

DOCUMENTO  
TECNICO

Da sinistra:  
M. Azzolini  
E. Tosi

**\*Emanuele Tosi**  
**\*Michela Azzolini**  
**\*\*Giacomo Zapparoli**

*\*Centro per la Sperimentazione in  
Vitivinicoltura, Provincia  
di Verona, Servizio Agricoltura,  
San Floriano, Verona*

*\*\*Dipartimento Scientifico  
e Tecnologico, Università degli  
Studi di Verona, Verona.*

## IMPIEGO DEL CO-INOCULO LIEVITI BATTERI PER LA GESTIONE DELLA FERMENTAZIONE MALOLATTICA

Si è impiegata la tecnica del co-inoculo lieviti-batteri nella produzione dei vini Doc Soave, Valpolicella e Amarone. I batteri hanno consumato l'acido malico senza un significativo aumento di acidità volatile. Questa tecnica potrebbe rappresentare una valida soluzione da adottare in vini difficili alla FML quando gestita con l'inoculo dei batteri dopo la FA.

### Introduzione

Nella vinificazione la fermentazione malolattica (FML) costituisce un processo biologico di significativa importanza per la qualità del vino. I benefici che questa fermentazione apporta al vino sono molteplici e ben conosciuti e, per questo, il suo controllo durante la vinificazione, con l'impiego di batteri selezionati, è assai diffuso tra i produttori (Vincenzini et al., 2006). L'affidamento della FML alla

microflora indigena è sempre più abbandonato data l'incertezza del risultato e la scelta di inoculare batteri selezionati è un passo pressoché obbligato come garanzia di qualità e sicurezza del prodotto. Per questo negli ultimi anni è cresciuto l'interesse verso la selezione di nuovi ceppi batterici e si è assistito ad una proliferazione di preparati commerciali da impiegare in enologia (Nielsen et al., 1996; Tosi et al., 2007).

È noto che la gestione della FML è assai più diffi-

colta di quella alcolica. A differenza dei lieviti vinari usati come starter, i batteri malolattici hanno cinetiche di crescita più lente e sono assai più sensibili agli stress ambientali ai quali generalmente sono sottoposti con il loro inoculo in vino. Spesso gli insuccessi fermentativi sono il risultato dell'incapacità delle cellule inoculate di adattarsi al "nuovo" ambiente; la diretta conseguenza di ciò è un incremento del loro tasso di mortalità che impedisce una rapida e stabile

**Tab. 1 - Composizione dei mosti per la produzione dei vini Soave, Valpolicella e Amarone**

		Soave	Valpolicella	Amarone
pH		3,34	3,25	3,28
zuccheri ferm.	g/l	210,0	205,0	248,2
acidità totale	g/l <sup>1</sup>	8,04	7,75	7,06
acido acetico	g/l	0,10	0,13	0,02
acido malico	g/l	2,86	1,80	2,20
acido L-lattico	g/l	< 0,05	0,06	0,06
acido D-lattico	g/l	< 0,05	0,06	0,03
acido citrico	g/l	0,36	0,25	0,27

<sup>1</sup>in acido tartarico**Tab. 2 - Composizione dei vini sperimentali a fine fermentazione alcolica**

		Soave		Valpolicella		Amarone	
		co-inoculo	senza inoculo	co-inoculo	senza inoculo	co-inoculo	senza inoculo
pH		3,49	3,36	3,45	3,36	3,41	3,32
etanolo	% vol	12,21	12,20	11,69	11,65	14,38	14,32
zuccheri residui	g/l	1,01	0,97	1,63	1,97	2,20	2,08
SO <sub>2</sub> libera	mg/l	4,8	5,0	1,4	1,4	3,3	3,4
SO <sub>2</sub> totale	mg/l	53,7	58,9	14,4	12,6	26,7	27,6
acidità totale	g/l <sup>1</sup>	7,27	8,10	6,38	7,41	5,21	6,13
acido acetico	g/l	0,36	0,30	0,28	0,21	0,24	0,21
acido malico	g/l	0,64	2,8	0,09	1,55	0,71	2,17
acido L-lattico	g/l	1,57	0,03	1,11	0,09	1,23	0,08
acido D-lattico	g/l	0,13	0,14	0,38	0,37	0,14	0,13
acido citrico	g/l	0,28	0,35	0,20	0,24	0,26	0,27

<sup>1</sup> in acido tartarico - nd, non determinato

colonizzazione della popolazione batterica nella massa vinaria. I fattori responsabili dello stress che i batteri subiscono in questa fase sono molteplici e spesso concorrono insieme a condizionare l'esito della FML; quelli che influiscono maggiormente sono l'anidride solforosa, il pH, l'etanolo, la temperatura e la presenza di fonti nutrizionali a base azotata (Vincenzini et al., 2006).

Per ovviare a problemi di adattamento dei batteri al vino, recentemente è stata sperimentata una strategia di inoculo di batteri malolattici all'inizio della fermentazione alcolica (FA) (Corich et al., 2005; Krieger, 2005). Il co-inoculo consentirebbe alle cellule un adattamento al vino graduale in modo che, al termine della FA, la popolazione risulti rafforzata nel superare la fase di stress. Jussier et al. (2006) hanno

descritto un protocollo di vinificazione usando il co-inoculo lieviti-batteri in mosto bianco a basso pH e con elevato alcol potenziale: rispetto all'inoculo tradizionale post fermentativo quello simultaneo ha ridotto in modo significativo i tempi di durata della FML.

Uno dei rischi che comporta l'inoculo dei batteri in mosto è l'incremento di acidità volatile a seguito del catabolismo degli zuccheri da parte degli stessi batteri. Tuttavia, sembra che i batteri già all'inizio della FA non interferiscano sull'attività metabolica dei lieviti e non producano acido acetico a spese degli zuccheri fermentescibili (Corich et al., 2005). Data l'importanza di questo aspetto, ulteriori verifiche sarebbero auspicabili al fine di valutare meglio le conseguenze pratiche che questa tecnica di inoculo comporta

sulla qualità del vino.

Per questo scopo si sono allestite delle microvinificazioni per la produzione di differenti vini, nelle quali la FML è stata indotta mediante il co-inoculo lieviti-batteri. Analisi chimiche e microbiologiche hanno permesso un monitoraggio dell'attività dei batteri durante e dopo la FA, fornendo così elementi utili per valutare quanto sia praticabile il co-inoculo in cantina.

## Materiali e metodi

**Microvinificazioni.** Per la produzione di vino Soave sono state impiegate uve Garganega, per vino Valpolicella e Amarone uve Corvina, Rondinella e Molinara, come previsto dai rispettivi disciplinari di produzione. Nella vinificazione in rosso, all'ammostatura dell'uva, il mosto è stato separato dalle vinacce e, dopo essere state ben mescolate, le due frazioni sono state suddivise in modo omogeneo per la costituzione delle singole tesi. I volumi impiegati sono stati di 100 l in tini di acciaio della capacità di 150 l per lo svolgimento della FA. Prima dell'inoculo dei lieviti la massa vinaria è stata solfitata alla concentrazione di 50 mg/l di SO<sub>2</sub>. La FA è stata seguita monitorando il consumo di zuccheri fermentescibili e la produzione di etanolo. Al termine della FA il vino è stato svinato nel caso del Valpolicella, e sfecciato e raccolto negli stessi tini chiusi con coperchio ermetico fino al termine della FML. Durante la FA e la FML sono stati raccolti i campioni per le analisi chimiche e microbiologiche.

**Cepi e modalità di inoculo.** Si sono impiegate due differenti combinazioni di lieviti-batteri nelle tre vinificazioni utilizzando preparati commerciali: *Saccharomyces cerevisiae* EC1118 e *Oenococcus oeni* ICV-Elios1 per la produzione di vino Soave e *S. cerevisiae* VRB e *O.*

**Tab. 3 - Composizione dei vini sperimentali a fine fermentazione malolattica (FML)**

	Soave		Valpolicella		Amarone		FML spont.
	co-inoculo	FML spont.	inoculo post-FA	FML spont.	co-inoculo	inoculo post-FA	
pH	3,56	3,54	3,40	3,42	3,42	3,43	3,32
acidità totale g/l	5,10	5,05	6,36	6,83	5,10	5,11	6,08
acido acetico g/l	0,63	0,55	0,26	0,59	0,25	0,23	0,25
acido malico g/l	0,07	0,03	0,07	0,07	0,03	0,04	2,08
acido L-lattico g/l	1,93	1,95	1,04	1,03	1,49	1,48	0,07
acido D-lattico g/l	0,12	0,17	0,33	0,34	0,15	0,14	0,12
acido citrico g/l	0,20	0,08	0,20	0,20	0,25	0,26	0,26

<sup>1</sup> in acido tartarico

Nella tabella sono riportati alcuni parametri dei vini Soave, Valpolicella e Amarone alla fine della fermentazione malolattica (FML) ottenuti nelle tesi co-inoculate (co-inoculo), inoculate con i batteri dopo la fermentazione alcolica (inoculo post-FA) e non inoculate (FML spontanea).

**Tab. 4 - Durata della fermentazione malolattica nelle diverse tesi**

	Soave		Valpolicella		Amarone	
	inoculo	amm.	inoculo	amm.	inoculo	amm.
co-inoculo	28	29	8	9	32	33
inoculo post-FA	-	-	8	18	72	90
FML spontanea	-	47	12 <sup>1</sup>	22	nc <sup>2</sup>	nc

<sup>1</sup> dalla svinatura - <sup>2</sup> nc, non completata

Nella tabella è riportata la durata della fermentazione malolattica, in giorni dall'inoculo dei batteri (inoculo) e dall'ammostatura (amm.), misurata nelle tesi inoculate con i batteri prima (co-inoculo) e dopo (inoculo post-FA) della fermentazione alcolica e nelle tesi non inoculate (FML spontanea) nella produzione di vino Soave, Valpolicella e Amarone

oeni VP41 per la produzione di Valpolicella e di Amarone. I preparati batterici erano nella forma ad inoculo diretto e, come per i lieviti, la loro reidratazione è stata effettuata secondo le indicazioni riportate nella confezione. L'inoculo dei batteri nelle tesi del co-inoculo sono state effettuate a distanza di circa 16 ore da quella dei lieviti dopo aver verificato che il contenuto di SO<sub>2</sub> libera nel mosto fosse inferiore a 10 mg/l.

**Analisi chimiche e microbiologiche.** Le analisi chimiche sui mosti e sui vini hanno riguardato etanolo ed estratto secco, determinati mediante spettrofotometro con sistema NIR, acidi organici, per via enzimatica, SO<sub>2</sub>, acidità totale e zuccheri per titolazioni seguendo i protocolli standard. Tutti i valori riportati delle analisi dei vini rappresentano la media di due misurazioni riferite a microvinificazioni uguali ed indipendenti e la deviazione standard è risultata inferiore

al 10% della media stessa.

Le conte dei lieviti e dei batteri sono state effettuate piastrando diluizioni decimali di campione di mosto-vino in WL agar e FT80 agar, rispettivamente; le piastre sono state incubate a 28°C per 3 giorni in aerobiosi per la conta dei lieviti e per 8 giorni in anaerobiosi per quella dei batteri.

La FML è considerata completata quando il contenuto in acido malico è inferiore a 0,10 g/l.

## Risultati della ricerca

I mosti utilizzati per la sperimentazione presentavano parametri chimici con valori compresi in range standard che generalmente si riscontrano all'ammostatura delle uve destinate alla produzione di vini Soave, Valpolicella e Amarone (Tab. 1).

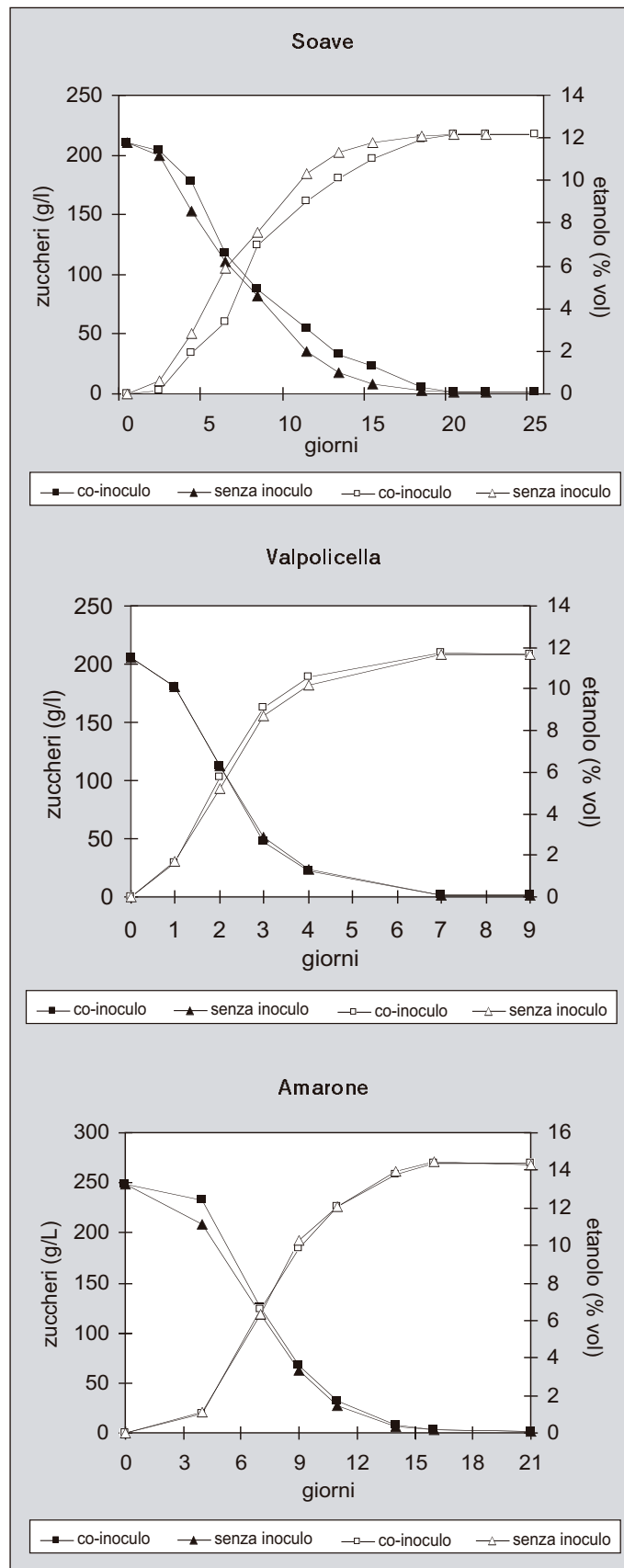
Dall'osservazione delle cinetiche di FA si è potuto constatare come, nelle tesi

co-inoculate, la presenza dei batteri già nelle prime fasi di fermentazione non abbia esercitato alcun effetto inibente nei confronti della attività dei lieviti. Infatti, le curve relative alla produzione di etanolo e al consumo di zuccheri fermentescibili sono risultate simili nelle tesi con e senza i batteri (Fig. 1). L'andamento della popolazione di lieviti e di batteri è mostrato in Fig. 2; nella prima fase della FA nelle tesi di Soave e Valpolicella co-inoculate la concentrazione di batteri si è mantenuta su valori vicini a quelli di inoculo (circa 10<sup>6</sup> ufc/ml), mentre nella vinificazione di Amarone si è osservato un calo di circa 10 volte la popolazione inoculata. Solo successivamente si è assistito ad un incremento della concentrazione dei batteri.

Dal comportamento delle popolazioni di lieviti e batteri e dall'analisi dei vini a fine FA (Tab. 2) si è potuto confermare come l'attività fermentativa dei lieviti non sia stata condizionata dalla presenza dei batteri. Infatti, il contenuto di acido acetico nelle tesi co-inoculate rispetto a quelle non inoculate, ha subito solo un leggero incremento pari a 0,06 g/l nel vino Soave, 0,07 g/l nel vino Valpolicella e 0,03 g/l in Amarone, insignificante ai fini qualitativi. Anche per l'altro metabolita, l'acido D-lattico, indicatore di attività catabolica a carico degli zuccheri da parte dei batteri, non si sono registrate variazioni tra gli stessi vini.

Il monitoraggio del contenuto in acido malico nei vini ha evidenziato come i batteri co-inoculati con i lieviti abbiano svolto attività malolattica durante la FA. Infatti, alla svinatura le tesi co-inoculate presentavano un contenuto in acido malico pari a meno della metà di quello presente alla ammostatura: nel caso della vinificazione del Valpolicella la FML si è conclusa poiché il 95% dell'acido malico è stato consumato (Fig. 3).

La microflora indigena, monitorata nelle tesi non ino-

**Fig. 1 - Degradazione dello zucchero e produzione di etanolo nei diversi vini.**

Nei grafici sono riportati il consumo di zuccheri e produzione di etanolo nelle tesi co-inoculate (co-inoculo) e in quelle non inoculate (senza inoculo) destinate all'inoculo post fermentativo dei batteri e alla fermentazione malolattica spontanea, per la produzione di vino Soave, Valpolicella e Amarone.

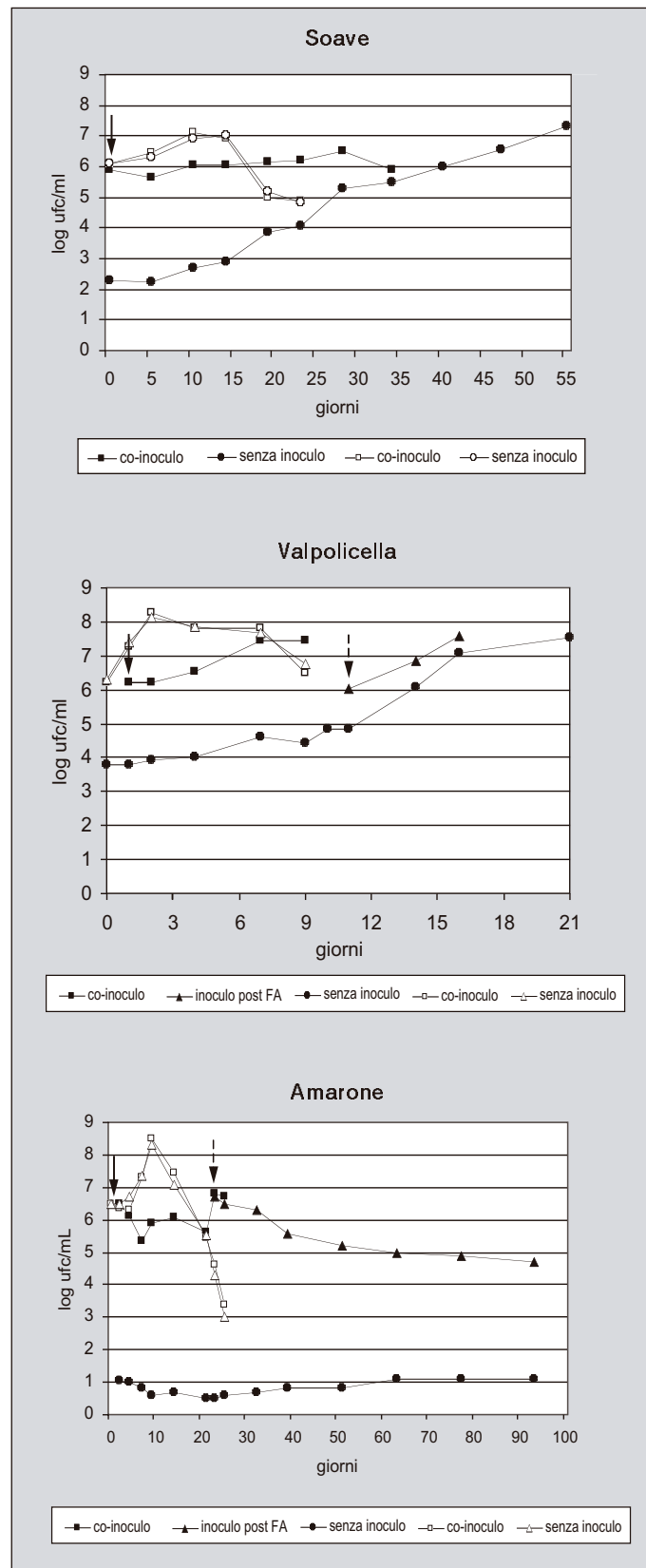
colate, è cresciuta nelle vinificazioni di Soave e Valpolicella già prima della fine della FA raggiungendo successivamente concentrazioni di oltre  $10^7$  cfu/ml, mentre in Amarone è rimasta a basse concentrazioni ( $< 1000$  cfu/ml) per tutta la durata della sperimentazione.

In Fig. 4 sono riportate le cinetiche di consumo di acido malico nelle tre vinificazioni. Nelle tesi co-inoculate la FML è terminata, come già detto, prima della svinatura nel vino Valpolicella, mentre in vino Soave e Amarone dopo circa 7 e 9 giorni dalla fine della FA, rispettivamente.

In Tab. 3 sono riportate le analisi dei vini a fine FML. Nelle tesi inoculate con i batteri dopo la FA la FML è terminata in entrambi i casi a distanza di 8 e 72 giorni dall'inoculo dei batteri stessi, rispettivamente. La Tab. 4 riporta i dati relativi alla durata della FML indotta, con l'inoculo dei batteri e spontanea studiata nelle tre microvinificazioni. Se in Valpolicella la FML ha avuto la stessa durata sia nelle tesi co-inoculate sia in quelle inoculate dopo la FA, in Amarone la differenza è risultata sostanziale con 32 giorni per il co-inoculo e 72 giorni per l'inoculo tradizionale. La FML spontanea si è completata nei vini Soave e Valpolicella in tempi rapidi, a 22 e 12 giorni dalla svinatura, rispettivamente, mentre in vino Amarone non è avvenuta.

## Discussione del lavoro

La constatazione che la presenza dei batteri, inoculati nel mosto, non abbia interferito sull'attività fermentativa dei lieviti nelle tre microvinificazioni qui studiate conferma i risultati riportati da precedenti studi (Corich et al., 2005; Krieger, 2005; Jussier et al. 2006). Sebbene i batteri lattici vinari siano in grado di assimilare gli zuccheri come glucosio e fruttosio attraverso la via del pentoso fosfato,

**Fig. 2 - Crescita delle popolazioni di lieviti e di batteri nei vini.**

Nei grafici sono rappresentati gli andamenti delle popolazioni dei lieviti (simboli bianchi) e dei batteri (simboli neri) nelle diverse tesi: co-inoculate (co-inoculo), inoculate dopo la fermentazione alcolica (inoculo post-FA) e lasciate per la FML spontanea (senza inoculo) nei vini Soave, Valpolicella e Amarone. La freccia continua indica il momento del co-inoculo dei batteri, quella tratteggiata dell'inoculo post FA.

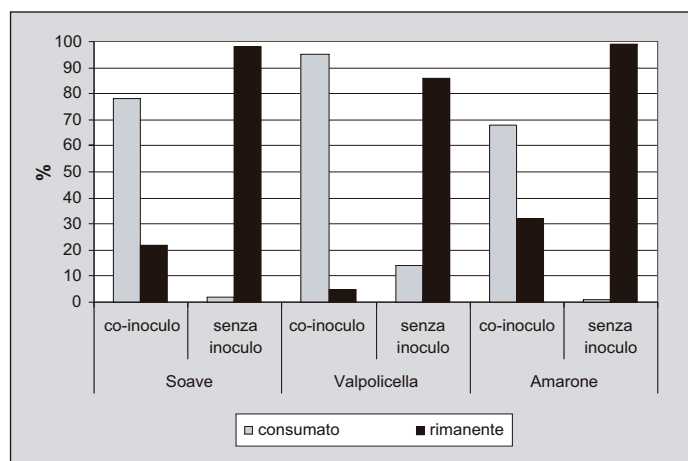
le condizioni ambientali nelle quali i batteri stessi si vengono a trovare durante la FA di fatto risultano inibenti verso questa via metabolica senza però che ciò causi un eccessivo stress alla cellula. Le analisi microbiologiche hanno evidenziato come la popolazione batterica non sia andata incontro a tassi di mortalità eccessivi, tali da compromettere la colonizzazione della massa vinaria. Non solo, ma nel caso della vinificazione di Valpolicella si è assistito ad un loro incremento prima del termine della FA.

Il mantenimento della popolazione batterica e la sua crescita, in queste condizioni, viene sostenuto dalla conversione dell'acido malico in L-lattico, poiché la cellula ricava energia da questo processo metabolico (Cox, Henick-Kling, 1995); ne consegue che laddove vi è maggiore crescita batterica il consumo di acido malico è più elevato, come è stato qui dimostrato. Confrontando i valori di acido acetico e acido D-lattico nelle tesi con i batteri e in quelle senza si trova un'ulteriore conferma che gli zuccheri fermentescibili non sono stati consumati dai batteri.

## Elementi a favore del co-inoculo

Con questa sperimentazione si sono individuati alcuni elementi a favore dell'impiego del co-inoculo rispetto a quello dell'inoculo tradizionale. Il più evidente è rappresentato dalla minor durata della FML indotta con il co-inoculo, dimostrato in questo studio con la vinificazione di Amarone rappresentativo di una tipologia di vini caratterizzati, generalmente, da parametri chimico-fisiche tali da inibire, o per lo più rallentare, l'attività malolattica dei batteri. Tuttavia, quando le condizioni ambientali risultano più favorevoli ai batteri e il successo della FML è assai probabile anche con l'inoculo post fermentativo, come nel caso del vino



**Fig. 3 - Consumo di acido malico prima della fermentazione alcolica**

Gli istogrammi rappresentano il consumo di acido malico, in percentuale rispetto al contenuto iniziale, alla svinatura nelle tesi inoculate con i batteri (co-inoculo) e non inoculate (senza inoculo) prima della fermentazione alcolica nei vini Soave, Valpolicella e Amarone

Valpolicella, la possibilità di ottenere già alla svinatura il vino privo o con poco acido malico potrebbe rappresentare di per sé un fattore positivo per le esigenze di produzione. Inoltre, questo studio ha evidenziato come la FML spontanea si possa completare in tempi assai rapidi, come nei casi delle vinificazioni di Valpolicella e Soave. La microflora malolattica indigena, in condizioni enologiche favorevoli, può essere un forte competitore dei batteri selezionati ed è capace di sovrapporsi e dominare anche nel vino precedentemente inoculato con le colture starter.

L'impiego del co-inoculo in simili condizioni potrebbe quindi offrire maggiore garanzia di purezza fermentativa di quanto ne possa offrire l'inoculo dei batteri dopo la FA.

Poiché il co-inoculo comporta una convivenza nello stesso ambiente tra lieviti e batteri, almeno per tutta la durata della FA, la compatibilità reciproca è un fattore assai importante. Infatti con questa tecnica di inoculo l'interazione tra i due tipi di microrganismi è più stretta e complessa rispetto all'inoculo tradizionale. Diversi studi hanno rivolto la loro attenzione sull'effetto dei lieviti, che hanno condotto la FA,

sulla capacità malolattica di batteri inoculati dopo la FA; Arnink e Henick-Kling (2005) hanno valutato gli esiti della FML con l'impiego di differenti combinazioni di lieviti-batteri (inoculo dei batteri post FA), mentre Zapparoli et al. (2003) hanno riportato un diverso tasso di degradazione di acido malico in ceppi di *O. oeni* inoculati in vini prodotti da differenti lieviti. Lieviti che producono concentrazioni più elevate di SO<sub>2</sub>, o posti in condizioni di produrne maggiori concentrazioni, esercitano un'azione inibente nei confronti dei batteri (Henick-Kling, Park, 1994). Tuttavia, la produzione di SO<sub>2</sub> non è il solo fattore che spiega l'incompatibilità tra lieviti e batteri, ma potrebbero essere implicati altri meccanismi inibitori tuttora sconosciuti (Osborne, Edwards, 2006). Da un punto di vista pratico, quindi, risulta importante accertarsi che i ceppi di lieviti e batteri, che si vogliono utilizzare come starter, siano tra di loro compatibili, sia che si impieghi l'inoculo tradizionale sia, a maggior ragione, il co-inoculo. Con ulteriori studi si potrebbero sperimentare altre combinazioni lieviti-batteri in modo analogo a quanto descritto in questo lavoro allo scopo di testare la loro compatibilità quando inoculati insieme nel mosto.

In conclusione, questa ricerca ha provato che il co-inoculo lieviti-batteri non ha causato inconvenienti nella produzione di vini sperimentali nelle condizioni di cantina sopra descritte sia in termini tecnologici sia qualitativi. Questa tecnica potrebbe rappresentare una valida soluzione da adottare in vini difficili o refrattari alla FML quando gestita con l'inoculo dei batteri dopo la FA.

La ripetizione di queste prove su volumi industriali e in differenti condizioni di cantina non potranno che fornire ulteriori elementi utili per valutare la praticabilità di questa modalità della gestione della FML nelle reali condizioni di produzione.

## Riassunto

Con questo studio si è valutata la praticabilità della tecnica del co-inoculo lieviti-batteri (inoculo dei batteri nel mosto dopo alcune ore da quello dei lieviti), in condizioni di cantina. Allo scopo si sono allestite tre differenti microvinificazioni per la produzione del vino Soave, Valpolicella e Amarone.

Le analisi chimiche e microbiologiche hanno mostrato come i batteri, non interferendo sull'attività dei lieviti durante la fermentazione alcolica (FA), siano in grado di metabolizzare l'acido malico senza che ciò comporti un aumento significativo di acidità volatile.

In vino Amarone la fermentazione malolattica (FML) indotta con il co-inoculo si è completata in tempi dimezzati rispetto a quelli ottenuti con l'inoculo tradizionale.

Questa tecnica innovativa di inoculo potrebbe rappresentare una valida soluzione da adottare in vini difficili o refrattari alla FML quando gestita con l'inoculo dei batteri dopo la FA.

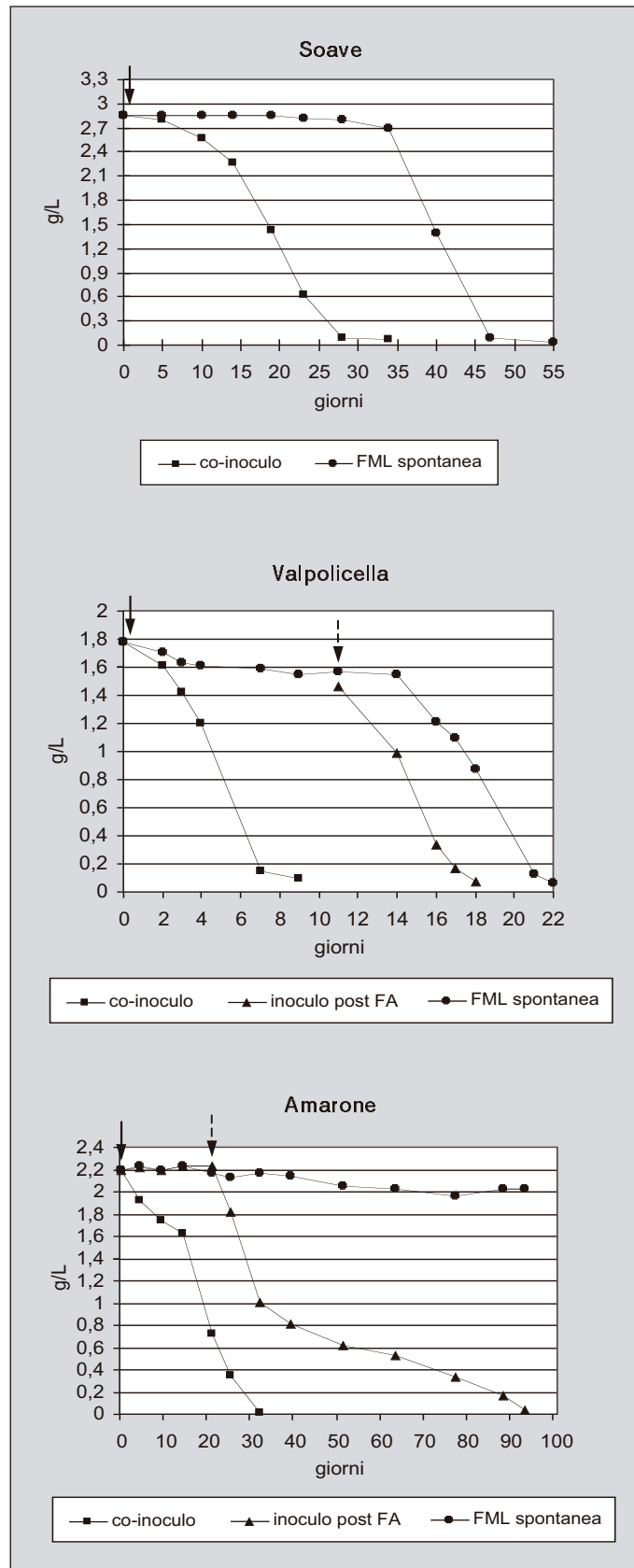
Inoltre, il co-inoculo potrebbe offrire maggiore garanzia di purezza fermentativa qualora la microflora spontanea sia particolarmente attiva.

**Ringraziamenti.** Si ringrazia Valerio Udali e Alberto Zardini del Centro per la Sperimentazione in Vitivinicoltura, Provincia di Verona per il loro importante contributo nel lavoro di cantina.

## Bibliografia

Arnink, K., Henick Kling, T. (2005) Influence of *Saccharomyces cerevisiae* and *Oenococcus oeni* strains on successful malolactic conversion in wine. *Am. J. Enol. Vitic.*, 56, 228-237.

Corich V., Carlot M., Giusti N., Vagnoli P., Giacomini A. (2005) Importanza del momento di inoculo nella fermentazione malolattica di Raboso Piave. *L'Enologo* 5:

**Fig. 4 - Consumo di acido malico dopo la fermentazione alcolica**

Consumo di acido malico, in g/L, misurato nelle tesi co-inoculate (co-inoculo), inoculate dopo la fermentazione alcolica (inoculo post FA) e in quelle lasciate per la FML spontanea (FML spontanea) nei vini Soave, Valpolicella e Amarone. La freccia continua indica il momento del co-inoculo dei batteri, quella tratteggiata dell'inoculo post FA.

95-103

Cox, D. J., Henick-Kling, T. (1995) Protonmotive force and ATP generation during malolactic fermentation. *Am. J. Enol. Vitic.* 46, 319-323.

Henick-Kling T., Park Y.H. (1994) Consideration for the use of yeast and bacteria starter cultures: SO<sub>2</sub> and timing of inoculation. *Am. J. Enol. Vitic.* 45: 464-469

Jussier, D. Morneau, A.-D., and Mira de Orduña, R. (2006) Effect of simultaneous inoculation with yeast and bacteria on fermentation kinetics and key wine parameters of cool-climate Chardonnay. *Applied and Environmental Microbiology*, January 2006, p. 221-227, Vol. 72, No. 1

Kieger S. (2005) Determining when to add malolactic bacteria. In: *Malolactic fermentation. Understanding the science and practice.* Morenzoni R., Specht K.S. (eds) Lallemant Inc Montréal, Canada, pp12.1-12.9

Nielsen J.C., Prahil C., Lonvaud-Funel A. (1996) Malolactic fermentation in wine by direct inoculation with freeze-dried *Leuconostoc oenos* cultures. *Am. J. Enol. Vitic.* 47, 42-48.

Osborne J.P., Edwards C.G. (2006) Inhibition of malolactic fermentation by *Saccharomyces* during alcoholic fermentation under low- and high-nitrogen conditions: a study in synthetic media. *Aust. J. Grape Wine Research* 12: 69-78

Tosi E., Veneri G., Cipriani M., Vagnoli P., Zapparoli G. (2007a) Valutazione d'ideoneità qualitativa di un ceppo di *Oenococcus oeni* da impiegare come starter della fermentazione malolattica in vino. *Rivista di Viticoltura e di Enologia* n. 1, 35-47.

Vincenzini M., Romano P., Farris G.A. (2005) *Microbiologia del vino.* Casa Editrice Ambrosiana, Milano

Zapparoli G., Torriani S., Malacrino P., Suzzi G., Dellaglio F. (2003) Interactions between *Saccharomyces* and *Oenococcus oeni* strains from Amarone wine affect malolactic fermentation and changes in wine composition. *Vitis* 42: 107-108