

CONTATTORE A MEMBRANA

ISIOX, Uno strumento efficace per rimuovere l'ossigeno disciolto e preservare la qualità aromatica del vino

Maria Tiziana Lisanti, Luigi Picariello, Luigi Moio, Angelita Gambuti



INTRODUZIONE

La qualità del vino è influenzata da numerosi fattori chimici e fisici che determinano le sue caratteristiche organolettiche e la sua stabilità nel tempo. Tra questi, l'ossigeno gioca un ruolo cruciale: se da un lato una quantità controllata può favorire alcuni processi benefici durante l'affinamento, un'eccessiva presenza di ossigeno disciolto può accelerare reazioni di ossidazione indesiderate, compromettendo la qualità sensoriale del vino in termini di colore e aroma. Durante il processo di vinificazione, una serie di pratiche di stabilizzazione, tra cui travasi, refrigerazione e filtrazione, possono favorire l'ingresso incontrollato di ossigeno. Se questo avviene nelle fasi subito precedenti l'imbottigliamento, si avrà una rapida comparsa di caratteri ossidativi durante l'affinamento in bottiglia. La gestione dell'ossigeno è quindi una delle sfide principali per l'industria enologica, che ricerca costantemente soluzioni inno-

vative per minimizzarne l'impatto negativo e preservare la qualità del prodotto finale.

L'ossidazione del vino è un processo chimico complesso che coinvolge diversi composti fenolici e aromatici. L'ossigeno disciolto può reagire con i polifenoli e altre molecole presenti nel vino, portando a variazioni significative delle sue caratteristiche sensoriali. Nel vino bianco, l'ossidazione è particolarmente problematica poiché comporta una perdita di freschezza e l'alterazione del profilo aromatico, con la comparsa di odori di frutta cotta, miele, frutta disidratata, verdura cotta. Ciò comporta anche il mascheramento degli aromi fruttati e varietali. Nei vini caratterizzati da aromi varietali tiolici, come il Sauvignon blanc, la reazione specifica tra alcuni prodotti derivanti dall'ossidazione dei polifenoli (chinoni) e i tioli varietali porta allo spegnimento olfattivo di

questi ultimi, con una conseguente perdita di tipicità aromatica. Inoltre, l'ossidazione può portare a un imbrunimento del colore, riducendo l'attrattiva visiva del prodotto.

Nel vino rosso, la questione è più complessa: una certa esposizione all'ossigeno, in condizioni controllate, può favorire l'evoluzione dei tannini, rendendo il vino più morbido ed equilibrato. Tuttavia, un'eccessiva ossidazione può avere effetti negativi, come la perdita di intensità del colore e il viraggio da rosso brillante a tonalità aranciate o brune. Anche in questo caso compaiono odori di ossidazione, con un'evoluzione aromatica che ricorda i vini di Porto o Marsala.

A prescindere dalla tipologia di vino, un eccesso di ossigeno ne compromette la longevità e ne riduce la qualità complessiva. Per minimizzare gli effetti negativi dell'ossidazione, durante le diverse

fasi della vinificazione - dall'ammontatura fino all'imbottigliamento - vengono adottate strategie volte a ridurre la quantità di ossigeno disciolto nel vino e/o la sua reattività. Tradizionalmente, si utilizzano antiossidanti come anidride solforosa e acido ascorbico, tuttavia le dosi di questi additivi sono soggette a limiti di legge; pertanto, per potenziarne l'efficacia è utile ridurre la quantità di ossigeno disciolto mediante tecniche fisiche. La più tradizionale è il degasaggio con gas inerti (azoto o anidride carbonica). Tuttavia, questa soluzione presenta alcuni limiti in termini di efficienza, standardizzazione e automazione.

Negli ultimi anni, una tecnologia emergente si è dimostrata particolarmente promettente nella rimozione dell'ossigeno disciolto: il contattore a membrana (Figura 1). Questo strumento innovativo sfrutta membrane idrofobiche microporose che agiscono come un setaccio molecolare e consentono il trasferimento selettivo di gas. Il principio di funzionamento del contattore a membrana si basa sulla creazione di un gradiente di pressione parziale tra il vino e un gas di processo, come l'azoto, che favorisce la rimozione dell'ossigeno in modo efficiente e controllato. Questa tecnica opera a temperatura ambiente e a pressione atmosferica, offrendo un approccio sostenibile alla gestione dell'ossigeno, in particolare nella fase di pre-imbottigliamento.

Nonostante l'introduzione dei contattori a membrana nella gestione dei gas nei vini, gli studi volti a valutare l'effetto del trattamento di deossigenazione sugli aromi e sul profilo sensoriale del vino sono ancora limitati. Il principale timore riguarda il fatto che vi possa essere una perdita di molecole volatili durante il processo. Per colmare questa lacuna è stato condotto uno

studio sperimentale il cui obiettivo è stato analizzare l'efficacia del contattore a membrana nel rallentamento dei processi ossidativi del vino e valutarne l'impatto sulla qualità aromatica del prodotto.

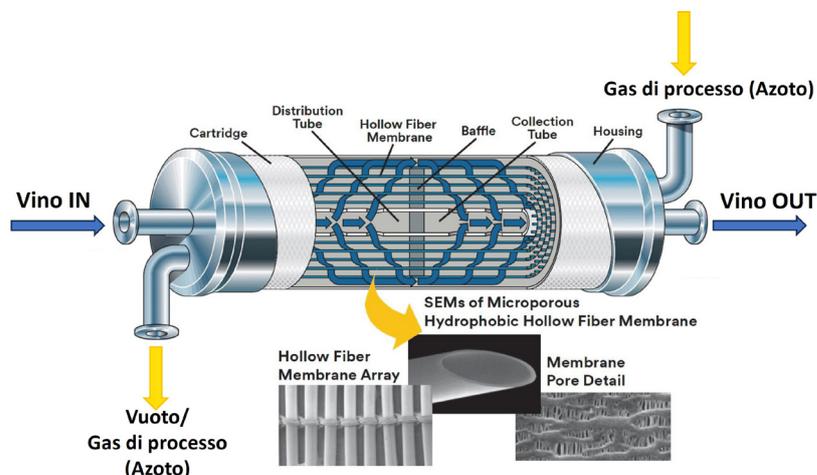


Figura 1: Schema del contattore a membrana usato nello studio

LA PROVA SPERIMENTALE

Un vino bianco (varietà Greco) e un vino rosso (varietà Aglianico), 10 ettolitri per ciascuno, sono stati saturati di ossigeno mediante rimontaggi all'aria, fino a un livello iniziale di ossigeno disciolto pari a 6 mg/L (**campioni Control**) (Figura 2). I vini sono stati quindi sottoposti a un trattamento di deossigenazione

mediante contattore a membrana (ISIOX, Esperti s.r.l.; membrana in polipropilene Liqui-Cel® con cut-off di 50 g/mol) fino a un contenuto di ossigeno disciolto di 0,7 mg/L. I parametri chimici, sia nei controlli che nei vini trattati, sono stati determinati dopo 1 e 6 mesi di affinamento in bottiglia. Inoltre, dopo 6 mesi di affinamento sono stati determinati i profili olfattivi dei vini, utilizzando un panel di giudici esperti, addestrati all'analisi sensoriale del vino.

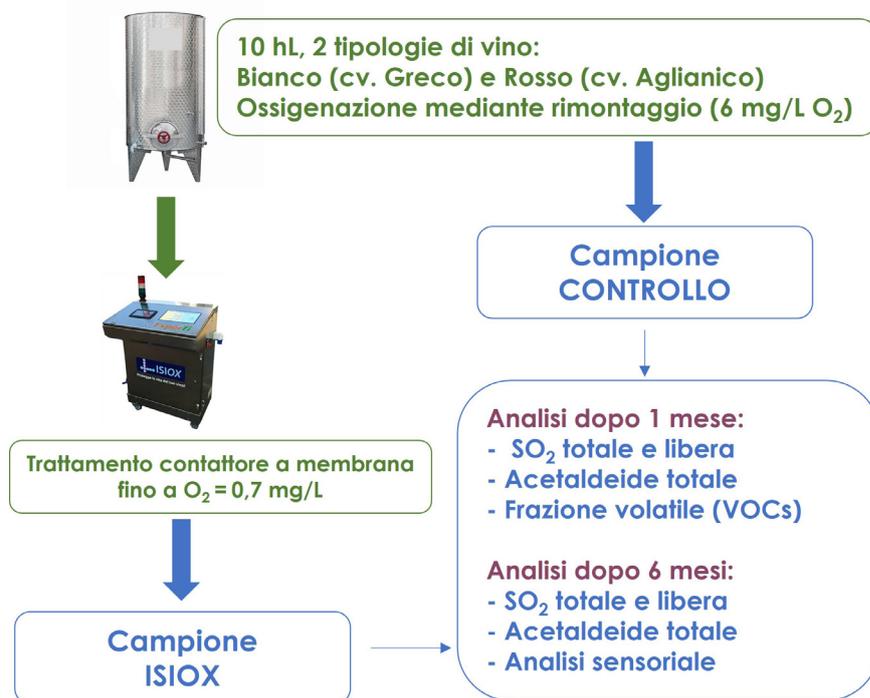


Figura 2: Piano sperimentale

SO₂ E ACETALDEIDE

Il primo obiettivo è stato quello di valutare l'efficacia del trattamento di deossigenazione nel rallentare l'ossidazione del vino. A tal fine sono stati monitorati due parametri: il contenuto di anidride solforosa (SO₂ libera e totale) e l'acetaldeide totale.

La deossigenazione ha avuto un impatto diretto sulla stabilità dell'anidride solforosa (SO₂), sia nel **vino bianco** (Figura 3) che nel **vino rosso** (Figura 4). Com'è noto, la SO₂

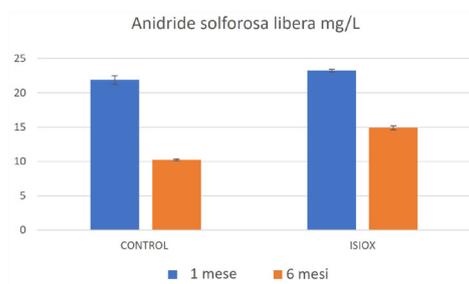


Figura 3: Contenuto di SO₂ libera e totale nel vino bianco Greco.

Il vino aveva un contenuto iniziale di 37,0 ± 0,82 mg/L SO₂ libera e 112,33 ± 0,47 mg/L SO₂ totale.

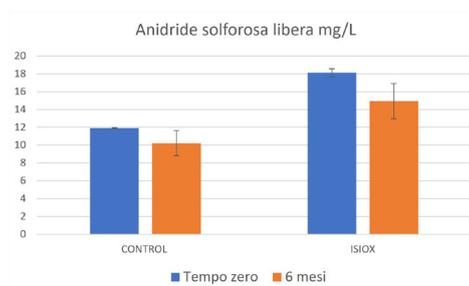


Figura 4: Contenuto di SO₂ libera e totale nel vino rosso Aglianico.

Il vino aveva un contenuto iniziale di 24,67 ± 0,47 mg/L SO₂ libera e 70,33 ± 0,47 mg/L SO₂ totale.

è uno dei principali agenti antiossidanti impiegati in vinificazione e come tale viene consumata in relazione all'ammontare di ossigeno disciolto nel vino. Di conseguenza nei vini non deossigenati, la concentrazione di SO₂ libera e totale ha subito un calo più marcato nel tempo. Al contrario, nei vini sottoposti a deossigenazione, c'è stato un minor consumo di SO₂, già dopo un mese, ma soprattutto dopo 6 mesi di affinamento, confermando

che una minore esposizione all'ossigeno contribuisce a preservare l'efficacia di questo importante antiossidante e antiseptico.

L'acetaldeide è uno dei principali marcatori dell'ossidazione nel vino. Essa si forma principalmente dall'ossidazione dell'etanolo e può legarsi alla SO₂, riducendone la frazione libera disponibile per la protezione del vino. La presenza di acetaldeide in concentrazioni elevate dà origine a note sensoriali spesso associate a vini ossidati, come mela cotta, noce e sherry. I risultati hanno mostrato un aumento della concentrazione

rispetto ai controlli. Questo evidenzia come la rimozione dell'ossigeno iniziale abbia determinato una minore attivazione della cascata ossidativa con conseguente minore produzione di acetaldeide.

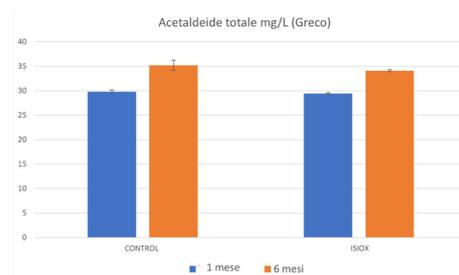


Figura 5: Concentrazione di acetaldeide totale nel vino bianco Greco.

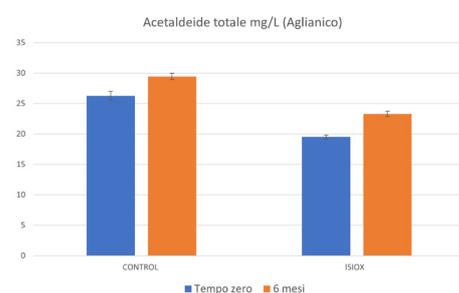


Figura 6: Concentrazione di acetaldeide totale nel vino rosso Aglianico.

EFFETTO SULLA FRAZIONE VOLATILE E SULL'AROMA DEL VINO

Uno degli aspetti più rilevanti per la qualità del vino è la composizione della frazione volatile, che include esteri, alcoli superiori, acidi e altri composti aromatici responsabili del bouquet del vino. Nel nostro studio, sono stati identificate e quantificate 43 molecole nel vino bianco e 48 nel vino rosso. L'analisi mediante GC/MS non ha evidenziato alcuna variazione significativa tra i vini trattati e non trattati per tutte le molecole dosate, suggerendo che **il trattamento di deossigenazione non ha determinato una perdita di composti aromatici volatili, né nel vino bianco (Figura 7) né nel vino rosso (Figura 8)**, come mostrano le figure che rappresentano le concentrazioni totali per classi chimiche di composti. Lo stesso risultato è sovrapponibile

di acetaldeide nel tempo, sia nei vini trattati sia nei controlli (Figura 5 e 6). Tuttavia, il trattamento con il contattore a membrana ha determinato un minore accumulo di questo composto rispetto ai campioni non trattati. In particolare, nel vino Aglianico, la differenza è risultata **più evidente (Figura 6): sia dopo 1 mese che dopo 6 mesi, i livelli di acetaldeide erano significativamente inferiori nei campioni sottoposti a deossigenazione ri-**

alle singole molecole odorose quantificate. Questo è un dato particolarmente positivo, poiché conferma che la rimozione dell'ossigeno può avvenire senza perdita di aromi, preservando il profilo olfattivo del vino.

Dal punto di vista sensoriale, dopo 6 mesi di affinamento, sono emerse alcune differenze tra il vino trattato e il vino non trattato, sia bianco che rosso.

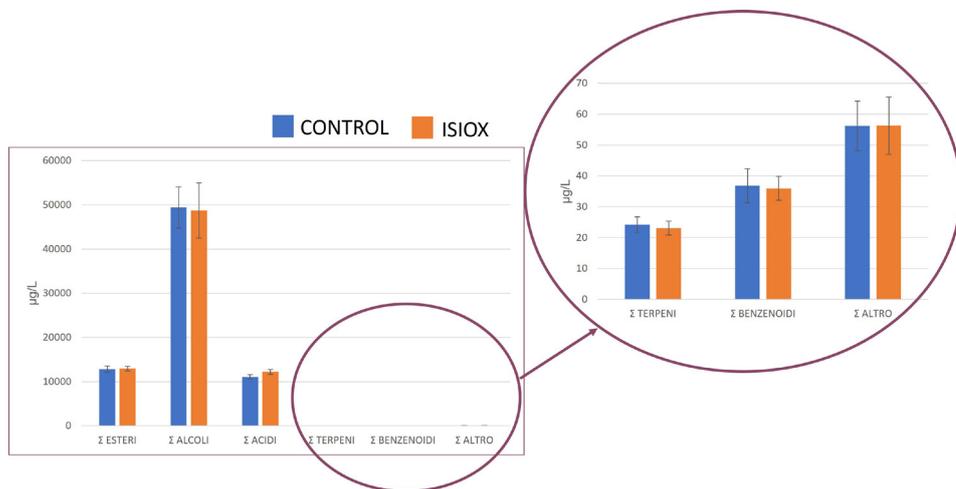


Figura 7: Concentrazioni totali delle molecole volatili determinate nel vino bianco Greco, suddivise per classi chimiche. Non è stata rilevata alcuna differenza statisticamente significativa tra il vino trattato e il controllo.

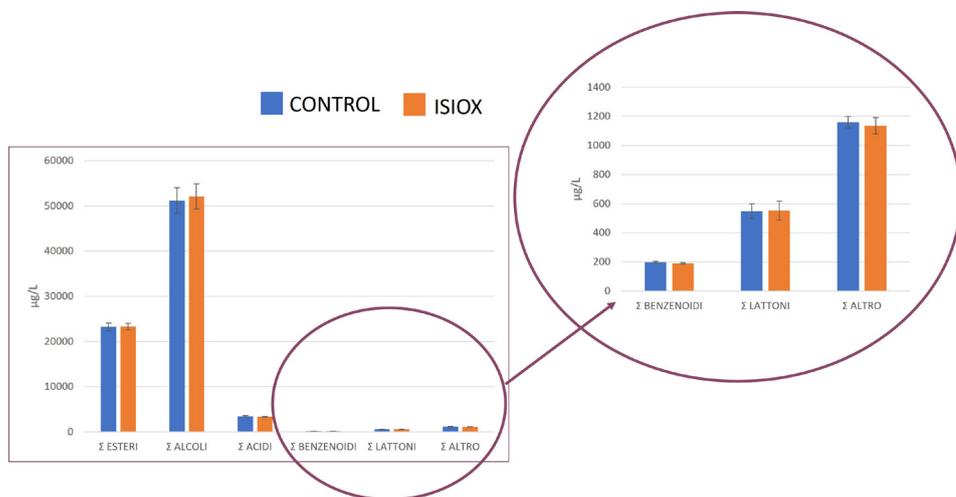


Figura 8: Concentrazioni totali delle molecole volatili determinate nel vino rosso Aglianico, suddivise per classi chimiche. Non è stata rilevata alcuna differenza statisticamente significativa tra il vino trattato e il controllo.

Nel vino Greco, sono risultati significativamente più intensi gli odori di frutta esotica, tiolico e minerale, mentre il vino non trattato presentava una nota di miele più intensa, odore associato alle fasi iniziali dell'ossidazione nei vini bianchi (Figura 9).

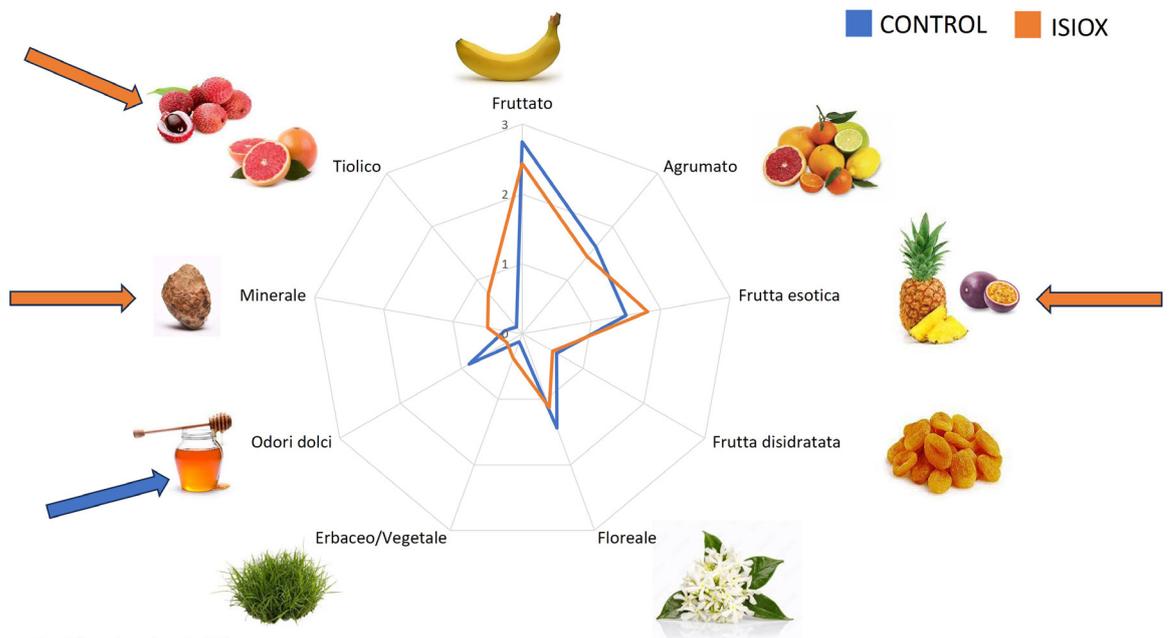
Il trattamento con contattore a membrana ha quindi maggiormente preservato la freschezza aromatica del vino bianco. Nel vino Aglianico, si osserva una maggiore intensità degli odori di cuoio e tostato

nel vino deossigenato, mentre nel vino controllo risultano essere più intensi gli odori speziato e smalto/etereo, quest'ultimo correlato all'ossidazione dei vini rossi (Figura 10).

I risultati di questo studio dimostrano che l'utilizzo del contattore a membrana per la deossigenazione del vino rappresenta una strategia efficace per ridurre la presenza di ossigeno disciolto, limitare la formazione di composti ossidativi, come l'acetaldeide, e preservare la stabilità della SO_2 . Inoltre, l'analisi della frazione volatile e delle caratteristiche sensoriali ha confermato che questo trattamento non altera in modo significativo il profilo aromatico del vino, anzi, può contribuire a preservarne la freschezza e la qualità nel tempo. La tecnologia del contattore a membrana permette una gestione fine ed accurata dell'ossigeno disciolto nel vino, con indiscutibili vantaggi in termini di automazione, integrazione in linea, standardizzazione del processo e sostenibilità.

**IL
TRATTAMENTO
CON
CONTATTORE
A MEMBRANA
HA QUINDI
MAGGIORMENTE
PRESERVATO
LA FRESCHEZZA
AROMATICA
DEL VINO
BIANCO**

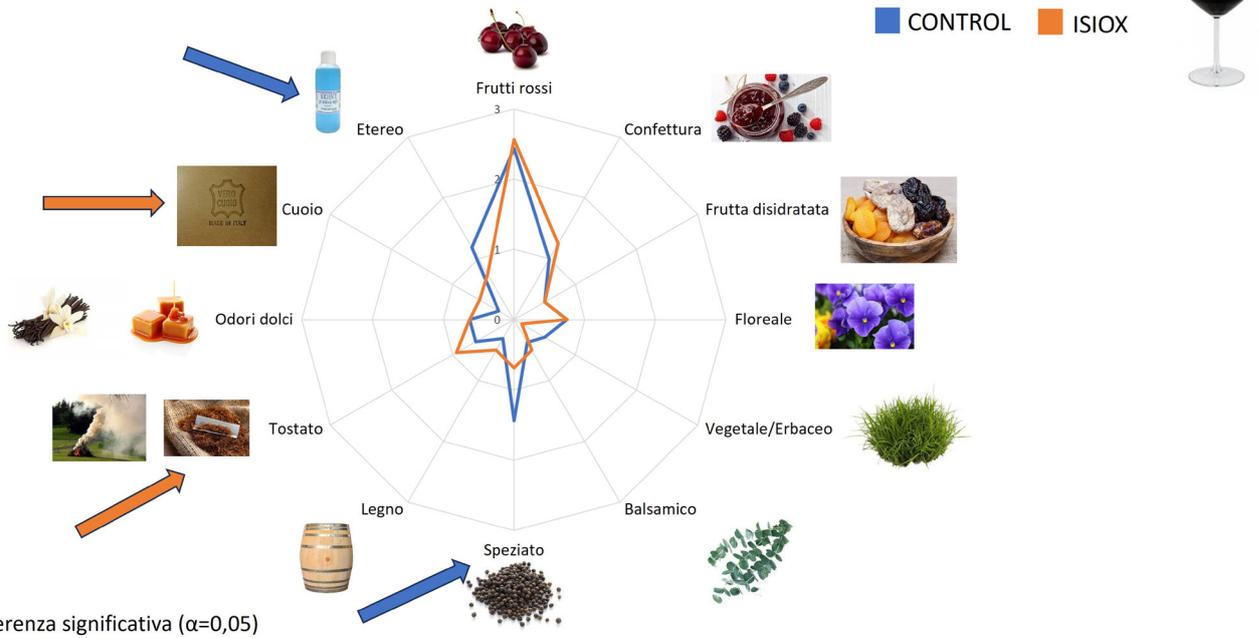
ANALISI SENSORIALE - vino bianco Greco (6 mesi)



Freccia = differenza significativa ($\alpha=0,05$)

Figura 9: Profili olfattivi del vino bianco Greco trattato e controllo. Il colore delle frecce indica un'intensità odorosa significativamente maggiore nel campione corrispondente.

ANALISI SENSORIALE - vino rosso Aglianico (6 mesi)



Freccia = differenza significativa ($\alpha=0,05$)

Figura 10: Profili olfattivi del vino rosso Aglianico trattato e controllo. Il colore delle frecce indica un'intensità odorosa significativamente maggiore nel campione corrispondente.