

Relatore: Dr.ssa Silvia Mangani
Foodmicroteam s.r.l.
Magliano in Toscana, 27 Marzo 2024



Article

Utilization of the AIRMIXING M.I.™ System in Producing Red Wine without Added Sulphites

Simona Guerrini ¹, Damiano Barbato ¹, Silvia Mangani ¹, Eleonora Mari ², Giacomo Buscioni ¹,
Donatella Ganucci ², Viola Galli ^{2*} and Lisa Granchi ²

Applicazione della tecnica AIRMIXING M.I.™ per la produzione di un vino rosso senza solfiti aggiunti: effetti sulle caratteristiche chimico-fisiche del vino

PROGETTO NOSO2



Regione Toscana

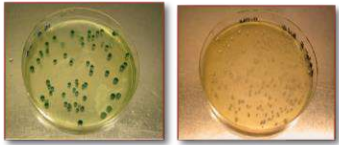
**FOOD
MICRO
TEAM**

Monitoraggio delle fermentazioni

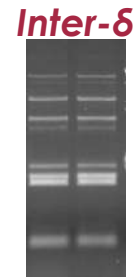
1. Sistema Parsec registrazione di:

- **Temperatura** con 2 sonde (1 in alto e 1 in basso) del serbatoio
- **Grado Babo**

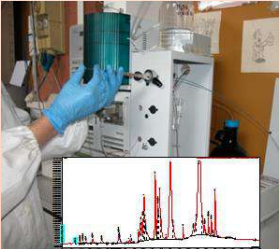
2. Analisi microbiologiche:



- Conte in piastra di **lieviti**, **batteri lattici** e **batteri acetici**
- **Identificazione di *Saccharomyces cerevisiae*** con rITS-PCR
- Verifica della **dominanza del ceppo starter** inoculato

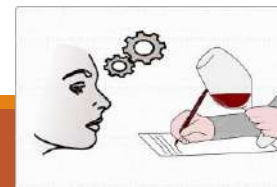


3. Analisi chimiche :

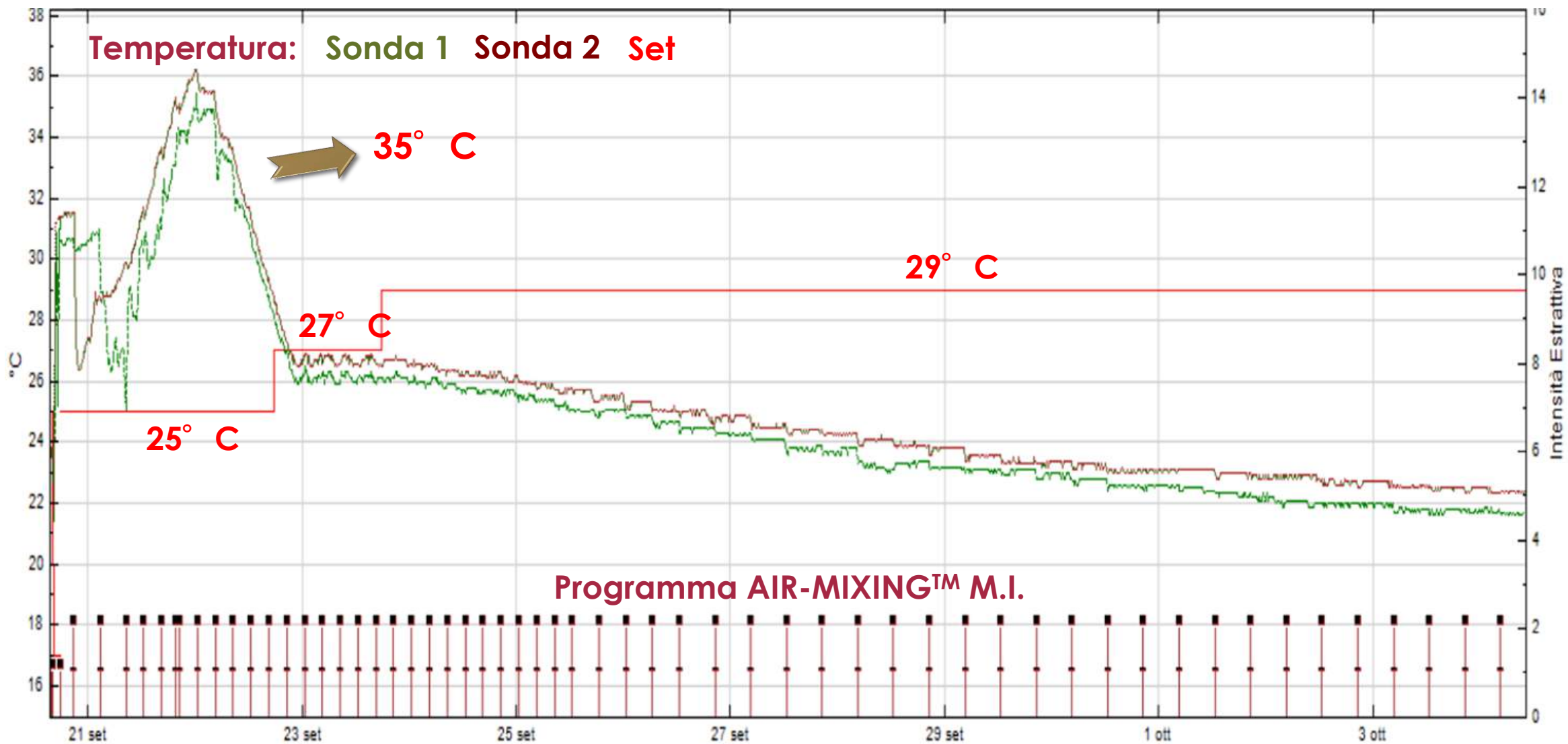


- HPLC (**glucosio**, **fruttosio**, **etanolo**, **glicerolo**, **acido acetico**, **composti fenolici**, **glutazione**, **aminoacidi**, **ammine biogene**)
- metodo enzimatico: **acido malico**, **acido lattico**
- **Indice di polifenoli totali** e **Intensità colorante** (spettrofotometro)
- **SO₂** metodo ufficiale OIV

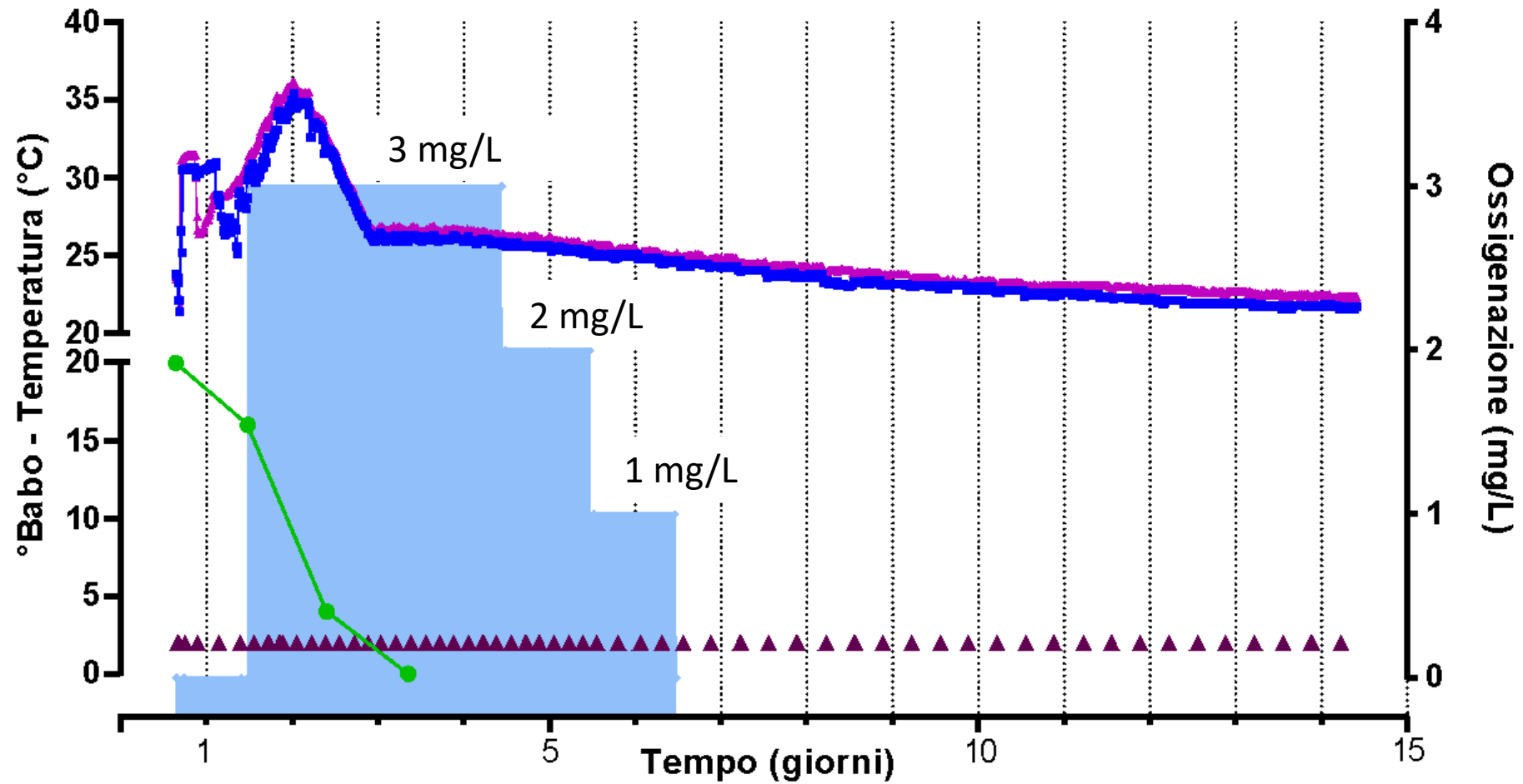
4. Analisi sensoriale : degustazione vini dopo 3 mesi di affinamento



Vinificazione 2022: Temperatura ed ossigeno in AIR-MIXING™ M.I.



Vinificazione 2022: Macro-ossigenazione in AIR-MIXING™ M.I.

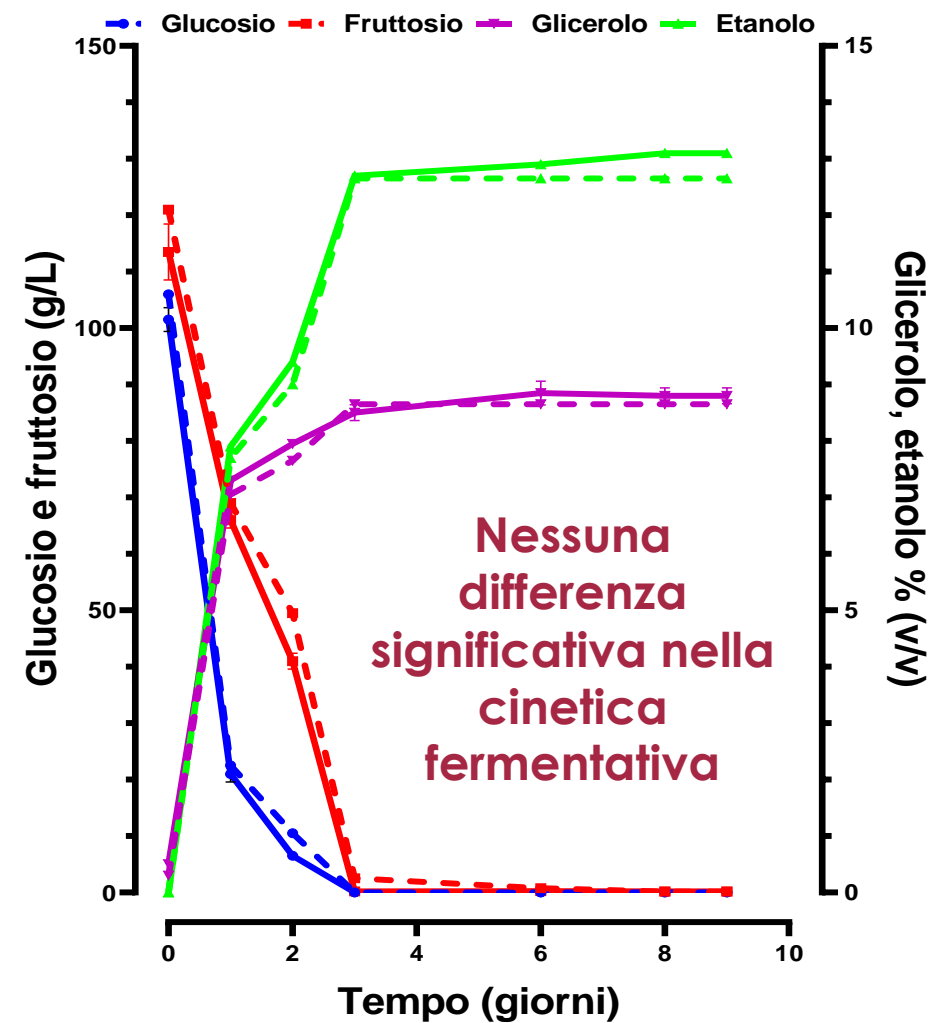


Cinetica fermentativa 2022

Mosti 2022	Air mixing system	Sistema tradizionale
pH	3,34	3,34
Acidità totale (g/L)	6,2	6,4
Glucosio (g/L)	103	106
Fruttosio (g/L)	117	120
Zuccheri tot (g/L)	220	226
Acido malico (g/L)	0,79	0,85

Degradazione degli zuccheri (completata in pochi giorni)


Entrambe le fermentazioni si sono concluse in modo ottimale, senza residui zuccherini.



Linea continua = Air-mixing, Linea tratteggiata = Sistema tradizionale

Svinati 2022

1 mese dopo la fine della fermentazione alcolica, i due vini sono stati travasati in recipienti di acciaio inox

	Air-mixing system	Sistema tradizionale	T test P<0,05	
pH	3,67	3,51	s	
Acidità totale (g/L)	5,3	5,3	ns	
Glucosio (g/L)	<0,10	0,10	ns	← Residuo Z < 1g/L
Fruttosio (g/L)	0,25	0,30	ns	
Etanolo (%)	13,0	12,9	ns	
Glicerolo (g/L)	8,60	8,50	ns	
Acido lattico (g/L)	0,66	0,65	ns	← FML
Acido acetico (g/L)	0,51	0,29	s	
SO ₂ totale (mg/L)	<10,0	<10,0	ns	← 
SO ₂ libera (mg/L)	<6,0	<6,0	ns	

Profilo aminoacidico 2022

mg/L	Air-mixing system	Sistema tradizionale	T-test P<0,05
Arginina	6,2	6,5	S
Asparagina	24,0	17,2	S
Glutammina	7,3	3,5	S
Serina	6,0	3,3	S
Aspartato + Glutammato	31,1	16,7	S
Treonina	5,7	3,5	S
Glicina	15,4	5,6	S
Alanina	27,4	9,6	S
Tirosina	17,2	5,4	S
Prolina	1693	1609	S
Metionina	2,5	0,9	S
Valina	7,0	4,0	ns
Fenilalanina	7,1	5,1	ns
Triptofano	4,7	2,8	ns
Isoleucina + leucina	14,7	10,3	S
Cisteina	25,3	16,9	S
Istidina	13,3	5,2	S
Lisina	19,9	14,4	S

Identici andamenti fermentativi → quasi tutti gli aminoacidi erano presenti in concentrazioni più elevate nel vino ottenuto con il sistema Air-Mixing M.I.



Maggiore autolisi dei lieviti?

Ammine biogene

Sono composti basici azotati a basso peso molecolare con molteplici funzioni in natura.

La loro presenza negli alimenti è stata messa in relazione ad intossicazioni e ad intolleranze alimentari

Amminoacido	Ammina
Istidina	Istamina
Tirosina	Tiramina
Fenilalanina	Feniletilammina
Arginina	Agmatina
Arginina/Ornitina	Putrescina
	Spermina
	Spermidina
Lisina	Cadaverina
Serina	Etanolammina
Triptofano	Triptamina

Effetti tossici:

- ISTAMINA: emicrania, ipotensione, nausea, vomito, diarrea.
- TIRAMINA: ipertensione, aumento della ventilazione, attivazione secrezioni salivari e lacrimali.
- FENILETILAMMINA: disturbi psichici, ipertensione.
- POLIAMMINE: potenziatori della tossicità dell'istamina.

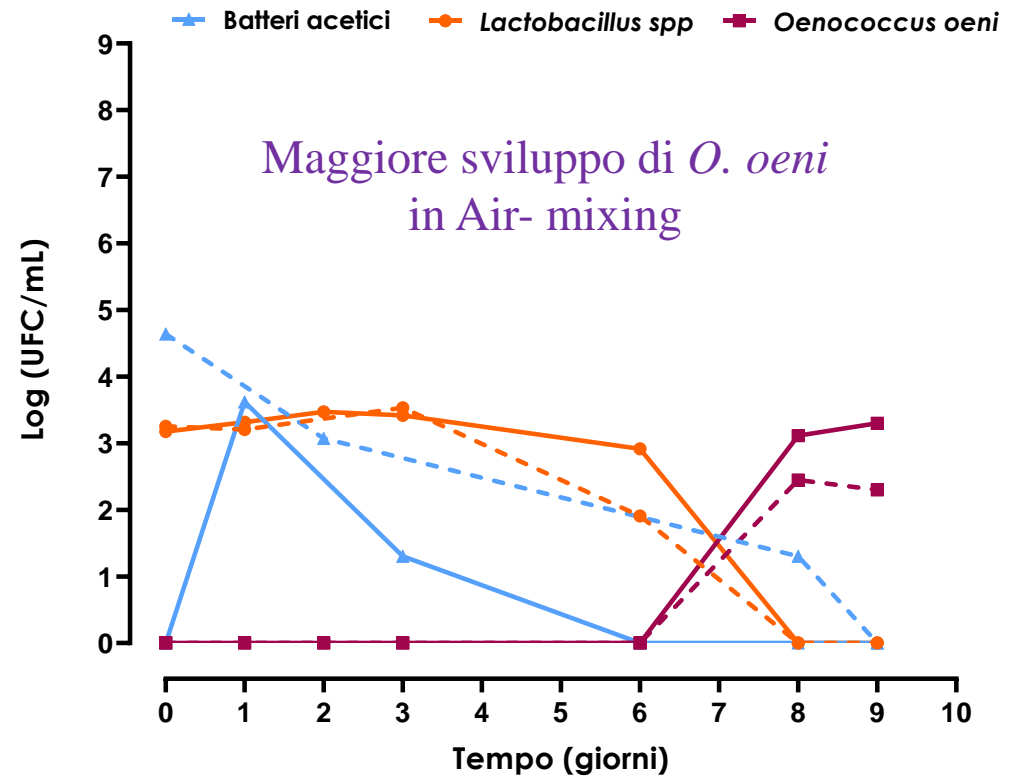
Si originano per effetto della decarbossilazione enzimatica di amminoacidi

1. Lieviti durante la fermentazione alcolica, capacità ceppo-specifica (prevalentemente etanolammina, putrescina e agmatina)
2. Batteri lattici **durante e dopo** la fermentazione malolattica (*Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus hilgardii*, *Pediococcus parvulus*, *Oenococcus oeni*), capacità ceppo-specifica (Istamina, tiramina, putrescina, cadaverina, feniletilammina)
3. Microrganismi contaminanti

Profilo delle ammine biogene 2022

mg/L	Air-mixing system	Sistema tradizionale	T-test P<0,05
Agmatina	3,0	3,3	ns
Etanolammina	22,7	17,2	s
Fenilettilammina	<0,1	<0,1	ns
Putrescina	3,5	2,4	s
Cadaverina	0,9	1,2	ns
Istamina	1,5	0,3	s
Tiramina	0,7	0,7	ns
Spermina	0,4	0,3	ns
Spermidina	<0,1	0,1	ns

Maggiore concentrazione aminoacidi liberi corrispondevano ad una maggiore concentrazione di ammine biogene.



Air-Mixing (linea continua) - Sistema tradizionale (linea tratteggiata)

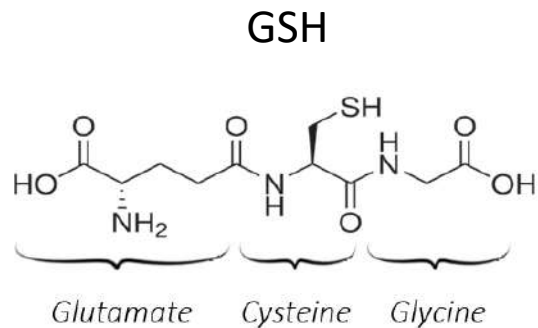
Glutathione

Tripeptide con proprietà riducenti e nucleofile.

Generalmente si trova in equilibrio fra la sua forma ridotta e attiva (GSH) e quella ossidata (GSSG).

Potente antiossidante di origine prevalentemente microbica che, negli ultimi anni, è stato proposto come alternativa all'anidride solforosa anche se limitatamente al suo effetto antiossidante.

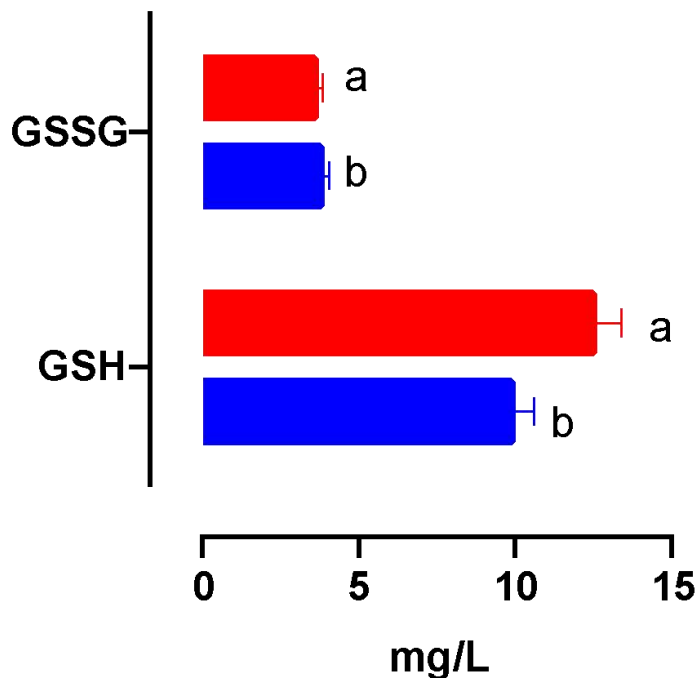
Consigliata l'aggiunta nei mosti e nei vini di GSH in recenti risoluzioni (OIV-OENO 445 e 446-2015) allo scopo di limitare l'intensità dei fenomeni ossidativi; uso non concesso in UE.



Glutazione 2022



RISOLUZIONE OIV-OENO 446-2015



Prescrizioni:

- a) Si raccomanda di aggiungere il glutatione al momento della conservazione e/o del condizionamento, compreso l'imbottigliamento del vino;
- b) la dose utilizzata non deve superare 20 mg/L;
- c) il glutatione deve trovarsi in forma ridotta ed essere conforme alle prescrizioni del Codex enologico Internazionale.

Concentrazione GSH significativamente più elevata nel vino prodotto con il sistema Air-Mixing M.I.™
Per GSSG nessuna differenza significativa

Composti fenolici

Principali classi di composti fenolici delle uve...e dei vini

[Waterhouse, 2002]

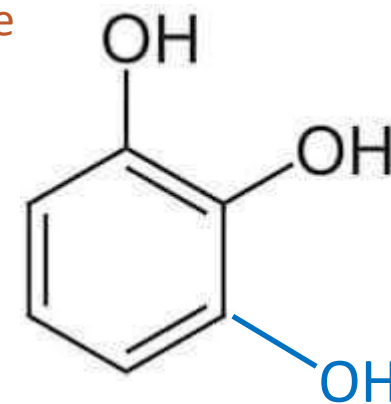
Non-Flavonoidi	Flavonoidi
Acidi idrossicinnamici (es., acido caffeico)	Flavan-3-oli (es., catechina)
Acidi idrossibenzoici (es., acido gallico)	Flavonoli (es., quercetina)
Stilbeni (es., resveratrolo)	Antociani (es., malvidina-3-glucoside)

I composti fenolici sono metaboliti secondari con proprietà benefiche per la salute umana presenti nelle uve e nel vino

Durante il processo di vinificazione si possono formare e trasformare

Hanno un ruolo importante nella qualità organolettica del vino

Sono sostanze facilmente ossidabili, soprattutto quelli che contengono un anello **catecolo** (ac. protocatecuico, ac. caffeico, quercetina, idrossitirosolo, cianina) o **galloile** (ac. gallico, catechina, epicatechina, epicatechina-3-gallato, miricetina, delfinina)



I composti fenolici - dalle uve al vino



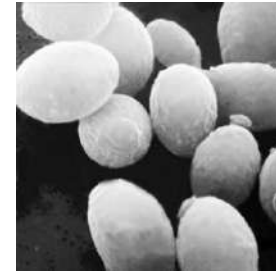
Composizione delle uve

- Cultivar
- Zona di produzione
- Condizioni climatiche
- Pratiche agronomiche

[Downey et al., 2006]



Tecnologia di vinificazione



Ruolo dei Lieviti

- Produzione **Etanolo**
- Interazioni con **Composti Fenolici** delle uve:

- Modificazioni delle strutture chimiche
- Adsorbimento sulla parete cellulare
- Protezione dalle precipitazioni

Fermentazione alcolica/ Macerazione



Flavan-3-oli

Ossidazione enz
(PPO)
Polimerizzazione

Condensazione
(macromolecole)

Condensazione
(O₂, CH₃CHO)

MODIFICAZIONE
DELL'ASTRINGENZA

DIMINUZIONE
DELL'ASTRINGENZA

STABILIZZAZIONE
DEL COLORE

Antociani

Modificazione
della struttura

Ossidazione enz
(PPO)

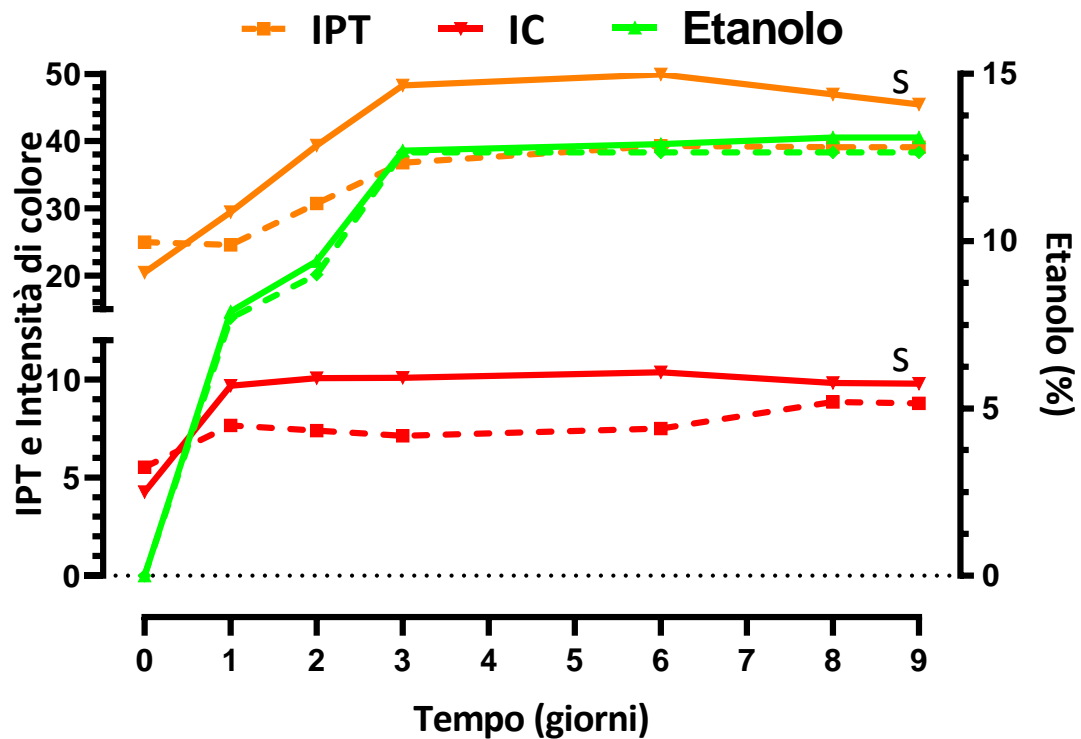
Degradazione
(O₂)

Combinazione
(SO₂)

MODIFICACOLORE VERSO L' ARANCIO

PERDITA DI COLORE

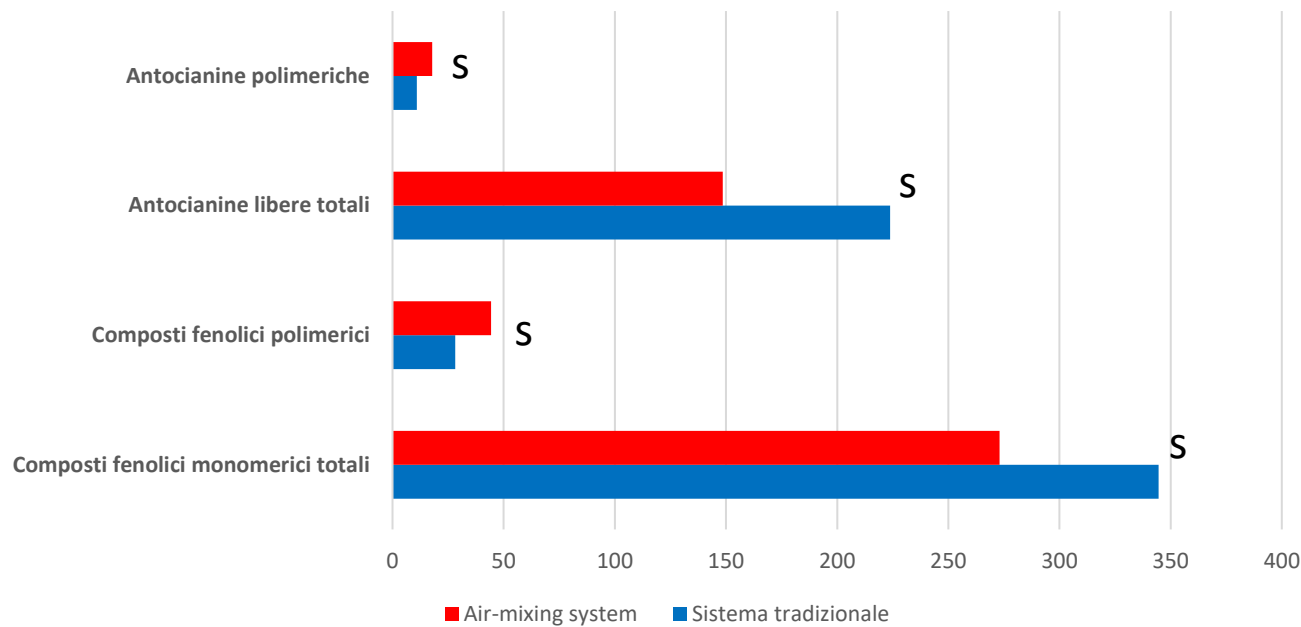
Indice di polifenoli totali e intensità di colore



Per valutare l'andamento dell'estrazione dei composti fenolici nel mosto-vino durante la macerazione sono stati monitorati l'indice di polifenoli totali (IPT) e l'intensità colorante (IC).

Entrambi i parametri hanno mantenuto valori maggiori nel sistema Air-Mixing M.I.TM durante tutta la durata della macerazione mettendo in luce una migliore estrazione dei polifenoli rispetto al sistema tradizionale (non dipendeva dall'effetto solvente dell'etanolo).

Composti fenolici alla svinatura 2022



Air-Mixing M.I.TM minor contenuto forme monomeriche, maggior contenuto forme polimeriche

Acidi idrossicinnamici alla svinatura 2022

Acidi fenolici presenti nell'uva prevalentemente in forma esterificata con acido tartarico e durante la vinificazione sono idrolizzati

Partecipano a reazioni sia enzimatiche (PPO) che chimiche

Nel vino sono tra i primi composti ad ossidarsi

mg/L	Air mixing system	Sistema tradizionale	t test (p<0,05)
ac caffeico	2,3	3,0	S
ac trans p-cumarico	2,7	3,1	S
ac cis p-cumarico	0,5	0,5	ns
ac ferulico	<0,1	<0,1	ns
ac tartarico	<0,1	<0,1	ns
ac trans caftarico	12,5	31,3	S
ac cis p-cutarico	3,0	4,0	S
ac trans p-cutarico	2,5	8,3	S
Somma	23,5	50,2	S

Acidi idrossibenzoici alla svinatura 2022

Acidi fenolici presenti nell'uva in forma libera

Generalmente rimangono stabili durante tutto il processo di vinificazione oppure aumentano per degradazione dei flavonoidi

mg/L	Air mixing system	Sistema tradizionale	t test (p<0,05)
ac gallico	43,4	45,9	ns
ac protocatecuico	10,1	9,3	ns
ac vanillico	14,0	14,8	ns
ac siringico	4,0	1,4	s
metilgallato	3,6	4,3	ns
etilgallato	10,9	14,2	s
Somma	86,0	89,8	ns

Stilbeni alla svinatura 2022

Fanno parte dei meccanismi di difesa della vite dai fattori di stress

Durante la vinificazione i piceidi si possono idrolizzare a liberare il resveratrolo

mg/L	Air mixing system	Sistema tradizionale	t test (p<0,05)
trans resv-glu	9,6	9,7	ns
cis resv-glu	0,1	0,4	s
trans resveratrolo	0,4	0,3	s
cis resveratrolo	0,0	0,0	ns
Somma	10,1	10,4	ns

Flavan-3-oli alla svinatura 2022

Sono presenti in forma monomerica e polimerica

Responsabili della stabilizzazione del colore e di alcune caratteristiche sensoriali (astringenza e amaro)

Nel vino, insieme agli acidi idrossicinnamici, sono tra i primi composti ad ossidarsi

mg/L	Air mixing system	Sistema tradizionale	t test (p<0,05)
catechina	26,8	28,8	ns
epicatechina	29,6	32,8	ns
epicatechina-3-gallato	34,2	35,7	ns
Somma	90,6	97,3	ns

Flavonoli alla svinatura 2022

Sono composti di colore giallo presenti in forma glicosilata o agliconica

Responsabili della stabilizzazione del colore nei vini giovani attraverso interazioni di copigmentazione con gli antociani e di alcune caratteristiche sensoriali (astringenza e amaro)

Facilmente ossidabili, i glicosidi tendono ad idrolizzarsi a formare gli agliconi che possono precipitare (quercetina)

mg/L	Air mixing system	Sistema tradizionale	t test (p<0,05)
Miricetina-3-glucuronide	2,5	3,9	S
Miricetina-3-galattoside	0,7	0,8	S
Miricetina-3-glucoside	0,4	0,3	S
Quercetina-3-galattoside	0,7	<0,1	S
Quercetina-3-glucuronide	4,1	4,7	ns
Quercetina-3-glucoside	0,1	<0,1	S
Campferolo-3-glucoside	0,0	<0,1	ns
miricetina	1,3	4,5	S
quercetina	3,1	6,0	S
campferolo	0,4	0,6	S
Somma	13,3	20,7	S

Alcoli fenolici alla svinatura 2022

Prevalentemente prodotti dai lieviti
Possiedono attività antiossidante

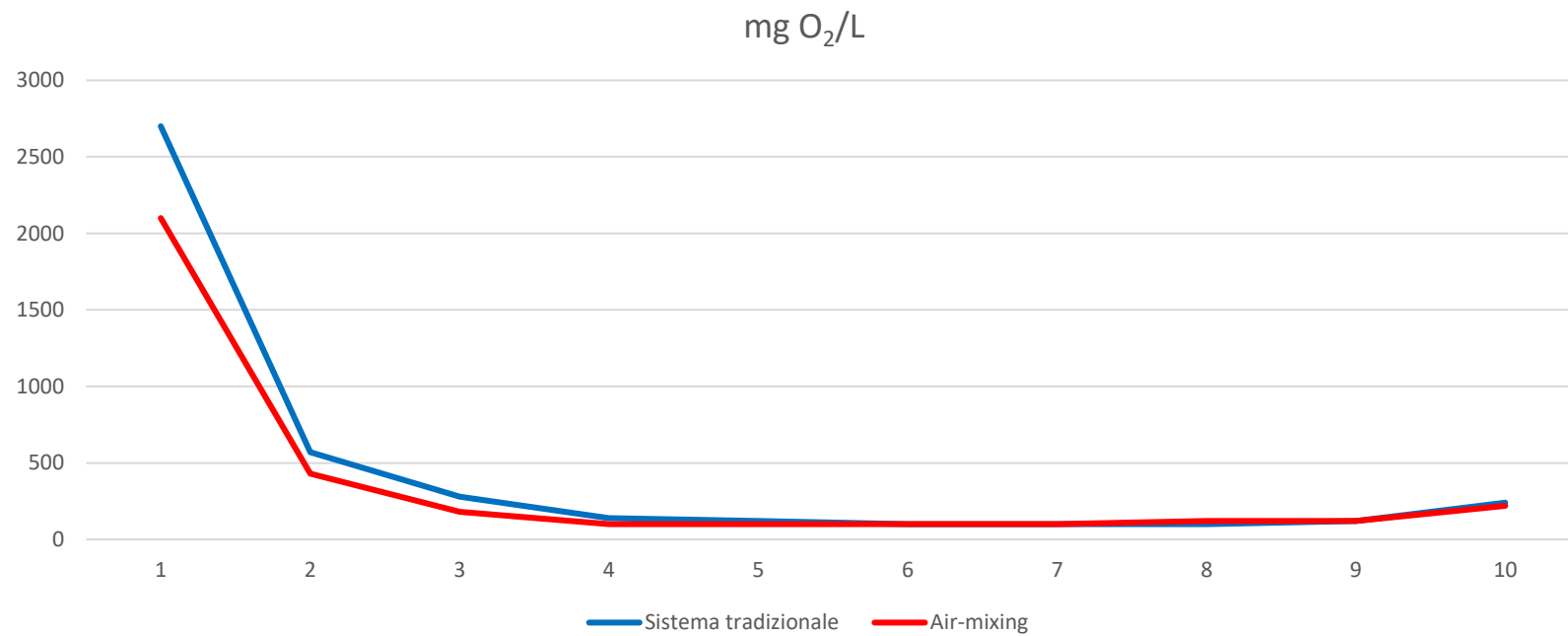
mg/L	Air mixing system	Sistema tradizionale	t test (p<0,05)
tirosolo	18,2	43,7	S
triptofolo	26,4	26,4	ns
diidrossifeniletanolo	4,9	6,0	S
Somma	49,5	76,1	S

Antociani alla svinatura 2022

Composti il cui colore varia con il pH, il contenuto di solforosa e di copigmenti
Sono responsabili del colore del vino
Nei vini giovani formano copigmenti con i flavonoli
Durante l'affinamento formano polimeri

mg/L	Air mixing system	Sistema tradizionale	t test (p<0,05)
Delfinidina-3-O-glucoside	8,0	16,8	S
Cianidina-3-O-glucoside	6,3	7,5	ns
Petunidina-3-O-glucoside	14,0	26,3	S
Peonidina-3-O-glucoside	9,8	14,0	S
Malvidina-3-O-glucoside	95,8	131,6	S
Vitisina A	0,8	0,7	S
Vitisina B	0,2	0,2	ns
Antocianine acetilate	12,2	22,8	S
Antocianine cumarilate	1,5	3,9	S

Vinificazione 2023



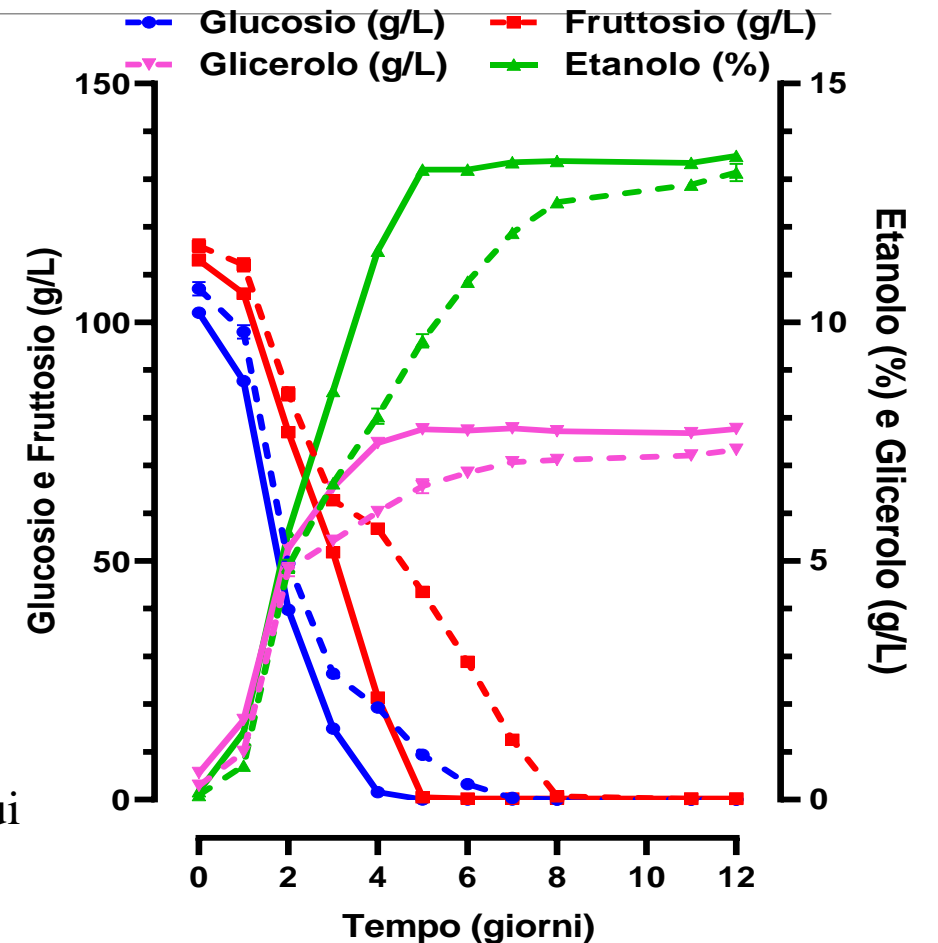
Cinetica fermentativa 2023

	Air mixing system	Sistema tradizionale
pH	3.53	3.56
Acidità totale (g/L)	5.9	5.6
Glucosio (g/L)	102	107
Fruttosio (g/L)	113	116
Zuccheri tot (g/L)	215	223
Acido malico (g/L)	1.60	1.64

Degradazione degli zuccheri (completata in pochi giorni)

Maggiore velocità di degradazione degli zuccheri nel sistema Air-mixing (popolazioni di *S. cerevisiae* di 1 ordine di grandezza superiore al punto 0)

Entrambe le fermentazioni si sono concluse in modo ottimale, senza residui zuccherini.



Linea continua = Air-mixing, Linea tratteggiata = Controllo

Analisi alla svinatura 2023

	Air mixing system	Sistema tradizionale	t test (p<0,05)
Glucosio (g/L)	0,03	0,03	ns
Fruttosio (g/L)	0,23	0,19	ns
Etanolo (% v/v)	13,49	13,14	s
Glicerina (g/L)	7,77	7,33	s
Acido malico (g/L)	1,59	1,64	s
Acido lattico (g/L)	0,08	0,15	s
Acido acetico (g/L)	0,30	0,22	s
SO ₂ totale (mg/L)	<10,0	<10,0	ns
SO ₂ libera (mg/L)	<6,0	<6,0	ns


Differenze in acido acetico, acido malico, glicerina ed etanolo (composizione diversa delle uve utilizzate nelle due tesi)
No fermentazione malo-lattica



Metodo Ufficiale
OIV-MA-AS323-04A1 R2018,
OIV-MA-AS323-04A2 R2018



Profilo aminoacidico 2023

 Il vino ottenuto con Air-Mixing M.I.™ mostrava un maggiore contenuto aminoacidico come anche evidenziato nel vino 2022, probabilmente a causa di una maggiore autolisi dei lieviti

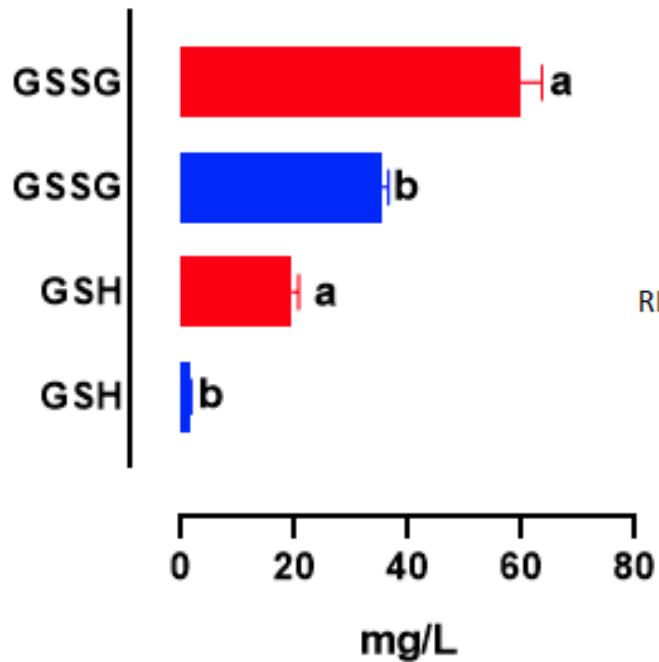
mg/L	Air-mixing system	Sistema tradizionale	t-test p<0,05
arg	6,0	5,5	ns
NH4	7,4	1,1	S
asn	9,9	6,2	S
gln	14,8	7,5	S
ser	2,7	8,3	S
asp	20,9	9,4	S
glu	14,4	5,3	S
threo	4,1	0,6	S
gly	11,8	3,5	S
ala	25,5	8,2	S
tyr	130,9	99,3	S
pro	677,5	721,4	ns
met	1,5	1,0	ns
val	5,0	0,7	S
phe	6,2	1,2	S
ile+leu	15,2	8,1	S
trp	11,9	11,6	ns
cys	7,4	3,9	S
cystine	13,1	11,3	ns
his	12,1	4,3	S
lys	11,2	2,5	S

Profilo delle ammine biogene 2023

mg/L	Air-mixing system	Sistema tradizionale	t-test p<0,05
agmatina	6,4	5,8	ns
etanolamina	13,0	11,8	ns
feniletilamina	0,3	0,1	s
putrescina	0,8	1,3	ns
cadaverina	0,3	<0,1	s
istamina	1,0	1,0	ns
tiramina	<0,1	<0,1	ns
spermidina	<0,1	<0,1	ns
spermina	<0,1	<0,1	ns

No fermentazione malo-lattica

Glutatione 2023



RISOLUZIONE OIV-OENO 446-2015

recomendazioni:

- Si raccomanda di aggiungere il glutatione al momento della conservazione e/o del condizionamento, compreso l'imbottigliamento del vino;
- la dose utilizzata non deve superare i 20 mg/L;
- il glutatione deve trovarsi in forma ridotta ed essere conforme alle prescrizioni del Codex enologico Internazionale.

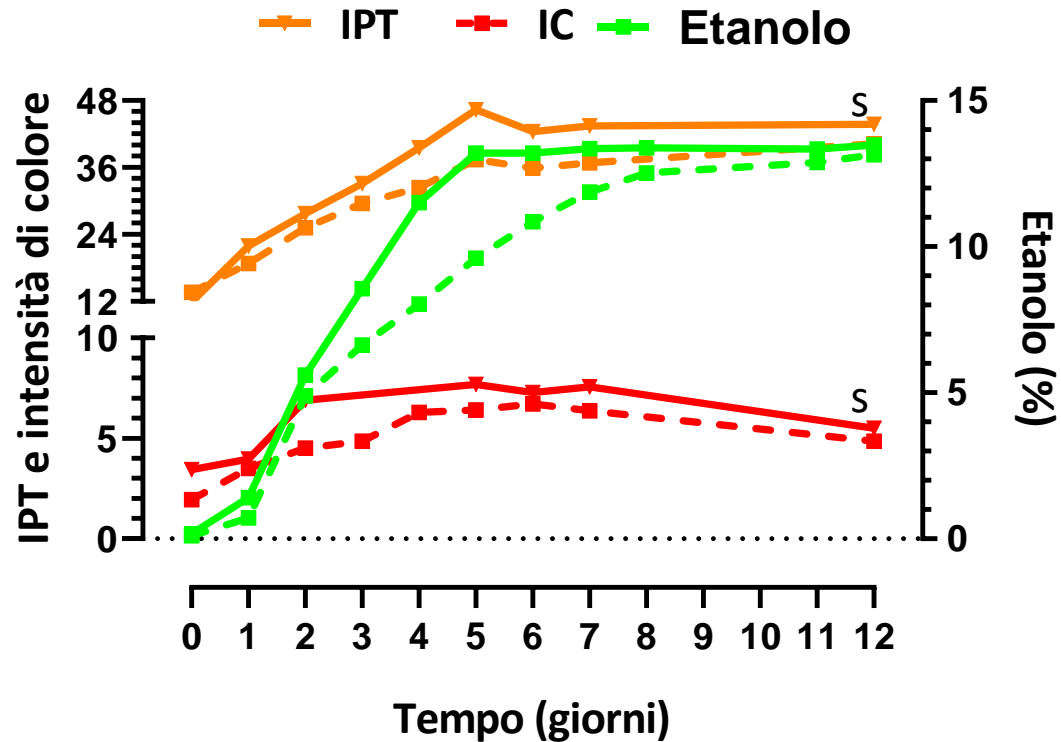
Concentrazione di GSH e GSSG più elevati rispetto all'annata 2022.

Contenuto di GSH significativamente maggiore nel vino prodotto con Air-mixing



In rosso Air-mixing; In blu Sistema tradizionale

IPT e IC 2023

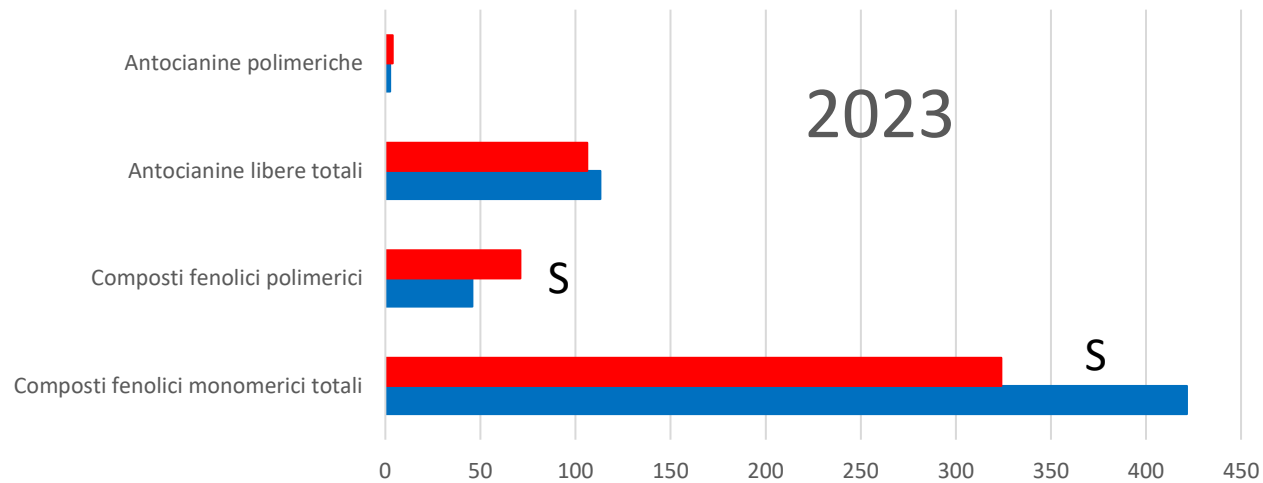


L'andamento dell'estrazione dei composti fenolici durante la macerazione: valori costantemente più elevati di intensità di colore e IPT nella vinificazione in Air-Mixing M.I.™.



→diversa cinetica fermentativa (effetto solvente dell'etanolo)? diversa composizione delle uve?

Composti fenolici alla svinatura 2023



Air-Mixing M.I.TM minor contenuto forme monomeriche, maggior contenuto forme polimeriche



In rosso Air-mixing; In blu Sistema tradizionale

Acidi idrossicinnamici alla svinatura 2023

Acidi fenolici presenti nell'uva prevalentemente in forma esterificata con acido tartarico e durante la vinificazione sono idrolizzati

Partecipano a reazioni sia enzimatiche (PPO) che chimiche

Nel vino sono tra i primi composti ad ossidarsi

mg/L	Air-mixing system	Sistema tradizionale	t-test p<0,05
ac caffeico	2,2	3,9	s
ac trans-p-cumarico	0,7	0,5	ns
ac cis p-cumarico	1,2	1,5	ns
ac ferulico	<0,1	<0,1	ns
ac fertarico	<0,1	<0,1	ns
ac trans caftarico	11,4	26,6	s
ac cis p-cutarico	2,1	4,0	ns
ac trans p-cutarico	2,4	3,7	ns
Somma	20,1	40,2	s



Acidi idrossibenzoici alla svinatura 2023

Acidi fenolici presenti nell'uva in forma libera

Generalmente rimangono stabili durante tutto il processo di vinificazione oppure aumentano per degradazione dei flavonoidi

mg/L	Air-mixing system	Sistema tradizionale	t-test p<0,05
ac gallico	63,0	58,6	s
ac protocatecuico	5,9	7,1	s
ac vanillico	14,9	14,8	ns
ac siringico	1,7	1,1	s
metilgallato	<0,1	0,4	s
etilgallato	12,5	10,4	s
Somma	97,9	92,4	s



Unico parametro dei composti fenolici più alto nel vino Air-mixing.

Stilbeni alla svinatura 2023

Fanno parte dei meccanismi di difesa della vite dai fattori di stress

Durante la vinificazione i piceidi si possono idrolizzare a liberare il resveratrolo

mg/L	Air mixing system	Sistema tradizionale	t test (p<0,05)
t-resv-glu	11,0	15,6	s
cis resv glu	0,3	0,5	ns
trans resv	0,3	0,3	ns
cis resv	<0,1	<0,1	ns
Somma	11,6	16,5	s



Flavan-3-oli alla svinatura 2023

Sono presenti in forma monomerica e polimerica

Responsabili della stabilizzazione del colore e di alcune caratteristiche sensoriali (astringenza e amaro)

Nel vino, insieme agli acidi idrossicinnamici, sono tra i primi composti ad ossidarsi

mg/L	Air mixing system	Sistema tradizionale	t test (p<0,05)
catechina	43,7	45,7	s
epicatechina	33,9	42,4	s
epicat-3-gal	25,0	28,6	ns
Somma	102,6	116,7	s



Flavonoli alla svinatura 2023

Sono composti di colore giallo presenti in forma glicosilata o agliconica

Responsabili della stabilizzazione del colore nei vini giovani attraverso interazioni di copigmentazione con gli antociani e di alcune caratteristiche sensoriali (astringenza e amaro)

Facilmente ossidabili, i glicosidi tendono ad idrolizzarsi a formare gli agliconi che possono precipitare (quercetina)

mg/L	Air mixing system	Sistema tradizionale	t test (p<0,05)
Miricetina-3-glucuronide	<0,1	<0,1	ns
Miricetina-3-galattoside	5,5	10,8	S
Miricetina-3-glucoside	10,5	12,8	S
Quercetina-3-galattoside	0,1	0,1	ns
Quercetina-3-glucuronide	3,7	6,2	S
Quercetina-3-glucoside	1,2	3,7	S
Campferolo-3-glucoside	0,4	0,3	ns
miricetina	0,4	1,3	S
quercetina	1,3	1,5	S
campferolo	0,1	<0,1	S
Somma	23,2	36,6	S



Alcoli fenolici alla svinatura 2023

Prevalentemente prodotti dai lieviti
Possiedono attività antiossidante

mg/L	Air mixing system	Sistema tradizionale	t test (p<0,05)
tirosolo	44,8	92,8	s
triptofolo	14,1	12,4	ns
diidrossifeniletanolo	9,6	13,9	s
Somma	68,6	119,1	s



Antociani alla svinatura 2023

Composti il cui colore varia con il pH, il contenuto di solforosa e di copigmenti
Sono responsabili del colore del vino
Nei vini giovani formano copigmenti con i flavonoli
Durante l'affinamento formano polimeri

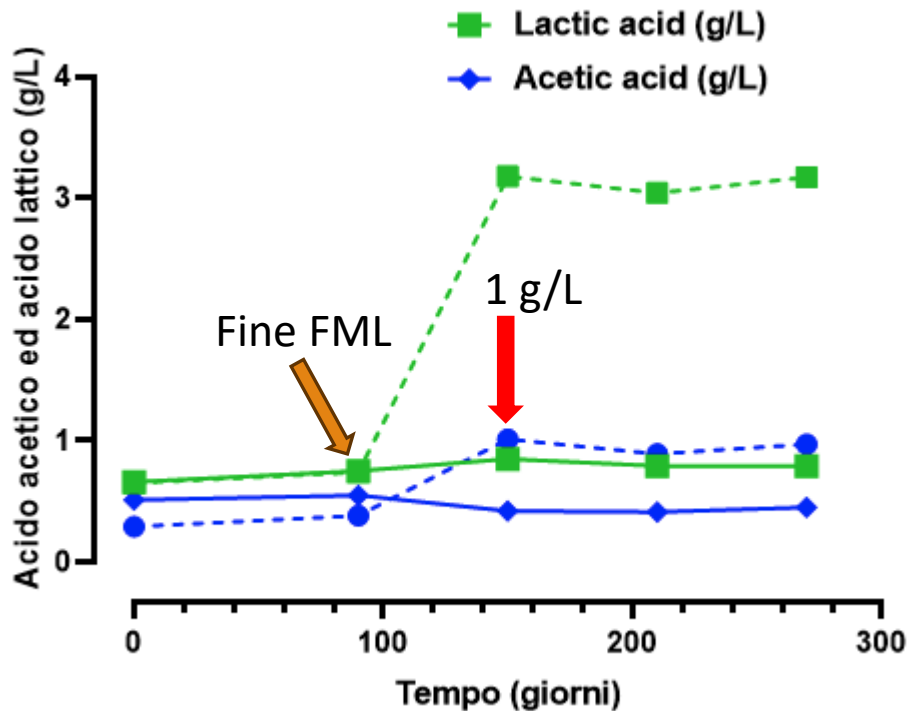
mg/L	Air mixing system	Sistema tradizionale	t test (p<0,05)
Delfinidina-3-O-glucoside	5,4	8,8	S
Cianidina-3-O-glucoside	1,6	1,3	ns
Petunidina-3-O-glucoside	13,3	18,9	S
Peonidina-3-O-glucoside	6,7	9,0	S
Malvidina-3-O-glucoside	77,3	74,5	ns
Vitisina A	0,6	0,3	ns
Vitisina B	0,2	0,2	ns
Antocianine acetilate	0,9	<0,1	S
Antocianine cumarilate	0,3	<0,1	ns



Valori maggiori nel sistema tradizionale
Differenze meno marcate del 2022

Affinamento 2022

I vini sono stati monitorati da ottobre 2022 (svinatura-tempo 0) a luglio 2023 (tempo 270 giorni) per un periodo complessivo di 9 mesi.



A 90 giorni fine FML, acido acetico 0.38g/L (sistema tradizionale) e 0.55g/L (Air-mixing)

A 150 giorni notevole aumento della concentrazione di acido lattico e di acido acetico nel sistema tradizionale (Pediococchi e Lattobacilli)

Per questo motivo l'ultimo punto di campionamento non sono state effettuate le analisi chimiche complete (aminoacidi, ammine biogene, profilo fenolico e antocianinico) ma, data la presenza di popolazioni significative di *Brettanomyces bruxellensis* nel vino Air-mixing al campionamento effettuato dopo 150 giorni, sono state effettuate le analisi per la valutazione del contenuto in fenoli volatili.

Linea continua = Air-mixing, Linea tratteggiata = Controllo

Fenoli volatili 2022



Air-mixing				
µg/L	svinatura (t0)	150 giorni	210 giorni	270 giorni
4-vinil fenolo	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
4-vinil guaiacolo	<0.1	149	86	143
4-etil fenolo	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
4-etil guaiacolo	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Fenoli volatili totali	<0.1	149	86	143

Fenoli volatili	Soglia di percezione (µg/L)
4-vinilfenolo	770
4-vinilguaiacolo	440
4-etilfenolo	605
4-etilguaiacolo	110

Sistema tradizionale				
µg/L	svinatura (t0)	150 giorni	210 giorni	270 giorni
4-vinil fenolo	<0.1	<0.1	9	<0.1
4-vinil guaiacolo	<0.1	429	262	382
4-etil fenolo	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
4-etil guaiacolo	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Fenoli volatili totali	<0.1	429	262	382

Evoluzione degli aminoacidi 2022

mg/L	svinatura (t0)	Air-mixing system		
		90 giorni	150 giorni	210 giorni
arginina	6,2	8,8	7,7	5,7
asparagina	24,0	18,2	16,0	15,6
glutammina	7,3	8,7	<0,1	<0,1
serina	6,8	1,9	0,8	0,7
aspartato+glutammato	31,1	22,4	54,2	26,8
treonina	5,7	11,3	8,4	5,7
glycina	15,4	16,3	19,9	7,5
alanina	27,4	28,6	37,2	16,2
tirosina	17,2	15,2	29,4	18,0
prolina	1693	1593	1556	1493
metionina	2,5	1,7	0,1	0,1
valina	7,0	8,1	12,9	4,2
fenilalanina	7,1	14,1	7,5	1,6
triptofano	4,7	<0,1	<0,1	<0,1
isoleucina+leucina	14,7	16,4	33,6	24,5
cisteina	25,3	25,3	49,4	14,9
istidina	13,3	11,6	<0,1	<0,1
lisina	19,9	2,7	22,6	22,8

mg/L	svinatura (t0)	Sistema tradizionale		
		90 giorni	150 giorni	210 giorni
arginina	6,5	6,1	6,1	10,0
asparagina	17,2	10,0	17,2	17,6
glutammina	3,5	10,0	<0,1	<0,1
serina	3,3	12,1	0,9	0,9
aspartato+glutammato	16,7	15,4	27,9	64,1
treonina	3,5	3,9	6,3	12,7
glycina	5,6	8,0	8,5	21,9
alanina	9,6	16,7	16,8	41,9
tirosina	5,4	10,1	17,7	37,0
prolina	1609	1419	1461	1820
metionina	0,9	<0,1	0,1	0,1
valina	4,0	3,9	4,2	14,5
fenilalanina	5,1	6,1	4,9	6,0
triptofano	2,8	<0,1	<0,1	<0,1
isoleucina+leucina	10,3	10,9	21,0	39,5
cisteina	16,9	17,5	42,8	23,1
istidina	5,2	<0,1	<0,1	<0,1
lisina	14,4	3,3	22,5	27,5



Vino Air-mixing: aumento e poi diminuzione aminoacidi

Vino tradizionale: aumento aminoacidi (anche precursori ammine)

Presenza popolazioni significative di batteri lattici:

- consumo aminoacidi,
- rilascio aminoacidi per capacità proteolitica

In verde i valori che aumentano Air-mixing; In giallo i valori che diminuiscono

Evoluzione delle ammine biogene 2023

Air-mixing					Sistema tradizionale				
mg/L	svinatura (t0)	90 giorni	150 giorni	210 giorni	mg/L	svinatura (t0)	90 giorni	150 giorni	210 giorni
agmatina	3,0	3,8	2,2	1,9	agmatina	3,3	3,8	1,4	2,5
etanolammina	22,7	21,4	9,0	8,4	etanolammina	17,2	19,5	6,8	8,7
feniletilammina	<0,1	<0,1	0,3	0,8	feniletilammina	<0,1	0,4	1,0	<0,1
putrescina	3,5	39,5	46,2	14,3	putrescina	2,4	14,5	11,5	46,1
cadaverina	0,9	0,7	0,4	0,6	cadaverina	1,2	0,4	1,0	0,7
istamina	1,5	9,2	5,9	3,0	istamina	0,3	2,1	4,6	8,9
tiramina	0,7	5,0	4,4	2,1	tiramina	0,7	0,4	2,3	2,6
spermidina	0,4	1,3	<0,1	<0,1	spermidina	0,3	0,5	<0,1	0,3
spermina	<0,1	0,2	1,0	1,0	spermina	<0,1	0,1	<0,1	1,0
ammine totali	32,7	81,1	69,4	32,1	ammine totali	25,4	41,7	28,6	70,8

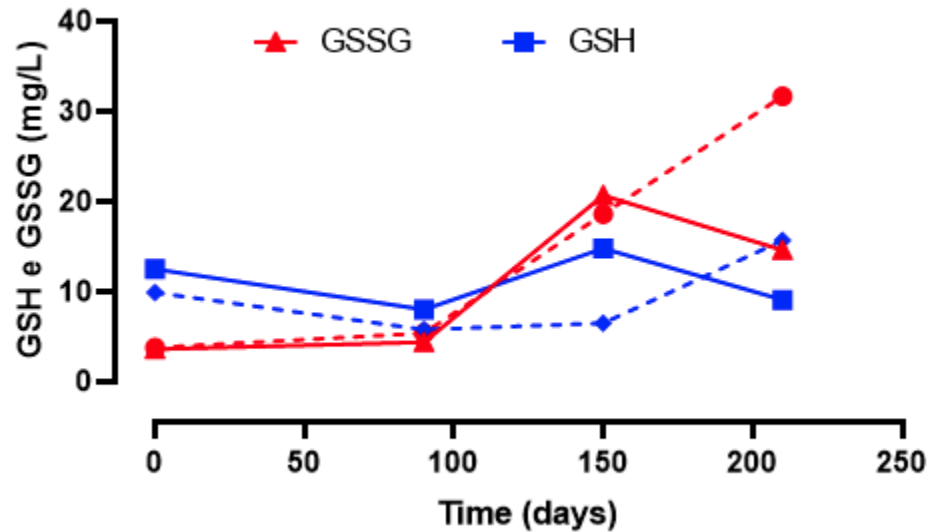


A 90 giorni (fine FML) ammine biogene > svinatura (putrescina, l'istamina e la tiramina, ovvero le principali ammine prodotte dai batteri lattici). Successivamente il contenuto di ammine biogene tendeva a diminuire.

A 210 giorni aumento di putrescina, istamina e tiramina nel vino ottenuto con sistema tradizionale (*Pediococcus* e *Lattobacillus* che sono noti per avere capacità ceppo-specifica di produrre ammine biogene).

In verde i valori che aumentano Air-mixing; In giallo i valori che diminuiscono

Evoluzione del glutatione 2022



RISOLUZIONE OIV-OENO 446-2015



Prescrizioni:

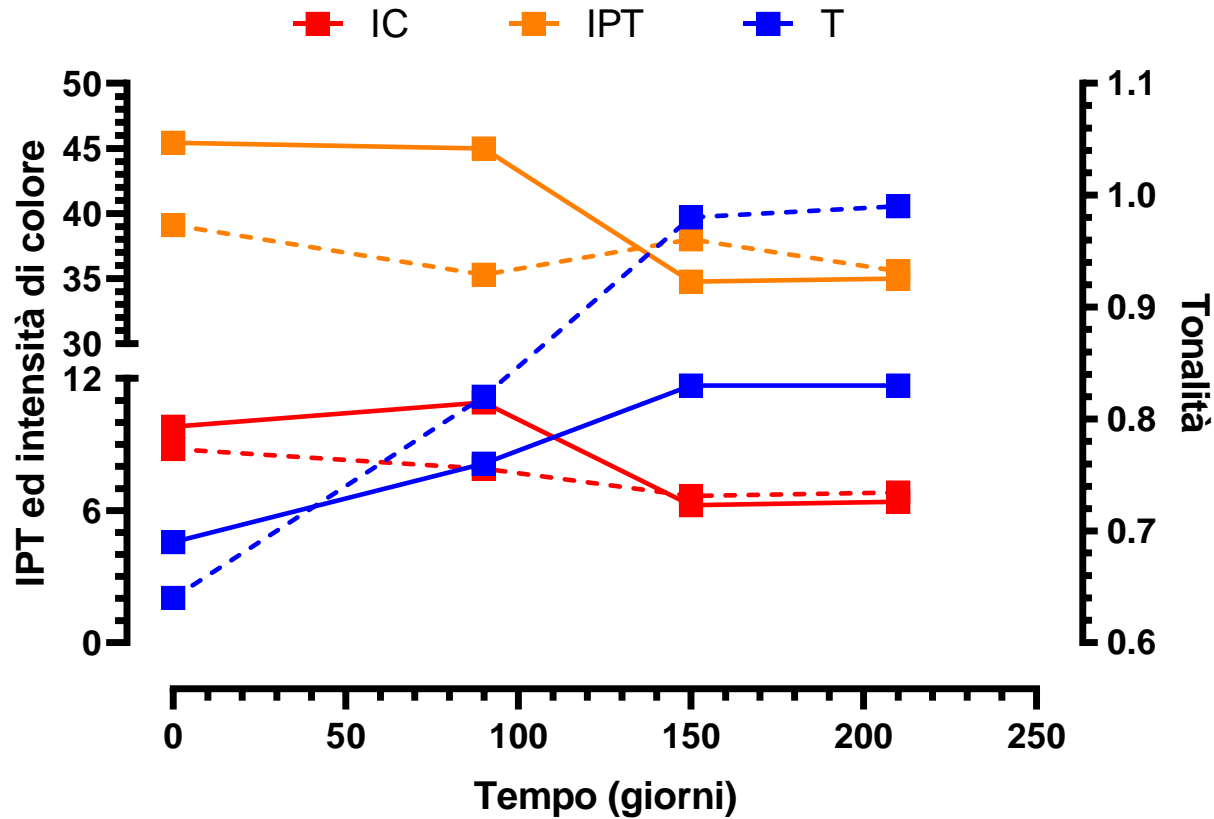
- Si raccomanda di aggiungere il glutatione al momento del condizionamento, compreso l'imbottigliamento del vino;
- la dose utilizzata non deve superare i 20 mg/L;
- il glutatione deve trovarsi in forma ridotta ed essere conforme alle prescrizioni del Codex enologico Internazionale.

GSH: il vino ottenuto con Air-mixing manteneva un contenuto più elevato fino a 150 giorni, poi diminuiva (mentre nel vino con sistema tradizionale aumentava)

GSSG: nel vino da sistema tradizionale aumentava sempre. Nel vino da Air-mixing, all'ultimo campionamento diminuiva

Linea continua = Air-mixing, Linea tratteggiata = sistema tradizionale

Evoluzione dell'indice di polifenoli totali, dell'intensità e della tonalità di colore 2022

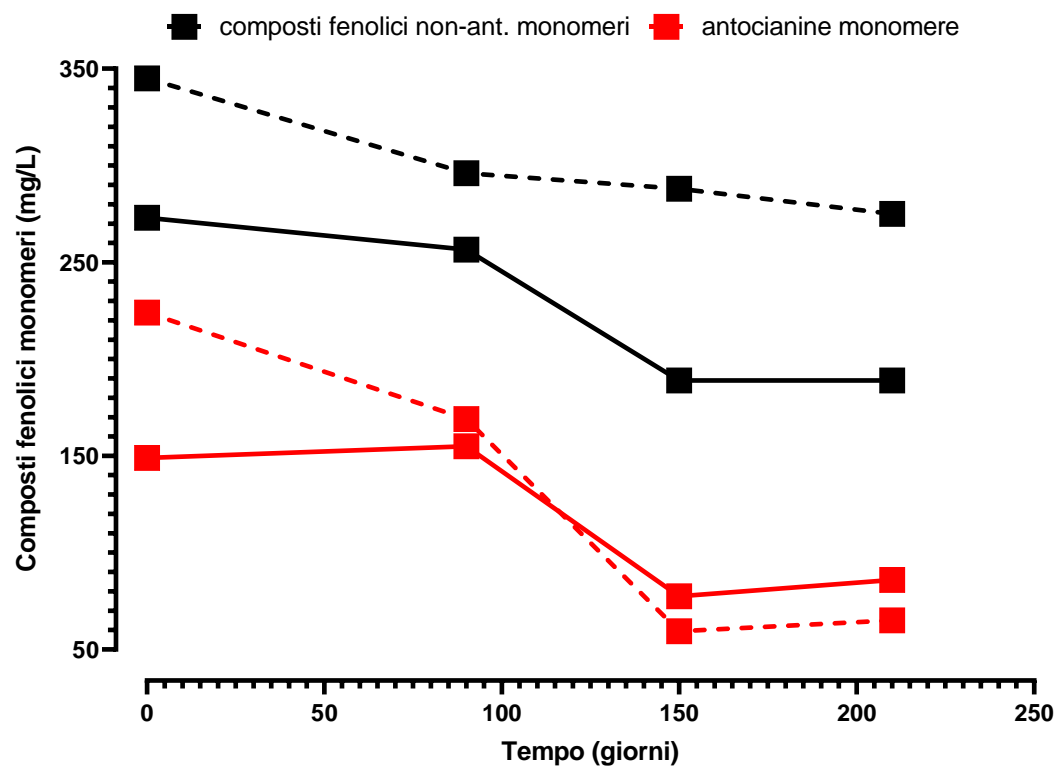


IPT e IC partono da valori significativamente diversi, decrescono con una diversa cinetica ma raggiungono gli stessi valori

La tonalità di colore aumenta molto di più nel vino da sistema tradizionale

Linea continua = Air-mixing, Linea tratteggiata = Sistema tradizionale

Evoluzione composti fenolici monomeri 2022

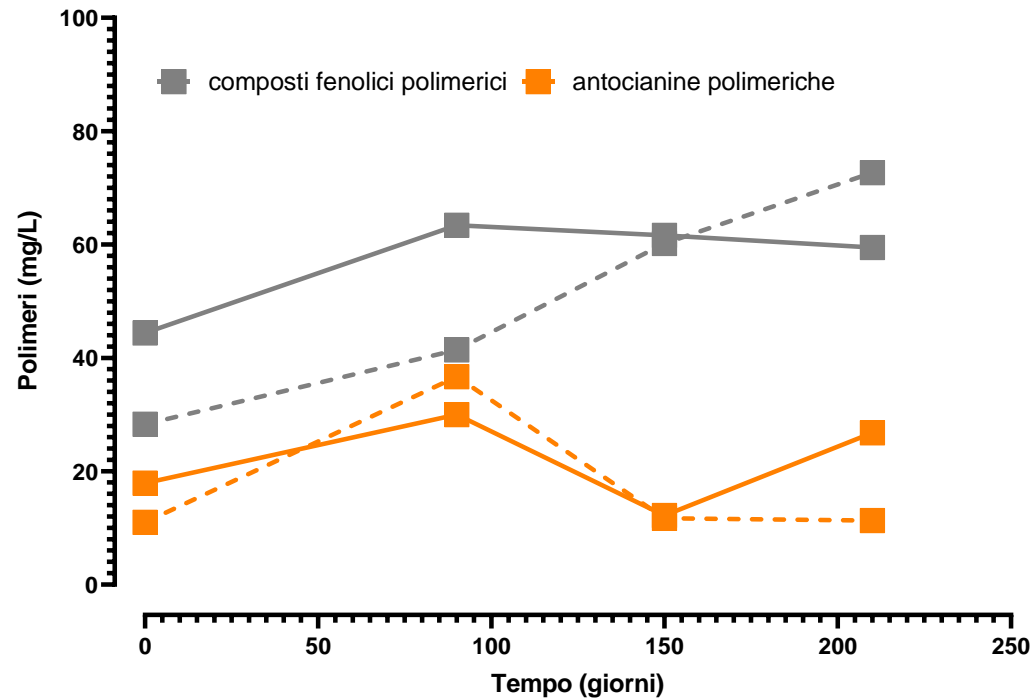


Composti fenolici monomeri: in entrambe le tesi decrescevano e, all'ultimo campionamento, il vino da sistema tradizionale aveva ancora un contenuto maggiore

Anche gli antociani decrescevano ma, a fine monitoraggio, avevano raggiunto gli stessi valori in entrambe le tesi (stesso andamento dell'intensità di colore)

Linea continua = Air-mixing, Linea tratteggiata = Controllo

Evoluzione polimeri 2022

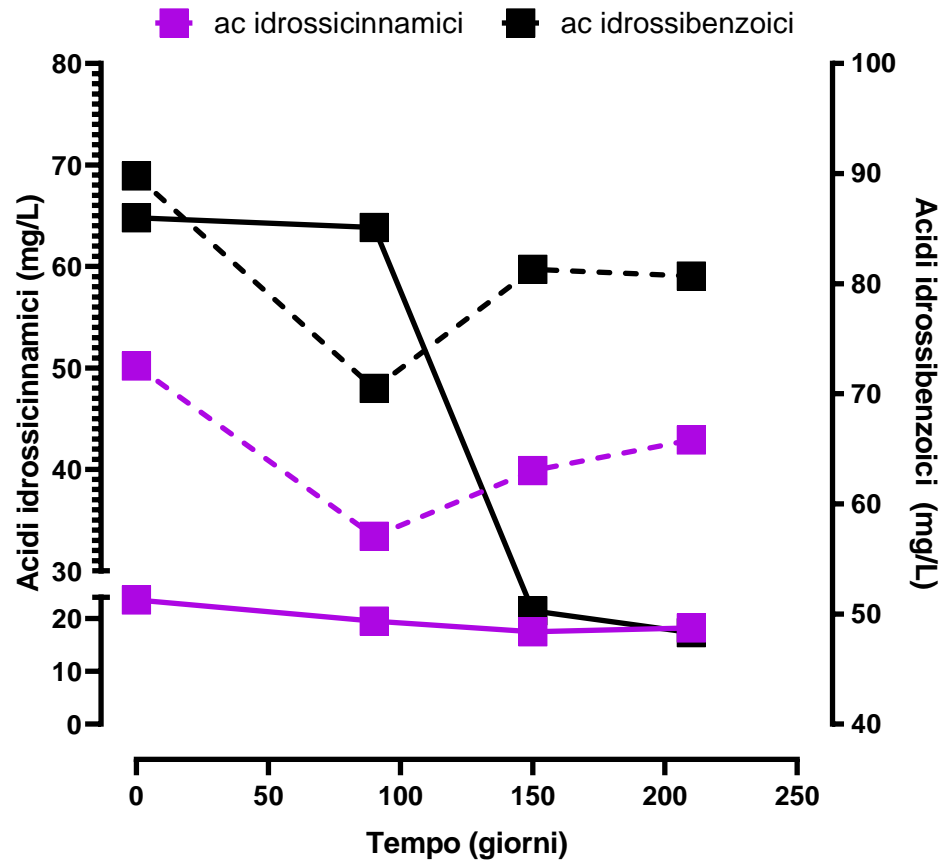


I composti fenolici polimerici: aumentavano soprattutto nel vino da sistema tradizionale

Le antocianine polimeriche mostravano un andamento controverso

Linea continua = Air-mixing, Linea tratteggiata = Controllo

Evoluzione acidi fenolici 2022

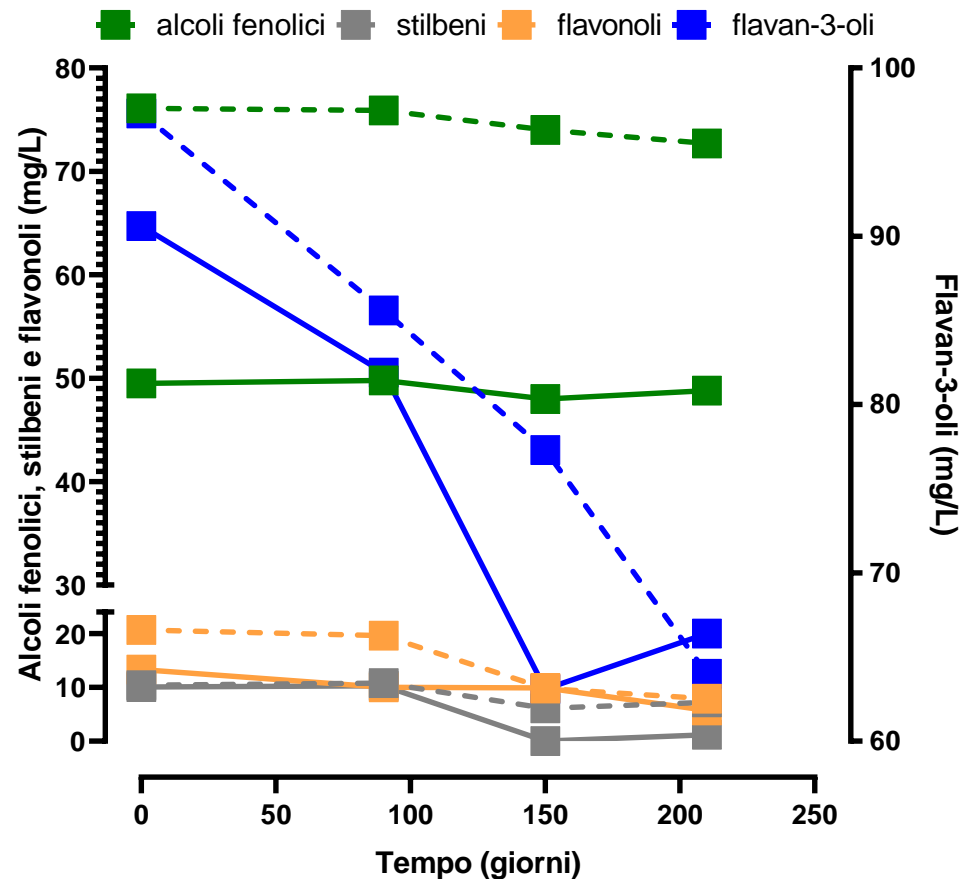


-gli acidi idrossibenzoici diminuiscono;

-gli acidi idrossicinnamici diminuiscono. Solo nel vino tradizionale, alla diminuzione di acido t-caftarico corrispondeva l'aumento di acido caffeico. Essendo l'acido t-caftarico l'estere tartarico dell'acido caffeico, è probabile che il fenomeno alla base dell'aumento di acido caffeico sia l'idrolisi dell'estere

Linea continua = Air-mixing, Linea tratteggiata = Controllo

Evoluzione flavonoidi 2022



-gli stilbeni diminuiscono ma solo dopo il campionamento effettuato a 90 giorni di affinamento;

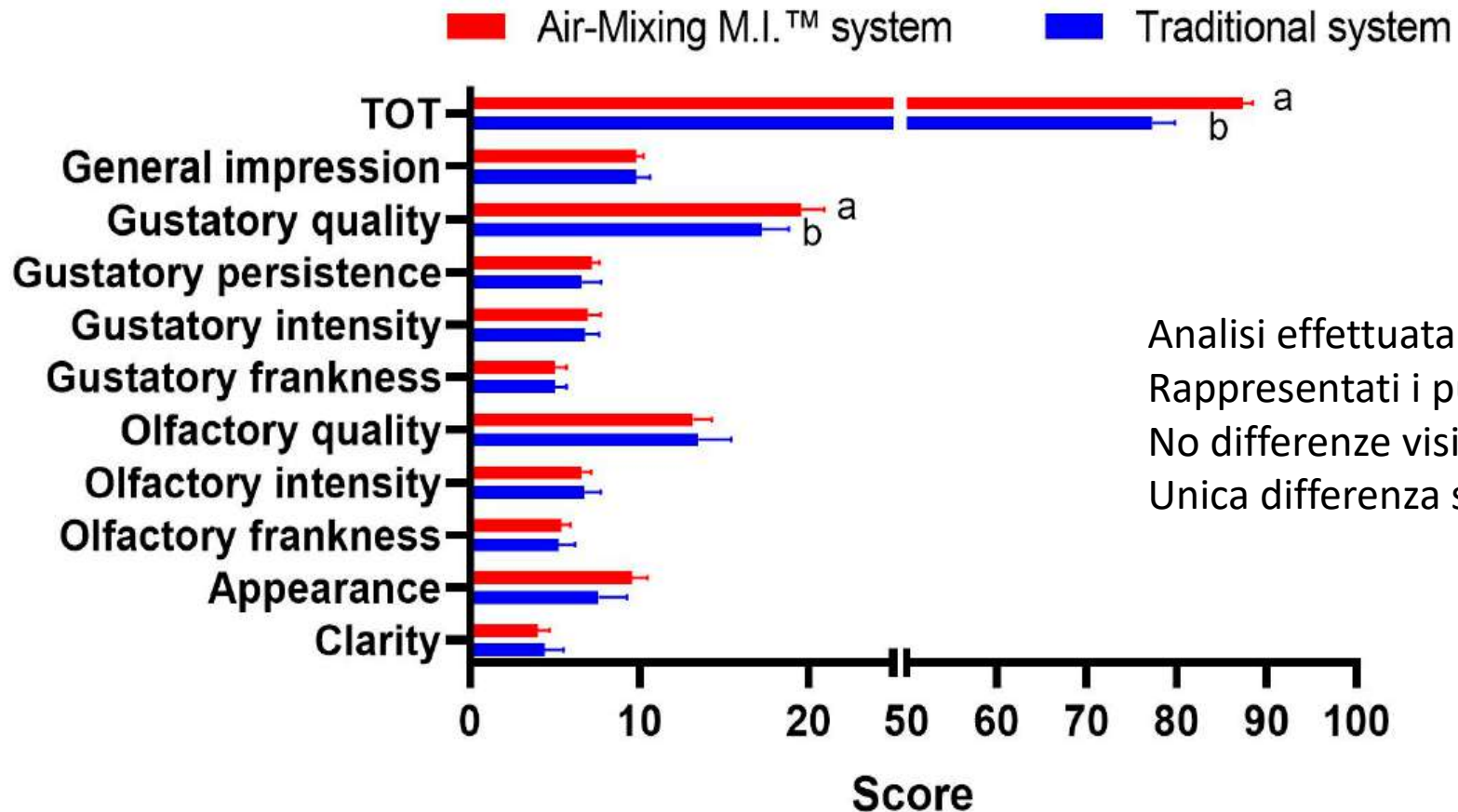
-i flavan-3-oli diminuiscono probabilmente perché reagiscono fra di loro e/o con gli antociani a formare i polimeri;

-i flavonoli diminuiscono, sia quelli in forma glicosilata che quelli in forma agliconica (degradazione);

-gli alcoli fenolici rimangono pressoché invariati.

Linea continua = Air-mixing, Linea tratteggiata = Controllo

Analisi sensoriale



Analisi effettuata prima dell'alterazione

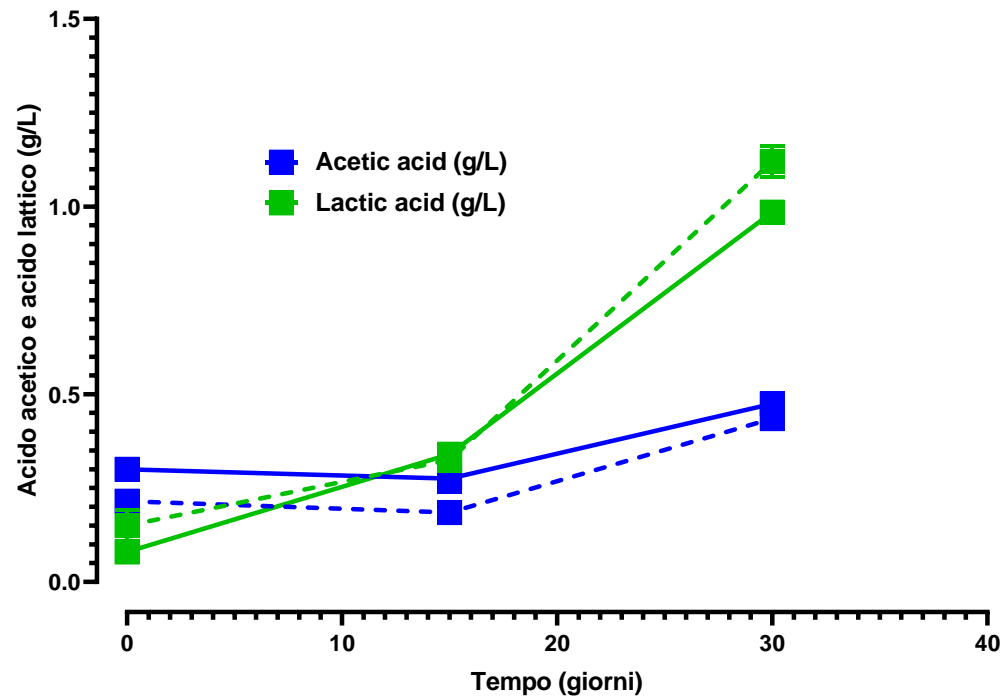
Rappresentati i punteggi medi per ogni attributo

No differenze visive o olfattive

Unica differenza significativa nella qualità gustativa

Affinamento 2023

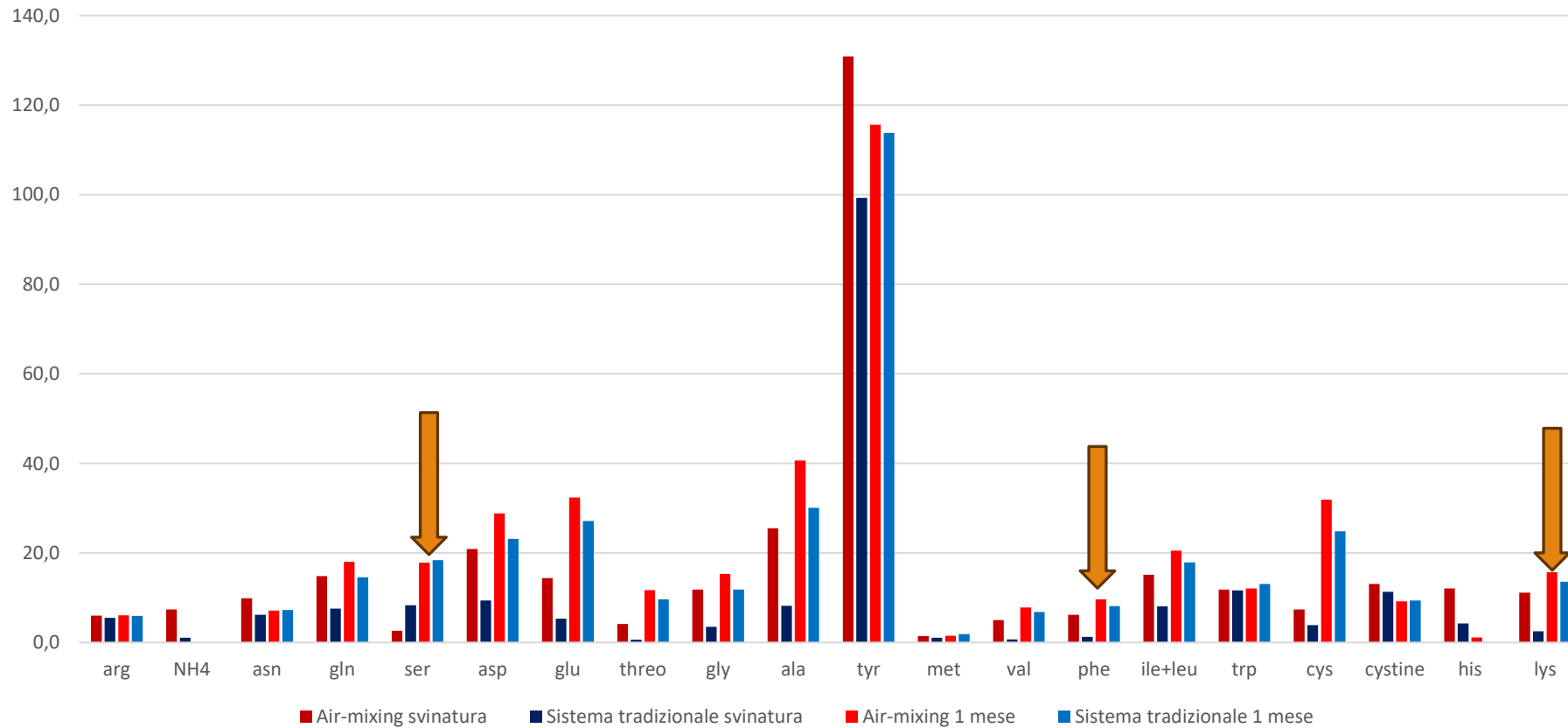
Dopo 1 mese dalla svinatura i vini sono stati filtrati ed imbottigliati.



-dopo 30 giorni completata la fermentazione malo-lattica

-significativo aumento di acido acetico in entrambe le tesi che ha comunque mantenuto il vino Air-mixing a livelli significativamente più elevati, anche se comunque più che accettabili (<0.5 g/L).

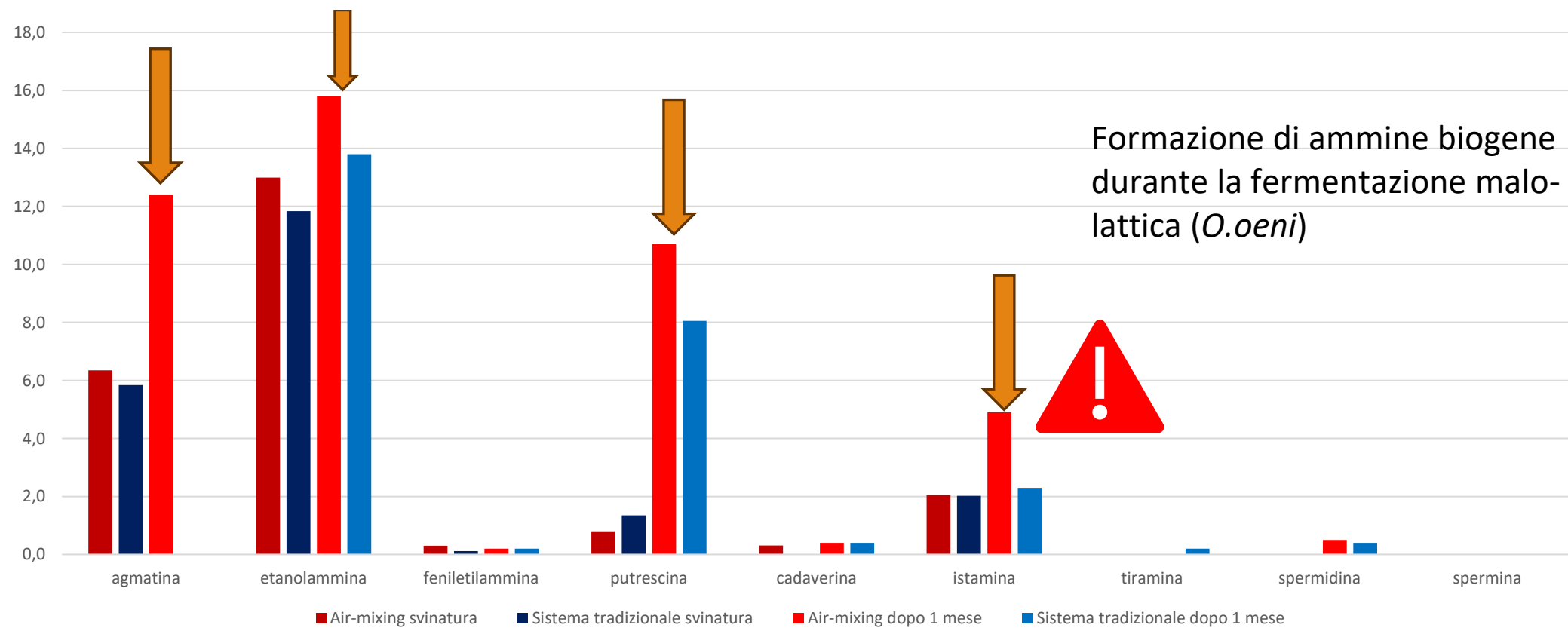
Evoluzione del contenuto aminoacidico in 1 mese (2023)



Il profilo aminoacidico è molto simile

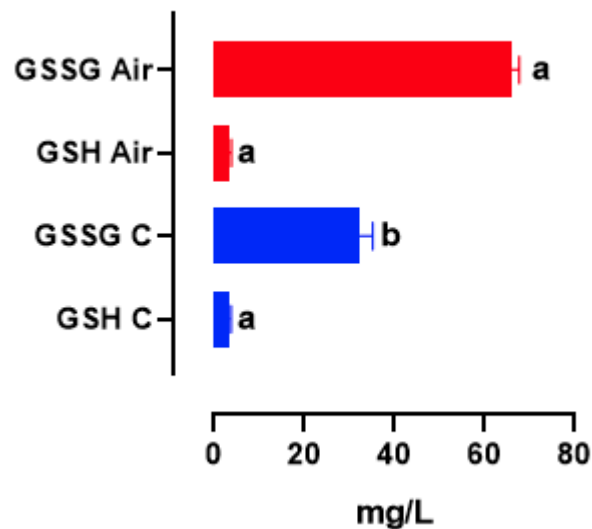
Aumento della concentrazione anche dei precursori delle ammine

Ammine biogene 2023 dopo 1 mese



In rosso Air-mixing; In blu Sistema tradizionale

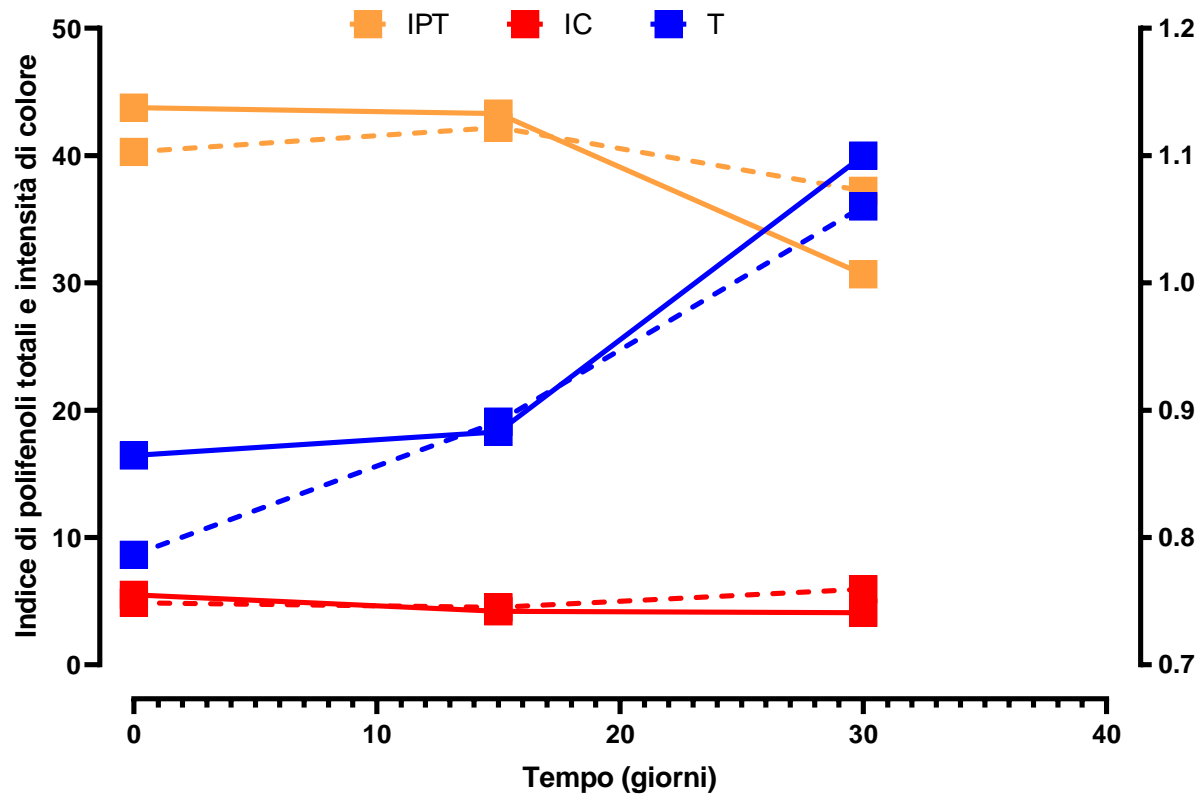
Glutatione 2023 dopo 1 mese



GSH inferiore a 5 mg/L e non differisce significativamente.
GSSG: contenuto significativamente maggiore nel vino Air-mixing

Dopo 1 mese il vino Air-mixing ha quindi già esaurito la riserva di protezione (20mg/L di GSH) contro l'ossidazione sulla quale poteva contare ritrovandosi nelle stesse condizioni del vino prodotto con sistema tradizionale.

Evoluzione IPT e intensità di colore 2023

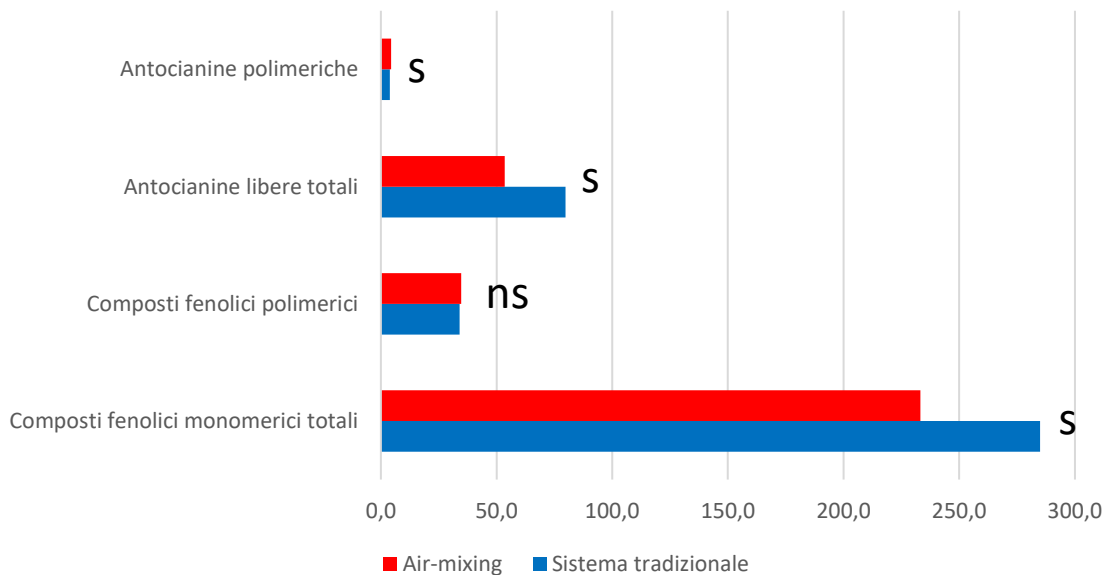


IPT e IC decrescono

Dopo 1 mese il vino con sistema tradizionale ha maggior IPT e IC (al contrario rispetto alla svinatura)

La tonalità di colore aumenta in entrambi i vini

Composti fenolici 2023 dopo 1 mese



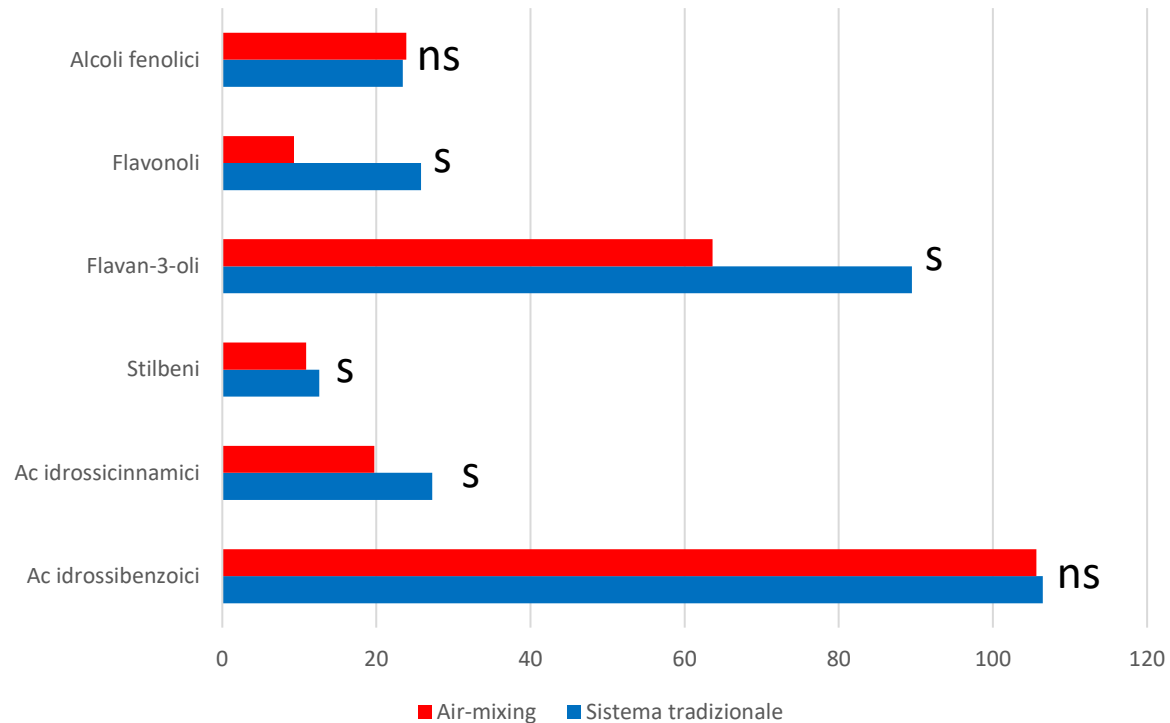
Composti fenolici monomerici: il vino da sistema tradizionale aveva ancora un contenuto maggiore

Composti fenolici polimerici: non c'è più differenza fra i due vini

Antocianine libere: il vino da sistema tradizionale aveva ancora un contenuto maggiore

Antocianine polimeriche: non c'è più differenza fra i due vini

Acidi e alcoli fenolici, flavonoidi dopo 1 mese 2023



Gli acidi idrossicinnamici, i flavan-3-oli, che sono le classi più sensibili all'ossidazione, erano significativamente minori nel vino Air-mixing



Dott. Damiano Barbato
Dott. Giacomo Busconi

Grazie per l'attenzione
silvia@foodmicroteam.it

Prof.ssa Simona Guerrini
Dott.ssa Silvia Mangani



Regione Toscana

