

**ISSN 0393-5116**

**QUADERNI  
DELLA  
SCUOLA DI  
SPECIALIZZAZIONE  
IN VITICOLTURA  
ED ENOLOGIA  
1988**

QUAD. VIT. ENOL. UNIV. TORINO, 1988, 12 - Direttore Responsabile: Prof. Italo EYNARD  
Servizi Generali della Facoltà di Agraria, Università di Torino.  
Via Michelangelo Buonarroti, 32 - 10126 TORINO, Italia - Tel. (011) 65.51.37

# SELEZIONE DI SACCHAROMYCES MALOALCOLICI

Annibale GANDINI, Vincenzo GERBI, Giuseppe ZEPPA

Istituto di Microbiologia e Industrie Agrarie dell' Università di Torino.

## 1. PREMESSA

Nel lontano 1963 il Prof. Tarantola assegnava al primo degli autori di questa nota, come primo lavoro, la verifica delle possibilità d'impiego, nella vinificazione dei mosti piemontesi a più elevata acidità, dei lieviti del gen. *Schizosaccharomyces*, relativamente ai quali, proprio in quegli anni, cominciavano a comparire, sulla letteratura specializzata, segnalazioni della possibilità di utilizzarne in enologia la capacità di fermentare, in certi casi totalmente, l'acido malico.

In effetti buona parte delle uve del Piemonte, come del resto di tutte le zone viticole settentrionali, specialmente nelle annate ad andamento climatico meno favorevole ad una buona maturazione, presenta un'acidità malica piuttosto elevata per cui solo dopo la fermentazione malolattica, della quale sono note le frequenti difficoltà di realizzazione, i nostri vini possono affrontare con successo il palato dei consumatori più esigenti.

Il poter ridurre l'acidità malica già nel corso della fermentazione alcolica può costituire un risultato interessante soprattutto in vista dell'ottenimento di vini di pronto consumo, oggi particolarmente richiesti, nonché per facilitare, qualora sia ancora auspicabile, la disacidificazione batterica, per la quale proprio l'elevata acidità costituisce uno degli ostacoli più rilevanti.

Le pur numerose prove da noi condotte in oltre vent'anni, allestite con stipiti di schizolieviti di diversa origine, su mosti e in condizioni ambientali svariate, non hanno mai fornito, a livello di cantina, risultati soddisfacenti sia per le difficoltà d'insediamento che, nel caso questo si realizzasse, per gli effetti sul profumo, il sapore, la tipicità dei vini ottenuti.

A conclusioni analoghe sono pervenuti anche molti altri ricercatori, la maggioranza dei quali è del parere che l'eliminazione totale dell'acido malico dal vino origina vini piatti, disarmonici, non gradevoli.

Alla luce di quanto sopra ci è parso opportuno orientare il nostro interesse verso la selezione di stipiti appartenenti al genere *Saccharomyces* capaci, durante la fermentazione alcolica, di demolire parzialmente tenori elevati di acido malico senza creare problemi di natura tecnologica né organolettica.

In effetti già Peynaud nel 1938 e, dopo di lui, numerosissimi altri Autori hanno segnalato la capacità, da parte dei *Saccharomyces* usuali agenti della fermentazione alcolica, di un attacco dell'acido malico molto variabile.

Secondo Peynaud e Sudraud (1964) il calo dell'acido malico può andare dal 16 al 37%, secondo Rankine (1966) dal 3 al 45%, secondo Fuck e Radler (1972) dal 5 al 40%, secondo Gaia (1979) dal 24 al 42%, senza dimenticare che Fatichenti, Farris, Deiana e Caccarelli (1984) hanno individuato stipiti di lievito ellittico incapaci di tale demolizione e addirittura in grado di produrre acido malico.

Si va quindi da percentuali di abbattimento irrilevanti ai fini pratici a valori che, in mosti iperacidi, risultano di sicura incidenza organolettica.

Noi stessi nel vino testimone, fermentato spontaneamente, della prova a cui si è

accennato in apertura abbiamo registrato un calo del tenore in acido malico dell'ordine del 50%, che si è rivelato caratteristico di numerosi stipiti, appartenenti alla stessa specie *Saccharomyces cerevisiae*, isolati a fine fermentazione.

Uno di questi, che oggi porta la sigla 432, saggiato in purezza su mosto sterile col 2,8‰ di acido malico, ne ha degradato dal 39 al 57%, valori sostanzialmente confermati a livello di cantina, in mosto accuratamente sfecciato, dal quale è derivato un vino di buone caratteristiche organolettiche (GANDINI, TARDITI, 1966). In numerose altre prove, sia in laboratorio che in cantina, lo stipite in parola ha sempre fermentato almeno un terzo dell'acido malico di partenza (TARANTOLA, GANDINI, 1967, e altre prove non pubblicate).

Scopo preliminare del presente lavoro è stato il confronto fra il comportamento di un certo numero di stipiti della specie *Saccharomyces cerevisiae* di diversa provenienza nei riguardi dell'acido malico in condizioni diverse di temperatura, concentrazione zuccherina e tenore in tiamina.

Con lo stipite dimostratosi più attivo abbiamo saggiato l'effetto sulla fermentazione maloalcolica dell'aerazione, del pH e del tenore iniziale di acido malico.

Sulla letteratura specializzata sono già comparsi diversi contributi sperimentali sull'argomento, non sempre però con risultati concordanti (RANKINE, 1966; FUCHS, RÄDLER, 1972; BALLONI, FLORENZANO, 1977; DELFINI, CIOLFI, 1980; VEZINHET, BARRE, 1982; CIOLFI, CASTINO, DI STEFANO, 1985).

Finalmente con i due stipiti risultati in possesso di una rilevante capacità di fermentare l'acido malico abbinata a buone caratteristiche enologiche sono state condotte vinificazioni su scala industriale.

Sono state scelte uve 'Barbera' e 'Nebbiolo' in quanto si tratta di vitigni particolarmente importanti nella nostra regione i cui mosti, specie nel caso del primo, possono presentare tenori eccessivi di acido malico.

La vinificazione con macerazione inoltre risulta notoriamente difficile per il successo dell'inoculo di lieviti selezionati in quanto questi devono vincere la concorrenza di un considerevole numero di microrganismi apportati dalle parti solide del grappolo.

## 2. MATERIALI E METODI

### 2.1. Prove di laboratorio

#### 2.1.1. Lieviti

Sono stati messi a confronto nove stipiti diversi, tutti ascrivibili alla specie *Saccharomyces cerevisiae*: quattro, dei quali tre della razza fisiologica *cerevisiae* ed uno della r.f. *bayanus*, allestiti in forma essiccata e cinque, di cui tre della r.f. *cerevisiae*, un *bayanus* ed un *uvarum*, della collezione dell'Istituto di Microbiologia e Industrie Agrarie dell'Università di Torino.

Propagati sullo stesso mosto predisposto per le varie prove sono stati inoculati nella misura del 2% di mosto-culture di 48 ore.

### 2.1.2. Mosti e modalità di incubazione

#### 2.1.2.1. Valutazione delle caratteristiche enologiche dei fermentati.

Il confronto della capacità di degradare l'acido malico è stato effettuato su mosto conservato per filtrazione amicrobica, col 15% di zuccheri (portati al 25% per metà delle tesi), 3,2 g/l di acido tartarico, 10,75 g/l di acido malico, pH=3,06; esso era stato distribuito in beute da 300 ml, in ragione di 200 ml ciascuna, e pastorizzato.

Dopo il trattamento termico, metà delle tesi ha ricevuto l'aggiunta di tiamina nella dose di 0,6 mg/l di mosto. Metà delle beute di ciascun gruppo è stata incubata a 15 °C, le altre a 30 °C.

Dopo l'inoculo le beute sono rimaste tappate con cotone sino all'inizio della fermentazione, dopodiché sono state chiuse con valvole di Mueller al fine di poter seguire l'andamento del processo fermentativo mediante pesate periodiche.

Dopo le prime 48 ore di fermentazione operando sotto cappa sterile, si è tolta la valvola e si sono sottoposti i mosti a prolungato arieggiamento, dopo il quale si è ripristinato il sistema di chiusura.

Al termine della fermentazione, rilevabile dalla costanza nel peso dei recipienti e dalla sedimentazione di gran parte delle cellule dei lieviti, i vini sono stati sottoposti all'analisi del titolo alcolometrico, dell'estratto secco totale, del pH, dell'acidità totale e di quella volatile nonché dei principali acidi (malico, tartarico, acetico, succinico e d-lattico) sia per cromatografia liquida ad alte prestazioni che per via enzimatica o, per il tartarico, colorimetrica.

#### 2.1.2.2. Effetti dell'aerazione e del pH

Utilizzando il lievito risultato più maloalcolico nella prova precedente sono stati controllati gli effetti dell'aerazione e del pH in un mosto col 15% di zuccheri, 5,1 g/l di acido malico, aggiunto di 0,6 mg/l di tiamina e portato, in metà delle tesi, dal pH naturale di 3,3 a 2,7. Tali valori, nelle nostre regioni, delimitano l'intervallo di concentrazione idrogenionica nel cui ambito la demolizione dell'acido malico è auspicabile.

Tutte le beute sono state chiuse con valvola di Mueller: metà sono poi state aperte solo in occasione dei prelievi e per il tempo necessario agli stessi, le altre sottoposte tre volte al giorno ad arieggiamento, protratto per 30 minuti, su agitatore magnetico, sotto cappa a flusso laminare.

In considerazione della bassa variabilità intrinseca del carattere "demolizione dell'acido malico", dimostrata da Delfini e Ciolfi (1980), sono state effettuate due sole ripetizioni.

#### 2.1.2.3. Effetto del tenore iniziale di acido malico

Infine, la verifica dell'effetto del tenore iniziale di acido malico sull'entità della demolizione del medesimo è stata condotta con lo stipite più maloalcolico, in condizioni di relativa anaerobiosi su mosto col 20% di zuccheri suddiviso in tre partite. Nella prima si è lasciato il tenore in acido malico al suo valore naturale di 2,1 g/l, mentre nelle altre è stato portato a 5,2 e 10,2 g/l.

In metà delle beute di ciascuna tesi il pH del mosto è stato lasciato al valore raggiunto in seguito all'aggiunta di acido malico (rispettivamente 2,9 e 2,7), mentre nelle restanti è stato riportato al valore iniziale di 3,1.

Anche in questo caso si è operato in doppio ed a 25 °C.

Tutti i dati sperimentali ottenuti sono stati sottoposti ad opportuna elaborazione statistica.

## 2.2. Prove di cantina

Sono state condotte su uve 'Barbera' e 'Nebbiolo' rispettivamente presso la Cantina Sociale di Vinchio e Vaglio Serra (AT) e l'enopolio CE.VIT.AS. di Grinzane (CN), i cui presidenti e tecnici ringraziamo per la fattiva collaborazione.

L'andamento eccezionalmente caldo dell'autunno 1987 non è certo stato favorevole alle finalità della prova, avendo provocato nelle uve un inconsueto abbattimento dell'acidità.

Nel caso del 'Barbera' lo stato sanitario delle uve impiegate era discreto: una modesta incidenza di marciume acido ha fatto sì che il pigiato all'atto dell'inoculo ospitasse già  $2,8 \times 10^6$  lieviti per ml, in netta prevalenza ascrivibili alla specie *Candida stellata*.

Pur essendo stata effettuata la raccolta con leggero anticipo, il mosto conteneva "soltanto" 4,10 g/l di acido malico; aveva un pH di 3,07 e un tenore zuccherino del 18,7%

In annate normali i mosti di Barbera piemontesi superano i 5 g/l di acido malico, ma possono arrivare a valori doppi e talora anche superarli.

A loro volta le uve 'Nebbiolo', sane, con 210 g/l di zuccheri e un pH di 3,19 contenevano 3,5 g/l di acido malico anziché i 4 - 6 (o più) frequenti in annate o zone meno felici.

L'analisi microbiologica del pigiato ha messo in evidenza  $9 \times 10^5$  cellule di lieviti per ml, in maggioranza anche in questo caso del tipo *C. stellata*.

In ciascuna cantina abbiamo allestito, in recipienti di P.R.F.V. da 10 hl, sei tesi rappresentate dai due lieviti rivelatisi più rispondenti in laboratorio e da un testimone, ciascuno con l'aggiunta o meno di 50 mg/hl di tiamina.

Per avviare prontamente la fermentazione, il testimone è stato addizionato del 5% di mosto derivante da uve raccolte nello stesso vigneto e fatto fermentare ad opera della blastoflora spontanea.

Il ceppo 432 di *Saccharomyces cerevisiae* è stato propagato su mosto ottenuto dalla stessa partita di uve del precedente, preventivamente sfecciato a freddo e poi pastorizzato. Anch'esso è stato aggiunto nella misura del 5%.

Il *Saccharomyces cerevisiae* Killer ICV è stato utilizzato in forma secca, nella dose di 15 g/hl, previa accurata riattivazione.

In ambedue le cantine, con partite di circa 40 quintali di uva di cui si era curata l'uniformità, è stata allestita una massa di pigiato-diraspato, solfitato in ragione di 5 g/hl, accuratamente omogeneizzato per rimontaggio e poi ripartito, unitamente all'inoculo ed all'eventuale tiamina, nei sei serbatoi.

Le varie tesi, entrate in fermentazione entro 24 ore dall'inoculo, sono state sottoposte a follature giornaliere. La temperatura, nei Barbera, è salita sino a 30°C, nei Nebbioli a 25°C.

Il Barbera è stato svinato dopo cinque giorni di macerazione, il Nebbiolo dopo otto. Il processo di vinificazione è stato seguito analiticamente, con ovvia particolare attenzione all'evoluzione dell'acido malico, sino al completamento della fermentazione malolattica.

### 3. RISULTATI E LORO DISCUSSIONE

#### 3.1. Prove di laboratorio

##### 3.1.1. Confronto fra la capacità di degradazione dell'acido malico di diversi stipiti di *Saccharomyces cerevisiae*.

Facendo la media dei risultati di tutte e otto le beute inoculate con ciascuno stipite, il potere maloalcolico dei *Sacch. cerevisiae* a confronto è risultato compreso fra il 19,3 ed il 28,4%, con singoli valori estremi del 10,6 e del 35%.

Il calo maggiore è stato provocato dal ceppo I.M.I.A.T. 432, il quale ha consumato, mediamente, oltre 3 g/l di acido malico: lo seguono due degli stipiti in forma essiccata (l'Epemay 2-Geisenheim ed il Killer-ICV) mentre tutti gli altri, al test di Duncan, sono risultati significativamente inferiori (tab. 1).

Si può osservare che il mezzo impiegato in questa prova non si è dimostrato particolarmente favorevole all'estrinsecarsi della capacità maloalcolica, dal momento che lo stesso stipite 432 in altre occasioni ed anche in una delle prove successive, ha dimostrato un potere disacidificante superiore.

Per quanto riguarda gli effetti sulla fermentazione maloalcolica della temperatura, del tenore in zuccheri e dell'aggiunta di vitamina B1, saggiati tutti a due livelli nei confronti di nove *Saccharomyces cerevisiae*, l'elaborazione statistica dei risultati analitici ha consentito interessanti osservazioni.

L'effetto più vistoso è risultato quello degli zuccheri a conferma dei reperti di Delfini e Ciolfi (1980) i quali, sperimentando con altri lieviti, hanno dimostrato che la degradazione dell'acido malico è funzione lineare della fermentazione alcolica.

Alla luce di questi risultati l'eventuale arricchimento di un mosto può consentire, come effetto collaterale, una maggior demolizione dell'acido malico da parte dei saccharomiceti.

Tab. 1 - Degradazione dell'acido malico da parte di diversi stipiti di *Saccharomyces cerevisiae*.

Razza fisiol.	Stipite	N. rip.	Consumo medio a. malico g/l	P=0,01
<i>cerevisiae</i>	I.M.I.A.T. 432	8	3,02	A
<i>cerevisiae</i>	Epemay 2-Geisenhei	8	2,75	AB
<i>cerevisiae</i>	Killer - ICV	8	2,66	AB
<i>bayanus</i>	Champagne-Pasteur	8	2,52	BC
<i>cerevisiae</i>	I.M.I.A.T 482	8	2,51	BC
<i>bayanus</i>	I.M.I.A.T 173	8	2,37	BC
<i>uvarum</i>	I.M.I.A.T 409	8	2,33	BC
<i>cerevisiae</i>	Montrachet-Davis 522	8	2,30	BC
<i>cerevisiae</i>	Castelli 20	8	2,05	C

Una positiva influenza sulla degradazione dell'acido malico, con differenze significative per  $P = 0,05$ , l'hanno prodotta sia la temperatura di fermentazione più elevata ( $30^{\circ}\text{C}$  rispetto a  $15^{\circ}\text{C}$ ) che l'aggiunta di tiamina.

In effetti già Carre, Lafon-Lafourcade e Bertrand, nel 1983, hanno segnalato che la tiamina, in quanto parte integrante della cocarbossilasi, accelera la demolizione dell'acido malico da parte di alcune specie di lieviti.

Tale effetto non è invece stato riscontrato da Margheri, Versini, Pellegrini e Tonon (1986).

Il test di DUNCAN consente di affermare che solo nelle condizioni più sfavorevoli (15% di zuccheri e  $15^{\circ}\text{C}$ ) il consumo di acido malico risulta significativamente inferiore rispetto a tutte le altre condizioni.

Da queste prove è ancora emerso che la tiamina non ha influenzato significativamente il potere alcoligeno mentre ha determinato un significativo aumento di acido succinico. Inoltre nei fermentati aggiunti di tiamina è stata riscontrata mediamente un'acidità volatile superiore del 50% rispetto a quella delle tesi non addizionate.

Detti effetti, seppur non generalizzabili, contrastano quello positivo sulla demolizione dell'acido malico e ci rendono propensi a sconsigliare l'aggiunta di vitamina B1 ai mosti per favorirne la disacidificazione: nelle nostre condizioni sperimentali infatti ha propiziato un maggior calo di  $0,21\text{ g/l}$  di acido malico, ma a prezzo di un aumento di  $0,22\text{ g/l}$  di acidità volatile e di  $0,1\text{ g/l}$  di acido succinico. Con riferimento al solo stipite più maloalcolico l'elaborazione statistica ha consentito di mettere in evidenza soltanto un'influenza positiva del tenore in zuccheri.

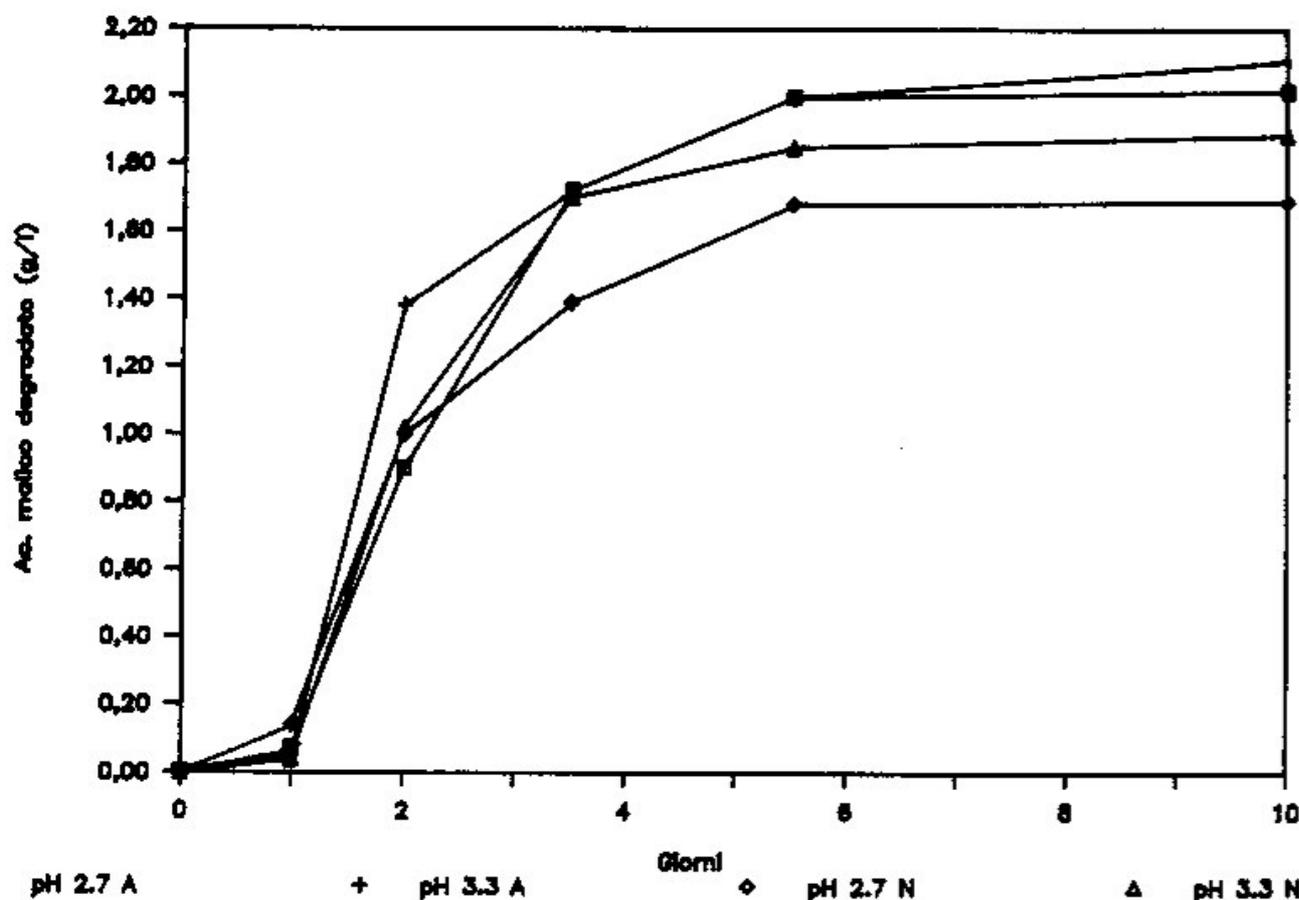


Fig. 1 - Consumo di acido malico da parte di *Saccharomyces cerevisiae* I.M.I.A.T. 432 in diverse condizioni di aerazione (A= aerobiosi e N=anaerobiosi) e di pH.

### 3.1.2. Effetto dell'aerazione e del pH sulla degradazione dell'acido malico.

L'arieggiamento periodico del mosto in fermentazione (fig. 1) ha consentito al *Sacch. cerevisiae* I.M.I.A.T. 432 un consumo dell'acido malico del 41% contro il 35% rilevato in relativa anaerobiosi. È stata confermata l'affermazione di Fuck e Radler (1972) secondo i quali la demolizione dell'acido malico è proporzionale alla massa cellulare, e pertanto favorita dall'aerazione: il volume di biomassa nella serie arieggiata è risultato quasi doppio rispetto alla serie non arieggiata.

La concentrazione idrogenionica si è dimostrata senza influenza, nei limiti sperimentati, nelle tesi arieggiate mentre in anaerobiosi a pH=2,7 si è verificato un minor abbattimento di circa il 3%, statisticamente significativo rispetto a pH=3,3.

Con questa prova si è ribadito che l'andamento della fermentazione dell'acido malico è analogo a quello della fermentazione degli zuccheri e che la disacidificazione si realizza soprattutto nei primi cinque-sei giorni di fermentazione (per temperature comprese fra 20 e 25 °C), in condizioni ipossiche ed in presenza di elevate concentrazioni di fonti di carbonio e di energia.

### 3.1.3. Effetto del tenore iniziale di acido malico.

In sintonia con la maggioranza dei reperti pubblicati (fanno eccezione Wagner, Kreutzer e Mahlmeister, 1986) il *Sacch. cerevisiae* 432 ha fatto registrare un abbattimento percentuale sostanzialmente analogo in presenza di 2 oppure 5 g/l di acido malico nel mosto mentre se il contenuto era di 10 g/l la percentuale di attacco è risultata inferiore di circa il 6%, valore significativo, ma ai fini pratici non tale da impedire di affermare che nel campo di concentrazioni normalmente riscontrabili nei nostri mosti la percentuale di degradazione dell'acido malico è relativamente costante.

Le variazioni di pH conseguenti ai diversi tenori di acido malico non hanno esercitato un effetto sensibile sul potere maloalcolico del lievito in esame.

## 3.2. Prove di cantina

Nelle prove condotte su Barbera, nonostante la carica blastomicetica apportata dalle uve, i due lieviti inoculati hanno esplicato una buona azione disacidificante. Il 432 è stato ancora una volta il migliore con una riduzione del 34% del tenore in acido malico contro il 27,5% del Killer ICV ed il 19,7% del testimone.

Nel Nebbiolo, pur risultando rispetto al Barbera percentualmente minore (27%), la degradazione dell'acido malico da parte del ceppo 432 è stata di ben tre volte maggiore rispetto a quella operata dalla blastoflora spontanea ed ha comportato un aumento di pH di quasi 0,1.

A livello di prove di cantina l'aggiunta di tiamina non ha manifestato alcun effetto sulla fermentazione maloalcolica: un motivo potrebbe essere la sufficiente dotazione delle uve.

Sia nei Barbera che nei Nebbioli le tesi fermentate dal *Saccharomyces cerevisiae* 432 sono state le prime ad iniziare e a completare la fermentazione malolattica: è un risultato che riteniamo di notevole interesse in vista della produzione, in tempi brevi, di vini armonici e biologicamente stabili.

**RIASSUNTO**

E' stata verificata, sia in prove di laboratorio che in vinificazioni in rosso su scala industriale, la possibilità di diminuire sensibilmente il tenore in acido malico dei mosti provocandone la fermentazione mediante l'impiego di stipiti di *Sacch. cerevisiae* opportunamente selezionati.

Fra i fattori che condizionano maggiormente la fermentazione maloalcolica si annoverano la concentrazione zuccherina, l'aerazione e la temperatura di fermentazione. La demolizione percentuale dell'acido malico non è invece risultata nelle nostre condizioni operative (stipiti presi in considerazione e mosti utilizzati) apprezzabilmente influenzata dall'aggiunta di tiamina, dal pH né dal tenore iniziale di acido malico.

**SÉLECTION DE SACCHAROMYCES MALOALCOOLIQUES****RÉSUMÉ**

*La teneur excessive d'acide malique est un défaut fréquent pour les vins rouges des régions septentrionales destinés à une rapide délivraison à la consommation.*

*Dès 1963 nous avons essayé plusieurs souches de Schizosaccharomyces d'origines diverses en conditions différentes sans obtenir des résultats tout à fait satisfaisants; nous nous sommes orientés vers la recherche, à l'intérieur de l'espèce Saccharomyces cerevisiae, de souches capables de faire disparaître un pourcentage élevé d'acide malique.*

*Après avoir comparé au niveau de laboratoire plusieurs souches de Saccharomyces cerevisiae dans différentes conditions de température, d'acidité, de teneur en sucres et en thiamine nous avons choisi deux souches qui joignent aux bons caractères oenologiques un important pouvoir de dégradation de l'acide malique.*

*Avec ces levures, pendant la vendange 1987, sur des moûts de Barbera et de Nebbiolo, chez deux caves coopératives du Piémont, nous avons conduit des vinifications sur une grande échelle dont les premiers résultats ont été encourageants.*

**SELECTION OF MALOALCOHOLIC SACCHAROMYCES****SUMMARY**

*Malic acid excessive content is often regarded as inopportune in Northern region wines intended for early consumption. Experiments carried out since 1963 in different conditions with Schizosaccharomyces strains from different origins failed to produce true satisfactory results. Thus we turned to the selection of maloalcoholic strains of Saccharomyces cerevisiae. A number of strains were laboratory tested in different temperature and acidity conditions as well as different sugar and B1 vitamin content of the medium. Two of them with good enological and maloalcoholic characteristics were selected and used with satisfactory results during 1987 vintage in a industrial scale fermentation of musts from Barbera and Nebbiolo grapes.*

## BIBLIOGRAFIA CITATA

- BALLONI W., FLORENZANO G. - 1977 - Lieviti selezionati in vinificazione: possibilità e limiti d'impiego degli schizosaccaromiceti nella disacidificazione dei mosti e dei vini. *Vini Italia*, 19, 167-177.
- CARRE E., LAFON-LAFOURCADE S., BERTRAND A. - 1983 - Désacidification biologique des vins blancs secs par fermentation de l'acide malique par les levures. *Connaissance Vigne Vin*, 17, 43-53.
- CIOLFI G., CASTINO M., DI STEFANO R. - 1985 - Studio sulla risposta metabolica dei lieviti di specie diverse fermentanti un unico mosto a temperature comprese fra 10 e 40°C. Note I e II. *Riv. Vitic. Enol.*, 38, 447-470/489-507.
- DELFINI C., CIOLFI G. - 1980 - Messa a punto di metodiche standardizzate per la determinazione dei caratteri enologici dei lieviti selezionati. III. La determinazione dell'attitudine a degradare l'acido malico per fermentazione maloalcolica. *Vini Italia*, 22, 301-308.
- FATICENTI F., FARRIS G.A., DELIANA P., CECCARELLI S. - 1984 - Malic acid production and consumption by selected strains of *Saccharomyces cerevisiae* under anaerobic and aerobic conditions. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 19, 427-429.
- FUCK E., RADLER F. - 1972 - Äpfelsäurestoffwechsel bei *Saccharomyces*. I. Der anaerobe Äpfelsäureabbau bei *Saccharomyces cerevisiae*. *Arch. Mikrobiol.*, 87, 149-164.
- GAIA P. - 1979 - Attitudine alla fermentazione maloalcolica dei lieviti della blastoflora naturale dei mosti. *Vini Italia*, 21, 237-242.
- GANDINI A., TARDITI A. - 1966 - Vinificazione di mosti piemontesi con lieviti in associazione controllata e scalare. *Industria Agraria*, 4, 9, 411-420.
- MARGHERI G., VERSINI G., PELLEGRINI R., TONON D. - 1986 - L'azoto assimilabile e la tiamina in fermentazione. Loro importanza quali fattori di qualità dei vini. *Vini Italia*, 28, 3, 71-86.
- PEYNAUD E. - 1938 - L'acide malique dans les moûts et les vins de Bordeaux. *Ann. Falsif. Fraudes*, 31, 332-347.
- PEYNAUD E., SUDRAUD P. - 1964 - Utilisation de l'effet désacidifiant des *Schizosaccharomyces* en vinification de raisins acides. *Ann. Techn. agric.*, 13, 309-328.
- RANKINE B.C. - 1966 - Decomposition of L-malic acid by wine yeasts. *J. Sci. Fd. Agric.*, 17, 312-316.
- TARANTOLA C., GANDINI A. - 1967 - Esperienze di disacidificazione biologica dei vini nel corso del processo fermentativo. *Vini Italia*, 9, 451-460.
- VEZINHET F., BARRE P. - 1982 - Action de quelques facteurs du milieu sur le métabolisme de l'acide malique par *Saccharomyces* et *Schizosaccharomyces* au cours de la fermentation alcoolique. *Sci. Aliments.*, 2, 297-312.
- WAGNER K., KREUTZER P., MAHLMEISTER K. - 1986 - Der Äpfelsäureabbau in Abhängigkeit von verschiedenen Reinzuchtheferen. *Weinwirtschaft/Technik*, 122, 197-201.