



Università degli Studi di Torino
Facoltà di Farmacia

Vino II parte

Corso di Chimica Bromatologica
Corso di Chimica degli Alimenti



U1

Definizione di vino, principali uve da vino in Italia ed all'estero. Caratteristiche botaniche e fenologiche di *Vitis vinifera* e composizione chimica del frutto.

U2

Composizione chimica del mosto: zuccheri, acidi organici, macro e microelementi, proteine ed aa, alcoli e carboidrati, fenoli (antocianine, flavan-3-oli, tannini condensati ed idrolizzabili, acidi fenolici, flavanoli e prodotti di copigmentazione).

U3

Aroma del vino: aromi primari, secondari e terziari.

U4

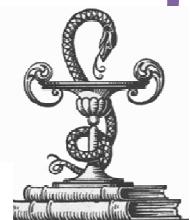
Fermentazioni: fermentazione alcolica, malo-lattica, malo-alcolica, glicero-piruvica. Approfondimento sui microrganismi responsabili della fermentazione alcolica e delle peculiarità metaboliche nei processi di vinificazione.

U5

Cenni di tecnologia: vinificazione in rosso, vinificazione in bianco, macerazione carbonica e vinificazioni speciali – champenoise e metodo Martinotti). Solfitazione, chiarifica, stabilizzazione.

U6

Cenni di legislazione: denominazioni e disciplinari.



1. Fermentazione alcolica

Forma etanolo ed anidride carbonica a partire dal glucosio

2. Fermentazione glicero-piruvica

Seguita dall'8% delle molecole di glucosio del mosto, porta alla formazione di glicerina a partire dal diossiacetonefosfato intermedio della fermentazione alcolica

3. Fermentazione malolattica

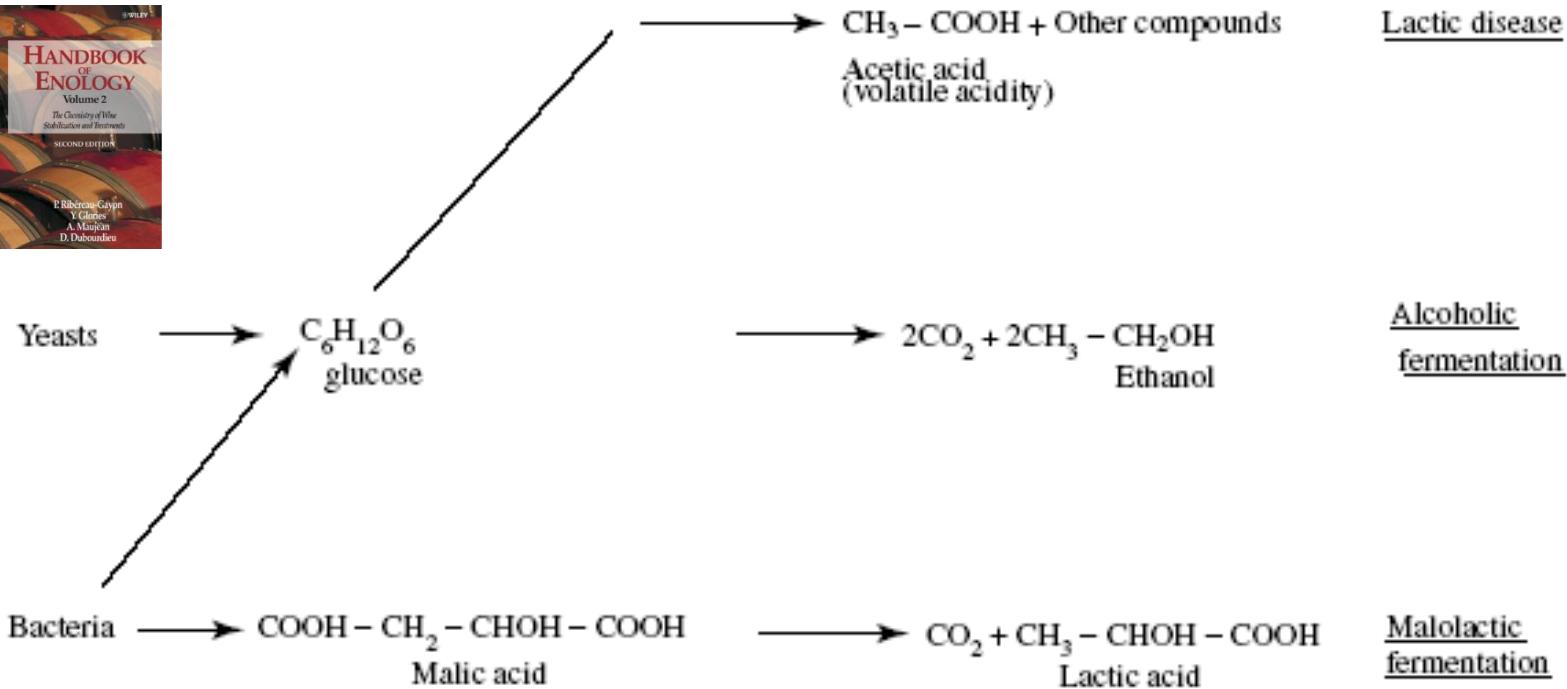
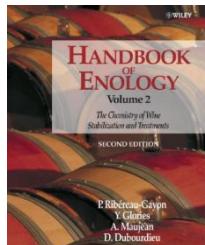
Porta alla formazione di acido lattico a partire dall'acido malico con conseguente aumento del pH del mosto (*Leuconostoc oenos*)

4. Fermentazione maloalcolica

Porta alla formazione di etanolo a partire dall'acido malico che in una prima fase viene trasformato in ac. Piruvico il quale seguirà poi la fermentazione alcolica

Fermentazioni

U4

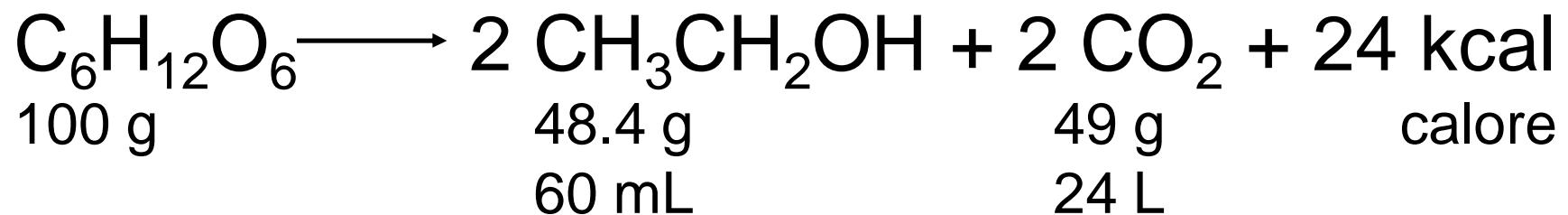


Fermentazioni

U4

1. Fermentazione alcolica:

è la trasformazione degli zuccheri del mosto in alcol etilico, anidride carbonica ed altri componenti secondari ad opera di funghi unicellulari appartenenti per lo più al genere *Saccharomyces* e *Kloeckera*.



Lieviti passano dalla buccia degli acini al mosto, il processo fermentativo avviato dagli apiculati (*Kloeckera apiculata*, bassa produzione di etanolo e elevata produzione di composti volatili), proseguita da ellittici (*Saccharomyces cerevisiae*) e terminata dagli oviformi

Fermentazioni

U4

1. Fermentazione alcolica:

Prima fase (8-10 ore): in presenza di O₂ consumo di glucosio per accrescimento

Terminato ossigeno, fase di fermentazione alcolica (Embden-Meyerhoff-Parnas)

Prodotti secondari: glicerolo (3-4% zuccheri), acido succinico, piruvico, acetico, formico, aldeide acetica, 2,3-butandiolo

*Altri: alcoli superiori quali 3-metil-1-butanolo (alcool isoamilico), 2-metil-1-butanolo (amilico), isobutanolo, n-propanolo
MeOH dall'idrolisi delle pectine*

La fermentazione alcolica nei mosti avviene ad opera dei lieviti presenti naturalmente nelle uve:

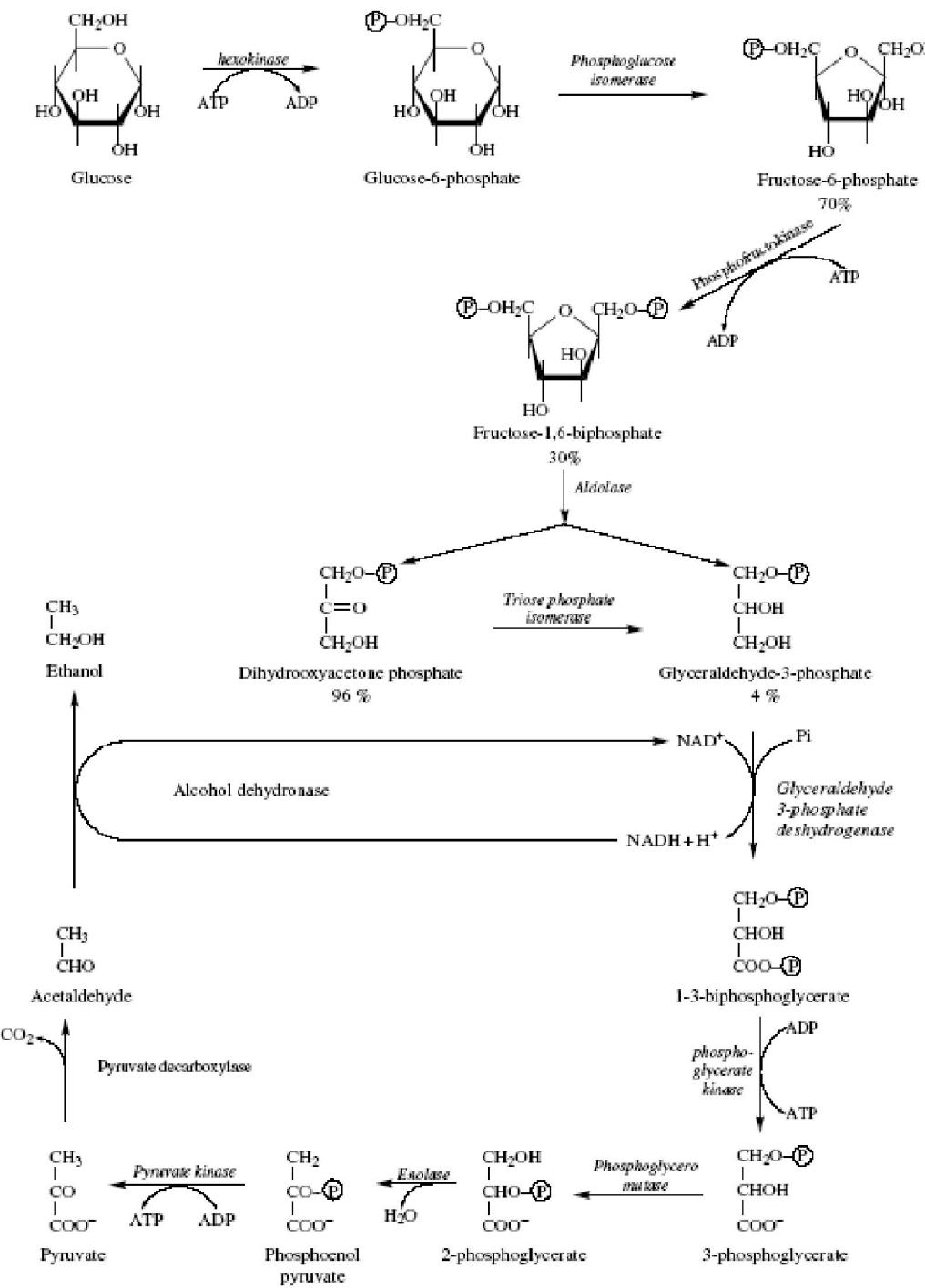
Lieviti sporigeni: generi *Schizosaccharomyces*, *Saccharomyces*, *Hanseniaspora*

Lieviti asporigeni: generi *Candida* e *Kloeckera*

Forme cellulari: sferica (*Saccharomyces rosei*), tondeggianti (*S. cerevisiae*), ellittica (*S. ellipsoideus*) e apiculata (*Kloeckera*, *Hanseniaspora*)

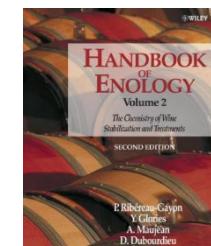
Attività influenzata da:

- ✓ Temperatura: optimum 25°C (min. 5-7°C, max. 40°C)
- ✓ Ossigeno: benefico per la riproduzione, ostacola la fermentazione.
- ✓ Tenore zuccherino: saccaromiceti tollerano fino al 30% di contenuto glucidico, mosti concentrati (50-70%) sono fermentescibili.
- ✓ Alcool etilico: apiculati più sensibili (*Kloeckera apiculata* 5%, *K. magna* fino al 12%), saccaromiceti più resistenti (*Ellipsoideus* 13%, *oviformis* 17-18%)
- ✓ CO₂: inibente ad alte concentrazioni
- ✓ Acidi: acetico antifermentativo e fungistatico, Antisettici: SO₂
- ✓ Presenza di nutrienti: aa e azoto disponibile.



Fermentazione alcolica

**schema riassuntivo
del metabolismo del
glucosio
(fermentazione
alcolica) dei lieviti.**



Fermentazioni

U4

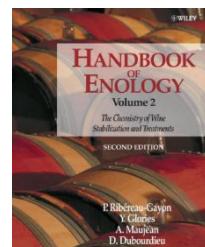
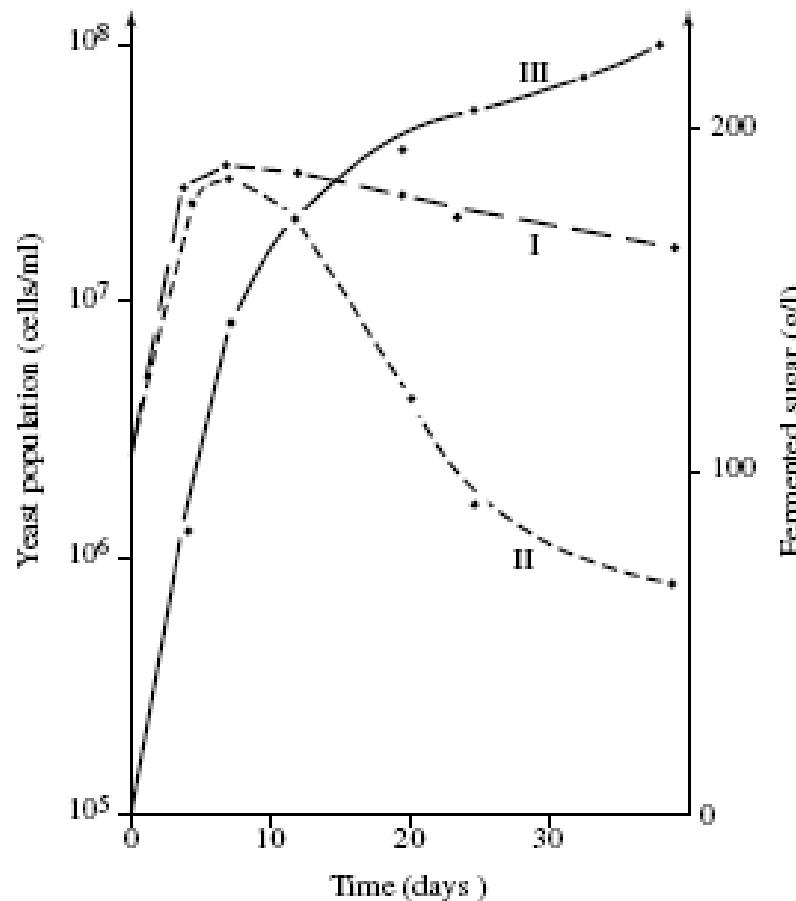


Fig. 3.2. Yeast growth cycle and fermentation kinetics of grape must containing high sugar concentrations (320 g/l) (Lafon-Lafourcade, 1983). (I) Total yeast population. (II) Viable yeast population. (III) Fermented sugar

Fermentazioni

U4

1. Fermentazione alcolica

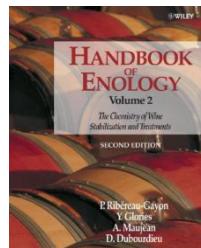
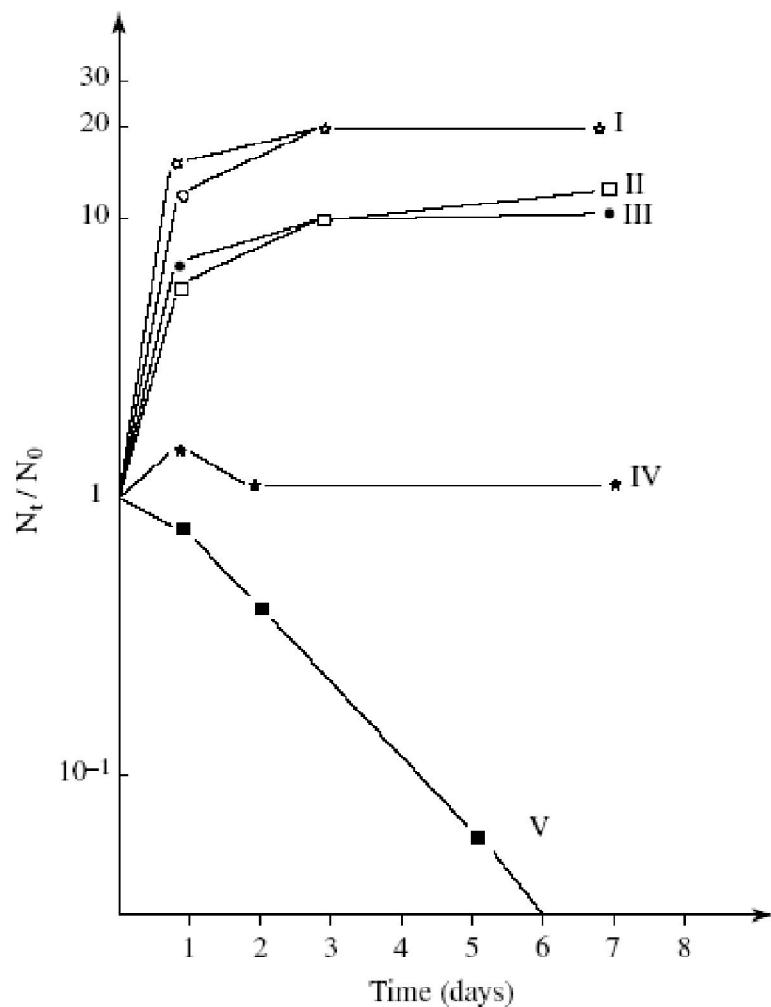
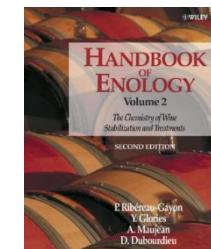


Fig. 3.7. Evolution of *Saccharomyces cerevisiae* population in fermenting media containing different alcohol concentrations ($A = 1.7\% \text{ vol.}$; $B = 7.0\% \text{ vol.}$; $C = 9.5\% \text{ vol.}$, obtained by fermentation or alcohol additions) (Geneix *et al.*, 1983). N_t = cell count at time t ; N_0 = cell count at start (approximately 10^7 cells/ml). (I) non-fermented media A and B. (II) non-fermented medium C. (III) pre-fermented medium A. (IV) pre-fermented medium B. (V) pre-fermented medium C

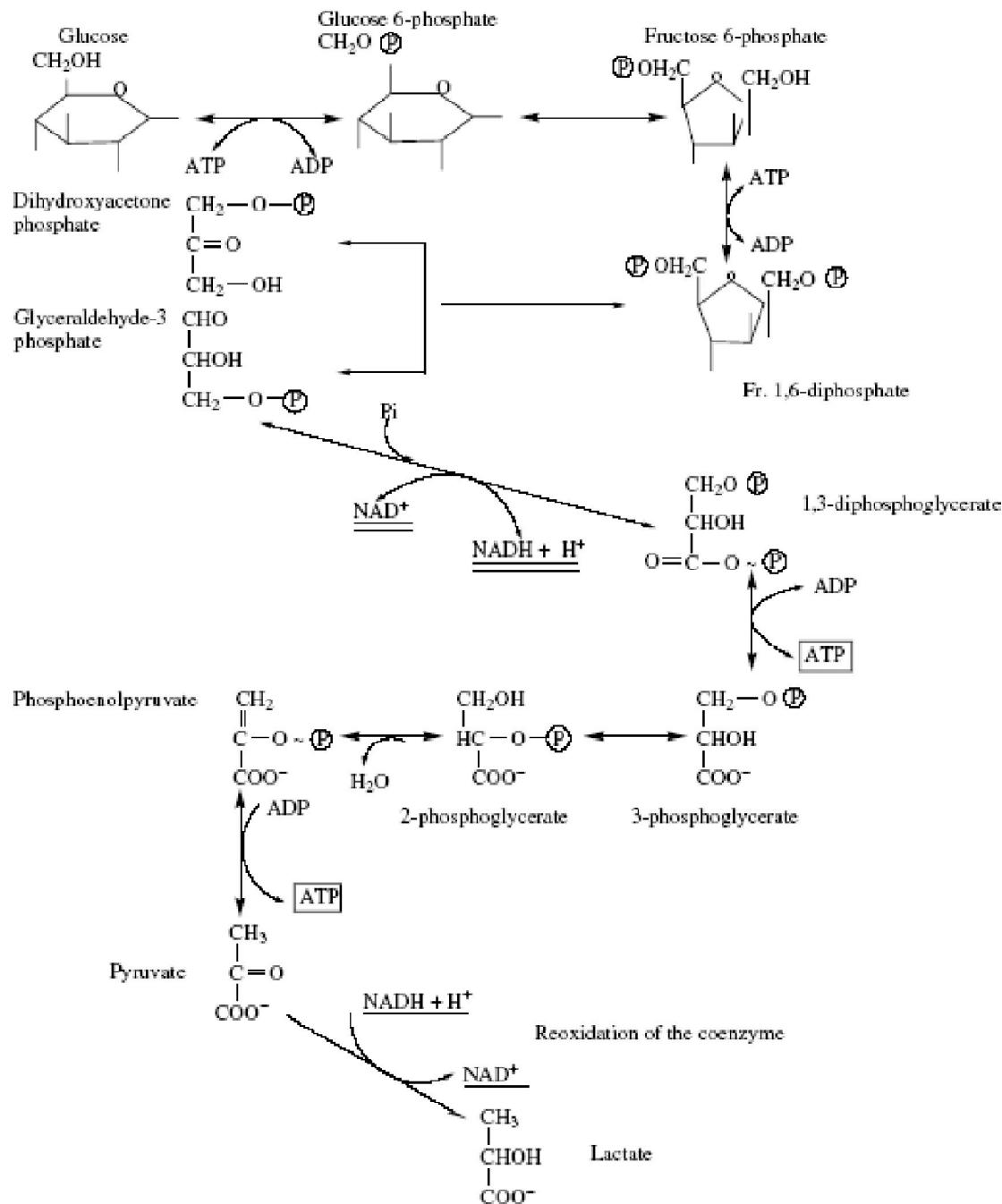
Accanto all'attività metabolica dei lieviti si osserva il contributo dei batteri lattici. Essi sono naturalmente presenti nelle uve e appartengono ai generi *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc*. In funzione del metabolismo prevalente vengono classificati in omofermentanti (ac. lattico prodotto prevalente) oppure etero-fermentanti.

Table 4.3. List of the most widespread lactic acid bacteria species in grape must and wine

Lactobacilli	Facultative heterofermenters (Group II)	<i>Lactobacillus casei</i> <i>Lactobacillus plantarum</i>
	Strict heterofermenters (Group III)	<i>Lactobacillus brevis</i> <i>Lactobacillus hilgardii</i>
Cocci	Homofermenters	<i>Pediococcus damnosus</i>
		<i>Pediococcus pentosaceus</i>
	Heterofermenters	<i>Leuconostoc oenos</i> (<i>Oenococcus oeni</i>) <i>Leuconostoc mesenteroides</i> <i>subsp. mesenteroides</i>



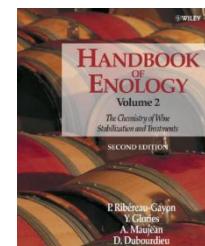
Come per i lieviti, temperatura, concentrazione dei substrati e tenore di O₂ sono fattori importanti nello sviluppo e nell'attività metabolica di questi batteri.

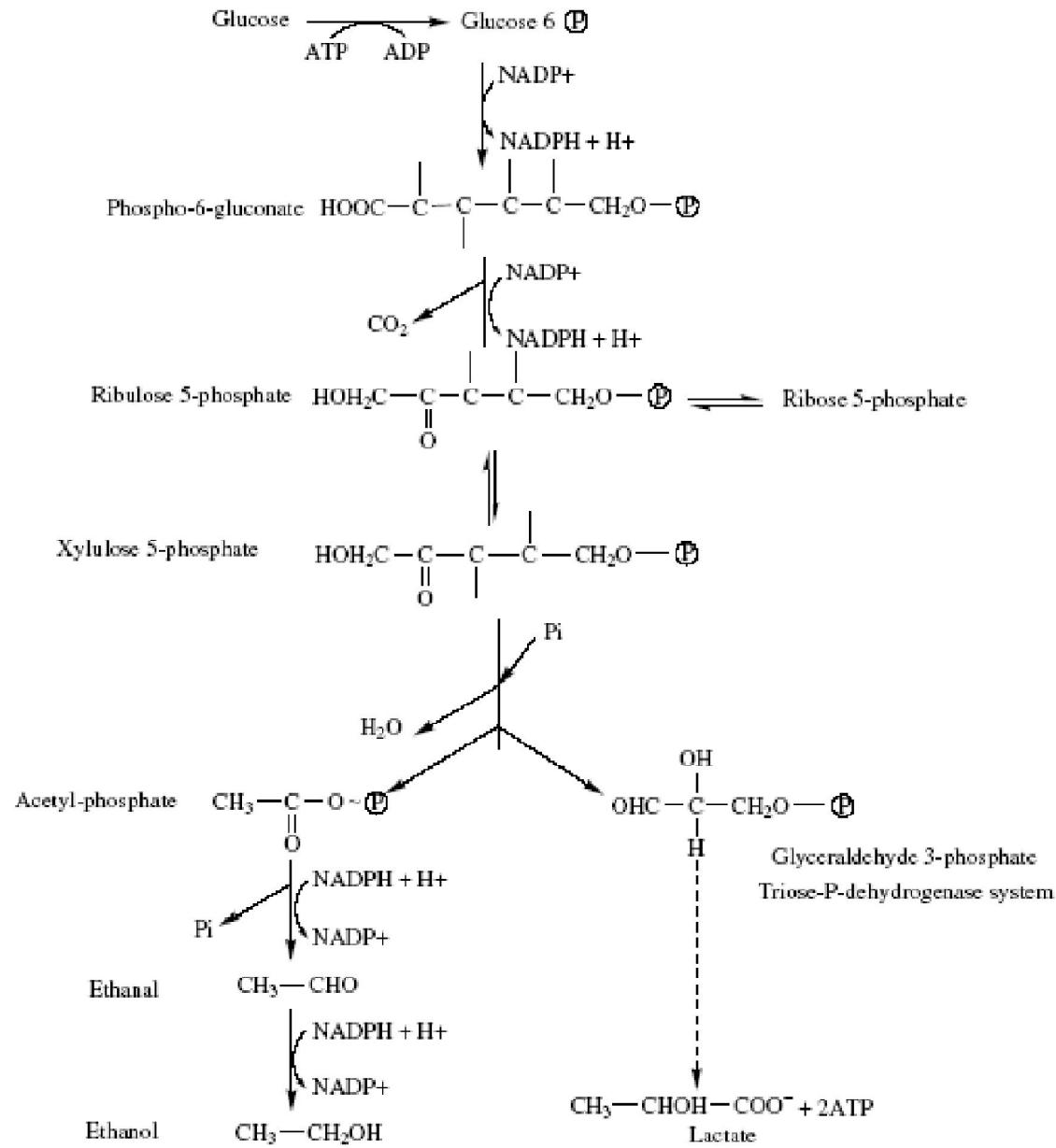


1. Metabolic pathway of glucose fermentation by homolactic bacteria

Fermentazione lattica

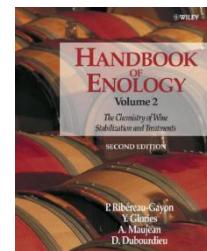
**schema riassuntivo
del metabolismo del
glucosio
(fermentazione lattica)
dei batteri lattici
omofermentanti.**





Fermentazione alcolica

**schema riassuntivo
del metabolismo del
glucosio
(fermentazione etero-
lattica) dei batteri
lattici etero-
fermentanti.**



5.2. Metabolic pathway of glucose fermentation by heterolactic bacteria (pentose phosphate pathway)

Fermentazioni

2. Fermentazione glicero-piruvica

Nelle prime fasi della fermentazione alcolica il NADH₂ che si forma nell'ossidazione della gliceraldeide-3P deve ri-ossidarsi per permettere alla glicolisi di proseguire. La ri-ossidazione avviene a spese del diossiacetonP, che viene ridotto a glicerofosfato e quindi idrolizzato a glicerina.

Se si considera una quantità di glicerina nel vino pari a 8 g/l, riscontrata in corrispondenza a 100 gr di alcol (~12°), circa l'8% delle molecole di zucchero seguono la fermentazione glicero-piruvica e il 92% la fermentazione alcolica. L'acido piruvico è all'origine di tutta una serie di prodotti secondari.

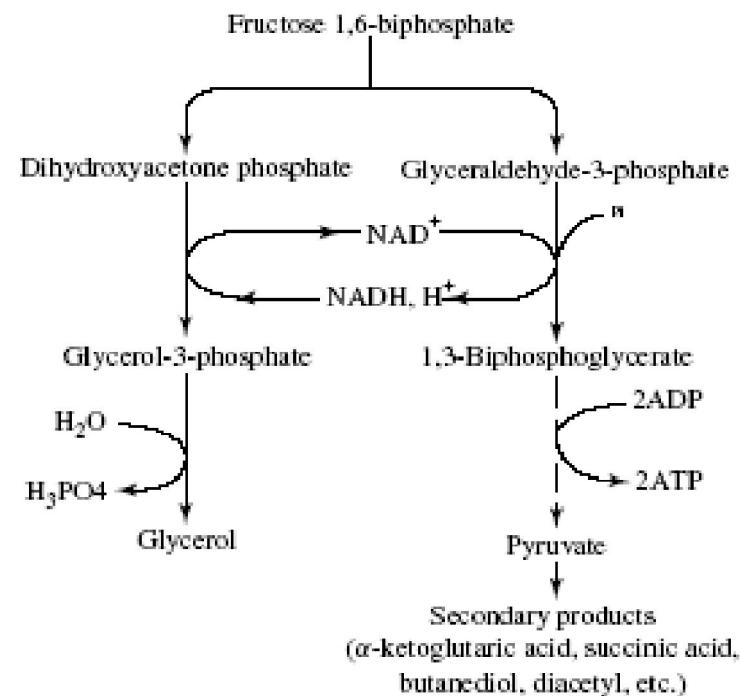
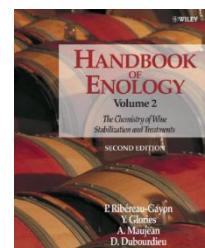
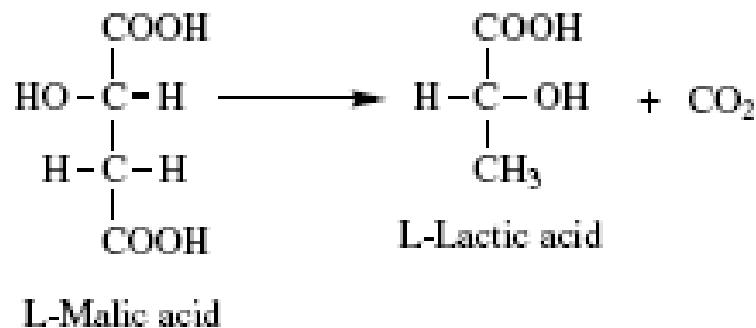


Fig. 2.5. Glyceropyruvic fermentation pathway

Fermentazioni

3. Fermentazione malolattica

La trasformazione dell'acido malico in acido lattico può essere globalmente descritto dalla seguente reazione:



L'acido malico (acido sensorialmente più aggressivo) viene trasformato in un acido mono-carbossilico (riduzione di 1 eq ac./mol) più "morbido"; la CO₂ che si forma contribuisce invece alla effervescenza.

La fermentazione malo-lattica completa il bouquet sensoriale di un vino, ammorbidendolo; i microrganismi responsabili sono principalmente i batteri lattici (*Leuconostoc oenos*, meno importante il contributo dei lieviti).

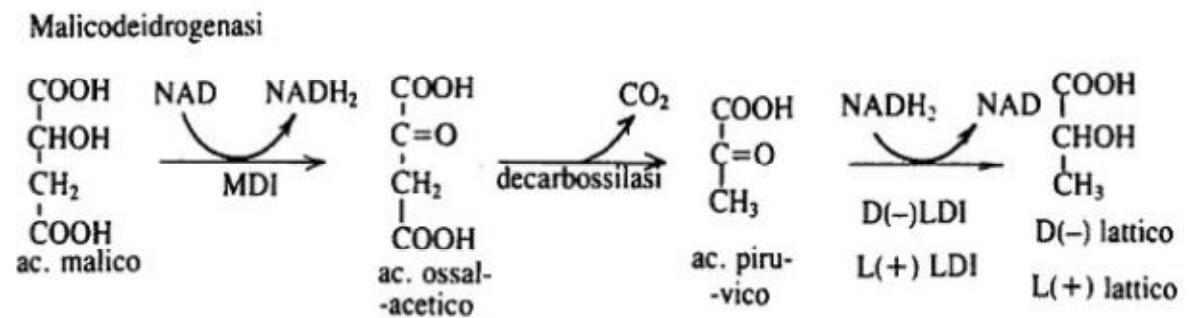
Fermentazioni

3. Fermentazione malolattica

Dal punto di vista energetico la fermentazione malolattica non libera energia in quanto si ha il distacco sottoforma di CO_2 di un atomo di carbonio già al suo massimo grado di ossidazione. E' una reazione endoenergetica, ovvero non produce energia utile per la cellula, la quale deve procurarsi l'energia necessaria dagli zuccheri presenti nel mezzo: non si tratta quindi di una vera e propria fermentazione. Gli enzimi coinvolti sono la malico deidrogenasi, l'enzima malico (che porta aprima alla formazione di ac.piruvico) e in alcune specie l'enzima malo-lattico responsabile della conversione diretta in ac. lattico del substrato.

Enzima Malico-deidrogenasi

Tale enzima ha un'ottima attività in ambiente acido e la sua produzione non è inibita da grandi quantità di glucosio.

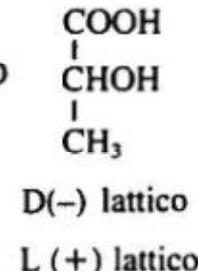
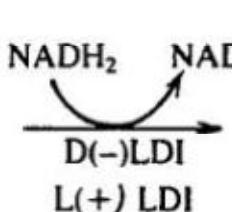
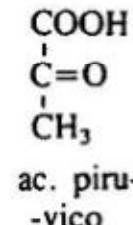
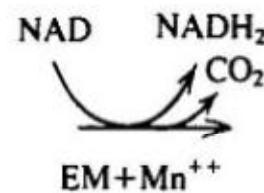
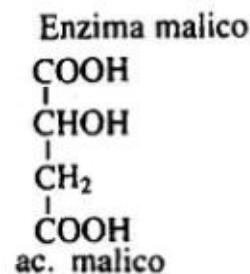


Fermentazioni

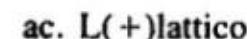
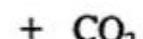
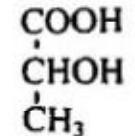
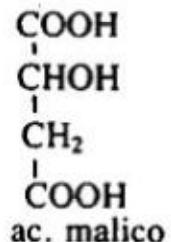
3. Fermentazione malolattica

L'enzima malico, porta alla formazione di acido piruvico, mentre per passare all'acido lattico occorre l'intervento della lattico-deidrogenasi.

Enzima Malico



Enzima malolattico



Enzima Malolattico

Fermentazioni

4. Fermentazione malo-alcolica

L'acido malico del mosto diminuisce durante la fermentazione alcolica dal 10 al 25% a seconda della specie di lievito; questa demolizione avviene in misura maggiore a pH bassi e si annulla a pH 5. Nella degradazione interviene l'enzima malico, in presenza di ioni manganosi, che trasforma l'acido malico in acido piruvico, il quale poi segue la fermentazione alcolica.

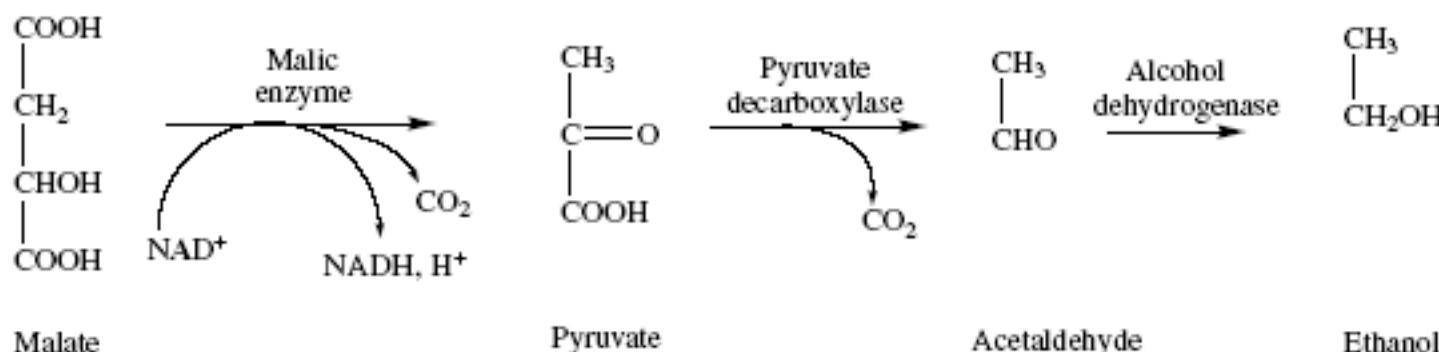
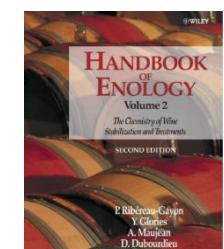


Fig. 2.19. Decomposition of malic acid by yeasts during alcoholic fermentation



Riguarda normalmente (*Saccharomyces cerevisiae*) il 10 -20% dell'acido malico (max 40%). Soltanto *Schizosaccharomyces* (pombe, *malidevorans*, *Japonicus*) possono arrivare al 100%.

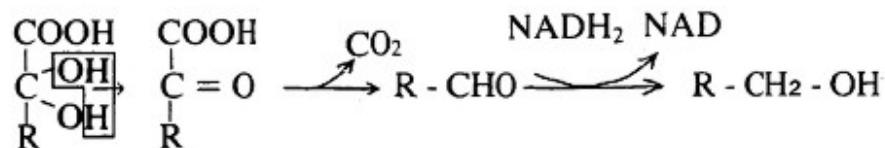
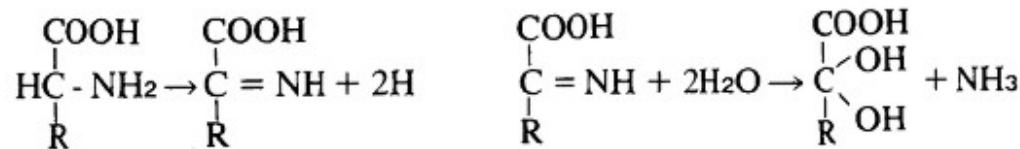
Fermentazioni

Formazione dei prodotti secondari: alcoli superiori

I principali alcoli superiori prodotti sono:

- ✓ propanolo(da 20 a 40 mg/l),
- ✓ alcol isobutilico(80 mg /l),
- ✓ alcol isoamilico (175 mg/l)
- ✓ alcol amilico (100 mg /l)

Il lievito sintetizza solo i quattro chetoacidi precursori corrispondenti ossia: α -chetobutirrico, α -chetoisivalerianico, α -chetoisocapronico e α -cheto- β -metil valeranico a partire dai corrispondenti aa.

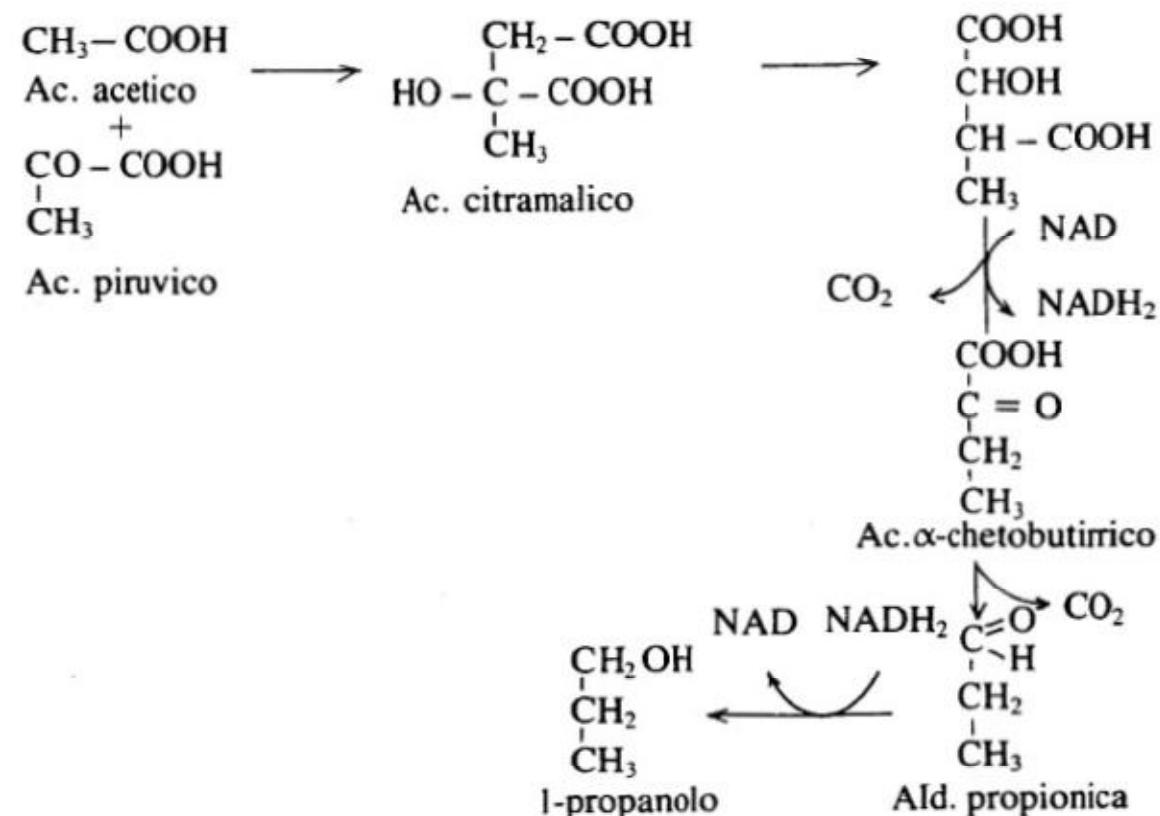


Fermentazioni

Formazione dei prodotti secondari: alcoli superiori

I chetoacidi che portano alla formazione degli alcoli superiori, si possono ottenere, oltre che per de-amminazione degli amminoacidi, anche dall'acido piruvico formatosi durante la glicolisi.

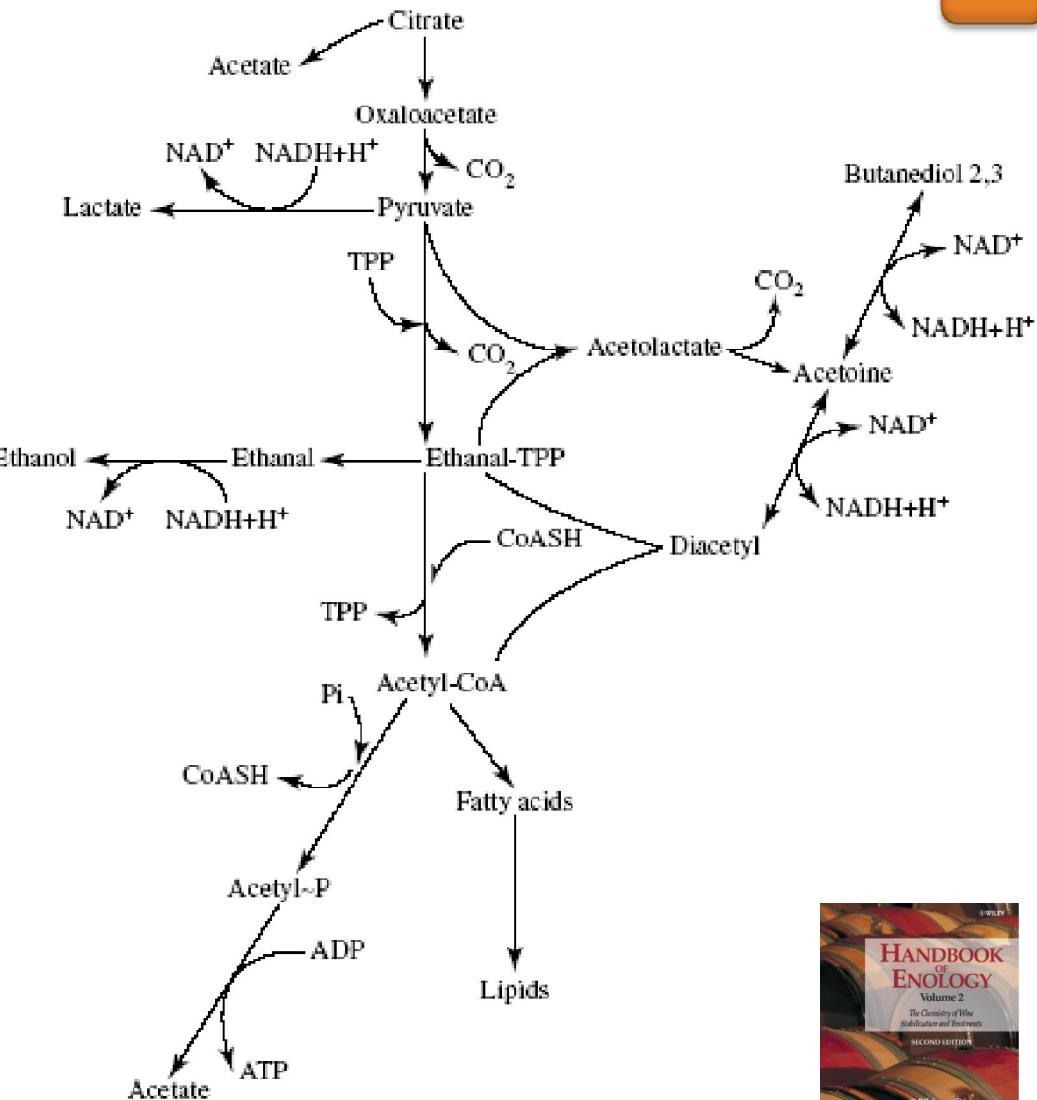
La contemporanea presenza di entrambi i meccanismi, è la spiegazione per cui non c'è una diretta corrispondenza fra il tenore in amminoacidi nel mosto e alcoli superiori riscontrati nei vini.



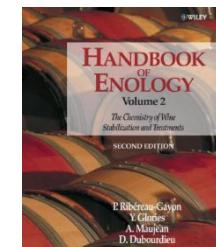
Fermentazioni

Formazione dei prodotti secondari: alcoli superiori

Metabolismo dell'acido citrico in *Oenococcus oeni*.



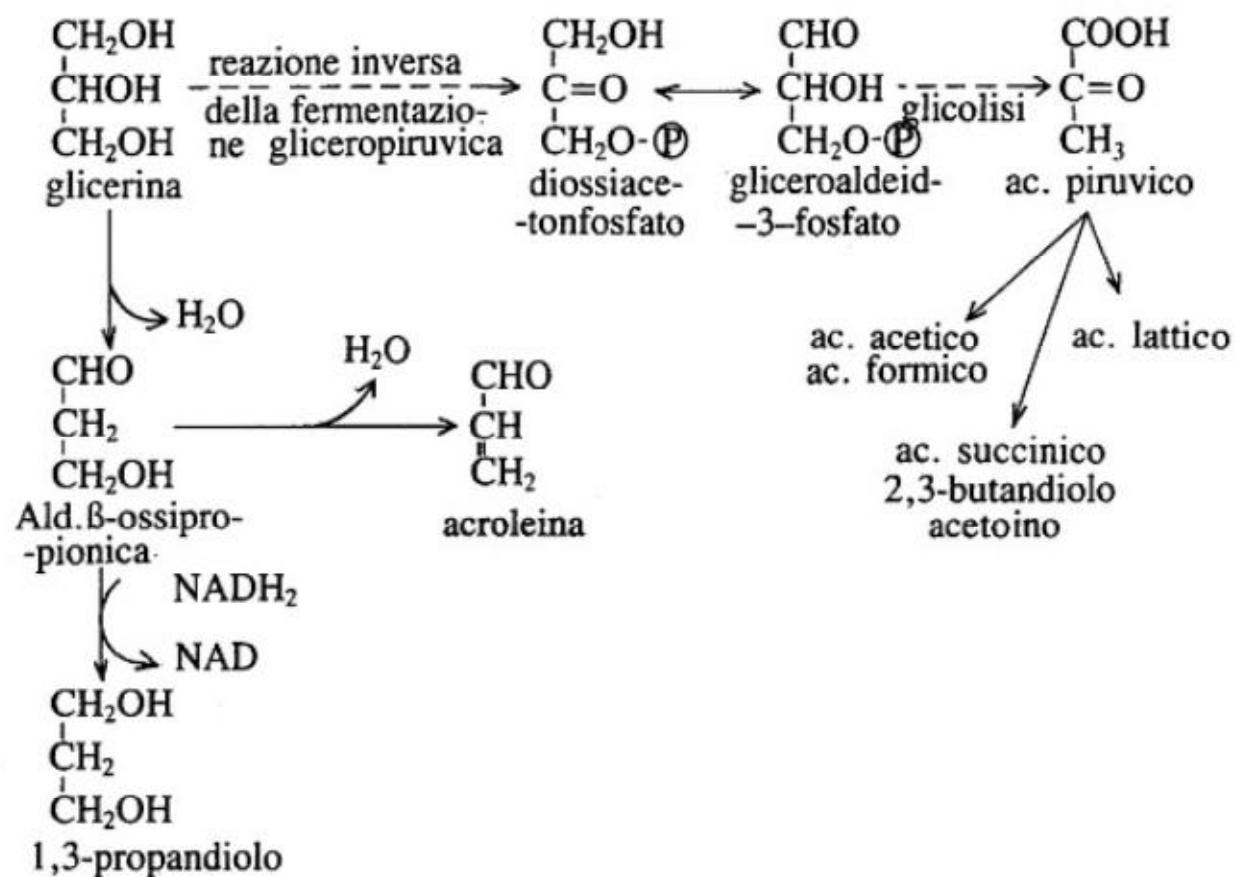
Metabolic pathway for citric acid degradation by lactic acid bacteria



Fermentazioni

Degradazione batterica della glicerina

Raramente i batteri attaccano la glicerina, e nel caso in cui ciò avvenga i vini assumono un sapore amaro dovuto a dei prodotti della reazione che avviene fra polifenoli e acroleina che deriva appunto dalla glicerina. Durante la decomposizione della glicerina si possono inoltre formare alcune molecole di 1,3-propandiolo, la cui presenza non sembra però essere dimostrata nei vini alterati.



Demolizione batterica della glicerina

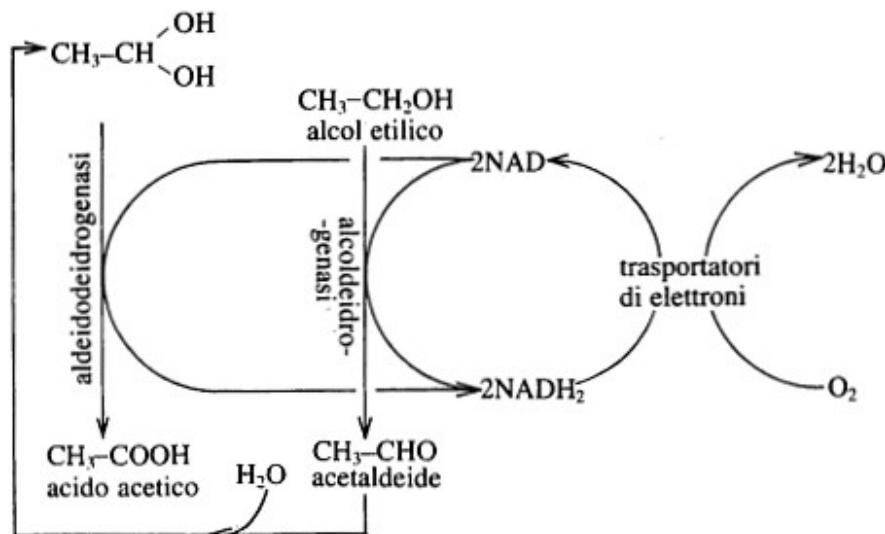
Fermentazioni

Fermentazione acetica dell'alcool

In presenza di ossigeno, ovvero in aerobiosi, i batteri attaccano l'alcol producendo acido acetico

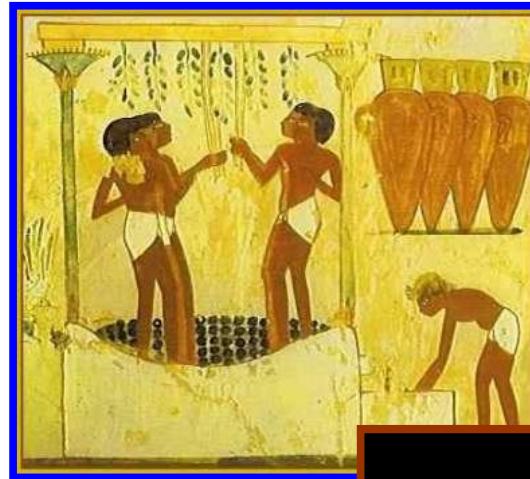


Durante questa trasformazione si ha il passaggio intermedio attraverso l'acetaldeide con l'intervento di due deidrogenasi collegate al NAD: un'alcol-deidrogenasi e un'aldeido-deidrogenasi



Dei due complessi enzimatici che adottano questo meccanismo uno è solubile, e si trova nell'estratto acquoso dopo disgregazione delle cellule batteriche, l'altro rimane fissato alla membrana citoplasmatica della cellula.

Vinificazione



Vinificazione in rosso

Vinificazione in bianco

Vinificazioni speciali

Macerazione carbonica

Metodo Classico - Champenoise

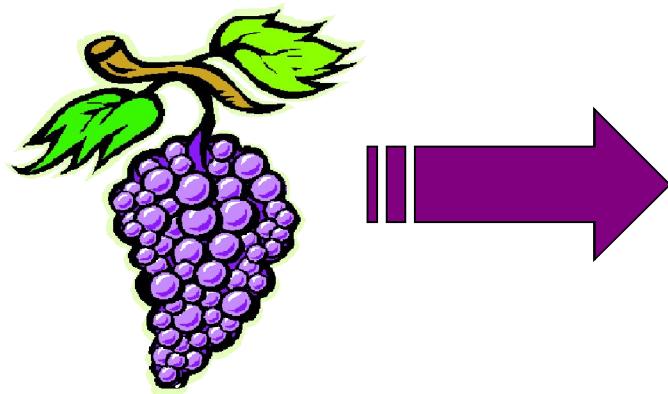
Metodo Charmat - Martinotti

Vinificazione

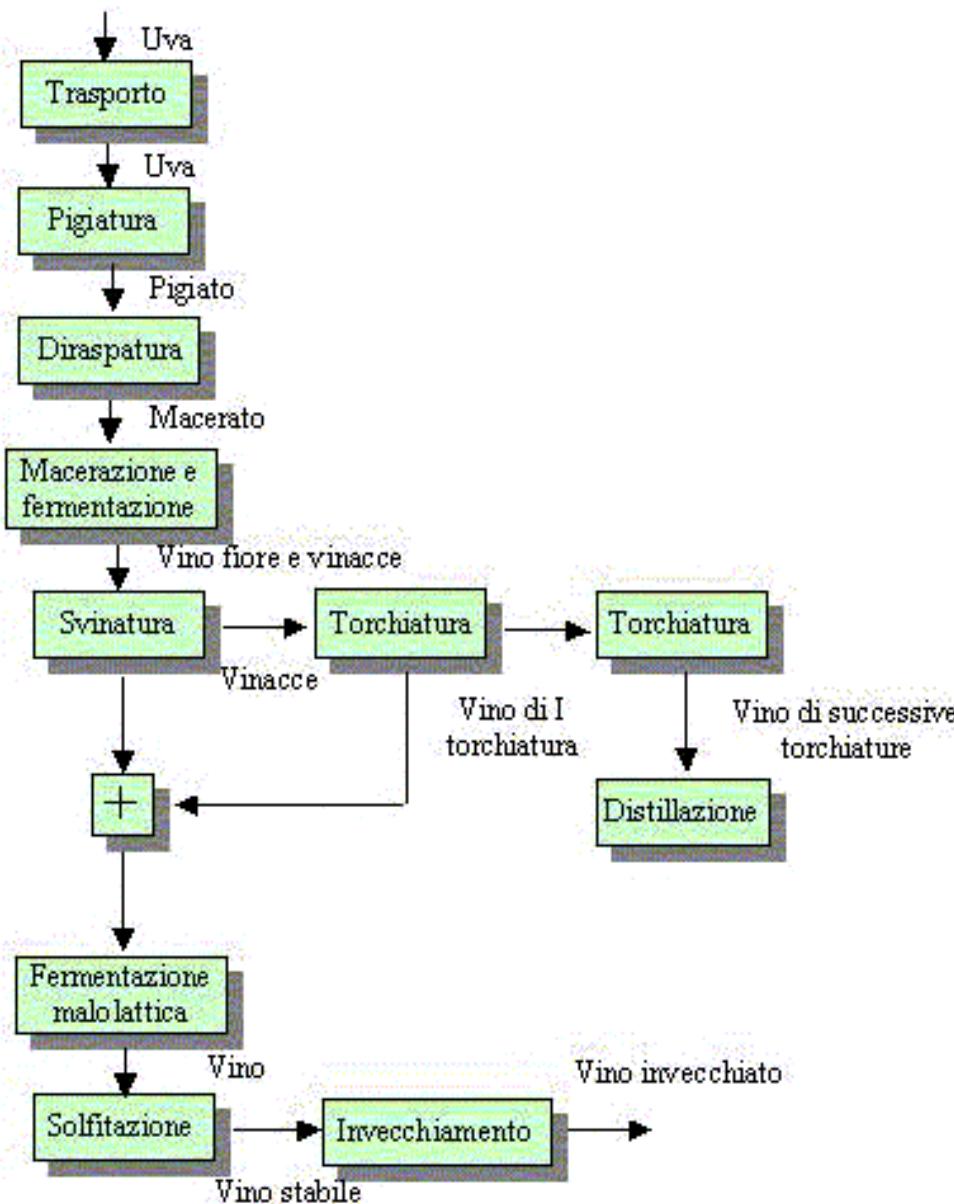
Vinificazione in rosso

La vinificazione in rosso, secondo la procedura tradizionale, comporta quattro fasi:

- ✓ Trattamenti meccanici dell'uva: pigiatura, diraspatura, riempimento dei tini di fermentazione.
- ✓ Fermentazione alcolica e macerazione.
- ✓ Operazioni meccaniche sul vino: rimontaggio, follatura, svinatura e torchiatura.
- ✓ Fermentazione malolattica.



Vinificazione



Vinificazione in rosso

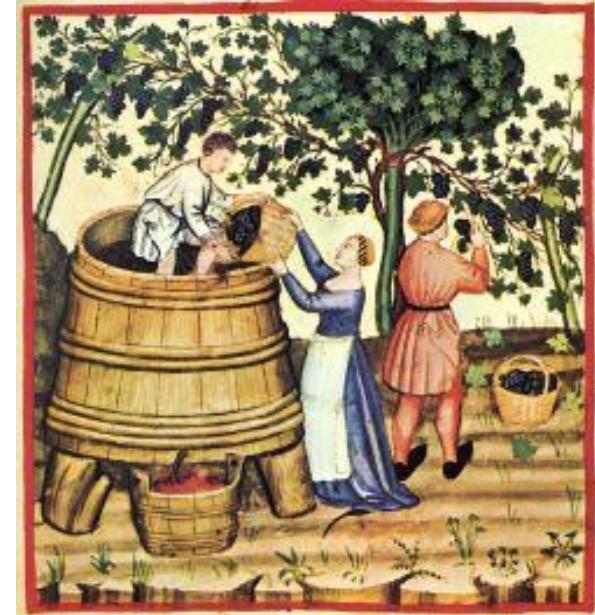
I principali “ambienti” della Cantina

- ✓ Postazione per il ricevimento delle uve (generalmente all'esterno)
- ✓ Locale di fermentazione (tinaia)
- ✓ Locale di lavorazione e conservazione
- ✓ Locale di invecchiamento (fustaia)
- ✓ Locale di imbottigliamento
- ✓ Locale di conservazione del vino in bottiglia-bottiglieria

Vinificazione

Vinificazione in rosso

Il processo di **pigiatura**, noto anche come **ammostatura**, ha come scopo quello di rompere la buccia, e di liberare il succo e la polpa. Il prodotto di tale operazione è detto pigliato.



L'uva viene solo **lievemente pigiata** al fine di evitare la lacerazione di raspi e vinaccioli, responsabili della formazione di abbondanti fecce. Si preferisce aumentare la durata della macerazione anziché il grado di pigiatura del mosto.

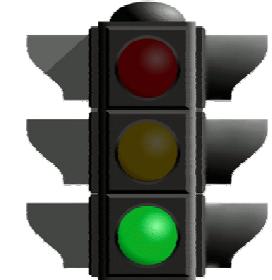
La pigiatura è seguita dalla **diraspatura** che consiste nell'eliminazione dei raspi dal pigliato. L'utilizzo di macchine particolari, dette pigiodiraspatici, consente di eseguire simultaneamente i processi di pigiatura e diraspatura.

Vinificazione

Vinificazione in rosso

L'operazione di **diraspatura** presenta alcuni vantaggi:

- ✓ Riduzione del volume del pigiato (< 30% circa).
- ✓ Il succo dei raspi, ricco di potassio, può conferire al prodotto finale un sapore erbaceo ed astringente.
- ✓ I raspi modificano la composizione del vino, in quanto contengono grosse quantità d'acqua e piccole quantità di zucchero. Ciò si traduce in un annacquamento del vino.
- ✓ I raspi assorbono alcool ed altre sostanze gli antociani, responsabili della colorazione del vino. Il vino prodotto senza diraspare è più chiaro rispetto ad uno prodotto con diraspatura.



Gli svantaggi della **diraspatura** sono:

- ✓ I raspi favoriscono, una buona **termoregolazione**: l'acqua contenuta in essi, infatti, limita l'innalzamento della temperatura che si ha durante la fase di fermentazione.
- ✓ I raspi favoriscono **l'areazione** del mosto, contenendo molto ossigeno che è un elemento essenziale per una corretta condotta della fase di macerazione e fermentazione.

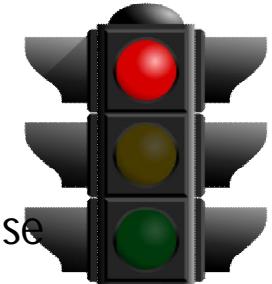


Table 12.1. Influence of different parts of the grape cluster on phenolic compounds and wine color (Malbec, fermentation at 25°C, vatting time 10 days) (Ribéreau-Gayon *et al.*, 1976)

Component	Juice	Juice + skins	Juice + skins + seeds	Juice + skins + seeds + stem
Color^a:				
Intensity	—	1.81	1.40	1.17
Tint	—	0.39	0.43	0.48
Anthocyanins (g/l)	—	0.98	0.94	0.85
Tannins (g/l)	—	1.75	2.55	3.25
Total phenolic compounds (permanganate index)	5	32	47	56

^aIntensity = OD 420 + OD 520

Tint = OD 420/OD 520

(OD 420 and OD 520 = optical density, under 1 mm thickness, at 420 nm and 520 nm).

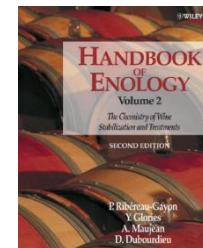


Table 12.2. Influence of stem on wine composition (Ribéreau-Gayon *et al.*, 1976)

Component	Destemmed	Not destemmed
Alcoholic strength (% vol.)	13.2	12.7
Total acidity (mEq/l)	86	78
Volatile acidity (mEq/l)	11.4	11.4
Total phenolic compounds (permanganate index)	38	58
Color ^a :		
Intensity	1.28	1.18
Tint	0.51	0.57

Vinificazione

Vinificazione in rosso

La fase successiva alla diraspatura è il **riempimento dei tini di fermentazione**, anche detti fermentini.

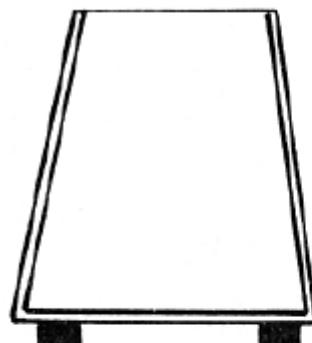
Si tratta di recipienti a forma di tronco di cono, costruiti in vari materiali (cemento, legno, metallo). I tini possono essere classificati come:

- ✓ Tini **chiusi**;
- ✓ Tini **aperti a cappello galleggiante**: tini che favoriscono il galleggiamento delle parti solide del mosto (note anche con il nome di vinacce o cappello);
- ✓ Tini **aperti a cappello sommerso**: tini che costringono il cappello che si forma a rimanere sommerso nel succo d'uva. Ciò avviene utilizzando speciali setacci montati nel tino.

Nei tini di fermentazione, i processi che avvengono sono essenzialmente due: la *fermentazione alcolica* e la *macerazione*.

Vinificazione

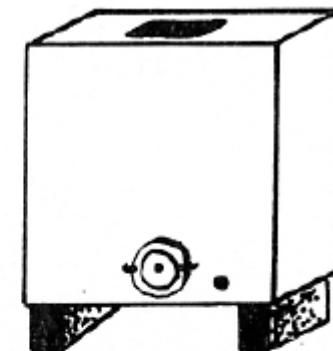
Vinificazione in rosso



Tino

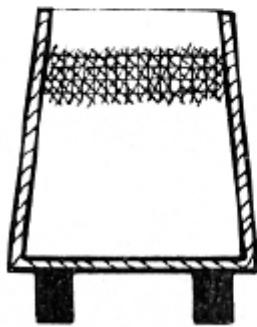


Botte

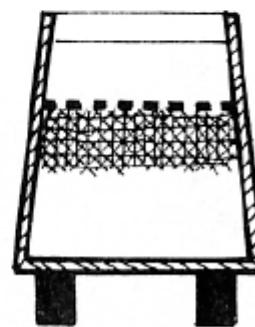


Vasca

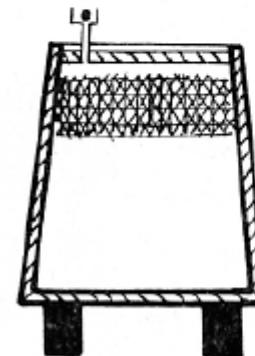
Stile N.



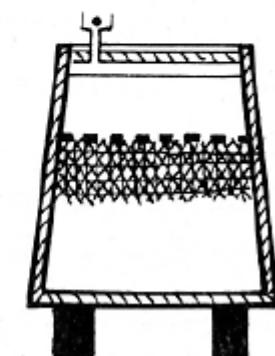
Tino aperto
cappello galleggiante



Tino aperto
cappello sommerso



Tino chiuso
cappello emerso



Tino chiuso
cappello sommerso

Vinificazione

Vinificazione in rosso

La **macerazione** è il processo di scambio di sostanze, contenute nella vinaccia, tra cappello e vino fiore. Le sostanze in questione sono soprattutto *antociani* e *tannini*.

Lo scambio di sostanze deve essere favorito operando meccanicamente sul cappello: le operazioni di rottura del cappello e lisciviazione dello stesso sono note come **follatura e rimontaggio**, rispettivamente.

Un fenomeno importante che interessa gli antociani è la **rifissazione**.

Gli antociani tendono a fissarsi sui vinaccioli costituenti parte del cappello, provocando così una decolorazione del vino. Il processo di rifissazione spiega perché la colorazione del vino aumenta nei primi giorni della fermentazione, dopodiché comincia a diminuire. Secondo alcuni autori, la macerazione avviene tanto più velocemente quanto maggiore è il numero di cellule morte presenti nel cappello le cellule morte infatti non trattengono le sostanze che le costituiscono.

Vinificazione

Vinificazione in rosso

Rimontaggio

Il rimontaggio consta nella spillatura del vino fiore dal fondo del tino e nella reimmissione di esso nella parte superiore del tino. Il processo ha molteplici effetti positivi:

- ✓ Favorisce la dissoluzione nel vino fiore delle sostanze contenute nella vinaccia (lieviti, antociani e tannini).
- ✓ Favorisce l'areazione del mosto: infatti il vino fiore spillato viene areato e poi pompato in cima al tino per la reimmissione. L'aggiunta di ossigeno favorisce la proliferazione di lieviti nel cappello.
- ✓ Favorisce il raffreddamento del mosto nel tino di fermentazione, anche se questo effetto è da considerarsi marginale e secondario rispetto ai due precedenti.

Vinificazione

Vinificazione in rosso

Follatura

La follatura è il processo di rottura meccanica del cappello in un tino di fermentazione. Il processo favorisce:

- ✓ La dissoluzione nel vino fiore delle sostanze contenute nel cappello.
- ✓ Lo scambio termico del sistema con l'ambiente esterno al tino.
- ✓ Una distribuzione più omogenea della temperatura nel mosto in fermentazione.

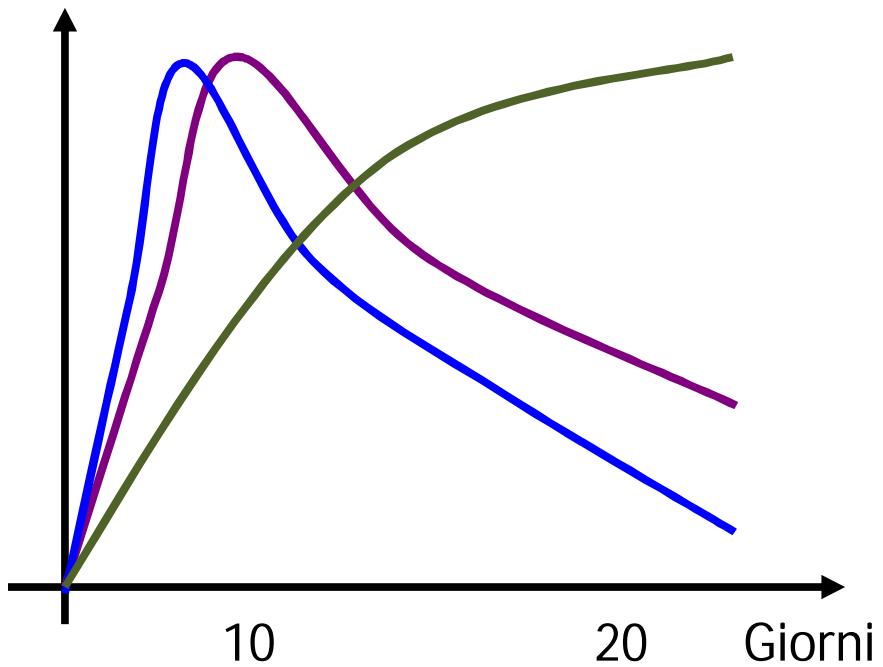
Vinificazione in rosso

Separazione del vino dalle parti solide: Svinatura

Quando la fermentazione alcolica è terminata ed il tenore di zucchero dissolto in soluzione è circa di 2g/hl si passa alla svinatura.

La svinatura è **l'estrazione del vino fiore dal tino di fermentazione e la separazione di questo dalle vinacce**. Il vino ottenuto è conservato in un altro tino. Nel caso in cui si sia avuto un blocco della fermentazione il vino sarà ricco di zuccheri non trasformati in alcool e verrà trattato con SO₂. La **solfitazione** si può applicare in ogni caso al fine di ottenere un vino non destinato all'invecchiamento e biologicamente stabile.

La vinaccia viene poi sottoposta a **torchiatura**: il vino estratto dalla prima torchiatura è qualitativamente meno pregiato del vino fiore e viene detto vino di prima torchiatura. Esso potrà essere vinificato a parte od aggiunto al vino fiore. Le successive fasi di torchiatura, invece, forniscono un vino che è via via peggiore di quelli precedentemente estratti, e che va vinificato a parte per la produzione di aceto (tipicamente).



Fenoli Totali
Intensità colore
Antociani

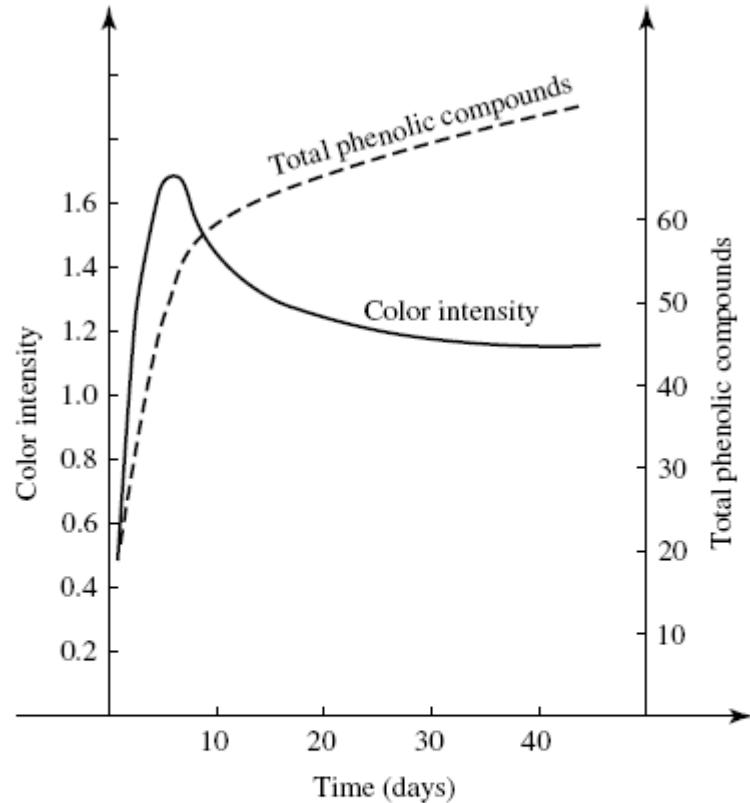
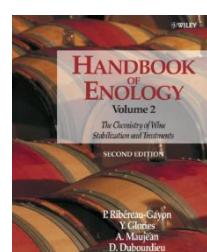
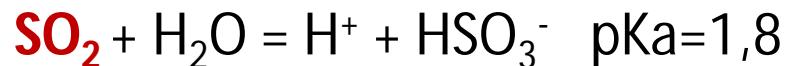


Fig. 12.9. Color intensity and phenolic compound concentration evolution of red wines according to maceration time (Ribéreau-Gayon *et al.*, 1970). Color intensity is defined as the sum of the optical densities at 420 and 520 nm at 1 mm thickness, ($CI = OD\ 420 + OD\ 520$). Total phenolic compounds are determined by the permanganate index

Vinificazione in rosso

SOLFITAZIONE



ANTISETTICA

attività antimicrobica (meno attiva contro i lieviti) seleziona durante l'invecchiamento dei vini le differenti popolazioni inibendo i microrganismi responsabili dello "spoilage".

ANTIOSSIDANTE

si lega all'ossigeno ($\text{SO}_2 + 1/2\text{O}_2 = \text{SO}_3$) proteggendo il vino dall'ossidazione (protezione del polifenoli); inibisce enzimi ossidasici: tirosinasi e laccasi si lega all'etanale riducendone la reattività e preservando l'aroma del vino

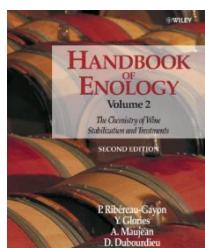
SOLUBILIZZANTE

A contatto con le bucce favorisce la diffusione delle sostanze coloranti poco polimerizzate contenute nei vacuoli.

Vinificazione in rosso

Table 8.14. Wine conservation properties of the different forms of sulfur dioxide (Ribéreau-Gayon *et al.*, 1977)

Property	SO ₂	HSO ₃ ⁻	R-SO ₃ ⁻
Fungicidal	+	low	0
Bactericidal	+	low	low
Antioxidant	+	+	0
Antioxidasic	+	+	0
Gustatory amelioration:			
Reduction-oxidation potential	+	+	0
Neutralization of ethanal	+	+	+
Gustatory role of SO ₂	biting odor, SO ₂ taste	odorless, salty, bitter taste	odorless, tasteless at normal concentrations



Vinificazione

U5

Vinificazione in rosso

SOLFITAZIONE

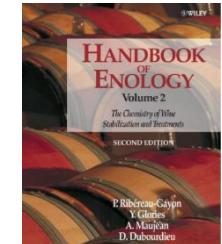
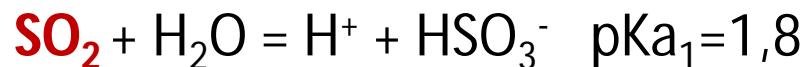


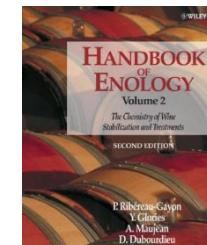
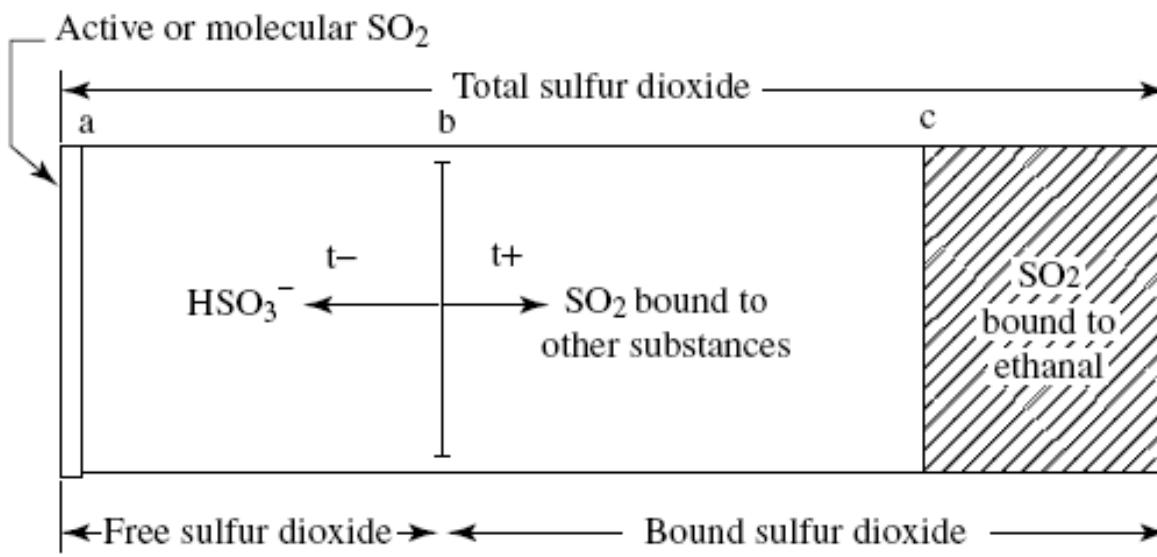
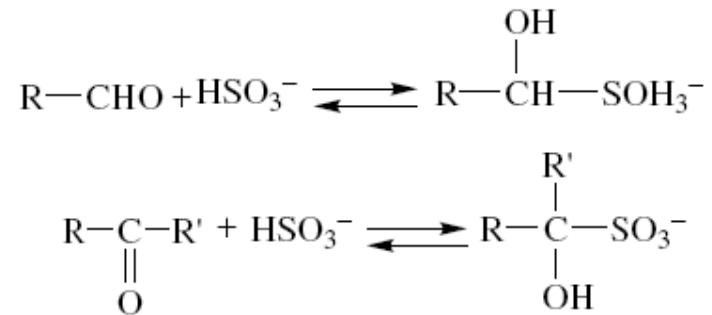
Table 8.3. Sulfur dioxide pK1 value according to alcoholic strength and temperature (Usseglio-Tomasset, 1995)

alcohol (% vol.)	Temperature (°C)							
	19	22	25	28	31	34	37	40
0	1.78	1.85	2.00	2.14	2.25	2.31	2.37	2.48
5	1.88	1.96	2.11	2.24	2.34	2.40	2.47	2.56
10	1.98	2.06	2.21	2.34	2.44	2.50	2.57	2.66
15	2.08	2.16	2.31	2.45	2.54	2.61	2.67	2.76
20	2.18	2.26	2.41	2.55	2.64	2.72	2.78	2.86

Vinificazione in rosso

Il bisolfito reagisce facilmente con i gruppi carbonilici formando addotti; le costanti di reazione dipendono dal tipo di funzione (aldeide o chetone) e dalla sottostruttura, dal pH del mezzo e dalla temperatura.

In un vino le forme libere e legate della SO₂ possono essere facilmente schematizzate e danno un'indicazione precisa dell'attività residua di tale composto.



Vinificazione in rosso

Vista la reattività della SO₂ le molecole "target" saranno caratterizzate principalmente dalla presenza di funzioni carboniliche:

- ✓ etanale,
- ✓ ac. piruvico e 2-oxo glurarico (cheto-acidi),
- ✓ zuccheri (glucosio ed arabinosio) e derivati (acidi uronici, prodotti di ossidazione degli zuccheri),
- ✓ molecole con sottostrutture di-carboniliche (gliossale e metil gliossale formate dal metabolismo fungino ad ex. *Botrytis cinerea*).

Interessante è la reazione con alcuni flavonoidi che porta alla stabilizzazione del colore dei vini bianchi.

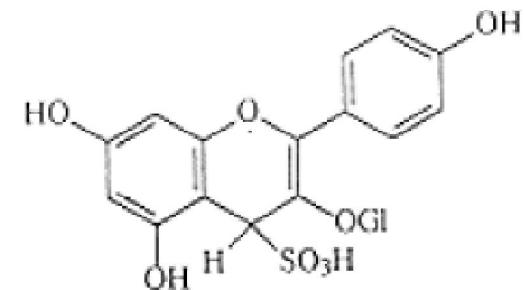


FIGURE 26
Colorless anthocyanin-sulfate
(-SO₂) complex.

Vinificazione in rosso

SOLFITAZIONE

Forme di somministrazione SO₂

- **liquida in bombole** (liquefatta a 5/6 bar) erogabile in forma liquida o gassosa (E220)
- **liquida soluzioni** in H₂O
- **sali** (solfiti, bisolfiti, pirosolfiti o metabisolfiti); liberano anidride solforosa in ambiente acido in misura variabile K₂S₂O₅ titolo 50% (E224)

LIMITI LEGALI: nei vini al consumo

- 160 mg/L vini rossi
- 200 mg/L vini bianchi

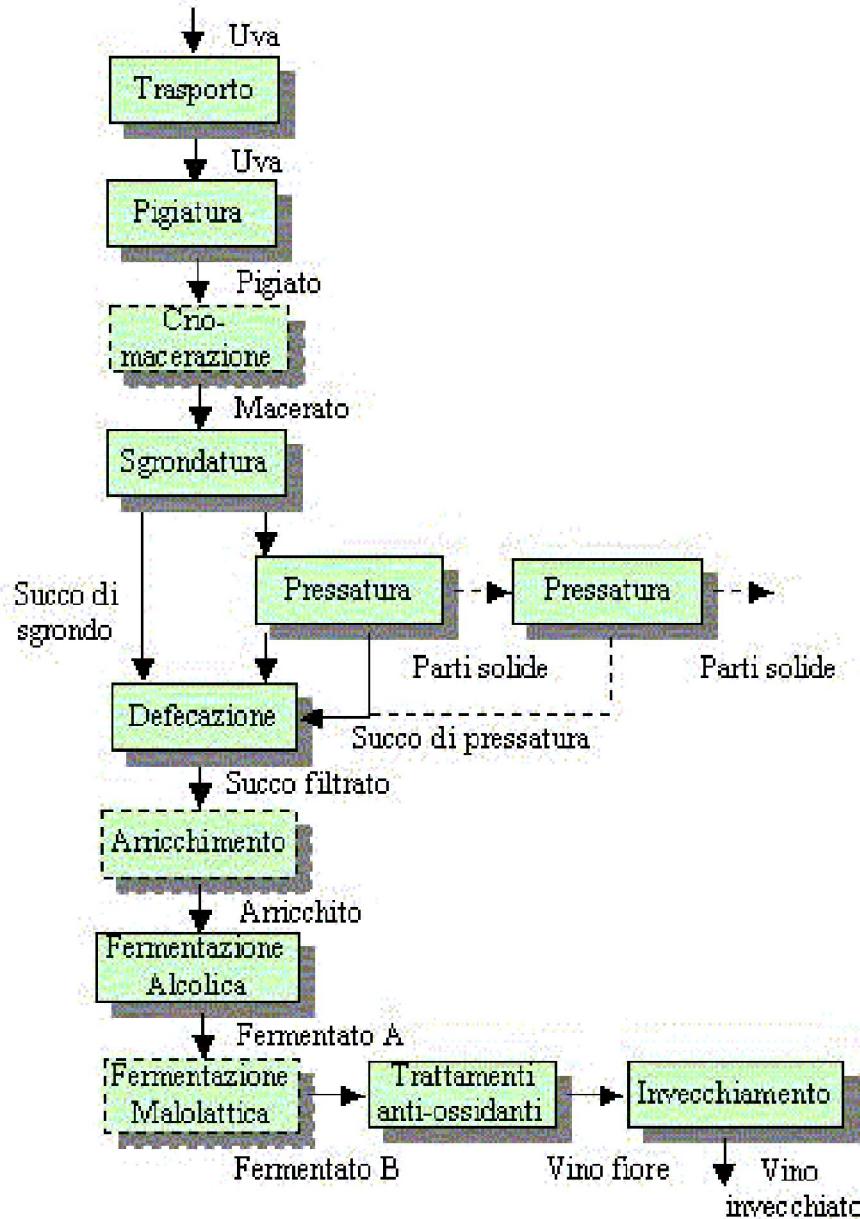


La presenza di solfiti è soggetta a indicazione specifica obbligatoria in etichetta solo laddove il loro tenore complessivo nel prodotto finale sia pari o superiore a 10mg/kg o 10mg/l.

I solfiti sono infatti l'unica categoria di ingredienti cosiddetti allergenici – tra le quattordici categorie previste in Allegato II del regolamento (UE) n. 1169/2011 soggetta a una soglia di tolleranza, al di sotto della quale l'indicazione specifica con evidenza in etichetta non è prescritta.

Vinificazione

U5



Vinificazione in bianco



La vinificazione in bianco si applica a uve bianche per ottenere vini bianchi e solo raramente a uve rosse per ottenere vini rosè.

Sgrondatura

Vinificazione in bianco

Il processo di **sgrondatura** ha come obiettivo la **separazione dei succhi, liberati dalla pigiatura, dalla parte solida**. Questo è il punto debole della vinificazione in bianco, in quanto il contatto prolungato tra le due parti degrada la qualità del prodotto finale.

Le tecniche di sgrondo principali sono:

- **Sgrondo statico o spontaneo**: per gravità. Il processo è corrente nelle piccole cantine e non consente di raccogliere più del 50% del succo estraibile dal pigiato.
- **Sgrondo meccanico o dinamico**: lo sgrondo è provocato artificialmente da eliche rotanti. La velocità di rotazione deve essere molto bassa, per impedire che si abbia un'eccessiva formazione di feccia. Il procedimento consente l'estrazione di circa il 75% di tutto il succo estraibile. Il succo ottenuto dalla sgrondatura si dice mosto fiore, mentre le parti solide sono sottoposte a successive pressature.

Defecazione

Vinificazione in bianco

E' il processo di **eliminazione delle fecce dai succhi** che, fermentati, daranno origine al vino bianco. L'operazione di defecazione deve essere totale.

I processi di defecazione più diffusi sono:

- **Defecazione statica** è una sedimentazione spontanea che presuppone un periodo di riposo del vino, della durata di 24-48 ore, accompagnato da un blocco delle attività fermentative ottenuto tramite solfitazione.
- **Defecazione a freddo** è un processo di defecazione statica a temperatura di 2-5°C.
- **Defecazione per centrifugazione** viene effettuata sul mosto subito dopo l'estrazione ed un breve periodo di riposo, consente il deposito delle impurità terrose. La velocità di chiarificazione è di circa 1000 volte superiore alla statica. E' da dire, comunque, che la qualità del prodotto ottenuto con questo metodo è inferiore rispetto al prodotto ottenuto per defecazione statica.

Arricchimento

Questa fase prevede un possibile arricchimento del prodotto filtrato, nel caso in cui quest'ultimo non garantisca il raggiungimento della gradazione alcolica prestabilita.

Possono essere aggiunti **mosti concentrati rifermentati (MCR)** oppure **mosti concentrati (MC)**, in quantità che rispettino le normative vigenti nel paese di produzione del vino.

E' altresì possibile l'aggiunta di additivi vari (nutrienti di varia composizione, tannini, acido tartarico, ecc.) in riferimento alle caratteristiche del prodotto da trattare ed al risultato finale che si vuole ottenere.



Vinificazione in bianco

Per mosto muto si intende il mosto la cui fermentazione alcolica è impedita mediante particolari pratiche enologiche, consentite dalle vigenti disposizioni.

Per mosto concentrato si intende il prodotto non caramellizzato ottenuto mediante disidratazione parziale del mosto o del mosto muto, escluso l'impiego del fuoco diretto, fino a raggiungere una densità non inferiore a 28 Baumè.

Vinificazione in rosso e bianco

Mosti muti:

Ottenuti con >100 g/hL di SO₂ (15 mg/L di attiva).

Desolfitazione indispensabile.

Lieviti del genere *Saccharomyces* resistono in queste condizioni.

Mistelle:

Stabilità biologica ottenuta mescolando mosto con alcol o acquavite di vino fino ad avere dal 16 al 22% di alcol.

Mosti concentrati tradizionali:

Si ottengono da mosti muti, previa disacidificazione, per evaporazione sotto vuoto a bassa temperatura (< 45° C) fino a ridurre il volume a 1/3 ÷ 1/5. Problematico l'impiego per vini D.O.C.

Mosti concentrati rettificati: MCR

Si ottengono da mosti muti per desolfitazione, purificazione su resine a scambio, per evaporazione sotto vuoto. Zuccheri > 63% in peso. Per semplicità di comparazione si commercializzano a gradi alcolici potenziali per ettolitro. ES: 50 ÷ 52 °/hL. Tecnicamente perfetti, ma di difficile manipolazione e conservazione. Economicamente convenienti grazie all'aiuto pubblico.

Vinificazione

U5

Invecchiamento

Le fasi dell'invecchiamento sono:

affinamento e maturazione in botte o barrique di rovere o di castagno (fase ossidativa)
invecchiamento in bottiglia (fase riduttiva)



Vinificazione in rosso e bianco

Modificazioni che avvengono durante **l'affinamento in legno**:

- *ossidazioni a carico di alcol e polifenoli*
- *cessione di sostanze fenoliche dal legno al vino*
- *cessione di sostanze odorose (es.: vanillina)*
- *evaporazione di acqua e alcol*
- *modificazione e stabilizzazione del colore: calo della componente rossa e aumento delle tonalità aranciate*

Tali modificazioni sono tanto più intense e rapide quanto più la botte è piccola e nuova.

Vinificazione

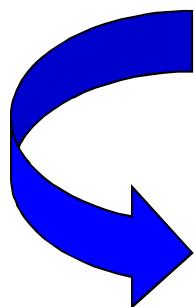
Invecchiamento



MATURAZIONE in botte (leggermente ossidativa)

Sono ideali recipienti di quercia *Quercus peduncolata* e *Quercus sessili*

- ✓ > 50 hL (Tonneau Bordolese ecc..)
- ✓ anche piccoli "Barriques" 225 L



- ✓ *illimpidimento naturale*
- ✓ *esterificazioni*
- ✓ *acetalizzazioni*
- ✓ *cessione di tannini*
- ✓ *cessione di sostanze profumate*
- ✓ *blande ossidazioni*

AFFINAMENTO in bottiglia (leggermente riduttiva)

- ✓ Assenza di ossigeno
- ✓ Formazione di profumi per riduzione
- ✓ Attenta immissione sul mercato

Vinificazione

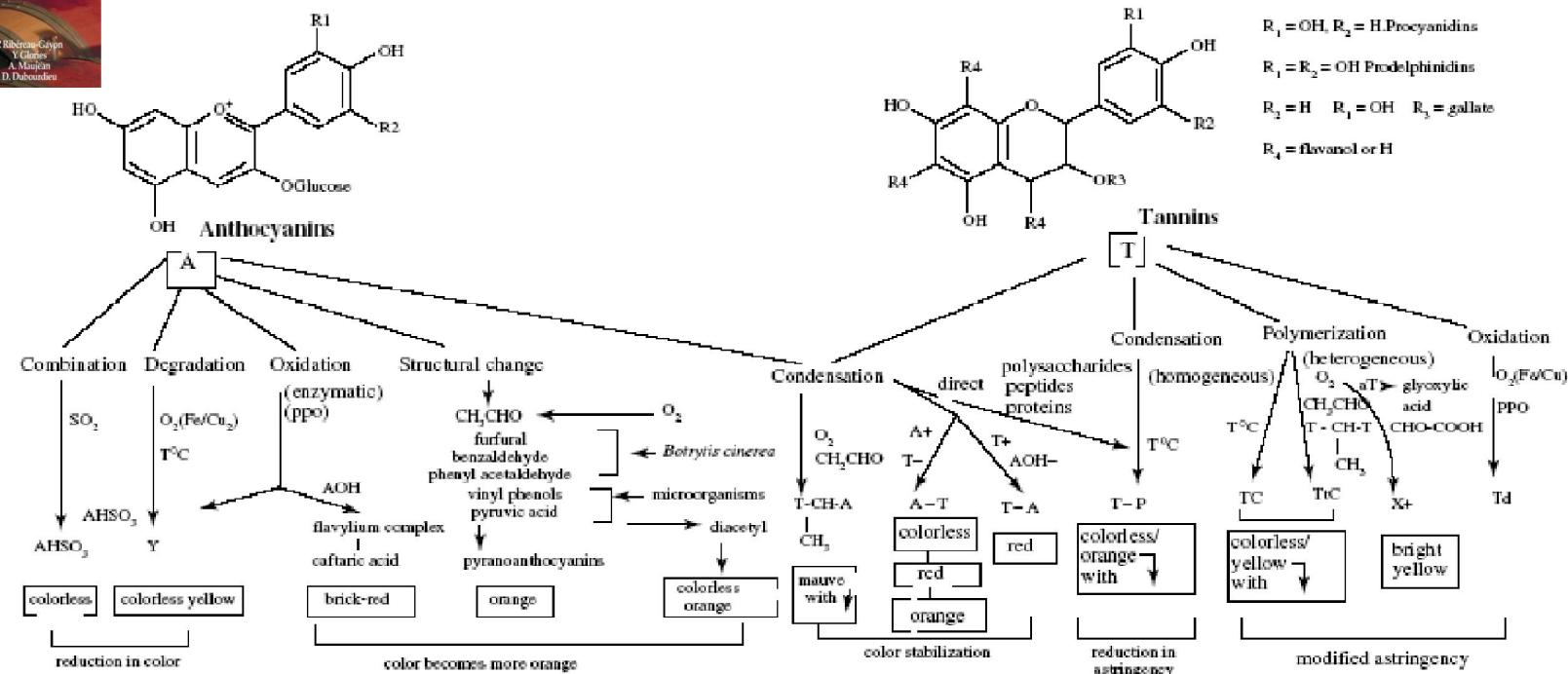
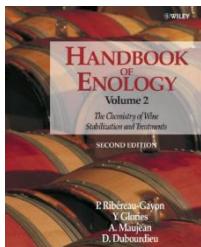


Fig. 13.6. Changes in phenols (A, anthocyanins; T, tannins) in red wine during aging. Impact of these reactions on organoleptic characteristics. (Glories, 2003, unpublished)

\downarrow = precipitation; Y = anthocyanin degradation products (phenol-acids); TP = tannin-polysaccharide and tannin-protein combinations T-A = tannin-anthocyanin combinations

TC = condensed tannins; TtC = highly condensed tannins; X+ = xanthylum structure; aT = tartaric acid; Td = degraded tannins; ppo = polyphenol oxidase

Vinificazione

Stabilizzazione



Insieme di pratiche che tendono a conservare le caratteristiche di un vino preservandolo da:

- ✓ *Formazione di precipitati
bitartrato di Potassio
tartrato di Calcio*
- ✓ *Intorbidamenti di natura chimico-fisica o enzimatica (mucillagini, pectine, polifenoli) allo stato colloidale difficilmente allontanabili con la semplice filtrazione;*
- ✓ *Intorbidamenti microbici (lieviti);*
- ✓ *Rifermentazioni da lieviti;*
- ✓ *Fermentazioni batteriche.*

Vinificazione



Stabilizzazione >>> Pastorizzazione

La pastorizzazione è un trattamento termico (65°C per 15"). Provoca distruzione di microrganismi e l'inattivazione degli enzimi. Si ottiene la stabilizzazione biologica ed enzimatica.

Stabilizzazione >>> Filtrazione

Pratica che permette la separazione delle parti solide in sospensione ed in dispersione colloidale mediante la loro ritenzione da parte di un mezzo filtrante poroso. Può essere condotta a pressione o sotto vuoto mediante filtri di materiale diverso: polimeri plastici (nylon, poliammidi) acetato di cellulosa, farina fossile o perlite.

La filtrazione consente di:

- ✓ illimpidire i vini
- ✓ preparare filtrati dolci e vini dolci
- ✓ recuperare il vino dalle fecce
- ✓ stabilizzare biologicamente un vino

Vinificazione



Stabilizzazione >>> Chiarificazione

La chiarificazione permette di allontanare la dispersione colloidale delle **proteine** che, strutturate in micelle, tenderebbero a flocculare rendendo il vino torbido.

➤ Per questa pratica si usano generalmente delle terre silicee: **Bentonite** e **Silice** che formano, una volta idratate, dei colloidì acquosi a generale carica negativa in grado di precipitare le micelle proteiche a diffusa carica positiva.

Per ridurre i **tannini** invece, generalmente a carica negativa, si usano materiali proteici (a carica positiva) quali la **gelatina** (collagene animale o vegetale) e i **caseinati di K**.

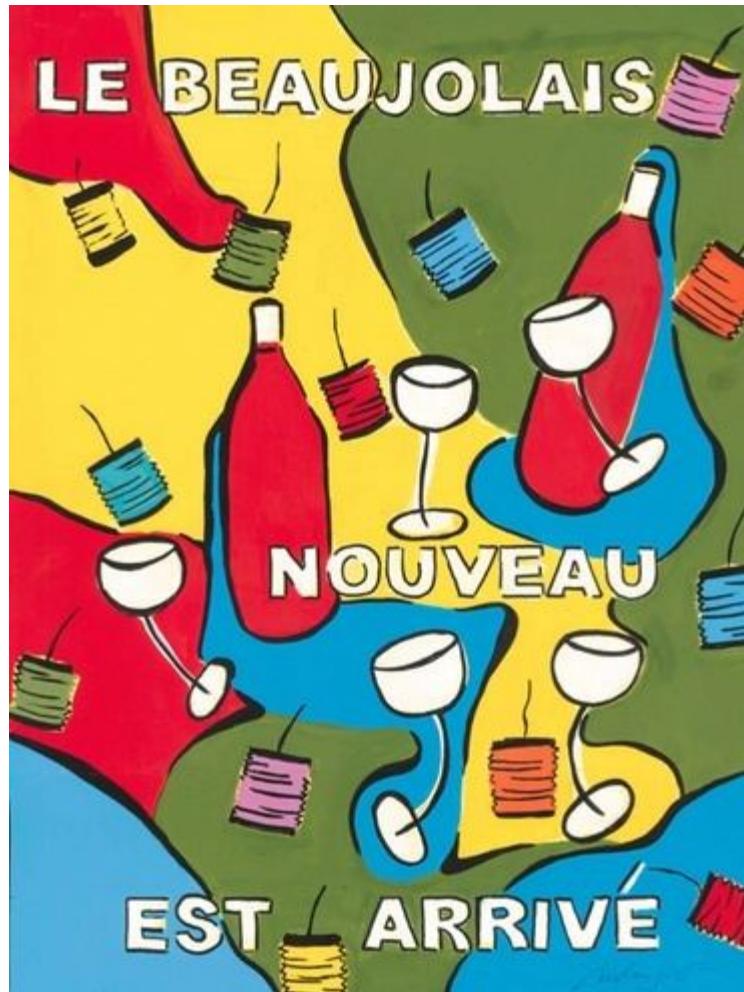
Per eliminare i **cristalli di bitartrato di potassio** si tratta il vino in prossimità del punto di congelamento (-5°C) e, per addizione di cristalli di bitartrato che fungono da nuclei di flocculazione, si induca la precipitazione del sale che verrà allontanato per filtrazione successiva.

Vinificazione

Stabilizzazione >> Additivi ammessi nelle pratiche enologiche

dosi max.		
SO ₂	antisettica antiossidante	160 mg/L v.rossi 200 mg/L v. bianchi
ac. sorbico	fungistatico	200 mg/L
ac. ascorbico	antiossidante da impiegare con SO ₂	150 mg/L
ac. citrico	complessante del Fe ⁺⁺ (acidificante)	< 1g/L
ac. D,L - tartarico	precipitante del Ca ⁺⁺	10 - 20 g/hL
ac. metatartarico	stabilizzante impedisce la precipitazione del bitartarato di K (durata limitata)	< 10 g/hL
gomma arabica	colloidale, protettore naturale contro le precipitazioni proteiche	10 - 30 g/hL
ferrocianuro di potassio **	demetallizzante	dose empirica
** è più corretto considerarlo un coadiuvante perché non ne resta nel vino.		

Vinificazione



Macerazione carbonica

Italia: Vino Novello



Vinificazione

Macerazione carbonica

DM 13 luglio 1999

Nuove disposizioni per la produzione, la commercializzazione e l'immissione al consumo, dei vini a denominazione di origine e ad indicazione geografica tipica designati con la qualificazione "novello".

- Solo i vini a denominazione di origine e ad indicazione geografica tipica per i quali sia stata riconosciuta , con gli apposti disciplinari di produzione, la tipologia "**novello**" possono utilizzare la medesima qualificazione "novello" nella propria designazione e presentazione dalla data di immissione al consumo, a condizione che i prodotti siano confezionati entro il 31 dicembre dell'annata relativa alla vendemmia da cui derivano le uve utilizzate per la loro produzione.

- **La data di immissione al consumo è fissata alle ore 0,01 del 6 novembre dell'annata di produzione delle uve dalle quali i vini derivano.**

Vinificazione

Macerazione carbonica

DM 13 luglio 1999

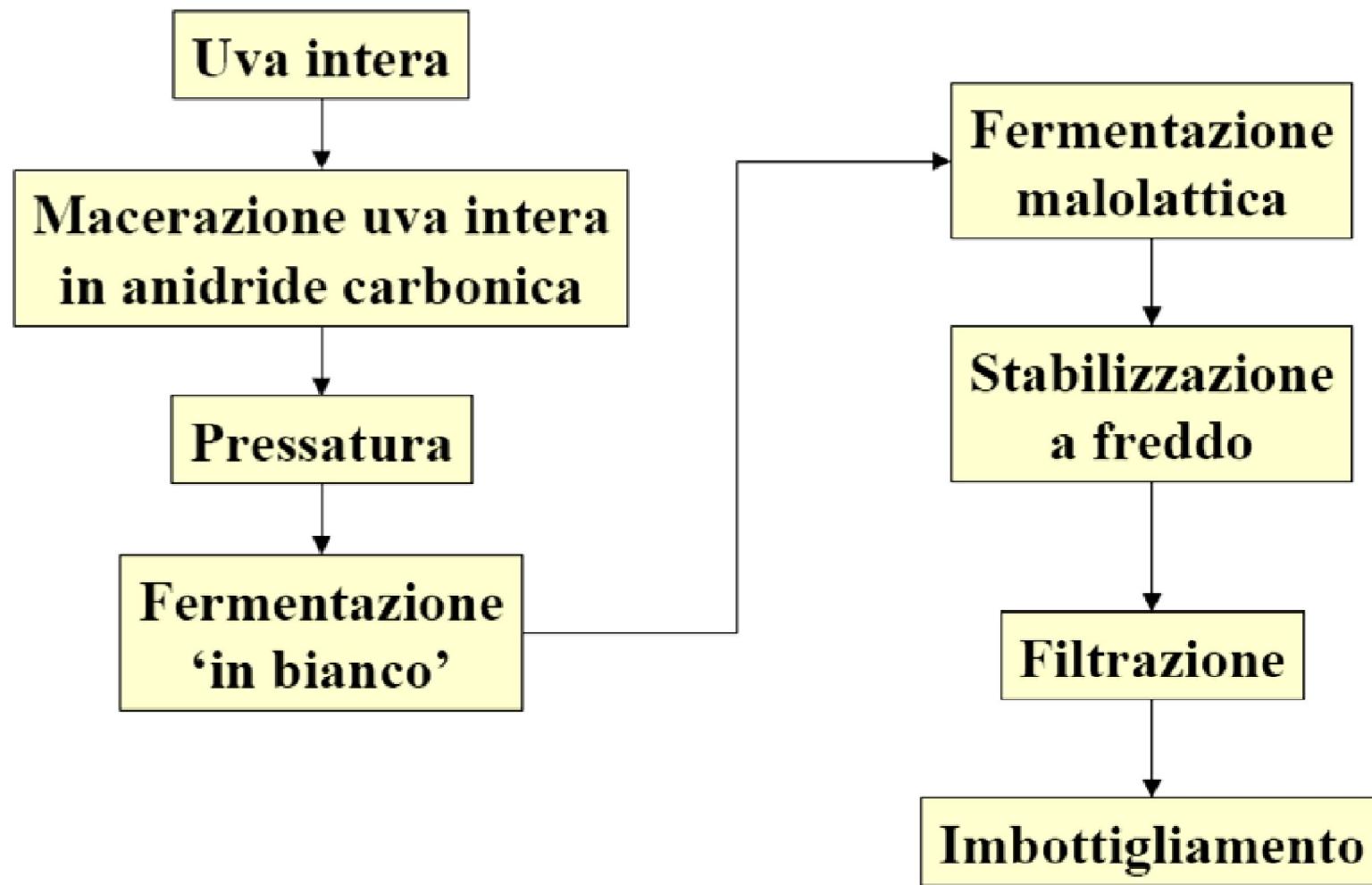
Nuove disposizioni per la produzione, la commercializzazione e l'immissione al consumo, dei vini a denominazione di origine e ad indicazione geografica tipica designati con la qualificazione “novello”.

- In fase di confezionamento dei vini “novelli” deve essere presente almeno il 30% di vino ottenuto da macerazione carbonica dell'uva intera.
- Il titolo alcolometrico volumico totale minimo al consumo non può essere inferiore all'11%, mentre il limite max di zuccheri riduttori residui non deve superare i 10 g/l.

Vinificazione

Macerazione carbonica

Fasi della Macerazione Carbonica



Vinificazione

Macerazione carbonica

Fasi della Macerazione Carbonica

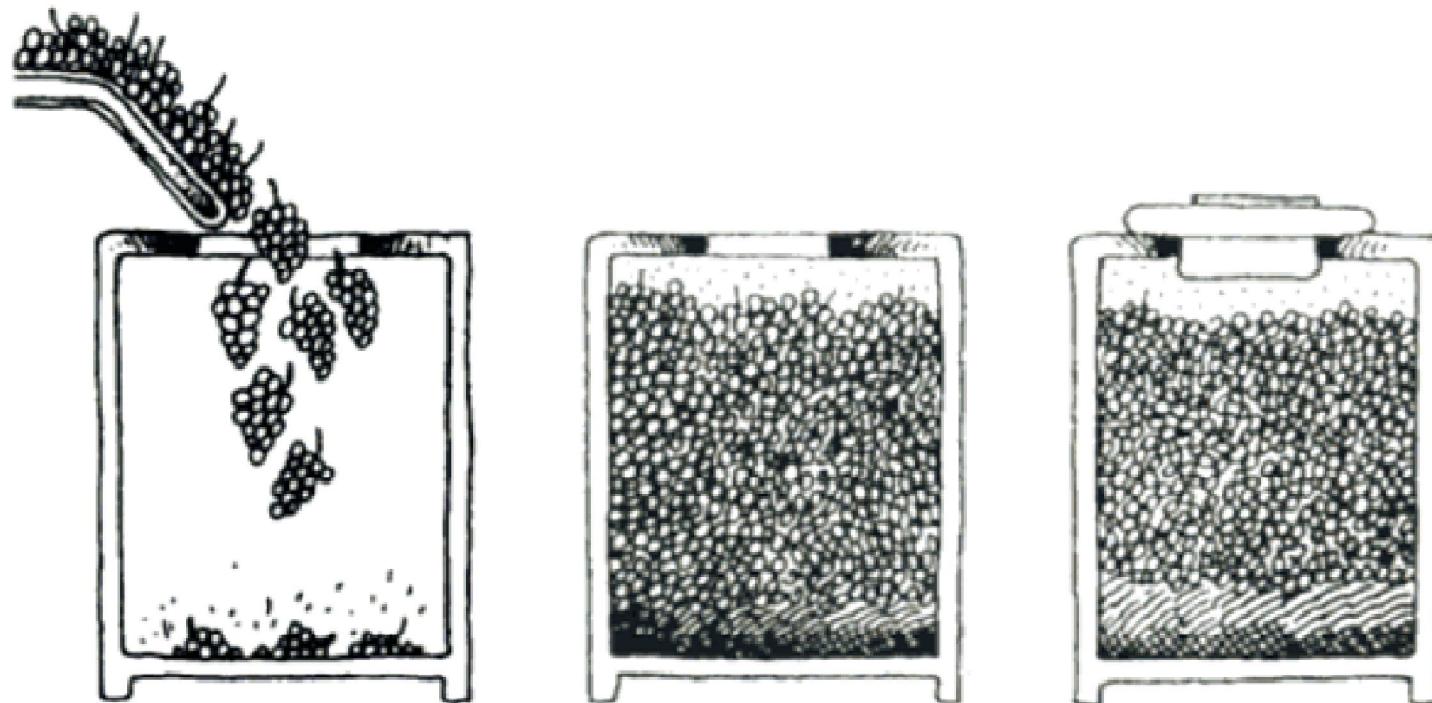


Fig. 25. Schema di vinificazione per macerazione carbonica.

Vinificazione

Macerazione carbonica

Fasi della Macerazione Carbonica

Il sistema è stato ideato nel 1936 da enologi francesi e dal 1960 è applicato per la produzione dei vini Beaujolais, solo dal 1975 in Italia è utilizzato per la produzione di vini novelli.

- A. I grappoli appena vendemmiati ed ancora interi vengono posti in vasche di acciaio sature di CO₂ e lasciati per 7/18 giorni.
- B. L'uva nella parte inferiore rimane schiacciata dal peso della sovrastante liberando mosto che inizia la fermentazione in anaerobiosi liberando etanolo, CO₂. Gli acini di uva rimangono vitali e le principali trasformazioni che avvengono a carico degli zuccheri sono operate da enzimi endogeni e non dai lieviti.
- C. Trascorsi 15/21 giorni nell'acino si accumulano fino a 2° alcolici, esso va incontro alla "morte" biologica, ed a questo punto si procede alla svinatura, si pigiano quindi i grappoli e si riuniscono i mosti che vanno incontro a successiva fermentazione alcolica.

Vinificazione

Vini Speciali

I **vini speciali** o **vini di lusso** sono prodotti ottenuti con tecniche particolari, da consumare generalmente come aperitivi o da dessert.

Senza spuma

Secchi

Moderatamente alcolici (Vini del Reno)

Molto alcolici (Vernaccia di Oristano)

Dolci

Da uve aromatiche

Da uve a sapore semplice appassite (Caluso passito, Recioto, Sciacchetrà 5 terre, Tokaj, Sauternes)

Conciati

Aromatizzati (Vermut o Wermut o Vermouth)



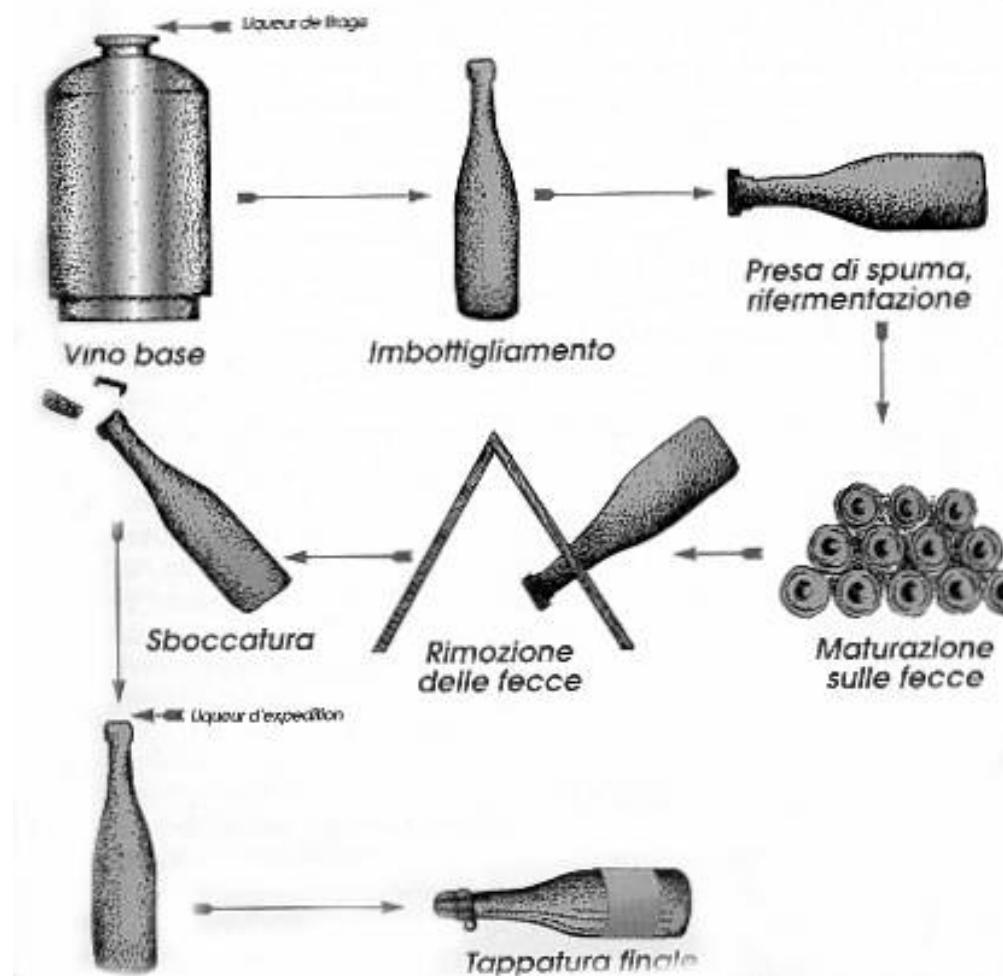
Con spuma

Frizzanti sovra-pressione in bottiglia compresa tra 1 e 2.5 bar

Spumanti sovra-pressione in bottiglia di almeno 3 bar

Vinificazione

Vini Speciali *Metodo Classico - Champenoise*



Vinificazione

Vini Speciali *Metodo Classico - Champenoise*

- Uve (Pinot nero, Pinot meunier, Chardonnay)
- Pressatura ($\eta=50\%$)
- Vinificazione in bianco e Stabilizzazione
- ***Assemblage e Coupage***
- Preparazione ***cuvée*** (24 g/L di zucchero, coadiuvanti, lieviti selezionati)
- Aggiunta del liquore di tiraggio o sciropo di rifermentazione

Addition de la liqueur de tirage

- Presa di spuma (***Prise de mousse***) in cantina a 13-15°C
- Stagionatura '***sur lattes***' (1-3 anni)
- ***Remuage*** (su '***pupitre***')
- ***Dégorgement***
- Colmatura con ***liqueur d'expedition*** (vino invecchiato, mosto fresco concentrato o parzialmente fermentato, distillato di vino - brandy o cognac - zucchero di canna candito o saccarosio)
- Abbigliamento bottiglia

Vinificazione

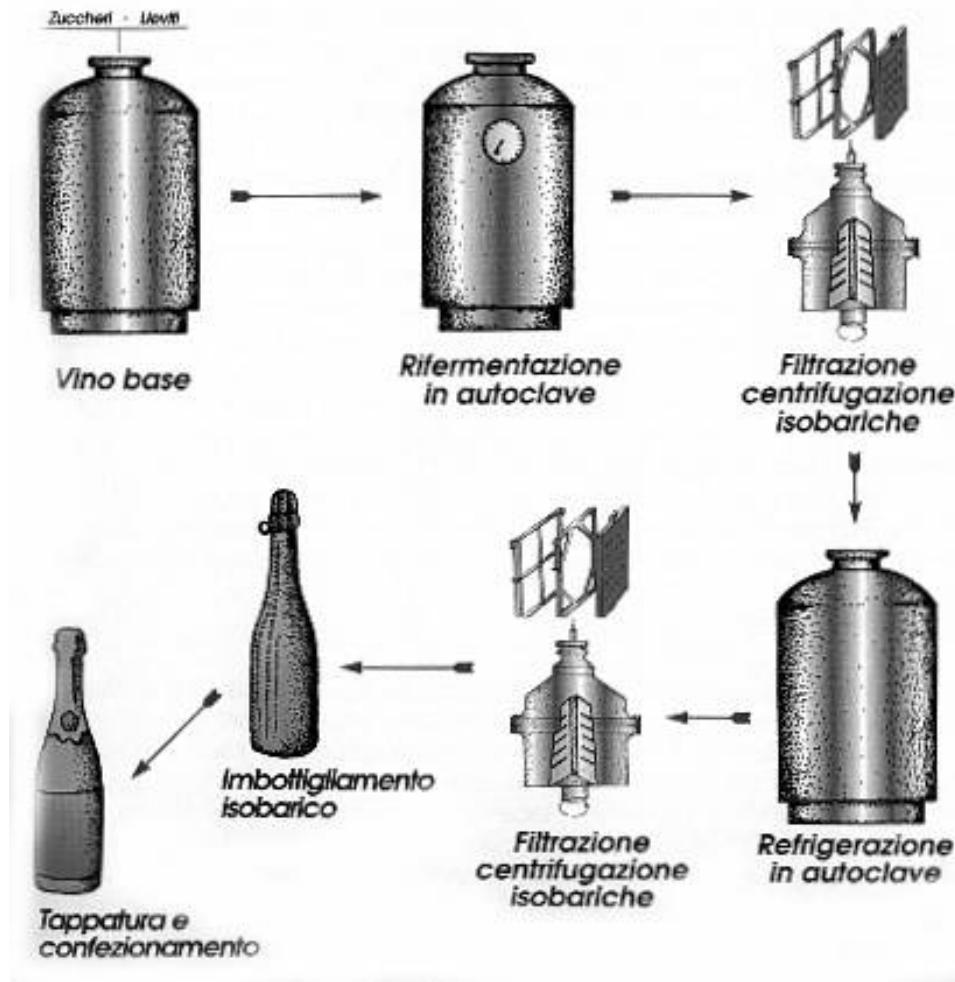
Vini Speciali
Metodo Classico - Champenoise



Fig. 26. Operazione di *remuage* delle bottiglie sulle *puprites*.

Vinificazione

Vini Speciali Metodo Charmat - Martinotti



Vinificazione

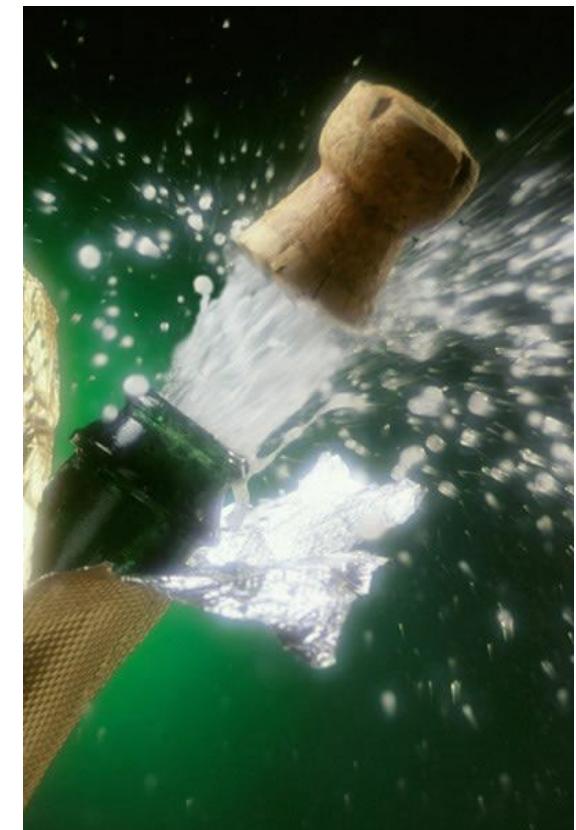
Vini Speciali *Metodo Charmat - Martinotti*

- Pressatura
- Vinificazione in bianco (fermentazione totale o parziale)
- Stabilizzazione
- Rifermentazione in autoclave (24 g/L di zucchero eventuale, lieviti selezionati)
- Refrigerazione
- Filtrazione
- Imbottigliamento isobarico

Vini Speciali Spumanti e Champagne

Classificazione (in funzione del “liqueur” di colmatura)

- pas dosé o extra brut (zuccheri < 6 g/L)
- brut (zuccheri < 15 g/L)
- extra sec o extra dry (zuccheri < 20 g/L)
- sec (zuccheri < 35 g/L)
- demi sec (zuccheri < 50 g/L)
- doux (zuccheri > 50 g/L)



Vini

Classificazioni e Disciplinari di Produzione

Legge 164 del 10/02/1992: *Nuova disciplina delle denominazioni d'origine*

1. Per **denominazione di origine** dei vini si intende il nome geografico di una zona viticola particolarmente vocata utilizzato per designare un prodotto di qualità e rinomato, le cui caratteristiche sono connesse all'ambiente naturale ed ai fattori umani.
2. Per **indicazione geografica tipica** dei vini si intende il nome geografico di una zona utilizzato per designare il prodotto che ne deriva.
3. Le denominazioni di origine e le indicazioni geografiche tipiche sono riservate ai mosti e ai vini, alle condizioni previste dalla presente legge.
4. Le «bevande di fantasia a base di vino», le «bevande di fantasia provenienti dall'uva», i succhi non fermentati della vite, i prodotti vitivinicoli aromatizzati, nonché i vini frizzanti gassificati ed i vini spumanti gassificati non possono utilizzare denominazioni d'origine e indicazioni geografiche tipiche nella loro designazione e presentazione.

Classificazioni e Disciplinari di Produzione

Legge 164 del 10/02/1992: *Nuova disciplina delle denominazioni d'origine*

Le denominazioni di origine si classificano in:

- a) **denominazioni di origine controllata e garantita (DOCG);**
- b) **denominazioni di origine controllata (DOC);**
- c) **indicazioni geografiche tipiche (IGT).**

2. I mosti ed i vini possono utilizzare le DOCG, le DOC e le IGT.
3. Le DOCG e le DOC sono le menzioni specifiche tradizionali utilizzate dall'Italia per designare i VQPRD (vini di qualità prodotti in regioni determinate). I vini possono altresì utilizzare le denominazioni seguenti: VSQPRD (vini spumanti di qualità prodotti in regioni determinate) come regolamentati dalla Comunità economica europea (CEE); VLQPRD (vini liquorosi di qualità prodotti in regioni determinate); VFQPRD (vini frizzanti di qualità prodotti in regioni determinate).
4. La menzione IGT può essere sostituita dalla menzione «Vin de pays» per i vini prodotti in Val d'Aosta, di bilinguismo francese, e dalla menzione «Landweine» per i vini prodotti in provincia di Bolzano, di bilinguismo tedesco.

Classificazioni e Disciplinari di Produzione

Legge 164 del 10/02/1992: *Nuova disciplina delle denominazioni d'origine*

Le **DOCG** sono riservate ai vini già riconosciuti DOC da almeno cinque anni che siano ritenuti di particolare pregio, in relazione alle caratteristiche qualitative intrinseche, rispetto alla media di quelle degli analoghi vini così classificati, per effetto dell'incidenza di tradizionali fattori naturali, umani e storici e che abbiano acquisito rinomanza e valorizzazione commerciale a livello nazionale ed internazionale.

Le **DOC** e le **IGT** sono riservate alle produzioni di cui all'articolo 1 che corrispondano alle condizioni ed ai requisiti stabiliti, per ciascuna di esse, nei relativi disciplinari di produzione.

Il riconoscimento delle denominazioni di origine e delle indicazioni geografiche tipiche e la delimitazione delle rispettive zone di produzione vengono effettuati contestualmente all'approvazione dei **relativi disciplinari di produzione**, con **decreto del Ministro dell'agricoltura** e delle foreste previo conforme parere del Comitato nazionale di cui all'articolo 17, sentite le regioni interessate.

Vinificazione

Classificazioni e Disciplinari di Produzione

U6



■ Vini Rossi ■ Vini Bianchi

Classificazioni e Disciplinari di Produzione

Legge 164 del 10/02/1992: *Nuova disciplina delle denominazioni d'origine*

Il riconoscimento di DOCG deve prevedere una disciplina viticola ed enologica di norma più restrittiva rispetto a quella della DOC e progressiva con il passaggio a sottozone od a comuni.

I vini prodotti nel rispetto delle norme previste per la designazione e presentazione delle DOCG e delle DOC e degli specifici disciplinari di produzione, nella fase della produzione...devono essere sottoposti ad una preliminare analisi chimico-fisica e ad un esame organolettico.

Per i vini DOCG, inoltre, l'esame organolettico deve essere ripetuto, partita per partita, nella fase dell'imbottigliamento. La certificazione positiva dell'analisi e dell'esame è condizione per l'utilizzazione della DOCG e della DOC.

L'analisi chimico-fisica...è effettuata dalla competente camera di commercio, industria, artigianato e agricoltura; l'esame organolettico è effettuato da apposite commissioni di degustazione istituite con decreto del Ministro dell'agricoltura.

Classificazioni e Disciplinari di Produzione

VDT, Vino Da Tavola:

prodotto al di fuori dei disciplinari con il rispetto di regole minime, nessuna indicazione del vitigno, obbligatoria la menzione del colore (bianco o rosso.). Il prodotto in questione è piuttosto semplice, può essere il risultato di un uvaggio oppure di un taglio, con uve o vini provenienti da diverse zone geografiche, da varietà differenti e da vendemmie differenti. Ciò non significa per forza una minore qualità, semplicemente si tratta di vini con meno vincoli produttivi.