



Relazione finale delle attività e dei risultati del progetto di **INnovazione Tecnico-agronomica in Viticoltura ed Enologia BIOlogica (INTAVIEBIO)**

MISURA 16 DEL PSR 2014-2020 DELLA REGIONE AUTONOMA FRIULI VENEZIA GIULIA – TIPO DI INTERVENTO 16.1.1
SOSTEGNO PER LA COSTITUZIONE E LA GESTIONE DEI GRUPPI OPERATIVI DEL PEI IN MATERIA DI PRODUTTIVITÀ E
SOSTENIBILITÀ DELL'AGRICOLTURA - SECONDA FASE - PROGETTO ID 84250226408



Attività realizzata con il contributo del Programma di Sviluppo Rurale 2014-2020 della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, Mis. 16.1.1 seconda fase, Progetto ID 84250226408

INDICE

Struttura della relazione.....	3
Richiamo agli obiettivi del progetto	4
ALLEGATO B Finalità del progetto	5
ALLEGATO B Attività previste	7
ALLEGATO B Attività 1: Costituzione del GO	7
ALLEGATO B Attività 2: Parametri di copertura da rame nel territorio	8
ALLEGATO B Attività 3: rilevamento del rame con analisi d'immagine	11
ALLEGATO B Attività 4: determinazione delle perdite di efficacia del rame sulla vegetazione	13
ALLEGATO B Attività 5: Monitoraggio cantina con WINEGRID.....	15
ALLEGATO B Attività 6: Attività tecnologica di vinificazione	18
ALLEGATO B Attività 7: promozione e marketing	22
ALLEGATO B Attività 8: condivisione dei risultati.....	23
ALLEGATO B Risultato atteso 1: Protezione della vite con riduzione dei dosaggi di rame	26
Risultato operativo 1.1 Livello di presenza di rame sufficiente ad avere effetto antiperonosporico, nelle specifiche condizioni regionali	26
Risultato operativo 1.2 Metodo per la determinazione della presenza di rame sulle foglie attraverso analisi d'immagine	26
Risultato operativo 1.3 Determinazione delle perdite di efficacia del rame sulla vegetazione	28
ALLEGATO B Risultato atteso 2: Riduzione utilizzo di input nella vinificazione bio	31
Risultato operativo 2.1 Monitoraggio costante della fermentazione	31
Risultato operativo 2.2 Predisposizione di protocolli	31
ALLEGATO B Risultato atteso 3: Panoramica sulle tendenze di consumo vini senza solfiti/biologici	32
ALLEGATO B Ricadute concrete.....	33
Indicatori.....	35
ALLEGATO B 5. RILEVANZA E AMPIEZZA DELLE AZIONI DI DIFFUSIONE.....	36

Struttura della relazione

La seguente relazione è strutturata sulla base del documento “Allegato B” presentato per il finanziamento della seconda fase misura 16.1.

L’allegato B, presentato a suo tempo, è stato per lo scopo formattato su due colonne in modo da mantenere in quella di sinistra il testo originale per le parti pertinenti, ed in quella di destra una descrizione delle attività svolte e dei risultati ottenuti^{*)}. Dato il limitato spazio disponibile, nella colonna di destra è stata inserita una descrizione riassuntiva delle attività e dei risultati. Nella descrizione vi sono dei riferimenti a documenti esterni (allegati) che sono da considerarsi parte di questa relazione finale e che la integrano e completano. I nomi dei file allegati alla presente relazione sono formati dal codice del partner principale dell’attività svolta seguito dal numero di allegato e dal nome del documento. Ad esempio un allegato relativo alle attività in vigneto sarà: PP1_V_All1_nome_allegato e sarà indicato in forma abbreviata nel testo come PP1_V_All1.

I partner di progetto sono elencati nella tabella qui sotto riprodotta.

** La presente formattazione è stata adottata in seguito alle indicazioni emerse nel corso degli incontri sulle modalità di rendicontazione della misura 16.1 tenuti presso la sede regionale*

ID Partner	Denominazione partner
CAPOFILA	AIAB FVG APS
PP1	Università degli Studi di Udine DI4A
PP2	Vinidea s.r.l.
PP3	Fondazione Edmund Mach Centro Trasferimento Tecnologico
PP4	Az. Agr. El Clap dei f.lli Mocchiutti e Zorzenon M.C.
PP5	Arcania s.r.l.
PP6	Az. Agr. Vivai Pinat 1923
PP7	Az. Agr. Visintini Andrea di Visintini Oliviero, Cinzia e Palmira s.s.
PP8	Az. Agr. CADIBON di Luca Bon

Richiamo agli obiettivi del progetto

La proposta progettuale mirava a **ridurre due input** utilizzati in viticoltura ed enologia biologica che hanno effetti collaterali negativi e che spingono produttori e consumatori a ridurne e, ove possibile, eliminarne l'uso: il **rame** come antiperonosporico e i **solfiti** come coadiuvante di vinificazione.

Il rame è usato in viticoltura per prevenire le infezioni di peronospora. Deve essere presente su foglie e grappoli prima che l'infezione abbia luogo ed è quindi necessario reiterare la distribuzione di formulati rameici durante la stagione vegetativa.

Il rame è un metallo pesante ed il suo accumulo nel terreno (dovuto al dilavamento di quello presente sulle foglie ed alla caduta delle foglie stesse sul terreno) è dannoso per l'ambiente. Per questo motivo in viticoltura biologica l'utilizzo di rame è attualmente limitato a 4 kg/ha/anno^(*). Il nuovo limite richiederà ancor maggiore precisione negli interventi antiparassitari. La riduzione dell'uso del rame presuppone la possibilità di limitare le applicazioni ai momenti e nelle dosi in cui ve n'è più necessità. Attualmente la determinazione del rame presente sulla vegetazione richiede analisi chimiche relativamente laboriose che ne limitano nella pratica l'utilizzo. Di conseguenza si usano trattamenti a calendario, o basati sui dati meteorologici e su stime di infezione, ma sempre con atteggiamento cautelativo e conseguentemente con qualche trattamento che potrebbe essere evitato avendo a disposizione strumenti decisionali più precisi in particolare sulla durata di copertura. È noto come il rame tenda ad accumularsi nel corso della stagione sulla superficie di foglie e grappoli ma non è ancora possibile prevedere con che rapidità e in quali condizioni perda la capacità di entrare in soluzione acquosa e quindi la sua efficacia come antiperonosporico. La possibilità di definire un modello in grado di rappresentare la perdita di efficacia del rame sulla vegetazione nel tempo può consentire una migliore stima della copertura residua dei trattamenti precedenti e aumentare quindi l'intervallo temporale tra i trattamenti.

Sul fronte vinificazione i solfiti vengono tradizionalmente utilizzati nella vinificazione e sono naturalmente presenti nel vino in quantità variabile a seguito della fermentazione. Essi sono sostanze allergeniche ed hanno anche effetti negativi su persone non allergiche ma con patologie respiratorie. Inoltre possono modificare il profilo sensoriale dei vini. Per questi motivi sono ammessi in vinificazione biologica in quantità inferiori rispetto al convenzionale ed è interesse di consumatori e vignaioli poterne utilizzare quantità minime o farne a meno quando possibile.

* Dalla presentazione dell'Allegato B il cambiamento al regolamento che norma l'agricoltura bio più rilevante ai fini del progetto è stato il nuovo limite per il rame definito a livello europeo nel 2019.

MISURA 16 - COOPERAZIONE

TIPO DI INTERVENTO 16.1.1 – SOSTEGNO PER LA COSTITUZIONE E LA GESTIONE DEI GRUPPI OPERATIVI DEL PEI IN MATERIA DI PRODUTTIVITÀ E SOSTENIBILITÀ DELL'AGRICOLTURA

SECONDA FASE – INVITO A PRESENTARE I PROGETTI DI INNOVAZIONE DEI GRUPPI OPERATIVI



Nel progetto INTAVIEBIO le attività svolte hanno permesso durante la fase I di raccogliere e verificare alcune esigenze della vitivinicoltura biologica, e di testare e disseminare dei protocolli operativi resi disponibili dall'attività di sperimentazione di entità pubbliche e private nel corso della fase II.

Le attività e i risultati sono descritti in dettaglio nei successivi paragrafi della presente relazione. Qui di seguito vengono riassunti i principali punti sviluppati dando rilievo ai principali risultati operativi.

Sistema di determinazione del livello di copertura da rame di un vigneto con un'analisi non distruttiva.

Il rame apportato con i trattamenti antiparassitari si accumula nel corso della stagione sulla vegetazione.

Riuscire a determinare con metodi utilizzabili dagli agricoltori la quantità di rame efficace, frazione di quello totale, risulterebbe di notevole interesse per il settore. Nel corso del progetto i principali risultati sono stati:

- determinazione e verifica in ambiente protetto e in campo del tenore di rame necessario per una difesa efficace; tale valore risulta attestarsi su 5 mg di rame metallo per m² di superficie vegetale;
- verifica in ambiente controllato della dinamica temporale di riduzione e recupero della efficacia antiperonosporica del rame in funzione dei cicli di bagnatura/asciugatura e implicazioni sui trattamenti in vigneto;
- ottenimento di immagini digitali – da telefoni con fotocamera - con saturazione di colore correlata al tenore di rame presente sulla vegetazione;

- calibrazione di un algoritmo in grado di stimare la saturazione di colore delle immagini e confrontarla con immagini ottenute a concentrazioni note di rame (analisi di immagine).

Alcuni numeri sulle attività svolte nell'ambito progetto:

- 1866 analisi di laboratorio per il tenore di rame su campioni prelevati nei vigneti delle aziende partner;
- 5287 campioni di foglie trattate con concentrazioni note di sali di rame (poltiglia bordolese, ossicloruro, idrossido) in ambiente protetto e verifica dello sviluppo di infezioni peronosporiche a seguito di inoculo artificiale e bagnature pre infezione;
- 806 immagini digitali con saturazione di colore proporzionale alla quantità di rame utilizzato (campioni aziendali);
- 306 immagini digitali con saturazione di colore proporzionale alla quantità di rame utilizzato - in ambiente controllato - per la calibrazione dell'algoritmo di analisi dell'immagine.

Sistema di monitoraggio in continuo della fermentazione alcolica per intervenire solo se necessario ed in modo puntuale.

Sono stati installati e testati sensori IOT in grado di rilevare in continuo temperatura, densità, cinetica di fermentazione giornaliera, ossigeno disciolto.

I dati rilevati hanno contribuito alla messa a punto di 4 protocolli di vinificazione, con basso o nullo tenore di solfiti aggiunti, impiegati nella seconda stagione del progetto, compatibili con la regolamentazione sulla vinificazione bio.

Durante l'attività sono state effettuate 804 analisi microbiologiche per la determinazione dei lieviti totali, 180 caratterizzazioni molecolari di batteri lattici su campioni di mosto aziendali e da microvinificazione e altre 274 analisi microbiologiche.

Attività 1: Costituzione del GO

Il GO è stato costituito con atto notarile a marzo 2020.

Attività 2: Parametri di copertura del rame nel territorio:

I rilievi in vigneto sono stati effettuati da CAPOFILA e PP1 su tutte le 5 aziende partecipanti al progetto (PP 4-8) allo scopo di misurare il tenore in rame e l'incidenza della peronospora su casistiche differenziate per zona viticola e per formulati rameici utilizzati. Nell'azienda Arcania e Visintini sono state installate delle centraline meteorologiche. Nella **stagione vegetativa 2020** sono state campionate foglie da fine aprile ad agosto per 10 campionamenti, i grappoli sono stati campionati in 4 momenti nel periodo del loro sviluppo fino al periodo pre-invaiatura. Le foglie sono state campionate nella parte centrale dei vigneti, 10 foglie adulte a campionamento, posizionate in zona prossimale al grappolo. Per avere informazioni sulla distribuzione dei prodotti rameici utilizzati, le foglie sono state trattate in laboratorio con una soluzione all'1% di acido nitrico lavando una superficie definita della pagina superiore e della pagina inferiore. Pertanto per ogni **campionamento di foglie**, considerato che i vigneti erano 5, sono state analizzate 50 foglie per un totale di **100 campioni** di lavaggio (50 pagina inferiore e 50 pagina superiore). Sono stati effettuati **10 campionamenti** a cadenza settimanale fino ad agosto, risultando in una serie di **1000 campioni** di lavaggio.

I **grappoli** sono stati poi campionati in **4 momenti** del loro sviluppo e sono stati immersi in soluzione acida per alcune ore al fine di passare in soluzione il rame presente sul grappolo. I campionamenti sono stati effettuati in condizioni di vegetazione asciutta al fine di poter manipolare e trasportare foglie e grappoli senza il rischio di alterare la copertura del rame. I dati sulle concentrazioni di rame rilevati da UNIUD mediante analisi di laboratorio evidenziano un aumento significativo della concentrazione del metallo nel corso della stagione per effetto accumulo su foglie e grappoli (Vedere documento PP1_V>All4-6, Allegati IV e VI).

I dati quantitativi della presenza di rame su foglie e grappoli delle diverse aziende sono risultati variare in funzione del protocollo di trattamenti e dei differenti formualti rameici utilizzati.

Un aspetto importante emerso dai rilievi del primo anno è la corrispondenza tra i valori rilevati nelle due superfici della foglia (pagina superiore e inferiore). **Per questo motivo nel secondo anno di rilievo è stato adottato un criterio di campionamento e di analisi modificato e ottimizzato per avere con numero di analisi simile alla prima stagione informazioni su un numero maggiore di campioni.** Per quanto riguarda i grappoli le informazioni ricavate non hanno portato a conclusioni statisticamente probanti, motivo per cui nel secondo anno di rilievi sono stati esclusi i grappoli dai campionamenti. Le risorse liberate sono state utilizzate per aumentare il numero di campioni di foglie.

Nel **2020** sono stati effettuati i **rilievi della peronospora in 4 momenti chiave** della stagione vegetativa, su **foglie e su grappolo**. I rilievi (diffusione e severità) sono stati effettuati nella stessa zona centrale del vigneto dove sono state prelevati i campioni di foglie e grappoli, utilizzando un preciso schema di campionamento che prevedeva la valutazione su tutta la parete dei filari. I dati sull'incidenza della peronospora sono stati correlati con i valori di rame presente sulle foglie e sui grappoli, oltre che con i dati ottenuti dalle centraline meteo (ove installate). Nei rilievi della stagione 2020 si evidenzia un'alta variabilità tra le aziende partecipanti, questo conferma che, pur adottando un protocollo di trattamenti che rispetta il regolamento europeo sull'agricoltura biologica, esiste una alta variabilità sulle coperture di rame su foglie e grappoli.

I risultati ottenuti nel corso della prima stagione hanno permesso di apportare alcune modifiche alle attività in campo della seconda **stagione vegetativa 2021**.

Le foglie sono state analizzate solo nella parte inferiore, questo ha consentito di **aumentare la numerosità dei campioni fogliari** ed in particolare sono state prelevate foglie adulte (in prossimità del grappolo) e foglie giovani (terza-quarta fogliolina dall'apice), inoltre non si sono campionati i grappoli come spiegato in precedenza.

I campioni sono stati fatti sempre nella parte centrale dei vigneti ed hanno consentito di ricavare informazioni utili in quanto le foglie giovani risentivano solo del rame dell'ultimo trattamento. Nel vigneto dell'azienda Arcania sono stati effettuati campioni prima e dopo il trattamento antiparassitario. Nel secondo anno di rilievi le foglie sono state processate anche in funzione delle esigenze legate all'analisi dell'immagine per la stima del rame attivo (frazione del rame totale presente. Per questo per ogni foglia è stata lavata per l'analisi ICP una superficie nota a sinistra della nervatura centrale, mentre a destra della nervatura centrale è stata ottenuta un'impronta con cartina Cuprotesmo. (Per dettagli vedere documento PP1_V_All4-6, Allegati IV, V e VI).

Attività 3: rilevamento del rame con analisi d'immagine :

PP2 - VINIDEA

Vinidea si è occupata inizialmente dello studio bibliografico relativo all'identificazione di sonde (probe) adatte alle esigenze dell'attività 3 del progetto. Questa ricerca ha portato all'individuazione di un prodotto commerciale denominato Cuprotesmo, prodotto non disponibile al momento della redazione della proposta progettuale. L'attività di validazione e l'adozione delle cartine Cuprotesmo, se da un lato ha comportato maggiore lavoro al personale Vinidea, dall'altro ha reso superflua l'attività di sintesi di un probe originariamente prevista (per supplice all'originaria non disponibilità sul mercato) facendo uso delle competenze di ISVEA. L'attività di ricerca bibliografica e di messa a punto del protocollo per l'utilizzo della metodologia individuata sono descritte nella relazione allegata (Allegato PP2_All1).

PP1 - UNIUD

Sui campioni di foglie prelevati nei vigneti delle aziende partner e analizzati in laboratorio è stata ottenuta, in parallelo, una impronta con cartine Cuprotesmo (vedere relazione PP2_All1).

Per avere stime riferibili ai valori ottenuti con le analisi di laboratorio (con Plasma ottico) ogni foglia è stata divisa in due parti speculari, una utilizzata per il lavaggio con acido nitrico e seguente analisi ICP, l'altra per la procedura di assorbimento del rame su cartina Cuprotesmo.

Le immagini delle cartine Cuprotesmo dopo l'assorbimento del rame sono state acquisite tramite fotografia digitale. Le immagini digitali sono state poi analizzate per la saturazione di colore per ottenere una stima del tenore in rame tramite algoritmo calibrato da VINIDEA su dati ottenuti in ambiente controllato da PP3 (||Ilegato PP2_All1).

CAPOFILA

L'attività di AIAB FVG è consistita nel coordinamento dei partner coinvolti e nella partecipazione alle prove di messa a punto della metodologia basata sull'analisi dell'immagine (immagini digitali e loro studio statistico per calibrazione algoritmo analisi di immagine).

Attività 4: determinazione delle perdite di efficacia del rame sulla vegetazione

L'attività condotta dalla Fondazione Edmund Mach (FEM, PP3) si è focalizzata sulla valutazione, in condizioni controllate, dell'efficacia di alcuni formulati rameici impiegati a bassi dosaggi nel controllo di peronospora a seguito di bagnature fogliari indiziate come fonte di anomalie di protezione rilevate in campo. Lo studio è stato condotto presso i laboratori della FEM su dischetti fogliari (diametro 19 mm) ottenuti da foglie giovani di barbatelle (Pinot grigio VCR204/Kober 5 BB) allevate in vaso da 2.5 litri in serra. In totale **sono stati analizzati 5287 campioni di foglie, costruendo quindi una significativa base dati statistica.**

Il materiale vegetativo utilizzato nelle prove condotte nel triennio 2020-2022 è stato ottenuto da batterie di barbatelle allevate al bisogno per garantire omogeneità di età delle foglie e adeguata sensibilità a peronospora.

I dischetti fogliari ricavati dalle foglie delle barbatelle sono stati posizionati in piastre Petri da 90 mm con la pagina inferiore rivolta verso l'alto su carta assorbente inumidita.

Ogni trattamento era rappresentato da cinque piastre contenenti cinque dischetti fogliari ciascuna (Figura 1, per le figure citate nel testo fare riferimento all'allegato PP3_All1).

Nei vari esperimenti sono stati usati tre sali rameici a diversi dosaggi. In particolare, è stata usata una formulazione a base di poltiglia bordolese al 20%, una di ossicloruro al 35% e una di idrossido al 20%. Nel primo anno di sperimentazione la maggior parte delle prove sono state eseguite utilizzando il sale poltiglia bordolese mentre al secondo e terzo anno si è estesa la sperimentazione impiegando ossicloruro e idrossido di rame.

I prodotti rameici sono stati distribuiti sulla pagina inferiore dei dischetti fogliari mediante l'utilizzo di una Torre di Potter che simula un trattamento con atomizzatore, ma al contempo consente una distribuzione omogenea e controllata (Figura 2). Tale modalità si è resa necessaria per eliminare molti fattori di variabilità che si riscontrano con altre attrezzature per il trattamento ed ha permesso l'esatta quantificazione del rame depositato tramite la determinazione del peso della soluzione apportata sulla superficie della piastra. Negli esperimenti sono state applicate le diverse sospensioni rameiche (2 mL/piastra) ai dosaggi riportati in Tabella 1. Una tesi non trattata è stata usata come controllo.

Eseguito il trattamento si sono attesi 30 minuti per l'asciugatura del prodotto sotto cappa chimica e successivamente applicati 2 mL di acqua deionizzata per piastra al fine di simulare la bagnatura fogliare in assenza di dilavamento, anch'essa con la Torre di Potter dopo opportuna pulizia. Le piastre sono state chiuse, impilate ed inserite in sacchetti per ovviare ad una asciugatura anticipata. Nella sperimentazione sono state valutate sei tempistiche di bagnatura fogliare (0.5, 2, 3, 6, 16 o 24 ore) riassunte nella Figura 3 dell'allegato PP3_All1. La variazione dell'efficacia per effetto della bagnatura è stata confrontata con una tesi ove la bagnatura non è stata applicata (0 ore).

A fine bagnatura, le piastre sono state aperte per 30 minuti sotto cappa chimica fino a completa asciugatura. L'efficacia del rame è stata valutata inoculando i dischetti fogliari con una sospensione di *P. viticola* avente una concentrazione di 2.6×10^5 sporangi/mL. Per l'infezione è stato usato un pool di ceppi di *P. viticola* collezionati in campi non trattati nel comune di San Michele a/A e rigenerati periodicamente su piante di vite in serra. Anche per l'inoculo di peronospora è stata utilizzata la Torre di Potter applicando 4 mL/piastra. Le piastre chiuse sono state sigillate con carta stagnola per una notte e incubate a 25°C. Al mattino seguente i dischetti fogliari sono stati asciugati sfruttando la ventilazione della cappa chimica. Le piastre sono state richiuse e posizionate in condizioni di serra a 25°C con umidità relativa del 75% e luce naturale per il completamento del periodo di incubazione. Ogni esperimento è stato ripetuto almeno due volte.

A sette giorni dall'inoculo, ogni piastra è stata fotografata e l'immagine analizzata con il software ImageJ 1.53i (National Institute of Health, USA) per la quantificazione della gravità della malattia, cioè la percentuale di area di ogni singolo dischetto coperta dalla sporulazione.

I dati di gravità dei dischetti di ogni singolo trattamento sono stati mediati. L'efficacia (formula di Abbott) è stata calcolata per ogni dischetto a partire dal valore medio di gravità di attacco della tesi non trattata. I valori di efficacia sono stati sottoposti ad analisi della varianza (ANOVA, $p < 0.05$) e al test di Tukey ($\alpha = 0.05$) per i confronti multipli. Per l'analisi statistica ci si è avvalsi del software Statistica 14 (Tibco software Inc.).

A supporto delle attività 2 e 3 sono state eseguite una serie di prove in laboratorio (ottenendo 306 immagini digitali) al fine di calibrare il modello matematico che ha messo in relazione la quantità di rame depositato sulla superficie fogliare e l'intensità di colorazione sviluppata sulle cartine Cuprotesmo®.

Attività 5: Monitoraggio cantina con WINEGRID

I anno

Nel corso del primo anno di attività, il monitoraggio in continuo delle fermentazioni ha preso in considerazione il sistema WINEGRID, che consiste in sensori IOT potenzialmente in grado di misurare in tempo reale variabili quali temperatura, torbidità, colore, densità e livello nei serbatoi in fermentazione. Il sistema consente inoltre, mediante l'applicazione di opportuni algoritmi, di prevedere come quest'ultima potrebbe evolvere nel tempo, prevenendone potenzialmente eventuali arresti.

Il sensore in oggetto, è stato installato presso le aziende El Clap (Villanova, UD) e Visintini Andrea (Corno di Rosazzo, UD). Sono state prese in esame due masse, una per ciascuna azienda; presso la cantina Visintini, si è monitorato un Friulano durante la fermentazione in anfora, presso El Clap, invece, un Pinot grigio in serbatoio di acciaio inox.

Il sensore restituiva i seguenti parametri:

- Temperatura in °C;
- Densità (in g/cm³);
- Cinetica di fermentazione (trend nelle 24 ore) in g/cm³/giorno.

I risultati sono riportati nell'Allegato I (PP1_E_All1-5) alla presente Relazione. Dall'analisi dei dati acquisiti è stato possibile evidenziare condizioni fermentative diverse nelle due cantine e nei due diversi tipi di contenitore (anfora vs. acciaio inox).

Il sistema WINEGRID è risultato potenzialmente molto interessante, per la capacità di prevedere, come potrebbe evolversi la fermentazione alcolica. Più complesso invece risulta il monitoraggio della fermentazione malolattica, per cui la densità o la temperatura non sono variabili altrettanto funzionali allo scopo.

Inoltre, dall'esperienza pratica svolta nel corso del primo anno di progetto, la sola previsione dell'evoluzione fermentativa e il suo monitoraggio continuo, sono state utili a risolvere solo una parte delle problematiche della vinificazione bio, ovvero quelle di natura microbiologica e fermentativa, mentre il supporto alla protezione del vino dalle ossidazioni risulta minore.

II anno

Sulla base dell'esperienza della prima stagione, si è deciso, nel corso del secondo anno, di cambiare approccio, cercando di monitorare variabili maggiormente funzionali all'aspetto ossidoriduttivo.

È stata dunque svolta un'indagine, in stretta collaborazione con altri partner del Progetto (VINIDEA, AIAB), che ha portato all'individuazione di un secondo sistema IOT denominato Chai Connecté, messo a punto dall'azienda francese Onafis.

I sensori in oggetto sono in grado di restituire in tempo reale diverse variabili, quali temperatura interna ed esterna ai vasi vinari, umidità relativa, pressione atmosferica e (caratteristica che è stata ritenuta maggiormente interessante) ossigeno disciolto.

I sensori sono stati installati presso l'azienda Visintini Andrea a Corno di Rosazzo e il monitoraggio è stato eseguito su 5 serbatoi, 4 dei quali erano relativi alle prove svolte nell'ambito dell'Attività 6, durante la vendemmia 2021.

Le attività sono iniziate a giugno 2021 e hanno portato ad una prima installazione dei sensori all'inizio di agosto.

L'installazione si è dimostrata da subito complessa, essenzialmente a causa del fatto che l'azienda Onafis, non dispone attualmente di una rete di assistenza tecnica in territorio Italiano; tutti gli interventi e i settaggi, sono stati quindi effettuati in remoto. I principali problemi riscontrati sono stati i seguenti:

- Danneggiamento di alcuni sensori durante la prima spedizione, fatto che ha portato a dover attendere una seconda spedizione di sensori dalla Francia;
- Difficoltà di configurazione dei sensori (che comunicano i dati alla piattaforma di acquisizione Onafis mediante segnale WiFi) per l'abbinamento al WiFi aziendale; questo ha determinato la necessità di diversi interventi di settaggio in remoto dell'équipe Onafis, in collegamento con personale UNIUD, presso l'azienda Visintini, interventi che si sono protratti fino a fine settembre 2021;
- Segnale WiFi aziendale che, pur risultando intenso, appariva talvolta non sufficiente ad interfacciarsi con i sensori, nonostante la distanza fra i sensori stessi e l'access point fosse nei limiti tecnici indicati da Onafis;
- Limitata durata delle batterie in dotazione ai sensori stessi;
- Interruzione dell'acquisizione dei dati presumibilmente legato alla diminuzione della temperatura durante la fase di stabilizzazione a freddo dei vini.

Le difficoltà tecniche rilevate, hanno tuttavia consentito l'acquisizione di dati affidabili, in un intervallo di tempo relativamente limitato, ma sufficiente per trarre delle conclusioni.

Il sistema Chai Connecté (Allegato II) appare utile in particolare per la misura di uno dei parametri che restituisce, ovvero la concentrazione di ossigeno dissolto. Più in dettaglio, la conoscenza e il controllo costante di questo indice permetterebbe alle aziende di procedere, durante la conservazione dei vini, ad interventi di solfitazione mirati, consentendo un impiego più razionale dei solfiti e garantendo la possibilità di operare una significativa riduzione delle loro dosi di impiego. Nelle tesi monitorate, ad esempio, il sensore è stato in grado di individuare pratiche come il travaso o la risospensione delle fecce durante i bâtonnage effettuati sulle masse.

Integrando i risultati dei test svolti sulle due tipologie di sensori IOT analizzati nel corso del progetto, il sistema WINEGRID appare più indicato per il monitoraggio della fermentazione alcolica, in virtù della sua capacità predittiva dell'andamento, a patto però che si prendano in considerazione anche altre variabili oltre la temperatura (es. densità). Le modalità con cui sono stati realizzati i test presentati, tuttavia, suggeriscono prudenza nell'utilizzo dei dati raccolti, che andranno comunque integrati, al bisogno, da analisi chimiche adeguate ai fini decisionali.

Il sistema Chai Connecté, invece, è apparso più utile in post-fermentazione, soprattutto per la sua capacità di misurare l'ossigeno dissolto. È interessante sottolineare, a tal proposito, che l'azienda Onafis sta attualmente elaborando un nuovo algoritmo per la stima dei tenori di anidride solforosa, che potrà rappresentare un ulteriore strumento per la messa in atto di pratiche enologiche maggiormente mirate e sostenibili.

Condizioni necessarie, che i produttori dovranno valutare prima di ricorrere all'impiego di questi sensori IOT, sono la copertura di rete disponibile presso la cantina e la possibilità di avere un servizio di assistenza on-site.

I risultati dell'attività 5 sono riportati negli Allegati I e II alla presente relazione (Vedere allegato PP1_E_All1-5).

Attività 6: Attività tecnologica di vinificazione

Vendemmia 2020

Le prove svolte nel corso della vendemmia 2020 sono state fortemente limitate dal decorso pandemico, che di fatto ha reso difficile eseguire prove in Cantina.

È stato comunque possibile svolgere un'azione di monitoraggio microbiologico delle fermentazioni nelle cantine partner del Progetto.

Tale monitoraggio (All. III, PP1_E_All1-5) ha mostrato degli andamenti regolari, con *Saccharomyces* che prende il sopravvento sulla flora indigena già a partire dal secondo giorno di fermentazione. Si rileva, in

particolare in una delle tre cantine, la presenza di batteri lattici ed Oenococcus, le cui concentrazioni vanno tenute in considerazione, poiché sono a livelli compatibili con la produzione di alte concentrazioni di ammine biogene nel prodotto finito. In tal senso, la standardizzazione del protocollo di vinificazione diventa fondamentale, in particolare nella produzione di vini a ridotto contenuto di SO₂. Da rilevare che, nella stessa cantina c'è un'alta concentrazione di batteri acetici nel mosto che permane fino a due giorni di fermentazione, con conseguente rischio di produzione di alta acidità volatile, che potrebbe peggiorare nel caso di una riduzione dell'utilizzo di SO₂ se non sopraggiungono azioni correttive alternative.

Data la situazione pandemica, al fine di consentire comunque l'acquisizione di sufficienti elementi per la definizione di protocolli sperimentali da applicare nella successiva stagione 2021, a partire da fine ottobre, sono state allestite delle prove di microvinificazione presso la cantina sperimentale del partner UNIUD.

Tali prove hanno utilizzato un blend di vino (Pinot grigio) proveniente dalle cantine partner di progetto. Tale blend è stato trattato con anidride solforosa (50 mg/L) e, in alternativa, con diversi additivi, al fine di definire quali di essi potessero essere più performanti nel consentire una più o meno completa sostituzione dei solfiti. Tali additivi sarebbero poi stati testati durante la stagione 2021, nel corso di ulteriori prove da svolgere in cantina.

Gli additivi messi a confronto sono stati i seguenti:

- Controllo (vino non trattato)
- Aggiunta di SO₂ - 50 mg/L
- Aggiunta di tannino di quercia - 100 mg/L
- Aggiunta di lievito inattivato 1 - 200 mg/L
- Aggiunta di lievito inattivato 2 - 300 mgL
- Aggiunta di batteri lattici (*Lacticaseibacillus casei* N87) 106 ufc/mL
- Aggiunta di glutathione 70 mg/L
- Combinazione di batteri lattici + Lievito inattivato 1 (dosaggi come nelle singole tesi)
- Combinazione di tannino di quercia, 100 mg/L + 15 mg/L di SO₂

I campioni così ottenuti (preparati in tre repliche ciascuno) sono stati condizionati in recipienti in acciaio inox della capacità di 10 L (atti a simulare i vasi vinari) e conservati fino a sei mesi a temperatura di cantina.

Le analisi chimiche sono state condotte dopo 1, 4 e 6 mesi, prendendo in considerazione diversi parametri: anidride solforosa libera e totale, composti tiolici totali (indice della presenza di composti facilmente ossidabili), catechine, analisi del colore e indice di ossidabilità, profilo degli zuccheri e degli acidi organici, analisi voltammetrica e analisi della frazione aromatica. In aggiunta, i vini sono stati caratterizzati anche mediante un test sensoriale, utilizzando il metodo del profilo libero.

Le fermentazioni, infine, sono state monitorate dal punto di vista microbiologico, allo scopo di valutare lo sviluppo di microrganismi fermentanti e l'eventuale presenza di contaminanti.

I risultati delle analisi chimiche (PP1_E_All3) hanno evidenziato che tutti gli additivi alternativi testati hanno avuto un effetto più o meno evidente nel modulare l'evoluzione ossidativa dei vini. Gli additivi più performanti sono apparsi essere il glutathione e il tannino di quercia. Quest'ultimo in particolare ha dimostrato un'ottima sinergia con l'SO₂; l'impiego congiunto dei due additivi ha portato infatti ad un buon effetto stabilizzante, con un dosaggio di solfiti significativamente inferiore.

Aspetto da tenere in dovuta considerazione relativamente all'aggiunta di tannino come parziale sostituto dei solfiti, è la sua impronta sensoriale, che ha portato alcuni dei vini trattati ad essere riconoscibili, con note pesanti di mela cotta e solvente.

Tralasciando il glutatione, il cui impiego non è ancora normato in Europa (ed è stato inserito nella sperimentazione come controllo, per caratterizzare l'effetto dei lieviti inattivi, che notoriamente ne apportano quantità significative), anche i lieviti inattivati (il formulato 2 in particolare) e la bioprotezione con batteri lattici hanno svolto un'azione interessante; infatti, oltre a limitare l'imbrunimento, probabilmente in virtù della loro blanda azione antiossidante, hanno portato a prodotti più caratterizzati dal punto di vista aromatico e che sono risultati preferiti al test sensoriale.

Il monitoraggio microbiologico delle microvinificazioni ha mostrato come l'aggiunta di SO₂ sia stata la sola capace a dare una riduzione importante nello sviluppo di batteri lattici a lungo termine (102 ufc/mL). Anche il tannino si è mostrato, seppur in modo inferiore, capace di ridurre la concentrazione di batteri lattici totali di circa 2 log. La bioprotezione con *Lacticaseibacillus casei* ha protetto dallo sviluppo di altre specie di batteri lattici, permettendo quindi il controllo di potenziali specie produttrici di ammine biogene. *Brettanomyces bruxellensis* non è mai stato rilevato in alcuna tesi (PP1_E_All3).

In base ai risultati ottenuti, è stato deciso di inserire nella sperimentazione da condurre su scala aziendale nel corso della vendemmia 2021, i seguenti prodotti: lieviti inattivati, bioprotezione con batteri lattici e tannino, in quanto risultati in grado di soddisfare il Risultato atteso 2, indicato nel Progetto (Riduzione utilizzo di input nella vinificazione bio – solforosa in primis).

Vendemmia 2021

I protocolli di vinificazione da testare nel corso della vendemmia 2021 sono stati messi a punto fra la primavera e l'estate 2021 e condivisi con le aziende partecipanti.

Le prove sono state svolte a partire dal mese di settembre 2021, presso l'azienda Visintini Andrea, a Corno di Rosazzo.

Sono stati allestiti quattro protocolli, a partire da uve Pinot grigio, secondo lo schema riepilogato di seguito:

- Linea aziendale, vinificata con leggera solfitazione, secondo quanto normalmente eseguito dalla cantina (LA);
- Linea che prevedeva la sostituzione della solfitazione con bioprotezione mediante lieviti (*Metschnikowia pulcherrima*) e batteri lattici (PAR);
- Linea che prevedeva l'aggiunta di lieviti inattivati in diversi momenti del ciclo produttivo (LIN);
- Linea che prevedeva l'impiego di tannino insieme a lievito inattivato, per ridurne l'impatto sensoriale (TAN).

Le tesi allestite per tali protocolli sono state monitorate mediante il sensore Chai Connecté, di cui si è relazionato in merito all'Attività 5.

Uno schema dettagliato dei protocolli svolti è riportato nell'Allegato IV (PP1_E_All1-5) alla presente relazione.

Le vinificazioni sono state condotte in serbatoi in acciaio inox e monitorate nel corso della fermentazione alcolica e durante la conservazione, fino a gennaio 2022.

Dal punto di vista della caratterizzazione fisico chimica, i monitoraggi prendevano in considerazione diversi parametri: anidride solforosa libera e totale, grado alcolico, composti tiolici totali (indice della presenza di composti facilmente ossidabili), catechine, analisi del colore e indice di ossidabilità, profilo degli zuccheri e degli acidi organici, indici colorimetrici CIELab e analisi della componente aromatica. In aggiunta, i vini sono stati caratterizzati anche mediante un test sensoriale, utilizzando il metodo del profilo libero.

Infine, le tesi sono state sottoposte a controllo microbiologico, a partire dalla fermentazione.

Guardando più nel dettaglio gli aspetti chimici e sensoriali, i risultati ottenuti (Allegato V, PP1_E_All1-5) hanno evidenziato come i diversi protocolli testati abbiano portato all'ottenimento di prodotti con caratteristiche diverse. Di seguito le considerazioni più importanti:

- L'anidride solforosa rimane un additivo difficile da sostituire, soprattutto quando sia necessario avere la sicurezza di escludere qualsiasi possibilità di sviluppo microbico indesiderato;
- Gli altri additivi testati, i tannini soprattutto, si sono dimostrati un buon complemento per il controllo delle popolazioni microbiche, anche se in dosaggi elevati, (i tannini) possono conferire ai vini note di legno e di ossidato;
- I lieviti inattivi portano a vini ben caratterizzati dal punto di vista aromatico e tendenzialmente più complessi e maturi; possono tuttavia, incrementando la disponibilità di nutrienti, favorire la crescita di batteri lattici e il decorso di attività microbiche indesiderate;

- Infine la bioprotezione, sembra uno strumento utile ai fini del controllo microbiologico, con potenziali effetti anche sulla frazione fenolica e sulla protezione del colore.

Dal punto di vista microbiologico, infatti, la prova LIN (lieviti inattivi) ha mostrato un andamento nelle cariche e nell'ecologia microbica analogo a quanto evidenziato nella liea aziendale (LA), seppur vi sia una carica di batteri lattici superiore a partire dal giorno 11 fino al termine del monitoraggio. Nella prova con bioprotezione (PAR), compaiono ad alta concentrazione e permangono cariche coerenti con l'inoculo di *Metschnikowia* assente nelle altre fermentazioni, che però convivono con cariche di *S. cerevisiae* analoghe a quelle delle altre tesi. La prova con i tannini, ha evidenziato un effetto di contenimento maggiore, rispetto a LIN, dei non-*Saccharomyces*, che scompaiono già dopo 3 gg di fermentazione. Va comunque evidenziato che l'aggiunta della bioprotezione non ha assolutamente influito sul processo fermentativo, in quanto in tutte le tesi la fermentazione è stata regolare e assolutamente sovrappponibile.

Dalle prove svolte e sulla base dei dati ottenuti, i protocolli testati sono dunque apparsi applicabili in cantina, consentendo il raggiungimento del Risultato operativo 2.2 indicato nel Progetto (Predisposizione di protocolli per elaborare le uve secondo criteri a basso input in grado di valorizzare le loro potenzialità enologiche).

Attività 7: promozione e marketing

L'indagine si è sviluppata da una prima analisi bibliografica, che ha preso in considerazione dati sia nazionali che a livello europeo e internazionale. Sul tema risultano particolarmente pregnanti le analisi condotte nell'ultimo quinquennio da NOMISMA. Sulla base delle informazioni bibliografiche si è strutturato un questionario volto a comprendere sia qual'è il grado di conoscenza dei consumatori sul tema del vino biologico e dei vini senza solfiti, ma anche sondare le loro abitudini e preferenze di acquisto e consumo. Il questionario utilizzato è diviso in 4 sezioni e 23 domande: la prima sezione riporta domande utili a qualificare l'intervistato (età, genere, professione, settore lavorativo e abitudini di consumo del vino); la seconda sezione pertiene la conoscenza del vino biologico; la terza sezione il vino senza solfiti aggiunti. Ogni sezione termina con una domanda a risposta aperta "Perché acquisti vini biologici/senza solfiti aggiunti?" in modo da raccogliere anche suggestioni e richieste non ancora affrontate in bibliografia.

Le risposte (110 set completi) sono state elaborate e approfondite in alcuni aspetti con colloqui diretti tenutisi con i produttori ed i consumatori intervenuti agli incontri divulgativi del progetto.

Le indicazioni raccolte sono state messe a disposizione dei produttori partner quali strumento di orientamento delle campagne di comunicazione e marketing ma anche come elemento nell'orientare le scelte produttive (Vedere documento allegato CAP_Att-VII).

Attività 8: condivisione dei risultati

I risultati ottenuti nel corso delle attività previste dal progetto sono stati presentati in una serie di incontri in presenza ed online. Le locandine degli incontri sono state diffuse attraverso siti web, mailing list e canali social. Maggiori dettagli sulle attività di diffusione sono riportati nel documento allegato PP2_AII2_VIN.

Sono state organizzate 4 giornate dimostrative:

- Mercoledì 30 marzo 2022 presso l’Università di Udine (PP1)
- Giovedì 19 maggio 2022 presso Arcania (PP5)
- Giovedì 26 maggio 2022 presso Visintini di Corno di Rosazzo (PP7)
- Giovedì 28 luglio presso Laboratorio Analisi Sensoriali UNIUD (PP1) con partecipazione delle aziende Arcania e Visintini (PP5, PP7)

Per maggiori dettagli, veda relazione azione 8 punto 1.a

Il convegno regionale “Presente e futuro del vino bio” è stato organizzato il 13 luglio 2022 ore 10h00, a Corno di Rosazzo (UD) presso villa Nachini Cabassi

Per maggiori dettagli, veda relazione azione 8 punto 1.b

I risultati del GO sono stati presentati in seno a:

- 1) Congresso internazionale Enoforum Web Conference tenutosi dal 23 al 24 febbraio 2021 (<https://www.enoforum.eu/>) ad ampia partecipazione di tecnici. Per maggiori dettagli, veda relazione azione 8 punto 1.c
- 2) Fondazione Edmund Mach e Centro di Sperimentazione Laimburg: Presentazione delle prove sperimentali in viticoltura e frutticoltura biologica Giovedì 4 agosto 2022. Una delle relazioni presentate riguardava i risultati ottenuti dal progetto per quanto concerne la difesa antiperonosporica: “Bassi dosaggi di rame: efficacia e stabilità. Risultati del progetto INTAVIEBIO”
- 3) Un poster è stato presentato al IX Convegno Nazionale di Viticoltura, CONAVI 2022, Conegliano 13-15 giugno.
- 4) I risultati del progetto verranno inoltre presentati al 44° Congresso mondiale della vite e del vino organizzato dall’OIV (Organizzazione Internazionale della Vite e del Vino) che si terrà nel mese di giugno 2023.

Un articolo scritto in lingua italiana e inglese dai partner scientifici è stato pubblicato nella rivista Infowine. I risultati del progetto verranno inoltre proposti per la pubblicazione alla rivista “Beverages”.

Per maggiori dettagli, veda relazione azione 8 punto 2.a

La relazione finale è stata caricata sul sito web del progetto.

Per maggiori dettagli, si veda relazione azione 8 punto 2.b

È stata dedicata una sezione ad Intaviebio sul sito dell’AIAB_FVG ([link](#))

Vinidea ha organizzato tre webinar che sono stati promossi ciascuno tramite la pubblicazione di un articolo sulla rivista Infowine e l'invio di newsletter inviate alla mailing list di Vinidea.

Sono stati realizzati con su una piattaforma idonea per l'interazione con i tecnici nel settore.

Per maggiori dettagli, veda relazione azione 8 punto 2.d

Sono stati messi a disposizione del pubblico pubblicando sia sul sito di progetto che sulla rivista e il canale YouTube di Infowine i video dei webinar.

Per maggiori dettagli, veda relazione azione 8 punto 2.e

Sono state inviate 14 newsletter inviate alla mailing list di Vinidea (12.000 tecnici italiani e 3.100 iscritti per la lingua inglese) per dare visibilità agli eventi di presentazione dei risultati e ai risultati tramite l'annuncio della disponibilità di articoli e di video.

Per maggiori dettagli, veda relazione azione 8 punto 2.f

I social media di AIAB FVG e di Vinidea (LinkedIn, Facebook e Twitter) sono stati utilizzati per la promozione degli eventi e l'annuncio della disponibilità dei vari risultati.

Per maggiori dettagli, veda relazione azione 8 punto 2.g

Sono stati redatti 3 practice abstracts nel formato standard EIP-Agri in italiano e in inglese.

Per maggiori dettagli, veda relazione azione 8 punto 2.f

Risultato 1 : Protezione della vite con riduzione dei dosaggi di rame

Risultato operativo 1.1 Livello di presenza di rame sufficiente ad avere effetto antiperonosporico, nelle specifiche condizioni regionali

I dati di laboratorio sulle concentrazioni di rame presente sulle foglie prelevate in vigneto hanno evidenziato una elevata variabilità tra le diverse aziende in entrambe le stagioni monitorate. Viene confermato l'accumulo di rame sulle foglie adulte come evidenziato dai grafici delle singole aziende. Non tutto il rame accumulato è rame attivo nei confronti della peronospora. I valori di rame misurati per le foglie giovani definiscono le quantità di rame derivanti da un singolo - l'ultimo in ordine di tempo - trattamento. (PP1_V_All2, PP1_V_All6, PP1_V_All3, PP1_V_All7, PP1_V_All5, PP1_V_All5_1).

I dati del differenziale tra trattamenti nelle foglie adulte ed i valori delle foglie giovani sono nel range dei **5 mg di rame metallo per m² di superficie vegetale**, valore definito e confermato dalle attività di PP3 in ambiente controllato come soglia per la difesa efficace contro la peronospora. Questo è un dato particolarmente rilevante per quanto concerne la messa a punto di una strategia di difesa efficace in viticoltura biologica.

Dai dati del secondo anno si evidenzia anche un'alta variabilità tra le singole foglie, fatto evidentemente legato alla forma di allevamento a al tipo di macchina irroratrice utilizzata.

Un altro aspetto interessante emerso dai rilievi della prima stagione è la corrispondenza tra i valori di rame rilevati sulle due superfici della foglia (pagina inferiore e pagina superiore), per questo motivo nel secondo anno di rilievo sono stati adottati dei criteri di campionamento e di analisi modificati e ottimizzati per avere

con lo stesso numero di analisi di laboratorio informazioni su un numero maggiore di campioni. Per quanto riguarda i grappoli le informazioni ricavate non hanno portato a conclusioni statisticamente significative, per questo motivo nel secondo anno di rilievi sono stati esclusi i grappoli.

Risultato operativo 1.2 Metodo per la determinazione della presenza di rame sulle foglie attraverso analisi d'immagine

È stata messa a punto una metodologia che permette di ottenere immagini digitali correlate con la concentrazione di rame presente sulla foglia. Le immagini sono state ottenute con degli smartphone aventi caratteristiche standard.

È stato messo a punto un algoritmo in grado di effettuare, tramite analisi di immagine, una correlazione tra la saturazione di colore presente sulle immagini e la relativa concentrazione di rame presente sulle foglie.

Le correlazioni ottenute da PP1 – per i campioni aziendali - tra i valori di rame rilevati tramite analisi ICP e i valori stimati tramite analisi dell'immagine non sono state sempre significative. Risulta importante rilevare che all'aumentare del numero delle immagini utilizzate per la calibrazione dell'algoritmo aumenta l'affidabilità della stima. Da questo si può evincere che la strada dell'analisi di immagine per la stima del rame attivo, frazione del rame totale rilevato tramite analisi ICP, è percorribile aumentando il numero di campioni utilizzati per la calibrazione dell'algoritmo.

I risultati ottenuti sono descritti in maggior dettaglio negli allegati PP2_All1, PP1_V_All2, PP1_V_All4, PP1_V_All6.

Risultato operativo 1.3 Determinazione delle perdite di efficacia del rame sulla vegetazione

Descrizione risultato operativo 1.3. Tabelle e Figure citate nel testo sono riportate nell'allegato PP3_All1. La sperimentazione ha confermato la buona efficacia dei sali di rame nel controllo di *P. viticola* anche a dosaggi particolarmente bassi. Come si può notare nella Figura 4, coperture fogliari con quantitativi superiori a 2.5 mg di rame metallo per metro quadrato di foglia consentono una marcata protezione nei confronti di *P. viticola* con valori superiori al $91.5 \pm 1.2\%$. Raggiunti valori di 7.5 mg/mq, ulteriori apporti non incrementano significativamente l'efficacia del prodotto. Ciò significa che con applicazioni in campo di dosaggi pari a 300 g/ha di rame metallo, al netto di tutti i fattori perturbativi che ne limitano efficacia e persistenza, si raggiunge la soglia di massima attività antiperonosporica. Si può quindi sostenere che in condizione di uniforme distribuzione del rame sulla vegetazione, dosaggi superiori a 300 g/ha possono diventare deleteri nel conteggio finale del quantitativo di rame impiegato nella stagione.

Visto che l'efficacia della poltiglia a 10 mg/mq era statisticamente simile a quella del dosaggio di 7.5 mg/mq, non si è ritenuto necessario il saggio al dosaggio più alto degli altri due sali (ossicloruro e idrossido di rame). Al contrario, l'efficacia al dosaggio di 1 mg/mq di poltiglia e ossicloruro è stata ritenuta particolarmente bassa e insufficiente con valori pari al 67.7% in condizioni controllate. La sperimentazione non ha quindi incluso anche la valutazione dell'idrossido al medesimo dosaggio.

Inoltre, dallo studio emerge che la tipologia di sale rameico (poltiglia bordolese, ossicloruro o idrossido) influisce limitatamente sull'efficacia e che il fattore dosaggio sia più importante. Da notare comunque che l'ossicloruro a 2.5 e 7.5 mg/mq ha manifestato una protezione leggermente minore degli altri due sali a pari concentrazione di rame metallo (Figura 4). Ciò non esclude che nelle condizioni di pieno campo i vari sali e formulati rameici possano esprimere livelli di efficacia diversi.

In questo lavoro ci si è soffermati sul ruolo di una eventuale bagnatura fogliare sulla stabilità di efficacia del rame. Tale fattore perturbativo si potrebbe manifestare tra il trattamento e la pioggia infettante per via di una

rugiada mattutina, una pioggia non dilavante con accumuli molto bassi o semplicemente per la condensa che si forma all'interno della vegetazione affastellata.

Nella Figura 5 viene raffigurata l'efficacia antiperonosporica di una formulazione commerciale di poltiglia bordolese impiegata a vari dosaggi e sottoposta a varie ore di bagnatura fogliare. Come si può notare i dosaggi più alti (7.5 e 10 mg/mq) sembrano non subire alcun effetto da questo fattore esterno. Bagnature fogliari inferiori alle 24 ore tra il trattamento e l'infezione, non hanno inficiato sulla protezione attuata dal rame.

Abbassando il dosaggio (5.0 mg/mq), si è verificato un calo significativo dell'efficacia (circa -4%) con bagnature di 30 minuti e di 2 ore rispetto al medesimo dosaggio senza bagnatura. Calo che non si è visto con bagnature da 3 a 24 ore. Questo particolare effetto sull'efficacia del rame si amplifica con dosaggi più bassi. Infatti, sui dischetti trattati con 2.5 mg/mq di Cu metallo, si è evidenziata una perdita di efficacia (fino a -17%) sempre con brevissimi periodi di bagnatura (da 0.5 a 2 ore). Allo stesso dosaggio, bagnature uguali o superiori alle 3 ore non hanno influenzato la stabilità del rame mantenendo valori di efficacia simili a quelli senza bagnatura. Analizzando la stabilità dell'efficacia antiperonosporica di una formulazione commerciale contenente ossicloruro di rame, abbiamo osservato il medesimo comportamento della poltiglia bordolese (Figura 6). In particolare, si è notata una leggera, ma significativa flessione dell'efficacia (-4.7%) con una bagnatura breve di 30 minuti già al dosaggio di 7.5 mg/mq. Come visto nel caso precedente, tale fenomeno si amplifica trattando la foglia con dosaggi inferiori di rame. Applicando la medesima durata di bagnatura su dischetti fogliari trattati con 5 e 2.5 mg/mq di rame ossicloruro in entrambi i casi ha comportato una perdita di efficacia pari al 13%. Bagnature di maggior durata (2 e 3 ore) sembrano aver ancora una certa influenza negativa sulla stabilità del rame, anche se con valori progressivamente minori. Giusto evidenziare che al dosaggio più basso (2.5 mg/mq) e con 3 ore di bagnatura, l'efficacia dell'ossicloruro contro peronospora si attesta all' $87.4 \pm 1.5\%$ rispetto al $91.3 \pm 1.2\%$ della poltiglia bordolese. Pochi punti percentuali che durante la stagione e in condizioni difficili potrebbero risultare penalizzanti.

Il prodotto a base di rame idrossido applicato sui dischetti fogliari ha manifestato una protezione più stabile al fattore perturbativo della bagnatura fogliare in pre inoculo (Figura 7). Applicazioni con 7.5 mg Cu/mq hanno evidenziato un'elevata efficacia, la quale risulta molto stabile con bagnature comprese tra le 0.5 e 24 ore. Riducendo il dosaggio si intravede una certa flessione della protezione con bagnature più prolungate rispetto agli altri due sali rameici. Una copertura con 5.0 mg Cu/mq ha evidenziato una leggera perdita di efficacia (-2.8%) con una bagnatura di 6 ore. Bagnature di 3 e 16 ore sono state critiche per la stabilità del rame idrossido a 2.5 mg/mq con un calo dell'efficacia maggiore (7.9%) rispetto al dosaggio superiore, come evidenziato nei test con gli altri sali rameici.

Come evidenziato nei risultati, il tipo di sale rameico impiegato in condizioni ottimali influisce marginalmente sul livello di protezione della vegetazione rispetto al fattore dosaggio di applicazione. Questo lavoro dimostra come depositi di 2.5 mg Cu/mq possono assicurare una buona protezione, ma al contempo sono i più sensibili ai fattori esogeni. Questi accumuli potrebbero verificarsi con un'applicazione di 100 g/ha di rame metallo in condizioni ideali di distribuzione (Tabella 1). Inoltre, come dimostrato nel lavoro di Cabùs et al. (2017), i quantitativi apportati sulle lamine fogliari in condizioni di campo risultano molto variabili perché influenzati dalla posizione delle foglie nella chioma. Valori inferiori ai 2.5 mg/mq sono riscontrabili sulla vegetazione poco esposta anche con una applicazione di 500 g Cu/ha (Mescalchin et al., 2011). Se questa parziale copertura garantita dai bassi dosaggi di rame venisse interessata da una bagnatura fogliare tra il trattamento e la pioggia infettante, si potrebbero verificare dei cedimenti, anche importanti, dell'efficacia del rame.

Si ipotizza che una parte degli ioni rame venga rilasciata sulla cuticola durante la bagnatura e che in seguito, in fase di asciugatura, questa si ri-cristallizzi. In funzione della durata della bagnatura e del tipo di sale rameico impiegato, si potrebbero creare dei cristalli più o meno reattivi nella protezione dalla successiva pioggia infettante. Nonostante ci sia l'evidenza che nel corso della stagione il rame si accumuli sulla vegetazione con valori superiori a 10 mg/mq (Mian et al., 2021), non è raro trovare un calo di protezione anche sulle foglie che hanno ricevuto più trattamenti. I valori ritrovati in diversi studi (Cabùs et al. 2017, Mian et al, 2021 e Sadeghian et al., 2022) si riferiscono al rame totale (determinato dopo lavaggio con acido nitrico) quindi non è

possibile discriminare, con questa metodica, la frazione attiva da quella inattiva contro peronospora. Se la quantità di rame utilizzabile in viticoltura verrà ulteriormente ridotta saranno necessari approfondimenti aggiuntivi sugli aspetti chimico-fisici dei sali di rame e la loro interazione con i fattori biotici, abiotici e sull'eventuale possibilità di valorizzare la frazione inattiva presente sulla vegetazione. L'agronomia rimane il cardine per la buona riuscita della difesa soprattutto in viticoltura biologica. La gestione della chioma, oltre a ridurre la pressione della malattia, consente una migliore uniformità di distribuzione, fondamentale per omogeneizzare l'apporto di rame sulla vegetazione riducendo al minimo il rischio di perdita di efficacia.

Risultato 2: Riduzione utilizzo di input nella vinificazione bio

Risultato operativo 2.1 Monitoraggio costante della fermentazione

I risultati dei test svolti sulle due tipologie di sensori IOT analizzati nel corso del progetto hanno consentito di monitorare in modo puntuale il processo produttivo. Il sistema WINEGRID è apparso più indicato per il monitoraggio della fermentazione alcolica, il sistema Chai Connecté, invece, è apparso più utile in post-fermentazione, soprattutto per la sua capacità di misurare l'ossigeno dissolto. Le modalità con cui sono stati realizzati i test presentati, tuttavia, suggeriscono prudenza nell'utilizzo dei dati raccolti, che andranno comunque integrati, al bisogno, da analisi chimiche adeguate ai fini decisionali. I dati raccolti con questi sensori sono stati utilizzati, assieme alle analisi usualmente utilizzate, per la definizione dei protocolli di vinificazione e affinamento dei vini a basso o nullo tenore di solfiti aggiunti (Allegati I e II, PP1_E_All1-5).

Risultato operativo 2.2 Predisposizione di protocolli

I protocolli testati nelle due stagioni vendemmiali hanno consentito l'ottenimento di vini di qualità comparabile a quella dei corrispondenti campioni solfitati, anche con alcuni vantaggi legati ad una maggior dotazione aromatica.

I quattro protocolli testati in cantina nel corso della vendemmia 2021 risultano tutti applicabili su scala aziendale. Pur rimanendo l'anidride solforosa un additivo difficile da eliminare completamente, le soluzioni testate si sono dimostrate un buon complemento per il controllo delle popolazioni microbiche e delle ossidazioni nei vini prodotti con bassi o nulli tenori di solfiti aggiunti (Allegati III e V, PP1_E_All1-5).

Risultato 3: Panoramica sulle tendenze di consumo vini senza solfiti/biologici

Nel questionario di cui all'attività 7 sono presenti domande relative a alle abitudini di acquisto e di consumo dei vini, comparando tali caratteristiche in riferimento ai vini convenzionali e a quelli biologici/senza solfiti aggiunti.

Dalle 110 risposte complete ottenute, il 91% dichiara di consumare il vino durante i pasti e ad aperitivo al secondo posto, tuttavia allo stesso tempo dichiara di consumare vino principalmente a casa seguito da ristoranti. Si evince quindi che la maggior parte degli intervistati predilige il consumo domestico.

In relazione all'atto dell'acquisto, al primo posto risulta la scelta di comperare il vino direttamente nell'azienda produttrice, cui segue l'acquisto in enoteca e online, all'ultimo posto invece il ristorante.

Interessante il confronto con i dati ANSA, relativo ai vini convenzionali, dai quali si evince che il posto

d'acquisto più frequente a livello nazionale sia il Supermercato seguito in ordine da enoteche, aziende produttrici e siti online.

Alla domanda relativa all'accettabilità dei prezzi, emerge che sia per il vino Biologico che per i vini Senza Solfiti aggiunti, i consumatori si aspettano e sono disposti ad accettare prezzi più elevati rispetto ai vini convenzionali.

Combinando i dati raccolti con le risultanze delle indagini svolte da Nomisma per FederBio e AssoBio, che riportano come i consumatori italiani di vino Biologico siano passati dal 2% del 2013 al 51% del 2022, risulta evidente l'attuale opportunità di mercato per i vini biologici. Meno evidenti sono le potenzialità dei vini senza solfiti aggiunti, forse perché più difficili da comunicare. I dati bibliografici suggeriscono inoltre che, nelle strategie per incrementare la richiesta di vini biologici il fattore "Qualità" sia di prioritaria importanza, seguito dalla disponibilità di un maggiore assortimento di vini bio.

Ricadute concrete

Risultati e ricadute concrete	Indicatore	Valore
Riduzione dell'apporto di rame al vigneto	Utilizzo di rame in vigna	La normativa europea nel 2019 ha portato il limite utilizzabile a quello previsto dal progetto. I risultati della sperimentazione hanno consentito di utilizzare quantità di rame anche inferiori ai 4kg/ha/anno; per la stagione 2021 le quantità di rame utilizzato dalle aziende rientravano nell'intervallo 1,0 - 3,6 kg per ettaro.
Riduzione dell'apporto di SO ₂ in cantina	Tenore in SO ₂	Si sono ottenuti vini a zero solfiti aggiunti, tramite l'utilizzo di appropriati protocolli di vinificazione. Il lavoro sperimentale ha permesso di mettere in evidenza le potenzialità dei sistemi IOT nel guidare i produttori nell'utilizzo razionale dei solfiti e conseguente loro riduzione in condizioni di sicurezza.
Aumento valore di mercato del vino	Valore di mercato del vino	L'indagine ha permesso di mettere in luce la disponibilità a pagare pezzi più elevati rispetto al vino convenzionale ma molto più complesso e variegato (per tipologia di vino) è quantificare tale incremento. Chiaro però l'interesse del mercato verso i vini biologici.
Diffusione dei risultati ottenuti esternamente al GO	Ricaduta su aziende vitivinicole non partecipanti al progetto	Il coinvolgimento di produttori e tecnici è stato molto più ampio del previsto, sommando, tra eventi in presenza, webinar e d altre occasioni di incontro 214 iscritti tra le giornate demo ed il convegno finale più 100 partecipanti per ognuno dei tre webinar (300 partecipanti totali per gli webinar).
Consumatori informati sui vini bio a basso tenore in solfiti e a ridotta impronta ambientale	Persone raggiunte	Più complesso quantificare i fruitori delle comunicazioni on line anche attraverso le campagne social (facebook) lanciate da Vinidea e AIAB FVG. Si stima, comunque il raggiungimento del target, sulla base degli accessi e dei feedback ricevuti.



Attività realizzata con il contributo del Programma di Sviluppo Rurale 2014-2020 della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, Mis. 16.1.1 seconda fase, Progetto ID 84250226408