta 2014 (Meteorološka postaja Maribor, Agencija RS za okolje).

Tla so srednje globoka, ilovnata s pH približno 6,5 (0,1 mol/L KCl). Na podlagi postopka ekstrakcije amonijevega laktata povprečni vzorec zemlje vsebuje 6,5 mg topnega P₂O₅-P, 26,7 mg topnega K₂O-K, 25 mg topnega MgO-Mg na 100 g tal in 3,61 % organske snovi, zračno posušeni vzorcev zemlje (0–30 cm). Te značilnosti tal so bile pridobljene pred začetkom poskusa aprila 2013. Gnojila med poskusnim obdobjem niso bila uporabljena.

Postavitev poskusa

Preizkušanje nove sorte se je začelo leta 2014, na isti lokaciji kot križanje, ko so bile trte stare štiri leta. Kot referenčna sorta je služil 'Modri pinot'. Za vsak genotip smo spremljali 30 trsov in jih obravnavali kot 6 ponovitev (5 trsov na ponovitev). V vsakem poskusnem letu (2014–2016) smo vsako trto obrezali na devet oces na trto. Za opis fenoloških smo uporabili sistem BBCH in sicer brstenje (05): »stadij volne«, rjava volna jasno vidna; cvetenje (65): polno cvetenje, 50 % odpadlih cvetov; véraison (81): začetek zorenja, jagode se začnejo barvati; zrelost (89): jagode zrele za obiranje.

Leta 2013, pred začetkom poskusa, so na Univerzi Mendel, Fakulteta za hortikulturo, Lednice, Češka, izmerili skupne polifenole v vinu testiranih in starševskih sort. Za določanje skupnih polifenolnih spojin smo uporabili metodo Folin–Ciocalteu. Vsi vzorci so bili analizirani v treh ponovitvah. Absorbanco (SPECORD 210, Carl-Zeiss, Jena, Nemčija) smo izmerili pri $\lambda = 750$ nm v primerjavi s kontrolnim vzorcem. Rezultati so bili izraženi kot ekvivalent galne kisline. Izvedeno je bilo določanje posameznih antioksidativnih komponent s HPLC-UV/VIS (Sochorova in sod. 2020).

Genske analize

Novi križanec je bil determiniran tudi z mikrosatelitskimi markerji (SSR) (Zdunić in sod. 2020) in analiziran na lokuse odpornosti na boleznih (Röckel in sod. 2021). Celotno genomsko DNK smo ekstrahirali s kompletom NucleoSpin Plant II (Macherey-Nagel, Düren, Nemčija) in jo ekstrahirali iz mladih listov. Ekstrahirano DNA smo kvantificirali in uporabili pri delovni koncentraciji DNK 1 ng/ μ L. Analiziranih je bilo 24 mikrosatelitskih lokusov, predstavljenih je 9 najpomembnejših (preglednica 1). Kombinacije mikrosatelitskih lokusov (multipleksi) so bile optimizirane v laboratoriju Julius Kühn-Institut Siebeidingen; uporaba različnih oznak in različnih dolžin fragmentov je omogočila multipleksiranje verižnih reakcij s polimerazo (PCR) z do štirimi markerji. KAPA Fast Multiplex PCR Kit (2X) (Kapa Bio-systems, Wilmington, MA, ZDA) je bil uporabljen za pripravo reakcijskih mešanic, ki vsebujejo glavno mešanico, 100 pmol vsakega primerja in \sim 1 ng kontrolne DNK. DNK fragmenti so bili namnoženi s pomočjo verižne reakcije s polimerazo (PCR). Sekvenčna reakcija je potekala v cikličnem termostatu z uporabo naslednjega temperaturnega profila: tri minute začetne denaturacije pri 95 °C, ki ji je sledilo 30 ciklov denaturacije pri 95 °C (15 s), prileganje začetnih oligonukleotidov pri 60 °C (30 s) in sinteza fragmentov DNA pri 72 °C (30 s). Končno podaljšanje je bilo izvedeno pri 72 °C za sedem minut. Analiza fragmentov je bila izvedena z uporabo kapilarne elektroforeze ABI 3130 \times I (Applied Biosystems, Weiterstadt). Velikosti fluorescentno označenih fragmentov DNK so bile določene s programsko opremo GeneMapper 5.0 (Applied Biosystems, Foster City, CA, ZDA) in so temeljile na fluorescentno označenem označevalcu velikosti, ki pokriva obseg od 75 do 500 bp. Za določanje velikosti alelov sta bila uporabljena referenčna genotipa 'Rumeni muškat' in 'Cabernet franc'. Osem lokusov odpornosti (Run1 + Rpv1, Rpv3.1, Rpv3.2, Rpv10, Rpv12, Ren1, Ren3, Ren9), ki so bili prisotni, so bili uporabljeni kot označevalci, kot priporočajo Röckel in sod. (2021). Ekstrakcija DNK in analiza z mikrosatelitskimi markerji (SSR) ter analiza odpornosti proti boleznim je bila izvedena na Julius Kühn-Institute, Inštitut za žlahtnjenje vinske trte Geilweilerhof, Nemčija.

Vzorčenje in meritve

Raziskave so potekale tri leta (2014–2016). Spremljali smo ampelografske lastnosti, čas od brstenja do tehnološke zrelosti (fenologija), pridelek grozdja, morfologijo grozda in jagod ter kakovost grozdja in vina. Ampelografske značilnosti mladik, odraslih listov ter grozdov in jagod smo opisali z deskriptorji OIV (OIV 2009). Čas zorenja je bil določen na podlagi vsebnosti sladkorja, ki je bila ugotovljena z refraktometrom nad 84 °Oe, kar je minimalna vsebnost zahtevana za vrhunsko vino s kontroliranim geografskim poreklom in kakovostjo (Ur. RS, št. 105/06). Pridelek grozdja smo ugotavljali z merjenjem mase vseh grozdov iz posameznega trsa. Masa grozda je bila izračunana na podlagi povprečja vseh grozdov, ki jih je obrodilo 30 trsov. Masa jagod je bila povprečna vrednost 100 naključno izbranih jagod. Zahtevano vsebnost sladkorja smo določili z refraktometrom, zahtevano skupno vsebnost kisline pa s titracijo z N/4 NaOH. Vina so bila pridelana z mikroviniifikacijo v 40 L nerjavečih sodih, ki so vsebovali vsako obravnavano sorto. Pet mesecev po stekleničenju so bila vina analizirana po uradnih metodah Zakona o vinu (Uradni list RS, št. 105/06). Standardne parametre, kot so alkohol, skupne kisline, skupni ekstrakt in intenzivnost barve, smo merili na Univerzitetnem centru za vinogradništvo in vinarstvo Meranovo, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede. Senzorično ocenjevanje je opravila akreditirana senzorična komisija (devet ocenjevalcev). Uporabljena je bila Buxbaumova točkovna metoda (0–20 točk) (Uradni list RS, št. 32/00).

Statistična analiza

Pred analizo variance so bili vsi parametri testirani na normalnost in homogenost variance z Levenovim testom. Za analizo variance f je bila izvedena enosmerna ANOVA. Povprečne primerjave med novimi in standardnimi sortami so bile izvedene s Tukeyjevim testom. Podatki so bili analizirani s programsko opremo IBM SPSS Statistics (verz. 25, IBM, Incorporation, Armonk, NY, ZDA).

Rezultati in diskusija

Genetske in ampelografske značilnosti

Genetski profili nove sorte so navedeni na podlagi analiz devetih mikrosatelitskih lokusov (preglednica 1), ki potrjujejo obe starševski sorti ('Regent' in 'Modri Pinot'). Ampelografske značilnosti nove slovenske sorte 'Pinore' (slika 1) so predstavljene v tabeli 2, kjer so navedeni njeni deskriptorji OIV. Vrh mladega poganjka je popolnoma odprt, zgornja stran listne ploskve mladega lista pa je rumeno bronasta. Odrasel list je okrogel in ima pet krp, peceljni sinus pa je prekrit. Volnate dlačice med glavnimi žilami so srednje goste, ščetinaste dlačice na glavnih žilah na spodnji strani lista pa so redke. Grozd je valjast (včasih tudi krilat), kratek in srednje zbit. Jagode so majhne, okroglaste in modro črne, meso pa ima šibko antociansko obarvanost. Glavne razlike glede na deskriptorje OIV med novo sorto 'Pinore' in sorto 'Modri pinot' so v številu listnih krp (OIV68), stopnji odprtosti peceljnega sinusa (OIV079) (preglednica 2) in antocianinih v mesu (OIV231).

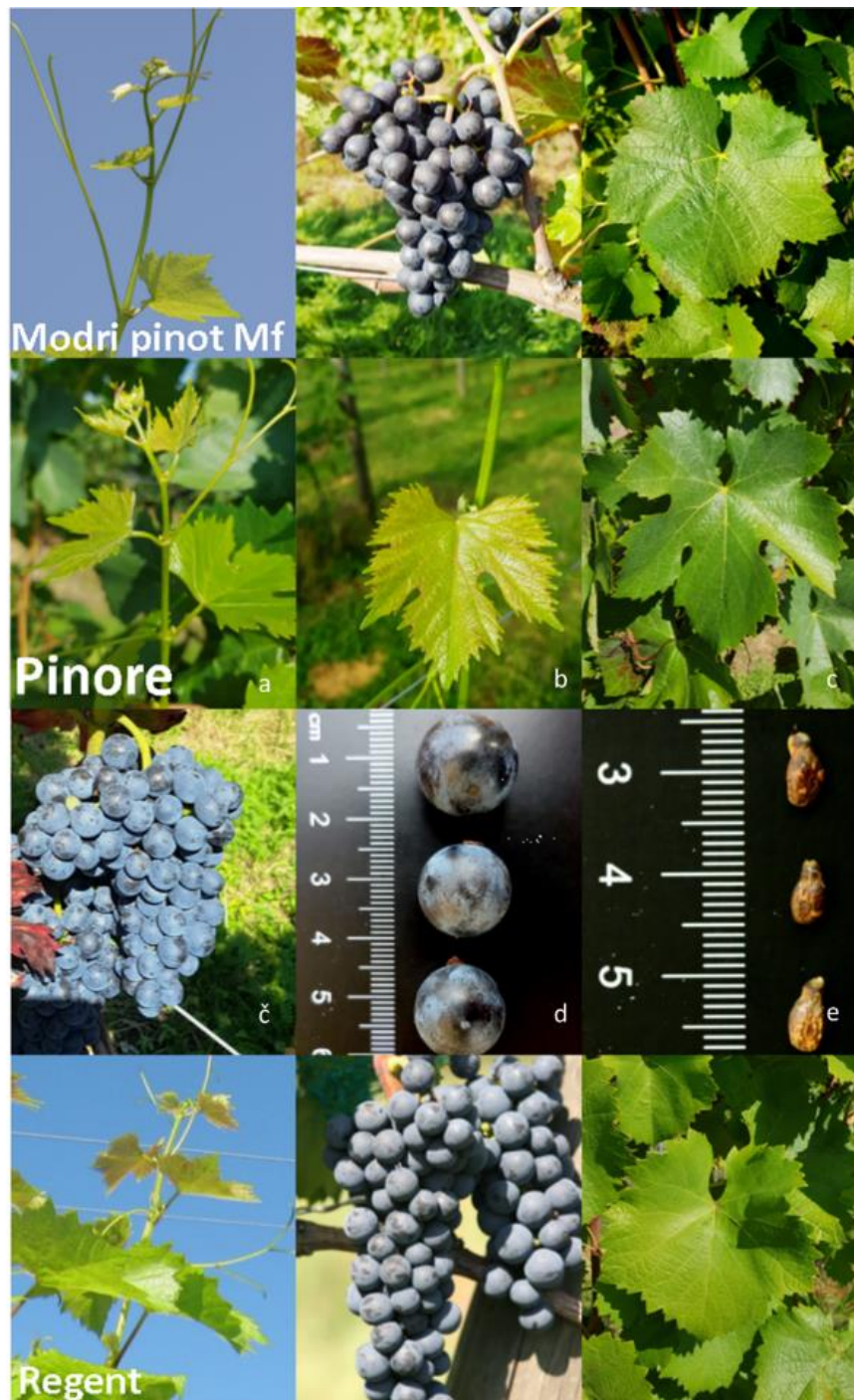
Preglednica 1. Genetski profil nove sorte 'Pinore' in obeh starševskih sort analiziranih na devetih mikrosatelitskih lokusih.

Variety	VVMD27:1	VVMD27:2	VVS2:1	VVS2:2	VVMD7:1	VVMD7:2	VVMD5:1	VVMD5:2	VrZAG62:1	VrZAG62:2	VrZAG79:1	VrZAG79:2	VVMD28:1	VVMD28:2	VVMD32:1	VVMD32:2	VVMD25:1	VVMD25:2
* 'Modri pinot'	186	190	137	151	239	243	230	240	188	194	239	245	218	236	240	272	239	249
'Pinore'	190	190	137	153	239	251	240	240	194	194	245	251	218	258	240	272	239	241
* 'Regent'	186	190	133	153	247	251	228	240	194	204	251	259	234	258	240	272	241	241

* Vir: Maul, E.; Röckel, F. 2015: 'Modri pinot' in 'Regent' Vitis International Variety Catalogue (www.vivc.de 15. 10. 2021).

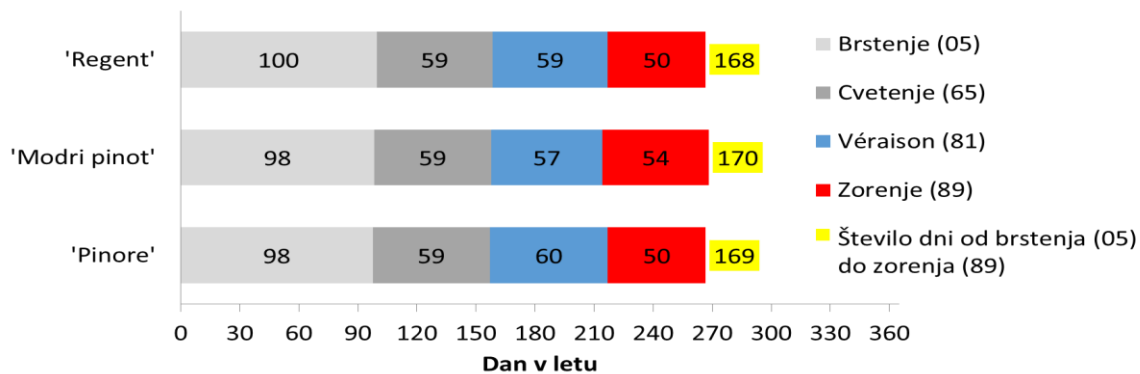
Preglednica 2. Ampelografske značilnosti sorte 'Pinore' in starševskih sort določenih z OIV deskriptorji (OIV 2009).

Genotip (OIV koda)	Ampelografske značilnosti														
	Mladi poganjek				Odrasel list					Grozd			jagoda		
	001	004	051	053	067	068	070	076	079	084	204	223	225	231	
'Modri pinot'	5	5	1/3	5	3	2	1	2	3/5	3	3	2	6	1	
'Pinore'	5	5	2/3	5	4	3	1	2	5	3	3	2	6	3	
'Regent'	5	5	1/3	5	2	3	2	2	3/5	3	5	1/2	6	1	



Slika 1. Vrh mladike (a) in barva zgornje strani mladega lista (b), odrasel list (c) in grozd (č) v naravi ter jagode (d) in pečke (e) sorte 'Pinore' v laboratoriju in vrh mladike, grozd in list starševskih sort v naravi. Fenološke, agronomske in kvalitativne lastnosti.

Gojitvene lastnosti so v triletnem poskusnem obdobju pokazale, da pri novi testirani sorti potekajo fenološke faze (brstenje, cvetenje, véraison in zorenje) v istem obdobju kot pri starševskih sortah (slika 2), ko je vsebnost sladkorja v grozdnem soku nad 84 °Oe, kar je minimalna vsebnost sladkorja za vrhunsko vino s kontroliranim in zajamčenim geografskim poreklom in kakovostjo (Uradni list RS, št. 105/06). V teh pogojih ga je v večini let mogoče pobirati v začetku zadnje dekade septembra (22. september \pm 3 dni), odvisno od okoljskih razmer (preglednica 3).



Slika 2. Število dni, potrebnih za začetek nekaterih fenoloških faz (brstenje, cvetenje, véraison, zrelost; lestvica BBCH) in število dni od brstenja do zrelosti grozdja sorte 'Pinore' in obeh starševskih sort.

Preizkušena sorta kaže dobro rodnost, v povprečju 93 jagod na grozd (preglednica 3). Rodnost je ustrezna in ni dovzetna za neenakomerno dozorevanje. Grozd je kratek (OIV202), dolžina peclja je kratka (OIV206). Triletna povprečna masa grozda je bila 169 g (referenčna sorta 161 g), na trsih na lastnih koreninah pa 117 g ($p \leq 0,05$). Jagode so drobne (OIV 503), povprečna masa jagod na trsih cepljenih na podlago je bila 1,7 g, na trsih na lastnih koreninah pa 1,2 g. Velikost jagod velja za zelo pomembno za vinarje, saj velja prepričanje, da so iz manjših jagod boljše vina (Roby in sod. 2004). Ima modro črne jagode, ki so mehke in sočne, z rahlo nevsiljivo barvo mesa. Kožica jagode je srednje debela, pokanja ni opaziti. Okus je nevtralen, včasih je zaznati rahel zeliščni priokus. Povprečna vsebnost skupnih titracijskih kislin (9,93 g/L) in sladkorja (88,7 °Oe) v soku jagod (2014–2016) je bila podobna kot pri referenčni sorti (preglednica 3).

Produktivnost testirane sorte je prikazana v preglednici 3. Razlike v pridelku na trto med 'Pinore' (2,51 kg na trs) in 'Modri pinot' (2,38 kg na trs) niso bile značilne (preglednica 3), na lastnih koreninah pa je imela sorta 'Pinore' za tretjino manjši pridelek na trs in manjšo povprečno maso jagod kot tista, cepljena na podlago 'Kober 5BB' ($p = 0,05$), kar je lahko tudi posledica patoloških učinkov filoksero na rastlinah na lastnih koreninah. To je mogoče sklepati samo na podlagi manjše bujnosti rastlin, ker ocena napada filoksero ni bila izvedena. Nova sorta je pokazala dobro združljivost z različnimi podlagami (podatki niso prikazani), ki je bila na enaki ravni kot pri referenčni sorti. Po masi grozda in jagod ter kakovosti grozda nova sorta ni preseгла referenčne sorte. Njena rast je srednje intenzivna, urejanje mladik v rastni sezoni pa je enako kot pri sorti 'Modri pinot'. Pridelek 8 do 10 t/ha dosežemo z 8 do 10 očesi na trs (enojni Guyot), s cca. 4000 trsi na ha. Predvsem se priporoča za gojenje na rastiščih, ki so tradicionalno primerna za pridelavo rdečih sort.

Preglednica 3. Povprečne vrednosti (\pm standardna deviacija) parametrov pridelka in kakovosti grozda sorte 'Modri pinot' (referenčna sorta) in sorte 'Pinore' na podlagi 'Kober 5BB' in izvornega trsa na lastnih koreninah (NS) (2014–2016).

2014–2016	Datum trgatve	Število mladik	Grozdi na trs	pridelek kg/trs	Grozd (g)
'Pinore'-NS	22,9 \pm 2,6	6,0 \pm 0,0 ab	11,7 \pm 2,5 b	1,36 \pm 0,22 b	117,3 \pm 8,79 b
'Pinore'	22,9 \pm 2,6	7,0 \pm 0,8 a	15,5 \pm 3,6 a	2,51 \pm 0,18 a	168,7 \pm 32,98 a
'Modri pinot'	22,9 \pm 2,6	6,9 \pm 0,7 a	14,6 \pm 2,7 a	2,38 \pm 0,23 a	161,4 \pm 26,67 a
2014–2016	Št. jagod na grozd	Jagoda (g)	Sladkor °Oe	Titri, kisline (g/L)	pH
'Pinore'-NS	91,7 \pm 9,6 a	1,2 \pm 0,03 b	89,7 \pm 7,57 a	8,73 \pm 0,23 a	3,09 \pm 0,07 a
'Pinore'	93,3 \pm 11,3 a	1,7 \pm 0,04 a	88,7 \pm 8,22 a	9,93 \pm 0,75 a	3,04 \pm 0,02 a
'Modri pinot'	95,2 \pm 8,9 a	1,6 \pm 0,03 ab	90,1 \pm 6,27 a	9,80 \pm 1,35 a	3,10 \pm 0,08 a

Različne črke pomenijo statistično značilne razlike med sortami $p \leq 0,05$.

Patološke značilnosti so pokazale, da je nova sorta manj občutljiva na peronosporo in oidij (štiri škropljenja letno) kot referenčna sorta (8–10 škropljenj letno). To so potrdile tudi genetske analize (JKI, Geiweilerohof, Nemčija), ki so pokazale, da ima enake lokuse odpornosti (Ren3/9 in Rpv3.1) kot 'Regent'. Naravna odpornost proti boleznim je stroškovno učinkovita in okolju prijazen način zatiranja boleznih rastlin, vendar mora biti odpornost učinkovita in trajna. Poskusi v vinogradih so pokazali, da so sorte z Rpv12/Rpv3- in Rpv3 močno orodje za zmanjšanje odvisnosti pridelave grozdja od uporabe fungicidov [3,16]. Poleg tega poročajo o pojavu novega izolata *P. viticola*, ki je sposoben premagati odpornost, posredovano z Rpv3 in Rpv12 (Wingerter in sod. 2021, Peressotti in sod. 2020). Zato je bila naša nova sorta ocenjena le kot manj občutljiva na peronosporo, njena odpornost je nekoliko nižja kot pri 'Regentu', predvsem v vremenskih razmerah, ki so manj ugodne kot je bilo to v letu 2014. Vendar to ne izključuje, da bi lahko bil prisoten kak drug, nepreizkušen lokus, kot ga najdemo v primerih iz Gruzije [18]. Na kromosomih 14 (Rpv29), 3 (Rpv30) in 16 (Rpv31) so bili identificirani trije zelo pomembni novi lokusi, ki so bili povezani z nizko stopnjo sporulacije patogena. To je prvi dokaz lokusov, ki so odporni proti *P. viticola* v germplazmi *V. vinifera*, in je prvič, da so bili identificirani potencialni ciljni geni za žlahtnjenje sort vinske trte, odpornih na *P. viticola*. Žlahtnjenje na odpornost proti boleznim je tudi zelo dolgotrajen proces (do 25 let). Način za znatno skrajšanje dolžine procesa vzgoje je sprejetje pristopa selekcije s pomočjo markerjev, ki omogoča ciljno selekcijo potomcev, ki vsebujejo lokuse odpornosti (Eibach in Töpfer 2015, Sargolzaei in sod. 2020).

Med izvajanjem poskusa je bila stopnja odpornosti na oidij primerljiva z 'Regentom' v naših vremenskih razmerah. Nova sorta ni nagnjena k gnilobi (botritis); tako lahko s premišljeno izbiro časa obiranja dosežemo želeno tehnološko zrelost. To je predvsem posledica manjše zbitosti grozdov in bolj zračne listne stene kot pri referenčni sorti. Zmanjšanje fungicidov do 60 % je ekološka in gospodarska korist.

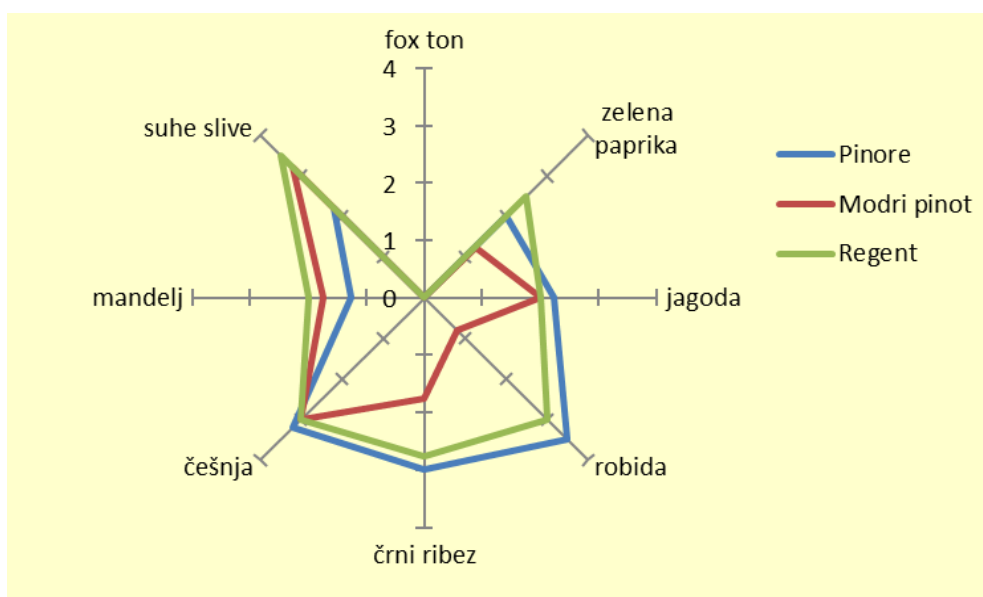
Značilnosti vina

Pred začetkom poskusa so leta 2013 na Univerzi Mendel v Lednicah na Češkem analizirali kemijske lastnosti vina (podatki niso predstavljeni). Rezultati kažejo, da je imela testirana sorta večjo vsebnost antocianov kot obe starševski sorti (dvakrat več kot 'Regent' in 22-krat več kot 'Modri pinot'). Kemična sestava grozdja je bila iz leta v leto spremenljiva (predvsem v deževnem letu 2014). Povprečna vsebnost antocianov v vinu 'Pinore' (2014–2016) je bila 1534 mg/L (Tabela 4), od 570 mg/L v letu 2014 (leto s Huglinovim indeksom 235 enot pod zadnjim takratnim povprečjem) do 2308 mg/L v letu 2015. Kljub zelo slabim vremenskim razmeram v letu 2014 je bila vsebnost antocianinov v vinu nove sorte višja kot v vinih standardne sorte *V. vinifera* 'Cabernet sauvignon', saj sta navedla Baron in Kumšta (2012) v vinih Moravske in Trentina, (233 oziroma 341 mg/L) in Ju in sod. (2021) v vinu iz Kitajske (356 mg/L). Razmerje vsebnosti antocianov med novo in referenčno sorto je bilo podobno kot v preliminarni analizi leta 2013. To potrjuje tudi intenzivnost barve. Višja je bila v vinu nove sorte in je v primerjavi z referenčno sorto imela večjo vrednost za 126 % ($p \leq 0,05$). Vsebnost ekstrakta brez sladkorja je bila visoka, povprečno 25,3 g/L, kar je bilo za 7,2 % več kot pri referenčni sorti (preglednica 4). Vsebnost vinske kisline preiskovanih letnikov je bila višja kot pri modrem pinotu (v povprečju za 1,18 g/L), ki je bila za 24,5 % večja kot pri referenčni sorti ($p \leq 0,05$). Sorta 'Pinore' omogoča pridelavo odlično obarvanih ekstraktnih vin z dobro fenolno strukturo in sadno aromo. Degustatorji so vino nove sorte ocenili s povprečno oceno 17,42, 'Modri pinot' pa je dosegel oceno 17,29 (Buxbaum max. 20 točk), vendar razlike niso bile značilne in ocena všečnosti (1–5 točk) 3,5 točke ('Modri pinot' 3,6 točke). Večina ocenjevalcev jo je opredelila po tipu vina, ki menijo, da je podobna sorti 'Refošk'. Izraženost posameznih arom sorte 'Pinore' in starševskih sort 'Modri pinot' in 'Regent' je prikazana na sliki 3. Od primarnih arom v vinu iz nove sorte so bile najbolj izrazite arome robide, suhe slive in črnega ribeza.

Preglednica 4. Kemijske in senzorične značilnosti vina sorte 'Pinore' in referenčne sorte 'Modri pinot' (2014–2016).

Povprečje 2014–2016	Alkohol vol %	Skupni ekstrakt g/L	Skupne Kisline g/L	Antociani mg/L	Intenzivnost barve	Senzorična ocena
'Pinore'	12,00 ± 0,76 a	25,3 ± 1,79 a	5,98 ± 1,07 a	1534,4 ± 722,33 a	5,53 ± 0,69 a	17,42 ± 0,183 a
'Modri pinot'	12,22 ± 0,59 a	23,6 ± 1,98 b	4,80 ± 0,93 b	70,37 ± 33,21 b	2,45 ± 0,38 b	17,29 ± 0,155 a

Različne črke pomenijo statistično značilne razlike med sortama $p \leq 0.05$



Slika 3. Izraženost posameznih arom (0–5 točk) sort 'Pinore', 'Modri pinot' in 'Regent' pri senzorični oceni.

Zaključki

Grozdje sorte 'Pinore', ki je bilo pridobljeno s križanjem sort 'Modri pinot' in 'Regent', je možno pridelati z zmanjšano količino fungicidov (do 60%), kar ima ekološke in ekonomske prednosti. Zadovoljivo zdravstveno stanje trte do trgatve lahko dosežemo s povprečno štirimi škropljenji. Vendar pa mora biti odpornost proti boleznim učinkovita in trajna. To je bolj verjetno pri več lokusih odpornosti. Z uporabo markerjev peronospor v novi sorti je bil potrjen samo en lokus odpornosti Rpv3, za katerega je že ugotovljeno, da lahko posamezni izolati peronospore premagajo njegovo odpornost. V naših vremenskih razmerah je bila toleranca za oidij primerljiva s sorto 'Regent', na peronosporo pa je bila toleranca nekoliko nižja kot pri sorti 'Regent'. Nova sorta je manj nagnjena k sivi grozdni plesni (botritis), ker je grozd manj kompakten, kar je podobno klonu Mf modrega pinota, kar podpira hipotezo (i). Med preizkušanjem nove sorte se je izkazala za primerno za celinsko podnebje. Nova sorta vedno daje kakovostna vina, kakovost pa je zadovoljiva ne glede na letnik. Ocenjevalci so opazili njegovo harmonično, polno in pogosto sadno, vendar klasično linijo. V vinu so najbolj izrazite arome robide, suhe slive in črnega ribeza. Poleg tega vino vsebuje zrele tanine, ki so primerni za barrique staranje. Hipotezo (ii), ki je bila postavljena na začetku žlahtnjenja, torej lahko potrdimo. Je prva sorta intenzivne barve, ki je primerna za gojenje v celinskih vinorodnih deželah Slovenije (Podravje, Posavje). V primeru nadaljnega žlahtnjenja vinske trte bo potrebno testirati mlade sadike na odpornost proti boleznim in nato nadaljevati s testiranjem samo tistih, ki izkazujejo odpornost na več lokusih.

Zahvala

Zahvaljujemo se kolegom iz različnih institucij in sicer Mojmirju Baronu, Univerza Mendel v Brnu, Fakulteta za hortikulturo, Lednice, Češka in Janezu Valdhuberju, Univerzitetni center za vinogradništvo in vinarstvo Meranovo, Slovenija (UC Meranovo) pri analizah vina ter Oliverju Trappu, Julius Kühn-Institut, Geilweilerhof, Nemčija in Andreju Perku (UC Meranovo) pri genetskih analizah odpornosti na bolezn. Zahvaljujemo se tudi akreditirani komisiji za senzorično ocenjevanje vin in vsem ostalim sodelavcem, ki so sodelovali pri postopku priznavanja sorte. Posebna zahvala za izvedbo postopka priznavanja sorte gre Upravi Republike Slovenije za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin na Ministrstvu za kmetijstvo in gozdarstvo in prehrano in Službi za uradno potrjevanje razmnoževalnega materiala vinske trte na Kmetijskem inštitutu Slovenije, ki jo vodi mag. Boris Koruza za izvedbo evalvacije sorte. Velika zahvala gre tudi družini, ki je ves čas finančno podpirala projekt, in vsem sodelavcem, ki so skozi leta pomagali pri ocenjevanju te sorte.

Literatura

- Broome J, Warner K. 2008. Agro-environmental Partnerships Facilitate Sustainable Wine-Grape Production and Assessment. *Calif Agric*, 62, 133. doi:10.3733/ca.v062n04p133.
- Lisek J. 2010. Yielding and Healthiness of Selected Grape Cultivars for Processing in Central Poland. *J Fruit Ornament Plant Res*, 18, 265–272.
- Gessle C, Pertot I, Perazzolli M. 2011. Plasmopara viticola: A review of knowledge on downy mildew of grapevine and effective disease management. *Phytopathol Mediterr*, 50, 3–44.
- Röckel F, Trapp O, Zyprian E, Hausmann L, Migliaro D, Vezzulli S, Töpfer R, Maul E. 2021. 'Regent' pedigree update: Ancestors, offspring and their confirmed resistance loci. *Vitis*, 60, 189–192.
- Eisenmann B, Czemplin S, Ziegler T, Buchholz G, Kortekamp A, Trapp O, Rausch T, Dry I, Bogs I. 2019. Rpv3–1 mediated resistance to grapevine downy mildew is associated with specific host transcriptional responses and the accumulation of stilbenes. *BMC Plant Biol*, 19, 343.
- Espino RRC. 1982. Nesbitt, W.B. Inheritance of Downy Mildew Resistance in Grape (*Vitis sp.*). *HortScience*, 17, 499.
- Breider H. 1964. Untersuchungen über den Einfluss des Traubensaftes von Hybridenreben auf den Tierorganismus. *Weinb Keller*, 11, 513–517.
- Becker NJ, Zimmermann H. 1978. Breeding of Yield Varieties Resistant to Downy Mildew. *Gentilique et Amelioration de la Vigne. Ite Symposium International sur l'Amelioration de la Vigne Bordeaux*, 14-18, June 1977, Inst National Rech Agron, Paris, 209–214.
- Mayer G. 1989. Results of cross-breeding. In *Proceedings of the 5th International Symposium on Grape Breeding*, St. Martin, Pfalz, Germany, 12–16 September, str. 148.
- Kozma P. 1986. Qualité du raisin et resistance de la vigne dans les populations hybrids interspecificques. V: *Proceedings of the 4th Symposium International Genetic Vitis*, April 13-18, 1985, Verona, Italy, 1986, 242–246.
- Töpfer R, Hausmann L, Harst M, Maul E, Zyprian E, Eibach R. 2011. *New Horizons for Grapevine Breeding*; Flachowsky H, Hanke MV. Eds, Fruit, vegetable and cereal science and biotechnology, vol 5. Methods in temperate fruit breeding. Global Science Books, Isleworth, UK, 2011, str. 79–100.
- Skalicky, B. 1907. Selection of American vine rootstocks. *Kmetovalec*, 24, 15–19.
- Koruza B, Vaupotič T, Škvarč A, Korošec-Koruza Z, Rusjan D. 2012. Katalog Slovenskih klonov vinske trte. Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije – Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica in Kmetijsko gozdarski zavod Maribor, Grafika Soča d.o.o., Nova Gorica, Slovenija, 96 str.
- Korošec-Koruza Z. 2018. selekcija vinske trte—Zakaj? 60 let neprekinjene selekcije vinske trte v Sloveniji. Kmetijski inštitut Slovenije, Šentjernej, Slovenija, 18. oktober 2018.
- Roby G, Harbertson JF, Adams DA, Matthews MA. 2004. Berry size and vine water deficits as factors in wine grape composition: Anthocyanins and tannins. *Aust J Grape Wine Res*, 10, 100–107.

- Wingerter C, Eisenmann B, Weber P, Dry I, Bogs I. 2021. Grapevine Rpv3-, Rpv10- and Rpv12-mediated defense responses against *Plasmopara viticola* and the impact of their deployment on fungicide use in viticulture. *BMC Plant Biol*, 21, 470.
- Peressotti E, Wiedemann-Merdinogl, S, Delmotte F, Bellin D, Di Gaspero G, Testolin R, Merdinoglu D, Mestre P. 2010. Breakdown of resistance to grapevine downy mildew upon limited deployment of a resistant variety. *BMC Plant Biol*, 10, 147.
- Sargolzaei M, Maddalena G, Bitsadze N, Maghradze D, Bianco PA, Failla O, Toffolatti SL, De Lorenzis G. 2020. Rpv29, Rpv30 and Rpv31: Three Novel Genomic Loci Associated With Resistance to *Plasmopara viticola* in *Vitis vinifera*. *Front Plant Sci*, 11, 1537, <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.562432>.
- Eibach R, Töpfer R. 2015. "Traditional grapevine breeding techniques. Grapevine breeding programs for the wine industry. V: Grapevine Breeding Programs for the Wine Industry; Reynolds A, Ed, Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 3–22. doi: 10.1016/b978-1-78242-075-0.00001-6.
- Baroň M, Kumšta M. 2012. Comparison Of North Italian And South Moravian Wines On The Base Of Their Antioxidant Activity, Phenolic Composition And Sensory Quality. *Acta Univ Agric Silvic Mendel Brun*, 60, 9–17.
- Ju Y, Yang L, Yue X, Li Y, He R, Deng S, Yang X, Fanga Y. 2021. Anthocyanin profiles and color properties of red wines made from *Vitis davidii* and *Vitis vinifera* grapes. *Food Sci Hum Wellness*, 10, 335–344.
- Sochorova L, Prusova B, Jurikova T, Mlcek J, Adamkova A, Baron M, Sochor J. 2020. The Study of Antioxidant Components in Grape Seeds. *Molecules*, 25, 3736, <https://doi.org/10.3390/molecules25163736>.
- Zdunić G, Lukšić K, Nagy AM, Mucalo A, Hančević K, Radić T, Butorac L, Jahnke GG, Kiss E, Ledesma-Krist G, in sod. 2020. Genetic Structure and Relationships among Wild and Cultivated Grapevines from Central Europe and Part of the Western Balkan Peninsula. *Genes*, 11, 962; <https://doi.org/10.3390/genes11090962>.

Introdukcija tolerantnih sort vinske trte v vinorodne dežele Primorska, Podravje in Posavje

Anastazija Jež Kребelj^{1*}, Katja Šuklje¹, Andreja Škvarč², Tanja Vaupotič³, Franc Čuš¹

¹Kmetijski inštitut Slovenije, Hacquetova 17, 1000 Ljubljana, Slovenija;

²KGZS Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica, Pri hrastu 18, 5000 Nova Gorica

³KGZS Kmetijsko gozdarski zavod Maribor, Vinarska 14, 2000 Maribor

*Korespondenca: Anastazija.Jez-Krebeli@kis.si

Izveček: Z namenom odbire novih tolerantnih vinskih sort in njihovega vpisa v trsni izbor v okviru JS za vinogradništvo na KIS izvajamo introdukcijo tolerantnih sort v vinorodnih deželah Primorska, Posavje in Podravje. Spremljamo njihovo toleranco na glivične bolezni in škodljivce, zlasti z namenom zmanjševanja uporabe fitofarmaceutskih sredstev in prilagajanja podnebnim spremembam. Vrednotimo količino in kakovost grozdja in vina ter ocenjujemo njihovo primernost za pridelavo na izbranem vinorodnem območju. V sklopu naloge Introdukcija in tehnologija pridelave vinske trte smo v Primorski vinorodni deželi med 2012 in 2018 preizkušali štiri tolerantne vinske sorte; tri sorte 'Fleurtaï', 'Soreli' in 'Merlot Kanthus' so bile leta 2021 tudi vpisane v trsni izbor. Omenjene sorte lahko vinogradniki sadijo za pridelavo grozdja in vina v vinorodni deželi Primorska. Med leti 2018 in 2022 smo v vinorodni deželi Primorska preizkušali še sedem novih tolerantnih sort ('Merlot Khorus', 'Sauvignon Kretos', 'Sauvignon Nepis', 'Sauvignon 30.080', 'Sauvignon Rytos', 'Cabernet Eidos' in 'Cabernet Volos'), medtem ko smo v vinorodni deželi Posavje v letu 2020 začeli z introdukcijo treh novih tolerantnih sort ('Bronner', 'VB 32-07', 'Cabernet Cortis'). Na podlagi rezultatov preizkušanja smo pripravili predloge za vključitev novih tolerantnih sort v trsni izbor za vinorodno deželo Primorska, za vinorodno deželo Posavje in Podravje preizkušanje omenjenih novih tolerantnih sort še ni zaključeno.

Ključne besede: vinska trta, podnebne spremembe, trsni izbor, tolerantne sorte

Introduction of Resistant Grape Varieties in the Wine-growing Regions of Primorska, Podravje and Posavje

Abstract: The evaluation of the new resistant varieties for winegrowing regions Primorska, Podravje and Posavje has been carried out with the aim of their inclusion in the List of grape varieties registered in Slovenia. New resistant varieties have been monitored for their resistance to fungal diseases and pests in order to reduce the use of pesticides. Furthermore, the yield and wine quantity and quality have been evaluated, as also their suitability for cultivation in the selected area. Four wine resistant varieties for Primorska winegrowing region were evaluated in the period of 2012 to 2018, among them, three varieties 'Fleurtaï', 'Soreli' and 'Merlot Kanthus', were enlisted in the List of grape varieties registered in Slovenia in 2021. The evaluation of seven new wine resistant varieties ('Merlot Khorus', 'Sauvignon Kretos', 'Sauvignon Nepis', 'Sauvignon 30.080', 'Sauvignon Rytos', 'Cabernet Eidos' in 'Cabernet Volos') for Primorska winegrowing region was continued in 2018, while in the winegrowing region of Posavje the evaluation of three new resistant varieties ('Bronner', 'VB 32-07', 'Cabernet Cortis') started in 2020. Based on the results of the evaluation, we have prepared proposals for the inclusion of new wine varieties in the List of the grape varieties registered in Slovenia for the winegrowing region of Primorska, while in the winegrowing region Posavje and Podravje the evaluation of above mentioned new resistant varieties still ongoing.

Keywords: grapevine, climate change, list of grapevine varieties, resistant varieties

Uvod

Introdukcija ali preizkušanje novih sort vinske trte v vinorodnih deželah (v.d.) Slovenije poteka z namenom pridobivanja podatkov o primernosti za gospodarno gojenje sort in klonov vinske trte ter podlag v naših okoljskih razmerah. Vinogradništvo je v Sloveniji gospodarsko pomembna kmetijska panoga, po podatkih Registra pridelovalcev grozdja in vina (RPGV...,2020) je razširjeno na 3,1 % kmetijskih površin in predstavlja dobrih 10 % slovenske kmetijske pridelave. Za razvoj slovenskega vinogradništva in vinarstva je med drugim pomembno tudi sledenje podnebnim spremembam in zahtevam vinogradnikov in potrošnikov kot tudi sajenje sort, klonov in podlag vinske trte, ki so prilagojene na trenutne in predvidene podnebne razmere (pomanjkanje vode in višje temperature). Prav tako morajo biti izbrane sorte ob primerni zaščiti dovolj tolerantne za bolezni in škodljivce, hkrati pa zagotavljati pridelavo tržno zanimivih vin.

V vinorodnih deželah Primorska, Podravje in Posavje je zasajenih dobrih 14.000 ha vinogradov. Od leta 2021 je v trsni izbor (Pravilnik o seznamu geografskih..., 2022) vpisanih 60 različnih sort *Vitis vinifera* L. Na naših vinogradniških površinah prevladujejo sorte: 'Laški rizling', 'Refošk', 'Chardonnay', 'Sauvignon', 'Merlot', 'Žametovka', 'Malvazija', 'Modra frankinja', 'Rumeni muškat', 'Rebula', 'Renski rizling', 'Sivi pinot' in 'Šipon', ki zavzemajo slabih 80 % vinogradniških površin (RPGV..., 2022). Izbor sort je v posamezni vinorodni deželi Slovenije neposredno povezan z opredelitvijo na dovoljene in priporočene sorte, glede na njihove agrotehnične lastnosti. Slednje se zaradi podnebnih sprememb spreminjajo in narekujejo tehnološke ukrepe za uspešno prilagajanje zahtevam pridelave in potrebam trga. Izmed pomembnejših tehnoloških parametrov gojenja vinske trte je opredeljeni trsni izbor za posamezno vinorodno deželo oz. okoliš. Zaradi agro-bioloških razlik med sortami in zaradi njihovih različnih odzivov na dane okoljske razmere, je treba nove sorte in klone, preden jih vpišemo v priporočeni oziroma dovoljeni seznam sort (trsni izbor) vsestransko preizkusiti. Nalogo Introdukcija in tehnologija pridelave vinske trte v v.d. Primorska, Podravje in Posavje izvaja Kmetijski inštitut Slovenije, v okviru Javne službe (JS) za vinogradništvo, s podizvajalcema, KGZ Nova Gorica - STS Vrhopolje za v.d. Primorska ter s KGZ Maribor STS Ivanjkovci za v.d. Podravje in Posavje. Eden izmed ciljev skupne kmetijske politike (SKP) je zmanjšanje porabe fitofarmaceutskih sredstev za zatiranje bolezni vinske trte, zato v program introdukcije vključujemo tudi tolerantne sorte. Te izhajajo iz interspecifičnih križanj in so tolerantne za bolezni in škodljivce in se jih lahko prideluje z manjšo uporabo sredstev za varstvo rastlin (Vršič in sod. 2017). V redno pridelavo se praviloma sprejmejo le tiste sorte, ki so tolerantne na bolezni in se izkažejo kot tržno zanimive in katerih vino dosega vrednosti fizikalno-kemijskih parametrov, določenih za pridelavo kakovostnega vina.

Nove tolerantne sorte imajo pretežni del genoma žlahtne evropske vinske trte (*V. vinifera* L.), zato jih tudi uvrščamo v to skupino (Foria in sod. 2022). Nastale so z medvrstnimi križanji med sortami *V. vinifera* L. in nekaterimi selekcijami oz. večkratnimi križanci *Vitis sp.*, ki nosijo gene za toleranco na bolezni (Salmon in sod. 2018). Velikokrat se za križanje uporabljajo večkratni križanci (npr. 'Regent', 'Kozma 20-3', 'Bianca', 'Geisenheim 6493' in '6494', 'Solaris',...), ki so rezultat večkratnih križanj med evropskimi trtami in nekaterimi hibridi ameriških in/ali azijskih vrst (npr. *Vitis riparia* Michx, *Vitis aestivalis* Michx., *V. Amurensis* Ruprecht), ki so jih križali v zadnjih sto letih. Sorte so bile požlahtnjene predvsem zato, da bi vinogradnikom ponudili nove vinske sorte grozdja tolerantne predvsem na glivične bolezni, največkrat na peronosporo (*Plasmopara viticola* (Berk. et Curt.) Berl. et de Toni) in pepelovko vinske trte ali oidij (*Uncinula necator* ((Schwein.) Burrill)) (Merdinoglu 2018).

V v.d. Primorska so vključene v preizkušanje tolerantne sorte, ki izhajajo iz Univerze v Vidmu, kjer so začeli leta 1998 intenziven program križanja v sodelovanju z Inštitutom za aplikativno genomiko in trsnico Vivai Coopertivi Rauscedo (VCR) v Italiji. Prve štiri sorte 'Fleurtaï', 'Soreli', 'Merlot 31.103' in 'Merlot Kanthus', so bile preizkušene v sklopu naloge Introdukcija - posebno preizkušanje sort vinske trte za opisno sortno listo, med leti 2012 in 2018. Na podlagi zaključnih mnenj preizkušanj so bile med dovoljene sorte v vse štirih vinorodnih okoliših Primorske vpisane tri tolerantne sorte 'Fleurtaï', 'Soreli' in 'Merlot Kanthus' (Pravilnik...,2022). V sklopu naloge Introdukcija vinske trte v v.d. Primorska je bilo

med leti 2018 in 2022 preizkušanih še sedem tolerantnih sort: 'Merlot Khorus', 'Sauvignon Kretos', 'Sauvignon Nepis', 'Sauvignon 30.080', 'Sauvignon Rytos', 'Cabernet Eidos' in 'Cabernet Volos'. Glede na pridobljene podatke o agrotehničnih lastnostih sort ter njihovem potencialu za pridelavo kakovostnih vin smo o sortah oblikovali mnenja, o primernosti pridelavo v omenjenih vinorodnih deželah.

V v.d. Podravje in Posavje poteka preizkušanje tolerantnih vinskih sort, ki izhajajo iz kontinentalnega dela Evrope iz držav: Avstrija (Višja šola za vinogradništvo in sadjarstvo HBLAuBA v Klosterneuburgu), Nemčija (Državni inštitut za vinogradništvo v Freiburgu in Raziskovalni inštitut za vinogradništvo v Geisenheimu), Češka (Univerza Mendel, Fakulteta za hortikulturo Oddelek za vinogradništvo in vinarstvo, Brno), Švica (zasebni žlahtnitelj Blattner) ter iz Rusije (Vserossiiskii NIIViV im. ja I. Potapenko-raziskovalni inštitut za vinogradništvo in vinarstvo). V trsni izbor za v.d. Podravje in Posavje so od leta 2021 že vpisane sorte 'Solaris', 'Muscaris', 'Johanniter', 'Souvignier Gris' in 'Monarch' (Vršič in sod. 2017). Te sorte izhajajo iz državnega inštituta za vinogradništvo Freiburg. V preizkušanje v v.d. Posavje so od leta 2020 vključene tri tolerantne sorte 'Bronner' in 'Cabernet Cortis', ki prav tako izhajata iz inštituta v Freiburgu, ter sorta pod šifro 'VB 32-07', ki jo je v Švici križal žlahtnitelj Blattner. V STS Ivanjkovci so v letu 2020, posadili za nalogo Introdukcije še naslednje tolerantne sorte: 'Bronner', 'Hibernal' in 'Pinotin' (Nemčija), 'Donauriesling' in 'Pinot Nova' (Avstrija), 'Cerason', 'Laurot', 'Kofranka', 'Marlen', 'Savilon' in 'Vesna' (Češka), 'Sauvignac' (Švica) ter 'Blütenmuskateller' (Rusija). V vinogradu je zasajenih vsaj 25 trsov vsake sorte. V v.d. Podravje bomo sorte začeli spremljati v letu 2023.

Material in metode

Opis vinogradov in izbor sort

V vinorodni deželi Primorska smo v Vipavski dolini spremljali enajst tolerantnih sort (obdobje 2012-2022) (preglednica 1). Sorte so posajene na flišnih tleh v vinogradu STS Vrhpolje. Vinograd leži ob vznožju ravninskega dela Vipavskih gričev, z orientacijo vrst V-Z. Za namene preizkušanja je za vsako sorto posajenih po 25 trt. Gojitvena oblika je enojni Guyot. Sorte so bile cepljenje na podlago 'SO4'. Sorte 'Fleurtai', 'Soreli', 'Merlot Kanthus', 'Merlot 31.103', smo vrednotili med leti 2015 in 2018. V sklopu naloge Introdukcija vinske trte v v.d. Primorska je bilo od leta 2020 do 2022 vrednotenih sedem tolerantnih sort: 'Merlot Khorus', 'Sauvignon Kretos', 'Sauvignon Nepis', 'Sauvignon 30.080', 'Sauvignon Rytos', 'Cabernet Eidos' in 'Cabernet Volos'.

V v. d. Podravje in Posavje poteka preizkušanje tolerantnih vinskih sort v sklopu JS Vinogradništvo na nalogi Introdukcija in tehnologija pridelave vinske trte od leta 2020. V preizkušanje so vključene tri tolerantne sorte 'Bronner', 'Cabernet Cortis' ter sorta pod šifro 'VB 32-07'. Vinograd je v zasebni lasti, leži v ravninskem delu z orientacijo vrst SZ-JV. V preizkušanje je vključenih po 10 trsov posamezne sorte. Gojitvena oblika v vinogradu je enojni Guyot.

Glede na priporočila žlahtniteljev sta bili v rastni dobi v vinogradu opravljeni dve tretiranji s kontaktnimi fungicidi, in sicer enkrat pred in enkrat po cvetenju ter enim škropljenjem proti ameriškemu škržatu (*Scaphoideus titanus* Ball).

Rast in razvoj sort smo v rastni sezoni spremljali z opisno lestvico za beleženje fenofaz po sistemu BBCH (Lorenz in sod. 1995). Pri sortah smo spremljali pojav bolezni in škodljivcev (peronospora, pepelovka vinske trte, črna pegavost, trtna uš). V času dozorevanja grozdja smo v vzorcu 100 jagod spremljali vsebnost skupne suhe snovi (Brix (°Bx)), skupnih kislin (g/L) in pH vrednosti. V času trgatve smo na najmanj 10 trsih pri vsaki sorti prešteli število grozdov na trto, stehali maso pridelka na trto ter ovrednotili osnovne parametre kakovosti mošta (sladkorno stopnjo, skupne kisline, vrednost pH). V kleti smo grozdje razpecljali, bele sorte smo takoj stisnili ter jih po usedanju mošta mikrovinificirali po klasičnem postopku za pridelavo belih vin. Pri rdečih sortah smo izvedli postopek maceracije do največ sedem dni, ter jih stisnili in nadaljevali s postopki za pridelavo rdečih vin. V času zimske rezi smo

stehali maso enoletnega lesa in izračunali Ravaz indeks, ki predstavlja razmerje med maso pridelanega grozdja ter maso enoletnega lesa.

Preglednica 1. Podatki o tolerantnih sortah v preizkušanju, zasajenih v vinogradu v Vipavski dolini.

Zap. št. št. št.	Starševska linija	Sorta	Podlaga	Leto sajenja	Datum trgatve
1	'Zeleni sauvignon' x 'Kozma 20-3'	'Fleurtaï'	'SO4'	2012	24.8.2016 10.8.2017 10.8.2018
2	'Zeleni sauvignon' x 'Kozma 20-3'	'Soreli'	'SO4'	2012	6.9.2016 24.8.2017 22.8.2018
3	'Merlot' x 'Kozma 20-3'	'Merlot Kanthus'	'SO4'	2012	1.9.2016 16.8.2017 22.8.2018
4	'Merlot' x 'Kozma 20-3'	'Merlot 31.103'	'SO4'	2012	1.9.2016 16.8.2017 10.8.2018
5	'Cabernet sauvignon' x 'Kozma 20-3'	'Cabernet Volos'	'SO4'	2014	16.8.2018 11.9.2019 4.9.2020
6	'Sauvignon' x 'Kozma 20-3'	'Sauvignon Kretos'	'SO4'	2014	9.8.2018 26.8.2019
7	'Sauvignon' x 'Kozma 20-3'	'Sauvignon 30.080'	'SO4'	2017	5.9.2019 2.9.2020 15.9.2021
8	'Sauvignon' x 'Bianca'	'Sauvignon Rytos'	'SO4'	2017	5.9.2019 2.9.2020 15.9.2021
9	'Sauvignon' x 'Bianca'	'Sauvignon Nepis'	'SO4'	2017	2.9.2020 7.9.2022
10	'Cabernet sauvignon' x 'Bianca'	'Cabernet Eidos'	'SO4'	2017	5.9.2019 14.9.2020 10.9.2021 14.9.2022
11	'Merlot' x 'Kozma 20-3'	'Merlot Khorus'	'SO4'	2017	5.9.2019 14.9.2020 28.9.2021

Preglednica 2. Podatki o tolerantnih sortah v preizkušanju, zasajenih v vinogradu v v.d. Posavje.

Zap. št. št.	Starši	Sorta	Podlaga	Leto sajenja	Datum trgatve
1	'Merzling' x 'Gm 6494'	'Bronner'	'SO4'	2015	4.9.2019 11.9.2020 1.9.2022
2	'Cabernet Sauvignon' in 'Solaris'	'Cabernet Cortis'	'SO4'	2015	17.9.2019 8.9.2020 1.9.2022
3	'Cabernet Sauvignon' x 'Amurensis'	'VB 32-07' ('Ravel Blanc')	'SO4'	2015	4.9.2019

Analiza mošta in vina

Ob trgatvi smo v moštu izmerili vsebnost skupne suhe snovi ($^{\circ}\text{Bx}$) z digitalnim refraktometrom WM-7 (Atago, Saitama, Japonska). Kakovost vina smo ovrednotili s kemijsko analizo in senzorično oceno vin. V vinu smo analizirali dejanski alkohol (vol. %), skupni ekstrakt (g/L), red. sladkor (g/L), hlapne kisline (g/L), skupne kisline (g/L) ter pH vrednosti z akreditiranimi metodami v pooblaščenem laboratoriju za analize vina na KIS. V času zimske rezi smo stehali maso enoletnega lesa. Vsebnost skupnih kislin v moštu in vinu smo izmerili s titracijo z 0,1 mol NaOH z uporabo indikatorskega barvila bromtimol, vrednosti skupnih kislin so izražene kot g/L vinske kisline. Vrednost pH v moštu in vinu smo izmeril s pH metrom MeterLab PHM 210 (Radiometer Analytical, Lyon, France). Z encimskim robotom (BS -200, Mindray, Nanshan, Shenzhen, Kitajska) smo izmerili vsebnosti reducirajočih sladkorjev, hlapnih kislin (izražene kot g/L očetne kisline) in skupnega ekstrakta z metodo OIV-MA-AS2-03B (OIV, 2012). Vsebnost alkohola smo izmerili z alkohol metrom Alcolyser Wine M (Anton Paar, Gradec, Avstrija). Senzorična ocena vin je potekala po 20-točkovni Buxbaumovi metodi, kjer smo ovrednotili pet kakovostnih parametrov: bistrost (do 2,0 točki), barvo (do 2,0 točki), vonj (do 4,0 točke), okus (do 6,0 točk) in harmonijo (do 6,0 točk) (Nemanič 2006). Vina je ocenjevalo pet degustatorjev z veljavno državno licenco za sodelovanje v komisijah za senzorično ocenjevanje vin.

Obdelava podatkov

Rezultate meritev smo pripravili in uredili s programom Microsoft Excel (Microsoft Corporation, Washington, ZDA). Izračunali smo Ravazov indeks (razmerje med maso pridelanega grozdja in maso enoletnega lesa) ter povprečje in standardni odklon od povprečja.

Rezultati z diskusijo

Introdukcija in tehnologija pridelave vinske trte v vinorodni deželi Primorska

V vinorodnem okolišu Vipavska dolina smo spremljali in preizkušali enajst tolerantnih sort. Rezultati preizkušanja za sorte 'Fleurtaï', 'Soreli', 'Merlot Kanthus', 'Merlot 31.103', so za letnike 2015-2018. Rezultati preizkušanja za sorte 'Cabernet Eidos' in 'Cabernet Volos', 'Sauvignon Nepis', 'Sauvignon Kretos', 'Sauvignon 30.080', 'Merlot Khorus' in 'Sauvignon Rytos' so za letnike I 2018-2022 (preglednica 1).

Glede na podatke o spremljanju sort za toleranco na bolezni so bile sorte pri dvakratnem tretiranju s kontaktnimi fungicidi tolerantne do zelo tolerantne na peronosporo in pepelovko (oidij) vinske trte. Izjema je bila sorta 'Sauvignon Kretos', ni tolerantna na pepelovko vinske trte. Sorta 'Merlot Khorus' je tudi nekoliko bolj občutljiva na oidij, vendar v obdobju opazovanja nismo zabeležili večjega izpada pridelka, zaradi okužbe. Glede ostalih bolezni nismo opazili večjih posebnosti, razen, da se je občasno pri posameznih sortah na listih v manjšem obsegu in zanemarljivo pojavila črna gniloba.

Čas dozorevanja sort je bil zelo zgodaj do srednje pozno, glede na dozorevanje primerjalnih sort: 'Sauvignon', 'Merlot' in 'Zeleni sauvignon', ki so bile spremljane v vinorodnem okolišu Vipavska dolina. Zelo zgodaj je dozorevala sorta 'Fleurtaï' in sicer med 10. in 24. avgustom. Sledile so ji sorte 'Soreli' ter 'Merlot Kanthus' in 'Merlot 31.103', ki dozorevajo zgodaj; med 15.8. in 5.9. Preostale sorte dozorevajo dokaj primerljivo s časom dozorevanja sort, kot so 'Merlot', 'Sauvignon' in 'Cabernet sauvignon', v v.d. Primorska v povprečju dozorevajo v drugi polovici prve ali v drugi oz. tretji dekadi septembra (preglednica 1).

Največji povprečni pridelek grozdja ter največje število grozdov (preglednica 3) na trs je imela sorta 'Soreli', $5,1 \pm 0,8$ kg grozdja ter $30,8 \pm 7,7$ grozdov na trs. Hkrati smo pri tej sorti zabeležili največjo povprečno maso grozda, ki je znašala $170,6 \pm 30,6$ g. Najmanjši pridelek je imela sorta 'Sauvignon Nepis'

z $1,3 \pm 0,5$ kg/trs. Sorta je imela tudi najmanjšo maso grozda $84,7 \pm 28,2$ g. Sorta 'Sauvignon Nepis' je zaradi položne rasti in krhkih mladik bolj občutljiva za spomladansko lomljene mladik kot posledica vetra (burje), kar je lahko vplivalo na količino pridelka. Masa porezanega lesa je pri sorti 'Sauvignon Nepis' znašala v povprečju $494,2 \pm 189,5$ g. Ravazov indeks je bil $3,5 \pm 1,3$. Pri ostalih sortah so bili povprečni pridelki grozdja med $2,1 \pm 0,7$ ('Merlot 31.103') kg in $4,0 \pm 1,4$ ('Sauvignon Rytos') kg na trs.

Najmanjše razmerje med maso grozdja in maso lesa (preglednica 3) ($1,9 \pm 0,6$) je imela sort 'Merlot Khorus'. Pri ostalih sortah so bile vrednosti Ravaz indeksa med $4,1 \pm 1,1$ ('Merlot 31.103') in $5,6 \pm 3,6$ ('Sauvignon Rytos' in 'Merlot Kanthus'), kar nakazuje na bolj uravnoteženo rast (Kliwer in sod., 2015). Pri sorti 'Sauvignon Kretos' je bil v dveh letih izpad pridelka več kot 70 %, zaradi okužbe s pepelovko vinske trte in napada škodljivcev (ptic, os, čebel).

Preglednica 3. Povprečne vrednosti s standardnim odklonom za parametre rodnosti za celotno obdobje spremljanja: masa pridelka (kg) po trsu, število grozdov ob trgatvi, masa grozda (g), masa porezanega lesa (g) in Ravaz indeks za tolerantne vinske sorte v preizkušanju v v.d Primorska.

Sorta*	Masa pridelka/ trs (kg)	Število grozdov na trs ob trgatvi	Masa grozda (g)	Masa porezanega lesa (g)	Ravaz indeks
'Cabernet Eidos'	$2,8 \pm 1,0$	$30,5 \pm 6,1$	$92,3 \pm 31,0$	$646,2 \pm 252,5$	$4,9 \pm 1,8$
'Cabernet Volos'	$2,7 \pm 0,9$	$24,6 \pm 6,5$	$112,7 \pm 27,3$	$725,6 \pm 244,2$	$4,3 \pm 0,8$
'Merlot Kanthus'	$3,7 \pm 1,2$	$26,5 \pm 5,5$	$139,5 \pm 40,2$	$646,7 \pm 190,0$	$5,6 \pm 0,7$
'Merlot 31.103'	$2,1 \pm 0,7$	$15,8 \pm 5,0$	$136,8 \pm 22,2$	$520 \pm 57,6$	$4,1 \pm 1,1$
'Merlot Khorus'	$2,2 \pm 1,1$	$21,6 \pm 7,5$	$96,4 \pm 28,0$	$1385,3 \pm 528,0$	$1,9 \pm 0,6$
'Sauvignon 0.080'	$3,2 \pm 1,0$	$22,1 \pm 9,7$	$153,9 \pm 39,9$	$860,4 \pm 172,8$	$4,3 \pm 1,2$
'Sauvignon Nepis'	$1,6 \pm 0,5$	$19,2 \pm 4,9$	$84,7 \pm 28,2$	$494,2 \pm 189,5$	$3,5 \pm 1,3$
'Sauvignon Rytos'	$4,0 \pm 1,4$	$31,4 \pm 8,5$	$125,4 \pm 24,6$	$922,4 \pm 246,6$	$5,6 \pm 3,6$
'Fleurtaï'	$3,3 \pm 1,0$	$20,3 \pm 4,7$	$162,4 \pm 22,4$	$743,3 \pm 132,6$	$4,6 \pm 1,5$
'Soreli'	$5,1 \pm 0,8$	$30,8 \pm 7,7$	$170,6 \pm 30,6$	$1065 \pm 414,1$	$5,5 \pm 2,5$

* sorte: 'Soreli', 'Fleurtaï', 'Merlot Kanthus', 'Merlot 31.103' smo vrednotili med leti 2016-2018, sorte: 'Cabernet Eidos', 'Cabernet Volos', 'Merlot Khorus', 'Sauvignon 30.080', 'Sauvignon Nepis', 'Sauvignon Rytos' med leti 2018-2022.

V treh letih od 2018 do 2022 sta sorti v času trgatve dosegle zmerne do visoke stopnje vsebnosti suhe snovi; te so bile med $21,0 \pm 0,7$ °Bx ('Sauvignon 30.080') ter $26,4 \pm 1,3$ °Bx ('Merlot Khorus'). Najmanjšo vsebnost skupnih kislin (preglednica 4) smo izmerili pri sortah 'Soreli', 'Fleurtaï', 'Cabernet Volos' ter 'Sauvignon 30.080' in so bile med $4,0 \pm 0,4$ g/L ('Soreli') ter $4,8 \pm 0,2$ g/L ('Sauvignon 30.080'). Kljub dozorelosti grozdja pri doseženi vsebnosti suhe snovi $22,2 \pm 1,2$ °Bx, so bile skupne kisline pri sorti 'Cabernet Eidos' v povprečju ($7,0 \pm 2,5$ g/L) nekoliko višje kot pri ostalih rdečih sortah, vrednost pH je v povprečju znašala $3,53 \pm 0,23$ (preglednica 4). Vsebnost suhe snovi v času trgatve (preglednica 4) je bila pri sortah 'Merlot Kanthus', 'M. 31.103' ter 'M. Khorus' med $23,4 \pm 1,9$ in $26,4 \pm 1,3$ °Bx, kisline so bile med $4,9 \pm 0,1$ in $6,6 \pm 2,7$ g/L. V skupini križancev sorte 'Sauvignon' je bila povprečna vsebnost suhe snovi v času trgatve v treh letih spremljanja najvišja pri sorti 'Sauvignon Nepis' ($24,3 \pm 2,1$ °Bx) in najnižja v moštu sorte 'Sauvignon 30.080' ($21,0 \pm 0,7$ °Bx.) Povprečna vsebnost skupnih kislin v času trgatve je bila v moštu sorte 'Sauvignon Rytos' $6,4 \pm 0,3$ g/L pri vrednosti pH $3,27 \pm 0,07$, v primerjavi s sorto 'Sauvignon Nepis', kjer je bila vsebnost skupne kisline $6,2 \pm 0,1$ g/L pri vrednosti pH $3,32 \pm 0,12$ ter v moštu sorte 'Sauvignon 30.080' $4,8 \pm 0,2$ g/L skupnih kislin ter vrednostjo pH $3,38 \pm 0,08$ (preglednica 4).

Preglednica 4. Povprečne vrednosti s standardnim odklonom za standardne kemijske parametre mošta (skupna suha snov (°Bx) skupne kisline (g/L) in vrednost pH) tolerantnih vinskih sort v preizkušanju v v.d Primorska.

Sorta*	Skupna suha snov (°Bx)	Skupne kisline (g/L vinske kisline)	pH
'Cabernet Eidos'	22,2±1,2	7,0±2,5	3,53±0,23
'Cabernet Volos'	22,4±1,5	4,4±0,5	3,60±0,12
'Merlot Kanthus'	23,4±1,9	5,8±1,2	3,54±0,18
'Merlot 31.103'	23,5±1,5	4,9±0,1	3,46±0,11
'Merlot Khorus'	26,4±1,3	6,6±2,7	3,40±0,06
'Sauvignon 30.080'	21,0±0,7	4,8±0,2	3,38±0,08
'Sauvignon Nepis'	24,3±2,1	6,2±0,1	3,32±0,12
'Sauvignon Rytos'	22,6±1	6,4±0,3	3,27±0,07
'Fleurtaï'	21,5±1,3	4,2±0,3	3,38±0,09
'Soreli'	22,9±0,6	4,0±0,4	3,54±0,12

* sorte: 'Soreli', 'Fleurtaï', 'Merlot Kanthus', 'Merlot Khorus' smo spremljali med leti 2016-2018, sorte: 'Cabernet Eidos', 'Cabernet Volos', 'Merlot Khorus', 'Sauvignon 30.080', 'Sauvignon Nepis' in 'Sauvignon Rytos' med leti 2018-2022.

Vsebnost dejanskega alkohola v suhih vinih je po zaključnih alkoholnih fermentacijah sorazmerna z vsebnostjo sladkorja v moštu. Vini sort 'Cabernet Volos' in 'Cabernet Eidos' sta imeli zmerno povprečno vsebnost alkohola (12,3±0,3 in 12,5±1,1 vol. %) (preglednica 5). Najvišjo povprečno vsebnost alkohola sta imeli sorti 'Sauvignon Nepis' (14,1±0,5 vol. %) in 'Merlot Khorus' (15,3±1,5 vol. %). Najnižjo vsebnost skupnih kislin smo izmerili v vinih sorte 'Cabernet Volos' (5,1±0,4 g/L), medtem, ko so bile najvišje v vinu sorte 'Merlot Khorus' (7,4±0,6 g/L). Pri vinu sorte 'Cabernet Eidos' in 'Cabernet Volos' smo izmerili precej visoke vrednosti pH (3,81±0,22 in 3,89±0,05), pri relativno nizki vsebnosti alkohola (12,5±1,1 vol. % in 12,3±0,3 vol. %) ter zmerni vsebnosti skupnih kislin (6,0±1,2 g/L in 5,1±0,4 g/L). Rdeče sorte so imele med 29,6±0,6 g/L ('Merlot 31.103') ter 34,8±4,3 g/L ('Merlot Khorus') ekstrakta brez sladkorja (EBS). Pri belih vinih je bila vsebnost EBS med 17,8±0,8 g/L ('Sauvignon 30.080') ter 22,6±3,3 g/L ('Sauvignon Nepis') (preglednica 5). V večini primerov je bila povprečna ocena 17,0±0,0 točk ali več. Najslabše sta bili ocenjeni vini sort 'Merlot Kanthus' (povprečna ocena 15,9±0,8 točke) in 'Merlot 31.103' (povprečna ocena 16,5±0,4 točk) (preglednica 5).

Preglednica 5. Povprečne vrednosti s standardnim odklonom za osnovne kemijske parametre vina in senzorična ocena vin tolerantnih vinskih sort v preizkušanju v v.d Primorska.

Sorta	Dejanski alkohol (vol. %)	Ekstrakt brez sladkorja (g/L)	Skupne kisline (g/L vinske kisl.)	pH	Senzorična ocena
'Cabernet Eidos'	12,5±1,1	34,5±4,1	6,0±1,2	3,81±0,22	17,0±0,0
'Cabernet Volos'	12,3±0,3	34,2±3,4	5,1±0,4	3,89±0,05	17,2±0,2
'Merlot Kanthus'	13,9±1,1	32,0±0,8	6,5±0,2	3,57±0,16	15,9±0,8
'Merlot 31.103'	12,9±0,8	29,6±0,6	5,6±0,3	3,57±0,04	16,5±0,4
'Merlot Khorus'	15,3±1,5	34,8±4,3	7,4±0,6	3,56±0,11	17,3±0,0
'Sauvignon 30.080'	12,5±0,6	17,8±0,8	5,2±0,9	3,38±0,16	17,5±0,2
'Sauvignon Nepis'	14,1±0,5	22,6±3,3	6,1±0,4	3,41±0,14	17,3±0,0
'Sauvignon Rytos'	13,9±0,8	20,3±1,0	5,7±0,3	3,43±0,08	17,3±0,1
'Fleurtaï'	13,0±0,9	21,1±2,5	6,3±1,1	3,29±0,03	17,1±0,4
'Soreli'	12,9±0,7	20,8±1,9	4,8±1,0	3,53±0,21	17,3±0,4

* sorte: 'Soreli', 'Fleurtaï', 'Merlot Kanthus', 'Merlot 31.103' smo spremljali med letoma 2016 in 2018, sorte: 'Cabernet Eidos', 'Cabernet Volos', 'Merlot Khorus', 'Sauvignon 30.080', 'Sauvignon Nepis', 'Sauvignon Rytos' smo spremljali med letoma 2018 in 2022.

Introdukcija in tehnologija pridelave vinske trte v vinorodni deželi Posavje

V vinorodni deželi Posavje poteka introdukcija tolerantnih sort vinske trte od leta 2020. Sorte 'Cabernet Cortis', 'Bronner' ter 'VB 32-07' smo preliminarno spremljali že v letu 2019.

Čas dozorevanja sort je bil zelo zgodaj (sorta 'VB 32-07'), srednje zgodaj (sorta 'Bronner') ter srednje pozno (sorta 'Cabernet cortis'), glede na dozorevanje primerjalnih sort: 'Laški rizling', 'Beli pinot', 'Chardonnay', 'Modri pinot' in 'Modra frankinja' za Vinorodni okoliš Dolenjska. V preglednici 6 so povprečne vrednosti za parametre rodnosti v letih 2019, 2020 in 2022 za sorto 'Cabernet Cortis' in belo sorto 'Bronner'. Podatki za sorto 'VB 32-07' so iz leta 2019 (preglednica 6). Sorta 'Bronner' je dosegala visoke pridelke po trsu (v povprečju 3,7±1,5 kg po trsu), s povprečno maso grozda 197,1±41,6 g. V letu 2019 je povprečni pridelek za sorto 'VB 32-07' znašal 2,4±0,2 kg.

Preglednica 6. Povprečne vrednosti s standardnim odklonom za parametre rodnosti za celotno obdobje spremljanja (masa pridelka (kg) po trsu, število gozdov ob trgatvi, masa grozda (g), masa porezanega lesa (g) ter Ravaz indeks za tolerantne vinske sorte v preizkušanju v v.d Posavje.

Sorta	Masa pridelka (kg)	Število gozdov ob trgatvi	Masa grozda (g)	Masa porezanega lesa (g)	Ravaz indeks
'VB 32-07'*	2,4±0,2	30,5±2,7	79,1±6,1	298,3±87,7	8,7±2,7
'Bronner'	3,7±1,5	18,4±7,4	197,1±41,6	368,7±142,8	9,9±4,1
'Cabernet cortis'	1,8±0,6	13,3±3,8	138,3±40,5	388,5±117,0	4,6±2,3

* Podatki za sorto 'VB 32-07' se nanašajo na leto 2019.

Pri sorti 'Bronner' smo v času trgatve izmerili zadovoljivo vsebnost suhe snovi v moštu, ki je v povprečju treh let znašala 20,7±0,7 °Bx. V moštu smo izmerili nizke vrednosti pH (3,03±0,03) ter dokaj visoko vsebnost skupnih kislin, ki je bila v povprečju 7,4±0,3 g/L. Rdeča sorta 'Cabernet Cortis' je imela v triletnem povprečju 1,8±0,6 kg pridelka po trsu. Kljub visoki vsebnosti suhe snovi v moštu (23,4±0,6 °Bx), smo izmerili 7,8±0,3 g/L skupnih kislin pri vrednosti pH 3,18±0,09 (preglednica 7). V letu 2019 je sorta 'VB 32-07' v času trgatve, 4.9.2019, imela 22,4 °Bx, 6,6 g/L skupnih kislin ter pH vrednost je znašala 3,34.

Preglednica 7. Povprečne vrednosti s standardnim odklonom za standardne kemijske parametre mošta: skupna suha snov (°Bx), skupne kisline (g/L), vrednost pH tolerantnih vinskih sort v preizkušanju v v.d Posavje.

Sorta	Skupna suha snov (°Bx)	Skupne kisline (g/L vinske kisline)	pH
'VB 32-07'*	22,4	6,6	3,34
'Bronner'	20,7±0,7	7,4±0,3	3,03±0,03
'Cabernet Cortis'	23,4±0,6	7,8±0,3	3,18±0,09

* Podatki za sorto 'VB 32-07' se nanašajo le na leto 2019.

Povprečna vsebnost alkohola pri sorti 'Bronner' je bila 12,4± vol. % in pri sorti 'Cabernet Cortis' 13,1±0,5 vol. %. V vinih sorte 'Bronner' smo izmerili nizke vrednosti pH (3,08±0,03) ter tudi visoko vsebnost skupnih kislin (7,4±0,4 g/L), zaradi česar je sorta primerna tudi za pridelavo penin. Skupni ekstrakt brez sladkorja v vinu je bil pri sorti 'Cabernet Cortis' 32,2±1,0 g/L (preglednica 8). Vina so na ocenjevanju dosegla 16,7±0,5 točk in več in so se s tem uvrstila v kategorijo kakovostnih vin.

Preglednica 8. Povprečne vrednosti s standardnim odklonom za standardne kemijske parametre vina in senzorična ocena vin tolerantnih vinskih sort v preizkušanju v v.d Posavje.

Sorta	Dejanski alkohol (vol. %)	Ekstrakt brez sladkorja (g/L)	Skupne kisline (kot g/L vin. kis)	pH	Senzorična ocena
'VB 32-07'*	13,5	18,9	6,2	3,30	17,3
'Bronner'	12,4±0,5	19,1±0,8	7,4±0,4	3,08±0,03	16,7±0,5
'Cabernet Cortis'	13,1±0,5	32,2±1,0	5,8±0,2	3,67±0,05	17,1±0,1

* Podatki za sorto 'VB 32-07' se nanašajo na leto 2019.

Zaključki

Sorte v preizkušanju v v.d. Primorska in Posavje so bile v večinoma dobro tolerantne na peronosporo in pepelovko vinske trte, kar neposredno vpliva na manjšo poraba FFS v vinogradništvu. Posledično je potrebno v vinogradu opraviti manj strojnih ur ter tla niso v tolikšni meri izpostavljena mehanskemu zbijanju zaradi vožnje s stroji. Sorte so zaradi večje tolerantnosti na peronosporo in oidiji primerne tudi za ekološko pridelavo grozdja in vina.

V spomladanskem času so posamezne sorte ('Sauvignon 30.080', 'Sauvignon Nepis' v v.d. Primorska), ki so brstele bolj zgodaj v primerjavi z drugimi sortami, bile bolj izpostavljene možnosti pozebe. Sorte dozorevajo zelo zgodaj do zgodaj, kar je lahko pomanjkljivost posameznih sort v določenih vročih in sušnih letih. Prav tako je pridelek, zaradi zgodnejšega dozorevanja, bolj izpostavljen žuželkam in pticam.

Glede na rezultate preizkušanja so bile sorte 'Fleurtaï', 'Soreli' in 'Merlot Kanthus' pozitivno ocenjene ter z letom 2021 tudi vpisane v trsni izbor v v.d. Primorska in se lahko sadijo ter pridelujejo sortna vina (Škvarč in sod., 2021 a,b, c). Trenutno je obseg prodaje sortnih vin teh sort v Sloveniji zanemarljiv. Sorte se pretežno uporabljajo za zvrsti z uveljavljenimi sortami ter v manjšem obsegu za ekološko pridelavo.

Z letom 2022 smo v Vipavski dolini zaključili s preizkušanjem sort 'Merlot Khorus', 'Sauvignon Kretos', 'Sauvignon Nepis', 'Sauvignon 30.080', 'Sauvignon Rytos', 'Cabernet Eidos' in 'Cabernet Volos'. Pri oblikovanju predloga za vpis tolerantnih sort v trsni izbor smo upoštevali več kriterijev a) sorta je vpisana v sortno listo, ene izmed članic EU, b) sorta izkazuje dobro toleranco na peronosporo in pepelovko (oidij) ter c) sorta dosega zadovoljive količinske in kakovostne parametre pridelka grozdja in vina ter primerne senzorične lastnosti vina. Sorte 'Sauvignon Rytos', 'Merlot Khorus', ter 'Cabernet Eidos' dosegajo konstantne pridelke, grozdje dozoreva v terminih, ki so primerljivi s primerjalnimi sortami ('Sauvignon', 'Merlot' in 'C. sauvignon'). Dozorelost grozdja v času trgatve je dobra, saj sorte dosegajo vsebnosti skupne suhe snovi v moštu v povprečju 22,2 °Bx in več. Vina so prejela senzorične ocene, ki zadostujejo za uvrstitev vin med kakovostna vina.

Tudi v vinorodni deželi Posavje nadaljujemo s spremljanem tolerantnih sort. Glede na dosedanje rezultate in opazovanja lahko trdimo, da sorti 'Cabernet Cortis' in 'Bronner' dosegata ustrezne parametre količine in kakovosti pridelka grozdja ter kemijske in senzorične kakovosti vina.

Zahvala

Nalogo Introdukcija in tehnologija pridelave vinske trte v vinorodnih deželah Primorska, Podravje in Posavje, ki poteka v sklopu Javne službe v vinogradništvu, financira Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano po pogodbah številke: 2016: 2330-16-000109; 2017: 2330-17-000111; 2018: 2330-18-000163; 2019: 2330-19-000032; 2020: 2330-20-0000157, 2021:2330-21-000025, 2022: 2330-

22-000010. Za pomoč pri izvajanju naloge se zahvaljujemo Radojku Pelengiću in tehničnim sodelavcem: Boštjanu Sajetu (KIS) ter Mateju Vrčonu in Alešu Krečiču (STS Vrhopolje). Prav tako se zahvaljujemo vinogradniško-vinarski in trsničarski kmetiji Martinčič, kjer so posajene tolerantne sorte v preizkušanju za v.d. Posavje.

Literatura

- Foria S, Magris G, Jurman I, Schwoppe R, De Candido M, De Luca E, Ivanišević D, Morgante M, Di Gaspero G. 2022. Extent of wild-to-crop interspecific introgression in grapevine (*Vitis vinifera*) as a consequence of resistance breeding and implications for the crop species definition. Horticulture research, vol. 9 uhab010. 18 Jan. 2022, doi:10.1093/hr/uhab010.
- Kliewer WM, Dokoozlian NK. 2005. Leaf area/crop weight ratios of grapevines: influence on fruit composition and wine quality. Am J Enol Vitic, 56, 170-18.
- Lorenz DH, Eichhorn KW, Bleiholder H, Klose R, Meier U, Weber E. 1995. Growth Stages of the Grapevine: Phenological growth stages of the grapevine (*Vitis vinifera* L. ssp. *vinifera*). Codes and descriptions according to the extended BBCH scale. Australian Journal of Grape and Wine Research, 1, 100-103.
- Merdinoglu D, Schneider C, Prado E, Wiedemann-Merdinoglu S, Mestre P. 2018. Breeding for durable resistance to downy and powdery mildew in grapevine. OENO One, 52, 203–209.
- Nemanič J. 2006. Ali razumemo vino. Ljubljana. Kmečki glas, 279.
- OIV. 2012. Compendium of International Methods of Wine and Must Analysis. International Organisation of Vine And Wine. Total Dry Matter. Revised by Oeno 465/2012.
- Pravilnik o seznamu geografskih označb za vina in trsnem izboru. 2022. Uradni list RS, št. 49/07, 26/21, NPB1, 15/22 in NPB2.
- Register pridelovalcev grozdja in vina (RPGV). 2020. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano: Dostopno na: <https://podatki.gov.si/dataset/register-pridelovalcev-grozdja-in-vina>.
- Salmon JM, Ojeda H, Escudier JL. 2018. Disease resistant grapevine varieties and quality: the case of Bouquet varieties. OENO One, 52, 225–230.
- Škvarč A, Čuš F, Jež Krebelj A, Rusjan D. 2021a. Tehnološki list za sorto 'Fleurtaï'. Dostopno na: <https://vinogradnistvo.javnsluzbe.si/wp-content/uploads/2021/04/Tehnoloski-list-Fleurtaï-1.pdf>
- Škvarč A, Čuš F, Jež Krebelj A, Rusjan D. 2021b. Tehnološki list za sorto 'Merlot Kanthus'. Dostopno na: <https://vinogradnistvo.javnsluzbe.si/wp-content/uploads/2021/04/Tehnoloski-list-M. kanthus-1.pdf>
- Škvarč A, Čuš F, Jež Krebelj A, Rusjan D. 2021c. Tehnološki list za sorto 'Soreli'. Dostopno na: <https://vinogradnistvo.javnsluzbe.si/wp-content/uploads/2021/04/Tehnoloski-list-Soreli-1.pdf>
- Vršič S, Pulko B, Valdhuber J, Škvarč A, Rusjan D. 2017. Introdukcija tolerantnih sort glede na podnebne spremembe. Kmetijski inštitut Slovenije. Zbornik prispevkov 5. SVVK, 129-142.

Novi slovenski kloni sorte 'Malvazija'

Andreja Škvarč^{1*}, Anastazija Jež Krebelj², Franc Čuš², Denis Rusjan³

¹Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica, Pri hrastu 18, 5000 Nova Gorica

²Kmetijski inštitut Slovenije, Hacquetova ulica 17, 1000 Ljubljana

³Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana

*Korespondenca: andreja.skvarc@go.kgzs.si

Izveček: 'Malvazija' je najštevilčnejša bela sorta vinske trte v vinorodni deželi Primorska, saj je z njo posajenih 960 ha, kar predstavlja 15 % delež vseh površin na Primorskem. Na Primorskem je več vinogradniških površin posajenih le z rdečo sorto 'Refošk'. V Sloveniji je bil do leta 2022 potrjen le en klon sorte 'Malvazija', in sicer kl. SI-37 v letu 2008. Zato smo v letih od 2009 do 2021 v Seleksijsko trsničarskem središču (STS) Vrhpolje na KGZS–Kmetijsko gozdarskem zavodu Nova Gorica (KGZS–Zavod GO), skupaj s podizvajalci Kmetijskim inštitutom Slovenije in Biotehniško fakulteto izvajali klonsko selekcijo sorte 'Malvazija'. Po opravljeni pozitivni množični selekciji in odbranih elitah smo v lasten kolekcijski vinograd na Ložah posadili in selekcionirali ter intenzivno proučevali 8 novih klonskih kandidatov. V letih 2017-2019 smo opravili meritve vseh potrebnih parametrov in naredili predpisana testiranja na boleznih trte. Grozdje je bilo med postopkom klonske selekcije predelano v vino v mikroviniifikacijski kleti STS Vrhpolje, kemične analize in organoleptične oceno pa so opravili v pooblaščenem Agroživilskem laboratoriju KGZS – Zavod GO. V zaključni fazi testiranja smo odbrali štiri klonske kandidate sorte 'Malvazija', ki so bili kot novi kloni potrjeni v jeseni 2022: 'Malvazija' kl. SI-42, 'Malvazija' kl. SI-43, 'Malvazija' kl. SI-44 in 'Malvazija' kl. SI-45.

Ključne besede: vinska trta, klonska selekcija, klonski kandidati, klon

New Clones of 'Malvazija' Variety in Slovenia

Abstract: 'Malvazija' is the most numerous white grapevine variety in the wine-growing region of Primorska, planted with 960 ha, which represents 15% among all varieties. In the Primorska region, only the red variety 'Refošk' is more abundant. Until 2022, only one Slovenian clone of 'Malvazija' was confirmed (cl. SI-37) in 2008. Therefore, from 2009 to 2021, at KGZS-Agricultural and Forestry Institute Nova Gorica, in the department of the Grapevine selection and nursery centre Vrhpolje, with subcontractors the Agricultural Institute of Slovenia and Biotechnical Faculty, we carried out clone selection of 'Malvazija'. After a positive mass selection and selected elites, we planted, selected and intensively studied 8 new clone candidates in our own collection vineyard in Lože. In 2017-2019, we measured all the necessary parameters and tested for vine diseases. During the clonal selection process, the grapes were processed into the wine in the STS Vrhpolje microvinification cellar, while chemical analyzes and organoleptic evaluation were performed in the authorized Agro-Food Laboratory of the Agricultural and Forestry Institute Nova Gorica. In the final phase of clone selection, we selected four clone candidates of the 'Malvazija' variety, which were confirmed as clones in autumn 2022: 'Malvazija' SI-42', 'Malvazija' SI-43', 'Malvazija' SI-44' and 'Malvazija' SI-45'.

Keywords: grapevine, clonal selection, candidate clones, clone

Uvod

'Malvazija' je najštevilčnejša bela sorta vinske trte v vinorodni deželi Primorska, saj je z njo posajenih 960 ha, kar predstavlja 15 % delež vseh površin na Primorskem. Več vinogradniških površin je posajenih le z rdečo sorto 'Refošk'. Sorto 'Malvazija' vinogradniki pridelujejo v vseh štirih vinorodnih okoliših Primorske, v Goriških Brdih je posajene 50 ha, v Vipavski dolini 243 ha, na Krasu 48 ha in v Slovenski Istri 620 ha. V slovenskem merilu zavzema med sortami 6,6 % delež, večji delež zavzemajo le štiri sorte – 'Laški rizling', 'Refošk', 'Chardonnay' in 'Sauvignon'. Pri sorti 'Malvazija' je bil do sedaj v Sloveniji odbran in v letu 2008 potrjen le en klon, in sicer 'Malvazija' kl. SI-37, zato je bila v okviru aktualne klonske selekcije, poleg sorte 'Refošk', deležna največje pozornosti in strokovnega selekcijskega dela.

Material in metode

Osnovna metoda našega dela je selekcija vinske trte (Resolution OIV-VITI 564A-2017 – OIV Process for the clonal selection of vines). V prvem sklopu strokovne naloge smo se osredotočili na pozitivno množično selekcijo, ki je temeljila na vizualnih opazovanjih trt v vinogradih. V ta namen smo v letih od 2009 do 2012, na terenu od Vipavske doline do Slovenske Istre pregledali in izvajali pozitivno množično selekcijo v šestih vinogradih na različnih lokacijah - Labor, Kortina, Korte, Šared, Izola – Jagodje in Bukovica (Pelengić in sod. 2017). Za selekcijo smo poiskali starejše vinograde, na katere so nas opozorili vinogradniki, pa tudi posamezne trte, ki so rastle v manjših nasadih v bližini hiš oz. naselij. Namenoma smo zastavili širši sklop terenskega dela, da bi dobili različne biotipe sorte 'Malvazija' oz. zanimive elite za nadaljnjo klonsko selekcijo. Seleksijski cilj je bil biotip sorte 'Malvazija' s srednje velikimi rahlimi grozdi, srednje debelimi jagodami, odpornostjo na stresne situacije – suša, vročina in z izraženo toleranco na sončne ožige. Obenem smo odbirali biotipe, ki so imeli kompaktno rast in kjer grozdi niso bili občutljivi na osipanje jagod, in so imeli manj krhke grozdne peclje.

Po zaključenem prvem sklopu selekcijskega dela in opravljeni tri letni pozitivni množični selekciji, smo v vsakem vinogradu izbrali in označili elitne trte - elite. V letu 2011 so bila opravljena prva kontrolna serološka testiranja odbranih elit sorte 'Malvazija' na prisotnost virusov vinske trte; grapevine virus A (GVA), grapevine leafroll-associated virus 1 in 3 (GLRaV 1+3), grapevine leafroll-associated virus 2 (GLRaV 2) in grapevine leafroll-associated virus 4 in 9 (GLRaV 4+9). V letu 2013 smo nadaljevali s kontrolnimi testiranjimi na šest virusov, in sicer grapevine fanleaf virus (GFLV), arabis mosaic virus (ArMV), GLRaV-1, GLRaV-3, GVA in grapevine fleck virus (GFkV). Skupno število vseh elit je bilo 102, pri večini trt je bil odkrit eden ali več virusov, zato se je že na tej stopnji zaključila selekcija v vinogradih Labor, Korte, Šared in Izola – Jagodje, ker so bili prav vsi analizirani vzorci izbranih elitnih trt pozitivni na enega ali več virusov. Nekaj odbranih elit iz vinogradov Korte, Šared, Izola – Jagodje smo vseeno razmnožili in posadili v kolekcijski vinograd podjetja Vinakoper, na Prade, kjer trte še vedno rastejo, in v vinogradu izvajamo vzdrževalno selekcijo. S sodelavci in kolegi smo se pogovarjali, kje bi lahko dobili še kakšen zanimiv biotip sorte 'Malvazija'. Ivan Muhič iz Šempetra nas je opozoril na trte te sorte v njegovem vinogradu, kjer smo odbrali še dve eliti. Dodatno smo razmnožili še eno elito iz stare kolekcije, izvorno iz vinograda na Vogrskem.

Skupno smo izbrali devet elit iz treh različnih lokacij oz. vinogradov in jih označili s selekcijskimi oznakam. V času mirovanja smo narezali cepiče vseh devetih elit, jih skrbno označili in razmnožili. Za cepljenje smo izbrali podlago kategorija »baza« in uspešno pridelali trsne cepljenke. V novem kolekcijskem vinogradu STS Vrhpolje v Vipavski dolini (Lože) smo v letih 2013 in 2014 posadili od 30 – 40 trt vsakega klonskega kandidata, v skupnem številu več kot 300 trt. Vsi klonski kandidati so bili posajeni na razdaljah 2,5 m × 1,0 m, gojitvena oblika je enojni Guyot.

V letih 2017 do 2019 smo izvajali klonsko selekcijo, spremljali in beležili smo fenofaze razvoja, pojav boleznih in škodljivcev vinske trte, ter zbirali podatke o številu očes, mladik, rodnih mladik, številu in

masi grozdov na trto (Resolution OIV-VITI 564A-2017 – OIV Process for the clonal selection of vines). V letih selekcioniranja in preizkušanja so se vsi klonski kandidati pokazali kot srednje bujno rastoči, kar je potrdila tudi masa odrezanega lesa in indeks Ravaz. Prav tako so imeli stabilno in dobro rodnost, kakovost pridelka pa je bila zelo dobra. V vseh letih klonske selekcije in preizkušanja nismo naredili nobene redukcije pridelka, z izjemo odstranjevanja dvojnih mladik in njihove redne pletve. Grozdi, ki so bili izpostavljeni neposredni sončni svetlobi, so se v času dozorevanja jagod obarvali iz zlato rumene do rahlo rožnate barve. Vsa leta smo izvajali varstvo vinske trte v skladu s priporočili Javne službe za varstvo rastlin in v skladu z navodili za integrirano varstvo vinske trte. Od sajenja leta 2014, do vključno leta 2022, na klonskih kandidatih nismo opazili nikakršnih bolezenskih znakov peronospor, oidija in sive grozdne plesni.

Spremljali smo dinamiko dozorevanja grozdja v tedenskih razmikih vsaj trikrat pred trgatvijo nabrali vzorce grozdja, in pridobili podatke o masi 100 jagod ter podatke o sladkorni stopnji, skupnih kislinah in pH v grozdnem soku. Grozdje klonskih kandidatov smo vsa tri leta (2017-2019) ločeno potrgali in predelali v vino, v mikroviniifikacijski kleti STS Vrhpolja. Vino smo analizirali na fizikalno-kemijske parametre in tudi senzorično ocenili ter tako preverili uporabno vrednost in kakovost vina izbranih klonskih kandidatov. Že v letu 2018 smo opustili enega od klonskih kandidatov, saj sta dve trti propadli, zato smo se odločili, da nadaljujemo klonsko selekcijo pri osmih klonskih kandidatih (seleksijske oznake; 'Malvazija' M1, 5/19, 5/33, 6/2, 11/31, 13/47, 14/3 in 14/15).

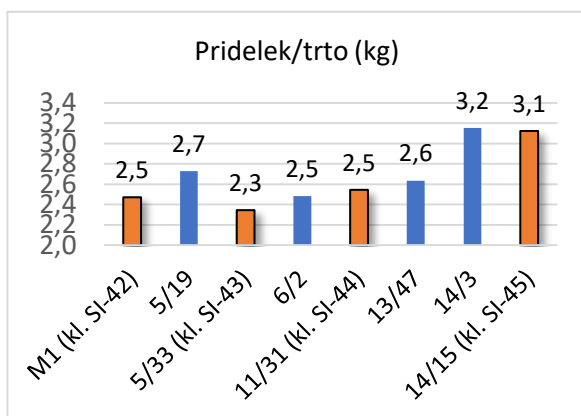
V letu 2020 smo ponovno nabrali vzorce rozg posameznih trt vseh osmih klonskih kandidatov, in jih testirali na skupno 13 virusov vinske trte: GLRaV-1, GLRaV-2, GLRaV-3, GLRaV-4, GFLV, ArMV, GfKV, grapevine Pinot gris virus (GPGV), GVA, raspberry ringspot virus (RpRSV), tomato black ring virus (TBRV), grapevine rupestris stem pitting-associated virus (GRSPaV) in grapevine virus B (GVB), skladno s Pravilnikom o trženju materiala za vegetativno razmnoževanje trte in s pripadajočo Prilogo 1 (Ur. l. št. 101/20) in skladno s shemo EPPO. Za serološke teste je bila uporabljena metoda DAS-ELISA, vzorci pa so bili pripravljene iz floema dozorelih rozg trte.

Rezultati z diskusijo

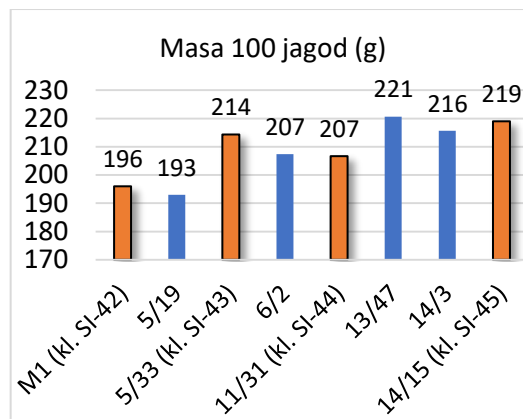
V obdobju treh let (2017 – 2019) intenzivnega proučevanja in izvajanja klonske selekcije smo zbrali in obdelali številne podatke. Izračunali smo povprečne vrednosti vseh proučevanih in zbranih podatkov za triletno obdobje pri vseh osmih klonskih kandidatih sorte 'Malvazija' (seleksijske oznake; M1, 5/19, 5/33, 6/2, 11/31, 13/47, 14/3 in 14/15). Velike razlike so že pri masi 100 jagod, kjer so razlike med klonskimi kandidati od 193 g do 221 g (Slika 1). Zelo se razlikuje tudi pridelek po trti, od najmanjšega pridelka 2,34 kg/trto pri klonskem kandidatu 'Malvazija' 5/33 kg/trto do 3,15 kg/trto pri 'Malvazija' 14/3 (Slika 2).

Značilne so tudi razlike v kakovosti mošta. Vsebnost sladkorja je bila najmanjša – 18,8° Brix pri klonskem kandidatu 'Malvazija' 6/2, največ sladkorja, 23,3° Brix pa smo izmerili v moštu klonskega kandidata 'Malvazija' 5/33 (slika 3). Med klonskimi kandidati so nekoliko manjše razlike pri vsebnosti skupnih kislin (slika 4).

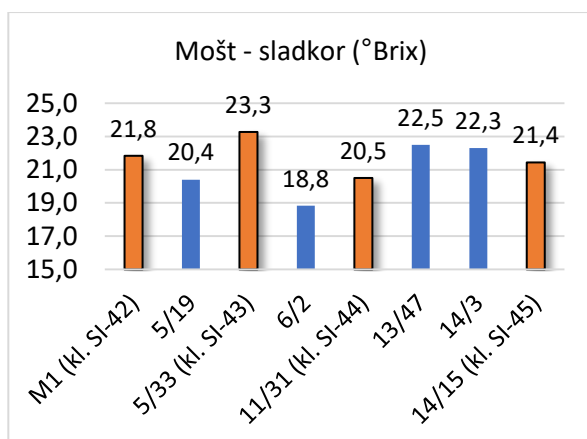
Zelo smo bili zadovoljni s kakovostjo vin, ki smo jih redno analizirali in ocenjevali. Sliki 5 in 6 prikazujeta vsebnost alkohola in ekstrakta brez sladkorja pridelanih vin klonskih kandidatov. Organizirali smo več degustacij za vinogradnike in vina klonskih kandidatov dve leti predstavili tudi na festivalu vin z naslovom »Malvazija, žlahtni okus Mediterana« v Portorožu.



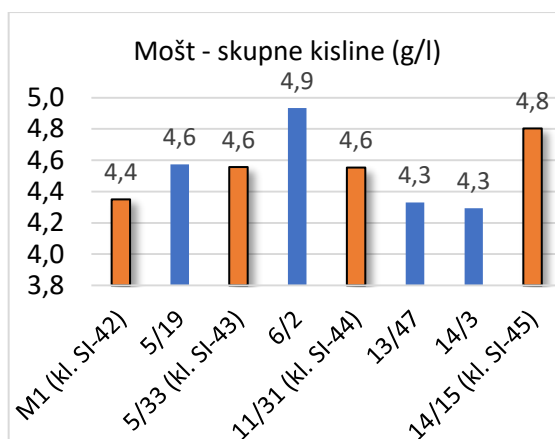
Slika 1. Masa 100 jagod pri klonskih kandidatih sorte 'Malvazija' – povprečje treh let.



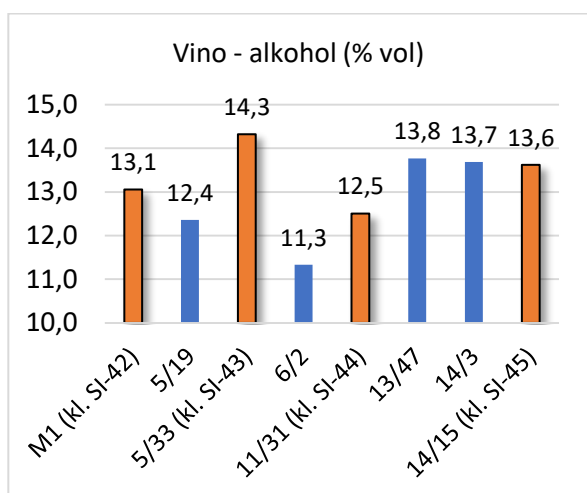
Slika 2. Pridelek grozdja na trti pri klonskih kandidatih sorte 'Malvazija' – povprečje treh let.



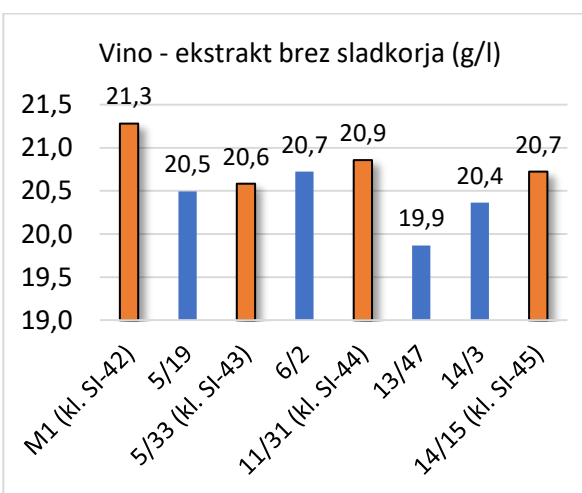
Slika 3. Vsebnost sladkorja v grozdju pri klonskih kandidatih sorte 'Malvazija' – povprečje treh let.



Slika 4. Vsebnost skupnih kislin v grozdju pri klonskih kandidatih sorte 'Malvazija' – povprečje treh let.



Slika 5. Vsebnost alkohola v vinu pri klonskih kandidatih sorte 'Malvazija' – povprečje treh let.



Slika 6. Vsebnost ekstrakta brez sladkorja v vinu pri klonskih kandidatih sorte 'Malvazija' – povprečje treh let.

V letu 2020 smo ponovno nabrali vzorce trt klonskih kandidatov, naredili serološke in molekularne analize virusov vinske trte in pridobili rezultate. Po pridobljenih rezultatih smo iz selekcije izločili trte dveh klonskih kandidatov, saj je bil prisoten eden ali več virusov: GFkV, GLRaV-2, 4 in GPGV. Za končno odbiro je ostalo šest klonskih kandidatov, ob pregledu in primerjavi vseh zbranih podatkov smo izbrali štiri nove klonske kandidate sorte 'Malvazija': M1, 5/33, 11/31 in 14/15. O opravljenih testih je pooblaščen virološki laboratorij Kmetijskega inštituta Slovenije (KIS-OVR) izdal tudi ustrezno uradno poročilo, ki je skupaj z ostalimi rezultati predhodnih zdravstvenih analiz sestavni del dokumentacije klona. Naredili smo opise klonskih kandidatov po OIV deskriptorjih, uporabili smo 39 deskriptorjev. V letu 2021 smo izbrane štiri klonske kandidate cepili na dve podlagi – 'Kober 5BB' in 'Richter 110', naredili preizkus cepilnosti in pridelali trsne cepljenke.

Preglednica 1. Delež izplena prvovrzednih trsnih cepljenk (%) štirih klonskih kandidatov sorte 'Malvazija', cepljenih na dve različni podlagi.

	KLONSKI KANDIDAT	PODLAGA	%
1	M1 (kl. SI-42)	RICHTER 110	61,80
2	5/33 (kl. SI-43)	RICHTER 110	63,00
3	11/31 (kl. SI-44)	RICHTER 110	62,50
4	14/15 (kl. SI-45)	RICHTER 110	62,50
5	M1 (kl. SI-42)	KOBER 5BB	47,30
6	5/33 (kl. SI-43)	KOBER 5BB	41,70
7	11/31 (kl. SI-44)	KOBER 5BB	41,20
8	14/15 (kl. SI-45)	KOBER 5BB	49,70

Zaključki

V dvanajstih letih smo opravili obsežno delo, ki je vključevalo genetsko, agronomsko in zdravstveno selekcijo ter izmed osmih odbrali štiri najboljše klonske kandidate sorte 'Malvazija'. Pripravili smo končna poročila, ki smo jih oddali Službi za uradno potrjevanje semenskega in sadilnega materiala kmetijskih rastlin na Kmetijskem inštitutu Slovenije (KIS-SUP). V letu 2022 so bili uradno potrjeni štiri novi slovenski kloni sorte 'Malvazija', in sicer:

- 'Malvazija' SI-42 (seleksijska oznaka M1),
- 'Malvazija' SI-43 (seleksijska oznaka 5/33),
- 'Malvazija' SI-44 (seleksijska oznaka 11/31) in
- 'Malvazija' SI-45 (seleksijska oznaka 14/15).

Vsi novi kloni sorte 'Malvazija' so vpisani v slovensko Sortno listo poljščin, zelenjadnic, sadnih rastlin in trte (<https://www.gov.si/teme/sortna-lista-in-skupni-katalogi-sort/>) in v Skupni EU katalog sort in klonov trte (https://food.ec.europa.eu/plants/plant-reproductive-material/plant-variety-catalogues-databases-information-systems_en).

Literatura

Pravilnik o trženju materiala za vegetativno razmnoževanje trte .2020. Ur. l. RS, št. 101/20.

Resolution OIV-VITI 564A-2017 – OIV Process for the clonal selection of vines.

Pelengić R, Škvarč A, Vaupotič T, Rusjan D, Koruza B. 2017. Selekcija in introdukcija sort in klonov vinske trte v Sloveniji, Zbornik prispevkov, 5. Slovenski vinogradniško-vinarski kongres, Šentjernej, Slovenija.

Vpis novih sort v trsni izbor - kronološki pregled rezultatov strokovnega dela na področju Introdukcije in tehnologije pridelave vinske trte

Anastazija Jež Kребelj^{1*}, Katja Šuklje¹, Andreja Škvarč², Tanja Vaupotič³, Denis Rusjan⁴, Franc Čuš¹

¹ Kmetijski inštitut Slovenije, Hacquetova 17, 1000 Ljubljana

² STS Vrhpolje, Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica, KGZS,

³ STS Ivanjkovci, Kmetijsko gozdarski zavod Maribor, KGZS,

⁴ Biotehniška fakulteta - Univerza v Ljubljani, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana

*Korespondenca: Anastazija.JezKrebelj@kis.si

Izveček: V okviru strokovne naloge Introdukcija-osebno preizkušanje sort za vpis v opisno sortno listo smo v letih 2010-2018, ter naloge Introdukcija in tehnologija pridelave vinske trte v vinorodnih deželah (v.d.) Primorska, Podravje in Posavje v letih 2018- 2022, izvajali preizkušanje novih sort vinske trte z namenom dopolnitve trsnega izbora. Leta 2021 smo v trsni izbor (Pravilnik o... 2022), kot dovoljeni sorti, vpisali dve rdeči sorti 'Dornfelder' in 'Merlot' za vse vinorodne okoliše v.d. Podravje in Posavje. Sorti 'Marselan' in 'Viognier' sta bili vpisani za pridelavo v vseh vinorodnih okoliših v.d. Primorska, medtem ko je bila sorta 'Tannat' vpisana v trsni izbor za pridelavo v v.o. Slovenska Istra. V trsni izbor za v.d. Primorska smo vpisali tri tolerantne sorte 'Soreli', 'Fleurtaï' in 'Merlot Kanthus'. V okviru nalog preizkušanja tehnoloških postopkov oziroma načinov pridelave grozdja in gojenja vinske trte smo izvedli oz. izvajamo tehnološke poskuse na številnih domačih in tujih sortah ter na podlagah vinske trte. Od leta 2018 ostaja nosilec naloge Introdukcija in tehnologija pridelave vinske trte Kmetijski inštitut Slovenije, pri izvajanju naloge sodelujemo s KGZ-Nova Gorica STS Vrhpolje in KGZ-Maribor STS Ivanjkovci ter Univerzo v Ljubljani, Biotehniško fakulteto, ki izvaja Strokovno tehnično koordinacijo JS.

Ključne besede: sorte, trsni izbor, tolerantne sorte, tehnološki poskusi, Javna služba v vinogradništvu

Implementation in Slovenian national list of grapevine varieties - results of work in the field of Introduction and technology of vine cultivation

Abstract: Within the framework of Introduction-special testing of varieties (2010-2017) and within the framework of the Introduction and technology of grapevine cultivation in the wine-growing regions Primorska, Podravje and Posavje between in 2018 and 2022, new grape varieties were evaluated for the purpose of implementing the National variety list. In 2021 two red varieties, 'Dornfelder' and 'Merlot', were listed in the National variety list (Regulations on... 2022) for the production in the wine-growing regions Podravje and Posavje. Varieties 'Marselan' and 'Viognier' were registered for cultivation in wine-growing region Primorska, while the variety 'Tannat' was entered in the list for its cultivation in Slovenian Istria. Also three resistant varieties were introduced into Primorska wine growing region: 'Soreli', 'Fleurtaï' and 'Merlot Kantus'. In the framework of service we also conclude technical experiments in the vineyards on local and international varieties and grapevine rootstocks. Since 2018, the Agricultural Institute of Slovenia remains the leading partner for task Introduction and technology of grapevine cultivation in the winegrowing regions Primorska, Podravje and Posavje. As subcontractors, KGZ Nova Gorica -STS Vrhpolje in KGZ Maribor -STS Ivanjkovci, are included and University of Ljubljana, Faculty of Biotechnology, is responsible for the coordination of Public service in viticulture.

Key words: Introduction of vines, varieties, List of grape varieties, tolerant varieties, technological experiment, Public service in viticulture

Uvod

Vinogradništvo se skozi bogato zgodovino gojenja vinske trte na slovenskem, srečuje s številnimi izzivi, tako na področju družbenopolitičnih in gospodarskih razmer kot tudi podnebnih. Intenziven razvoj vinogradništva, kot ga poznamo danes, se je začel s pripravo trsnega izbora oz. sortimenta vinske trte konec 19. in na začetku 20. stoletja. Ta je bil vinogradnikom v pomoč pri obnovi vinogradov, zaradi uničenja, ki ga je povzročila trsna uš. Leta 1905 je ravnatelj vinarske in sadjarske šole v Mariboru F. Zweifler sestavil trsni izbor za posamezne vinorodne okoliše tedanje Štajerske. Slovenski prevod je istega leta pripravil Ivan Belle. Trideset let kasneje, leta 1935, je izšel prvi trsni izbor, ki je bil v originalu napisan v slovenskem jeziku (Trsni... 1935). Sestavljen je bil za Dravsko banovino, ki se je delila na 13 vinorodnih okolišev. S trsnim izborom so opredelili posamezne sorte po primernosti za njihovo pridelavo v posameznem vinorodnem okolišu. S tem so želeli izboljšati kakovost pridelanega grozdja in vina. Pri pripravi prvega trsnega izbora so sodelovali številni strokovnjaki na področju vinogradništva. Takratni trsni izbor se je leta 1948 razširil in dopolnil z vpisom sort za Slovensko Primorje. Na podlagi tedanje rajonizacije so nastali podravski, posavski ter kraško-primorski rajoni, za katere je bil leta 1953 sprejet nov trsni izbor. V naslednjih desetletjih so mu sledile številne spremembe in dopolnitve, ki so se nanašale predvsem gospodarsko in ekonomsko upravičenost pridelovanja grozdja in vina (Hrček in Korošec-Koruza 1996).

Trsni izbor je pomemben dejavnik vinogradniške pridelave, s katerim lahko vplivamo na kakovost pridelanega grozdja in vina na določenem geografskem območju. Vrednotenje lastnosti posameznih sort vinske trte na določenem območju obsega preučevanje njihovih ampelografskih značilnosti, kot tudi njihovih agro-biotičnih lastnosti ter preizkušanje različnih tehnologij pridelave grozdja. Pri odbiri sorte so nadvse pomembne tudi lastnosti pridelanega vina, kar mu daje tržno vrednost.

Strokovno delo na področju Introdokcije in selekcije vinske trte poteka na Kmetijskem inštitutu Slovenije (KIS) kontinuirano že od leta 1958 v sodelovanju s strokovnjaki in raziskovalci iz drugih inštitucij, ki delujejo na področju vinogradništva ter z vinogradniki in vinarji. Delo na področju introdokcije in selekcije vinske trte smo izvajali pod različnimi naslovi nalog, a s skupnim ciljem t.j. dopolnitev trsnega izbora sort za izboljšanje kakovosti pridelanega grozdja in vina. Posebno preizkušanje klonskih kandidatov kot tudi domačih in tujih sort vinske trte izvajamo v treh vinorodnih deželah (v.d.) Primorska, Podravje in Posavje. Od leta 2018 strokovna naloga Introdokcija in tehnologija pridelave vinske trte v.d. Primorska, Podravje in Posavje, poteka v okviru Javne službe v Vinogradništvo (JS Vinogradništvo). Delo na področju selekcije vinske trte poteka v sklopu naloge Selekcija vinske trte, ki vključuje pozitivno množično selekcijo in klonsko selekcijo vinske trte, ki ga izvajata KGZ Maribor-STS Ivanjkovci in KGZ Nova Gorica-STS Vrhpolje s podizvajalci. Strokovno tehnično koordinacijo JS Vinogradništvo vodi Biotehniška fakulteta UL (preglednica 1).

Glavni cilji naloge Introdokcija in tehnologija pridelave vinske trte v vinorodnih deželah Slovenije so i) izbor in preizkušanje sort iz drugih vinogradniških območij, tolerantnih sort, klonov in podlag vinske trte z večjo toleranco na bolezen in manjšo občutljivostjo na stresne razmere za pridelavo v posameznih vinorodnih deželah/okoliših Slovenije z namenom dopolnitev trsnega izbora, ii) preizkušanje sort za pridelavo namiznega grozdja ter iii) introdokcija novih tehnologij pridelave grozdja in gojenja vinske trte za izboljšanje kakovosti pridelka in zmanjšanje stroškov pridelave.

Introdokcija – posebno preizkušanje sort v v.d. Primorska, Podravje in Posavje

Od leta 2010 do 2022 smo v sklopu nalog Posebno preizkušanje sort in Introdokcije in tehnologije pridelave vinske trte preizkušali 40 sort, od tega 26 klasičnih sort evropske žlahtne vinske trte (*Vitis vinifera* L. × *Vitis vinifera* L.) in 14 tolerantnih sort (*Vitis vinifera* L. × tolerantna sorta). Preizkušanje smo izvajali z namenom vpisa novih sort, klonov in podlag vinske trte v trsni izbor katere imajo večjo

toleranco na bolezni ter so bolj prilagojene na stresne razmere (npr. pomanjkanje vode, vročinski valovi) (preglednica 2).

Preglednica 1. Naloge, ki jih nosilci nalog izvajajo v sodelovanju s podizvajalci, v skladu s programom JS Vinogradništvo v obdobju 2018 – 2024.

Nosilec naloge	Naloga	Podizvajalci
Kmetijski inštitut Slovenije	Introdukcija in tehnologija pridelave vinske trte v vinorodnih deželah Primorska, Podravje in Posavje	STS Vrhpolje, KGZ Nova Gorica STS Ivanjковci, KGZ Maribor
KGZ Nova Gorica STS Vrhpolje	Selekcija vinske trte v vinorodni deželi Primorska	Kmetijski inštitut Slovenije Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta
	Zagotavljanje izhodiščnega razmnoževalnega materiala v vinorodni deželi Primorska	/
	Strokovno-tehnična koordinacija v vinogradništvu	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta
KGZ Maribor STS Ivanjковci	Selekcija vinske trte v vinorodnih deželah Podravje in Posavje	Kmetijski inštitut Slovenije Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede
	Zagotavljanje izhodiščnega razmnoževalnega materiala v vinorodnih deželah Podravje in Posavje	/

Za vpis v trsni izbor in sortno listo smo v.d. Podravje in Posavje v letih 2007-2014 preizkušali sorte: 'Cabernet Dorsa' ('Dornfelder' × 'Cabernet sauvignon'), 'Acolon' ('Modra frankinja' × 'Dornfelder'), 'Cabernet Cubin' ('Cabernet sauvignon' × 'Modra frankinja'), 'Dornfelder' ('Helfensteiner' × 'Heroldrebe') ter v letih 2018 -2019 sorto 'Merlot'. V v.d. Primorska smo preizkušali klasične sorte Sredozemskega bazena in sicer portugalski sorti 'Ruffete' (sinonim 'Tinta Pinheira') ter 'Touriga nacional', špansko sorto 'Tempranillo', francoske sorte 'Tannat', 'Malbec', 'Camenere', 'Viognier' in 'Marselan' ('Cabernet sauvignon' × 'Granache') ter italjansko sorto 'Sangiovese' (preglednica 2). Med leti 2012 in 2018 smo v v.d. Primorska preizkušali tudi tolerantne sorte: 'Fleurtaï', 'Soreli', 'Merlot kanthus', 'Merlot 31.103' (preglednica 2). Po končanem preizkušanju sort smo leta 2021 v trsni izbor (Pravilnik o... 2022) kot dovoljeni sorti vpisali dve rdeči sorti 'Dornfelder' in 'Merlot' za vse vinorodne okoliše v.d. Podravje in Posavje. Sorti 'Marselan' in 'Viognier' sta bili vpisani za pridelavo v vseh vinorodnih okoliših v.d. Primorska, medtem ko je bila sorta 'Tannat' vpisana v trsni izbor za pridelavo v v.o. Slovenska Istra (preglednica 4). V trsni izbor v.d. Primorske so bile v letu 2021 vpisane tudi tri tolerantne vinske sorte 'Fleurtaï' ('Zeleni sauvignon' × '20-3'), 'Soreli' ('Zeleni sauvignon' × '20-3') in 'Merlot Kanthus' ('Merlot' × '20-3'). Tolerantne vinske sorte, ki so tudi bile vpisane v trsni izbor za v.d. Podravje in Posavje, 'Johanniter' ('Renski rizling' × 'Seyve Villard 12-481'), 'Monarch' ('Merzling' × 'Dornfelder'), 'Muscaris' ('Solaris' × 'Rumeni muškat'), 'Solaris' ('Merzling' × 'Gm 6493') in 'Sauvignier gris' ('Cabernet sauvignon' × 'Bronner') (preglednica 4) so bile preizkušene na Univerzitetnem centru za vinogradništvo in vinarstvo Meranovo v sklopu drugih raziskovalnih nalog na področju vinogradništva (Vršič in sod. 2017). V letu 2022 se je v v.d. Primorska zaključilo preizkušanje tolerantnih sort: 'Merlot Khorus' ('Merlot' × '20-3'), 'Sauvignon Kretos' ('Sauvignon' × '20-3'), 'Sauvignon Nepis' ('Sauvignon' × 'Bianca'), '30.080' ('Sauvignon' × '20-3'), 'Sauvignon Rytos' ('Sauvignon' × 'Bianca'), 'Cabernet Eidos' ('Cabernet sauvignon' × 'Bianca'), 'Cabernet Volos' ('Cabernet sauvignon' × '20-30') (Jež Krebelj in sod. 2023). Na podlagi pridobljenih rezultatov bomo v letošnjem letu pripravili predlog za vpis v sortno listo in predlog dopolnitve trsnega izbora.

V letu 2023 smo začeli s preizkušanjem novih tolerantnih vinskih sort za v.d. Primorska, Posavje in Podravje (preglednica 2), med tem ko v v.d. Posavje introdukcijo tolerantnih sort: 'Bronner' ('Merzling' × 'Gm 6494'), 'Cabernet Cortis' ('Cabernet sauvignon' × 'Solaris') in 'VB 32-07' ('Cabernet Sauvignon' × 'Amurensis') izvajamo še do leta 2024.

Posebno preizkušanje slovenskih klonskih kandidatov sort 'Beli pinot' in 'Modra frankinja' je potekalo v v.d. Podravje in Posavje. Dva klonska kandidata sorte 'Beli pinot' (209/46/2 in 72/18/144) sta imela boljšo toleranco na sivo grozdno plesen (*Botrytis cinerea* Pers.) (Koruza in Pelengić 2010) v primerjavi s preostalimi kandidati (Koruza in Pelengić 2011). Na podlagi rezultatov preizkušanja sta bila potrjena klona sorte 'Beli pinot' (SI-19 in SI-20). Klona sta opisana v Katalogu slovenskih klonov (Koruza B. in sod. 2012). Zaradi okuženosti trsov s trsno rumenico (*Flavescence dorée*), so delo v sklopu naloge posebnega preizkušanja klonskih kandidatov sorte 'Modra frankinja' preusmerili na nalogo klonske selekcije (Koruza in Pelengić 2010, Koruza in Pelengić 2011). V letu 2022 sta bila potrjena dva slovenska klona sorte 'Modra frankinja' SI-47 ter SI-48 ter tudi vpisana v Katalog slovenskih klonov.

Tuje klone muškata smo med leti 2014-2017 preizkušali v vinorodni deželi Primorska. Preučili smo vinogradniške in enološke parametre šestih klonov R2, MPG 454, MPG 154, MPG 455, FR 94 ter B 41/5 sorte 'Muscat a Petit grains Blancs' (slovenski sinonim 'Rumeni muškat') ter petih klonov BEMK 33, VCR 100, VCR 102, VCR 5, R1 sorte 'Moscato giallo' (sinonim 'Goldmuskateller'). Klone sorte 'Rumeni muškat' (z izjemo klona R2) so v povprečju dozoreli od 10-15 dni prej kot klone sorte 'Moscato giallo'. Pokazal se je trend višje vsebnosti sladkorja v moštu in višje vsebnosti skupnih kislin ter nižje vrednosti pH v moštu in vinu klonov sorte 'Rumeni muškat'. Vino pridelano iz klonov sorte 'Moscato giallo' in klona R2 sorte 'Rumeni muškat' je v primerjavi z ostalimi klone sorte 'Rumeni muškat' vsebovalo manj citronelola, a več ostalih monoterpenskih alkoholov, in sicer linalola, geraniola in α -terpineola. Razlike v kemijski sestavi so bile tudi senzorično potrjene. Obe skupini klonov dveh sort iz skupine muškatov omogočata dokaj dobro prilagajanje na podnebne spremembe, saj lahko s pravilno izbiro sadilnega materiala vplivamo na čas trgatve in stil vina, ki ga zahteva trg (vsebnost aromatičnih spojin, dejanskega alkohola in skupnih kislin) (Pelengić 2014, Pelengić 2015 a in b, Pelengić 2016, Pelengić 2017, Škvarč in sod. 2019, Škvarč in sod. 2021d, Šuklje in sod. 2022).

Tehnologija pridelave vinske trte

Odzive na tehnološke ukrepe, katere vinogradniki najpogosteje izvajajo in lahko pomembno vplivajo na kakovost in ekonomsko upravičeno pridelavo grozdja in vina (preglednica 3) smo vrednotili pri potrjenih slovenskih klonih sort: 'Malvazija'(SI-37), 'Rebula'(SI-32), 'Refošk'(SI-35), 'Laški rizling'(SI-11,-12,-13), 'Šipon' (SI-15), 'Sauvignon' (SI-1,-2,-3), 'Dišeči traminec' (SI-8) ter klonskih kandidatih sorte 'Rumeni muškat' (klonski kandidati 10/160, 17/138, 8/150 in 9/17) in sorte 'Merlot' (G1, G2, G3). V v.d. Primorska ter Posavje spremljamo tolerantnost osmih podlag vinske trte na sušni stres.

V v.d. Primorska smo med leti 2014 in 2016 pri sortah: 'Malvazija'(SI-37), 'Rebula'(SI-32), 'Refošk'(SI-35) izvedli tehnološki poskus zimske rezi. Primerjali smo rodnostne in kakovostne parametre grozdja pri rezi na šparone (gojitvena oblika enojni guyot) ter rezi na reznike (gojitvena oblika kordon-»cordone speronato«). Rez na reznike je primernejša za strojno rez s čimer se neposredno zmanjša število opravljenih ročnih ur potrebnih za zimsko rez. Pri rezi na reznike smo opazili zgodnejše in bolj enakomerno odganjanje zimskih očes pri obeh sortah. Z rezi na reznike smo vplivali na rodnost mladik za 20% manj rodnih mladik pri sorti 'Refošk'(SI-35) in 15% pri sorti 'Rebula'(SI-32) v primerjavi s šparonsko rezjo. Z zimsko rezjo nismo vplivali na dozorelost grozdja ob trgatvi (Pelengić 2015, Pelengić 2016, Pelengić 2017, Šuklje in sod. 2018, Škvarč in sod. 2019).

Vpliv zimske rezi in gojitvene oblike na kakovostne parametre grozdja in vina ter vsebnost aromatičnih spojin vinu smo vrednotili tudi pri sorti 'Malvazija' (SI-37) v triletnem obdobju (2017 do 2019). Primerjali smo kordon z rezniki z gojitveno obliko enojni Guyot, dvojni Guyot in Guyot s tremi šparoni pri kateri je bil po odganjanju (pred cvetenjem) en šparon odstranjen. Pri rezi na reznike (kordon) smo opazili zgodnejše in enakomernejše odganjanje zimskih očes. Pridelek/trs pri rezi na reznike je bil primerljiv s pridelkom pri gojitveni obliki enojni Guyot (šparonska rez). Izrazitih razlik v kakovostnih parametrih grozdja in vina med obravnavanji ni bilo (Pelengić 2018, Škvarč in sod. 2020).

Preglednica 2. Seznam nalog na področju preizkušanja belih in rdečih sort za v.d. Primorska, Podravje in Posavje med leti 2010 in 2028.

Naslov naloge, lokacija preizkušanja	Trajanje preizkušanja	Sorta (sinonim) /klon	
1 Posebno preizkušanje rdečih sort v v.d. Posavje, Gadova peč - Pleterje	2002-2011	'Modra frankinja'	Klonski kandidati: 23/13, 21/59, 29/17, 19/3, 21/51, 21/57, 18/13, 23/63, 21/33 in 13/38.
2 Posebno preizkušanje rdečih sort v v.d., Posavje, Sremič	2007-2014	'Cabernet Dorsa'	
		'Acolon'	
		'Cabernet Cubin'	
		'Dornfelder'	
3 Posebno preizkušanje novih sort v v.d. Primorska, Kromberk in Koper	2006-2011	'Ruffet' ('Tinta pineihra')	
		'Touriga nacional'	
		'Viognier'	
4 Posebno preizkušanje sort v v.d. Primorska, Koper	2008-2013	'Tempranillo'	
		'Touriga nacional'	
	2008-201	'Tannat'	
		'Sangiovese'	
5 Posebno preizkušanje sort v v.d. Podravje, Jeruzalem - Ormož	2007-2010	'Beli pinot'	Klonski kandidati: 209/46/2, 72/18/144, 51/39, 72/18/138, 72/18/118 in 54/17/11.
6 Posebno preizkušanje rdečih sort v v.d. Primorska	2012-2013	'Malbec'	
7 Posebno preizkušanje tujih klonov muškata v v.d. Primorska, Vipava	2014-2017	'Rumeni muškat'	B 41/5, FR 94, MPG 455, MPG 454, MPG 154 in R2
		'Moscato giallo'	BEMK-33,R1,VCR 5, VCR 100 in VCR 102
8 Posebno preizkušanje rdečih sort v v.d. Primorska, Slap, Branik, Saksid	2014-2016	'Malbec'	kl.595
		'Marselan'	kl.980
		'Carmenere'	kl. R9
9 Introdukcija vinskih tolerantnih sort v v.d. Primorska, Lože	2016-2018	'Fleurtaï', 'Soreli', 'Merlot kanthus', 'Merlot 31.103'	
10 Introdukcija sorte 'Merlot' v v.d. Podravje in Posavje	2018-2019	'Merlot'	
	2018-2022	'Merlot Khorus', 'Sauvignon Kretos', 'Sauvignon Nepis', 'Sauvignon 30.080', 'Sauvignon Rytos', 'Cabernet Eidos', 'Cabernet Volos'	
11 Introdukcija vinskih tolerantnih sort v v.d. Primorska, Lože	2023-2028	'Volturnis', 'Pinot Kors', 'Pinot Iskra', 'Kersus', 'Ud 156-680', 'Ud 156-869' ter 'Ud 156-1017'	
	2021-2024	'Brönner', 'Cabernet cortis', 'VB 32-07'	
12 Introdukcija vinskih sort tolerantnih vinskih sort v v.d. Posavje, Šentjernej	2021-2024	'Brönner', 'Hibernal', 'Vesna', 'Savilon', 'Cerason', 'Marlen', 'Kofranka', 'Laurot', 'Donauriesling', 'Pinotin', 'Pinot nova', 'Blütenmuskateller'	
13 Introdukcija tolerantnih vinskih sort v v.d. Podravje in Posavje, Litmerk	2023-2028		

Preglednica 3. Seznam nalog na področju tehnoloških poskusov za v.d. Primorska, Podravje in Posavje med leti 2010 in 2025.

	Naslov naloge, lokacija preizkušanja	Trajanje preizkušanja	Sorta /klon	
1	Tehnološki poskus rezi na klonih sort 'Rebula', 'Malvazija' in 'Refošk' v.d. Primorska, Lože	2014-2016	'Rebula'	SI-32
			'Malvazija'	SI-37
			'Refošk'	SI-35
2	Tehnološki poskus redčenja grozdja na klonih sorte 'Sauvignon' v v.d. Podravje, Litmerk	2014-2016	'Sauvignon'	SI-1, SI-2, SI-3
3	Tehnološki poskus na klonih sort 'Dišeči traminec', 'Šipon' in 'Laški rizling' z odstranjevanjem listov pred cvetenjem v v.d. Podravje, Litmerk	2015-2017	'Dišeči traminec'	SI-8
			'Šipon'	SI-15
			'Laški rizling'	SI-13
4	Tehnološki poskus zimske rezi na klonu sorte Malvazija v v.d. Primorska, Vipava	2017-2019	'Malvazija'	SI-37
5	Tehnološki poskus na klonih sorte 'Laški rizling' z redčenjem grozdja v v. d. Podravje, Litmerk	2017-2019	'Laški rizling'	SI-11, SI-12 in SI-13
6	Tehnološki poskus sorte 'Merlot' z redčenjem grozdja v v. d. Podravje in Posavje	2020-2022	'Merlot'	
7	Tehnološki poskus preizkušanja podlag ('K5BB kl. 13-5 Gm', 'VIM', '8BČ', 'PAULSEN', '420 A', 'R 110', 'M1' in 'M4') vinske trte	2019-2025	'Modra frankinja'	SI-47
			'Refošk'	SI-35
8	Tehnološki poskus na sorti 'Rumeni muškat' v v.d. Podravje in Posavje in na sorti 'Merlot' z različnimi termini trgatve v v.d. Primorska	2020-2022	'Rumeni muškat'	Klonski kandidati 10/160, 17/138, 8/150 in 9/17
			'Merlot'	Klonska kandidata G1, G2, G3

V v.d. Podravje smo spremljali vpliv polne (brez odstranjevanja grozdja) in polovične obremenitve trsa (polovico grozdov smo odstranili) na vsebnost aromatičnih spojin pri treh klonih sorte 'Sauvignon' (SI-1, SI-2 in SI-3) med leti 2014 in 2016 (Pelengić 2015, Pelengić 2016, Pelengić 2017). Klona sorte 'Sauvignon' SI-2 in SI-3 sta manj rodna (pridelek pri obravnavanju kontrola je znašal $3,5 \pm 0,4$ kg ter $3,9 \pm 0,3$ kg) v primerjavi s klonom SI-1, kjer je pridelek pri kontrolnem obravnavanju znašal $4,8 \pm 0,8$ kg. Z odstranjevanjem polovice grozdja v fenološki fazi začetek zorenja jagod (začetek avgusta), smo zmanjšali količino pridelka od 42% (klon SI-3) do 48% (klon SI-2). Z redčenjem smo v letih 2015 in 2016 (letnik 2014 je bil izjemno slab in je bil pojav sive grozdne plesni preobsežen, da bi lahko vrednotili tehnološki ukrep) v manjši meri vplivali na vsebnost sladkorjev in skupnih kislin v moštu ter na vrednost pH mošta (v večini primerov zvišanje vsebnosti oz. vrednosti vseh treh parametrov pri ukrepu redčenje). Odziv je bil deloma odvisen od posameznega klona. Z rezultati v boljšem letniku 2015 smo potrdili, da ima najbolj razmnožen klon SI-2 tudi najboljši potencial primarne (sortne) arome in sicer najvišje vsebnosti sortnih tiolov, ki se sproščajo med alkoholno fermentacijo iz nehlapnih prekursorjev; 3-merkaptotioheksan-1-ol (3MH) in 3-merkaptotioheksil acetat (3MHA), ti imajo senzorično zaznavo po tropskem sadju. Podobne razlike v vsebnosti sortnih tiolov med kloni smo potrdili tudi z rezultati meritev vsebnosti aromatičnih spojin v vinih sorte 'Renski rizling'. Kjer smo hkrati potrdil rezultate raziskave Schüttler in sod. (2015), da sortni tioli pomembno prispevajo k sortni aromi renskega rizlinga. Po vsebnosti dveh značilnih sortnih tiolov (3MH in 3MHA) lahko klone razporedimo od najvišjih do najnižjih vsebnosti: SI-24, SI-23 in SI-22. Klon SI-24 tudi prevladuje v trsničarski pridelavi. V vsebnosti

metoksipirazina 3-izobutil-2-metoksipirazin (IBMP), ki vpliva na senzorično zaznavo po zelenem (paprika, trava) se kloni niso bistveno razlikovali.

Vpliv redčenja grozdja na vsebnost aromatičnih spojin vina smo primerjali med leti 2017 in 2019 pri treh klonih sorte 'Laški rizling' (SI-11, SI-12 in SI-13) v v.d. Podravje. Primerjali smo količinske in kakovostne parametre grozdja (gojitvena oblika enojni guyot) pri posameznem klonu. Vpliv polne (brez odstranjevanja grozdja-kontrola) in polovične obremenitve trsa (polovico grozdov smo odstranili) se je različno izrazil glede na rodni potencial klona. Pri redčenju klona z manjšim rodnim potencialom (SI-11), s povprečnim pridelkom kontrola $3,5 \pm 0,4$ kg po trsu je bil učinek redčenja grozdja na vsebnost tiolov 3MH in 3MHA manjši, kot v primeru redčenja grozdja pri klonih z večjim rodnim potencialom (SI-12 in SI-13), pridelok kontrola $4,4 \pm 0,5$ kg ter $5,5 \pm 1,2$ kg (Pelengić 2018). Večji vpliv redčenja grozdov na kakovostne parametre grozdja in vina se je pokazal v hladnejših letih (nižji seštevek GDD) ter z redčenjem grozdja nad 40 % v primerjavi s kontrolo (polno obremenitvijo, brez odstranjevanja grozdja) (Šuklje in sod. 2022). Zaključili smo, da je tehnološki ukrep redčenje grozdja za polovico v času začetka dozorevanja grozdja pri sorti 'Laški rizling' zmanjšal pridelok grozdja za 30-40%, vplival na višje vsebnosti ekstrakta brez sladkorja in tipičnost (povečanje vsebnosti sortnih tiolov) pridelanega vina laški rizling ter vplival na manjše zvišanje vrednosti pH. Primeren je za vinograde, kjer pridelujemo grozdje za vina vrhunske kakovosti oz. vina višjega cenovnega razreda. Poudariti moramo, da je pri vplivu redčenja na vsebnost ekstrakta brez sladkorja in sortnih tiolov pomembna interakcija redčenje-klon, kar pomeni, da se vsi kloni ne odzovejo v enaki meri na omenjen tehnološki ukrep. Prav tako smo pokazali, da ima najboljši aromatični potencial (vsebnost sortnih tiolov) klon SI-11, ki ima med vsemi tremi kloni tudi največjo pridelavo trsnih cepljenk. V dobrih letnikih lahko zaradi manjšega rodnega potenciala dosega tudi večje vsebnosti dejanskega alkohola, kar velja tudi za klon SI-12.

Vpliv defoliacije pred cvetenjem (2-3 listi pri osnovi mladik) smo spremljali med 2015 in 2017 pri klonih sort z zbitimi grozdi: 'Dišeči traminec' SI-8, 'Šipon' SI-15 in 'Laški rizling' SI-13. Preučevali smo vpliv defoliacije pred cvetenjem na količino pridelka ter kakovostne parametre mošta in vina (Pelengić 2016, Pelengić 2017, Pelengić 2018). Iz rezultatov poskusov lahko zaključimo, da je defoliacija pred cvetenjem vplivala na zmanjšanje mase grozda pri vseh treh sortah. Drugi vplivi tehnološkega ukrepa so bili odvisni od sorte: pri sorti 'Laški rizling' smo imeli nižjo maso pridelka, v vinu dišeči traminec smo imeli nižjo vsebnost skupnih kislin v moštu, v vinih sorte 'Laški rizling' je defoliacija pred cvetenjem vplivala na do 20% nižjo vsebnost 3MH. Z ukrepom v naših poskusih nismo bistveno vplivali na znižanje vsebnosti sladkorja v moštu in posledično dejanskega alkohola v vinu.

Med leti 2020 in 2022 smo spremljali vpliv redčenja grozdja na vsebnost antocianov in polifenolov v vinih pri sorti 'Merlot' v v.d. Podravje in Posavje (Čuš in sod. 2023) ter vpliv termina trgatve na količino in kakovost grozdja in vina pri sorti 'Merlot' (v.d. Primorska) in 'Rumeni muškat' (v.d. Podravje) (Jež Krebelj in Čuš 2021, Čuš in Jež Krebelj 2021). Redčenje grozdja pri sorti 'Merlot' je vplivalo na dvig vrednosti pH vina ter povečanje vsebnosti dejanskega alkohola in nekaterih aromatičnih spojin iz skupine višjih alkoholov ter acetatnih estrov, ki prispevajo k sadni aromi vin sorte 'Merlot'. Prav tako smo z redčenjem vplivali na zvečanje vsebnosti skupnih antocianov v vinu in s tem izboljšali obarvanost vina.

Z zamikom časa trgatve v tedenskih intervalih smo v letu 2021 pri sorti 'Rumeni muškat' v v.o. Štajerska Slovenija vplivali na povečanje vsebnosti dejanskega alkohola, zmanjšanje skupnih kislin in ekstrakta brez sladkorja ter dvig vrednosti pH vina. Istočasno smo vplivali signifikantno na povečanje vsebnosti sortnega tiola 3MH, kar je vplivalo na večjo zaznavo sadnosti (tropskih zaznav) v vinih rumenega muškata ter zmanjšanje vsebnosti monoterpenskih alkoholov, ki bolj vplivajo na cvetlično zaznavo v vinu. Po senzorični oceni je najbolj odstopalo vino iz drugega termina in sicer je dobilo najslabšo oceno (0,6 oz. 0,5 točke manj v primerjavi s prvim oz. drugim terminom trgatve). V letniku 2022 so obilne septembrske padavine izničile vpliv dejavnika termin trgatve, zato so bili omenjeni trendi precej manj izraziti oz. tretjega termina trgatve sploh nismo mogli izvesti, zaradi okužbe grozdja s sivo grozdno plesnijo.

Z zamikom časa trgatve v tedenskih intervalih smo v letu 2021 pri sorti 'Merlot' v v.o. Vipavska dolina vplivali le na manjše zmanjšanje vsebnosti ekstrakta brez sladkorja ter znižanje vrednosti pH vina. Istočasno smo vplivali na precejšnje povečanje vsebnosti sortnega tiola 3MH iz termina 1 do termina 2 ter nato zmanjšanje njegove vsebnosti v terminu 3. Enak trend smo potrdili za vsebnosti skupnih antocianov in polifenolov v vinu. Kot poročajo tudi v literaturi (Bindon in sod. 2013) smo tudi mi potrdili zmanjševanje vsebnosti metokspirazina IBMP z zamikom trgatve (zaznava po zelenem). Senzorična ocena vin iz treh terminov se ni bistveno razlikovala (od 17,4 točk (1. termin) do 17,6 točk (2. termin)). V letniku 2022 smo omenjene trende še enkrat v celoti potrdili, razen trendov pri vsebnosti 3MH, saj še nismo opravili analiz.

Leta 2020 smo v dveh vinogradih posadili trte za poskus, v katerem spremljamo tolerantnost podlag vinske trte 'Kober 5BB' kl. 13-5 Gm, 'VI Matekovič' (VI M), '8 BČ', 'Paulsen 1103' (1103 P), '420 A', 'Richter 110' (110R), 'M1' in 'M4' na sušni stres. Na podlage sta bili cepljeni sorti 'Modra frankinja' (klon SI-47), posajena v v.o. Bela krajina ter sorta 'Refošk' (klon SI-35), posajena v v.o. Kras (Jež Krebelj in Čuš 2021).

Preglednica 4. Seznam sort, ki so bile leta 2021 na novo vpisane v trsni izbor in so dovoljene za pridelavo v posameznih vinorodnih okoliših Slovenije.

Sorta	Sinonim	Vinorodna dežela Podravje	Vinorodna dežela Posavje	Vinorodna dežela Primorska			
		oba vinorodna okoliša	vsi vinorodni okoliši	v.o. Goriška Brda	v.o. Vipavska dolina	v.o. Kras	v.o. Slovenska Istra
'Dornfelder'	/	dovoljena	dovoljena	/	/	/	/
'Johanniter'	/	dovoljena	dovoljena	/	/	/	/
'Monarch'	/	dovoljena	dovoljena	/	/	/	/
'Muscaris'	/	dovoljena	dovoljena	/	/	/	/
'Solaris'	/	dovoljena	dovoljena	/	/	/	/
'Souvignier gris'	/	dovoljena	dovoljena	/	/	/	/
'Marselan'	/	/	/	dovoljena	dovoljena	dovoljena	dovoljena
'Merlot kanthus'	/	/	/	dovoljena	dovoljena	dovoljena	dovoljena
'Fleurtai'	/	/	/	dovoljena	dovoljena	dovoljena	dovoljena
'Soreli'	/	/	/	dovoljena	dovoljena	dovoljena	dovoljena
'Tannat'	/	/	/	/	/	/	dovoljena

Zaključki

Program naloge Introdukcija in tehnologija pridelave vinske trte v.d. Primorska, Podravje in Posavje temelji na strategiji razvoja in ukrepov kmetijske politike za vinogradništvo ter prispeva k udejanjanju strateških usmeritev razvoja vinogradništva. Preizkušanje in proučevanje primernosti za gojenje slovenskih selekcioniranih sort, klonov in podlag vinske trte ter sort iz drugih geografskih območij v vinorodnih deželah Slovenije poteka z namenom vrednotenja agro-biotičnih lastnosti sort v naših okoljskih razmerah, izboljšanja ponudbe grozdja in vin ter uvajanje sort, ki so tolerantnejše na gospodarsko pomembne bolezni in na stresne rastne razmere. Trenutno je v trsni izbor vpisanih 60 sort vinske trte. Glede na trenutni obseg preizkušanja sort gre pričakovati, da bomo v trsni izbor vključevali predvsem nove sorte, ki so tolerantnejše na bolezni. Tehnološke poskuse na področju

tehnologije gojenja vinske trte ter pridelavo grozdja izvajamo pretežno na selekcioniranih slovenskih klonih že rajoniziranih sort vinske trte. Glede na trenutne napovedi podnebnih sprememb bomo na področju tehnologija pridelave vinske trte preizkušali tehnološke ukrepe, s katerimi lahko zmanjšamo vpliv visokih temperatur (vročinski valovi), pomanjkanje vode (sušni stres) ter ohranjamo biodiverzitetu.

Zahvala

Naloge na področju Introdokcije in tehnologije pridelave vinske trte v vinorodnih deželah Primorska, Podravje in Posavje financira Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. Za opravljeno delo na nalogi v preteklem obdobju se zahvaljujemo mag. Borisu Koruzi. Za pomoč pri opravljenih analizah se zahvaljujemo dr. Heleni Baša Česnik. Za pomoč pri izvajanju nalog se zahvaljujemo tudi Radojku Pelengiću in tehničnim sodelavcem: Boštjanu Sajetu (KIS) ter Mateju Vrčonu in Alešu Krečiču (STS Vrhpolje), Maji Ozmerc in Miranu Tobiasu (STS Ivanjkovci) ter vsem ostalim, ki so sodelovali na nalogah. Prav tako se za sodelovanje zahvaljujemo sodelujočim vinogradnikom in vinarjem.

Literatura

- Bindon K, Varela C, Kennedy J, Holt H, Herderich M. 2013. Relationship between grape harvest and wine composition in *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon 1. Grape and wine chemistry. Food chem, 138, 1696-1705
- Čuš F, Jež Krebelj A. 2021. Kako izboljšati kakovost vina z redčenjem grozdja, načrtovanjem termina trgatve ter vrsto alkoholne fermentacije: predstavitev dela v sklopu javne službe v vinogradništvu na KIS. 3.9. 2021, Bizeljsko, n.d.
- Čuš F, Jež Krebelj A. 2022. Rezultati preizkušanja klonov Rumenelega muškata: predavanje na strokovnem kolegiju Kmetijsko gozdarskega zavoda Nova Gorica, Bilje, 4. 2. 2022, n.d.
- Čuš F, Jež Krebelj A, Vodušek M, Potisek M. 2023. Which factor contributes most to the typicality of wine?: A Slovenian case study. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet. Book of abstracts, 126
- Hrček L, Korošec-Koruza Z. 1996. Sorte in podlage vinske trte: ilustrirani prikaz trsnega izbora za Slovenijo. SVA Veritas
- Jež Krebelj A, Čuš F. 2021. Letno poročilo za javno službo v vinogradništvu na Kmetijskem Inštitutu Slovenije za 2020. Javna služba v vinogradništvu. Dostopno na: <https://vinogradnistvo.javnsluzbe.si/wp-content/uploads/2022/02/Letno-Porocilo-JSV-2020-3.-del-2.pdf>
- Jež Krebelj A, Šuklje K, Škvarč A, Vaupotič T, Čuš F. 2023. Introdokcija tolerantnih sort vinske trte v vinorodne dežele Primorska, Podravje in Posavje. Ptuj. Zbornik prispevkov 6. SVVK, v objavi
- Koruza B, Pelengić R. 2011. Posebno preizkušanje sort vinske trte. Poročilo o strokovnih nalogah s področja posebnega preizkušanja sort za opisno sortno listo za leto 2010. Dostopno na: [https://vrtnarstvo.javnsluzba.si/programi in porocila](https://vrtnarstvo.javnsluzba.si/programi-in-porocila)
- Koruza B, Pelengić R. 2012. Posebno preizkušanje sort vinske trte. Poročilo o strokovnih nalogah s področja posebnega preizkušanja sort za opisno sortno listo za leto 2011. Dostopno na: [https://vrtnarstvo.javnsluzba.si/programi in porocila](https://vrtnarstvo.javnsluzba.si/programi-in-porocila)
- Koruza B, Pelengić R. 2013. Posebno preizkušanje sort vinske trte. Poročilo o strokovnih nalogah s področja posebnega preizkušanja sort za opisno sortno listo za leto 2012. Dostopno na: [https://vrtnarstvo.javnsluzba.si/programi in porocila](https://vrtnarstvo.javnsluzba.si/programi-in-porocila)
- Koruza B, Vaupotič T, Škvarč A, Korošec-Koruza Z, Rusjan D. 2012. Katalog slovenskih klonov vinske trte, strokovna monografija, Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije - Kmetijsko gozdarski zavod, Maribor:Kmetijsko gozdarski zavod, Nova Gorica. Dostopno na: <https://vinogradnistvo.javnsluzbe.si/wp-content/uploads/2019/01/2016-KGZS-slovenski-kloni.pdf>
- Pelengić R. 2014. Posebno preizkušanje sort vinske trte. Poročilo o strokovnih nalogah s področja posebnega preizkušanja sort za opisno sortno listo za leto 2013. Dostopno na: [https://vrtnarstvo.javnsluzba.si/programi in porocila](https://vrtnarstvo.javnsluzba.si/programi-in-porocila)

- Pelengić R. 2015a. Posebno preizkušanje sort vinske trte. Poročilo o strokovnih nalogah s področja posebnega preizkušanja sort za opisno sortno listo za leto 2014. Dostopno na: [https://vrtnarstvo.javnaslužba.si/programi in porocila](https://vrtnarstvo.javnaslužba.si/programi%20in%20porocila)
- Pelengić R. 2015b. Preskušanje sort žlahtne vinske trte (*Vitis vinifera* L.) 'Acolon', 'Cabernet cubin', Cabernet dorsa' in 'Dornfelder' v vinorodni deželi Posavje. Ljubljana, Vinarski dan 2015, 5-13
- Pelengić R. 2016. Posebno preizkušanje sort vinske trte. Poročilo o strokovnih nalogah s področja posebnega preizkušanja sort za opisno sortno listo za leto 2015. Dostopno na: [https://vrtnarstvo.javnaslužba.si/programi in porocila](https://vrtnarstvo.javnaslužba.si/programi%20in%20porocila)
- Pelengić R. 2017. Posebno preizkušanje sort vinske trte. Poročilo o strokovnih nalogah s področja Introdukcije - posebnega preizkušanja sort za opisno sortno listo za leto 2016. Dostopno na: [https://vrtnarstvo.javnaslužba.si/programi in porocila](https://vrtnarstvo.javnaslužba.si/programi%20in%20porocila)
- Pelengić R. 2018. Posebno preizkušanje sort vinske trte. Poročilo o strokovnih nalogah s področja Introdukcije - posebnega preizkušanja sort za opisno sortno listo za leto 2017. Dostopno na: [https://vrtnarstvo.javnaslužba.si/programi in porocila](https://vrtnarstvo.javnaslužba.si/programi%20in%20porocila)
- Pelengić R, Čuš F. 2016. Aroma in kakovost preizkušanih klonov muškata. Dostopno na: https://www.kis.si/Strokovno_delo_OSVV/Javna_sluzba_na_podrocju_vinogradnistva/
- Pelengić R, Škvarč A, Vaupotič T, Rusjan D, Koruza B. 2017. Selekcija in introdukcija sort in klonov vinske trte v Sloveniji = Selection and introduction of grapevine varieties and clones in Slovenia za ali proti klonski selekciji: nujna ali nepotrebna polemika?, The pros and cons of clonal selection. a necessary or needless debate?. Zbornik prispevkov, 113-128
- Pravilnik o seznamu geografskih označb za vina in trsnem izboru. 2022. Uradni list RS, št. 49/07, 26/21, NPB1, 15/22 in NPB2
- Schüttler A, Friedel M, Jung R, Rauhut D, Darriet P. 2015. Characterising aromatic typicality of Riesling wines: merging volatile composition and sensory aspects. Food Res Int, 69, 26-37.
- Škvarč A, Čuš F, Jež Krebelj A, Rusjan D. 2021a. Tehnološki list za sorto 'Fleurtaï'. Dostopno na: <https://vinogradnistvo.javneslužbe.si/wp-content/uploads/2021/04/Tehnoloski-list-Fleurtaï-1.pdf>
- Škvarč A, Čuš F, Jež Krebelj A, Rusjan D. 2021b. Tehnološki list za sorto 'Soreli'. Dostopno na: <https://vinogradnistvo.javneslužbe.si/wp-content/uploads/2021/04/Tehnoloski-list-Soreli-1.pdf>
- Škvarč A, Čuš F, Jež Krebelj A, Rusjan D. 2021c. Tehnološki list za sorto 'Merlot Kanthus'. Dostopno na: <https://vinogradnistvo.javneslužbe.si/wp-content/uploads/2021/04/Tehnoloski-list-M.kanthus-1.pdf>
- Škvarč A, Čuš F, Jež Krebelj A, Rusjan D. 2021d. Tehnološki list za sorto 'Marselan'. Dostopno na: <https://vinogradnistvo.javneslužbe.si/wp-content/uploads/2021/04/Tehnoloski-list-Marselan-1.pdf>
- Škvarč A. 2013. Posadimo trte na pravo lego. Kmečki glas, 70, 47, 8
- Škvarč A, Vaupotič T, Čuš F, Jež Krebelj A, Rusjan D. 2020. Javna služba v vinogradništvu: poročilo za leto 2019. Javna služba v vinogradništvu. Dostopno na: <http://www.dlib.si/details/URN:NBN:SI:doc-3UV2VLZM>
- Škvarč A, Pelengić R, Čuš F, Šuklje K. 2019. Primerjava šparonske rezi in rezi na reznike pri sortah "rebula" in "refošk". Kmetovalec, 87, 6-7
- Šuklje K, Jež Krebelj A, Vaupotič T, Čuš F. 2022. Effect of cluster thinning within the grapevine variety "Welschriesling" on yield, grape juice and wine parameters. Mitteilungen Klosterneuburg Rebe und Wein, Obstbau und Fruchteverwertung, 72, 118-129
- Šuklje K., Škvarč A, Pelengić R, Čuš F. 2018. Primerjava šparonske rezi in rezi na reznike pri sortah 'rebula' in 'refošk'. Dostopno na: https://vinogradnistvo.javneslužbe.si/wp-content/uploads/2021/04/TL_Primerjava-sparonske-rezi-in-rezi-na-reznike-pri-sortah-Rebula-in-Refošk.pdf
- Trsni izbor in vinski tipi za Dravsko banovino: z vinarskim zemljevidom Dravske banovine. 1935. V Ljubljani: Kralj. Banska uprava Dravske banovine. Dostopno na: <http://www.dlib.si/details/URN:NBN:SI:doc-L86G8HUB>
- Vršič S, Pulko B, Valdhuber J, Škvarč A, Rusjan D. 2017. Introdukcija tolerantnih sort glede na podnebne spremembe. Kmetijski inštitut Slovenije. Zbornik prispevkov 5. SVVK, 129-142

Uporabnost pretočne citometrije za spremljanje alkoholne fermentacije rdečega drozge v realnih pogojih

Mateja Potisek¹, Maja Vodušek², Franc Čuš^{1*}

¹Kmetijski inštitut Slovenije, Hacquetova 17, 1000 Ljubljana,

²Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana

*Korespondenca: franc.cus@kis.si

Izvleček: Pretočna citometrija je uporabna metoda za kvantifikacijo mikroorganizmov v živilski industriji, tudi vinarstvu. V študiji nas je zanimalo, kakšna je možnost uporabe omenjene metode za spremljanje številčnosti živih, presnovno aktivnih vinskih kvasovk med spontano in inokulirano alkoholno fermentacijo rdeče drozge. Za razločevanje živih od mrtvih kvasovk smo uporabili fluorescentno barvilo fluorescein diacetat, ki obarva žive celice in propidijev jodid, ki obarva celice s poškodovano membrano (mrtve). Točnost pretočne citometrije smo preverili s tradicionalno, referenčno metodo štetja kolonij kvasovk na agarnih ploščah, po standardih OIV. Rezultati validacije metode so pokazali, da je pretočna citometrija točna ter dobro ponovljiva v fazah alkoholne fermentacije, ko je aktivnost celic visoka. Spremljanje spontanih alkoholnih fermentacij z metodo pretočne citometrije je bilo zaradi hkratne zastopanosti več rodov ne-*Saccharomyces* in *Saccharomyces* kvasovk ter nizke koncentracije celic v zaključnem delu alkoholne fermentacije oteženo, saj so bile regije populacij kvasovk slabše razvidne. Pri spremljanju fermentacij, inokuliranih s komercialnimi kvasovkami, je bilo določevanje regij enostavnejše zaradi prevlade ene vrste kvasovk. Glede na rezultate lahko zaključimo, da je metoda pretočne citometrije za spremljanje alkoholnih fermentacij v realnih pogojih hitra in zanesljiva in je zato dobra alternativa časovno precej zamudni, tradicionalni metodi štetja kolonij kvasovk na ploščah.

Ključne besede: pretočna citometrija, metoda štetja na ploščah, spontana alkoholna fermentacija, inokulirana alkoholna fermentacija, žive kvasovke

Application of Flow Cytometry to Monitor Alcoholic Fermentation of Red Mash under Real Conditions

Abstract: Flow cytometry is a useful method for quantifying microorganisms in the food industry, including wine production. We were interested in the possibility of using the mentioned method to monitor the concentration of viable (live, metabolically active) wine yeasts during spontaneous and inoculated alcoholic fermentation of red mash. The fluorescent dye fluorescein diacetate, which stains which stains viable cells, and propidium iodide, which stains cells with damaged membranes (dead), were used to distinguish between viable and dead yeast cells. The accuracy of flow cytometry was verified using the traditional, reference plate counting method according to OIV standards. The results of the preliminary studies showed that flow cytometry is an accurate and well reproducible method at the stages of alcoholic fermentation when cell activity is high and cells are metabolically active. Monitoring spontaneous alcoholic fermentation by flow cytometry was by the simultaneous presence of several genera of non-*Saccharomyces* and *Saccharomyces* yeasts and bacteria in the initial stages of alcoholic fermentation, as the regions of yeast populations were more difficult to determine. In contrast, monitoring inoculated fermentation was straightforward because the regions were fairly easy to determine due to the dominance of a single yeast species. From the results, it can be concluded that flow cytometry is a fast and reliable method for monitoring real alcoholic fermentations and is therefore a good alternative to the rather time-consuming traditional plate counting.

Keywords: flow cytometry, plate counting, spontaneous alcoholic fermentation, inoculated alcoholic fermentation, viable yeast cells

Uvod

Alkoholna fermentacija (AF) grozdnega mošta je kompleksen mikrobiološki proces, kjer nastopajo interakcije med kvasovkami, bakterijami in nitastimi glivami (Šuranska in sod. 2012). Izvedejo jo žive kvasovke. V tej fiziološki fazi so kvasovke presnovno aktivne in sposobne razmnoževanja (Bouix in Leveau 2001, Salma in sod. 2013). V prvih dneh (2-3 dni) spontane fermentacije mošta AF opravljajo t.i. ne-*Saccharomyces* sevi kvasovk iz rodov *Candida*, *Cryptococcus*, *Debaryomyces*, *Hanseniaspora*, *Issatchenkia*, *Kluyveromyces*, *Metschnikowia*, *Pichia*, *Rhodotorula*, *Starmerella*, in *Torulaspora*, ki izvirajo iz grozdja ali vinarske opreme (Zott in sod. 2008, Andorra in sod. 2012, Zabukovec in sod. 2020). Ko vsebnost alkohola v moštu naraste nad 5 vol % in se koncentracija raztopljenega kisika zmanjša, rast ne-*Saccharomyces* kvasovk upade (Branco in sod. 2012, Maicas 2020). Manj tolerantni sevi odmrejo, drugi pa preidejo v VBNC fazo (viable but not culturable; žive, vendar nekultivabilne celice), ki jim omogoča preživetje neugodnih razmer (Quiros in sod. 2009, Branco in sod. 2012, Salma in sod. 2013). V tej fazi se kvasovke ne razmnožujejo, so pa še vedno žive in do določene mere presnovno aktivne (Serpaggi in sod. 2012, Salma in sod. 2013). Poveča se rast, v teh razmerah bolj konkurenčnih sevov *S. cerevisiae* (Zott in sod. 2008, Andorra in sod. 2012, Branco in sod. 2012). Živost *Saccharomyces* kvasovk je zato navadno visoka med celotnim procesom AF (Andorra in sod. 2011, Branco in sod. 2012).

Spremljanje živosti in vitalnosti populacij kvasovk med AF je zelo pomembna, saj je pokazatelj normalnega poteka procesa (Bouchez in sod. 2004, Delobel in sod. 2012). Številčnost živih kvasovk med AF tradicionalno preverjamo s štetjem kolonij (kolonijskih enot) na agarnih ploščah, ki velja v vinarstvu za referenčno metodo oz. »zlato standard« (Guzzon in Larcher 2015, OIV 2020). Metoda temelji na nanosu ustrezno redčenega vzorca mošta/vina na specifično trdno gojišče za rast kvasovk. Metoda je časovno zamudna, saj kolonije zrastejo šele po 2-5-dnevni inkubaciji. Z metodo torej ne moremo spremljati AF v realnem času (Bouix in Leveau 2001, Ribereau-Gayon in sod. 2006, Guzzon in Larcher 2015, Longin in sod. 2017). Poleg tega z metodo ne moremo zaznati celic v VBNC fazi, saj nedeleče celice ne tvorijo kolonij na gojišču oziroma niso kultivabilne (Andorra in sod. 2011, Longin in sod. 2017). Prav zaradi prisotnosti kvasovk v VBNC fazi, je v vinarstvu prišlo do vpeljave novih, od gojenja na trdnih gojiščih neodvisnih tehnik za spremljanje številčnosti mikrobne populacije med AF mošta (Díaz in sod. 2010). Velik potencial uporabe v vinarstvu kaže metoda pretočne citometrije (PC) ob uporabi fluorescentnih barvil (Díaz in sod. 2010, Guzzon in Larcher 2015, Longin in sod. 2017).

PC je kvalitativna in kvantitativna metoda, ki omogoča analizo kvasovk direktno v tekočih vzorcih (vinu, moštu) na ravni posamezne celice, po osvetlitvi vzorca s svetlobnim snopom laserja. Metoda temelji na meritvah več intrinzičnih in ekstrinzičnih celičnih parametrov, določenih na podlagi sipanja svetlobe in merjenja fluorescentnih signalov (Díaz in sod. 2010, Longin in sod. 2017). Velikost celic/delcev in zrnatost so določeni s sipanjem svetlobe, medtem ko meritve s fluorescentno svetlobo dajejo informacije o živosti, genetski identiteti, presnovni in fiziološki aktivnosti celic (mitohondrijska aktivnost, vsebnost glikogena, nevtralnih lipidov in kisikovih zvrsti v celicah, analiza celičnega cikla, membranski potencial celic, stopnja poškodb DNA, znotrajcelični pH) (Malacrino in sod. 2001, Díaz in sod. 2010, Sommer 2020). Tako lahko na podlagi več hkratnih merjenih parametrov na ravni celice razločimo različne populacije kvasovk (Díaz in sod. 2010). Metoda je avtomatizirana, visoko občutljiva (merjenje celic v koncentracijskem območju $10^3 - 10^8$ celic/mL) in izjemno hitra (več kot 5×10^3 celic/s). S PC metodo lahko pridobimo podatke o številu živih celic v vzorcu znotraj 30 min (Bruetschy in sod. 2008, Díaz in sod. 2010, Malacrino in sod. 2011), kar omogoča spremljanje AF v realnem času (Rodriguez in Thornton 2008, Malacrino in sod. 2011, Guzzon in Larcher 2015). Velika prednost metode je, da v nasprotju s tradicionalno metodo štetja kolonijskih enot na agarnih ploščah, omogoča detekcijo celic v VBNC fazi (Díaz in sod. 2010).

Glede na objavljene študije, je bila metoda PC največkrat uporabljena za spremljanje populacij kvasovk med AF v sintetičnem moštu in vinu (Bouix and Leveau 2001, Bouchez in sod. 2004, Malacrino in sod. 2011, Salma in sod. 2013), pri čemer je bila metoda validirana preko primerjave z drugimi tehnikami, ki merijo živost kvasovk, kot je tradicionalna metoda štetja kolonijskih enot na agarnih

ploščah (Malacrino in sod. 2001, Andorra in sod. 2011). V nasprotju pa je bila metoda PC manj proučena za analizo številčnosti živih populacij kvasovk med AF mošta v realnih pogojih. Raziskave so bile v glavnem izvedene na inokuliranih AF, ki so pokazale velik potencial uporabe metode PC v praksi, iz vidika izjemne hitrosti, ter zmožnosti identifikacije števila živih in mrtvih kvasovk, dobre ponovljivosti, občutljivosti in primerljivosti z referenčno metodo štetja kolonijskih enot na agarnih ploščah (Rodriguez in Thornton 2008, Malacrino in sod. 2013, Guzzon in Larcher 2015).

Namen raziskave je bil proučiti uporabnost PC za spremljanje številčnosti živih populacij kvasovk med spontano in inokulirano AF rdeče drozge, sorte Merlot. Točnost metode PC smo preverili s primerjavo z referenčno metodo štetja kolonijskih enot na agarnih ploščah. Z izračunom koeficienta variacije pa smo določili ponovljivost metode.

Material in metode

Spontane in inokulirane AF

Primerno zrelo in zdravo grozdje Merlot smo pridobili iz vinorodne dežele Posavje. Grozdje smo razpecljali v posodi iz nerjavnega jekla, ki smo jo pred tem oprali z vročo vodo. Pridobljeno drozgo (skupna suha snov 20,2 °Brix; gostota drozge posredno 84 °Oe; pH 3,46; skupne organske kisline 5,45 g L⁻¹; organski dušik 69 mg L⁻¹; anorganski dušik <30 mg L⁻¹; fermentabilni sladkorji 99 g L⁻¹) smo pripravili za spontane in inokulirane AF. Za spontano AF smo drozgo shranili v 3 kg sterilne vrečke in jo 3 ure inkubirali pri sobni temperaturi (20-22 °C) z namenom namnožitve kvasovk. Drozgo smo zatem prelili v tri 2 L sterilne steklene fermentorje in jih čez noč shranili na temperaturi 4 °C. Po 12 urah smo fermentorje prenesli v laboratorij na sobno temperaturo. Hranjenje na 4 °C smo uporabili zaradi hkratnega začetka aktivne AF v fermentorjih s spontano in inokulirano AF. Spontana AF je potekala 18 dni. Za inokulirano AF smo del drozge razdelili v 15 L steklene fermentorje (približno 13,5 L drozge na stekleni fermentor). Drozgo smo nato žveplali s 5 % žveplovo(IV) kislino v koncentraciji 0,6 mL L⁻¹ (30 mg L⁻¹ SO₂), s čimer smo omejili rast naravno prisotnih kvasovk. Nato smo v drozgo dodali komercialni sev *S. cerevisiae* RX60 (Laffort, Francija) v koncentraciji 0,3 g L⁻¹, brez predhodne rehidracije. Inokulirana AF je potekala 14 dni pri temperaturi 20-22 °C. Potek obeh AF smo spremljali v 1-5-dnevnih intervalih s posrednim merjenjem gostote drozge (°Oe) z digitalnim refraktometrom (ATAGO WM-7, Japonska).

Vzorčenje kvasovk

Številčnost populacij živih kvasovk med AF smo spremljali v 1-6-dnevnih intervalih od začetka do konca AF. Vzorce drozge/mošta smo odvzeli aseptično na približno polovici višine drozge v fermentorjih. Vzorci pred analizo niso bili filtrirani. Število živih celic kvasovk v vzorcih smo določili z referenčno metodo štetja kolonijskih enot na agarnih ploščah in z metodo pretočne citometrije.

Metoda štetja kolonijskih enot na agarnih ploščah

Vzorce drozge/mošta (1 mL) smo redčili v 1,6 mM fiziološki raztopini (Merck, Nemčija) z metodo decimalne serijske razredčitve (do 10⁻⁴ oz. do 10⁻⁶). Vzorce dveh ustreznih redčitev (10-300 pričakovanih kolonijskih enot) smo aseptično prenesli na gojišče WL (Wallerstein Laboratory nutrient, Merck KGaA, Nemčija) in jih s steklenimi kroglicami enakomerno razmazali po površini plošč (tri ponovitve na eno redčitev). Plošče smo nato inkubirali 2-3 dni pri temperaturi 27-29 °C ter zatem prešteli število izrastlih kolonijskih enot (CFU - colony forming units) na agarnih ploščah. Populacijsko zastopanost na ploščah smo določili preko morfologije kolonij (OIV 2020) in z identifikacijo celic iz kolonij pod svetlobnim mikroskopom.

Pretočni citometer (PC)

Pred analizo s PC, smo 1 mL ustrezno razredčene (10^5 - 10^6 celic/mL) suspenzije kvasovk v fiziološki raztopini obarvali s komercialnim kitom, ki vsebuje barvili fluorescein diacetat in propidijev jodid (Sysmex Partec GmbH, Nemčija), z namenom razlikovanja med živimi in mrtvimi celicami. Barvanje s fluorescein diacetatom temelji na predpostavki, da lahko le žive celice z nepoškodovano membrano in esteražno aktivnostjo kopičijo fluorescentni produkt (emisijski maksimum pri 512 nm). Propidijev jodid pa barva poškodovane membrane celic (emisijski maksimum pri 616 nm) (Bouix in Leveau 2001, Guzzon in Larcher 2015). Obarvane vzorce smo nato homogenizirali (vorteks, 2 min) in znotraj 5 min analizirali na PC. Analiza je bila izvedena s PC CyFlow Cube 6 (Sysmex Partec GmbH, Nemčija), opremljenim z modrim polprevodniškim laserjem, ki oddaja svetlobo z valovno dolžino 488 nm. Za določitev regij in koncentracije živih in mrtvih kvasovk sta bila uporabljena sprednja (FSC) in stranska razpršitev (SSC) ter zeleni in rdeči fluorescentni signal. Umerjanje instrumenta je bilo izvedeno z majhno (približno 30.000 delcev/mL), srednjo (približno 100.000 delcev/mL) in veliko koncentracijo delcev (približno 250.000/mL (Sysmex Partec, Nemčija) pri hitrosti zajemanja vzorca $0,5 \mu\text{L s}^{-1}$. Zajemanje in obdelava podatkov je bila izvedena s programsko opremo CyViewTM (Sysmex Partec, Nemčija). Vsak vzorec iz spontanih in inokuliranih AF je bil analiziran v treh ponovitvah. Natančnost in ponovljivost metode smo ugotavljali po standardu ISO/IEC 17025.

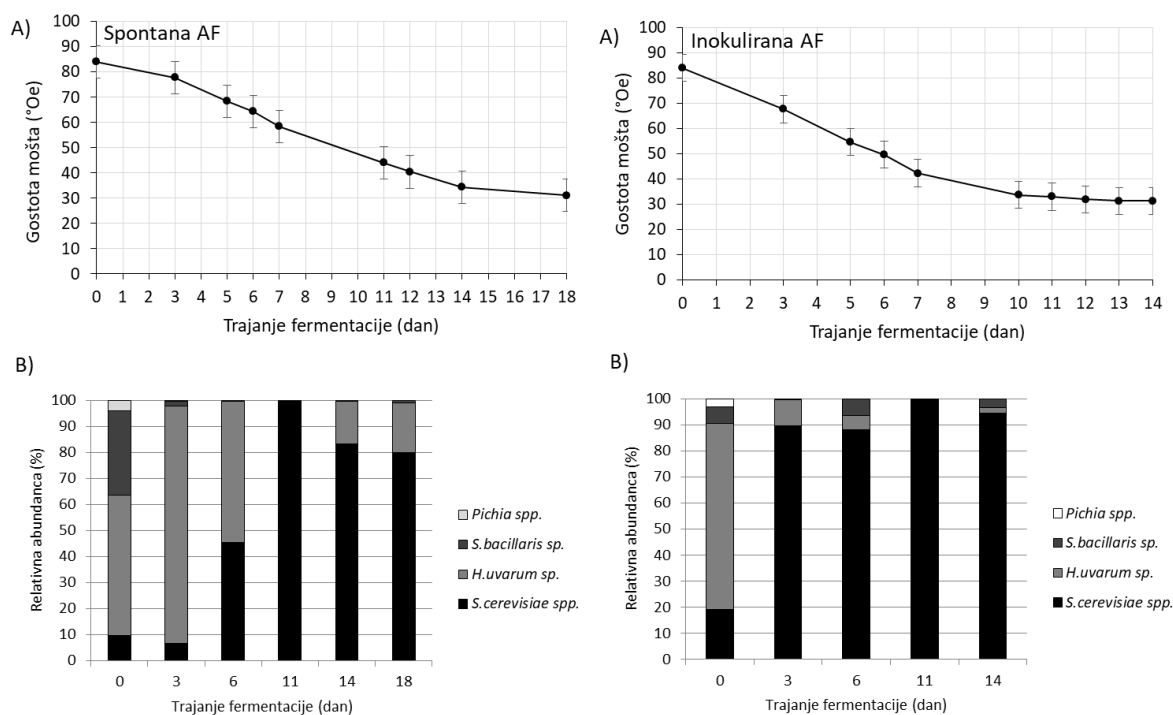
Statistična analiza

Podatki so bili statistično obdelani s programsko opremo Statistica 8 (Statsoft 8). Za razlikovanje statističnih značilnih razlik med meritvami dveh metod je bil narejen t-test za neodvisne vzorce ($p < 0,05$).

Rezultati z diskusijo

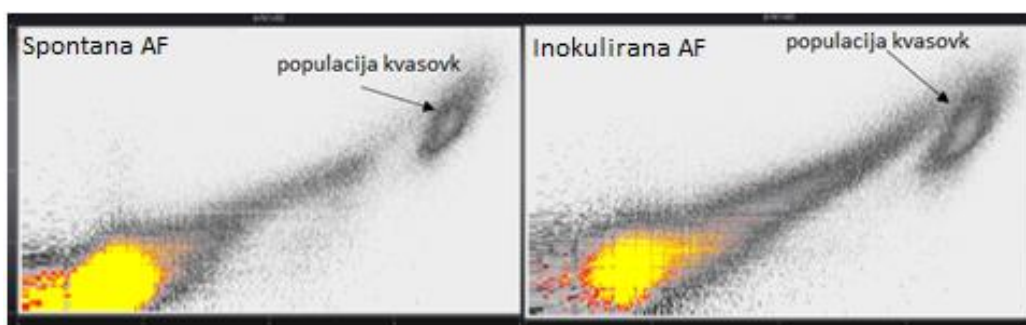
V raziskavi smo proučili točnost in ponovljivost metode PC za spremljanje številčnosti žive populacije kvasovk med spontano in inokulirano AF drozgo sorte Merlot.

Spontana AF je potekala v manjših, 2 L fermentorjih, inokulirana pa v večjih 15 L fermentorjih. Fermentaciji sta se razlikovali po kinetiki in rodovni zastopanosti kvasovk med AF (slika 1). Kinetika inokulirane AF je bila v primerjavi s spontano hitrejša in bolj intenzivna v začetni fazi AF (slika 1A, levo, desno), kar se je odrazilo hitrejšem upadu koncentracije fermentabilnih sladkorjev in daljšem platoju oz. stacionarni fazi (slika 1A, levo, desno). Posledično se je inokulirana AF zaključila štiri dni pred spontano AF (sliki 1A, levo in desno). Rezultati so v skladu z rezultati iz predhodno objavljenih raziskav (Raspor in sod. 2002, Čuš in sod. 2017). Razlog je v dodatku starterske kulture *S. cerevisiae*, ki je prevladala nad ne-*Saccharomyces* kvasovkami že po 3. dnevu AF (slika 1B, desno) in dosegla visoko koncentracijo celic (3A, desno), kar je opazno tudi v hitrejši porabi fermentabilnih sladkorjev (slika 1A, desno). Seve v starterskih kulturah odlikuje hitra AF s kratko fazo prilagajanja, hitra poraba fermentabilnih sladkorjev in razpoložljivih virov dušika ter tolerantnost na osmotski in etanolni stres (Gonzalez in Morales 2022). V zadnjem vzorčenju inokulirane AF smo v drozgi ponovno zaznali prisotnost kvasovk iz rodu *Hanseniaspora* spp. V nasprotju z inokulirano AF, so v spontani AF do 6. dneva sodelovale ne-*Saccharomyces* kvasovke, s prevlado kvasovk rodu *Hanseniaspora* spp. (slika 1B, levo). Spontano AF so zaključile naravno prisotne kvasovke *Saccharomyces*, ki so prevladale v 11. dnevu AF (slika 1B, levo). O podobnem trendu poročajo že iz literature (Maro in sod. 2007, Bezerra-Bussoli in sod. 2013, Wang in Liu 2013). V zadnjih dveh vzorčenjih smo v drozgi zaznali tudi prisotnost kvasovk rodu *Hanseniaspora* spp.



Slika 1. Potek spontane in inokulirane AF drozge sorte Merlot – posredno merjenje gostote drozge (°Oe) (A) in zastopanost rodov kvasovk med spontano (levo) in inokulirano (desno) AF drozge Merlot (B) letnika 2020.

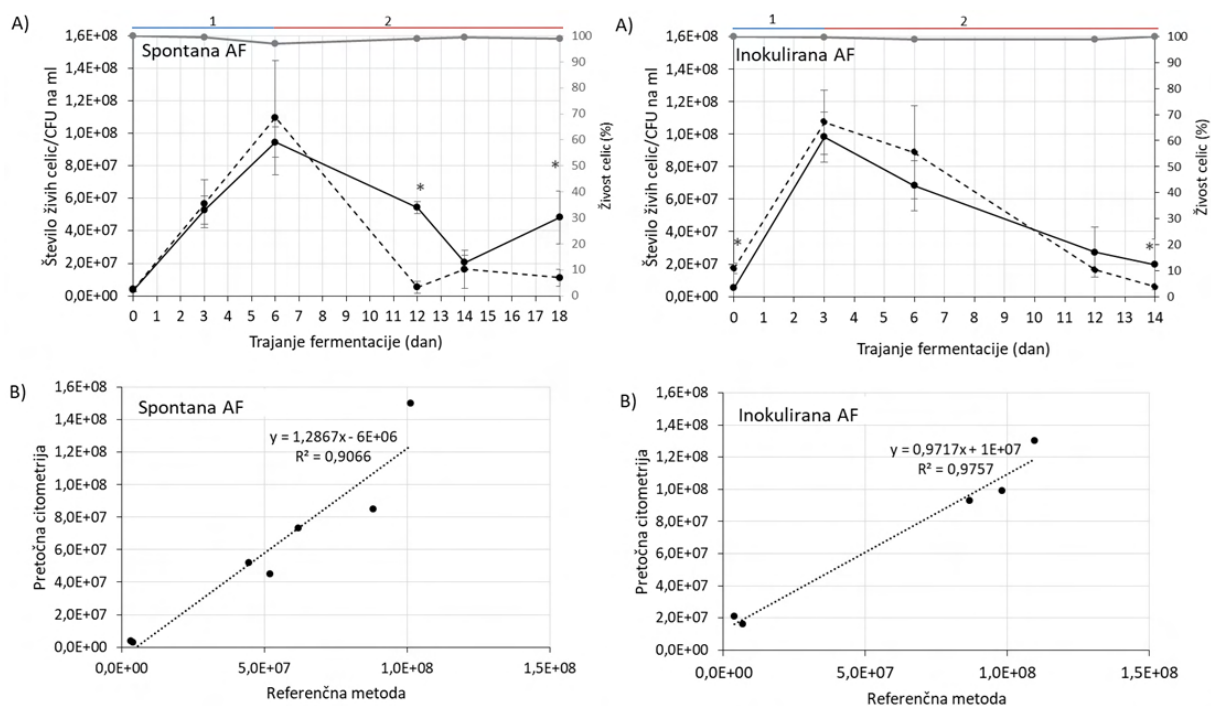
V nadaljevanju smo preverili uporabnost metode PC za spremljanje žive populacije kvasovk med spontano in inokulirano AF rdeče drozge. Slika 2 prikazuje grafični prikaz rezultatov po meritvi vzorcev z metodo PC. Posamezne celice v populaciji kvasovk prikazujejo pike, določene na podlagi fizikalnih parametrov, sprednjega (FSC) in stranskega sipanja svetlobe (SSC). Na točkastem grafu ročno določimo regijo kvasovk, na podlagi katere program izračuna število živih in mrtvih kvasovk.



Slika 2. Točkovni graf fizikalnih parametrov, določenih z metodo PC (x-os predstavlja FCS (sprednje sipanje svetlobe), y-os predstavlja SSC (stransko sipanje svetlobe)).

Točnost metode PC smo določili s primerjavo s standardno, referenčno metodo štetja kolonijskih enot na agarjih ploščah (OIV 2020). Živost kvasovk pri obeh vrstah fermentacij je bila visoka in primerljiva (nad 97 %; slika 3A). Pri spontani AF so bili rezultati meritev živosti celic pridobljeni z obema metodama primerljivi do 6. dne AF, do eksponentnega upada fermentabilnih sladkorjev v drozgi oziroma eksponente rasti celic (sliki 1A in 3A, levo). Slednje potrjuje tudi zelo dobra korelacija obeh metod v tem delu fermentacije ($R=0,91$; $p<0,05$; slika 3B, levo). Po upadu koncentracije fermentabilnih sladkorjev v drozgi in rasti celic (sliki 2A in 3A, levo), smo z metodo PC v splošnem izmerili statistično

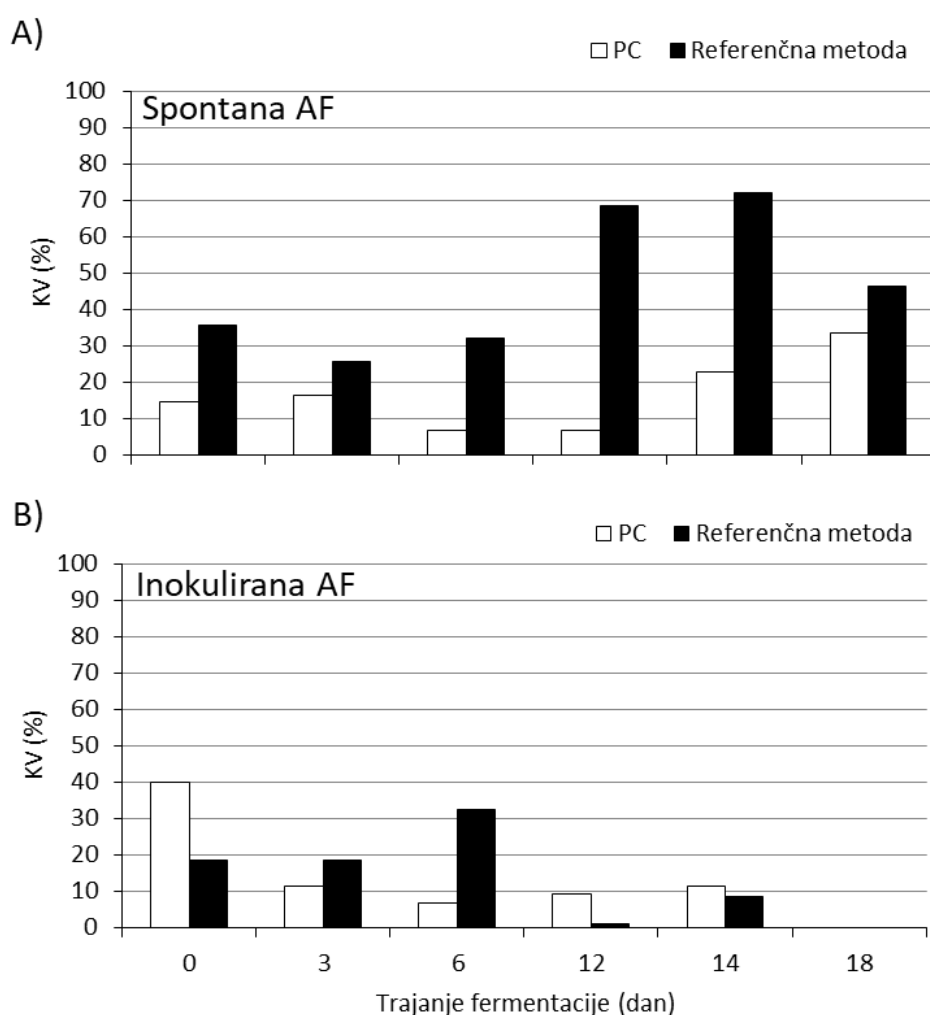
značilno večjo koncentracijo živih celic v drozgi, kot z referenčno metodo (slika 3A, levo). Z metodo PC zaznamo žive, kultivabilne in nekultivabilne celice, medtem ko s tradicionalno, referenčno metodo zaznamo le kultivabilne celice. Razlika v koncentracijah živih celic, izmerjenih z obema metodama v posameznem dnevu fermentacije, ustreza celicam, ki so prešle v VBNC fazo, kar kaže na odziv kvasovk na stresne razmere v drozgi (Andorra in sod. 2011, Salma in sod. 2013). Rezultati potrjujejo predhodna opažanja Bouchez in sod. (2004), da so kvasovke z veliko živostjo lahko nizko presnovno aktivne, zato so smiselne dodatne meritve fiziološke aktivnosti kvasovk med AF drozge. Pri inokulirani AF sta obe metodi dali primerljive rezultate do 12. dneva fermentacije (slika 3A, desno), pri čemer je bila korelacija obeh metod v tem delu fermentacije zelo visoka ($R=0,98$; $p<0,05$; slika 3B, desno). Po tem obdobju je bila vsebnost fermentabilnih sladkorjev precej konstantna (slika 1A, desno), rast celic pa je upadla (slika 3A, desno), kar kaže na prehod celic v stacionarno fazo. Razlog za visoko kultivabilnost *Saccharomyces* kvasovk skozi celotno fermentacijo, tudi v stacionarni fazi, je v visoki toleranci starterskih kultur na okoljski stres, kot je velika vsebnost etanola in majhna vsebnost hranil v mediju (Gonzales in Morales 2022).



Slika 3. Živost kvasovk (siva krivulja na grafih A) in število živih celic v spontani in inokulirani AF, izmerjenih z metodo pretočne citometrije (polna, črna krivulja) in referenčno metodo štetja kolonij na ploščah (črtkana, črna krivulja) (grafa A), ter korelacija med obema metodama v eksponentni fazi rasti celic (grafa B; spontana fermentacija: 0.-6. dan, inokulirana fermentacija: 0.-3. dan). Modra črta (1) označuje trajanje eksponentne faze rasti celic, rdeča (2) pa fazo upada rasti celic. Zvezdice nad vrednostmi označujejo statistične značilne razlike med rezultati meritev metod pri $p<0,05$.

Natančnost meritev PC metode smo preverili s ponovljivostjo meritev treh vzorčenj (1 vzorčenje/fermentor). Ponovljivost metod podaja koeficient variacije (KV), ki je definiran kot razmerje med standardnim odklonom in aritmetično sredino meritev. V kmetijsko-živilski panogi vrednosti KV pod 10 % veljajo za izredno dobre, med 10-20 % dobre, med 20-30 % sprejemljive in nad 30 % nesprejemljive (Gomez in Gomez 1984). Vrednosti KV metode PC med meritvami tekom spontane in inokulirane AF so bile v splošnem nižje od vrednosti KV tradicionalne, referenčne metode (sliki 4A in B), kar je v skladu z literaturo (Guzzon in Larcher 2015). Vrednosti KV za meritve številčnosti živih celic s PC so bile v spontani AF v splošnem višje, kot v inokulirani AF (sliki 4A in B). Manjše vrednosti KV v

inokulirani AF so posledica prevlade enega seva *Saccharomyces* kvasovk in večji številčnosti celic v drozgi (slika 1B, desno in slika 3A, desno), kar je omogočalo bolj točno določitev regij na točkovnih grafih PC. Vrednosti KV metode PC so bile v sredini spontane in inokulirane AF nizke, pod 20 % (sliki 4A in B). Nasprotno so bile vrednosti KV meritev s PC v končnih točkah spontane fermentacije nad 20 % (slika 4A), v inokulirani fermentaciji pa na dan 0 okoli 40 % (slika 4B) in nato pod 15 %. Visoke vrednosti KV v teh delih fermentacije so posledice majhne koncentracije celic v vzorcih zaradi narave fermentacije in naknadne redčitve vzorcev, kar je rezultiralo v težji določitvi regij na točkovnih grafih PC. V literaturi navajajo vrednosti KV za meritev živih kvasovk na PC nižje od 10 % (Fiala in sod. 1999, Guzzon in Larcher 2015). Razlog za višje KV vrednosti za metodo PC v naši raziskavi so predvsem nizke koncentracije celic zaradi redčenja drozge, ki so bile izvedene v izogib mašenju cevki naprave PC s suspendiranimi delci v drozgi. KV vrednosti za meritve z metodo PC v naši raziskavi bi lahko zmanjšali s predhodno filtracijo drozge (Guzzon in Larcher 2015), s čimer bi ohranili večjo koncentracijo celic v vzorcih, kar bi omogočalo lažje in bolj točno določitev regij za populacije kvasovk na točkovnih grafih.



Slika 4. Koeficient variacije (KV) pretočne citometrije in referenčne metode štetja kolonij na ploščah med potekom spontane (A) in inokulirane AF (B). Prikazana je povprečna vrednost treh meritev.

Zaključki

Rezultati raziskave kažejo, da je bila PC metoda pri spremljanju številčnosti živih celic kvasovk med realnimi AF ponovljiva in primerljiva s tradicionalno, referenčno metodo v fazah AF, ko je bila živost celic visoka in so bile celice presnovno aktivne. PC metoda je tako iz vidika točnosti in hitrosti dobra alternativa tradicionalni, referenčni metodi (Guzzon in Larcher 2015), saj omogoča spremljanje AF drozge v realnem času. Za večjo ponovljivost in natančnost metode PC priporočamo predhodno filtriranje in minimalno redčitev vzorcev drozge (10^{-1} - 10^{-2}). Glede na rezultate študije lahko zaključimo, da je metoda PC primerna za uporabo v vinarski industriji za neposredno spremljanje mikrobne populacije kvasovk med AF drozge/mošta, tako spontane kot inokulirane.

Literatura

- Andorra I, Monteiro M, Esteve-Zarzoso B, Albergaria H, Mas A. 2011. Analysis and direct quantification of *Saccharomyces cerevisiae* and *Hanseniaspora guilliermondii* populations during alcoholic fermentation by fluorescence in situ hybridization, flow cytometry and quantitative PCR. *Food Microbiol*, 28, 1483-91.
- Andorra I, Berradre M, Mas A, Esteve-Zarzoso B, Guillamon JM. 2012. Effect of mixed culture fermentations on yeast populations and aroma profile. *LWT - Food Sci Technol*, 49, 8-13.
- Bezerra-Bussoli C, Bafli MA, Gomes E, Da-Silva R. 2013. Yeast diversity isolated from grape musts during spontaneous fermentation from a Brazilian winery. *Curr Microbiol*, 67, 356-361.
- Bouchez JC, Cornu M, Danzart M, Leveau JY, Duchiron F, Bouix M. 2004. Physiological significance of the cytometric distribution of fluorescent yeasts after viability staining. *Biotechnol Bioeng*, 86, 520e530.
- Bouix M, Leveau J-Y. 2001. Rapid Assessment of Yeast Viability and Yeast Vitality During Alcoholic Fermentation. *J Inst Brew*, 107, 217-225.
- Branco P, Monteiro M, Moura P, Albergaria H. 2012. Survival rate of wine-related yeasts during alcoholic fermentation assessed by direct live/dead staining combined with fluorescence in situ hybridization. *Int J Food Microbiol*, 158, 49-57.
- Bruetschy A., Laurent M., Jacquet R. 2008. Use of flow cytometry in oenology to analyse yeasts. *Lett Appl Microbiol*, 18, 343-345.
- Čuš F, Zabukovec P, Schroers HJ. 2017. Indigenous yeasts perform alcoholic fermentation and produce aroma compounds in wine. *Czech Journal of Food Sciences*, 35, 339-345.
- Delobel P, Pradal M, Blondin B, Tesniere C. 2012. A "fragile cell" sub-population revealed during cytometric assessment of *Saccharomyces cerevisiae* viability in lipid-limited alcoholic fermentation. *Lett Appl Microbiol*, 55, 338-344.
- Díaz M, Herrero M, García LA, Quiros C. 2010. Application of flow cytometry to industrial microbial bioprocesses. *Biochem Eng J*, 48, 385-407.
- Fiala J, Lloyd R, Rychtera M, Kent C, Al-Rubeai M. 1999. Evaluation of cell numbers and viability of *Saccharomyces cerevisiae* by different counting methods. *Biotechnol Technol*, 13, 787-795.
- Gomez K. A., Gomez A. A. 1984. Statistical procedures for agricultural research. 2 nd ed. Hoboken, A Wiley-interscience Publication, 106-453.
- Gonzalez R, Morales P. 2022. Truth in wine yeast. *Microb Biotechnol*, 15, 1339-1356.
- Guzzon R, Larcher R. 2015. The application of flow cytometry in microbiological monitoring during winemaking: two case studies. *Ann Microbiol*, 65, 1865-1878.
- ISO 17025. General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. 2017, 40 str.
- Longin C, Petitgonnet C, Guilloux-Benatier M, Rousseaux S, Alexandre H. 2017. Application of flow cytometry to wine microorganisms. *Food Microbiol*, 62, 221-231.
- Maicas S. 2020. The Role of Yeasts in Fermentation Processes. *Microorganisms*, 28, 1142.
- Malacrino P, Zapparoli G, Torriani S, Dellaglio F. 2001. Rapid detection of viable yeasts and bacteria in wine by flow cytometry. *J Microbiol Methods*, 45, 127-134.
- Maro E, Ercolini D, Coppola S. 2007. Yeast dynamics during spontaneous wine fermentation of the Catalanésca grape. *International journal of food microbiology*, 117, 201-210.

- OIV. 2020. Method OIV-MA-AS4-01. Microbiological analysis of wines and musts. Detection, differentiation and counting of microorganisms (Resolution OIV/Oeno206/2010). V: Compendium of International Methods of Analysis-OIV. Vol. 2. Paris, International Organisation of Vine and Wine, 32 str.
- Quiros C, Herrero M, Garcia LA, Diaz M. 2009. Quantitative approach to determining the contribution of viable-but-nonculturable subpopulations to malolactic fermentation processes. *AEM*, 75, 2977-2981.
- Raspor P, Čuš F, Jemec K, Zagorc T, Cadez N, Nemanic J. 2002. Yeast Population Dynamics in Spontaneous and Inoculated Alcoholic Fermentations of Zametovka Must. *Food Technol Biotechnol*, 40, 95-102.
- Ribereau-Gayon P, Dubourdieu D, Doneche B, Lonvaud A. 2006. Handbook of enology. Vol. 1: The microbiology of wine and vinifications. 2nd ed. Chichester, John Wiley & Sons, 1-115.
- Rodriguez SB, Thornton RJ. 2008. Use of flow cytometry with fluorescent antibodies in real-time monitoring of simultaneously inoculated alcoholic-malolactic fermentation of Chardonnay. *Lett Appl Microbiol*, 46, 38-42.
- Salma M, Rousseaux S, Sequeira-Le Grand A, Divol B, Alexandre H. 2013. Characterization of the viable but nonculturable (VBNC) state in *Saccharomyces cerevisiae*. *PLoS One*, 8, e77600.
- Serpaggi V, Remize F, Recorbet G, Gaudot-Dumas E, Sequeira-Le Grand A, Alexandre H. 2012. Characterization of the "viable but nonculturable" (VBNC) state in the wine spoilage yeast *Brettanomyces*. *Food Microbiol*, 30, 438-447.
- Sommer S. 2020. Monitoring the Functionality and Stress Response of Yeast Cells Using Flow Cytometry. *Microorganisms*. 24, 619.
- Šuranska H, Vranova D, Omelkova J, Vadkertiova R. 2012. Monitoring of yeast population isolated during spontaneous fermentation of Moravian wine. *Chem Pap*, 66, 861-868.
- Wang C, Liu Y. 2013. Dynamic study of yeast species and *Saccharomyces cerevisiae* strains during the spontaneous fermentations of Muscat blanc in Jingyang, China. *Food Microbiol*, 33, 172-177.
- Zabukovec P, Čadež N, Čuš F. 2020. Isolation and identification of indigenous wine yeasts and their use in alcoholic fermentation. *Food Technol Biotechnol*, 58, 337-347.
- Zott K, Miot-Sertier C, Claisse O, Lonvaud-Funel A, Masneuf-Pomarede I. 2008. Dynamics and diversity of non-*Saccharomyces* yeasts during the early stages in winemaking. *Int J Food Microbiol*, 125, 197-203.

Vpliv tretiranja s kaolinom na kakovost grozdja in vina 'Refošk'

Sara Hoblaj^{1*}, Denis Rusjan², Maja Mikulič Petkovšek²

¹ Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica, Oddelek za varstvo rastlin, Pri Hrastu 18, 5000 Nova Gorica

² Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana

*Korespondenca: sara.hoblaj@go.kgzs.si

Izvleček: Zadnja leta se pogosto srečujemo z obdobji suše, kar ima lahko negativen vpliv na pridelavo grozdja. Zaradi pomankanja vode, visokih temperatur in močnega sončnega sevanja trte doživljajo sušni stres, kar lahko vpliva na manjši pridelek, ki je tudi slabše kakovosti. Strokovnjaki že vrsto let iščejo rešitve za blaženje posledic podnebnih sprememb kot je suša. Ena od možnih rešitev bi bila lahko uporaba antitranspirantov, kot je kaolin oziroma bela glina. V letu 2021 smo na vinski trti na sorti 'Refošk' izvedli poskus z uporabo kaolina. Zanimalo nas je, ali tretiranje s kaolinom spremeni kakovost grozdja in posledično vina, s poudarkom na vsebnosti sekundarnih metabolitov. Trte smo s kaolinom tretirali trikrat, začeni ob pričetku zorenja grozdnih jagod. V tehnološki zrelosti smo grozdje pobrali in odpeljali v klet, kjer smo opravili prve analize. Nato je sledila maceracija in alkoholna fermentacija drozge. V grozdnih jagodah in vinu smo analizirali vsebnosti fenolnih spojin (flavanole, antocianine, flavonol glikozide, stilbene, fenolne kisline). Med obravnavanjema kontrola in kaolin ni bilo statistično značilnih razlik v vsebnosti fenolnih spojin v grozdnih jagodah sorte 'Refošk' in v vinu refošk. Zaključili smo, da kaolin nima negativnega vpliva na vsebnost proučevanih sekundarnih metabolitov.

Ključne besede: *Vitis vinifera*, 'Refošk', kaolin, sekundarni metaboliti, antocianini

The Impact of Treatment with Kaolin on the Quality of Grapes and Wine of the 'Refošk'

Abstract: In recent years, there have been frequent droughts, which can have a negative impact on grape production. Due to lack of water, high temperatures and strong sunlight, vines come under drought stress, which can result in lower yield and lower quality. For many years, experts have been looking for solutions to mitigate the effects of climate change, such as drought. One of the possible solutions could be the use of antitranspiration agents such as kaolin or white clay. In 2021, we conducted a trial with kaolin on the vines of the 'Refošk' variety. We were interested in whether the treatment with kaolin changes the quality of grapes and wine, focusing on the content of secondary metabolites. The vines were treated with kaolin three times, starting from the veraison phenophase. When the grapes were technologically mature, we harvested them and took them to the cellar, where we performed the first analyses. This was followed by maceration and must fermentation. The content of phenolic compounds (flavanols, anthocyanins, flavonol glycosides, stilbenes, phenolic acids) was analysed in the grape berries and in the wine. There were no significant differences in the content of phenolic compounds in the berries of the 'Refošk' variety and in the Refošk wine between the control and the treatment with kaolin. We concluded that kaolin has no negative impact on the contents of secondary metabolites.

Keywords: *Vitis vinifera*, 'Refošk', kaolin, secondary metabolites, anthocyanins

Uvod

Zaradi podnebnih sprememb je tudi trta vse pogosteje izpostavljena stresnim dejavnikom, predvsem vodnim, vročinskim, svetlobnim in temperaturnim stresom. Letno se srečujemo z daljšimi sušnimi obdobji, ki se lahko začnejo že pozimi in spomladi. Zaradi vse večje potrebe po trajnostnemu kmetijstvu in manjšim količinam dostopne vode za rastline moramo optimizirati učinkovitost izrabe vode, pri tem pa z ukrepi ne smemo negativno vplivati na količino in kakovost grozdja in posledično vina. Za zmanjšanje izgub vode iz rastlin bi lahko v prihodnosti uporabili antitranspirante, kot je kaolin, ki omejujejo transpiracijo rastlin in s tem zmanjšajo potrebno količino vode za namakanje (Brillante 2016).

Kaolin je bela glina, ki se uporablja za prekrivanje listov in plodov z belim tankim filmom, ki odbija svetlobo in predstavlja tudi mehansko oviro za škodljivce. Z odbijanjem svetlobe se zmanjša temperatura rastline, s čemer se lahko prepreči sončne ožige na plodovih in manjšo izgubo vode. Zaradi znižanja temperature rastline lahko fotosinteza nemoteno poteka. Raziskave so pokazale, da tretiranje rastlin s kaolinom pozitivno vpliva na sintezo sekundarnih metabolitov, ki so ključnega pomena pri obarvanju rdečih sort grozdja in kakovosti rdečih vin. Conde in sod. (2018) poročajo, da ima kaolin neposreden vpliv na ekspresijo nekaterih genov in večjo aktivnost encimov, ki sodelujejo pri sintezi sekundarnih metabolitov.

Na račun povečane sinteze sekundarnih metabolitov, zaradi tretiranja s kaolinom, se v grozdnih jagodah tvorijo večje vsebnosti flavanolor, flavonol glikozidov, proantocianidinov in antocianinov (Conde in sod. 2016). Ugotovili so, da se je že v začetku zorenja in tudi kasneje v času dozorevanja občutno povečala sinteza antocianinov v kožici grozdnih jagod. Znano je tudi, da temperaturni stres povzroči povečanje vsebnosti antocianinov v plodovih. Ob previsokih temperaturah se njihova sinteza ustavi in prične se tudi razgradnja le-teh (Conde in sod. 2016).

Ker se na območju Slovenske Istre vse pogosteje srečujemo z daljšimi sušnimi obdobji in pomanjkanjem vode, smo se odločili, da v študiji preizkusimo vpliv kaolina na kakovost grozdja in vina. Poskus je bil izveden v letu 2021 v sklopu magistrske naloge (Hoblaj 2022). V članku bo predstavljen del naloge s poudarkom na sekundarnih metabolitih oz. kakšen vpliv ima kaolin na vsebnost sekundarnih metabolitov v grozdju sorte 'Refošk'.

Material in metode

Lokacija poskusa

Poskus smo izvedli v vinogradu podjetja Vinakoper d.o.o. na legi Baredi. Vinograd obsega 47,45 ha od tega je 37,7 ha sorte 'Refošk'; ostalo sta še 'Malvazija' in 'Merlot'. Vinorodna lega Baredi spada pod vinorodno deželo Primorska, vinorodni okoliš Koper in vinorodni podokoliš Šavrinsko gričevje. Poskus je potekal v zgornjem delu vinograda na 50 trtah.

Meteorološki podatki in podnebje

Podnebje je obalno submediteransko, za katero so značilne vlažne mile zime ter vroča in suha poletja z vročinskimi valovi. Zaradi podnebnih sprememb je vedno več sušnih obdobji z vročinskimi valovi, padavine so neenakomerno razporejene čez leto. Glavnina padavin je v zimskem času, v poletnem času pa se vsakoletno srečujejo s sušo. Kljub temu, da je bilo poleti v letu 2021 razmeroma dovolj padavin, so bile na legi Baredi na trtah vidne posledice suše. Razlog gre iskati predvsem v tipu tal. V času poskusa, od 31.7.2021 do 15.9.2021, je bilo samo 24,8 mm padavin, kar je bilo z vidika poskusa ugodno, saj niso bila potrebna obnovitvena tretiranja zaradi izpiranja kaolina.

Izvedba poskusa

Izvedli smo tri nanose kaolina v 14 dnevni razmikih. Prvo nanos s škropljenjem je bil na začetku zorenja grozdnih jagod, in sicer 31. 7., drugi čez 14 dni in zadnji 28 dni od prvega nanosa. Za nanos smo uporabili 5 litrsko ročno škropilnico. V poskusu je bilo vključenih 50 trt razdeljenih v 10 blokov po 5 trt, 5 blokov je služilo kot kontrola, 5 blokov pa je bilo tretiranih s kaolinom. Za prvo škropljenje smo uporabili koncentracijo 30 g/l kaolin, za naslednji dve pa 20 g/l. Trgatev smo izvedli 15. 8., po blokkih, ter na grozdju opravili analize (po blokkih). V kleti je sledilo ročno pecljanje, drozganje, dodatek kvasovk (Zymaflore F15, 20 g/hL) in hranil za kvasovke (Fermostim optigo, 20 g/hL) in maceracija s fermentacijo je potekala v 10L belih plastičnih posodah po blokkih, ki je trajala 10 dni. Po končani maceraciji smo preko gaze stisnili in pretočili mošt v fermentaciji v litrske fermentacijske steklenice po blokkih z vrelnimi vehami, kjer je fermentacija potekla do konca. Fermentacijo smo spremljali z vsakodnevnimi meritvami sladkorja. 14 dni po končani maceraciji (9. 10. 2021) smo vino žveplali s 5-6 % žveplovo(IV) kislino (0,8 mL/L H₂SO₃) in ga ustekleničili po blokkih, tako smo na koncu imeli 10 steklenic, torej 5 steklenic vina iz grozdnih jagod tretiranih s kaolinom in 5 steklenic kontrole.



Slika 9. Kaolin na trti (levo), grozdnje jagode (sredina), mikroviniifikacija (desno).

Laboratorijske analize

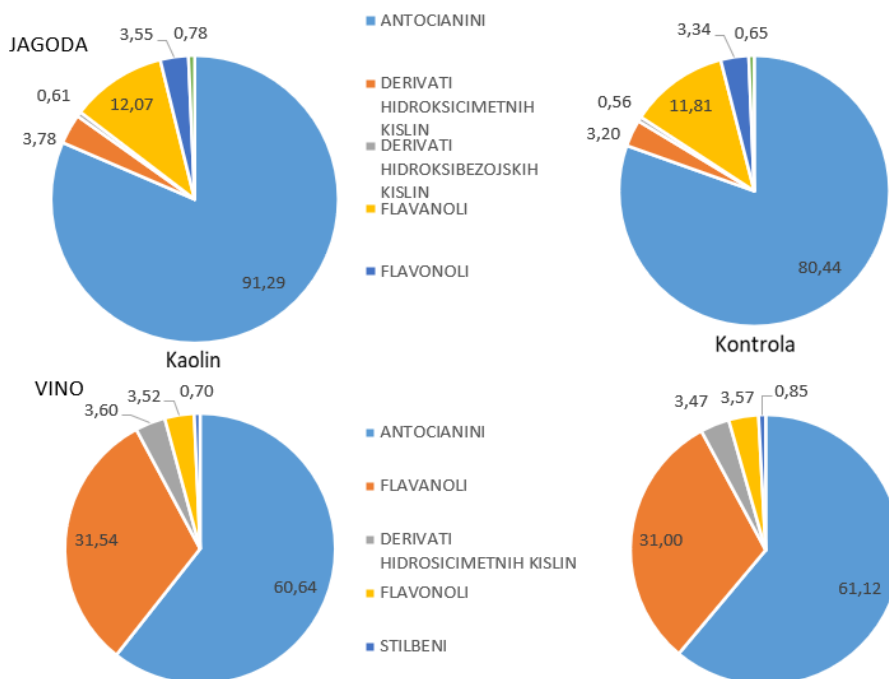
Uporabili smo 10 vial za vino (5-krat kontrola in 5-krat kaolin) in 30 vial z ekstraktom grozdnih jagod (tri ponovitve na blok, skupno pomeni 15 vial na obravnavanje). S pomočjo tekočinske kromatografije visoke ločljivosti, HPLC (Dionex UltiMate 3000, Thermo Scientific, Waltham, USA) in z DAD detektorjem pri treh različnih valovnih dolžinah, smo v ekstraktih iz jagod in v vinu analizirali vsebnosti posameznih fenolnih spojin. Posamezne fenolne snovi smo identificirali z uporabo masne spektrometrije (LTQ XL Linear Ion Trap Mass Spectrometer) (Mikulič Petkovšek in sod., 2020). Rezultat analize je bil kromatogram, kjer so posamezni vrhovi oziroma piki predstavljali različne fenolne spojine. Vrhove smo pointegrirali, da smo dobili površine vrhov in iz površine preračunali vsebnosti vseh identificiranih snovi. Za preračun smo uporabili standardne krivulje različnih fenolnih snovi. Vsebnosti za jagode smo izrazili v mg na kilogram suhe mase jagod (mg/kg DW) in za vina v mg na liter vina (mg/L) (Mikulič Petkovšek in sod. 2020).

Statistična analiza

Statistično analizo podatkov smo opravili s pomočjo dveh programov Microsoft Office Excel 2019 ter R Commander. Statistično značilne razlike so bile ugotovljene s t-testom pri 95 % stopnji zaupanja (enosmerna Anova). Vsebnosti fenolnih spojin podajamo kot povprečno vrednost s standardno napako, v grozdnih jagodah v mg/kg suhe mase (DW), medtem ko v vinu v mg/l.

Rezultati z diskusijo

Z analizami na HPLC smo identificirali in kvantificirali 53 različnih fenolnih spojin v grozdnih jagodah in 50 v vinu, pridelanih na trtah tretiranih s kaolinom in v kontroli. Po statistični analizi so rezultati pokazali, da kaolin nima negativnega vpliva na vsebnost sekundarnih metabolitov. Samo v vsebnosti galne kisline smo v grozdnih jagodah tretiranih s kaolinom ($292,6 \pm 17,7$ mg/kg DW) izmerili značilno večjo vsebnost v primerjavi s kontrolo ($218,9 \pm 27,9$ mg/kg DW). Galne kisline je največ v grozdnih pečkah, zato lahko z daljšo maceracijo dosežemo večje vsebnosti galne kisline tudi v vinu (Vrhovšek 1996).



Slika 10. Delež (%) fenolnih spojin po fenolnih skupinah v grozdnih jagodah brez pečk (zgoraj) in vinu (spodaj) tretiranih s kaolinom (levo) in pri kontroli (desno).

V grozdnih jagodah smo identificirali fenolne spojine, ki pripadajo naslednjim fenolnim skupinam: antocianini (derivati cianidina, delfinidina, malvidina, peonidina, petunidina), derivati hidroksicimetnih kislin (derivati kavne kisline, kaftarne kisline, ferulne, kumarne, kutarne in fertarne kisline), derivati hidroksibenzojskih kislin (derivati galne in hidroksibenzojske kisline), flavanoli (katehin, epikatehin, derivati procianidina), flavonoli (derivati izoramnetina, kemferola, laricitrina, miricetina, kvercetin, siringetina) in stilbeni (derivati resveratrola). V grozdnih jagodah je bilo pri kaolinu $15.216 \pm 1074,1$ mg/kg DW skupnih antocianinov in v grozdnih jagodah kontrole $13.646 \pm 1068,2$ mg/kg DW, v vinu pa je bilo $1.690 \pm 133,5$ mg/l skupnih antocianinov pri kaolinu in $1.898 \pm 217,4$ mg/l kontrolnega vina. Izmed antocianinov smo identificirali različne derivate cianidina, delfinidina, malvidina, peonidina in petunidina. Med kaolinom in kontrolo ni bilo razlik v vsebnosti antocianinov, tako v grozdnih jagodah, kot tudi ne v vinu. Glede na vsebnost je bilo v grozdnih jagodah največ malvidin-3-glukozida, in sicer pri kaolinu $4.992,7 \pm 343,3$ mg/kg DW.

Preglednica 1. Povprečna vsebnost \pm standardna napaka posameznih antocianinov v grozdnih jagodah sorte 'Refošk'.

Antocianin (mg/kg DW)	Obravnavanje	Kaolin	Kontrola
Cyanidin-3-acetylglucoside		3,5 \pm 0,3	3,1 \pm 0,3
Cyanidin-3-glucoside		27,9 \pm 1,9	24,5 \pm 1,6
Cyanidin-3- <i>p</i> -coumaroylglucoside		32,1 \pm 2,6	29,8 \pm 2,6
Delphinidin-3-(6''- <i>p</i> -coumaroylglucoside)		507,6 \pm 43,1	470,5 \pm 41,2
Delphinidin-3-acetylglucoside		320,8 \pm 26,1	272,9 \pm 25,4
Delphinidin-3-glucoside		1.253,9 \pm 120,9	1.054,1 \pm 88,9
Malvidin-3-(6''-acetylglucoside)		910,9 \pm 63,0	830,1 \pm 63,9
Malvidin-3-(6''- <i>p</i> -coumaroylglucoside)		1.485,6 \pm 121,6	1.406,9 \pm 123,9
Malvidin-3-glucoside		4992,7 \pm 343,3	4.439,6 \pm 359,4
Peonidin-3-(6''-acetylglucoside)		303,6 \pm 21,0	276,7 \pm 21,3
Peonidin-3-(6''- <i>p</i> -coumaroylglucoside)		582,5 \pm 47,7	551,6 \pm 48,6
Peonidin-3-glucoside		1.957,6 \pm 134,6	1.740,8 \pm 140,9
Petunidin-3-acetylglucoside		269,7 \pm 24,2	239,5 \pm 20,1
Petunidin-3-glucoside		1.957,6 \pm 134,6	1.740,8 \pm 140,9
Petunidin-3- <i>p</i> -coumaroylglucoside		610,7 \pm 50,3	565,9 \pm 48,5
SKUPAJ		15.216,89	13.646,96

Pri analizi vina smo zaznali različne derivate malvidina, peonidina in petunidina. Številčno je bilo največ derivatov malvidina, in sicer šest različnih. V vinu je prevladoval malvidin-3-glukozid; pri kaolinu ga je bilo 845,2 \pm 67,5 mg/l in 949,5 \pm 109,2 mg/l pri kontroli. Glede na rezultate iz literature smo pričakovali večjo vsebnost antocianinov pri kaolinu, vendar v našem primeru ni bilo statistično značilnih razlik med obravnavanjema. Kumar in sod. (2020) so analizirali vsebnost antocianinov v kožici sort 'Touriga Nacional' in 'Touriga Franca'; pri obeh sortah je prevladoval malvidin-3-glukozid. Statistično značilno več ga je bilo pri obravnavanju kaolin, in sicer 780 μ g/g DW jagodne kožice.

Preglednica 2. Povprečna vsebnost \pm standardna napaka (mg/l) antocianinov v vinu refošk.

Antocianin (mg/l)	Obravnavanje	Kaolin	Kontrola
Carboxypyranomalvidin-3-glucoside (vitisin A)		1,8 \pm 0,1	2,0 \pm 0,2
Malvidin-3-(6- <i>p</i> -coumaroyl)glucoside		159,5 \pm 15,7	178,7 \pm 22,8
Malvidin-3-acetylglucoside		186,7 \pm 12,4	201,5 \pm 18,6
Malvidin-3-glucoside		845,2 \pm 67,5	949,5 \pm 109,2
Malvidin-3-glucoside-ethyl(epi)catechin		0,5 \pm 0,1	0,6 \pm 0,2
Peonidin-3-(6- <i>p</i> -coumaroyl)glucoside		53,1 \pm 5,2	59,57 \pm 7,6
Peonidin-3-acetylglucoside		43,9 \pm 2,9	47,4 \pm 4,4
Peonidin-3-glucoside		298,2 \pm 23,8	335,1 \pm 38,5
Petunidin-3-acetylglucoside		14,9 \pm 5,5	19,4 \pm 5,6
Petunidin-3-glucoside		68,7 \pm 14,7	91,8 \pm 14,9
Pyranomalvidin-3-glucoside (Vitisin B)		17,7 \pm 2,5	13,0 \pm 1,6
SKUPAJ		1690,503	1898,753

V skupini flavanolov smo v moštu analizirali največjo vsebnost epikatehina in v vinu procianidin trimera 3 ter epikatehina. Vsebnosti flavan-3-olov in proantocianidinov se v rdečih vinih gibljejo od 120 do 3500 mg/l (Vrhovšek 1996), v našem poskusu je bilo v vinu pri kaolinu 879,3 \pm 39,5 mg/l skupnih flavanolov, pri kontroli pa 962,9 \pm 78,8 mg/l skupnih flavanolov. V vinu smo analizirali številčno več procianidinov kot v grozdnih jagodah sorte 'Refošk'.

Izmed fenolnih kislin smo v grozdnih jagodah analizirali galno, dihidroksibenzojsko, kavno, kaftarno, ferulno, kutarno, fertarno in *p*-kumarno kislino. Fenolne kisline so tako v rdečih kot tudi v belih vinih najpomembnejša skupina neflavonoidov, njihove vsebnosti so običajno med 20 in 120 mg/l (Vrhovšek 1996). V našem poskusu so prevladovali derivati *p*-kumarne kisline, in sicer $26,7 \pm 1,3$ mg/l vina pri kaolinu in $27,4 \pm 1,7$ mg/l pri kontrolnem vinu. V grozdnih jagodah 'Refošk' iz obravnavanja kaolin smo določili $337,2 \pm 25,2$ mg/kg DW skupnih derivatov hidroksicimetnih kislin in v vinu $100,4 \pm 4,1$ mg/l.

V grozdnih jagodah in vinu smo identificirali tudi flavonole, ti so derivati miricetina, kemferola, izoramnetina, kvercetin in siringetina. Pri mladih rdečih vinih so vsebnosti flavonolov običajno okrog 50 mg/l (Vrhovšek 1996). V vinu iz obravnavanja kaolin smo določili 26 mg/l in pri kontrolnem vinu 28 mg/l skupnih kvercetinov. Mazza in sod. (1999) so pri različnih obravnavanjih v vinu cabernet franc ugotovili, da je skupno med 76 in 136 mg/l flavonolov, v našem primeru pa jih je bilo v vinu refošk med 98 in 110 mg/l flavonolov. V skupini stilbenov je najpomembnejša spojina resveratrol. V vinu refošk je bilo derivatov resveratrola pri kaolinu okoli $19,4 \pm 1,5$ mg/l, pri kontroli $26,3 \pm 4,3$ mg/l. V grozdnih jagodah pa je bilo pri kaolinu $129,4 \pm 14,1$ mg/kg DW skupnih derivatov resveratrola in pri kontroli $110,5 \pm 10,4$ mg/kg DW. Največje vsebnosti resveratrola v rdečih vinih dosegajo do 30 mg/l (Vrhovšek, 1996). Vsebnosti resveratrola se razlikujejo med sortami in so odvisne tudi od okoljskih razmer. Največ resveratrola najdemo v jagodni kožici, zato se njegova vsebnost v vinu po maceraciji drozge poveča (Vrhovšek 1996).

Zaključki

Med poskusom na Baredih ni bilo večjih padavin, saj so številne trte kazale vidna znamenja suše, kar je zagotovo vplivalo na sintezo primarnih in sekundarnih metabolitov v grozdnih jagodah. Analize so pokazale, da se vsebnost sekundarnih metabolitov v grozdnih jagodah sorte 'Refošk' ni razlikovala med obravnavanjema kaolin in kontrola. Edina statistično značilna razlika je bila v vsebnosti galne kisline v grozdnih jagodah, njeno večjo vsebnost smo potrdili v grozdnih jagodah tretiranih s kaolinom. Statistično značilnih razlik v vsebnostih sekundarnih metabolitov nismo zabeležili niti med kontrolnim vinom in tistim pridelanim iz grozdja tretiranega s kaolinom. Tudi Brillante in sod. (2016) in Frioni in sod. (2019) navajajo, da kaolin v sušnih razmerah nima negativnega vpliva na kakovost in količino pridelka, saj ne ovira izmenjave plinov, hkrati je bilo dokazano (Conde, 2018) s pomočjo PCR, da se poveča sinteza antocianinov in ostalih sekundarnih metabolitov. Glede na pridobljene podatke in statistično analizo lahko rečemo, da kaolin nima negativnega vpliva na pridelek in kakovost grozdja in mošta ter posledično vina. Tudi ostanek kaolina na grozdnih jagodah ni imel negativnega vpliva na potek alkoholne fermentacije. Če nanesemo kaolin na grozdne jagode na začetku zorenja grozdnih jagod, le-ta ne bo imel večjega vpliva na količino in kakovost pridelka.

Literatura

- Brillante L, Belfiore N, Gaiotti F, Lovat L, Sansone L, Poni S, Tomasi D. 2016. Comparing Kaolin and Pinolene to improve Sustainable Grapvine Production during Drought. PLoS ONE, 11, 6: e0156631: 19 str.
- Conde A, Neves A, Breia R, Pimentel D, Dinis LT, Bernardo S, Correia CM, Cunha A, Geros H, Moutinho-Pereira J. 2018. Kaolin particle film application stimulates photoassimilate synthesis and modifies the primary metabolome of grape leaves. Journal of Plant Physiology, 223, 47-56.
- Conde A, Pimentel D, Neves A, Dinis L, Bernardo S, Correia MC, Geros H, Moutinho-Pereira J. 2016. Kaolin Foliar Application Has a Stimulatory Effect on Phenylpropanoid and Flavonoid Pathways in Grape Berries. Frontiers in Plant Science, 7, 1150, 14 str.
- Frioni T, Tombesi S, Luciani E, Sabbatini P, Berrioso GJ, Palliotti A. 2019. Kaolin treatments on Pinot noir grapevines for the control of heat stress damages. BIO Web of Conferences, 13, 04004, 4 str.

- Hoblaj S. 2022. Vpliv kaolina na kakovost grozdja in vina žlahtne vinske trte (*Vitis vinifera* L) sorte Refošk. Magistrsko delo. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 54 str.
- Kumar SK, Afonso J, Nogueira M, Oliveira AA, Cosme F, Falco V. 2020. Silicates of Potassium and Aluminium (Kaolin); Comparative Foliar Mitigation Treatments and Biochemical Insight on Grape Berry Quality in *Vitis vinifera* L. (cv. Touriga Nacional and Touriga Franca). *Biology*, 9, 58, 17 str.
- Mazza G, Fukumoto L, Delaquis P, Girard B, Ewert B. 1999. Anthocyanins, Phenolics, and Color of Cabernet Franc, Merlot, and Pinot Noir Wines from British Columbia. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47, 4009-4017.
- Mikulič Petkovšek M, Koron D, Rusjan D. 2020. The impact of food processing on the phenolic content in products made from juneberry (*Amelanchier lamarckii*) fruits. *Journal of Food Science*, 85, 386-393.
- Vrhovšek U. 1996. Fenoli kot antioksidanti v vinu. V: Zbornik referatov 1. slovenskega vinogradniško-vinarskega kongresa, Portorož od 4. do 6. decembra 1996. Ptuj, Slovenska vinska akademija Veritas, 124-134.

Vpliv zdravstvenega stanja cepičev ter sredstev za razkuževanje na vsebnost fenolnih spojin v kalusu cepljenk žlahtne vinske trte (*Vitis vinifera* L.) sorte 'Cabernet sauvignon'

Saša Gačnik^{1*}, Denis Rusjan¹, Andreja Škvarč², Maja Mikulič-Petkovšek¹

¹ Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana

² Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica, Seleksijsko trsničarsko središče Vrhpolje, 5271 Vipava

*Korespondenca: sasa.gacnik@bf.uni-lj.si

Izveček: Z raziskavo vpliva zdravstvenega stanja cepičev in petih različnih pripravkov za razkuževanje ter enega v kombinaciji s termoterapijo (TT) na vsebnost fenolnih spojin v kalusu cepljenk, smo doprinesli k novemu znanju o metabolnih procesih kalusiranja trsnih cepljenk. V poskus smo vključili cepiče sorte 'Cabernet Sauvignon' z zdravih (ZDR) in okuženih trt z boleznimi lesa vinske trte (BLVT). Slednje smo razdelili še na asimptomatične (ASIM) in simptome (SIM). Vse cepiče smo pred cepljenjem tretirali ločeno s pripravki Beltanol, Serenade, soda bikarbona, Remedier, BioAction ter kombinacijo Beltanola in TT. Po klasiranju smo glede na obravnavanje naključno izbrali 15 cepljenk, s katerih smo odvzeli kalus in iz njega ekstrahirali in identificirali fenolne spojine. Z raziskavo smo potrdili, da zdravstveno stanje cepičev vpliva na različno vsebnost posameznih in skupnih fenolnih spojin (TAP) v kalusu. Najvišje vsebnosti TAP, flavanolov (FLA) in stilbenov (STB) so bile v kalusu cepljenk z ASIM cepiči. Največja vsebnost TAP je bila v kalusu cepljenk z ASIM cepiči, tretiranih s pripravkoma Remedier in Beltanolom, pri ZDR cepičih z Remedier in soda bikarbono ter v kalusu s SIM cepiči, razkuženih s sodo bikarbono. Rezultati raziskave kažejo, da ima kalus cepljenk z ZDR, ASIM in SIM cepiči, pri uporabi različnih razkužilnih sredstev in razkuževalnega načina različno vsebnost fenolnih spojin.

Ključne besede: boleznimi lesa vinske trte, BLVT, cepljenke, zdravstveno stanje, okužba, fenolni odziv

The Impact of the Sanitary Status of the Scions and Disinfectants on the Content of Phenolic Compounds in Callus of Grapevine (*Vitis vinifera* L.) Grafts of the 'Cabernet Sauvignon' Variety

Abstract: With research of the effects of the health status of scions and of five different disinfection preparations and one in combination with thermotherapy (TT) on the content of phenolic compounds in the callus of grafts, we contributed to new knowledge about the metabolic processes of vine graft callus. Grafted scions of the cultivar 'Cabernet Sauvignon' from healthy (ZDR) and from grapevine infected with grapevine trunk disease (GTD) were included in the experiment. The latter were further divided into asymptomatic (ASIM) and symptomatic (SIM). All scions were treated separately with Beltanol, Serenade, baking soda, Remedier, BioAction, and a combination of Beltanol and TT. A callus sample was taken from 15 scion vines after sorting. In the callus, the individual and total phenolics analyzed (TAP) were identified and quantified. Through our investigations, we confirmed that the health status of the scions affects the content of individual and TAP in the callus. The highest contents of TAP, flavanols (FLA) and stilbenes (STB) were found in the callus of grafted vines with ASIM shoots. The highest content of TAP was in the callus of ASIM grafts treated with Remedier and Beltanol preparations, in ZDR grafts treated with Remedier and sodium bicarbonate, and in the callus of SIM grafts disinfected with sodium bicarbonate. The results of the research show that the callus of the grafts with ZDR, ASIM and SIM scions has a different content of phenolic compounds when different disinfectants and disinfection methods are used.

Keywords: grapevine trunk diseases, GTD, grapevine grafts, callus, health status, infection, phenolic response

Uvod

Bolezni lesa vinske trte (BLVT) se uvrščajo med najpomembnejše bolezni vinske trte. Mednje uvrščamo kap vinske trte, trsno metličavost (*Eutypa lata* (Pers.) Tul. & C.Tul.) in »odmiranje krakov vinske trte«, angl. Black dead arm (*Botryosphaeria* spp.), ki okužujejo starejše trte in Petrijevo bolezen, črno nogo vinske trte (*Cylindrocarpon* sp.) ter črno pegavost vinske trte (*Diaporthe neoviticola* Udayanga Crous & K. D. Hyde), ki najpogosteje prizadene mlajše trte, stare do 10 let (Gramaje in Armengol 2011). Za preprečevanje širjenja BLVT se pridelovalci poslužujejo predvsem preventivnih ukrepov, kot so izbira manj občutljivih sort in podlag, primerna izbira lege vinograda, sajenje zdravega sadilnega materiala, uravnavanje rasti, bujnosti in obremenitve trt, opravljanje zimske rezi v času odganjanja brstov ter da se pri zimski rezi poskuša zmanjšati število in velikost ran (Bertsch in sod. 2013), premazovanje ran z različnimi fungicidnimi pastami, nadomeščanje obolelih trt z novimi, odstranjevanje obolelih delov trte in uporaba biotičnih pripravkov (Gramaje in Armengol 2011, Calzarano in sod. 2004, Diaz in LaTorre 2013). V preteklosti se je za zatiranje BLVT uporabljalo kurativni fungicid na osnovi Na-arzenita, ki pa je od leta 2003 prepovedan, zaradi njegovega toksičnega delovanja na zdravje ljudi in okolje (Bisson in sod. 2006). V poskusih so testirali tudi druga sredstva, npr. fenarimol, furmetamid, benodanil, fosetil-Al in nekateri triazoli, vendar nobeno od omenjenih sredstev ni delovalo učinkovito proti BLVT (Surico in sod. 2006).

Od druge polovice 19. stoletja pridobivamo trsne cepljenke s cepljenjem. Ključen korak pri uspešni združitvi cepiča in ključa podlage je nastanek kalusa, na katerega močno vpliva vsebnost fenolnih spojin. V kalusu zdravih cepljenk so poročali predvsem o prisotnosti galne, protokatehulne, kavne in siringinske kisline, epikatehina, rutina, *trans*-resveratrola, miricetina, kvercetin-3-ramnozida in apigenina, v okuženem tkivu pa so se pojavili še fitoaleksini, kot so protokatehin aldehid, *p*-kumarna kislina, ferulna kislina in katehin (Pina in Errea 2005, Bruno in Sparano 2007).

Področje sinteze fenolnih spojin v kalusu trsne cepljenke je slabo raziskano, čeprav so te informacije koristne pri boljšem razumevanju metabolnih procesov med tvorjenjem kalusa. V sklopu magistrske naloge (Gačnik 2018), smo preučili vpliv zdravstvenega stanja cepičev glede BLVT ter različnih sredstev oziroma praks razkuževanja cepičev pred cepljenjem na odziv kalusa na nivoju sinteze fitoaleksinov.

Material in metode

Pripravki za razkuževanje

V poskus smo vključili pet pripravkov (Serenade ASO, Remedier, BioAction ES, soda bikarbona in Beltanol) in enega (Beltanol) v kombinaciji s termoterapijo (TT). Pripravili smo jih po navodilih proizvajalcev.

Izvedba poskusa in analiza posameznih fenolnih spojin

Ob zimski rezi smo na označenih zdravih in okuženih trtah ločeno porezali rozge, ki smo jih odnesli v STS Vrhpolje, kjer smo rozge zdravih trt (ZDR; slika 1B), nato pa še rozge okuženih trt razrezali na cepiče. Znotraj slednjih smo cepiče še dodatno kategorizirali na simptomatične (SIM - na prečnem prerezu vidne nekroze prevodnega tkiva) in asimptomatične (ASIM - na prečnem prerezu ni bilo vidnih nekroz prevodnega tkiva) (slika 1A).



Slika 1. Cepiči s tipičnimi bolezenskimi znamenji BLVT, na prečnem prerezu vidne nekroze prevodnih tkiv (levo) ter cepiči zdravih trt (desno) (foto: Rusjan D.).

Pridobljene cepiče smo shranili v PVC vrečkah v hladilnici vse do cepljenja s ključi podlag 'Kober 5BB' (*Vitis berlandieri* × *Vitis riparia*), ki smo jih dobili iz STS Ivanjkovci pri Ormožu. Vse cepiče, ločeno po obravnavanjih, smo pustili v vodnih raztopinah pripravkov 12 ur, medtem ko smo vse ključe podlag tretirali enako s pripravkom Beltanol, ki je v Sloveniji edino dovoljeno sredstvo (Seznam registriranih ..., 2018). Pri obravnavanju s TT, smo cepiče najprej termostatirali pri temperaturi 50 °C, po 45 min smo jih ohladili v mlačni vodi ter jih pred cepljenjem še 12 ur namakali v raztopini Beltanola. Po razkuževanju smo cepiče različnih zdravstvenih stanj ter razkuževanj ločeno cepili. Od tu naprej je bila izvedena klasična pridelava cepljenk. Vzorčenje kalusa je sledilo po klasiranju, kjer smo odvzeli po 15 siljenk na obravnavanje (pri cepljenkah s SIM cepiči, izplen ni bil dovolj velik, da bi vzorčili po 15 siljenk na obravnavanje, zato smo naredili skupen vzorec na obravnavanje, ki smo ga razdelili na 4 dele za analizo fenolnih snovi) in jih shranili na -80 °C do nadaljnjih analiz. Vzorce kalusov smo posušili, zato da smo dobili delež sveže mase (SM), na katero smo preračunali vse pridobljene rezultate. S tekočinsko kromatografijo visoke ločljivosti (HPLC) in z masno spektrometrijo (MS) smo v kalusu cepljenk najprej identificirali posamezne fenolne spojine in nato smo kvantificirali njihove vsebnosti po metodi Mikulič-Petkovšek in sod. (2015). Podrobnejši opis materialov in metod je opisan v magistrski nalogi Gačnik (2018).

Statistična analiza podatkov

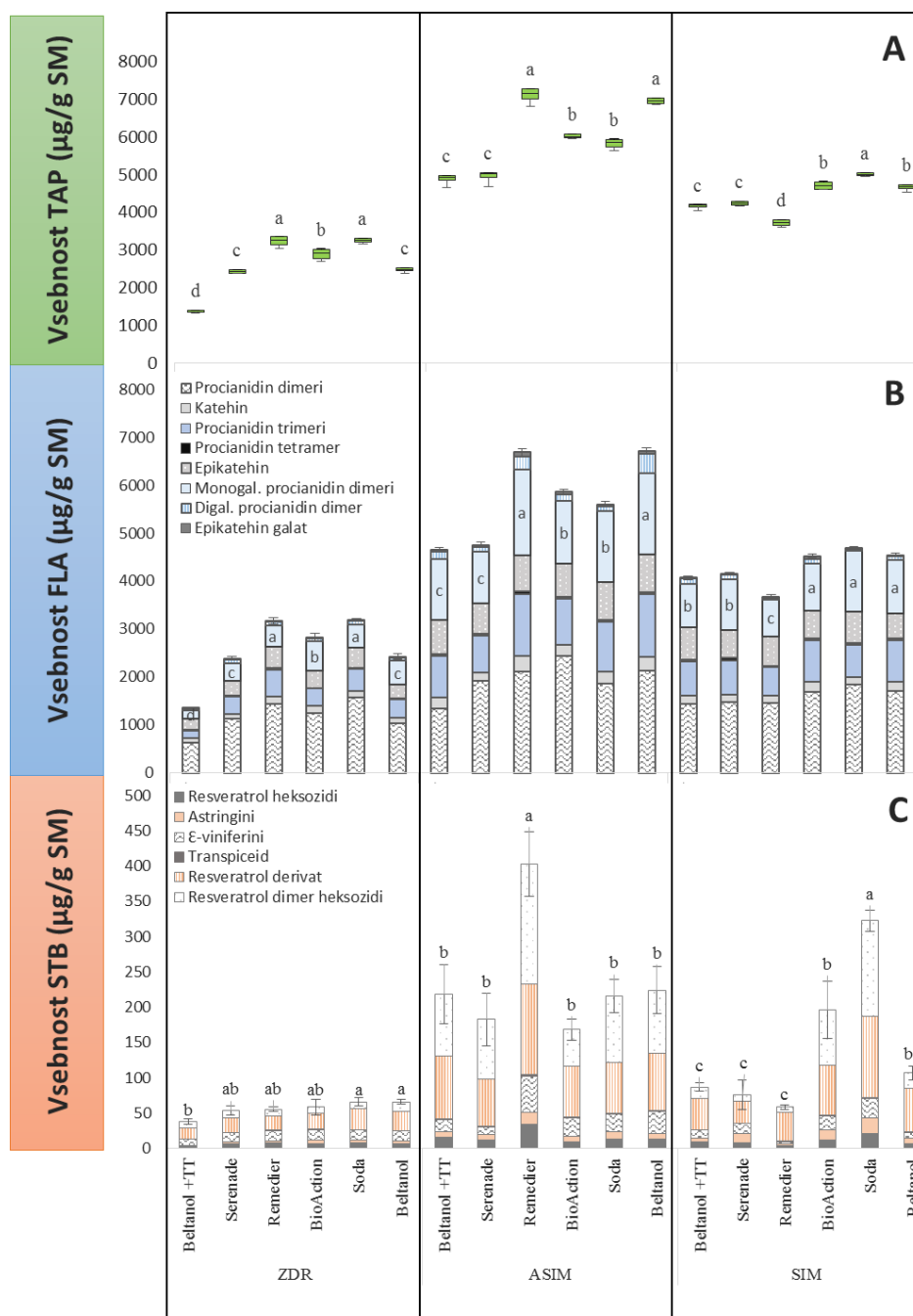
Podatke smo statistično obdelali v programih Microsoft Office Excel R Commander 3.3.1. Za ugotavljanje statistično značilnih razlik smo uporabili enosmerno analizo variance (ANOVA), za ugotavljanje statističnih razlik med obravnavanji pa Duncanov test pri 95 % zaupanju.

Rezultati z diskusijo

V kalusu cepljenk smo skupno identificirali 31 fenolnih spojin (slika 2), ki so bili v glavnem predstavniki skupine flavanolor (FLA; 5 procianidin dimerov, katehin, 3 procianidin trimere, procianidin tetramer, epikatehin, 2 monogaloil procianidin dimera, digaloil procianidin dimer in epikatehin galat), ki so predstavljali 93-98 % TAP (skupno analiziranih fenolov). Stilbeni (STB; 4 resveratrol heksozide, 2 astingina, 4 ϵ -viniferine, *transpiceid*, resveratrol derivat in 2 resveratrol dimer heksozida) in dve neznan fenolni spojini so bili zastopani pod 6%.

V kalusu cepljenk z ZDR cepiči je bila povprečna vsebnost TAP 2618 ± 134 $\mu\text{g/g}$ sveže mase (SM) kalusa (slika 2A). Ta se je v kalusu okuženih cepičev povečala, in sicer pri ASIM cepičih za 56 % in pri SIM cepičih za 41 %. Podobno so se z okužbo povečale tudi vsebnosti FLA (slika 2B) in STB (slika 2C), katerih vsebnost se zaradi stresnih dejavnikov, kot je okužba s patogeni, običajno poveča (Amalfitano in sod. 2000), kar smo v naši raziskavi z analizo kalusov cepljenk potrdili. Rusjan in sod. (2017) so

poročali o 1,5-4,1-kratnem povečanju FLA v okuženem lesu vinske trte z glivami ter da glive povzročiteljice esce vplivajo na povečanje vsebnosti STB od 2 do 3,7-krat.



Slika 2. Vsebnost skupnih analiziranih fenolov (TAP) (A), flavanolov (FLA) (B) in stilbenov (STB) (C) (µg/g SM ± SN) v kalusu cepljenk po klasiranju pridobljenih z zdravimi (ZDR), okuženimi asimptomatičnimi (ASIM) in okuženimi simptomaticnimi (SIM) cepiči, tretirani s petimi različnimi pripravki oziroma načinom (Beltanol+TT). Različne črke nad okvirji z ročaji kažejo značilne razlike ($p \leq 0,05$) med obravnavanji znotraj istega zdravstvenega stanja cepljenke (ZDR, ASIM, SIM).

Pri cepljenkah z ZDR cepiči je bila značilno največja vsebnost TAP v kalusu obravnavanaj Remedier (3231 ± 77 µg/g SM) in soda bikarbona (3262 ± 43 µg/g SM), medtem ko smo značilno najmanjšo vsebnost TAP izmerili pri razkuževanju z Beltanol+TT (1385 ± 31 µg/g SM). Podobne razlike so se

pokazale tudi pri vsebnosti FLA in STB v kalusu cepljenk iz ZDR cepičev. Obravnavanje TT je povzročilo zmanjšanje vsebnosti TAP kot tudi posameznih spojin v kalusu cepljenk iz ZDR cepičev.

Značilno največja vsebnost FLA in posledično tudi TAP v kalusu cepljenk z ASIM cepiči je bila izmerjena pri pripravkih Remedier in Beltanol, medtem ko je bila značilno najmanjša vsebnost TAP pri tretiranju cepičev z Beltanol+TT. Kalus cepljenk z ASIM cepiči, tretiran s pripravkom Remedier je vseboval od 44 do 58 % več STB kot kalus cepljenk s cepiči ostalih obravnavanj. Gre za biotični pripravek, ki vsebuje glive *Trichoderma* sp., ki dokazano prispevajo k povečanju fenolnih spojin v rastlinskem tkivu (Pascale in sod. 2017).

Pri cepljenkah SIM cepičev smo značilno največjo vsebnost TAP izmerili v kalusu cepljenk s cepiči, tretiranimi s pripravkom soda bikarbona ($5024 \pm 40 \mu\text{g/g SM}$), ki je v povprečju imel od 6 do 26 % večjo vsebnost TAP v primerjavi z ostalimi obravnavanji. Značilno najmanjšo vsebnost TAP v kalusu cepljenk smo izmerili pri pripravku Remedier ($3728 \pm 58 \mu\text{g/g SM}$). Vsebnost FLA v kalusu cepljenk s SIM cepiči je bila pri obravnavanjih BioAction, soda bikarbona in Beltanol največja, najmanjša pa pri pripravku Remedier. Pri cepljenkah s SIM cepiči smo značilno največjo vsebnost STB izmerili v kalusu cepljenk s cepiči tretiranimi s sodo bikarbono, značilno najmanjšo pa pri obravnavanjih Remedier, Serenade in Beltanol+TT.

Zaključki

Glede na rezultate poskusa ugotavljamo, da lahko zdravstveno stanje cepičev različno vpliva na vsebnost posameznih in skupnih fenolnih spojin v kalusu cepljenk vinske trte. Vsebnost flavanolor (FLA), stilbenov (STB) in skupnih identificiranih fenolov (TAP) je bila značilno večja v kalusu cepljenk z ASIM cepiči v primerjavi s kalusi cepljenk z ZDR in SIM cepiči. Značilno najmanjšo vsebnost FLA, STB in TAP smo izmerili v kalusu cepljenk ZDR cepičev. Rezultati raziskave kažejo tudi, da ima kalus cepljenk z ZDR, ASIM in SIM cepiči, pri uporabi različnih razkužilnih sredstev in razkuževalnega načina različno vsebnost fenolnih spojin. Kalus cepljenk z ASIM cepiči, ki so bili razkuženi s pripravkom Remedier in Beltanolom je imel značilno največjo vsebnost TAP in FLA, medtem ko so bile vsebnosti TAP in FLA pri ZDR cepičih največje ob uporabi sode bikarbone in pripravka Remedier. Pri SIM cepičih je bila največja vsebnost TAP dosežena z uporabo sode bikarbone.

Literatura

- Amalfitano C, Evidente A, Surico G, Tegli S, Bertelli E, Mugnai L. 2000. Phenols and stilbene polyphenols in the wood of esca-diseased grapevines. *Phytopathologia Mediterranea*, 39, 178-183.
- Bertsch C, Ramirez S M, Magni R M, Larignon P, Chong J, Abou M E, Fontaine F. 2013. Grapevine trunk diseases: complex and still poorly understood. *Plant Pathology*, 62, 243-265.
- Bisson M, Houeix N, Hulot C, Lacroix G, Lefevre J P, Leveque S, Magaud H, Morin A. 2006. Arsenic et ses derives inorganiques. Fiche de donnees toxicologiques et environnementales des substances chimiques. Ineris, 77 str.
- Bruno G, Sparapano L. 2007. Effects of three esca-associated fungi on *Vitis vinifera* L.: V. Changes in the chemical and biological profile of xylem sap from diseased cv. Sangiovese vines. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 71, 210-229.
- Calzarano F, Di Marco S, Cesari A. 2004. Benefit of fungicide treatment after trunk renewal of vines with different types of esca necrosis. *Phytopathologia Mediterranea*, 43, 116-123.
- Diaz G A, LaTorre B A. 2013. Efficacy of paste and liquid fungicide formulations to protect pruning wounds against pathogens associated with grapevine trunk diseases in Chile. *Crop Protection*, 46, 106-112.
- Gačnik S. 2018. Vpliv zdravstvenega stanja cepičev ter sredstev za razkuževanje na vsebnost fenolnih spojin v kalusu cepljenk žlahtne vinske trte (*Vitis vinifera* L.) sorte 'Cabernet sauvignon'. Magistrsko delo. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, 50 str.

- Gramaje D, Armengol J. 2011. Fungal trunk pathogens in the grapevine propagation process: potential inoculum sources, detection, identification, and management strategies. *Plant Disease*, 95, 1040-1055.
- Mikulič-Petkovšek M, Ivančič A, Todorovič B, Veberič R, Štampar F. 2015. Fruit phenolic composition of different elderberry species and hybrids. *Journal of Food Science*, 80, 2180-2190.
- Pascale A, Vinale F, Manganiello G, Nigro M, Lanzuise S, Ruocco M, Lorito M. 2017. Trichoderma and its secondary metabolites improve yield and quality of grapes. *Crop protection*, 92, 176-181.
- Pina A, Errea P. 2005. A review of new advances in mechanism of graft compatibility in compatibility. *Scientia Horticulturae* 106, 1-11.
- Rusjan D, Peršič M, Likar M, Biniari K, Mikulič-Petkovšek M. 2017. Phenolic responses to esca-associated fungi in differently decayed grapevine woods from different trunk parts of 'Cabernet Sauvignon'. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 65, 6615-6624.
- Seznam registriranih fitofarmaceutskih sredstev na dan 7.2.2018. 2023. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, Uprava RS za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin. <http://spletni2.furs.gov.si/FFS/REGSR/> (7.2.2023).
- Surico G, Mugnai L, Marchi G. 2006. Older and more recent observations in esca; a critical overview. *Phytopathologia Mediterranea* ,45, 68-86.

Možnost prenosa fitoplazme *Flavescence dorée* z ameriškim škržatkom je zapisana v njenem genetskem kodu

Zala Kogej Zwitter^{1,2*}, Irena Bajde¹, Jakob Brodarič¹, Ana Vučurovič¹, Nataša Mehle^{1,3}

¹Nacionalni inštitut za biologijo, Oddelek za biotehnologijo in sistemsko biologijo, Večna pot 111, 1000 Ljubljana

²Mednarodna podiplomska šola Jožefa Štefana, Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana

³Univerza v Novi Gorici, Fakulteta za vinogradništvo in vinarstvo, Dvorec Lanthieri, Glavni trg 8, 5271 Vipava

*Korespondenca: zala.kogej.zwitter@nib.si

Izvelek: Fitoplazme so parazitske bakterije, ki živijo v žilnem sistemu rastlin in povzročajo neozdravljive bolezni najrazličnejših rastlinskih vrst. Na trti povzroča velik upad pridelka fitoplazma *Flavescence dorée* (FD), ki je v EU uvrščena na seznam karantenskih škodljivih organizmov. V Sloveniji je prisotna od leta 2005 in se kljub ukrepom širi. V zadnjih letih so bila v Sloveniji odkrita številna nova žarišča okužbe s to fitoplazmo predvsem na območju Ljutomersko Ormoških goric. Prepoznavna fitoplazme ni mogoča le na podlagi bolezenskih znamenj, ampak je potrebna laboratorijska analiza. Fitoplazme uvrščamo v različne skupine na podlagi genskega zaporedja 16S rRNA in tako fitoplazma FD spada v 16SrV skupino. Trta je lahko okužena z različnimi izolati fitoplazem iz skupine 16SrV, med katerimi so taki, ki ne povzročajo epifitocij (epidemij na rastlinah) in taki ki jih. Fitoplazme se med rastlinami širijo s pomočjo žuželjih prenašalcev in tisti izolati skupine 16SrV, ki imajo epidemičen učinek so kompatibilni za prenos z ameriškim škržatkom. Ameriškega škržatka so v Evropo zanesli iz ZDA in se tu hrani predvsem na trti. Možnost prenosa fitoplazme z ameriškim škržatkom lahko preverimo z molekularno analizo nekaterih genov fitoplazme. Analizirali smo vzorce trt in škržatkov, ki so bili odvzeti v obdobju od 2017 in 2022 v različnih vinogradniških območjih Slovenije ter na podlagi molekularnih analiz gena *map* ugotovili, da je pri nas prisotnih šest različnih genotipov te fitoplazme. Vsi so kompatibilni za prenos z ameriškim škržatkom in zato povzročajo epifitocije.

Ključne besede: fitoplazme, zlata trsna rumenica, ameriški škržatek, molekularne analize

The Possibility of Transmission of *Flavescence dorée* Phytoplasma by the American Leafhopper is Written in its Genetic Code

Abstract: Phytoplasmas are parasitic bacteria that live in the vascular system of plants and cause incurable diseases in a variety of plant species. Grapevine flavescence dorée phytoplasma (FD) is on the EU quarantine pest list and causes severe yield losses and vineyard shrinkage. It has been present in Slovenia since 2005 and continues to spread despite the measures taken. In the last years, several new outbreaks have been detected in Slovenia, especially in the area of Ljutomersko Ormoške gorice. The identification of phytoplasmas is not possible on the basis of disease symptoms but requires laboratory analysis. Phytoplasmas are classified into different groups based on the 16S rRNA gene, and FD phytoplasma belongs to the 16SrV group. Grapevine can be infected with various isolates of phytoplasma from the 16SrV group, some of which are epidemic and others not. Phytoplasma are transmitted from plant to plant by insect vectors, and the 16SrV isolates that cause epidemics are transmitted by the North American leafhopper. The North American leafhopper was introduced into Europe from the United States and feeds mainly on grapevines. The possibility of phytoplasma transmission by the North American leafhopper can be tested by molecular analysis of some phytoplasma genes. We have analyzed samples of grapevine and leafhopper collected between 2017 and 2022 in different wine-growing areas of Slovenia, and on the basis of molecular analyzes of the *map* gene, we found that six different genotypes of this phytoplasma are present in our country. All of them are compatible with transmission by the North American leafhopper and therefore cause epidemics of FD phytoplasma.

Keywords: phytoplasma, Grapevine yellows, American grapevine leafhopper, molecular analysis

Uvod

Fitoplazme so bakterije, ki živijo v rastlinskem floemu in so patogene za številne rastlinske vrste po vsem svetu. Povzročajo neozdravljive bolezni rastlin, ki lahko vodijo v veliko ekonomsko škodo (Rao in sod. 2018a). Njihova strukturna posebnost je, da nimajo celične stene, ki ostalim baterijskim celicam daje obliko in zaščito (Bertaccini in sod. 2014). Posebnost pri fitoplazmah je tudi da se ne razmnožujejo le v floemu rastlin ampak tudi v žuželčjih prenašalcih iz rodu polkrilcev (*Hemiptera*) (Weintraub in Beanland 2005). Fitoplazme se med rastlinami širijo z žuželkami, ki se prehranjujejo z okuženim floemskim sokom, zato je nabor gostiteljev odvisen od prehranjevalnih navad njihovih žuželčjih prenašalcev (Rao in sod. 2018b). Prav tako se lahko učinkovito širijo z vegetativnim razmnoževanjem, na primer s potaknjenci, cepljenjem in mikropropagacijo, pa tudi z oblikovanjem ukoreninjenih cepljenk (Lešnik in sod. 2008, Rao in sod. 2018b).

Pri vinski trti fitoplazme povzročajo bolezen imenovano trsna rumenica, ki se pojavlja v večini regij, kjer se goji vinsko trto. Trsne rumenice povzročajo različne fitoplazme - skupno vsem pa je, da so znamenja bolezni podobna: uvijanje in rumenjenje ali rdečenje listov, nekroze, sušenje grozdnih jagod ter zmanjšana količina in kvaliteta pridelka. Zaradi tega identifikacija fitoplazem v simptomatičnih rastlinah vinske trte ni mogoča z vizualnim opazovanjem, ampak le z laboratorijskimi diagnostičnimi metodami (Dermastia in sod. 2017).

Fitoplazme razvrščamo v različne skupine, podskupine in vrste na podlagi molekularskih podatkov, pridobljenih s 16S ribosomske (r) RNA in drugih genov (IRPCM 2004). Skupina fitoplazem, ki v Sloveniji na trti povzroča ogromno škodo je skupina 16SrV in vanjo spada fitoplazma povzročiteljica zlate trsne rumenice (Flavescence dorée; FD) (Lee in sod. 2004). FD fitoplazma se je prvič pojavila na jugozahodu Francije okrog leta 1950 (Caudwell 1957) in se v naslednjih desetletjih razširila po vinogradih Evrope (Tramontini in sod. 2020), pri nas smo jo prvič zaznali leta 2005 (Mehle in sod. 2011). Za hitro razširjanje je ogovoren ameriški škržatek (*Scaphoideus titanus*), ki je bil v Evropo zanesen iz Severne Amerike (Papura in sod. 2012). Je zelo učinkovit pri razširjanju FD fitoplazme, saj se je prehransko specializiral na vinsko trto in na njej razvije velike populacije (Chuche in Thiéry 2014). FD fitoplazma je pogosto epidemična, saj je lahko veliko število vinogradov v neki regiji okuženih, delež prizadetih trt v vinogradu pa lahko doseže 95 % (Bressan in sod. 2006).

V Sloveniji je poleg FD fitoplazme razširjena tudi navadna trsna rumenica ali rumenica počrnelosti lesa ('Bois noir', BN). Povzročajo jo vrsta fitoplazme '*Candidatus Phytoplasma solani*', ki spada v taksonomsko skupino 16SrXII (Bertaccini in sod. 2014). Razširjena je po vsem svetu in tudi pri nas prisotna v vseh vinorodnih deželah (Mehle in sod. 2011). Širi se počasneje kot FD fitoplazma, saj jo prenaša polifagni svetleči škržatek (*Hyaletthes obsoletus*), ki je pri nas avtohtona vrsta (Berger in sod. 2009). '*Ca. P. solani*' ima širok nabor gostiteljskih rastlin, med katere spadajo tako zelnate kot lesnate. Glavni rezervoar te fitoplazme in tudi glavni gostiteljski rastlini prenašalca sta njivski slak (*Convolvulus arvensis*) in velika kopriva (*Urtica dioica*) (Johanessen in sod. 2012). Svetleči škržatek zanese '*Ca. P. solani*' na vinsko trto bolj po naključju pri hranjenju, a se na njej ne razmnožuje in razvija (Imo in sod. 2013). Bolezen je običajno endemična in prisotnost '*Ca. P. solani*' med sezonami niha, saj je prisotnost prenašalca zelo odvisna od okoljskih razmer (Botti in Bertaccini, 2007). Bolezensko znamenja so zelo podobna tistim zlate trsne rumenice in fitoplazem brez laboratorijskih analiz ne moremo ločiti (Belli in sod. 2010).

Da bi bolje razumeli biologijo, epidemiologijo ter razlike med trsnimi rumenicami, se raziskovalci opirajo na raziskave genetskega zapisa. Raziskovanje je oteženo, saj fitoplazem ni moč gojiti zunaj gostitelja in je izolirana DNA vedno pomešana z DNA gostiteljske rastline (Kube in sod. 2012). S pomočjo molekularnih analiz lahko pomnožimo določene odseke genoma fitoplazem, ki nam nato pomagajo pri klasifikaciji in tudi pri odgovarjanju na epidemiološka vprašanja (Malembic-Maher in sod. 2020, 2011). Diagnostični postopek, ki je za določanje fitoplazme povzročiteljice zlate trsne rumenice priporočen s strani organizacije za zaščito rastlin v Evropi in Mediteranu (EPPO standard PM 7/79 (2)) omogoča zgolj določanje do skupine 16SrV. Skupina fitoplazem 16SrV pa poleg epidemične FD

fitoplazme vključuje tudi neepidemične, npr. Palatine grapevine yellows (PGY) fitoplazma in '*Candidatus Phytoplasma ulmi*'. Bolezen PGY je bila odkrita na nemških območjih gojenja vinske trte, ki mejijo na Francijo, širi pa jih jelšev škržatek (*Oncopsis alni*) (Maixner in sod. 2000). '*Ca. P. ulmi*' pa je bila odkrita pri nekaterih rastlinah vinske trte v Italiji (Martini in sod. 2002). Od vseh teh fitoplazem 16SrV skupine in tudi po simptomih podobne '*Ca. P. solani*' je FD fitoplazma edina na karantenskem seznamu v EU (Izvedbena uredba Komisije (EU) 2019/2072) ter zato v primeru najdbe okuženih rastlin sledijo predpisani ukrepi. Za njeno identifikacijo so zato še kako nujni natančni laboratorijski testi.

Material in metode

Izolacija DNA

Iz vzorcev vinskih trt z različnih vinorodnih pokrajin Slovenije, ki smo jih v obdobju od 2017 do 2022 prejeli v laboratorijsko analizo v okviru nacionalnega programa preiskav in v okviru programov dela fitosanitarne inšpekcije, smo izrezali 1 g listnih žil in jih homogenizirali v ekstrakcijskem pufru. Izolirali smo celokupno DNA s pomočjo kompleta za izolacijo DNA »QuickPick™ SML Plant DNA Kit« (Bio-Nobile, Finska) in napravo za ekstrakcijo KingFisher (ThermoScientific, ZDA) (Mehle in sod. 2013a). Vzorci izolirane DNA so bili shranjeni na -20 °C do nadaljnje analize.

Ugotavljanje prisotnosti fitoplazem v vzorcih

Prisotnost fitoplazem smo v desetkrat redčeni DNA preverjali s PCR v realnem času. Vse vzorce smo analizirali z univerzalnim testom za določanje fitoplazem, s specifičnim testom za določanje fitoplazem iz skupine 16SrXII in v skladu z EPPO PM7/79(2) in s specifičnim testom za določanje fitoplazme iz skupine 16SrV (Mehle in sod. 2013b). Poleg tega je bila preverjena tudi uspešnost izolacije DNA s testom za določanje 18S rRNA (Applied Biosystems, Massachusetts, ZDA).

»Iskanje genov za ločevanje epidemičnih in ne-epidemičnih izolatov fitoplazem iz skupine 16SrV«

V literaturi smo preverili, kateri geni v genomu fitoplazme bi bili primerni za ločevanje med epidemičnimi in ne-epidemičnimi izolati fitoplazem iz skupine 16SrV.

Določevanje nukleotidnega zaporedja gena *map*

V izbranih vzorcih DNA, v katerih je bila dovolj visoka koncentracija fitoplazme iz skupine 16SrV, smo s pomočjo ugnezenega PCR pomnožili gen za metionin aminopeptidazo (*map*) po protokolu (Arnaud in sod. 2007) v 50 ul reakciji z uporabo »High fidelity PCR« polimeraze (Invitrogen, Massachusetts, ZDA). Pomnoženi gen smo vizualizirali z gelsko elektroforezo z etidjevim bormidom in UV osvetlitvijo. PCR pomnožke smo poslali v čiščenje in Sanger sekvenciranje k zunanjemu izvajalcu (Macrogen, Nizozemska). Pridobljena nukleotidna zaporedja smo primerjali z že znanimi zaporedji (NCBI podatkovna baza) v programu MEGA.

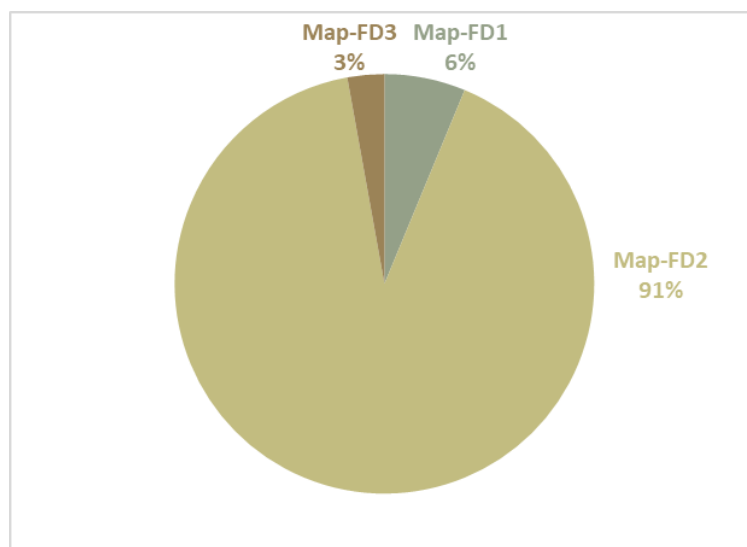
Rezultati in diskusija

Med leti 2017 in 2022 je bilo skupno analizirano 2188 vzorcev vinskih trt. Od tega je bilo 28 % vseh vzorcev okuženih s fitoplazmo iz 16SrV skupine, 47 % s fitoplazmo iz 16SrXII skupine in 5 % s

fitoplazmami obeh skupin naenkrat. V nadaljnjih raziskavah smo se osredotočili na vzorce, v katerih smo dokazali fitoplazmo iz skupine 16SrV, saj smo želeli preveriti ali so okužene z epidemičnimi ali ne-epidemičnimi izolati.

Kot najprimernejši kandidat za ločevanje med epidemičnimi in ne-epidemičnimi izolati fitoplazem iz skupine 16SrV se je izkazal *map* (Arnaud in sod. 2007), ki ima večjo genetsko variabilnost med 16SrV fitoplazmami kot 16S rRNA gen. Na podlagi *map* gena delimo izolate na ne-epidemične ter v tri skupine epidemičnih (Map-FD1, Map-FD2, and Map-FD3). Izolati, ki ne spadajo v enega od teh treh Map-FD skupin se ne prenašajo z ameriškim škržatkom in posledično ne povzročajo epifitocij (epidemij na rastlinah) (Malembic-Maher in sod. 2020). Kot drugi kandidat pa se je izkazal gen *VmpA* – gen za površinski protein, ki deluje kot adhezin in se veže na celice v prebavilu žuželk (Arricau-Bouvery in sod. 2018). Na podlagi sekvence tega gena lahko vemo ali je izolat FD kompatibilen s prenosom z ameriškim škržatkom in povzroči epifitocije (Malembic-Maher in sod. 2020).

V molekularnih analizah smo se osredotočili na nukleotidno analizo zaporedja gena *map*. V obdelavo smo vzeli 176 vzorcev trt (vzorčene med leti 2017 in 2021), v katerih smo s PCR v realnem času potrdili prisotnost fitoplazme iz skupine 16SrV in je bila njena koncentracija zadostna za pomnožitev gena *map*. Zaporedja pridobljena s Sanger sekvenciranjem smo poravnali z že znanimi izolati. Ugotovili smo, da so vsi analizirani vzorci epidemični ter spadajo v eno od treh Map-FD skupin (slika 1). Največ vzorcev (91 %) je spadalo v Map-FD2 skupino. V to skupino spadajo tudi izolati, ki povzročajo epifitocije v Franciji, Italiji in na Hrvaškem (Malembic-Maher in sod. 2020, Plavec in sod. 2019). Znotraj Map-FD skupin ločimo na podlagi nukleotidnega zaporedja različne genotipe, ki se raznoliko pojavljajo po Evropi – v Sloveniji smo odkrili dva različna genotipa v Map-FD1, tri v Map-FD2 in enega v Map-FD3 skupini.



Slika 1. Map-FD skupine odkrite v vzorcih trt vzorčenih v različnih delih Slovenije med leti 2017 in 2021.

Zaključki

Za ločevanje izolatov fitoplazme 16SrV, ki na vinski trti lahko povzročijo epifitocije od izolatov, ki epifitocij ne povzročajo, lahko uporabimo nukleotidna zaporedja genov *map* ali *VmpA*. V tej študiji smo z molekularnimi analizami gena *map* potrdili, da so v Sloveniji na vinski trti prisotni epidemični izolati FD fitoplazme, ki jih med trtami lahko hitro raznaša ameriški škržatek. Naše študije tako dodatno potrjujejo, da je za omejevanje širjenja bolezni nujno, poleg odstranjevanja obolelih trt, tudi dosledno izvajanje zatiranja ameriškega škržatka.

Zahvala

Zahvaljujemo se vsem preglednikom in fitosanitarnim inšpektorjem, ki so odvzeli vzorce in omogočili predstavljeno raziskavo. Hvala Nejcju Jakošu za tehnično pomoč v laboratoriju. Raziskava je bila opravljena v okviru strokovne naloge, ki jo financira Uprava za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin, ARRS projekta NanoPhyto (L7_2632) in Euphresco projekta FLADO- VIGILANT (2020-A-344).

Literatura

- Arnaud G, Malembic-Maher S, Salar P, Bonnet P, Maixner M, Marccone C, Boudon-Padieu E, Foissac X. 2007. Multilocus sequence typing confirms the close genetic interrelatedness of three distinct flavescence dorée phytoplasma strain clusters and group 16SrV phytoplasmas infecting grapevine and alder in Europe. *Appl Environ Microbiol*, 73, 4001–4010.
- Arricau-Bouvery N, Duret S, Dubrana MP, Batailler B, Desqué D, Béven L, Danet JL, Monticone M, Bosco D, Malembic-Maher S, et al. 2018. Variable membrane protein A of flavescence dorée phytoplasma binds the midgut perimicrovillar membrane of *Euscelidius variegatus* and promotes adhesion to its epithelial cells. *Appl Environ Microbiol*, 84.
- Belli G, Bianco PA, Conti M. 2010. Grapevine yellows in Italy: past, present and future. *Plant Pathol*, 92, 303–326.
- Berger J, Schweigkofler W, Kerschbame C, Roschatt C, Dalla via J, Baric S. 2009. Occurrence of Stolbur phytoplasma in the vector *Hyalesthes obsoletus*, herbaceous host plants and grapevine in South Tyrol (Northern Italy). *Vitis*, 48, 185–192.
- Bertaccini A, Duduk B, Paltrinieri S, Contaldo N. 2014. Phytoplasmas and Phytoplasma Diseases: A Severe Threat to Agriculture. *Am J Plant Sci*, 05, 1763–1788.
- Botti S, Bertaccini A. 2007. Grapevine yellows in Northern Italy: molecular identification of Flavescence dorée phytoplasma strains and of Bois Noir phytoplasmas. *J Appl Microbiol*, 103, 2325–2330.
- Bressan A, Larrue J, Boudon Padieu E. 2006. Patterns of phytoplasma-infected and infective *Scaphoideus titanus* leafhoppers in vineyards with high incidence of Flavescence dorée. *Entomol Exp Appl*, 119, 61–69.
- Caudwell A. 1957. Deux années d'étude sur la flavescence dorée, nouvelle maladie grave de la vigne. *Annales D'amélioration Des Plantes*, 4, 359–363.
- Chuche J, Thiéry D. 2014. Biology and ecology of the Flavescence dorée vector *Scaphoideus titanus*: A review. *Agron Sustain Dev*, 34, 381–403.
- Dermastia M, Bertaccini A, Constable F, Mehle N. 2017. Grapevine Yellows Diseases and Their Phytoplasma Agents. C Springer, 99str.
- EPPO. 2016. PM 7/079 (2) Grapevine flavescence dorée phytoplasma. *EPPO Bulletin*, 46, 78–93.
- Imo M, Maixner M, Johannesen J. 2013. Sympatric diversification vs. immigration: deciphering host-plant specialization in a polyphagous insect, the stolbur phytoplasma vector *Hyalesthes obsoletus* (Cixiidae). *Mol Ecol*, 22, 2188–2203.
- IRPCM. 2004. "Candidatus Phytoplasma", a taxon for the wall-less, non-helical prokaryotes that colonize plant phloem and insects. *Int J Syst Evol Microbiol*, 54, 1243–1255.
- Johannesen J, Foissac X, Kehrli P, Maixner M. 2012. Impact of vector dispersal and host- plant fidelity on the dissemination of an emerging plant pathogen. *PLoS One*, 7, 1–12.
- Kube M, Mitrovic J, Duduk B, Rabus R, Seemüller E. 2012. Current view on phytoplasma genomes and encoded metabolism. *The Sci World J*, doi: <https://doi.org/10.1100/2012/185942>.
- Lee IM, Martini M, Marccone C, Zhu SF. 2004. Classification of phytoplasma strains in the elm yellows group (16SrV) and proposal of "Candidatus Phytoplasma ulmi" for the phytoplasma associated with elm yellows. *Int J Syst Evol Microbiol*, 54, 337–347.
- Lešnik M, Brzin J, Mehle N, Ravnikar M. 2008. Transmission of "Candidatus phytoplasma mali" by natural formation of root bridges in M9 apple rootstock. *Agricoltura (Slovenia)*, 5, 43–46.
- Maixner M, Reinert W, Darimont H. 2000. Transmission of grapevine yellows by *Oncopsis alni* (Schrank) (Auchenorrhyncha: Macropsinae). *Vitis*, 39, 83–84.

- Malembic-Maher S, Salar P, Filippin L, Carle P, Angelini E, Foissac X. 2011. Genetic diversity of European phytoplasmas of the 16SrV taxonomic group and proposal of "Candidatus phytoplasma rubi." *Int J Syst Evol Microbiol*, 61, 2129–2134.
- Malembic-Maher S, Desqué D, Khalil D, Salar P, Bergey B, Danet J-L, Duret S, Dubrana-Ourabah M-P, Beven L, Ember I, et al. 2020. When a Palearctic bacterium meets a Nearctic insect vector: Genetic and ecological insights into the emergence of the grapevine Flavescence dorée epidemics in Europe. *PLoS Pathog*, 16, 1–28.
- Martini M, Botti S, Marcone C, Marzachi C, Casati P, Bianco PA, Benedetti R, Bertaccini A. 2002. Genetic variability among flavescence dorée phytoplasmas from different origins in Italy and France. *Mol Cell Probes*, 16, 197–208.
- Mehle N, Ravnikar M, Seljak G, Knapic V, Dermastia M. 2011. The most widespread phytoplasmas, vectors and measures for disease control in Slovenia. *Phytopath Molli*, 1, 65–76.
- Mehle N, Nikolić P, Rupar M, Boben J, Ravnikar M, Dermastia M. 2013a. Automated DNA Extraction for Large Numbers of Plant Samples. V: *Phytoplasma. Methods in Molecular Biology (Methods and Protocols)*. M Dickinson and J Hodgetts (ur.), pp. 139–145. Humana Press, Totowa, NJ.
- Mehle N, Prezelj N, Hren M, Boben J, Gruden K, Ravnikar M, Dermastia M. 2013b. A Real-Time PCR Detection System for the Bois Noir and Flavescence Dorée Phytoplasmas and Quantification of the Target DNA. V: *Phytoplasma : Methods and protocols, methods in molecular biology*. M Dickinson and J Hodgetts (ur.), pp. 269–281. Humana Press, Totowa, NJ, New York.
- Papura D, Burbac C, Helden M van, Giresse X, Nusillard B, Guillemaud T, Kerdelhué C. 2012. Microsatellite and Mitochondrial Data Provide Evidence for a Single Major Introduction for the Nearctic Leafhopper *Scaphoideus titanus* in Europe. *PLoS One*, 1–14.
- Plavec J, Budinščak, Križanac I, Škorić D, Foissac X, Šeruga Musić M. 2019. Multilocus sequence typing reveals the presence of three distinct flavescence dorée phytoplasma genetic clusters in Croatian vineyards. *Plant Pathol*, 68, 18–30.
- Rao GP, Alvarez E, Yadav A. 2018a. *Phytoplasma Diseases of Industrial Crops. V: Phytoplasmas: Plant Pathogenic Bacteria - I*. G Rao, A Bertaccini, N Fiore, and L Liefting (ur.). Springer, Singapore.
- Rao GP, Bertaccini A, Fiore N, Liefting LW. 2018b. *Phytoplasmas: Plant Pathogenic Bacteria - I*. GP Rao, A Bertaccini, N Fiore, and LW Liefting (ur.). Singapore, Singapore.
- Tramontini S, Delbianco A, Vos S. 2020. Pest survey card on flavescence dorée phytoplasma and its vector *Scaphoideus titanus*. *EFSA Suppl Publ*, 17.
- Weintraub PG, Beanland L. 2005. Insect Vectors of Phytoplasmas. *Annu Rev Entomol*, 51, 91–111.

Spremljanje zlate trsne rumenice v varovalnih pasovih certificiranih matičnih nasadov trte v Sloveniji

Zala Zorenc*, Boris Koruza

Služba za uradno potrjevanje semenskega in sadilnega materiala kmetijskih rastlin, Kmetijski inštitut Slovenije, Hacquetova 17, 1000 Ljubljana

*Korespondenca: zala.zorenc@kis.si

Izveček: V okviru »Programa preiskav karantenskih škodljivih organizmov«, katerega koordinira UVHVVR, je KIS–SUP izvajal preglede trsnih rumenic v proizvodnih vinogradih varovalnih pasov enot pridelave certificiranih matičnih nasadov in trsnic. Stanje trsnih rumenic smo spremljali v obdobju med leti 2017 in 2022, v vseh treh vinorodnih deželah Slovenije. V posameznem letu je bilo opravljenih med 70–95 pregledov, na skupni površini med 40–60 ha (160.000–230.000 trt), pri tem pa je bilo iz simptomatičnih trt letno odvzetih med 16 in 25 vzorcev za laboratorijsko analizo. V vinorodni deželi Primorska v šestletnem obdobju ni bilo potrjene okužbe z zlato trsno rumenico (FD), potrjeni so bili le vzorci z rumenico tipa črni les (BN). V vinorodni deželi Posavje je bil prvi pozitiven FD vzorec potrjen leta 2018, drugi pa v letu 2022. V vinorodni deželi Podravje je bil prvi vzorec pozitiven na FD že v letu 2017, v letu 2022 je bilo pozitivnih 6 vzorcev. Delež trt okuženih s fitoplazmami povzročiteljicami trsnih rumenic je bil vsa leta spremljanja največji v Podravju. Prav tako se je delež okuženih trt v petih letih najbolj povečal v Podravju, in sicer za 107 % iz leta 2020 na 2021 ter za 123 % v naslednjem letu. Med pozitivnimi vzorci z FD so prevladovalе sorte vinske trte kot so 'Sauvignon' in 'Renski rizling', medtem ko je bilo med sortama 'Modra frankinja' in 'Chardonnay' potrjenih največ okužb z BN. V letu 2022 smo potrdili okužbo z FD tudi na divje rastoči podlagi, kar potrjuje dejstvo, da vir okužbe gotovo predstavljajo tudi divje rastoče trte. Širjenje trsnih rumenic je nujno omejevati z zatiranjem prenašalcev bolezni in z izvajanjem higienskih ukrepov v vinogradih in njihovi okolici.

Ključne besede: zlata trsna rumenica, karantenski škodljivi organizem, počrnelost lesa, trsničarstvo

Survey of Grapevine Flavescence Dorée Phytoplasma in Vineyards Around the Certified Stock and Cutting Nurseries in Slovenia

Abstract: As part of the "Surveys for the presence of Union quarantine pests" program coordinated by UVHVVR, KIS-SUP conducts inspections of grapevine yellows in production vineyards located in buffer zones around the certified stock and cutting nurseries. The surveys were conducted between 2017 and 2022 in all three wine-growing regions of Slovenia. Between 70-95 inspections were carried out in a single year, on a total area of 40-60 ha (160.000-230.000 vines). Each year, 16-25 samples with grapevine yellows symptoms were taken for the laboratory analysis. In Primorska region, no infections with Grapevine flavescence dorée (FD) phytoplasma were confirmed, during the six-year period only Bois noir (BN) phytoplasma was confirmed. In Posavje, the first FD positive sample was confirmed in 2018, and the second in 2022. In Podravje, the first FD positive sample was confirmed in 2017, while in 2022 there were 6 positive samples. The highest share of grapevines infected by phytoplasmas causing grapevine yellows was detected in Podravje in all monitored years. In six-year period, the share of infected grapevines in Podravje increased, in 2021 compared to 2020 by 107%, and in the following year by 123%. Among the FD positive samples, the vine varieties such as 'Sauvignon Blanc' and 'Riesling' predominated, while 'Modra frankinja' and 'Chardonnay' were predominating varieties infected with BN. In 2022, the FD was found also on a wild *Vitis* rootstock, which confirms the fact that wild-growing vines also represent an important infection reservoir. It is necessary to limit the spread of FD by controlling vectors, roguing of symptomatic plants, and roguing of abandoned plots and wild *Vitis*.

Key words: Grapevine flavescence dorée, quarantine pest, bois noir, nursery production

Uvod

Zlata trsna rumenica je neozdravljiva karantenska bolezen trte. Povzročiteljica bolezni je fitoplazma *Grapevine flavescence dorée* (FD), ki je v Evropski uniji uvrščena na seznam karantenskih škodljivih organizmov. V slovenskih vinogradih so bila prva bolezenska znamenja in izpadi pridelka (grozdja), izpadi v pridelavi cepičev (zaradi izločenih matičnih vinogradov), itd. zabeleženi že pred letom 1996 (Koruza 1996), vendar so bile takratne okužbe verjetno posledica rumenice počrnelosti lesa (*Bois noir*; BN), ki kaže na trti podobne simptome kot FD. Po podatkih je bilo med leti 1991 in 1995 v nekaterih vinogradih na Primorskem okuženih že več kot četrtnina trsov, do 20 % okužb pa je bilo tudi v Posavju in Podravju. FD je bila sicer v Sloveniji prvič uradno (laboratorijsko) potrjena v letu 2005, v vinogradu v okolici Kopra, od takrat naprej pa so sledile številne nove potrditve okužb po celotni Sloveniji.

Na dolge razdalje predstavlja glavno pot prenosa bolezni FD okužen razmnoževalni in sadilni material trte, na krajše pa žuželčji prenašalec – ameriški škržatek (*Scaphoideus titanus*). Trta (*Vitis*) je glavna gostiteljska rastlina, čeprav se v zadnjih letih nabor gostiteljev širi (navadni srobot, črna in siva jelša, veliki pajesen, navadna leska, vrba). Prav tako se širi seznam potencialnih prenašalcev (*Allygus mixtus*, *Dictyophara europea*, *Orientalis ishidae*, *Hishimonus hamatus*, itd.) (Belgeri in sod. 2022, EPPO 2023). Širjenje bolezni se najbolj učinkovito obvladuje z zatiranjem prenašalcev, saj je hitrost prenosa bolezni močno povezana z velikostjo in dinamiko populacije prenašalca. Brez zatiranja ameriškega škržatka (trenutno mogoče le z uporabo insekticidov) lahko populacija doseže število 10.000 osebkov/ha, število okuženih trt z FD pa se lahko v enem letu poveča za desetkrat, kar v nekaj letih pomeni okužbo celega vinograda (Chuche in Thiéry 2014). Cilj zatiranja ameriškega škržatka mora torej biti, da preprečimo pojav odraslih osebkov. Ta strategija je učinkovita le, če so tretirani vsi vinogradi (tako obdelani kot opuščeni) oziroma odstranjeni ostali gostitelji prenašalca (npr. divje rastoče ameriške trte), ki rastejo v njihovi okolici (Tacoli in sod. 2017).

Zaradi gospodarske škode, ki jo FD povzroča, je bila ta bolezen vključena tudi v »Program preiskav karantenskih škodljivih organizmov«, ki ga koordinira in financira Uprava za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin (UVHVVR). V okviru programa smo kot izvajalec javnih pooblastil v skladu z Zakonom o zdravstvenem ... (2001) kot organ za potrjevanje – Služba za uradno potrjevanje semenskega in sadilnega materiala kmetijskih rastlin (Kmetijski inštitut Slovenije, KIS–SUP) izvajali preglede vinogradov, ki se nahajajo v okoliškem območju enot pridelave certificiranih matičnih nasadov in trsnic. Sadilni in razmnoževalni material trte mora namreč izpolnjevati tudi posebne zahteve za premike rastlin po ozemlju Unije, ki so določene v Izvedbeni uredbi Komisije (EU) 2019/2072... (2019). Slednja med drugim določa okoliška območja (t. i. varovalne pasove) okoli enot pridelave cepičev, podlag ali trsnih cepljenk, na katerih od začetka zadnjih dveh popolnih vegetacijskih dob niso bili opaženi simptomi FD na rastlinah *Vitis*. V kolikor zahteve ni možno zagotavljati, določa uredba tretiranje sadilnega materiala z vročo vodo (45 minut pri 50 °C), skladno s standardom PM 10/16 (EPPO 2012).

Material in metode

Stanje pojavnosti trsnih rumenic smo spremljali v proizvodnih vinogradih v t. i. varovalnih (100 m) pasovih okoli enot pridelave certificiranega razmnoževalnega in sadilnega materiala trte (matičnjakov in matičnih nasadov za cepiče – matični nasadi ter trsnic). Preglede smo v izvajali v šestletnem obdobju (2017–2022), v vseh treh vinorodnih deželah Slovenije, kjer je v uradno potrjevanje prijavljena trsničarska pridelava; Primorska (Vipavska dolina), Podravje (Štajerska Slovenija) in Posavje (Dolenjska in Bela krajina). V posameznem letu je bilo opravljenih med 70–95 pregledov, na skupni površini 40–60 ha (160000–230000 trt). Pri tem je bilo v poletno-jesenskih mesecih vsako leto iz trsov s simptomi trsnih rumenic (predčasno rumenenje ali rdečenje listja; togi in krhki listi, ki se zvijajo navzdol; sušenje grozdja, itd.) odvzetih med 16 (v letu 2017) in 25 vzorcev (2018–2022) za laboratorijsko analizo, skladno s »Programi preiskav za ugotavljanje navzočnosti škodljivih organizmov rastlin (UVHVVR, za leta od

2017do 2022)« oziroma v skladu z Uredbo (EU) 2016/2031... (2016). Vzorce je na prisotnost fitoplazem (flavescence dorée phytoplasma, FD in *Candidatus* phytoplasma solani, BN) z metodo PCR v realnem času analiziral Nacionalni inštitut za biologijo (NIB), ki je s strani UVHVVR imenovan kot Nacionalni referenčni laboratorij za škodljive organizme rastlin (za področje bakterij ter virusov, viroidov in fitoplazem).

Rezultati z diskusijo

Na Primorskem (Vipavska dolina) je bilo v 100 m pasu okoli certificiranih matičnih nasadov ali trsnic v šestletnem obdobju (2017–2022) v povprečju na leto pregledanih okoli 30 proizvodnih vinogradov oziroma cca. 20 ha z okoli 80000 trsi. Glavnino trsov, ki so kazali simptome trsnih rumenic smo vsako leto odkrili v istih treh do štirih vinogradih. V večini pregledanih vinogradov simptomov trsnih rumenic nismo odkrili. Največje število odkritih trsov s simptomi rumenic je bilo v letu 2018, in sicer skupno 117 trsov, kar je v povprečju predstavljalo le 4 trte na hektar (preglednica 1). Laboratorijske analize so potrdile prisotnost rumenice tipa črni les (BN), skupaj na 41 vzorcih, medtem ko fitoplazma povzročiteljica zlate trsne rumenice (FD) v odvzetih vzorcih ni bila potrjena. Nekaj vzorcev je bilo v posameznih letih tudi negativnih.

Preglednica 2. Šestletni podatki spremljanja trsnih rumenic v vinogradih v varovalnih pasovih certificiranih matičnih nasadov in trsnic (v. d. Primorska).

Leto	Število parcel	Površina (ha)	Število trsov	Število trsov s TR	Število trsov s TR/ha	Število odvzetih vzorcev	Število BN pozitivnih vzorcev	Število FD pozitivnih vzorcev	Število negativnih vzorcev
2017	32	18,5	70210	20	1,1	3	3	0	0
2018	34	27,0	98368	117	4,3	9	9	0	0
2019	31	24,7	88508	92	3,7	9	8	0	1
2020	28	21,5	82828	98	4,6	9	8	0	1
2021	31	21,6	83098	95	4,4	8	5	0	3
2022	29	20,9	80433	35	1,7	8	0	0	0
Skupaj =	185	134	503445	457	20	46	41	0	5
Povprečje =	31	22	83908	76	3	8	7	0	1

TR, simptomi trsnih rumenic; BN, počrnelost lesa; FD, zlata trsna rumenica

Podobno kot v Vipavski dolini je bilo tudi v Posavju (Dolenjska in Bela krajina) v povprečju na leto pregledanih okoli 35 vinogradov oziroma cca. 20 ha z okoli 80000 trsi. Število trsov s simptomi trsnih rumenic je bilo največje v letu 2022, in sicer 184 trt, kar je predstavljalo 12 trsov na hektar (preglednica 2). Podobno kot na Primorskem, je bila generalno gledano večina simptomatičnih trt vsako leto odkritih na treh parcelah. Število vinogradov brez simptomov je bilo v primerjavi s Primorsko manjše, saj so bili simptomi rumenic odkriti na večini pregledanih parcel. Simptomi rumenic so bili večinoma posledica okužb s fitoplazmo povzročiteljico črnega lesa, skupaj je bilo pozitivnih 45 vzorcev. Prvi vzorec z zlato trsno rumenico je bil potrjen leta 2018, drugi pa v letu 2022. Negativnih vzorcev je bilo skupno osem.

Preglednica 3. Šestletni podatki spremljanja trsnih rumenic v vinogradih v varovalnih pasovih certificiranih matičnih nasadov in trsnic (v. d. Posavje).

Leto	Število parcel	Površina (ha)	Število trsov	Število trsov s TR	Število trsov s TR/ha	Število odvzetih vzorcev	Število BN pozitivnih vzorcev	Število FD pozitivnih vzorcev	Število negativnih vzorcev
2017	39	19,3	80580	149	7,7	6	4	0	2
2018	39	19,4	80580	153	7,9	11	9	1	1
2019	40	20,9	86530	105	5,0	9	9	0	0
2020	37	20,3	84830	86	4,2	9	7	0	2
2021	39	20,4	85350	179	8,8	10	8	0	2
2022	27	15,3	63680	184	12,1	10	8	1	1
Skupaj =	221	116	481550	856	46	55	45	2	8
Povprečje =	37	19	80258	143	8	9	8	0	1

TR, simptomi trsnih rumenic; BN, počrnelost lesa; FD, zlata trsna rumenica

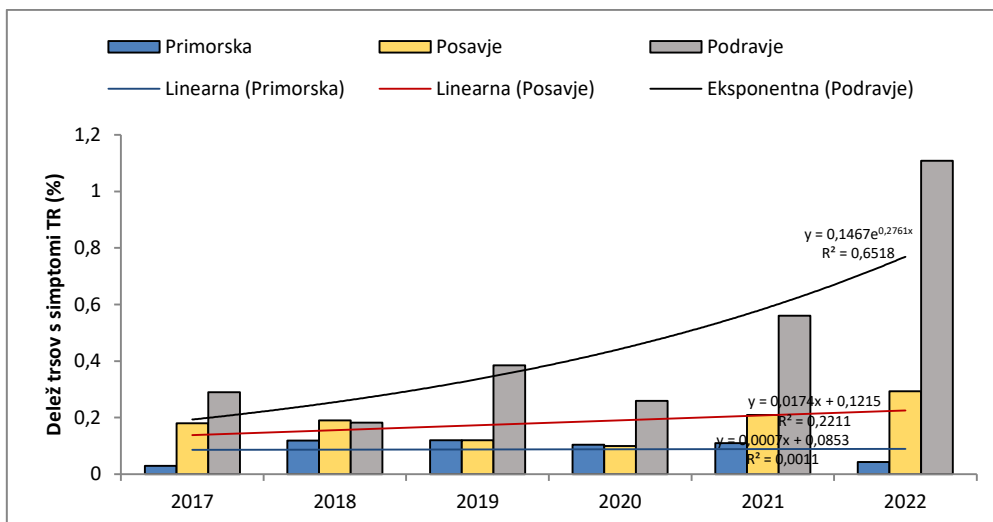
V Podravju (Štajerska Slovenija) je bilo v poprečju na leto pregledanih 22 vinogradov oziroma 10 ha površin s skupno okoli 40000 trsi. Na tem območju, za razliko od ostalih dežel, praktično ni bilo vinograda, ki ni imel trsov s simptomi trsnih rumenic. Največ simptomov je bilo najdenih v letu 2019 in sicer 198 trt, kar je predstavljalo 15 trt na hektar. V letu 2022 je bilo število simptomatičnih trt podobno veliko (193 trsov), vendar je preračun na hektar pokazal večjo okuženost in sicer 47 trt na hektar (preglednica 3). V odvzetih vzorcih sta bili vsako leto potrjeni fitoplazmi, tako povzročiteljica zlate trsne rumenice kot rumenice počrnelosti lesa. V šestletnem obdobju je bilo skupaj potrjenih 22 vzorcev z zlato trsno rumenico, 15 vzorcev s črnim lesom, negativni pa so bili le trije vzorci.

Preglednica 4. Šestletni podatki spremljanja trsnih rumenic v vinogradih v varovalnih pasovih certificiranih matičnih nasadov in trsnic (v. d. Podravje).

Leto	Število parcel	Površina (ha)	Število trsov	Število trsov s TR	Število trsov s TR/ha	Število odvzetih vzorcev	Število BN pozitivnih vzorcev	Število FD pozitivnih vzorcev	Število negativnih vzorcev
2017	24	13,1	51400	151	11,5	7	4	1	2
2018	25	13,2	52500	96	7,3	5	2	2	1
2019	24	13,2	51400	198	15,1	7	4	3	0
2020	24	8,4	33120	86	10,2	7	2	5	0
2021	20	8,4	31820	178	21,3	7	2	5	0
2022	14	4,1	17420	193	47,5	7	1	6	0
Skupaj =	131	60	237660	902	113	40	15	22	3
Povprečje =	22	10	39610	150	19	7	3	4	1

TR, simptomi trsnih rumenic; BN, počrnelost lesa; FD, zlata trsna rumenica

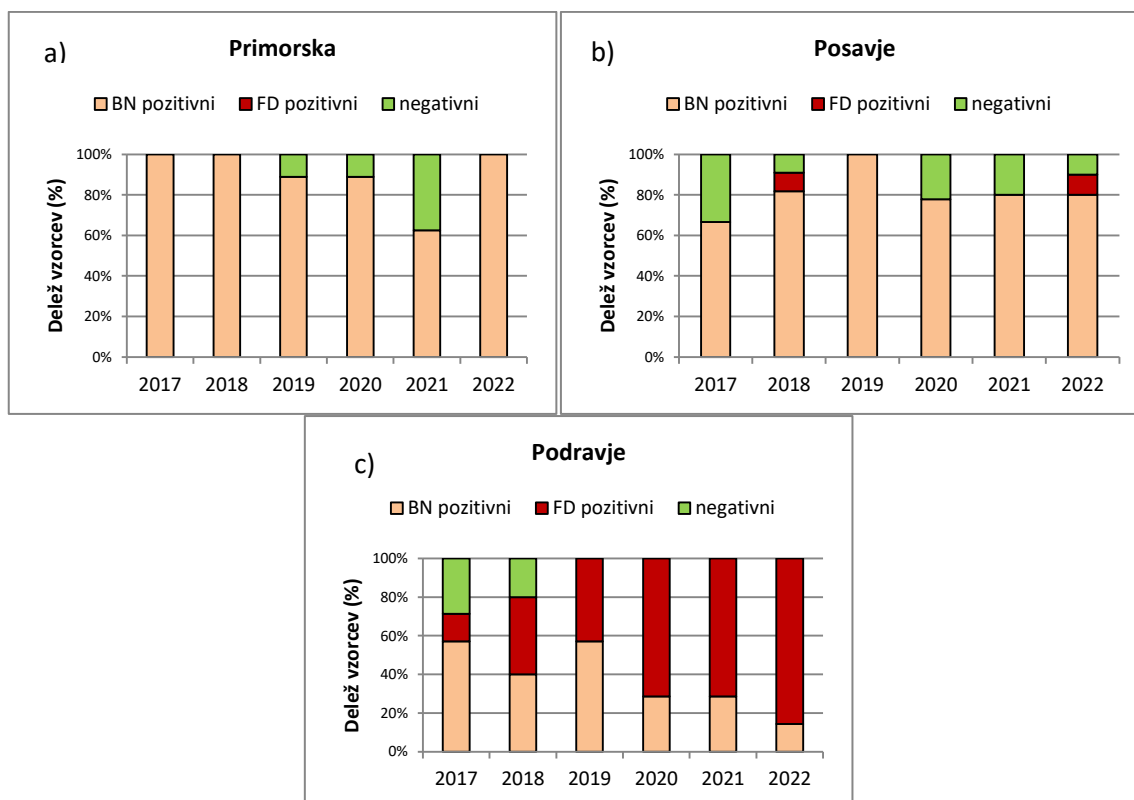
Če primerjamo povprečne deleže trsov, ki so v šestletnem obdobju kazali simptome trsnih rumenic, lahko vidimo, da je bil le-ta vsa leta največji na območju Podravja (0,4 %), najmanjši in najbolj konstanten pa na Primorskem (0,1 %) (slika 1). Delež trsov s simptomi rumenic se je v šestih letih v Podravju eksponentno povečeval, najbolj iz leta 2021 v leto 2022, in sicer za 123 %, ko je dosegel 1,1 % okuženih trsov. V Posavju se je delež s simptomi rumenic izrazito povečal iz leta 2020 v 2021, in sicer za 107 %, nekaj manj (37 %) pa tudi v naslednjem letu.



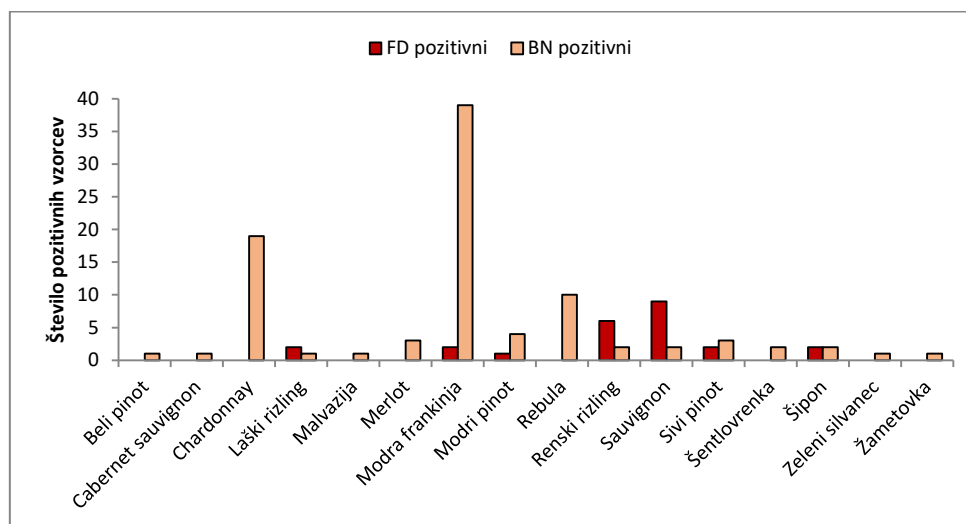
Slika 11. Delež trsov s simptomi trsnih rumenic (TR) (%) po posameznih vinorodnih deželah v obdobju od leta 2017 do 2022.

Slika 2c potrjuje šestletni trend naraščanja okužb z zlato trsno rumenico v Podravju, saj se je delež FD pozitivnih vzorcev večal in bil v letu 2022 največji (86 %). Po drugi strani pa je delež vzorcev, ki so bili pozitivni na črni les padal (iz 57 % na 14 %), negativnih vzorcev pa po letu 2018 ni bilo več. Na Primorskem in v Posavju je bil delež pozitivnih vzorcev počrnelosti lesa vsa leta večji (63–100 %) in bolj konstanten kot v Podravju (slika 2a, b).

V seštevku FD pozitivnih vzorcev vseh treh vinorodnih dežel (2017–2022) je prevladovala sorta vinske trte 'Sauvignon', sledil je 'Renski rizling', nekaj posameznih pozitivnih vzorcev je bilo pri sortah 'Modra frankinja', 'Laški rizling', 'Šipon', 'Sivi pinot' in 'Modri pinot' (slika 3). Sorte, ki so bile pozitivne na rumenico tipa črni les je bilo skoraj trikrat več. Med pozitivnimi na črni les je bilo največ vzorcev sorte 'Modra frankinja', sledil je 'Chardonnay' in 'Rebula'. Sorte vinske trte, ki se smejo na posameznem vinorodnem območju Slovenije saditi, so predpisane v trsnem izboru. Kar pomeni, da vseh sort nimamo povsod, različen pa je tudi njihov delež. Zato na podlagi naših rezultatov, ne moremo neposredno trditi, katera izmed sort je bolj ali manj občutljiva na okužbe s fitoplazami povzročiteljicami trsnih rumenic. Lahko pa potrdimo izsledke tovrstnih raziskav (Adrakey in sod. 2022, Ripamonti in sod. 2022), ki kažejo, da so sorte vinske trte različno intenzivno okužene, ne samo zato ker so različno občutljive na FD, temveč tudi zato, ker se ameriški škržatek na nekaterih sortah raje prehranjuje kot na drugih, kar posledično vpliva na koncentracijo fitoplazem v tkivih. Med svetovno znanimi sortami je na FD občutljivejši 'Cabernet sauvignon', bolj toleranten pa 'Merlot' (Adrakey in sod. 2022).



Slika 12. Delež (%) pozitivnih vzorcev na počrnelost lesa (BN), zlato trsno rumenico (FD) in negativnih vzorcev na Primorskem (a), v Posavju (b) in v Podravju (c) od leta 2017 do 2022.



Slika 13. Število pozitivnih vzorcev na zlato trsno rumenico (FD) in na počrnelost lesa (BN) glede na sorto vinske trte v obdobju 2017–2022 v treh vinorodnih deželah.

V letu 2022 smo v Podravju, na območju Litmerka (izven 100 m pasu certificiranih matičnih nasadov), v starem opuščnem vinogradu odkrili divje rastočo podlago (domnevno 'Kober 5 BB') s simptomi trsnih rumenic (slika 4). Laboratorijska analiza je v vzorcu potrdila prisotnost FD. Takšnega primera po nam znanih informacijah do sedaj še ni bilo, saj literatura navaja, da podlage in divje rastoče trte, ki so okužene z FD ne kažejo simptomov bolezni (EFSA 2016). Slednje pomeni, da so podlage zaradi latentnih okužb, ki se lahko prenesejo s cepljenjem, pomemben vir širjenja bolezni. Nedavna študija Ripamonti in sod. (2020) sicer navaja, da je bila ena četrtna divje rastočih trt, ki so jih naključno testirali

kljub temu, da niso kazale simptomov rumenic, pozitivnih na FD. Raziskovalci so ugotovili, da se ameriški škržatek raje kot na žlahtni vinski trti (*Vitis vinifera*) prehranjuje na ameriških trtah (predvsem *Vitis labrusca* in *Vitis riparia*) (Bocca in sod. 2020, Chuche in Thiéry 2014, Lessio in sod. 2007), ki so izvorni rastlinski gostitelji ameriškega škržatka. Opuščene vinogradniške površine in divje rastoče ameriške trte tako predstavljajo pomemben vir okužb za ameriške škržatke (Pavan in sod. 2012, Ripamonti in sod. 2020). Dodatno težavo predstavljajo vsi vinogradi, v katerih se ne izvaja zaščita pred prenašalci bolezni, saj tudi te trte predstavljajo vir okuženih prenašalcev (Ripamonti in sod. 2020).

Vsi zgoraj naštetih razlogi, skupaj z nekoliko slabšim socioekonomskim statusom vinogradniških posestev so po našem mnenju pomembno prispevali k trenutno najbolj problematičnemu stanju glede okužb z FD ravno v severovzhodni Sloveniji.



Slika 14. Simptomi zlate trsne rumenice na divje rastoči trti (domnevno podlaga 'Kober 5 BB').

Zaključki

Problem širjenja zlate trsne rumenice je večplasten in verjetno posledica kopičenja težav več let. Pomembno je združiti moči in znanja različnih strokovnjakov ter hkrati usklajeno in odločno ukrepati. Glavna ukrepa za preprečevanje širjenja trsnih rumenic sta sajenje zdravih trsnih cepljenk in izvajanje ustreznega programa zatiranja prenašalcev. Ob tem je potrebno zmanjševati vir okužbe (rezervoar za okužbo prenašalcev), torej odstranjevati trse s simptomi trsnih rumenic in odstranjevati ostale gostiteljske rastline v okolici vinogradov (predvsem divje rastoče trte in opuščene vinograde). Potrebno je tudi skrbeti za redno higieno v vinogradu (mulčenje plevelov itd.). Neizvajanje navedenih ukrepov predstavlja resno grožnjo slovenskemu vinogradništvu in vinarstvu, še posebno na območju severovzhodne Slovenije. Prav tako je ogroženo celotno trsničarstvo, torej pridelava razmnoževalnega in sadilnega materiala trte. Zlasti to velja za naše avtohtone sorte vinske trte, kjer ustreznega materiala ne moremo dobiti od drugje.

Literatura

- Adrakey HK, Malembic-Maher S, Rusch A, Ay JS, Riley L, Ramalanjaona L, Fabre F. 2022. Field and landscape risk factors impacting Flavescence Dorée infection: insights from spatial bayesian modeling in the Bordeaux vineyards. *Phytopathology*, 112, 1686-1697.
- Belgeri E, Rizzoli A, Jermini M, Angelini E, Filippin L, Rigamonti IE. 2022. First report of Flavescence dorée phytoplasma identification and characterization in three species of leafhoppers. *J Plant Pathol*, 104, 375-379.
- Chuche J, Thiéry D. 2014. Biology and ecology of the Flavescence dorée vector *Scaphoideus titanus*: a review. *Agron Sustain Dev*, 34, 381-403.
- EFSA Panel on Plant Health (PLH), Jeger M, Bragard C, Caffier D, Candresse T, Chatzivassiliou E, Dehnen-Schmutz K, Gilioli G, Jaques Miret JA, MacLeod A, Navajas Navarro M, Niere B, Parnell S, Potting R, Rafoss T, Urek G, Rossi V, Van Bruggen A, Van Der Werf W, West J, Winter S, Bosco D, Foissac X, Strauss G, Hollo G, Mosbach-Schulz O, Gregoire JC. 2016. Scientific opinion on the risk to plant health of Flavescence doree for the EU territory. *EFSA Journal*, 14, 4603.
- EPPO. 2012. Tretiranje z vročo vodo za zatiranje fitoplazme Grapevine flavescence dorée. *Bulletin OEPP/EPPO Bulltin* 42, 490-492.
- EPPO. 2023. Grapevine flavescence dorée phytoplasma. EPPO datasheets on pests recommended for regulation. <https://gd.eppo.int> (februar 2023).
- Izvedbena uredba Komisije (EU) 2019/2072 z dne 28. novembra 2019 o določitvi enotnih pogojev za izvajanje Uredbe (EU) 2016/2031 Evropskega parlamenta in Sveta, kar zadeva ukrepe varstva pred škodljivimi organizmi rastlin, ter razveljavitvi Uredbe Komisije (ES) št. 690/2008 in spremembi Izvedbene uredbe Komisije (EU) 2018/2019. 2019. Ur. L. EU, št. 319: 1-279.
- Koruza B. 1996. Rezultati preučevanja razširjenosti rumenic vinske trte v Sloveniji. *Sodobno kmetijstvo* 29: 403-406.
- Lessio F, Tedeschi R, Alma A. 2007. Presence of *Scaphoideus titanus* on American grapevine in woodlands, and infection with "Flavescence dorée" phytoplasmas. *Bull Insectology*, 60, 373-374.
- Pavan F, Mori N, Bigot G, Zandigiacomo P. 2012. Border effect in spatial distribution of Flavescence dorée affected grapevines and outside source of *Scaphoideus titanus* vectors. *Bull Insectology*, 65, 281-290.
- Ripamonti M, Pegoraro M, Rossi M, Bodino N, Beal D, Panero L, Marzachi C, Bosco D. 2020. Prevalence of Flavescence Dorée phytoplasma-infected *Scaphoideus titanus* in different vineyard agroecosystems of Northwestern Italy. *Insects*, 13, 301.
- Ripamonti M, Maron F, Cornara D, Marzachi C, Fereres A, Bosco D. 2022. *Leafhopper* feeding behaviour on three grapevine cultivars with different susceptibilities to Flavescence dorée. *J Insect Physiol*, 137, 104366.
- Tacoli F, Mori N, Pozzebon A, Cargnus E, Da Vià S, Zandigiacomo P, Duso C, Pavan F. 2017. Control of *Scaphoideus titanus* with natural products in organic vineyards. *Insects*, 16, 129. doi: 10.3390/insects8040129.
- Uredba (EU) 2016/2031 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 26. oktobra 2016 o ukrepih varstva pred škodljivimi organizmi rastlin, spremembi uredb (EU) št. 228/2013, (EU) št. 652/2014 in (EU) št. 1143/2014 Evropskega parlamenta in Sveta ter razveljavitvi direktiv Sveta 69/464/EGS, 74/647/EGS, 93/85/EGS, 98/57/ES, 2000/29/ES, 2006/91/ES in 2007/33/ES (2016) Ur. L. EU, št. 317: 4-104.
- Zakon o zdravstvenem varstvu rastlin 2001. Ur. L. RS, št. 62/07, 36/10, 40/14 in 21/18.

Kultura uživanja vina

Tadeja VODOVNIK PLEVNIK*

Kmetijsko gozdarski zavod Maribor, Vinarska 14, 2000 Maribor

*Korespondenca: tadeja.vodovnik@kmetijski-zavod.si

Uvod

Kultura uživanja vina je tudi pri nas del življenjske tradicije. V vinorodni deželah so vina nepogrešljivi sestavni del vsakodnevnega jedilnika, zmerno uživanje vina ob različnih priložnostih pa nacionalna tradicija. »Vinska kultura« je del splošne kulture. Je način življenja ob vinu in z vinom. Je poznavanje, razumevanje, spoštovanje, čaščenje in ne zlorabljanje vina.

Nekateri menijo, da je vino potrebno piti pomešano z vodo, a drugi, da ga je treba piti čisto. Piti vino ni isto, kakor piti druge pijače. To je pijača, ki se pije s posebnim obredom: najprej mu spoštljivo prisluhnemo, nato ga prijazno in lepo pogledamo, nato radovedno povonjamo in šele potem okušamo in pijemo, seveda s primerno odmerjenimi požirki. Pivec v tem uživa, pri čemer družno sodelujejo čutila sluha, vida, vonja, tipa in okusa.

Vino je in vse bolj postaja nepogrešljivi spremljevalec posameznih jedi v visoki gastronomiji, kakor tudi pri rednem obroku. Bogata kemijska sestava vina dobrodejno učinkuje na dobro počutje ter povečanje kakovosti in užitka ob hrani. Vino že dolgo ni več kot pijača, samo za posebne priložnosti. V vsakdanjem življenju, tudi poslovnem, je vino vse pomembnejše. Lahko je krepčilo in zdravilo, nam daje voljo, pogum in veselje, samozavest in odločnost. Velika pestrost najrazličnejših vin pri nas nam omogoča druženje z velikim številom različnih jedi.

Kaj je dobro vino?

Vino je pridelek, ki nastane z alkoholnim vrenjem grozdnega soka žlahtne vinske trte - *Vitis vinifera*. Dobro vino je pridelek skupnega, skrbnega, umnega dela vinogradnika in vinarja. Vino se rodi v vinogradu, neguje in dozori pa v kleti.

Dobro vino je po kakovosti lahko deželno, kakovostno ali vrhunsko. Najprej zavisi od ponudbe narave in šele nato od zastavljenega cilja pridelovalca. Ne glede na razvrstitev kakovosti pa mora biti primernega, lepega izgleda, primerno dobrega vonja, okusa in harmonije. Veliko dobrega pričakujemo pri deželnem vinu, še več pri kakovostnem in še mnogo, mnogo več pri vrhunskem vinu.

Ena od definicij oz. vsebinske določitve pojma dobrega vina pravi, da je pri dobrem vinu ustrezno razmerje vseh sestavin, ki imajo dobrodejni učinek na čutila.

Vino je več kot napitek

Po uradni definiciji je vino pridelek, dobljen s popolnim ali delnim alkoholnim vrenjem sladkorja v drozgi ali moštu iz grozdja žlahtne vinske trte *Vitis vinifera*. Kemijska sestava vina je zelo pestra in bogata. Odvisna od naravnih danosti, pridelave grozdja, sorte, časa in načina trgatve, tehnologije predelave grozdja ter od nege vina. V vinu niso le alkoholi, kisline in sladkorji, temveč več kot tisoč drugih sestavin, ki bogatijo to izjemno pijačo. Je pa v vinu največ vode, in sicer od 75-85 %, alkohola od 8,5-15 vol. %, skupnih kislin 4,5-10 g/l, sladkorjev 1-50 g/l in več, v malih količinah pa vino vsebuje še minerale, aldehide, estre, dušikove snovi, fenolne snovi, aromatične snovi, vitamine, itn.

Velikokrat je vzrok nekulturnega uživanja vina in posledice prav iz pomanjkanja tozadevne kulture, samodiscipline, vzgoje, tako v družini, kot v šoli. V vinorodnih deželah je vino spremljevalec človeka od

rojstva do smrti. Zato bi moral biti vsak posameznik do podrobnosti poučen o dobrih in škodljivih učinkih vina.

Vino in hrana

Pitje vina ob obroku hrane je na vinorodnih območjih vezano na bogato zgodovinsko tradicijo. Ob velikokrat skromni, doma pridelani hrani, ni manjkal kozarec vina. Posebno dobro vino, so hranili za praznike, ko se je gospodinja, tudi v skromnih razmerah izkazala s kulinaricnimi dobrotami. Ni nujno, da bi na mizi vselej stala steklenica najboljšega vina. Tudi v najbolj razvitih vinogradniških deželah imajo na mizi običajno belo ali rdeče vino, tistega kraja ali območja, kjer uspeva.

Brez dvoma gre pri nas vinu prvo mesto med vsemi pijačami. Vino spada tako rekoč k vsaki jedi, le pravo je treba izbrati. Torej poroka med jedjo in vinom, poroka s harmonijo. Vino, ne samo, da poživilja tek, zaokroža tudi okus posamezne jedi in jo oplemeniti. Poleg tega spodbuja izločanje želodčnih sokov in s tem boljšo prebavo. Tako učinkuje seveda le dobro vino, lepo in prijazno ponujeno, v primernih kozarcih, ustrezne temperature in primerne vrste, ki se prilega okusu jedi.

V vinorodnih območjih je vino velikokrat ena izmed sestavin jedi. Bodisi pri kuhanju, bodisi pri uživanju. Pri izbiri vin vedno upoštevajmo vrsto in bogastvo jedilnika ter namen in pomen kulinaricnega dogodka. Vsakdanjo hitro pripravljeno jed bomo dopolnili le z enim primerno izbranim deželnim ali kakovostnim vinom. Ob svečanem kulinaricnem dogodku pa se bomo potrudili in izbrali več vin, od aperitiva preko različnih vin pri posameznih jedeh do zaključka z vinom posebne kakovosti. Lahko smo srečni, da živimo v deželi s tako pestro ponudbo te žlahtne pijače. Velikokrat se je težko odločiti, katero vino ponuditi ob kakšni jedi, saj je toliko različnih vin, številnih sort iz najrazličnejših vinorodnih krajev. Ne bomo pogrešili, če bomo k jedem nekega območja ponudili tudi vina iz tega območja.

Skušajmo vsaj okvirno podati nekatera pravila te "umetnosti" druženja. Vsako vino ima kakšno posebno lastnost, zaradi katere se prilega le k določeni jedi. Na splošno ponudimo k lahkim jedem lahka vina, k težkim jedem pa močnejša, bolj polna, bogata vina. K pikantnim jedem ponudimo aromatična vina. Belo vino ponudimo pred rdečim, lažje pred močnim, rezno in suho pred sladkim in polnim, nevtralnemu pred aromatičnim ter mlado pred starim. Med jedjo in vinom skušajmo ustvariti harmonijo, ki bo dobrodejno delovala na počutje in zaokrožila kulinaricni užitek.

Postrežba vina

Vino ponudimo ob lepo pogrnjeni mizi, v primernih kozarcih, pri najustreznejši temperaturi, da se izrazijo vse značilnosti posameznega vina, predvsem videz, cvetica, aroma, okus in harmoničnost. Ne pozabimo tudi na primerne kozarce. Kozarci naj bodo takšni, da bo pokušanje in pitje vina v užitek, kajti še tako dobro vino je v neprimernem kozarcu razvrednoteno. Vinski kozarec mora biti pečljat, izdelan iz brezbarvnega, gladkega in tankega stekla, ki ga odlikujeta lesk in prozornost. Osnovna oblika vinskega kozarca je čaša, ki se proti vrhu zoži. Pa vendar je pri izbiri oblike kozarca potrebno spoštovati osnovne značilnosti belih, rose, rdečih, penečih vin in vin posebne kakovosti, zato jih bomo v nadaljevanju prispevka opisali.

- Kozarec primeren za belo vino je tulipanaste oblike, kar omogoča sproščanje in dobro zaznavo hlapnih aromatičnih snovi. Lahka, suha in nevtralna bela vina ponudimo pri temperaturi 8-10 °C, polsuha bela vina postrežemo pri temperaturi 9-11 °C, bela vina z višjim ostankom nepovretega sladkorja (polsladka in sladka) pa od 10-12 °C.

- Za vino rose je najprimernejši kozarec v obliki zvončka, pri čemer se lepo zazna cvetica in ohrani svežina in pitnost vina. Vina rosejev ponudimo pri temperaturi 12 - 14 °C.

- Rdeče vino se najbolje odkrije in občuti v kozarcu oblike jabolka ali čebule različnih velikosti, saj velika površina kozarca vino prezrači, segreje in omehča tanine. Pri rdečih vinih je temperatura

nekoliko višja. Mlada in lažja rdeča vina ponudimo pri 12-14 °C, bogatejša rdeča vina pri 14-16 °C, bogata in arhivska rdeča vina pa postrežemo pri temperaturi 16-18 °C.

Pri starejših rdečih vinih je potrebno pred točenjem opraviti dekantiranje. To storimo tako, da odlijemo čisti del vina v posebno posodo, imenovano karafo. Da bolje vidimo, si pomagamo z gorečo svečo, kar pa daje temu postopku poseben praznični čar. To opravimo 1-3 ure pred nalivanjem. Takšna vina rabijo nekaj zraka za oživitev in sproščanje skritih snovi cvetice.

- Kozarec za peneče vino naj ima obliko visokega tulipana, da mehurčki ogljikovega dioksida čimdalje potujejo do površine. Za pospešeno sproščanje teh mehurčkov pa mora biti na dnu kozarca steklena hrapava površina. Bela peneča vina postrežemo pri temperaturi 6-8 °C, rose peneča vina pri 8-10 °C, rdeča peneča vina pa pri temperaturi 10-12 °C. Naj velja pravilo, da je bolje za stopnjo hladnejše, kot obratno. Pred odpiranjem se steklenica ne sme stresati. Steklenico zavijemo v prtiček, popustimo košarico, ki drži zamašek, steklenico nagnemo poševno in zrahljamo gobico zamaška s košarico. Sedaj košarico odstranimo. Gobico zamaška razrahljamo in čakamo, da tlak v steklenici izriva zamašek in ga zadržujemo, da ne pride do poka. Pri odpiranju si pomagamo lahko tudi s posebnimi kleščami.

- Vina posebne kakovosti so velika vina in jih ponudimo v elegantni visoki čaši. Ker pa to posebno dobroto ponudimo v manjši količini, so tudi kozarci za ta vina temu primerno manjše prostornine. Oblike so tulipanaste ali zvončaste, pri čemer najlepše začutimo ekstraktnost oz. polnost, bogatost in jedratost takega vina. Postrežemo jih pri temperaturi od 10-12 °C. V opisanih kozarcih in navedeni temperaturi, ponudimo tudi posebna naravna vina iz sušenega grozdja.

ORGANIZATORJI KONGRESA



Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije

KMETIJSKO GOZDARSKI ZAVOD
PTUJ

Ormoška cesta 28, 2250 Ptuj
Tel.: (02) 749 36 10, fax: (02) 749 36 20
E-pošta: tajnstvo@kgz-ptui.si
www.kgz-ptui.si



JAVNA SLUŽBA KMETIJSKEGA SVETOVANJA

- osebno svetovanje kmetijam,
- izračune dnevnih obrokov in navodil krmljenja na živinorejskih kmetijah, navodila za pridelavo in konzerviranje krme,
- svetovanje o gnojenju in obdelavi tal, uporabi fitofarmaceutskih sredstev za oskrbo trajnih nasadov in posevkov poljedelso vrtnarskih kmetij,
- svetovanje s predstavitvijo pogojev za izvajanje dopolnilnih dejavnosti,
- praktično izobraževanje iz predelave živil rastlinskega in živalskega izvora,
- izdelavo tehnoloških načrtov za adaptacije in novogradnje ter priprav razvojnih programov kmetij ...

ODDELEK ZA ŽIVINOREJO

- kontrola proizvodnje v govedoreji,
- selekcija v govedoreji,
- selekcija v prašičereji,
- kontrola proizvodnje v reji drobnice,
- identifikacija in registracija živali.

OSEMENJEVALNO SREDIŠČE

- reja plemenskih bikov,
- pridobivanje in konfekcioniranje semena domačih plemenskih bikov lisaste pasme,
- pridobivanje in konfekcioniranje semena plemenskih merjascev,
- skladiščenje in distribucija semena domačih plemenskih bikov lisaste pasme in semena bikov iz uvoza.

LABORATORIJ

Laboratorij za mleko

- Analiza mleka: vsebnost maščob, beljakovin, laktoze, vsebnost uree, število somatskih celic in diferencialno štetje somatskih celic, zmrziščna točka (potrditev s krioskopom) prisotnost ketonskih teles (BHB in aceton), skupno število mikroorganizmov, ugotavljanje prisotnosti zaviralnih snovi v mleku (delvo test), analiza na brejost pri kravah.

Kemijski laboratorij

- Analiza krme: suha snov (koruzna silaža) in mikotoksini (DON, ZEARALENON, AFLATOKSIN).
- Analiza zemlje: pH, P₂O₅, K₂O, MgO, organska snov ali humus (v %), celokupni organski ogljik (TOC), celokupni dušik (TN) in nitratni dušik.
- Analiza vina: prosto žveplo, skupno žveplo, skupne kisline, alkohol (ebulioskop), nepovreti sladkor (refraktometer), test na termolabilne beljakovine, kis skupne kisline, reducirajoči sladkorji.
- Hitri rastlinski test.

RAČUNOVODSTVO ZA KMETIJE

Knjigovodstvo za kmetije

- Vodenje knjigovodstva za potrebe DDV,
- vodenje dvostavnega knjigovodstva na kmetiji,
- svetovanje pri zaposlovanju na kmetijah,
- davčno svetovanje na področju kmetijstva,
- najem programa Gospodar,
- oddaja zaključnih računov,
- poročanje na UE za dopolnilne dejavnosti,
- pomoč pri registraciji in obdavčitvi za dopolnilne dejavnosti,
- priprava trošarin ...

Knjigovodstvo FADN

- Celotna obdelava podatkov,
- najem spletne aplikacije FADN.





Univerza v Mariboru

Fakulteta za kmetijstvo
in biosistemske vede

Znanje in tradicija

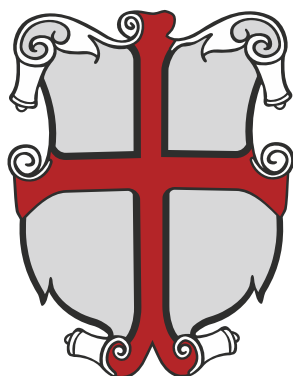
Varna hrana, življenjski prostor, trajnostno kmetovanje, skrb za okolje in raziskovanje, podkrepljeno z znanjem in odličnostjo.

Soustvarjaj z nami in si zagotovi prihodnost s študijem na FKBV UM.

Več informacij na: <http://www.fkbv.um.si>
<http://meranovo.um.si>



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA KMETIJSTVO,
GOZDARSTVO IN PREHRANO



MESTNA OBČINA PTUJ

GENERALNI SPONZORJI



TEHNOLOGIJA ZA PRECIZNO VINARSTVO

PECLJANJE SORTIRANJE STISKANJE POLNJENJE

Kako pridelamo vrhunsko vino? Poleg visoke kakovosti grozdja je ključnega pomena tudi ustrezna vinarska oprema, ki vinarja v celoti podpira pri uresničevanju njegove ideje o vinu. Naši strokovnjaki vam bodo pomagali poiskati rešitev, ki bo prilagojena vašim zahtevam, željam in potrebam.

**Tehnološke
rešitve za vinarje!**



VEČ INFORMACIJ

SLOVENSKI PROIZVAJALEC



VINORODNA ŠTAJERSKA

Slikovita pokrajina in izjemne naravne danosti za vinogradništvo. Elegantna, sveža, sortno prepoznavna, aromatična vina. Bogata zgodovina in tradicija.

Združenje vinorodna Štajerska,
Ljutomerska cesta 36, 2270 Ormož

SPONZORJI

The image features a light beige background with several autumn leaves in shades of green, yellow, and orange at the top. Below the leaves, two golden wheat stalks are positioned on the left side, with one stalk crossing over the other.

PORTAL

DOBROTE

slovenskih kmetij

Vabljeni k predstavitvi
ponudbe z vaše kmetije!

Najboljše je blizu!

www.dobroteslovenskihkmetij.si

SKUPINA KMETIJSKA ZADRUGA PTUJ

Miklošičeva 12, 2250 PTUJ



kmetijska zadruga

*Kmetijska zadruga Ptuj, zadruga z več kot
120 letno tradicijo na področju združništva.*

Glavne dejavnosti

TRGOVSKA DEJAVNOST

Lastna maloprodaja - razteza se na večjem delu območja SV Slovenije in obsega 30 poslovalnic - oskrbnih centrov in trgovin za kmetijstvo, dom in vrt

- Repromaterial za kmetijstvo

- Vse za vrt in okolje

- Gradbeni material

- Kmetijska mehanizacija

10 živilskih trgovin franšize Mercator

ORGANIZACIJA KMETIJSKE PRIDELAVE IN ODKUP

Organizacija in odkup rastlinske proizvodnje

- Odkupni centri Lancova vas, Gorišnica, Trnovska vas, Cankova, Črenšovci

Odkup mleka

Odkup prašičev in govedi

Odkup grozdja

ZASTOPANJE IN PRODAJA

Semenski program NS Seme Novi Sad

Mineralni dodatki, mlečni nadomestki

*Z vami od setve do žetve
since 1900*



www.kz-ptuj.si

Kmetijska zadruga Ptuj z.o.o.,

Miklošičeva 12, 2250 Ptuj

Tel.: 02 749 03 00

Fax.: 02 749 03 51



zadržna oskrba

www.zadrznaoskrba.si

Veletrgovina za oskrbo

kmetijskih podjetij

- Sredstva za varstvo rastlin

- Gnojila

- Semena poljščin

- Gradbeni material

- Ostalo

Zadržna oskrba d.o.o.,

Rogozniška 27, 2250 Ptuj

Tel.: 02 798 04 80

Fax.: 02 798 04 82

OLJARNA FRAM



www.oljarnafram.si



Oljarna z najdaljšo tradicijo v regiji

Od leta 1750

Proizvodnja bučnega olja

Oljarna Fram d.o.o.,

Turnerjeva ulica 118, 2313 Fram

Tel.: 02 601 47 10

Fax.: 02 601 47 11



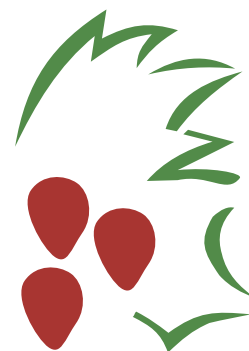
Uživaj življenje! Z okusom.

www.ptujaska-klet.si

MINISTER ZA ZDRAVJE OPOZARJA: PREKOMERNO UŽIVANJE ALKOHOLA ŠKODUJE ZDRAVJU.

B + A + K + U + S

VINOGRADNIŠTVO + TRSNIČARSTVO



+386 (0)31 417 986

svrsic@siol.net

Zagorci 67a, 2256 Juršinci, Slovenija

www.bakusv.com



AGRO ZAVAROVALNICA

... dobra odločitev za varno žetev



agro zavarovalna agencija

COMMERCE TRGOVINA d.o.o.

Vaš partner od sprejema grozdja do steklenice



sprejem predelava

stiskanje
transport
sortiranje
pecljanje
drozganje
črpanje
flotacija

toplotna izmenjava

enološka sredstva

kvasovke
hranila
encimi
bistrenje
stabilizacija
finalizacija
čiščenje

posode

lesene
dizajnerske
betonske

filtracija

slojnice
filtrski moduli
filtrske sveče
tangencialni filter
filtracija droži

stekleničenje

polnjenje
etiketiranje
zapiranje

zapiranje

zamaški iz plute
navojni pokrovčki
kronski pokrovčki
polilaminatne kapice
kositrne kapice
vosek

oprema za peneča vina

zamrzovanje vratu
degoržiranje
zapiranje
bidule
kronski pokrovčki



NOVO
v 2023



ZORVEC™ Vinabel™:

- izjemno preventivno in kurativno varstvo pred peronosporo
- nova kemična skupina
- popolna odpornost na spiranje zaradi padavin že po 20 minutah
- ni navzkrižne rezistence
- izredna sistemčnost, ki zagotavlja varstvo listne mase in pridelka
- dolgotrajna zaščita do 14 dni
- embalaža 0,5 in 5 L

Ljudem in okolju
prijazno varstvo rastlin

www.karsia.si



Dokazujemo odličnost
02 228 49 52 www.kon-cert.si



Z Inštitutom KON - CERT Maribor do certifikatov kakovosti



SPECIALISTI ZA
ENOLOGIJO IN
PREHRANO RASTLIN

www.jurana.com

LALLEMAND uvaferm® **LALVIN**

www.jurana.com - 02 421 53 63 - jurana.doo@siol.net

16

NLB Agro

Financiranje, prilagojeno potrebam vaše kmetije.

S **fleksibilnim kreditom** se lahko prilagajate letnim časom in letinam ali se odločite za **individualno ponudbo financiranja**, ki jo oblikujemo glede na posebnosti vašega kmetijskega gospodarstva. Več na nlb.si/agro

Za vse, kar sledi.

NLB



VA, ŽIVILSKA TEHNOLOGIJA d.o.o.
SPECIALISTI ZA ENOLOŠKA SREDSTVA IN ENOLOGIJU

*Vedno v vinski kleti, korak pred drugimi
Visoko kakovostna enološka sredstva*

Everzym

Bentonit

Kvasovke
Mycoferm

Cyto

Nitrozym

Carlson

Everclar

Kosovelova 2a • 6250 Ilirska Bistrica

05 710 09 70 • 041 403 658 • vazivil.teh@siol.net • www.vazivilskatehnologija.si

ZADRUŽNO
IZ SLOVENIJE

www.zzs.si

**Požirek,
ki nahrani
dušo in telo.**

Minister za zdravje opozarja: Uživanje alkohola lahko škoduje zdravju!

820 vinogradniških družin, članic
5 zadružnih klet, s tradicijo in znanjem na
1400 ha vinogradov pridelava **10 mio litrov**
odličnih vin, zagotavlja dvig vinske kulture
in prepoznavnost ter slikovitost
slovenskega podeželja.

ZADRUŽNA
ZVEZA
SLOVENIJE

KLET BRDA
Družinski vinograd

VINAKRAS
SEZANA

KRŠKO
ZVEZA

HELIKA

Kletna zveza Slovenije
Kletna zveza
Ereča

UŽIVAJ ODGOVORNO!