

La Libera Università di Bolzano è stata fondata nel 1997 con una vocazione internazionale e multilingue (tedesco, italiano, inglese e ladino). Inoltre, dispone di cinque Facoltà con un'alta percentuale di docenti (35%) e studenti (17%) provenienti dall'estero che studiano, insegnano e fanno ricerca nei campi delle scienze economiche, naturali, ingegneristiche, sociali, dell'educazione, del design e delle arti. In media sono iscritti 4.100 studenti a più di 30 corsi di laurea e post-laurea. L'offerta formativa e i progetti di ricerca sono collegati a reti internazionali e interregionali - ad esempio, nell'ambito dell'Euregio, con le Università di Innsbruck e Trento - e si orientano verso elevati standard qualitativi.

L'insegnamento e la ricerca sono organizzati all'interno di cinque facoltà e quattro centri di competenza.



Einleitung



2.6

2.6 La Facoltà di Scienze e Tecnologie

La Facoltà di Scienze agrarie, ambientali e alimentari esiste dal 2023. La sostenibilità e l'interdisciplinarietà sono le basi su cui si fonda la facoltà quando si tratta di risolvere problemi complessi, soprattutto nelle regioni montane, nei settori della produzione agricola primaria, della produzione e della qualità degli alimenti e delle innovazioni di processo e di prodotto per l'industria. Di conseguenza, nel 2023 la ricerca si è concentrata sullo sviluppo di innovazioni nei settori della produzione primaria, dell'ambiente e della produzione e tecnologia alimentare. Il lavoro di ricerca è di base e in parte orientato all'applicazione. Molti progetti sono realizzati in collaborazione con la Provincia e con par-

tner del settore. Diversi esempi sono elencati nella sezione seguente del rapporto.

La Facoltà dispone complessivamente di diversi laboratori in cui un team formato da giovani ricercatori affronta tematiche strategiche, con particolare attenzione alla realtà altoatesina.

L'acquisizione di fondi interni ed esterni per progetti di ricerca fa registrare dal 01.01.2020 al 31.07.2023 un budget complessivo pari a circa 10 Mio. €. Particolarmente consistente è la quota proveniente dall'acquisizione di fondi terzi (provinciali, nazionali, europei e ricerca commissionata) pari a circa 8,6 Mio. €. Tale somma distribuita su base annuale rappresenta circa il 30%

dei fondi di ricerca annualmente acquisiti dall'Ateneo.

La Facoltà di Scienze agrarie, ambientali e alimentari in cifre:

- 2 Corsi di laurea di primo livello
- 4 Codici di laurea magistrale
- 2 Programmi di dottorato di ricerca
- Oltre 300 studenti
- 22 professori
- 17 ricercatori



2.6.1 Risposta della vite alle ondate di calore estive

*D. Asensio, C. Andreotti, W. Shtai, F. Benyahia, M. Tagliavini, D. Zanotelli
Facoltà di Scienze agrarie, ambientali e alimentari*

Gli effetti del cambiamento climatico sono già evidenti in alcuni aspetti importanti della coltura della vite. In particolare, l'anticipo delle fasi fenologiche della pianta e dell'epoca di maturazione delle bacche causate dall'aumento delle temperature me-

die stagionali sono tra le conseguenze più evidenti delle mutate condizioni climatiche. In aggiunta a quanto appena riportato, il cambiamento climatico è spesso associato all'incremento della frequenza ed intensità di eventi climatici estremi, quali ondate di calore, periodi di siccità, piogge intense, grandinate etc. A questi eventi estremi corrispondono condizioni fisiologiche sfavorevoli per le piante di vite (spesso a causa di stress multipli e contemporanei) che si traducono frequentemente in minore produzione per pianta e decadimento qualitativo delle bacche. Il progetto CLEVAS (Effect of climate extremes on grapevine production in South Tyrol: early detection of abiotic stress and consequences for wine quality, finanziato dalla Provincia Autonoma di Bolzano) ha permesso di comprendere meglio

la fisiologia della vite durante di stress ambientali multipli, causati da temperature eccessive e siccità, nonché di prevedere le conseguenze sulle performance produttive e qualitative delle piante di vite. Per il raggiungimento degli obiettivi prefissati, il progetto (frutto di una collaborazione tra Libera Università di Bolzano, Università di Innsbruck, Centro di Ricerca Laimburg e Eurac Research), ha previsto attività di ricerca condotte sia in ambiente controllato che in pieno campo (vigneto).

Per poter meglio comprendere gli effetti singoli e combinati di eccesso di calore e della siccità, è stato condotto un esperimento all'interno delle camere di crescita della struttura terraXcube di Eurac Research dove si è provveduto a simulare condizioni am-

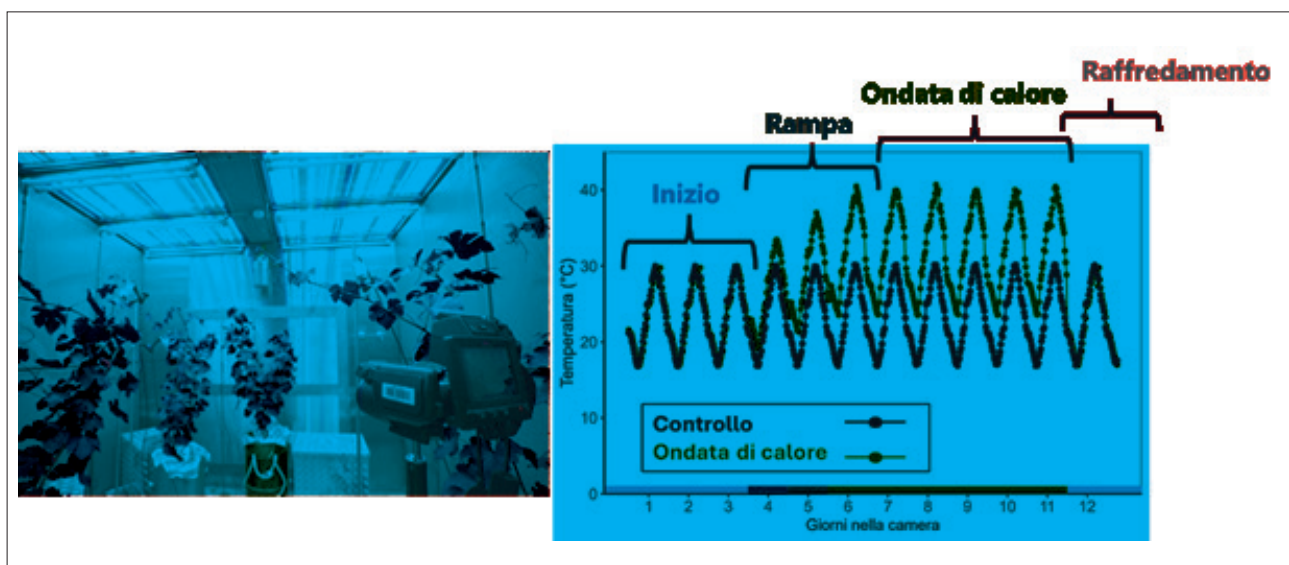


Figura 1. Camera di crescita al terraXcube (sinistra) e condizioni termiche all'interno della cella durante l'esperimento di simulazione di un'ondata di calore.

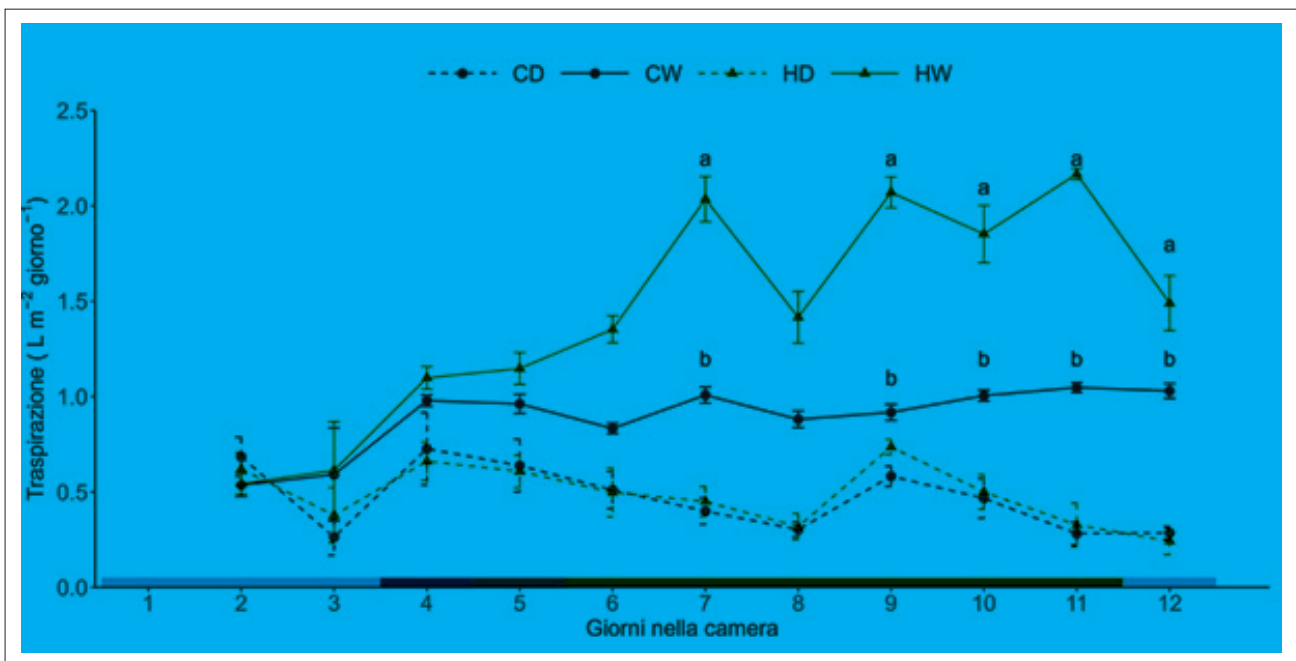


Figura 2. La maggiore disponibilità idrica delle piante irrigate ha causato un aumento della traspirazione durante l'ondata di calore (HW linea rossa continua), permettendo a quest'ultime di limitare l'aumento della temperatura fogliare e dunque di mantenere attiva la capacità di assimilazione del carbonio (fotosintesi).

2.6.1

bientali rappresentative di un'ondata di calore estiva. In particolare, piante in vaso della cultivar Sauvignon blanc su SO4, dopo un periodo di acclimatamento di 3 giorni, sono state sottoposte a temperature crescenti fino a raggiungere il limite prefissato di 40°C di temperatura massima giornaliera, poi mantenuta per un periodo continuativo di 5 giorni al termine dei quali la temperatura è tornata ai livelli iniziali (Figura 1). Le piante in prova sono state inizialmente suddivise in due gruppi in funzione della disponibilità idrica (irrigate vs non irrigate) al fine di poter distinguere l'effetto della temperatura elevata da quello della carenza idrica, nonché di valutare l'effetto dei due stress combinati. Il principale risultato dell'esperimento è consistito nel fondamentale ruolo della disponibilità idrica per la mitigazione degli effetti dell'ondata di calore. Le piante pienamente irrigate, aumentando significativamente la quantità di acqua traspirata dalle foglie, hanno mantenuto più bassa la temperatura della chioma come risulta chiaramente dalla differente colorazione presente nell'immagine all'infrarosso presa in corrispondenza del picco dell'ondata di calore (Figura 2). L'effetto combinato del calore eccessivo e della carenza idrica ha viceversa causato severe limitazioni nelle condizioni fisiologiche delle piante. In particolare, l'elevate temperature combinate con la scar-

sa disponibilità idrica hanno spinto le piante a ridurre le perdite idriche per traspirazione tramite chiusura quasi completa delle aperture stomatiche, determinando quindi una forte limitazione dell'attività di assimilazione del carbonio (fotosintesi) e dunque dell'accrescimento. È quindi stato possibile dimostrare come la possibilità di irrigare le piante in previsione e durante un'ondata di calore rappresenti uno strumento efficace e fondamentale per mitigarne gli impatti sulle piante di vite.

Una conferma di questo risultato è stata ottenuta anche nel corso della sperimentazione condotta in un vigneto appartenente all'Agenzia Demanio provinciale vicino al lago di Caldaro con due cultivar a bacca bianca (Sauvignon blanc e Chardonnay), entrambe innestate sul portinnesto SO4. Nel vigneto è presente dal 2020 una stazione per il monitoraggio in continuo dei flussi di carbonio ed acqua a livello di ecosistema. Seguendo un piano sperimentale a blocchi randomizzati, alcune parcelle del vigneto sono state poste "in asciutta" escludendo il sistema d'irrigazione. Nel corso delle due stagioni oggetto di studio (2021 e 2022) si sono verificati periodi di siccità combinata ad elevate temperature in momenti differenti dell'accrescimento stagionale della vite. In particolare, nel 2021 lo stress

combinato idrico-termico ha colpito le piante durante la fase di fine fioritura-allegagione, determinando una riduzione marcata della produttività delle piante non irrigate. Nel 2022 si è invece verificata un'ondata di calore (preceduta da un prolungato periodo senza precipitazioni significative) in corrispondenza dell'invaiaitura delle bacche. Le piante non irrigate hanno sviluppato sintomi severi di stress, contraddistinti da ingiallimenti e necrosi fogliari diffuse, che hanno suggerito di intervenire con un'irrigazione di soccorso al fine di evitare la loro morte. È stato inoltre interessante notare come, nonostante le condizioni di stress comune ad entrambe le cultivar, le piante di Chardonnay fossero più tolleranti. La variabilità genetica nella tolleranza a questo tipo di stress sarà una delle misure più importanti di adattamento agli eventi climatici estremi.

In considerazione dell'incremento della frequenza di eventi climatici estremi prevista per il prossimo futuro, appare quindi evidente, anche in funzione dei risultati del presente studio, come la gestione irrigua di precisione dei vigneti è e sarà sempre più rilevante per il superamento dei periodi contraddistinti da stress ambientali combinati.

2.6.2 Prima valutazione della praticità del protocollo CLASSYFARM per valutare il benessere animale e la biosicurezza nelle aziende lattiero-casearie dell'Alto Adige

Thomas Zanon, Louis Holighaus, Matthias Gauly
Facoltà di Scienze agrarie, ambientali e alimentari, Gruppo di ricerca di scienze animali

Contesto dell'indagine

Le sfide che il settore della salute e l'industria agricola e alimentare affrontano sono diventate sempre più complesse nel corso degli anni. Il benessere degli animali, l'uso di medicinali veterinari, l'abitazione in cui viene determinata la sicurezza alimentare

e la biosicurezza sono interconnessi, rendendo necessario un approccio integrato per valutare la biosicurezza. Questo è proprio ciò che l'UE sta ora richiedendo a tutti gli Stati membri. Ciò ha portato la Direzione generale della sanità animale e dei farmaci veterinari (DGSA) del Ministero della Salute (MINSAL) a sviluppare un sistema integrato chiamato Classyfarm, mirato a categorizzare l'agricoltura in base al rischio. Lo scopo della presente indagine era valutare la praticità del protocollo di benessere animale del sistema Classyfarm per valutare la situazione attuale dell'allevamento di bovini da latte in Alto Adige. Infine, l'agricoltura montana a conduzione familiare è significativamente diversa da altre aziende agricole italiane. La partecipazione diretta al protocollo di benessere animale di Classyfarm non è obbligatoria, ma è una condizione preliminare per l'etichetta di benessere animale SQNBA (Sistema di qualità nazionale per il benessere animale), introdotta obbligatoriamente nel 2023 dal Ministero della Salute. Pertanto, la partecipazione è indirettamente obbligatoria per tutti i produttori di alimenti di origine animale. Non c'è una vera scelta.

Risultati e conclusioni

I risultati confermano che la stabulazione fissa rappresenta ancora circa il 70% del sistema di allevamento per bo-

vini da latte in Alto Adige. Un sistema che, dal punto di vista del benessere animale, è principalmente classificato come critico a causa della limitata libertà di movimento degli animali. Naturalmente, ci sono motivi ben noti per cui questo è il sistema più diffuso nella nostra provincia. Questi includono la dimensione della mandria (media: 14,8 mucche da latte) e la difficile topografia, che in molti casi limita la possibilità di costruire stalle grandi e costose. Indipendentemente dal sistema di allevamento, i risultati mostrano che il 63% degli agricoltori altoatesini permette alle proprie mucche in lattazione di accedere al pascolo per una media di 96 giorni all'anno, e in quasi tutte le aziende i giovani animali (animali tra 6 mesi e il primo parto) e le vacche asciutte hanno accesso al pascolo per una media di 157 giorni e 53 giorni all'anno, rispettivamente. Inoltre, l'uso dei pascoli è più diffuso nelle aziende con stabulazione fissa (69,3%) rispetto a quelle con stabulazione libere (47,3%).

L'accesso regolare a un'area all'aperto o al pascolo è fondamentale affinché la stabulazione fissa sia accettata anche in futuro. I risultati dell'analisi mostrano inoltre che alcuni aspetti del protocollo Classyfarm, nella loro forma attuale, in particolare per quanto riguarda la biosicurezza, sono difficilmente applicabili allo scenario produttivo delle piccole aziende agricole montane, poiché non tengono conto delle limitazioni nella progettazione

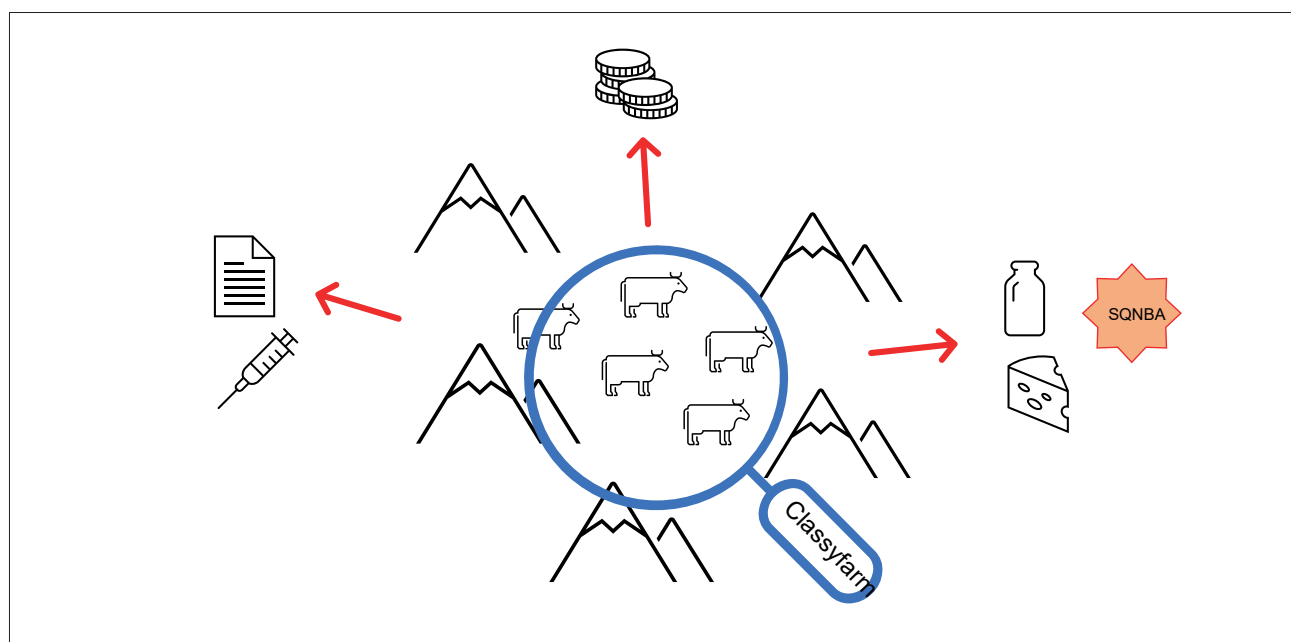


Figura 1. . Panoramica sistemica dello studente

degli edifici e delle strutture dovute a vincoli topografici ed economici in montagna. Un esempio è l'agriturismo, dove gli ospiti hanno l'opportunità di visitare la stalla durante il loro soggiorno senza dover indossare indumenti protettivi o passare attraverso camere di disinfezione. La visita alla stalla è ciò che desideriamo, ovvero mostrare e avvicinare le persone all'agricoltura.

Non sono noti casi in cui, a seguito di tali visite, siano sorti problemi sanitari. Un altro esempio è che a causa della mancanza di spazio o della struttura ridotta delle aziende, è difficile realizzare più compartimenti di stalla come stalle di quarantena e sembrano anche non necessari. Inoltre, i risultati degli indicatori di benessere animale non offrono una visione differenziata della situazione attuale del benessere animale in un'azienda, poiché secondo il protocollo Classyfarm vengono segnalati solo casi estremi, il che può portare a conclusioni fuorvianti. Soprattutto per quanto riguarda gli indicatori di benessere animale (zoppia, lesioni cutanee, pulizia), le prevalenze secondo il protocollo Classyfarm erano molto inferiori rispetto a quanto osservato in precedenti studi. Inoltre,

alcuni valori soglia per determinati indicatori di benessere animale (ad es. mortalità) dovrebbero essere adattati specificamente per piccole mandrie al fine di evitare informazioni fuorvianti. Ad esempio, secondo il protocollo Classyfarm, il limite di mortalità per le mucche da latte è del 5%. Con una dimensione media della mandria in Alto Adige (circa 15 mucche da latte), questo limite sarebbe superato con la morte di un solo animale. Infine, è importante sottolineare che nel contesto del protocollo Classyfarm dovrebbero essere possibili determinate correzioni per compensare alcuni deficit, in particolare per quanto riguarda l'allevamento degli animali (ad es. elevata percentuale di stabulazione fissa) e la biosicurezza nelle aziende montane, attraverso misure di gestione specifiche come l'alpeggio e il pascolo praticato frequentemente.

Di conseguenza, gli autori raccomandano vivamente una maggiore considerazione delle peculiarità dell'agricoltura montana e quindi una ulteriore differenziazione del protocollo Classyfarm al fine di evitare risultati errati che potrebbero avere un impatto negativo sulla sopravvivenza e lo sviluppo del-

le piccole aziende agricole montane. Queste ultime sono di fondamentale importanza in quanto forniscono una vasta gamma di servizi ecosistemici e rappresentano un pilastro importante per l'economia rurale e lo sviluppo nelle aree montane.

Fortunatamente, i rappresentanti delle autorità locali e di varie associazioni si stanno impegnando intensamente per apportare eventuali modifiche a favore di una valutazione pratica delle aziende montane. Auguriamo loro buona fortuna nei negoziati!

!

2.6.3

2.6.3 Caratterizzazione genetica della psilla del biancospino in Europa

*Erika Corretto, Lapo Ragionieri, Hannel Schuler
Facoltà di scienze e agrarie, ambientali e alimentari, gruppo di lavoro: Entomologia*

La fitoplasmosi del melo (scopazzi del melo) è una delle malattie più importanti nella coltivazione del melo in Europa. L'agente patogeno della fitoplasmosi è 'Candidatus Phytoplasma mali', il quale produce delle proteine che interferiscono con la fotosintesi, con il metabolismo e con la regolazio-

ne degli ormoni della pianta ospite. Gli alberi colpiti da questa malattia mostrano sintomi tipici come la formazione di rami con il tipico aspetto a scopa, foglie laterali ingrandite, arrossamento precoce delle foglie, che portano a clorosi e a frutti di dimensioni ridotte, insapore e privi di una colorazione naturale. Sin dalla sua scoperta negli anni '50, l'unica misura impiegata per limitare la diffusione di questa malattia e le conseguenti ingenti perdite economiche per gli agricoltori è la tempestiva eliminazione degli alberi sintomatici.

Come altri fitoplasmii, anche 'Ca. P. mali' è un simbionte obbligato che colonizza sia il floema della pianta che l'emolinfa dell'insetto vettore. Gli insetti vettori di 'Ca. P. mali' sono due psille: *Cacopsylla picta* e *Cacopsylla melanoneura*. In Europa, la loro distribuzione così come la loro efficacia come vettore varia nelle diverse regioni geografiche. Nelle aree dove è presente

C. picta, questa è il principale vettore del fitoplasma. Al contrario, *C. melanoneura* è ampiamente diffusa in Europa e la sua efficacia nel trasmettere il fitoplasma può variare notevolmente tra le diverse regioni. Ad esempio, le popolazioni di *C. melanoneura* in Germania e in nord Italia non sono considerate vettori o trasmettono solo in misura molto limitata i fitoplasmii, invece questa è il principale vettore nell'Italia nord-occidentale. Pertanto, si ipotizza che l'esistenza di diversi genotipi o specie criptiche influenzi le differenze osservate nell'efficacia di trasmissione dei fitoplasmii. Inoltre, le due specie presentano un'altra differenza significativa nella loro biologia: sebbene gli adulti di entrambe le specie svernino su conifere e migrino sulle piante ospiti per riprodursi all'inizio della primavera, *C. picta* si riproduce esclusivamente sugli alberi di melo, *C. melanoneura* può riprodursi sia sul melo che sul biancospino. Esperimenti di laboratorio suggeriscono che le

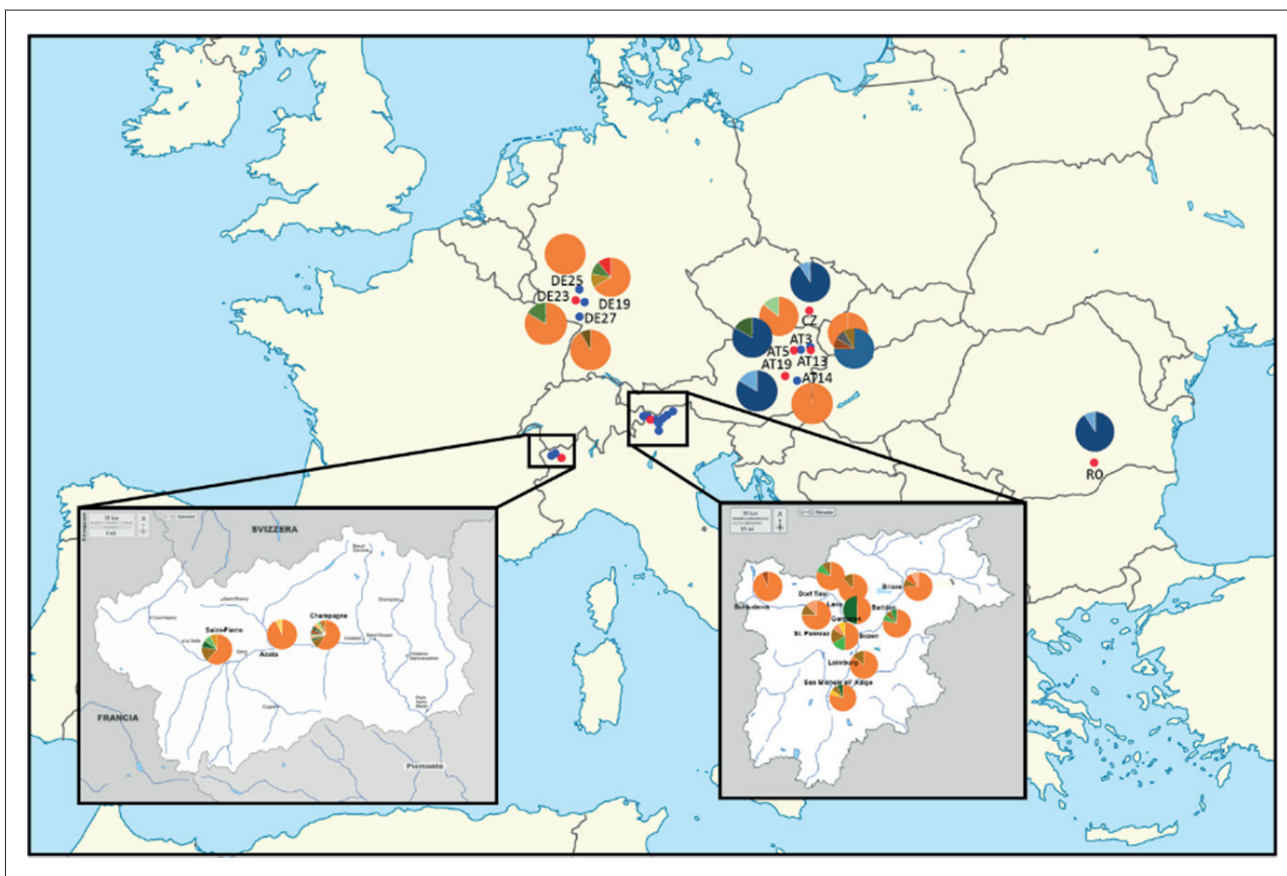


Figura 1. Panoramica dei siti di campionamento in Europa. Germania: Meckenheim (Mela, DE19), Ilbesheim (Mela, DE25), Neustadt an der Weinstraße (Biancospino, DE23); Austria: Vienna (Mela, AT13_1; Biancospino, AT13_2), Pressbaum (Mela, AT3_1), Thalber-Siedung (Mela, AT14), Neulengbach (Biancospino, AT5_1), Stiria (Biancospino, AT19); Repubblica Ceca: Brno (Biancospino, CZ); Romania: Bucarest (Biancospino, RO); Italia: Aosta (Mela), Saint-Pierre (Mela), Champagne (Biancospino), San Michele all'Adige (Mela), Laimburg (Mela), Bolzano (Mela), Barbiano (Mela), Bressanone (Mela), Gargazzone (Mela), Lana (Biancospino), San Pancrazio (Mela), Tirolo (Mela), Sluderno (Mela). Gli indicatori in arancio si riferiscono a popolazioni di alberi di mele, gli indicatori in blu popolazioni di biancospino.

popolazioni che si riproducono sul melo sono ecologicamente diverse da quelle che usano il biancospino, ovvero le popolazioni adattate al melo non possono sopravvivere né riprodursi sul biancospino e viceversa. Tuttavia, al momento sono disponibili poche informazioni sulle differenze genetiche tra queste due popolazioni.

Al giorno d'oggi le identificazioni tassonomiche degli insetti mediante l'uso di chiavi morfologiche vengono supportate dall'utilizzo di strumenti di biologia molecolare. Ad esempio, l'analisi di un frammento di un gene mitocondriale (la subunità I della citocromo ossidasi - COI) consente di distinguere diversi generi e specie di insetti. Con l'aiuto di questa tecnica chiamata "DNA Barcoding", è possibile distinguere anche diverse specie di *Cacopsylla*. Inoltre, all'interno di una specie è possibile determinare specifiche varianti genetiche (dette aplotipi) che consentono di valutare la diversità genetica di questi insetti. In

questo progetto, abbiamo esaminato la diversità genetica di *C. melanoneura* in Sudtirolo, Valle d'Aosta e altre regioni Europee. Da un lato, volevamo verificare se le popolazioni della Valle d'Aosta sono geneticamente diverse da quelle di regioni in cui questi insetti hanno una scarsa importanza per la trasmissione dei fitoplasmii come ad esempio in Sudtirolo. Dall'altro lato, volevamo determinare se le popolazioni che si riproducono sul biancospino sono geneticamente diverse da quelle del melo.

Abbiamo caratterizzato geneticamente un totale di 283 individui provenienti da diverse regioni d'Europa. In totale 17 popolazioni provenienti da frutteti di mele di cui due popolazioni provenienti da Aosta (dove *C. melanoneura* è considerato un vettore), otto popolazioni provenienti dall'Sudtirolo, una dal Trentino, tre dall'Austria e infine tre dalla Germania. Inoltre, abbiamo caratterizzato geneticamente un totale di otto popolazioni di biancospino,

una popolazione proveniente da Aosta, una da Sudtirolo (Lana), tre dall'Austria, una dalla Germania, una dalla Repubblica Ceca e una dalla Romania (Vedi Figura 1). I campioni sono stati raccolti con l'aiuto di partner locali (Beratungsring, Laimburg e Fondazione Edmund Mach), nonché da colleghi di istituti di ricerca nazionali e internazionali (Università di Torino, RLP Agrosceince, Boku Wien, Masaryk University Brno, Research & Development Institute for Plant Protection Bukarest). Dei 283 individui analizzati, abbiamo identificato 33 diverse varianti genetiche (aplotipi), di cui solo cinque erano già state descritte in precedenza.

Tra gli individui di *C. melanoneura* trovati sugli alberi di melo, l'aplotipo gto1 è il più comune in tutti i siti. Le popolazioni che usano il melo come ospite in Italia presentavano un numero maggiore di aplotipi rispetto a quelle in Germania e Austria. La maggior parte degli aplotipi è stata trovata solo in

un numero limitato di individui in diversi siti, senza differenze significative tra le regioni. Di conseguenza, non è stato possibile individuare differenze significative tra popolazioni ad alta e bassa efficienza vettoriale.

Al contrario, le popolazioni di biancospino mostravano una maggiore diversità genetica e variabilità tra le diverse regioni piuttosto che all'interno delle stesse popolazioni. In particolare, le due popolazioni italiane presentavano un numero maggiore di aplotipi rispetto agli altri paesi. Anche negli insetti raccolti su piante di biancospino, l'aplotipo gto1 era il più comune in Italia e in Germania.

Tuttavia, le popolazioni di biancospino in Austria, Repubblica Ceca e Romania presentavano aplotipi molto diversi rispetto a Italia e Germania. Queste sequenze si distinguono per un alto numero di mutazioni rispetto agli aplotipi già descritti. Questa scoperta suggerisce che *C. melanoneura* in queste aree potrebbe essere una specie criptica e pertanto necessita di essere

studiata in maniera più approfondita in futuro.

Nel presente studio abbiamo dimostrato che l'uso di un singolo gene (COI) è uno strumento prezioso per un rapido screening genetico e può essere utilizzato per distinguere diverse specie di *Cacospylla*. Tuttavia, non ha una risoluzione sufficiente per identificare caratteristiche specifiche legate sia a una maggiore competenza nella diffusione delle fitoplasma del melo o alla preferenza per una determinata pianta ospite.

Per determinare da cosa è influenzata l'efficienza nella trasmissione dei fitoplasmi in popolazioni geneticamente diverse in Valle d'Aosta e in altre regioni e se le popolazioni che si trovano su piante di melo e biancospino rappresentino popolazioni geneticamente diverse (e quindi abbiano una rilevanza diversa come vettori di fitoplasmi nella coltivazione delle mele), utilizzeremo metodi più accurati per analizzare il materiale genetico degli insetti vettore nei prossimi studi. I recenti progressi nel sequenziamento

del DNA consentono di caratterizzare l'intero genoma degli insetti, permettendo un confronto preciso delle informazioni genetiche degli insetti vettore.

Queste informazioni possono essere utilizzate per sviluppare nuovi marcatori genetici per un accurato monitoraggio della presenza di insetti vettori sul campo.

2.6.4

2.6.4 Differenze di sostenibilità tra aziende agricole con e senza alloggio per gli ospiti - uno studio empirico a lungo termine

Giulia Grillini 1), Giovanna Sacchi 1), Christian Fischer 1), Thomas Streifeneder 2)

1) Libera Università di Bolzano, 2) Eurac Research Bozen-Bolzano

In che modo le attività agrituristiche modificano un'azienda agricola? In che modo le attività agrituristiche influiscono sulle attività di produzione agricola tradizionali (produzione vege-

tale/allevamento) delle aziende agricole? Le aziende agricole con alloggio per gli ospiti sono dimostrabilmente più sostenibili (economicamente, ecologicamente, socialmente) di quelle senza attività turistiche? La Libera Università di Bolzano e Eurac Research, in collaborazione con l'Università di Innsbruck (Centro di Ricerca sull'Agricoltura di Montagna), stanno indagando su queste domande nell'ambito di uno studio empirico a lungo termine.

Obiettivi e metodologia di ricerca

1.1. Indagine teorica e descrizione delle possibili differenze di sostenibilità tra aziende agricole con e senza alloggio per gli ospiti sulla base di un'analisi sistematica della letteratura scientifica esistente.

2.2. Quantificazione empirica delle differenze di sostenibilità sulla base di dati empirici raccolti nell'ambito di un'indagine su aziende agricole con

e senza alloggio per gli ospiti in Alto Adige, Trentino e Tirolo.

3.3. Derivare conclusioni sulla sostenibilità degli agriturismi sulla base delle conoscenze acquisite.

Dal punto di vista metodologico, vengono utilizzate procedure statistiche economiche per analizzare le serie di dati trasversali e longitudinali (dati panel) ottenuti. In particolare, si tratta di confrontare le aziende agricole dotate di alloggi per gli ospiti (gruppo di "trattamento") con quelle che ne sono prive (gruppo di controllo) utilizzando metodi di "Propensity Score Matching and Weighting" per quantificare gli effetti del "trattamento". Nell'osservazione dello sviluppo longitudinale attraverso varie ondate di indagine (una ogni tre-cinque anni per un periodo di 10-15 anni), vengono effettuate analisi econometriche longitudinali/panel con i dati aziendali ottenuti per quantificare gli effetti delle attività agrituristiche sulla performance di sostenibilità dell'azienda.



Figura 1. Variabili di ricerca nel contesto dell'indagine empirica a lungo termine

Primi risultati

La prima ondata dell'indagine è stata condotta nella primavera del 2022. Un totale di 3.750 aziende agricole sono state contattate via e-mail. 493 aziende agricole (229 con alloggio per gli ospiti e 264 senza) hanno accettato di partecipare allo studio a lungo termine e hanno risposto in modo esauriente alle domande. Le analisi mostrano che l'insieme dei dati ottenuti è ampiamente rappresentativo in termini di tipologie di aziende agricole, categorie di dimensioni, distribuzione regionale e altre caratteristiche socio-demografiche.

I risultati statistici mostrano che esistono differenze significative in diverse variabili di sostenibilità in modo controllato. Tuttavia, tali differenze possono essere osservate solo nelle dimensioni della sostenibilità sociale e ambientale. Misurata in termini di crescita del red-

dito e degli investimenti, l'ipotesi che le aziende agricole con servizi per gli ospiti siano più sostenibili dal punto di vista economico rispetto a quelle senza servizi può essere respinta. Tuttavia, il volume della produzione agricola diminuisce significativamente nelle aziende con servizi per gli ospiti. Differenze significative si osservano anche nella dimensione della sostenibilità sociale. Ad esempio, il tempo libero disponibile per la famiglia nelle aziende UaB è inferiore, ma le opportunità di lavoro in azienda sono decisamente migliori per le agricoltrici. Allo stesso tempo, diminuisce l'intensità dell'interazione con la comunità del villaggio. Per quanto riguarda la dimensione ambientale, si registrano differenze stabili-significative per quanto riguarda l'aumento dell'uso di metodi di produzione biologici/ecologici, l'uso più frequente di energie rinnovabili e il miglioramento

dello smaltimento dei rifiuti (riciclaggio) nelle aziende agricole UaB.

Conclusione

DI risultati della prima ondata di indagine mostrano le differenze di sostenibilità descritte tra le aziende agricole con e senza servizi per gli ospiti. Questi risultati trasversali dovranno essere confermati dalle analisi longitudinali previste per i prossimi anni, non appena saranno effettuate altre indagini.

Grillini G., Sacchi G., Streifeneder T., Fischer C. (2023). *Differenze nei risultati della sostenibilità tra aziende agrituristiche e non agrituristiche sulla base di una robusta evidenza empirica della regione montana del Tirolo/Trentino*. *Journal of Rural Studies*, Vol. 104, 103152. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2023.103152>



2.6.5 La fermentazione al servizio del sistema agro alimentare dell'Alto Adige

A. Polo, T. A. Z. Alabiden, O. Nikoloudaki, R. Di Cagno, M. Gobetti
Facoltà di scienze e agrarie, ambientali e alimentari, Gruppo di lavoro: Microbiologia degli Alimenti

Un "super" alimento che racchiude i benefici della dieta Mediterranea

La Dieta Mediterranea (MD) ha un impatto tangibile sulla salute umana, ma l'accesso a questa abitudine alimentare considerata virtuosa è difficile per una parte considerevole della popolazione. La sfida è quindi quella di estendere quanto più possibile l'accesso ai benefici di tale dieta, anche alle persone che non possono adottarla. In rispo-

sta a questo obiettivo, e nell'ambito del progetto di rilevanza nazionale "Microbiome-tailored food products based on typical Mediterranean Diet components" (PRIN), abbiamo selezionato ingredienti (melograno, noci, broccoli e moringa) ad alto contenuto di componenti bioattivi tipici della dieta mediterranea e abbiamo progettato e realizzato un ("super-")alimento in grado di racchiuderli al suo interno. Il suo effetto sul microbiota dell'intestino umano, sulla sua funzionalità e sulla sua risposta metabolica (aspetti, questi, essenziali per la nostra salute intestinale) è stato esplorato rispetto al placebo, somministrando il super-alimento al simulatore Twin M-SHIME, un modello che riproduce in scala di laboratorio l'intero tratto gastro intestinale umano (Figura 1).

I risultati sono stati promettenti! Abbiamo osservato che la somministrazione del super-alimento ha aumentato l'abbondanza di numerosi gruppi microbici, quasi tutti potenzialmente in grado di esercitare attività benefiche nell'ecosistema intestinale. Per contro, sebbene alcuni gruppi microbici potenzialmente dannosi abbiano aumentato la loro abbondanza con la somministrazione del placebo, essi sono rimasti sotto controllo con l'ass-

unzione del super-alimento. Il rimodellamento del microbiota intestinale si è riflesso anche in una evoluzione della sua potenziale funzionalità. Abbiamo osservato una maggiore abbondanza di geni responsabili della biosintesi di acido colanico, un metabolita microbico implicato nella longevità e in un sano invecchiamento. L'abbondanza di geni coinvolti nel metabolismo di L-valina è diminuita, mentre l'assunzione del super-alimento ha aumentato l'abbondanza di geni responsabili del metabolismo dei carboidrati e della degradazione delle fibre alimentari. Inoltre, il super-alimento ha temporaneamente aumentato la sintesi di acidi grassi a corta catena (SCFA), utili per il benessere dell'intestino. Infine, l'assunzione ha anche modulato la sintesi di composti organici volatili (VOC) nell'intestino, in particolare gli esteri derivati da acidi grassi a catena media e lunga e gli acidi grassi polinsaturi.

Pertanto, il super-alimento che simula una dieta mediterranea ha orchestrato, in scala di laboratorio, cambiamenti positivi nell'ecosistema intestinale, rendendo potenzialmente possibile l'opportunità di accedere ai suoi benefici anche alle persone che non vi aderiscono direttamente.

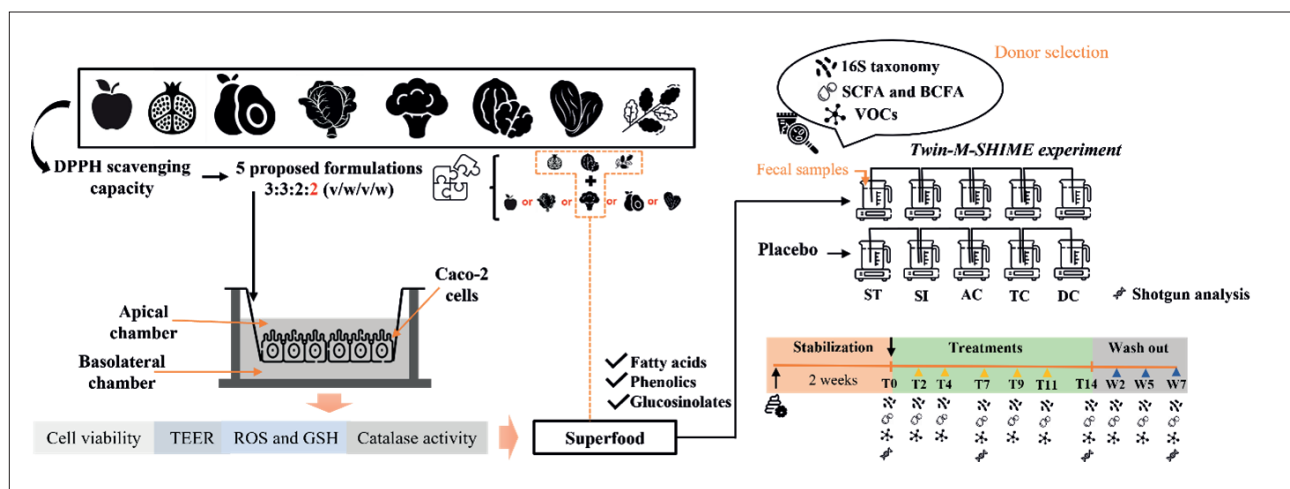


Figura. 1. Disegno sperimentale del progetto

Ti regalo un fiore? Meglio se di melo! Attraverso la fermentazione diventano una fonte sostenibile di peptidi bioattivi

La fermentazione è uno strumento sempre più strategico per lo sviluppo di nuovi alimenti che promuovono la

salute a partire da substrati vegetali, compresi scarti o sottoprodotti agricoli. In quest'ottica, i fiori di melo rappresentano un substrato di enorme potenziale per Alto Adige. Essi sono, infatti, ricchi di zuccheri, composti fenolici, glicoproteine, peptidi, aminoacidi e antiossidanti potenzialmen-

te sfruttabili. Per giunta, solo il 7% dei fiori di melo sono preservati per dare frutto, il resto è generalmente rimosso e scartato, con notevole spreco.

Gli attuali metodi di smaltimento comportano conseguenti problematiche ecologiche, rendendo fondamentale

trovare usi innovativi per riciclare i fiori in applicazioni industriali. Nel progetto BIOSUSFOOD (Finanziato dalla Libera Università di Bolzano), batteri lattici e lieviti sono stati utilizzati come starter per fermentare i fiori rendendo disponibili (e trasformando) i composti funzionali in essi contenuti (Figura 2).

Gli screening iniziali attraverso analisi microbiologiche e fisico-chimiche hanno mostrato performance superiori quando la fermentazione è svolta con starter selezionati rispetto a una fermentazione spontanea (cioè senza starter). L'idrolisi enzimatica delle proteine, guidata principalmente dagli starter microbici, ha orchestrato la generazione di nuovi peptidi a basso peso molecolare. Gli starter hanno anche indotto modifiche nel profilo fenolico, generando una vasta gamma di derivati metabolici bioattivi, come fioletina, quercetina e kaempferolo.

Questi cambiamenti metabolici e in particolare il rilascio di peptidi potenzialmente bioattivi, sono stati associati ad un'elevata efficacia antifungina contro tre specie di muffe comuni, e ad una significativa attività antiossidante.

I risultati del progetto enfatizzano il potenziale della fermentazione opportunamente guidata con starter microbici selezionati per valorizzare i fiori di melo scartati durante la coltu-

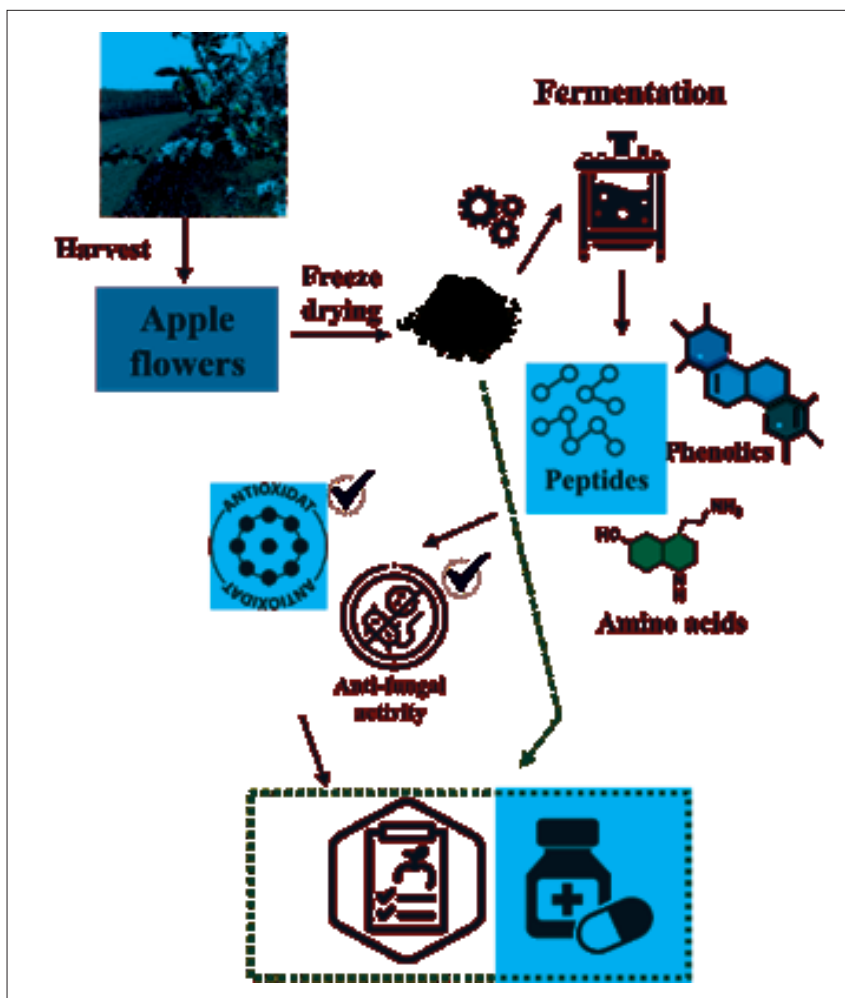


Figura 2. Flusso sperimentale: la produzione di composti bioattivi dai residui di fiori di melo tramite la fermentazione con starter microbici selezionati.

ra della pianta, convertendoli in una risorsa preziosa: una nuova opportu-

nità per l'industria alimentare e/o farmaceutica.

2.6.6 Effetti della combinazione della macerazione fermentativa, del congelamento delle uve e della fermentazione malolattica su vini da Schiava

E. Longo¹, A. Darnal¹, A.T. Ceci¹, S. Poggesi^{1,2}, T. Mimmo^{1,3}, E. Boselli^{1,4}
¹Facoltà di Scienze Agrarie, Ambientali ed Alimentari unibz, ²Food Experience and Sensory Testing Lab, Massey University, New Zealand, ³Centro di Competenza sulla Salute delle Piante unibz, ⁴Centro di Competenza Internazionale sulle Fermentazioni degli Alimenti unibz

Sono stati studiati gli effetti del congelamento delle uve alla vendemmia (-20 °C, per 2 settimane dalla vendemmia) e della fermentazione malolattica (batteri malolattici - *Oenococcus oeni* - aggiunti in co-inoculo con il lievito - *Saccharomyces cerevisiae*) sui profili chimici e cromatici di vini rossi ottenu-

ti da uva Schiava, i cui pigmenti sono caratterizzati da una prevalenza di peonidina-3-glucoside invece che di malvidina-3-glucoside [1]. I campioni (ottenuti tramite microvinificazioni) sono stati confrontati anche con vini ottenuti mediante un protocollo di vinificazione in bianco. L'obiettivo è stato quello di identificare condizioni specifiche che potessero migliorare la stabilità complessiva del vino, soprattutto in relazione al colore.

Il profilo fenolico del vino all'imbottigliamento ha mostrato una differenziazione molto chiara di tutte le tipologie di vini prodotti (Figura 1). Il set di dati comprendeva 111 composti, tutti significativamente influenzati dal congela-

mento dell'uva, dalla fermentazione malolattica o dalla loro interazione. È interessante notare che l'astilbina (taxifolina-3-ramnoside) risulta fortemente correlata con la macerazione fermentativa, al contrario l'acido trans-glutationilcaftarico (GRP) ne è inversamente correlato. L'acido trans-caftarico è invece anti-correlato alla fermentazione malolattica (co-inoculo). Riguardo al profilo dei composti volatili, gli effetti più evidenti sono stati osservati sui campioni vinificati in bianco: all'imbottigliamento, quando prodotti senza co-inoculo (ovvero solo con fermentazione alcolica), i vini bianchi mostrano una differenza molto marcata nel profilo degli aromi tra quelli ottenuti da uve non congelate rispetto a quelli ottenuti da uve congelate, che non si è osservata invece né nei campioni ottenuti per vinificazione in rosso né nei vini bianchi prodotti con co-inoculo (fermentazione alcolica + malolattica). Le procianidine oligomeriche cicliche non hanno mostrato differenze significative di concentrazione nel mosto e nel vino dovute a fattori specifici applicati, né differenze significative dovute al trattamento con la bentonite, dimostrando ancora una volta la loro applicabilità come marcatori varietali [2].

Il congelamento pre-fermentativo delle uve ha favorito una maggiore estrazione dell'antocianina principale peonidina-3-glucoside nel mosto (Figura 2), tuttavia la quantità di antociani totali (tranne la peonidina-3-glucoside e la malvidina-3-glucoside), è risultata inferiore nei vini da uve congelate rispetto ai vini di controllo. Inoltre, i vini ottenuti

con il co-inoculo di lieviti e batteri lattici hanno mostrato un contenuto di antociani più elevato rispetto ai vini ottenuti senza fermentazione malolattica.

Petunidina-3-(6''-p-coumaroil)-glucoside, peonidina-3-(6''-cis-p-coumaroil)-glucoside e malvidina-3-(6''-trans-p-coumaroil)-glucoside erano fortemente influenzate dall'interazione di congelamento e co-inoculo. La peonidina-3-(6'-cafeoil)-glucoside è aumentata nel corso della fermentazione in tutti i campioni, sebbene abbia mostrato un calo tra la fine della fermentazione e l'imbottigliamento del vino. La malvidina-3-glucoside ha mostrato una dipendenza completamente diversa dal tempo e dal tipo di vinificazione rispetto alla peonidina-3-glucoside: non ha mostrato differenze per i vini da uve congelate o non congelate, e ha mostrato una diminuzione molto più lenta nel corso della fermentazione rispetto alla peonidina-3-glucoside, o addirittura un aumento relativo.

Complessivamente, i vini da uve congelate che hanno subito la fermentazione malolattica accanto alla fermentazione alcolica sono stati quelli con il più alto contenuto dei glucosidi della peonidina-3-glucoside e malvidina-3-glucoside. Inoltre, per quanto riguarda i parametri colorimetrici, la tinta misurata per via colorimetrica (CIELab, H*) è risultata fortemente correlata con la peonidina-3-glucoside, e la tinta misurata per via spettrofotometrica (N) con l'altro pigmento principale, la malvidina-3-glucoside (Figura 3).

La tinta (N) nei vini rossi ha mostrato una correlazione molto positiva con l'applicazione della fermentazione malolattica, in accordo con l'evoluzione dei pigmenti che avviene durante la maturazione del vino. Alcuni pigmenti minori hanno mostrato tendenze opposte. Per quanto riguarda i parametri cromatici del vino, a* (rosso/verde), b* (giallo/blu), ΔE* (differenze di colore), C* (croma), H* (tinta), ΔH* (differenze di tono) sono risultati correlati al congelamento delle uve e inversamente correlati alla fermentazione malolattica. L* (luminosità) ha invece mostrato valori più elevati nei vini da uve non congelate e con fermentazione malolattica.

In sintesi, questo studio offre un esempio di come micro-vinificazioni condotte in regime controllato possano essere utili per ottenere informazioni preziose sugli effetti di fattori specifici sulla qualità del vino. Questo studio è stato applicato ad un vino dalla bassa intensità cromatica, che beneficerebbe di condizioni di vinificazione in grado di preservarne il colore nel tempo. In generale, il congelamento dell'uva ha portato a una maggiore estrazione di pigmenti, anche se ha mostrato un tasso più rapido di perdita di colore durante e dopo la fermentazione.

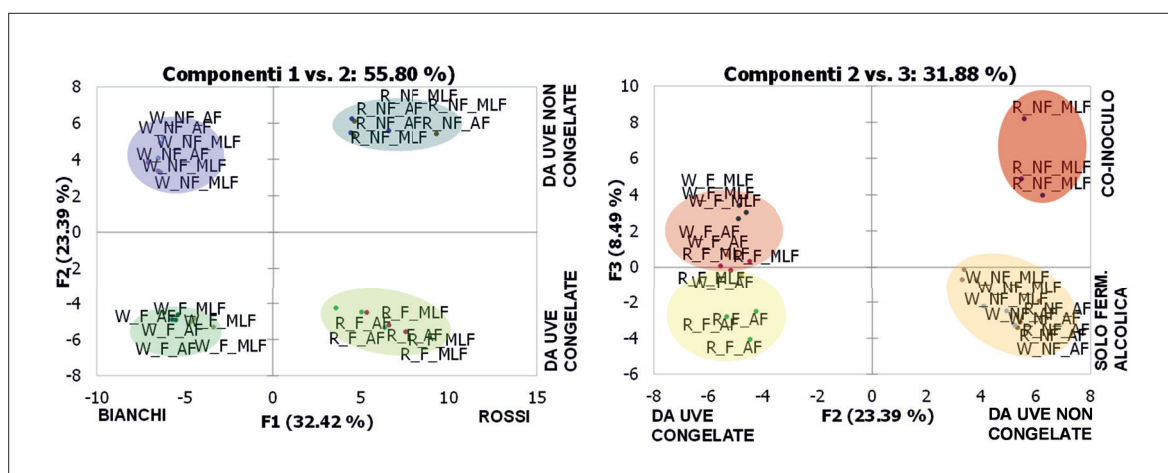


Figura 1. Differenze tra le tipologie di campione per i composti fenolici. W, vinificato in bianco; R, vinificato in rosso; F, uve congelate; NF, uve non congelate; AF, inoculo con lieviti; MLF, coinoculo di lieviti e batteri lattici.

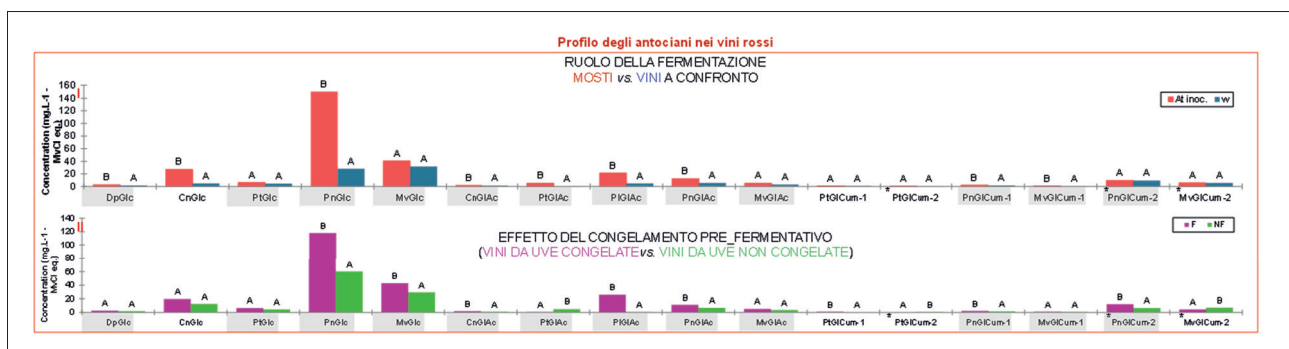


Figura 2. Contenuto di antociani in mosti e vini rossi, per tipologia di campione (espressi come concentrazioni medie in mgMvCl.mL⁻¹ - equiv. di malvidina cloruro). Grafico in alto: mosti (barre in rosso) vs. vini (barre in viola); grafico in basso: vini da uve congelate (barre in viola) vs. vini da uve non congelate (barre in verde). Dp, delfinidina; Cn, cianidina; Pt, petunidina; Pn, peonidina; Mv, malvidina; Glc, glucoside; Ac, acetil; Cum, cumarilato in 2 diversi isomeri.

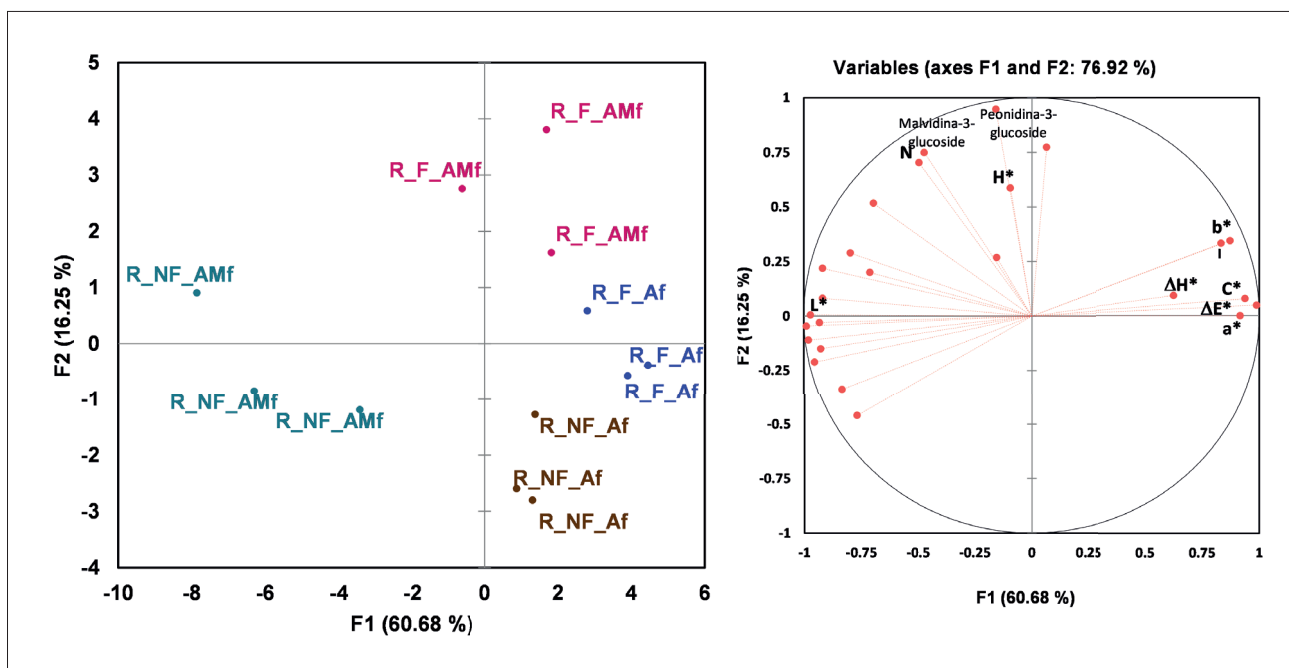


Figura 3. Biplot PCA (variabili auto-scalate) per i vini rossi all'imbottigliamento, costruito su antociani e parametri colorimetrici. R, vini sottoposti a macerazione fermentativa; NF, vini da uve non congelate; F, vini da uve congelate; Af, vini sottoposti a sola fermentazione alcolica; AMf, vini sottoposti a fermentazione alcolica e malolattica.

Riferimenti

- [1] Darnal, A., Poggesi, S., Ceci, A. T., Mimmo, T., Boselli, E., & Longo, E. (2023). Effetto interattivo del congelamento pre-fermentativo delle uve e della fermentazione malolattica sul profilo degli antociani in vini rossi soggetti a instabilità del colore. *EFRT*, 249(8), 2045-2065
- [2] Darnal, A., Poggesi, S., Ceci, A. T., Mimmo, T., Boselli, E., & Longo, E. (2023). Effetti delle pratiche pre- e post-fermentative sui tannini condensati oligomerici ciclici e non ciclici nel vino da uve Schiava. *Current Research in Food Science*, 6, 100513





Figura 1. Immagine di estratti ottenuti da piante officinali.

2.6.7 Cooperazione transfrontaliera per la valorizzazione di piante alpine fonte di composti bioattivi

Giovanna Ferrentino, Maria Concetta Tenuta, Lucrezia Angeli, Ksenia Morozova, Matteo Scampicchio
Facoltà di Scienze Agrarie, Ambientali e Alimentari
Libera Università di Bolzano

Agli antiossidanti e gli agenti antinfiammatori sono sostanze che, anche a basse concentrazioni, possono ritardare i processi di ossidazione e ridurre gli stati infiammatori.

Gli estratti di piante, utilizzati da secoli per prevenire lo stress ossidativo e mitigare l'infiammazione, rappresentano un complesso di biomolecole il cui profilo fitochimico dipende dal solvente e dalla tecnica estrattiva utilizzata.

Il progetto NETTLE, frutto della collaborazione tra la Libera Università di Bolzano, l'Università di Udine e la Fachhochschule Salzburg GmbH, si propone di: (1) raccogliere campioni rappresentativi di oltre 30 piante in diverse aree della regione transfron-

taliera; (2) ottenere estratti mediante diversi solventi e tecniche estrattive, sia convenzionali che innovative, ecocompatibili e sostenibili; (3) determinare il profilo fitochimico degli estratti; e (4) valutare le loro proprietà antiossidanti, antimicrobiche, antinfiammatorie e cicatrizzanti.

L'obiettivo finale è la creazione di un database contenente tutte queste informazioni, fornendo un'impronta digitale delle piante alpine della regione transfrontaliera. Questo approccio sperimentale, garantito dalla collaborazione transfrontaliera dei partner, si basa su una sinergia di competenze diverse e complementari.

2.6.7



Figura 2. Immagine della stella alpina e fiordaliso utilizzati per produrre estratti naturali.



2.6.8 Bostrico e fisiologia dell'abete rosso

Anna Candotti, Enrico Tomelleri

Facoltà di scienze e agrarie, ambientali e alimentari, gruppo di lavoro: Selvicoltura, Pianificazione ed Ecologia Forestale.

Negli ultimi decenni si è registrato un aumento significativo della frequenza e della gravità dei disturbi forestali causati da insetti. Questi disturbi, determinati dal cambiamento climatico, hanno portato a una diffusa mortalità degli alberi su scala da locale a globale.

Comprendere i meccanismi di difesa e risposta delle specie arboree è fondamentale per gestire le epidemie di alcuni di questi insetti. Nello specifico, differenziare accuratamente le risposte della chioma dell'abete rosso



Abbildung 1. Messgeräte für das Monitoring von umwelt- und ökophysiologischen Parametern

agli attacchi di bostrico da altri fattori di stress, come la siccità, è essenziale per identificare da remoto i popolamenti attaccati e definire strategie gestionali di precisione (tagli fitosanitari).

Questo studio - in cooperazione con l'agenzia per i demani provinciali e la ripartizione foreste - si concentra su un esperimento di manipolazione condotto nella foresta del Latemar. L'obiettivo dell'esperimento è quello di individuare gli indicatori iniziali dello stress da siccità e degli attacchi di bostrico a livello di singolo albero.

A tal fine, abbiamo impiegato tecniche di monitoraggio continuo, combinando misure fisiologiche e spettroscopia, per osservare la risposta degli abeti alla siccità e all'infestazione da bostrico. L'esperimento include due tipologie di trattamento: l'induzione dello stress da siccità e la simulazione di un attacco iniziale da bostrico. Inoltre, sono stati monitorati con gli

stessi metodi alberi realmente attaccati da bostrico.

Il nostro approccio al monitoraggio prevede l'uso di un dispositivo Internet of Things (IoT) in grado di registrare vari parametri ambientali quali la temperatura dell'aria e l'umidità relativa, oltre a parametri ecofisiologici tra cui la crescita radiale, il flusso di linfa e l'assorbimento di luce (Figura 1). Inoltre, abbiamo monitorato regolarmente il contenuto di umidità del suolo. In aggiunta, è stata monitorata la composizione chimica fogliare e le relative proprietà spettrali attraverso un campionamento in chioma con drone (Figura 2).

Analizzando i primi dati raccolti, siamo stati in grado di seguire i cambiamenti nei meccanismi di risposta degli alberi durante la stagione di crescita e di distinguere tra gli effetti delle infestazioni di bostrico e lo stress da siccità. In particolare, abbiamo potuto evidenziare una diversa risposta di regolazione traspirativa degli alberi

trattati rispetto agli alberi di controllo. Oltre a questo, il comportamento temporale contrastante tra i due gruppi di trattamento e controllo nella chimica fogliare e nelle proprietà spettrali ha fornito informazioni preziose per distinguere le dinamiche legate alle due tipologie di stress.

In previsione di un aumento della frequenza dei disturbi abiotici e biotici dovuti al cambiamento climatico, i nostri risultati contribuiscono a una più profonda comprensione delle complesse interazioni tra gli alberi, gli insetti e il loro ambiente. In ultima analisi, queste conoscenze favoriranno il riconoscimento precoce dei danni da remoto e potranno supportare future strategie di gestione atte a mitigare gli impatti dei cambiamenti climatici sugli ecosistemi forestali.



Abbildung 2. Probenentnahmen aus der Baumkrone mit einer Drohne

2.6.8