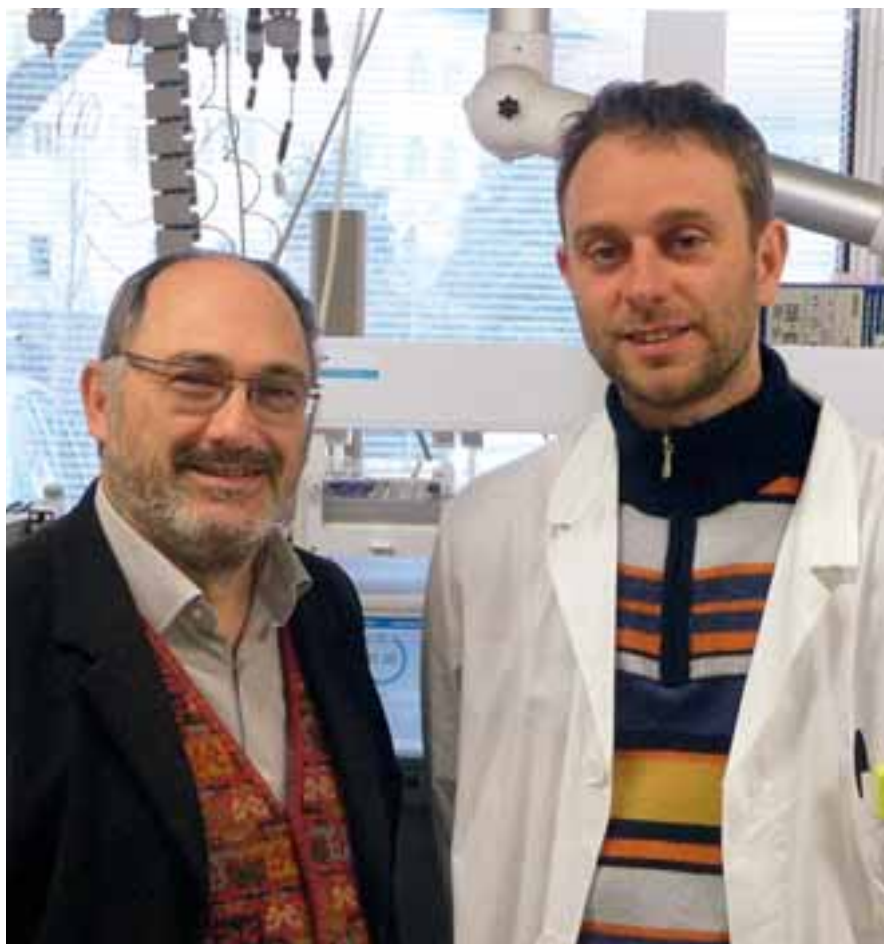


DOCUMENTO
TECNICO¹Giorgio Nicolini¹Sergio Moser²Gianni Borin¹Loris Tonidandel¹Tomás Román¹Roberto Larcher¹Chimica Vitenologica e
Agroalimentare,Centro Trasferimento Tecnologico,
FEM, San Michele all'Adige (TN)²Borin Vini & Vigne,
Monselice (PD)Da sinistra:
G. Nicolini,
S. Moser

GLI AROMI DEL MOSCATO GIALLO NELLE SUE INTERPRETAZIONI IN TRENTINO E NEI COLLI EUGANEI

Viene presentato il quadro aromatico di vini, ottenuti con diversi protocolli di vinificazione, da uve della varietà Moscato giallo coltivate in Trentino e, come Fior d'Arancio, sulle Colline Euganee. Si conferma la stabilità dei caratteri essenziali del profilo terpenico sia delle forme libere che legate a glicosidi e il ruolo che questo può avere come possibile fattore di discriminazione varietale.

Premessa

La definizione relativamente recente della DOC Trentino superiore Moscato giallo Castel Beseno (G.U. n. 146, 25 giugno 2010) e il raggiungimento dalla DOCG Colli Euganei Fior d'Arancio (G.U. n. 4, 7 gennaio 2011) indicano un certo ritorno di attenzione attorno ad un vitigno, il Moscato giallo, che sembrava aver perso un po' del suo appeal sul mercato e, nel contempo, un desiderio dei produttori di rinverdirne i

fasti. Questo, in un momento in cui pare manifestarsi - particolarmente in alcune fasce di consumatori - un qualche ritorno a vini dotati di una caratterizzazione aromatica non banalizzata da pesanti, ancorché internazionalizzanti, coperture "legnose".

In questo contesto non ci è apparso peregrino valutare il quadro aromatico di vini ottenuti su scala industriale dalle uve della varietà citata, varietà che indagini recenti portano ad ipotizzare come originaria dell'area siriana [Costa-

curta 2013]. I risultati potrebbero infatti costituire un utile contributo a una maggiore conoscenza delle caratteristiche legate al vitigno e favorire una trasformazione enologica sempre più cosciente.

Materiali e metodi

Sono stati campionati, prelevandoli dal commercio, vini Moscato giallo prodotti in Trentino (n=6) e, come Fior d'Arancio, in Veneto (n=3). I

Tab. 1 - Composizione di base dei vini ottenuti da uve Moscato giallo

Vino	IGT-DOC-DOCG	anno	alcol (% vol)	pH	acidità titolabile (g/L)	acidità volatile (g/L)	zuccheri (g/L)	glicerina (g/L)
1	IGT Dolomiti	2012	12,9	3,42	5,4	0,17	< 1	6,0
2	Trentino	2012	9,3	3,50	4,6	0,20	56	4,9
3	Trentino	2012	10,8	3,43	5,3	0,18	36	5,4
4	Trentino Sup. Castel Beseno	2012	10,1	3,74	5,3	0,33	100	7,3
5	Trentino Sup. Castel Beseno	2011	10,2	3,37	5,7	0,27	111	7,2
6	Trentino liquoroso	2010	14,8	3,65	5,5	0,42	77	7,1
7	Fior d'Arancio secco	2012	13,7	3,34	4,9	0,30	6,5	6,3
8	Fior d'Arancio passito	2007	12,3	3,70	5,2	0,71	153	10,2
9	Fior d'Arancio spumante	2012	6,0	3,34	4,9	0,39	125	5,0

vini sono stati scelti cercando di fornire uno spettro rappresentativo e variegato delle tipologie disponibili di Moscato giallo con indicazione geografica dichiarata. I vini trentini erano rappresentati da un campione IGT delle Dolomiti, due campioni DOC Trentino (n. 2 e 3), due DOC Trentino Superiore Castel Beseno (n. 4 e 5) e da un DOC Trentino liquoroso (vino n. 6). I campioni veneti erano costituiti da vini Colli Euganei Fior d'Arancio di tipologia secco (n. 7), passito (n. 8) e spumante (n. 9).

L'analisi della composizione di base dei mosti è stata effettuata con un Wine-ScanTM FT 120 (FOSS), preventivamente tarato rispetto ai metodi ufficiali di analisi comunitari e O.I.V.

L'analisi dei composti aromatici è stata realizzata in GC-MSMS con un Varian 450 GC dotato di rivelatore a triplo quadrupolo Varian 300 TQMS, dopo fissazione ed eluizione su fase solida con cartuccia ENV+. La frazione terpenica glicosilata è stata idrolizzata enzimaticamente (Rapidase Ar 2000, 40°C per 12 ore). Gli estratti (1 µL) sono stati iniettati in modalità splitless (1 min, 250 °C) su colonna capillare SOLGEL-WAX (30 m x 0.25 mm ID x 0.25 µm, SGE Analytical Science) con la seguente programmazione di temperatura: 40°C (5min), 5°C/min sino a 150°C; 10°C/min 240°C (10 min). L'identificazione e la quantificazione dei composti è stata eseguita utilizzando lo

spettrometro di massa con sorgente EI (70eV), acquisendo le transizioni caratteristiche di ciascun analita (Multiple Reaction Monitoring). Le curve di calibrazione sono state costruite utilizzando come standard interno il n-eptanolo. Quando i composti puri non erano disponibili gli analiti sono stati espressi come n-eptanolo (fattore di risposta uguale a 1.0).

Metanolo, 1-propanolo, 2-metil-propanolo, 2-metil-butanolo, 3-metil-butanolo, acetaldeide e acetato di etile sono stati misurati con un GC-FID dotato di colonna impaccata Carbopack C secondo Gabri e Salvagiotto [1980] e Usseglio-Tomasset e Matta [1983].

Risultati e discussione

Come si evince da Tab. 1, il vino 1 era completamente secco, i campioni 2 e 3 erano mediamente zuccherini, i campioni 4 e 5 erano caratterizzati da un elevato residuo zuccherino naturale - eventualmente in relazione anche ad una qualche limitata fase di appassimento o sovrarmaturazione - e il vino 6 era un liquoroso di 3 anni aggiunto di alcol buongusto e nel quale era stata aggiunta la cosiddetta "Süssreserve" di mosto. Tutti i campioni trentini erano fermi mentre i Fior d'Arancio veneti, a fianco di un vino fermo secco (n. 7) e di un passito marcatamente zuccherino di 6 anni (n. 8),

annoveravano anche uno spumante dolce (n. 9). Il quadro compositivo di Tab. 1 e le annate di vendemmia testimoniano della grande variabilità insita nel campionamento, a fronte della quale, peraltro, si può osservare la costanza dei limitati valori dell'acidità titolabile, evidentemente una caratteristica riconducibile alla varietà, e, a testimonianza della correttezza della trasformazione enologica, i bassi valori dell'acidità volatile.

I composti aromatici

I contenuti dei composti aromatici presenti in forma libera nei vini sono tabulati nelle Tabb. 2 e 3. Quelli delle forme legate a glicosidi sono riportati nella Tab. 4 limitatamente ai composti che, già quantificabili in GC-MSMS fra le forme libere, erano comunque presenti in forma legata in concentrazioni superiori al detection limit (DL=1 µg/L; DL= 0.1 µg/L per ossidi di rosa e 1,1,1-trimethyl-1,2-dihydronaphthalene *alias* TDN). A pura testimonianza, sono stati lasciati nelle tabelle anche i valori strumentali che ricadevano nell'intervallo tra il DL e il limite di quantificazione posto uguale a 3DL.

I terpeni. I vini ottenuti da Moscato giallo confermano in primo luogo la tipica ed attesa ricchezza terpenica complessiva varietale, sia per

Tab. 2 - Contenuto ($\mu\text{g/L}$) di composti aromatici varietali e prefermentativi in forma libera nei vini ottenuti dal vitigno Moscato giallo

Categoria tecnologico-chimica	composti	Trentino						Colli Euganei		
		vino 1	vino 2	vino 3	vino 4	vino 5	vino 6	vino 7	vino 8	vino 9
terpeni	7-idrossigeraniolo *	14	33	37	37	75	19	43	14	41
	8-idrossilinalolo cis *	29	32	64	61	100	7,2	30	81	29
	8-idrossilinalolo trans *	210	86	155	140	239	50,1	128	189	103
	alfa-terpineolo	507	533	727	837	2394	442	749	1667	845
	beta-citronellolo	11	3,7	14	36	12	1,7	8,4	47	5,5
	endiolo *	307	343	468	521	1931	380	492	1351	625
	gamma-terpinene	2,0	2,5	4,7	2,9	6,1	2,0	2,5	2,4	2,6
	acido geranico	317	354	516	613	646	279	179	1031	166
	geraniolo	158	181	244	329	182	49	221	178	156
	Ho diendiolo I *	1981	1127	1661	1994	1785	501	1814	2430	1240
	Ho diendiolo II *	566	291	422	396	634	120	485	488	318
	Ho trienolo *	1539	502	684	771	798	254	590	810	393
	idrossi citronellolo *	135	133	212	306	566	143	154	1009	147
	idrossi nerolo *	616	266	297	249	643	191	366	569	308
	ossido di linalolo furanico trans	616	269	321	376	942	292	344	1333	356
	ossido di linalolo furanico cis	412	200	244	299	774	113	358	832	208
	ossido di linalolo piranico trans	5310	2675	3602	3295	4641	1462	4408	2775	3460
	ossido di linalolo piranico cis	884	520	774	707	1237	319	1886	552	1341
	linalolo	1665	1305	1767	1730	1037	236	1646	957	1019
	nerolo	341	145	201	595	78	43	173	121	54
ossido di rosa I **	0,3	0,2	0,7	1,0	0,7	0,3	0,8	0,1	0,4	
ossido di rosa II **	0,7	0,6	0,5	0,6	0,5	0,6	0,2	0,5	0,5	
terpinen-4-olo	<DL	<DL	<DL	<DL	35,5	<DL	<DL	36,5	<DL	
terpinolene	1,9	2,2	2,4	1,9	2,7	1,8	2,3	3,4	1,8	
terpenil acetati	geranil acetato	67	38	69	62	81	15	131	23	97
	linalil acetato	1,8	1,9	2,5	1,7	2,5	1,9	1,6	<DL	2,0
norisoprenoidi	3-idrossi-beta-damascone *	8,8	6,2	14	2,9	15	13	2,8	35	6,5
	3-cheto-alfa-ionolo *	248	224	447	394	569	520	137	585	175
	actinidolo I *	20	78	77	131	971	449	76	517	109
	actinidolo II *	33	45	54	77	399	238	52	296	52
	alfa-ionone	1,4	1,2	<DL	<DL	<DL	<DL	10	1,6	6,9
	beta-ionolo	<DL	4,6	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL
	beta-ionone	2,6	2,5	2,7	2,6	2,5	2,6	2,6	2,5	<DL
	damascenone	3,2	1,1	3,9	1,1	3,9	0,8	3,7	2,2	1,1
TDN **	11	9	21	11	55	26	<DL	7,3	5,9	
alcoli preferm.	1-esanolo	669	994	1016	1294	1218	1184	343	689	464
	cis-2-esen-1-olo	4,9	6,1	8,9	6,2	3,5	5,0	2,9	3,8	2,9
	cis-3-esen-1-olo	217	153	261	143	140	163	70	40	81
	trans-3-esen-1-olo	13	19	42	33	24	22	17	27	24

*come *n*-eptanolo; **DL 0.1 $\mu\text{g/L}$

quanto riguarda le forme libere (Tab. 2) che per quelle glicosilate (Tab. 4). In particolare si osservano gli elevati contenuti, sensorialmente preponderanti e di impatto, del linalolo libero e quelli, minori, della sua forma legata. I contenuti tendenzialmente più bassi di linalolo, sia nella forma libera che legata, del vino 8 (passito 2007) così

come del vino 5 (del 2011) sembrano derivare, almeno in parte, dai noti meccanismi di idrolisi e conversione favoriti dall'invecchiamento e dall'ambiente acido. Contributi più o meno significativi in termini di sfumature della notevole "base floreale linalolo" possono venire dai buoni livelli di geraniolo libero (composto presente in mag-

giore quantità nella forma legata ma che si libererà con difficoltà nell'invecchiamento) e dal nerolo, in particolare nel vino 4, la cui soglia organolettica (s.o.) è nell'ordine benché minore di quella, elevata, dell'alfa-terpineolo. Significativo può essere il contributo sensoriale dell'Hotrienolo, con le sue note da tiglio/incenso (Versini e Di

Stefano inf. pers.) e s.o. di circa 100 $\mu\text{g/L}$, a contenuti particolarmente elevati nel vino n. 1. Una qualche incidenza sensoriale può derivare, in particolare nei vini "vecchi" n. 5 e n. 8, anche dall'alfa-terpineolo, con sensori però meno eleganti e freschi rispetto agli altri terpeni citati, mentre un contributo minimo, nell'ordine delle 1-2

Tab. 3 - Contenuto (µg/L) di composti aromatici in forma libera nei vini ottenuti dal vitigno Moscato giallo

Categoria tecnologico-chimica	composti	Trentino						Colli Euganei			
		vino 1	vino 2	vino 3	vino 4	vino 5	vino 6	vino 7	vino 8	vino 9	
alcoli	metanolo (mg/L)	25	41	57	37	56	51	19	28	32	
	1-propanolo (mg/L)	28	27	30,5	31	21	33	47,0	54,5	20,0	
	2-metil-1-propanolo (mg/L)	22	17,5	17,5	26,5	18	27,5	20,0	27,5	18,5	
	2-metil-1-butanolo (mg/L)	23	17	18,5	32,5	25	19,5	24,5	22,5	8,5	
	3-metil-1-butanolo (mg/L)	138	97,5	114,5	145,5	131,5	103,5	118	109	46	
	1-octanolo	<DL	10,6	<DL	7,8	13,8	8,7	<DL	4,8	<DL	
	1-decanolo	8,8	6,9	9,8	<DL	<DL	7,5	11,3	<DL	6,7	
	2-feniletanolo	23690	10474	20970	52330	32140	21410	15190	23810	80670	
	alcol benzilico	56	74	82	123	102	194	29	256	44	
acetati	etil acetato (mg/L)	9,5	8	12,5	10	8	23	18,5	47,5	8,0	
	2-fenilettil acetato	230	157	226	121	41	33	367	17	1598	
	n-esil acetato	111	163	265	93	<DL	31	138	<DL	151	
esteri	etil fenil acetato	1,2	<DL	2,3	5,1	3,7	11	<DL	8,2	1,7	
	etil esanoato	1327	687	1090	511	715	1043	1183	266	288	
	etil ottanoato	1888	882	1418	550	748	1171	1429	212	220	
	etil decanoato	96	41	36	21	19	45	72	13	10	
	etil dodecanoato	12	4,4	12	3,6	3,4	7,1	5,4	4,8	44	
	etil pentanoato	3,3	5,4	3,7	3,3	5,9	3,4	7,0	3,8	3,0	
	etil eptanoato	<DL	<DL	1,1	<DL	<DL	<DL	1,1	<DL	<DL	
	etil lattato	4249	5017	11214	24842	8706	42679	10869	261073	5320	
	etil octadecenoato	4,5	8,5	5,2	5,0	16	4,4	4,4	4,3	8,1	
	metil salicilato	1,7	2,2	1,4	1,5	1,3	2,0	0,9	1,5	1,8	
	etil salicilato	2,3	2,5	2,7	2,8	3,0	2,7	2,0	2,4	2,0	
	isoamil esanoato	2,4	2,1	2,6	2,6	4,2	2,5	1,2	<DL	<DL	
	isoamil ottanoato	8,5	6,9	7,0	8,0	6,5	<DL	7,1	5,6	<DL	
	monoetil succinato	295834	182815	203030	340843	504153	546631	276292	548235	114523	
	dietil succinato	2125	817	745	1365	5079	10027	1336	11226	174	
	acidi	acido propionico	271	163	173	374	207	163	316	289	672
		acido butirrico	124	57	41	26	29	62	97	10,3	9,0
acido isobutirrico		14,2	12,5	11,9	6,3	17,2	11,4	7,4	6,8	<DL	
acido valerianico		22	36	46	42	20	13	34	21	46	
acido isovalerianico		464	309	370	567	377	293	397	726	278	
acido esanoico		14348	8850	12572	5595	7095	7286	9653	2068	4558	
acido ottanoico		17564	9866	14401	5079	6074	6411	10580	1307	5247	
acido decanoico		48	130	32	49	337	99	43	59	44	
acido dodecanoico		4217	2282	1637	887	889	1213	2489	444	1846	
aldeidi	acetaldeide (mg/L)	57	38	37	50	61	48	36	62	57	
	furfurale	19	34	122	156	331	664	55	610	24	
	5-metil-furfurale	1,3	2,7	3,0	4,2	15	29	3,9	42	<DL	
	5-idrossimetil-2-furaldeide	83	15	307	1107	2939	3898	176	6018	1077	
	benzaldeide8	8	9	12	32	70	7	100	10		
chetoni	2-pentadecanone	3,4	7,5	<DL	<DL	13,4	<DL	<DL	<DL	<DL	
	3-idrossi-2-butanone	22	325	242	<DL	65	39	23	52	<DL	
	6-metil-5-epten-2-one	1,9	1,4	2,0	2,2	4,7	3,6	1,4	1,9	1,3	
fenoli	acetovanillone	25	28	45	57	68	31	21	68	30	
	guaiacolo	<DL	1,8	1,1	<DL	1,2	1,1	<DL	2,2	<DL	
	tirosolo	12259	5131	6865	14028	8999	4034	4707	1891	10518	
lattoni	(+/-) whiskey lattone 2	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	154	<DL	
	(+/-)-whiskey lattone 1	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	113	<DL	
	gamma-esalattone	<DL	3,2	5,2	34,0	4,5	5,2	1,7	13,6	2,5	
	gamma-decalattone	264	97	151	117	531	866	365	498	22	
	maple lattone	5,0	6,0	5,2	7,7	5,2	7,3	<DL	<DL	5,0	
	pantolattone	89	101	114	166	188	198	138	208	160	
solforati	2-(metiltio) etanolo	12,0	12,0	12,5	19,5	6,7	7,7	14	8,3	14	
	3-(metiltio)-1-propanolo	310	200	246	885	480	397	291	141	133	
	4-metil-5-tiazoletanolo	5,4	108	9,8	8,6	2,5	5,0	5,7	66	3,9	

unità di flavour, può venire dagli ossidi di rosa e forse dal geranil acetato; i terpenil acetati, peraltro, hanno - almeno in matrici diverse dal vino - soglie di circa 10 volte maggiori rispetto ai corrispondenti terpeni [Lawrence 2002].

Con possibile ruolo differenziante varietale o di tipologia di prodotto si osservano inoltre:

- la prevalenza del linalolo e dei suoi derivati rispetto a quelli del geraniolo [Versini et al. 1993; Di Stefano 2013], pur considerando che circa metà del geraniolo presente nell'uva può venir metabolizzato [Versini et al. 1990], diversamente dal linalolo, da parte dei lieviti in fermentazione;

- i contenuti degli ossidi di linalolo piranici molto maggiori dei furanici e, meno marcatamente, delle relative forme *trans* rispetto alle *cis* (sia nei terpeni liberi che nei legati);

- gli elevati contenuti di Ho-diolo I e quelli, minori ma quantitativamente rilevanti, dell'Ho-diolo II, con un rapporto (Ho-diolo I + Ho-trienolo)/Ho-diolo II variabile tra 4 e 7;

- l'8-idrossilinalolo *trans* prevalente rispetto al corrispondente isomero *cis*;

- il terpinen-4-olo maggiore nei vini n. 5 e n. 8, più vecchi e che hanno subito un più o meno spinto appassimento. Il composto ha s.o. di circa 100 µg/L ed è definito come speziato, legnoso, da lillà.

Norisoprenoidi. Relativamente ai noisoprenoidi a C₁₃, tendenzialmente maggiori tra le forme libere, nel caso dei passiti sia trentini che veneti si osservano in particolare gli elevati contenuti dei due actinidoli sia liberi che legati. Il TDN (con sentori da kerosene) è su valori maggiori nei campioni di vini trentini rispetto a quelli veneti e, in particolare nel vino 5, di sicuro contributo sensoriale alla luce della sua soglia organolettica attorno ai 20 µg/L. Al di sopra della soglia organolettica è anche il damascenone, composto cui sono associati descrittori multipli

principalmente floreali e che si idrolizza dalla forma legata già nell'arco di pochi mesi di invecchiamento. Piuttosto elevati sono i tenori osservati per il 3-cheto-alfa-ionolo, in particolare fra le forme legate, ed omogenei tra loro sono quelli del beta-ionone, dai sentori floreali. Quest'ultimo composto è al di sopra della soglia di differenza, poco inferiore al microgrammo per litro, riportata in vino rosso da Kotseridis et al. [1999].

I sesquiterpeni. I 4 sesquiterpeni analizzati - nerolidolo *cis* e *trans*, (-)*trans*-cariofillene, (+)-valencene, - non sono stati trovati a livelli di rilevanza e quantificazione né tra le forme libere né tra quelle legate, con l'eccezione di qualche microgrammo di nerolidolo *cis* libero nel vino n. 9, liquoroso aggiunto di Süssreserve.

Alcoli prefermentativi. Gli alcoli a C₆ di origine prefermentativa riportati in Tab. 2 mostrano valori decisamente superiori nei vini trentini che in quelli veneti e la prevalenza del 3-esen-1-olo *cis* sull'isomero *trans*, indipendentemente dall'origine, dall'annata e dalla tipologia di produzione dei vini. È noto che sui contenuti assoluti, e sui rapporti di questi alcoli, un peso rilevante è rivestito dall'entità degli interventi meccanici di pigiatura e pressatura subiti dalle uve, nonché dai meccanismi ossidativi e dalla presenza o meno di solforosa [Nicolini et al., 1996].

Composti in forma libera. Relativamente ai vari composti in forma libera riportati in Tab. 3 si osservano:

- i valori tendenzialmente elevati del propanolo rispetto a 2-metil-propanolo, 2-metil-butanolo e 3-metil-butanolo nei vini 7, 8 e 9, che fanno pensare all'uso o alla presenza spontanea di qualche lievito dal metabolismo particolare [Nicolini et al. 2009] piuttosto che all'uso di nutrienti su mosti tendenzialmente carenti di azoto assimilabile;

- i livelli relativamente bassi dell'alcol benzilico che

- assieme ai valori per lo più non elevatissimi della forma legata (Tab. 4), anche se talora ai livelli elevati di qualche Prosecco [Nicolini et al. 1994] - indicano una non particolare propensione di questi vini varietali alla formazione di benzaldeide (dalla nota di mandorla amara, ma qui presente a concentrazioni massime pari a un quinto della soglia olfattiva) ad opera della eventuale benzilalcolossidasi botritica; eventuali trattamenti con glicosidasi potrebbero tuttavia aumentare anche significativamente il rischio di formazione di benzaldeide;

- i contenuti particolarmente elevati nel vino n. 9 ed inusuali del 2-fenilettil acetato, sicuramente a livello di contributo all'aroma da rosa di origine fermentativa, assieme ai valori più normali del 2-feniletanolo nello stesso vino;

- i contenuti maggiori di etil lattato nel vino n. 8, indici di un qualche sviluppo di fermentazione malolattica;

- i livelli dell'etil fenil acetato, potenzialmente responsabile di aromi tipo miele, ma qui a concentrazioni ininfluenti vista la sua soglia sensoriale uguale a circa 70 µg/L [Tat et al. 2007];

- le aldeidi e l'acetovanillone presenti in maggior quantità sui vini più o meno passiti, marcatamente dolci e con eventuale passaggio in legno, quest'ultimo testimoniato anche, per il vino n. 8, dalla presenza dei 2 whisky lattoni;

- la presenza anche in vini prodotti senza contatto con legno e probabilmente legata agli elevati residui zuccherini del 2-idrossi-3-metilciclopent-2-en-1-one - il cosiddetto "maple lactone" o ciclone idrato - dall'odore dolce, da caramello, tipico dello sciroppo d'acero [Ribéreau-Gayon et al. 2006; Rowe 2011];

- la presenza del feromone semiochimico 6-metil-5-epiten-2-one (mentre il corrispondente alcol è sempre risultato inferiore al DL) [Micha et al. 1993], composto volatile di degradazione del carotenoide licopene e, alme-

Tab. 4 - Contenuto ($\mu\text{g/L}$) di composti aromatici in forma glicosilata nei vini ottenuti dal vitigno Moscato giallo

Categoria tecnologico-chimica	composti	Trentino						Colli Euganei		
		vino 1	vino 2	vino 3	vino 4	vino 5	vino 6	vino 7	vino 8	vino 9
terpeni	7-idrossigeraniolo *	42	66	71	100	211	63	76	49	68
	8-idrossilinalolo cis *	62	59	77	109	110	26	58	40	43
	8-idrossilinalolo trans *	182	209	205	316	420	44	144	197	112
	alfa-terpineolo	99	58	67	133	131	27	59	92	44
	beta-citronello	10	5	2	12	5	4	5	2	4
	endiolo *	20	15	20	36	33	8	25	22	14
	acido geranico	985	1560	1860	2751	4108	474	935	2214	898
	geraniolo	586	658	758	1435	899	182	676	504	406
	Ho diendiolo I *	41	31	26	39	26	9	23	39	21
	Ho diendiolo II *	43	35	34	51	83	10	31	53	25
	Ho trienolo *	6	3	5	2	3	1	6	9	5
	idrossi citronello *	81	124	112	174	216	82	70	88	82
	ossido di linalolo furanico trans	558	396	426	531	740	222	411	687	283
	ossido di linalolo furanico cis	277	143	165	186	411	107	152	174	130
	ossido di linalolo piranico trans	754	507	645	1060	1484	352	538	1926	507
	ossido di linalolo piranico cis	67	60	71	122	207	61	82	169	59
	linalolo	229	146	175	304	16	<DL	181	14	54
nerolo	326	306	329	652	518	86	483	257	297	
norisoprenoidi	3-idrossi-beta-damascone *	66	60	109	35	126	22	84	71	158
	3-cheto-alfa-ionolo *	326	1029	742	713	922	2039	412	251	550
	actinidolo I *	58	89	75	116	317	185	35	237	54
	actinidolo II *	20	23	25	27	98	59	20	54	16
alcoli	1-esanolo 45	57	92	170	180	72		80	157	49
	cis-3-esen-1-olo	13	17	24	29	33	24	13	16	16
	trans-3-esen-1-olo	2	<DL	2	<DL	<DL	3	2	2	2
	1-octanolo	2	<DL	3	11	7	<DL	<DL	<DL	2
	2-feniletanolo	181	213	255	530	452	301	164	401	361
	alcol benzilico	232	428	533	784	581	769	211	451	276
	6-metil-5-epten-2-olo	19	9	12	31	23	3	9	28	7
esteri	etil decanoato	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	etil pentanoato	4	3	<DL	4	4	5	<DL	4	4
	etil octadecenoato	4	5	4	<DL	5	5	<DL	<DL	<DL
	metil salicilato	2	6	5	2	8	9	6	1	7
	etil salicilato	2	2	2	2	2	2	2	4	2
	monoetil succinato	148	235	95	210	246	151	114	170	99
acidi	acido isobutirrico	2	3	6	14	11	7	3	7	7
	acido esanoico	10	83	33	28	105	87	12	42	36
	acido ottanoico	53	147	123	101	202	181	82	69	111
	acido dodecanoico	33	101	47	39	163	199	60	27	61
aldeidi	5-metil-furfurale	<DL	<DL	1	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL
	5-idrossimetil-2-furaldeide	3	3	3	3	3	4	2	3	3
	benzaldeide	5	7	8	14	13	15	4	9	5
altro	6-metil-5-epten-2-one	2	2	2	2	2	<DL	2	2	2
	acetovanillone	6	12	14	18	24	18	6	9	6
	tirosolo	26	25	25	30	39	36	24	12	75
	gamma-decalattone	6	3	11	12	18	9	12	13	5
	4-metil-5-tiazoletanolo	6	4	6	8	8	8	16	7	7

* come n-eptanolo

no in altre piante (ad esempio pomodoro), crescente con la maturazione del frutto [Gao et al. 2008];

- la presenza, in concentrazioni decisamente maggiori che in vini australiani di di-

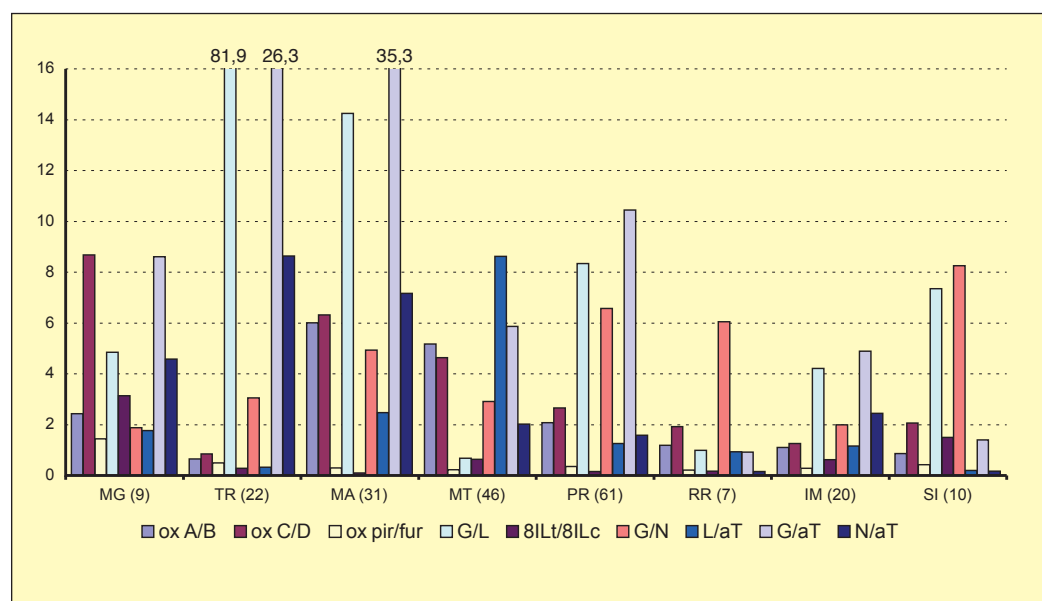
versa tipologia [Cooke et al. 2009a] e a livelli di contributo olfattivo, del gamma-decalattone, la cui soglia in vino è attorno ai 40 $\mu\text{g/L}$ con sentori da cocco, caramello, banana e reminiscenze "da grasso"

[Mosandl e Guenther 1989; Cooke et al. 2009b];

- la presenza del 3-metil-1-propanolo (*alias* metionolo; note da patata-cavolo) a livelli di possibile limitata interferenza aromatica in

senso negativo nel vino n. 4; - la presenza, già trovata in cognac e whiskey finlandesi, del 4-metil-5-tiazoletanolo (*alias* sulfurolo). Tale composto di degradazione della tiamina [Güntert et al. 1993]

Fig. 1 - Profilo medio dei rapporti tra composti terpenici in forma glicosilata nei vini. Tra parentesi la numerosità campionaria



ox A, B, C, D = ossidi di linalolo furanico *trans*, furanico *cis*, piranico *trans*, piranico *cis*; pir, fur = somma ossidi linalolo piranici e furanici, rispettivamente; L = linalolo; G = geraniolo; N = nerolo; aT = alfa-terpineolo; 8ILt, 8ILc = 8-idrossi linalolo *trans* e *cis*, rispettivamente; MG = Moscato giallo; TR = Traminer aromatico; MA = Malvasia aromatica di Candia; MT = Mueller-Thurgau; PR = Prosecco; RR = Riesling renano; IM = Incrocio Manzoni 6.0.13; SI = Silvaner

è utilizzato - in concentrazioni però dell'ordine di varie ppm, ossia ben maggiori di quelle qui osservate - come aromatizzante e insaporente (note da carne arrostita e frutta secca) in vari prodotti alimentari e bevande non alcoliche [AAVV 2002; Burdock 2005].

Il profilo degli aromi glicosilati

La quantità e il tipo di terpeni sono giustamente ritenuti, non solo nelle uve ma anche nei vini, un fattore marcatamente varietale. Nel vino ciò è probabilmente più vero quando si faccia riferimento alle forme legate a glicosidi. Queste ultime, infatti, sono generalmente meno interferite dai processi di fermentazione e vinificazione, e quindi più stabili nel tempo rispetto alle forme libere. Inoltre, più della quantificazione delle forme glicosilate in sé - che può essere condizionata dai diversi approcci di quantificazione analitica - sono i rapporti tra le molecole ad essere ritenuti marcatamente varietali [Versini et al. 1997, 2000; Di Stefano 2013].

Il profilo dei terpeni legati di vini varietali. I profili medi dei terpeni legati dei vini da Moscato giallo del presente lavoro sono stati messi in confronto con quelli di altri vini monovarietali fra i quali erano presenti vini sperimentali e/o commerciali di diversa origine geografica norditaliana, annata ed età, comunque inferiore ai 6 anni di conservazione in corrette condizioni di temperatura e assenza di luce.

A titolo esemplificativo si può osservare (Fig. 1) come Traminer e Malvasia abbiano valori del rapporto medio geraniolo/alfa-terpineolo (G/aT) simili, ma diversi quelli di geraniolo/linalolo (G/L) e, particolarmente, degli ossidi di linalolo furanici *trans/cis* (oxA/B) e di quelli piranici *trans/cis* (oxC/D). Tra Mueller-Thurgau e vini fermi base Prosecco sono i rapporti G/L e L/aT ad essere piuttosto differenti. Il Moscato giallo mostra i valori più alti del rapporto oxC/D rispetto a tutte le altre varietà e, rispetto a Traminer e Malvasia, valori più bassi dei rapporti che coinvolgono il geraniolo al numeratore. I profili qui riportati integrano

e confermano quanto da noi già pubblicato; nel caso del Moscato giallo, peraltro, qualche leggera discrepanza rispetto a dati precedenti [Versini et al. 1999] si è osservata nella variazione del rapporto tra la somma degli ossidi di linalolo furanici rispetto a quella dei piranici, mentre si mantengono i rapporti tra *trans* e *cis* sia per gli ossidi furanici che per i piranici e per l'8-idrossi-linalolo, rapporti sulla base anche dei quali si era sostanzialmente la corrispondenza con il Moscatel miel uruguayano.

Oltre ai rapporti in Fig. 1, di utilità discriminatoria potrebbe essere anche il rapporto delle forme legate Ho-diolo I/Ho-diolo II. Tale rapporto, non disponibile per tutte le varietà riportate nella figura, è risultato essere mediamente molto basso per Moscato giallo (0.7) e Malvasia di Candia aromatica (1.2), intermedio per Silvaner (7.5), Riesling renano (8.5) e Traminer aromatico (10.4), e particolarmente elevato per Mueller-Thurgau (22.4).

Conclusioni

Se, come hanno riassunto recentemente Costacurta [2013] e Di Stefano [2013] e testimonia la ricca letteratura da loro riportata, le indagini sulla caratterizzazione a vari livelli delle uve Moscato giallo sono state numerose e molto approfondite, pur non arrivando a fare piena luce sulle origini e le differenziazioni compositive all'interno della nutrita e articolata famiglia dei "Moscati", le indagini che invece hanno avuto come oggetto i vini sono state sicuramente molte meno. Lo studio sui vini del Trentino e del Veneto qui presentato ha quindi contribuito a definire maggiormente il quadro aromatico del Moscato giallo, quadro che, se rimane ancora non del tutto compiuto a fini di discriminazione dell'origine varietale, ha comunque messo in luce anche la correttezza dei processi di vinificazione applicati dagli enologi.

Bibliografia

- AAVV (2002). Compendium of food additive specifications: addendum 10. FAO Food and Nutrition Paper Edizione 52. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JEFCA), 59th session, Geneva, Switzerland, p. 60.
- Burdock G.A. (Ed.) (2005). Fenaroli's Handbook of flavour ingredients, 5th edition. CRC Press, p. 1299.
- Cooke R.C., Capone D.L., van Leeuwen K.A., Elsey G.M., Sefton M.A. (2009a). Quantification of several 4-alkyl substituted γ -lactones in Australian wines. *J. Agric. Food Chem.* 57, 348-352.
- Cooke R.C., van Leeuwen K.A., Capone D.L., Gawel R., Elsey G.M., Sefton M.A. (2009b). Odor detection thresholds and enantiomeric distributions of several 4-alkyl substituted γ -lactones in Australian red wine. *J. Agric. Food Chem.* 57, 2462-2467.
- Costacurta A. (2013). Il Moscato giallo nella grande famiglia dei Moscati. *Atti Accademia Italiana della Vite e del Vino* (http://www.aivv.it/Archivio/Atti/P053_1309_1055_Costacurta.pdf).
- Di Stefano R. (2013). Gli aromi dei Moscati con particolare riferimento a quelli del Moscato Giallo. *Atti Accademia Italiana della Vite e del Vino* (http://www.aivv.it/Archivio/Atti/R053_1309_1055_DiStefano.pdf).
- Gabri G., Salvagiotto R. (1980). Dosamento gas-cromatografico simultaneo della acetaldeide, del metanolo, dell'acetato e del lattato di etile, e degli alcoli superiori nei distillati alcolici. *Vini d'Italia* 22(124), 37-43.
- Gao H., Zhu H., Shao Y., Chen A., Lu C., Zhu B., Luo Y. (2008). Lycopene accumulation affects the biosynthesis of some carotenoid-related volatiles independent of ethylene in tomato. *J. Integr. Plant Biol.* 50(8), 991-996.
- Güntert M., Bertram H.-J., Hopp R., Silberzahn W., Sommer H., Werkhoff P. (1993). In: Recent developments in flavor and fragrance chemistry. *Proc. 3rd Int. Haarmann & Reimer Symposium*, Hopp R. & Mori K. (Eds.), VCH Publishers, pp. 215-240.
- Kotseridis Y., Baumes R.L., Bertrand A., Skouroumounis G.K. (1999). Quantitative determination of beta-ionone in red wines and grapes of Bordeaux using a stable isotope dilution assay. *J. Chromatogr. A.* 848(1-2), 317-325.
- Micha S. G., Stammel J., Höller C. (1993). 6-methyl-5-hepten-2-one, a putative sex and spacing pheromone of the aphid hyperparasitoid, *Alloxysta victrix* (Hymenoptera: Alloxystidae). *Eur. J. Entomol.* 90, 439-442.
- Mosandl A., Guenther C. (1989). Stereoisomeric flavor compounds. 20. Structure and properties of gamma-lactone enantiomers. *J. Agric. Food Chem.* 37(2), 413-418.
- Nicolini G., Versini G., Dalla Serra A., Barchetti P., Menini G. (1994). Esperienze di vinificazione per macerazione a freddo nella produzione del vino Prosecco. *L'Eno-tecnico* 30(7-8), 75-84.
- Nicolini G., Versini G., Amadei E., Marchio M. (1996). 3-hexen-1-ol isomers in Müller-Thurgau wines: A "varietal" characteristic affected by must sulfiting time. *Vitis* 35(3), 147-148.
- Nicolini G., Moser S., Larcher R., Innocenti M., Zanon N., Barchetti P. (2009). Variabilità indotta da lieviti commerciali nella composizione di vini bianchi sperimentali. *L'Enologo* 45(9), 89-96.
- Ribèreau-Gayon P., Glories Y., Maujean A., Dubourdieu D. (2006). *Handbook of Enology. Volume 2. The Chemistry of Wine: Stabilization and Treatments*, pp. 420-421.
- Rowe D. (2011). Ch. 1. Overview of flavour and fragrance materials. In: *Practical analysis of flavour and fragrance materials*. Goodner K. & Rouseff R. (Eds.), Blackwell Publ. Ltd.
- Swift K.A.D., Lawrence B.M. (2002). Commercial essential oils: truths and consequences. In: *Advances in flavours and fragrances: From the sensation to the synthesis*. Swift K.A.D. (Ed.), RSC, Cambridge, UK, pp. 57-83.
- Tat L., Comuzzo P., Battistutta F., Zironi R. (2007). Sweet-like off-flavor in Aglianico del Vulture wine: ethyl phenylacetate as the mainly involved compound. *J. Agric. Food Chem.* 55, 5205-5212.
- Usseglio-Tomasset L., Matta M. (1983). Valutazione dei risultati di un'analisi gascromatografica collaborativa degli alcoli superiori nelle grappe. *Boll. Chim. Lab. Prov.* 34, 185-207.
- Versini G., Dalla Serra A., Scienza A., Barchetti P. (1990). Particolarità compositive dell'uva e del vino Traminer Aromatico: confronto fra cultivar e variazioni a livello terpenico in fermentazione e nell'invecchiamento. In: *Atti Simposio sul Traminer Aromatico*, Bolzano, 18-19 maggio 1990. *Assess. Agric. Prov. Aut. & C.C.I.A.A. di Bolzano* (Eds.), pp. 59-71.
- Versini G., Dalla Serra A., Monetti A., De Micheli L., Mattivi F. (1993). Free and bound grape aroma profiles variability within the family of Muscat-called varieties. *Symposium International "Connaissance aromatique des cépages et qualité des vins"*, 9-10 Février 1993, Le Corum, Montpellier, *Rev. Franc. Oenol. Edit., Lattes*, pp. 12-21.
- Versini G., Rapp A., Dalla Serra A., Nicolini G. (1997). Use of the bound forms profile to improve the variety discrimination capability of monoterpenes in wines from some floral and non-floral groups of cultivars: the case of Rhine Riesling crosses. In: *Flavour perception, aroma evaluation. Proc. 5th Wartburg Aroma Symposium*, Eisenach, Germany, March 17-20, 1997, Kruse H.P. & Rothe M. (Eds.), pp. 269-281.
- Versini G., Grando M.S., Stefanini M., Dallacassa E., Carrau F. (1999). Metodi chimici, ampelometrici e molecolari per l'identificazione del "Moscato miel" dell'Uruguay come "Moscato giallo" italiano. *Quad. Vitic. Enol. Univ. Torino* 23, 19-29.
- Versini G., Nicolini G., Rapp A., Dalla Serra A. (2000). Composizione aromatica di vini Silvaner e di incroci a base Riesling. *Riv. Vitic. Enol.* 53(2-3), 45-60.