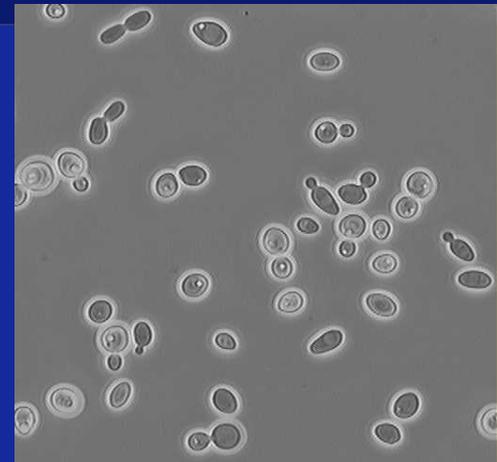


# Microbiologia enologica



# I microrganismi di interesse enologico

- **Lieviti**
- **Batteri**
  - lattici
  - Acetici
- **Muffe**

## Composizione

Zuccheri (glucosio e fruttosio) . . . . .	100-300 g/l	
Acidità totale (come acido tartarico) . . . . .	4-18 »	
Estratto {	totale . . . . .	150-350 »
	senza zuccheri . . . . .	20-60 »
Acido tartarico . . . . .	1-9 »	
Acido malico . . . . .	1-12 »	
Azoto totale . . . . .	0,2-1,4 »	
Ceneri . . . . .	2-6 »	
Peso specifico 15°/15 °C . . . . .	1,06-1,10	

## mosto

acido tartarico . . . . .	1 - 5	g/l
acido malico . . . . .	0,5 - 5	»
acido lattico . . . . .	1 - 4	»
acido succinico . . . . .	0,5 - 1,5	»
acidità totale (come acido tartarico) . . . . .	4,5 - 15,0	»
glicerina . . . . .	6 - 12	»
sostanze polifenoliche . . . . .	0,2 - 4,1	»
azoto totale . . . . .	0,05 - 0,98	»
2,3 - butilenglicol . . . . .	0,3 - 0,9	»
potassio . . . . .	0,7 - 1,4	»
sodio . . . . .	0,015 - 0,15	»
ferro . . . . .	0,003 - 0,035	»
fosfati totali (come fosforo) . . . . .	0,1 - 0,5	»
estratto secco dedotti gli zuccheri: vini bianchi	15 - 23	»
estratto secco dedotti gli zuccheri: vini rossi	18 - 28	»
ceneri . . . . .	1,6 - 4	»
alcalinità delle ceneri . . . . .	12 - 50	m.e./l
peso specifico 20°/20° C . . . . .	0,993 - 0,997	
pH . . . . .	3,2 - 3,5	

## vino

# Generi e specie più importanti dei lieviti

- **Lieviti dell'uva** (*Kloeckera* e *Hanseniaspora*; ma anche *Candida*, *Brettanomyces*, *Cryptococcus*, *Kluyveromyces*, *Metschnikowia*, *Pichia*, *Hansenula*, *Issatchenkia*)
- **Lieviti del mosto** (*Kloeckera*, *Hanseniaspora* e *Metschnikowia*; ma anche *Pichia*, *Kluyveromyces*, *Issatchenkia*)
- **Lieviti vinari** (***Saccharomyces***; ma anche *Torulasporea*, *Hanseniaspora*; *Candida*; *Metschnikowia*, *Schizosaccharomyces*)

# Genere *Hanseniaspora*

## *Hanseniaspora* (genere *Kloeckera*)

- 6 specie
- Cellule apiculate
- Moltiplicazione per gemmazione bipolare
- La specie più importante è *Hanseniaspora uvarum* (*Kloeckera apiculata*):
  - presenti abitualmente sulle uve e nei mosti
- **basso potere alcoligeno (non oltre 3-6°)**
- **scarsa resistenza all' anidride solforosa**
- **elevata attività proteolitica**
- **eccessiva produzione di acidità volatile (acido acetico)**

# ***Dekkera*** **(genere *Brettanomyces*)**

Comune nei mosti e nei vini, dove sono capaci di produrre elevata acidità volatile

- 2 specie (*D. anomala* e *bruxellensis*)
- Cellule ellissoidali
- **Proprietà enologiche:**
- Elevato potere alcoligeno (fino a 15°)
- Produzione di elevate quantità di acido acetico dalla fermentazione degli zuccheri o per ossidazione dell' etanolo
- Produzione di elevate quantità di fenoli
- Scarsa resistenza alla SO<sub>2</sub>

# *Pichia*

- 91 specie
- Cellule sferoidali, ellittiche
- *Pichia membranaefaciens*
- Forma pellicole spesse e rugose sulla superficie del mosto o del vino

## **Proprietà enologiche:**

- Scarsa capacità fermentare gli zuccheri
- elevata alcool-tolleranza (fino a 14°)
- Buona resistenza alla SO<sub>2</sub>

# *Metschnikowia*

- 10 specie: *M. pulcherrima* di interesse enologico
- Cellule globose o ellissoidali
- Moltiplicazione per gemmazione multilaterale
- **Proprietà enologiche:**
  - Basso potere alcoligeno (3-4°)
  - Capacità di crescere ad elevate concentrazioni zuccherine (50-60%)
  - Bassa resistenza alla SO<sub>2</sub>

# *Torulaspora*

- 3 specie
- *T. delbreuckii* di interesse enologico. In fermentazioni naturali affianca *S. cerevisiae* anche se non riesce a prendere il sopravvento
- cellule sferoidali o ellisoidali

## **Proprietà enologiche:**

- Elevato vigore fermentativo
- Potere alcoligeno fino a 10°
- Ridotta produzione di acidità volatile

# *Candida*

- 160 specie
- Cellule sferoidali, ellittiche
- *C. vini*: ossida l'etanolo, glicerina e acidi non volatili, producendo elevate concentrazioni di acetaldeide, acetato di etile ed esteri non desiderabili
- *C. stellata*: buona capacità fermentativa (fino a 10°)

# Genere *Schizosaccharomyces*

*Schizosaccharomyces* (specie *pombe* e *japonicus*):

- 3 specie
- Cellule globose ellissoidali o cilindriche
- moltiplicazione per scissione
- buon potere fermentativo
- La specie *pombe* è una normale componente della microflora dei mosti delle zone temperate

# Caratteristiche di interesse enologico di *Schizosaccharomyces pombe*

- Elevato potere alcoligeno (fino a 15°)
- Capacità di crescita ad elevate concentrazioni di zuccheri (fino al 60%)
- Elevata resistenza all'anidride solforosa (> 400 mg SO<sub>2</sub>/l)
- Responsabile della fermentazione malolattica

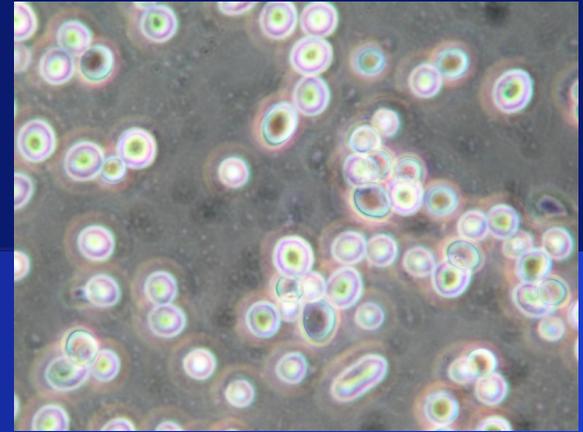
# *Saccharomyces ludwigii*

- Cellule **apiculate** di grandi dimensioni
- Moltiplicazione per gemmazione bipolare seguita da scissione

## **Proprietà enologiche:**

- **Elevato potere alcoligeno (fino a 16°)**
- Elevata resistenza all' anidride solforosa (> 400 mg SO<sub>2</sub>/l)
- Produce elevate concentrazioni di acetaldeide, acetato di etile e altri esteri (*“incubo dei cantinieri”*)

# Saccharomyces



*14 specie in due gruppi:*

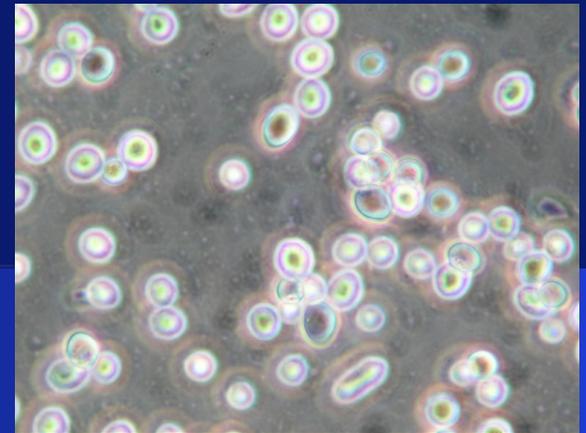
- *Saccharomyces sensu stricto* (specie di interesse enologico)
- *Saccharomyces sensu lato* (altre specie)

Di recente (2000) sono state introdotte 3 specie nel primo gruppo e 1 nel secondo

*S. cerevisiae* e *S. bayanus* (specie di rilevanza enologica)

- **mesofili** (crescono rapidamente a 25-30°C ma sono in grado di fermentare anche se più lentamente, a temperature più basse).
- **anaerobi facoltativi** (la maggioranza)
- hanno esigenze nutrizionali relativamente semplici, anche se sono stimolati da alcune vitamine.

# *Saccharomyces cerevisiae*



## *Saccharomyces cerevisiae* (specie più importante)

- Forma ellittica
- Forma aschi con 2-4 ascospore
- Ottimo potere fermentativo e resistenza alla  $SO_2$
- Ridotta produzione di acido acetico
- A causa della sua elevata resistenza all' alcool finisce per dominare le fermentazioni

# Caratteristiche fisiologiche e nutrizionali dei lieviti vinari

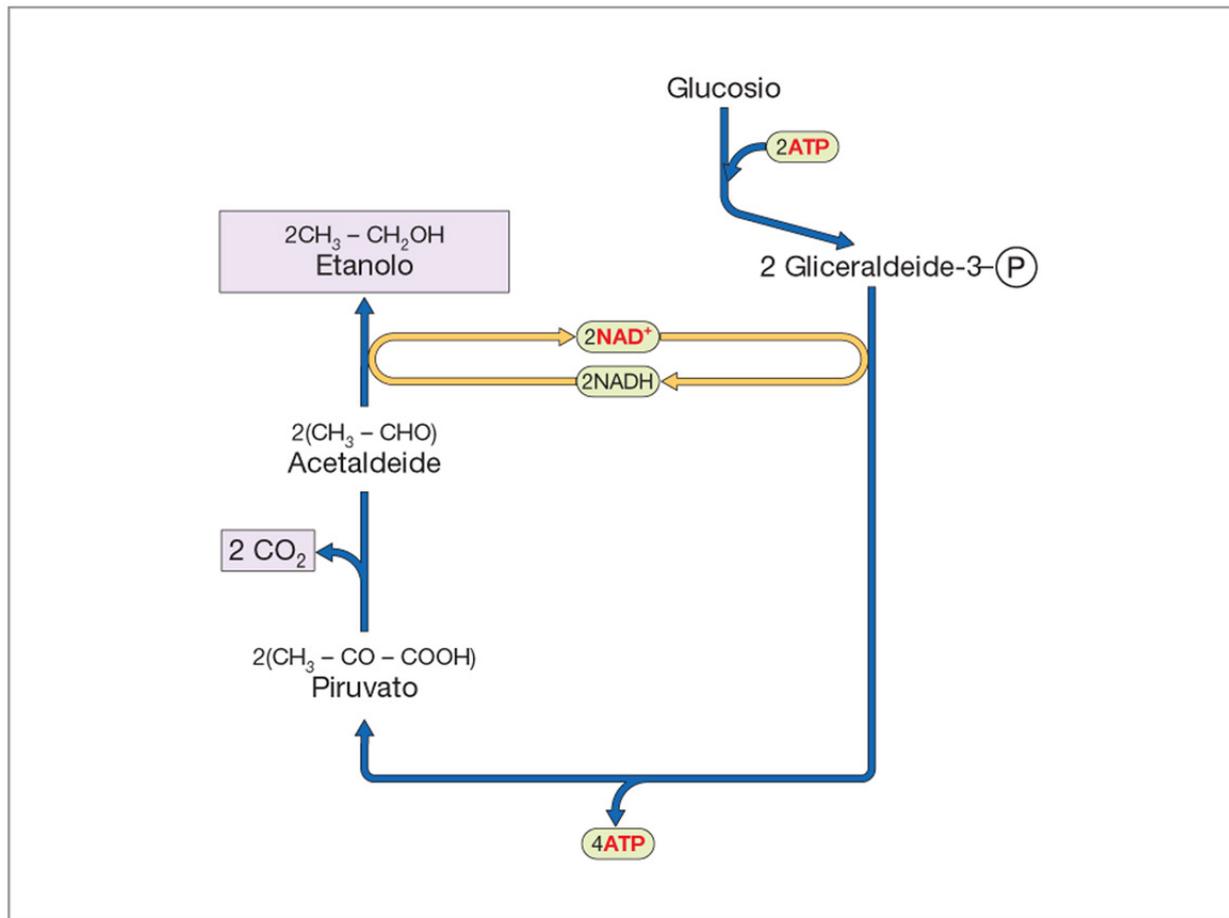
- **mesofili** (crescono rapidamente a 25-30°C ma sono in grado di fermentare anche se più lentamente, a temperature più basse).
- **anaerobi facoltativi** (la maggioranza) anche se esistono specie ossidative
- hanno esigenze nutrizionali relativamente semplici, anche se sono stimolati da alcune vitamine.

# Fermentazione alcolica

## Bilancio:

- $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2CH_3CH_2OH + 2CO_2 + 56 \text{ kcal/mole}$
- La resa teorica in etanolo è il **51,1%** in peso ma **65,52%** in volume (la densità dell'etanolo è **0,78**).
- In pratica si assume una resa del **60%** a causa della formazione di composti secondari e dell'uso di parte del C per la formazione della biomassa.

# Fermentazione alcolica



# Fermentazione secondarie

- **Produzione di glicerolo, etanolo e acido acetico**
- **Produzione di glicerolo e acido piruvico**
- **Produzione di glicerolo e acetaldeide**



# Produzione di glicerolo, etanolo e acido acetico

l'acido acetico è sempre presente come sottoprodotto della fermentazione alcolica a causa dell'azione di una aldeide deidrogenasi che, pur avendo un ottimo a pH alcalini, opera anche ai pH dei vini, trasformando parte dell'aldeide acetica in acido acetico.

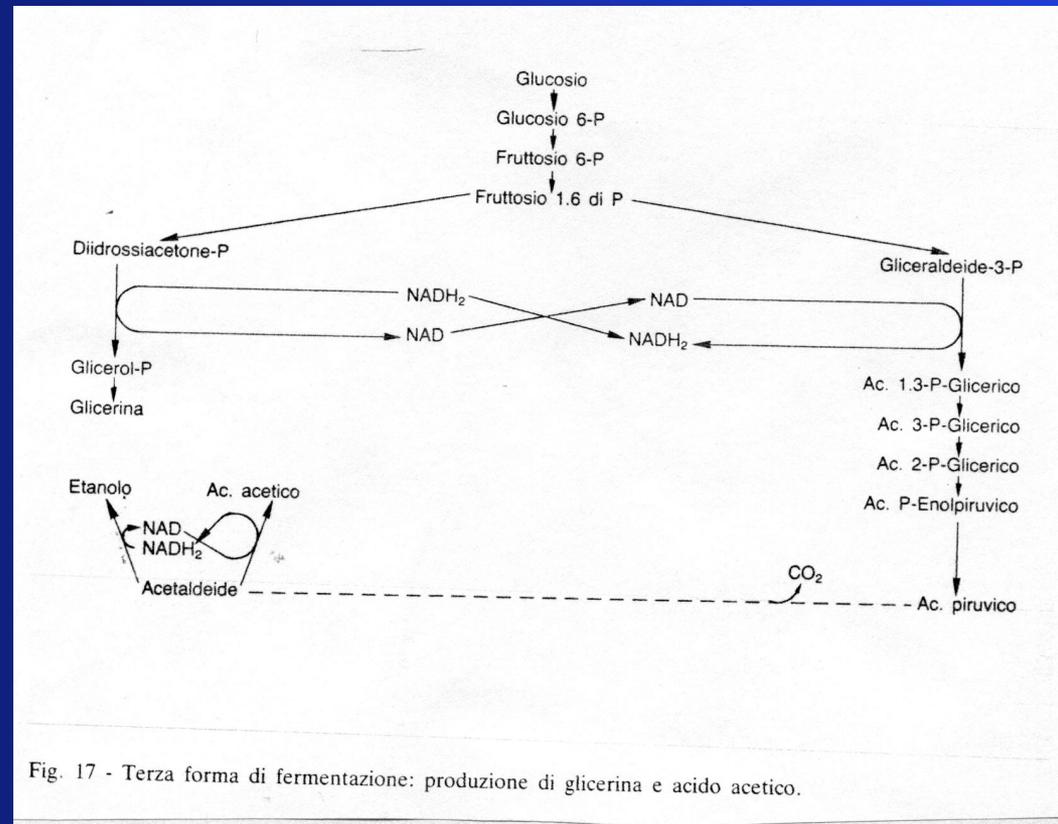


Fig. 17 - Terza forma di fermentazione: produzione di glicerina e acido acetico.

# Produzione di glicerolo e acido piruvico.

Si verifica in  
mancanza di  
fonti di azoto o  
per repressione  
della piruvato  
decarbossilasi

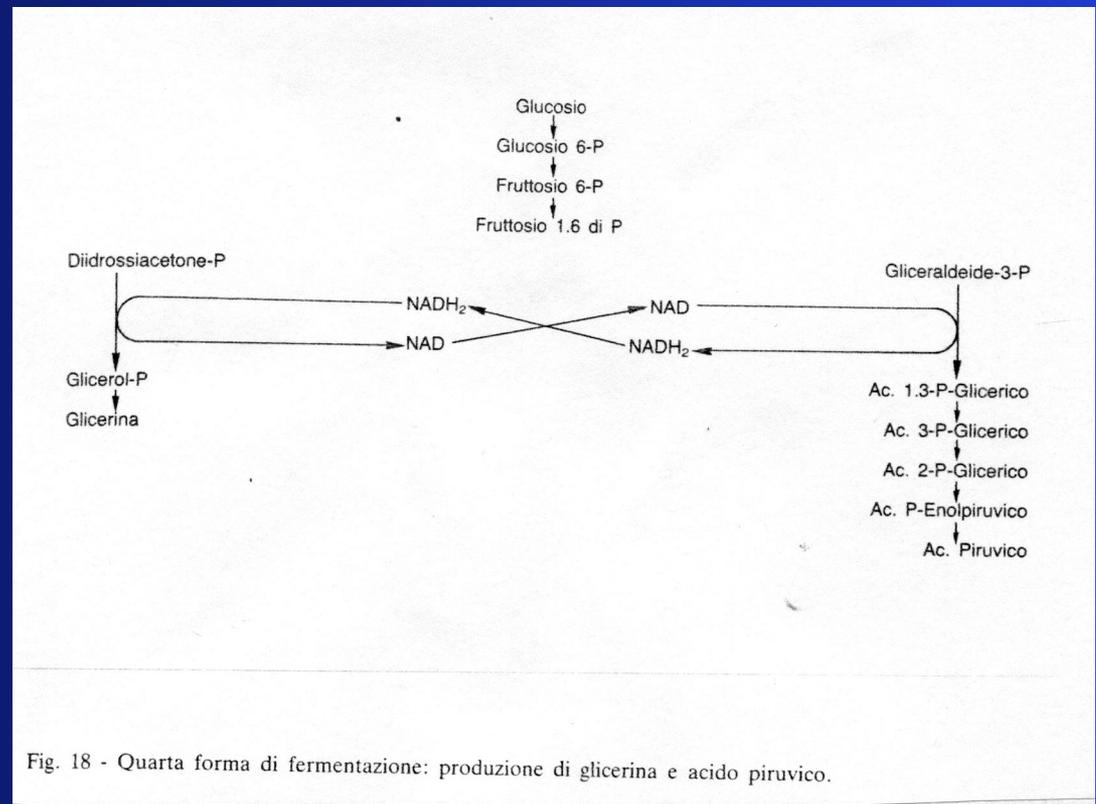


Fig. 18 - Quarta forma di fermentazione: produzione di glicerina e acido piruvico.

# Fermentazione secondarie

Altri prodotti secondari importanti sono:

- **acetoino**
- **2,3-butilenglicol**
- **acido succinico**
  
- **Esteri e alcoli superiori** vengono formati con vari meccanismi e hanno una notevole importanza per l'aroma dei vini.

# La fermentazione spontanea dei mosti

Durante la fermentazione spontanea dei mosti si instaura una **successione** di specie che dipende:

- dalle **caratteristiche del mosto** stesso
- dalle **specie** presenti
- dalle **condizioni di fermentazione**
- dalle condizioni create dall'**attività metabolica** delle **specie** che si succedono



la fermentazione viene **iniziata** dagli **apiculati** che, a causa della loro bassa tolleranza all'alcool, lasciano il posto a *Saccharomyces cerevisiae* che la completa lasciando o meno un residuo di zuccheri a carico del quale possono crescer altri microrganismi, tra cui i batteri lattici.

# Fermentazione guidata

**Colture selezionate di *S. cerevisiae*** garantiscono:

- pronto avvio della fermentazione
- maggior controllo del processo fermentativo
- riduzione dei tempi di arresto o rallentamento del processo
- buoni rendimenti dello zucchero in alcool
- riduzione o eliminazione di caratteri organolettici anomali
- mancato arresto della fermentazione

# Interventi tecnici per ottenere risultati standardizzati

## 1) Impiego di anidride solforosa

Antisettico, particolarmente attivo a pH acidi che viene comunemente aggiunto (in dosi di 50-150 mg/l) nella moderna pratica enologica (oltre ad essere utilizzato per sanificare gli impianti)

- Migliora la stabilità chimica dei vini
- Controlla lo sviluppo dei lieviti apiculati
- Controlla lo sviluppo dei batteri lattici e acetici

Tra le **specie resistenti alla SO<sub>2</sub>** ricordiamo: *Saccharomyces cerevisiae*; *Torulaspora delbrueckii*; *Zygosaccharomyces bailii*; *Schyzosaccharomyces pombe*; *Saccharomycodes ludwigii*.

# Interventi tecnici per ottenere risultati standardizzati

## 2) Impiego di colture starter selezionate

Pratica vantaggiosa per la standardizzazione del prodotto.

Generalmente vengono usati inoculi del **5-10% di una coltura di *S. cerevisiae* o di altre specie utili**, che deve possedere elevato **vigore fermentativo e potere fermentativo**, oltre a numerose altre caratteristiche desiderabili da un punto di vista enologico.

# Fermentazioni scalari

- Fermentazioni effettuate da una **successione di specie e ceppi selezionati** per impartire caratteristiche desiderabili al vino.
- Particolare successo ha avuto l'uso di *T. delbrueckii* o *rosei* seguita da *S. cerevisiae*.
- ↘ Il difetto di questo tipo di fermentazione è la difficoltà di applicazione su grandi volumi.

# Metodo super-quattro

- Consente di controllare lo sviluppo dei lieviti apiculati mantenendo sempre il contenuto alcolico del materiale in fermentazione ad un livello  $>4^\circ$ , mediante fermentazioni in continuo o in fed-batch.
- E' di laboriosa applicazione e può essere validamente sostituito dall'impiego di anidride solforosa.

# Pastorizzazione dei mosti

- Possibile ma difficile in cantine in cui si trattano grandi quantità di vino e rischiosa (può generare sapori di cotto, se non prontamente seguita da un inoculo può essere seguita dalla contaminazione con specie indesiderate).

# Caratteristiche enologiche dei lieviti

- a. Caratteri che influiscono sull'andamento del processo fermentativo**
  
- b. Caratteri che influiscono sulla qualità dei vini**

a. **Caratteri che influiscono sull'andamento del processo fermentativo**

1. **attività fermentativa** (vigore fermentativo, potere fermentativo)
2. **resistenza all'anidride solforosa e a composti antimicrobici**
3. **modalità di sviluppo nei mezzi liquidi**  
(sviluppo in aggregati, flocculazione, potere schiumogeno, potere filmogeno)
4. **carattere killer**

## **b. Caratteri che influiscono sulla qualità dei vini**

- 1. produzione di composti solforati**
- 2. azione sull'acidità dei vini**
  - azione sull'acido malico
  - purezza fermentativa

# Le caratteristiche dei lieviti selezionati più importanti sono:

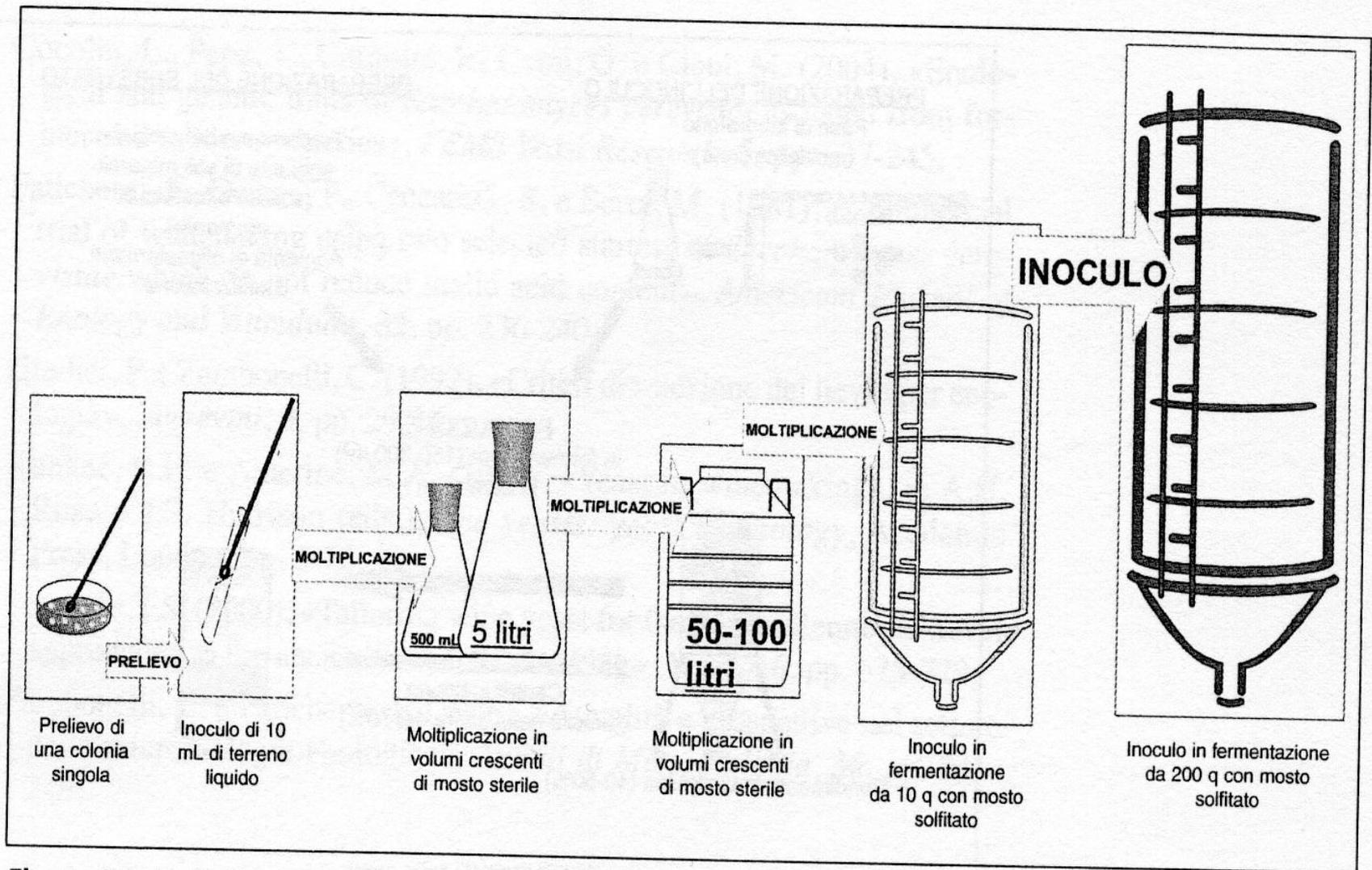
- **numero di cellule vive:** deve essere  $> 20 \times 10^9$  cellule vive/g
- **presenza di batteri inquinanti:** difficile da evitare, soprattutto per gli acetici, deve essere contenuta a  $< 1 \times 10^6$  cfu/g
- **presenza di lieviti inquinanti:** dovrebbero essere assenti
- **idoneità enologica:** è il carattere più importante, perchè spesso le colture hanno fonte diversa (panificio, birrificio)
- **tenore in umidità:** deve essere  $< 8\%$  per garantire la conservabilità del prodotto
- **serbevolezza:** sia la data di preparazione che la scadenza devono essere chiaramente indicate; vanno conservati in ambienti freschi e asciutti

# Uso di lieviti selezionati in enologia

- Esistono centri che forniscono le cantine con lieviti selezionati nel periodo della vendemmia. La riproduzione dei ceppi da colture madri conservate in vario modo richiede un tempo lungo soprattutto per la necessità di arrivare attraverso varie fasi alle quantità rilevanti di mosto-lievito necessarie in enologia.
- I lieviti selezionati sono diffusi come preparati essiccati (**liofilizzati, essiccati e soprattutto secchi attivi**) che possono essere utilizzati direttamente a livello di cantina.

# Uso di lieviti selezionati in enologia

- Nelle cantine vanno comunque riprodotti per ottenere le quantità necessarie per l'inoculo.
- In genere vengono **reidratati** in acqua a 43-45°C fino ad ottenere una sospensione al 10-20% che viene inoculata in misura del 0,5% nel mosto. In alternativa 50 g/hl sono sufficienti a fornire una carica di circa  $1 \times 10^7$  cfu/ml.
- In entrambi i casi è opportuno procedere alla **solfitazione solo dopo qualche ora** per consentire una buona ripresa di vitalità. In ogni caso si osserva sempre un certo ritardo dell'inizio della fermentazione (circa 24 h) per cui è opportuno che il mosto sia di ottima qualità



**Figura 9.2** Moltiplicazione dello starter vinario a partire dalla colonia in tubo o piastra in laboratorio o da preparati commerciali con bassa concentrazione e/o vitalità.



# **I batteri lattici e la fermentazione malolattica**

# I batteri lattici nel vino

- A causa dell'estrema selettività del substrato (elevata acidità, basso pH, alta concentrazione di etanolo) solo pochi batteri lattici sono in grado di crescere nei vini:
  - *Oenococcus oeni*
  - *Lactobacillus plantarum*
  - *Lb. casei*
  - *Lb. brevis*

# I batteri lattici nei vini

<b>Specie</b>	<b>Morfologia</b>	<b>Fermentazione</b>	<b>Ac. lattico</b>	<b>Toller. Etanolo</b>
<i>Oen. oenos</i>	cocchi in catene	etero	D	10-14%
<i>Pd. damnosus</i>	cocchi in tetradi	omo	DL	variabile
<i>Lb. plantarum</i>	bacilli in catene	omo	DL	5-6%
<i>Lb. casei</i>	bacilli in catene	omo	DL	variabile
<i>Lb. hilgardii</i>	bacilli in catene	etero	DL	15-18%
<i>Lb. brevis</i>	bacilli in catene	etero	DL	variabile
<i>Lb. buchneri</i>	bacilli in catene	etero	DL	variabile
<i>Lb. fructivorans</i>	bacilli in catene	etero	DL	15%

# I batteri lattici

Possono svolgere:

- **azioni positive** (fermentazione malolattica)
- **azioni negative** (diversi tipi di deterioramento)
- In enologia sono importanti le specie mesofile e, fra queste, quelle che tollerano meglio l'acidità e la presenza di etanolo

# Fattori che influenzano lo sviluppo dei batteri lattici nel vino

## Fattori chimico-fisici

- ❖ pH
- ❖ Temperatura
- ❖ Etanolo
- ❖ Anidride solforosa

# Fattori che influenzano lo sviluppo dei batteri lattici nel vino

## Fattori biologici

- ❖ Interazione con i lieviti
- ❖ Interazione fra batteri lattici
- ❖ batteriofagi

# Ecologia dei batteri lattici

I batteri lattici provengono sia dalla superficie delle uve sia dall'ambiente di cantina, dove si possono localizzare sulle diverse attrezzature e nei vasi vinari.

## Uva e mosto

Uva:  $10-10^2$  ufc/ml (*Lb. hilgardii*, *Lb. casei*, *Lb. plantarum*, alcuni pediococchi, non è riscontrato *O. oeni*)

Mosto:  $10^3$  ufc/ml (alle specie presenti si può aggiungere talvolta *O. oeni*)

## Fermentazione alcolica

- Etanolo 5-6%:  $10^4$ - $10^5$  ufc/ml
- Incremento di etanolo: *O. oeni* diventa la specie dominante

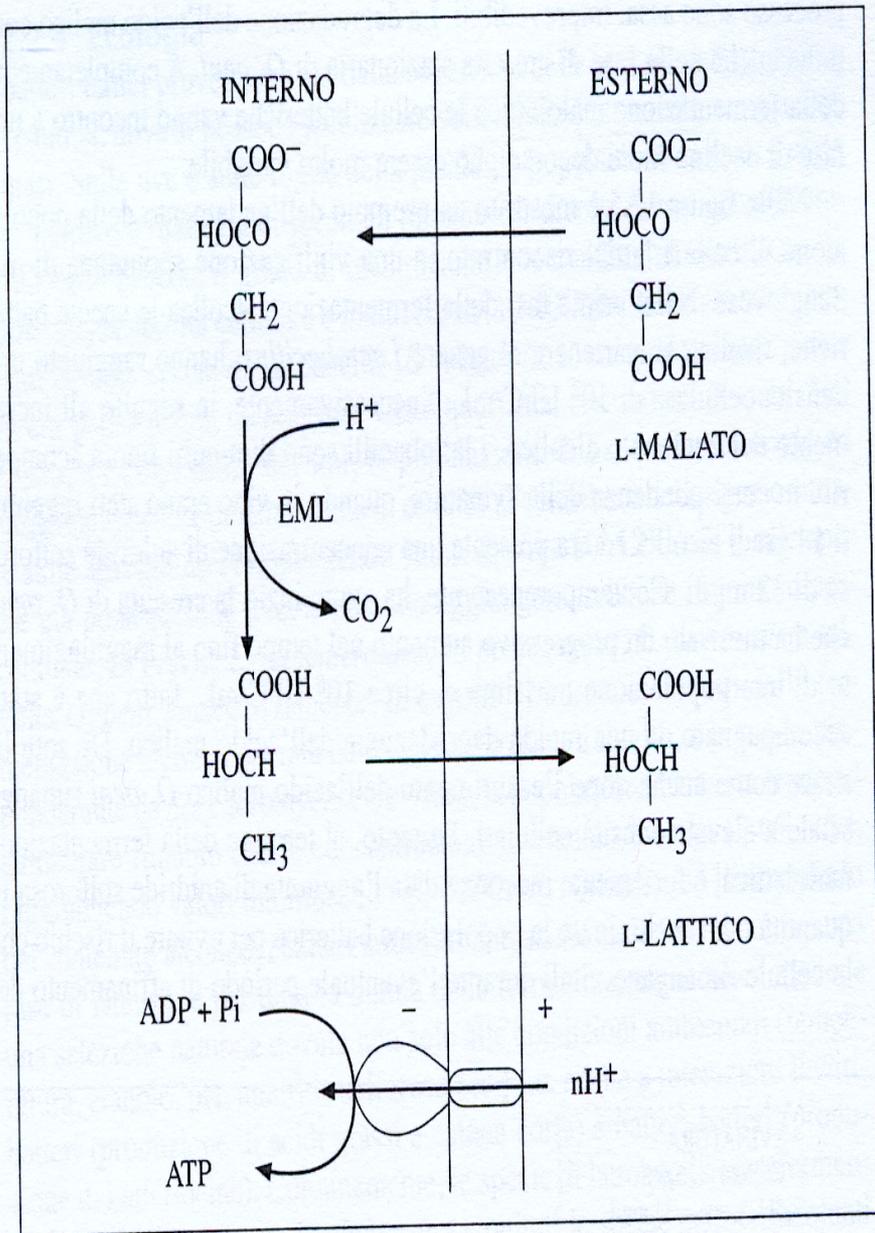
## Fermentazione malolattica

*O. oeni*  $10^5$ - $10^6$  ufc/ml (da pochi giorni a diversi mesi dopo la fermentazione alcolica)

# Fermentazione malolattica

- **Degradazione dell'acido malico** presente nei mosti e nei vini ad opera dei batteri lattici **con produzione di acido lattico e CO<sub>2</sub>**
- L'acido malico viene metabolizzato in acido lattico da:  
**l'enzima malolattico**, che decarbossila l'acido malico ad acido lattico con NAD e Mn<sup>2+</sup> come cofattori ma senza intermedi liberi





**Figura 12.6** Schema di reazione della fermentazione malolattica (EML = enzima malolattico).

**L-malato** viene convertito in **piruvato** mediante una decarbossilazione ossidativa mentre gli elettroni sono donati al **NAD<sup>+</sup>**

**Il piruvato**, che resta legato all'enzima, viene ridotto grazie al **NADH** in **L-lattato**.

# Fermentazione malolattica

- Oltre all'acido lattico si formano numerosi prodotti secondari che derivano dalle altre attività dei fermenti lattici:
  - **diacetile**
  - **acetoino**
  - **acido acetico**
  - **esteri**

# Specie capaci di svolgere la fermentazione malolattica

- ***Oenococcus oeni***: la specie più importante, per la maggiore attività e la maggiore tolleranza alle condizioni del vino.
- ***Lactobacillus plantarum***: molto attivo in altri contesti, può svolgere un ruolo minore.
- ***Lb. hilgardii***: tollera elevati gradi alcolici
- ***Lb. brevis***: eterofermentante
- ***Lb. buchneri***: simile al precedente
- ***Lb. fructivorans***: sviluppo molto lento, alta tolleranza all'etanolo.

# Effetti della fermentazione malolattica sul vino

## a. Riduzione dell'acidità

- trasformazione di un acido dicarbossilico (ac. malico) in un acido monocarbossilico e perdita di  $\text{CO}_2$

## b. Stabilità microbiologica

- rimozione del malato e di zuccheri residui, produzione di composti antimicrobici (acido lattico e batteriocine).

## c. Modificazioni delle proprietà organolettiche

- produzione di composti volatili (etile lattato, etc.) caratteristici

# Composti aromatici più importanti della MLF

- **Etile lattato**
- **acetato** ed **etile acetato**
- **Diacetile**

# Fattori che influenzano l'andamento della MLF

Condizioni limite	Parametri	Condizioni favorevoli
3,0-3,1	pH	3,2-3,4
<15	T (°C)	18-20
14	Etanolo (% v/v)	12
30	SO <sub>2</sub> tot. (mg/l)	0-<20
10	SO <sub>2</sub> lib. (mg/l)	0-<10

# Colture starter malolattiche

- Data l'importanza della MLF è opportuno controllarla con l'aggiunta di colture starter, pratica che si è diffusa in molti paesi, quali Francia, Sud America, USA, Sud Africa, Nuova Zelanda, Australia.

# Scopi dell'aggiunta di colture malolattiche

- assicurare la MLF anche in vini con pH particolarmente bassi ( $< 3,4$ ) nei quali la crescita spontanea sarebbe particolarmente difficile
- evitare la crescita di ceppi e specie indesiderate di *Leuconostoc*, *Lactobacillus* e *Pediococcus*
- migliorare le caratteristiche organolettiche del vino

- La **MLF spontanea avviene in genere al termine della fermentazione alcolica**, anche se occasionalmente può iniziare prima; ciò dipende dall'insufficiente numero di batteri malolattici nel mosto.
- Mediante l'aggiunta di un inoculo, è possibile far **avvenire contemporaneamente la fermentazione alcolica e la fermentazione malolattica**

# Vantaggi e svantaggi della fermentazione malolattica condotta contemporaneamente alla fermentazione alcolica

## Vantaggi

- Tutte le fermentazioni avvengono contemporaneamente e il vino può essere direttamente lasciato sedimentare, solfitato, filtrato ed eventualmente imbottigliato
- Anche in presenza di elevate concentrazioni di zuccheri non vengono prodotte quantità sostanziali di acetato, purchè la fermentazione alcolica sia rapida e completa

## Svantaggi

- L' elevato numero di LAB può inibire o arrestare la fermentazione alcolica, con produzioni eccessive di ac. acetico e sapori e odori sgradevoli
- Le misure per l' avvio della fermentazione alcolica non possono essere adottate
- È difficile da controllare perchè le condizioni ottimali per le due fermentazioni sono diverse

# Vantaggi e svantaggi della fermentazione malolattica condotta contemporaneamente alla fermentazione alcolica

- E' importante:
  - aggiungere il lievito contemporaneamente a *Oen. oeni*
  - usare in alternativa *Lb. plantarum*, che viene inibito quando la concentrazione di etanolo sale al di sopra del 5%: tuttavia in alcuni vini ciò è rischioso perchè l' inibizione può sopravvenire prima che la MLF sia completa
- Per evitare i problemi indicati **l' inoculo con la coltura malolattica viene in genere effettuato al termine della fermentazione alcolica**

# La quantità di inoculo da aggiungere varia molto con il tipo di vino:

- con **vini non particolarmente acidi** un **inoculo del 1% v/v** di una coltura da succo d' uva può essere sufficiente
- per **vini molto acidi** può essere necessaria una correzione del pH e un inoculo superiore (**2% v/v**)
- Se si usa come fonte di **inoculo un altro vino** che ha già subito la MLF può essere necessario arrivare al **10% v/v** e controllare accuratamente l' inoculo per la presenza di microrganismi indesiderabili (pediococchi)

# Alterazioni causate da batteri lattici

## Agrodolce:

- E' dovuta all'attività di alcuni **batteri lattici eterofermentativi**. Si verifica in vini rossi dolci per fermentazione degli zuccheri con produzione di acido acetico ed acido lattico e **riduzione del fruttosio a mannitolo** (che conferisce il sapore dolce), oltre ad intorbidamento del vino.

# Alterazioni causate da batteri lattici

## Filante o grassume

- causato dalla presenza di polisaccaridi prodotti da *Leuconostoc* a partire da fruttosio o glucosio, che determinano un aspetto viscido o oleoso del vino.

## Gusto di topo

- alterazione rappresentata da un odore che ricorda l'urina di topo o l'acetamide, dovuta all'attività di batteri lattici eterofermentativi e a lieviti quali *Brettanomyces*.

# Alterazioni causate da batteri lattici

## Degradazione degli acidi organici

### Degradazione dell'acido tartarico (girato o cerchione)

caratterizzato da torbidità, produzione di CO<sub>2</sub> e notevoli quantità di acido acetico. E' dovuto soprattutto alla fermentazione di acido tartarico, anche se si riducono l'acido malico e l'acido lattico. Può comparire acido propionico.

### Degradazione dell'acido sorbico (nota di geranio)

L'acido sorbico è aggiunto ai vini dolci come antifermantativo. Esso non ha influenza però sui batteri lattici che lo degradano a sorbinolo  $\longrightarrow$  3,5-esadiene-2-olo  $\longrightarrow$  2-etossies-3,5-diene che produce la nota di geranio.



# I batteri acetici

# I batteri acetici

Sono fra i principali agenti delle alterazioni del vino, dove causano **spunto** o **acescenza** per ossidazione dell'etanolo (prodotto dai lieviti) ad acido acetico.

## Caratteristiche:

- bastoncelli **Gram negativi**
- non sporigeni
- mobili o immobili
- **aerobi stretti**
- **mesofili**
- ossidano etanolo ad acido acetico a pH neutri o acidi.

# I batteri acetici

- Normalmente presenti sui grappoli (specialmente se danneggiati e in cantina) anche se le specie *Acetobacter aceti* e *A. pasteurianus* tendono a prevalere su quelle del genere *Gluconobacter*.
- Per il loro controllo sono importanti la qualità dell' uva, la solfitazione e la protezione del mosto o del vino dall' ossigeno.

# I batteri acetici

I generi importanti in enologia sono:

- ***Acetobacter*** (le specie più importanti sono ***A. aceti*** e ***A. pasteurianus***) è caratterizzato dalla capacità di ossidare lattato ed acetato a CO<sub>2</sub>
- ***Gluconobacter oxydans*** si distingue per la flagellazione polare e l'incapacità di ossidare acetato e lattato.
- ***Gluconacetobacter*** (di recente acquisizione):  
***Ga. xylinus*** (prima *A. xylinus*)

# Caratteristiche dei batteri acetici di interesse enologico

- **Mesofili** (optimum a 25-30°C e minimo a circa 5°C)
- Poco tolleranti alla SO<sub>2</sub>
- **Tolleranza all' etanolo variabile**
- Crescono meglio a pH 5-6 (possono crescere anche al pH del vino, anche se pH < 3,2 li inibiscono)
- Hanno **esigenze nutrizionali** abbastanza **semplici**

# Alterazioni causate dai batteri acetici

- ❖ **aumento dell'acidità volatile** (produzione di acido acetico)
- ❖ **spunto d'aceto o acescenza** (presenza di etilacetato, un estere prodotto a fine fermentazione in seguito all'accumulo di acetil-CoA e in presenza di etanolo)
- ❖ la presenza di **acido acetico rallenta o blocca** l'attività fermentativa dei lieviti e malolattica dei batteri lattici

# Muffe

- *Botrytis cinerea*
- *Aspergillus*
- *Penicillium*

# Muffe

Genere	Caratteristiche	Azioni sul vino
<i>Bot. cinerea</i>	Incremento concentrazione zuccherina e debole aumento del pH, produzione di acido gluconico e acetico	Danni sulla qualità
<i>Aspergillus</i> <i>Penicillium</i>	Aumento composti fenolici,, produzione di micotossine (ocratossina A)	Alterazioni organolettiche, rischio per la salute