



SOCIETÀ CHIMICA ITALIANA GRUPPO DI CHIMICA DEGLI ALIMENTI

PARAMETRI CHIMICO-FISICI CARATTERIZZANTI GLI ACETI DI VINO E LORO
RELAZIONE CON IL GIUDIZIO ORGANOLETTICO.

A. Carnacini *, V. Gerbi **, G. Zeppa **, A. Antonelli ***

(*) - Istituto Microbiologia e Tecnologia agraria e forestale - Università di Reggio Calabria, P.zza S. Francesco Gallina 4, 89100 REGGIO CALABRIA

(**) - Dipartimento Valorizzazione e Protezione Risorse Agroforestali - Settore Microbiologia e Industrie agrarie, Università di Torino, Via P. Giuria 15, 10126 TORINO

(***) - Istituto di Industrie agrarie, Università di Bologna, Via S. Giacomo 7, 40126 BOLOGNA

Estratto da:

ATTI DEL 2° CONGRESSO NAZIONALE DI CHIMICA DEGLI ALIMENTI

GIARDINI NAXOS - 24-27 MAGGIO 1995



LA GRAFICA EDITORIALE - MESSINA

PARAMETRI CHIMICO-FISICI CARATTERIZZANTI GLI ACETI DI VINO E LORO RELAZIONE CON IL GIUDIZIO ORGANOLETTICO.

A. Carnacini *, V. Gerbi **, G. Zeppa **, A. Antonelli ***

(*) - Istituto Microbiologia e Tecnologia agraria e forestale - Università di Reggio Calabria, P.zza S. Francesco Gallina 4, 89100 REGGIO CALABRIA

(**) - Dipartimento Valorizzazione e Protezione Risorse Agroforestali - Settore Microbiologia e Industrie agrarie, Università di Torino, Via P. Giuria 15, 10126 TORINO

(***) - Istituto di Industrie agrarie, Università di Bologna, Via S. Giacomo 7, 40126 BOLOGNA

ANALYTICAL PARAMETERS CHARACTERIZING WINE VINEGARS AND THEIR RELATIONSHIP WITH SENSORY EVALUATION

SUMMARY

Natural vinegars as those of wine or apples give rise to an increasing interest of consumers with a consequent increase of the offer. Therefore a valorization of quality products by means of individualization of characterizing parameters is necessary. For this purpose 82 vinegars found on foreign and Italian market have been analyzed and the analytical results have been elaborated by multivariate statistical analysis. The testing of a so high number of vinegars has allowed to find out some analytical parameters which consent to discriminate the products of different acidity and origin. By comparison between the organoleptic evaluations and the analytical results has been possible also to individualize a linear model in which the organoleptic quality of a vinegar is function of his chemical composition. In particular resulted that the panel has preferred the products with the same acidity in which was greater the wine flavour and the extract.

Key words: wine vinegar, sensory analysis, multivariate statistical analysis, principal components analysis, multiple linear regression

Parole chiave: aceto di vino, analisi sensoriale, analisi statistica multivariata, analisi componenti principali, analisi regressione multivariata

INTRODUZIONE

In Italia, sino al 1986, con il termine "aceto" veniva indicato esclusivamente il prodotto derivante dalla bioossidazione acetica del vino mentre attualmente il termine aceto non indica più un solo prodotto, ma diversi prodotti, molti dei quali estranei alla tradizione ed alla cultura italiane, purchè ottenuti mediante la bioossidazione acetica di un fermentato alcolico. Così accanto al classico aceto di vino, possiamo trovare l'aceto di mele, l'aceto di alcol, l'aceto di malto o l'aceto di miele.

Di fatto, il divieto tutt'ora vigente, introdotto dalla legge 527/82, di detenere aceti prodotti da materie prime diverse dal vino negli stabilimenti di produzione e di confezionamento degli aceti di vino, ha consentito agli acetieri italiani di produrre aceto solo dal vino.

Tale atteggiamento è giustificato per l'Italia, come per altri Paesi mediterranei come la Spagna, da motivazioni di carattere economico, ma anche culturali e di difesa del consumatore.

Consegue a tutto questo che proprio in questi Paesi di antica tradizione acetiera si siano avviate ricerche destinate ad una precisa caratterizzazione dei prodotti di qualità.

Ricerche non destinate quindi a fornire dei criteri di genuinità, peraltro già disponibili (1, 2, 3), ma dei parametri in grado di definire la qualità, la tipicità e la pregevolezza degli aceti sulla base di rilievi di carattere chimico-fisico ed organolettico.

In particolare questo lavoro vuole fornire un contributo all'individuazione di questi parametri prendendo in considerazione i componenti fissi ed alcuni componenti della frazione volatile determinati su campioni di aceto del commercio ed i loro rapporti con la valutazione organolettica della qualità.

MATERIALI E METODI

Sono stati analizzati 82 campioni di aceto reperiti in parte sul mercato italiano ed in parte su quello estero. I campioni sono stati suddivisi in 9 categorie in funzione del colore, dell'acidità totale dichiarata e della nazione di produzione (Tab. 1).

Categoria aceto	Codice categoria	Numero campioni
Italiani di vino bianchi con acidità 6%	IVB6	23
Italiani di vino bianchi con acidità 7%	IVB7	13
Italiani di vino rossi con acidità 6%	IVR6	12
Italiani di vino rossi con acidità 7%	IVR7	13
Francesi di vino rossi	FVR	6
Francesi di vino bianchi	FVB	5
Spagnoli di vino bianchi	EVB	6
Svizzeri di vino rossi	CHVR	2
Svizzeri di vino bianchi	CHVB	2

Tab. 1 - Categorie di aceto analizzate e relativo codice di identificazione.

I principali parametri analitici (densità, acidità totale, acidità volatile, acidità fissa, estratto secco, ceneri e loro alcalinità, pH) sono stati determinati secondo i metodi ufficiali italiani (1). Il titolo alcolometrico è stato determinato per via gascromatografica con colonna impaccata dopo neutralizzazione del campione con Na_2CO_3 (4). Il quadro acido e la glicerina sono stati determinati per cromatografia liquida ad alte prestazioni (H.P.L.C.) (5).

I polifenoli totali sono stati determinati spettrofotometricamente (6), mentre il frazionamento dei fenoli tannici e non tannici è stato eseguito secondo Peri e Pompei (7). Leucoantociani e catechine sono stati determinati secondo Margheri e Falcieri (8); i metalli principali sono stati determinati mediante spettrofotometria di assorbimento atomico.

La prolina è stata determinata, previa purificazione (9), secondo Pirini (10), mentre i polialcoli sono stati determinati per via gascromatografica previa derivatizzazione (11). Gli alcoli superiori, il metanolo, l'acetato di etile, l'aldeide acetica, il diacetile e l'acetoino sono stati determinati per gascromatografia mediante iniezione diretta in colonna impaccata dell'aceto neutralizzato (12).

L'elaborazione statistica dei risultati è stata effettuata con il pacchetto statistico SPSS/PC.

RISULTATI

In tabella 2 sono riportati, per ogni parametro analitico considerato, i valori medi calcolati per ognuna delle categorie di aceto individuate in tabella 1.

È evidente una relativa omogeneità dei valori, fatte salve le differenze ascrivibili al diverso colore dei prodotti.

Per i prodotti italiani si rileva una maggior ricchezza compositiva negli aceti al 7% di acidità rispetto agli omologhi al 6% di acidità totale, di entità superiore a quella giustificabile con la sola

		IVB6		IVB7		IVR6	
		X	s	X	s	X	s
Densità		1.0128	0.0014	1.0146	0.0021	1.0131	0.0017
Alcol	% vol.	0.11	0.08	0.61	0.44	0.12	0.14
Acidità totale	g/100 mL	6.19	0.18	7.44	0.22	6.28	0.19
Acidità volatile	g/100 mL	6.09	0.35	7.12	0.45	6.07	0.36
Acidità fissa	g/100 mL	0.19	0.09	0.35	0.32	0.26	0.16
Estratto	g/L	12.32	2.28	15.10	2.27	12.31	2.82
Ceneri	g/L	2.00	0.52	1.98	0.38	1.78	0.26
Alcalinità delle ceneri	meq/L	17.37	4.93	16.69	3.84	15.96	3.74
Glicerina	g/L	3.07	1.26	4.34	0.58	3.06	0.47
Prolina	mg/L	266	121	349	189	307	128
pH		2.81	0.17	2.68	0.14	2.73	0.17
Acido tartarico	g/L	1.28	0.55	1.86	0.26	1.34	0.53
Acido malico	g/L	0.26	0.14	0.49	0.32	0.17	0.10
Acido lattico	g/L	0.48	0.34	0.55	0.44	0.48	0.33
Acido citrico	g/L	0.21	0.18	0.24	0.08	0.08	0.05
Acido succinico	g/L	0.58	0.18	0.61	0.18	0.55	0.15
Polifenoli totali	mg/L	154	52	208	70	548	190
Polifenoli tannici	mg/L	73	50	96	50	283	149
Polifenoli non tannici	mg/L	84	60	118	71	280	122
Antociani	mg/L	###	###	###	###	10	8
Catechine	mg/L	9	5	14	19	50	28
Proantocianidine	mg/L	46	32	67	40	452	172
D.O. 420 nm		0.10	0.07	0.32	0.35	0.82	0.26
D.O. 520 nm		###	###	###	###	0.81	0.22
Intensità		###	###	###	###	1.62	0.47
Tonalità		###	###	###	###	1.01	0.15
Luminosità	%	0.87	0.05	0.81	0.11	0.34	0.10
Saturazione	%	6.85	2.46	16.58	13.23	45.93	11.71
Dominanza	nm	580	12	577	1	598	4
Ferro	mg/L	4	4	4	4	4	3
Rame	mg/L	0	0	0	0	0	0
Zinco	mg/L	0	0	0	0	0	0
Manganese	mg/L	0	0	0	0	1	1
Piombo	mg/L	0	0	0	0	0	0
Sodio	mg/L	76	41	81	50	52	45
Calcio	mg/L	99	69	88	39	96	57
Potassio	mg/L	641	198	688	144	619	166
Magnesio	mg/L	63	21	56	18	55	19
Eritritolo	mg/L	55	27	63	25	39	11
Xilitolo	mg/L	5	7	4	4	2	1
Arabitolo	mg/L	138	147	134	123	94	93
Mannitolo	mg/L	124	93	114	41	128	138
Sorbitolo	mg/L	44	33	49	37	30	16
scillo-Inositol	mg/L	25	16	27	7	22	5
Inositol	mg/L	117	55	168	46	106	35
Acetato etile	mg/L	42	53	274	310	22	18
Aldeide acetica	mg/L	23	22	31	28	16	16
2,3-Butandione	mg/L	15	13	37	41	12	7
3-Ildrossi-2-butanone	mg/L	685	472	845	532	795	494
Metanolo	mg/L	43	23	47	25	68	21
1-Propanolo	mg/L	3	5	3	4	1	1
2-Butanolo	mg/L	2	5	1	2	2	3
2-Metil-1-propanolo	mg/L	12	6	21	9	16	7
2-Metil-1-butanolo	mg/L	17	9	26	13	20	11
3-Metil-1-butanolo	mg/L	38	34	65	52	36	28

Tab. 2 - Valori medi e deviazioni standard dei parametri analitici determinati per le diverse categorie di aceto (Per interpretazione delle sigle delle categorie vedasi tabella 1) (X: valore medio - s: deviazione standard - nd: non determinato)

		IVR7		FVR		FVB	
		X	s	X	s	X	s
Densità		1.0144	0.0026	1.0153	0.0024	1.0152	0.0026
Alcol	% vol.	0.54	0.52	0.15	0.11	0.58	0.81
Acidità totale	g/100 mL	7.27	0.79	6.74	0.49	6.54	0.63
Acidità volatile	g/100 mL	6.98	0.95	5.77	0.45	5.15	0.55
Acidità fissa	g/100 mL	0.36	0.33	1.21	0.68	1.39	0.58
Estratto	g/L	16.05	3.51	15.12	5.65	15.98	6.77
Ceneri	g/L	2.30	0.37	2.32	0.75	2.44	1.22
Alcalinità delle ceneri	meq/L	19.49	5.58	18.40	5.55	20.80	12.07
Glicerina	g/L	3.75	0.84	2.45	0.58	1.83	0.19
Prolina	mg/L	368	163	335	94	245	126
pH		2.73	0.16	2.85	0.09	2.91	0.22
Acido tartarico	g/L	1.81	0.28	0.98	0.17	1.22	0.15
Acido malico	g/L	0.27	0.16	0.16	0.13	0.51	0.31
Acido lattico	g/L	0.57	0.49	0.51	0.29	0.56	0.27
Acido citrico	g/L	0.18	0.11	0.09	0.09	0.16	0.06
Acido succinico	g/L	0.63	0.20	0.62	0.06	0.33	0.07
Polifenoli totali	mg/L	794	240	601	211	289	201
Polifenoli tannici	mg/L	493	235	204	82	159	246
Polifenoli non tannici	mg/L	321	150	386	188	163	72
Antociani	mg/L	9	5	13	12	###	###
Catechine	mg/L	53	32	95	127	11	4
Proantocianidine	mg/L	689	295	499	497	51	46
D.O. 420 nm		1.19	0.49	1.56	0.84	1.28	1.46
D.O. 520 nm		1.21	0.51	1.05	0.56	###	###
Intensità		2.41	0.98	2.61	1.00	###	###
Tonalità		1.07	0.44	1.76	1.13	###	###
Luminosità	%	0.25	0.11	0.25	0.11	0.79	0.04
Saturazione	%	65.52	12.33	62.06	15.30	15.48	3.07
Dominanza	nm	598	7	600	9	576	1
Ferro	mg/L	8	6	8	5	7	1
Rame	mg/L	1	4	0	0	0	0
Zinco	mg/L	1	2	1	0	1	1
Manganese	mg/L	1	0	1	0	1	0
Piombo	mg/L	0	0	0	0	0	0
Sodio	mg/L	78	61	28	17	39	12
Calcio	mg/L	100	48	175	79	238	59
Potassio	mg/L	761	160	770	344	757	481
Magnesio	mg/L	57	22	55	13	45	18
Eritritolo	mg/L	50	7	28	16	24	7
Xilitolo	mg/L	4	3	4	2	3	1
Arabitolo	mg/L	109	92	233	182	196	129
Mannitolo	mg/L	110	35	113	128	62	28
Sorbitolo	mg/L	42	12	21	9	14	7
scillo-Inositol	mg/L	32	10	22	6	16	4
Inositol	mg/L	182	49	134	40	119	42
Acetato etile	mg/L	125	236	59	59	44	39
Aldeide acetica	mg/L	14	10	50	93	17	7
2,3-Butandione	mg/L	27	22	41	47	122	157
3-Ildrossi-2-butanone	mg/L	1362	714	714	685	1319	218
Metanolo	mg/L	94	30	65	30	31	21
1-Propanolo	mg/L	3	4	2	2	4	5
2-Butanolo	mg/L	1	1	2	3	3	3
2-Metil-1-propanolo	mg/L	19	10	12	6	11	9
2-Metil-1-butanolo	mg/L	31	36	31	29	68	125
3-Metil-1-butanolo	mg/L	69	108	20	20	17	14

Tab. 2 - (segue)

		EVB		CHVR		CHVB	
		X	s	X	s	X	s
Densità		1.0157	0.003	1.0103	0.0004	1.0103	0.0011
Alcol	% vol.	0.42	0.32	0.27	0.29	0.30	0.04
Acidità totale	g/100 mL	7.01	0.62	4.59	0.04	4.98	0.59
Acidità volatile	g/100 mL	6.01	0.91	3.63	0.13	4.14	0.42
Acidità fissa	g/100 mL	0.99	0.72	0.96	0.17	0.84	0.17
Estratto	g/L	15.73	6.10	10.60	0.01	9.00	0.78
Ceneri	g/L	2.97	1.52	1.62	0.14	2.00	0.15
Alcalinità delle ceneri	meq/L	20.67	13.31	12.00	1.41	12.50	0.71
Glicerina	g/L	2.56	1.30	1.92	0.20	2.00	0.02
Prolina	mg/L	297	108	243	59	171	10
pH		2.86	0.17	2.81	0.07	2.79	0.04
Acido tartarico	g/L	1.38	0.45	0.68	nd	0.56	0.04
Acido malico	g/L	0.47	0.16	0.12	nd	0.10	0.04
Acido lattico	g/L	0.11	0.03	0.20	nd	0.28	0.11
Acido citrico	g/L	0.23	0.06	0.05	nd	0.10	0.03
Acido succinico	g/L	0.40	0.11	0.41	nd	0.36	0.01
Polifenoli totali	mg/L	376	231	828	30	128	44
Polifenoli tannici	mg/L	163	162	428	48	28	23
Polifenoli non tannici	mg/L	213	104	400	18	100	21
Antociani	mg/L	###	###	4	3	###	###
Catechine	mg/L	13	6	35	37	18	6
Proantocianidine	mg/L	71	97	598	88	59	57
D.O. 420 nm		1.28	1.01	1.13	0.07	0.09	0.06
D.O. 520 nm		###	###	0.79	0.01	###	###
Intensità		###	###	1.92	0.05	###	###
Tonalità		###	###	1.44	0.11	###	###
Luminosità	%	0.35	0.06	0.33	0.01	0.86	0.02
Saturazione	%	80.14	4.33	69.60	1.91	7.16	4.01
Dominanza	nm	583	2	591	1	576	0
Ferro	mg/L	31	44	2	1	2	0
Rame	mg/L	0	0	0	0	0	0
Zinco	mg/L	2	2	0	0	0	0
Manganese	mg/L	1	0	0	0	0	0
Piombo	mg/L	0	0	0	0	0	0
Sodio	mg/L	71	55	33	19	25	18
Calcio	mg/L	314	135	137	30	174	25
Potassio	mg/L	819	539	524	1	552	121
Magnesio	mg/L	45	14	25	3	28	7
Eritritolo	mg/L	84	12	44	nd	39	19
Xilitolo	mg/L	9	5	2	nd	1	0
Arabitolo	mg/L	244	85	95	nd	114	62
Mannitolo	mg/L	398	217	38	nd	36	10
Sorbitolo	mg/L	45	10	21	nd	12	8
scillo-Inositol	mg/L	41	2	25	nd	15	4
Inositol	mg/L	228	62	212	nd	121	32
Acetato etile	mg/L	211	388	3	1	37	47
Aldeide acetica	mg/L	25	17	14	9	15	1
2,3-Butandione	mg/L	54	9	14	2	10	3
3-Ildrossi-2-butanone	mg/L	1142	441	589	17	486	8
Metanolo	mg/L	47	20	10	6	28	25
1 Propanolo	mg/L	3	3	1	1	1	0
2-Butanolo	mg/L	1	1	2	2	0	0
2-Metil-1-propanolo	mg/L	15	6	5	2	9	1
2-Metil-1-butanolo	mg/L	9	2	17	11	20	4
3-Metil-1-butanolo	mg/L	13	6	25	13	17	9

Tab. 2 - (segue)

eventuale differente diluizione dei prodotti. Lo stesso confronto non può essere confermato per gli aceti di altre nazionalità in quanto solo la legislazione italiana prevede una distinzione basata sull'acidità del prodotto.

Lievi differenze nella frazione polifenolica e nella componente cromatica si rilevano per gli aceti spagnoli esaminati, in quanto prodotti con vini di Jerez mediante una tecnologia che prevede un lungo periodo di maturazione in botti scolme.

Anche gli aceti svizzeri, peraltro di bassa acidità, presentano lievi differenze compositive rispetto ai prodotti italiani e francesi.

Comune a tutte le categorie di prodotto è l'elevata variabilità dei valori per la maggior parte dei parametri analitici esaminati. Ciò indica una diretta influenza da parte della materia prima, degli agenti della bioossidazione acetica e delle tecniche di produzione sulla composizione finale dell'aceto.

L'elaborazione statistica mediante procedure univariate dei risultati analitici è già stata ampiamente utilizzata in un precedente lavoro (13) ed ha fornito numerose informazioni preliminari sulle caratteristiche compositive delle diverse categorie di prodotti.

Disponendo però di un consistente numero di parametri analitici le procedure statistiche multivariate sono quelle che meglio consentono di caratterizzare, in modo oggettivo, le diverse categorie di aceti.

Il *data-set* utilizzato per questo tipo di elaborazione ha compreso, oltre ai valori dei parametri analitici, quelli della valutazione qualitativa dei campioni espressa attraverso i punteggi dell'esame organolettico.

La valutazione organolettica è stata fornita da una commissione di assaggiatori scelti nel corso di alcune sedute di analisi sensoriale dei cui risultati si è già riferito in parte in un precedente lavoro (14).

L'esame dei coefficienti di correlazione lineare tra i diversi parametri analitici e la valutazione complessiva non fornisce, in genere, interessanti indicazioni.

Nessuna correlazione esiste inoltre né per gli aceti bianchi né per quelli rossi fra i valori dei polialcoli o delle sostanze volatili principali, mentre numerose risultano le correlazioni fra i restanti parametri chimico-fisici.

Si è pertanto proceduto, per i polialcoli e le sostanze volatili principali, ad una analisi della regressione lineare per evidenziare una loro influenza sulla **Valutazione complessiva** fornita dal *panel* di degustatori.

I composti volatili esaminati non evidenziano alcuna influenza sul giudizio di preferenza espresso dai degustatori poichè la retta di regressione individuata per gli aceti bianchi presenta un R^2 di 0.14 ($F=0.54$ ns) e quella per gli aceti rossi un R^2 di 0.40 ($F=1.70$ ns).

Diversa la situazione per i polialcoli dove si ha un R^2 di 0.33 ($F=1.99$ ns) nel caso degli aceti bianchi ed un R^2 di 0.78 ($F=6.29$ $p<0.01$) nel caso degli aceti rossi.

Dall'esame dei coefficienti per i diversi polialcoli nella retta di regressione risulta una influenza positiva dello *scillo*-inositolo e negativa dello xilitolo sulla **Valutazione complessiva** (Fig. 1).

Se tale indicazione venisse confermata da ulteriori indagini si disporrebbe di elementi oggettivi in grado di fornire una indicazione predittiva della qualità organolettica degli aceti rossi.

Poichè i restanti parametri chimico-fisici risultano correlati fra di loro è stato effettuato preliminarmente il calcolo delle componenti principali e, sfruttando l'assenza di correlazione esistente fra le componenti principali, queste ultime sono state utilizzate nel calcolo della regressione lineare multivariata nei confronti della valutazione organolettica.

Nel caso degli aceti bianchi sono stati individuati otto fattori aventi un *eigenvalue* superiore ad 1 ed in grado d'interpretare il 91% della varianza totale (Tab. 3).

Nel caso degli aceti rossi sono stati invece individuati sette fattori aventi un *eigenvalue* superiore ad 1, ma in grado d'interpretare l'88% della varianza totale (Tab. 4).

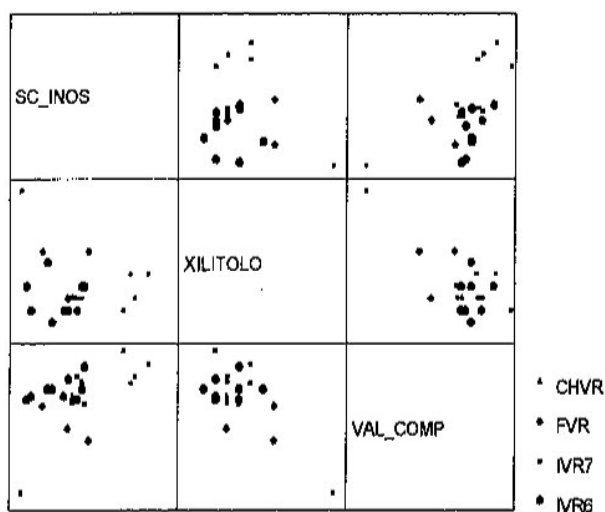


Fig. 1 - Correlogramma relativo allo scillo-inositolo, allo xilitolo ed alla valutazione complessiva.

	Fattore 1	Fattore 2	Fattore 3	Fattore 4	Fattore 5	Fattore 6	Fattore 7	Fattore 8
Potassio	0.936							
Polifenoli totali	0.921							
Alcalinità ceneri	0.917							
Ceneri	0.911							
Polif. non tannici	0.902							
Estratto	0.836							
DO 420	0.806							
Densità	0.746							
pH	0.634							
Leucoantociani	0.631							
Acido tartarico		0.956						
Glicerina		0.864						
Acido citrico		0.833						
Acidità totale		0.701						
Ferro			0.911					
Dominante			0.854					
Luminosità			-0.826					
Saturazione			0.822					
Calcio			0.641					
Acido succinico				0.911				
Acidità volatile				0.688				
Acidità fissa				-0.579				
Magnesio					0.911			
Prolina						0.823		
Catechine						-0.772		
Sodio							0.731	
Acido lattico							-0.685	
Acido malico								-0.725
Polifenoli tannici								0.657

Tab. 3 - Matrice dei loadings per gli aceti bianchi. Per ogni fattore sono riportati solo i coefficienti superiori a 0.5.

- (2) F. MECCA, G. VICARIO, *La Chimica e l'Industria*, 51, 985 (1971)
- (3) K. SAKATA, S. KAWAI, A. YAGI, K. INA, Y. KAWAMURA, *J. Jpn. Food Sci. Technol.*, 38, 9, 765 (1991)
- (4) A. ANTONELLI, *Wein Wissen.*, 49, 4, 165 (1994)
- (5) V. GERBI, C. TORTIA, Atti Simposio "La tecnica HPLC come strumento di studio e di controllo di qualità in enologia", Piacenza, 1 Marzo 1991.
- (6) V.L. SINGLETON, J.A. ROSSI, *Am. J. Enol. Vitic.*, 16, 144 (1965)
- (7) C. PERI, C. POMPEI, *F. V. O.I.V.*, n° 726 (1980)
- (8) G. MARGHERI, E. FALCIERI, *Vini d'Italia*, 81, 501 (1972)
- (9) R.F. ADAMS, *J. Chromat.*, 95, 189 (1974)
- (10) A. PIRINI, L.S. CONTE, O. FRANCIOSO, G. LERCKER, *J. High Resol. Chromat.*, 15, 165 (1992)
- (11) A. ANTONELLI, A. VERSARI, A. CARNACINI, *J. High Resol. Chromat.*, 17, 553 (1994)
- (12) A. ANTONELLI, G. ZEPPA, V. GERBI, N. NATALI, A. CARNACINI, Report RAISA, Sarteano (SI), 26-27 ottobre 1994 (in stampa).
- (13) A. ANTONELLI, G. ZEPPA, V. GERBI, A. CARNACINI, N. NATALI, Proceedings Seventh European Conference on Food Chemistry 'Progress in Food Fermentation' I.A.T.A. Valencia (Spagna), II, 416 (1993)
- (14) V. GERBI, G. ZEPPA, A. CARNACINI, A. ANTONELLI, Atti 1° CISETA, Parma, 18-20 ottobre 1993.