Accademia di Agricoltura di Torino
Adunanza pubblica 12 marzo 2026 ore 16.30

Alessandra Ferrandino

La sfida della vite ai cambiamenti ambientali: come le principali risposte di adattamento influenzano la qualità dell'uva



https://www.youtube.com/watch?v=S0FvF6k8UDs



La nuova adunanza ha titolo: *"La sfida della vite ai cambiamenti ambientali: come le principali risposte di adattamento influenzano la qualità dell'uva"*.

Ecco l'apertura di **Devecchi**. Anche la campanella c'è, che dà il benvenuto ad Alessandra Ferrandino. Allora, grazie. Anche oggi abbiamo una bellissima occasione per riflettere su queste tematiche, che l'attività di ricerca porta avanti con riferimento al cambiamento climatico. Sappiamo tutti che basta anche accendere casualmente la televisione per avere un'indicazione di ciò che accade. Consentitemi una piccola chiosa iniziale, poi lascerò a Franco Mannini il compito di presentare; faccio anche una breve premessa, forse per chiarire un equivoco che si è generato nelle presentazioni. Ecco, volevo condividere con voi una riflessione, poi ovviamente lascerò alla relatrice il compito di entrare nel merito rispetto al tema della viticoltura. Il cambiamento climatico è un tema di grande attualità. Io penso che, con i miei sessant'anni, mi sembra di poter dire che effettivamente qualcosa è cambiato. I ricordi che ho, andando indietro nel tempo, sul clima, sono diversi: è cambiato. Come si dice, "una volta nevicava"… posso dirlo anch'io, da questo punto di vista.

Quello che mi ha sempre fatto sorridere è che, quando ero bambino, nevicava e io, ovviamente come tutti i bambini, ero sempre allegro e lieto. Quando ne parlavo con mia nonna, mi diceva: "Questo è niente: quando ero bambina io, nevicava così!". Per cui, ovviamente, è sempre così: un rimando ad altre esperienze, e quant'altro. Ecco, questo è il corollario. Penso che su questo tutti noi siamo d'accordo: il cambiamento climatico realmente c'è ed è in atto. Quello che resta aperto al dibattito e alla riflessione è certamente la causa del cambiamento climatico. Penso che sappiate che esiste una parte preponderante degli scienziati che fa riferimento all'azione antropica, e c'è una parte che ritiene invece che questo derivi da altri fattori. Questo è un dibattito. Io penso che i dogmi non facciano parte dell'università e dell'accademia: se no, si andrebbe in chiesa, e lì la storia finisce. È invece importante rimanere aperti alla curiosità, avere un approccio aperto al contraddittorio e alle riflessioni. Questo è sempre utile, anche nei momenti in cui si ritenga che le cose vadano in una direzione assodata, senza motivo di essere confutata. In realtà, anche le voci critiche, giustamente, devono essere prese in considerazione. Detto ciò, mi pare giusto ricordare che qualunque accademia deve essere sempre aperta al dibattito e al confronto. Potremmo anche pensare, da questo punto di vista, di offrire un dibattito su questi temi: ben venga, per ragionare. Quello che voglio ribadire, però – ed è il tema di oggi – è che questo cambiamento lo tocchiamo con mano tutti, in qualunque ambito. Noi, ovviamente, ci occupiamo dell'ambito agrario e, nello specifico, di quello viticolo: il cambiamento c'è, ed è davvero rilevante. La nostra accademica ha accettato l'invito – una "ragazzina", possiamo dirlo, anche se con qualche anno di esperienza dedicata alla vite – e quindi ci offre, nei semi delle sue riflessioni, ricerche preziose.

Franco Mannini.

Ho il piacere di introdurre un'amica e una collega, Alessandra Ferrandino, per i pochi che ancora non la conoscono. Con Alessandra abbiamo condiviso spazi e attività per molti

anni presso la Facoltà di Agraria di Torino; anche se, in realtà, lei era in ambito universitario e io ero al CNR, fisicamente eravamo nello stesso luogo. Alessandra Ferrandino è professoressa associata di Viticoltura presso il DISAFA dell'Università di Torino. È titolare di insegnamenti nel settore viticolo, con particolare riferimento ai metaboliti secondari della vite. È membro di varie accademie, tra cui ricordiamo l'Accademia Italiana della Vite e del Vino, con sede a Siena, e l'Accademia di Agricoltura, presso la quale oggi siamo riuniti. Da decenni Alessandra si occupa di problematiche vitivinicole e, per questo, ha certamente la competenza per insegnarci qualcosa anche oggi.

Alessandra Ferrandino

Grazie a tutti per essere qui. Grazie a Marco per aver proposto, tempo fa, la mia candidatura come Accademica corrispondente, e grazie ai due soci Vittorino Novello e Silvia Guidoni, che hanno poi effettivamente presentato la richiesta.

Per collegarmi a quanto ha detto Franco, ricordo che Franco è stato – anche se forse non se lo ricorda – il mio relatore della tesi della scuola di specializzazione in Scienze viticole ed enologiche.

Io sono un'agronoma: mi sono laureata in Agraria nel 1993; poi, dal 1993 al 1997, ho svolto il dottorato di ricerca in colture arboree. All'epoca lavoravo su kiwi, pero e pesco. Successivamente ho lavorato sul melo in Valle d'Aosta e quando sono rientrata a Torino, ho ripreso il mio percorso nell'ambito dell'allora Facoltà di Agraria.

Ero partita con il professor Eynard, che è stato un accademico, e con la signora Gai, che abbiamo recentemente ricordato con affetto. All'epoca il professor Eynard, oltre che della vite, si occupava anche di kiwi, e quindi io avevo iniziato a lavorare proprio su quella specie.

Poi, però, tutti gli altri – sia i colleghi del CNR sia quelli dell'Università – lavoravano sulla vite. Io, invece, avevo avuto una preparazione sulla vite piuttosto generalista e assolutamente limitata; per questo motivo mi sono iscritta alla scuola di specializzazione post-laurea magistrale in Scienze viticole ed enologiche.

Ho sostenuto tutti gli esami, tra cui quello con Franco, che è stato il mio relatore di tesi di specializzazione.

Oggi parlerò della sfida della vite ai cambiamenti ambientali e, in particolare, di come la vite adotti risposte di adattamento all'ambiente che influenzano molti aspetti della biologia della pianta, tra cui la qualità dell'uva.

Parto quindi, in un certo senso, dal punto di vista opposto: io non sono una climatologa e ho una certa cautela nel parlare di cambiamenti climatici. Come ha detto poco fa Marco, ci sono già molti – forse troppi – che trattano questo tema. Per questo motivo non mi sento di affrontare il cambiamento climatico in senso generale, ma preferisco concentrarmi su

come la vite risponde ai principali parametri ambientali che cambiano con il mutare del clima.



Quali sono i parametri che cambiano con il clima? Sono essenzialmente tre: la temperatura, le relazioni idriche e la luce. Questi sono i fattori fondamentali che governano la biologia della pianta, attraverso un impatto diretto sul metabolismo primario, cioè sull'accumulo degli zuccheri e degli acidi.

In che modo questo avviene? Se si verifica una condizione di elevato stress idrico nella vite, la pianta può adottare due tipi di comportamento: tollerare lo stress oppure evitarlo. In entrambi i casi, però, il processo adattativo comporta la produzione, a livello radicale, di un ormone chiamato acido abscissico.

Questo ormone viene traslocato dalle radici alla parte epigea della pianta e induce la chiusura degli stomi. Dunque: stress idrico e chiusura stomatica. Se gli stomi si chiudono, la fotosintesi si blocca; se la fotosintesi si blocca, la pianta non produce più zuccheri e, di conseguenza, il processo di maturazione viene in parte interrotto.

Tuttavia, soprattutto dall'invaiatura in poi – cioè da quando l'uva inizia a colorare – anche se l'attività fotosintetica è ridotta, la pianta ha comunque bisogno di "respirare" molecole per ottenere l'energia necessaria a sostenere altri metabolismi, i cosiddetti metabolismi secondari.

Se gli zuccheri non sono disponibili in quantità sufficiente, la vite utilizza come substrato respiratorio gli acidi, in particolare l'acido malico. Questo spiega perché, nel contesto del cambiamento climatico, ci troviamo spesso di fronte a uve – e quindi a mosti – con un elevato contenuto zuccherino, talvolta anche superiore rispetto al passato per effetto della

concentrazione dovuta alla carenza d'acqua e con scarsa acidità visto che l'acido malico viene consumato nel processo respiratorio.

Accanto al metabolismo primario, si ha anche una modulazione della biosintesi dei metaboliti di difesa. Quando la pianta si trova in condizioni di stress – dovute a carenza idrica, eccesso di luce, fluttuazioni termiche o picchi di temperatura – attiva una serie di meccanismi difensivi che portano all'accumulo di sostanze con funzione antiossidante.

Molte di queste sostanze sono proprio quelle che definiscono la qualità dell'uva. I principali antiossidanti prodotti, sia nella bacca sia nelle foglie (con effetti anche sulle relazioni con i patogeni), sono i polifenoli. Si tratta delle molecole che ritroviamo poi nel bicchiere di vino sotto forma di antociani e tannini – flavanoli monomerici, oligomerici e polimerici – in funzione della cultivar e del momento della raccolta.

Un ulteriore aspetto importante, sempre legato alla risposta della vite allo stress, riguarda la cosiddetta "memoria dello stress". È stato dimostrato, in alcuni patosistemi, che la pianta è in grado di mantenere traccia degli stress subiti.

In altre parole, quando la vite è già stata sottoposta a eventi di stress – ad esempio idrico o termico – nelle annate successive mostra una risposta adattativa più efficace. Esiste quindi un adattamento fenotipico che suggerisce come non sia necessario un eccessivo allarmismo: la vite è infatti una specie estremamente plastica e adattabile.

Attraverso questi meccanismi di memoria dello stress, è possibile che la pianta arrivi a tollerare sempre meglio variazioni termiche anche significative e condizioni di siccità sempre più severe.

Tutti sappiamo che, negli ultimi anni – in particolare nel 2017, nel 2019, nel 2021 e nel 2023 – abbiamo avuto annate estremamente calde ed estremamente siccitose.

Inquadramento problematica ambientale



L'incremento della frequenza delle ondate di calore e della severità della siccità, soprattutto in estati come 2017, 2019, 2021 e 2023 in sud Europa (www.isac.cnr.it/climstor/climate_news.html) ha mostrato che si sono toccati nuovi record negativi nelle aree viticola del sud Europa.

Un recente studio (Wolkovich *et al.*, 2025) condotto in differenti aree viticole del mondo ha mostrato che, mediamente, negli ultimi 70 anni si è verificato un incremento dei GDD base 10 °C ($\Sigma T = \Sigma(t°_m - 10)$ IV-X) $t°_m$ = temperature medie giornaliere) di circa **100 gradi.**
(I < 1.370; II 1.370-1.650; III 1.650-1.925; IV 1.925-2.200; V>2.200).

Tutto ciò, per la vite, si traduce in un'alterazione dei cosiddetti *gradi giorno*. Un lavoro pubblicato recentemente, nel 2025, ha dimostrato che negli ultimi settant'anni si è verificato un incremento dei gradi giorno nelle aree viticole mondiali, fino a circa 100 unità.

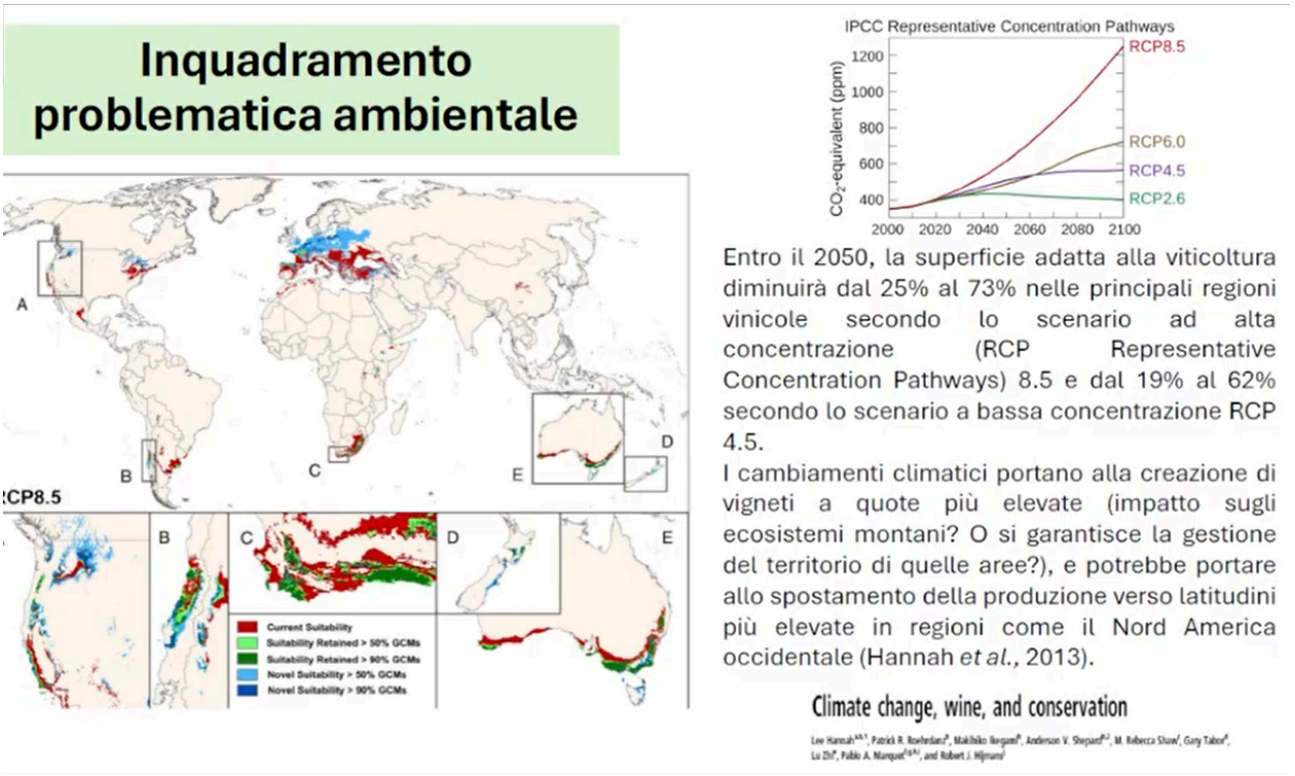
Questo significa che tutte le aree classiche – area 1, area 2, area 3, area 4 e area 5 – definite a suo tempo da Winkler, il ricercatore che propose l'indice dei *growing degree days*, sono già aumentate e presumibilmente continueranno ad aumentare.

- Indice di Winkler fino a 850 °C = troppo freddo per la vite
- Indice di Winkler oltre 2700 °C = troppo caldo
- Regione I = tra 851 e 1390
- Regione II = tra 1391 e 1669
- Regione III = tra 1670 e 1945
- Regione IV = tra 1946 e 2224
- Regione V = tra 2225 e 2700 °C.

Classificazione attualizzata dell'indice di Winkler (1944).

Noi, che ci troviamo in regione 4, possiamo quindi aspettarci un passaggio verso la regione 5.

Tuttavia, non dobbiamo disperare: le risposte adattative della vite esistono, sono state studiate e, con ogni probabilità, ci aiuteranno a evitare gli scenari peggiori. Mi riferisco a quelli prospettati già in una pubblicazione del 2013, anno in cui, in presenza di un forte aumento delle emissioni di CO_2 – scenario RCP 8.5, il più critico – si sarebbe potuta verificare una riduzione delle aree viticole anche superiore al 70%.



Viceversa, nello scenario più contenuto (RCP 4.5), si **prevedeva comunque una riduzione delle aree viticole mondiali, ma compresa tra il 20% e il 60%.** Anche questo, detto così, può far paura.

Tuttavia, va considerato che una riduzione della superficie vitata potrebbe non essere necessariamente negativa: negli ultimi anni sono stati immessi sul mercato milioni di ettolitri e la vite è stata impiantata anche in aree non particolarmente vocate. Tornare indietro, in alcuni casi, potrebbe contribuire anche a riequilibrare il rapporto tra offerta e domanda.

Venendo alla situazione ambientale attuale – caratterizzata da elevati livelli di siccità, variazioni dell'intensità luminosa (anche legate all'assottigliamento dello strato di ozono) e importanti fluttuazioni termiche – quali sono gli effetti in viticoltura?

- Compressione della durata del ciclo vegeto-produttivo della vite
- Anticipo delle fasi fenologiche
- Anticipo della maturità tecnologica (pH, zuccheri, acidità titolabile)
- Alterazione della composizione fenolica ed aromatica

Si osserva una compressione della durata del ciclo vegeto-produttivo della vite, un anticipo delle fasi fenologiche e, in particolare, un anticipo della cosiddetta maturità tecnologica, cioè quella legata al metabolismo primario (accumulo di zuccheri e acidi).

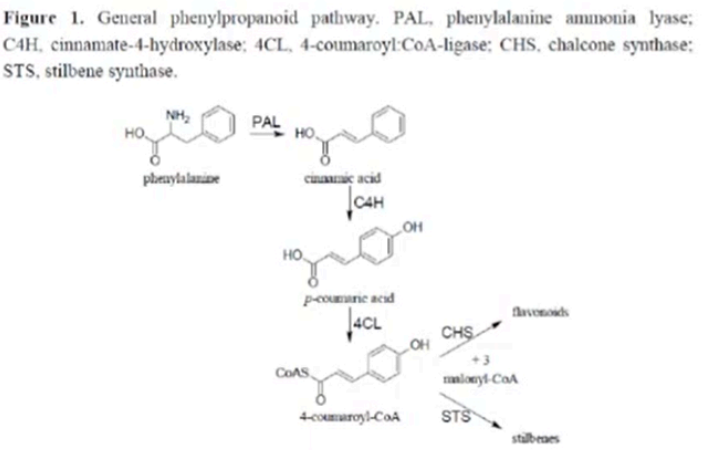
Contestualmente, si verifica un'alterazione della composizione fenolica e aromatica, che rappresentano elementi fondamentali della qualità dell'uva.

In questa sede mi concentrerò sugli effetti principali di temperatura, luce e stress idrico sulla composizione fenolica; eventualmente, in un'altra occasione, potrò approfondire anche la componente aromatica.

Principali risposte della vite allo stress abiotico (temperatura e stress idrico, luce)
1) Via biosintetica dei fenilpropanoidi



PAL = fenilalanina ammonio liasi; C4H = cinnammato idrossilasi; CL = 4-cumarilCoA-ligasi; CHS = calcon sintasi; STS = stilben-sintasi.



Senza entrare nel dettaglio di tutte le vie biosintetiche, vorrei condividere un concetto chiave: tutti i composti appartenenti alla via dei fenilpropanoidi – cioè quelli che ritroviamo nel bicchiere sotto forma di colore (antociani), stabilizzazione del colore (flavonoli) e sensazioni di astringenza (flavanoli, con diverso grado di polimerizzazione) – derivano da una stessa molecola di partenza.

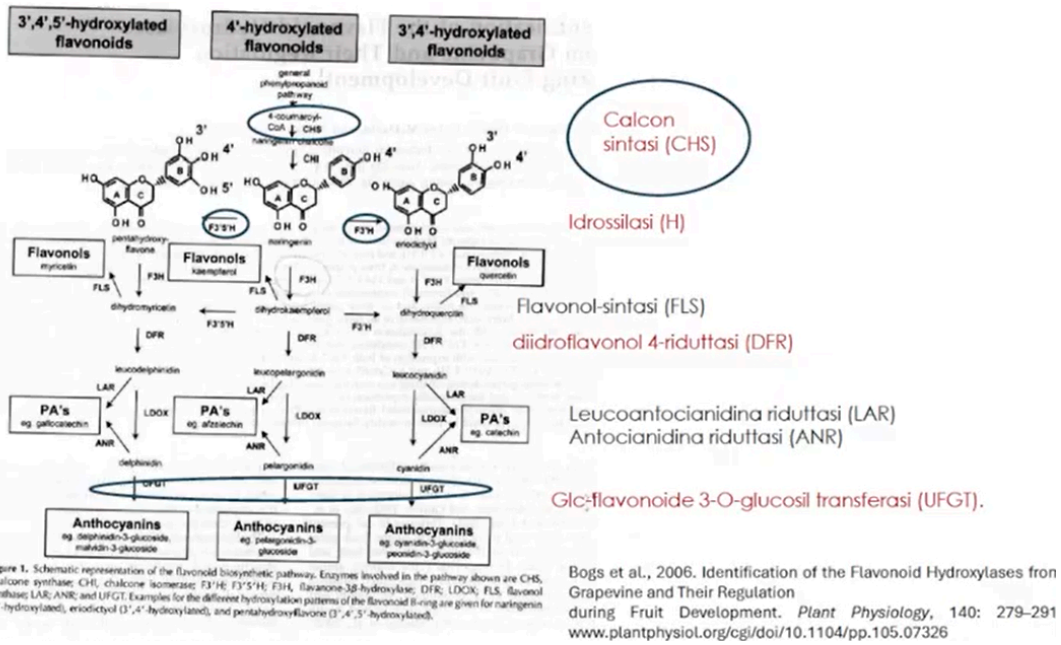
Questa molecola è un amminoacido aromatico, la **fenilalanina**, che subisce una serie di trasformazioni biochimiche successive fino a formare una struttura fondamentale: **il 4-cumaril-CoA.**

Quest'ultimo rappresenta il substrato di un enzima chiave, la **calcone sintetasi**, che avvia la sintesi di tutti i flavonoidi presenti nell'uva e, più in generale, nei frutti.

È quindi evidente che qualsiasi fattore esterno – sia esso un patogeno o uno stress abiotico – che agisca su questa via biosintetica, o direttamente sull'attività della calcone sintetasi può avere un impatto estremamente rilevante sulle caratteristiche qualitative delle uve prodotte.

Senza entrare nel dettaglio della via biosintetica, volevo farvi notare come, a partire da questo precursore comune – il 4-cumaril-CoA, derivato dalla fenilalanina – si dipartano tre vie biosintetiche alternative.

Prima pubblicazione della via biosintetica dei fenilpropanoidi in vite.



Bogs et al., 2006. Identification of the Flavonoid Hydroxylases from Grapevine and Their Regulation during Fruit Development. *Plant Physiology*, 140: 279–291 www.plantphysiol.org/cgi/doi/10.1104/pp.105.07326

Queste vie sono caratterizzate da un diverso grado di idrossilazione dell'anello laterale B della molecola flavonoidica: si può avere **una triidrossilazione (con tre gruppi –OH**), una **monoidrossilazione (con un solo –OH) oppure una diidrossilazione (con due –OH).**

Questa differenza è fondamentale nella vite, perché determina la formazione di polifenoli triidrossilati o diidrossilati, con conseguenze rilevanti sulle proprietà chimiche e qualitative.

Dal punto di vista temporale, cioè stagionale, la sintesi dei polifenoli segue una sequenza di stadi evolutivi.

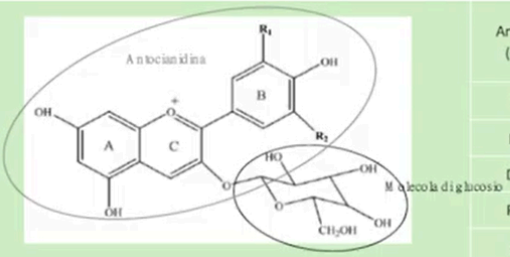
Il primo stadio porta alla formazione dei flavonoli, come la q**uercetina, la miricetina e il kaempferolo in forma glicosidica,** composti che probabilmente avete già sentito nominare.

Il **secondo stadio porta alla formazione delle catechine – epicatechina ed epigallocatechina – che costituiscono i tannini.**

Lo stadio finale, che è anche quello quantitativamente più rilevante, conduce alla formazione degli antociani, responsabili del colore. Questo è il passaggio che più ci interessa, perché gli antociani determinano il colore dei vini rossi e rappresentano i prodotti finali di questa via metabolica, fondamentali per definire la qualità del vino.

Nella vite europea, *Vitis vinifera sativa*, una volta formata la molecola con i diversi gradi di idrossilazione (tri- o diidrossilata), essa reagisce con una molecola di glucosio, che si lega n posizione 3 dell'anello centrale eterociclico C. Si formano così gli antociani come 3-O-glucosidi delle antocianidine.

Nelle viti americane – come *Vitis labrusca*, *Vitis berlandieri*, *Vitis riparia* – e in alcune viti asiatiche, possono invece formarsi anche diglucosidi.



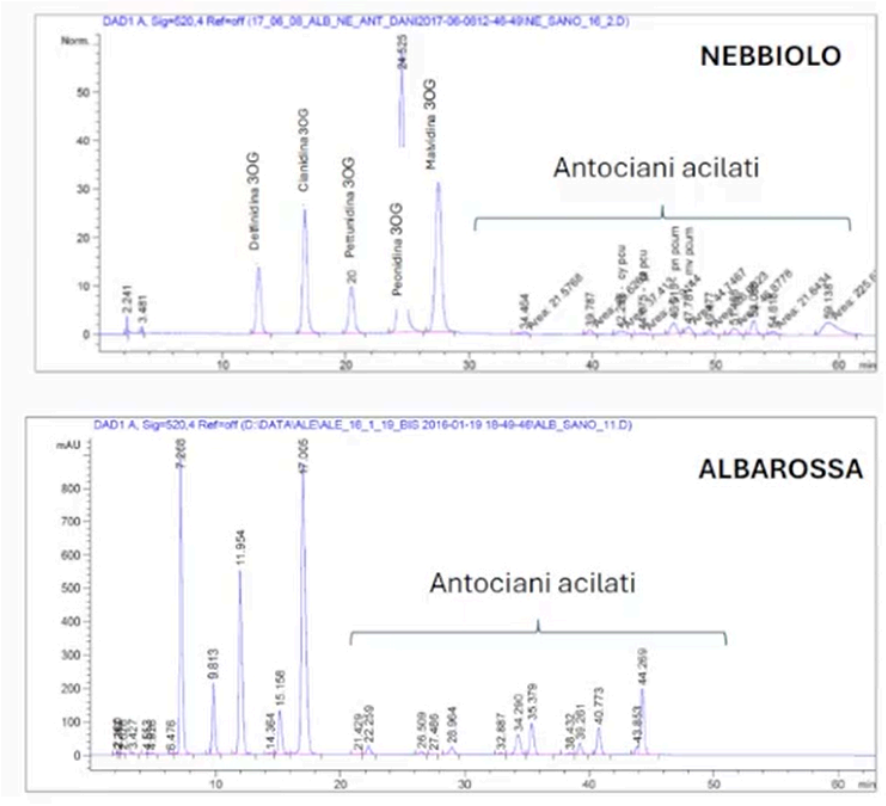
Antocianidina (o aglicone)	R_1	R_2
Cianidina	-OH	-H
Peonidina	$-OCH_3$	-H
Delfinidina	-OH	-OH
Petunidina	-OH	$-OCH_3$
Malvidina	$-OCH_3$	$-OCH_3$



Fonte: Progressi in viticoltura, 2016. Edizioni Edises - Maturazione dell'uva. Guidoni e Ferrandino, 2016.

Questo aspetto è importante perché, in prospettiva, qualora si diffondessero sempre più i vitigni resistenti **(PIWI), potremmo trovarci di fronte a vini contenenti anche diglucosidi**. Di conseguenza, gli enologi – io non sono enologa – dovranno probabilmente sviluppare modalità di gestione e di vinificazione diverse rispetto a quelle adottate tradizionalmente per *Vitis vinifera*.





Cromatogramma degli antociani di buccia di Nebbiolo e di Albarossa (HPLC/DAD).

Un altro aspetto importante riguarda il fatto che la via biosintetica dei flavonoidi – quella che abbiamo visto prima – possa orientarsi maggiormente verso i composti triidrossilati oppure verso quelli diidrossilati, quindi, per semplificare, verso la malvidina oppure verso la peonidina.

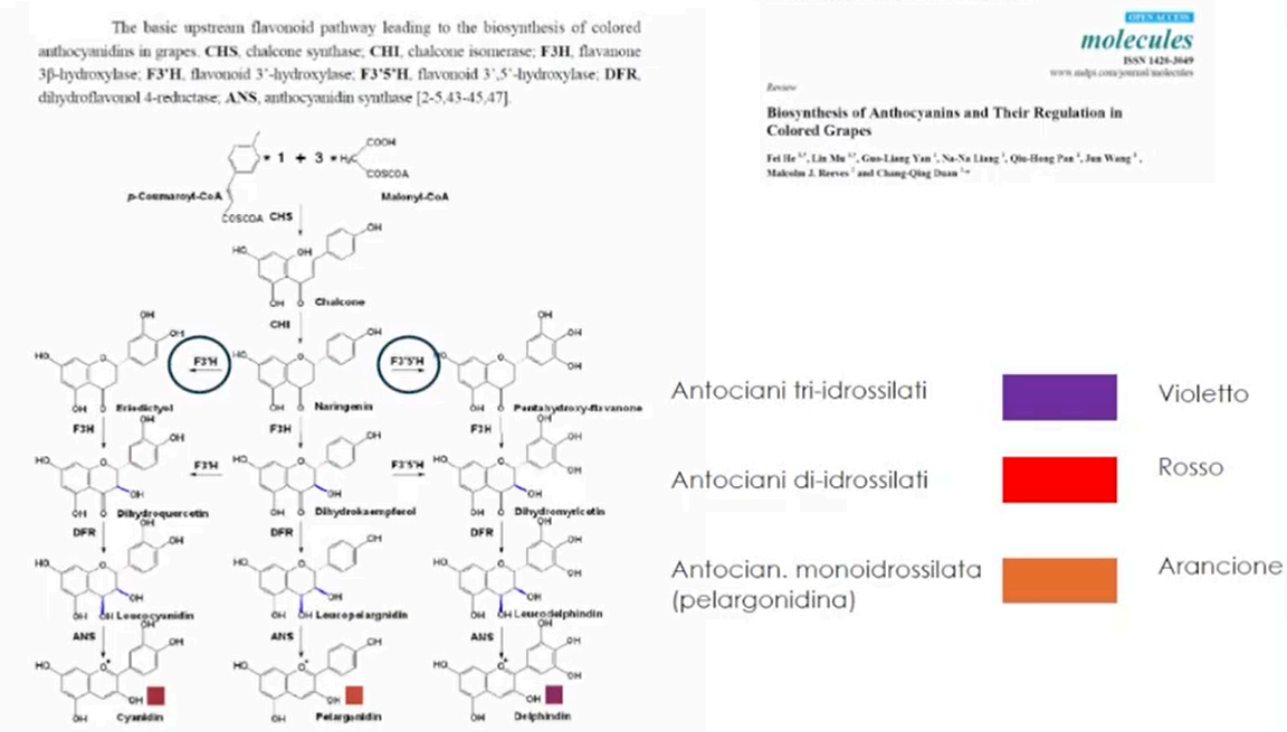
Questo è un tratto genotipico, cioè genetico: esistono vitigni che presentano una prevalenza di diidrossilati e altri che presentano una prevalenza di triidrossilati.

Il **Nebbiolo, ad** esempio, è caratterizzato da una prevalenza di **diidrossilati**; il Sangiovese ha invece un rapporto circa 1:1. Molte cultivar autoctone piemontesi – tra cui lo stesso Nebbiolo – tendono verso i diidrossilati, mentre varietà come **Barbera, Albarossa e la maggior parte delle cultivar internazionali (Cabernet Sauvignon, Merlot, Syrah) presentano una prevalenza di triidrossilati**.

Questa differenza si riflette poi nel risultato della vinificazione. In generale, i composti **diidrossilati si estraggono più rapidamente**, perché hanno un peso molecolare inferiore; tuttavia, sono anche più reattivi **e quindi meno stabili durante la vinificazione** e l'invecchiamento.

Al contrario, una prevalenza di **triidrossilati** comporta una maggiore difficoltà di estrazione, ma garantisce una **migliore stabilità del colore** nel tempo.

Queste molecole, inoltre, determinano differenze cromatiche:

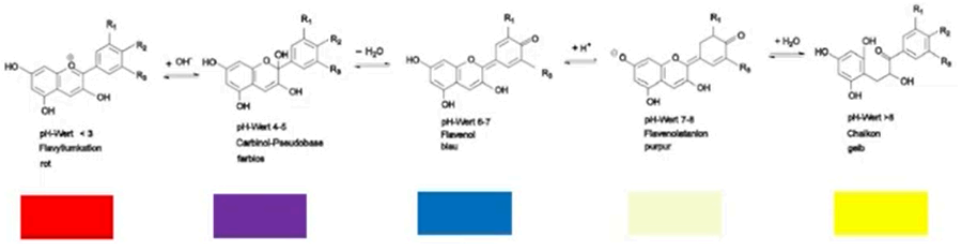


- se prevalgono i diidrossilati, si osservano tonalità più rossastre;
- se prevalgono **i triidrossilati, il colore tende verso il violaceo;**

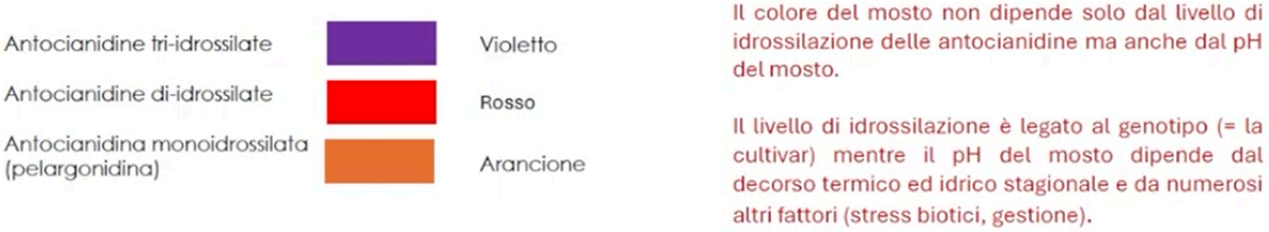
- se prevalessero i monoidrossilati – cosa che in realtà non avviene nella vite – si avrebbe la formazione della ***pelargonidina***, una curiosità storica perché è stata la prima antocianina scoperta nel genere *Pelargonium* (geranio), ma nella vite è presente solo in tracce.

In linea generale, quindi, la via biosintetica è determinata geneticamente; tuttavia, le condizioni ambientali possono modulare, almeno in parte, questo equilibrio, spostandolo leggermente verso una direzione o l'altra.

Un esempio interessante è rappresentato dal clone 71 di Nebbiolo: in questo caso, come ricordava il dottor **Mannini, si osserva una quantità di malvidina** quasi pari a quella della peonidina. Quando ho ottenuto questi risultati, pensavo di aver sbagliato le analisi e le ho ripetute numerose volte; invece si trattava effettivamente di Nebbiolo, ma con un profilo particolare.



Variazione del colore delle antocianidine in funzione del pH

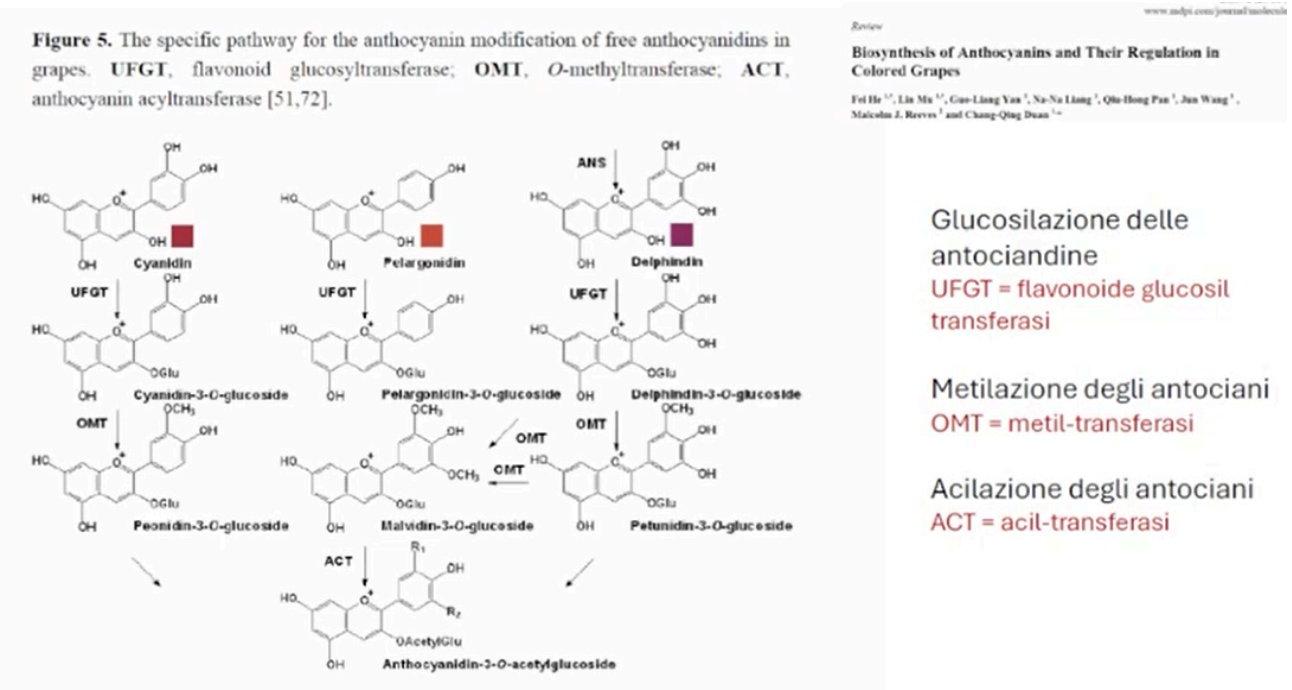


Esistono poi altri fattori che influenzano il colore del mosto e del vino, tra cui il pH del mosto.

Come accennato in precedenza, nelle ultime annate stiamo osservando problematiche legate alla respirazione dell'acido malico, con conseguente riduzione dell'acidità.

Al momento non abbiamo ancora osservato valori di pH pari a 3,8–4 – fortunatamente – ma è possibile che in futuro si possa arrivare anche a questi livelli. Se ciò accadesse, dovremmo aspettarci **un'evoluzione del colore verso tonalità sempre meno rosse e sempre più violacee.**

Il colore del mosto e del vino dipende infatti dallo stato dell'anello centrale della molecola antocianica: al variare del pH cambia la forma chimica degli antociani e, di conseguenza, la loro espressione cromatica. Questo avviene anche a parità di concentrazione totale e mantenendo invariata la proporzione relativa tra le diverse forme.



Per completezza, è importante ricordare alcuni aspetti strutturali. La posizione 4' dell'anello può essere solo idrossilata e non subisce ulteriori modificazioni. Le posizioni 3' e 5', invece, possono essere metilate, cioè possono acquisire un gruppo metossile ($–OCH_3$).

La metilazione comporta un aumento della complessità e del peso molecolare della molecola: gli antociani diventano meno facilmente estraibili, ma molto più stabili durante la vinificazione e l'invecchiamento.

Questa non è una semplice reazione chimica spontanea, ma un processo biochimico regolato da un enzima, la **metiltransferasi,** attivo in specifiche fasi dello sviluppo dell'acino. Attraverso alcune pratiche colturali è possibile influenzare, anche in modo significativo, l'espressione di questo enzima.

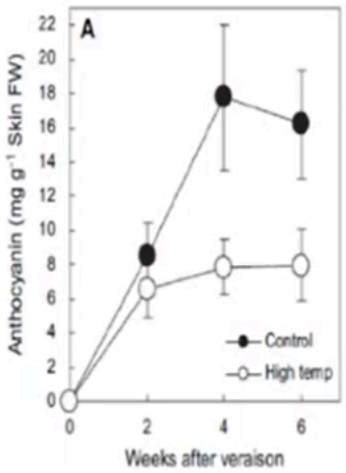
In modo analogo, gli antociani possono subire reazioni di acilazione: **il gruppo zuccherino legato in posizione 3 può reagire con acidi organici, come l'acido acetico, l'acido p-cumarico o l'acido caffeico, formando antociani acilati.**

Anche in questo caso si ottengono molecole con peso molecolare maggiore, più difficili da estrarre ma più stabili. L'acilazione, come la metilazione, è un processo biochimico mediato da specifici enzimi, le **aciltransferasi**, codificate da geni dedicati.

In sintesi, queste modificazioni strutturali – metilazione e acilazione – contribuiscono in modo determinante alla stabilità e alla qualità del colore del vino, e rappresentano uno dei principali punti di interazione tra ambiente, fisiologia della vite e caratteristiche finali del prodotto.

Primo aspetto: la temperatura.

Effetto della temperatura sull'accumulo degli antociani



Journal of Experimental Botany, Vol. 58, No. 8, pp. 1935–1945, 2007
doi:10.1093/jxb/erm055 Advance Access publication 20 April, 2007

Journal of Experimental Botany

RESEARCH PAPER

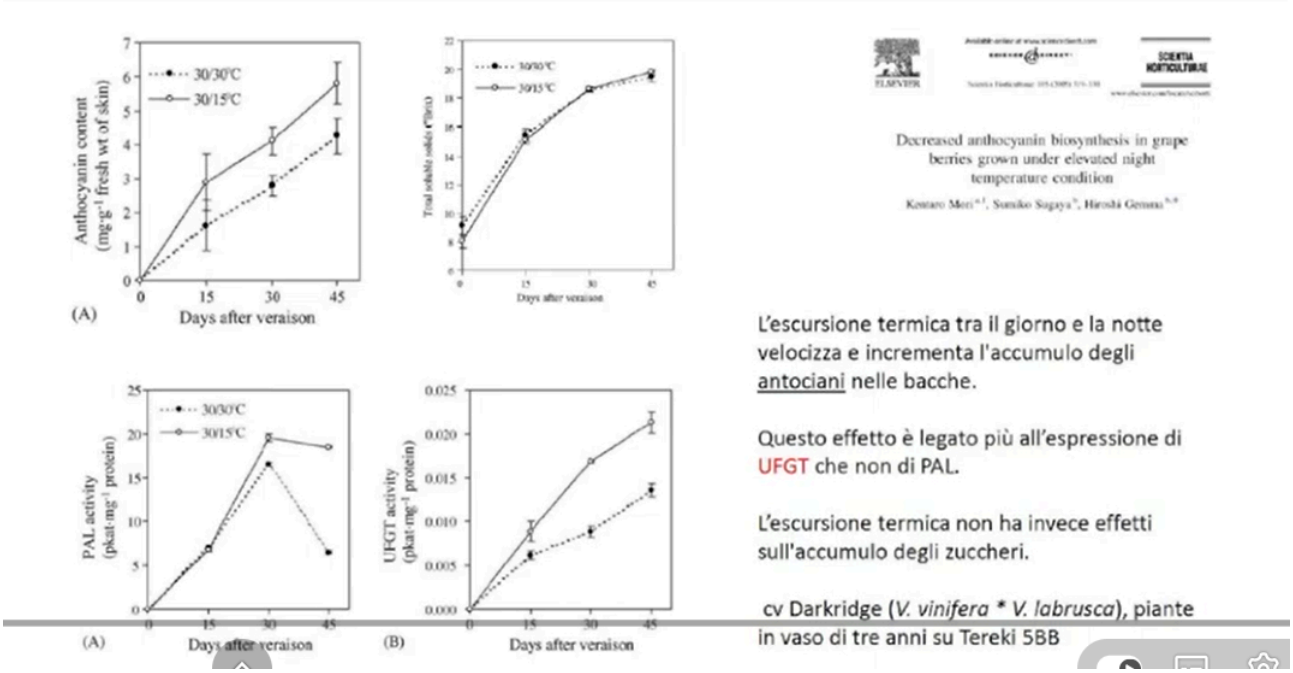
Loss of anthocyanins in red-wine grape under high temperature

Temperature diurne di 25 °C (controllo) e di 35 °C (high T) dalle 6:00 alle 20:00 e notturne di 20 °C in entrambi i casi.

La temperatura ha un effetto estremamente rilevante sulla biosintesi degli antociani, perché agisce sia sulla **calcone sintetasi** sia sull'**UFGT**, cioè il gene che codifica direttamente per la formazione degli antociani.

È stato osservato che uve sviluppate a temperature elevate – ad esempio con una temperatura diurna media **di 35 °C (**dalle 6 del mattino alle 20 di sera) – presentano un **contenuto di antociani totali molto inferiore** rispetto a uve cresciute a **circa 25 °C,** quindi con una differenza di circa **10 °C.**

Questo dimostra chiaramente come la temperatura influenzi in modo diretto l'accumulo degli antociani. Questo fenomeno è noto da circa vent'anni.



Successivamente, si è compreso anche il ruolo fondamentale del **delta termico giorno-notte**. Da qui è nato il cosiddetto *cool night index*, cioè l'indice delle notti fresche.

Sappiamo infatti che, se le notti sono fresche, anche in presenza di temperature diurne elevate si può comunque avere un buon accumulo di antociani.

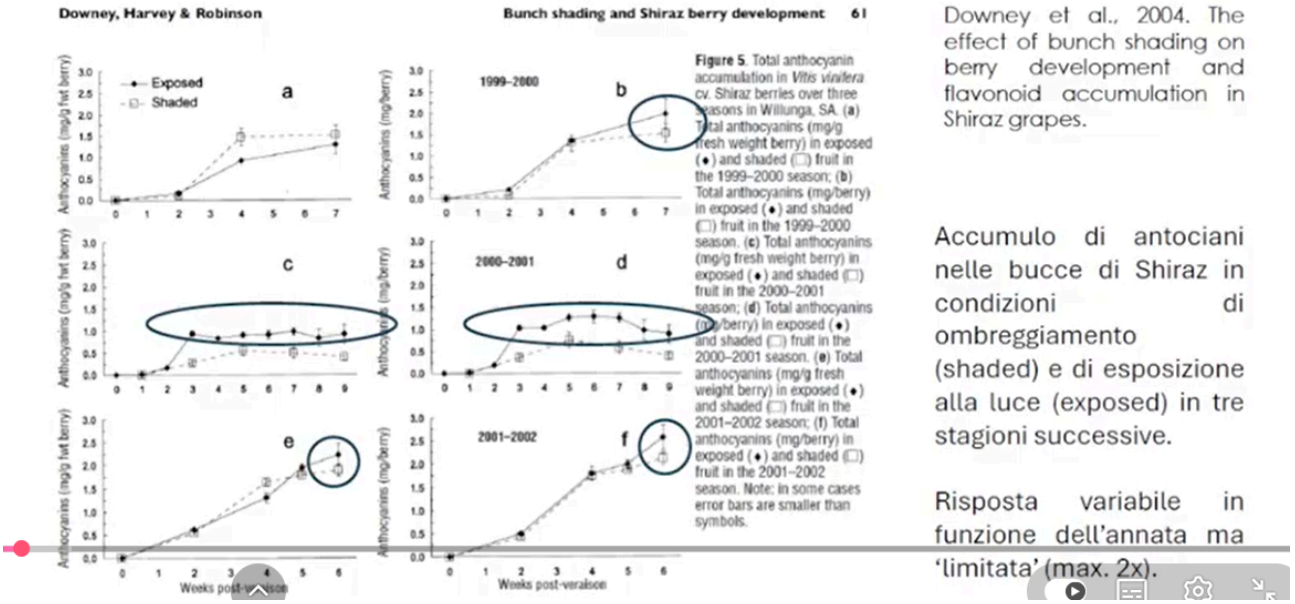
Ad esempio, confrontando una situazione con un'escursione termica di circa 15 °C tra giorno e notte con una condizione di temperatura costante intorno ai 30 °C (situazione che può verificarsi facilmente in vigneto), si osserva che:

- con un adeguato delta termico **aumenta l'espressione dell'UFGT**;
- di conseguenza **aumenta in modo significativo il contenuto di antociani**;
- il tutto **senza effetti negativi sull'accumulo** degli zuccheri.

In sintesi, la temperatura incide fortemente sull'accumulo degli antociani.

Qual è però la soglia critica? **Non esiste ancora un valore definito** con precisione, ma si ritiene **che temperature medie superiori ai 33–35 °C** possano determinare una riduzione dell'accumulo degli antociani.

Secondo aspetto: la luce.



Downey et al., 2004. The effect of bunch shading on berry development and flavonoid accumulation in Shiraz grapes.

Accumulo di antociani nelle bucce di Shiraz in condizioni di ombreggiamento (shaded) e di esposizione alla luce (exposed) in tre stagioni successive.

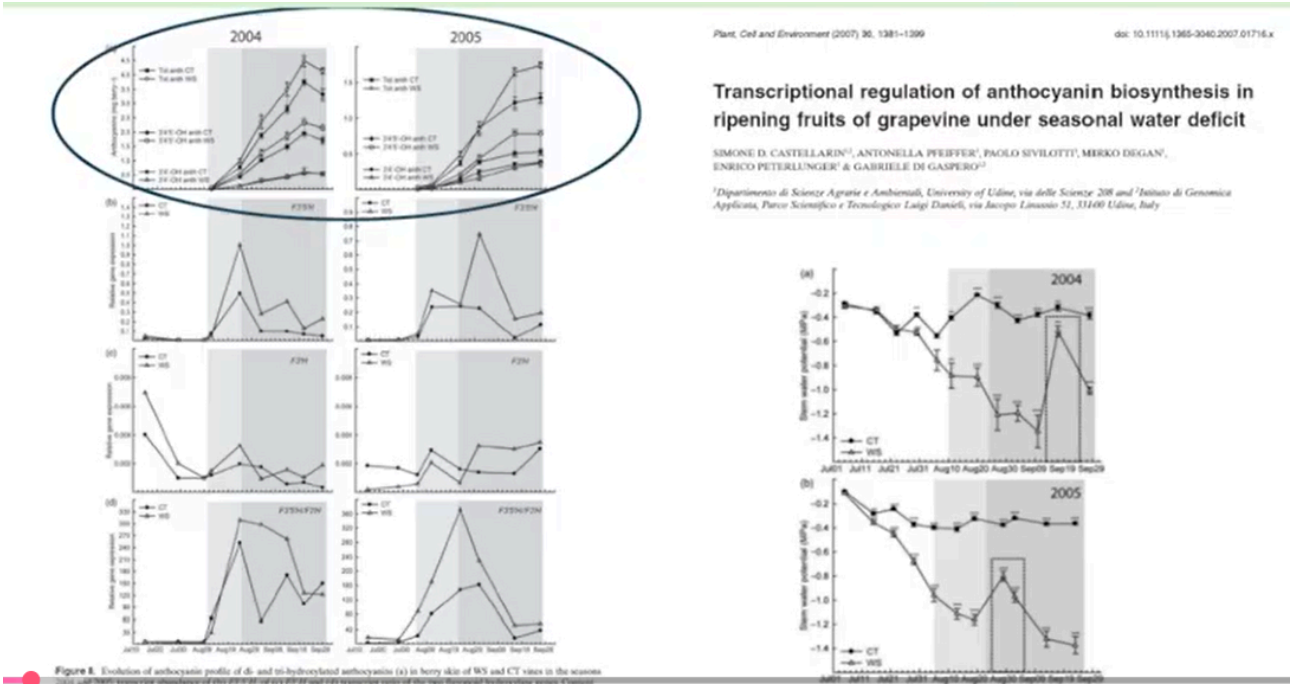
Risposta variabile in funzione dell'annata ma 'limitata' (max. 2x).

La luce ha un effetto sull'accumulo degli antociani, ma decisamente più limitato rispetto alla temperatura. Inoltre, non si tratta di un effetto costante.

Nelle bacche colorate, infatti, la risposta principale della vite alla luce non riguarda tanto gli antociani quanto piuttosto i **flavonoli**. In questo caso, **l'esposizione diretta del grappolo alla luce** può determinare concentrazioni di flavonoli **fino a dieci volte superiori** rispetto a grappoli ombreggiati, sia per scelta (gestione della chioma) sia per copertura fogliare naturale.

Questo aspetto ha anche importanti implicazioni pratiche. L'elevato contenuto di flavonoli – in particolare di quercetina – è infatti associato a problemi sempre più frequenti di **precipitazione della quercetina in bottiglia**, un fenomeno che negli ultimi anni sta emergendo con maggiore evidenza. Quando esponiamo troppo precocemente il grappolo alla luce, incrementiamo l'accumulo dei flavonoli, in particolare della quercetina. Questa, successivamente, può precipitare in bottiglia.

La quercetina non è tossica – anzi, viene anche assunta come integratore per le sue proprietà antiossidanti – tuttavia, dal punto di vista commerciale, questo fenomeno ha già creato problemi non trascurabili, soprattutto nei rapporti con alcuni mercati, come quello statunitense.



Ultimo aspetto: lo stress idrico.

Lo stress idrico moderato rappresenta, in viticoltura, uno degli elementi alla base della produzione di qualità.

L'obiettivo è indurre nella pianta un segnale di stress controllato, che favorisca l'accumulo degli antociani. Questo è noto da tempo anche agli agricoltori, ma le basi biologiche sono state chiarite da studi più recenti, tra cui un lavoro Italiano del 2007 condotto su Cabernet Sauvignon.

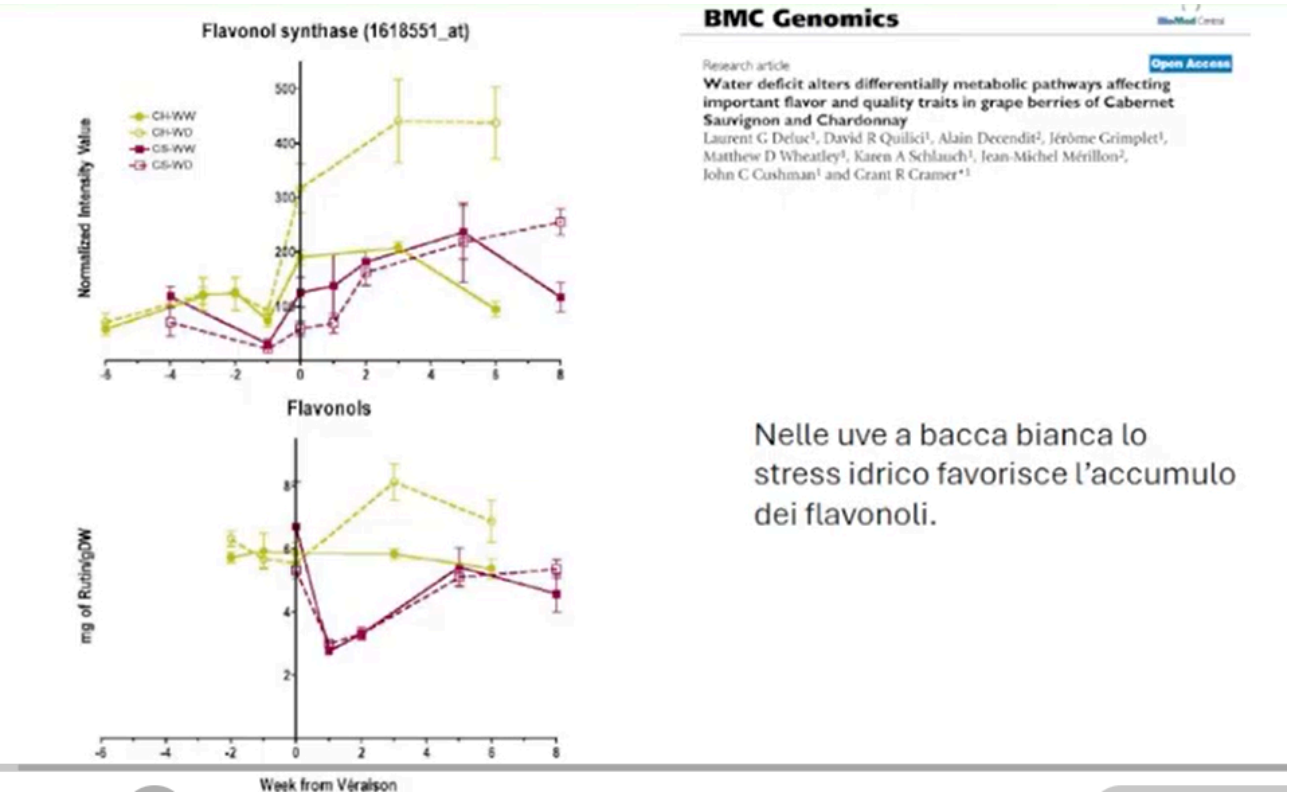
In questo studio, le piante sono state sottoposte a due diversi livelli di disponibilità idrica:

- **assenza di stress** (–0,2 MPa, non considerato stress per la vite mantenuto nel corso della stagione vegeto-produttiva);
- **stress moderato** (riduzione del potenziale idrico fogliare fino a punte di –1,2 MPa).

I risultati mostrano chiaramente una maggiore concentrazione di antociani nelle piante sottoposte a stress idrico. Ma non solo: si osserva anche un aumento dell'espressione della **O-metiltransferasi**, con conseguente **incremento degli antociani metilati**.

Questi composti sono meno facilmente estraibili, ma più stabili nel tempo. Dunque, in certe condizioni, lo stress idrico non rappresenta necessariamente un fattore negativo.

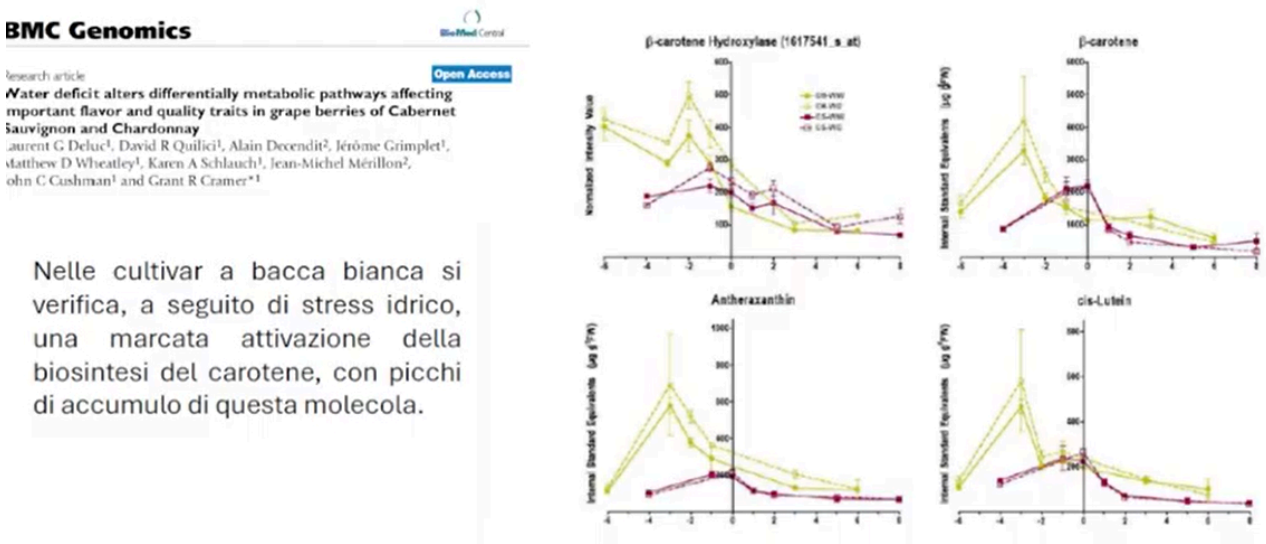
Si osserva inoltre un aumento dell'acilazione degli antociani. Questo aspetto è ancora oggetto di studio, ma è noto che i picchi termici, sempre più frequenti negli ultimi anni, favoriscono questo tipo di modificazione.



E per le uve a bacca bianca?

Se la bacca non è colorata, la risposta allo stress (luce, temperatura, carenza idrica) segue in parte vie diverse.

Nelle uve a bacca bianca, la risposta principale sembra essere legata all'aumento dell'espressione della **flavonol sintasi**, con conseguente accumulo di **flavonoli**, che risultano **molto più concentrati nelle condizioni di stress** rispetto alle piante non stressate.



Ma c'è un altro elemento fondamentale: l'accumulo dei **carotenoidi**.

Lo stress idrico, spesso associato a un minore sviluppo della chioma e quindi a una maggiore esposizione del grappolo alla luce, induce un aumento dei carotenoidi nella fase di pre-invaiatura.

I carotenoidi sono pigmenti accessori della clorofilla e svolgono una funzione protettiva contro la foto-ossidazione.

Tuttavia, la loro importanza enologica deriva dal fatto che, attraverso processi di degradazione ossidativa, danno origine ai **C13-norisoprenoidi**, composti aromatici fondamentali per i vini bianchi.

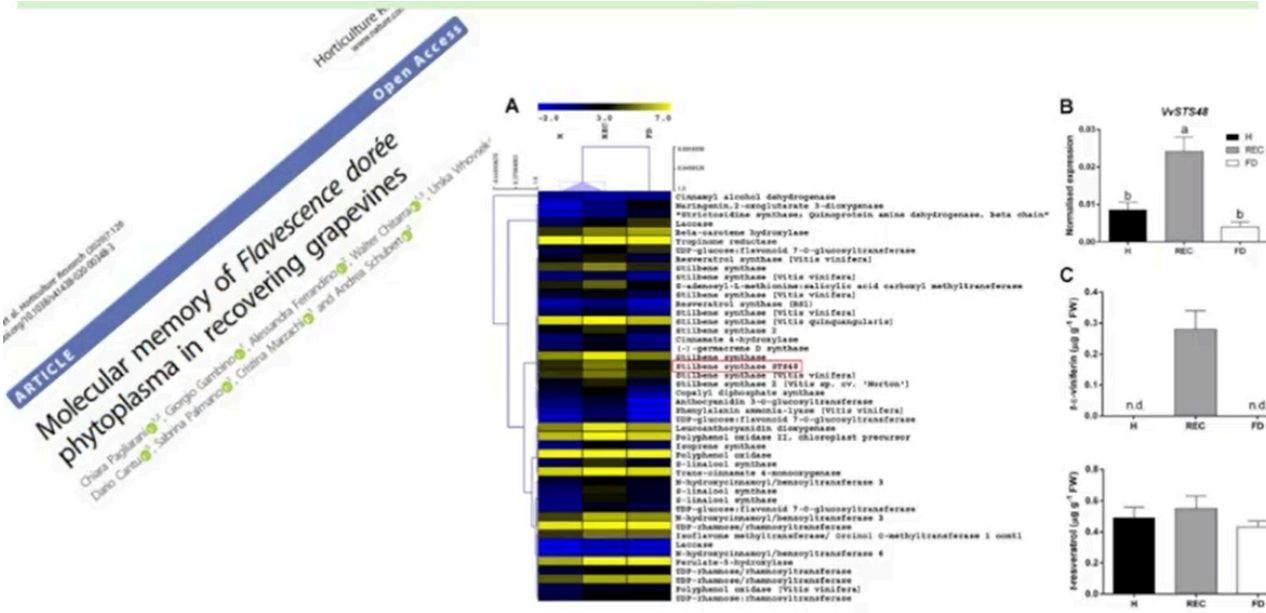
Tra questi ricordiamo:

- il **TDN**, responsabile della tipica nota di idrocarburo (cherosene) nel Riesling;
- il **β-damascenone** e il **β-damascone**, associati a note di frutta esotica;
- gli **iononi**, con sentori floreali (rosa).

Pertanto, aumentando lo stress idrico nelle uve a bacca bianca, si favorisce l'accumulo dei precursori aromatici, con possibili effetti sulla qualità sensoriale del vino.

Infine, va ricordato che **la vite è una pianta perenne**, con un ciclo vitale pluriennale – tradizionalmente 50–60 anni, oggi spesso ridotto a 30–40 anni – ma presenta anche uno sviluppo annuale.

Ogni anno, infatti, con l'apertura delle gemme e lo sviluppo dei germogli, si forma una **nuova porzione della pianta**, che non ha ancora "vissuto" direttamente le condizioni di stress precedenti, pur essendo influenzata da quanto avvenuto nelle stagioni passate.



Ci si è quindi chiesti – e ci si sta ancora chiedendo – se le condizioni di stress che la pianta percepisce in campo in un determinato anno possano lasciare una traccia, un effetto di memoria.

Questa è una tematica relativamente nuova. Proprio questa mattina, mentre preparavo la presentazione, ho fatto una ricerca su Scopus utilizzando le parole chiave *grapevine*, *stress* e *memory*: sono emersi soltanto 22 lavori.

Per chi lavora nel settore vitivinicolo, abituato a trovare centinaia o migliaia di pubblicazioni su qualsiasi argomento, questo dato è indicativo del fatto che si tratta di un ambito di ricerca ancora poco esplorato.

Le informazioni più consolidate riguardano l'interazione della vite con alcuni patogeni, in particolare la fitoplasmosi della **flavescenza dorata.**

Uno studio mostra chiaramente che nelle cosiddette piante che vanno in *recovy* – cioè piante che hanno manifestato la malattia in un anno ma risultano sane nella stagione successiva – permane una sorta di *effetto "immunizzante".*

Questo effetto è associato:

- a una sovraespressione di un gene, **STS48** (**stilbene sintasi, isoforma** 48);
- a una maggiore concentrazione di stilbenoidi, in particolare della **viniferina**.

Si tratta **di molecole polifenoliche (non flavonoidiche**), appartenenti alle cosiddette **fitoalessine**, cioè sostanze prodotte dalla pianta in risposta a stress di natura biotica, come appunto l'attacco di patogeni.

Questo dimostra che un effetto memoria esiste: la pianta può "ricordare" uno stress subito e rispondere in modo più efficace nelle stagioni successive.

Per quanto riguarda **invece gli stress abiotici**, le informazioni sono ancora limitate, ma alcuni studi suggeriscono che anche in questo caso possa esistere una memoria dello stress.

Ad esempio, è stato osservato che viti precedentemente sottoposte a periodi di stress idrico, quando si trovano nuovamente in condizioni di carenza d'acqua:

- mantengono tassi di traspirazione più elevati;
- mostrano una maggiore attività fotosintetica;
- presentano una più elevata assimilazione netta.

Accanto a questi aspetti fisiologici, si osservano anche modificazioni morfologiche:

- le foglie risultano più piccole;
- la pianta tende ad anticipare il germogliamento.

Memoria dello stress abiotico in vite

- Alcuni studi hanno dimostrato che le viti che avevano sperimentato in precedenza periodi di stress IDRICO all'imposizione di nuovi eventi di stress idrico erano in grado di **mantenere tassi di traspirazione e assimilazione più elevati** rispetto alle piante che non era precedentemente state sottoposte ad eventi di carenza idrica.

- Inoltre, presentavano **variazioni morfologiche** (foglie più piccole) ed anticipavano il germogliamento (Zamorano et al., 2021).

- Le viti che avevano sperimentato in precedenza periodi di stress idrico quando nuovamente esposte allo stress idrico, accumulano quantità inferiori di acido abscissico radicale e presentano un contenuto più elevato di **resveratrolo e viniferina**, suggerendo una maggiore capacità antiossidante che potrebbe aiutarle a contrastare gli effetti dello stress a livello cellulare (Pagliarani et al., in corso di pubblicazione).

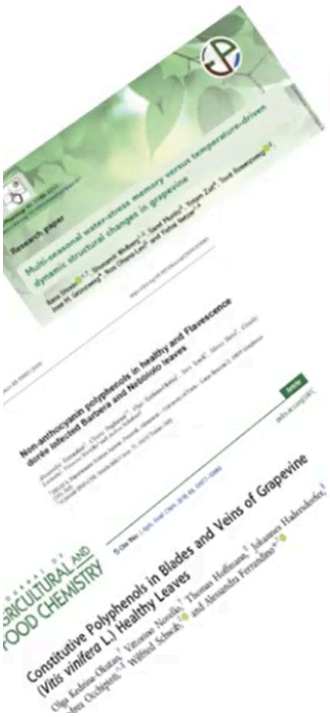


Improved physiological performance in grapevine (*Vitis vinifera* L.) cv. Cabernet Sauvignon facing recurrent drought stress

D. ZAMORANO[1,2,3], N. FRANCK[3,4], C. PASTENES[4], B. WALLBERG[3], M. GARRIDO[2,4] and H. SILVA[1]

- .

L'altra settimana poi ho interagito con una collega di Franco al CNR che si chiama **Chiara Pagliarani** con la quale nel tempo abbiamo parlato molto e loro stanno lavorando proprio sulla memoria dello stress in vite a seguito dello stress abiotico dello stress idrico e hanno visto che anche per questo tipo di interazione esiste una overespressione delle stilbensintasi che si traduce in un più elevato contenuto di **risveratrolo e di viniferina.** Se questo è vero succede anche negli acini finalmente possiamo dire che il vino fa bene perché è vero che prendiamo 12 per cento di alcol ma assumiamo questa fantastica molecola di elisir di eterna giovinezza che è il resveratrolo di cui tutti parlano, con una intensità simile a quella riservata al cambiamento climatico!



Memoria dello stress abiotico in vite

Esiste una memoria perenne allo **stress termico** (Cabernet Sauvignon), (Shtein *et al.*, 2021) che influenza la struttura del picciolo all'inizio della stagione successiva.

Intra-stagionalmente, la struttura del picciolo diventa indipendente dallo stato idrico, mentre la temperatura determina i cambiamenti strutturali.

Quindi, i cambiamenti climatici in corso potrebbero compromettere le prestazioni delle piante per effetti puramente indotti dalla temperatura.

Dimensioni del picciolo e larghezza dei suo vasi interagiscono con alcuni patogeni a localizzazione cribrovascolare (flavescenza e mal dell'esca).

Studi recenti hanno mostrato che anche chimicamente, cv diverse di vinifera e specie diverse di *Vitis* presentano contenuti diversi di antiossidanti (Ferrandino et al., 2021; Kedrina-Okutan *et al.*, 2018, 2019).

Alessandra FERRANDINO, Accademia Agricoltura Torino, 12 marzo 2026

Per finire vi condivido il fatto che esiste anche una memoria allo stress termico. Questa memoria allo stress termico **influenza la struttura del picciolo** tramite delle variazioni strutturali a livello di fasci cribrovascolari. Questo può sembrare una banalità ma non lo è per niente perché c'è tutto l'aspetto legato all'interazione con le malattie che hanno una localizzazione cribrovascolare quindi la stessa flavescenza, ma anche tutto il complesso dei funghi del mal dell'esca.

E' stato anche dimostrato, anche attraverso pubblicazioni nostre, che chimicamente **la composizione del picciolo e la posizione delle nervature fogliari è diversa rispetto** a quella della lamina fogliare e che le diverse specie del genere V*itis* e nell'ambito della *vinifera* le diverse cultivar, mostrano concentrazioni e profili di queste molecole antiossidanti del metabolismo secondario differenti.

Conclusioni

Temperatura, stress idrico e luce influenzano le caratteristiche compositive delle bacche:

- attivando **risposte a carico del metabolismo primario** che incidono su acidi e zuccheri
- attivando **risposte a carico del metabolismo secondario** che influenzano la biosintesi di antiossidanti in risposta all'accumulo di ROS cellulari indotti dagli stress ambientali

La vite reagisce 'stagionalmente' ma mantiene anche **memoria** della nuova situazione ambientale (memoria dello stress).

Le risposte adattative studiate, non solo definiscono la qualità della bacca, ma a livello di organo vegetativo possono creare situazioni più o meno ospitali per lo sviluppo dei patogeni.

Per concludere, temperatura, stress idrico e luce sicuramente influenzano le caratteristiche compositive delle bacche perché attivano delle risposte a carico del metabolismo primario ma anche delle risposte a carico del metabolismo secondario con un focus specifico in relazione alla modulazione dell'accumulo del **fenilpropanoidi quindi antociani, flavonoli e tannini.**

La vite reagisce stagionalmente chiaramente perché reagisce sugli organi dell'anno che poi o vengono vendemmiati o eliminati tramite la potatura o entrano in senescenza naturale, però mantiene anche una memoria, la cosiddetta memoria dello stress provata in alcuni patosistemi ma evidentemente esistente come più di recente dimostrato anche nella risposta della vite allo stress idrico e nella risposta della vite allo stress termico.

Grazie per l'attenzione.

Devecchi.

Devo complimentarmi per una relazione davvero interessantissima, che ci ha offerto una prospettiva nuova su un tema così rilevante come quello dell'influenza del cambiamento climatico.

Personalmente, ero rimasto ancorato a un approccio più strettamente agronomico: gestione del vigneto, cambiamento delle localizzazioni, ricerca di nuove esposizioni — insomma, quel tipo di strategie più "classiche".

Devo dire, invece, che le considerazioni che sono emerse — soprattutto nella parte finale — aprono uno scenario molto stimolante: quello delle potenzialità della vite, forse ancora non del tutto espresse, in termini di adattamento.

Si tratta di aspetti che meritano certamente di essere approfonditi dal punto di vista scientifico e che, in prospettiva, potrebbero essere tradotti anche in pratiche di gestione del vigneto più evolute.

Ben vengano, dunque, studi di questo tipo, che dimostrano come, operando in modo mirato e consapevole, sia possibile non solo affrontare le criticità, ma anche migliorare la qualità dell'uva e, di conseguenza, del vino.

Grazie davvero.

A questo punto, lascerei cortesemente a Mannini il prosieguo dell'incontro.

Mannini. Più che moderare raccolgo eventuali domande o richieste di chiarimento da parte dei presenti.

Giulio Mondini

Intanto, credo sia giusto riconoscere che, quando si affrontano problemi complessi, è necessario coinvolgere persone competenti: altrimenti la questione non può essere affrontata in modo adeguato.

Personalmente, non sono del tutto convinto che l'antropizzazione sia la causa principale del cambiamento climatico. Abbiamo numerosi esempi di interventi dell'uomo sul territorio che hanno prodotto effetti positivi.

I problemi sono molti, ma quello centrale – e davvero messo in discussione – è il rapporto tra uomo e natura nell'ambito dell'antropizzazione, in particolare quella errata.

Un'antropizzazione corretta, invece, può migliorare il rapporto tra uomo e ambiente. È una questione ampia, che probabilmente andrebbe affrontata in modo più approfondito e magari in un'altra sede, ma è certamente un tema che merita di essere ripreso. È giusto, infatti, non dare per scontato tutto ciò che viene proposto, ma mantenere uno spirito critico e riflessivo.

Pensiamo, ad esempio, ai vigneti nelle aree delle Langhe e del Monferrato: si sono già spostati altimetricamente negli ultimi anni, modificando il paesaggio.

Questo processo potrebbe continuare in futuro? E potrebbe incidere sulla qualità dei vini? I viticoltori potrebbero trovarsi nella condizione di non produrre più vini con le stesse caratteristiche e lo stesso valore economico di oggi?

Una simile evoluzione potrebbe mettere rapidamente in discussione anche il riconoscimento UNESCO di quei territori, con conseguenze molto rilevanti per l'economia locale.

C'è poi un altro aspetto, legato ai comportamenti dei produttori. In alcune riunioni con associazioni di viticoltori, è stata proposta – soprattutto in relazione alla siccità e alla carenza idrica – la realizzazione di bacini di accumulo d'acqua interrati. Si tratta di soluzioni già diffuse in molte parti del mondo: infrastrutture che non alterano il paesaggio e consentono di immagazzinare acqua da utilizzare nei momenti di stress idrico.

La risposta, però, è stata sorprendente: "Professore, ma sa quanto costa l'acqua dell'acquedotto? Molto meno che realizzare questi impianti".

Questo atteggiamento rappresenta, a mio avviso, un limite: da un lato ci si lamenta degli effetti del cambiamento climatico – come lo spostamento dei vigneti o la riduzione della qualità dell'uva – dall'altro non si adottano soluzioni preventive.

Proprio per questo ritengo che la relazione di oggi sia particolarmente interessante: ci aiuta a comprendere meglio i fenomeni in atto e, soprattutto, può rappresentare un punto di partenza per instaurare un dialogo più efficace con i produttori.

L'adattamento della vite è possibile, ma può essere anche migliorato. Non dobbiamo essere semplicemente passivi di fronte al cambiamento climatico: al contrario, possiamo intervenire, utilizzare la tecnologia e orientare le nostre scelte, come già è avvenuto in molti altri ambiti.

Ferrandino

Per quanto riguarda le relazioni idriche, la Regione Piemonte ha già autorizzato – per quanto mi risulta – l'irrigazione di soccorso e anche la realizzazione di nuovi impianti dotati di sistemi fissi di irrigazione.

Tali autorizzazioni sono accompagnate da un impegno, da parte dei produttori, a utilizzare l'acqua non per incrementare il peso delle uve e quindi la produzione, ma esclusivamente per far fronte a situazioni di necessità. Questo è un aspetto particolarmente rilevante soprattutto per chi non vinifica direttamente, ma vende le uve.

In annate come il 2017 e il 2022, ad esempio, è stato necessario intervenire con irrigazioni di soccorso. Chi aveva disponibilità d'acqua ha utilizzato anche soluzioni temporanee, come botti, per distribuire acqua nei vigneti. In quei casi si erano raggiunti valori di potenziale idrico molto bassi, dell'ordine di –1,4, –1,6, fino a –1,8 MPa: livelli di stress estremamente elevati, non più compatibili con il miglioramento qualitativo, ma anzi in grado di compromettere sia la quantità sia la qualità della produzione e, nei casi più estremi la sopravvivenza delle viti.

È evidente che servono anche interventi strutturali a livello territoriale. In alcune situazioni ho osservato addirittura piante morte: questo è accaduto, ad esempio, in diversi vigneti giovani, soprattutto nel 2017 e, mi pare, anche nel 2019.

I vigneti giovani, infatti, sono particolarmente vulnerabili: in annate molto calde e siccitose non riescono a resistere, perché non hanno ancora un apparato radicale sufficientemente sviluppato e profondo. In questi casi, il rischio di perdita dell'impianto è concreto.

Per quanto riguarda gli adattamenti del sistema viticolo, è noto che alcuni produttori si stanno già spostando verso quote più elevate. A mia conoscenza, almeno due produttori importanti – tra cui Sergio Germano e la famiglia Ceretto – hanno iniziato a investire in Alta Langa.

In queste aree, tuttavia, la produzione è orientata prevalentemente alla spumantizzazione, ad esempio con Pinot Nero, tipico della denominazione Alta Langa.

Quindi è vero: stiamo assistendo a uno spostamento della viticoltura in altitudine. Inoltre, come mostrato anche nello studio che citavo prima per gli Stati Uniti, si osserva un cambiamento anche nella latitudine delle aree coltivate.

Oggi, regioni come il sud della Germania, la Danimarca e l'Inghilterra si stanno candidando a diventare nuove aree viticole di riferimento: tra centocinquant'anni, potrebbero forse essere loro a vantare riconoscimenti come il patrimonio UNESCO.

La domanda, allora, è: alla luce di questi studi, siamo in grado di salvaguardare la viticoltura nelle aree tradizionali?

Alberto Cugnetto

Sì, innanzitutto vorrei fare un complimento: è davvero importante e non semplice riuscire a ottenere e sintetizzare questo tipo di informazioni. Non è qualcosa che si acquisisce facilmente, nemmeno per chi si documenta in modo continuo.

Vorrei portare una riflessione, anche alla luce di quanto abbiamo già discusso in Accademia, in occasione di incontri e contesti diversi – penso, ad esempio, al G7 di Ortigia e ad altri momenti di confronto anche qui a Torino.

Il nodo principale, a mio avviso, è quello dell'acqua, in particolare delle **quantità necessarie**. Quando ci troviamo di fronte ad annate come il 2022 o il 2023, caratterizzate da contemporanea siccità e stress idrico elevatissimo, la situazione diventa critica.

Ricordo, ad esempio, aree come Costigliole d'Asti o la zona della Fubine, dove per oltre un mese e mezzo si sono registrate temperature di 35–40 °C.

È vero che possiamo ragionare in termini di disponibilità complessiva d'acqua, ma il problema emerge quando si scende alla scala dell'ettaro.

Per dare un ordine di grandezza:

- un apporto di 10 mm di acqua rappresenta già un intervento significativo;
- 10 mm corrispondono a circa **100 m³ di acqua per ettaro**.

Se immaginiamo di dover intervenire con questa quantità con una certa frequenza durante la stagione – come potrebbe accadere in annate estreme – arriviamo rapidamente a volumi enormi.

Su superfici dell'ordine di 10.000–15.000 ettari, si parla di **milioni di metri cubi d'acqua**. Ad esempio, anche solo 3 milioni di m³ diventano una quantità difficilmente gestibile.

A questo punto il problema non è solo quanta acqua serve, ma:

- **dove la immagazziniamo**,
- **come la trasportiamo**,
- **come la distribuiamo**.

Oggi non esiste una rete capillare di distribuzione idrica per l'irrigazione paragonabile a quella dell'acqua potabile.

La vera sfida, quindi, è di tipo **infrastrutturale**. In un territorio collinare come quello delle Langhe e del Monferrato, occorre capire:

- quali sono le aree più sensibili;
- dove ha senso intervenire prioritariamente;
- come progettare sistemi efficienti di accumulo e distribuzione.

In alcune situazioni si può intervenire con soluzioni temporanee, come il trasporto dell'acqua con botti, ma in altre condizioni questo non è sufficiente o non è praticabile. Inoltre, bisogna considerare anche aspetti come l'umidità e il rischio di eccessi idrici.

Va poi ricordato che anche gli impianti di irrigazione – ad esempio quelli a goccia o di subirrigazione – richiedono acqua con caratteristiche qualitative adeguate, e presentano problematiche tecniche non trascurabili, come il rischio di occlusione.

Per questo motivo, il tema non è solo agronomico, ma riguarda un vero e proprio **approccio di sistema**, che dovrebbe coinvolgere:

- le amministrazioni,
- il territorio nel suo complesso,
- una pianificazione coordinata.

È da qui, a mio avviso, che bisognerebbe iniziare.

E colgo l'occasione per rilanciare una domanda:
piuttosto che intervenire solo sull'acqua, quanto può essere strategico lavorare anche sui **portainnesti**?

Ferrandino

Su questo tema io non mi esprimo nel dettaglio, perché non è il mio ambito specifico; tuttavia, sono assolutamente d'accordo con quanto detto da Alberto. Si tratta di un approccio di sistema, quindi anche di natura politica: la realizzazione di invasi, la loro localizzazione e le modalità di distribuzione dell'acqua rappresentano nodi fondamentali.

Per quanto riguarda i portainnesti, sì, possono contribuire in parte a offrire delle soluzioni. Negli ultimi anni sono stati selezionati nuovi portainnesti: ad esempio la serie *Star*, proposta dall'Università di Bologna, e la serie *M*, sviluppata dall'Università di Milano a partire da ibridi.

Uno di questi, se non sbaglio l'M4, sembra essere particolarmente efficace nel regolare la risposta allo stress idrico, anticipando la chiusura degli stomi e quindi limitando l'insorgenza di condizioni di stress severo.

Si tratta di un ambito su cui si sta lavorando attivamente. Tuttavia, è noto che la cultivar può influenzare il comportamento del portainnesto; di conseguenza, le sperimentazioni sono ancora in corso e spesso riguardano varietà come Sangiovese o Cabernet.

In Piemonte, sulle nostre cultivar autoctone, il lavoro è ancora limitato – almeno per quanto riguarda l'Università di Torino. So che esiste un campo sperimentale nell'Alessandrino con portainnesti di nuova generazione, ma è seguito dall'Università di Milano, che ne è anche il costitutore.

Per quanto riguarda invece le tecnologie di evoluzione assistita (TEA), applicate ai portainnesti, queste potrebbero rappresentare un ulteriore strumento. Poiché la viticoltura è necessariamente basata su portainnesti – di origine americana o ibrida – si potrebbe pensare, qualora vengano identificati geni specifici di tolleranza allo stress idrico, di introdurli nel genoma del portainnesto.

Tuttavia, al momento, l'impiego in campo di questi materiali è ancora soggetto a forti limitazioni normative, anche se si tratta del portainnesto e non del nesto.

Attualmente, le TEA sono sviluppate soprattutto in ambito sperimentale per l'introduzione di geni di resistenza alle malattie fungine, come i geni *Run* e *Ren*, associati alla tolleranza nei confronti di patogeni come *Uncinula necator* ed *Erysiphe necator*.

Si tratta quindi di strategie di miglioramento genetico innovative, ma al momento maggiormente orientate alla difesa fitosanitaria piuttosto che alla tolleranza agli stress abiotici.

Monica Mezzalama.
Per caso, quando si forma questa memoria, su quali piante si osserva e quanto tempo dura?

Ferrandino.
Si forma l'anno successivo, ma non sappiamo con precisione quanto duri. L'esperimento sulla flavescenza lo abbiamo condotto noi: le piante erano tutte in condizioni controllate, in vaso, di 2-3 anni, quindi giovani.

Invece, il lavoro che vi ho citato sulla memoria allo stress termico è stato realizzato in campo, su piante di 8-10 anni, quindi più vecchie, adulte.

Mannini.

Volevo aggiungere una precisazione sui portainnesti e lo stress idrico. Anche utilizzando portainnesti tradizionali — quelli coltivati principalmente in zone aride del Sud Italia — esiste già una batteria molto ampia di materiali genetici che, fino a tempi recenti, al Nord non venivano mai impiegati.

Questi portainnesti erano utilizzati soprattutto in Sicilia o in Puglia, mentre oggi i vivaisti stanno iniziando a impiegarli anche con le varietà piemontesi, proprio per far fronte a situazioni di stress idrico sempre più frequenti.

Un altro aspetto importante è che, oltre alle tecniche come le TEA, esistono altri approcci su cui si sta lavorando per raggiungere obiettivi simili. Uno di questi è la mutagenesi somatica.

Mi riferisco, in particolare, a un lavoro condotto dai colleghi del CNR qui a Torino: inducendo mutazioni su materiale di Nebbiolo e su un portainnesto specifico, il 1103 Paulsen, stanno selezionando mutanti attraverso tecniche moderne che consentono di accelerare il processo.

Sono già riusciti a ottenere piante di Nebbiolo e piante di questo portainnesto che, almeno nelle prove di serra — e ora stanno passando alle prove in campo — sembrano aver acquisito una resistenza molto significativa allo stress.

Se questo risultato venisse confermato, e quindi non solo la marza (il Nebbiolo), ma anche il portainnesto, l'unione dei due bionti potrebbe dare origine a piante effettivamente più capaci di fronteggiare queste condizioni.

È importante sottolineare che queste mutazioni non sono OGM: si tratta semplicemente di mutazioni naturali stimolate, che potrebbero verificarsi anche spontaneamente in natura, ma che in questo caso vengono indotte e selezionate in modo più rapido.

Dunque, le vie per affrontare il problema sono diverse.

Questo mi porta alla domanda che volevo porre ad Alessandra. Prima, però, desidero farti i complimenti per l'esposizione: sei stata molto brava e particolarmente chiara su un argomento complesso.

Detto questo, recentemente, a livello del Consorzio del Barolo e dei vini delle Langhe, si è aperta una discussione molto accesa.

Il tema riguarda i mutamenti climatici e, in particolare, il loro effetto sui cru storicamente migliori: quelli meglio esposti, più soleggiati e più caldi, che in passato rappresentavano le condizioni ideali.

Oggi, però, la situazione si sta ribaltando: questi stessi siti risultano più sensibili agli eccessi climatici, con ripercussioni sulla qualità dell'uva, soprattutto per una varietà come il Nebbiolo, la cui qualità è strettamente legata alla componente polifenolica.

In questo contesto, qualcuno ha proposto di ampliare le aree di impianto del Nebbiolo all'interno della zona del Barolo, includendo anche versanti esposti a nord — cosa che attualmente è vietata dai disciplinari.

Su questo punto si è aperta una forte contrapposizione:
alcuni considerano questa ipotesi una vera e propria "bestemmia", mentre altri ritengono necessario adattarsi alla nuova realtà, sia pure obtorto collo.

In sostanza, si tratta di una situazione paradossale: ciò che un tempo era sinonimo di qualità sta diventando un fattore di criticità.

Vorrei quindi conoscere la tua opinione in merito.

Ferrandino.

Che domanda difficile.

Quest'estate ho lavorato su Merlot in campo, perché avevamo bisogno di una cultivar internazionale. Abbiamo quindi impostato una prova sull'applicazione di biostimolanti,

prendendo come riferimento un vigneto a Diano d’Alba, con esposizione sud-ovest, quindi teoricamente ottimale.

Il risultato, però, è stato un disastro.

Per sicurezza — temendo anche eventuali eventi come la grandine — avevamo individuato un secondo vigneto di Merlot, completamente esposto a nord. Abbiamo applicato il biostimolante con le stesse modalità e negli stessi tempi.

In questo caso, invece, i risultati sono stati molto buoni.

Sul Merlot esposto a nord abbiamo osservato un incremento della produzione, il che può sembrare quasi una bestemmia, considerando che le quantità di biostimolanti distribuite sono estremamente basse. È quindi difficile comprendere come dosi quasi “omeopatiche” possano avere un impatto così significativo sul metabolismo della pianta, fino a influire sul peso delle uve.

Non abbiamo riscontrato variazioni nella concentrazione zuccherina (°Brix), e questo è stato un aspetto molto positivo, per ovvie ragioni.

Abbiamo invece osservato un aumento dell’acidità, ottenendo quindi un equilibrio complessivo favorevole.

Anche il quadro polifenolico, in particolare per quanto riguarda gli antociani, ha mostrato risultati interessanti: nell’esposizione a nord, le piante trattate presentavano un contenuto maggiore rispetto alle non trattate.

Però non è Nebbiolo. E sappiamo anche che esistono già problemi di sovrapproduzione — non nel caso del Nebbiolo, certo — ma in generale il tema resta.

Questo ci porta inevitabilmente a una riflessione: dobbiamo mettere mano ai disciplinari di produzione del Barolo e del Barbaresco.

Lo dico consapevole del fatto che, se ci fosse qui un produttore di Barolo o di Barbaresco, probabilmente mi “taglierebbe la gola”. Però, a volte, certe delimitazioni risultano difficili da giustificare.

Ci sono situazioni che appaiono quasi paradossali: ad esempio, lungo la strada che va da Santa Vittoria, esiste un tratto in cui un appezzamento è stato incluso nel disciplinare e quello immediatamente adiacente è stato escluso.

Viene spontaneo pensare — forse in modo provocatorio — che la differenza non sia solo agronomica, ma anche legata a fattori contingenti: magari il proprietario del terreno escluso, in quel momento, non era presente o non aveva sufficiente peso politico per far valere la propria posizione.

Al di là dell’aneddoto, il punto è un altro: forse dovremmo adottare un approccio più sistemico, più ampio, anche dal punto di vista politico e strategico, per rivedere i disciplinari di produzione.

Allo stesso modo, la Regione Piemonte — attraverso un tavolo di esperti — dovrebbe interrogarsi sulla possibilità di sperimentare nuove soluzioni: ad esempio, valutare se introdurre, almeno in via sperimentale, alcune modifiche o nuove pratiche come i PIWI, oppure se mantenere rigidamente l'impostazione attuale.

Cugnetto.

Una considerazione che mi sento di fare, come tecnico, è che negli ultimi cinque o sei anni mi sono trovato sempre più spesso nella necessità di intervenire per acidificare.

Questo significa che, se non intervenissi in modo esogeno — con pratiche ovviamente legali e previste dalla normativa — non riuscirei a mantenere il mio modello enologico. Mi troverei infatti con pH intorno a 3,8 e acidità totali di 4–4,2 g/L, magari non su tutte le partite, ma comunque su una quota significativa della produzione.

Questa situazione ha implicazioni rilevanti dal punto di vista enologico, soprattutto sotto il profilo microbiologico ed enochimico.

È quindi una riflessione che pongo: quanto è realmente sostenibile, in certi contesti, la risposta del Nebbiolo alle attuali condizioni climatiche?

È evidente che nei siti con maggiore sommatoria termica e con esposizioni più calde emergono i problemi più marcati.

Per quanto riguarda la questione dei versanti nord, se qualcuno obietta dicendo "no", io rispondo: proviamo, ma proviamo davvero.

Non è nemmeno vero che non esistano vigneti a nord: esistono già Langhe Nebbiolo, esistono impianti in esposizioni meno favorevoli. Dunque, avviare delle prove per alcuni anni e confrontare i risultati con quelli ottenuti in altri areali, o in vigneti meglio esposti, non mi sembra affatto irragionevole.

Naturalmente, il discorso va contestualizzato: non parliamo dei fondovalle freddi, ma piuttosto delle prime porzioni di contropendenza, delle esposizioni nord nei primi gradi, che possono offrire condizioni interessanti.

Per questo motivo, inviterei i produttori a non assumere posizioni di rifiuto assoluto. Anche integrare una quota limitata — ad esempio il 15–20% della superficie aziendale — con vigneti esposti a nord potrebbe rappresentare, a mio avviso, una risorsa utile.

Ferrandino.

Sono sostanzialmente d'accordo. La mia esperienza di quest'estate sul Merlot ha mostrato risultati migliori proprio nelle esposizioni a nord.

Cugnetto.

È chiaro, però, che questo tema ha una rilevanza economica e politica enorme.

Stiamo parlando di vigneti che possono valere anche 2–2,5 milioni di euro per ettaro, proprio perché collocati in contesti storici e in cru di grande prestigio.

Capite bene che questo incide profondamente sugli equilibri aziendali, sui bilanci e sugli investimenti — spesso molto rilevanti — sostenuti dai produttori.

Non si tratta quindi di aspetti marginali. Tuttavia, di fronte all'evidenza dei cambiamenti in atto, credo che sarà il tempo a chiarire la direzione da intraprendere.

Silvio Garlasco.

Penso che uno degli argomenti che potremmo sviluppare per la conferenza che stiamo organizzando al Vinitaly — nello stand della Regione Piemonte — sia proprio quello che stiamo discutendo oggi.

In quell'occasione abbiamo coinvolto anche altre accademie: la Società Agraria di Lombardia, l'Accademia di Verona, quella di Bologna, i Georgofili — e chiunque voglia contribuire è naturalmente benvenuto. Il merito di questo lavoro va anche a Silvio, che sta portando avanti un coordinamento molto efficace.

Il tema centrale potrebbe essere il cambiamento climatico e la sua interazione con la viticoltura, ma con una visione più ampia, di scala padana, per poi arrivare a riflessioni più generali sull'agricoltura.

Naturalmente, all'interno di Vinitaly — che resta un contesto specificamente vitivinicolo — sarà opportuno mantenere un focus adeguato, ma senza rinunciare a una visione più ampia e sistemica.

Ricordiamo anche le date: 12, 13, 14 e 15 aprile. Ho chiesto alla Regione che il convegno venga collocato nella giornata di domenica o lunedì, così da garantire la presenza dell'Assessore — anche per stimolare un confronto diretto. Poi, naturalmente, una volta all'interno della manifestazione, gli sviluppi possono sempre riservare qualche sorpresa.

L'obiettivo è quello di costruire, insieme alle altre accademie, una riflessione condivisa su un tema — o meglio su un insieme di temi — che possa poi essere esteso a un discorso più ampio, legato all'agricoltura nel suo complesso.

Questo è, per ora, il titolo e l'impostazione di massima.

Grazie anche per questo contributo. A questo punto chiederei a Franco di fare una breve riflessione conclusiva, che nasce anche dalle discussioni che abbiamo condiviso, e poi procederemo alla chiusura. Prego.

Mannini. La riflessione finale è molto semplice.

Anche ascoltando gli interventi sugli argomenti che abbiamo trattato — e considerando le polemiche che emergono a livello di produttori — si osserva come spesso ci si divida in vere e proprie "tifoserie". L'esempio dei Consorzi è forse il più evidente: da un lato i

tradizionalisti, che non vogliono assolutamente modificare nulla; dall'altro i cosiddetti modernisti, che invece spingono per innovare e cambiare.

La verità è che hanno ragione entrambi, perché ciascuna delle due posizioni porta con sé argomenti validi che meritano di essere considerati.

Che fare, allora?

I risultati sperimentali sono l'unico strumento in grado di indicare una direzione. Tutto ciò di cui abbiamo discusso — opinioni, ipotesi, valutazioni — potrebbe essere confermato o smentito semplicemente attraverso prove sperimentali adeguate.

Da questo punto di vista, forse il mondo produttivo dovrebbe avere maggiore fiducia nei risultati della ricerca. Oggi, invece, si mostra spesso piuttosto restio a farsi coinvolgere in percorsi sperimentali.

D'altra parte, il mondo pubblico dispone di risorse sempre più limitate. Ne consegue che l'attività di ricerca procede nei limiti del possibile: una condizione ben nota a tutti i presenti.

Un esempio emblematico è quello dei vitigni resistenti, i cosiddetti PIWI. Si tratta senza dubbio di una realtà molto interessante, ma anche potenzialmente problematica per alcuni comparti produttivi.

Oggi i PIWI riguardano prevalentemente varietà internazionali. Ma allora, cosa vogliamo fare? In Piemonte vogliamo davvero mettere da parte Nebbiolo, Barbera e le altre varietà autoctone per introdurre, ad esempio, Merlot o altre cultivar resistenti?

Su questo punto, personalmente, inviterei alla cautela.

Ancora una volta, la strada dovrebbe essere quella della sperimentazione: provarli, valutarli con rigore, e solo successivamente decidere se e in che misura possano avere un ruolo.

Rientriamo così nel tema della ricerca. Storicamente, gli studi si sono concentrati soprattutto su Cabernet, Merlot, Chardonnay e altre varietà internazionali. Il motivo è evidente: i risultati ottenuti hanno un valore economico molto rilevante su scala globale.

Purtroppo, ad oggi, sulle varietà piemontesi — come il Nebbiolo — gli studi sono ancora limitati. Non per mancanza di volontà, ma per vincoli concreti, primo fra tutti quello delle risorse economiche.

Se mancano i finanziamenti, le prove non si possono fare.

E quindi, per concludere: l'unica via che può fornire indicazioni chiare è quella della sperimentazione. Dobbiamo essere aperti al confronto, disposti a provare, e pronti a lasciare che siano i risultati a guidare le scelte.

Devecchi.

Allora, vi chiederei un applauso per entrambi.

Avete offerto davvero un contributo accademico di grande valore, ricco di riflessioni e approfondimenti, e ve ne siamo sinceramente grati.

Ora abbiamo anche un piccolo momento conviviale: abbiamo parlato di vino, e spero che quello che assaggeremo sia all'altezza delle riflessioni che abbiamo condiviso.

Vi segnalo brevemente due appuntamenti prossimi, così che chi lo desidera possa partecipare.

Il primo è l'adunanza della settimana prossima, il 19, durante la quale il collega **Domenico Bergero** proporrà, dalla sua prospettiva veterinaria, un tema dedicato al cavallo in ambito bellico. Si tratterà di un approfondimento storico molto interessante, che ci ricorda come la storia dell'Europa sia stata costruita anche grazie al ruolo della cavalleria. In fondo, parte della cultura che oggi condividiamo deve molto anche a questo elemento.

Il secondo appuntamento è già questo sabato: qui presente **Alberto Cugnetto**, insieme a me e all'Accademia, saremo a Borgofranco d'Ivrea per celebrare una giornata che, per quanto ne sappiamo, è unica in Piemonte.

Si tratta della celebrazione della Giornata nazionale del paesaggio, istituita dal Ministero della Cultura e fissata ogni anno al 14 marzo. L'iniziativa sarà dedicata in particolare ai paesaggi del nord del Piemonte, in area del Mombarone, caratterizzati da sistemazioni agrarie peculiari e recentemente oggetto di un importante riconoscimento di valore da parte del Ministero.

Gli appuntamenti sono ravvicinati e l'organizzazione è stata intensa: desidero quindi ringraziare Marina, che in questi giorni è stata fortemente impegnata tra inviti, spedizioni e tutte le incombenze organizzative.

Un ringraziamento va anche a Terna, per il suo ruolo nella revisione dei conti, e più in generale a tutti coloro che, a vario titolo, contribuiscono alla vita dell'Accademia.