

DOCUMENTO
TECNICO

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

*Centro per la Sperimentazione
 in Vitivinicoltura,
 Provincia di Verona,
 Servizio Agricoltura,
 San Floriano (VR)

**Dipartimento Scientifico
 e Tecnologico, Università
 degli Studi di Verona - Verona



E. Tosi

ATTITUDINI FERMENTATIVE DI UN CEPPLO DI *S. UVARUM* AUTOCTONO DELLA VALPOLICELLA

Un ceppo autoctono della Valpolicella della specie *Saccharomyces uvarum* è stato valutato per le sue capacità tecnologiche e qualitative nella produzione di vino Amarone. Dal confronto con alcuni ceppi delle specie "sorella" *Saccharomyces cerevisiae*, questo lievito si è nettamente distinto per conferire al vino peculiari proprietà chimiche e sensoriali.

Introduzione

Le fermentazioni vinarie spontanee sono generalmente condotte da microflora eterogenee presenti nelle uve e nell'ambiente di cantina. Durante la fermentazione alcolica le popolazioni schizomicetiche vanno incontro a rapide evoluzioni associate alle interazioni esistenti tra le varie specie e anche tra i differenti ceppi (Zambonelli, 1998; Vincenzini et al., 2005). Diversi studi hanno dimostrato che particolari

ambienti vitivinicoli, nei quali non c'è l'intervento dei lieviti selezionati, sono dominati da una peculiare microflora autoctona che interviene nei processi fermentativi e contribuisce alla tipicità del prodotto finale (Torriani et al., 1999; Tofalo et al., 2007; Urso et al., 2008). Questa microflora è il risultato della selezione naturale che, nel tempo, ha condizionato la sua composizione adattandola alle peculiari caratteristiche dell'ambiente (Querol et al., 2003). Nella

filiera produttiva dei vini passiti, ad esempio, è stata evidenziata una biodiversità composta da specie microbiche ben adattate all'elevata osmoticità, alle temperature non favorevoli, alle alte gradazioni alcoliche (Lombardo et al., 2007).

La microflora vinaria indigena è sempre stata la principale fonte dalla quale attingere per selezionare lieviti idonei per condurre le fermentazioni alcoliche. Nonostante la possibilità di ottenere ceppi con caratteri di

Tab. 1 - Composizione dei vini Amarone ottenuti in tre differenti microvinificazioni (I, II, e III), utilizzando ceppi autoctoni *S. uvarum* SuA2 e *S. cerevisiae* ScA1 e ceppi commerciali *S. cerevisiae*, ScCO1 e ScCO2

		I		II		III		
		SuA2	ScA1	SuA2	ScCO1	SuA2	ScCO1	ScCO2
etanolo	% vol	17,51	18,77	15,93	15,98	16,34	16,43	16,48
estratto secco totale	g/L	67,1	49,3	42,3	42,1	45,2	44,2	43,8
zuccheri residui	g/L	16,60	4,35	3,3	2,3	4,02	3,89	3,80
pH		3,53	3,54	3,35	3,36	3,89	3,91	3,9
acidità totale	g/L1	7,68	7,74	7,91	7,55	6,10	6,30	6,25
acido acetico	g/L	0,30	0,89	0,45	0,89	0,52	0,94	0,53
acetaldeide	mg/L	20,7	8,5	24,8	14,9	15,00	3,00	15,00
glicerolo	g/L	16,95	12,90	16,40	12,80	14,80	12,13	12,56
etilattato	mg/L	9,27	10,23	7,1	7,3	1,70	1,65	1,80
etilacetato	mg/L	83,73	106,37	114,5	144,8	49,40	49,30	38,65
1-butanol	mg/L	3,00	0,67	2,8	2,7			
1-esanol	mg/L	3,33	3,77	2,9	3,9	3,50	2,75	2,70
1-propanolo	mg/L	60,60	40,33	88,4	90,7	35,80	36,10	25,95
2-butanol	mg/L	0,27	0,27	0,3	0,02			
2-metil-1-butanol	mg/L	58,20	56,63	44,6	41,8	36,90	44,55	45,05
2-metil-1-propanolo	mg/L	55,20	71,30	43,7	49,7	44,95	46,70	36,45
3-metil-1-butanol	mg/L	248,83	226,10	242,8	186,25	203,00	182,35	242,05
2-feniletanol	mg/L	232,70	42,53	94,2	22,1	90,65	20,10	24,60
totale alcoli sup.	mg/L	662,13	441,60	519,9	397,5	414,80	332,55	376,80

interesse enologico “potenziati” attraverso l’ingegneria genetica, la ricerca di individui “naturali” viene tuttora preferita. Questa scelta è dovuta sia alla normativa che regolarizza l’uso di OGM in enologia (vietata per adesso nel nostro paese) e ai relativi costi di ricerca sia, soprattutto, alla volontà di conferire e conservare, almeno in parte, la tipicità del prodotto che, oggi, è da considerarsi un indubbio valore aggiunto per le aziende; ciò è particolarmente vero in contesti di produzione di vini di qualità e di pregio.

Usseglio-Tomasset et al. (1980) hanno descritto per primi la successione delle specie *Saccharomyces cerevisiae* e *S. uvarum* nella fermentazione naturale dei vini Recioto e Amarone della Valpolicella. La presenza di queste specie nella fermentazione alcolica e il loro contributo alla qualità di questi vini passiti è stato confermato successivamente (Della-glio et al., 2003; Zapparoli et al., 2003). Queste due specie

si distinguono bene per proprietà tecnologiche e qualitative ed è ormai appurato che esse si comportano in modo differente in ambiente enologico (Castellari et al., 1994; Antonelli et al., 1999). Recenti studi comparativi condotti su un peculiare vino come la Malvasia delle Lipari utilizzando *S. cerevisiae* e *S. uvarum* hanno evidenziato quanto sia importante l’incidenza della specie sulla qualità generale del vino (Muratore et al., 2007).

L’obiettivo di questo lavoro è stato quello di confrontare un ceppo autoctono di *S. uvarum*, isolato da vino Amarone, con ceppi di *S. cerevisiae* in condizioni di cantina. A tal fine si è focalizzata l’attenzione, oltre che sugli aspetti qualitativi, su quelli tecnologici ed in particolare modo sulle effettive capacità fermentative affinché il ceppo possa essere valutato come potenziale starter da utilizzare in processi industriali. Particolare attenzione è stata posta al confronto con altri validi lieviti

commerciali allo scopo di fornire, soprattutto ai produttori, elementi di valutazione e comparazione.

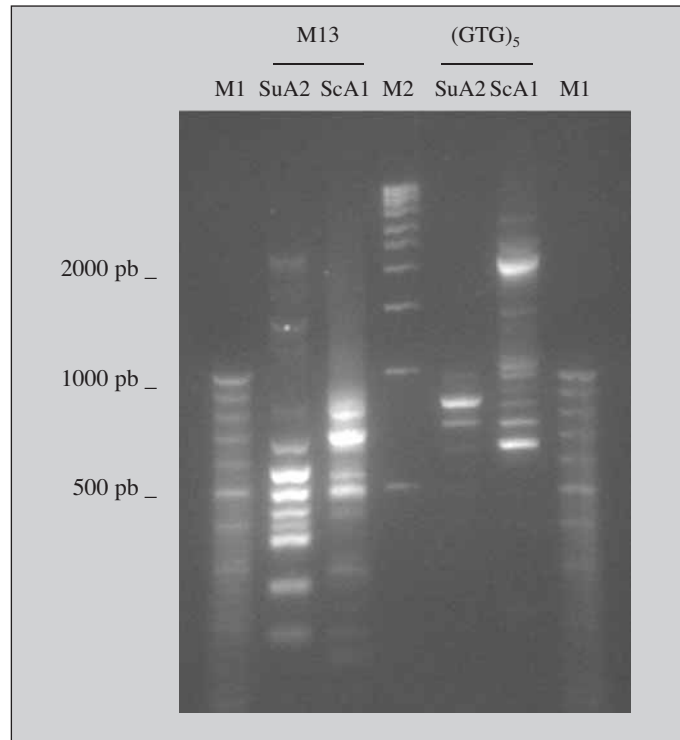
Materiali e metodi

Ceppi e identificazione della specie. Il ceppo oggetto di studio SuA2 è stato isolato da un vino Amarone durante la fermentazione alcolica presso una cantina nella quale non sono stati mai usati lieviti starter. Assieme a questo ceppo è stato isolato anche un altro ceppo ScA1. L’identificazione della specie è stata eseguita attraverso test di fermentazione e assimilazione secondo Kurtzman e Fell (1998).

I ceppi commerciali utilizzati, ScCO1 e ScCO2, appartengono alla specie *S. cerevisiae*.

Caratterizzazione genetica dei ceppi. L’identificazione a livello di ceppo dei lieviti isolati è stata effettuata mediante RAPD-PCR

Fig. 1 - *Fingerprinting* genomico dei ceppi autoctoni *S. uvarum* SuA2 e *S. cerevisiae* ScA1 ottenuto con la tecnica della RAPD-PCR impiegando i primers M13 e (GTG)₅. M1 e M2 sono i marcatori di peso molecolare



impiegando, singolarmente, i primers M13 (5'-GAGGGTGGCGTTCT-3') e (GTG)₅. Le reazioni di amplificazione sono state condotte in un volume finale di 20 μ l contenente 0,5 U di Taq polimerasi (Sigma), 5 ng di templat, 3 mM MgCl₂, 0,25 mM di ciascun dNTPs, 2,5 μ M e 0,4 μ M di primer rispettivamente per gli oligonucleotidi M13 e (GTG)₅. I programmi di amplificazione impiegati sono quelli riportati secondo Stendid et al. (1994) e Baleiras Couto et al. (1996). I prodotti di reazione sono stati analizzati tramite elettroforesi in gel di agarosio all'1,5% (p/v) in tampone TBE 0,5% (v/v). Le bande ottenute sono state osservate al transilluminatore e confrontate con il profilo di due marcatori di peso molecolare: PCR low Ladder Marker, M1, e DNA 1 kb Ladder, M2 (Sigma).

Microvinificazioni. Le microvinificazioni sono state condotte in modo tradizionale utilizzando uva "Corvina"

e "Rondinella" appassita secondo quanto previsto dal disciplinare dei vini della Valpolicella. Per garantire una migliore uniformità delle masse da fermentare, all'ammostatura si è separata la frazione solida (vinacce) da quella liquida (mosto) e, previa loro rigorosa mescolatura, sono state costituite le singole tesi mantenendo le proporzioni tra le due frazioni. Le tesi sono state solfitate con 5 g/Hl di SO₂ e successivamente inoculate con i lieviti. Dalla coltura microbica si è costituito un *piè de cuve*, utilizzando lo stesso mosto usato per la vinificazione, in modo da inoculare una concentrazione di circa 10⁶ cellule per ml. Allo scopo di ottenere cinetiche fermentative confrontabili, le colture commerciali sono state inoculate seguendo la stessa modalità adottata per i ceppi autoctoni.

Analisi chimiche e sensoriali dei vini. La determinazione degli zuccheri residui e dell'acidità totale è stata

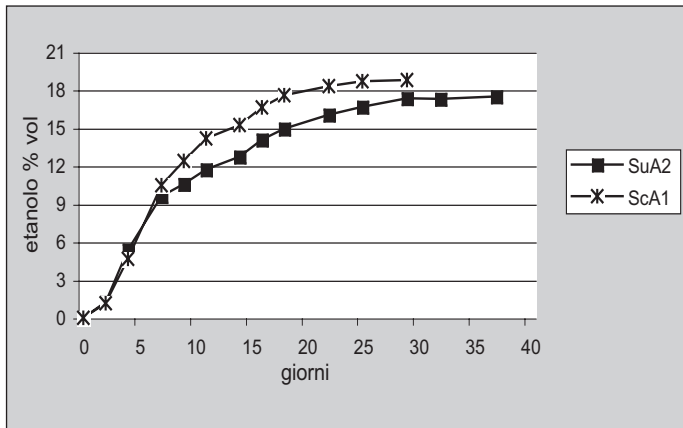
effettuata seguendo i protocolli di titolazione standard. La concentrazione degli acidi organici è stata ottenuta per via enzimatica mediante utilizzo di kit commerciali, l'etanolo prodotto è stato analizzato mediante spettrofotometria NIR, gli alcoli superiori tramite gas-cromatografia con rivelatore a ionizzazione di fiamma. Per quanto riguarda le analisi sensoriali i vini sono stati valutati da un panel test composto da 10 esperti i quali hanno effettuato una valutazione visiva, olfattiva e gustativa assegnando un punteggio corrispondente all'intensità di ciascun descrittore percepito e delineando in tal modo il profilo di ogni campione.

Risultati della ricerca

Isolamento del ceppo SuA2 e *fingerprinting* genomico. Il lievito SuA2 è stato identificato come *S. uvarum* mediante test di fermentazione degli zuccheri e test di crescita a differenti temperature (dati non mostrati). In Fig. 1 sono riportati il *fingerprinting* genomico dei ceppi autoctoni *S. cerevisiae* ScA1 e *S. uvarum* SuA2 ottenuto con la tecnica della RAPD-PCR con i primers M13 e (GTG)₅. Con questo metodo di PCR si è potuta verificare la loro colonizzazione della massa vinaria durante la FA nel corso delle microvinificazioni.

Vinificazione e confronto con un ceppo autoctono. È stata effettuata un prima microvinificazione nella quale il ceppo SuA2 è stato confrontato con il ceppo autoctono, ScA1, della specie *S. cerevisiae*, isolato anch'esso in vino Amarone. Per valutare le potenzialità alcoligene del ceppo SuA2, si sono mostate uve in avanzato stadio di appassimento in modo da ottenere un tenore in alcol teorico di circa 19 % vol. A differenza del ceppo di *S. cerevisiae* il ceppo SuA2 non ha completato la

Fig. 2 - Produzione di etanolo durante la prima microvinificazione di Amarone utilizzando i ceppi autoctoni *S. uvarum* SuA2 e *S. cerevisiae* ScA1



fermentazione sebbene abbia raggiunto 17,51 % vol etanolo contro i 18,77 % vol del primo (Fig. 2). La concentrazione degli zuccheri residui nel vino fermentato dal ceppo SuA2 è risultata superiore al limite massimo consentito (10 g/L) dal disciplinare di produzione del vino Amarone (Tab. 1). Inoltre dalle analisi dei vini, quello prodotto da SuA2 conteneva minor tenore acido acetico e di acetato di etile e, invece, una maggiore concentrazione di glicerina. Tra gli alcoli superiori le differenze hanno riguardato il 2-metil-1-propanolo, il 2-metil-1-butanolo e soprattutto il 2-feniletanolo (Tab. 1).

Vinificazione e confronto con ceppi commerciali. In due successive vinificazioni si sono usati due ceppi *S. cerevisiae* commerciali (ScCO1 e ScCO2) messi a confronto con il ceppo in esame, SuA2. Entrambi questi lieviti sono dotati di ottime capacità tecnologiche ed, in particolare ScCO2 si caratterizza per una vigoria fermentativa particolarmente elevata.

Nella prima sperimentazione è stato usato solo il ceppo ScCO1. Le cinetiche del ceppo SuA2 sono risultate confrontabili con quelle del commerciale,

come mostrato in Fig. 3. I vini hanno praticamente raggiunto la stessa gradazione alcolica ma, come riportato in Tab. 1, la loro composizione differiva in modo marcato, come nella precedente microvinificazione, nel contenuto in acido acetico, glicerina, etilacetato e alcuni alcoli superiori, tra i quali spiccavano il 3-metil-1-butanolo e il 2-feniletanolo.

Nella sperimentazione anche con l'altro lievito commerciale ScCO2 le cinetiche sono risultate differenti e si sono accentuate le diverse capacità fermentative dei ceppi.

Il ceppo SuA2 è risultato più lento nella seconda metà della fermentazione raggiungendo comunque il tenore alcolico uguale a quello degli altri ceppi commerciali (Fig. 4). Il vino prodotto dal ceppo SuA2 presentava un contenuto maggiore di glicerina e di 2-feniletanolo rispetto a quelli ridotti dai ceppi commerciali. Tra gli altri alcoli superiori analizzati il 3-metil-1-butanolo è risultato superiore nel vino prodotto da ScCO2 rispetto a SuA2.

Mediante l'analisi del *fingerprinting* genomico è stato verificato che il ceppo SuA2 ha dominato la FA poiché la sua presenza è stata rilevata fino alla svinatura (dati non mostrati).

Analisi sensoriali. Nella

Fig. 3 - Produzione di etanolo durante la seconda microvinificazione di Amarone utilizzando il ceppo *S. uvarum* SuA2 e il ceppo commerciale *S. cerevisiae* ScCO1

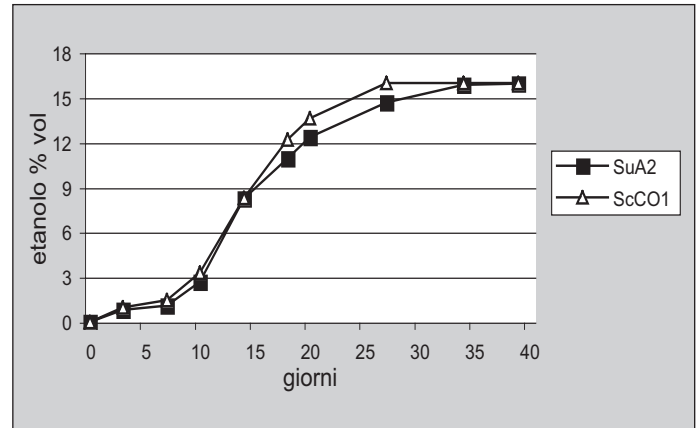


Fig. 4 - Produzione di etanolo durante la terza microvinificazione di Amarone utilizzando il ceppo *S. uvarum* SuA2 e due ceppi commerciali *S. cerevisiae* ScCO1 e ScCO2

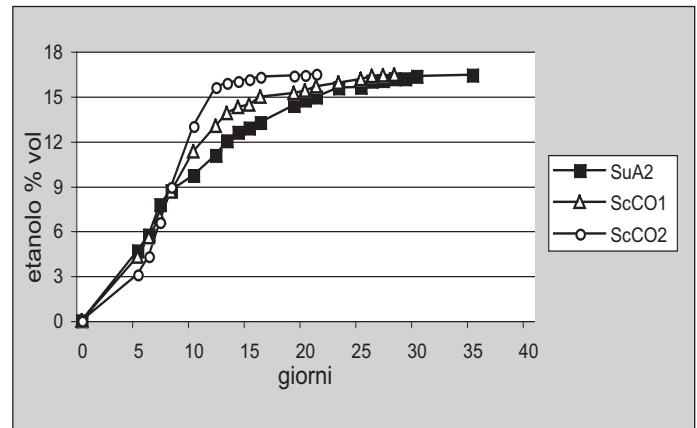


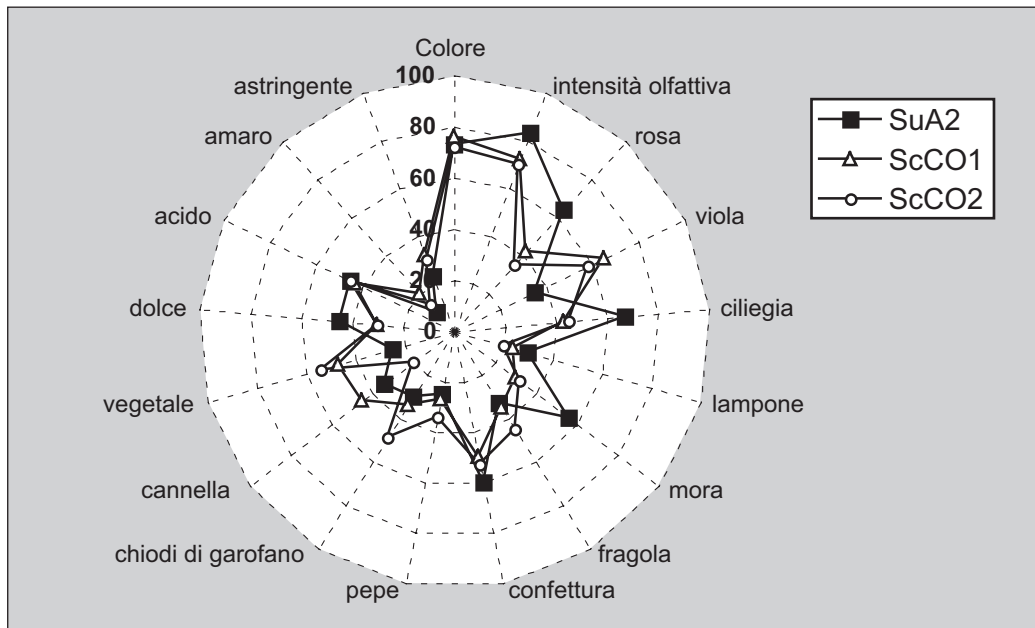
Fig. 5 sono riportati i risultati delle analisi sensoriali dei vini prodotti nella terza vinificazione sperimentale. Il vino prodotto dal ceppo SuA2 si è distinto per una maggiore intensità olfattiva e una pronunciata nota di rosa, di ciliegia, di mora e di dolce rispetto ai vini ottenuti dai ceppi ScCO1 e ScCO2. Dall'altra parte a questi ultimi è stato attribuito un maggior punteggio al descrittore vegetale, mentre per altri descrittori, quali cannella e chiodi di garofano, il punteggio è risultato variabile anche per i due commerciali. Questi risultati hanno confermato quanto emerso da precedenti confronti tra vini prodotti con ceppi commerciali e il ceppo SuA2, inclusi quelli della seconda vinifi-

cazione di questo studio (dati non mostrati). Infine, è da notare che, come giudizio generale, il vino prodotto da SuA2 è risultato essere più vicino a quelli prodotti con fermentazione naturale, pratica quest'ultima ancora diffusa soprattutto in cantine di piccole dimensioni della Valpolicella, alcune di esse assai rinomate.

Discussione dei risultati

Con la prima vinificazione è stato possibile valutare il ceppo SuA2 per le sue attitudini fermentative in condizioni estreme per la concentrazione zuccherina delle uve utilizzate. La difficoltà di completare la FA parten-

Fig. 5 - Analisi sensoriale dei vini Amarone ottenuti nella terza microvinificazione utilizzando il ceppo *S. uvarum* SuA2 e due ceppi commerciali *S. cerevisiae* ScCO1 e ScCO2



do da mosti con elevate concentrazioni zuccherine (> 280 g/l) da parte di ceppi *S. uvarum* deriva dalla minore tolleranza dell'etanolo di questa specie rispetto *S. cerevisiae* (Castellari et al., 1994). Sebbene non sia stato in grado di portare a secco il vino, il ceppo ha dimostrato di avere una resa in etanolo più che soddisfacente arrivando a 17,5 % vol. Con questa resa il ceppo SuA2 potrebbe essere, quindi, indicato per produzioni di vini alcolici secchi (esempio, l'Amarone della Valpolicella e lo Sforzato della Valtellina) e di vini passiti dolci (esempio il Vin Santo trentino e toscano, il Recioto della Valpolicella e di Soave e il Torcolato) (Scienza, 2006). Anche lo studio delle cinetiche di fermentazione nelle tre vinificazioni sperimentali hanno rilevato un comportamento del ceppo SuA2 tipico della specie *S. uvarum*, caratterizzata da una minore vigoria rispetto alla specie sorella, che però è compatibile con le vinificazioni industriali. Infatti, nel confronto con ceppo ScCO1 il ritardo nella conversione degli zuccheri in etanolo è apparso essere trascurabile.

Da un punto di vista qualitativo è da sottolineare che il ceppo SuA2 ha mostrato una bassa produzione di acido acetico. Nelle vinificazioni di uve molto zuccherine c'è il rischio che lo stress osmotico subito dalle cellule del lievito provochi un aumento dell'acidità volatile (Zuzuarregui e Del Olmo, 2004). Pertanto, l'uso di un ceppo basso produttore di acido acetico, come SuA2 può ridurre questo rischio.

Sebbene si siano state dimostrate differenti capacità di produrre glicerolo da parte di diversi ceppi della specie *S. cerevisiae* (Remize et al. 2000), le rese sono mediamente più basse di quelle dei ceppi della specie *S. uvarum* (Zambonelli, 1998; Zapparoli et al., 2003). La possibilità di incrementare il contenuto di glicerolo, grazie all'elevata resa del ceppo che ha condotto la FA, può avere sul vino un impatto sensoriale significativo.

Assieme al glicerolo, la maggiore concentrazione di alcoli superiori presenti nei vini prodotti con SuA2, rispetto agli altri, può contribuire alla peculiare impronta del lievito sul quadro aro-

matico del vino. *S. uvarum* produce una quantità maggiore di alcoli superiori rispetto a *S. cerevisiae* durante la FA (Massoutier et al. 1998; Antonelli et al., 1999; Favale et al. 2007). È soprattutto il 2-feniletanolo, responsabile della nota di "rosa", che pesa sul diverso bilancio degli alcoli superiori nei vini analizzati in questa sperimentazione. Proprio per questa diversa resa il 2-feniletanolo si può considerare un marcatore analitico di *S. uvarum* rispetto a *S. cerevisiae*.

Considerazioni conclusive

Con le analisi sensoriali è stato evidenziato quanto il ceppo SuA2 ha capacità di conferire al vino aspetti sensoriali distinti e caratteristici. Per quanto il dibattito riguardante la reale necessità di selezionare e utilizzare lieviti autoctoni possa per qualcuno ritenersi poco utile, questa sperimentazione ha offerto elementi di riflessione sull'opportunità di valorizzare la biodiversità di specifici ambienti vitivinicoli.

L'uso costante dei lieviti commerciali nelle cantine sta favorendo una colonizzazione a scapito della microflora autoctona (Valero et al., 2005 Valero et al., 2007). Il giudizio informale espresso da panel test per il quale il vino prodotto con il ceppo SuA2 abbia un *bouquet* simile a quelli prodotti con fermentazione naturale è, a nostro avviso, indice che la valorizzazione della microflora indigena può avere un positivo riscontro nella realtà produttiva odierna ed uno stimolo per continuare questo tipo di sperimentazione.

Riassunto

Sono state valutate le attitudini fermentative e qualitative di un ceppo di *Saccharomyces uvarum* isolato da fermentazione naturale di uve appassite per la produ-

zione di vino Amarone. Messo a confronto con ceppi di *S. cerevisiae* ha mostrato di essere compatibile con processi di vinificazione industriale.

La resa in etanolo è risultata più che soddisfacente e la produzione di glicerina e di acido acetico è stata, rispettivamente, superiore e minore rispetto a quella degli altri lieviti.

Nella valutazione sensoriale dei vini, quelli prodotti dal ceppo selezionato si sono distinti per caratteri fruttati e floreali originando un *bouquet* simile a quello dei vini ottenuti da fermentazioni naturali.

Questo ceppo risulta pertanto idoneo alla produzione di vini di pregio nei quali si vogliono esaltare gli aspetti sensoriali, peculiari e distinti da quelli tipici conferiti dalla specie *S. cerevisiae*.

■

Bibliografia

Antonelli A., Castellari L., Zambonelli C., Carnacini A. (1999) Yeast influence on volatile composition of wines. *J. Agric. Food Chem.*, 47, 1139-1144

Baileras Couto MM., Eijmsa B., Hofstra H., Uis in't Velt JH., van der Vossen JMBM. (1996). Evaluation of molecular typing technique to assign genetic diversity among *Saccharomyces cerevisiae* strains. *Appl. Environ. Microbiol.* 62: 41-46.

Castellari L., Ferruzzi, M., Magrini, A., Giudici, P., Passarelli, P., Zambonelli C. (1994) Unbalanced wine fermentation by cryotolerant vs. non-cryotolerant *Saccharomyces* strains. *Vitis*, 33, 49-52

Dellaglio, F., Zapparoli, G., Malacrino, P., Suzzi, G. and Torriani, S. (2003) *Saccharomyces bayanus* var *uvarum* and *Saccharomyces cerevisiae* succession during spontaneous fermentations of Recioto and Amarone wines. *Ann Microbiol* 53, 411-425.

Favale 2007 Favale, S.,

Pietromarchi, P. and Ciolfi, G. (2007) Metabolic activity and interaction between two strains, *Saccharomyces cerevisiae* r.f. *bayanus* (SBC2) and *Saccharomyces cerevisiae* r.f. *uvarum* (S6u), in pure and mixed culture fermentations. *Vitis* 46, 39-43.

Kurtzman, C. P., Fell, J. W. (1998). *The Yeasts, A Taxonomic Study*. Elsevier Science Publishers, Amsterdam.

Lombardo A., Casalone E., De Marchi P., Polsinelli M. 2007. Biodiversità dei lieviti del vin santo. *Riv. Vitic Enol.* 2: 23-32.

Massoutier, C., Alexandre, H., Feuillat, M. and Charpentier, C. (1998) Isolation and characterization of cryotolerant *Saccharomyces* strains. *Vitis* 37, 55-59.

Muratore 2007 Muratore, G., Asmundo, C. N., Lanza, C. M., Caggia, C., Licciardello, F. and Restuccia C. (2007) Influence of *Saccharomyces uvarum* on volatile acidity, aromatic and sensory profile of Malvasia delle Lipari wine. *Food Technol Biotechnol* 45, 101-106.

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

Remize, F., Sablayrolles, J.M., Dequin. S. (2000) Re-assessment of the influence of yeast strain and environmental factors on glycerol production in wine. *J. Appl. Microbiol.* 88: 371-378.

Scienza A. (2006). *Atlante dei vini passiti italiani*. Ed. Grubaud, Asti.

Stendid J., Karlsson JO., Hogberg N. (1994). Intraspecific genetic variation in *Heterobasidium annosum* revealed by amplification of minisatellite DNA. *Mycol. Res.* 98: 57-63.

Tofalo R., Torriani S., Chaves-Lopez C., Martuscelli M., Paparella A., Suzzi G. (2007). A survey of *Saccharomyces* populations associated with wine fermentations from the Apulia region (South Italy). *Ann. Microbiol.*; 57: 545-552.

Torriani S., Zapparoli G., Suzzi G. (1999). Genetic and phenotypic diversity of *Saccharomyces sensu stricto* isolated from Amarone wine. *Antonie van Leeuwenhoek*; 75: 207-215.

Urso R., Rantsiou K., Dolci P., Rolle L., Comi G., Cocolin L. (2008). Yeast biodiversity and dynamics during sweet wine production as determined by molecular methods. *FEMS Yeast Res.* (in stampa).

Usseglio-Tomaset L., Bosia P.D., Delfini C., Ciolfi G. (1980). I vini Recioto e Amarone della Valpolicella. *Vini d'Italia*; 22: 85-97.

Valero E., Schuller D., Cambon B., Casal M., Dequin S. (2005). Dissemination and survival of commercial wine yeast in the vineyard: A large-scale, three-years study. *FEMS Yeast Res.*; 5: 959-969.

Valero E. Cambon B., Schuller D., Casal M., Dequin S. (2007). Biodiversity of *Saccharomyces cerevisiae* yeast strains from grape berries of wine-producing areas using starter commercial yeasts. *FEMS Yeast Res.*; 7: 317-329.

Zambonelli C. (2003). *Microbiologia e Biotecnologia dei vini*, terza edizione. Ed. Edagricole, Bologna.

Zapparoli G., Malacrino P., Suzzi G., Dellaglio F. (2003). Influenza delle caratteristiche enologiche sulla successione di *Saccharomyces bayanus* e *S. cerevisiae* nei vini Recioto e Amarone della Valpolicella. *Rivista di Viticoltura e di Enologia*; 1: 43-52.

Zuzuarregui, A., Del Olmo, M. (2004) Expression of stress genes in wine strains with different fermentative behavior. *FEMS Yeast Res.* 4: 699-710.

Ringraziamenti. Si ringrazia Valerio Udali e Alberto Zardini (Centro per la Sperimentazione in Vitivinicoltura, Provincia di Verona,) per il contributo al lavoro in cantina.