

DOCUMENTO
TECNICO

Giorgio Nicolini
Sergio Moser
Roberto Larcher
***Mattia Innocenti**
***Nicola Zanon**
Paolo Barchetti

*Unità Laboratorio Chimico,
 Centro Trasferimento Tecnologico
 Istituto Agrario S. Michele
 all'Adige - Fond. E. Mach
 (*) Laurea Viticoltura e Enologia*



G. Nicolini

VARIABILITÀ INDOTTA DA LIEVITI COMMERCIALI NELLA COMPOSIZIONE DI VINI BIANCHI SPERIMENTALI

I ceppi EM2, Platinum, Montrachet, R2, RC212, SP665, VIN13, VL1, X5 e un ceppo non ancora commercializzato sono stati inoculati a parità di numero cellule e testati in scala semi-industriale su 6 differenti mosti. Vengono discusse le prestazioni fermentative e la variabilità aromatica indotta.

Introduzione

Benché non sempre siano chiarite e compiutamente comprese le relazioni causa-effetto relative al quadro aromatico finale di un vino, è comunque convincimento comune e consolidato che esse vadano ricercate in ogni singolo passo dell'intera filiera vigneto-uva-mosto-vino tanto che l'argomento costituisce una parte non secondaria dei moderni testi internazionali di didattica enologica. C'è peraltro

altrettanto condiviso convincimento che - parafrasando quanto già scritto su questa stessa rivista [Nicolini et al., 2002] - "la conoscenza delle caratteristiche ... aromatiche dei diversi ceppi di lievito" resti "uno degli aspetti tecnici di maggior significato che l'enologo desidera conoscere al fine di indirizzare correttamente il processo di vinificazione verso gli obiettivi qualitativi che si è prefissato" e all'argomento continuano ad essere giustamente dedicate varie review e aggiornamenti

[Lambrechts e Pretorius, 2000; Smit et al., 2003; Howell et al., 2004; Sweigers et al., 2005; Molina et al., 2007].

Il presente lavoro focalizza le performance fermentative ed aromatiche di 10 ceppi di lievito presenti sul mercato italiano. Esso si inserisce in un filone di sperimentazione del Laboratorio chimico dell'attuale Centro Trasferimento Tecnologico dell'Istituto Agrario di S. Michele all'Adige - Fondazione E. Mach che in anni recenti ha

Tab. 1 - Composizione media (n=6) dei vini ottenuti dai diversi ceppi commerciali o precommerciali (precom). Medie collegate dalla stessa linea orizzontale non sono statisticamente diverse (LSD test; p<0.05)

Parametro analitico	Ceppo di lievito									
	Platinum	X5	SP665	VIN13	precom	Montrachet	VL1	EM2	R2	RC212
alcool (% vol)	12,65	12,75	12,77	12,81	12,86	12,88	12,91	12,96	12,97	12,97
zuccheri (g/L)	R2	Platinum	SP665	VIN13	VL1	Montrachet	precom	RC212	X5	EM2
	0,68	0,86	0,92	0,92	0,98	1,06	1,06	1,09	1,16	1,58
pH	SP665	R2	Platinum	VIN13	VL1	X5	EM2	precom	Montrachet	RC212
	3,28	3,28	3,28	3,28	3,29	3,29	3,29	3,29	3,31	3,31
ac.totale (g/L)	EM2	RC212	Montrachet	VL1	R2	VIN13	X5	SP665	precom	Platinum
	6,07	6,28	6,32	6,38	6,42	6,62	6,73	6,87	6,90	7,32
est.sec.tot. (g/L)	EM2	R2	RC212	VL1	Montrachet	VIN13	precom	SP665	X5	Platinum
	20,15	20,27	20,45	20,50	20,62	21,12	21,32	21,75	21,98	22,63
ac.volatilabile (g/L)	Montrachet	VL1	EM2	R2	VIN13	X5	SP665	RC212	Platinum	precom
	0,29	0,40	0,41	0,41	0,41	0,46	0,48	0,50	0,56	0,57
ac.malico (g/L)	RC212	EM2	Montrachet	VL1	R2	X5	VIN13	SP665	precom	Platinum
	3,03	3,05	3,15	3,23	3,29	3,29	3,35	3,41	3,64	3,66
potassio (g/L)	EM2	Montrachet	VL1	RC212	R2	precom	VIN13	X5	SP665	Platinum
	0,71	0,75	0,76	0,76	0,76	0,77	0,78	0,80	0,82	0,86
glicerina (g/L)	EM2	RC212	VL1	R2	Montrachet	precom	VIN13	SP665	X5	Platinum
	6,42	7,22	7,36	7,55	7,99	8,12	8,56	8,83	9,31	9,74
SO ₂ lib (mg/L)	Platinum	precom	VIN13	SP665	Montrachet	X5	RC212	R2	VL1	EM2
	9,7	10,2	14,5	14,7	16,0	16,2	19,3	20,7	21,7	28,2
SO ₂ tot (mg/L)	VL1	R2	EM2	RC212	Montrachet	SP665	X5	VIN13	Platinum	precom
	105	110	111	112	123	125	126	132	150	177

permesso di fornire agli enologi, per lo più attraverso la rivista di categoria, informazioni di significato pratico e operativo sulle prestazioni di vari ceppi di lievito commerciale [Nicolini et al., 2000 a, 2000 b, 2002, 2003, 2004 a, 2004 b].

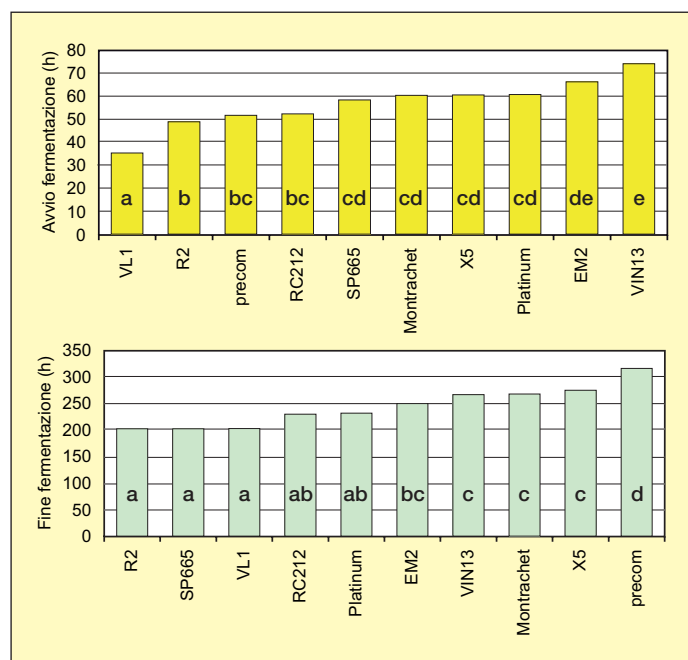
Materiali utilizzati

Sono stati utilizzati 6 mosti non completamente

monovarietali a base Chardonnay (CH), Pinot nero (PN), Mueller-Thurgau (MT), Sauvignon blanc (SB), Traminer aromatico (TRAM) ed un taglio Chardonnay-Pinot nero (CHPN), tutti fortemente illimpiditi (NTU < 50) ed adeguatamente solfitati (50 mg/L). Dopo il frazionamento di ciascuna delle 6 masse di mosto limpido in 10 lotti omogenei si è provveduto all'inoculo di 9 ceppi di lievito commerciale (EM2,

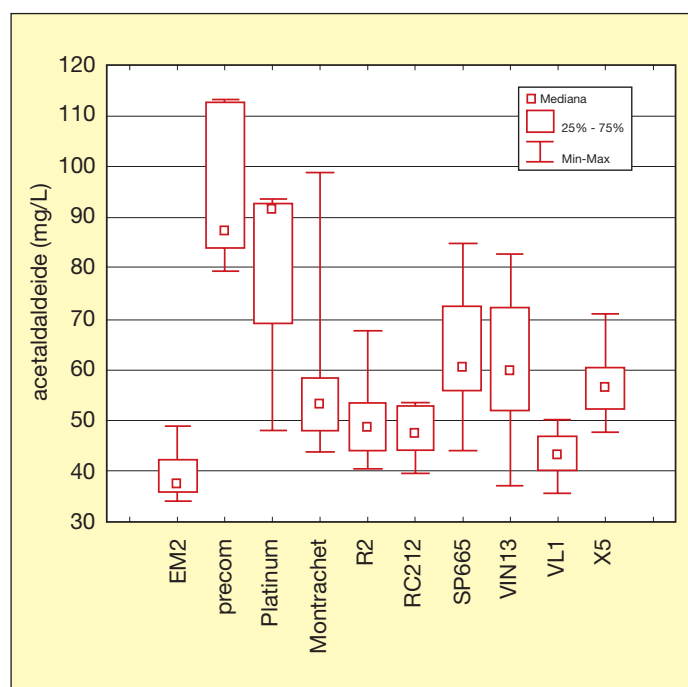
Platinum, Montrachet, R2, RC212, SP665, VIN13, VL1 e X5) e di un ceppo ancora in fase pre-commerciale. Al momento appena precedente l'inoculo, la carica di lieviti selvaggi era largamente inferiore alle 100000 cell/mL e la dotazione di azoto prontamente assimilabile era a livelli rappresentativi della fascia medio-alta dei mosti naturali italiani [Nicolini et al., 2004 c] essendo di ca. 150 mg/L in PN, ca. 200 mg/L in CHPN, 240 mg/L

Fig. 1 - Tempi medi (n=6) di avvio e fine fermentazione da parte dei diversi ceppi di lievito



Ceppi contraddistinti da uguale lettera minuscola non hanno comportamenti significativamente differenti ($p < 0.05$).

Fig. 2 - Box plot della produzione di acetaldeide da parte dei vari ceppi di lievito



in SB, 250 in MT e TRAM e 280 in CH. L'inoculo è stato dosato in modo da ottenere nel mosto una identica ed elevata carica di 10 milioni di cellule per millilitro.

Le fermentazioni sono decorse a temperatura controllata attorno ai 20°C ed i

vini sono stati conservati a 5°C dal momento del travaso di fine fermentazione sino all'analisi, 2 mesi più tardi, in modo da evitare interferenze dovute ad eventuali malolattiche. Nessun trattamento chiarificante è stato realizzato sui vini.

Metodi analitici e statistici

Le usuali determinazioni di base sono state realizzate secondo metodiche ufficiali accreditate SINAL. L'azoto assimilabile dei mosti è stato misurato secondo Nicolini et al., [2004c] e confermato dalla quantificazione HPLC dei singoli aminoacidi ed ammonio.

La misura di acetaldeide, acetato di etile e alcoli superiori è stata effettuata secondo Gabri e Salvagiotto [1980] e Usseglio-Tomasset e Matta [1983]. I vinilfenoli sono stati determinati per HPLC-ECD secondo Larcher et al. [2007]. Gli altri componenti volatili sono stati quantificati in GC-FID dopo assorbimento ed eluizione da resina Isolute ENV+ ed espressi in µg/L di n-eptanolo con R.F. = 1 [Boido et al., 2003].

L'analisi statistica dei dati è stata condotta con le procedure del pacchetto software STATISTICA v. 6.1 (Stat-Soft, Padova). È stata applicata l'Anova a una via, con fonte di variazione il ceppo di lievito, e il test della differenza minima significativa (LSD test).

Andamenti fermentativi

I tempi medi per l'avvio - inteso come consumo dei primi 2 °Brix - e per la fine della fermentazione sono riportati nella Fig. 1.

L'avvio è risultato significativamente più veloce in particolare per il ceppo VL1 e più lento per VIN13 ed EM2, quest'ultimo ceppo con tempi non significativamente diversi da quelli di altri quattro.

La fine fermentazione è

stata raggiunta rapidamente in particolare da R2, SP665 e VL1 - tutti peraltro con tempi non significativamente diversi da RC212 e Platinum - mentre è stata particolarmente difficoltosa per il ceppo precommerciale. Più "lenti" a chiudere anche X5, Montrachet e VIN13.

Composizione di base dei vini

La composizione media di base dei 6 vini ottenuti per ciascun ceppo e la significatività delle differenze sono riportate in Tab. 1 dove, per ciascun parametro analitico, i ceppi sono stati ordinati in ordine crescente di concentrazione media.

Tra i ceppi si evidenzia una differenza media in alcool svolto di ca. 0.3 % vol, con i valori più bassi per Platinum e - in ordine crescente - per X5, SP665, VIN13, il ceppo precommerciale e Montrachet, cui corrisponde un esatto ordine inverso per i valori medi di glicerina e di estratto. Le differenze medie tra i ceppi per questi ultimi due parametri, rispettivamente dell'ordine di 3.3 e di 2.5 g/L, sono tecnologicamente piuttosto interessanti.

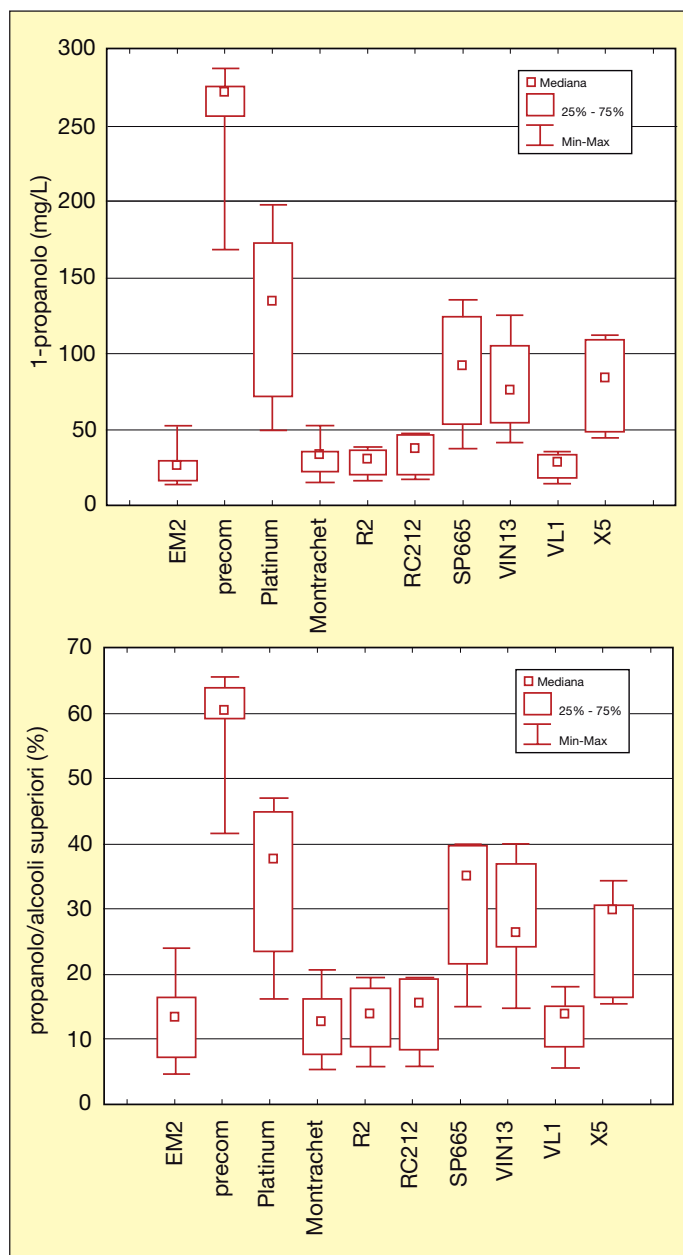
Le differenze statistiche relative allo zucchero residuo riguardano sostanzialmente solo il ceppo EM2; assieme a X5 sono i soli ad aver lasciato in un vino ciascuno un residuo zuccherino superiore ai 2 g/L. Montrachet ha prodotto i livelli medi di acidità volatile più bassi, mentre quelli maggiori sono stati fatti registrare dal Platinum il quale lascia anche elevati contenuti di malico (con differenze medie di ca. 0.6 g/L rispetto a RC212 e EM2) e di acidità totale.

Particolarmente interessanti i dati relativi alle solforose misurate a parità di interventi aggiuntivi realizzati nel corso delle lavorazioni. I valori medi più elevati di SO₂ libera sono relativi al ceppo EM2 e confermano precedenti osservazioni anche in relazione alla sua bassa produzione di

Tab. 2 - Contenuti medi (n=6) dei composti volatili nei vini, distinti per ceppo di lievito. (KW = Anova per ranghi di Kruskal-Wallis; +++, ++, + = significatività con $p<0.001$, $p<0.01$, $p<0.05$)

Composto	unità di misura	ceppo										ANOVA sign	KW sign
		EM2	precom	Plati num	Montrachet	R2	RC212	SP665	VIN13	VL1	X5		
acetaldeide	mg/L	39,5	94,1	81,2	59,3	50,6	47,5	63,1	60,7	43,3	57,6	+++	+++
acetato di etile	mg/L	38,5	64,1	45,1	38,3	31,4	35,7	40,2	49,3	41,5	34,4	++	+
1-propanolo (w)	mg/L	28,2	255,6	127,5	32,7	29,7	35,4	89,8	80,5	27,3	80,9	+++	+++
2-metil-1-propanolo (x)	mg/L	36,3	29,0	36,4	31,9	31,5	53,4	28,8	26,2	33,3	29,5	+++	+++
2-metil-1-butanolo (y)	mg/L	26,6	26,4	34,9	38,0	29,8	30,5	25,8	32,0	26,3	34,6		
3-metil-1-butanolo (z)	mg/L	134	125	159	165	141	139	136	148	138	163		
Somma alcoli sup.(w+x+y+z)	mg/L	225	436	358	268	232	258	281	287	225	308	+++	+++
Somma 3 alcoli (x+y+z)	mg/L	197	180	230	235	203	223	191	206	197	227		
1-propanolo/alcoli sup	%	13,1	58,5	34,4	12,6	13,3	14,0	31,1	28,0	12,5	26,1	+++	+++
acetato di isobutile	ug/L	2,2	0,6	1,1	2,9	2,3	2,1	2,7	3,6	2,2	1,2		
acetato di isoamile	ug/L	2441	605	1210	3305	2188	1840	1805	2378	2480	1317	++	++
acetato di n-esile	ug/L	155	107	136	153	117	88	139	148	131	104		
acetato di beta-feniletile	ug/L	342	78	152	530	309	248	296	344	309	244	+++	+++
Somma acetati	ug/L	2940	791	1499	3991	2617	2178	2243	2874	2923	1666	++	++
butirrato di etile	ug/L	177	126	114	160	165	173	172	168	185	136		
capronato di etile	ug/L	615	459	378	507	598	540	521	508	628	460	+	+
caprilato di etile	ug/L	1046	572	547	849	998	895	797	793	1057	597	+++	++
caprato di etile	ug/L	320	181	183	237	314	286	269	264	324	210		
Somma esteri	ug/L	2159	1337	1222	1754	2076	1893	1760	1734	2194	1403	++	++
esanolo	ug/L	703	1156	1013	707	616	611	924	814	648	729	+++	++
trans 3-esenolo	ug/L	50,8	50,5	49,7	46,3	44,4	49,5	48,2	48,8	45,5	47,5		
cis 3-esenolo	ug/L	35,9	40,4	36,2	33,3	34,9	47,0	35,3	38,1	41,4	42,3		
cis 2-esenolo	ug/L	5,5	4,5	8,0	7,6	5,6	5,8	8,4	7,3	5,6	8,0		
Somma alcoli C6	ug/L	795	1251	1107	794	701	714	1016	908	740	827	++	++
alcol benzilico	ug/L	507	548	515	456	428	529	472	471	440	494		
alcol b-feniletilico	ug/L	20756	22466	42100	31825	23505	20142	28828	31331	19632	32337	+	+
metionolo	ug/L	290	56	374	388	377	333	496	474	286	537	(0.053)	+
3-etossi-1-propanolo	ug/L	102	3667	2415	157	63	126	1114	782	48	780	+++	+++
acetato di 1,3-propandiolo	ug/L	573	1119	1888	570	601	548	1517	1066	522	1131	+++	+++
acetato di 1,4-butandiolo	ug/L	338	596	519	338	303	360	514	455	318	492	+++	+++
acido isobutirrico	ug/L	722	552	1395	744	933	1241	757	472	767	704	+	++
acidi isoal.+ valerianico	ug/L	781	993	1710	878	892	1022	1011	885	715	1248	+++	+++
acido butirrico	ug/L	591	564	551	622	637	657	782	708	743	737	+++	++
acido capronico	ug/L	3541	2234	2226	2996	3405	3284	3085	2926	3577	2652	+++	+++
acido caprilico	ug/L	6752	3853	3423	4990	5943	5950	5217	4937	6355	3738	+++	++
acido caprico	ug/L	1632	982	947	1248	1553	1499	1456	1340	1588	1215	(0.089)	+
Somma 4 acidi (C4-6-8-10)	ug/L	12516	7633	7147	9856	11539	11389	10540	9910	12264	8342	++	++
4-idrossibutirrato di etile	ug/L	5637	5737	5578	1705	3114	7722	4857	4291	4741	3148	+++	++
2-idrossiglutarato di etile	ug/L	100	113	150	160	111	115	131	123	154	142		
4-vinilfenolo	ug/L	799	549	31	677	634	821	38	322	16	431	+++	+++
4-vinilguaiacolo	ug/L	559	383	31	365	275	489	30	189	24	306	+++	++
Somma vinilfenoli	ug/L	1358	932	61	1042	909	1310	68	511	40	737	+++	+++
gamma-butilrolattone	ug/L	488	616	650	236	526	964	780	390	430	558	+++	+++
5 carboetossi-g-butilrolattone	ug/L	206	176	212	206	184	218	181	217	213	253		
lattato di etile	ug/L	1295	1233	1906	1287	1199	1537	1812	1525	1038	1378		
succinato acido di etile	ug/L	7064	14971	19831	12296	8567	9139	13830	12366	8756	14694	+++	+++
dietilmalato	ug/L	186	272	267	201	198	201	226	233	224	245		
dietilsuccinato	ug/L	163	233	408	419	225	181	255	295	258	320	+++	+++
N3 acetammide	ug/L	38,0	19,2	39,2	54,6	39,4	34,8	43,3	47,8	48,2	41,6		

Fig. 3 - Box plot dei contenuti di propanolo (sopra) e della percentuale dello stesso (sotto) sugli alcoli superiori (somma di 1-propanolo, 2-metil-1-propanolo, 2-metil-1-butanolo e 3-metil-1-butanolo)



acetaldeide [Nicolini et al., 2002, 2003]; elevati anche i livelli di SO₂ libera relativi a VL1, R2 e RC212. All'estremo opposto in particolare Platinum che, pur a fronte di circa 150 mg/L di SO₂ totale, lascia mediamente solo meno di 10 mg/L di SO₂ libera.

Correlazioni tra composti volatili

Limitandosi a citare i composti - o le classi di essi - di maggior interesse, tra i circa

40 composti volatili analizzati nei 60 vini sono state osservate correlazioni altamente significative ($p < 0.001$) di segno positivo tra:

- propanolo e 3-etossipropanolo, acetato di 1,3-propan-diolo, acetato di 1,4-butan-diolo;
- propanolo, acetaldeide ed acetato di etile;
- acetati ed esteri responsabili del fruttato;
- acidi grassi a C4-C6-C8-C10 ed i corrispondenti acetati ed esteri ed il comportamento opposto (correlazione

negativa) invece per la somma degli acidi valerianico ed isovalerianico rispetto ai principali acetati ed esteri; - 2-metilpropanolo e gamma-butilrolattone;

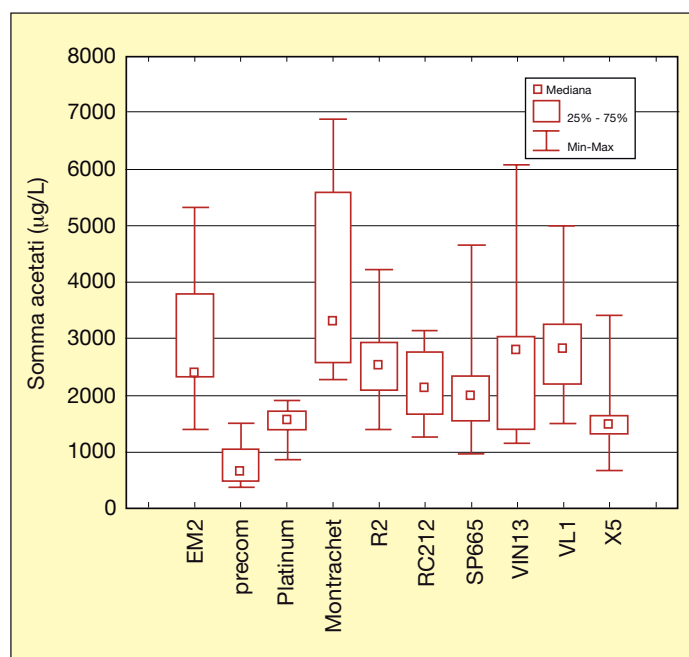
e di segno negativo sia dell'alcol beta-feniletico che del metionolo con acetati ed esteri.

Effetto del ceppo

I valori medi per ceppo degli oltre 40 composti quantificati sono riportati in Tab. 2. Si osserva in primo luogo come ambedue gli approcci statistici sostanzialmente concordino nell'evidenziare le differenze statisticamente significative.

Per brevità, i commenti ai dati saranno limitati ai parametri analitici più importanti. In particolare si sono distinti il ceppo precommerciale (Precom) ed il ceppo Platinum per la grande produzione di acetaldeide (Fig. 2), significativamente maggiore di quella di tutti gli altri lieviti e dalle conseguenze ben prevedibili circa i contenuti della SO₂ nei vini. Precom ha anche prodotto livelli significativamente maggiori di acetato di etile, benché probabilmente non ancora a concentrazioni medie sensorialmente davvero preoccupanti. Le differenze osservate tra i ceppi per l'acetato di etile sono dell'ordine della unità di flavour. Elevata è stata anche la produzione di acetato di etile da parte di VIN13, significativamente maggiore rispetto a quella di R2. Precom e Platinum hanno prodotto elevatissimi tenori di propanolo (Fig. 3) e dei composti ad esso più strettamente correlati (es. 3-etossipropanolo); del resto, propanolo e 3-etossi-propanolo derivano dal metabolismo, parzialmente in comune, dell'omoserina: via treonina il primo, via acetilomoserina il secondo. Quantità piuttosto elevate sono state prodotte anche dai ceppi SP665, VIN13 e X5 mentre gli altri ceppi sono a concentrazioni significativamente inferiori.

Fig. 4 - Produzione di "acetati" (isobutile + isoamile + beta-feniletile + n-esile) da parte di diversi ceppi



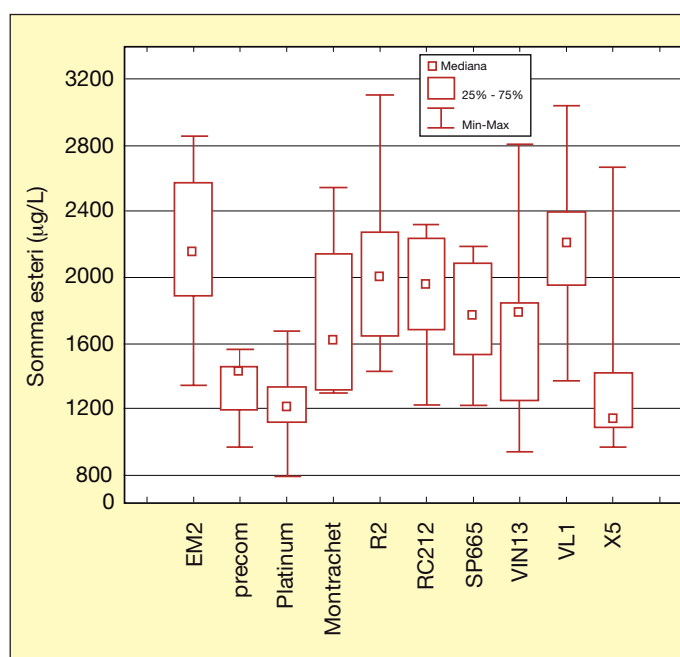
Il propanolo prodotto dal ceppo precommerciale costituisce il 60% circa della somma dei 4 alcoli superiori principali, rispetto a percentuali mediamente varianti tra il 35 ed il 25% circa per i ceppi Platinum, SP665, VIN13 e X5 e attorno al 15% per gli altri. Una tendenza a dare elevate produzioni di propanolo e 3-etossipropanolo, o almeno a darne in elevate proporzioni rispetto agli altri alcoli superiori, è già stata osservata per ceppi tipo bayanus [Ciolfi et al., 1985; Nicolini et al., 2000 a, 2000b, 2002] anche commerciali quali LS2, EC1118, N96 e SP665, senza peraltro raggiungere i livelli registrati qui in particolare per il ceppo precommerciale.

I vini prodotti con Precom e Platinum hanno anche fatto registrare contenuti significativamente elevati di esanolo (Tab. 2) - con il primo a concentrazione media quasi doppia rispetto a RC212 e R2.

Note fruttato florali e speziate

I ceppi Precom e Platinum hanno prodotto limitate quantità sia di "acetati" (Fig. 4)

Fig. 5 - Produzione di esteri etilici di acidi grassi (butirrato + capronato + caprilato + caprato) da parte di diversi ceppi



che di "esteri" (Fig. 5). Elevate sono risultate invece le produzioni di "acetati" da parte del ceppo Montrachet - confermando precedenti risultati ottenuti anche in quel caso fermentando mosti ben dotati di azoto prontamente assimilabile [Nicolini et al., 2000 a] - e di "esteri" da parte di EM2 e VL1. I dati in Tab. 2 consentono inoltre di rilevare come:

le massime differenze osservate tra le medie di ceppo per l'alcool beta-feniletile siano molto prossime alle soglie di differenza di ca. 25 mg/L riportate in letteratura per questo composto dal possibile sentore di rosa.

Il ceppo precommerciale abbia minimizzato la produzione di metionolo, composto dal possibile odore di cavolo cotto e per il quale concentrazioni superiori agli 800 microgrammi per litro sono state prodotte dai lieviti Platinum, SP665 e VIN13 (con 1 campione per ciascun ceppo) e X5 (2 campioni).

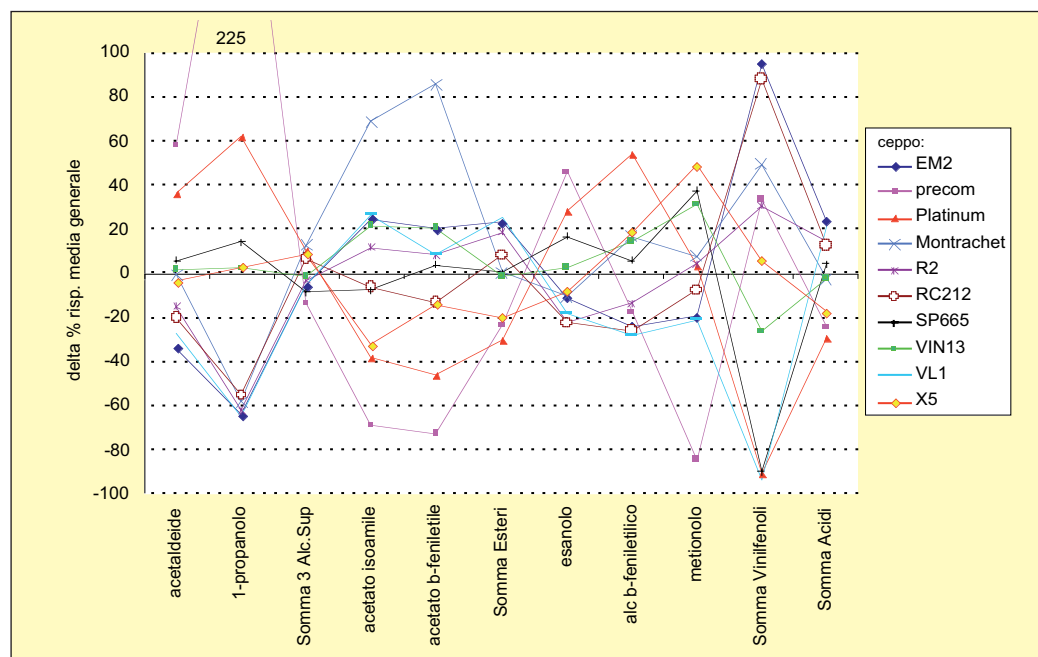
VL1, Platinum e SP665 abbiano minimizzato la produzione di vinilfenoli, diversamente da RC212 e EM2. Nel caso di questi ultimi la gestione delle componenti olfattive floreali-speziate-

affumicate da essi prodotte va effettuata con grande ocularità. EM2, VL1, R2 e RC212 abbiano prodotto più acidi grassi (C4 + C6 + C8 + C10) rispetto ai ceppi precommerciale e Platinum.

Considerazioni conclusive

Molte delle differenze tra ceppi che sono state qui mostrate relativamente alle componenti volatili hanno sicuramente un significato anche sensoriale, come si può estrapolare dalle soglie organolettiche (s.o.) riportate in letteratura [Meilgaard, 1975; Chatonnet, 1993; Etievant, 1991; Francis e Newton, 2005]. In particolare, le differenze osservate dell'ordine di qualche decina di mg/L di acetaldeide (s.o. 40-125 mg/L) possono favorire percezioni "da svanito-sherry-noccioline". Le differenze medie osservate di 2500-3000 µg/L della somma degli "acetati" sono indiscutibilmente percepibili come variazioni della componente "fruttata da mela", così come lo sono quelle di circa 1000 µg/L della somma degli "esteri" relativamente alla

Fig. 6 - Variazione % delle medie dei ceppi di lievito rispetto alla media generale relativamente a parametri compositivi di interesse tecnologico-sensoriale nei vini



(Legenda: Somma 3 Alc.Sup. = 2-metil-1-propanolo + 2-metil-1-butanolo + 3-metil-1-butanolo; Somma Esteri = butirrato + capronato + caprilato + caprato di etile; Somma Acidi = butirrico + capronico + caprilico + caprico)

componente “da frutta matura, esotica”. A queste variazioni - sebbene con note fruttate meno eleganti - possono contribuire anche i circa 50 mg/L di differenza media di alcoli amilici e, restando tra gli alcoli superiori, i quasi 20 mg/L di alcol beta-feniletile vicino ai 25 mg/L della sua s.o. per la nota floreale da rosa.

I più elevati livelli di propanolo osservati, attorno ai 250 mg/L, potrebbero rappresentare circa 0.5 unità di flavour con componenti sensoriali “pungenti” secondo quanto riportato in letteratura [Sweigers et al., 2005]. Non si ritiene invece possano avere reale rilievo sensoriale le differenze medie di 500 µg/L di esanolo e quelle degli altri esenoli rispetto a note complessivamente definibili come “vegetali” (di origine, per altro, principalmente pre-fermentativa). Le differenze medie riscontrate dell'ordine di varie centinaia di microgrammi per litro di vinilfenoli sono certamente percepibili in termini di note “speziate-floreali-affumicate”. Di rilievo sensoriale

anche le differenze di qualche mg/L nei contenuti degli acidi grassi. Le differenze tra ceppi relativamente al metionolo (ca. 500 µg/L), benché relativamente lontane dalla s.o. del composto, vanno osservate con attenzione; questo anche alla luce delle buone dotazioni di azoto assimilabile [Rapp e Versini, 1991; Bosso, 1996; Nicolini et al., 2002] e del buon livello di limpidezza garantito ai mosti di partenza, tutti fattori che ne avrebbero dovuto minimizzare la produzione.

In conclusione si può affermare che il lavoro ha permesso di acquisire e divulga informazioni che probabilmente sono almeno in parte già note ai produttori di lieviti ma - con perlomeno altrettanta probabilità - non lo sono affatto agli utilizzatori dei ceppi stessi. Per favorire la confrontabilità, e facilitare la comprensione e la scelta da parte del tecnico di cantina, i dati dei parametri aromatici più importanti dal punto di vista tecnologico-sensoriale o discriminativo sono sinotticamente raccolti nella Fig. 6, dove sono

espressi come differenza percentuale della media di ceppo rispetto alla media generale.

Tali dati vanno comunque valutati non disgiuntamente da quelli relativi ai parametri compositivi di base ed alle performance fermentative.

Riassunto

Vengono presentate le prestazioni di 10 ceppi di lievito utilizzati in condizioni di vinificazione standardizzata di scala semi-industriale per la fermentazione di 6 differenti mosti. Sono stati utilizzati i ceppi EM2, Platinum, Montrachet, R2, RC212, SP665, VIN13, VL1 e X5, oltre ad un ceppo non commerciale. L'attenzione è stata posta principalmente ai parametri di fermentazione ed ai composti volatili tecnologicamente più interessanti. Tra i ceppi sono emerse differenze di rilievo per glicerina, acetaldeide, acetato di etile, propanolo e composti correlati, alcol beta-feniletile, acetati di alcoli superiori ed esteri etilici di acidi grassi, metionolo e vinilfenoli.

Summary

Variability caused by commercial yeasts in the composition of experimental white wines.

The performance of 10 yeast strains fermenting 6 different juices under standard winemaking conditions on semi-industrial scale was studied. EM2, Platinum, Montrachet, R2, RC212, SP665, VIN13, VL1 and X5, as well as a strain not yet available on the market were tested. Attention was mainly focused on the most technologically significant fermentation parameters and volatile aroma compounds. In particular, noteworthy differences among yeast strains were observed for glycerol, acetaldehyde, ethyl acetate, propanol and related compounds, phenetyl alcohol, acetates of higher alcohols and ethyl esters of fatty acids, methionol and vinylphenols.

Ringraziamenti. *Gli autori ringraziano Cavit s.c. per il supporto economico alla sperimentazione.*

Bibliografia

Boido E., Lloret A., Medina K., Fariña L., Carrau F., Versini G., Dellacassa E., (2003). - Aroma composition of *Vitis vinifera* cv. Tannat: the typical red wine from Uruguay. - *J. Agric. Food Chem.* 51, 5408-5413.

Bosso A. (1996) - L'influenza dell'aggiunta di dosi crescenti di azoto ammoniacale ai mosti sulla composizione in sostanze volatili di origine fermentativa e sulle principali caratteristiche olfattive di alcuni vini bianchi. - *Riv. Vitic. Enol.* 49(3), 3-28.

Carlin S. (1998). - Metodi di arricchimento di composti dell'aroma per una possibile tipicizzazione di vini Traminer. - *Univ. degli Studi di Udine, Fac. di Agraria, Laurea in Scienze e Tecnologie Alimentari, a.a. 1997-1998.*

Chatonnet P., (1993) - Analyse des phénols volatils et des composés soufrés des vins par chromatographie en phase gazeuse - In: *Les acquisitions récentes en chromatographie du vin*, B. Doneche ed., Tec&Doc, Paris, pp. 121-149.

Ciolfi G., Castino M., Di Stefano R. (1985) - Studio della risposta metabolica di lieviti di specie diverse fermentanti un unico mosto a temperature comprese fra 10 e 40°C.- Nota II - *Riv. Vitic. Enol.* 38(10), 489-507.

Etievant P.X. (1991) - In: Maarse H. (ed.) *Volatile compounds in foods and beverages*. Dekker, NY, p. 483.

Francis I.L., Newton J.L. (2005) - Determining wine aroma from compositional data - *Australian Journal of Grape and Wine Research* 11, 114-126.

Gabri G., Salvagiotto R. (1980).-Dosamento gas-cromatografico simultaneo della acetaldeide, del metanolo, dell'acetato e del lattato d'etile, e degli alcoli

superiori nei distillati alcolici.- *Vini d'Italia*, 22(124), 37-43.

Howell K.S., Swiegers J.H., Elsey G.M., Siebert T.E., Bartowsky E.J., Fleet G.H., Pretorius I.S., De Barros Lopes M.A. (2004). - Variation in 4-mercapto-4-methyl-pentan-2-one release by *Saccharomyces cerevisiae* commercial wine strains under different wine fermentation conditions. - *FEMS Microbiology Letters* 240, 125-129.

Lambrechts M. G., Pretorius, I. S. (2000). - Yeast and its importance to wine aroma-A review. - *South African Journal for Enology and Viticulture* 21, 97-129.

Larcher R., Nicolini G., Puecher Chr., Bertoldi D., Moser S., Favaro G. (2007) Determination of volatile phenols in wine using high-performance liquid chromatography with a coulometric array detector. *Anal. Chim. Acta*, 582: 55-60.

Meilgaard M.C. (1975) - Aroma volatiles in beer: purification, flavour, threshold and interaction. - In: *Geruch- und Geschmackstoffe*, F. Drawert ed., H. Carl, Nürnberg, 1975, pp. 211-254.

Molina A.M., Swiegers J.H., Varela C., Pretorius I.S., Agosin E. (2007). - Influence of wine fermentation temperature on the synthesis of yeast-derived volatile aroma compounds. - *Applied Microbiology and Biotechnology* 77, 675-687.

Nicolini G., Mocchiutti R., Larcher R., Moser S., (2000 a) - Lieviti ed aromi dei vini: comparazione tra ceppi commerciali di larga diffusione. - *L'Enotecnico*, 36(3), 75-85.

Nicolini G., Volonterio G., Larcher R., Moser S., Dalla Serra A., (2000 b). - Prestazioni fermentative ed aromatiche di lieviti sudafricani di recente immissione in Italia. - *L'Enotecnico*, 36(4), 87-94.

Nicolini G., Volpini A., Moser S., Cavazza A. (2002) - Caratteristiche fermentative ed aromatiche dei ceppi di lievito La

ClaireTM. - *L'Enologo*, 38(10), 65-70.

Nicolini G., Mattivi F., Larcher R., Volpini A. (2003) - Vinificazioni in rosato ed in rosso con lieviti selezionati: osservazioni circa il colore. - *L'Enologo*, 39(5), 79-83.

Nicolini G., Melchiori F., Moser S., Morganti L., Larcher R., Rusalen F. (2004 a) - Incidenza di ceppi di lievito sulla composizione dei vini. Esperienze della vendemmia 2003 - *L'Enologo*, 40(5), 83-87.

Nicolini G., Moser S., Larcher R., Volpini A. (2004 b) - Caratterizzazione enologica di ceppi di lievito commerciali. - *Vignevini* 31(4), 141-145.

Nicolini G., Versini G., Corradin L., Larcher R., Beretta C., Olivari A., Eccli E. (2004 c). Misura dell'azoto prontamente assimilabile dal lievito nei mosti d'uva ed esempi di applicazione. *Riv. Vitic. Enol.*, 57(1): 13-27.

Rapp A., Versini G. (1991) - Influence of nitrogen compounds in grape on aroma compounds of wines. - In: *Proc. Int. Symp. on Nitrogen in Grapes and Wines*, Seattle, Washington, USA, 18-19 June 1991, J.M. Rantz ed., ASEV publ., pp. 156-164.

Smit A., Cordero Otero R.R., Lambrechts M.G., Pretorius I.S., van Rensburg P. (2003). - Manipulation of volatile phenol concentrations in wine by expressing various phenolic acid decarboxylase genes in *Saccharomyces cerevisiae*. - *J. Agric. Food Chem.* 15, 4909-4915.

Swiegers J.H., Bartowsky E.J., Henschke P.A., Pretorius I.S. (2005). - Yeast and bacterial modulation of wine aroma and flavour. - *Australian Journal of Grape and Wine Research* 11, 139-173.

Usseglio-Tomasset L., Matta M. (1983). - Valutazione dei risultati di un'analisi gascromatografica collaborativa degli alcoli superiori nelle grappe. - *Boll. Chim. Lab. Prov.* Vol. 34, 185-207.