Interreg Italia-Slovenija AGROTUR+

Cofinanziato dall'Unione europea
Sofinancira Evropska unija

D.2.1.1

Rapporto sulle buone pratiche di microbiologia del vino terrano

Lorena Butinar, Branka Mozetič Vodopivec, Tatjana Radovanović Vukajlović, Mitja Martelanc

Vipava, Dicembre 2025

D.2.1.1

Poročilo o dobrih praksah mikrobiologije vina teran

Lorena Butinar, Branka Mozetič Vodopivec, Tatjana Radovanović Vukajlović, Mitja Martelanc

Vipava, december 2025

Partner di progetto/Projektni partnerji:

Kmetijski inštitut Slovenije
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRIESTE
CESCOT
ORA

Il progetto AGROTUR+ è co-finanziato dall'Unione europea nell'ambito del Programma Interreg VI-A Italia-Slovenia.
Projekt AGROTUR sofinancira Evropska unija v okviru Programa Interreg VI-A Italija-Slovenija.

www.ita-slo.eu/agrotur

Kazalo

1. Uvod 4
1.1 Namen, cilji in umestitev v projekt AGROTUR+ 4
1.2 Metodologija priprave poročila 4
2. Vino PTP Teran – pravni in tehnološki okvir 4
2.1 Zakonodajni okvir 5
2.2 Opredelitev vina, območje pridelave in temeljne tehnološke zahteve 5
2.3 Mejne kemijske vrednosti, neposredno vezane na mikrobiologijo 5
3. Mikrobiologija grozdja in mošta 6
3.1 Naravna mikrobiota grozdja 6
4. Alkoholna fermentacija 6
4.1 Vloga *Saccharomyces cerevisiae* in ne-*Saccharomyces kvasovk* 6
4.2 Tveganja: Zastala fermentacija in refermentacija 6
5. Malolaktična (jabolčno-mlečnokislinska) fermentacija (MLF) pri vinu PTP Teran 7
5.1 Pomen MLF za vino PTP Teran 7
5.2 *Oenococcus oeni* in druge mlečnokislinske bakterije 7
5.3 Priložnosti in omejitve MLF pri vinu PTP Teran – projektni rezultati AGROTUR+ 7
5.4 Tveganja: zapoznela oz. neuspešna MLF in biogeni amini 8
6. Kvarni mikroorganizmi in mikrobiološke nestabilnosti 8
6.1 *Brettanomyces bruxellensis* in hlapni fenoli 8
6.2 Druge kvarne bakterije 9
6.3 Metode zaznavanja kvarnih mikroorganizmov 9
7. Vzorčenje in mikrobiološka analiza – dobre prakse 9
7.1 OIV smernice za vzorčenje in mikrobiološko analizo 9
7.2 Skladnost z zahtevami specifikacije PTP Teran 10
8. Dobre prakse v vinogradu in kleti 10
8.1 Vinograd: zdravstveno stanje grozdja 10
8.2 Klet: higiena, sanitacija in upravljanje procesnih parametrov 10
9. Rezultati fizikalno-kemijskega in mikrobiološkega spremljanja terana v projektu AGROTUR+ (letnik 2023 in 2024) 11
9.1 Vzorec in analitske metode 11
9.2 Skladnost s kemijsko specifikacijo PTP Teran 11
9.3 Potek malolaktične fermentacije (MLF) 12

9.4 Biogeni amini 12
9.5 Primerjava s podatki predhodnega projekta AGROTUR II (2011–2018) 13
9.6 Hlapni fenoli in markerji *B. bruxellensis* 13
9.7 Povzetek ključnih empiričnih ugotovitev 14
10. Sinteza: dobra praksa – tveganje – ukrep nadzora – referenčni standard oz. pravna podlaga 15
11. Zaključki in izhodišča za D.2.1.2 in D.2.1.3 16
11.1 Ključna tveganja za nadaljnji monitoring 16
11.2 Prehod v D.2.1.2 – smernice za napredno mikrobiološko kontrolo 16
11.3 Prehod v D.2.1.3 – operativna navodila za platformo *winecider.net* 17

1. Uvod

1.1 Namen, cilji in umestitev v projekt AGROTUR+

Projekt AGROTUR+ se izvaja v okviru Programa sodelovanja Interreg VI-A Italija–Slovenija in povezuje partnerje Kmetijski inštitut Slovenije (KIS, vodilni partner), Univerzo v Trstu (UNITS), Univerzo v Novi Gorici (UNG), Cescot Veneto, Območno razvojno agencijo Krasa in Brkinov (ORA) ter GAL Carso-LAS Kras. Cilj projekta je krepitev trajnostne pridelave in prepoznavnosti kraških kmetijskih proizvodov, med njimi vina teran s priznanim tradicionalnim poimenovanjem (PTP Teran).[1]

Pričujoče poročilo (D.2.1.1) predstavlja sintezo dobrih praks na področju mikrobiologije vina teran, pripravljeno na podlagi mednarodnih strokovnih virov (Mednarodna organizacija za trto in vino – OIV; Avstralski raziskovalni inštitut za vino – AWRI), znanstvene literature s področja enologije in vinske mikrobiologije ter ugotovitev, pridobljenih v okviru projekta AGROTUR+. Poročilo predstavlja prvi v nizu treh medsebojno povezanih dosežkov. Dokument D.2.1.1 podaja pregled obstoječega znanja (state of the art) in dobrih praks, D.2.1.2 na tej podlagi pripravlja operativne smernice in odločitvene matrike za napredno mikrobiološko kontrolo, D.2.1.3 pa smernice pretvarja v uporabniku prilagojena navodila za digitalno platformo winecider.net.

Namen poročila je pridelovalcem, kletarjem in strokovnim službam na območju Krasa zagotoviti jasen, terminološko usklajen in na strokovnih standardih temelječ pregled mikrobioloških tveganj pri pridelavi vina PTP Teran ter ukrepov za njihovo obvladovanje. Hkrati poročilo predstavlja povezavo med dobrimi mikrobiološkimi praksami in zahtevami veljavne slovenske zakonodaje, ki ureja pridelavo vina PTP Teran.

1.2 Metodologija priprave poročila

Poročilo je pripravljeno kot namenska sinteza (desk review) štirih skupin virov: (1) veljavne slovenske zakonodaje in specifikacije proizvoda za vino PTP Teran; (2) mednarodnih standardov in kodeksov dobrih praks OIV ter tehničnih virov AWRI; (3) recenzirane znanstvene literature s področja mikrobiologije vina [2], [3], [4], [5], [6]; (4) lastnih rezultatov projekta AGROTUR+.

2. Vino PTP Teran – pravni in tehnološki okvir

To poglavje povzema slovenski zakonodajni okvir, ki opredeljuje vino s priznanim tradicionalnim poimenovanjem (PTP) Teran, s poudarkom na določbah, ki so neposredno povezane z mikrobiološkimi

[1] AGROTUR+ – projektna spletna stran (Program sodelovanja Interreg VI-A Italija–Slovenija). https://www.ita-slo.eu/en/agrotur

[2] Ribéreau-Gayon, P., Dubourdieu, D., Donèche, B. in Lonvaud, A. (2006). Handbook of Enology, Volume 1: The Microbiology of Wine and Vinifications (2. izd.). John Wiley & Sons.

[3] Carrascosa, A. V., Muñoz, R. in González, R. (ur.). (2011). Molecular Wine Microbiology. Academic Press/Elsevier.

[4] Reynolds, A. G. (ur.). (2021). Managing Wine Quality, Volume 2: Oenology and Wine Quality (2. izd.). Woodhead Publishing/Elsevier.

[5] Iland, P., Grbin, P., Grinbergs, M., Schmidtke, L. in Soden, A. (e-verzija 2015). Microbiological Analysis of Grapes and Wine: Techniques and Concepts. Patrick Iland Wine Promotions.

[6] Fugelsang, K. C. in Edwards, C. G. (2007). Wine Microbiology: Practical Applications and Procedures (2. izd.). Springer.

procesi pridelave (fermentacija, jabolčno-mlečnokislinska fermentacija, mikrobiološka in kemijska stabilnost).

2.1 Zakonodajni okvir

Osrednji predpis je Pravilnik o vinu s priznanim tradicionalnim poimenovanjem Teran (Uradni list RS, št. 205/2021, akt št. 4215, z dne 29. 12. 2021), ki je nadomestil predhodni pravilnik iz leta 2008 (UL RS 16/08) in izvirno besedilo iz leta 2000 (UL RS 43/00). Pravilnik določa opis vina, pridelovalno območje, tehnologijo pridelave, kemijske parametre, postopek ocenjevanja in označevanja. PTP status je za vino teran in cviček z Zakonom o vinu (ZVin, Uradni list RS, št. 105/06, 72/11, 90/12 – ZdZPVHVVR, 111/13 in 27/17 – ZKme-1D) določen neposredno z zakonom (ex lege), brez potrebe po dodatnem elaboratu, ki ga sicer zahteva splošni postopek priznavanja PTP za druga vina – gre torej za strožji in bolj podroben regulativni okvir kot pri drugih PTP vinih. Na ravni EU je vino Teran uvrščeno v specifikacijo proizvoda za zaščiteno označbo porekla (ZOP) Kras, vpisano v register eAmbrosia, ki se sklicuje na Uredbo (EU) št. 1308/2013 ter Delegirano uredbo Komisije (EU) 2019/934 glede dovoljenih enoloških postopkov (ki je nadomestila prej veljavno Uredbo Komisije (ES) št. 606/2009).[7][8]

2.2 Opredelitev vina, območje pridelave in temeljne tehnološke zahteve

Vino PTP Teran je rdeče, suho, mirno vino, ki ga zaznamuje višja vsebnost mlečne kisline in polifenolov v primerjavi z drugimi rdečimi vini (čl. 2). Pridelovalno območje je omejeno na podokoliš Kraška planota znotraj vinorodnega okoliša Kras, na tipičnih tleh terra rossa oziroma jerini (čl. 3–4). Dovoljena je izključno sorta refošk, z omejeno gostoto sajenja in mejnim pridelkom 9.000 kg/ha (z možnostjo povečanja do 20 % največ dvakrat v petih letih; čl. 5–7). Zahtevan je najmanjši naravni delež alkohola 9,5 vol. % (11,0 vol. % za oznako "PTP izbrani teran"), delež poškodovanega grozdja pa je omejen na največ 10 % (čl. 8–9).

2.3 Mejne kemijske vrednosti, neposredno vezane na mikrobiologijo

Člena 11 in 12 Pravilnika vzpostavljajo neposredno vez med tehnologijo pridelave in mikrobiološkimi procesi. Člen 11 zahteva popolno fermentacijo mošta (primarna alkoholna fermentacija) ter izvedbo jabolčno-mlečnokislinske fermentacije (MLF) v skladu z OIV Kodeksom enoloških postopkov (spis 3.1.2.3). Člen 12 določa kemijske parametre končnega vina, med katerimi je za mikrobiološko oceno najbolj informativna zahteva po vsebnosti mlečne kisline najmanj 1 g/l – ta parameter je dejansko posreden kazalnik uspešno izvedene MLF. Med drugimi parametri so še: skupni sladkor največ 4,0 g/l, skupne kisline 5,5–11,0 g/l, hlapne kisline največ 1,0 g/l, skupni SO_2 največ 120 mg/l, sladkorju prosti ekstrakt najmanj 25 g/l in pepel najmanj 2,0 g/l. Člen 15 nadalje zahteva obvezno senzorično in kemijsko oceno vina s strani pooblaščene organizacije pred sprostitvijo v prodajo, z minimalno organoleptično oceno 16,5 točke (18,1 točke za izbrani teran); vino se lahko sprosti v prodajo šele po 8. novembru leta trgatve.

---

[7] Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. (2021). Pravilnik o vinu s priznanim tradicionalnim poimenovanjem Teran. Uradni list RS, št. 205/2021 (akt št. 4215). https://www.uradni-list.si/glasilo-uradni-list-rs/vsebina/2021-01-4215?sop=2021-01-4215

[8] European Commission. (n.d.). Kras – PDO product specification, eAmbrosia geographical indications register. https://ec.europa.eu/geographical-indications-register/eambrosia-public-api/api/v1/attachments/6778

Preglednica 1: Kemijski parametri specifikacije PTP Teran, ki so neposredno povezani z mikrobiološkimi procesi (vir: Pravilnik UL RS 205/2021, akt št. 4215, čl. 11–12).

Parameter	Zahteva Pravilnika	Mikrobiološki pomen
Mlečna kislina	≥ 1 g/l	Posredni kazalnik uspešno izvedene MLF
Skupni sladkor	≤ 4,0 g/l	Potrjuje popolno fermentacijo
Hlapne kisline	≤ 1,0 g/l	Pomemben kazalnik mikrobiološke stabilnosti vina; povečane vrednosti lahko kažejo na aktivnost kvarnih mikroorganizmov, zlasti ocetnokislinskih bakterij
Skupni SO_2	≤ 120 mg/l	Omejuje rast in aktivnost mikroorganizmov, vpliva na potek MLF
Postopek pridelave	MLF obvezna (OIV spis 3.1.2.3)	Neposredna zahteva po nadzorovani mikrobni aktivnosti LAB

3. Mikrobiologija grozdja in mošta

3.1 Naravna mikrobiota grozdja

Mikrobiota grozdja izvira iz naravne mikrobne populacije jagod, vinograda in kletarske opreme. Prevladujejo ne-*Saccharomyces* rodovi kvasovk (npr. *Hanseniaspora*, *Metschnikowia*, *Pichia*, *Candida*), mlečnokislinske (LAB, npr. *Lactobacillus*, *Oenococcus*, *Pediococcus*) in ocetnokislinske bakterije (AAB, npr. *Acetobacter*, *Gluconobacter*), ki lahko ob neustreznih razmerah povzročijo kvarjenje. Kvasovka vrste *Saccharomyces cerevisiae* je prisotna v manjšem deležu na grozdju, a prevlada v poteku alkoholne fermentacije zaradi svoje tolerance na etanol in nizek pH.[9]

4. Alkoholna fermentacija

4.1 Vloga *Saccharomyces cerevisiae* in ne-*Saccharomyces kvasovk*

V začetni fazi alkoholne fermentacije prevladujejo ne-*Saccharomyces* kvasovke, ki prispevajo k senzorični kompleksnosti, v nadaljevanju pa zaradi naraščajoče koncentracije etanola prevzame vodilno vlogo *S. cerevisiae*. Pri teranu je zaradi zahteve po popolni fermentaciji mošta (čl. 11 Pravilnika) ključno zagotoviti ustrezno hranilno osnovo (dostopni dušik), nadzor temperature in – kjer je smiselno – inokulacijo s selekcioniranimi sevi *S. cerevisiae*, kar zmanjšuje tveganje zaustavljene fermentacije.

4.2 Tveganja: Zastala fermentacija in refermentacija

Zastala alkoholna fermentacija (angl. *stuck fermentation*) povzroči, da v vinu ostane preostali fermentabilni sladkor, kar je v nasprotju z zahtevami Pravilnika o vinu PTP Teran (≤ 4,0 g/L skupnega sladkorja) in hkrati povečuje tveganje za mikrobiološko nestabilnost. Preostali fermentabilni sladkor

[9] AWRI – Wine Microorganism Culture Collection (AWMCC). https://www.awri.com.au/research_and_development/wine-microorganism/

lahko omogoči nenadzorovano rast in presnovno aktivnost kvasovk ali bakterij po stekleničenju, kar lahko povzroči refermentacijo. Pri mirnem vinu, kot je teran, refermentacija predstavlja napako, saj lahko povzroči motnost, nastajanje ogljikovega dioksida (penjenje oziroma povečan tlak v steklenici) ter senzorične napake, v nasprotju s sekundarno fermentacijo pri penečih vinih, kjer gre za načrtovan tehnološki postopek. Dobra praksa vključuje spremljanje poteka alkoholne fermentacije (spremljanje gostote oziroma vsebnosti sladkorja), pravočasno ukrepanje ob upočasnitvi fermentacije ter preverjanje mikrobiološke in kemijske stabilnosti vina pred stekleničenjem (glej poglavje 7).

5. Malolaktična (jabolčno-mlečnokislinska) fermentacija (MLF) pri vinu PTP Teran

5.1 Pomen MLF za vino PTP Teran

Malolaktična (jabolčno-mlečnokislinska) fermentacija (MLF) – mikrobna pretvorba jabolčne kisline v mlečno kislino, ki jo izvajajo mlečnokislinske bakterije (LAB) – je za vino PTP Teran tehnološko obvezen postopek, predpisan v 11. členu Pravilnika. Prispeva k zmanjšanju skupne kislosti vina, izboljšanju njegove senzorične uravnoteženosti ter mikrobiološki stabilnosti. V tem poročilu se zahtevana vsebnost mlečne kisline (najmanj 1 g/L; 12. člen Pravilnika) obravnava kot posredni kazalnik uspešno zaključene malolaktične fermentacije. Brez uspešno zaključene MLF vino praviloma ne izpolnjuje tehnoloških zahtev Pravilnika in lahko ne doseže predpisane najmanjše vsebnosti mlečne kisline, določene za vino PTP Teran.

5.2 *Oenococcus oeni* in druge mlečnokislinske bakterije

Oenococcus oeni je zaradi dobre prilagojenosti na nizek pH ter prisotnost etanola in SO_2 najpomembnejša bakterijska vrsta za izvedbo nadzorovane malolaktične fermentacije (MLF) in predstavlja osnovo večine komercialnih starter kultur. Poleg nje lahko malolaktično fermentacijo spontano izvajajo tudi nekatere vrste rodov *Lactobacillus* in *Pediococcus*, ki pa so manj predvidljive ter so pri nekaterih sevih povezane s tveganjem za tvorbo biogenih aminov (glej poglavje 5.4). Po priporočilih AWRI je uspešnost MLF močno odvisna od vsebnosti SO_2 v vinu (< 30 mg/L ugodno, > 40 mg/L neugodno, > 50–60 mg/L zaviralno) ter od ustrezne priprave in aklimatizacije starter kulture pred inokulacijo.[10][11]

5.3 Priložnosti in omejitve MLF pri vinu PTP Teran – projektni rezultati AGROTUR+

V okviru poletne šole AGROTUR+ (Vipava, 28. 5. 2025) je Klemen Lisjak (Kmetijski inštitut Slovenije) predstavil priložnosti in omejitve izvedbe MLF pri vinu PTP Teran. Izpostavil je, da je bila MLF v tradicionalni praksi pogosto prepuščena spontanemu poteku, kar je lahko vodilo v nepredvidljive rezultate in povečano tveganje za senzorične napake. Izkušnje, pridobljene v okviru projekta

[10] AWRI – Malolactic fermentation in red wine (Fact sheet). https://www.awri.com.au/files/attachment/mlf-in-red-wine/

[11] AWRI – Preparation of MLF starter culture (procedure). https://www.awri.com.au/industry_support/winemaking_resources/wine_fermentation/mlf-starter-culture/

AGROTUR+, kažejo, da pridelovalci na Krasu vse pogosteje uporabljajo nadzorovan pristop k izvedbi MLF, ki vključuje spremljanje njenega poteka in po potrebi uporabo starter kultur. Takšen pristop prispeva k bolj predvidljivemu poteku fermentacije ter izboljšanemu obvladovanju mikrobioloških tveganj.[12]

5.4 Tveganja: zapoznela oz. neuspešna MLF in biogeni amini

Zapoznela ali neuspešno zaključena malolaktična fermentacija (MLF) povečuje tveganje za mikrobiološko nestabilnost vina (refermentacija v steklenici, motnost) ter neizpolnjevanje predpisane najmanjše vsebnosti mlečne kisline (≥ 1 g/L). Po drugi strani lahko spontana MLF, ki jo izvajajo neselekcionirani sevi mlečnokislinskih bakterij z dekarboksilazno aktivnostjo, privede do tvorbe biogenih aminov (npr. histamina in tiramina) iz aminokislin, kot sta histidin in tirozin. OIV zato priporoča uporabo starter kultur s preverjeno odsotnostjo oziroma nizko dekarboksilazno aktivnostjo, koinokulacijo ali zgodnjo sekvenčno inokulacijo ter ustrezno uravnavanje vsebnosti SO_2 in pH pred začetkom malolaktične fermentacije.[13]

V okviru projekta AGROTUR+ je bila raziskava, predstavljena na 8. mednarodni konferenci IMEKOFOODS (Ljubljana, 23. 9. 2025), izvedena na 48 vzorcih vina PTP Teran (22 vzorcev letnika 2023 in 26 vzorcev letnika 2024). Analiza je obsegala določanje neželenih hlapnih fenolov kot kazalnikov mikrobiološke kakovosti vina ter spremljanje tveganja mikrobiološkega kvarjenja zaradi *Brettanomyces bruxellensis* in tvorbe biogenih aminov med potekom MLF. Rezultati kažejo, da je bila pri večini analiziranih vzorcev MLF uspešno zaključena, hkrati pa potrjujejo, da posamezni primeri pojava *B. bruxellensis* in tveganje za tvorbo biogenih aminov ostajajo pomembni področji nadaljnjega spremljanja. Podrobnejša predstavitev rezultatov analiz po posameznih letnikih je podana v poglavju 9.[14]

6. Kvarni mikroorganizmi in mikrobiološke nestabilnosti

6.1 *Brettanomyces bruxellensis* in hlapni fenoli

Brettanomyces bruxellensis je eden najpomembnejših kvarnih mikroorganizmov v rdečih vinih, saj presnavlja hidroksicimetne kisline v hlapne fenole (predvsem 4-etilfenol in 4-etilgvajakol), ki povzročajo neželene senzorične note, kot so vonj po konjskem znoju, usnju, hlevu ali medicinskih pripomočkih. Tveganje za razvoj *B. bruxellensis* je večje pri vinih z daljšim zorenjem, ob prisotnosti ostankov fermentabilnih substratov ter pri nižjih koncentracijah prostega SO_2. Pri vinu PTP Teran je ustrezno uravnavanje vsebnosti SO_2 še posebej pomembno zaradi predpisane največje dovoljene vsebnosti skupnega SO_2 (≤ 120 mg/L) ter omejitev glede dovoljenih enoloških postopkov, določenih v Pravilniku. Čeprav Pravilnik omejuje največjo dovoljeno vsebnost skupnega SO_2, je za učinkovito zaviranje razvoja

[12] Lisjak, K. (2025, 28. maj). Jabolčno-mlečnokislinska fermentacija: priložnosti in omejitve [Predstavitev]. Poletna šola AGROTUR+, Vipava, Slovenija. Kmetijski inštitut Slovenije.

[13] OIV – Code of good vitivinicultural practices in order to minimise the presence of biogenic amines in vine products. https://www.oiv.int/node/3311

[14] Butinar, L. (2025, 23. september). Microbial spoilage risks in Teran wine: Tracking Brettanomyces and biogenic amines during malolactic fermentation [Konferenčna predstavitev]. 8. mednarodna konferenca IMEKOFOODS, Ljubljana, Slovenija.

B. bruxellensis ključna predvsem koncentracija prostega molekularnega SO_2, ki je odvisna tudi od pH vina.[15][16]

6.2 Druge kvarne bakterije

Ocetnokislinske bakterije (rodova *Acetobacter* in *Gluconobacter*) povzročajo nastajanje ocetne kisline in drugih hlapnih spojin, kar se odraža v povečani vsebnosti hlapnih kislin ter lahko vodi do preseganja predpisane mejne vrednosti (≤ 1,0 g/L). Njihov razvoj spodbujata predvsem prisotnost kisika in neustrezna higiena med predelavo, zorenjem ali pretoki vina. Nekateri heterofermentativni sevi mlečnokislinskih bakterij rodov *Lactobacillus* in *Pediococcus* lahko poleg tvorbe biogenih aminov povzročajo tudi prekomerno nastajanje diacetila, tvorbo eksopolisaharidov, ki povzročajo vlečljivost vina, ter ob prisotnosti preostalega fermentabilnega sladkorja refermentacijo v steklenici.

6.3 Metode zaznavanja kvarnih mikroorganizmov

Klasične mikrobiološke metode temeljijo na gojenju mikroorganizmov na selektivnih gojiščih (ploščna metoda) in predstavljajo referenčni standard za dokazovanje živih mikroorganizmov, vendar so časovno zahtevne (običajno 5–14 dni). Sodobne mikrobiološke metode, kot so kvantitativna verižna reakcija s polimerazo (qPCR), pretočna citometrija in identifikacija z masno spektrometrijo MALDI-TOF, omogočajo hitrejše zaznavanje, identifikacijo in v nekaterih primerih tudi kvantifikacijo kvarnih mikroorganizmov v primerjavi s klasičnimi metodami gojenja. Takšni pristopi omogočajo zgodnje odkrivanje mikrobioloških tveganj še pred pojavom senzorično zaznavnih napak v vinu. OIV *Compendium of International Methods of Analysis of Wines and Musts* (Annex A, Section 4) opisuje standardizirane referenčne metode za mikrobiološko analizo vina in mošta, med njimi tudi metodo qPCR za določanje *Brettanomyces bruxellensis* (tip IV).[17][18][19]

7. Vzorčenje in mikrobiološka analiza – dobre prakse

7.1 OIV smernice za vzorčenje in mikrobiološko analizo

OIV *Compendium of International Methods of Analysis of Wines and Musts* (Annex A, Section 4) določa mednarodno usklajene smernice za vzorčenje ter mikrobiološko analizo vina in mošta. Priporočljivo je

---

[15] OIV – Code of good vitivinicultural practices in order to avoid or limit contamination by Brettanomyces. https://www.oiv.int/node/3239

[16] AWRI – Brettanomyces Fact Sheet. https://www.awri.com.au/files/attachment/brett-fact-sheet/

[17] OIV – Enumerating yeasts of the species Brettanomyces bruxellensis using qPCR (Type IV). https://www.oiv.int/standards/compendium-of-international-methods-of-wine-and-must-analysis/annex-a-methods-of-analysis-of-wines-and-musts/section-4-microbiological-analysis/enumerating-yeasts-of-the-species-brettanomyces-bruxellensis-using-qpcr-(type-iv)

[18] OIV Compendium of International Methods of Wine and Must Analysis – Annex A, Section 4: Microbiological Analysis. https://www.oiv.int/standards/compendium-of-international-methods-of-wine-and-must-analysis/annex-a-methods-of-analysis-of-wines-and-musts/section-4-microbiological-analysis

[19] AWRI – Technical Note: Options for detecting Brettanomyces in wine. https://www.awri.com.au/information_services/technical_review/technical-notes/technical-note-options-for-detecting-brettanomyces-in-wine/

vzorčenje v ključnih fazah pridelave vina – ob sprejemu grozdja oziroma mošta, med alkoholno fermentacijo, po zaključeni malolaktični fermentaciji ter pred stekleničenjem –, saj takšen pristop omogoča pravočasno odkrivanje mikrobioloških odstopanj in ustrezno ukrepanje.

7.2 Skladnost z zahtevami specifikacije PTP Teran

Mikrobiološka in kemijska analiza morata biti usklajeni s časovnico specifikacije vina PTP Teran. Vzorec za uradno oceno odvzame predstavnik pooblaščene organizacije za ocenjevanje vina šele, ko je vino kemijsko in senzorično pripravljeno za oceno (15. člen Pravilnika). Zato je priporočljivo, da pridelovalec pred oddajo vzorca izvede interno preverjanje mikrobiološke, kemijske in senzorične ustreznosti vina, vključno s potrditvijo uspešno zaključene malolaktične fermentacije, s čimer zmanjša tveganje za zavrnitev vzorca ali zamik pri sprostitvi vina v promet. Vino PTP Teran se sme dati v promet šele po uspešno opravljeni oceni in ne pred 8. novembrom leta trgatve, kot določa Pravilnik.

8. Dobre prakse v vinogradu in kleti

8.1 Vinograd: zdravstveno stanje grozdja

Zdravstveno stanje grozdja ob trgatvi predstavlja eno ključnih kontrolnih točk za obvladovanje mikrobioloških tveganj pri pridelavi vina PTP Teran. Pravilnik omejuje delež poškodovanega grozdja na največ 10 % (8. člen), s čimer prispeva k zmanjševanju mikrobne obremenitve grozdja in vnosa kvarnih mikroorganizmov (npr. plesni, ocetnokislinskih bakterij in nezaželenih kvasovk) že v fazi trgatve. Dobra praksa vključuje selektivno trgatev, sortiranje grozdja, hiter in nadzorovan transport do kleti ter zmanjševanje mehanskih poškodb jagod, ki povečujejo tveganje za mikrobiološko kontaminacijo.[20]

8.2 Klet: higiena, sanitacija in upravljanje procesnih parametrov

V kleti obvladovanje mikrobioloških tveganj temelji na doslednem čiščenju in sanitaciji opreme, posod ter drugih površin, ki prihajajo v stik z vinom. Posebno pozornost je treba nameniti starejšim lesenim sodom, ki lahko predstavljajo vir obstojnih populacij *B. bruxellensis*. Pomembni preventivni ukrepi vključujejo tudi ustrezno uravnavanje vsebnosti SO_2 skozi celoten proces pridelave (ob upoštevanju največje dovoljene vsebnosti skupnega SO_2, določene v Pravilniku), nadzor temperature med maceracijo in fermentacijo ter zmanjševanje izpostavljenosti vina kisiku med pretoki in zorenjem. Ti ukrepi so skladni s priporočili OIV za dobro vinogradniško in kletarsko prakso ter pomembno prispevajo k zmanjšanju tveganja mikrobiološkega kvarjenja.[16][14]

[20] FAO/WHO Codex Alimentarius Commission. (2007). Code of practice for the prevention and reduction of Ochratoxin A contamination in wine (CAC/RCP 63-2007), pripravljen na podlagi OIV Resolution VITI/OENO 1/2005. https://www.fao.org/input/download/standards/10750/CXP_063e.pdf ; gl. tudi izvirni OIV vir: OIV node 3451 (https://www.oiv.int/node/3451).

9. Rezultati fizikalno-kemijskega in mikrobiološkega spremljanja terana v projektu AGROTUR+ (letnik 2023 in 2024)

To poglavje povzema lastne empirične rezultate analiz terana, zbrane v okviru projekta AGROTUR+ v letih 2023 in 2024, ter jih neposredno poveže s tveganji in dobrimi praksami, opisanimi v poglavjih 2–8. Podatki predstavljajo konkreten dokaz za tveganja, ki so v predhodnih poglavjih utemeljena na mednarodni literaturi (OIV, AWRI), in so hkrati temelj za sintezno tabelo (poglavje 10) ter za nadaljnjo razdelavo v D.2.1.2.

9.1 Vzorec in analitske metode

Analizirano je bilo skupaj 48 vzorcev terana: 22 vzorcev iz letnika 2023 (oznake 24/218–24/239) in 26 vzorcev iz letnika 2024 (oznake 25/166–25/191), zbranih pri pridelovalcih na Krasu. Standardni fizikalno-kemijski parametri (dejanski alkohol, skupni ekstrakt, reducirajoči sladkorji, skupne in hlapne kisline, prosti in skupni SO_2, pH, mlečna in jabolčna kislina, relativna gostota) so bili določeni z validiranimi referenčnimi enološkimi metodami v skladu z OIV oz. akreditiranimi laboratorijskimi postopki. Biogeni amini (putrescin, kadaverin, histamin, tiramin) in hlapni fenoli (4-etilfenol, 4-etilgvajakol, 4-vinilgvajakol, 4-vinilfenol, gvajakol) so bili določeni s pomočjo HPLC analize. Pri podskupini vzorcev iz letnika 2024 je bila poleg tega opravljena mikrobiomska analiza (sekvenciranje PCR-amplikonov gena 16S rRNA – NGS) ter spremljanje populacije mlečnokislinskih bakterij (LAB) in *B. bruxellensis* s pretočno citometrijo (FCM) in klasičnim gojenjem na selektivnih gojiščih.[21][15]

9.2 Skladnost s kemijsko specifikacijo PTP Teran

Preglednica 2 prikazuje razpon, povprečje in standardni odklon osnovnih fizikalno-kemijskih parametrov po letnikih ter njihovo skladnost z zahtevami Pravilnika (čl. 12; glej Preglednico 1 v poglavju 2).

Preglednica 2: Fizikalno-kemijski parametri terana, letnik 2023 (n = 22) in 2024 (n = 26) (min–maks; povprečje ± standardni odklon).

Parameter	Letnik 2023 (n = 22)	Letnik 2024 (n = 26)	Zahteva Pravilnika
Dejanski alkohol (vol. %)	11,49–14,02 (12,67 ± 0,60)	11,48–13,67 (12,49 ± 0,47)	≥ 9,5 vol. %
Reducirajoči sladkorji (g/l)	1,2–1,4 (1,22 ± 0,05)	0–1,0 (0,09 ± 0,21)	≤ 4,0 g/l
Skupne kisline (g/l tartarne kisline)	6,3–10,1 (7,72 ± 1,02)	5,9–8,0 (7,14 ± 0,63)	5,5–11,0 g/l
Hlapne kisline (g/l ocetne kisline)	0,28–0,92 (0,60 ± 0,16)	0,28–1,02 (0,57 ± 0,19)	≤ 1,0 g/l
Skupni SO_2 (mg/l)	30–77 (48,3 ± 12,5)	19–58 (40,0 ± 8,4)	≤ 120 mg/l
pH	3,07–3,52 (3,35 ± 0,11)	3,14–3,63 (3,41 ± 0,13)	brez določene meje
Mlečna kislina (g/l)	0,11–2,79 (1,73 ± 0,68)	1,00–1,77 (1,37 ± 0,21)	≥ 1 g/l

[21] AGROTUR+ (WP2, UNG). (2025). Agrotur terani 2024–2025 – analitski podatki [Interno gradivo, N = 48 vzorcev, datoteka: Agrotur terani 2024_2025_analize_corr.xlsx]. Univerza v Novi Gorici.

Jabolčna kislina, preostanek (g/l)	0–3,21 (0,41 ± 0,92)	0–0,16 (0,01 ± 0,04)	posreden kazalnik MLF

Skupni SO_2 je bil v vseh 48 vzorcih (100 %) skladen z zakonsko mejo (≤ 120 mg/l). Hlapne kisline so presegle mejo 1,0 g/l v enem vzorcu iz letnika 2024 (25/187: 1,02 g/l) – 1/48 vzorcev (2,1 %), kar je posamičen primer za korekcijski ukrep, ne pa sistemsko tveganje. Zahtevo po mlečni kislini ≥ 1 g/l ni izpolnjevalo 3 od 22 vzorcev iz letnika 2023 (24/224: 0,11 g/l; 24/233: 0,12 g/l; 24/237: 0,93 g/l) – kar pomeni 86,4 % skladnost; v letniku 2024 so vsi vzorci (26/26, 100 %) izpolnjevali to zahtevo, kar kaže na izboljšano obvladovanje MLF med letnikoma.

9.3 Potek malolaktične fermentacije (MLF)

Jabolčna kislina, ki je posredni kazalnik poteka MLF, ni bila v celoti pretvorjena v 4 od 22 vzorcev (18,2 %) letnika 2023 (24/221: 1,17 g/l; 24/224: 2,58 g/l; 24/233: 3,21 g/l; 24/237: 2,03 g/l) – kar pomeni, da je bila MLF zaključena pri 18 od 22 vzorcev (81,8 %) –, medtem ko je bila MLF v letniku 2024 zaključena v vseh vzorcih (v dveh vzorcih je bila zaznana zanemarljiva rezidualna vsebnost 0,16 g/l, blizu meje določljivosti 0,10 g/l). Mikrobiomska analiza (16S rRNA) je pri dveh od štirih neskladnih vzorcev iz 2023 (24/233 in 24/224) pokazala odsotnost bakterije *O. oeni*, kar verjetno pojasnjuje nezaključeno MLF; pri preostalih dveh (24/221, 24/237) je bil *O. oeni* sicer prevladujoča vrsta, a je proces do trenutka vzorčenja ostal nedokončan. Poleg *O. oeni* so bile pri mikrobiomski analizi identificirane tudi druge vrste LAB s potencialno negativnim vplivom na kakovost – *Pediococcus parvulus* (tveganje tvorbe biogenih aminov ter vlečljivosti vina zaradi tvorbe eksopolisaharidov) ter dve vrsti rodu *Lactobacillus* (*L. paracollinoides*, *L. harbinensis*) v vzorcu 24/226 – ter dve vrsti ocetnokislinskih bakterij (*Gluconobacter cerinus*, *Komagataeibacter adhaesivum*).[15]

9.4 Biogeni amini

Preglednica 3 prikazuje koncentracije biogenih aminov (putrescina, kadaverina, histamina in tiramina) v analiziranih vzorcih vina PTP Teran letnikov 2023 in 2024.

Histamin in tiramin sta bila nad mejo zaznave kvantificirana le v vzorcih letnika 2024, kar je lahko posledica razširjenega analitskega nabora med letnikoma, ne pa nujno dejanske odsotnosti teh spojin v letniku 2023. Povprečna koncentracija histamina v letniku 2024 je znašala 21,86 mg/L (razpon 2,02–35,66 mg/L) in predstavlja najpomembnejši ugotovljeni pokazatelj tveganja za tvorbo biogenih aminov v analiziranem naboru vzorcev. Neposredne povezave med številčnostjo mlečnokislinskih bakterij (LAB) in vsebnostjo biogenih aminov ni bilo mogoče potrditi, kar kaže, da je tveganje povezano predvsem s prisotnostjo sevov z dekarboksilazno aktivnostjo in ne zgolj z velikostjo populacije LAB. Ti rezultati podpirajo priporočila iz poglavij 5.4 in 6.2 o uporabi starter kultur z nizko oziroma odsotno dekarboksilazno aktivnostjo ter nadzorovanem poteku malolaktične fermentacije.[15]

Preglednica 3: Koncentracije biogenih aminov (mg/l) v teranu, letnik 2023 (n = 22) in 2024 (n = 26).

Biogeni amin	Letnik 2023 (n = 22)	Letnik 2024 (n = 26)
Putrescin (mg/l)	0,08–4,75 (1,38 ± 1,24)	1,90–6,06 (3,67 ± 0,97)
Kadaverin (mg/l)	0,31–12,46 (4,17 ± 3,58)	pod mejo zaznave–7,27 (1,60 ± 1,87)
Histamin (mg/l)	pod mejo zaznave	2,02–35,66 (21,86 ± 9,29)
Tiramin (mg/l)	pod mejo zaznave	pod mejo zaznave–3,72 (0,43 ± 0,85)

9.5 Primerjava s podatki predhodnega projekta AGROTUR II (2011–2018)

Spremljanje biogenih aminov v vinu PTP Teran ni novost. V okviru predhodnega projekta AGROTUR II (Interreg Italija–Slovenija) so bile koncentracije biogenih aminov spremljane v obdobjih 2011–2013 ter 2017–2018. V letnikih 2011–2013 je povprečna koncentracija histamina znašala 2,63 mg/L (razpon 0,003–13,86 mg/L). V letniku 2017 je bil histamin zaznan pri 16,7 % analiziranih vzorcev, v letniku 2018 pa ni bil zaznan. Takratni rezultati so kazali na izboljšanje mikrobiološke kakovosti vina z vidika tvorbe biogenih aminov.

Rezultati projekta AGROTUR+ za letnik 2024 kažejo višje izmerjene koncentracije histamina (povprečje 21,86 mg/L; razpon 2,02–35,66 mg/L) v primerjavi z rezultati predhodnega spremljanja. Neposredna primerjava med projektoma pa zahteva previdno interpretacijo, saj so razlike lahko posledica razširjenega analitskega nabora, nižjih mej zaznave uporabljenih metod ter razlik v sestavi analiziranih vzorcev. Poleg metodoloških razlik lahko na ugotovljene vrednosti vplivajo tudi spremembe v sestavi mikrobiote, zlasti prisotnost sevov mlečnokislinskih bakterij z dekarboksilazno aktivnostjo, ter vpliv podnebnih razmer na potek alkoholne in malolaktične fermentacije (glej poglavji 3.2 in 9.3).

Za histamin v vinu Evropska unija in Mednarodna organizacija za trto in vino (OIV) ne določata zavezujoče numerične mejne vrednosti. Zato izmerjenih koncentracij ni mogoče obravnavati kot zakonsko neskladnost, temveč kot pomemben pokazatelj tveganja za tvorbo biogenih aminov. Ugotovitve poudarjajo pomen stalnega mikrobiološkega spremljanja, uporabe ustrezno izbranih starter kultur za malolaktično fermentacijo ter doslednega izvajanja dobrih vinogradniških in kletarskih praks za zmanjševanje tveganja nastanka biogenih aminov.[14][22]

9.6 Hlapni fenoli in markerji *B. bruxellensis*

Senzorični pragovi zaznave v Preglednici 4 so povzeti po Butinar (2025, predstavitev IMEKOFOODS) z navedbo primarnih virov (Yang et al., 2021 za 4-etilfenol in 4-etilgvajakol, López et al., 2002 za 4-vinilfenol in 4-vinilgvajakol ter Parker et al., 2012 za gvajakol). Koncentracija 4-etilfenola je bila v vseh 48 analiziranih vzorcih pod objavljenim senzoričnim pragom zaznave. Koncentracija 4-etilgvajakola pa je presegla spodnjo mejo objavljenega senzoričnega praga (100 µg/L) v enem vzorcu letnika 2023 in treh vzorcih letnika 2024, skupaj v 4 od 48 vzorcev (8,3 %). Takšne koncentracije predstavljajo analitski pokazatelj aktivnosti *B. bruxellensis* oziroma drugih mikroorganizmov, vključno z nekaterimi kvarnimi mlečnokislinskimi bakterijami (LAB), ki lahko sodelujejo pri nastanku hlapnih fenolov**.** Pri podskupini vzorcev letnika 2024 je bila prisotnost *B. bruxellensis* potrjena tudi z mikrobiološkimi metodami – v treh primerih s pretočno citometrijo (FCM) in v dveh primerih s klasičnim gojenjem na selektivnih gojiščih (deloma pri istih vzorcih). Ti rezultati so bili skladni tudi s senzoričnimi deskriptorji (npr. mišji priokus, vonj po hlevu oz. konjskem znoju), zabeleženimi pri istih vzorcih.[15]

Preglednica 4: Koncentracije hlapnih fenolov (µg/l) v teranu, letnik 2023 (n = 22) in 2024 (n = 26), s senzoričnimi pragovi zaznave.

[22] Topić Božič, J., Mozetič Vodopivec, B., Reščič, J., Bergant Marušič, M., Korte, D., Sternad Lemut, M., Lisjak, K., Franko, M., Butinar, L. (2020). Mlečnokislinske bakterije in biogeni amini v vinih teran. V: Zbornik prispevkov zaključne konference projekta AGROTUR II, Štanjel, str. 55–69.

Spojina	Letnik 2023 (n = 22)	Letnik 2024 (n = 26)	Senzorični prag (µg/l)
4-etilfenol (4-EP)	0–134,0 (23,6 ± 35,4)	0,03–34,2 (3,6 ± 8,5)	440–620
4-etilgvajakol (4-EG)	0,07–129,8 (18,7 ± 29,2)	0,30–190,8 (26,3 ± 49,3)	100–160
4-vinilgvajakol (4-VG)	1,52–54,1 (9,1 ± 11,6)	5,17–38,2 (14,7 ± 8,1)	40
4-vinilfenol (4-VP)	0–63,5 (13,5 ± 15,2)	0,03–26,7 (5,5 ± 6,3)	180
Gvajakol	2,60–14,50 (5,86 ± 2,95)	3,26–9,36 (5,59 ± 1,54)	10–30

9.7 Povzetek ključnih empiričnih ugotovitev

- Delež vzorcev z uspešno zaključeno malolaktično fermentacijo (MLF) se je povečal z 81,8 % (18/22) v letniku 2023 na 100 % (26/26) v letniku 2024.
- Skladnost z zahtevo Pravilnika glede najmanjše vsebnosti mlečne kisline (≥ 1 g/L) se je izboljšala z 86,4 % (19/22) v letniku 2023 na 100 % (26/26) v letniku 2024.
- Le en vzorec od 48 analiziranih (2,1 %) je presegel predpisano mejno vrednost hlapnih kislin, kar kaže na posamično odstopanje in ne na sistemsko mikrobiološko tveganje.
- Povišane koncentracije histamina, ugotovljene v podnaboru vzorcev letnika 2024 (povprečje 21,86 mg/L), predstavljajo pomemben pokazatelj tveganja za tvorbo biogenih aminov. Ker Evropska unija in Mednarodna organizacija za trto in vino (OIV) za histamin v vinu ne določata zavezujoče numerične mejne vrednosti, rezultatov ni mogoče obravnavati kot zakonsko neskladnost, temveč kot pomemben parameter nadaljnjega mikrobiološkega spremljanja in optimizacije malolaktične fermentacije.
- Pri štirih od 48 vzorcev (8,3 %) je koncentracija 4-etilgvajakola presegla spodnjo mejo objavljenega senzoričnega praga, kar predstavlja zgodnji analitski pokazatelj možne aktivnosti *B. bruxellensis* oziroma drugih mikroorganizmov, vključno z nekaterimi kvarnimi mlečnokislinskimi bakterijami (LAB), ki lahko sodelujejo pri nastanku hlapnih fenolov. Ta parameter je smiselno vključiti v odločitveno matriko D.2.1.2.
- Med letnikoma je opazen trend rahlega zvišanja pH (3,35 → 3,41) in znižanja povprečne vsebnosti skupnega SO_2 (48,3 → 40,0 mg/L), kar lahko ob nadaljevanju podnebnih trendov poveča tveganje mikrobiološke nestabilnosti ter zahteva natančnejše spremljanje poteka malolaktične fermentacije, ustreznega uravnavanja vsebnosti SO_2 in doslednega izvajanja higienskih ukrepov.
- V primerjavi z rezultati projekta AGROTUR II (2011–2018), pri katerem so bile ugotovljene nižje koncentracije histamina, so bile v podnaboru vzorcev AGROTUR+ letnika 2024 izmerjene višje koncentracije histamina. Neposredna primerjava med projektoma zahteva previdno interpretacijo zaradi razlik v analitskih metodah, obsegu analiz in sestavi vzorcev, vendar rezultati poudarjajo pomen stalnega mikrobiološkega spremljanja ter izvajanja dobrih vinogradniških in kletarskih praks.

10. Sinteza: dobra praksa – tveganje – ukrep nadzora – referenčni standard oz. pravna podlaga

Spodnja preglednica povezuje dobre prakse, opisane v poglavjih 2–9, s pripadajočimi tveganji, priporočenimi ukrepi nadzora ter referenčnimi standardi oziroma pravnimi podlagami. Namenjena je kot podlaga za pripravo odločitvenih matrik v dosežku D.2.1.2. Kjer je bilo mogoče, so priporočila podprta tudi z ugotovitvami fizikalno-kemijskega in mikrobiološkega spremljanja, opravljenega v okviru projekta AGROTUR+ (poglavje 9).

Dobra praksa	Tveganje	Ukrep nadzora	Relevantni standard/pravilnik
Nadzorovana, pravočasno zaključena MLF (inokulacija selekcioniranih sevov O. oeni ali spremljanje spontane MLF)	Zapoznela oz. neuspešno zaključena MLF → mikrobiološka nestabilnost, tveganje refermentacije, neizpolnjevanje zahteve ≥ 1 g/l mlečne kisline	Spremljanje jabolčne kisline (encimska/HPLC analiza), ustrezna priprava in aklimatizacija bakterijske starter kulture, uravnavanje vsebnosti SO_2 in temperature (18–22 °C)	Pravilnik PTP Teran čl. 11, 12; OIV International Code of Oenological Practices; AWRI MLF guidelines
Izbor sevov LAB z nizko oz. odsotno dekarboksilazno aktivnostjo	Tvorba biogenih aminov (histamin, tiramin) med (spontano) MLF	Uporaba starter kultur s preverjeno nizko oziroma odsotno dekarboksilazno aktivnostjo, koinokulacija ali zgodnja sekvenčna inokulacija, mikrobiološko spremljanje populacije LAB	OIV Code of good vitivinicultural practices – biogenic amines (node 3311); AWRI MLF guidelines
Dosledna higiena kleti in preventivno spremljanje kvarnih kvasovk	Kontaminacija z *Brettanomyces bruxellensis* → hlapni fenoli, senzorične napake	Dosledno čiščenje in sanitacija opreme, ustrezno uravnavanje vsebnosti SO_2, spremljanje prisotnosti *Brettanomyces* (gojenje, qPCR, pretočna citometrija), po potrebi filtracija pred stekleničenjem	OIV Code – Brettanomyces (node 3239); AWRI Brett detection Guidelines; OIV Compendium (Annex A, sect. 4)
Zagotovitev popolne alkoholne fermentacije	Preostali fermentabilni sladkor → mikrobiološka nestabilnost in tveganje refermentacije	Izbor ustreznih sevov *Saccharomyces cerevisiae*, nadzor hranil (YAN) in temperature, spremljanje poteka fermentacije	Pravilnik PTP Teran čl. 11; Handbook of Enology Vol. 1
Nadzor zdravstvenega stanja grozdja ob trgatvi	Poškodovano/okuženo grozdje → povečana mikrobna obremenitev, razvoj plesni, ocetnokislinskih bakterij in nezaželenih kvasovk	Selektivna trgatev, sortiranje grozdja, hiter transport do kleti, omejevanje deleža poškodovanega grozdja	Pravilnik PTP Teran čl. 8; OIV Code – sound vitivinicultural practices (OTA, node 3451)
Redno mikrobiološko vzorčenje v ključnih fazah pridelave (mošt → vino → steklenica)	Nezaznana mikrobiološka nestabilnost pred stekleničenjem	Standardizirano vzorčenje ter mikrobiološke analize (gojenje, qPCR, pretočna citometrija oziroma druge validirane	OIV Compendium, sect. 4 (OIV-MA-AS4-01); AWRI Technical Protocols

		metode), primerjava rezultatov skozi posamezne faze pridelave	
Interno preverjanje skladnosti pred uradno oceno vina	Odstopanje od specifikacije PTP Teran (hlapne kisline, mlečna kislina, organoleptična ocena < 16,5 t.) → zavrnitev vina za označevanje PTP	Interna kemijska, mikrobiološka in senzorična kontrola ter izvedba morebitnih korekcijskih ukrepov pred oddajo vina v uradno ocenjevanje	Pravilnik PTP Teran čl. 12, 15

11. Zaključki in izhodišča za D.2.1.2 in D.2.1.3

11.1 Ključna tveganja za nadaljnji monitoring

Sinteza mednarodnih strokovnih virov, veljavne zakonodaje ter rezultatov mikrobiološkega spremljanja, opravljenega v okviru projekta AGROTUR+ (poglavje 9), izpostavlja štiri ključne skupine mikrobioloških tveganj pri pridelavi vina PTP Teran: (1) zapoznela ali neuspešno zaključena malolaktična fermentacija, ki je bila ugotovljena pri 4 od 22 vzorcev letnika 2023 (18,2 %); (2) mikrobiološka nestabilnost in tveganje refermentacije zaradi nepopolne alkoholne fermentacije; (3) kvarni mikroorganizmi, predvsem *Brettanomyces bruxellensis* ter sevi mlečnokislinskih bakterij (LAB) z dekarboksilazno aktivnostjo in posledičnim tveganjem za tvorbo biogenih aminov, kar nakazujejo koncentracije 4-etilgvajakola nad spodnjo mejo objavljenega senzoričnega praga pri 4 od 48 vzorcev ter povišane koncentracije histamina v podnaboru vzorcev letnika 2024; ter (4) odstopanja od kemijske in senzorične specifikacije vina PTP Teran (posamičen primer preseganja mejne vrednosti hlapnih kislin). Vse navedene skupine tveganj so obravnavane v veljavnem Pravilniku o vinu PTP Teran (8., 11., 12. in 15. člen), podprte z mednarodnimi priporočili OIV in tehničnimi smernicami AWRI ter dodatno osvetljene z rezultati spremljanja, pridobljenimi v okviru projekta AGROTUR+.

11.2 Prehod v D.2.1.2 – smernice za napredno mikrobiološko kontrolo

Sintezna preglednica v poglavju 10 predstavlja neposredno strokovno podlago za pripravo dosežka D.2.1.2, v katerem bo vsaka skupina tveganj razdelana v odločitveno matriko tipa »če … potem …«. Posamezna tveganja bodo povezana z merljivimi kazalniki, priporočenimi analizami, opozorilnimi pragovi ter ustreznimi preventivnimi oziroma korekcijskimi ukrepi. Poseben poudarek bo namenjen spremljanju poteka malolaktične fermentacije, mikrobiološke stabilnosti, biogenih aminov, hlapnih fenolov ter zgodnjemu zaznavanju kvarnih mikroorganizmov. Predlagana struktura D.2.1.2 ločuje med osnovnim monitoringom, ki temelji na zahtevah Pravilnika o vinu PTP Teran, in napredno mikrobiološko kontrolo, ki vključuje uporabo dodatnih analitskih metod (npr. qPCR, pretočna citometrija in sekvenciranje gena 16S rRNA) za zgodnje prepoznavanje mikrobioloških tveganj, kot je bilo prikazano tudi na rezultatih projekta AGROTUR+.

11.3 Prehod v D.2.1.3 – operativna navodila za platformo *winecider.net*

Strokovne smernice, pripravljene v okviru D.2.1.2, bodo v dosežku D.2.1.3 pretvorjene v uporabniku prijazna operativna navodila za digitalno platformo *winecider.net*. Gradivo bo vključevalo kontrolne sezname po ključnih fazah pridelave (sprejem grozdja, alkoholna fermentacija, malolaktična fermentacija, zorenje vina in preverjanje ustreznosti pred stekleničenjem), pregled priporočljivih analitskih parametrov in opozorilnih pragov za presojo, kdaj je smiselno izvesti naprednejše mikrobiološke analize, ter zbirko strokovnih virov in izobraževalnih vsebin za pridelovalce. Zaradi zagotavljanja enostavne uporabe v vinarski praksi je bilo gradivo zasnovano kot statična digitalna in tiskljiva vsebina. Razvoj interaktivnih orodij za vnos analitskih podatkov in samodejno primerjavo rezultatov z zahtevami Pravilnika o vinu PTP Teran ni bil predviden v okviru tega dosežka..

Pripravljeno poročilo predstavlja strokovno podlago za sistematično obvladovanje mikrobioloških tveganj pri pridelavi vina PTP Teran. S povezovanjem zahtev veljavne zakonodaje, mednarodnih priporočil OIV in AWRI ter rezultatov projekta AGROTUR+ vzpostavlja enotno izhodišče za pripravo operativnih smernic in podpornih orodij, namenjenih pridelovalcem terana na območju Krasa.