



ASPETTI NUTRACEUTICI DEL VINO

Vitamine dei vini bianchi:

concentrazione e variabilità indotta dai lieviti



>> G. Nicolini, T. Román, T. Nardin,
L. Debiassi, S. Ingrassia, R. Larcher

Le cellule di *Saccharomyces cerevisiae*, come altri lieviti enologici «non convenzionali», sono importanti fonti di vitamine e/o relativi cofattori. Per questo, dagli anni 60 si è sviluppato l'uso di lieviti – selezionati con tecniche tradizionali o di ingegneria genetica – destinati non solo alla trasformazione di cibi e bevande, ma anche alla produzione per via microbiologica (nelle «bioraffinerie») di vitamine a fini farmaceutici e nutraceutici sotto brevetto. *S. cerevisiae* non ha peraltro una capacità di sintesi vitaminica particolarmente elevata. Per la propria crescita necessita infatti

Il vino bianco potrebbe apportare più vitamine di quanto a ora accertato. La ricerca della Fondazione E. Mach di San Michele all'Adige (Trento) evidenzia come nel passaggio da mosto a vino si verifichi un incremento per diverse vitamine, quali acido folico (B9), piridossina (B6), tiamina (B1), ecc.

di vitamine che, con diversi sistemi, assorbe dal mezzo: specificatamente, biotina (sostanzialmente l'unica che non sia in grado di sintetizzare), acido pantotenico, inositolo e acido nicotinico. Quanto alla tiamina, *Saccharomyces* può sintetizzarla autonomamente, ma la presenza della stessa nel mezzo favorisce comunque la crescita del lievito. Il ruolo metabolico delle vitamine nei lieviti è noto e va da sé che significative

carenze vitaminiche tendono a tradursi, nella pratica di cantina, in difficoltà fermentative, con arresti o fermentazioni languenti e alterazioni nel quadro dei composti secondari della fermentazione, di particolare importanza quelli aventi rilievo sensoriale.

VITAMINE IDROSOLUBILI E MATURAZIONE DELLE UVE

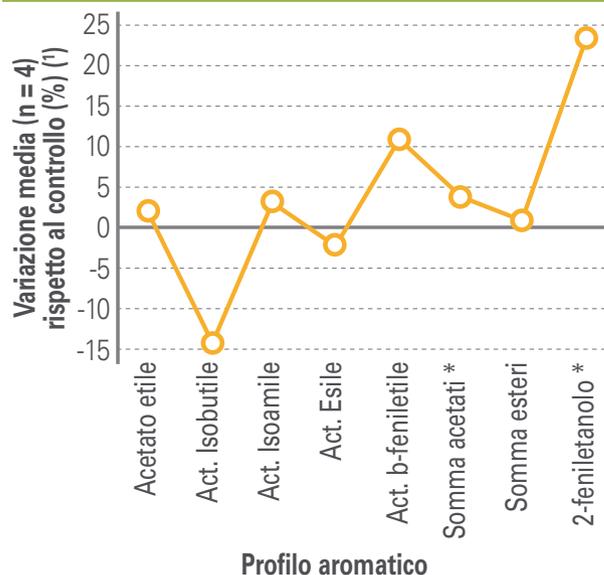
Il contenuto in vitamine generalmente cresce con l'approssimarsi della raccolta, tuttavia possono verificarsi andamenti inversi per la riboflavina.

L'avvicinarsi della vendemmia porta spesso con sé anche un aumento della presenza di vari agenti fungini che possono impattare sul quadro vitaminico delle uve; esempio classico, gli effetti depressivi dovuti ad attacchi botritici. Naturalmente, anche una florida microflora indigena nei mosti può causare riduzioni significative di alcune vitamine. È il caso della tiamina, dove *Kloeckera* (genere di lieviti apiculati a carattere ossidativo, generalmente considerati indesiderati), in particolare con soste dei mosti a bassa temperatura, nell'arco di poche ore dall'ammostatura può ridurre il contenuto a circa un decimo, con conseguenti difficoltà fermentative più evidenti quando maggiore è l'azoto prontamente assimilabile. La tiamina può essere ridotta anche dall'uso di bentonite, così come da eccessive dosi di SO_2 . Relativamente all'acido ascorbico, perdite significative sono notoriamente dovute all'entità delle ossidazioni nel passaggio da uva a mosto.

Nel complesso, comunque, salvo i casi citati o quando l'eccesso di acidi grassi inibisce l'assorbimento delle vitamine, la dotazione vitaminica di mosti e vini è in genere sufficiente a consentire le fermentazioni alcolica e malolattica; benché, non sempre al meglio in termini di ricadute sensoriali o di velocità di trasformazione dei substrati. È noto infatti che carenze di piridossina, pantotenico e biotina possono favorire la produzione di acido solfidrico da parte dei lieviti. D'altra parte, anche apporti generalizzati di complessi vitaminici commerciali non sempre sono esenti da controindicazioni, portando ad esempio

Il contenuto in vitamine cresce con l'approssimarsi della raccolta. Tuttavia l'eventuale presenza di attacchi fungini può ridurre la disponibilità vitaminica

G.1 PROFILO AROMATICO MEDIO DI VINI MUELLER-THURGAU OTTENUTI CON AGGIUNTA DI TIAMINA (60 MG/HL) AI MOSTI



(¹) Valore espresso in percentuale rispetto ai relativi vini di controllo non addizionati.
* = $p < 0,05$ al LSD test di Tuckey; Nicolini 1996, dati non pubblicati.
n. = numero di campioni.

APPORTI DI TIAMINA AI MOSTI SI TRADUCONO IN: UNA POSITIVA RIDOTTA PRODUZIONE DI ACIDI PIRUVICO E ALFA-CHETOGLUTARICO; UN MAGGIOR CONTENUTO RESIDUALE DI ALFA-AMINOACIDI NEI VINI FACILITANTI LE EVENTUALI RIFERMENTAZIONI E LA FERMENTAZIONE MALOLATTICA; UNA MAGGIORE PRODUZIONE DI 2-FENILETANOLO CON POSSIBILI INCREMENTI DELLA NOTA FLOREALE

a incrementi di acido acetico. Viceversa, apporti di tiamina ai mosti si traducono in:

- una positiva ridotta produzione di acidi piruvico e alfa-chetoglutarico (prodotti secondari della fermentazione alcolica svolgono un ruolo importante sul tasso di combinazione della SO_2) con conseguente maggior rapporto tra SO_2 libera e SO_2 totale;
- un maggior contenuto residuale di alfa-aminoacidi nei vini facilitanti le eventuali rifermentazioni e la fermentazione malolattica;
- una maggior produzione di 2-feniletanolo (composto organico aromatico associato a sentori di rosa) e relativo acetato, con possibili incrementi della nota floreale nel caso di mosti di uve tipicamente poco dotate di APA (azoto prontamente assimilabile) (grafico 1).

T.1 COMPOSIZIONE DI BASE DEI MOSTI UTILIZZATI PER LA SPERIMENTAZIONE

Campioni di mosto	Solidi solubili (°Brix)	pH	Acidità titolabile (g/L)	Acido tartarico (g/L)	Acido malico (g/L)	Potassio (mg/L)	APA (mg/L)
RdL 2	18,9	3,06	9,1	5,0	6,3	1.338	214
RdL 4	20,3	3,21	5,5	3,0	4,1	1.390	163
Rot 1	18,9	3,12	6,6	2,9	5,3	1.037	212
Rot 2	19,2	3,21	7,9	5,3	5,2	1.716	194
Sma 1	17,8	3,10	8,6	5,1	6,1	1.557	194

APA = Azoto prontamente assimilabile.

T.2 COMPOSIZIONE VITAMINICA DEI MOSTI DI PARTENZA

Campioni di mosto	Riboflavina (mg/L)	Acido pantotenico (mg/L)	Nicotinamide (mg/L)	Acido nicotinico (mg/L)	Piridossale (mg/L)	Piridossamina (mg/L)	Piridossina (mg/L)	Tiamina (mg/L)
RdL 2	0,010	0,732	0,631	0,212	0,120	0,026	0,010	0,041
RdL 4	0,045	0,500	0,309	0,129	0,133	0,140	0,069	0,036
Rot 1	0,031	0,792	1,006	0,259	0,133	0,038	0,068	0,091
Rot 2	0,038	0,801	1,425	0,305	0,132	0,037	0,113	0,145
Sma 1	0,034	0,872	1,374	0,288	0,137	0,033	0,085	0,114

L'ACIDO LIPOICO

L'acido lipoico (o acido tioctico o vitamina N) è una piccola molecola anfipatica idrosolubile e liposolubile contenente zolfo, molto assorbibile dalle membrane cellulari; l'acido lipoico è stato messo in relazione con i miglioramenti anche in vivo rispetto a diverse patologie correlate a stress e il suo uso come additivo alimentare è sotto brevetto nelle aggiunte, ad esempio, a succhi d'arancia (in associazione, tra altri, con l'acido folico) o, come spray, in alimenti confezionati per favorirne la shelf life. L'acido lipoico è presente naturalmente nelle cellule del lievito.

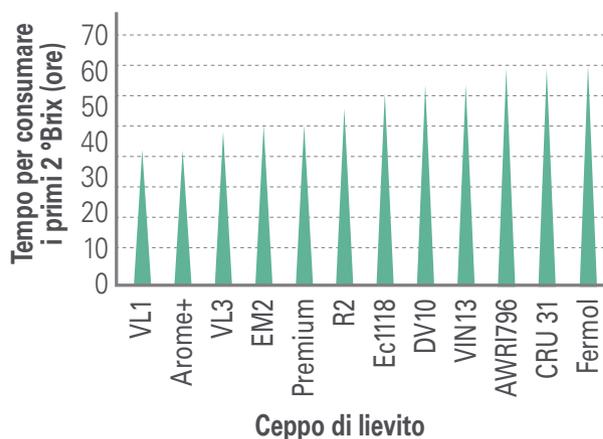
LA SPERIMENTAZIONE

Vista la limitatezza di dati recenti sulle vitamine nei vini, si sono volute rivisitare in chiave tecnologica le relazioni tra ceppi attuali di lievito commerciale, le loro prestazioni fermentative e la concentrazione residuale di vitamine idrosolubili in vini bianchi. Sono stati utilizzati 12 ceppi di *S. cerevisiae* reperiti sul mercato (150 mg/L) per fermentare a 18-21 °C cinque Pinot grigio sani, chiarificati e solfitati (20-30 mg/L SO₂).

Dei mosti chiarificati e solfitati è stata prodotta una frazione addizionata di 120 µg/L di riboflavina usata in confronto con il controllo non addizionato.

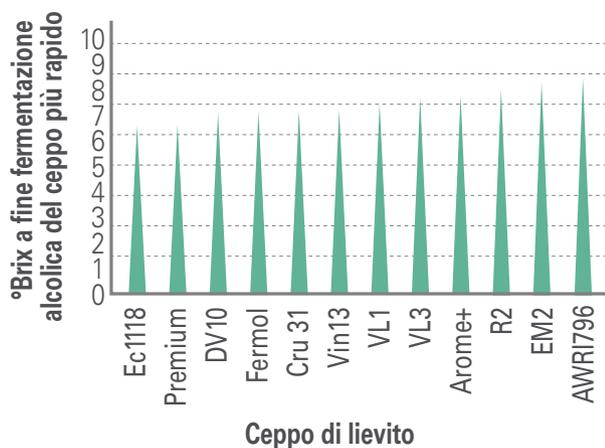
La fermentazione è stata monitorata mediante la misura plurigiornaliera del °Brix rifrattometrico. Il tempo (ore) intercorso per consumare i primi 2 °Brix è stato definito come avvio della fermenta-

TEMPO MEDIO PER L'AVVIO DELLA FERMENTAZIONE ALCOLICA

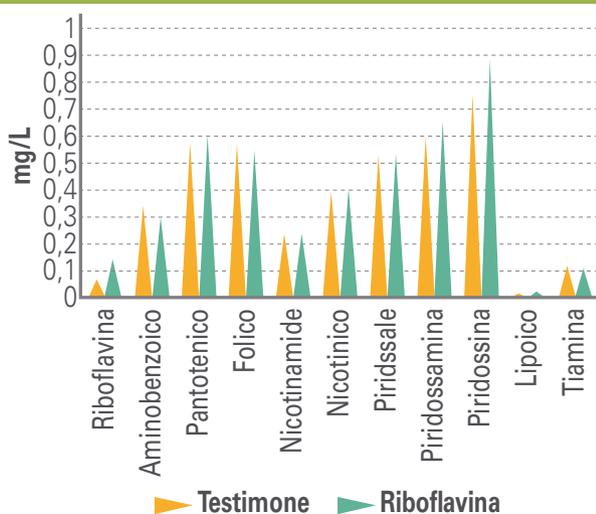


zione. Al terzo, quarto e quinto giorno dall'inoculo sono state misurate le cellule vive e morte. La fermentazione è stata considerata finita quando i solidi solubili non calavano di almeno 0,2 °Brix in 24 ore. I vini sono stati poi solfitati (80 mg/L), omogeneizzati con la loro limitata feccia di fermentazione, travasati sotto argon in serbatoi colmi e conservati al buio a 4 °C per evitare ogni accenno di fermentazione malolattica fino all'analisi, 90 giorni più tardi. Una movimentazione della feccia è stata realizzata sotto argon ogni 10 giorni circa. I dati poi sono stati elaborati con Statistica v. 8.0 (StatSoft. Inc., Tulsa, OK, USA).

G.3 VALORI DEL °BRIX MEDIO MISURATO AL COMPLETAMENTO DELLA FERMENTAZIONE ALCOLICA DA PARTE DEL CEPPLO PIU RAPIDO



G.4 EFFETTO DELL'AGGIUNTA DI RIBOFLAVINA AI MOSTI SULLA CONCENTRAZIONE MEDIA (N = 48) DI VITAMINE NEI VINI



n. = numero di campioni.

COMPOSIZIONE DEI MOSTI

La composizione di base dei mosti originari è riportata nella tabella 1; ogni mosto è stato poi arricchito con saccarosio fino a un alcol potenziale tra 11,8 e 12,8 %vol. I dati non evidenziano criticità compositive ostacolanti il regolare decorso fermentativo; a questo può contribuire la dotazione naturale tendenzialmente elevata di APA «tipica» della varietà. Nei mosti (tabella 2), aminobenzoico, folico, lipoico, biotina e cianocobalamina erano presenti a concentrazioni inferiori al limite di rilevabilità (0,010 mg/L), mentre le altre vitamine erano coerenti con gli intervalli riportati in letteratura o al di sotto degli stessi.

ANDAMENTO DELLA FERMENTAZIONE

Per il confronto a fine fermentazione si è preso come riferimento, all'interno di ciascun mosto di origine, il °Brix del ceppo più veloce; il grafico 3 mostra il «ritardo» nella conversione ad alcol di ciascun ceppo in confronto al più performante. Rispetto quindi ai più rapidi (Ec1118 e Premium), i ceppi Fermol, Cru 31, Vin13 e VL1 avevano un ritardo corrispondente alla trasformazione di ancora 0,5-1 °Brix, mentre VL3, Aromet+, R2, EM2 e AWRI 796 erano in ritardo di 1-1,8 °Brix. Non si è trovata alcuna relazione tra la biomassa di lievito vivo e i solidi solubili del grafico 3. In altri termini, a biomasse relativamente basse corrispondevano sia andamenti veloci (Ec1118) sia – com'era più facile attendersi – lenti (R2); contemporaneamente, biomasse tendenzialmente elevate tra il terzo e il quinto giorno non garantivano necessariamente decorsi rapidi (EM2, AWRI 796).

INFLUENZA DELLA RIBOFLAVINA NELLA FERMENTAZIONE

L'effetto dell'aggiunta di riboflavina ai mosti sui parametri fermentativi è stato valutato rispetto al controllo mediante il test a coppie. Le differenze tra tesi sono significative ($p < 0,05$) sia per l'avvio di fermentazione sia per il °Brix finale. L'apporto di riboflavina ai mosti ha ridotto di circa 2 ore il tempo medio necessario





Un consumo medio di vino bianco di 250 mL/giorno è in grado di contribuire alle necessità vitaminiche dell'uomo, in particolar modo per l'acido folico (69,9% della dose giornaliera raccomandata)



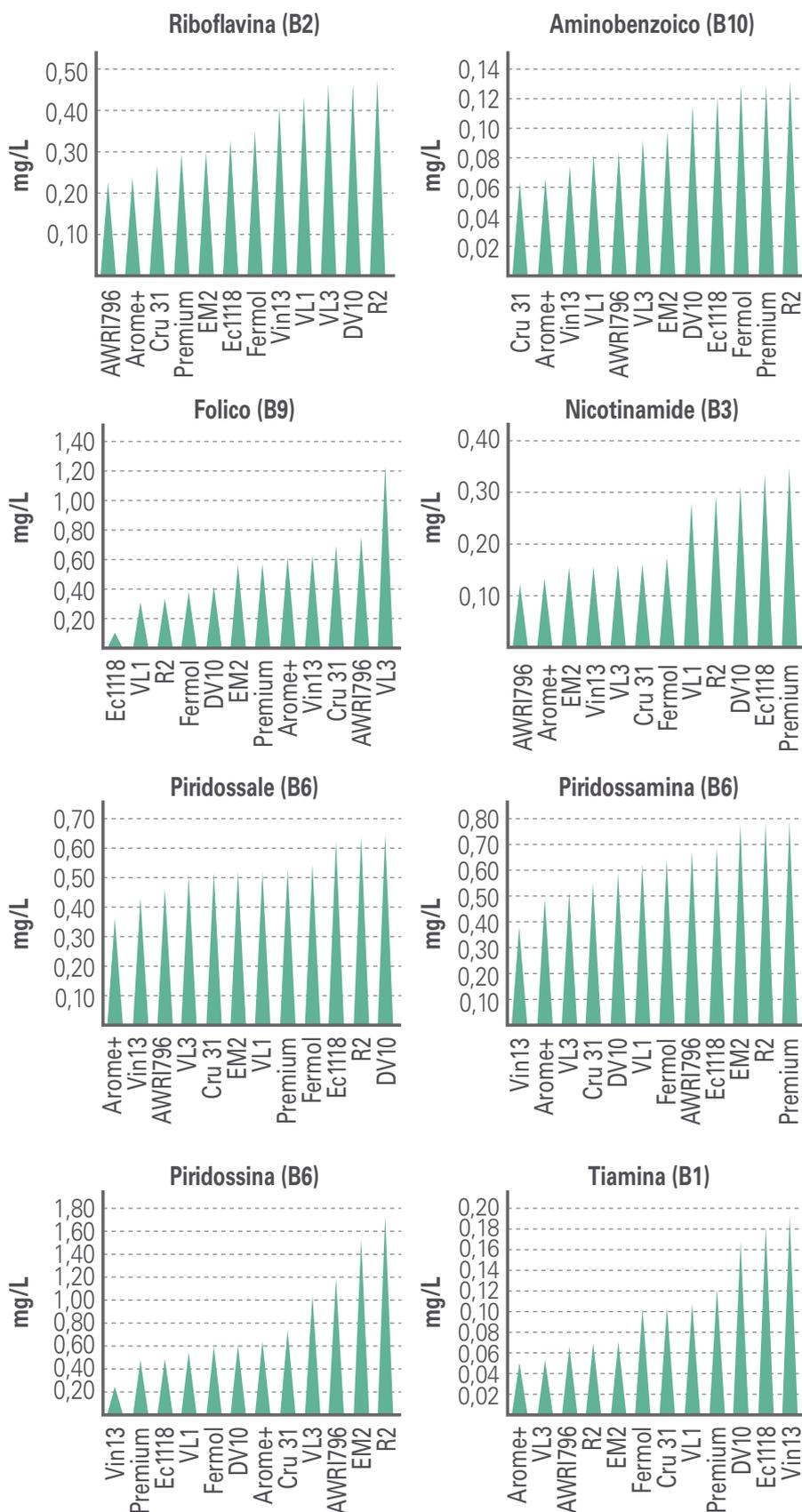
per consumare i primi 2 °Brix e un'accelerazione si è riscontrata anche per il completamento della fermentazione alcolica, con i controlli che mediamente dovevano ancora fermentare 0,3 °Brix. Le differenze sono, tuttavia, tecnologicamente irrilevanti.

Logicamente, l'aggiunta ha impattato anche sulla concentrazione della stessa vitamina nei vini, ma non su quella delle altre. Il grafico 4 evidenzia come la naturale variabilità dei mosti e quella legata all'uso di eventuali nutrienti contenenti riboflavina potrebbero avere ricadute sul tenore di questa vitamina che è corresponsabile dell'anomalia olfattiva detta «gusto di luce» nei vini.

DA MOSTO A VINO

L'analisi di tutte le vitamine è stata realizzata sui vini di 4 dei 5 mosti Pinot grigio. Non è stato trovato alcun effetto significativo del trattamento (aggiunta o meno di riboflavina, grafico 4); sulle altre vitamine, né dell'interazione ceppo x trattamento. Riboflavina a parte, l'effetto di ciascun ceppo è stato quindi valutato su 8 vini complessivi.

Nel passaggio fermentativo la riboflavina è cresciuta, nei mosti non addizionati, di circa il 70% raggiungendo una concentrazione media (numero di campioni, n. = 48) di 0,063 mg/L. Analogamente, l'acido nicotinico è cresciuto del 70%, arrivando a una media (n. = 96) di 0,395 mg/L. La tiamina cresceva invece solo del 30%. Piridossina e piridossamina aumenta-



(1) Si riportano le sole vitamine per le quali si sono osservate differenze significative tra i ceppi.

vano addirittura di 10-11 volte, arrivando a concentrazioni medie rispettivamente di 0,820 e 0,627 mg/L. Piridossale è cresciuta di circa 4 volte.

Rispetto ai mosti – nei quali erano al di sotto della rilevabilità – aminobenzoico, folico e lipoico crescevano, raggiungendo valori quantificabili, mediamente, in 0,371 mg/L, 0,559 e 0,015 mg/L rispettivamente. Pantotenico e nicotinamide hanno fatto osservare valori medi di 0,589 e 0,233 mg/L, uniche vitamine in diminuzione (del 20 e dell'80% circa) rispetto ai mosti. Cianocobalamina e acido ascorbico sono rimasti invece sempre sotto la rilevabilità sia nei mosti sia nei vini, mentre per la biotina, solo 4 campioni di vino hanno raggiunto concentrazioni misurabili tra 0,011 e 0,021 mg/L. Tali evoluzioni concordano solo in parte con la letteratura. Rispetto ai dati in tabella 3, la riboflavina nei vini è entro i massimi riportati per i bianchi, tuttavia in intervalli di potenziale rischio per il gusto di luce, indicativamente superiori a qualche decina di microgrammi per litro. La gran parte delle vitamine misurate è comunque a concentrazioni anche di diverse volte superiori ai massimi tabulati.

EFFETTO DEL LIEVITO

Sono emerse differenze (LSD test, $p < 0,05$) tra i ceppi per le 8 vitamine riportate nel grafico 5; le medie differivano di circa 2 volte per riboflavina, aminobenzoico, piridossale e piridossamina, di circa 3 volte per la ni-

È STATA RISCONTRATA
UNA SIGNIFICATIVA
VARIABILITÀ DEL CONTENUTO
DI 8 VITAMINE IN FUNZIONE
DEL CEPPINO DI *S. CEREVISIAE*
IMPIEGATO

T.3 CONCENTRAZIONI MASSIME DI VITAMINE IN MOSTI E IN VINI BIANCHI ($\mu\text{g/L}$)

VITAMINE	Mosti	Vini bianchi
Tiamina	450	58
Riboflavina	60	169
Nicotinamide	3.260	1.330
Acido pantotenico	1.380	1.200
Piridossina	530	670
Colina	39	27
Biotina	4,2	7
Acido folico	1,8	9
Acido aminobenzoico	92	133
Cobalamina	0,2	0,16
Mesoinositolo (mg/L)	710	730
Acido ascorbico (mg/L)	50	5

Fonte: dati riportati in letteratura.

cotinamide, 4 per la tiamina, 7 per la piridossina e 10 per l'acido folico. Rispetto alla concentrazione media nei mosti, il processo fermentativo ha determinato incrementi medi di riboflavina su base ceppo variabili tra circa 0,030 e 0,090 mg/L, sostanzialmente in accordo con quanto osservato anche da Fracassetti *et al.* (2016). Non sono emerse invece differenze per gli acidi pantotenico (medie di ceppo tra 0,40 e 0,75 mg/L), nicotinico (tra 0,27 e 0,51 mg/L) e lipoico (tra 0,14 e 0,18 mg/L). Nel complesso, la concentrazione vitaminica nel vino differiva significativamente in base al lievito, con valori medi di ceppo tra 3,30 e 5,75 mg/L (grafico 6).

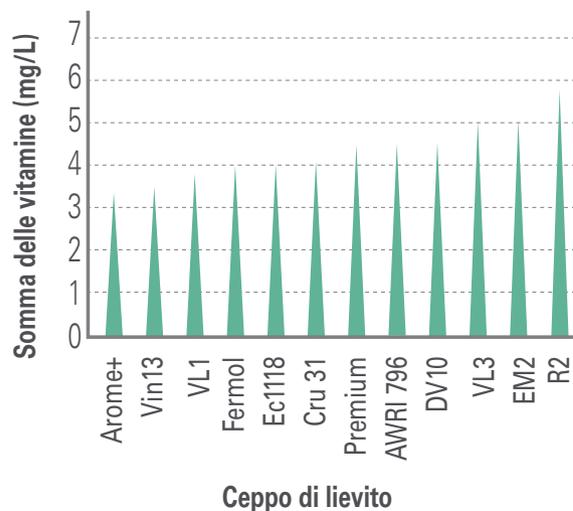
ASPETTI NUTRIZIONALI

I contenuti vitaminici medi dei vini bianchi – ricalcolando, per necessità di confronto con la letteratura, sulla base di un consumo di vino bianco di 250 mL al giorno – rappresentano per la tiamina il 2,4% del consumo di riferimento giornaliero fissato per un adulto (G.U. UE L. 304/61 del 22-11-2011, All. XIII), per la riboflavina l'1,1%, per la niacina (acido nicotinico) lo 0,6%, per la piridossina il 14,6%, per l'acido folico il 69,9% e per l'acido pantotenico il 2,5%. Questi valori di contributo percentuale del vino bianco alle necessità vitaminiche dell'uomo sono maggiori, anche significativamente, di quelli «storici» di Voigt *et al.* (1978).

VINO, ALIMENTAZIONE E VITAMINE

Il lavoro ha indagato, con approcci analitici moderni, le vitamine idrosolubili nei vini bianchi, misurando anche la concentrazione di composti raramente

G.6 VITAMINE NEL VINO IN FUNZIONE DEL LIEVITO UTILIZZATO



analizzati (ad esempio acido lipoico). Il tutto operando su vini prodotti secondo procedure altrettanto moderne, finalizzate a tutelarne qualità e freschezza aromatica, quali: la sosta *sur lies* a bassa temperatura con movimentazione sotto gas inerte della feccia di lievito, in assenza di fermentazione malolattica e di interventi con chiarificanti enologici potenzialmente depauperanti.

Con un certo grado di difformità rispetto a quanto riportato dalla letteratura e limitatamente alla vitamine presenti a concentrazioni misurabili, si è osservato un generale incremento nei valori medi delle stesse nel passaggio da mosto a vino *sur lies*, con l'eccezione di pantotenico e nicotinamide. La variabilità indotta dal ceppo di lievito sulla somma delle vitamine è del 70% circa, e molto maggiore se riferita alla singola vitamina; in termini tecnologici, è particolarmente rilevante quella della riboflavina che favorisce la formazione di «gusto di luce» nei vini, malauguratamente e troppo spesso imbottigliati in vetro bianco. Alla luce dei dati osservati, il contributo vitaminico del vino bianco alla dieta umana sembrerebbe comunque essere potenzialmente maggiore di quanto precedentemente stimato.

**Giorgio Nicolini, Tomás Román, Tiziana Nardin
Luca Debiasi, Salvatore Ingrassia, Roberto Larcher**
Centro trasferimento tecnologico, Fondazione E. Mach
San Michele all'Adige (Trento)

Questo articolo è corredato di bibliografia/contenuti extra. Gli abbonati potranno scaricare il contenuto completo dalla Banca Dati Articoli in formato PDF su: www.informatoreagrarario.it/bdo

Vitamine dei vini bianchi:

concentrazione e variabilità indotta dai lieviti

BIBLIOGRAFIA

- Abbas C. A. (2006). In: *The Yeast Handbook*. A. Querol & G. H. Fleet Eds., *Yeasts in Food and Beverages*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2006. pp. 285-334.
- Alexandre H., Charpentier C. (1998). *J. Ind. Microb. Biotechnol.* 20, 20-27.
- Amerine M.A., Joslin M.A. (1970). *Table wines: the technology of their production*. 2nd edition, p. 360, p. 487-488. Univ. of California Press Ltd., Berkeley.
- Amudha G., Josephine A., Sudhakar V., Varalakshmi P. (2007). *Int. Immunopharmacology* 7, 1442-1449.
- Bartra E., Casado M., Carro D., Campamà C., Piña B. (2010). *J. Applied Microbiology* 109, 272-281.
- Bataillon M., Sablayrolles J.M., Salmon J.M., Barre P. (1996a). In: *OEnologie 95. 5e Symp. Int. d'oenologie*. Bordeaux, (A. Lanvaud-Funel Ed.), TEC&DOC, Paris. pp. 213-217.
- Bataillon M., Rico A., Sablayrolles J.-M., Salmon J.-M., Barre P. (1996b). *J. Ferm. Bioeng.* 82(2), 145-150.
- Biewenga G.Ph., Haenen G.R.M.M., Bast A. (1997). *Gen. Pharmac.* 29(3), 315-331.
- Bisson L.F. (1999). *Am. J. Enol. Vitic.* 50(1), 107-119.
- Bohlscheid J. C., Fellman J. K., Wand X. D., Ansen D., Edwards C. G. (2007). *J. Appl. Microbiol.* 102, 390-400.
- Bohlscheid J. C., Osborne J.P., Ross C.F., Edwards C.G. (2011). *J. Food Quality* 34, 51-55.
- Bres J. (1971). *Etude de la scission de la thiamine et de la cocarboxylase par le sulfite de sodium*. Tesi PhD in Farmacia, Università Montpellier I. (riportato in: *Oenologie. Fondements scientifiques et technologiques*. C. Flanzy (ed.), TEC&DOC, Paris.)
- Cabanis J.-C., Flanzy C. (1998). In: *Oenologie. Fondements scientifiques et technologiques*. (C. Flanzy ed.), TEC&DOC, Paris. pp. 22-31.
- Chamlagain B., Edelmann M., Kariluoto S., Ollilainen V., Piironen V. (2015). *Food Chem.* 166, 630-638.
- Cooper T. G. (1982). In: *The Molecular Biology of the Yeast Saccharomyces: Metabolism and Gene Expression*. Cold Spring Harbor Laboratory Press, pp. 429-433.
- Dadhania V.P., Tripathi D.N., Vikram A., Ramarao P., Jena G.B. (2010). *Chemico-Biological Interactions* 183, 85-97.
- Delfini C., Castino M., Ciolfi G. (1980). *Rivista di Viticoltura e di Enologia* 33, 572-589.

- Edwards C.G., Bohlscheid J.C. (2007). *Enzyme & Microbial Technology* 41, 1-4.
- Eglinton J. M., Henschke P. A. (1993). *Australian Grapegrower & Winemaker* 352, 47-49, 51-52.
- Eglinton J. M., Buckingham L., Henschke P. A. (1993). In "Proceedings of the 8th Australian Wine Industry Technical Conference," (C. S. Stockley, et al., eds.), pp. 197-198. Winetitles, Adelaide, Australia.
- Fracassetti D., Gabrielli M., Encinas J., Manara M., Pellegrino L., Tirelli A. (2016). *BIO Web of Conferences* 7, 02022.
- Guerzoni M.E., Solari C., Marchetti R. (1989). *Proc. Int. Symp. «The aromatic substances in grapes and wines»* (A. Scienza & G. Versini Eds.), S. Michele all'Adige (TN), June 25-27, 1987, pp. 265-278.
- Guzzon R., Larcher R. (2015). *Annals Microbiol.* 65(4), 1865-1878.
- Hagen K.M., Keller M., Edwards C.G. (2008). *Am. J. Enol. Vitic.* 59(4), 432-436.
- Hempel D., York E.R., Allen L.H. (2012). *J. Chromatography B* 903, 7-13.
- Hosaka K., Yamashita S. (1980). *J. Bacteriol.* 143(1), 176-181.
- Hussein A., Ahmed A.A.E., Shouman S.A., Sharawy S. (2012). *Drug Discoveries & Therapeutics* 6(3), 147-156.
- Iwashima A., Nose Y. (1976). *J. Bacteriol.* 128(3), 855-857.
- Iwashima A., Nishino H, Nose Y. (1973). *Biochim. Biophys. Acta* 330, 222-234.
- Jones R. P., Pamment N., Greenfield P. F. (1981). *Process Biochem.* 16(3), 42-49.
- Jackson R. S. (2014). In: *Wine Science: Principles and Applications*, 4th Edition. Academic Press, London. Elsevier Inc., pp. 490-491.
- Leone A. M. (1976). In: *Industrie agrarie, Vitagliano M.* (ed.), UTET, Torino, pp. 165-191.
- Liu J. (2008). *Neurochem. Res.* 33, 194-203.
- Lunelli M. (1994). Studio sull'aroma dei vini spumanti «classici»: approfondimento di alcuni aspetti contributivi varietali, ambientali e tecnologici. Laurea in Scienze Agrarie, Univ. Studi Milano, a.a 1992-1993.
- Malherbe S., Bauer F.F., Du Toit M. (2007). *S. Afr. J. Enol. Vitic.* 28(2), 169-186.
- Mattivi F., Monetti A., Vrhovšek U., Tonon D., Andrés-Lacueva C. (2000). *J. Chromatogr. A* 888, 121-127.
- Mendes-Ferreira A., Barbosa C., Jiménez-Martí E., del Olmo M., Mendes-Faia A. (2010). *J. Microbiol. Biotechnol.* 20(9), 1314-1321.
- Moini H., Packer L., Saris N.-E. L. (2002). *Toxicology and Applied Pharmacology* 182, 84-90.
- Monk P.R. (1986). *Australian & New Zealand Wine Industry Journal* 1, 11-16.
- Monk P. R., Cowley P. J. (1984). *J. Fermentation Technology*, 62(2), 515-521.
- Montero O., Ramírez M., Sánchez-Guijo A, González C. (2012). *Biomedical Chromatography* 26(10), 1223-1233.
- Nicolini G., Volonterio G., Larcher R., Moser S., Dalla Serra A. (2000a). *L'Enotecnico* 36(4), 87-94.
- Nicolini G., Mocchiutti R., Larcher R., Moser S. (2000b). *L'Enotecnico* 36(3), 75-85.
- Nicolini G., Larcher R., Ramponi M. (2001a). *Ital. J. Food Sci.* 13(2),189-199.
- Nicolini G., Larcher R., Ramponi M. (2001b). *L'Enologo*, 37(3), 79-87.
- Nicolini G., Volpini A., Moser S., Cavazza A. (2002). *L'Enologo* 38(10), 65-70.
- Nicolini G., Mattivi F., Larcher R., Volpini A. (2003). *L'Enologo* 39(5), 79-83.
- Nicolini G., Melchiori F., Moser S., Morganti L.,

- Larcher R., Rusalen F. (2004a). *L'Enologo* 40(5), 83-87.
- Nicolini G., Larcher R., Versini G. (2004b). *Vitis* 43(2), 89-96.
- Nicolini G., Moser S., Larcher R., Innocenti M., Zanon N., Barchetti P. (2009). *L'Enologo* 45(9), 89-96.
- Nikawa J.I., Nagumo T., Yamashita S. (1982). *J. Bacteriol.* 150(2), 441-447.
- Nishimura H., Sempuku K., Iwashima A. (1982). *J. Bacteriol.*, 150(2), 960-962.
- Ough C.F., Davenport M., Joseph K. (1989). *Am. J. Enol. Vitic.* 40, 208-213.
- Ournac A., Décor M. (1967). *Ann. Technol. Agric.* 16(4), 309-320.
- Packer L., Witt E.H., Tritschler H.J. (1995). *Free Radical Biology & Medicine* 19(2), 227-250.
- Radler F. (1989). In: *Chemie des Weines*. Würdig G. & R. Woller (Eds.), pp. 119-120. Ulmer GmbH, Stuttgart, Germany.
- Rauhut D. (2002). In: *Wine Microbiology and Biotechnology*. G.H. Fleet (ed.). Taylor & Francis, pp. 183-223.
- Ribereau-Gayon P., Dubourdieu D., Donèche B., Lonvaud A. (2003). *Trattato di enologia I. Microbiologia del vino. Vinificazioni*. p. 91.
- Ribereau-Gayon J., Peynaud E., Ribereau-Gayon P., Sudraud P., Usseglio-Tomasset L. (1986a). *Trattato di scienza e tecnica enologica Vol. II, Edizioni AEB, Brescia*. p. 132.
- Ribereau-Gayon J., Peynaud E., Ribereau-Gayon P., Sudraud P., Usseglio-Tomasset L. (1986b). *Trattato di scienza e tecnica enologica Vol. II, Edizioni AEB, Brescia*. pp. 263-266.
- Rogers T. O., Lichstein H. C. (1969a). *J. Bacteriol.* 100(2), 557-564.
- Rogers T. O., Lichstein H. C. (1969b). *J. Bacteriol.* 100(2), 565-572.
- Sablaylor J. M. (1998). In: *Oenologie. Fondements scientifiques et technologiques*. (C. Flanzy ed.), TEC&DOC, Paris, pp. 454-468.
- Thomas D., Surdin-Kerjan Y. (1997). *Microbiology and Molecular Biology Reviews* 61(4), 503-532.
- Tokuyama T., Kuraishi H., Aida K., Uemura T. (1973). *J. Gen. Applied Microbiol.* 19, 439-466.
- Voigt M. N., Eitenmiller R. R., Powers J. J., Ware G. O. (1978). *J. Food Sci.* 43, 1071-1073.
- Wainwright T. (1970). *J. Gen. Microbiol.* 61, 107-119.
- Wu H., Ito K., Shimoi H. (2005). *Appl. Environ. Microbiol.* 71(11), 6845-6855.
- Ziegler D., Ametov A., Barinov A., Dyck P.J., Gurieva I., Low P.A., Munzel U., Yakhno N., Raz I., Novosadova M., Maus J., Samigullin R. (2006). *Diabetes Care* 29(11), 2365-2370.



www.viteevino.it



Edizioni L'Informatore Agrario

Tutti i diritti riservati, a norma della Legge sul Diritto d'Autore e le sue successive modificazioni. Ogni utilizzo di quest'opera per usi diversi da quello personale e privato è tassativamente vietato. Edizioni L'Informatore Agrario S.r.l. non potrà comunque essere ritenuta responsabile per eventuali malfunzionamenti e/o danni di qualsiasi natura connessi all'uso dell'opera.