SOIL

a. 2021

SCIENCE

SUOLI SALINI

Un report esclusivo sui suoli salini e le problematiche di gestione per le coltivazioni, con un focus sulle viti

Dopo le definizioni e le conseguenze è giunto il momento di innestare il problema della salinizzazione dei suoli nel contesto della viticoltura.

La salinizzazione in vigna

SALE E VITICOLTURA

Nelle prime due parti di questo reportage abbiamo dato alcune definizioni importanti (prima parte) per comprendere il problema dei suoli salini e come gestirli (seconda parte).

Con questa terza - e ultima - parte vogliamo affrontare il problema della salinità dei suoli vocati all'attività viti-vinicola.

- 1 -

Come è stato già evidenziato, la salinità è una delle cause principali della degradazione dei suoli che, nelle aree dedicate all'agricoltura, cioè alla produzione di alimenti e di fibre tessili, comporta effetti devastanti in termini di cambiamenti globali, oltre che ingenti danni economici.

È stato stimato che dall'8 al 10% dei suoli presenti sul globo terrestre è affetto dal fenomeno della salinità per cause non solo naturali ma anche in rapporto a errate pratiche agronomiche.

Le analisi condotte nei paesi principali produttori di vino dimostrano che il fenomeno della salinità sta diventando un problema molto serio anche in ambito viti-vinicolo.

Per esempio, per la sola Australia, già nel lontano 2005, è stato stimato un mancato guadagno di circa 58 milioni di dollari, corrispondenti ad un incremento del 13% rispetto ai profitti della produzione media fino ad allora ottenuta, se si fosse iniziato un recupero delle zone più colpite dalla salinizzazione.

"THE SOIL IS THE GREAT CONNECTOR OF OUR LIVES, THE SOURCE AND DESTINATION OF ALL"

Premesse

Sebbene le viti siano per tradizione piante che richiedono un moderato irriguo, nei climi più secchi le strategie di irrigazione ordinaria sono importanti per avere una buona resa e una buona qualità dei frutti.

Si stima, che entro il 2050, tra il 25% ed il 75% delle terre attualmente soggette alla viticoltura diventeranno inabili a tale attività per gli effetti combinati della scarsità dell'acqua e della salinizzazione.

Diventa, pertanto, importante cercare di capire a livello molecolare cosa accade alle viti sottoposte a stress salino, per di più associato agli effetti negativi già evidenziati nelle due parti precedenti di questo reportage.

- 2 -

Come già evidenziato, la salinità influenza la funzionalità cellulare delle piante in diversi modi: stress osmotico, tossicità di alte concentrazioni di ioni quali cloruri e solfati, danni ossidativi.

Lo stress osmotico si realizza quando, per assumere nutrienti, le cellule presenti nella radice della pianta devono vincere la pressione osmotica esercitata dalle molecole di acqua che si muovono dall'interno verso l'esterno della cellula (lo abbiamo spiegato nella seconda parte di questo reportage).

L'acqua è una delle componenti principali delle viti. Il suo contenuto varia dal 70% in peso per le componenti più vecchie delle piante (per esempio, tronco e rami) fino al 90% per quelle più giovani (per esempio, foglie, fiori e frutti).
Ma se la vite vegeta in un suolo salinizzato, proprio a causa dell'elevata concentrazione salina viene inibita la crescita della pianta, con perdita di biomassa e morte cellulare.
Inoltre, tra i vari effetti causati dall'elevata salinità dei suoli, si osserva anche una riduzione dell'attività fotosintetica (questo perché la diffusione dell'anidride carbonica attraverso gli stomi [1] si riduce) con un conseguente incremento dell'attività fotorespiratoria.

STRESS OSMOTICO

Lo abbiamo definito nella seconda parte del reportage -->

LA RISPOSTA FISIOLOGICA DELLE VITI ALLA SALINIZZAZIONE

STOMA

Cosa è lo stoma? Riprendiamo la definizione dall'enciclopedia Treccani: "Piccolo poro presente prevalentemente sulla pagina inferiore delle foglie. Lo stoma è costituito da due 'cellule di guardia' con forma reniforme che, in funzione del livello di turgore cellulare, aprono o chiudono l'apertura stomatica stessa, detta anche rima stomatica. Quando le cellule di guardia sono turgide lo stoma è aperto, mentre la perdita del turgore determina la chiusura dello stesso. L'apertura degli stomi è di primaria importanza per consentire gli scambi gassosi della pianta e, quindi, l'entrata dell'anidride carbonica necessaria per lo svolgimento della fotosintesi, il rilascio dell'ossigeno prodotto dalla fotosintesi stessa e il rilascio del vapore acqueo, necessario per richiamare acqua e nutrienti dal terreno".

"TO BE A SUCCESSFUL FARMER ONE MUST FIRST KNOW THE NATURE OF THE SOIL"

Senofonte

VinOsa - wineook 2021



Quest'ultima è un complesso sistema di reazioni che serve alle piante per sopperire alla mancanza di anidride carbonica a seguito della chiusura degli stomi: infatti, questi si chiudono per evitare perdita di acqua dalle cellule.
Tuttavia, se da un lato la chiusura (sarebbe meglio dire la "riduzione") degli stomi permette di conservare l'acqua nelle cellule della pianta, dall'altro questa "chiusura" riduce la diffusione dell'anidride carbonica nei tessuti vegetali con conseguente inibizione della fotosintesi clorofilliana.

Per poter sopravvivere, la pianta innesca quindi un "meccanismo" di compensazione. Quando l'anidride carbonica viene meno, uno degli enzimi deputati alla fotosintesi clorofilliana invece di operare "prendendo" la CO2 dall'atmosfera "frantuma" degli zuccheri semplici producendo così CO2.
In questo modo – tra le altre cose - viene anche assicurata l'assimilazione dei nitrati presenti nei suoli, utili alla produzione degli amminoacidi che vengono utilizzati per la sintesi del corredo proteico della pianta.

C'È PURTROPPO UN MA...

Tra i prodotti secondari della fotorespirazione sono presenti anche i cosiddetti ROS (dall'inglese *Reactive Oxygen Species*): si tratta di radicali liberi molto reattivi che a lungo andare possono portare alla morte della pianta e che in una normale attività fotosintetica non vengono prodotti.

Come è stato evidenziato dalla spiegazione semplicistica riportata nelle righe precedenti, è ben noto l'effetto dello stress osmotico sulla fotosintesi clorofilliana. Ciò che è meno noto è in che modo gli ioni presenti in alte concentrazioni nei suoli salinizzati possano avere effetti tossici sulle viti e quali siano i meccanismi legati ai danni ossidativi in conseguenza della produzione dei sistemi ROS anzidetti.

In altre parole: sappiamo che producono danni ma non si sa come.

COME LE VITI RESISTONO AI SUOLI SALINI?

VinOsa - wineook 2021

LE VITI

Le quattro strategie delle viti alla salinizzazione

1 ESCLUSIONE IONICA

2 SEQUESTRO NEI VACUOLI

3 BILANCIAMENTO DELLA PRESSIONE OSMOTICA

4 RIDUZIONE DEGLI EFFETTI DEI ROS

MECCANISMI DI TOLLERANZA ALLA SALINITÀ DA PARTE DELLE VITI

- 3 -

Ricordiamo che le viti, come tutte le piante, sono esseri viventi.

Come tali esse si sono evolute per essere in grado di attivare delle strategie di sopravvivenza per resistere a periodi di limitate o prolungate problematiche ambientali.

Nel caso di difficoltà dovute a suoli salini, le viti utilizzano strategie multiple che sono riassumibili nei quattro punti elencati nell'immagine qui sopra.

VACÙOLI

Cosa è un vacùolo? Riprendiamo da una nota enciclopedia chimica online:
Il vacùolo è una cavità circondata da membrana presente in alcuni tipi di cellule, come cellule vegetali, cellule fungine e protozoi.
Il termine vacùolo deriva dal latino *vacuus*, vuoto, per via dell'aspetto con cui si presenta nei preparati istologici in seguito ad osservazione con il microscopio ottico o elettronico.
Il vacùolo di piante e funghi contiene generalmente acqua, vari ioni inorganici e composti organici di riserva, di rifiuto o con funzioni specifiche.





WE KNOW MORE ABOUT THE MOVEMENT OF CELESTIAL BODIES THAN ABOUT THE SOIL UNDERFOOT

LE STRATEGIE CONTRO LA SALINIZZAZIONE

VinOsa - Wineook 2021

- 4-

Le quattro strategie evidenziate vengono bilanciate grazie a modifiche nelle trasmissioni chimiche ad opera di molecole sintetizzate allo scopo nei processi metabolici delle viti.

Vediamo cosa significa e, soprattutto, cerchiamo di capire qual è il significato chimico-fisico delle quattro strategie appena citate qui sopra.

LE TRASMISSIONI AD OPERA DI SEGNALI CHIMICI

Quando si parla di “bilanciamento” tra diversi meccanismi regolatori del metabolismo degli esseri viventi, in generale, si intende dire che essi sono in grado di modulare certe vie metaboliche, rispetto ad altre, semplicemente attraverso la produzione di molecole che rappresentano dei segnali chimici che “ordinano” a certi enzimi di “terminare” la loro attività e ad altri enzimi di “cominciarne” una nuova (ricordiamo che tutte le reazioni dei processi metabolici sono mediate da enzimi).

Per quanto riguarda le viti, i quattro meccanismi di risposta alla salinità dei suoli non si realizzano necessariamente nell’ordine che abbiamo indicato noi, ma seguono un “percorso” che dipende di volta in volta dalla concentrazione salina, dalla natura degli ioni presenti nei suoli, dalla quantità di acqua presente sia nei suoli che nelle cellule e da tutte le condizioni climatiche che entrano in gioco in quel particolare momento.

Non ci addentriamo ulteriormente in questi temi, troppo specifici e tecnici, e rimandiamo chi fosse interessato all’argomento a letture suggerite qui in fondo.

METABOLITI SECONDARI

I metaboliti secondari sono molecole prodotte dalle reazioni del metabolismo secondario delle piante (v. paragrafo 8).



1. L'ESCLUSIONE IONICA

L'"esclusione ionica" - detta anche "esclusione salina"- si riferisce alla capacità della vite di ridurre l'assorbimento di sale (il nostro ben noto NaCl) dal suolo e limitarne il passaggio dalle radici al resto della pianta. Questo meccanismo è particolarmente importante per conservare la produttività viticola e ottenere vini che non siano troppo sbilanciati in riferimento a parte delle durezze e alla salinità.

In ogni caso, bisogna sottolineare che diversi studi riferiscono della morte di piante appartenenti a cultivar con grande tolleranza alla salinità quando la sua durata è troppo prolungata e si verifica durante più stagioni consecutive.

2. SEQUESTRO NEI VACÙOLI

Con la locuzione "sequestro nei vacùoli" si intende l'operazione di isolamento dei sali nei vacùoli delle radici.

In altre parole, i sali vengono bloccati nei vacùoli e, quindi, non vengono trasferiti nel citoplasma [3] (o vengono trasferiti in concentrazioni molto limitate).

Accanto al meccanismo che "blocca" i sali nei vacùoli, va ricordato che esiste anche quello che prevede il "blocco" dei sali per effetto dei processi di lignificazione [4].

CITOPLASMA

Cos'è il citoplasma? È il volume delimitato dalla membrana cellulare che contiene i metaboliti presenti nella cellula

LIGNIFICAZIONE

La lignificazione è un processo attraverso cui le piante sintetizzano la lignina che, legandosi a la cellulosa, permette l'irrigidimento dei tessuti. È un processo che consente alle piante di crescere in altezza e resistere alle forze esercitate dal vento e dalla pioggia.

IT TAKES OVER 1000 YEARS TO MAKE 1 CM OF SOIL

3. BILANCIAMENTO DELLA PRESSIONE OSMOTICA

Il bilanciamento della pressione osmotica consiste nell'accumulo di ioni non tossici all'interno delle cellule delle viti in modo tale che si possa raggiungere un equilibrio osmotico che consente la conservazione della quantità di acqua all'interno dei vacùoli e del citoplasma. Gli ioni che vengono accumulati sono sostanze organiche altamente solubili come glicosidi (sostanze a base di zuccheri), amminoacidi (in particolare prolina), polioli (per esempio, i polifenoli) e proteine ad elevata idrofilicità.



4. METABOLISMO SECONDARIO E PROTEZIONE DAI ROS

Il metabolismo secondario delle viti non è direttamente coinvolto nei processi della crescita e dello sviluppo delle piante quanto, piuttosto, in quelli che servono per ridurre la pericolosità di sistemi sintetizzati come effetto secondario delle risposte biochimiche alla salinità dei suoli.

Per esempio, alcuni studi hanno dimostrato che, accanto a tutti i meccanismi finora descritti in modo elementare, si innescano una serie di reazioni mediate da enzimi particolari che prendono il nome di perossidasi che hanno il compito di eliminare dalle cellule i ROS di cui si è parlato qui qualche riga più sopra. Un ulteriore aiuto nella eliminazione dei ROS viene anche dagli stilbeni, dai flavonoidi e da alcune altre molecole cosiddette antiossidanti che vengono sintetizzate grazie ai processi chimici del metabolismo secondario.

ALTRE RISPOSTE ALLA SALINITÀ DEI SUOLI

VinOsa - wineook 2021



-9-

LA BIOCHIMICA VEGETALE

Da quanto scritto fino ad ora si comprende che la biochimica vegetale è molto complessa, almeno quanto lo è quella animale. Le risposte alla salinità dei suoli da parte delle piante, in realtà, non si esauriscono con i quattro meccanismi sintetizzati nei paragrafi precedenti.

Altri effetti sono, per esempio, legati all'azione delle aquaporine [5]. Da alcuni studi, non ancora confermati da parte della comunità scientifica internazionale, sembra che le aquaporine, in un meccanismo non ancora ben noto, siano in grado di attivare la resistenza ai sali da parte delle viti. Sembra inoltre che, in risposta alla salinizzazione, alcune altre proteine di membrana subiscano delle modifiche nella loro struttura così da rendere i tessuti di cui fanno parte più stabili sotto l'aspetto meccanico e resistenti ai cambiamenti di turgore. Ancora, si è notato un aumento della quantità di acido abscissico, una molecola coinvolta in alcuni processi fondamentali che vanno dalla germinazione dei semi alla crescita degli acini, quando le viti vengono allevate su suoli salini.

LE AQUAPORINE

Le acquaporine sono proteine di membrana coinvolte nella regolazione del flusso dell'acqua attraverso i tessuti vegetali.

VinOsa - wineook 2021

LA SALINITÀ E I CARATTERI CHIMICI ED ORGANOLETTICI DEI VINI

VinOsa - wineook 2021

Cosa succede nel vino?

In uno studio condotto presso l'Università degli Studi di Palermo (qui e qui) è emerso che in vini a base di Nero D'Avola prodotti da uve raccolte da viti allevate su suoli salini era più elevato il contenuto di polifenoli, antociani, flavonoidi, solfati, esteri di acidi grassi, e terpeni rispetto a vini ottenuti da uve analoghe ma raccolte da viti allevate su suoli meno ricchi in sali.

Da un punto di vista gusto-olfattivo, i panel gustativi hanno espresso un migliore apprezzamento per i vini ottenuti da uve coltivate su suoli salini per quanto riguarda i parametri intensità del colore, riflessi violacei, frutta sotto spirito, frutta secca e sapidità.

A fronte delle ricerche effettuate dagli studiosi di Palermo, bisogna considerare anche quelli dei ricercatori australiani (qui) che hanno evidenziato accanto all'elevata sapidità – rilevata anche dagli studi di Palermo - una bassa qualità dei vini ottenuti da uve allevate su suoli salini: secondo gli Australiani questo è dovuto anche alla ridotta attività dei lieviti coinvolti nella fermentazione alcolica e in quella malo-lattica.

Più recentemente, invece (qui), è stato anche evidenziato che l'elevata sapidità dovuta a consistenti concentrazioni di NaCl nei vini prodotti da viti allevate su suoli salini in Argentina si correlava positivamente a una accentuata nota amara degli stessi.

Conclusioni

Dalla disamina riportata in questa terza ed ultima parte del nostro reportage sui suoli salini si evidenzia come molti dettagli siano noti - a livello biochimico - in merito ai meccanismi messi in atto dalle viti per “difendersi” dalla salinità dei suoli.

Molto, però, rimane ancora da capire.

Quello che non sembra ancora chiaro è quale possa essere l’effetto di questo fenomeno sulle caratteristiche chimiche ed organolettiche dei vini che vengono prodotti da uve raccolte da viti allevate in condizioni di elevata salinità.

Come si è visto qui sopra, gli studi condotti in panel gustativi sono abbastanza in contraddizione tra loro.
A quanto pare la salinità dei suoli ha effetti positivi sul Nero D’Avola prodotto in Sicilia, mentre ha effetti negativi – ma non siamo in grado di quantificare questa negatività - sui vini australiani ed argentini .

Fonti e letteratura consigliata

- Zhou-Tsang et al. (2021) Grapevine salt tolerance, Australian Journal of Grape and Wine Research, 27: 149-168

- Donkin et al. (2010) Sodium Chloride in Australian Grape Juice and Its Effect on Alcoholic and Malolactic Fermentation; Am. J. Enol. Vitic. 61: 392-400

- Vallone et al. (2021) Effects of Salinity on Vineyards and Wines from Mendoza, Argentina. In: Taleisnik E., Lavado R.S. (eds) Saline and Alkaline Soils in Latin America. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-52592-7_8

- Scacco et al. (2010) Influence of Soil Salinity on Sensory Characteristics and Volatile Aroma Compounds of Nero d’Avola Wine, Am J Enol Vitic., 61: 498-505

- https://www.gmpe.it/biologia/fotorespirazione

- https://www.biologyonline.com/dictionary/feedforward-control

- https://biologydictionary.net/feedback-inhibition/

- https://www.irvos.it/file/pubblicazioniricerca/7.pdf

VinOsa - wineook 2021

SALT AFFECTED SOILS
- 3 -

VinOsa - wineook 2021



Fine terza parte.