

**CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE**

**R.A.I.S.A.**

*Ricerche Avanzate per Innovazioni nel Sistema Agricolo*

*Sottoprogetto 4*

**AGROBIOTECNOLOGIE NEI PROCESSI DI**

**VALORIZZAZIONE DEI PRODOTTI E SOTTOPRODOTTI  
AGRICOLI**

**Vol. II**

**ZEPPA GIUSEPPE**

**PUBB.**

**Spineto Di Sarteano (SI) 1994**

**Tematica 4.4.4. : Modelli analitici per la caratterizzazione dei prodotti alimentari trasformati.**

**Unità di ricerca 4.21 - Coordinatore Carlo Pompei**

**Responsabile N.M. : Alberta Carnacini**

**Titolo relazione : Individuazione di parametri chimico-fisici per la caratterizzazione degli aceti di vino e loro relazione con il giudizio organolettico.**

**Zeppa G.<sup>1</sup>, Gerbi V.<sup>1</sup>, Antonelli A.<sup>2</sup>, Natali N.<sup>2</sup>, Carnacini A.<sup>2</sup>**

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

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

## 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.

La normativa italiana sull'aceto è incentrata sul DPR 162 del 1965 che stabilisce le caratteristiche e le modalità di produzione di un prodotto indicato come "aceto" o "aceto di vino" e derivante esclusivamente dalla bioossidazione acetica del vino.

Il confronto con la realtà produttiva del resto dell'Europa dove la principale materia alcolica acetificata è l'alcol di distillazione e non il vino, ha portato alla necessità di un adeguamento alla normativa nazionale.

Così con la legge 527 del 1982 si ammetteva la possibilità di acetificazione di materie prime alcoliche diverse dal vino con la denominazione di "agri di ...", ma si riservava la dicitura "aceto" o "aceto di ..." a quello di origine vinica.

Con la legge 258 del 1986 si introduceva l'uso della indicazione "aceto di ..." per tutti gli agri prodotti con alcol di origine agricola.

Di fatto, il divieto tutt'ora vigente, introdotto dalla citata 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.

Gli aceti con un'immagine di maggiore naturalità come quelli di vino o di mele suscitano un interesse crescente da parte dei consumatori con un conseguente ampliamento dell'offerta,

Consegue a tutto questo che nei Paesi di antica tradizione acetiera come l'Italia e la Spagna si siano avviate ricerche destinate ad una precisa caratterizzazione dei prodotti di qualità.

Si tratta di fornire non tanto dei criteri di genuinità, peraltro già disponibili (MAF, 1965; Mecca e Vicario, 1971; Sakata *et al.*, 1991), 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 determinati su campioni di aceto del commercio ed i loro rapporti con la valutazione organolettica della qualità.

## MATERIALI E METODI

Sono stati analizzati 85 campioni di aceto reperiti in parte sul mercato italiano ed in parte su quello estero. I campioni sono stati suddivisi in 14 categorie in funzione della materia prima, 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	12
Italiani di vino bianchi con acidità 7%	IVB7	8
Italiani di vino decolorati	IVDE	2
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
Di alcol	AL	4
Di mele	ME	11
Di malto	MA	1
Di miele	MI	1

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 (MAF, 1965). Il titolo alcolometrico è stato determinato per via gascromatografica con colonna impaccata dopo neutralizzazione del campione con  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (Antonelli, 1994). Il quadro acido e la glicerina sono stati determinati per cromatografia liquida ad alte prestazioni (H.P.L.C.) (Gerbi e Tortia, 1991).

I polifenoli totali sono stati determinati spettrofotometricamente (Singleton e Rossi, 1965) mentre il frazionamento dei fenoli tannici e non tannici è stato eseguito secondo Peri e Pompei (1980). Leucoantociani e catechine sono stati determinati secondo Margheri e Falcieri (1972); i metalli principali sono stati determinati mediante spettrofotometria di assorbimento atomico.

La determinazione dei polialcoli è stata effettuata per via gas-cromatografica con un metodo messo a punto da alcuni di noi (Antonelli *et al.*, 1994).

La prolina è stata determinata, previa purificazione (Adams, 1974), secondo Pirini (1992).

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.

		IVB6		IVB7		IVDE	
		X	s	X	s	X	s
Densità		1.0129	0.0007	1.0154	0.0014	1.0122	0.0018
Alcol	% vol.	0.10	0.04	0.71	0.41	0.10	0.11
Acidità totale	g/100 mL	6.32	0.12	7.48	0.21	6.30	0.00
Acidità volatile	g/100 mL	6.29	0.34	7.25	0.19	6.21	0.12
Acidità fissa	g/100 mL	0.17	0.06	0.27	0.04	0.19	0.08
Estratto	g/L	11.16	1.63	15.14	2.79	8.50	5.09
Ceneri	g/L	2.10	0.59	2.06	0.26	1.49	0.25
Alcalinità delle ceneri	meq/L	17.85	5.02	17.78	3.41	13.00	0.85
Glicerina	g/L	2.49	0.88	4.02	0.37	1.67	1.63
Prolina	mg/L	279	142	376	242	287	13
pH		2.89	0.10	2.78	0.08	2.81	0.04
Acido tartarico	g/L	1.00	0.50	1.82	0.28	0.74	0.79
Acido malico	g/L	0.29	0.17	0.50	0.26	0.17	0.03
Acido lattico	g/L	0.31	0.15	0.32	0.17	0.35	0.22
Acido citrico	g/L	0.16	0.14	0.25	0.10	0.10	0.03
Acido succinico	g/L	0.52	0.14	0.51	0.05	0.54	0.19
Polifenoli totali	mg/L	172	58	238	78	105	38
Polifenoli tannici	mg/L	53	57	86	66	15	4
Polifenoli non tannici	mg/L	128	60	176	76	90	34
Antociani	mg/L	###	###	###	###	###	###
Catechine	mg/L	10	6	18	26	5	2
Proantocianidine	mg/L	47	43	73	45	4	2
D.O. 420 nm		0.05	0.02	0.46	0.46	0.00	0.00
D.O. 520 nm		###	###	###	###	###	###
Intensità		###	###	###	###	###	###
Tonalità		###	###	###	###	###	###
Luminosità	%	0.84	0.03	0.76	0.13	0.87	0.00
Saturazione	%	5.87	2.13	20.69	18.00	2.32	0.03
Dominanza	nm	583	18	577	1	580	0
Ferro	mg/L	4	3	4	3	11	15
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	0	0
Piombo	mg/L	0	0	0	0	0	0
Sodio	mg/L	65	47	52	30	29	1
Calcio	mg/L	135	77	121	22	86	28
Potassio	mg/L	700	219	688	136	492	47
Magnesio	mg/L	58	24	52	22	48	18
Eritritolo	mg/L	39	11	61	31	32	6
Xilitolo	mg/L	3	2	2	1	4	1
Arabitolo	mg/L	136	142	118	114	181	52
Mannitolo	mg/L	99	83	95	24	48	54
Sorbitolo	mg/L	21	13	24	9	15	16
scillo-Inositolo	mg/L	18	7	27	8	18	18
mio-Inositolo	mg/L	98	56	145	36	71	74

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

		IVR6		IVR7		FVR	
		X	s	X	s	X	s
Densità		1.0136	0.0013	1.0157	0.0008	1.0153	0.0024
Alcol	% vol.	0.15	0.14	0.54	0.38	0.15	0.11
Acidità totale	g/100 mL	6.35	0.15	7.51	0.20	6.74	0.49
Acidità volatile	g/100 mL	6.23	0.21	7.35	0.18	5.77	0.45
Acidità fissa	g/100 mL	0.19	0.05	0.23	0.06	1.21	0.68
Estratto	g/L	12.12	3.25	15.16	2.25	15.12	5.65
Ceneri	g/L	1.82	0.28	2.30	0.42	2.32	0.75
Alcalinità delle ceneri	meq/L	16.38	4.16	20.28	6.20	18.40	5.55
Glicerina	g/L	3.06	0.47	3.75	0.84	2.45	0.58
Prolina	mg/L	307	128	368	163	335	94
pH		2.82	0.10	2.81	0.09	2.85	0.09
Acido tartarico	g/L	1.24	0.55	1.80	0.26	0.98	0.17
Acido malico	g/L	0.19	0.10	0.27	0.11	0.16	0.13
Acido lattico	g/L	0.32	0.21	0.31	0.14	0.51	0.29
Acido citrico	g/L	0.08	0.05	0.18	0.11	0.09	0.09
Acido succinico	g/L	0.50	0.14	0.52	0.08	0.62	0.06
Polifenoli totali	mg/L	612	142	777	240	601	211
Polifenoli tannici	mg/L	293	167	466	243	204	82
Polifenoli non tannici	mg/L	342	74	336	170	386	188
Antociani	mg/L	12	8	9	5	13	12
Catechine	mg/L	54	29	46	26	95	127
Proantocianidino	mg/L	512	127	653	297	499	497
D.O. 420 nm		0.76	0.25	1.13	0.47	1.56	0.84
D.O. 520 nm		0.78	0.24	1.15	0.48	1.05	0.56
Intensità		1.54	0.48	2.30	0.92	2.61	1.00
Tonalità		0.99	0.15	1.09	0.51	1.76	1.13
Luminosità	%	0.34	0.10	0.25	0.12	0.25	0.11
Saturazione	%	44.20	11.67	64.46	13.24	62.06	15.30
Dominanza	nm	598	5	598	7	600	9
Ferro	mg/L	4	3	6	4	8	5
Rame	mg/L	0	0	1	4	0	0
Zinco	mg/L	0	0	1	2	1	0
Manganese	mg/L	1	1	1	0	1	0
Piombo	mg/L	0	0	0	0	0	0
Sodio	mg/L	59	51	83	63	28	17
Calcio	mg/L	120	47	121	32	175	79
Potassio	mg/L	631	190	741	175	770	344
Magnesio	mg/L	54	22	49	19	55	13
Eritritolo	mg/L	39	11	50	7	28	16
Xilitolo	mg/L	2	2	4	3	4	2
Arabitolo	mg/L	94	93	109	92	233	182
Mannitolo	mg/L	128	138	110	35	113	128
Sorbitolo	mg/L	30	16	42	12	21	10
scillo-Inositolo	mg/L	22	5	32	10	22	6
mio-Inositolo	mg/L	106	35	182	49	134	40

Tab. 2 - (segue)

		FVB		EVV		CHVR	
		X	s	X	s	X	s
Densità		1.0152	0.0026	1.0157	0.003	1.0103	0.0004
Alcol	% vol.	0.58	0.81	0.42	0.32	0.27	0.29
Acidità totale	g/100 mL	6.54	0.63	7.01	0.62	4.59	0.04
Acidità volatile	g/100 mL	5.15	0.55	6.01	0.91	3.63	0.13
Acidità fissa	g/100 mL	1.39	0.58	0.99	0.72	0.96	0.17
Estratto	g/L	15.98	6.77	15.73	6.10	10.60	0.00
Ceneri	g/L	2.44	1.22	2.97	1.52	1.62	0.14
Alcalinità delle ceneri	meq/L	20.80	12.07	20.67	13.31	12.00	1.41
Glicerina	g/L	1.83	0.19	2.56	1.30	1.92	0.20
Prolina	mg/L	245	126	297	108	243	59
pH		2.91	0.22	2.86	0.17	2.81	0.07
Acido tartarico	g/L	1.22	0.15	1.38	0.45	0.68	nd
Acido malico	g/L	0.51	0.31	0.47	0.16	0.12	nd
Acido lattico	g/L	0.56	0.27	0.11	0.03	0.20	nd
Acido citrico	g/L	0.16	0.06	0.23	0.06	0.05	nd
Acido succinico	g/L	0.33	0.07	0.40	0.11	0.41	nd
Polifenoli totali	mg/L	289	201	376	231	828	30
Polifenoli tannici	mg/L	159	246	163	162	428	48
Polifenoli non tannici	mg/L	163	72	213	104	400	18
Antociani	mg/L	###	###	###	###	4	3
Catechine	mg/L	11	4	13	6	35	37
Proantocianidina	mg/L	51	46	71	97	598	88
D.O. 420 nm		1.28	1.46	1.28	1.01	1.13	0.07
D.O. 520 nm		###	###	###	###	0.79	0.01
Intensità		###	###	###	###	1.92	0.05
Tonalità		###	###	###	###	1.44	0.11
Luminosità	%	0.79	0.04	0.35	0.06	0.33	0.01
Saturazione	%	15.48	3.07	80.14	4.33	69.80	1.91
Dominanza	nm	576	1	583	2	591	1
Ferro	mg/L	7	1	31	44	2	0
Rame	mg/L	0	0	0	0	0	0
Zinco	mg/L	1	1	2	2	0	0
Manganese	mg/L	1	0	1	0	0	0
Piombo	mg/L	0	0	0	0	0	0
Sodio	mg/L	39	12	71	55	33	19
Calcio	mg/L	238	59	314	135	137	30
Potassio	mg/L	757	481	819	539	524	0
Magnesio	mg/L	45	18	45	14	25	3
Eritritolo	mg/L	24	7	84	12	44	nd
Xilitolo	mg/L	3	1	9	5	2	nd
Arabitolo	mg/L	196	129	244	85	95	nd
Mannitolo	mg/L	62	28	398	217	38	nd
Sorbitolo	mg/L	14	7	45	10	21	nd
scillo-Inositolo	mg/L	16	4	41	2	25	nd
mio-Inositolo	mg/L	119	42	228	62	212	nd

Tab. 2 - (segue)

		CHVB		AL		ME	
		X	s	X	s	X	s
Densità		1.0103	0.0011	1.011	0.0014	1.0136	0.002
Alcol	% vol.	0.31	0.04	0.44	0.46	0.22	0.13
Acidità totale	g/100 mL	4.98	0.59	7.35	1.08	5.36	0.43
Acidità volatile	g/100 mL	4.14	0.42	6.79	1.85	4.65	0.43
Acidità fissa	g/100 mL	0.84	0.17	0.94	1.72	0.97	0.47
Estratto	g/L	9.25	0.78	3.63	4.01	15.80	4.45
Ceneri	g/L	1.69	0.15	0.33	0.20	2.23	0.46
Alcalinità delle ceneri	meq/L	12.50	0.71	2.60	2.27	24.11	5.71
Glicerina	g/L	2.00	0.02	0.00	0.00	1.60	0.92
Prolina	mg/L	171	10	8	10	13	10
pH		2.79	0.04	2.36	0.05	3.02	0.09
Acido tartarico	g/L	0.57	0.04	0.00	0.00	0.02	0.04
Acido malico	g/L	0.11	0.04	0.00	0.00	0.68	0.91
Acido lattico	g/L	0.28	0.11	0.00	0.00	0.72	0.33
Acido citrico	g/L	0.10	0.03	0.40	1.14	0.15	0.18
Acido succinico	g/L	0.36	0.01	0.00	0.00	0.53	0.22
Polifenoli totali	mg/L	127	44	8	11	600	681
Polifenoli tannici	mg/L	28	23	8	11	138	91
Polifenoli non tannici	mg/L	100	21	0	0	463	650
Antociani	mg/L	###	###	###	###	###	###
Catechine	mg/L	18	6	3	2	50	60
Proantocianidine	mg/L	59	57	9	7	220	184
D.O. 420 nm		0.09	0.06	0.21	0.27	0.33	0.13
D.O. 520 nm		###	###	###	###	###	###
Intensità		###	###	###	###	###	###
Tonalità		###	###	###	###	###	###
Luminosità	%	0.86	0.02	0.74	0.20	0.77	0.08
Saturazione	%	7.17	4.01	12.79	13.09	23.34	7.21
Dominanza	nm	576	0	580	2	576	1
Ferro	mg/L	2	0	1	0	3	1
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	0	0
Piombo	mg/L	0	0	0	0	0	0
Sodio	mg/L	25	18	18	9	27	16
Calcio	mg/L	174	25	98	49	113	55
Potassio	mg/L	552	121	45	41	894	270
Magnesio	mg/L	28	7	21	10	46	17
Eritritolo	mg/L	39	19	0	0	24	10
Xilitolo	mg/L	1	0	0	0	45	33
Arabitolo	mg/L	114	62	7	10	117	74
Mannitolo	mg/L	36	10	31	34	110	95
Sorbitolo	mg/L	12	8	1	4	3172	1646
scillo-Inositolo	mg/L	15	4	0	0	4	4
mio-Inositolo	mg/L	121	33	2	4	78	34

Tab. 2 - (segue)

		MA	MI
Densità		1.0124	1.0177
Alcol	% vol.	0.06	0.96
Acidità totale	g/100 mL	6.12	6.48
Acidità volatile	g/100 mL	5.49	5.82
Acidità fissa	g/100 mL	1.05	0.82
Estratto	g/L	9.50	25.00
Ceneri	g/L	1.20	0.96
Alcalinità delle ceneri	maq/L	8.40	9.60
Glicerina	g/L	1.60	3.42
Prolina	mg/L	2	2
pH		2.78	2.72
Acido tartarico	g/L	0.00	0.00
Acido malico	g/L	0.57	0.18
Acido lattico	g/L	0.43	0.68
Acido citrico	g/L	0.00	0.20
Acido succinico	g/L	0.35	0.41
Polifenoli totali	mg/L	239	133
Polifenoli tannici	mg/L	32	49
Polifenoli non tannici	mg/L	207	84
Antociani	mg/L	###	###
Catechine	mg/L	7	13
Proantocianidina	mg/L	21	134
D.O. 420 nm		0.39	0.17
D.O. 520 nm		###	###
Intensità		###	###
Tonalità		###	###
Luminosità	%	0.70	0.80
Saturazione	%	34.35	15.51
Dominanza	nm	575	575
Ferro	mg/L	0	4
Rame	mg/L	0	0
Zinco	mg/L	0	0
Manganese	mg/L	0	1
Piombo	mg/L	0	0
Sodio	mg/L	15	26
Calcio	mg/L	26	49
Potassio	mg/L	365	483
Magnesio	mg/L	52	27
Eritritolo	mg/L	11	16
Xilitolo	mg/L	11	2
Arabitolo	mg/L	5	39
Mannitolo	mg/L	43	958
Sorbitolo	mg/L	185	42
scillo-Inositolio	mg/L	1	10
mio-Inositolio	mg/L	86	76

Tab. 2 - (segue)



Le differenze rilevabili rispetto ai valori riportati in un nostro precedente lavoro preliminare (Antonelli *et al.*, 1993) sono dovute al numero superiore di campioni esaminati.

Gli aceti di alcol si caratterizzano per la quasi totale assenza della maggior parte dei componenti esaminati fatta eccezione per l'acidità, tutta di natura volatile. Poiché vengono, in genere, colorati con caramello questo giustifica i valori trovati per il colore. Assenti le sostanze minerali fatta esclusione per quelle utilizzate come integratori nel corso della bioossidazione acetica.

Gli aceti di mele presentano valori di estratto piuttosto elevati, simili a quello degli aceti di vino rosso, giustificati dalla ricchezza della materia prima e dalla accentuata macerazione che si produce nelle prime fasi di elaborazione dei sidri. Tali considerazioni spiegano altresì l'elevato contenuto di ceneri, di sostanze minerali, quali calcio, potassio, magnesio e ferro, e di sostanze polifenoliche. Particolarmente abbondanti risultano infine le proantocianidine la cui facile ossidabilità può spiegare l'elevato valore di densità ottica a 420 nm.

L'acidità degli aceti di mele è scarsa, se confrontata con quella degli aceti di vino e principalmente ascrivibile all'acido acetico. L'acido tartarico, naturalmente, è assente mentre sono presenti l'acido malico ed il lattico. L'elevato contenuto di acido malico delle mele è normalmente ridotto nei sidri dalla fermentazione malolattica. L'abbondante acido lattico formato viene però parzialmente ossidato dai batteri acetici.

Per quanto concerne i polialcoli si rimanda ai risultati di un lavoro sul tema presentato nel corso dei lavori di questa giornata.

L'assenza dell'acido tartarico in tutte le categorie di aceto di origine non vinica conferma il possibile impiego della sua presenza quale indicatore di origine dell'aceto (Antonelli *et al.*, *loc.cit.*).

L'aceto di miele rappresenta una frazione infinitesima del mercato acetiero nazionale ed europeo, ma ha una sua precisa collocazione nel mercato sempre più vasto dei prodotti biologici.

Il campione esaminato si è presentato con un'acidità di poco superiore a quella degli aceti di mele e con un valore di estratto particolarmente elevato per la presenza di un residuo zuccherino.

Anche per l'aceto di miele, come già per gli aceti di mele, l'acidità è data dal solo acido acetico risultando assenti o quasi gli acidi organici fissi.

Fa eccezione l'acido citrico la cui presenza può essere dovuta ad una aggiunta da parte del produttore volta a correggere l'acidità dell'aceto od all'intervento di lieviti del genere *Kloeckera* (Cantarelli, 1965) nel corso della fermentazione alcolica.

Scarsa la dotazione in sostanze minerali, in ceneri, ed in sostanze polifenoliche cosicché il colore si presenta particolarmente scarico e la densità ottica a 420 nm risulta addirittura inferiore a quella degli aceti di alcol, colorati artificialmente con caramello.

Anche gli aceti di malto, di cui è stato esaminato un solo campione, rappresentano una piccolissima fetta del mercato degli aceti.

L'aceto di malto esaminato è risultato un prodotto di acidità contenuta in cui scarseggiano gli acidi fissi. Scarso altresì il contenuto in estratto, in ceneri ed in sostanze minerali mentre relativamente abbondanti risultano i polifenoli non tannici la cui presenza può essere giustificata dall'invecchiamento in legno subito dal prodotto.

Gli aceti decolorati costituiscono una categoria di aceti presente solo sul mercato nazionale e vengono ottenuti per decolorazione spinta di aceti di vino.

L'origine del prodotto è evidenziata soprattutto dagli elevati contenuti in acido tartarico e prolina, benché l'intervento di decolorazione non sia privo di effetti soprattutto a carico delle sostanze polifenoliche e delle sostanze minerali.

Fa eccezione il ferro con un concentrazione media circa tre volte quella rilevata per gli aceti di vino bianchi e non interpretabile se non con una cessione da parte dei carboni decoloranti utilizzati.

Fra gli aceti di origine vinica vi è 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. Questa differenza, superiore a quella giustificabile con la sola differente diluizione dei prodotti, non può essere confermata negli 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, a causa della 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 (Antonelli *et al.*, *loc.cit.*) ed ha fornito numerose informazioni preliminari sulle caratteristiche compositive delle diverse categorie di prodotti.

Disponendo di un consistente numero di parametri analitici le procedure statistiche multivariate sono le uniche che consentono l'individuazione di parametri chimico-fisici in grado di caratterizzare in modo oggettivo le diverse categorie di aceti.

Tra le varie tecniche a disposizione, l'Analisi Discriminate Lineare (LDA) è quella che fornisce i migliori risultati, benchè la necessità di una preliminare attribuzione dei campioni a dei gruppi arbitrariamente costituiti possa apparire come una ingerenza dell'operatore sulla procedura matematica.

Nel caso in esame però, i gruppi a confronto nella LDA sono state le categorie indicate in tabella 1 e quindi l'attribuzione dei campioni è avvenuta sulla base di una classificazione merceologica e non in modo arbitrario.

Poichè però il numero delle categorie individuate è risultato elevato, per agevolare l'applicazione della LDA, si è reso necessario suddividere le categorie sulla base del colore dei prodotti in quanto alcuni parametri analitici (DO 520 nm, antociani, intensità del colore, tonalità del colore) sono caratteristici dei soli aceti rossi.

Prendendo quindi in considerazione i soli aceti bianchi, un primo confronto ha interessato tutte le categorie di aceto qualunque fosse la materia prima od il Paese di produzione. Sono state escluse dall'elaborazione le categorie con un solo campione e gli aceti decolorati in quanto prodotti di trasformazione.

La LDA applicata al *data-set* così ridotto ha individuato, mediante la procedura di Wilks per la scelta delle variabili discriminanti (Norusis, 1985), un modello discriminante formato da sei funzioni, di cui quattro statisticamente significative, con un potere di riclassificazione del 97.56%.

Otto i parametri risultati discriminanti: acido citrico, acido tartarico, alcol residuo, acidità volatile, pH, saturazione del colore, calcio e DO 420 nm.

Dalla figura 1 e dalla tabella di riclassificazione, non riportata per brevità, risultano una ottima individuazione degli aceti di alcol, degli aceti spagnoli e degli aceti italiani al 7% mentre possibili confusioni sono possibili per le restanti categorie.

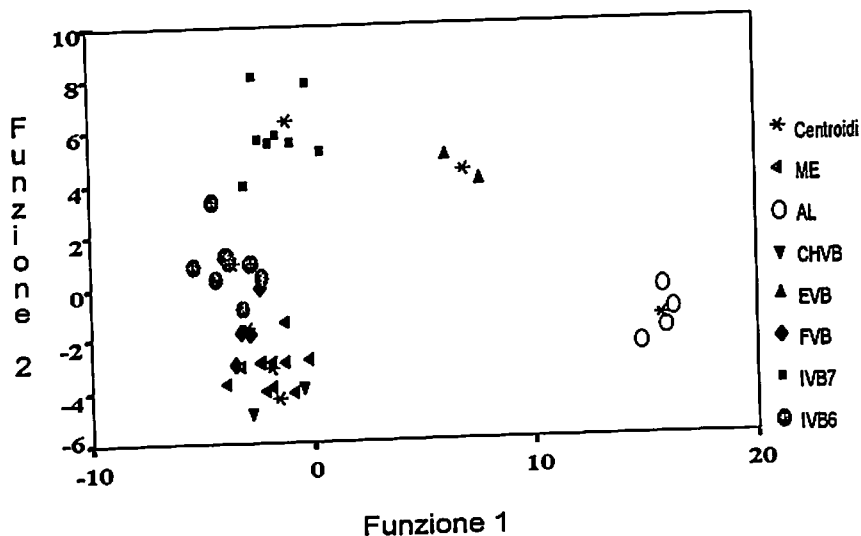


Fig. 1 - Distribuzione, sul piano individuato dalle prime due funzioni discriminanti, degli aceti bianchi (Per l'interpretazione delle sigle vedasi tabella 1).

Poichè gli aceti spagnoli, benchè di origine vinica, possiedono, in quanto aceti di Jerez, peculiari caratteristiche chimico-fisiche è possibile scorporarli dai restanti aceti di origine vinica e porli a confronto con le restanti categorie di aceti.

La LDA eseguita sulle nuove categorie così individuate (aceti di mele, aceti di alcol, aceti spagnoli ed aceti di vino, in cui sono compresi i prodotti italiani, francesi e svizzeri) determina tre sole funzioni discriminanti, tutte statisticamente significative, aventi un potere di riclassificazione del 100%.

Ben individuati (Fig. 2 e Tab. 3) gli aceti di alcol e gli aceti spagnoli mentre maggior confusione si ha per gli aceti di mele e gli aceti di vino non spagnoli.

A caratterizzare gli aceti di alcol sono il basso valore del pH, l'assenza di acido tartarico ed il basso valore di luminosità. Gli aceti spagnoli risultano invece caratterizzati da elevati contenuti in calcio ed in prolina e da un elevato valore della lunghezza d'onda dominante del colore. Gli aceti di mele risultano caratterizzati infine da contenuti in calcio e prolina molto bassi e da un altrettanto basso valore della lunghezza d'onda dominante.

Poichè lo scopo del lavoro è però l'individuazione di pochi parametri analitici in grado di caratterizzare gli aceti vinici italiani, l'analisi discriminante lineare è stata applicata alle sole categorie degli aceti italiani di vino al 6% di acidità ed al 7% di acidità, degli aceti di alcol e di mele.

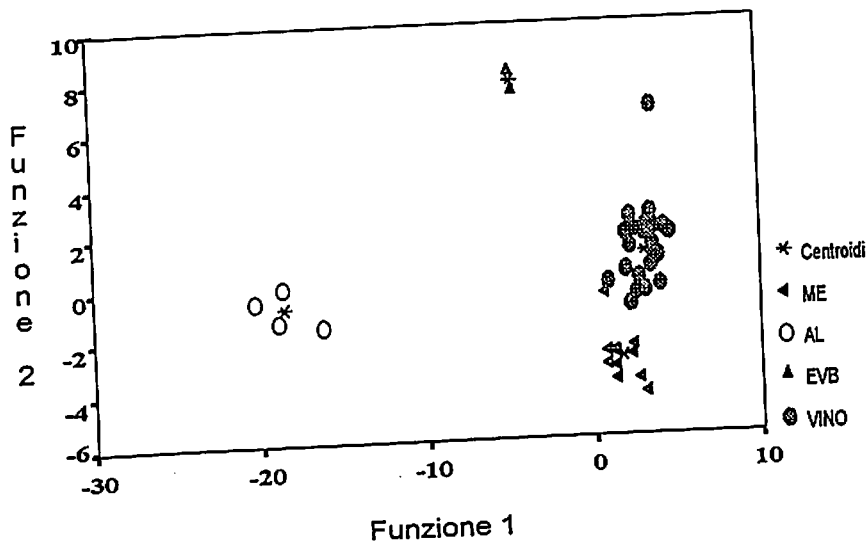


Fig. 2 - Distribuzione sul piano individuato dalle prime due funzioni discriminanti, di aceti bianchi di diversa origine e di diverso Paese di produzione.

	Funzione 1	Funzione 2	Funzione 3
pH	2.891	0.023	0.258
Alcalinità ceneri	-1.878	-0.494	-0.194
Ac. tartarico	1.339	0.353	-0.502
Luminosità	2.228	0.484	0.844
Saturazione	1.234	0.626	1.576
Dominante	0.252	0.658	0.161
Prolina	-0.024	0.814	-0.143
Calcio	-0.221	0.656	0.207

Tab. 3 - Coefficienti delle funzioni discriminanti tra gli aceti bianchi di vino, gli aceti spagnoli, gli aceti di mele e gli aceti di alcol.

Sono state così individuate tre funzioni discriminanti e statisticamente significative aventi un potere di riclassificazione del 97%.

I parametri analitici ritenuti discriminanti dalla procedura di Wilks della LDA (Norusis, *loc.cit.*) sono risultati cinque: alcol residuo, acidità volatile, pH, acido tartarico e saturazione del colore.

Gli aceti di vino risultano possedere, indipendentemente dalla loro acidità (Fig. 3 e Tab. 4), rispetto agli aceti di alcol, un maggiore contenuto in acido tartarico, ed un valore di saturazione del colore e di pH più elevati.

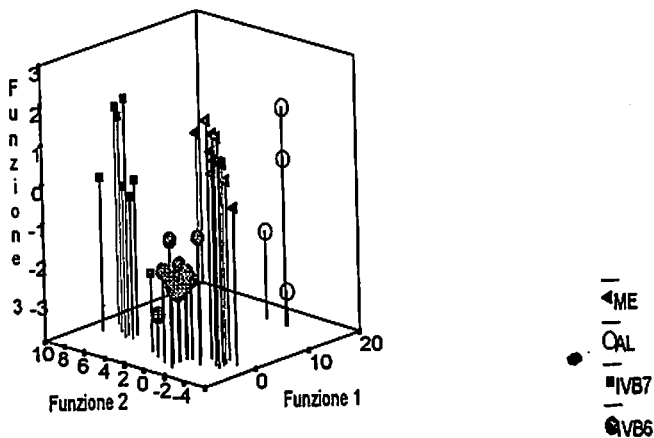


Fig. 3 - Distribuzione, nello spazio individuato dalle tre funzioni discriminanti, degli aceti bianchi (Per l'interpretazione delle sigle vedasi tabella 1).

	Funzione 1	Funzione 2	Funzione 3
Ac. tartarico	-0.8111	0.6611	-0.3311
Ac. volatile	-0.138	1.087	-0.031
Alcol	0.785	1.145	0.807
pH	-1.629	0.081	0.166
Saturazione	1.298	0.841	0.903

Tab. 4 - Coefficienti delle funzioni discriminanti tra gli aceti bianchi di vino italiani al 6% di acidità, gli aceti bianchi di vino italiani al 7% di acidità e gli aceti di alcol.

Gli aceti di origine vinica al 7% di acidità si distinguono da quelli al 6% di acidità per il residuo alcolico, la saturazione del colore ed, ovviamente, l'acidità volatile.

Ben individuati infine anche gli aceti di mele per il loro basso residuo alcolico, l'elevato valore di pH, l'assenza di acido tartarico, la scarsa acidità volatile.

Una procedura analoga a quella utilizzata per gli aceti bianchi può essere utilizzata per la discriminazione degli aceti rossi.

Le categorie di aceto a confronto sono però meno numerose: oltre ai prodotti italiani al 6% ed al 7% di acidità, vi sono solo gli aceti francesi in quanto con i due aceti svizzeri non è stato possibile costituire una categoria per la parziale mancanza dei dati analitici di uno dei due campioni.

Gli aceti francesi, ben individuati, risultano caratterizzati (Fig. 4 e Tab. 5) da una acidità fissa elevata e da un contenuto in catechine ed acido acetico modesto.

Nettamente separati anche gli aceti italiani al 7% di acidità per i loro elevati valori di acidità, sia fissa che volatile, e per un altrettanto elevato contenuto in polifenoli totali.

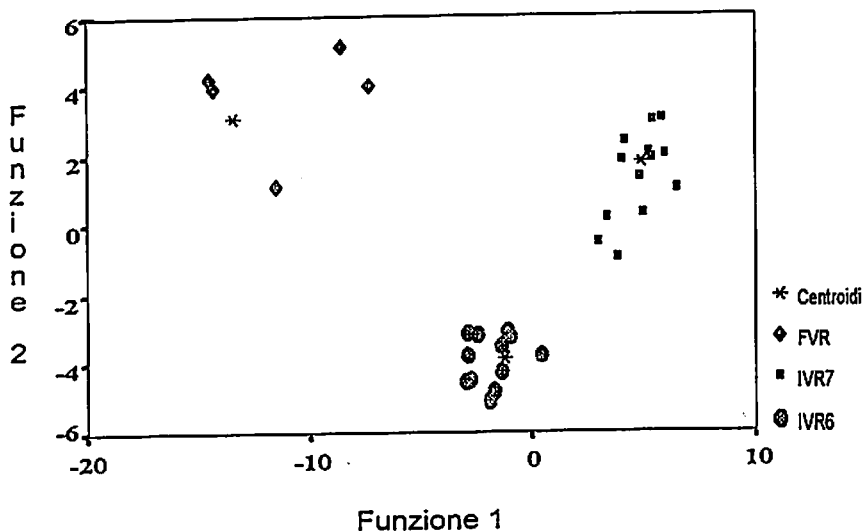


Fig. 4 - Distribuzione, sul piano individuato dalle due funzioni discriminanti, degli aceti rossi di diversa provenienza (Per l'interpretazione delle sigle vedasi tabella 1).

	Funzione 1	Funzione 2
Ac. fissa	-0.921	1.801
Ac. volatile	1.211	0.645
Catechine	-0.582	-2.781
Polifenoli tot	1.021	1.449

Tab. 5 - Coefficienti delle funzioni discriminanti tra gli aceti rossi di vino italiani al 6% di acidità, gli aceti rossi di vino italiani al 7% di acidità e gli aceti di vino francesi.

Di maggiore interesse è il confronto tra gli aceti italiani di origine vinica e gli aceti di alcol (Fig. 5 e Tab. 6). Questi ultimi risultano ben discriminati dagli aceti di vino in particolare dalla prima funzione lineare in cui si evidenziano l'elevato contenuto in calcio ed il basso valore del pH.

Gli aceti di origine vinica risultano invece caratterizzati da elevati valori per i parametri acidità totale, glicerina e prolina.

La seconda funzione discriminante caratterizza invece gli aceti di vino sulla base della loro acidità totale.

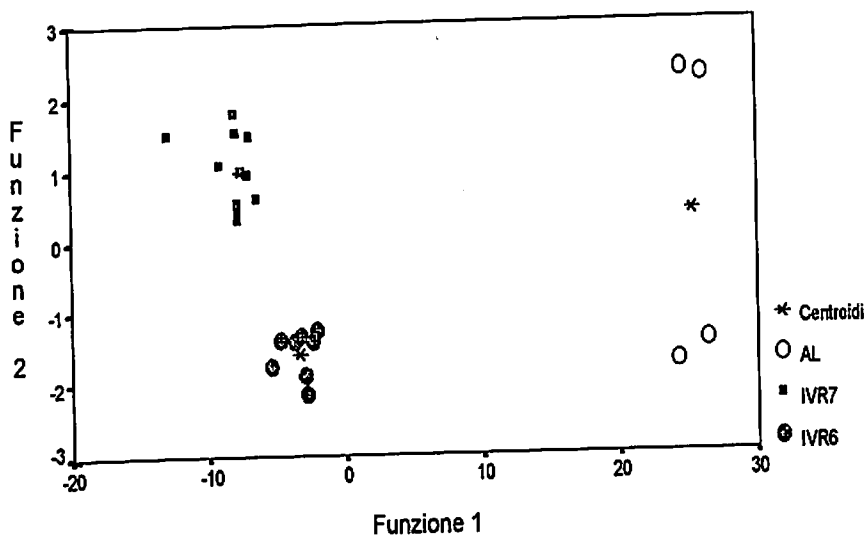


Fig. 5 - Distribuzione, sul piano individuato dalle due funzioni discriminanti, degli aceti rossi di diversa origine (Per l'interpretazione delle sigle vedasi tabella 1).

	Funzione 1	Funzione 2
Ac. totale	-1.184	0.888
Calcio	1.971	0.097
Glicerina	-1.544	0.268
pH	-2.757	-0.243
Prolina	-1.192	0.162

Tab. 6 - Coefficienti delle funzioni discriminanti tra gli aceti rossi di vino italiani al 6% di acidità, gli aceti rossi di vino italiani al 7% di acidità e gli aceti di alcol.

Come per gli aceti bianchi, anche per gli aceti rossi non è stato possibile, per mancanza di campioni, verificare l'efficacia delle funzioni discriminanti sugli aceti ottenuti per miscelazione di aceti di vino con aceti di alcol.

Per l'individuazione dei parametri analitici che maggiormente influenzano la qualità degli aceti è necessario fare ricorso a procedure diverse dall'Analisi Discriminante per l'elaborazione statistica dei dati.

Preliminare all'elaborazione statistica vi è però la costruzione di un nuovo *data-set* in cui, a fianco dei valori dei parametri analitici di tipo chimico-fisico sia presente una valutazione qualitativa del campione.

Questa 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 (Gerbi *et al.*, 1993) ed in parte nel corso dei lavori di questa giornata.

La correlazione lineare tra i diversi parametri analitici e la valutazione complessiva non fornisce, in genere, interessanti indicazioni.

Fa eccezione l'acidità totale dell'aceto che presenta, sia per gli aceti rossi che per quelli bianchi, una correlazione lineare positiva (Fig. 6 e Fig. 7) con la valutazione complessiva del prodotto.

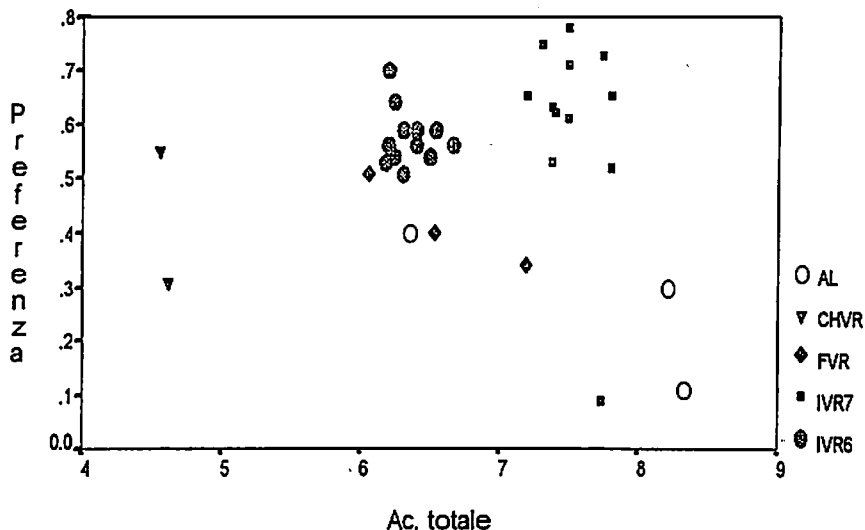


Fig. 6 - Punteggi di preferenza (in centesimi) attribuiti agli aceti bianchi in funzione del valore dell'acidità totale. (Per l'interpretazione delle sigle delle categorie vedasi tabella 1).

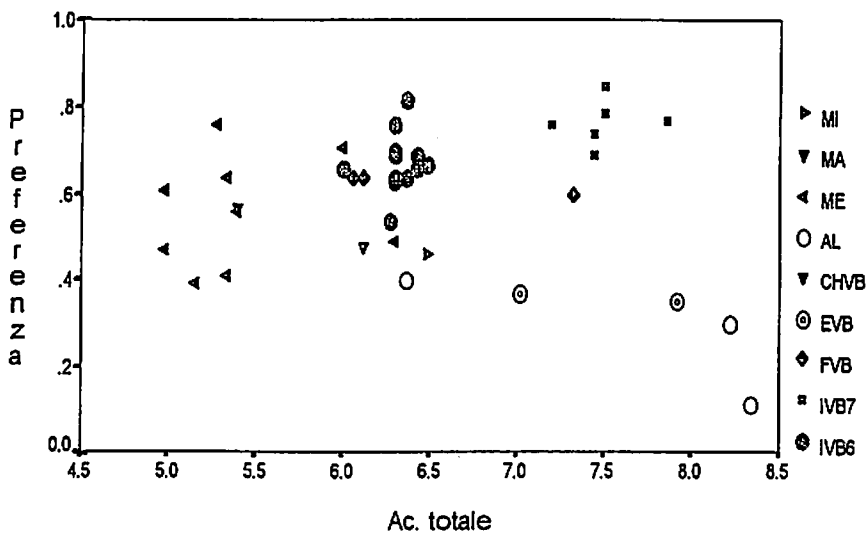


Fig. 7 - Punteggi di preferenza (in centesimi) attribuiti agli aceti rossi in funzione del valore dell'acidità totale. (Per l'interpretazione delle sigle delle categorie vedasi tabella 1).

In genere risultano maggiormente graditi gli aceti aventi una maggiore acidità purchè a questa corrisponda un'adeguata struttura compositiva. Pertanto gli aceti di alcol, pur evidenziando una spiccata acidità, hanno ottenuto valutazioni organolettiche molto basse.

Anche alcuni aceti di origine vinica sono risultati poco graditi, ma ciò si deve a loro particolari caratteristiche compositive quali l'elevata torbidità o la presenza di difetti organolettici.



Calcio  
Potassio  
Alcalinità cenere  
Ac. lattico  
pH  
Ceneri  
Estratto  
Mannitolo  
Tonalità  
Saturazione  
Mio-Inositolo  
Intensità  
Polifenoli totali  
DO 520  
Polifenoli tannici  
Luminosità  
Alcol  
DO 420  
Glicerina  
Antociani  
Catechine  
Dominante  
Loucoantociani  
Ac. malico  
Arabitolo  
Ac. citrico  
Ac. fissi  
Ac. volatile  
Ac. totale  
Ac. tartarico  
Sodio  
Gorbitolo  
Ferro

Tendenzialmente poco graditi gli aceti di mele sulle cui valutazioni però non ha influito unicamente la bassa l'acidità dei prodotti, come si rileva dalla dispersione verticale dei valori, ma anche altre caratteristiche organolettiche e compositive.

Al fine di esaminare contemporaneamente tutte le relazioni esistenti fra la valutazione complessiva degli aceti e le loro caratteristiche compositive è necessario però utilizzare le procedure statistiche multivariate.

Fra i numerosi approcci possibili è stato scelto quello che prevede il calcolo delle componenti principali per i soli parametri analitici e, sfruttando la mancanza di correlazione esistente fra le componenti principali, utilizzarle quali variabili indipendenti nel calcolo della regressione lineare multivariata nei confronti della valutazione qualitativa considerata quale variabile dipendente.

È stata quindi eseguita l'Analisi delle Componenti Principali (PCA) sui soli valori analitici sia degli aceti bianchi che degli aceti rossi.

Nel primo caso sono stati individuati otto fattori aventi un *eigenvalue* superiore ad 1 ed in grado d'interpretare l'85.6% della varianza totale (Tab. 7).

	Fattore 1	Fattore 2	Fattore 3	Fattore 4	Fattore 5	Fattore 6	Fattore 7	Fattore 8
Polifenoli totali	0.937							
Ceneri	0.914							
Potassio	0.901							
Alcalinità ceneri	0.892							
Estratto	0.817							
Ac. lattico	0.813							
Polifenoli tannici	0.801							
DO 420	0.737							
pH	0.676							
Leucoantociani	0.661							
Ac. tartarico		0.911						
scillo-Inositolo		0.907						
mio-Inositolo		0.871						
Glicerina		0.848						
Ac. malico		0.831						
Sorbitolo		0.786						
Ferro		0.646	-0.526					
Arabitolo			0.865					
Sodio			-0.658					
Dominante			-0.652					
Profina			0.605					
Ac. fissa				0.891				
Ac. citrico				0.875				
Alcol				0.616				
Mannitolo					0.773			
Eritritolo					0.613			
Ac. succinico					0.612			
Luminosità						-0.913		
Saturazione						0.913		
Ac. totale							0.878	
Ac. volatili							0.804	
Catechine								0.782
Calcio								0.729
Xilitolo								

Tab. 7 - Matrice dei *loadings* per gli aceti bianchi. Per ogni fattore sono riportati solo i coefficienti superiori a 0.5.

Nel secondo caso sono stati nuovamente individuati otto fattori aventi un *eigenvalue* superiore ad 1 ma in grado d'interpretare il 90.4% della varianza totale (Tab. 8).

	Fattore 1	Fattore 2	Fattore 3	Fattore 4	Fattore 5	Fattore 6	Fattore 7	Fattore 8
Calcio	0.902							
Potassio	0.862							
Alcalinità ceneri	0.834							
Ac. lattico	0.829							
pH	0.811							
Ceneri	0.784							
Estratto	0.761							
Mannitolo	0.708					-0.601		
Tonalità	0.686		-0.547					
Saturazione		0.917						
mio-Inositolo		0.863						
Intensità		0.819						
Polifenoli totali		0.794						
DO 520		0.781	0.541					
Polifenoli tannici		0.767						
Luminosità		-0.703	-0.513					
Alcol		0.671						
DO 420	0.589	0.649						
Glicerina		0.597		0.503				
Antociani			0.887					
Catechine			0.863					
Dominante			0.794					
Leucoantociani			0.731					
Ac. malico			-0.583					
Arabitolo			0.551					
Ac. citrico			-0.541					
Ac. fisso			0.502					
Ac. volatile				0.922				
Ac. totale				0.849				
Ac. tartarico				0.721				
Sodio					0.897			
Sorbitolo					0.802			
Ferro	0.518				0.563			
Xilitolo						0.894		
Ac. succinico							0.791	
Prolina							-0.694	
Eritritolo							-0.564	
scillo-Inositolo								0.616

Tab. 8 - Matrice dei loadings per gli aceti rossi. Per ogni fattore sono riportati solo i coefficienti superiori a 0.5.

Mediante il calcolo della regressione lineare multivariata applicato ai valori degli *score* per le componenti principali individuate, sono state calcolate due funzioni lineari aventi un  $R^2$  di 0.84 ( $F=6.58$   $p<0.01$ ) per gli aceti bianchi (Tab. 9) e di 0.91 ( $F=11.61$   $p<0.01$ ) per quelli rossi (Tab. 10).

	B	SE B	Beta	T	Signif. T
Fattore 8	-0.0082	0.0157	-0.0712	-0.526	0.6103
Fattore 5	0.0715	0.0169	0.5911	4.226	0.0018
Fattore 2	0.0939	0.0204	0.7699	4.591	0.0011
Fattore 3	0.0194	0.0171	0.1651	1.139	0.2812
Fattore 1	0.0631	0.0228	0.5132	2.758	0.0202
Fattore 7	0.0092	0.0196	0.0695	0.473	0.6466
Fattore 6	0.0171	0.0431	0.0681	0.399	0.6985
Fattore 4	-0.0655	0.0516	-0.2827	-1.269	0.2333
(Costante)	0.6402	0.0258		24.792	0.00

Tab. 9 - Coefficienti e relative statistiche della retta di regressione lineare multivariata delle componenti principali individuate per gli aceti bianchi sulla valutazione complessiva organolettica.

	B	SE B	Beta	T	Signif. T
Fattore 8	0.0373	0.0187	0.2041	1.996	0.077
Fattore 6	-0.1091	0.0151	-0.7168	-7.236	0.00
Fattore 7	0.0316	0.0151	0.2081	2.101	0.065
Fattore 2	0.0402	0.0151	0.2641	2.661	0.026
Fattore 3	-0.0034	0.0152	-0.0226	-0.228	0.824
Fattore 1	-0.0701	0.0153	-0.4571	-4.584	0.001
Fattore 4	0.0069	0.0155	0.0449	0.449	0.664
Fattore 5	0.0192	0.0156	0.1233	1.227	0.251
(Costante)	0.5569	0.0153		36.25	0.00

Tab. 10 - Coefficienti e relative statistiche della retta di regressione lineare multivariata delle componenti principali individuate per gli aceti rossi sulla valutazione complessiva organolettica.

Per entrambe le tipologie di prodotto è risultato che la qualità organolettica di un aceto è funzione lineare della sua vinosità.

Un aceto bianco è tanto più gradito quanto più elevato è il suo contenuto in acido tartarico, malico e lattico, glicerina, polifenoli totali, ceneri, potassio, estratto e leucoantociani e quanto più basso è il valore del suo pH.

Gli aceti italiani al 7% di acidità sono i prodotti che soddisfano la maggior parte di questi requisiti e quindi, come già emerso in figura 6, costituiscono la categoria di aceti bianchi maggiormente preferita dai degustatori.

I risultati ottenuti confermano altresì quanto emerso dall'elaborazione statistica dei dati forniti dall'analisi sensoriale effettuata sugli stessi campioni da cui emergevano delle correlazioni rispettivamente positive e negative dell'armonia del gusto e dell'aggressività olfattiva nei riguardi della valutazione complessiva (Gerbi *et al.*, 1994)

Anche per gli aceti rossi si conferma l'influenza della vinosità sul prodotto finito. Alcuni componenti riconfermano la loro importanza come indici per la valutazione della qualità dell'aceto sia in senso positivo che negativo: glicerina, polifenoli totali, ceneri, pH, estratto. Fanno la loro comparsa anche componenti diversi da quelli utilizzati per gli aceti bianchi come l'alcol e gli indici di colore.

La correlazione negativa esistente tra la valutazione complessiva e la tonalità del colore e quella positiva con la luminosità confermano una preferenza dei degustatori verso prodotti dal colore rosso vivo (Gerbi *et al.*, *loc.cit.*).

Sia per gli aceti bianchi che per quelli rossi, di più difficile interpretazione è l'effetto dei polialcoli sulla valutazione complessiva in quanto non è conosciuta la loro influenza organolettica.

È però presumibile, sulla base delle loro caratteristiche fisico-chimiche, che determinino un aumento dell'armonia e della morbidezza gustative dell'aceto.

Da rilevare infine negli aceti rossi la presenza nella retta di regressione, a differenza di quanto avviene per gli aceti bianchi, del parametro luminosità ad evidenziare la preferenza dei degustatori verso prodotti di colore vivo e non torbidi.

## CONCLUSIONI

L'esame di un ampio numero di campioni di aceto di diversa origine biologica ha consentito, grazie all'utilizzo di avanzate tecniche di analisi statistica multivariata, di individuare alcuni parametri analitici in grado di caratterizzare gli aceti di origine vinica, gli aceti di mele e quelli di alcol.

L'utilizzo delle equazioni riportate può pertanto consentire di discriminare prodotti di diversa origine e soprattutto di classificare, con un ampio margine di sicurezza, prodotti di cui sia ignota l'origine.

In relazione all'esiguo numero di campioni stranieri esaminati, meno sicura risulta la riclassificazione degli aceti sulla base della sola nazionalità. In particolare gli aceti spagnoli e quelli svizzeri si differenziano dai restanti aceti di origine vinica per le loro peculiari caratteristiche. Rimane però da verificare con un campionamento più capillare quale sia la rappresentatività dei campioni esaminati.

Dal confronto fra le valutazioni organolettiche ed i risultati analitici è stato possibile altresì individuare un modello lineare che lega la qualità organolettica di un aceto alla sua composizione chimico-fisica.

In particolare è risultato che gli assaggiatori hanno preferito i prodotti in cui, a parità di acidità, sono maggiori l'impronta vinica e la corposità

Meno graditi gli aceti di alcol, ritenuti di qualità inferiore ai prodotti di origine vinica.

## BIBLIOGRAFIA

ADAMS R.F. (1974) - Determination of amino acids profiles in biological samples by gas chromatography. *J. Chromat.*, 95, 189-212.

ANTONELLI A. (1994) - Ethanol determination by packed glc: a quick method with small sample amount and high sensitivity. *Wine Wissen.*, 49, 4, 165-167.

ANTONELLI A., VERSARI A., CARNACINI A. (1994) - Liquid-liquid extraction of silylated polyalcohols from vinegar and their determination by capillary GC. *J. High Resol. Chromat.*, 17, 553-555.

ANTONELLI A., ZEPPA G., GERBI V., CARNACINI A., NATALI N. - (1993) - Importance of the quality control of vinegar for valorization of typical products. Proceedings Seventh European Conference on Food Chemistry 'Progress in Food Fermentation' I.A.T.A. Valencia (Spagna), Vol. II, pagg. 416-423.

CANTARELLI C. (1965) - Studio comparativo dei lieviti apiculati dei generi *Kloeckera* (Jouke) ed *Hanseniospora* (Zikes). *Ann. Microbiol.*, 6, 85-129.

GERBI V., TORTIA C. - (1991) - Monitoraggio di zuccheri, etanolo, glicerolo e acidi principali nel corso di fermentazioni alcoliche mediante HPLC - Atti Simposio "La tecnica HPLC come strumento di studio e di controllo di qualità in enologia", Piacenza, 1 Marzo.

GERBI V., ZEPPA G., CARNACINI A., ANTONELLI A. - (1993) - Applicazione dell'analisi sensoriale alla caratterizzazione degli aceti di vino. Atti I° CISETA - Parma, 18-20 ottobre. Ed. Chiriotti, Pinerolo, Torino.

MARGHERI G., FALCIERI E. - (1972) - Importanza dell'evoluzione delle sostanze polifenoliche nei vini rossi di qualità durante l'invecchiamento - *Vini d'Italia*, 81, 501-511.

MECCA F., VICARIO G. (1971) - Determinazione dell'acido acetico non biogenico negli aceti mediante misura della radioattività naturale del radiocarbonio. *La Chimica e l'Industria*, 51, 985-986.

Ministero Agricoltura Foreste (1965) - Metodi ufficiali di analisi per i mosti, i vini e gli aceti. Ist. Poligr. dello Stato, Roma.

NIETO J., GONZÁLEZ- VINÁS, BARBA P., MARTÍN ALVAREZ P.J., ALDÁVE L., GARCIA ROMERO E., CABEZANDO M.D. - (1993) - Recent progress in wine vinegar R&D and some indicators for the future - In Food Flavors, Ingredient and Composition (Charalambans G. Ed.), Elsevier Science Publishers B.V., New York.

NORUSIS M.J. (1985) - *SPSS/X Advanced statistics guide*. McGraw-Hill Book Company, New York.

PERI C., POMPEI C. - (1980) - Fractionnement des composés phénoliques present dans le vins - F. V. O.I.V., n°726.

PIRINI A., CONTE L.S., FRANCIOSO O., LERCKER G. (1992) - Capillary gas chromatographic determination of free amino acids in honey as a means of discrimination between different botanical sources. *J. High Resol. Chromat.*, 15, 165-170.

SAKATA K., KAWAI S., YAGI A., INA K., KAWAMURA Y. (1991) - Carbon-13-NMR Spectroscopic Analysis of vinegar. *J. Jpn. Food Sci. Technol.*, 38, 9, 765-769.

SINGLETON V.L., ROSSI J.A. - (1965) - Colorimetry of total phenolics with phosphomolibdic-phosphotungsting acid reagent. *Am. J. Enol. Vitic.*, 16, 144-158.