

RELAZIONE FINALE

LA VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ NUTRIZIONALE ED ORGANOLETTICA DEL POMODORO “SECCAGNO” DI VALLEDOLMO

OBIETTIVO

Obiettivo dello studio è stata la caratterizzazione chimico-nutrizionale ed organolettica di due cultivar di pomodoro, *cv. Interpeel* e *cv. Brigade*, coltivate in regime “seccagno”, nel comprensorio di Valledolmo (PA), su due differenti tipologie di terreno, a fondo sabbioso e a fondo argilloso, e ciascuna su tre altitudini differenti: 560 m, 760 m, 850 m.

Primo obiettivo è stato individuare i parametri più adeguati per verificare eventuali differenze dovute ai fattori presi in considerazione (terreno, altitudine, varietà) e, successivamente, valutare la possibilità di individuare la tipologia di frutto con le caratteristiche più idonee e di maggior interesse produttivo per l'area di Valledolmo.

Considerando che i frutti prodotti in tale area sono destinati essenzialmente alla trasformazione sono stati presi in esame parametri che permettessero una valutazione sia della qualità nutrizionale intrinseca dei frutti che della loro idoneità alla trasformazione.

A questo scopo oltre alla determinazione della composizione in alcuni parametri di carattere generale per la valutazione qualitativa come il contenuto in acqua, in ceneri totali, l'acidità titolabile ed i solidi solubili, sono stati studiati quei costituenti che potrebbero essere maggiormente suscettibili di modificazioni, perché direttamente legati, oltre che alla natura del terreno ed alle condizioni agronomiche adottate, anche alla maturazione dei frutti e a specifiche funzioni delle piante, come contenuto in minerali, zuccheri, acidi organici, fibra alimentare ed in particolare i carotenoidi (α e β carotene, luteina, licopene, β criptoxantina) importanti sia come precursori della vitamina A che come antiossidanti e responsabili del colore, tutti componenti che possono avere una ricaduta sulla qualità globale dei vari prodotti.

L'attività ha inoltre riguardato la caratterizzazione organolettica dei campioni volta a determinare, attraverso panel test, i profili sensoriali descrittivi dei campioni e lo studio delle relazioni tra profili sensoriali e costituenti chimici responsabili della percezione del sapore dolce e acido.

CAMPIONAMENTO

Il piano di campionamento è stato definito in accordo con le strutture agronomiche locali.

Sono stati oggetto di studio i campioni di pomodoro, appartenenti alle *cv. Interpeel* e *cv. Brigade*, provenienti da colture ubicate nell'area di Valledolmo sulle due tipologie di terreno della zona, a fondo sabbioso ed argilloso, ed a differenti altitudini sul livello del mare (560, 760 e 850 m).

Sono stati inviati 12 campioni selezionati da 5 aziende locali (Tabella 1).

I campioni sono stati tutti raccolti a maturità commerciale ed inviati all'INRAN in condizioni refrigerate. I campioni sono stati tutti identificati, siglati, pesati e, dopo aver allontanato eventuali scarti (piccioli, frutti con muffe ed ammaccature), solo i pomodori integri sono stati selezionati, quindi ripesati, lavati con acqua deionizzata ed omogeneizzati usando un Waring Blender per costituire un pool per ogni campione (Tabella 2).

I rispettivi pool (12 pool) sono stati quindi in parte congelati ed in parte liofilizzati, a seconda delle determinazioni da condurre, e conservati a -30°C .

Tutte le analisi sono state effettuate in triplo.

Tabella 1. Schema del campionamento

		<i>Interpeel</i>						<i>Brigade</i>					
Terreno		Sabbioso			Argilloso			Sabbioso			Argilloso		
Altitudine		560	775	850	560	760	850	560	775	850	560	760	850
AZIENDA	FAVARI EMILIO		A										
	FAVARI EMILIO							B					
	ORAZIO DIBAUDO	C											
	RICOTTA GIUSEPPE				D								
	ORAZIO DIBAUDO										E		
	RICOTTA GIUSEPPE							F					
	LA FLACA			G									
	TARANTINO						H						
	RICOTTA SALVATORE					I							
	TARANTINO									L			
	LA FLACA SALVATORE												M
	RICOTTA SALVATORE											N	

Le altre valutazioni analitiche sono state effettuate su un totale di 8 campioni (2 varietà, 2 terreni e 2 altitudini), prendendo in considerazione i frutti provenienti dalla quota più bassa (560m.) e da quella più elevata del comprensorio (850 m.).

Nella Tabella 2 sono riportate alcune caratteristiche dei campioni sia relative alla loro area di produzione che più specifiche relative al campione inviato.

Tabella 2. Caratteristiche dei campioni

	varietà	terreno	azienda	altitudine	peso tot.	peso medio	n° bacche	scarto	scarto
	cv.			m	g	g		g	%
A	<i>Interpeel</i>	sabbioso	Favari	775	5427	91,2	60	9,5	0,2
B	<i>Brigade</i>	sabbioso	Favari	775	5260	77,3	68	12,0	0,2
C	<i>Interpeel</i>	sabbioso	Dibaudo	560	5426	72,3	75	58,7	1,1
D	<i>Interpeel</i>	argilloso	Ricotta	560	5280	80,0	66	7,3	0,1
E	<i>Brigade</i>	argilloso	Dibaudo	560	5482	87,0	63	85,2	1,6
F	<i>Brigade</i>	sabbioso	Ricotta	560	5576	87,1	64	144,4	2,6
G	<i>Interpeel</i>	sabbioso	La Placa	850	5242	90,6	58	13,0	0,2
H	<i>Interpeel</i>	argilloso	Tarantino	850	5236	95,3	55	5,0	0,1
I	<i>Interpeel</i>	argilloso	Ricotta	760	5360	88,4	61	32,4	0,6
L	<i>Brigade</i>	sabbioso	Tarantino	850	5281	81,6	65	23,2	0,4
M	<i>Brigade</i>	argilloso	La Placa	850	5827	83,6	70	25,1	0,4
N	<i>Brigade</i>	argilloso	Ricotta	760	5386	67,5	80	14,0	0,3

Metodi analitici

Il contenuto in umidità e ceneri è stato determinato secondo i metodi analitici ufficiali dell'AOAC (1999); l'acidità titolabile è stata misurata per titolazione a pH 8.1 con 0.1N NaOH su una soluzione di 5 gr di purea di pomodoro secondo i metodi analitici ufficiali dell'AOAC (1999) ed espressa come % di ac. citrico.

I solidi solubili sono stati determinati per rifrattometria ed espressi come °Brix. - Metodo di riferimento di Tateo (1978).

Il contenuto in carotenoidi, dopo estrazione con solvente THF/CH₂Cl₂, è stato determinato mediante RP-HPLC (Waters 996) equipaggiato con detector PAD applicando i metodi proposti da Hart et al. (1995) e da Tonucci et al. (1995).

La determinazione degli zuccheri è stata effettuata mediante HPLC con rivelatore ad indice di rifrazione, secondo il metodo di Baldini et al.(1996). Il campione omogenizzato (5 g) è stato estratto con una soluzione acetonitrile:acqua 1:1 (agitazione per 15 min). Dopo centrifugazione (15000 rpm, 10°C, 10 min) e filtrazione con filtri a siringa (0.20 µm) l'estratto è stato iniettato. La separazione cromatografica è stata effettuata mediante un sistema HPLC Hp 1100 Agilent, fornito di rivelatore ad indice di rifrazione, impiegando una colonna Pinnacle II Amino (5 µm, 4.6 x 150 mm) (Restek) con precolonna Pinnacle II Amino (5 µm, 4.6 x 10 mm), termostatate a 30 °C.

Condizioni cromatografiche: fase mobile acetonitrile:acqua 85:15, flusso 1 mL/min, volume iniettato 20 µL. La rivelazione dei componenti eluiti è stata effettuata mediante rivelatore ad indice di rifrazione. L'identificazione e la quantificazione dei composti è stata condotta impiegando soluzioni standard dei composti puri (Sigma Chemicals).

I risultati delle determinazioni del contenuto in zuccheri sono stati analizzati mediante analisi della varianza ad 1 via e test dei confronti multipli di Duncan ($P \leq 0.05$), per valutare la significatività statistica delle differenze osservate. La stessa procedura di analisi dei dati è stata seguita nel caso di acidi organici e fibra.

La determinazione degli acidi organici è stata effettuata mediante HPLC con rivelatore UV-Vis, secondo il metodo proposto da H.S. Lee,1993. Il campione omogenato è stato estratto in soluzione di acido metafosforico al 2%; l'estratto è stato successivamente centrifugato (15000 rpm, 4°C, 10 min), filtrato con filtri a siringa in cellulosa rigenerata (0.20 µm) e, quindi, iniettato. La separazione cromatografica è stata effettuata mediante il sistema HPLC specificato sopra, impiegando una colonna ReproSil-Pur C18-AQ (particle size 5 µm, 4.6 x 250 mm) con relativa precolonna (particle size 5 µm; 4.6 x 10 mm), termostatata a 35°C. Condizioni cromatografiche: flusso 1 mL/min, volume iniettato 20 µL, fase mobile: soluzione acquosa di H₃PO₄ all'1%. La rivelazione dei componenti eluiti è stata effettuata mediante UV-Vis a 214 nm. L'identificazione e la quantificazione dei composti è stata condotta impiegando soluzioni standard dei composti puri (Sigma Chemicals).

Il contenuto di fibra alimentare solubile, insolubile e totale è stato determinato con metodo enzimatico gravimetrico (AOAC, 1999).

Il contenuto in minerali, dopo mineralizzazione in forno a microonde con miscela acido nitrico ed acqua ossigenata, è stato determinato mediante spettrometria di emissione atomica (ICP-AES) utilizzando uno spettrometro Mod. Perkin-Elmer Optima 3200XL.

RISULTATI

Il contenuto in acqua, l'acidità titolabile ed i solidi solubili sono stati determinati sulla purea di pomodoro fresco, appena realizzati i pool, su tutti e 12 i campioni.

Queste valutazioni non hanno evidenziato differenze sostanziali tra i vari campioni della cv. *Brigade* e della cv. *Interpeel*.

Tabella 3. Parametri chimici

			altitudine	umidità	ceneri tot.	ac. titolabile	sol. solubili tot.
			m	%	%	% ac. citrico	° Brix
A	<i>Interpeel</i>	sabbioso	775	93,0±0,36	0,52±0,247	1,10	4,88
B	<i>Brigade</i>	sabbioso	775	93,3±0,20	0,48±0,073	1,22	4,88
C	<i>Interpeel</i>	sabbioso	560	93,6±0,41	0,66±0,113	1,20	4,88
D	<i>Interpeel</i>	argilloso	560	93,5±0,07	0,71±0,198	1,00	4,80
E	<i>Brigade</i>	argilloso	560	93,4±0,08	0,71±0,187	0,89	4,80
F	<i>Brigade</i>	sabbioso	560	93,6±0,05	0,78±0,262	0,92	4,80
G	<i>Interpeel</i>	sabbioso	850	93,9±0,13	0,66±0,127	0,96	5,20
H	<i>Interpeel</i>	argilloso	850	93,7±0,06	0,51±0,014	0,95	5,00
I	<i>Interpeel</i>	argilloso	760	93,8±0,09	0,54±0,014	1,19	5,28
L	<i>Brigade</i>	sabbioso	850	93,0±0,95	0,57±0,311	1,04	5,28
M	<i>Brigade</i>	argilloso	850	93,9±0,13	0,63±0,099	0,90	4,80
N	<i>Brigade</i>	argilloso	760	93,9±0,20	0,57±0,191	0,81	4,80

Il profilo di qualità delineatosi per i pomodori coltivati su terreni differenti è apparso sovrapponibile per quanto riguarda il contenuto in acqua e ceneri totali, acidità titolabile ed i solidi solubili totali (tab. 3). Le piccole differenze trovate sono per tutti i parametri studiati difficilmente correlabili ad una delle variabili prese in considerazione (cultivar, terreno, altitudine).

Nella tabella 4 sono riportati i risultati della determinazione degli zuccheri.

Tabella 4. Contenuto in zuccheri (g/100 g prodotto fresco, media e deviazione standard)

	C <i>Interpeel</i> Sabbioso 560 m	D <i>Interpeel</i> Argilloso 560 m	E <i>Brigade</i> Argilloso 560 m	F <i>Brigade</i> Sabbioso 560 m	G <i>Interpeel</i> Sabbioso 850 m	H <i>Interpeel</i> Argilloso 850 m	L <i>Brigade</i> Sabbioso 850 m	M <i>Brigade</i> Argilloso 850 m	F Anova
Fruttosio	1,88 ± 0,02 e	1,57 ± 0,01 b	1,66 ± 0,01 d	1,89 ± 0,01 ef	1,68 ± 0,02 d	1,92 ± 0,01 f	1,52 ± 0,01 a	1,61 ± 0,01 c	284,4 ***
Glucosio	1,62 ± 0,01 f	1,14 ± 0,01 b	1,26 ± 0,01 cd	1,46 ± 0,05 e	1,25 ± 0,02 c	1,31 ± 0,02 d	1,06 ± 0,01 a	1,21 ± 0,01 c	133,8 ***

*** Livello di significatività $P \leq 0,001$

In accordo con quanto riportato in letteratura (Davies J.N. & Hobson G.E., 1981) i principali zuccheri presenti nei campioni analizzati sono rappresentati da fruttosio e glucosio, con una prevalenza del primo in termini di concentrazione. Il contenuto in fruttosio varia da 1,52 a 1,92 g/100g di peso fresco, mentre quello in glucosio da 1,06 a 1,62 g/100g. Il contenuto in saccarosio era inferiore al limite di rivelazione del metodo analitico. Il contenuto totale variava tra 2,58 (campione L) e 3,50 g/100g (campione C). Inoltre, come indicato in tabella, si osservavano differenze significative tra i diversi campioni relativamente sia al contenuto in fruttosio che in glucosio. Il campione L si caratterizzava per i livelli più bassi sia in fruttosio che glucosio, mentre i campioni H e C mostravano il contenuto più elevato, rispettivamente, in fruttosio e in glucosio.

Nel confronto con i valori riportati nella letteratura internazionale bisogna tener presente la notevole variabilità di tale parametro, in funzione del grande numero di cultivar esistenti, oltre che di uno spettro molto ampio di condizioni ambientali e climatiche nelle quali viene effettuata la coltivazione del pomodoro. Ad ogni modo, Davies & Hobson (1981) hanno riportato per il contenuto in zuccheri totali un intervallo di variabilità da 1,66 a 3,99 g/100g nell'ambito di uno studio su 55 diversi genotipi. Le tabelle di composizione del USDA National Nutrient Database riportano i seguenti valori medi: fruttosio 1,37 g/100g, glucosio 1,25 g/100g (USDA National Nutrient Database, Release 17- 2004). Se si considerano, d'altra parte, varietà impiegate per la coltivazione invernale in Italia, per il contenuto totale in zuccheri sono stati riportati valori compresi tra 1,70 e 3,85 g/100g per tipologie di pezzatura medio-grande, e valori più elevati per tipologie "ciliegia" 4,15-6.60 g/100g (Paglierini E. et al., 2001). Pertanto, i livelli di concentrazione degli zuccheri rilevati nei campioni di pomodoro presi in esame risultano medio-elevati se rapportati a quelli delle comuni tipologie medio-grandi, mentre restano significativamente inferiori a quelli comunemente riscontrati nelle tipologie "ciliegia".

Nella tabella 5 è riportato il contenuto in acido malico, ascorbico e citrico dei campioni.

Tabella 5 Contenuto in acidi organici (mg/100g di peso fresco, media e deviazione standard)

	C Interpeel Sabbioso 560 m	D Interpeel Argilloso 560 m	E Brigade Argilloso 560 m	F Brigade Sabbioso 560 m	G Interpeel Sabbioso 850 m	H Interpeel Argilloso 850 m	L Brigade Sabbioso 850 m	M Brigade Argilloso 850 m	F Anova
Malico	62,6 ± 0,5 abc	61,6 ± 1,5 ab	64,6 ± 1,3 c	60,3 ± 0,3 a	69,4 ± 1,4 d	68,6 ± 1,8 d	63,1 ± 0,2 bc	60,9 ± 0,6 ab	19,13 ***
Ascorbico	26,7 ± 0,2 c	29,8 ± 0,5 d	25,7 ± 0,4 b	29,5 ± 0,4 d	26,5 ± 0,3 c	30,8 ± 0,3 e	20,5 ± 0,1 a	25,2 ± 0,1 b	214,00***
Citrico	573 ± 7 d	421 ± 7 a	472 ± 6 b	427 ± 6 a	518 ± 3 c	411 ± 5 a	486 ± 15 b	510 ± 4 c	113,43***

*** Livello di significatività P<0,001

I principali acidi organici determinati nei pomodori in esame erano il citrico ed il malico, conformemente a quanto riportato nella letteratura scientifica (Davies J.N. & Hobson G.E., 1981; Souci S. W., Fachmann W. and Kraut H. 1994). Il contenuto in acido citrico variava da 411 (campione H) a 573 mg/100g (campione C), quello in acido malico da 60,3 (campione F) a 69,4 mg/100g (campione G), mentre quello in acido ascorbico era compreso tra 20,5 (campione L) e 30,8 mg/100g (campione H). Tali intervalli di variazione rientravano in quelli più ampi riportati in letteratura: 135-675 mg/100g per il citrico, 21-225 mg/100g per il malico e 10-45 mg/100g per l'ascorbico (Davies J.N. & Hobson G.E., 1981). Si osservavano, inoltre, differenze significative tra i campioni relativamente al contenuto in tutti e tre i componenti. Per un livello relativamente elevato in acido citrico (>500 mg/100g) si caratterizzavano i campioni C, G ed M, mentre valori ridotti (<450 mg/100g) erano mostrati dai campioni D, F ed H. In conseguenza del contenuto relativamente elevato in acido citrico rispetto agli altri acidi, le differenze nel livello in acido citrico si riflettevano anche in parallele differenze nel contenuto totale in acidi organici. Da un punto di vista nutrizionale occorre osservare l'esistenza di differenze significative nel contenuto in acido ascorbico: i campioni D, F ed H presentavano i livelli più elevati (prossimi a 30 mg/100g), mentre il campione L (20,5 mg/100g) si caratterizzava per un contenuto significativamente inferiore a tutti gli altri campioni.

Nella tabella 6 è riportato il contenuto in fibra solubile, insolubile e totale.

Tabella 6 Contenuto in fibra (g/100g di peso fresco, medie e deviazioni standard)

	C	D	E	F	G	H	L	M	F Anova
	Interpeel Sabbioso 560 m	Interpeel Argilloso 560 m	Brigade Argilloso 560 m	Brigade Sabbioso 560 m	Interpeel Sabbioso 850 m	Interpeel Argilloso 850 m	Brigade Sabbioso 850 m	Brigade Argilloso 850 m	
Fibra solubile	0,41 ± 0,01 d	0,50 ± 0,01 c	0,29 ± 0,01 e	0,30 ± 0,01 e	0,57 ± 0,02 b	0,40 ± 0,01 d	0,65 ± 0,04 a	0,37 ± 0,04 d	38,47***
Fibra insolubile	1,06 ± 0,01 b	1,12 ± 0,03 a	1,16 ± 0,01 a	1,04 ± 0,01 b	0,89 ± 0,03 c	1,12 ± 0,01 a	1,13 ± 0,01 a	1,05 ± 0,03 b	63,55***
Fibra totale	1,47 ± 0,02 cd	1,62 ± 0,01 b	1,45 ± 0,01 cd	1,34 ± 0,01 e	1,47 ± 0,05 cd	1,52 ± 0,01 c	1,78 ± 0,03 a	1,42 ± 0,06 d	38,26***

*** Livello di significatività P<0,001

I valori di questi parametri appaiono in linea con quanto riportato nelle "Tabelle di Composizione degli Alimenti" dell'INRAN (Aggiornamento 2000) sui pomodori, oscillando tra 1.34 e 1.78 g/100g per la fibra totale, 0.29 e 0.65 (g/100g) per la fibra solubile e 0.89 e 1.16 (g/100g) per quella insolubile.

I risultati dell'analisi statistica mostrano una grande variabilità dei dati che si traduce nell'esistenza di numerose differenze tra i campioni, difficilmente ricollegabili in modo univoco all'effetto delle variabili in gioco (risultati dell'Anova a 1 via).

Tabella 7. Contenuto in minerali (mg/100g campione fresco)

	varietà	terreno	altitudine	Ca	Fe	Mn	P	Zn	K	Mg	Cu
	cv.		m								
C	Interpeel	sabbioso	560	8,41	0,36	0,04	21,97	0,17	250,06	11,46	0,08
D	Interpeel	argilloso	560	7,36	0,37	0,04	23,83	0,21	241,82	12,08	0,09
E	Brigade	argilloso	560	8,60	0,40	0,06	19,06	0,19	247,88	12,78	0,09
F	Brigade	sabbioso	560	10,89	0,48	0,07	24,28	0,23	308,72	14,88	0,10
G	Interpeel	sabbioso	850	8,41	0,37	0,05	28,93	0,16	276,56	11,03	0,05
H	Interpeel	argilloso	850	8,95	0,69	0,05	19,61	0,19	263,13	12,86	0,09
L	Brigade	sabbioso	850	8,93	0,29	0,04	17,38	0,14	222,91	10,20	0,07
M	Brigade	argilloso	850	8,15	0,22	0,04	16,97	0,15	216,57	9,83	0,07

Il contenuto in minerali, pur rispecchiando i valori medi riportati in letteratura per questo tipo di prodotto, presenta una discreta variabilità, e per alcuni minerali, come il fosforo ed il potassio, sembrerebbero esserci differenze legate al tipo di terreno. In questo settore una sperimentazione più puntuale che tenga conto anche del tipo di trattamenti adottati potrebbe dare indicazioni più precise e stabilire eventuali correlazioni tra tipo di terreno e contenuto in minerali del prodotto.

Composizione in carotenoidi - Per quanto riguarda il contenuto in carotenoidi (Tab.8) i risultati da noi trovati hanno messo in evidenza per tutti i frutti studiati valori molto elevati (superiori anche al doppio) per quanto riguarda il contenuto in licopene (da 14,12 a 17,66 mg/100g) rispetto ai valori riscontrati in altre varietà di pomodori (Tab.9). Il licopene è il carotenoide più abbondante nel pomodoro, ed essendo localizzato principalmente nella buccia, è il responsabile dell'intensa colorazione rossa. Inoltre è il carotenoide più sensibile al processo di maturazione e, sia temperature superiori ai 30° così come una eccessiva esposizione alla luce, ne possono inibire la sintesi (Britton G., 1998); l'altissima concentrazione trovata in tutti i campioni, indica non solo la raggiunta maturazione dei frutti, ma anche una possibile perdita parziale di alcune attività enzimatiche (es. ciclasi) che controllano la conversione del licopene negli altri carotenoidi (Beecher G.R., 1998). I maggiori contenuti in licopene trovati nei pomodori seccagni non sembrano dipendere né dalla altitudine né dal tipo di terreno, mentre sembrerebbero maggiormente correlabili ad un fattore riguardante la cultivar (la cv. Brigade mostra i valori più alti), ma i dati a disposizione non permettono una risposta statisticamente significativa.

Per quanto riguarda i contenuti in β -carotene (da 366 a 570 $\mu\text{g}/100\text{g}$) e in luteina (da 63.8 a 132.16 $\mu\text{g}/100\text{g}$), i valori trovati sono piuttosto bassi ed inferiori a quelli riguardanti altre varietà di pomodoro (tab. 4). Nelle due cultivar di pomodoro "seccagno" non è stata riscontrata la presenza di α -carotene e questo carotenoide non è quindi stato riportato in tabella.

Il nostro studio ha inoltre evidenziato una maggiore concentrazione di β carotene nei campioni coltivati a 850m s.l.m. rispetto a quelli coltivati alla quota inferiore (560m) ma indipendente sia dalla cultivar che dal tipo di terreno utilizzato. Tali differenze non sono imputabili al contenuto in acqua, i cui valori trovati sono assolutamente omogenei, ma potrebbero indicare una risposta agli effetti prodotti da temperature e/o da diverse esposizione alla luce a quote di produzione differenti..

Questi dati sembrerebbero indicare che in queste due cultivar di pomodori le attività β -ciclasica, che trasforma il licopene in β -carotene è molto ridotta e fortemente influenzata dalle condizioni pedoclimatiche; non è stata trovata però nessuna correlazione significativa tra il contenuto in licopene e quello degli altri carotenoidi.

Tab.8 Contenuto in carotenoidi (per 100g s. f.)

			altitudine	umidità	luteina	β - criptoxantina	licopene	β - carotene	Vit. A
	cv.		m	%	μg	μg	mg	μg	Ret. equiv. μg
C	<i>Interpeel</i>	sabbioso	560	104,23±47,99	328,73±57,55	17,02±1,74	399,52±92,0	94	104,23±47,99
D	<i>Interpeel</i>	argilloso	560	83,46±25,49	291,92±22,61	14,1±21,44	366,72±51,98	85	83,46±25,49
E	<i>Brigade</i>	argilloso	560	99,77±13,26	351,96±99,87	17,29±1,03	402,12±17,68	96	99,77±13,26
F	<i>Brigade</i>	sabbioso	560	63,77±17,63	386,34±56,08	15,34±2,30	375,02±35,88	95	63,77±17,63
G	<i>Interpeel</i>	sabbioso	850	132,16±24,11	314,09±39,93	14,67±2,06	520,24±17,39	113	132,16±24,11
H	<i>Interpeel</i>	argilloso	850	110,08±11,37	300,57±62,56	14,35±2,07	449,34±45,78	100	110,08±11,37
L	<i>Brigade</i>	sabbioso	850	97,13±35,82	311,00±43,56	16,81±2,91	569,13±82,81	121	97,13±35,82
M	<i>Brigade</i>	argilloso	850	79,66±5,01	343,02±15,78	17,66±1,46	522,87±65,82	116	79,66±5,01

Tab. 9 Contenuti in carotenoidi di diverse varietà di pomodori (100g s. f.)

varietà	n°	umidità	luteina	licopene	β -carotene	Vit. A
		%	μg	mg	μg	Ret. equiv. μg
San Marzano	3	93,9-95,3	150-190	6,3-8,1	340-630	57-105
ciliegiino	4	91,3-93,7	110-200	4,4-7,0	1000-1730	167-288
da insalata	3	93,9-94,6	180-230	1,3-2,1	580-960	97-160
rossi a grappolo	1	94,2	130	6,1	750	125

Diete ricche in frutta e verdura sono associate con la riduzione dell'incidenza di alcune malattie (tumori e malattie cardiovascolari) e le attuali indicazioni nutrizionali ne suggeriscono il consumo di cinque porzioni al giorno. Le ultime ricerche hanno focalizzato l'attenzione proprio su alcuni carotenoidi della dieta e sul ruolo che essi svolgono come antiossidanti biologici e regolatori del sistema immunitario.

Gli alti livelli di licopene riscontrati in questi campioni rende quindi questi prodotti particolarmente interessanti, tenendo presente infatti la buona correlazione che è stata trovata tra diete ricche in licopene e riduzione del rischio di sviluppare il tumore della prostata (Giovannucci et al. 1995).

Da un punto di vista nutrizionale, i carotenoidi occupano un ruolo fondamentale nell'apporto vitaminico in quanto rappresentano un'importante fonte di vitamina A. Come unità di misura della vit. A viene usato il retinolo equivalente (R.E.) che può essere ottenuto dalla conversione dei carotenoidi, tra cui il β -carotene è la principale fonte. Il valore del R.E. si calcola utilizzando 1/6 del valore di β carotene equivalente, che si ottiene a sua volta sommando le diverse attività vitaminiche dei singoli carotenoidi (β -carotene = 100%; α -carotene e criptoxantina = 50%; licopene e luteina = 0%).

Analizzando i valori di retinolo equivalente, ottenuti convertendo i carotenoidi determinati, i pomodori coltivati in regime "seccagno" non sembrano risentire né della cultivar né della tipologia di terreno di produzione (sabbioso o argilloso), mentre è possibile che, riguardo il contenuto di vit. A, essi siano influenzati dai fattori climatici differenti ad altitudini diverse (temperatura, tipo/tempo di esposizione al sole), essendo stati riscontrati valori maggiori per quei frutti cresciuti alla altitudine superiore (850m).

Conclusioni

La valutazione degli indicatori chimici presi in esame ha permesso di evidenziare differenze notevoli, spesso anche significative, tra i campioni in studio, differenze peraltro difficilmente ricollegabili in modo univoco all'effetto delle variabili prese in esame (terreno, altitudine, cultivar) come per quanto riguarda il contenuto in zuccheri, acidi organici, fibra.

Per quanto riguarda il contenuto in minerali sembrano riscontrarsi correlazioni tra tipologia di terreno e contenuto in alcuni elementi, come fosforo e potassio che, sulla base del presente piano sperimentale, non permettono di arrivare a conclusioni definitive ed una ripetizione della sperimentazione per anni successivi, secondo un piano sperimentale appositamente disegnato, potrebbe risultare interessante.

Considerazioni a parte si possono fare per i carotenoidi, composti per i quali sono stati osservati comportamenti di particolare interesse.

Per il licopene, per tutti i campioni studiati, è stato riscontrato un valore molto elevato rispetto ai dati di letteratura per altre cultivar, che sembrerebbe maggiormente correlato ad un fattore cultivar piuttosto che terreno o altitudine, mentre per il β -carotene le differenze sembrerebbero più correlate al fattore altitudine piuttosto che varietà o terreno.

Considerando l'importanza dei carotenoidi non solo dal punto di vista nutrizionale (come precursori della vit. A e come antiossidanti) ma anche dal punto di vista commerciale essendo il licopene responsabile del colore, una ripetizione della sperimentazione sarebbe auspicabile per chiarire le correlazioni.

Caratterizzazione sensoriale dei campioni

Metodo

Per la caratterizzazione sensoriale dei campioni di pomodoro è stato utilizzato il metodo del profilo sensoriale descrittivo che prevede la partecipazione di un panel di giudici esperti atto alla valutazione delle caratteristiche sensoriali di un prodotto, nell'ordine in cui queste vengono percepite, e nel misurarne l'intensità.

I test sono stati condotti in un laboratorio di analisi sensoriale attrezzato con cabine di assaggio individuali e conforme alla norma UNI ISO 8589 – Analisi sensoriale – Criteri generali per la progettazione di locali destinati all'analisi sensoriale.

Le prove sono state eseguite da un panel di 9 assaggiatori, addestrati secondo la norma ISO 8586 – Sensory analysis – General guidance for the selection, training and monitoring of assessors. Part 1: Selected assessors. Part 2: Experts.

Il profilo sensoriale descrittivo dei campioni di pomodoro è stato sviluppato secondo le procedure descritte nella norma ISO 13299 Sensory analysis - Methodology - General guidance for establishing a sensory profile, 1998. Gli assaggiatori, per misurare l'intensità di percezione di ciascun parametro sensoriale (descrittore), hanno utilizzato una scala lineare di 150mm, non strutturata ed a nove punti.

Training dei partecipanti

L'addestramento specifico sul prodotto "pomodoro" si è visto agevolato dall'attività svolta dal panel nel corso di un altro progetto di ricerca. Infatti, nel mese di settembre, lo stesso panel di giudici ha proceduto alla valutazione sensoriale di quattro ecotipi di pomodoro campano (*S. Marzano, Corbarino, Vesuviano e Sorrento*) e omologhi prodotti commerciali (*Ranco, Faino, Principe Borghese e Cuore di Bue*). Ad integrazione di tale esperienza, un'ulteriore sessione di addestramento è stata svolta con campioni rappresentativi di tutte le variabili considerate nel presente studio, allo scopo di garantire l'affinamento dei descrittori da utilizzare nel profilo.

L'addestramento comprendeva:

- (a) una sessione per l'acquisizione di familiarità con le caratteristiche di aroma/gusto e consistenza del prodotto, per la creazione di un vocabolario di termini sensoriali, e per giungere alla definizione degli stessi;
- (b) una sessione per la riduzione della lista dei termini di cui al punto (a), per l'elaborazione del profilo sensoriale, nonché per il raggiungimento di un consenso sui descrittori, l'intensità e l'ordine in cui ciascuno di loro si manifestava;
- (c) una sessione, di ca. 30 minuti, dedicata alla calibrazione del panel.

I campioni destinati alle valutazioni sensoriali sono stati lavati, asciugati e immediatamente sottoposti ad analisi.

Durante le sessioni di addestramento, il panel valutava i campioni individualmente, eseguendo le registrazioni su carta. Dopo le valutazioni individuali veniva aperto un dibattito tra i partecipanti durante il quale erano riportate e discusse le osservazioni di ciascun giudice, nonché risolte eventuali discrepanze nell'uso del vocabolario e della scala di valutazione. Gli assaggi sono stati ripetuti fino al raggiungimento di un consenso unanime del gruppo. I descrittori scelti, le definizioni corrispondenti ed i valori estremi della scala utilizzata dal panel per la misura dell'intensità di percezione di ciascun parametro (scala lineare di 150mm, non strutturata ed a nove punti), sono riportati nella *tabella 10*.

Tabella 10

	Descrittore	Definizione	0	9
Odore	<i>Fruttato</i>	intensità dell'odore del frutto raccolto alla giusta maturazione percepito attraverso il senso dell'olfatto	assente	intenso
	<i>Erbaceo</i>	aroma di erba tagliata percepito attraverso il senso dell'olfatto	assente	intenso
	<i>Diacetile</i>	aroma di diacetile percepito attraverso il senso dell'olfatto nel frutto sopramaturo	assente	intenso
Aspetto	<i>Quantità di acqua</i>	quantità di acqua contenuta nelle cavità all'interno della bacca e rilasciata con il taglio	assente	abbondante
	<i>Semi</i>	quantità di semi contenuti nella bacca	assenti	molti
	<i>Spessore polpa</i>	spessore della polpa della bacca	sottile	spessa
Sapor	<i>Dolce</i>	sapore fondamentale provocato dai carboidrati presenti nel frutto	assente	intenso
	<i>Salato</i>	sapore fondamentale provocato dai sali minerali	assente	intenso
	<i>Acido</i>	sapore fondamentale provocato da acidi	assente	intenso
Flavour	<i>Globale</i>	complesso degli stimoli retrofattivi, gustativi, tattili e chinestetici percepiti contemporaneamente	assente	intenso
	<i>Fruttato</i>	intensità dell'aroma del frutto raccolto al giusto grado di maturazione percepito per via retrofattiva	assente	intenso
	<i>Erbaceo</i>	aroma di erba tagliata percepito per via retrofattiva	assente	intenso
Consistenza	<i>Succosità</i>	sensazione di umido provocata dal rilascio di acqua dal prodotto con la compressione della bacca tra i denti molari	scarsa	abbondante
	<i>Consistenza</i>	forza richiesta per comprimere il frutto tra i denti molari	molle	soda
	<i>Farinosità</i>	sensazione tattile percepita principalmente nella lingua e palato durante la masticazione	non farinoso	farinoso
	<i>Spessore buccia</i>	spessore e durezza della pellicola di rivestimento della bacca, percepita durante la masticazione	sottile	spessa, coriacea

Esecuzione dei test

Le sessioni di valutazione sono state eseguite i due giorni successivi all'arrivo del set di campioni. Ciascun giorno di analisi era costituito da due sessioni di circa 90 minuti ciascuna. Per ogni campione sono state eseguite misure in doppio e la quantità di campione assegnata a ciascun assaggiatore era, per ogni replica, di 2 frutti.

In genere, ciascun giudice divideva ognuno dei frutti a metà, lungo il lato longitudinale, e valutava gli attributi di natura olfattiva (odore fruttato, od. erbaceo e aroma di diacetile). Successivamente, procedeva a dividere ciascuna metà, sempre secondo il lato lungo e valutava le caratteristiche visive (parametri di aspetto); di seguito, si procedeva all'assaggio vero e proprio di una porzione equivalente ad un ottavo della bacca (ca. 10 g) ed erano testate l'intensità di percezione di ciascun sapore fondamentale, così come le caratteristiche aromatico-gustative (flavour) e quelle inerenti la texture. All'interno di ciascuna sessione l'ordine di valutazione dei campioni era variato tra gli assaggiatori (distribuzione "random") allo scopo di correggere eventuali errori di valutazione dovuti all'ordine di presentazione dei prodotti ed all'effetto "primo campione".

I campioni sono stati codificati con codici a tre cifre. Durante le valutazioni, fra un campione e quello successivo, erano serviti dei crackers e dell'acqua minerale a basso tenore in sali al fine di procurare il risciacquo del cavo orale. E' stata inoltre effettuata una classificazione dei campioni in funzione di alcune caratteristiche morfologiche.

Risultati

La classificazione dei campioni in virtù delle relative caratteristiche morfologiche è riportata nella *tabella 11*

Tabella 11

1	Forma in sezione longitudinale	<i>cilindrica</i>	<i>ovata</i> A, N, I	<i>lievemente appiattita</i> B, F	<i>tonda</i>
2	Depressione dell'attacco peduncolare	<i>Assente</i> B, A	<i>Media</i> N, I, F		
3	Forma dell'apice	<i>da depresso ad appiattito</i>	<i>Appiattito</i> A, N, I, F	<i>da appiattito ad appuntito</i> B	<i>Appuntito</i>
4	Spessore del pericarpo	fine	medio	spesso	B=1cm, A=7mm N=8mm, F=7mm I=8mm
5	Numero di logge		<i>2 e 3</i> B	<i>3</i> F, A, N, I	<i>>3</i>
6	Colore a maturazione	<i>Rosso</i> B, A, N, I, F	<i>rosa (vinato)</i>		
7	Colore della polpa (a maturazione)	<i>Rosso</i> B, A, N, I, F	<i>rosa (vinato)</i>		
8	Compattezza	<i>Molle</i> A	<i>Medio</i> B, N, F	<i>Compatto</i> I	

Per quanto riguarda l'analisi descrittiva quantitativa, per ciascuno dei sedici descrittori sensoriali selezionati, sono state mediate le repliche dei valori di intensità assegnati dagli assaggiatori ai diversi campioni, con lo scopo di elaborare l'analisi della varianza ad un criterio di classificazione (ANOVA 1) ed il test dei confronti multipli di Duncan. Quest'elaborazione aveva lo scopo di evidenziare l'esistenza di eventuali differenze tra i campioni, misurarne la significatività, nonché identificare gli eventuali campioni su cui risiedevano le differenze significative (*tabella 7*).

Dal test statistico *F* sono state riscontrate differenze significative per 11 delle 16 variabili sensoriali selezionate. Dai confronti multipli, inoltre, è possibile evidenziare quale/i campione/i era significativamente differente, per un determinato parametro sensoriale, rispetto ad uno o più campioni del set studiato.

L'aroma diacetile, gli spessori della polpa e della pelle, nonché i sapori salato ed acido erano percepiti con intensità pressoché analoga in tutti i campioni.

L'odore fruttato era in genere più marcato nei campioni Brigade che in quelli Interpeel. Si è riscontrato che tale attributo era più elevato nei campioni provenienti dalle quote più alte (> 700 m). Anche la quantità di acqua e quella di semi sono risultati, in linea di massima, superiori nei campioni relativi alla varietà Brigade, rispetto a quelli Interpeel.

Per quanto riguarda le caratteristiche aromatico-gustative, l'intensità di flavour globale e flavour fruttato era percepita in tutti i campioni con analoga intensità, ad eccezione dei campioni di entrambi le varietà, provenienti da terreni argillosi ubicati nella quota 760m, la cui intensità era minore. Il flavour erbaceo era significativamente minore nel campione Interpeel coltivato in terreno sabbioso a 775m., rispetto al resto dei campioni.

La succosità era significativamente minore nei campioni Interpeel coltivati in entrambi i terreni, nella quota 850.

Per ultimo, la farinosità è stata percepita con minor intensità nei campioni Brigade coltivati in terreni argillosi siti in tutte le altitudini studiate, rispetto al resto dei campioni.

Tabella 12

Terreno	Interpeel						Brigade						F. Sig
	Sabbia			Argilla			Sabbia			Argilla			
Altitudine	560	775	850	560	760	850	560	775	850	560	760	850	
<i>Odore Fruttato</i>	5.5 (0.8) abc	5.8 (0.6) abcd	5.3 (1.0) ab	5.5 0.9 abc	5.2 0.9 a	5.4 0.8 abc	5.3 0.9 ab	6.0 0.8 cd	6.2 0.6 d	5.5 0.9 abc	5.4 0.9 abc	5.9 0.8 bcd	2.41 ***
<i>Odore Erbaceo</i>	1,9 (0,7) ab	1,8 0,6 a	2,4 0,9 c	2,1 0,9 abc	2,1 0,6 abc	2,4 0,7 bc	2,1 0,6 abc	2,3 0,5 bc	2,0 0,6 ab	2,3 0,8 abc	2,3 0,6 bc	1,8 0,6 a	2.14 *
<i>Diacetile</i>	0,6 0,8	0,5 0,8	0,4 0,6	0,5 0,8	1,0 0,9	0,4 0,7	0,5 0,7	0,4 0,8	0,6 0,8	0,3 0,6	0,4 0,6	0,7 0,7	1.17 ns
<i>Quantità di acqua</i>	3,0 0,8 bcd	2,6 0,7 abc	2,6 0,8 abc	2,5 0,8 ab	2,5 0,6 ab	2,3 0,7 a	3,3 0,9 d	3,0 0,6 bcd	2,9 0,8 bcd	3,1 0,8 cd	2,5 0,9 ab	2,7 0,6 abc	2.97 **
<i>Quantità di semi</i>	2,8 0,6 ab	2,7 0,7 a	3,2 0,6 abcde	3,2 0,7 abc	3,2 0,8 abcd	3,1 0,8 abc	3,5 0,8 cde	3,7 0,8 e	3,7 0,8 de	3,4 0,7 cde	3,3 0,6 bcde	3,6 0,8 cde	3.61 ***
<i>Polpa</i>	6,2 0,9	5,9 0,7	5,8 0,6	5,8 0,7	5,8 0,9	5,9 0,6	6,1 0,6	5,5 0,9	5,8 0,8	6,1 0,8	5,7 0,7	6,0 0,8	1.00 ns
<i>Dolce</i>	4,8 0,9 d	4,4 0,8 cd	3,8 0,8 abc	4,2 1,0 cd	3,3 0,7 a	4,3 0,8 cd	4,2 0,9 cd	4,2 0,9 cd	4,2 1,0 cd	3,9 0,8 bc	4,0 0,8 c	3,3 0,7 ab	4.47 ***

Nelle righe, a lettere diverse corrispondono campioni significativamente differenti (Duncan, p=0.05)

*** = p ≤ 0,001; ** = p ≤ 0,01; * = p ≤ 0,05

Tabella 12 (continuazione)

Terreno	Interpeel						Brigade						F. Sig
	Sabbia			Argilla			Sabbia			Argilla			
Altezza	560	775	850	560	760	850	560	775	850	560	760	850	
<i>Salato</i>	1,9 0,6	1,8 0,7	2,0 0,7	1,8 0,9	2,2 0,8	2,0 0,5	1,9 0,7	2,0 0,5	2,5 0,7	2,0 0,7	2,3 0,7	2,1 0,8	1.53 ns
<i>Acido</i>	1,4 0,9	1,1 0,9	1,3 0,8	1,2 0,8	1,8 0,6	1,2 0,8	1,1 0,8	1,2 0,6	1,6 0,8	1,2 0,8	1,7 0,7	1,4 0,9	1.64 ns
<i>Intensità flavour globale</i>	5,8 0,8 c	6,0 0,8 c	5,6 0,7 bc	5,6 0,9 bc	4,8 0,8 a	5,5 0,8 bc	5,8 0,7 c	5,8 0,7 c	5,8 0,6 c	5,8 0,9 c	5,2 0,7 ab	5,5 0,9 bc	3.14 ***
<i>Flavour fruttato</i>	5,1 0,9 c	5,5 0,7 c	4,9 0,9 bc	5,2 0,9 c	4,2 0,9 a	5,4 0,7 c	5,2 0,9 c	5,5 0,7 c	5,3 0,6 c	5,0 0,8 bc	4,5 0,9 ab	4,9 0,9 bc	4.41 ***
<i>Flavour erbaceo</i>	2,1 0,7 bcd	1,4 0,4 a	2,3 0,9 bcde	2,5 0,7 bcde	2,4 0,7 bcde	2,6 0,7 cde	2,0 1,0 b	2,2 0,6 bcd	2,1 0,7 bc	2,6 0,6 de	2,7 0,6 e	2,2 0,7 bcde	4.24***
<i>Succosità</i>	4,1 0,7 ab	4,4 0,8 abc	3,8 0,7 a	4,1 0,8 ab	4,3 0,9 abc	4,0 0,9 a	4,8 0,9 cd	4,3 0,8 abc	4,4 0,8 abc	5,1 0,7 d	4,7 0,9 bcd	4,4 0,9 abc	3.36 ***
<i>Consistenza</i>	4,4 0,9 a	4,2 0,5 a	4,6 0,5 ab	4,6 0,9 abc	4,2 0,8 a	4,7 0,7 abc	4,7 0,6 abc	4,6 0,8 abc	5,2 0,9 c	5,0 0,8 bc	4,8 0,9 abc	4,5 0,8 ab	2.63 **
<i>Farinosità</i>	2,4 0,7 def	2,7 0,8 f	2,1 0,8 cde	1,8 0,8 cd	1,8 0,9 cd	2,6 0,7 ef	2,6 0,6 ef	2,1 0,6 cde	1,8 0,8 c	1,1 0,9 a	1,2 0,9 ab	1,6 0,9 bc	8.21 ***
<i>Spessore della pelle</i>	4,5 0,9	4,3 0,7	4,3 0,8	4,6 0,9	4,6 0,8	4,1 0,6	4,6 0,7	4,5 0,8	4,4 0,8	4,9 0,8	5,0 0,9	4,7 0,9	1.79 ns

Nelle righe, a lettere diverse corrispondono campioni significativamente differenti (Duncan, p=0.05)

*** = $p \leq 0,001$; ** = $p \leq 0,01$; * = $p \leq 0,05$

STUDIO DELLE RELAZIONI FRA PROFILI SENSORIALI, COSTITUENTI CHIMICI

Sono state utilizzate, altresì, tecniche di statistica multivariata, quale l'analisi delle componenti principali (PCA), che permette di evidenziare, mediante la rappresentazione di opportuni grafici, le mutue relazioni esistenti fra variabili di diversa natura. Lo scopo era di cercare un modello bidimensionale capace di descrivere al meglio la struttura dei dati originati dall'analisi sensoriale (descrittori del profilo) e dall'analisi chimica (glucosio, fruttosio, ac. citrico, ac. malico, ac. ascorbico e fibra). Sono stati ricavati, quindi, dei pesi fattoriali (loading) corrispondenti a ciascuna variabile originaria, che indicavano il maggior o minor contributo delle stesse nel definire ciascuna componente principale.

Nella *figura 1* è mostrata la proiezione delle variabili sensoriali e analitiche sul piano formato dalle prime due componenti principali. L'elaborazione è stata effettuata prendendo in considerazione soltanto quei parametri che si sono rivelati significativi all'ANOVA 1, includendo il sapore dolce (ns) per visualizzarne la correlazione con i carboidrati determinati analiticamente.

Nella *figura 2*, invece, sono proiettati i campioni sullo stesso piano di cui alla figura 1.

figura 1

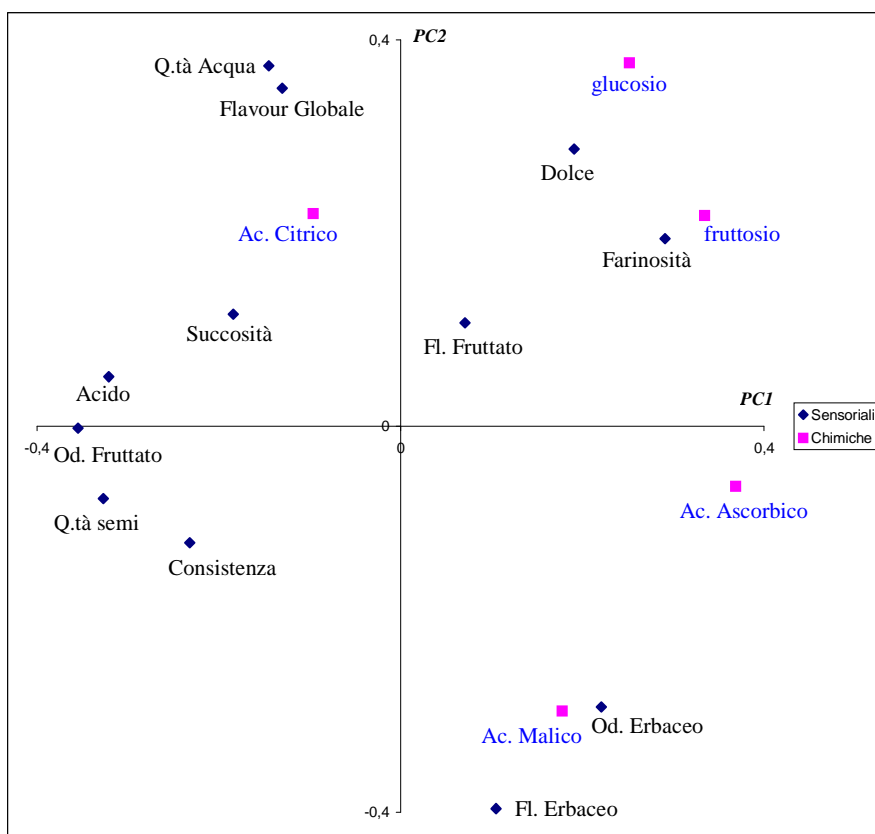
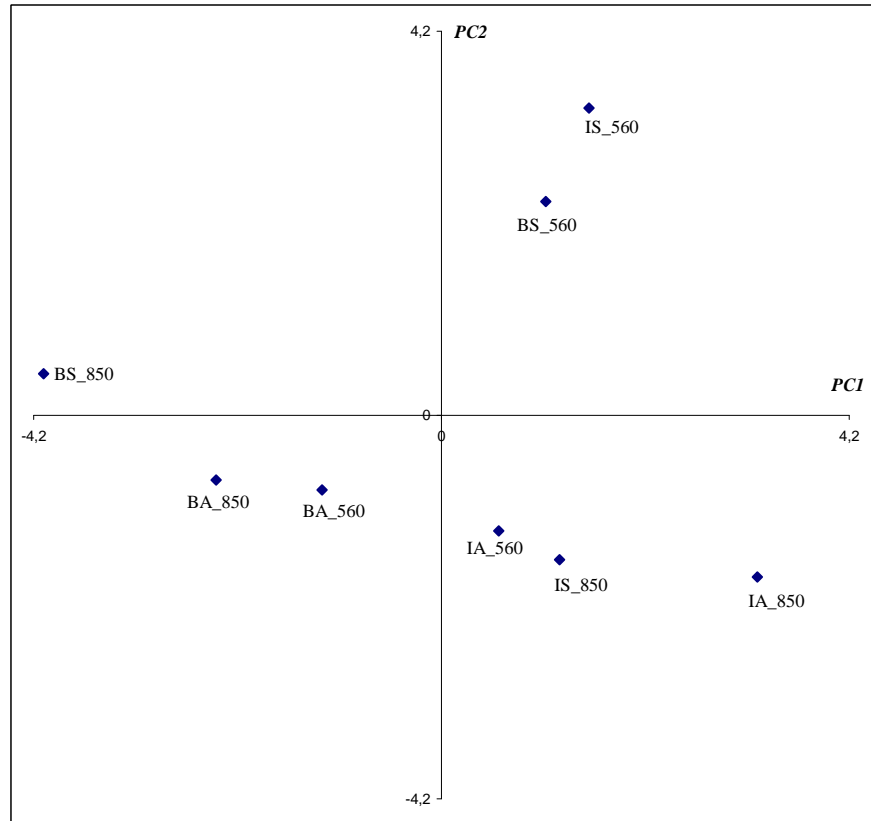


figura 2



Dai grafici si può notare la correlazione esistente fra il sapore dolce e le variabili “glucosio” e “fruttosio”. I campioni della quota 560m di entrambe le varietà, coltivate su terreni sabbiosi, sono caratterizzate da un maggior contenuto di glucosio e fruttosio.

La variabile “acido ascorbico”, mostrava peso fattoriale alto e positivo sulla prima componente principale, mentre “sapore acido”, “odore fruttato” e “quantità di semi” mostravano loadings alti e negativi sulla stessa componente. Queste variabili contribuivano in modo rilevante a spiegare le differenze tra varietà e terreno, rispetto alla stessa quota (850). Infatti, il campione Interpeel coltivato in terreno argilloso a 850m è caratterizzato dal più elevato contenuto in ac. ascorbico, così come il campione Brigade, coltivato in terreno sabbioso alla stessa quota è caratterizzato da più quantità di semi e da sapore acido ed odore fruttato più marcati.

Bibliografia

- AOAC: "Official Methods of Analysis", 16th ed.; *Ass. Off. Anal. Chem.*, Arlington, VA (1999)
- AOAC - Official Methods of Analysis of AOAC International. Vol. II, n. 991.43. 16th Edition, (1999).
- Baldini et al. "Carboidrati singoli o in miscela – Metodo per HPLC" in *Metodi di analisi utilizzati per il controllo chimico degli alimenti. Rapporto ISTISAN 96/34*, Istituto Superiore di Sanità, pg.66. (1996)
- Beecher, G.R., *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 218 (2), 98 ss (1998)
- Britton, G., *Carotenoids*, 3, 13 ss (1998)
- Davies J.N. & Hobson G.E., "The constituents of tomato fruit. The influence of environment, nutrition and genotype" *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 15, 205-280, 1981
- Giovannucci E. *J Natl Cancer Inst* 91, 307-31 (1999)
- Hart D.J., Scott K.J. *Food. Chem.*, 54, 101 (1995)
- Lee H.S., "HPLC method for separation and determination of nonvolatile organic acids in orange juice." *J. Agr. Food Chem.* 1993, 41, 1991-1993.
- Pagliarini E., Monteleone E. & Ratti S., "Sensory profile of eight tomato cultivars (*Lycopersicon esculentum*) and its relationship to consumer preference" *Ital. J. Food Sci.*, 13, 285-296, 2001
- Rubinson & Rubinson "Chimica Analitica Strumentale", Ed. Zanichelli, (2002)
- Tateo F. "Analisi dei prodotti alimentari" Ed. Chiriotti (1978)
- Tonucci L. H., Holden J. M., Beecher G. R., Khachik F., Davis C. S., Mulokozi G. J. *Agric. Food Chem.*, 43, 579 (1995)
- Souci S. W., Fachmann W. and Kraut H. *Food Composition and Nutrition Tables*. 5th Edition 1994, Medpharm Scientific Publishers, Stuttgart

PARTECIPANTI ALLA RICERCA

Responsabile della ricerca : Dr.Luisa Marletta

Composizione chimica degli alimenti:

Dr. Marina Carbonaro

Dr.Massimo Lucarini

Dr. Laura D'Evoli

Altero Aguzzi

Paolo Gabrielli

Qualità organolettica degli alimenti:

Dr.Flavio Paoletti

Dr.Antonio Raffo

Nicoletta Nardo

Aldo Bertone

Laboratorio di analisi sensoriale:

Dr.Fiorella Sinesio

Dr. F. Javier Comendador

Elisabetta Moneta

Marina Peparajo

n. 9 assaggiatori addestrati.