Interreg
Italia-Slovenija
AGROTUR+

Cofinanziato dall'Unione europea
Sofinancira Evropska unija

D.2.1.3
Istruzioni sul controllo microbiologico dei vini del Carso per la piattaforma winecider.net

Lorena Butinar, Branka Mozetič Vodopivec

Vipava, Dicembre 2025

D.2.1.3
Navodila o mikrobiološkem nadzoru kraških vin za platformo winecider.net

Lorena Butinar, Branka Mozetič Vodopivec

Vipava, december 2025

Partner di progetto/Projektni partnerji:

Kmetijski inštitut Slovenije
Agricultural Institute of Slovenia
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRIESTE
CERCOT
ORA
KRAS CARSO

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

Indice

Indice 2
1. Introduzione 3
1.1 Finalità del documento e gruppi target 3
1.2 Collocazione nella piattaforma winecider.net 3
1.3 Metodologia 3
2. Collocazione dei materiali sulla piattaforma winecider.net 4
3. Istruzioni pratiche per il controllo microbiologico per fasi di produzione 5
3.1 Ricevimento dell'uva e del mosto 5
3.2 Fermentazione alcolica 5
3.3 Fermentazione malolattica (acido malico-acido lattico) (FML) 6
3.4 Maturazione del vino e stoccaggio prima dell'imbottigliamento 6
3.5 Controllo preliminare prima della valutazione ufficiale e dell'imbottigliamento 7
4. Quando ricorrere a un'analisi microbiologica avanzata 7
5. Materiali didattici del modulo 8
6. Risorse aggiuntive 8
7. Conclusioni 9

1. Introduzione

1.1 Finalità del documento e gruppi target

Il documento D.2.1.3 è il terzo e ultimo anello della catena di tre risultati correlati del work package WP2: la relazione D.2.1.1 ha raccolto e motivato le buone pratiche di microbiologia del vino Teran (rassegna delle conoscenze e delle buone pratiche esistenti); la relazione D.2.1.2 ha trasformato tali pratiche in matrici decisionali operative per il controllo microbiologico avanzato, destinate al personale esperto di cantina. Il D.2.1.3 traduce queste conoscenze in materiale pratico e facile da usare, destinato alla pubblicazione sulla piattaforma digitale winecider.net – una piattaforma didattica e di comunicazione gestita dall'UNG e aggiornata nell'ambito del progetto AGROTUR+.[1][2]

I gruppi target di questo materiale sono i produttori di Teran e di altri vini del Carso (in particolare le piccole aziende vinicole che non dispongono di un proprio laboratorio microbiologico) e gli studenti dei programmi di studio in viticoltura ed enologia. A differenza del D.2.1.2, che utilizza terminologia tecnica per un pubblico tecnico-scientifico, il linguaggio di questo documento è semplificato, orientato alla pratica e integrato con liste di controllo adatte all'uso diretto in cantina.

1.2 Collocazione nella piattaforma winecider.net

La piattaforma winecider.net è una piattaforma didattica e di comunicazione, istituita nell'ambito del precedente progetto «Uncorking Wine & Cider Typicality» e aggiornata nell'ambito di AGROTUR+ per le esigenze di apprendimento, disseminazione e comunicazione con i gruppi target. Per i singoli gruppi target (produttori, studenti) è stato istituito, ovvero aggiornato nell'ambito del progetto AGROTUR+, un modulo con materiale didattico organizzato in modo chiaro, registrazioni delle lezioni e una biblioteca di risorse. La piattaforma consente l'organizzazione di webinar e altri eventi online; nell'ambito del progetto sono stati inoltre preparati e pubblicati i materiali del workshop svolto.[3][4]

Questa relazione (D.2.1.3) presenta il contenuto di tale modulo: (1) istruzioni pratiche, suddivise per fasi, per il controllo microbiologico nelle singole fasi di produzione del Teran; (2) una lista di controllo stampabile per l'uso in cantina; (3) la struttura del modulo didattico e i materiali didattici preparati e pubblicati sulla piattaforma winecider.net.

1.3 Metodologia

Il contenuto di questo documento deriva direttamente dalle matrici decisionali e dalla tabella sintetica dei valori di riferimento della relazione D.2.1.2 (capitoli 4 e 5), che sono state semplificate e adattate per l'uso diretto da parte dei produttori privi di accesso ad attrezzature di laboratorio specializzate. I

---

[1] D.2.1.1 Relazione sulle buone pratiche di microbiologia del vino Teran (AGROTUR+, WP2, UNG, 2026).

[2] AGROTUR+ – sito web del progetto (Programma di Cooperazione Interreg VI-A Italia–Slovenia). https://www.ita-slo.eu/en/agrotur

[3] Modulo di candidatura del progetto AGROTUR+ (ITA-SI0100048), capitolo relativo a Project output D.2.1.3 – «Per i singoli gruppi target (produttori, studenti) sarà istituito un modulo con materiale didattico organizzato in modo chiaro, registrazioni delle lezioni, una biblioteca, tramite il quale si svolgeranno webinar, comunicazione, registrazione.»

[4] https://winecider.miteam.eu/.

termini tecnici sono stati mantenuti dove necessari per la conformità al Regolamento sul vino DOP Teran, ma vengono spiegati in linguaggio chiaro al primo utilizzo.[5]

2. Collocazione dei materiali sulla piattaforma winecider.net

Il materiale del modulo «Controllo microbiologico dei vini del Carso» è organizzato all'interno dello spazio di lavoro del progetto sulla piattaforma winecider.net (AGROTUR+ Work Space, WS). In questo spazio di lavoro sono pubblicate le presentazioni del workshop microbiologico svolto il 28 maggio 2025 presso il castello di Lanthieri a Vipava. Le istruzioni pratiche per singola fase di produzione, la lista di controllo e altri materiali presentati nei capitoli 3 e 4 di questo documento costituiscono il contenuto del modulo e sono destinati alla pubblicazione, ovvero al successivo aggiornamento, sulla piattaforma winecider.net. Le risorse esterne pubblicamente accessibili per un approfondimento (capitolo 6) sono raccolte nella biblioteca digitale dello spazio di lavoro WS – Public. L'impostazione tecnica generale della piattaforma e dei suoi spazi di lavoro è descritta nel risultato D.3.3.2.[6]

Tabella 1: Panoramica generale del materiale del modulo e della sua collocazione sulla piattaforma winecider.net.

Elemento del materiale	Contenuto	Posizione sulla piattaforma	Fonte in questo documento
Presentazioni del workshop	Lezioni del workshop microbiologico (28.5.2025, castello di Lanthieri, Vipava): D. Bastien; K. Lisjak (*Fermentazione malolattica – opportunità e limiti*); L. Butinar e T. Radovanović Vukajlović (*Monitoraggio dei batteri lattici e di Brettanomyces bruxellensis*); M. Potisek e F. Čuš	AGROTUR+ WS	Capitolo 5
Istruzioni pratiche e lista di controllo	Istruzioni per i punti di controllo KT1–KT5 (ricevimento dell'uva e del mosto, fermentazione alcolica, fermentazione malolattica, maturazione del vino e stoccaggio prima dell'imbottigliamento, controllo preliminare prima della valutazione ufficiale e dell'imbottigliamento)	AGROTUR+ WS	Capitolo 3
Biblioteca delle risorse	Fonti tecniche pubblicamente accessibili (OIV, AWRI, Regolamento sul vino con denominazione tradizionale riconosciuta Teran, disciplinare DOP Kras)	WS – Public (biblioteca digitale)	Capitolo 6

[5] Regolamento sul vino con denominazione tradizionale riconosciuta Teran, Gazzetta Ufficiale della Repubblica di Slovenia, n. 205/2021, atto n. 4215. https://www.uradni-list.si/glasilo-uradni-list-rs/vsebina/2021-01-4215?sop=2021-01-4215

[6] D.3.3.2 Aggiornamento della piattaforma Winecider – formazione nel campo della produzione sostenibile (AGROTUR+, WP3, UNG/KIS/UNITS, dicembre 2025) – descrizione degli spazi di lavoro della piattaforma, incluso il WS-Public.

3. Istruzioni pratiche per il controllo microbiologico per fasi di produzione

Di seguito il processo produttivo del Teran è suddiviso in cinque fasi, come nella relazione D.2.1.2 (punti di controllo KT1–KT5). Per ciascuna fase viene indicato: cosa controllare regolarmente (il monitoraggio minimo che ogni produttore è in grado di effettuare), quando è opportuno richiedere una consulenza specialistica ovvero considerare l'esecuzione di un'analisi microbiologica avanzata, e come intervenire in presenza di segnali di allarme.[7]

3.1 Ricevimento dell'uva e del mosto

☐ Al momento della vendemmia, esaminate visivamente l'uva – se l'uva danneggiata o infetta supera il 10 %, effettuate una selezione e lavorate l'uva quanto prima possibile.

☐ L'analisi avanzata del mosto (citometria a flusso) è opportuna in caso di sospetto di un aumento della carica microbica; i risultati devono essere valutati insieme allo stato sanitario dell'uva, al pH e ad altri parametri tecnologici, non isolatamente.

☐ Se necessario, adeguate l'uso di SO_2 nell'ambito delle pratiche enologiche consentite. Il Regolamento DOP Teran stabilisce il contenuto massimo consentito di SO_2 nel vino finito, non il dosaggio al momento del ricevimento dell'uva ovvero del mosto.

Questa fase è la base di tutto il controllo successivo: uva sana e lavorata tempestivamente riduce sensibilmente il rischio di successive complicazioni microbiologiche (cfr. D.2.1.2, capitolo 4.1).

3.2 Fermentazione alcolica

☐ Monitorate quotidianamente la diminuzione degli zuccheri (densità del mosto) – è l'indicatore più affidabile e semplice che la fermentazione proceda normalmente.

☐ Se la diminuzione degli zuccheri si rallenta o si arresta (arresto della fermentazione alcolica), verificate la temperatura e la disponibilità di nutrienti (azoto) e, se necessario, valutate la reinoculazione con un ceppo selezionato di *Saccharomyces cerevisiae*.

☐ Mantenete la pulizia delle attrezzature – è la misura più semplice ed efficace per prevenire lo sviluppo di microrganismi dannosi.

L'analisi avanzata (citometria a flusso) in questa fase non è indispensabile per ogni produttore; è consigliabile in caso di problemi ricorrenti con la fermentazione alcolica ovvero in caso di sospetto della presenza di microrganismi potenzialmente dannosi (cfr. D.2.1.2, capitolo 4.2).

---

[7] Fugelsang, K. C., Edwards, C. G. (2007) Wine Microbiology: Practical Applications and Procedures, 2nd ed. – base metodologica della struttura dei punti di controllo (capitolo 10, Quality Points Program), ripresa tramite D.2.1.2.

3.3 Fermentazione malolattica (acido malico-acido lattico) (FML)

☐ Verificate settimanalmente la diminuzione dell'acido malico residuo ovvero l'aumento dell'acido lattico (analisi enzimatica o HPLC) – nel vino finito, per la conformità, è richiesto un contenuto di acido lattico di almeno 1 g/L.

☐ Verificate il contenuto di SO_2 e la temperatura del vino.

☐ Una nuova inoculazione con un ceppo verificato di *Oenococcus oeni* è opportuna se la FML dopo 3–4 settimane non mostra l'andamento previsto e se, al contempo, sono rispettate anche le altre condizioni (SO_2, temperatura).

☐ In caso di problemi ricorrenti con la FML, è opportuno considerare un'analisi microbiologica avanzata.

La FML è la fase in cui, nell'ambito di AGROTUR+, il controllo microbiologico avanzato si è rivelato più utile: ha chiarito le cause di problemi che i metodi chimici classici da soli non erano in grado di spiegare (cfr. D.2.1.2, capitoli 4.3 e 3.4).[8]

3.4 Maturazione del vino e stoccaggio prima dell'imbottigliamento

☐ Verificate periodicamente SO_2 e la qualità sensoriale del vino durante la maturazione.

☐ Fate attenzione ai segnali di alterazione da *Brettanomyces bruxellensis* (odore di stalla, di cuoio o di sudore di cavallo); una concentrazione elevata di 4-etilfenolo (4-EF) e 4-etilguaiacolo (4-EG) è un indicatore analitico precoce di rischio, mentre i fenoli volatili di per sé non sono una prova della presenza del microrganismo.

☐ Se la concentrazione di 4-EF e 4-EG supera il limite inferiore della soglia sensoriale pubblicata, è consigliabile confermare la presenza di *B. bruxellensis* con un metodo microbiologico adeguato (citometria a flusso con sonda FISH – risultato lo stesso giorno, qPCR o metodi di coltura classici).

☐ Conservate il vino a temperatura fresca (sotto i 12 °C) e mantenete un contenuto adeguato di SO_2 libero nell'ambito delle pratiche enologiche consentite.

Nei campioni di Teran dell'annata 2024, la presenza di *B. bruxellensis* è stata confermata mediante citometria a flusso in 3 campioni su 26, mentre con i metodi di coltura classici solo in 2 di questi – il rilevamento precoce consente di intervenire in tempo, prima che si verifichi un'alterazione percepibile a livello sensoriale (cfr. D.2.1.2, capitolo 4.4).[9][10]

---

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

[9] 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/

[10] Butinar, L. Microbial Spoilage Risks in Teran Wine: Tracking Brettanomyces and Biogenic Amines During Malolactic Fermentation. Presentazione, 8ª conferenza internazionale IMEKOFOODS, Lubiana, 23.9.2025 (materiale AGROTUR+ Space).

3.5 Controllo preliminare prima della valutazione ufficiale e dell'imbottigliamento

☐ Prima di sottoporre il vino alla valutazione dell'organismo autorizzato, verificate la conformità al disciplinare DOP Teran e la stabilità microbiologica del vino (acido lattico ≥ 1 g/l, acidità volatile ≤ 1,0 g/l).

☐ Se necessario, effettuate un controllo microbiologico finale con metodi di coltura classici su terreni selettivi.

☐ Non dimenticate: il vino può essere messo in commercio solo dopo l'8 novembre dell'anno di vendemmia (artt. 12, 15 del Regolamento DOP Teran).

4. Quando ricorrere a un'analisi microbiologica avanzata

Il controllo microbiologico avanzato (citometria a flusso, reazione a catena della polimerasi quantitativa – qPCR, e analisi del microbioma mediante sequenziamento del gene 16S rRNA) non sostituisce il monitoraggio di base, ma costituisce uno strumento complementare nei casi in cui i metodi di coltura classici o chimici non permettono una valutazione sufficientemente rapida o precisa dello stato microbiologico del vino. La Tabella 2 riassume i casi più frequenti in cui è opportuno considerare l'uso di analisi microbiologiche avanzate.[11]

Tabella 2: Casi in cui è opportuno l'uso di metodi microbiologici avanzati.

Segnale di allarme	Analisi avanzata consigliata
FML ritardata o incompleta (senza la prevista diminuzione dell'acido malico dopo 3–4 settimane)	Analisi del microbioma (16S rRNA) o citometria a flusso per chiarire la causa
Sospetto di contaminazione *da Brettanomyces bruxellensis* (profilo sensoriale inusuale o concentrazione elevata di 4-EF, 4-EG)	Citometria a flusso con sonda FISH (analisi rapida) o reazione a catena della polimerasi quantitativa (qPCR).
Sospetto di aumento del rischio di formazione di ammine biogene (istamina)	Analisi cromatografica delle ammine biogene; se necessario, qPCR per lo screening dei geni decarbossilasici.
Introduzione di nuove colture starter o modifica significativa della tecnologia di cantina	Consulenza specialistica e, se necessario, analisi microbiologica avanzata prima dell'introduzione delle modifiche.

[11] 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

Una motivazione scientifica più approfondita dei singoli metodi e delle matrici decisionali è presentata nella relazione D.2.1.2 *Linee guida per il controllo microbiologico avanzato dei vini del Carso*, disponibile nella biblioteca del modulo sulla piattaforma *winecider.net*.[12]

5. Materiali didattici del modulo

Nell'ambito del progetto AGROTUR+, il 28 maggio 2025 presso il castello di Lanthieri a Vipava è stato organizzato per produttori e studenti il workshop pratico «Uso di approcci avanzati per il monitoraggio microbiologico in enologia». Nel corso del workshop sono state presentate le lezioni della prof. dr. Lorena Butinar e di T. Radovanović Vukajlović sul monitoraggio dei batteri lattici e di *Brettanomyces bruxellensis*, la lezione di Klemen Lisjak sulle opportunità e i limiti della fermentazione malolattica, e ulteriori lezioni specialistiche di D. Bastien e di M. Potisek e F. Čuš. Le presentazioni di questo workshop costituiscono il contenuto didattico centrale del modulo sulla piattaforma *winecider.net*.[13]

I materiali di questo documento – istruzioni pratiche per il controllo microbiologico, lista di controllo per le singole fasi di produzione del vino e biblioteca di fonti tecniche – completano le lezioni presentate e formano insieme un modulo didattico completo per i produttori e per il resto del pubblico specialistico.

Per il gruppo target degli studenti, i risultati e i materiali del progetto AGROTUR+ (in particolare le istruzioni pratiche, la lista di controllo e casi selezionati tratti da D.2.1.1 e D.2.1.2) vengono integrati nel regolare percorso di studio dell'Università di Nova Gorica, negli insegnamenti nel campo dell'enologia e della microbiologia del vino, ad esempio come casi di studio, esercitazioni pratiche basate su dati empirici sul Teran e come punto di partenza per tesi di laurea e di magistero.

6. Risorse aggiuntive

Per gli utenti che desiderano informazioni tecniche più approfondite, sulla piattaforma *winecider.net* sono disponibili i materiali del progetto AGROTUR+ (D.2.1.1, D.2.1.2 e le presentazioni del workshop microbiologico del 28.5.2025) e una biblioteca digitale con fonti selezionate pubblicamente accessibili, tra cui:

- OIV *Compendium of International Methods of Wine and Must Analysis* (Sezione 4 – Analisi microbiologica),
- linee guida tecniche AWRI per la fermentazione malolattica e il rilevamento di *Brettanomyces*,
- Regolamento sul vino con denominazione tradizionale riconosciuta Teran,
- disciplinare di produzione per la denominazione di origine protetta (DOP) «Kras»,
- sito web del progetto AGROTUR+.

[12] D.2.1.2 Linee guida per il controllo microbiologico avanzato dei vini del Carso (AGROTUR+, WP2, UNG, 2026) – matrici decisionali e tabella sintetica dei valori di riferimento, base dei capitoli 3 e 4 di questo documento.

[13] Butinar, L., Radovanović Vukajlović, T., Lisjak, K. Workshop microbiologico «Uso di approcci avanzati per il monitoraggio microbiologico in enologia», Agrotur+ Summer School, castello di Lanthieri, Vipava, 28.5.2025.

7. Conclusioni

Il documento D.2.1.3 conclude la catena dei tre risultati del work package WP2: le buone pratiche scientificamente fondate, presentate in D.2.1.1, sono state prima trasformate in linee guida operative per il controllo microbiologico avanzato dei vini del Carso (D.2.1.2), e successivamente in un manuale pratico per produttori e studenti, disponibile sulla piattaforma *winecider.net* (D.2.1.3). In questo modo, le conoscenze scientifiche e i risultati empirici del progetto AGROTUR+ vengono trasferiti direttamente nella pratica vinicola quotidiana e nel processo didattico.

Lo scopo del manuale non è quello di sostituire le analisi di laboratorio o la valutazione specialistica, ma di aiutare i produttori a riconoscere per tempo le circostanze in cui è opportuno utilizzare metodi microbiologici più avanzati per prevenire ovvero chiarire problemi microbiologici durante la produzione del vino.

Le lezioni, le presentazioni, la lista di controllo pratica e i collegamenti alle principali fonti tecniche rimangono disponibili anche dopo la conclusione del progetto sulla piattaforma *winecider.net* come risorsa didattica permanente per produttori, studenti e per il resto del pubblico specialistico.