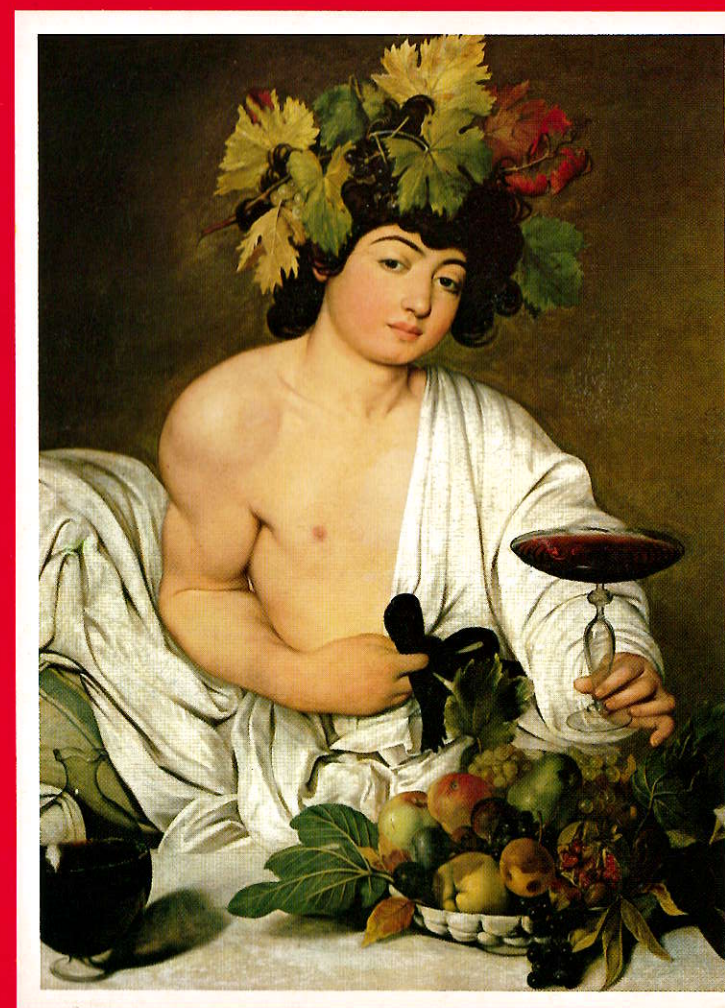


ISTITUTO AGRARIO
DI S. MICHELE A/A
1986
MAR
2
BIBLIOTECA

Vai

Vini d'Italia

RIVISTA INTERNAZIONALE DI ENOLOGIA
bimestrale



EDIZIONI AEB - Brescia (Italy)
Estratto dal n. 3 maggio-giugno 1986

L'AZOTO ASSIMILABILE E LA TIAMINA IN FERMENTAZIONE, LORO IMPORTANZA QUALI FATTORI DI QUALITA' DEI VINI

**L'azote assimilable
et la thiamine en
fermentation, leur
importance en tant
que facteurs de
qualité des vins.**

**Assimilable nitrogen
and thiamine in
fermentation: their
importance as
factors in the quality
of wine.**

**di Giulio Margheri,
Giuseppe Versini,
Renzo Pellegrini e
Diego Tonon**

Laboratorio di Analisi e Ricerca
dell'Istituto Agrario Provinciale
di S. Michele all'Adige.

Premessa

I risultati di un nostro precedente lavoro (Margheri e coll., 1984), con il quale ci si era proposto di dosare un gran numero di componenti sia fissi che volatili nei vini elaborati con aggiunta ai mosti, prima dell'inizio della fermentazione, di quantità crescenti di azoto assimilabile sotto forma di sali d'ammonio, ci hanno consentito di affermare quanto segue: l'azoto assimilabile aggiunto accelera il metabolismo e la moltiplicazione del lievito e quindi il decorso della fermentazione alcolica, anche se la dotazione naturale di azoto assimilabile del "mosto test" era già molto elevata e sufficiente per un buon andamento della fermentazione.

Le quantità crescenti di azoto ammoniacale aggiunte incidono sensibilmente sul tenore dei metaboliti del lievito, prodotti nel corso della fermentazione alcolica.

Si è constatato infatti che:

a) un incremento di azoto ammoniacale aggiunto favorisce la fermentazione glicerico-piruvica a scapito della fermentazione alcolica (in quanto il tenore della glicerina aumenta con l'aumentare del tenore di azoto ammoniacale aggiunto), influisce negativamente sulle reazioni enzimatiche che portano alla biogenesi

dell'acido succinico, (in quanto il tenore dell'acido succinico diminuisce considerevolmente con l'aumentare del tenore dell'azoto ammoniacale aggiunto) ed inoltre favorisce quelle che portano ad un incremento dell'acido D(-) lattico, sottraendo quindi l'acido piruvico alla decarbossilazione; b) il tenore complessivo degli alcoli superiori non cambia significativamente con l'aggiunta crescente di azoto ammoniacale, varia però notevolmente il tenore dei singoli alcoli superiori e quindi i loro rapporti; infatti i valori del 2-metil e 3-metilbutanolo diminuiscono gradatamente con l'aumentare dell'azoto ammoniacale aggiunto, il n-propanolo aumenta progressivamente, mentre l'alcol isobutilico aumenta inizialmente e decresce successivamente;

c) il tenore degli acetati come l'acetato di etile, l'acetato di isobutile, l'acetato di amile e l'acetato di esile, aumenta sensibilmente con l'aumentare dell'azoto ammoniacale aggiunto, mentre l'acetato di β -feniletile non subisce variazioni per il netto decremento dell'alcol β -feniletilico. Anche per il mono-acetato di 1-3-propandiolo si è verificato un sensibile aumento corrispondente a quello del 3-etossipropanolo. Il contenuto del 3-metiltiopropanol diminuisce con l'aumentare

Tabella 1: dati analitici del mosto utilizzato per le prove sperimentali.
Table 1: analytical data on the must used for experimental tests.

Zuccheri riduttori	g/l	197,70
pH	g/l	3,30
Acidità totale	g/l	7,84
Numero di formolo	g/l	17,60
Acido tartarico	g/l	4,26
Acido malico	g/l	4,84
Acido citrico	g/l	0,265

Tabella 2: controllo del decorso della fermentazione dei mosti.
Table 2: control of the course of must fermentation.

Mosto test		
Data	Temperat. °C	Alcol % vol.
29. 9.1983	20	0,00
30. 9.1983	20	0,26
1.10.1983	23,4	2,40
3.10.1983	24,5	11,64
4.10.1983	21,5	12,33
5.10.1983	20,5	12,33
Mosto + 50 mg/l di N		
Data	Temperat. °C	Alcol % vol.
29. 9.1983	20	0,00
30. 9.1983	20,5	0,30
1.10.1983	24,1	3,00
3.10.1983	23,5	12,08
4.10.1983	21	12,16
5.10.1983	20,5	12,16

N.B.: il 5.10.1983 gli zuccheri riduttori in tutti i campioni di vino risultavano 1 g/l; il 5.10.1983 si è aggiunto ad ogni damigiana 100 mg/l di SO₂ sotto forma di metabisolfito di potassio.

Tabella 3: tenore in aminoacidi liberi, azoto ammoniacale ed azoto totale del mosto d'uva Chardonnay 1983 e dei rispettivi vini ottenuti con l'aggiunta al mosto di azoto ammoniacale sotto forma di fosfatobiamonio.
Table 3: content of free amino acids, ammoniacal nitrogen and total nitrogen in the must of Chardonnay grapes 1983 and the respective wines obtained with addition to the must of ammoniacal nitrogen in the form of biammonium phosphate.

Aminoacidi liberi Azoto ammoniacale Azoto totale mg/l	Massa mosto - 1 - 28.9.1983	Vino test 5.10.1983	Vino da mosto + 50 mg/l di N 5.10.1983
Idrossiprolina	8,90	8,5	8,9
Acido aspartico	31,6	1,5	2,3
Treonina	92,1	1,0	1,3
Serina	121,8	0,9	1,1
Asparagina	46,9	3,1	3,1
Acido glutammico	69,1	2,5	3,4
Glutammina	599,3	2,6	2,6
Prolina	843,9	812,2	825,1
Glicina	7,3	2,3	3,3
Alanina	286,1	5,2	8,6
Citrullina			
Valina	43	5,7	5,9
Cistina			
Metionina	7,5	0,6	1,3
Isoleucina	14,9	1,2	1,6
Leucina	21,2	1,8	2,8
Tirosina	19,4	1,3	2,6
Fenilalanina	13,8	3,0	4,5
Ac. γ-aminobutirrico	171,9	4,9	7,4
Etanolammina	11,5	9,5	10,5
Ammoniaca			
Ornitina	15,5	1,2	1,2
Lisina	8,5	3,4	5,1
Istidina	23,0	0,6	1,5
Arginina	360,3	3,9	5,9
Aminoacidi totali	2.813	980,2	1.013,7
Azoto corr. agli aminoacidi	420,04	121,2	126,1
Azoto ammoniacale	90	3	3
Azoto totale	602	274	308
Azoto corr. alla prolina	102,62	98,76	100,33
Azoto corr. all'arginina	115,84	1,25	1,90

dell'apporto di azoto ammoniacale;

d) il tenore degli esteri etilici e degli acidi grassi, come il capronato, il caprilato ed il caprato di etile, così come il tenore dei corrispondenti acidi grassi resta praticamente costante al variare della quantità dell'azoto ammoniacale aggiunto.

Durante la conservazione dei vini in contatto con la feccia per circa tre mesi si è constatato:

1) un considerevole aumento degli aminoacidi liberi nei vini e il loro aumento è proporzionale all'azoto assimilato aggiunto e quindi alla biomassa sviluppata nel corso delle fermentazioni;

2) che il tenore degli alcoli superiori resta sostanzialmente costante o aumenta leggermente, soprattutto quello del n-propanolo;

3) un calo generale degli acetati minori (isobutile, isoamile ed esile) di fronte a una limitatissima diminuzione dell'acetato di etile;

4) un notevole calo del tenore degli esteri etilici e degli acidi grassi (dal butirrato al 9-deceonato di etile), mentre il contenuto dei corrispondenti acidi grassi non si modifica sensibilmente anche se per qualcuno di essi si verifica un leggero aumento.

Le caratteristiche organolettiche dei vini a fine fermentazione risultano migliorate già dopo l'apporto di soli 50 mg/l di azoto, nel senso che i vini si presentavano alle sensazioni olfattive, anche se tutti molto fruttati, più puliti, più netti e quindi gradevoli, mentre alla degustazione i vini aggiunti di azoto risultavano più pieni e rotondi.

Si deve concludere che l'aggiunta di azoto assimilabile ai mosti naturalmente carenti, può costituire una pratica tecnologica da adottare per portare ad un miglioramento della qualità dei vini.



Tenori e natura dell'azoto assimilato dai lieviti nel corso della fermentazione

Allo scopo di verificare la quantità e la natura dell'azoto assimilato dai lieviti nel corso della fermentazione, una massa di 45 litri di mosto fiore di uve Chardonnay del Trentino, vendemmia 1983, resa limpida dopo una preventiva aggiunta di 45 mg/l di anidride solforosa e quindi sottoposta alla defecazione statica per 24 ore alla temperatura di 15°C (i dati analitici più significativi sono riportati nella tabella 1), è stata suddivisa in parti uguali in due damigiane da 25 litri di capacità.

La prima damigiana è servita come test, mentre alla seconda si sono aggiunti 50 mg/l di azoto assimilabile, sotto forma di fosfato biammonico.

Il mosto di ogni damigiana è stato insemato con una coltura preparata con lo stesso mosto di *Saccharomyces cerevisiae* "EP", della collezione del nostro Istituto, in modo da ottenere una carica mi-

crobica di circa un milione di cellule per ml di mosto.

Le damigiane tappate con un battello di cotone sono state depositate in cantina, la temperatura della quale era di circa 18°C.

Giorno dopo giorno si è controllata la temperatura di fermentazione e il suo decorso, dosando l'alcol svolto sino all'esaurimento degli zuccheri riduttori, i dati dei quali sono riportati in tabella 2, dalla quale appare evidente che la fermentazione alcolica si è svolta in cinque giorni e la temperatura massima raggiunta era di 24,5°C per un solo giorno.

Nella tabella 3 vengono riportati i tenori in aminoacidi liberi, azoto totale, azoto ammoniacale del mosto e dei vini ottenuti con e senza l'aggiunta al mosto di azoto ammoniacale.

Da un esame dei dati riportati in tabella, appare evidente come nel corso della fermentazione si sia avuta la quasi totale assimilazione da parte dei lieviti dell'azoto ammoniacale presente nei mosti e contemporaneamente più del 75% dell'azoto corrispondente agli aminoacidi liberi.

Se si toglie dal tenore dell'azoto corrispondente agli aminoacidi liberi presenti nei vini, quello della prolina, che di norma non viene metabolizzata da parte dei lieviti, che è di circa 100 mg/l, si può constatare come nel corso della fermentazione alcolica l'azoto assimilabile disponibile che era rispettivamente di 410 e 460 mg/l è stato quasi totalmente utilizzato dai lieviti e che ben poco quindi ne restava nei vini.

Era opportuno verificare su diverse masse di mosti d'uva Chardonnay e Pinot bianco, se il tenore in azoto assimilabile e quindi disponibile per i lieviti, per un buon andamento della fermentazione alcolica era sufficiente e tale da evitare, secondo quanto sostiene Vos (1981), la demolizione delle proteine dei mosti da parte dei lieviti per procurarsi l'azoto necessario per la loro crescita e moltiplicazione. In quest'ultimo caso si avrebbe come conseguenza la liberazione, sotto forma di idrogeno solforato, dello zolfo contenuto negli aminoacidi delle proteine con ripercussioni sulla qualità dei vini.

Infatti sulla base di risultati sperimentali Vos (1981) ha formulato l'ipotesi, successivamente confermata da Dittrich (1983) che, allorché nel mosto il contenuto in azoto assimilabile disponibile per lo sviluppo e la moltiplicazione dei lieviti nel corso della fermentazione alcolica e per il completamento della stessa, risulta essere insufficiente, vengono stimulate nello stesso lievito le attività proteiche extracellulari e conseguentemente una buona parte delle proteine del mosto vengono idrolizzate, costituendo in tal modo una sorgente importante di idrogeno solforato, nel corso della fermentazione alcolica, quale prodotto di demolizione degli aminoacidi solforati delle proteine.

Aminoacidi liberi, azoto totale, azoto ammoniacale e azoto proteico nei mosti d'uva base spumante Chardonnay e Pinot bianco

Vendemmia 1984

Su 14 masse differenti di mosto, corrispondente ciascuna a circa 200-300 hl di mosto d'uva base spumante, ottenute dalla pigiatura con presse orizzontali o a nastro continuo di uve Chardonnay e Pinot bianco vendemmiate dal 23.9 al 6.10.1984; rese limpide dopo una preventiva chiarificazione con circa 30-50 g di bentonite, 3 g di gelatina e 50 mg/l di anidride solforosa e quindi raffreddate a 12°C per 24 ore, si è dosato il contenuto in aminoacidi liberi, in azoto totale, ammoniacale ed azoto proteico, con i metodi proposti in un nostro precedente lavoro (Margheri e coll., 1982).

Da un attento esame dei dati riportati in tabella 4 appare immediatamente in evidenza come i tenori delle singole frazioni dei componenti azotati risultavano estremamente variabili.

Infatti l'azoto totale va da un minimo di 308 ad un massimo di 666 mg/l.

Il tenore corrispondente agli aminoacidi liberi da un minimo di 225 ad un massimo di 447 mg/l, l'azoto proteico da un minimo di 28 ad un massimo di 154 mg/l. Estremamente eterogenei risultavano anche i rapporti fra le varie forme di azoto.

È pertanto consigliabile, qualora non si conosca il tenore dell'azoto assimilabile dei mosti, l'aggiunta di 0,3 g/l di fosfato biammonico corrispondente a 0,063 g/l di azoto, (in quanto consentito dalla ord. CEE 337/79 supplemento III).

Tabella 4 - Table 4

Aminoacidi liberi, azoto totale, azoto ammoniacale, azoto proteico		1
Idrossiprolina	mg/l	5,0
Acido aspartico	mg/l	30,3
Treonina	mg/l	99,9
Serina	mg/l	126,9
Asparagina	mg/l	41,9
Acido glutammico	mg/l	65,4
Glutammina	mg/l	70,4
Prolina	mg/l	584,6
Glicina	mg/l	7,7
Alanina	mg/l	276,3
Citrullina	mg/l	12,0
Valina	mg/l	31,8
Cistina	mg/l	18,6
Metionina	mg/l	8,7
Isoleucina	mg/l	23,0
Leucina	mg/l	28,7
Tirosina	mg/l	18,5
Fenilalanina	mg/l	46,9
Acido γ-aminobutirrico	mg/l	101,6
Etanolammina	mg/l	
Ornitina	mg/l	14,4
Lisina	mg/l	10,6
Istidina	mg/l	21,5
Arginina	mg/l	382,9
Aminoacidi liberi totali	mg/l	2.027,6
Azoto corr. agli aminoac. lib.	mg/l	331,56
Azoto ammoniacale	mg/l	151
Azoto totale	mg/l	661
Azoto proteico	mg/l	64,5
Azoto corr. alla prolina	mg/l	71,09
Azoto corr. all'arginina	mg/l	123,10

2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
5,0	9,0	9,0	5,0	5,0	5,0	5,0	9,0	9,0	5,0	5,0	9,0	9,0
35,80	15,1	27,5	35,6	42,4	35,1	24,60	41,6	61,0	31,9	45,1	20,5	27,4
136,2	75,7	105,9	116,7	121,3	106,0	88,5	107,1	110,9	109,4	144,8	87,1	97,6
186,6	108,2	144,3	70,8	190,5	147,9	63,3	151,8	164,2	116,9	77,8	125,9	156,8
83,8	25,1	50,3	25,1	83,8	58,6	25,1	83,8	67,0	41,9	16,7	33,5	58,6
100,4	56,0	70,0	39,9	96,8	75,0	61,7	113,8	99,2	68,5	59,2	61,5	63,7
183,5	38,4	91,8	28,8	151,9	75,4	22,2	124,4	90,1	77,2	27,4	61,0	84,2
773,5	575,6	593,6	54,0	818,4	539,6	152,9	917,4	625,1	391,2	134,9	611,6	620,6
11,1	6,8	9,4	5,1	12,0	8,6	4,3	9,5	7,8	6,9	4,2	6,4	8,9
413,5	203,8	278,3	109,0	420,3	307,4	192,6	427,2	331,2	228,3	143,0	264,7	340,1
14,0	—	8,0	20,0	12,0	10,0	10,0	10,3	12,3	12,3	16,0	8,0	6,0
82,8	23,9	30,2	31,0	52,7	34,1	21,7	52,8	31,0	27,9	21,7	37,2	31,0
22,6	12,0	16,6	13,6	19,0	15,0	20,4	16,4	19,2	13,7	14,4	13,1	13,1
18,6	7,4	4,3	7,5	13,8	8,8	5,6	12,5	8,7	7,5	4,8	9,6	7,2
66,8	13,8	18,4	42,1	36,4	22,8	18,2	36,8	18,4	23,0	18,9	26,7	20,0
82,4	17,2	26,8	47,4	45,5	30,4	24,8	44,1	24,9	28,7	26,0	31,7	27,9
33,7	11,8	18,5	8,3	30,0	20,0	10,0	23,6	20,2	16,9	11,7	18,3	21,6
117,3	25,4	41,1	65,5	80,9	46,2	32,7	78,2	43,0	43,0	30,6	59,3	45,9
122,6	97,2	101,6	40,7	108,5	88,6	91,6	98,4	78,0	81,4	84,1	114,6	119,9
14,4	12,8	14,4	15,8	14,2	14,2	14,2	13,0	14,6	14,7	15,9	12,7	12,7
8,5	7,4	7,4	8,3	9,4	8,3	10,4	6,4	8,5	8,5	11,6	8,5	9,5
38,5	15,4	21,5	21,6	29,3	23,2	13,9	23,6	23,6	20,5	18,2	21,2	24,2
500,5	163,8	387,5	548,9	444,6	412,8	385,6	290,3	435,5	460,4	657,6	272,2	372,0
3.052,1	1.521,8	2.076,4	1.360,7	2.838,7	2.089,4	1.299,3	2.692,0	2.304,0	1.835,7	1.589,6	1.914,3	2.177,9
477,72	225,96	338,29	277,0	443,06	345,53	240,93	393,50	375,42	321,31	329,75	295,39	350,34
100	28	84	78	84	100	78	112	56	106	78	72	67
571	308	537	369	476	470	537	582	549	409	661	666	660
39	36	53	154	42	42	36	50	28	47	34	76	34
94,06	69,99	72,18	6,57	99,52	65,6	18,59	111,56	76,01	47,57	16,4	74,37	75,46
160,91	52,66	124,58	176,47	142,94	132,72	123,96	93,33	140,1	148,02	211,42	87,51	119,60

Correlazione tra tenori e natura dell'azoto assimilato dai lieviti nel corso della fermentazione e tenori dei componenti volatili dei rispettivi vini

Per dimostrare l'eventuale correlazione tra i tenori e la qualità dell'azoto assimilato dai lieviti nel corso della fermentazione e i componenti volatili di fermentazione dei rispettivi vini, due masse, 1 e 2, differenti di mosto d'uva corrispondenti ciascuna a 500 hl, ottenute dalla pressatura soffice (resa 65%) delle uve Chardonnay di due diverse zone del Trentino, vendemmia 1984, sono state raffreddate a 12°C dopo aver a ciascuna di esse aggiunto 30 g/hl di bentonite, 3 g di gelatina, 50 mg/l di anidride solforosa, quindi dopo 24 ore si è decantato la parte limpida della massa dei mosti suddividendo quella corrispondente al mosto 1 in due serbatoi inox da 100 hl ciascuno e quella del mosto 2 in un serbatoio inox da 100 hl ed in un secondo da 150 hl. Per favorire la fermentazione alcolica in ciascuno dei quattro serbatoi si è inoculato il 3,5% di una coltura di lieviti selezionati di *Saccharomyces cerevisiae*, ceppo 111, nel momento della loro massima proliferazione.

I dati analitici ottenuti dall'analisi dei mosti, prima della fermentazione, sono riportati rispettivamente nelle tabelle 5 e 6, mentre i dati connessi con l'andamento degli zuccheri nel corso della fermentazione dei rispettivi mosti sono riportati nelle tabelle 7 e 8. La temperatura massima di fermentazione raggiunta nei serbatoi, corrispondenti alle masse del mosto 1, era di 24°C ed è rimasta tale per un solo giorno e successivamente era scesa a circa 19°C e si era conservata tale fino alla fine della fermentazione, mentre la

Tabella 5: prova di fermentazione 1. Dati analitici della massa del mosto d'uva Chardonnay del Trentino (1) - vendemmia 1984.

Table 5: fermentation test 1. Analytical data on the must of Chardonnay grapes from Trentino (1), 1984 vintage.

Analisi eseguite il 23.9.1984		
Densità a 20°C		1,073360
Zuccheri riduttori (Fehling)	g/l	168,85
pH		3,15
Acidità totale	g/l	9,30
Numero di formolo		22,00
Ceneri	g/l	3,20
Alcalinità delle ceneri	meq/l	35,00
Anidride solforosa totale	mg/l	25
Acido tartarico (met. Rebelein)	g/l	5,52
Acido L-malico (met. enzimatico)	g/l	5,82
Acido citrico (met. enzimatico)	g/l	0,28
Azoto totale	mg/l	574
Azoto ammoniac.	mg/l	109

temperatura massima raggiunta nei serbatoi delle masse di mosto 2 era di 28°C ed è rimasta tale per tre giorni e successivamente era scesa gradatamente fino a 17°C consentendo un esaurimento rapido degli zuccheri. Dai dati riportati nelle tabelle 7e 8 appare evidente che anche se la velocità dell'andamento dell'attività fermentativa dei mosti era alquanto differente per le due masse di mosto (sei giorni per le masse del mosto 1 e nove per quelle del mosto 2), il decorso della fermentazione in tutti e quattro i

Tabella 6: prova di fermentazione 2. Dati analitici della massa del mosto d'uva Chardonnay del Trentino (2) - vendemmia 1984.

Table 6: fermentation test 2. Analytical data on the must of Chardonnay grapes from Trentino (2), 1984 vintage.

Analisi eseguite il 1.10.1984		
Densità a 20°C		1,07905
Zuccheri riduttori (Fehling)	g/l	174,57
pH		2,90
Acidità totale	g/l	10,80
Numero di formolo		21,60
Ceneri	g/l	2,56
Alcalinità delle ceneri	meq/l	31,00
Anidride solforosa totale	mg/l	30
Acido tartarico (met. Rebelein)	g/l	4,48
Acido L-malico (met. enzimatico)	g/l	7,12
Acido citrico (met. enzimatico)	g/l	0,238
Azoto totale	mg/l	723
Azoto ammoniac.	mg/l	159

serbatoi è stato regolare e continuo fino ad un totale esaurimento degli zuccheri. Si era ritenuto opportuno seguire in tutti e quattro i serbatoi anche l'andamento dei tenori dell'azoto assimilato da parte dei lieviti nel corso della fermentazione ed i dati dei quali sono riassunti nelle tabelle 9 e 10. Da un attento esame dei dati appare immediatamente in evidenza come, sia la massa del mosto 1 che la 2 contenevano un tenore in azoto corrispondente agli aminoacidi liberi molto elevato e quasi identico; cioè rispettiva-

Tabella 7: prova di fermentazione 1. Andamento degli zuccheri nel corso della fermentazione della massa del mosto d'uva Chardonnay del Trentino (1), vendemmia 1984.

Table 7: fermentation test 1. State of the sugars during fermentation of the must of Chardonnay grapes from Trentino (1), 1984 vintage.

Data	Temperatura di fermentazione °C	Serbatoio A 100 hl ceppo di lievito 111 g/l	Serbatoio B 100 hl ceppo di lievito 111 g/l
23. 9.1984	17	168,85	168,85
24. 9.1984	20	149,75	143,00
25. 9.1984	24	74,63	73,57
26. 9.1984	1	25,75	36,78
27. 9.1984	1,5	7,60	17,16
28. 9.1984	19	1,00	1,00
1.10.1984	18	1,00	1,00

Tabella 8: prova di fermentazione 2. Andamento degli zuccheri nel corso della fermentazione della massa del mosto d'uva Chardonnay del Trentino (2), vendemmia 1984.

Table 8: fermentation test 2. State of the sugars during fermentation of the must of Chardonnay grapes from Trentino (2), 1984 vintage.

Data	Temperatura di fermentazione °C	Serbatoio A 100 hl ceppo di lievito 111 g/l	Serbatoio B 150 hl ceppo di lievito 111 g/l
29. 9.1984	15	174,57	174,57
1.10.1984	17	147,10	141,09
3.10.1984	28	21,45	43,82
5.10.1984	27	3,20	2,30
7.10.1984	24	1,00	1,70
10.10.1984	22	1,00	1,00
12.10.1984	20	1,00	1,00
16.10.1984	18	1,00	1,00
22.10.1984	17	1,00	1,00
8.11.1984	17	1,00	1,00

Tabella 9: tenore degli aminoacidi liberi, dell'ammoniaca e dell'azoto totale nel corso della fermentazione delle masse dei mosti d'uva Chardonnay (1), vendemmia 1984.

Table 9: content of free amino acids, ammonia and total nitrogen during fermentation of Chardonnay grapes (1), 1984 vintage.

Aminoacidi liberi, azoto ammoniacale e azoto totale mg/l	Massa mosto - 1 - 22.9.1984	Massa mosto - 1 - in fermentazione 24.9.1984		Massa mosto - 1 - in fermentazione 25.9.1984		Massa mosto - 1 - fine fermentazione 28.9.1984		Massa vino - 1 - a 5 g. fine ferment. 3.10.1984	
		Serb. A	Serb. B	Serb. A	Serb. B	Serb. A	Serb. B	Serb. A	Serb. B
Idrossiprolina	7,6	7,8	7,8	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6
Acido aspartico	30,1	15,0	15,0	4,7	4,5	5,3	5,3	8,4	8,4
Treonina	109,0	39,3	40,0	4,6	3,7	2,9	2,1	2,3	3,0
Serina	150,8	61,7	61,7	5,3	5,6	3,0	3,0	3,1	3,7
Asparagina	36,1	23,5	23,5	13,4	12,5	26,8	33,5	28,9	28,9
Acido glutammico	75,2	68,7	66,6	26,6	30,7	35,9	31,6	35,8	33,4
Glutammina	354,6	215,8	208,4	58,4	75,1	46,7	64,8	41,3	50,6
Prolina	598,8	598,7	579,3	604,5	598,6	610,8	610,6	610,5	614,1
Glicina	10,6	10,6	10,9	11,0	10,4	11,0	12,2	11,8	12,6
Alanina	291,5	253,3	251,7	90,4	118,5	67,1	94,9	72,9	99,2
Citrullina	7,8	7,8	7,9	7,9	7,6	7,7	7,7	7,8	7,8
Valina	18	16,9	16,4	7,4	7,1	6,3	7,4	5,4	6,4
Cistina	39,2	10	10	10,0	8,2	9,5	9,4	9,5	9,5
Metionina	4,8	2,1	2,1	2,1	2,6	1,8	1,8	1,8	1,8
Isoleucina	17,6	3,0	3,0	1,8	1,8	2,1	2,1	3,3	4,4
Leucina	24,3	1,9	1,9	1,5	1,5	1,7	1,7	5,3	5,3
Tirosina	18,1	11,4	11,4	2,7	2,7	3,0	3,0	3,0	3,0
Fenilalanina	41,6	4,9	8,2	3,3	4,5	5,1	5,1	3,5	3,5
Ac. γ-aminobutirrico	100,4	102,5	99,0	102,0	98,7	98,8	97,3	104,9	106,5
Etanolammia	10,9	10,9	10,9	10,6	9,7	10,9	10,9	9,3	9,3
Ammoniaca	109,4	67,9	73,9	3,9	3,3	1,9	2,2	2,4	2,7
Ornitina	4,8	4,5	4,5	16,9	15,5	17,1	17,9	17,6	16,8
Lisina	6,5	2,0	2,0	6,3	7,4	6,2	6,2	9,7	10,8
Istidina	21,8	4,0	4,0	3,4	4,1	5,7	5,6	5,8	5,8
Arginina	398,8	345,9	330,9	108,8	219,7	44,0	55,0	41,2	45,8
Aminoacidi totali	2.378,0	1.822,2	1.777,10	1.111,20	1.258,30	1.037	1.096,7	1.050,70	1.098,20
Azoto corr. agli aminoacidi	371,64	295,09	286,62	162,37	202,75	139,49	149,52	141,11	148,59
Azoto ammoniacale	109	56	60	3,2	2,7	1,5	1,8	1,8	2
Azoto totale	574							364	344
Azoto corr. alla prolina	72,81	72,80	70,44	73,51	72,79	74,27	74,25	74,24	74,67
Azoto corr. all'arginina	128,21	111,21	106,38	34,98	70,63	14,15	17,68	13,25	14,72

Tabella 10: tenore degli aminoacidi liberi, dell'ammoniaca e dell'azoto totale nel corso della fermentazione delle masse dei mosti d'uva Chardonnay (2), vendemmia 1984.
Table 10: content of free amino acids, ammonia and total nitrogen during fermentation of Chardonnay grapes (2), 1984 vintage.

Aminoacidi liberi, azoto ammoniacale e azoto totale mg/l	Massa mosto - 2 - 29.9.1984	Massa mosto - 2 - in fermentazione 27.9.1984		Massa mosto - 2 - in fermentazione 2.10.1984		Massa mosto - 2 - fine fermentazione 10.10.1984	
		Serbatoio A	Serbatoio B	Serbatoio A	Serbatoio B	Serbatoio A	Serbatoio B
Idrossiprolina	7,6	7,3	7,3	7,3	7,3	7,4	7,4
Acido aspartico	35,8	29,3	31,1	15,1	17,0	19,0	21,5
Treonina	114,1	90,9	95,4	23,4	27,6	24,6	29,9
Serina	155,3	127,1	132,3	39,8	48,2	44,8	52,5
Asparagina	46,9	46,0	46,9	37,5	25,0	35,2	35,2
Acido glutammico	87,8	79,3	81,5	80,9	78,9	87,9	96,3
Glutammina	575,6	535,8	481,7	224,6	221,9	163,7	197,5
Prolina	537,9	536,0	533,0	541,1	549,5	550,5	545,7
Glicina	8,3	8,0	7,6	10,5	10,3	10,1	10,1
Alanina	311,6	283,4	220,8	234,4	228,0	224,2	235,4
Citrullina	9,9	9,9	9,9	10,9	10,9	10,2	10,2
Valina	47,0	13,1	13,1	8,8	8,7	6,0	8,2
Cistina	38,8	13,9	13,3	6,5	6,5	11,3	11,3
Metionina	6,3	3,7	4,2	1,0	4,0	3,2	3,2
Isoleucina	22,4	19,8	20,7	1,0	1,0	2,9	2,9
Leucina	29,8	21,9	23,5	1,9	2,5	1,3	1,2
Tirosina	20,2	20,7	19,3	7,5	13,6	9,8	11,2
Fenilalanina	46,6	39,7	42,9	3,1	2,1	9,7	9,7
Ac. γ -amminobutirrico	89,2	87,2	87,2	90,6	87,0	91,2	92,1
Etanolammia	7,9	3,2	3,2	3,2	3,2	2,9	2,9
Ammoniaca	158,7	68,0	75,5	25,9	28,0	7,3	7,3
Ornitina	6,3	6,0	6,0	6,0	6,0	14,8	14,8
Lisina	5,5	1,9	1,9	0,1	0,1	7,6	7,6
Istidina	24,8	3,7	3,0	4,3	4,3	4,3	4,3
Arginina	407,6	390,7	398,8	285,8	316,7	276,8	280,8
Aminoacidi totali	2.643,2	2.378,5	2.284,6	1.645,3	1.680,3	1.619,4	1.691,90
Azoto corr. agli aminoacidi	399,11	360,99	349,49	263,0	269,36	255,99	264,89
Azoto ammoniacale	159	56	62	21	23	6	6
Azoto totale	723					473	473
Azoto corr. alla prolina	65,41	65,18	64,81	65,80	66,82	66,94	66,36
Azoto corr. all'arginina	131,04	125,61	128,21	91,88	101,82	88,99	90,18

Infatti dalle masse del mosto 1 dei due serbatoi, i lieviti nel corso della fermentazione hanno assimilato il 60% dell'azoto corrispondente agli aminoacidi liberi, mentre nelle masse del mosto 2 soltanto il 33,7%.
È opportuno evidenziare come in tutte e due le masse di mosto dei quattro serbatoi, i lieviti non hanno metabolizzato la prolina, la glicina, la citrullina e l'acido γ -aminobutirrico. Un comportamento molto differente nelle due masse di mosto si è verificato per quanto riguarda l'assimilazione

dell'arginina.

Infatti nella massa di mosto 1, in entrambi i serbatoi, i lieviti hanno metabolizzato circa il 90% dell'arginina, mentre nelle masse del mosto 2 solamente il 30%.
Ciò può essere attribuito alle diverse caratteristiche fisiologiche del lievito al momento dell'inoculo o ad altri fattori di non facile individuazione, legati probabilmente alle caratteristiche chimico-fisiche dei singoli mosti, che possono influire sull'efficienza del processo fermentativo.
È interessante evidenziare inol-

tre come nel corso della fermentazione alcolica i lieviti abbiano metabolizzato, in entrambe le masse di mosto dei quattro serbatoi, soltanto parte dell'azoto assimilabile disponibile nei mosti di partenza.
Dopo qualche giorno dalla fine della fermentazione dei mosti i vini sono stati aggiunti di 80 mg/l di anidride solforosa e quindi tutti i vini corrispondenti a ciascun serbatoio sono stati centrifugati e da ciascuna partita si sono prelevati 10 litri di vino per effettuare il dosaggio dei più rap-

Tabella 11: prova di fermentazione 1. Dati analitici del vino base spumante Chardonnay del Trentino - vendemmia 1984.
Table 11: fermentation test 1. Analytical data on sparkling wine base made from Chardonnay grapes from Trentino, 1984 vintage.

Analisi effettuata il 3.10.1984	Vino serb. A hl 100 ceppo lievito 111 mosto inizio ferment. 23.9.1984 fine ferment. 28.9.1984		Vino serb. B hl 100 ceppo lievito 111 mosto inizio ferment. 23.9.1984 fine ferment. 28.9.1984	
Densità a 20°C		0,99590		0,99570
Alcol % in volume (distillazione)		10,82		10,53
Estratto secco totale (calcolato)	g/l	26,80		25,30
Zuccheri riduttori (Fehling)	g/l	1,00		1,00
Estratto - zuccheri ecc. 1 g.	g/l	26,80		25,30
pH		3,15		3,20
Acidità totale	g/l	9,76		10,05
Acidità volatile - SO ₂	g/l	0,22		0,22
Acidità fissa	g/l	-		-
Anidride solforosa totale	g/l	0,115		0,115
Anidride solforosa libera	g/l	0,036		0,036
Ceneri	g/l	2,86		2,92
Alcalinità delle ceneri		32,20		34,80
Numero di formolo		6,60		6,40
Acido tartarico (metodo Rebelein)	g/l	3,74		4,16
Acido L-malico (metodo enzimatico)	g/l	4,90		5,01
Acido L-lattico (metodo enzimatico)	g/l	0,03		0,02
Acido D-lattico (metodo enzimatico)	g/l	0,165		0,161
Acido citrico (metodo enzimatico)	g/l	0,250		0,239
Acido α -chetoglutarico (metodo enzimatico)	g/l	0,055		0,053
Acido piruvico (metodo enzimatico)	g/l	0,003		0,003
Glicerina (metodo enzimatico)	g/l	4,42		4,75
Acetaldeide	mg/l	8,7		7,7
Acetato di etile	mg/l	53		62
Metanolo	ml/l	0,035		0,035
Propanolo-1	mg/l	34,5		36,7
2-metilpropanolo-1	mg/l	40,6		36,9
Butanolo-1	mg/l	inf. a 1		inf. a 1
2-metilbutanolo-1	mg/l	20,7		19
3-metilbutanolo-1	mg/l	91,1		88,7
Alcoli superiori totali	mg/l	186,9		181,3
Azoto totale	mg/l	364		344
Azoto ammoniacale	mg/l	3		3
Leucoantociani come cianidina	mg/l	inf. a 5		inf. a 5

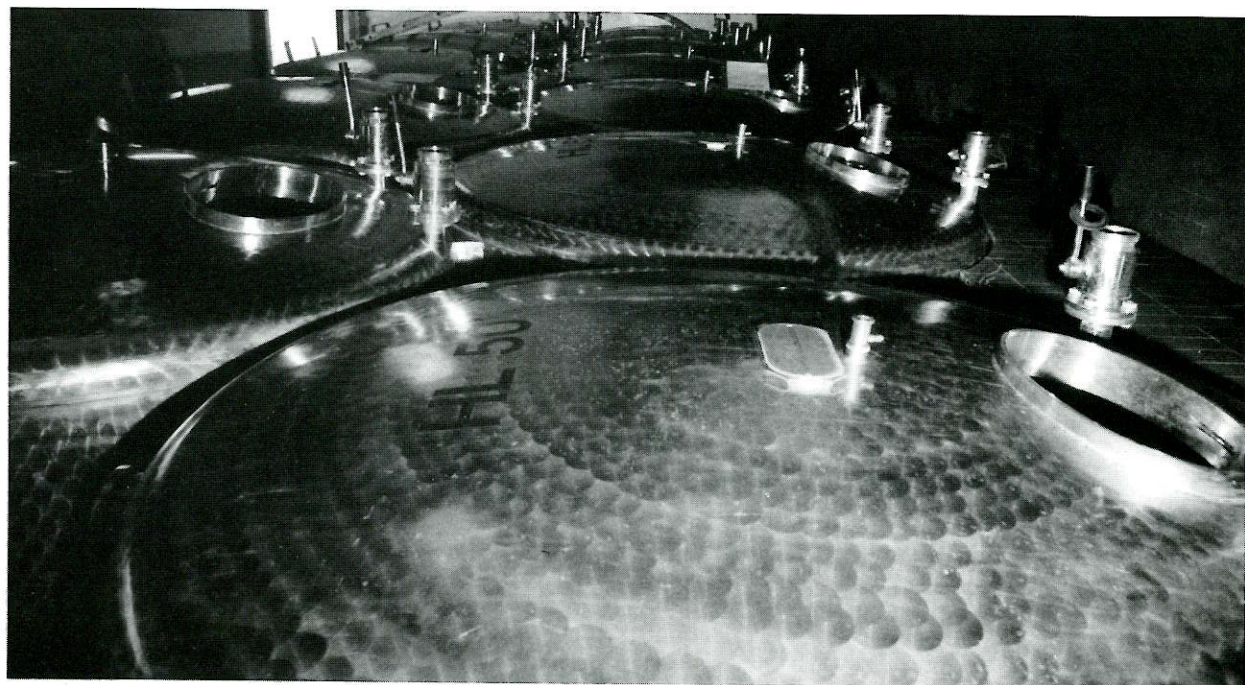
Tabella 12: prova di fermentazione 2. Dati analitici del vino base spumante Chardonnay del Trentino - vendemmia 1984.
Table 12: fermentation test 2. Analytical data on sparkling wine base made from Chardonnay grapes from Trentino, 1984 vintage.

Analisi effettuata il 17.10.1984	Vino serb. A hl 100 ceppo lievito 111 mosto inizio ferment. 29.9.1984 fine ferment. 7.10.1984		Vino serb. B hl 150 ceppo lievito 111 mosto inizio ferment. 29.9.1984 fine ferment. 10.10.1984	
Densità a 20°C		0,99500		0,99445
Alcol % in volume (distillazione)		10,82		11,16
Estratto secco totale (calcolato)	g/l	24,50		24,10
Zuccheri riduttori (Fehling)	g/l	1,30		1,00
Estratto - zuccheri ecc. 1 g.	g/l	24,20		24,10
pH		2,90		2,95
Acidità totale	g/l	10,17		10,18
Acidità volatile - SO ₂	g/l	0,39		0,39
Acidità fissa	g/l	9,68		9,69
Anidride solforosa totale	g/l	0,102		0,112
Anidride solforosa libera	g/l	0,039		0,059
Ceneri	g/l	2,20		2,04
Alcalinità delle ceneri		23,20		22,00
Numero di formolo		12,20		12,80
Acido tartarico (metodo Rebelein)	g/l	3,39		3,00
Acido L-malico (metodo enzimatico)	g/l	5,19		5,33
Acido L-lattico (metodo enzimatico)	g/l	0,378		0,253
Acido D-lattico (metodo enzimatico)	g/l	0,044		0,039
Acido citrico (metodo enzimatico)	g/l	0,224		0,236
Acido α -chetoglutarico (metodo enzimatico)	g/l	0,035		0,018
Acido piruvico (metodo enzimatico)	g/l	0,023		0,007
Glicerina (metodo enzimatico)	g/l	4,42		4,27
Acetaldeide	mg/l	13,5		13
Acetato di etile	mg/l	33,5		35
Metanolo	ml/l	0,04		0,04
Propanolo-1	mg/l	21		20
2-metilpropanolo-1	mg/l	25,6		24,6
Butanolo-1	mg/l	inf. a 1		inf. a 1
2-metilbutanolo-1	mg/l	18,5		16
3-metilbutanolo-1	mg/l	91,4		92,5
Alcoli superiori totali	mg/l	156,5		153,1
Azoto totale	mg/l	473		479
Azoto ammoniacale	mg/l	5		5
Leucoantociani come cianidina	mg/l	8		6

Tabella 13: tenore dei componenti volatili dei vini ottenuti alla fine della fermentazione delle masse di mosti d'uva 1 e 2.
Table 13: content of volatile components in wines obtained after fermentation of grape musts 1 and 2.

Analisi effettuata il 20.10.1984	Massa di mosto d'uva 1		Massa di mosto d'uva 2	
	Vino serb. A hl 100 ceppo lievito 111 mosto	Vino serb. B hl 100 ceppo lievito 111 mosto	Vino serb. A hl 100 ceppo lievito 111 mosto	Vino serb. B hl 150 ceppo lievito 111 mosto
	inizio fermentaz. 23.9.1984	inizio fermentaz. 23.9.1984	inizio fermentaz. 29.9.1984	inizio fermentaz. 29.9.1984
	fine fermentaz. 28.9.1984	fine fermentaz. 28.9.1984	fine fermentaz. 7.10.1984	fine fermentaz. 10.10.1984
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Acetato isobutile	0,30	0,27	0,070	0,075
Acetato isoamile	7,1	6,9	2,2	2,8
Acetato n. esile	1,5	1,25	0,93	0,96
Acetato β -feniletile	0,47	0,51	0,36	0,32
Butirrato etile	0,44	0,35	0,21	0,21
Capronato etile	0,73	0,55	0,60	0,56
Caprilato etile	0,99	0,90	0,99	0,98
Caprato etile	0,55	0,50	0,65	0,60
9-decenoato etile	0,034	0,075	0,011	0,006
Acido isobutirrico	0,68	0,72	0,59	0,62
Acido butirrico	1,40	1,40	0,85	1,1
Acido isovalerianico	0,21	0,21	0,24	0,32
Acido capronico	6,6	5,6	4,1	4,4
Acido caprilico	12,0	9,8	9,1	8,8
Acido caprico	5,1	4,2	4,2	4,4
Esanolo	1,88	1,92	3,25	2,62
Tr-3-esenolo	0,038	0,032	0,098	0,086
Cis-3-esenolo	0,16	0,13	0,16	0,13
Tr-2-esenolo	0,007	0,007	0,005	0,004
Ottanolo	0,006	0,008	0,005	0,003
Alcol benzilico	0,038	0,060	0,05	0,05
Alcol β -feniletilico	6,3	8,4	11,8	8,7
3-etossipropanolo	0,37	0,53	0,24	0,13
3-metiltiopropanololo	0,36	0,57	0,62	0,42
Monoacetato 1,3 propandiolo	0,93	1,71	0,65	0,35
Acetoino	0,5	0,08	0,20	0,11
Piruvato etile	0,012	0,010	0,035	0,014
Lattato etile	2,0	1,75	4,8	5,6
Dietilsuccinato	0,010	0,011	0,029	0,018
γ -Butirrolattone	1,3	1,6	7,6	5,8
4-idrossibutirrato etile	0,55	0,50	0,65	0,60
N (3-metilbutil)-acetamide	1,1	1,4	0,40	0,33
Benzaldeide	0,027	0,021	0,016	0,018
4-Vinilguaiaacolo	0,099	0,089	0,004	0,006
4-vinifenolo	0,073	0,072	0,003	0,014
Linalolo	0,009	0,008	0,012	0,010
Ossido di linalolo furan. cis	$\cong$ 0,0015	$<$ 0,002	$\sim$ 0,002	$\sim$ 0,002
α -terpineolo	0,0012	0,0013	0,005	0,004
Ossido di linalolo piran. trans	0,005	0,005	0,003	0,002
Ossido di linalolo piran. cis	0,002	$\cong$ 0,002	$<$ 0,001	$<$ 0,001
Citronellolo	0,004	0,005	0,002	0,002
Ho-diolo	0,07	0,05	0,09	0,14
Nerolo	0,001	0,001	0,002	0,0015





L'aggiunta di azoto assimilabile "sotto forma di sali d'ammonio" ai mosti naturalmente carenti, costituisce una pratica tecnologica da adottare per il miglioramento della qualità dei vini.

presentativi componenti fissi e volatili, i dati dei quali sono riportati nelle tabelle 11, 12 e 13.

I metodi analitici utilizzati sono quelli riportati nei lavori di Margheri e coll. (1977), di Margheri e Versini (1979) e di Versini e coll. (1980).

Dai dati riportati nelle tabelle 11 e 12 appare evidente che i due vini analizzati il 3.10.1984 e gli altri 2 analizzati il 17.10.1984 corrispondenti due a due rispettivamente alle masse dei mosti d'uva 1 e 2, non presentavano fra di loro differenze degne di nota, se non qualche piccola variazione nel tenore di alcuni componenti, da attribuire alla non perfetta riproducibilità quantitativa dei meccanismi biochimici responsabili della fermentazione o ad un inevitabile errore analitico.

Per quanto riguarda i componenti volatili presi in considerazione, il tenore dei quali è riportato in tabella 13, appare immediatamente in evidenza che il tenore complessivo degli esteri acetici (acetati di isobutile, isoamile, n-esile e β -feniletile) dei vini ottenu-

ti dalla fermentazione della massa di mosto 1 è rispettivamente di 9,37 e 8,97 mg/l, mentre nei vini ottenuti dalla fermentazione della massa del mosto 2, il loro tenore era decisamente più basso e precisamente 3,56 e 4,16 mg/l. Il tenore complessivo degli esteri etilici, dell'acido butirrico, capronico, caprilico, caprico ed i rispettivi acidi non si differenzia apprezzabilmente nei quattro vini esaminati.

È deducibile quindi che essendo lo stesso lievito in ambienti con quasi la stessa disponibilità di azoto aminoacidico qualitativa e quantitativa e metabolizzando diverse quantità di azoto assimilabile anche di differente qualità, le differenze talora macroscopiche nei prodotti volatili del gruppo degli acetati responsabili della nota fruttata, non sono strettamente riconducibili e proporzionali al tenore iniziale di azoto assimilabile né alle sue forme, come sostenuto da Agenbach (1978), Amerine e Oug (1963), Bell e Klewer (1979).

Differenze significative ripetibili

nell'ambito delle prove 1 e 2 emergono poi per l'esanolo e gli esanoli imputabili ad una diversa materia prima, pur della stessa cultivar, ed eventualmente a un diverso sistema di pressatura; e per il γ -butirrolattone, N(3-metilbutil) acetammide, 4-vinilguaia-colo e 4-vinilfenolo, per citare i composti con maggiori diversità fra i prodotti del metabolismo dei lieviti, sempre in funzione della natura del substrato e non soltanto dell'azoto, come è emerso da altre prove e studi.

Ripercussioni dell'aggiunta di vitamina B₁ al mosto in fermentazione sulla qualità dei vini

Per evitare l'accumulo di quantità eccessive di composti carbonici in grado di combinare l'anidride solforosa dei vini si consiglia l'aggiunta al mosto, prima dell'inizio della fermentazione, di 50 mg/hl di vitamina B₁ e l'inoculo di una coltura di lieviti selezionati

nati con caratteristiche biochimiche ben note, cioè basso produttori di SO₂ e di acidi chetonici. Attualmente in commercio vengono forniti ottimi lieviti secchi il cui impiego, per favorire un rapido inizio della fermentazione dei mosti, risulta notevolmente semplificato.

Diversi lavori sperimentali (Delfini e coll., 1980; Dittrich, 1977; Piracci e coll., 1983), hanno dimostrato infatti che l'aggiunta di vitamina B₁ o tiamina ai mosti prima dell'inizio della fermentazione indipendentemente dalla presenza o meno dell'anidride solforosa comporta una diminuzione nei vini del tenore dei principali acidi chetonici derivati dal metabolismo secondario del lievito: come acido piruvico e acido 2-chetoglutarico.

La vitamina B₁ o la tiamina, quale parte integrante dell'enzima co-carbossilasi favorisce la decarbossilazione dell'acido piruvico prodotto dal metabolismo degli zuccheri. L'acido 2-chetoglutarico deriva in massima parte dalla desaminazione dell'acido glutaminico e si discosta così dall'acido piruvico anche per quanto riguarda la sua biogenesi ed il suo accumulo nel corso della fermentazione alcolica del mosto. Da prove di fermentazione di masse identiche di mosto di uve Chardonnay del Trentino, l'analisi del quale è riportata nella tabella 14, fermentate con e senza l'aggiunta di tiamina, si è dimostrato come dai dati riportati nella tabella 15 che i livelli quantitativi degli acidi piruvico e chetoglutarico sono decisamente più bassi nei vini ottenuti da mosto aggiunto di tiamina. Si è inoltre potuto constatare come la tiamina aggiunta ai mosti svolge la sua influenza anche sulla biogenesi degli alcoli superiori ed in modo particolare sui tenori di quelli derivanti dal metabolismo zuccherino.

Troviamo infatti in questa prova sperimentale di fermentazione,

Tabella 14: dati analitici del mosto da uve Chardonnay. Mosto chiarificato staticamente per 24 ore con 35 g/hl di bentonite + 5 g/hl di gelatina.

Table 14: analytical data on Chardonnay grape must. Must statically clarified for 24 hours with 35 g/hl of bentonite plus 5 g/hl of gelatine.

Zuccheri riduttori	g/l	183,5
pH		3,10
Acidità totale	g/l	11,44
SO ₂ totale	g/l	0,074
Numero di formolo		23,40
Acido tartarico	g/l	4,12
Acido malico	g/l	7,50
Acido citrico	g/l	0,259
Azoto ammoniacale	mg/l	158
Azoto totale	g/l	672
Durata fermentaz. (temp. media 20°C)	g. ca	12

nel vino ottenuto dal mosto aggiunto di tiamina, un livello quantitativo complessivo in alcoli superiori di 205 mg/l, quindi decisamente inferiore a quello del vino ottenuto senza aggiunta di tiamina che è di 335 mg/l.

Da altre prove di fermentazione, anche con ceppi di lieviti differenti, è emerso che l'aggiunta di vitamina B₁ opera a livello di tutti gli alcoli superiori e soprattutto di n-propanolo e di 2-metilpropanolo-1, determinando per essi una diminuzione, rispettivamente anche del 50% per il primo e del 50-80% per il secondo. In genere per il n-propanolo si verifica un calo se il contenuto nelle prove non aggiunte è più elevato di valori

Tabella 15: vini da mosto d'uva Chardonnay fermentato (con l'inoculo di lieviti selezionati ceppo 841 S. Michele) con e senza aggiunta di vitamina B₁.

Table 15: wines from fermented must of Chardonnay grapes (with inoculation of selected yeasts strain 841 S. Michele) with and without the addition of vitamin B₁.

Componenti	senza B ₁	con B ₁
Densità a 20°C	0,99620	0,99520
Alcol % in volume	10,78	11,05
Estratto secco totale	g/l 27,40	25,50
Zuccheri riduttori	g/l 1,35	1,90
Estratto-zuccheri ecc. 1 g.	g/l 27,05	24,60
pH	3,05	3,05
Acidità fissa	g/l 10,59	10,65
Acidità volatile - SO ₂	g/l 0,16	0,18
Anidride solforosa totale	g/l 0,091	0,093
Anidride solforosa libera	g/l 0,010	0,028
Ceneri	g/l 2,02	1,82
Alcalinità delle ceneri	31,20	28,80
Numero di formolo	9,20	7,60
Acido tartarico	g/l 2,90	2,60
Acido malico	g/l 6,49	6,60
Acido L-lattico	g/l 0,029	0,005
Acido citrico	g/l 0,282	0,279
Acido succinico	g/l 0,261	0,318
Acido chetoglutarico	g/l 0,101	0,024
Acido piruvico	g/l 0,086	0,010
Glicerina	g/l 7,32	5,46
Metanolo	ml/l 0,051	0,049
Propanolo-1	mg/l 63	23
2-metilpropanolo-1	mg/l 145	23,5
2-metilbutanolo-1	mg/l 23	30,8
3-metilbutanolo-1	mg/l 104	128
Alcoli superiori totali	mg/l 335	205,3
Acetato di etile	mg/l 59	46,5
Acetaldeide	mg/l 45	46
Azoto ammoniacale	mg/l 13	11
Azoto totale	mg/l 419	406

mediamente riscontrabili e cioè per i vini bianchi di 20-40 mg/l; per il 2-metilpropanolo-1 invece, anche nel caso di contenuti relativamente bassi, uniformandoli verso un valore unico. Lo stesso dicasi, ma meno marcatamente per le prove da noi effettuate, per gli alcoli isoamilici ove si verificano anche aumenti allorché i contenuti fossero più bassi di quelli a cui si tende. Fatto importante emerso è che con la vitamina B₁ si uniformano sensibilmente i contenuti dei singoli alcoli superiori verso valori mediamente bassi, sembra in funzione della cultivar più che dei lieviti o del mosto. Per quanto riguarda l'effetto della vitamina B₁ sui tenori degli esteri etilici, degli acidi grassi dal C₄ al C₁₂ e quella dei corrispondenti acidi grassi liberi anche di interesse organolettico generalmente positivo, ci si prospetta una più difficile interpretazione. Si può comunque dire che c'è una sufficiente differenziazione in base al tipo di mosto più che del ceppo di lievito soprattutto a livello di esteri e di acidi a catena più corta come l'isobutirrico, butirrico e capronico, anche se vi sono sostanziali differenze fra ceppo e ceppo però non ripetibili in mosti diversi.

Diverso è il discorso per gli acetati come quelli di isobutile, isoamile, esile e β -feniletile, di contenuti dell'ordine di unità o decimi di milligrammo e di rilevante interesse per il fruttato in quanto l'aggiunta di vitamina B₁ al mosto in fermentazione porta ad un aumento anche di cinque volte il loro contenuto e soprattutto quello dell'acetato di isoamile.

Per l'acetato di isobutile, presente comunque in quantità minime, non si verifica un incremento perché l'alcol isobutilico, la cui quantità è in correlazione con il contenuto dell'estere, ha subito una forte diminuzione. Uno studio recentissimo (marzo-aprile 1982) della *Breeding Research Foundation*

chiarisce che la formazione degli acetati è in equilibrio con quella degli acidi grassi e quindi dei loro esteri nel periodo moltiplicativo del lievito che è legato all'ossigeno presente e quindi alla quantità di steroli.

Allorché questa attività cessa, si ha un eccesso di acetil CoA che dovrebbe essere impiegato nel periodo immediatamente successivo per una rapida formazione di esteri acetici. La vitamina B₁ dovrebbe incrementare la disponibilità degli acetil CoA per tale fase, mentre la quantità di acidi grassi ed esteri dovrebbe essere regolata dal fenomeno di crescita del lievito, quindi legata alla disponibilità di O₂, a pari inoculo.

Non si capisce però perché aumenti soprattutto l'acetato di isoamile e sia scarsa l'influenza sull'acetato di etile, estere acetico enormemente maggiore in quantità e per il quale si verificano anche delle diminuzioni.

Questo campo di studio, bisogna ricordare, è in continua evoluzione. La vitamina B₁ incrementa mediamente dal 40 al 100% il contenuto di alcol β -feniletile, uno dei composti volatili quantitativamente più rilevanti e dal gradevole aroma di rosa. I contenuti di γ -butirrolattone e 4-idrossibutirrico di etile, prodotti chimicamente correlabili, dall'odore vinoso gradevole, in valori da 1-2 fino anche a 20-25 mg/l, sono

funzione anch'essi del substrato e subiscono una notevole diminuzione per opera dell'aggiunta di vitamina B₁.

Questo fatto è spiegabile alla luce della loro genesi da un equilibrio metabolico con l'acido glutammico correlato a sua volta all'acido 2-chetoglutarico che, come si è visto, diminuisce sensibilmente. È infine opportuno ricordare che l'aggiunta di tiamina provoca sempre una notevole accelerazione della fase iniziale della fermentazione sul mosto, con conseguente rialzo eccessivo della temperatura della massa in fermentazione. Per evitare rischi ed arresti di fermentazione è opportuno pertanto che la fermentazione dei mosti avvenga in recipienti di dimensioni tali (200-300 hl) da consentire con pioggia d'acqua o con altri adeguati mezzi di raffreddamento, di regolare la temperatura di fermentazione intorno ai 18-22°C.

Conclusioni

Da un attento esame dei livelli quantitativi, sia dei componenti fissi che volatili dei vini ottenuti dopo aver seguito nel corso della fermentazione dei rispettivi mosti d'uva l'evoluzione dei tenori degli aminoacidi liberi e dell'ammoniaca, è emerso che non ci sono elementi sufficienti per sostenere una diretta ed unica relazione tra i tenori dell'azoto assimilabile dai lieviti nel corso della fermentazione ed i componenti volatili.

Non sempre tutto l'azoto assimilabile disponibile nei mosti d'uva viene utilizzato dai lieviti nel corso della fermentazione alcolica. Di norma soltanto l'azoto ammoniacale viene immediatamente e totalmente assimilato.

Fra gli aminoacidi liberi la prolina non viene mai metabolizzata e spesso volte troviamo nei vini tenori in glicina, citrullina, etanola-

mina, acido γ -aminobutirrico, identici a quelli che si sono riscontrati nei rispettivi mosti prima dell'inizio della fermentazione.

L'arginina, spesso, viene soltanto parzialmente assimilata dai lieviti nel corso della fermentazione. Ciò può essere attribuito alle diverse caratteristiche fisiologiche dei lieviti al momento dell'inoculo, o ad altri fattori di non facile identificazione, legati probabilmente alle caratteristiche chimico-fisiche dei singoli mosti, che possono influire sull'efficienza del processo fermentativo e quindi sulla velocità di assimilazione degli aminoacidi liberi.

L'aggiunta di azoto assimilabile, sotto forma di sali d'ammonio, ai mosti naturalmente carenti, può costituire tuttavia una pratica tecnologica da adottare per portare ad un miglioramento della qualità dei vini.

L'aggiunta di tiamina ai mosti prima dell'inizio della fermentazione accelera il metabolismo e la moltiplicazione dei lieviti, porta una diminuzione dei tenori dell'acido piruvico e chetoglutarico nei vini e quindi ad una diminuzione del fabbisogno in anidride solforosa totale da parte dei vini giovani, assicurando tuttavia un'adeguata presenza di anidride solforosa libera.

Sintesi

Su 14 campioni di masse di mosto d'uva Pinot bianco e Chardonnay provenienti da differenti sottozone del Trentino, si è dosato l'azoto totale, l'azoto ammoniacale, proteico e gli aminoacidi liberi. Si è constatato tra le singole masse di mosto e nell'ambito della stessa annata vendemmiale, una notevole variabilità qualitativa e quantitativa delle diverse forme di azoto.

Nell'intento di trovare una correlazione tra i tenori dell'azoto assimilabile direttamente da parte dei lieviti nel corso della fermentazione, i componenti volatili e la qualità dei vini, si è seguito nel corso della fermentazione di due masse di mosto di uva Chardonnay l'evoluzione degli aminoacidi liberi e dell'ammoniaca, si sono dosati a fine fermentazione i componenti volatili.

Da un esame dei dati ottenuti dall'analisi dei vini, non si sono rilevati elementi sufficienti per sostenere una diretta ed unica relazione tra la qualità dei vini, i componenti volatili di fermentazione ed i tenori dell'azoto assimilabile nel corso della fermentazione.

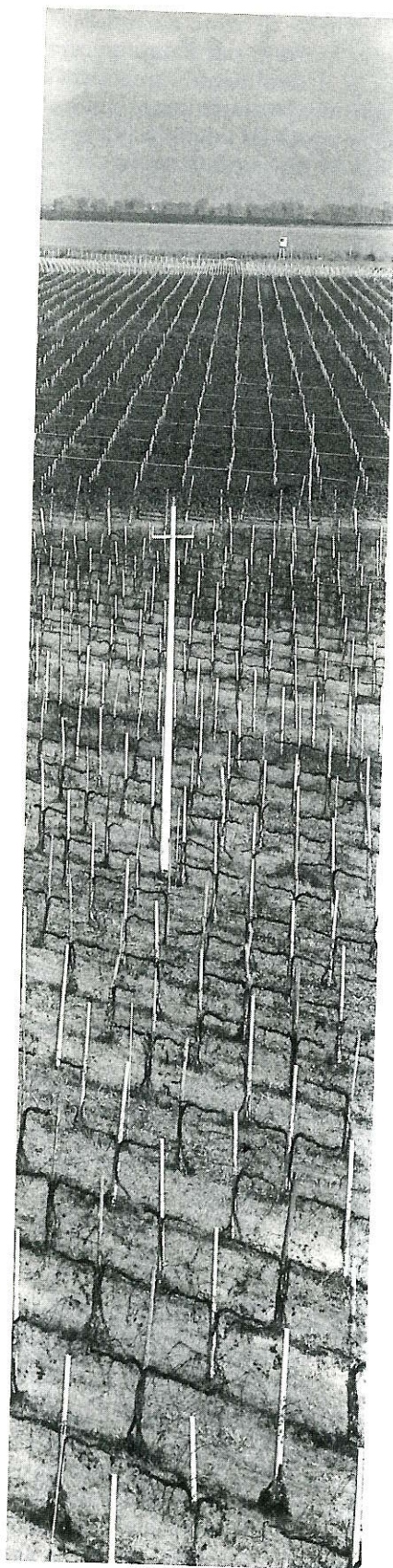
L'aggiunta di tiamina ai mosti prima dell'inizio della fermentazione accelera il metabolismo e la moltiplicazione dei lieviti, porta ad una diminuzione dei tenori dell'acido piruvico e chetoglutarico nei vini e quindi una diminuzione del fabbisogno in anidride solforosa totale da parte dei vini giovani, per assicurare tuttavia un'adeguata presenza di anidride solforosa libera.

Résumé

Sur 14 échantillons de masses de moût de raisins Pinot blanc et Chardonnay provenant de diverses zones secondaires du Trentin, on a mesuré les doses d'azote total, d'azote ammoniacal, protéique et les amino-acides libres. Pour la même année de vendange, on a constaté d'importantes variations entre chacune des masses de moût, tant pour ce qui est de la qualité que pour la quantité des différentes formes d'azote. Dans le but de trouver un rapport entre les teneurs d'azote directement assimilable par les levures au cours de la fermentation, les composants volatils et la qualité des vins, on a suivi, pendant la fermentation de deux masses de moût de raisins Chardonnay, l'évolution des amino-acides libres et de l'ammoniac, on a mesuré les composants volatils en



Per questa ricerca sono state utilizzate uve provenienti da differenti sottozone del Trentino.



fin de fermentation. D'après l'examen des données obtenues par l'analyse des vins, on n'a pas relevé d'éléments suffisants pour soutenir la possibilité d'une relation directe et unique entre la qualité des vins, les composants volatils de la fermentation et les teneurs en azote assimilable au cours de la fermentation. L'adjonction de thiamine aux moûts avant que commence la fermentation accélère le métabolisme et la multiplication des levures, entraîne une diminution des teneurs en acides pyruvique et céto-glutarique dans les vins et par conséquent une diminution des besoins d'anhydride sulfureux total de la part des vins jeunes, tout en assurant la dose adéquate d'anhydride sulfureux libre.

Abstract

Total nitrogen, ammoniacal and proteinic nitrogen and free amino acids were measured in 14 samples of must from Pinot bianco and Chardonnay grapes from different areas in Trentino. Considerable variation in the quality and quantity of the different forms of nitrogen was found between the individual musts and within the same year of harvesting. With the aim of seeking a correlation between content of nitrogen directly assimilable by the yeasts during fermentation, the volatile components and the quality of the wines, we followed during the fermentation of two musts of Chardonnay grapes the production of free amino acids and ammonia, and measured the volatile components after fermentation. Examination of the data obtained from the wine analysis did not provide sufficient confirmation of a single direct relationship between the quality of the wines, the volatile components of fermentation and the quantity of nitrogen assimilable in the course of fermentation. The addition of thiamine to the musts before the start of fermentation accelerates the metabolism and multiplication of the yeasts, and brings about a reduction in the quantity of pyruvic and ketoglutaric acids in the wines and hence a reduction in the quantity of total sulphur dioxide the young wines require to ensure a sufficient presence of free sulphur dioxide.

Bibliografia

- AGENBACH W.A. 1978. A study of must nitrogen content in relation to stuck fermentations, yeast production and fermentation activity. *Proc. S. Afr. End. Soci.*
- AMERINE M.A., OUGH C.S. 1963. Studies with controlled fermentation. VII Factors effecting aldehyde accumulations. *Am. J. Enol. Vitic.*, 15, 23-33.
- BELL A.A., OUGH C.S., KIEWER W.M. 1979. Effects on must and wine composition, rates of fermentation and wine quality of nitrogen fertilization of *Vitis vinifera* var. Thompson Seedless grapes. *Am. J. Enol. Vitic.*, 30/2, 124-129.
- DELFINI C., CASTINO M., CIOLFI G. 1980. L'aggiunta di tiamina ai mosti per ridurre i chetoacidi ed accrescere l'efficacia della SO₂ nei vini. *Riv. Vitic. Enol.* di Conegliano, 33 (12), 572-589.
- DITTRICH H.H. 1977. Mikrobiologie des Weines. *Verlag Eugen, Ulmer Stuttgart.*
- DITTRICH H.H. 1983. Der Einfluss von Thiamin and Ammonium-Salzen auf die Wein-Qualität. *Der Deutsche Weinbau*, 25, 1366-1372.
- MARGHERI G., TONON D., MATTAREI C. 1977. Il vino "Marzemino del Trentino" - Ricerche inerenti alla caratterizzazione dei vini a denominazione di origine controllata del Trentino. *Vini d'Italia*, XIX, 110, 301-308.
- MARGHERI G., VERSINI G. 1979. L'apporto delle tecniche moderne alla definizione ed al controllo della qualità dei vini. *Vini d'Italia*, XXI, 119, 83-93.
- MARGHERI G., GIANOTTI L., MATTAREI C., PELLEGRINI R. 1982. Evoluzione degli aminoacidi liberi nel corso della elaborazione dei vini spumanti. *Vignevini*, 9, 19-30.
- MARGHERI G., VERSINI G., GIANOTTI L., PELLEGRINI R. 1984. Fattori di qualità dei vini bianchi giovani: influenza dell'azoto assimilabile dei mosti e dei componenti aromatici dei vini. *Soc. Ital. Scienza Alim.*, 13, 401-412.
- PIRACCI A., SPERA G. 1983. Vinificazione in presenza di tiamina di alcuni vini bianchi del Lazio. *Vini d'Italia*, XXV, 167-176.
- VERSINI G., INAMA S., SARTORI G. 1980. Indagine gascromatografica in colonna capillare dei costituenti terpenici del Riesling renano del Trentino Alto Adige: distribuzione nell'acino, passaggio nel mosto e presenza nel vino a seconda di diverse tecniche di vinificazione; considerazioni organolettiche. *Vini d'Italia*, XXIII, 133, 189-211.
- VOS P. 1981. Le nitrogène assimilable. Un facteur influençant la qualité des vins. *VI Simp. Int. d'Oenol.*, Mayence-Allemagne.