

VIVIANA CORICH^{1,2}, ALESSIO GIACOMINI^{1,2}, CHIARA NADAI²

L'evoluzione del lievito starter per la gestione della fermentazione alcolica

¹ Dipartimento di Agronomia, Animali, Alimenti, Risorse naturali e Ambiente (DAFNAE),
Università degli Studi di Padova

² Centro Interdipartimentale per la Ricerca in Viticoltura ed Enologia (CIRVE), Università degli
Studi di Padova

L'ORIGINE DEL LIEVITO STARTER

La fermentazione alcolica del succo d'uva è un processo che si origina spontaneamente. Infatti, sono i lieviti naturalmente presenti sulla sua superficie che innescano la trasformazione degli zuccheri in etanolo. In particolare, sono quelli più abbondanti, definiti tradizionalmente apiculati, che si affermano per primi. Tuttavia, gli apiculati resistono molto poco all'alcol, per cui appena il grado alcolico sale cedono il passo a quelli, di forma ellittica, poco presenti sul grappolo, ma molto più alcohol tolleranti. Tra gli ellittici si colloca *Saccharomyces cerevisiae*, la specie dotata delle migliori caratteristiche fermentative, in grado di portare a termine il processo consumando tutti gli zuccheri presenti nell'uva (fig. 1). È chiaro quindi che il vino, anche quello industriale, può essere prodotto mediante la fermentazione spontanea, anzi fino agli anni '60 del secolo scorso il processo di vinificazione si basava proprio su questa tipologia di fermentazione. Un processo interessantissimo dal punto di vista microbiologico, poiché coinvolge l'intera comunità microbica presente sul frutto della vite. Tuttavia, dal punto di vista tecnologico comporta alcune difficoltà. Infatti, se nella comunità microbica non sono presenti le specie più alcol tolleranti, è possibile che si verifichino blocchi di fermentazione che lasciano una grande quantità di zuccheri residui. Inoltre, poiché la comunità microbica può variare nelle diverse annate, il vino prodotto assumerà caratteristiche organolettiche diverse ogni anno.

Per questi motivi in passato sono stati sviluppati progetti di selezione che hanno permesso di identificare, nel mosto in fermentazione, gli individui, i ceppi, appartenete alla specie *S. cerevisiae* con le migliori caratteristiche tecnologiche. L'evoluzione della tecnologia di produzione e in particolare l'in-

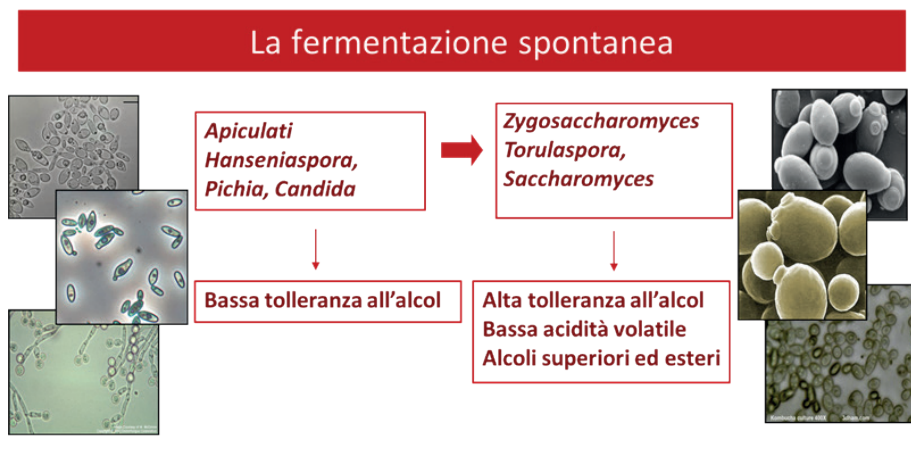


Fig. 1 *La successione delle specie di lievito durante la fermentazione spontanea*

troduzione di efficaci protocolli di essiccazione della massa ha premesso una capillare diffusione di questi starter selezionati nella forma di lieviti secchi attivi utilizzati a partire dagli anni '60 del secolo scorso. L'uso del lievito selezionato ha garantito la produzione di un vino privo dei principali difetti di fermentazione, standardizzato e quindi adatto ad affrontare un mercato globale (Ciani et al., 2022).

L'EVOLUZIONE PROGRAMMI DI SELEZIONE

I primi lieviti che sono stati commercializzati, definiti di prima generazione, avevano un obiettivo principale: l'eliminazione dei blocchi di fermentazione. Erano tutti lieviti molto alcol resistenti che producevano vini privi dei principali difetti fermentativi (acidità volatile elevata e presenza di odori e sapori anomali). Erano in grado di garantire la standardizzazione del prodotto, che permetteva alle aziende di spingersi oltre il mercato locale. Successivamente è emersa la necessità di migliorare qualitativamente le caratteristiche del vino, attraverso la modulazione degli aromi di fermentazione. Quindi i progetti di selezione si sono concentrati su altre caratteristiche del lievito, associate alla produzione di molecole aromatiche. Sono, perciò, comparsi sul mercato i lieviti di seconda generazione: ceppi con buone *performance* fermentative che attraverso il loro metabolismo producevano molecole, quali esteri e alcoli superiori, in grado di aumentare l'intensità e la qualità organolettica del vino.

Questi lieviti lasciavano un'impronta aromatica nel vino, che si riconosce facilmente anche quando la matrice vegetale è diversa. Questo ovviamente gioca a scapito dell'identità del prodotto e a favore di una standardizzazione eccessiva che confonde il consumatore, rendendolo spesso incapace di riconoscere vini diversi. La nuova esigenza di differenziare i prodotti, ha spinto, perciò, i produttori verso una forte ricerca di identità attraverso la rivalutazione dei vitigni autoctoni, l'associazione del vino alla regione di provenienza, alla tradizione, ai processi tecnologici. In questo contesto sono stati proposti i lieviti di terza generazione, definiti ecotipi. Sono ceppi, appartenenti alla specie *S. cerevisiae*, isolati nella zona di produzione di uno specifico vino, dotati chiaramente di buone caratteristiche tecnologiche, ma soprattutto in grado di esaltare le caratteristiche di qualità desiderate in quello specifico prodotto locale (Corich et al., 2022).

LA SELEZIONE DEI LIEVITI ECOTIPICI

Un'importante attività di selezione di lieviti ecotipici ha riguardato tre aree a vocazione enologica del Veneto (fig. 2). La prima è quella che coincide con la zona di produzione del Prosecco DOCG un vino spumante ottenuto a partire da uve Glera. In questo caso la ricerca era finalizzata all'ottenimento di uno starter per la produzione del vino base. La seconda è la zona appartenenti ai territori della DOC Piave dedicata alla coltivazione di un vitigno autoctono, il Raboso da cui si ottiene il vino rosso omonimo caratterizzato da un elevato grado alcolico e una notevole acidità. La terza coincide con la zona di coltivazione del vitigno Tai, nella DOC Lison-Pramaggiore, che origina un vino bianco con una buona gradazione alcolica, il Bianco DOC. In questi progetti di selezione è stato impiegato un protocollo appositamente modificato.

Innanzitutto, è stato effettuato un massiccio campionamento di grappoli in vigneto, ciascuno trasferito in laboratori dove è stato fermentato singolarmente. In passato l'ambiente enologico da cui venivano isolati i lieviti era il mosto in fermentazione. A causa dell'ampio utilizzo di lieviti selezionati, non è più possibile effettuare isolamenti dalla cantina. Ciascun grappolo in fermentazione che aveva superato otto gradi alcolici, veniva campionato e i lieviti isolati su terreno di coltura (fig. 3). Dopo avere ristricciato le singole colonie su terreno di crescita per ottenere popolazioni clonali, ciascun lievito è stato sottoposto a un'analisi genetica per stabilire innanzitutto la specie e il ceppo di appartenenza. Grazie alle indagini molecolari è stato possibile eliminare tutti i lieviti non appartenenti alla specie *S. cerevisiae* e raggruppare gli isolati in base al profilo genetico (genotipo). Questo ha permesso di ridurre il numero di lie-

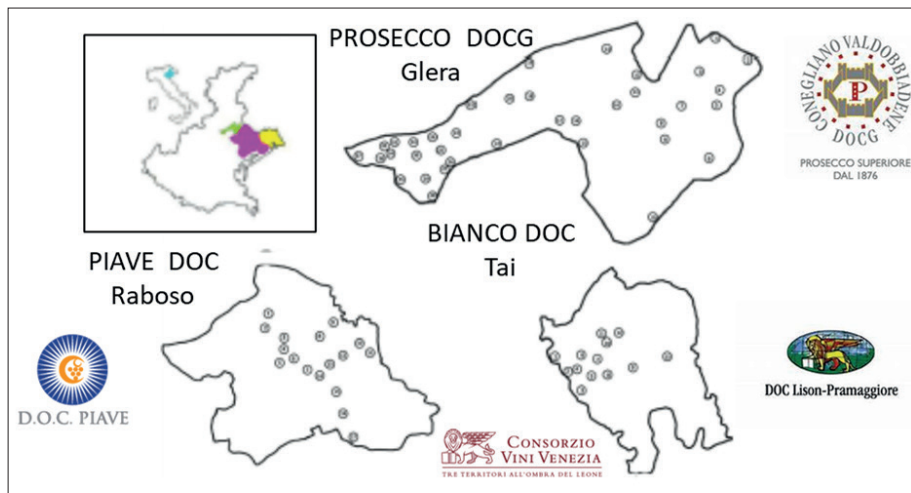


Fig. 2 Regioni a vocazione vitivinicola in cui si è svolta la selezione. I dischi grigi indicano le aree di campionamento (modificato da Viel et al., 2017)

viti da sottoporre a caratterizzazione fisiologica. Successivamente i ceppi così individuati sono stati sottoposti a una blanda indagine tecnologica che ha previsto la valutazione dell'andamento fermentativo in mosto sintetico standard e della produzione di composti solforati. In questo modo sono stati scartati solo i ceppi con cinetiche fermentative molto lente e con produzione evidente di odori sgradevoli. È stato invece dato ampio spazio a una valutazione organolettica degli aromi prodotti dai singoli lieviti durante fermentazioni su scala di laboratorio (100ml) in mosto naturale. Dopo filtrazione i fermentati così ottenuti sono stati sottoposti a una valutazione olfattiva (la degustazione non è stata possibile a causa dei volumi molto ridotti) da parte di un panel di esperti. Lo scopo, infatti, non era quello di identificare un lievito con ottime qualità tecnologiche ma un individuo in grado di esaltare le caratteristiche di quella particolare tipologia di vino. Quindi sono stati eliminati tutti i ceppi che, pur mostrando adeguate cinetiche di fermentazione, fornivano al vino aromi che non venivano considerati identitari. I ceppi rimasti sono stati sottoposti a una caratterizzazione tecnologica più approfondita e impiegati come starter in processi di microvinificazioni e vinificazione industriale. Ripetute sedute di analisi sensoriali sui vini prodotti ha permesso l'identificazione dei ceppi migliori. La scelta di isolare i lieviti da singoli grappoli d'uva fermentati raccolti attraverso un campionamento capillare dei vigneti ha permesso di ottenere una mappa dettagliata della presenza di *S. cerevisiae* nelle aree vitivinicole considerate (Viel et al., 2017).

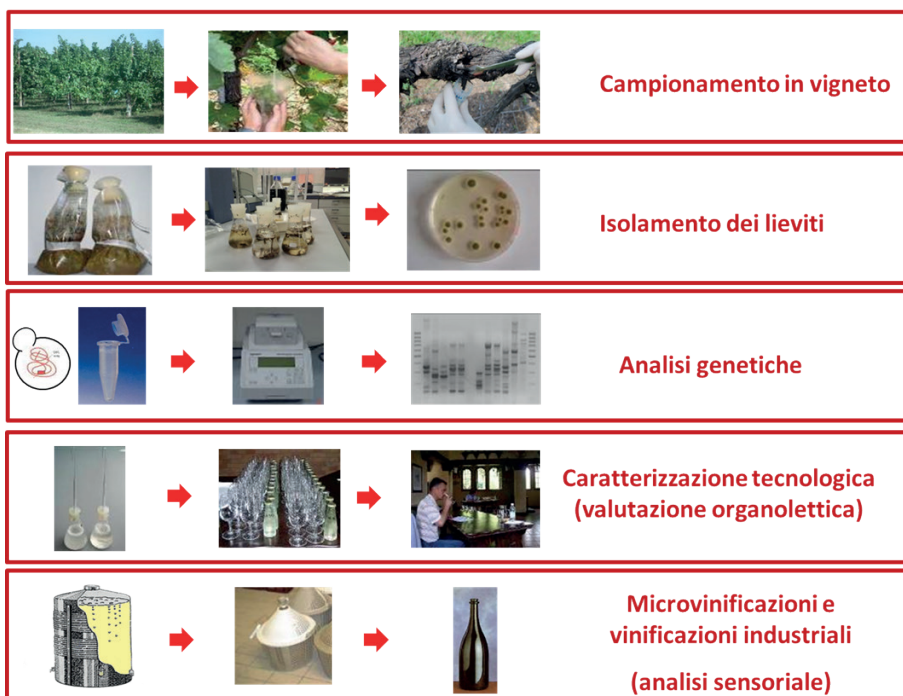


Fig. 3 Il protocollo di selezione

LA PRESENZA DI «S. CEREVISIAE» IN VIGNETO

Le indagini genetiche effettuate hanno permesso di quantificare la variabilità genetica presente e posizionare i singoli ceppi nelle zone di isolamento. È stato osservato che esistono notevoli differenze nella quantità e nella distribuzione dei ceppi nelle tre aree. In particolare, le due varietà a bacca bianca hanno permesso l'isolamento di un numero notevolmente inferiore non solo isolati appartenenti alla specie *S. cerevisiae*, ma anche di ceppi (tab. 1). In particolare, per quanto riguarda la varietà Glera, la maggior parte dei lieviti è stata isolata nella zona collinare di Valdobbiadene, mentre quella pianeggiante del coneglianese ha dato risultati più scarsi. Nell'area della DOC Raboso *S. cerevisiae* è distribuito in modo più uniforme. Questi risultati mettono in luce alcuni aspetti di natura ecologica che riguardano la specie *S. cerevisiae*: la sua presenza in vigneto è infatti di notevole importanza. Innanzitutto, perché il vigneto è un serbatoio di nuovi ceppi al quale attingere nel momento in cui si generano nuove esigenze nella produzione dei vini. Inoltre, è un indice del livello di

Area	Vino	Vitigno	Grappoli	<i>S. cerevisiae</i> nei grappoli (%)	Genotipi
Prosecco DOCG	Prosecco	Glera	354	8,5	37
Piave DOC	Raboso	Raboso	78	69,2	130
Lison - Pramaggiore DOC	Bianco	Tai	192	6,2	9

Tab. 1 Frequenze di isolamento di *S. cerevisiae* dopo la fermentazione dei singoli grappoli e numero di ceppi (genotipi) individuati

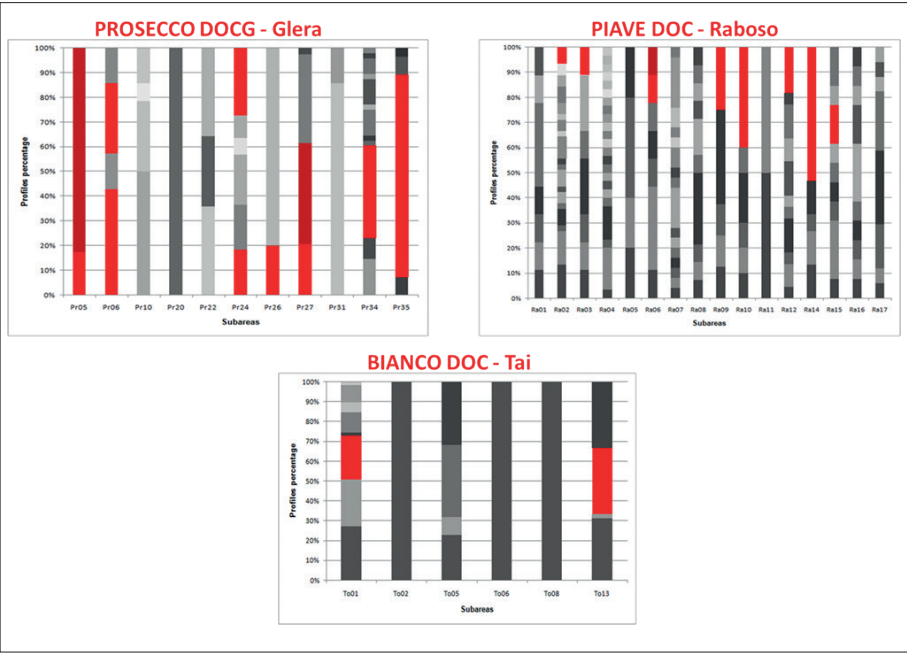


Fig. 4 Frequenza dei ceppi in ciascuna parcella campionata. Ad ogni sfumatura di grigio corrispondo un singolo genotipo, in rosso i genotipi sovrapponibili a quelli di ceppi commerciali (Viel et al., 2017)

variabilità genetica generale del sistema vigneto, che può essere messo in relazione con l'attività umana e permette quindi di valutare, dal punto di vista microbiologico l'impatto di questa sull'ambiente. A questo proposito, sono stati sottoposti ad analisi genetica anche un elevato numero di ceppi commerciali (circa 80), tra cui quelli più impiegati dai produttori nelle aree campionate, e confrontati con gli isolati naturali. È stata osservata la presenza di un certo numero ceppi commerciali tra gli isolati provenienti dai vigneti, soprattutto nelle aree dove è stata riscontrata la variabilità genetica più bassa (fig. 4).

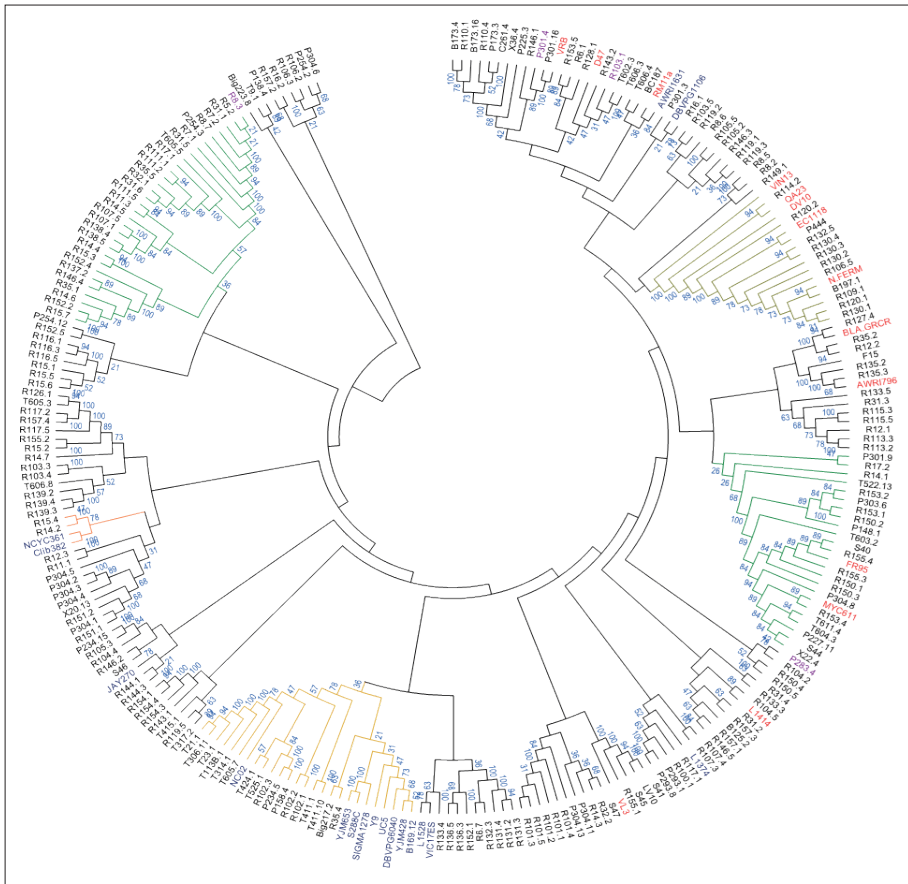


Fig. 5 Dendrogramma ottenuto mediante confronto dei profili di amplificazione dei microsatelliti. Con la lettera iniziale P, R e T sono indicati gli isolati provenienti rispettivamente dalle aree Prosecco DOCG, Piave e Lison-Pramaggiore. In altri colori sono indicati i nomi di ceppi di riferimento di diversa origine, inseriti come controlli (Viel et al., 2017)

Un risultato interessante emerso da questi studi consiste nell'aver identificato ceppi sempre diversi in ciascun vigneto campionato: ogni appezzamento, quindi, è dotato di ceppi specifici che potrebbero potenzialmente contribuire alla costruzione dell'identità del vino. Tuttavia, il fatto che i ceppi siano geneticamente diversi non significa che lo siano anche dal punto di vista fisiologico e quindi che ciò si rifletta sulla qualità del vino e sulla sua identità. Per questo motivo i ceppi collezionati sono stati indagati ulteriormente mediante l'analisi molecolare dei microsatelli, piccole regioni ipervariabili sparse nel genoma (fig. 5). Tramite quest'analisi, attraverso la determinazione del grado di ete-

rozigosi posseduto dalle diverse popolazioni, è possibile evidenziare il livello di parentela tra i ceppi e quindi quantificare il livello di diversità. Maggiore è l'eterozigosi misurata tra le popolazioni, maggiore è il grado di parentela e quindi minore sono le differenze fisiologiche tra i ceppi. È stato osservato che le due popolazioni isolate da uve Glera e Raboso possedevano un grado elevato di eterozigosi. Inoltre, il profilo genetico di alcuni era simile a quello di importanti ceppi commerciali. Le aree del Prosecco DOC e Piave DOC sono confinate e i ceppi hanno avuto la possibilità di mescolarsi. Nel caso dei lieviti provenienti dalla DOC Lison-Pramaggiore è stata osservata la presenza di un gruppo con un livello di eterozigosi molto basso. Questo cluster di individui è molto particolare e tipicamente presente solo in quest'area. Studi di questo tipo sicuramente sono importanti per capire quanto la popolazione microbica presente in vigneto sia specifica di quel territorio, ponendo in questo modo le basi genetiche per una definizione scientifica di *terroir* microbiologico (Viel et al., 2017).

LA SELEZIONE DI LIEVITI NON-«SACCHAROMYCES»

La fermentazione spontanea, come già osservato in precedenza, è un processo di difficile gestione in quanto la comunità microbica può variare a seconda dell'annata e quindi ridurre la standardizzazione del prodotto, oppure, quando la sua composizione non è corretta, originare arresti di fermentazione o composti anomali nel vino. D'altra parte, la presenza di una variabilità a livello di specie e di ceppo elevata, determina un vino in cui il grado di complessità aromatica è molto più elevato rispetto a quello ottenuto con la fermentazione guidata. Questo è legato al fatto che l'intera comunità microbica sta contribuendo al processo fermentativo: non solo decine di specie diverse, ma diverse centinaia di ceppi. Al contrario nella fermentazione guidata è coinvolto un solo ceppo di lievito. Per evitare gli inconvenienti associati ai processi fermentativi spontanei, mantenendone i vantaggi, sarebbe interessante poter ricreare artificialmente la comunità microbica. Proprio in quest'ottica recentemente sono stati avviati progetti di selezione di lievito appartenuti a generi diversi, definiti appunto non-*Saccharomyces*, da impiegare in formule multistarter. Questi lieviti, che per molto tempo sono stati considerati dei contaminanti di cui inibire la crescita mediante l'uso dei solfiti, sono stati studiati e selezionati. È stato quindi osservato che se impiegati in co-inoculo o in inoculo sequenziale con *S. cerevisiae* sono in grado di influenzare positivamente il bouquet del vino (sia in relazione agli aromi di fermentazione che varietali) e il suo gusto e di regolarne l'acidità (Ciani et al., 2022).

IL CASO DI «STARMERELLA BACILLARIS»: UN LIEVITO NON-«SACCHAROMYCES»
VANTAGGIOSO SIA IN CANTINA CHE IN VIGNETO

Questo lievito inizialmente faceva parte della specie *Candida stellata*, un gruppo di lieviti noto da molto tempo e spesso isolato in cantina. È criotollerante quindi cresce meglio a basse temperature, fruttosofilo (al contrario di *S. cerevisiae* che è glucosofilo), ha una spiccata attitudine osmofila. Infatti, i primi isolamenti sono stati effettuati in California da uva sottoposta ad appassimento. Tra le caratteristiche citate la più identitaria è proprio l'osmofilia, ovvero la capacità di crescere in modo ottimale in presenza di elevate concentrazioni di zuccheri, ben più alte di quelle mediamente presenti nel mosto (180-220 g/l). La capacità di resistere agli zuccheri si basa, come in *S. cerevisiae*, sulla produzione di un soluto compatibile, il glicerolo appunto, attraverso la via gliceropiruvica. Il glicerolo, infatti, prodotto in quantità adeguate, bilancia la concentrazione zuccherina esterna, bloccando la fuoriuscita di acqua dalla cellula il suo raggrinzimento. Mentre la sintesi di glicerolo in *S. cerevisiae* è indotta dalla presenza di zuccheri, in *S. bacillaris* la produzione di glicerolo è costantemente attiva. Ciò ne determina, indipendente dalla concentrazione di zuccheri nel mosto, una produzione maggiore. In presenza di elevate concentrazioni di zuccheri (> 300g/l) la quantità di glicerolo prodotta da *S. bacillaris* è talmente elevata da ridurre il grado alcolico del vino (fino all'1%). Dal punto di vista organolettico il glicerolo nel vino è importante in quanto responsabile in bocca del corpo e della sensazione di dolce (Lemos et al., 2022). *S. bacillaris* condivide con la maggior parte dei non-*Saccharomyces* una scarsa tolleranza all'alcol, quindi, non è in grado di chiudere in modo corretto la fermentazione alcolica, ovvero consumando tutti gli zuccheri presenti nel mosto. Quindi viene impiegata in inoculo sequenziale con *S. cerevisiae*: *S. bacillaris* viene inoculata per prima e generalmente dopo 48 ore viene introdotto *S. cerevisiae* che riesce a chiudere la fermentazione. L'andamento fermentativo dell'inoculo sequenziale è più lento rispetto a quello ottenuto con l'inoculo di *S. cerevisiae* (fig. 6). Il rallentamento della cinetica di frammentazione è dovuta all'interazione tra i lieviti che si verifica durante il processo. Questo però non inficia il risultato, infatti la fermentazione si chiude regolarmente (Nadai et al., 2021).

Recentemente è stato osservato che quando *S. bacillaris* viene utilizzata in inoculo sequenziale con *S. cerevisiae* la stabilità proteica del vino bianco migliora, in modo proporzionale al grado di instabilità e alla concentrazione delle proteine del vino (fig. 7). L'uso di *S. bacillaris* potenzialmente permette di ridurre l'impiego di bentonite, necessaria nel processo di filtrazione del vino per eliminare la frazione di proteine vegetali instabili, incrementando in questo modo la sostenibilità del processo enologico (Moreira et al., 2022).

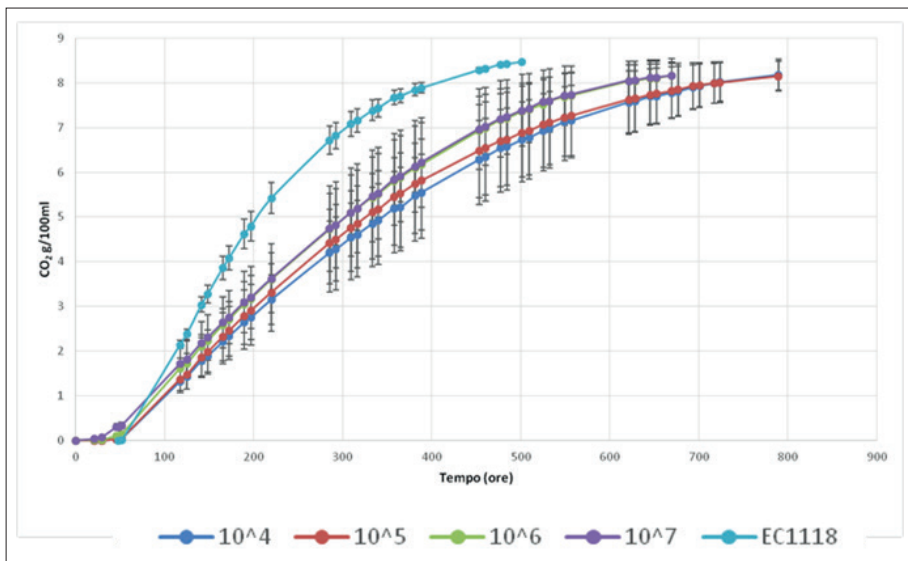


Fig. 6 Cinetica di fermentazione di *S. bacillaris* in fermentazione sequenziale a concentrazioni di inoculo crescenti (da 10^4 CFU/ml a 10^7 CFU/ml). In azzurro la cinetica di fermentazione di *S. cerevisiae* in inoculo singolo. In ogni prova la concentrazione di inoculo di *S. cerevisiae* è stata 10^6 CFU/ml (Nadai et al., 2021)

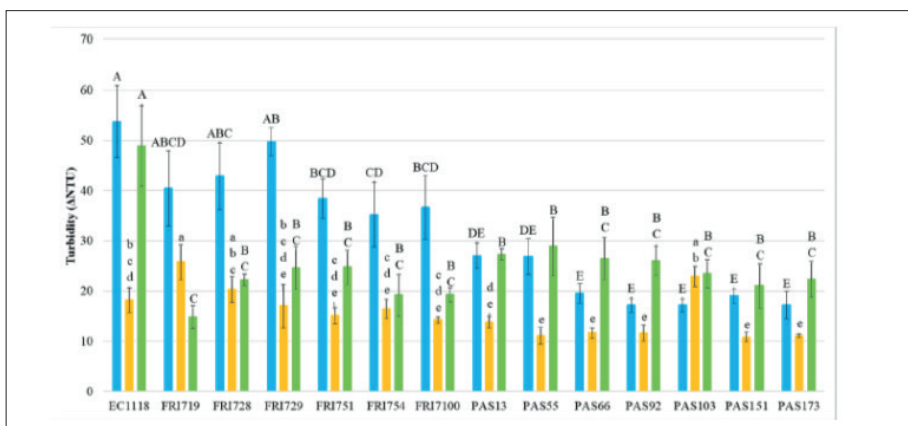


Fig. 7 Torbidità, misurata dopo test a caldo, di vini ottenuti con 13 ceppi di *S. bacillaris* in fermentazioni sequenziali. Barra azzurra: Sauvignon blanc; barra gialla: Pinot grigio; barra verde: Manzoni bianco. EC1118: vini ottenuti inoculando *S. cerevisiae* singolarmente (Moreira et al., 2022)

Infine, *S. bacillaris* ha mostrato una spiccata attività antimicrobica nei confronti di *Botrytis cinerea*, uno dei principali patogeni della vite in grado di svilupparsi sul grappolo maturo. L'attività antimicrobica è stata osservata

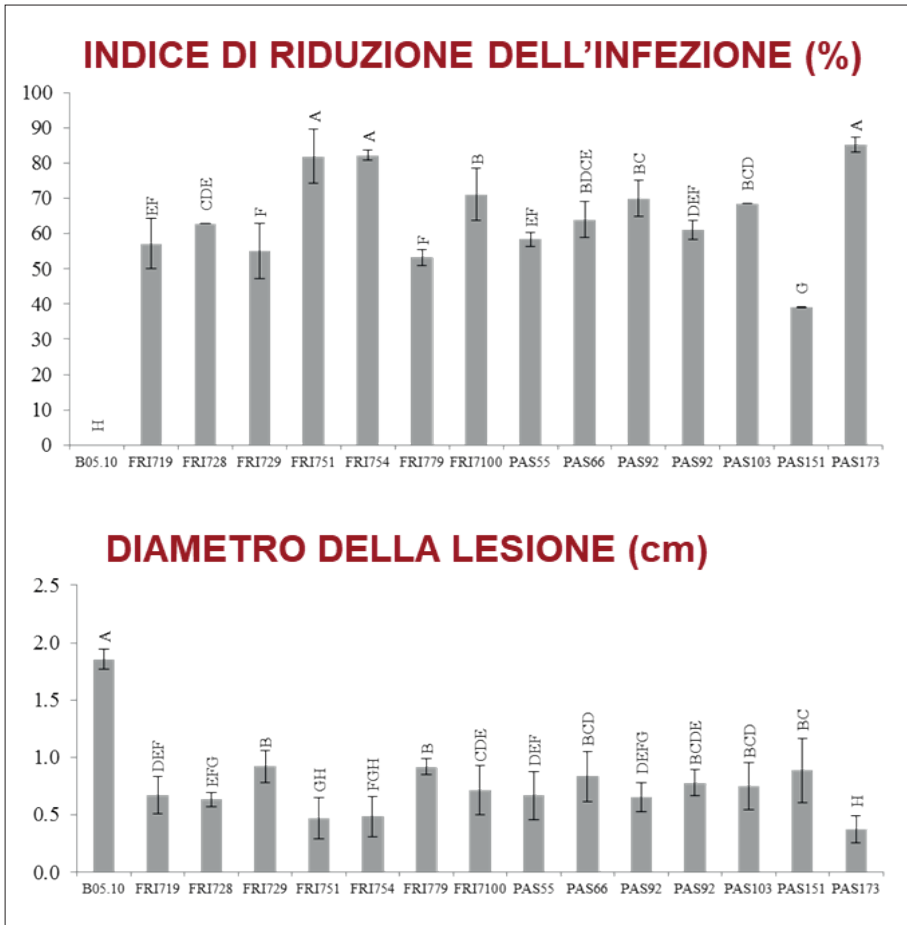


Fig. 8 Test di infezione su acino. Sono stati testati 14 ceppi di *S. bacillaris*. B05.10: controllo inoculato solo con *Botrytis cinerea* (Lemos et al., 2016)

sia su piastra, quando questo lievito veniva cresciuto in presenza del fungo antagonista, che in test sull'uva. Gli acini sono stati lesionati artificialmente, nella lesione sono state introdotte le spore del fungo e cellule di lievito a concentrazioni note. È stato osservato che il diametro della lesione era minore in presenza del lievito, determinando un indice di riduzione della lesione significativamente molto maggiore (Lemos et al., 2016; Nadai et al., 2018).

CONCLUSIONI

L'evoluzione del lievito starter ha condotto alla produzione di lieviti ecotipi che permettono di esaltare il carattere identitario di un vino, esigenza molto sentita dall'enologia moderna.

Lo studio e l'isolamento di questi lieviti direttamente dal vigneto ha permesso di approfondire il concetto di *terroir* microbiologico, suggerendo che la sola identificazione di ceppi specifici non basta, ma va affiancata dalla definizione del grado di parentela. L'identificazione di starter commerciali in ambiente di vigneto, in grado di colonizzarlo permanentemente ha fornito un ulteriore strumento per la valutazione dell'impatto ambientale dell'industria del vino.

In tempi recenti il ruolo dei lieviti non-*Saccharomyces* nella fermentazione alcolica è stato messo in discussione. Considerati per molto tempo dei contaminanti da eliminare, è stato osservato che, se aggiunti come co-starter, sono in grado di aumentare la complessità aromatica del vino e sono oggi i principali obiettivi dei programmi di selezione. Tra questi, la specie *S. bacillaris* quando usata in inoculo sequenziale con *S. cerevisiae*, incrementa la quantità di glicerolo e influenza in modo positivo la stabilità proteica. Infine, l'attività antifungina espressa da questa specie riduce lo sviluppo di *Botrytis cinerea*, rendendo *S. bacillaris* potenzialmente interessante come agente di biocontrollo in vigneto. Sono in corso studi per verificare l'effetto di questo lievito inoculato in vigneto, sulla successiva fermentazione alcolica e sulla qualità del vino.

RIASSUNTO

L'utilizzo ormai costante e generalizzato, nel processo di vinificazione, di colture selezionate contenenti il lievito *Saccharomyces cerevisiae*, è una pratica diffusa a livello mondiale. Il loro utilizzo, tuttavia, da una parte garantisce il pronto avvio della fermentazione alcolica e una buona e costante qualità del prodotto, dall'altra ne provoca un effetto di standardizzazione. Questo dipende dal fatto che il mercato internazionale del lievito offre un numero relativamente limitato di ceppi che vengono ogni anno impiegati contemporaneamente in molti paesi produttori di vino. Questo fenomeno sicuramente non favorisce l'esaltazione delle caratteristiche identitarie dei vini, il così detto "terroir" che i Paesi con una importante tradizione vitivinicola utilizzano come punto di forza per proporre i loro prodotti sul mercato mondiale. In questo contesto la selezione di lieviti autoctoni, come starter, rappresenta una soluzione efficace. Questa nuova tipologia di colture selezionate viene proposta per essere impiegata principalmente nella zona di isolamento e questi lieviti sono selezionati seguendo le specifiche caratteristiche del vino. Recentemente, per ridurre l'effetto di standardizzazione sono stati proposti anche nuovi starter a base di lieviti non-*Saccharomyces*. Questi ultimi, tradizionalmente responsabili dell'insorgenza di difetti

nei vini, hanno dimostrato che, se gestiti in modo corretto, contribuiscono a rendere più complesso l'aroma dei vini e quindi a migliorarne la qualità.

ABSTRACT

The now constant and generalized use of selected starter culture, based on the yeast *Saccharomyces cerevisiae*, is a widespread practice in the winemaking process. Although it guarantees the prompt start of alcoholic fermentation and a good and constant quality of the product, a remarkable effect of organoleptic standardization is reported. This is due to the fact that the global yeast market offers a relatively limited number of strains that are used simultaneously in many wine producing countries every year. This aspect certainly contributes to mask the wine identity, related to the concept of *terroir* that is the strength of wine communication for countries with important winemaking tradition. In this context, the selection of autochthonous yeasts, as starters, represents an effective solution. These new *Saccharomyces cerevisiae* strains are proposed to be used mainly in the isolation area and they are selected to match the aromatic profiles of specific wines. Recently, new starters, based on non-*Saccharomyces* yeasts, have also been proposed to reduce the standardization effect. This group, traditionally responsible for the onset of defects in wines, has demonstrated that, if managed correctly, they contribute to making the aroma of wines more complex and therefore to improving wine quality.

BIBLIOGRAFIA

- CIANI M., COMITINI F., CANONICO L. (2022): *Fermentazione guidata*, in *Microbiologia del vino e della vite*, P. Romano, M. Ciani, L. Cocolin, Zanichelli, Bologna, pp. 126-139.
- CORICH V., NADAI C., GIACOMINI A. (2022): *Lieviti selezionati*, in *Microbiologia del vino e della vite*, P. Romano, M. Ciani, L. Cocolin, Zanichelli, Bologna, pp. 112-125.
- LEMO JUNIOR W.J.F., DE OLIVEIRA V.S., GUERRA A.F., GIACOMINI A., CORICH V. (2021): *From the vineyard to the cellar: new insights of Starmerella bacillaris (synonym Candida zemplinina) technological properties and genomic perspective*, «Applied Microbiology and Biotechnology», 105 (2), pp. 493-501.
- LEMO JUNIOR W.J.F., BOVO B., NADAI C., CROSATO G., CARLOT M., FAVARON F., GIACOMINI A., CORICH V. (2016): *Biocontrol ability and action mechanism of Starmerella bacillaris (synonym Candida zemplinina) isolated from wine musts against gray mold disease agent Botrytis cinerea on grape and their effects on alcoholic fermentation*, «Frontiers in Microbiology», 7, p. 1249.
- MOREIRA L.D.P.D., NADAI C., DA SILVA DUARTE V., BREARLEY-SMITH E.J., MARANGON M., VINCENZI S., GIACOMINI A., CORICH V. (2022): *Starmerella bacillaris strains used in sequential alcoholic fermentation with Saccharomyces cerevisiae improves protein stability in white wines*, «Fermentation», 8 (6), p. 252.
- NADAI C., DA SILVA DUARTE V., SICA J., VINCENZI S., CARLOT M., GIACOMINI A., CORICH V. (2023): *Starmerella bacillaris released in vineyards at different concentrations Influences wine Glycerol content depending on the vinification protocols*, «Foods», 12 (1), p. 3.

- NADAI C., GIACOMINI A., CORICH V. (2021): *The addition of wine yeast Starmerella bacillaris to grape skin surface influences must fermentation and glycerol production*, «OENO One», 55 (2), pp. 47-55.
- NADAI C., FERNANDES LEMOS W.J., FAVARON F., GIACOMINI A., CORICH V. (2018): *Bio-control activity of Starmerella bacillaris yeast against blue mold disease on apple fruit and its effect on cider fermentation*, «PloS one», 13 (9), e0204350.
- VIEL A., LEGRAS J.L., NADAI C., CARLOT M., LOMBARDI A., CRESPIAN M., MIGLIARO D., GIACOMINI A., CORICH V. (2017): *The geographic distribution of Saccharomyces cerevisiae isolates within three Italian neighboring winemaking regions reveals strong differences in yeast abundance, genetic diversity and industrial strain dissemination*, «Frontiers in microbiology», 8, p. 1595.