

C. MIGLIORI¹,
L.F. DI CESARE¹,
G. CAMPANELLI²,
V. FERRARI²

Coltivazione biologica: qualità nutraceutica-alimentare di alcune orticole

PROGRESS IN NUTRITION
VOL. 12, N. 3, 246-260, 2010

TITLE

Organic farming:
nutraceutical-alimentary
quality of some vegetables

KEY WORDS

Volatile substances, soluble sugars,
organic acids, glucosinolates,
vitamin C, lycopene, GC/MS and
HPLC analysis

PAROLE CHIAVE

Sostanze volatili, zuccheri solubili,
acidi organici, glucosinolati,
vitamina C, licopene, analisi
GC/MS ed HPLC

¹C.R.A.- I.A.A.- Unità di Ricerca
per i Processi dell'Industria
Agro-Alimentare, Milano
²C.R.A.- O.R.A.- Unità di Ricerca
per l'Orticoltura, Stella di
Monsampolo del Tronto (AP)

Indirizzo per la corrispondenza:

Dr. Luigi Francesco Di Cesare
C.R.A.- I.A.A.- Unità di Ricerca per i
Processi dell'Industria Agro-Alimentare
Via G. Venezian 26, 20133 Milano
Tel. 02/239557215
E-mail: luigi.dicesare@entecra.it

Summary

The effects of organic and conventional agriculture on the alimentary (volatile substances, soluble sugars, organic acids, etc.) and nutraceutical (glucosinolates, vitamin C and lycopene) quality in some vegetables were studied. "Verde di Macerata" cauliflower (F1 hybrid Emeraude and Magnifico), winter melon (F1 hybrid Helios and Purceddu variety) and tomato (unripe and ripe Giulianova variety, F1 hybrid Bigred and Aurea) were utilized. For cauliflower, only in the Magnifico genotype, the organic farming increased the content of sulphur volatile substances, glucosinolates and vitamin C. For winter melon, the organic agriculture had a positive effect on the characteristic volatile compounds in Purceddu variety, while on the content of soluble sugars in both genotypes. The nutraceutical properties, expressed as vitamin C, were higher for Helios genotype. For tomato, in the unripe and ripe Giulianova variety, the organic cultivation increased the content of volatile characteristic compounds; while in the unripe tomato, both treatments enhanced the content of soluble sugars and organic acids. The increase of volatile substance was observed only in the conventional unripe Bigred and Aurea hybrids. The soluble sugars, in the Bigred hybrid, increased in the organic sample and organic acids in the conventional system. The soluble sugars presented the same values in organic and conventional Aurea hybrid; while the organic acids were higher only in the conventional agriculture. Lycopene increased only in the ripe organic Giulianova.

Riassunto

Sono state studiate le caratteristiche alimentari (sostanze volatili, zuccheri solubili, acidi organici, ecc.) e nutraceutiche (glucosinolati, vitamina C e licopene) del cavolfiore "Verde di Macerata" (ibridi F1 Emeraude e Magnifico), melone invernale (ibrido F1 Helios e varietà Purceddu) e pomodoro (varietà Giulianova, ibridi F1 Bigred e Aurea, immaturi e maturi) coltivati con il metodo dell'agricoltura biologica (bio) e con il metodo convenzionale (conv). Per il cavolfiore, la coltivazione biologica incrementava il contenuto in sostanze volatili caratteristiche, glucosinolati e vitamina C solo nel Magnifico. Per il melone invernale, la coltivazione biologica aveva un effetto positivo sulle caratteristiche aromatiche per il

Purceddu e sul contenuto in zuccheri solubili per entrambi i genotipi, mentre le proprietà nutraceutiche (vitamina C) erano più esaltate nell'Helios. Nel pomodoro Giulianova, la coltivazione bio aumentava l'intensità dell'odore caratteristico sia nel pomodoro maturo che immaturo; mentre gli zuccheri solubili ed acidi organici erano più elevati nei campioni bio e conv del pomodoro immaturo. Negli ibridi Bigred ed Aurea immaturi, la massima espressione dell'odore caratteristico si osservava nei campioni conv. Gli zuccheri solubili, nel Bigred immaturo, aumentavano nei campioni bio, mentre gli acidi organici in quelli conv. Nell'Aurea immaturo, nessun incremento era osservato per gli zuccheri in entrambe le coltivazioni; mentre gli acidi organici tendevano ad aumentare nel campione conv. Il licopene veniva incrementato dalla coltivazione bio solo nel pomodoro Giulianova maturo.

Introduzione

L'orticoltura biologica, con 39.803 ettari (1), costituisce solo una piccola parte dell'orticoltura nazionale, ma esistono per essa ragionevoli margini di crescita legati da un lato al miglioramento delle tecniche agronomiche in ordine alla difesa, alla fertilizzazione ed all'introduzione di varietà idonee e dall'altro lato allo sviluppo di modalità di commercializzazione maggiormente remunerative per i produttori (filiera corta e penetrazione nei mercati locali) (2). Presso il CRA-ORA di Monsampolo del Tronto (AP) è in atto dal 2001 uno studio interdisciplinare su una rotazione orticola, dove sono inseriti cavolfiore, melone invernale e

pomodoro da mensa, condotta con il "metodo convenzionale" e con il "metodo dell'agricoltura biologica", per studiare sia gli aspetti agronomici sia gli aspetti qualitativi delle produzioni. In merito a questi ultimi il CRA-IAA di Milano sta studiando da alcuni anni l'influenza delle tecniche colturali sui parametri nutraceutici ed alimentari.

Queste ed altre specie orticole, secondo studi recenti, contengono sostanze che hanno effetti altamente salutistici (prevenzione di varie forme di cancro e malattie cardiovascolari, ecc) e per tale motivo i vari organismi preposti alla tutela della salute umana raccomandano un'assunzione giornaliera di almeno 300 g di ortaggi (2).

Nel cavolfiore, appartenente alla famiglia delle *Brassicaceae*, le sostanze nutraceutiche più importanti sono rappresentate dai glucosinolati, vitamina C ed, in quelli colorati rossi ("Violetto di Catania"), anche dagli antociani. I glucosinolati sono costituiti da un glicone, caratterizzato da un tioglucosio ed un'ossima solforata, e da un aglicone, derivato da amminocidi come metionina, fenilalanina, tiroxina e triptofano (3). Dopo rottura dei tessuti vegetali, i glucosinolati vengono rapidamente idrolizzati dalle mirosinasi o tioglucosidasi in glucosio ed isotiocianati. Questi ultimi, durante la cottura del vegetale, si degradano in solfuri, nitrili e tiocianati e rappresentano i composti volatili ca-

ratteristici delle *Brassicaceae* cotte (4). L'interesse per i glucosinolati, o meglio per i loro prodotti di idrolisi (isotiocianati), è dovuto alla correlazione riscontrata tra consumo di *Brassicaceae* e ridotto rischio di alcuni tipi di tumore che interessano i polmoni, stomaco, intestino e ghiandole mammarie (5-7). Gli isotiocianati, ed in particolare il sulforafane (precursore=glucorafanina), sembrano spiegare una induzione della fase II degli enzimi detossicanti (Chinone-reduttasi, NADPH-reduttasi, Glutathione-sulfotrasferasi e Glucoronil-trasferasi) ed inibizione degli enzimi della fase I che attivano, invece, la carcinogenesi (8-11).

È notoria l'importanza della vitamina C dal punto di vista salustico per la sua spiccata attività antiossidante ed antiradicalica che si esplica nei confronti dell'uomo con un rallentamento dei processi di invecchiamento cellulare e nella prevenzione delle malattie cardiovascolari e dei tumori. L'effetto antiradicalico ed antiossidante della vitamina C sembra essere dovuto al suo ruolo importante che gioca nelle reazioni di ossidoriduzione catalizzate da ossigenasi (idrossilazione, sintesi, catabolismo, ecc.) (12).

Per studiare la qualità alimentare del melone invernale (*Cucumis melo* L.) sono stati presi in esame le sostanze volatili caratteristiche e contributrici dell'aroma, zuccheri

solubili, acidi organici, residuo secco, e, per quella nutraceutica, la Vitamina C. Studi condotti sulla composizione volatile del melone hanno permesso di identificare una serie di esteri metilici ed etilici dell'acido acetico, propanoico e butanoico, alcoli ed aldeidi saturi ed insaturi a 6-8 atomi di carbonio ed una serie di alcoli ed aldeidi saturi ed insaturi a 9 atomi di carbonio (1-nonanolo, 2(E)-nonen-1-olo, 3(Z)-nonen-1-olo, 6(Z)-nonen-1-olo, 2(E),6(Z)-nonadien-1-olo, 3(Z),6(Z)-nonadien-1-olo, 2(E)-nonenale, 6(Z)-nonenale, 2(E),6(Z)-nonadienale) (13).

Kemp et al. (13) dimostrarono che l'odore caratteristico del melone era dovuto a tali composti a 9 atomi di carbonio responsabili, come riportato da altri autori, anche dell'aroma del cocomero e del fico d'India (14, 15).

Per il pomodoro (*Solanum lycopersicum* L. o *Lycopersicon esculentum* L.), i parametri che vengono normalmente presi in esame per la qualità alimentare sono uguali a quelli descritti per il melone inodorus, mentre per quella nutraceutica il licopene. Nel pomodoro fresco sono stati identificati numerosi composti volatili e, tra questi, quelli più comuni sono: 2(E)-esenale, esanale, 3(Z)-esen-1-olo, β (E)-ionone, β (Z)-ionone, 2 (E), 4(E)-decadienale, 2(E),4(Z)-decadienale, 2-isobutiltiazolo, 3(Z)-esenolo, linalolo, metilsalicilato, 2-

metossifenolo, 6-metil-5-epten-2-one, 6-metil-5-epten-2-olo, 2,3-epossigeranale, nerale, geranale, nerilacetone, β -damascenone, (E,E)-pseudoionone (16, 17). Test sensoriali effettuati su vari campioni di diverse cultivar di pomodoro fresco hanno mostrato che i componenti volatili maggiormente responsabili dell'odore sono: esanale, 2(E)-esenale, 3(Z)-esen-1-olo, 2-isobutiltiazolo (16).

I pomodori devono il loro intenso colore rosso al licopene che rappresenta circa l'83% del pigmento totale (18). Al licopene è stata riconosciuta una capacità antiossidante e antiradicalica che si esplica nella prevenzione di alcune forme tumorali epiteliali che interessano l'esofago, stomaco, intestino, pancreas e midollo osseo (19). Inoltre è stata individuata una significativa correlazione indiretta tra diete ricche di pomodoro-derivati e basso rischio di cancro alla prostata (20). Scopo del presente lavoro è stato quello di verificare come il metodo di coltivazione possa influenzare la qualità nutraceutica ed alimentare del cavolfiore, melone invernale e pomodoro da mensa.

Materiale e metodi

Materiali genetici e coltivazione

Cavolfiore: HF1 Magnifico (Clause) tipo verde di Macerata idoneo

per raccolte tardive; HF1 Emerald (Clause) tipo verde di Macerata impiegato per raccolte medio-precoci.

Melone invernale: HF1 Helios (Clause) a buccia gialla; Var. Purceddu (selez. CRA ORA) a buccia verde.

Pomodoro da mensa a sviluppo indeterminato: HF1 Bigred (Olter) tipo tondo liscio; HF1 Aurea (De Ruiter) tipo Cuor di bue; Var. Giulianova (selez. CRA ORA) tipo Pera d'Abruzzo.

Tutti i genotipi sono stati coltivati in pien'aria con il metodo biologico su un terreno del CRA ORA di Monsampolo del Tronto (AP) sottoposto dall'anno 2001 al regime di controllo di cui al Reg CE 834/2007 (ex Reg CE 2092/91). Parallelamente gli stessi materiali sono stati riproposti in coltivazione con il metodo convenzionale su un terreno vicino e quindi nelle stesse condizioni pedoclimatiche. I due terreni erano caratterizzati dalle medesima tessitura (medio impasto), dalle stesse caratteristiche chimico fisiche e di fertilità.

All'interno di ogni sistema di coltivazione e per ognuna delle tre specie in studio la valutazione varietale agronomica è stata condotta adottando lo schema sperimentale a blocchi randomizzati con tre repliche con parcelle elementari di 4,3 m² per il cavolfiore, di 7,2 m² per il pomodoro e di 10 m² per il melone. L'investimento al m² è

stato di 2,3 piante per il cavolfiore, 2,2 piante per il pomodoro e 0,5 piante per il melone.

Raccolta

La raccolta del cavolfiore è avvenuta due volte a settimana nel periodo 17 dicembre 2008 - 6 gennaio 2009. Anche per il pomodoro e melone le raccolte sono state eseguite due volte a settimana rispettivamente nel periodo 18 luglio - 27 agosto e 31 luglio - 28 agosto.

I campioni per le analisi qualitative sono stati prelevati nella fase centrale del periodo di raccolta da tutte le repliche. Particolare attenzione è stata prestata al grado di maturazione affinché fosse sempre omogeneo tra i diversi campioni. I campioni di pomodoro sono stati raccolti sullo stesso palco fruttifero a due livelli di maturazione: immaturo "puntato" con la parte distale leggermente arrossata e maturo "rosso". Nelle 24 ore successive i campioni sono stati inviati al CRA IAA, dove sono stati sottoposti alle valutazioni riportate di seguito.

Sostanze volatili: sono state estratte e concentrate con un metodo combinato microonde-resina-solvente e l'estratto ottenuto analizzato quali-quantitativamente per via GC/MS (21).

Zuccheri solubili ed acidi organici: sono stati estratti con acqua distillata ed analizzati per via HPLC (22).

Licopene: è stato estratto dalla matrice vegetale con una soluzione di esano: acetone: etanolo (2:1:1) ed analizzato per via HPLC (23)

Vitamina C: l'acido ascorbico è stato estratto dalla matrice vegetale utilizzando una soluzione acquosa al 6% di acido metafosforico e quantificato per via HPLC (24).

pH: è stato misurato utilizzando un pH-metro ad elettrodi.

Residuo secco: è stato determinato ponendo un'aliquota di campione omogeneizzato in una stufa da laboratorio alla temperatura di 85°C, fino a peso costante (25).

Glucosinolati: 1.5 g di campione liofilizzato e 200 µl di standard esterno sinigrina (5 e 20 mmol/L) sono stati addizionati di 45 mL di metanolo caldo e portati ad ebollizione per 15 min, sotto riflusso, in un bagno a secco.

Il miscuglio è stato centrifugato a 4000 rpm per 10 min. Il surnatante è stato raccolto in un pallone da 250 cc, mentre il residuo è stato di nuovo estratto come su descritto, ma con metanolo al 70%. Dall'estratto metanolico è stato allontanato il solvente in un rotavapor ed il residuo portato a 25 ml con acqua dist.

Si è proceduto, seguendo la norma ISO 9167-1:1992 (26) alla desulfatazione dei glucosinolati con sulfatasi (Helix Pomatia tipo H1, purificata come descritto da Wathlet et al. 1999) (27) su resina DEAE A-25 Sephadex ed i desul-

fo-glucosinolati sono stati analizzati per via HPLC (26).

Analisi statistica: tutti i dati sono stati sottoposti all'analisi della varianza Anova ed al test di Tukey ($p \leq 0.05$).

Risultati e discussione

Cavolfiore

Nella tabella 1 vengono riportati i componenti solforati-azotati e le rispettive concentrazioni (mg/100 g s.s.) nell'Emeraude e Magnifico coltivati con sistemi conv e bio, identificando 8 solfuri, 3 isotiocianati e 3 nitrili.

La maggior parte dei componenti volatili viene confermata in tutti i campioni esaminati ad eccezione dell'allil NCS, che è presente solo nell'Emeraude.

Dalla figura 1 si nota che nell'Emeraude conv tutte e tre le classi di composti volatili sono nettamente superiori rispetto al campione bio. Mentre nel Magnifico si nota un andamento opposto. Un simile comportamento era stato già notato in una nota precedente su tre cultivar di cavolfiore bianco (Aviron, Escale e Triomphant), dove si evidenziava un incremento delle tre classi di composti volatili caratteristici solo nel cavolfiore bianco cv Triomphant bio (28).

Nella tabella 2 vengono riportate, invece, le sostanze nutraceutiche

Tabella 1 - Influenza dei trattamenti agronomici sui componenti volatili caratteristici nei due tipi di cavolfiore "Verde di Macerata". A lettere differenti corrispondono differenze statisticamente significative ($p \leq 0.05$). Conv = coltivazione convenzionale; Bio = coltivazione biologica

Componenti solforati-azotati (mg/100 g s.s.)	Verde di Macerata			
	Emeraude Conv	Bio	Magnifico Conv	Bio
Isotiocianati				
allil NCS	0.22 b	0.05 a	-	-
3-(metiltio)-propil NCS	0.57 b	0.13 a	0.13 a	0.57 b
4-(metiltio)-butil NCS	0.51 a	0.46 a	0.22 a	0.56 b
Nitrili				
4-(metiltio)-butanonitrile	4.84 a	4.21 a	4.12 a	6.57 b
5-(metiltio)-pentanonitrile	2.10 b	0.58 a	1.04 a	1.21 a
benzene propanonitrile	0.10 a	0.10 a	0.02 a	0.16 b
Solfuri				
trisolfuro dimetile	7.51 b	4.64 a	8.64 a	19.06 b
disolfuro dimetile	2.36 a	1.37 b	1.63 a	2.13 a
3-(metiltio)-propanale	0.06 a	0.07 a	0.05 a	0.06 a
disolfuro dietile	0.06 a	0.07 a	0.03 a	0.11 b
1-(metiltio)-3-pentanone	0.07 a	0.12 a	0.04 a	0.06 a
disolfuro,metil(metiltio)-metile	0.23 a	0.22 a	0.19 a	0.26 b
tetrasolfuro dimetile	1.66 b	0.67 a	2.09 a	9.61 b
pentasolfuro dimetile	0.17 b	0.05 a	0.11 a	2.43 b
Totale	20.46 b	12.74 a	18.31 a	42.79 b

del cavolfiore (glucosinolati e vitamina C) nei due ibridi bio e conv. Nei campioni sono stati trovati 11 glucosinolati e la glucobrassicina è quella contenuta in maggiore quantità. Per quanto concerne l'Emeraude, la maggior parte dei glucosinolati presentano valori di concentrazione più elevati nella coltivazione conv, ad eccezione

della glucoiberina, glucoalissina, glucobrassicinapina e 4-metossiglucobrassicina. Nel Magnifico, ad eccezione della glucobrassicinapina e della neoglucobrassicina, tutti gli altri glucosinolati presentano valori superiori o uguali nel campione bio. Anche altri autori hanno riscontrato un aumento dei glucosinolati in alcune cultivar di

Figura 1 - Influenza dei trattamenti agronomici sulle classi di composti caratteristici dei due tipi di cavolfiore "Verde di Macerata". A lettere differenti corrispondono differenze statisticamente significative ($p \leq 0.05$)

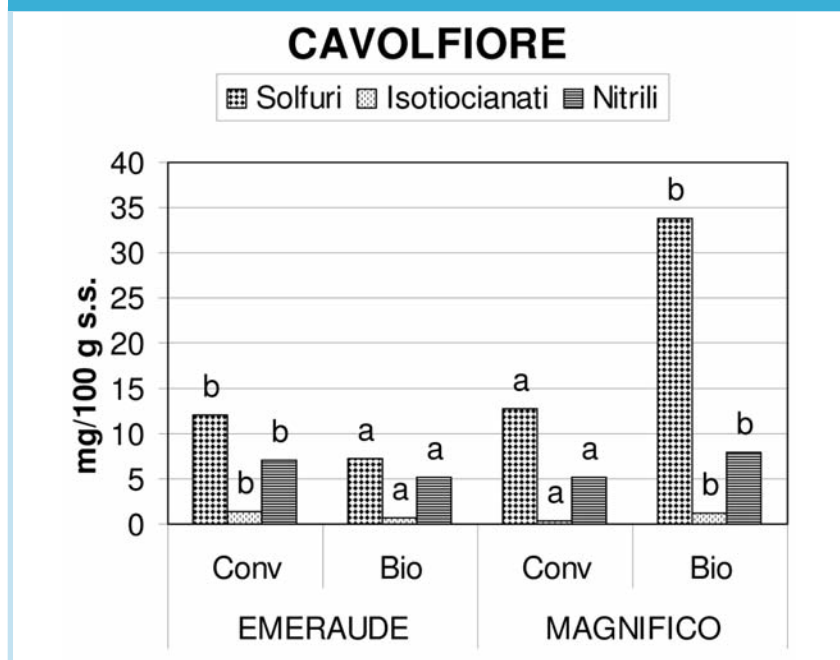


Tabella 2 - Influenza dei due tipi di coltivazione sul contenuto dei glucosinoli e della vitamina C, nei due tipi di cavolfiore "Verde di Macerata". A lettere differenti corrispondono differenze statisticamente significative ($p \leq 0.05$)

Sostanze nutraceutiche	Verde di Macerata			
	Emeraude		Magnifico	
Glucosinoli ($\mu\text{mol/g s.s.}$)	Conv	Bio	Conv	Bio
glucoiberina	0,075 a	0,095 b	0,130 a	0,130 a
progoitrina	0,100 b	0,085 a	0,105 a	0,090 a
epiprogoitrina	0,055 b	0,020 a	0,015 a	0,040 b
sinigrina	0,145 b	0,035 a	0,050 a	0,090 b
glucorafanina	0,125 b	0,110 a	0,080 a	0,090 a
glucoalissina	0,065 a	0,100 b	0,070 a	0,070 a
4-idrossiglucobrassicina	0,080 b	0,045 a	0,065 a	0,085 b
glucobrassicinapina	0,030 a	0,035 a	0,045 b	0,030 a
glucobrassicina	0,670 b	0,475 a	0,560 a	0,610 a
4-metossiglucobrassicina	0,025 a	0,030 a	0,025 a	0,040 b
neoglucobrassicina	0,120 b	0,070 a	0,140 b	0,110 a
Totale	1,49 b	1,100 a	1,285 a	1,385 b
Vitamina C (mg/100 g p.f.)	44,54 a	39,05 a	59,53 a	67,85 b

cavolfiore ottenuti in bio piuttosto che in conv (29).

La vitamina C non presenta differenze statisticamente significative nei campioni conv e bio del cavolfiore Emeraude, mentre tali differenze sono significative ed a favore del campione bio nel cavolfiore Magnifico. In un lavoro precedente (30), in tre tipologie di cavolfiore (Bianco, Verde e Violetto) coltivate per 6 anni con metodo bio e conv, il contenuto in vitamina C era più elevato in tutte le tipologie coltivate in bio. Questo andamento è confermato in altre specie vegetali da diversi autori che hanno evidenziato un contenuto in vitamina C nelle piante coltivate in bio superiore dal 5 al 90% rispetto alle stesse piante coltivate in conv (31).

Melone inodorus

Dalla tabella 3 si osserva che nei campioni di melone inodorus (Helios, Purceddu,) coltivati in conv e bio, sono stati identificati composti carbonilici (aldeidi + chetoni), alcoli, esteri, terpeni e lattoni. Tra le aldeidi, meritano una particolare attenzione quelle a 9 atomi di carbonio insature a catena lineare, che sono responsabili, insieme agli alcoli a 9 atomi di carbonio saturi ed insaturi a catena lineare, dell'aroma di melone. Nei campioni sono stati identificati il 6(Z)-nonenale, 2(E),6(Z)-non-

Tabella 3 - Influenza dei trattamenti agronomici sui profili aromatici dei due genotipi di melone inodorus. A lettere differenti corrispondono differenze statisticamente significative ($p \leq 0.05$)

(µg/100g s.s.)	Melone inodorus			
	Elios		Purceddu	
	Conv	Bio	Conv	Bio
Esteri				
propanoato etile	0,79 a	2,13 b	0,88 a	1,13 b
butanoato metile	0,00 a	1,54 b	0,00 a	0,68 b
isobutanoato etile	0,00 a	0,89 b	0,00 a	0,00 a
acetato isobutile	4,92 a	12,19 b	5,73 a	5,72 a
2-metil butanoato metile	11,98 b	9,05 a	1,85 a	2,33 b
butanoato etile	10,49 a	14,47 b	64,97 b	22,93 a
2-metil butanoato etile	0,00 a	3,14 b	10,41 b	2,68 a
acetato isoamile	1,25 a	5,28 b	2,25 b	0,93 a
acetato 2-metilbutile	1,85 b	0,00 a	0,00 a	0,00 a
acetato esile	1,28 a	3,39 b	0,91 a	1,86 b
acetato benzile	21,89 a	32,76 b	20,10 b	11,54 a
Totale	54,45 a	84,84 b	107,10 b	49,80 a
Composti carbonilici				
3-metil butanale	1,90 b	0,00 a	0,00 a	0,00 a
3-metil-3-buten-2-one	10,11 a	9,62 a	39,39 b	21,00 a
esanale	3,50 a	10,67 b	8,24 b	0,00 a
2(E)-esanale	0,00 a	0,00 a	0,00 a	15,89 b
benzaldeide	4,99 a	15,43 b	10,85 a	12,54 b
2(E),4(E)-eptadienale	3,28 a	14,11 b	26,66 a	29,85 a
6(Z)-nonenale	0,00 a	3,79 b	10,43 a	19,97 b
nonanale	0,00 a	5,81 b	13,59 a	15,07 b
2(E),6(Z)-nonadienale	5,51 a	13,66 b	19,66 a	27,29 b
2(E)-nonenale	2,71 a	8,67 b	17,65 a	17,95 a
Totale	32,00 a	81,76 b	146,47 a	159,56 a
Alcoli				
2-metil,1-propanolo	0,00 a	14,75 b	0,00 a	15,04 b
3-penten-2-olo	5,70 a	8,51 b	19,37 b	14,23 a
3(Z)-esen-1-olo	0,00 a	0,00 a	0,00 a	5,90 b
1-esanolo	0,00 a	0,00 a	16,53 b	5,56 a
alcol benzilico	30,56 a	71,07 b	82,89 b	0,44 a
3(Z)-nonen-1-olo	181,40 a	365,81 b	522,80 a	495,09 a
2(E),6(Z)-nonadien-1-olo	5,10 a	11,18 b	1,25 a	13,88 b
6(Z)-nonen-1-olo	17,70 a	37,15 b	54,60 a	65,44 b
1-nonanolo	10,88 a	26,25 b	83,30 a	85,79 a
Totale	251,34 a	534,72 b	780,74 a	701,37 a
Terpeni				
1,8-cineolo	4,54 a	6,66 b	7,29 a	8,06 a
linalolo	5,97 a	7,55 b	12,75 a	12,17 a
Totale	10,51 a	14,21 b	20,04 a	20,23 a
Lattoni				
γ-decalattone	0,92 a	1,19 b	1,10 b	0,00 a

adienale ed il 2(E)-nonenale. Tra gli alcoli, come già osservato per le aldeidi, sono da prendere in considerazione quelli a 9 atomi di carbonio saturi ed insaturi. Nei 4 campioni sono stati identificati il 3(Z)-nonen-1-olo; 2(E),6(Z)-nonadien-1-olo; 6(Z)-nonen-1-olo e 1-nonanolo.

Gli esteri metilici, etilici, butilici, isobutilici, esilici e benzilici dell'acido acetico, propanoico e butanoico, concorrono ad armonizzare il bouquet di questi peponidi.

La figura 2 pone in evidenza come nell'Helios, la coltivazione conv determina un incremento delle aldeidi e degli alcoli a 9 atomi di carbonio e degli esteri. Nel Purceddu, ad eccezione delle aldeidi a 9 atomi di carbonio che sono superiori nel conv, il contenuto in alcoli a 9 atomi di carbonio resta praticamente costante, mentre quello in esteri è nettamente superiore nel peponide bio.

I parametri chimico-nutraceutici (Tab. 4) mostrano che il contenuto più elevato in vitamina C è evidente nell'Helios bio. Nel Purceddu l'effetto delle due coltivazioni non viene riscontrato. Gli zuccheri solubili aumentano nei due peponidi coltivati in bio. Per gli acidi organici, nessun effetto viene osservato nel genotipo Helios. Nel Purceddu, invece, si può evidenziare un effetto positivo della coltivazione conv sul loro contenuto.

Figura 2 - Influenza delle coltivazione biologica e convenzionale sui componenti volatili più rappresentativi dell'aroma nei due tipi di melone inodorus. A lettere differenti corrispondono differenze statisticamente significative ($p \leq 0.05$).

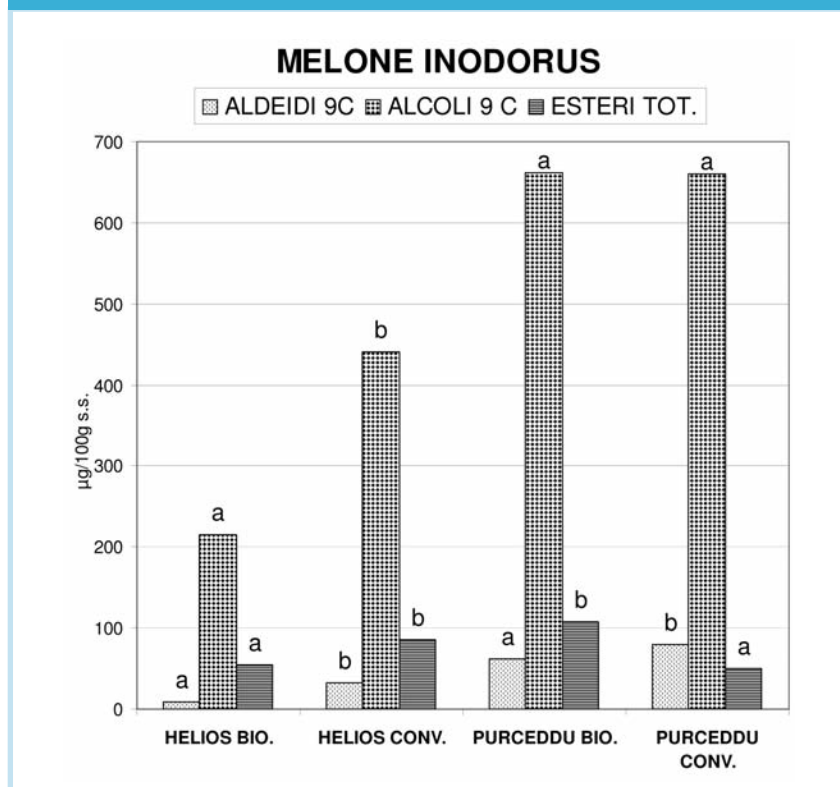


Tabella 4 - Influenza delle tecniche colturali sui parametri chimico-nutraceutici di due tipi di melone inodorus. A lettere differenti corrispondono differenze statisticamente significative ($p \leq 0.05$)

	Vit. C (mg/100 g pf)	Melone inodorus Zuccheri solubili (g/100 g pf)	Acidi organici (mg/100 g p.f.)
Helios Bio	26,21 b	13,01 b	508,33 a
Helios Conv	16,32 a	11,72 a	493,82 a
Purceddu Bio	13,37 a	11,56 b	424,48 a
Purceddu Conv	13,81 a	9,94 a	531,45 b

Analoghi risultati sono stati osservati in alcuni genotipi di melone retato estivo, come aumento delle sostanze volatili e della vitamina C nei frutti bio. Mentre nessun effetto delle due coltivazioni è stato riscontrato per il contenuto in zuccheri ed acidi organici (32, 33)

Pomodoro

Sono stati analizzati pomodori a vari stadi di maturazione in quanto è uso comune impiegarli immaturi esclusivamente per preparare insalate e maturi anche per le conserve.

Nella tabella 5 sono riportati i componenti volatili identificati nel pomodoro "Giulianova", immaturo e maturo, coltivato in bio e conv. La maggior parte dei componenti volatili vengono riscontrati in tutti i campioni, dove si osserva la presenza di composti carbonilici (aldeidi + chetoni), alcoli, derivati fenolici, terpeni ed un derivato eterociclico.

La figura 3, dove vengono riportati i componenti volatili caratteristici, pone in evidenza che la coltivazione bio favorisce l'incremento dell'esanale e del 2-(E)-esenale sia nei pomodori immaturi che maturi rispetto al conv; mentre un andamento opposto viene osservato per il 2-isobutiltiazolo.

Per i componenti contributori, nei pomodori immaturi (Fig. 4) non viene notato nessun effetto dei due

Tabella 5 - Composizione quali-quantitativa dei componenti volatili identificati nei campioni di pomodoro "Giulianova" a vari stadi di maturazione (IMM= immaturo, MAT= maturo) coltivati con sistema conv e bio. A lettere differenti corrispondono differenze statisticamente significative ($p \leq 0.05$).

(µg/100 g s.s.)	Pomodoro Giulianova			
	IMM Bio	Imm Conv	MAT Bio	MAT Conv
Alcoli				
1-butanolo	0,00 a	8,22 c	1,15 b	0,00 a
1-penten-3-olo	7,64 c	12,77 d	4,87 b	2,11 a
3-metil-1-butanolo	58,34 a	85,80 b	182,68 c	341,25 d
2-metil-1-butanolo	59,09 a	89,66 b	50,27 a	75,15 b
1-pentanolo	15,16 a	18,76 a	57,77 c	39,29 b
3(Z)-esen-1-olo	2,05 b	0,00 a	69,00 d	33,65 c
1-esanolo	3,78 b	0,00 a	23,99 c	26,65 c
6-metil-5-epten-2-olo	0,00 a	0,00 a	24,06 c	19,02 b
alcol benzilico	318,85 c	265,96 b	215,61 a	555,71 d
alcol fenilico	165,88 a	148,71 a	449,00 b	806,41 c
Totale	630,79 a	629,88 a	1078,40 b	1899,24 c
Composti carbonilici				
3-metil, butanale	9,05 d	5,92 c	2,80 b	0,24 a
3-metil-3-buten-2-one	12,68 ab	20,23 b	17,97 b	1,50 a
1-penten-3-one	0,00 a	9,33 d	5,05 c	0,88 b
pentanale	3,12 a	12,15 b	3,84 a	3,05 a
benzaldeide	14,03 b	8,65 a	17,92 bc	25,79 c
2(E)-eptenale	0,00 a	10,11 b	32,35 c	10,15 b
6-metil-5-epten-2-one	21,99 b	13,40 a	314,69 d	189,41 c
2(E)-ottenale	20,26 a	20,76 a	55,10 b	65,93 c
2,6-dimetil-5-eptenale	0,00 a	0,00 a	21,78 c	3,85 b
6-metil-3,5-eptadiene-2-one	0,00 a	0,00 a	4,51 c	2,85 b
2(E)-nonenale	0,00 a	0,00 a	24,25 b	34,62 b
2(E),4(E)-decadienale	16,34 a	22,55 b	40,23 c	55,29 d
2(E),4(Z)-decadienale	16,18 a	20,98 b	45,64 c	63,24 d
esanale	28,57 b	18,79 a	106,72 d	68,38 c
2(E)-esenale	8,18 b	4,75 a	52,88 d	17,97 c
Totale	150,40 a	167,62 a	745,73 c	543,15 b
Derivati fenolici				
2-metossifenolo	264,38 b	196,61 a	228,96 b	237,50 b
eugenolo	194,50 a	355,95 c	229,73 b	762,84 d
metilsalicilato	793,10 c	903,40 d	393,54 b	299,90 a
Totale	1251,98 b	1455,96 c	852,23 a	1300,24 b
Derivati eterociclici				
2-isobutiltiazolo	23,38 a	41,49 b	69,65 c	98,10 d
Terpeni				
linalolo	96,50 c	146,33 d	42,13 b	0,00 a
2,3-epossigeraniale	0,15 b	0,00 a	37,99 a	29,16 c
nerale	0,88 b	0,15 a	36,54 d	29,91 c
geraniale	5,22 b	0,85 a	65,29 c	67,45 c
β-damascenone	7,59 a	11,36 b	52,07 d	29,82 c
neril acetone	13,64 b	11,21 a	86,55 c	135,56 d
β(Z)-ionone	54,71 c	38,89 b	49,43 c	5,20 a
β(E)-ionone	6,95 b	14,41 c	5,77 ab	4,87 a
(E,E)-pseudoionone	4,17 a	4,43 c	4,48 a	4,75 b
Totale	189,81 a	227,63 b	380,25 d	306,72 c

tipi di coltivazione per alcoli e composti carbonilici, mentre un leggero incremento dei derivati fenolici e dei terpeni avviene nella coltivazione conv. Nei pomodori maturi osserviamo invece un aumento degli alcoli e dei derivati fenolici nella coltivazione conv; mentre le concentrazioni delle altre due classi di composti sono leggermente più elevati in quella bio.

Nella tabella 6 viene riportata l'influenza dei due tipi di coltivazione sui parametri chimico-fisico-nutraceutici. Il maggior contenuto in zuccheri solubili viene evidenziato nel pomodoro immaturo e maturo bio, mentre una diminuzione statisticamente significativa viene osservata nei pomodori bio maturi rispetto al metodo conv. Gli acidi organici presentano contenuti quasi simili nei campioni immaturi sia bio che conv. Per il pH non esistono differenze statisticamente significative tra i vari campioni.

Il licopene è notevolmente più basso nei pomodori immaturi rispetto a quelli maturi per entrambe le coltivazioni, mentre nei campioni Giulianova bio maturi il contenuto in licopene è altamente superiore a quello del campione conv.

Nella tabella 7 vengono elencati i componenti volatili nel Bigred e Aurea, allo stato immaturo coltivati in bio e conv, con profili aromatici simili a quello del pomodo-

Figura 3 - Influenza della coltivazione Bio e Conv sui componenti volatili caratteristici nel pomodoro "Giulianova" immaturo (Imm) e maturo (Mat). A lettere differenti corrispondono differenze statisticamente significative ($p \leq 0.05$)

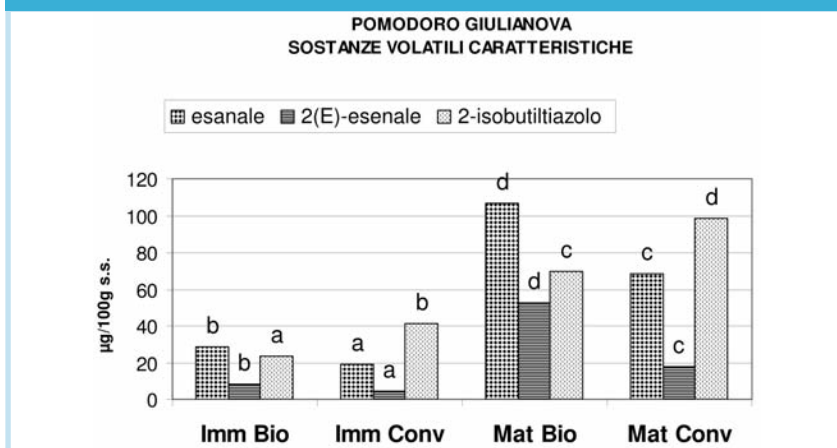
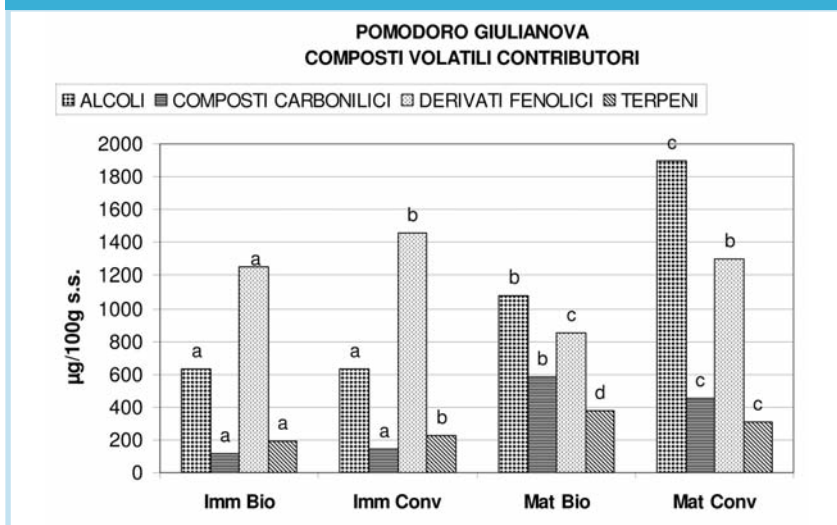


Figura 4 - Influenza della coltivazione Bio e Conv sui componenti volatili contributori nel pomodoro "Giulianova" immaturo (Imm) e maturo (Mat). A lettere differenti corrispondono differenze statisticamente significative ($p \leq 0.05$)



ro Giulianova. Seguendo la stessa suddivisione dei componenti volatili descritta per il Giulianova, dalle figure 5 e 6 emerge che per i due ibridi di pomodori immaturi, le concentrazioni sia dei componenti volatili caratteristici sia di quelli contributori sono più elevate nelle bacche coltivate in conv, ad eccezione dei terpeni in entrambi gli ibridi, che sono più elevati nelle bacche coltivate in bio. Nella tabella 8 viene riportata l'influenza delle coltivazioni sui parametri chimico-fisico-nutraceutici dei due ibridi allo stato immaturo. Nel Bigred si nota un maggiore accumulo di zuccheri solubili nelle coltivazioni conv, mentre nessun effetto si osserva per gli acidi organici. Il pH presenta valori intorno a 4.4. Nell'Aurea osserviamo invece che nelle bacche coltivate sia in conv che in bio gli zuccheri presentano valori quasi simili. Gli acidi organici, a differenza di quanto osservato per il Bigred, hanno un valore più

Tabella 6 - Influenza della coltivazione biologica e tradizionale su alcuni parametri chimico-fisici e nutraceutici nel pomodoro "Giulianova" immaturo (Imm) e maturo (Mat). A lettere differenti corrispondono differenze statisticamente significative ($p \leq 0.05$)

	Pomodoro Giulianova			
	Zuccheri solubili (g/100 g p.f.)	Acidi organici (mg/100 g p.f.)	pH	Licopene totale (mg/100 p.f.)
Imm. Bio	3,20 b	347,70 b	4,35 a	0,67 a
Imm. Conv	2,70 a	346,31 b	4,34 a	0,63 a
Mat. Bio	3,82 c	318,66 a	4,35 a	8,08 c
Mat. Conv	2,87 a	343,68 b	4,40 a	5,78 b

Tabella 7 - Composizione quali-quantitativa dei componenti volatili dei pomodori Bigred e Aurea immaturi, coltivati con sistemi tradizionali e biologici. A lettere differenti corrispondono differenze statisticamente significative ($p \leq 0.05$)

(µg/100 g s.s.)	Pomodoro immaturo			
	Bigred		Aurea	
	Conv	Bio	Conv	Bio
Alcoli				
1-butanolo	7,07 b	0,00 a	10,80 b	6,87 a
1-penten-3-olo	18,82 b	3,36 a	17,71 b	9,00 a
3-metil-1-butanolo	109,27 b	49,56 a	87,52 b	43,39 a
2-metil-1-butanolo	65,24 b	34,09 a	38,42 b	29,95 a
1-pentanolo	18,00 b	0,00 a	21,53 b	10,58 a
3(Z)-esen-1-olo	14,70 b	2,11 a	6,14 b	2,15 a
1-esanolo	39,65 b	0,00 a	0,00	0,00
6-metil-5-epten-2-olo	0,00	0,00	1,15 b	0,00 a
alcol benzilico	65,36 b	185,22 a	63,38 b	53,45 a
alcol fenilico	172,76 b	135,69 a	135,52 b	81,60 a
Totale	510,87 b	410,03 a	382,17 b	236,99 a
Composti carbonilici				
3-metil, butanale	7,51 b	2,15 a	5,28 b	0,11 a
3-metil-3-buten-2-one	11,79 a	11,23 a	23,42 b	10,90 a
1-penten-3-one	8,51 b	3,23 a	12,66 b	5,97 a
pentanale	10,17 b	3,88 a	15,08 b	1,58 a
benzaldeide	8,16 b	5,13 a	9,81 b	3,88 a
2(E)-eptenale	9,15 a	11,00 b	9,05 b	4,51 a
6-metil-5-epten-2-one	20,12 b	15,31 a	37,30 b	14,63 a
2(E)-ottenale	21,60 b	14,29 a	25,69 b	12,16 a
2,6-dimetil-5-eptenale	0,00	0,00	0,00	0,00
6-metil-3,5-eptadiene-2-one	0,00	0,00	0,00	0,00
2(E)-nonenale	36,15 b	4,05 a	10,87 b	4,11 a
2(E),4(E)-decadienale	20,20 a	19,01 a	25,45 b	14,21 a
2(E),4(Z)-decadienale	47,04 b	14,95 a	25,09 b	19,09 a
esanale	37,79 b	25,08 a	25,63 b	15,09 a
2(E)-esenale	33,30 b	13,60 a	5,20 b	4,45 a
Totale	271,49 b	142,91 a	230,53 b	110,69 a
Derivati fenolici				
2-metossifenolo	99,26 b	17,15 a	441,88 b	125,47 a
eugenolo	225,93 b	125,24 a	247,12 b	184,30 a
metilsalicilato	131,11 b	21,63 a	208,35 b	218,55 a
Totale	456,30 b	164,02 a	897,35 b	528,32 a
Derivati eterociclici				
2-isobutiltiazolo	26,01 b	17,75 a	21,10 b	11,48 a
Terpeni				
linalolo	60,15 a	92,90 b	0,00 a	109,71 c
α-terpineolo	0,00	0,00	0,00	0,00
2,3-epossigeraniale	0,15 a	0,15 a	1,16 b	0,00 a
nerale	0,55 a	0,53 a	1,56 b	0,15 a
geraniale	1,15 a	3,21 b	8,87 b	0,95 a
β-damascenone	5,14 a	8,48 b	7,75 b	5,67 a
neril acetone	10,60 a	26,36 b	31,44 b	10,46 a
β(Z)-ionone	39,94 a	57,15 a	30,18 a	35,90 b
β(E)-ionone	0,00	7,15 b	0,00	0,00
(E,E)-pseudoionone	4,88 b	2,74 a	1,28 b	0,00 a
Totale	122,56 a	198,67 b	82,24 a	162,84 b

elevato nel conv, mentre il pH è più basso nel conv e un po' più elevato nel bio. Mentre il contenuto in licopene totale è superiore in entrambi i genotipi coltivati in conv.

Dai dati su riportati, relativi all'influenza della coltivazione bio sulla qualità nutraceutica nei pomodori Giulianova, Bigred e Aurea immaturi e maturi, si può dedurre che solo nel pomodoro Giulianova si nota un accumulo di questo carotenoide nella bacca. Recenti studi hanno messo in evidenza che il licopene è sintetizzato a partire dagli isoprenoidi, che sono prodotti dall'acido mevalonico e dal metileritritolo-4-fosfato (34). La più bassa disponibilità dell'azoto nell'agricoltura biologica, per lo meno nei primi anni di sperimentazione, potrebbe causare una minore attività degli enzimi coinvolti in queste vie metaboliche, come la deossixilulosio-5-fosfato sintetasi. Caris-Veyrat et al. (35) hanno osservato che nei pomodori coltivati in bio e conv non esistevano differenze statisticamente significative nei contenuti in licopene quando i valori erano espressi sul peso secco; mentre i risultati erano a favore dell'agricoltura convenzionale se espressi sul peso fresco. Di contro, De Pascale et al (36), studiando gli effetti di tre differenti apporti di fertilizzante a base di azoto (0, 100, 200 Kg/ha) sul valore nutrizionale di pomodori coltivati in

Figura 5 - Influenza delle tecniche colturali sui componenti volatili caratteristici in due ecotipi di pomodoro immaturo. A lettere differenti corrispondono differenze statisticamente significative ($p \leq 0.05$)

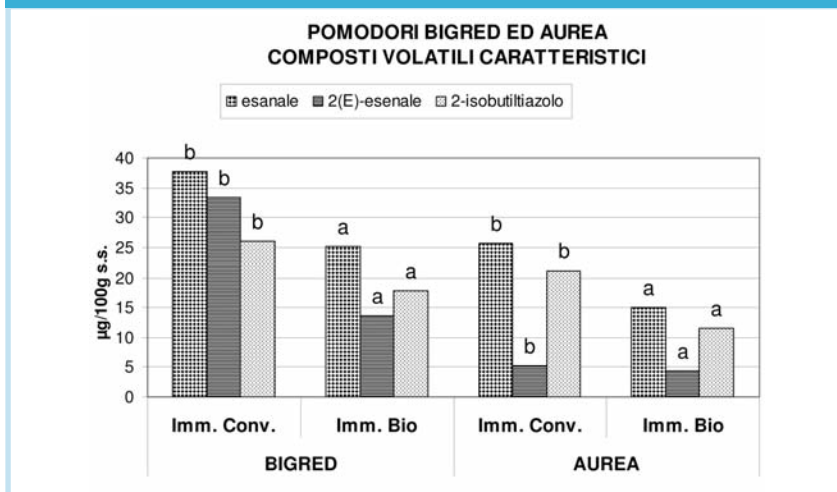
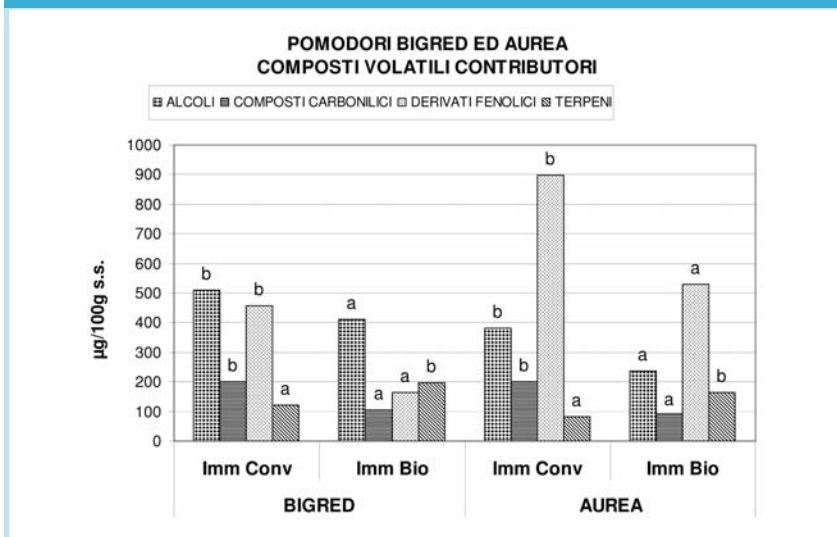


Figura 6 - Effetto della coltivazione bio e conv sui componenti volatili contributori nei due ecotipi di pomodoro immaturo. A lettere differenti corrispondono differenze statisticamente significative ($p \leq 0.05$)



bio e conv, hanno osservato che i carotenoidi e l'attività antiossidante aumentavano nei pomodori bio,

anche se le rese in bacche erano più basse rispetto all'agricoltura convenzionale.

Influenza del genotipo sui parametri qualitativi e nutraceutici delle tre orticole

Dalla tabella 9 si osserva che tra i due ibridi di cavolfiore, il Magnifico risulta essere più aromatico e ricco in vitamina C rispetto all'Emeraude; mentre i glucosinolati sono quasi simili. Per il melone invernale, la cultivar Purceddu è più odorosa rispetto all'Helios, che di contro ha una capacità nutraceutica più elevata. Mentre il gusto simile per entrambi.

Per i pomodori, il Giulianova presenta la qualità aromatica e nutraceutica più elevata rispetto agli altri pomodori, ed in particolare quando viene raccolto allo stato maturo.

Conclusioni

In questa ricerca oltre alla valutazione della qualità nutraceutica delle tre orticole in funzione della coltivazione biologica, sono stati presi in esame anche i parametri della qualità alimentare, indispensabili per stabilire i criteri di accettabilità dei prodotti alimentari. Infatti i benefici salutistici, legati alla qualità nutraceutica, verrebbero vanificati se il prodotto fosse di bassa qualità alimentare e quindi non apprezzato dal consumatore. Premesso ciò, i dati di letteratura, concernenti gli effetti della colti-

Tabella 8 - Influenza dei due tipi di coltivazione su alcuni parametri chimico-fisici e nutraceutici nei due tipi di pomodori immaturi. A lettere differenti corrispondono differenze statisticamente significative ($p \leq 0.05$)

	Zuccheri solubili (g/100 g p.f.)	Pomodori Bigred ed Aurea Acidi organici (mg/100 g p.f.)	pH	Licopene totale (mg/100 p.f.)
Bigred				
Imm. Bio	2.70 a	349.23 a	4.43 a	2.81 a
Imm. Conv	3.33 b	324.56 a	4.48 a	3.66 ab
Aurea				
Imm. Bio	3.25 a	344.20 a	4.83 b	2.84 a
Imm. Conv	3.17 a	383.36 b	4.50 a	3.92 b

Tabella 9 - Parametri qualitativi e nutraceutici delle orticole prese in esame

Orticole esaminate	Sostanze volatili ($\mu\text{g}/100 \text{ g s.s.}$)	Zuccheri solubili (mg/100 g p.f.)	Acidi organici (mg/100 g p.f.)	Glucosinolati totali ($\mu\text{mol}/\text{g s.s.}$)	Vitamina C (mg/100 g p.f.)	Licopene (mg/100 g p.f.)
Cavolfiore						
Emeraude	16600,00 a			0,28 a	41,80 a	
Magnifico	30560,00 b			0,27 a	63,69 b	
Melone						
Helios	532,97 a	12,37 a	501,08 a		21,27 b	
Purceddu	993,21 b	10,75 a	477,97 a		13,59 a	
Pomodoro						
Giulianova mat	3636,85 c	3,34 a	331,17 a			6,93 c
Giulianova imm.	2384,47 b	3,40 a	401,53 b			0,65 a
Bigred imm.	1160,30 a	3,01 a	336,89 a			3,25 b
Aurea imm.	1321,30 a	3,21 a	363,78 a			3,38 b

vazione biologica sulle potenzialità nutraceutiche delle orticole, sono abbastanza scarsi e spesso non presentano univocità di comportamento.

Anche i risultati da noi ottenuti sul cavolfiore, melone invernale e

pomodoro, che sono largamente consumati in Italia in quanto fanno parte a pieno titolo della dieta Mediterranea, mostrano chiaramente che nell'ambito della stessa specie vegetale, in alcuni genotipi la coltivazione biologica esalta le

caratteristiche nutraceutiche, in altri invece tende a deprimerle. In particolare, nel caso del cavolfiore "Verde di Macerata", sia i glucosinolati che la vitamina C rispondono positivamente alla coltivazione biologica solo nel Magnifico; così

come la vitamina C nel melone invernale Helios. Invece, per quanto concerne il pomodoro, la coltivazione biologica ha effetto negativo sul licopene in tutti i genotipi presi esame ad eccezione del pomodoro Giulianova maturo.

La ricerca condotta ha evidenziato l'importanza del fattore varietale sui contenuti nutraceutici e sulla qualità alimentare. Pertanto è auspicabile favorire la coltivazione in biologico dei genotipi che sotto tale profilo rispondono meglio purchè essi abbiano anche adeguate caratteristiche agronomiche in mancanza delle quali la coltivazione sarebbe destinata all'insuccesso. La ricerca sui livelli qualitativi delle produzioni ottenute con il metodo di coltivazione biologico dovrebbe essere condotta solo su terreni gestiti storicamente, almeno da 6-7 anni, con questo metodo poiché in essi è stato ripristinato l'equilibrio dell'agro-ecosistema ed anche generalmente un livello di fertilità accettabile. In mancanza di queste condizioni le piante possono andare incontro a *stress* di vario tipo fra cui quelli nutrizionali che condizionerebbero i risultati delle analisi.

Bibliografia

1. http://www.sinab.it/share/img_lib_files/466_presentazione_bio_in_cifre_07.pdf
2. Istituto Nazionale di Ricerca per gli Alimenti e la Nutrizione. Linee guida per una sana alimentazione italiana, rev. 2003
3. Fenwick GR, Heaney RK, Mullin WJ. Glucosinolates and their breakdown products in food and food plants. *Crit Rev Food Sci Nutr* 1983; 18 (2): 123-201.
4. VanEtten CH, Daxenbichler ME. Glucosinolates and derived products in cruciferous vegetables: total glucosinolates by retention on anion exchange resin and enzymatic hydrolysis to measure released glucose. *Journal of the A.O.A.C.* 1977; 60: 945-9.
5. Chung FL. Chemoprevention of lung carcinogenesis by aromatic isothiocyanates. In: Wattenberg L, Lipkin M, Boone CW, Kelloff GJ Eds.; *Cancer Chemoprevention*; CRC Press: Boca Raton, FL, 1992; 227-45.
6. Chung FL, Morse LA, Eklind KI, Lewis J. Quantitation of human uptake of the anticarcinogen phenethyl isothiocyanate after a watercress meal. *Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev* 1992; 1 (5): 383-8.
7. Verkerk R, Gaag VD, Dekker M, Jongen WMF. Effects of processing conditions on glucosinolates in cruciferous vegetables. *Cancer Letters* 1997; 114: 193-4.
8. Guo Z, Smith TJ, Wang E. Effects of phenethyl isothiocyanate, a carcinogenesis inhibitor, on xenobiotic-metabolizing enzymes and nitrosamine metabolism in rats. *Carcinogenesis* 1992; 13: 2205-10.
9. Sparnis VL, Venegas PL, Wattenberg LW. Glutathione S-transferase activity: enhancement by compounds inhibiting chemical carcinogenesis and by dietary constituents. *J Natl Cancer Inst* 1982; 68: 493-6.
10. Bogaards JJ, van Ommen B, Falke HE, Willems ML, van Bladeren PJ. Glutathione S-transferase subunit induction pattern of Brussels sprouts, allyl isothiocyanate and goitrin in rat liver and small intestinal mucosa: a new approach for the identification of inducing xenobiotics. *Food Chem Toxicol* 1990; 28: 81-8.
11. Faulkner K, Mithen R, Williamson G. Selective increase of the potential anticarcinogen 4-methylsulphinylbutyl glucosinolate in broccoli. *Carcinogenesis* 1998; 19: 605-9.
12. Lo Scalzo R. Organic acids influence on DPPH scavenging by ascorbic acid. *Food Chemistry* 2008; 107: 40-3.
13. Kemp TR, Knavel DE, Stolz LP, Lundin RE. 3,6-nonadien-1-olo from *Citrullus vulgaris* and *Cucumis melo*. *Phytochemistry* 1974; 13: 1167-70.
14. Flath RA, Takahnashi JM. Volatile constituents of prickly pear (*Opuntia ficus indica* Mill. del Castilla variety). *J Agric Food Chem* 1978; 26: 835-7.
15. Di Cesare LF, Testoni A, Sansovini G. Studio dei componenti volatili del fico d'India durante la conservazione in atmosfera normale e controllata. *Industrie Alimentari* 1993; XXXII: 725-31.
16. Dirinck P, Schreyen L, van Wassenhove F, Schamp N. Flavour quality of tomatoes. *J Sci Food Agric* 1976; 27: 499-508
17. Di Cesare LF, Viscardi D, Forni E, Campanelli G, Ferrari V, Caiani M. Influenza sulle caratteristiche chimico-fisiche ed aromatiche di cultivar di pomodoro coltivate in sistema tradizionale e biologico. *Atti delle VII Giornate Scientifiche SOI (Napoli, 4-6 maggio 2004)*: 94
18. Gould WA. *Tomato Production, Processing, and Technology*. CTI Publishing, Baltimore, MD, 1992.
19. Gerster H. The potential role of lycopene for human health. *J Am Coll Nutr* 1997; 16 (2): 109-26.
20. Giovannucci E, Ascherio A, Rimm EB, Stampfer MJ, Colditz GA, Willett WC. *J Natl Canc Inst* 1995; 87 (special issue): 1767-76.
21. Di Cesare LF, Forni E, Viscardi D, Ferrari V. Valutazione della composizione aromatica e chimico-fisica di alcune cultivar di pomodoro da impiegare

- re per il consumo diretto o per la trasformazione. *Industria Conserve* 2003; 78: 195-206.
22. Forni E, Erba ML, Maestrelli A, Polesello A. Sorbitol and free sugar contents in plums. *Food Chemistry* 1992; 44: 269-75.
 23. Migliori C, Viscardi D, Di Cesare LF, et al- Pomodoro "Cherry": effetti di concimazione e di micorrizzazione. *Culture Protette* 2008; 4: 79-83.
 24. Torreggiani D, Forni E, Erba ML, Longoni F. Functional properties of pepper osmodehydrated in hydrolyzed cheese whey, permeate with or without sorbitol. *Food Research Int* 1995; 28 (2): 161-6.
 25. AOAC. Official Method of Analysis, 13th Edition, N°22.018, Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C., 1980.
 26. Norma ISO. Rapeseed- Determination of glucosinolate content- Part 1: Method using High Performance Liquid Chromatography. ISO 1992; 9167-1: 1-9.
 27. Wathelet JP, Mabon N, Marlier M. Determination of glucosinolates in rapeseed improvement the official HPLC ISO method (precision and speed). 10th International Rapeseed Congress, Australia, 1999.
 28. Di Cesare LF, Viscardi D, Campanelli G, Ferrari V, Vitelli G. Valutazione della composizione volatile di cultivar di cavolfiore bianco coltivate in tradizionale e biologico. Atti delle VII Giornate Scientifiche della SOI (Napoli, 4-6 maggio 2004): 93
 29. Adam S. Vergleich des gehaltes an glucoraphanin in Broccoli aus Konventionellem und aus ökologischem anbau. *Bundersforschungsanstalt für Ernährung* (Hrsg) 2002; Jahresbericht 2001.
 30. Lo Scalzo R, Iannocciari T, Genna A, et al. Organic vs. conventional field trials: the effect on cauliflower quality. Proceeding of the Second Scientific Conference of the International Society of Organic Agriculture Research (ISO FAR) 16° IFOAM Organic World Congress. Modena June 16-20 2008. Atti. Vol. 2 pp. 754-757.
 31. Heaton S. Organic farming, food quality and human health. Review of the evidence. *Soil Ass.* 2001, Bristol, G.B. 87S.
 32. Di Cesare LF, Viscardi D, Migliori C, Campanelli G, Ferrari V. Influenza della micorrizzazione e della coltivazione biologica sulle sostanze volatili del melone. *Industrie Alimentari* 2006; XLV: 505-12.
 33. Di Cesare LF, Viscardi D, Migliori C, Campanelli G, Ferrari V. Influenza della micorrizzazione e della coltivazione biologica sui parametri qualitativi del melone. *Ingredienti Alimentari* 2006; 29: 18-23.
 34. Botella-Pavia P, Rodriguez-Concepcion M. Carotenoid biotechnology in plants for nutritionally improved foods. *Physiologia Plantarum* 2006; 126: 369-81.
 35. Caris-Veyrat C, Amiot MJ, Tyssandier V, et al. Influence of organic versus conventional agricultural practice on the antioxidant microconstituent content of tomatoes and derived purees; consequences on antioxidant plasma status in humans. *J Agric Food Chem* 2004; 52 (21): 6503-9.
 36. De Pascale S, Tamburrino R, Maggio A, Barbieri G, Fogliano V, Pernice R. Effects of nitrogen fertilization on the nutritional value of organically and conventionally grown tomatoes. *Acta Horticulturae* 2008; 700.