



La qualità nutrizionale dei prodotti dell'agricoltura biologica

Risultati di un'indagine bibliografica (2005-2011)

Roma, 2012

PREMESSA

L'indagine qui presentata è parte dell'attività del progetto "Qualità nutrizionale ed organolettica e impatto ambientale di produzioni biologiche. In caso studio: il melo. BIOQUALIA", finanziato all'Istituto Nazionale di Ricerca per gli Alimenti e la Nutrizione (INRAN) dal Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali (MiPAAF) nell'ambito del Programma d'Azione Nazionale per l'agricoltura biologica e i prodotti biologici 2008-2009, Asse 3, azione 2.



Consiglio per la Ricerca e la sperimentazione in Agricoltura

(CRA) ex Istituto Nazionale di Ricerca per gli Alimenti e la Nutrizione (INRAN)

Via Ardeatina, 546 - 00178 Roma.

A cura di: Flavio Paoletti, Stefano Nicoli, Irene Baiamonte, Nicoletta Nardo.

Layout e design grafico: Elisa Martinelli

INTRODUZIONE

Obiettivo

L'indagine ha l'obiettivo di dare un quadro della ricerca nel settore della qualità nutrizionale dei prodotti dell'agricoltura biologica, facendo particolare riferimento alle differenze che emergono dai risultati della letteratura scientifica basata sul confronto con i prodotti dell'agricoltura convenzionale.

Criteri adottati per l'indagine bibliografica

L'indagine è di tipo bibliografico e, quindi, per il suo svolgimento sono stati usati diversi *data base* bibliografici: Medline, Scopus, CAB, Food Science and Technology Abstract (FSTA). Oltre a questi, si è anche impiegato il sito *Organic eprints* (www.orgprints.org), un archivio ad accesso libero che contiene articoli e progetti riguardanti l'agricoltura biologica. Le parole chiave usate per l'indagine sono state: "organic", "organic agriculture", "conventional", "conventional agriculture", "integrate agriculture", "integrate farming", "organic farming", "nutritional quality", "quality", sia da sole che in combinazione tra loro. L'indagine è stata svolta a partire dal 2005. Nonostante la limitazione temporale, l'ampiezza delle parole chiave usate ha permesso di trovare oltre 2000 titoli. E' stato perciò necessario operare una selezione dei titoli trovati. Una prima selezione è stata effettuata escludendo gli articoli pubblicati in una lingua diversa dall'inglese, anche se avevano il riassunto in inglese. Sono stati poi eliminati tutti i titoli relativi a libri, capitoli di libri, interventi a congresso, atti di congresso. Con gli articoli rimasti è stata preparata una lista delle riviste scientifiche su cui gli stessi risultavano pubblicati. Di

ciascuna rivista è stato cercato il valore dell'indice di impatto (*impact factor*) e, come passo successivo del processo di selezione, sono stati eliminati gli articoli pubblicati su riviste con un indice di impatto inferiore a 1 alla data di dicembre 2010. Si è ritenuto opportuno scegliere il valore scientifico della rivista come unico criterio di selezione del valore scientifico dei lavori.

Classificazione dei lavori scientifici

Una volta ottenuta la lista dei lavori scientifici attraverso la selezione effettuata sulla base dei criteri appena descritti, si è provveduto a reperire gli articoli per esteso, scaricandoli da Internet, nel caso l'INRAN fosse abbonato alla rivista, richiedendoli ad altre biblioteche, o direttamente agli autori. Gli articoli sono stati quindi classificati in base al prodotto su cui era stato eseguito lo studio. La lettura degli articoli ha permesso di individuare quelli nei quali veniva effettivamente eseguito un confronto tra prodotti biologici e convenzionali di caratteristiche di qualità nutrizionali e, inoltre, quelli nei quali i dati ed i confronti statistici venivano riportati con chiarezza. Alla fine di questo processo abbiamo avuto a disposizione per la nostra indagine

24 articoli sugli ortaggi,

16 articoli sulla frutta,

10 articoli sui cereali,

2 articoli sulle carni,

2 articoli sulle uova,

3 articoli sull'olio,

8 articoli su latte e derivati.

per un totale di 65 lavori.

Come si vede, gli studi sui prodotti di origine vegetale (frutta, ortaggi, cereali) la fanno da padrone, rappresentando, complessivamente, oltre l'80% dei lavori selezionati. Scarso è risultato il numero dei lavori pubblicati sui prodotti di origine animale e, tra questi, $\frac{3}{4}$ sono rappresentati da quelli sul latte.

Analisi e presentazione dei risultati dell'indagine

Per ciascuna tipologia di prodotto sono stati preparati dei fogli di lavoro Excel, nei quali è stata riportata la lista dei parametri nutrizionali studiati/analizzati in ogni pubblicazione. Si è quindi stabilito che ciascuna determinazione di un dato parametro o composto andasse a costituire "un caso". Per cui, nella nostra indagine rappresenta "un caso" la determinazione, ad esempio, del contenuto dei fenoli totali; ma rappresenta "un caso" anche la determinazione di ogni singolo composto fenolico, se nel lavoro era stata analizzata la composizione dei composti fenolici. Per ciascun "caso", quindi, è stato riportato se la sua presenza/concentrazione nel prodotto biologico era maggiore che nel convenzionale, se non c'erano differenze tra i metodi di coltivazione/allevamento, se la sua presenza nel prodotto biologico era inferiore rispetto al convenzionale. L'esistenza o meno di una differenza doveva essere dimostrata nel lavoro attraverso un'analisi statistica dei dati. Quindi, per ciascun parametro di interesse nutrizionale determinato è stata fatta la somma delle volte in cui questo era maggiormente presente nel prodotto biologico rispetto al convenzionale, di quelle in cui non c'erano differenze e, infine, di quelle in cui era presente in



minore quantità. La scelta di operare in questo modo è nata da una serie di considerazioni. Prima di tutto, non abbiamo ritenuto opportuno sottoporre i lavori ad un'ulteriore valutazione del loro contenuto e valore scientifico da parte nostra. Gli articoli selezionati, prima di essere pubblicati sulle riviste scientifiche, erano già stati sottoposti ad una valutazione da parte di revisori "super partes" individuati dalle stesse riviste. Abbiamo, quindi, ritenuto sufficiente a garantire la qualità scientifica del lavoro che la rivista avesse un indice di impatto non inferiore ad 1. Si tratta evidentemente di una scelta e, come tale, può essere criticata e non condivisa; ma dovendo stabilire un criterio per esaminare lavori di un certo livello scientifico, è sembrato preferibile sceglierne uno "freddo" che non attribuirsi il ruolo di valutatori ed andare a rivedere quanto già fatto da altri. Inoltre, non abbiamo ritenuto opportuno sottoporre i risultati raccolti dai lavori ad elaborazioni e successive analisi statistiche, come invece è stato fatto in altre indagini recenti (Dangour et al., 2010; Lairon, 2009).

Le ragioni di questa scelta sono diverse e possono essere riassunte come segue. Il nostro scopo era di svolgere un'indagine sullo stato della ricerca sulla qualità nutrizionale dei prodotti biologici rispetto ai convenzionali e non sui metodi e i parametri per l'autenticazione dei prodotti biologici. Sull'autenticazione sono in corso ricerche dirette ad individuare, testare, validare metodi di analisi e parametri che permettano di distinguere tra prodotti biologici e convenzionali, al fine di fornire la garanzia ai consumatori che stanno realmente acquistando prodotti biologici. I risultati finora ottenuti sono molto interessanti e più che promettenti. Per il nostro obiettivo, invece, siamo partiti dalla convinzione che, anche se utilizzando la stessa procedura dei due studi sopra citati, avessimo tro-



vato differenze statisticamente significative per una qualche caratteristica della qualità nutrizionale, questo non avrebbe significato che tali differenze potessero essere garantite al consumatore al momento dell'acquisto di un prodotto biologico al mercato. Ci sono diverse ragioni scientificamente provate alla base di questa convinzione.

Le proprietà dei prodotti agricoli si formano principalmente sul campo. La ricerca ha dimostrato che molte proprietà di questi prodotti sono il risultato complessivo di diversi fattori che, in ordine di importanza, possono essere così riassunti (Kahl et al., 2010): 1) caratteristiche genetiche, come la varietà nel caso dei vegetali; 2) anno di coltivazione, condizioni climatiche, stagione; 3) caratteristiche del suolo e agronomiche (Heaton, 2001; Bahar et al., 2008; Benbrook, 2008; Rose et al., 2009). Come si vede, le pratiche agronomiche non sono al primo posto della lista. Inoltre, i fattori elencati non agiscono separatamente, ma tutti insieme determinano il risultato finale rappresentato dalle caratteristiche di qualità del prodotto. Inoltre, prendendo in considerazione solo il sistema di coltivazione, esistono diverse pratiche che si possono usare legittimamente nel biologico, così come nel convenzionale, e non è detto che queste pratiche siano sempre molto diverse tra loro (ad esempio, il letame si usa anche nel convenzionale). Prendendo lavori dalla letteratura scientifica è inevitabile che tra l'uno e l'al-

tro ci siano nette differenze di condizioni ambientali (di suolo, di clima), agronomiche e di allevamento (pratiche di coltivazione, pratiche di allevamento, qualità e dosaggio di fertilizzanti, irrigazione, varietà, razze, ecc.), visto che gli studi sono stati condotti in diversi paesi del mondo. Il risultato ottenuto in uno studio su una varietà non è direttamente trasferibile alla stessa varietà ma coltivata in un'altra parte del mondo, anche se venissero somministrate, ad esempio, le stesse dosi di azoto. Dagli studi raccolti in cui la sperimentazione è stata ripetuta per più anni risulta chiaramente che, pur mantenendo fisse tutte le altre variabili, passando da un anno all'altro ci possono essere differenze che vanno ad oscurare completamente quelle eventualmente presenti legate al sistema di coltivazione. Alla luce di queste considerazioni, anche se il numero dei lavori di confronto delle caratteristiche di qualità dei prodotti biologici e convenzionali è molto cresciuto in questi anni e, parallelamente, è anche cresciuta la qualità scientifica dei lavori pubblicati, abbiamo comunque ritenuto non plausibile che da questi lavori si potessero ricavare risultati assoluti da comunicare ai consumatori, ma esclusivamente delle tendenze.



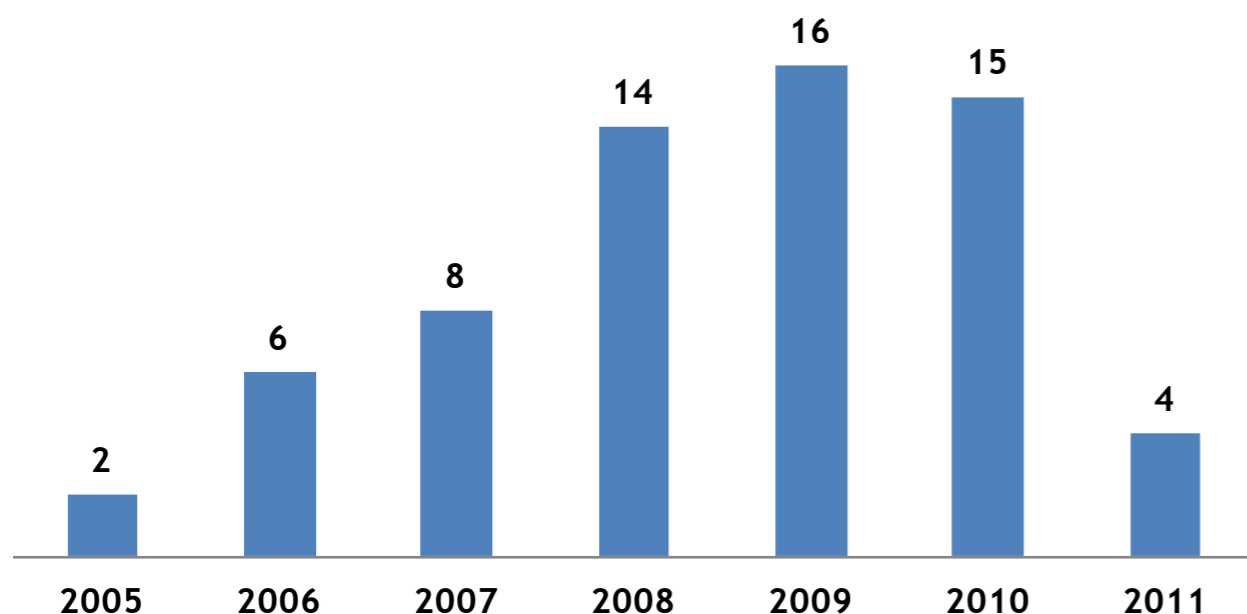
RISULTATI DELL'INDAGINE

Statistiche sull'origine dei lavori

Il numero degli studi di confronto delle caratteristiche di qualità nutrizionale tra prodotti biologici e convenzionali è andato aumentando negli anni (vedi tabella seguente). Il dato del 2011 non è definitivo, in quanto l'indagine è stata interrotta ai primi mesi proprio del 2011.

tipo di studi oggetto della nostra indagine riveste per il nostro Paese (per gli enti finanziatori e per le istituzioni di ricerca). Ma segnala anche che il livello della ricerca svolta in Italia in questo ambito è alto, visto che un criterio di selezione dei lavori è stato che l'indice di impatto della rivista scientifica su cui il lavoro era stato pubblicato non fosse inferiore a 1. Si ricorda che l'indice di impatto di una rivista rappresenta il grado di diffusione e di importanza della rivista stessa. L'origine geografica dei lavori mette in luce anche una qualche forma di specializzazione di ciascun Paese nel settore dell'indagine.

Numero dei lavori selezionati per anno

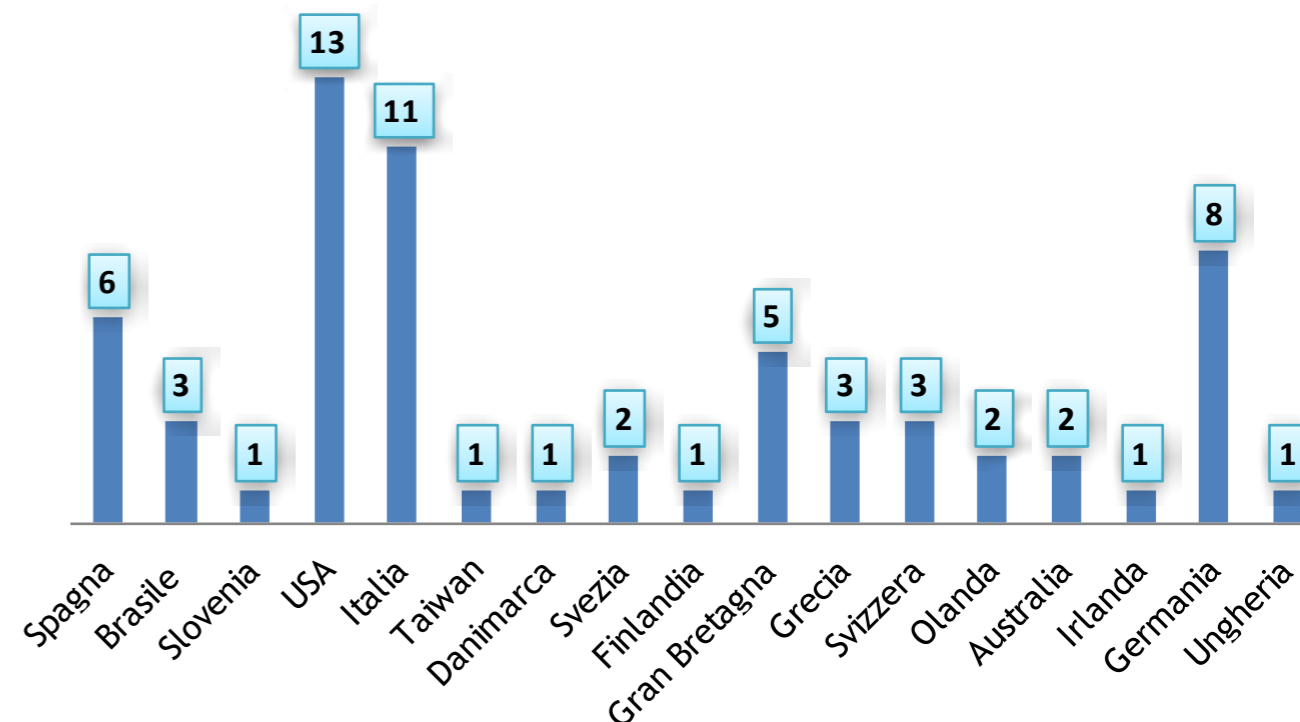


Risulta chiaro, comunque, come ci sia stato un trend crescente fino al 2008, anno a partire dal quale il numero dei lavori/anno (almeno di quelli selezionati sulla base dei criteri da noi fissati) si è stabilizzato intorno a 14-16. Appare interessante anche il dato del numero di pubblicazioni per nazione di appartenenza del primo autore dell'articolo. Tra i lavori selezionati a partire dal 2005, i Paesi maggiormente rappresentati nella letteratura scientifica selezionata sono gli USA, l'Italia, la Germania, la Spagna e la Gran Bretagna. Il dato riguardante l'Italia sembra molto importante. Esso testimonia infatti l'importanza che il

Ad esempio, i 13 lavori prodotti negli USA riguardano esclusivamente frutta e ortaggi; lo stesso vale per la Spagna.



Numero di pubblicazioni per Nazione



La Germania ha prodotto lavori solo su frutta e cereali, mentre dalla Gran Bretagna arrivano studi su prodotti di origine animale e, in particolare, su latte e carne. L'attività svolta nel nostro Paese, invece, tocca diversi settori merceologici.



Cereali

Sui cereali sono stati trovati 10 articoli di cui:

8 sul frumento

1 sull'avena

1 sul mais



In 4 di questi 10 lavori è stato determinato il contenuto di proteine totali che, in tutti e 4 i casi, è risultato superiore nei prodotti convenzionali. Questo dato va a confermare quanto già evidenziato nel passato, ossia che i fertilizzanti minerali utilizzati in agricoltura convenzionale favoriscono la formazione di composti contenuti

azoto, come le proteine. I fertilizzanti minerali, infatti, rispetto a quelli utilizzabili nel biologico garantiscono una maggiore disponibilità di nutrienti e, in particolare, di azoto. D'altra parte, nei 4 lavori in cui è stata invece determinata la composizione in aminoacidi delle

proteine, non sono emerse differenze tra le percentuali dei singoli aminoacidi tra cereali biologici e convenzionali, indicando che il metodo di fertilizzazione incide sulla quantità più che sulla qualità delle proteine. Il grafico seguente mostra la sintesi dei risultati dell'indagine per quanto riguarda gli zuccheri nei cereali. Vale la pena ricordare che, come per altre classi di composti, la determinazione degli zuccheri totali o di un singolo zucchero (saccarosio, maltosio, stachiosio, inositolo, ecc.) rappresentano un caso per la nostra indagine. Quindi, dei 17 casi totali registrati, solo nel 12% circa di

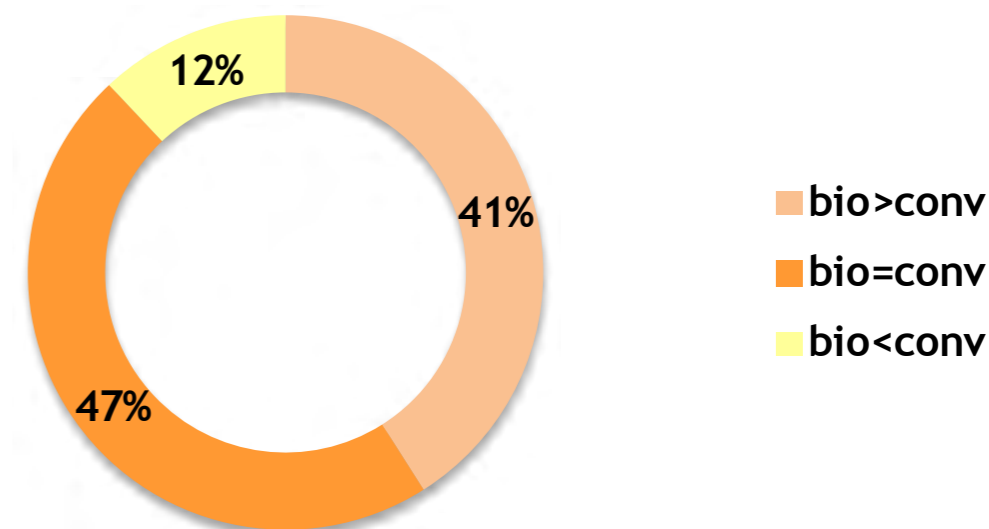


questi (2 casi) il contenuto di zuccheri era superiore nel convenzionale. Il numero dei casi in cui le differenze erano a favore del biologico o non c'erano era più o meno equivalente (41% e 47%, rispettivamente). Pochi sono i casi rappresentati dai carotenoidi (2 casi) e dai composti fenolici (2 casi per gli acidi fenolici, 1 caso per gli acidi idrossicinnamici). I risultati indicano nessuna differenza per questi parametri tra biologico e convenzionale. Nonostante non sia argomento di interesse nutrizionale, si ritiene opportuno riportare l'indicazione riguardante la presenza di micotossine. Si tratta di un tema di grande interesse, anche presso la pubblica opinione, che spesso è argomento di accuse rivolte al biologico e ai cereali biologici, in particolare, in quanto ritenuti più predisposti alla contaminazione da micotossine a causa della proibizione dell'uso di fungicidi durante la loro coltivazione. Finora, però, le rassegne bibliografiche sul tema non

avevano portato alla luce l'esistenza di una maggiore contaminazione dei cereali biologici rispetto ai convenzionali. Anche questa indagine risulta suffragare questo dato: dei 7 casi che abbiamo trovato dal 2005 ad oggi, in cui si riportava il confronto della presenza di micotossine in cereali biologici e convenzionali, in 4 non sono

state trovate differenze, in 1 soltanto il cereale biologico risultava maggiormente contaminato ed in 2, infine, la contaminazione risultava maggiore nel convenzionale.

Zuccheri (totali o singoli)



Frutta

L'indagine bibliografica ha permesso di trovare 16 lavori scientifici di confronto di caratteristiche di qualità nutrizionale tra frutta convenzionale e biologica.

Considerando che sono stati trovati lavori in cui venivano contemporaneamente studiate più specie di frutta e/o più varietà di una stessa specie, o in cui lo studio veniva ripetuto per più annualità, il tipo di frutta studiata ed il numero di compa-



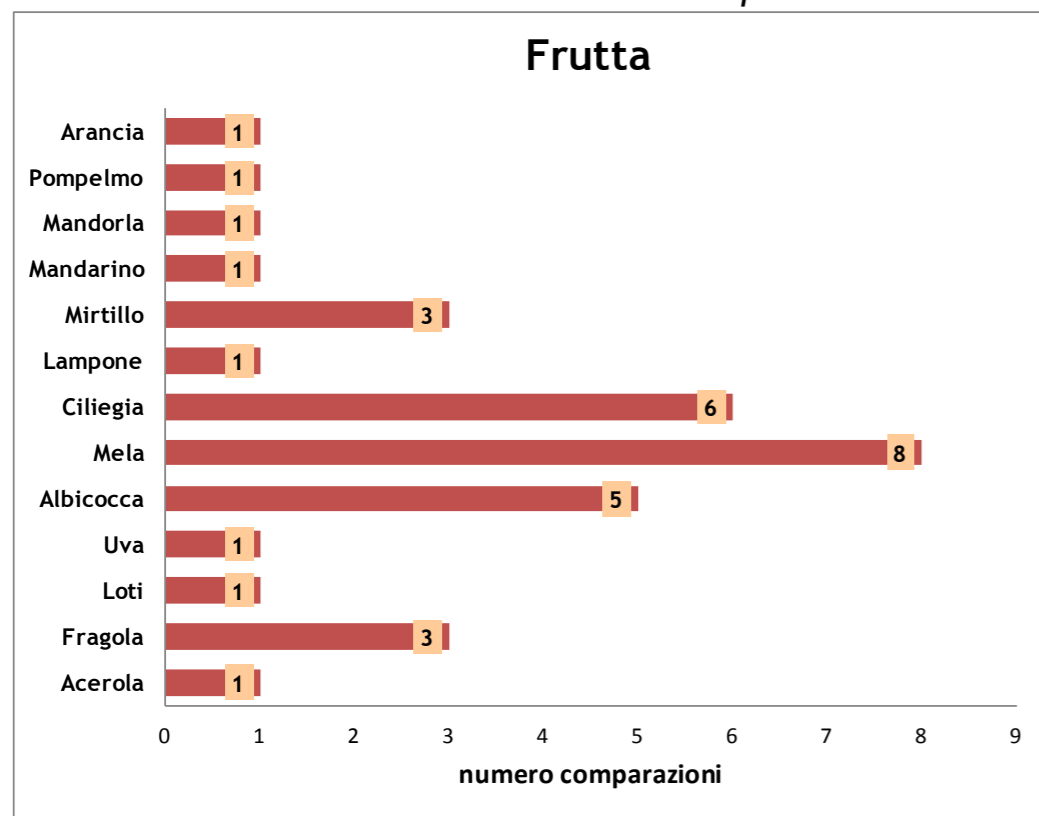
(vedi figura seguente). Già due recenti rassegne (Dangour et al., 2009; Lairon, 2010. I riferimenti completi di entrambi questi lavori sono riportati nella bibliografia al termine del capitolo "Introduzione") avevano riportato la tendenza

della frutta biologica a mostrare valori di acidità titolabile superiori a quelli della convenzionale. Il dato della nostra indagine sembra andare in questa direzione. Tuttavia, è da notare che 5 dei 10 casi di determinazione dell'acidità titolabile riguardavano altrettante varietà di albicocca (ref.): per 3 varietà l'acidità titolabile è risultata superiore con la col-

tivazione biologica, per 2 non sono state trovate differenze.

Dei 3 casi di determinazione di solidi solubili il cui risultato è stato maggiore nella frutta convenzionale, 2 riguardavano altrettante varietà di albicocca.

nessuno dei 10 casi di determinazione dell'acidità titolabile questa è risultata maggiore nella frutta convenzionale

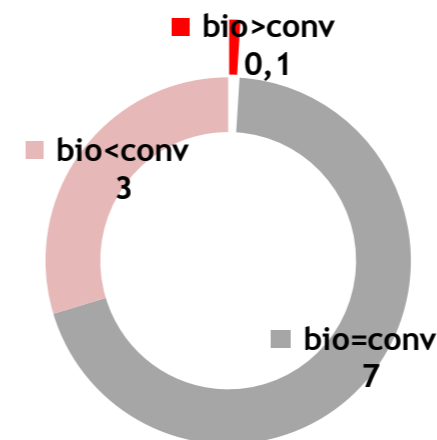


rizzazioni trovate è quello presente in figura.

Sono risultate particolarmente studiate, quindi, la mela, l'albicocca, la ciliegia ed i frutti a bacca.

Se in nessuno dei 10 casi di determinazione, il contenuto di solidi solubili (°Brix) della frutta biologica è risultato superiore rispetto alla convenzionale, in

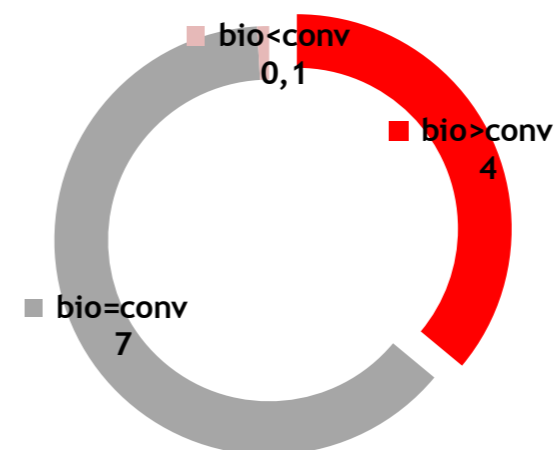
Solidi solubili



Solidi solubili:

quantità di solidi disciolti nel succo estratto da un frutto o da un ortaggio, rappresentata principalmente dagli zuccheri.

Acidità titolabile



ACIDITÀ TITOLABILE:

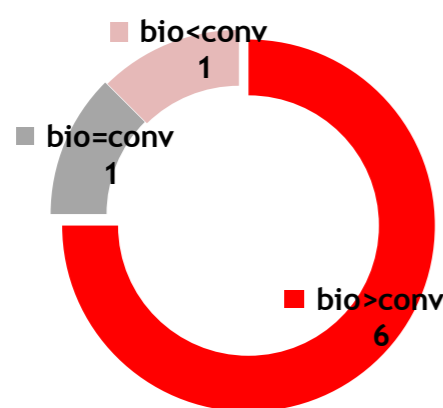
nella frutta e negli ortaggi, è basata principalmente sulla presenza degli acidi organici e di altre molecole a carattere acido come alcuni composti fenolici. A prescindere dalle differenze qualitative e quantitative legate ad aspetti genetici, l'acidità di un frutto tende a diminuire nel corso della maturazione mentre aumenta il contenuto degli zuccheri. Infatti, in molti casi per valutare il grado di maturazione ottimale si ricorre alla misurazione del rapporto tra contenuto di zuccheri e valore dell'acidità titolabile.

La figura seguente mostra i risultati dell'indagine relativamente al contenuto di acido ascorbico. Degli 8 casi di determinazione, ben 6 hanno riportato un valore maggiore nella frutta biologica rispetto alla convenzionale.

I 6 casi riguardavano fragola (2), acerola, mandarino, arancia e pompelmo. E' da notare che l'unico caso in cui il convenzionale è risultato superiore al biologico riguardava la fragola, frutto che in altri due lavori aveva dato risultato opposto.



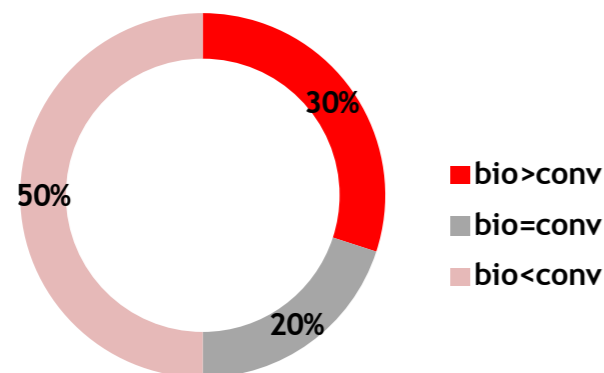
Acido ascorbico



In generale, i frutti biologici tendevano ad avere un peso inferiore ai convenzionali (vedi figura seguente).

Nel 70% dei casi o non c'erano differenze di peso tra i frutti bio e convenzionali o questi ultimi erano più pesanti (20 e 50% dei casi, rispettivamente).

Peso dei frutti



Un esame degli articoli riguardanti questo parametro mette in evidenza il diverso comportamento delle diverse varietà studiate. Infatti, in un lavoro in cui sono state analizzate cinque varietà di albicocca, due varietà avevano un peso maggiore quando coltivate con metodo biologico, una quando coltivata con metodo convenzionale e altre due non davano differenze. Anche per la mela si avevano risultati legati alla varietà. Infatti, delle tre varietà di mela di cui abbiamo raccolto dati, una è risultata di peso maggiore quando coltivata con metodo biologico, le altre due di peso maggiore quando coltivate con metodo convenzionale.



E' bene tenere presente però che si tratta del risultato di determinazioni *in vitro* di cui non è stata dimostrata la reale capacità di predire l'attività *in vivo*.

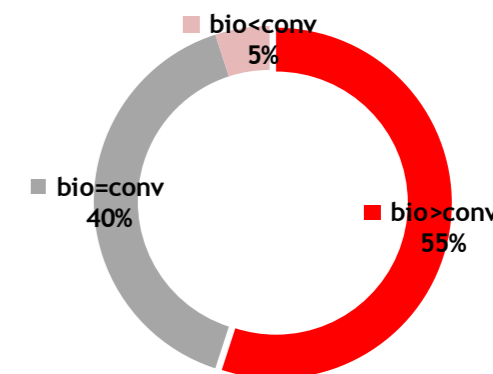
Danno ossidativo:

l'ossigeno è una molecola fondamentale per la vita dell'uomo, ma dal suo metabolismo possono avere origine sostanze altamente reattive che danneggiano l'organismo umano. Un esempio di queste sostanze è dato dai radicali liberi in grado di provocare reazioni a catena che coinvolgono composti vitali delle cellule, danneggiandole in modo irreversibile (danno o stress ossidativo). Lo stress dipende da fattori soggettivi (peso, sesso, età, alimentazione, stile di vita, ecc.) e fattori esterni (inquinamento ambientale, esposizione ai raggi UV, ecc.).

Per quanto riguarda i carotenoidi, nelle 18 determinazioni trovate nella letteratura scientifica esaminata, la distribuzione è risultata quasi perfettamente equilibrata: 6 volte bio > conv, 7 volte bio = conv e 5 volte bio < conv.

I risultati della nostra indagine indicano che la determinazione della capacità antiossidante di frutta biologica a confronto con la convenzionale è stata eseguita in 20 casi. Nel 55% di questi, il valore di questo parametro è stato superiore nella frutta biologica, nel 40% dei casi non sono emerse differenze e solo nel 5% (corrispondente ad un solo caso) la frutta convenzionale è risultata superiore. Questo parametro viene utilizzato spesso come un'indicazione dei potenziali effetti benefici sulla salute dell'uomo degli antiossidanti presenti nella dieta.

Capacità antiossidante totale



Su 138 determinazioni riguardanti i composti fenolici (fenoli totali, classi di composti fenolici come antocianine totali, acidi fenolici totali, e singoli composti fenolici come, ad esempio, quercitina, kampferolo, ac. clorogenico, ecc.), solo nel 16% di queste la frutta biologica è risultata avere un contenuto inferiore alla convenzionale.

Nella maggior parte dei casi non sono state riscontrate differenze (54%), mentre nel 30% (42 casi) la frutta biologica presentava concentrazioni più elevate di composti fenolici.

Composti fenolici:

si formano dal metabolismo secondario delle piante. Sono quindi presenti in elevata quantità nei prodotti ortofrutticoli. Agiscono da antiossidanti e, quindi, sono potenzialmente in grado di proteggere l'organismo da diversi tipi di patologie

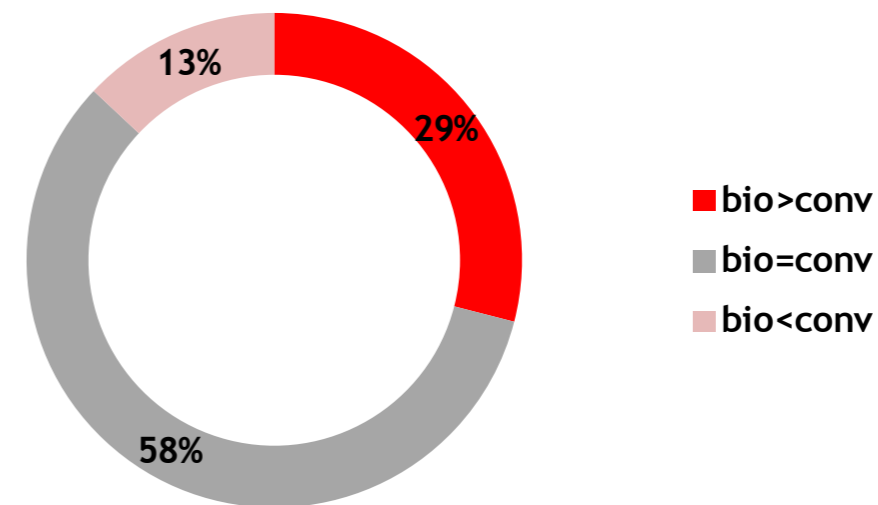
Kampferolo:

composto fenolico appartenente ai flavonoidi e, in particolare, alla classe dei flavonoli, come la quercitina. Ne sono ricchi il tè, le mele, le cipolle

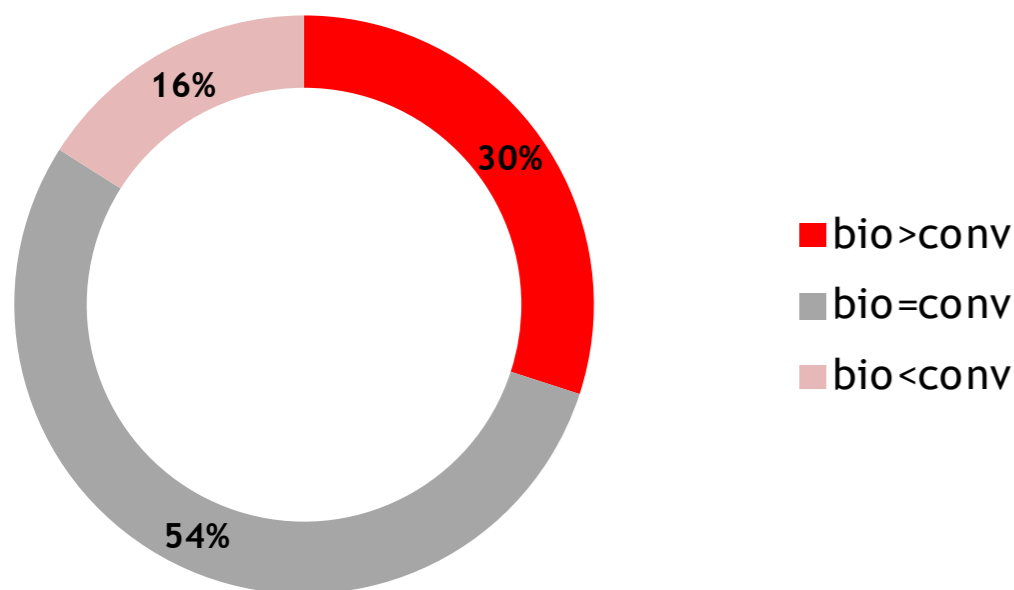
Non molto diversa in termini di distribuzione percentuale è la situazione per le 38 determinazioni di minerali illustrata nella figura seguente. A differenza dei composti fenolici, però, nel caso dei minerali non è stato possibile individuare alcuno che fosse presente in misura maggiore nella frutta biologica o nella convenzionale con una frequenza di casi sufficiente.



Elementi minerali



Composti fenolici



Entrando nel merito, il kampferolo è il composto fenolico il cui contenuto è risultato più frequentemente maggiore nella frutta biologica (fragola, uva e mirtillo) che nella convenzionale (4 casi su 6). Ancora più chiara è la situazione per l'acido ellagico che 4 volte su 5 casi è risultato maggiore nella frutta biologica (fragola, mirtillo, lampone) che nella convenzionale.

Acido ellagico:

composto fenolico che si trova in numerosi frutti e ortaggi, ma in modo particolare nei frutti a bacca come fragole, lamponi, mirtilli, more. Si trova in quantità importanti anche nel melograno. Ha una forte capacità antiossidante e antiproliferativa e, per questo, gli sono stati attribuiti diversi potenziali effetti benefici per la salute umana (riduzione dello stress ossidativo, anticancerogeno, riduzione della pressione sanguigna).



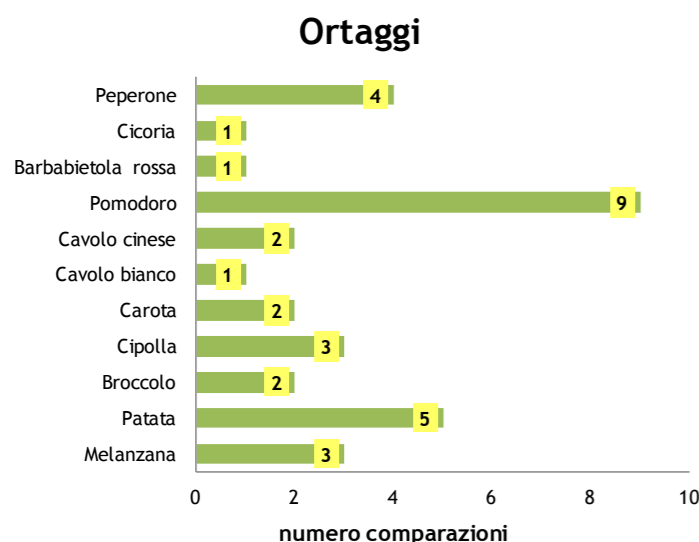
Elementi minerali:

hanno un ruolo fondamentale in tutti gli organismi viventi in quanto entrano a far parte di importanti molecole (emoglobina, mioglobina, clorofilla), enzimi, tessuti (denti, ossa), regolazione dell'equilibrio idrosalino delle cellule. Nell'uomo vengono eliminati con le urine, il sudore, le feci e, quindi, devono essere costantemente reintegrati attraverso gli alimenti e le bevande.

Ortaggi

Nel caso degli ortaggi, l'indagine bibliografica svolta ha permesso di trovare 24 lavori scientifici di confronto di caratteristiche di qualità nutrizionale tra prodotti biologici e convenzionali. Come per la frutta, anche in questo caso sono stati trovati lavori in cui venivano studiate contemporaneamente più specie e/o più varietà di una stessa specie, o in cui lo studio veniva ripetuto per più annualità. Per gli ortaggi ed il numero di confronti trovati, consultare il grafico.

Di gran lunga più studiato è risultato il pomodoro, seguito da patata e peperone. A differenza di quanto viene riportato in letteratura, sia negli studi specifici che nelle rassegne in cui



si cerca di riassumere i risultati dei vari studi, non emergono differenze nel contenuto di umidità (o di sostanza secca) tra ortaggi biologici e convenzionali: su 17 determinazioni trovate ben 14 non



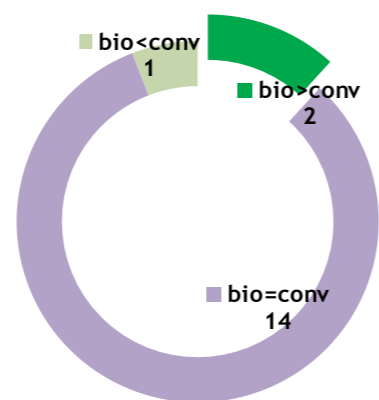
davano l'esistenza di differenze significative, mentre 2 davano un contenuto di umidità superiore nel biologico e 1 nel convenzionale. Tra l'altro, i casi di assenza di differenze si distribuivano fra i vari tipi di ortaggio, facendo escludere,

quindi, comportamenti diversi in funzione del prodotto esaminato.

Per quanto riguarda il contenuto di solidi solubili, per gli ortaggi sembra avvenire l'esatto contrario di quanto riscontrato per la frutta: su 18 determinazioni del contenuto di solidi solubili, 12 non davano differenze, mentre 6 risultavano in un contenuto più alto negli ortaggi biologici.

Le determinazioni riguardavano pomodoro, peperone, patata e melanzana, ossia tutti gli ortaggi più studiati. Andando ad esaminare i risultati delle analisi della

Sostanza secca

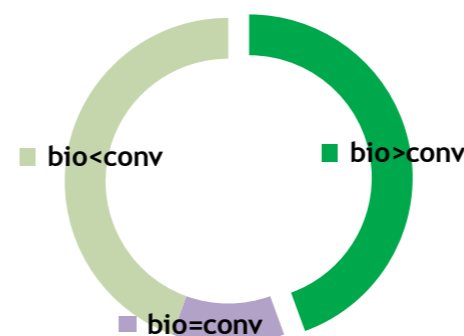


composizione degli zuccheri, queste non hanno dato alcuna differenza tra ortaggi biologici e convenzionali (barbabietola rossa, peperone, patata). Anche per quanto riguarda la composizione in acidi organici i vari studi esaminati non hanno evidenziato particolari differenze. È interessante notare, come riportato in figura, come il numero dei casi in cui contenuto di acido ascorbico (peperone, pomodoro, patata) sia risultato maggiore nel biologico o nel convenzionale si equivalga, non permettendo di mettere in luce particolari tendenze di comportamento tra

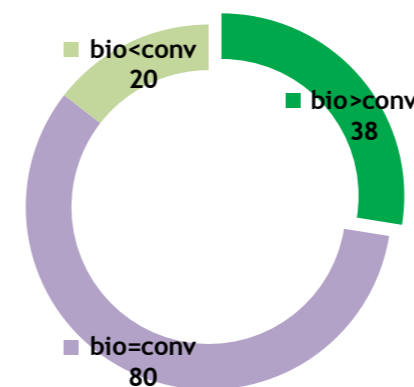


gli ortaggi derivanti da coltivazione biologica e convenzionale, a differenza di quanto emerso per la frutta. Il numero di casi rappresentato dalle determinazioni di composti fenolici (totali, singole classi, singoli composti)

Acido ascorbico



Composti fenolici



è risultato molto elevato, a dimostrazione dell'interesse per queste sostanze negli studi di confronto tra prodotti biologici e convenzionali. Abbiamo trovato 138 determinazioni delle quali solo 20 (14.5% dei casi) hanno dato un risultato negativo per il biologico, mentre per 38 (27.5% dei casi) si è avuto un risultato positivo per il biologico, e le restanti 80 (58%) sono quelle per le quali non si sono trovate differenze. È curioso notare come il numero dei casi e le percentuali di distribuzione dei risultati per gli ortaggi ricalchino quelle per la frutta mostrate in precedenza. Diversamente dalla frutta per la quale non sono emerse tendenze, nel caso degli ortaggi, invece, è

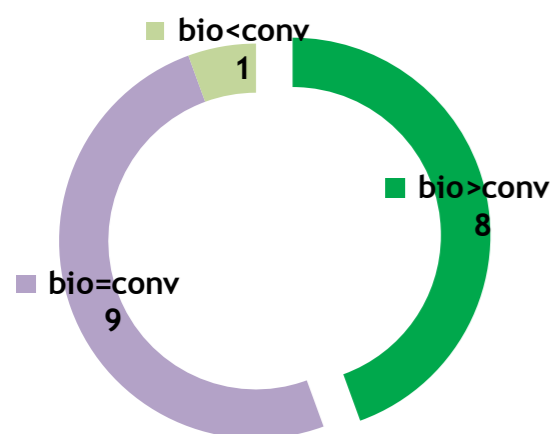
stato possibile evidenziare che il numero di casi in cui contenuto di carotenoidi è risultato superiore nel biologico (8) equivale a quello in cui non sono risultate differenze (9), mentre soltanto in un caso si è avuto un risultato sfavorevole al biologico (vedi figura seguente). Vale la pena ricordare che, secondo quanto riportato in letteratura, un'elevata disponibilità di azoto nel terreno legata all'uso di fertilizzanti minerali dovrebbe permettere di avere un maggior contenuto di carotenoidi nei prodotti. È noto che la fertilizzazione organica comporta in genere una minore disponibilità di azoto rispetto a quella minerale: era quindi lecito attendersi un risultato negativo per il biologico per quanto riguarda la presenza dei carotenoidi che invece non è emerso.



I dati riguardanti la capacità antiossidante, misurata con vari metodi, indicano con chiarezza l'assenza di differenze tra gli ortaggi biologici e convenzionali analizzati: su 28 determinazioni trovate, ben 24 davano valori statisticamente uguali tra biologico e convenzionale. L'indagine, infine, non ha permesso di individuare differenze di contenuto tra i minerali determinati negli ortaggi, come neppure sono emerse diversità di comportamento dei singoli minerali tra ortaggi biologici e convenzionali.



Carotenoidi



Carotenoidi:

classe di composti organici presenti nelle piante o in altri organismi fotosintetici. Le loro molecole sono costituite da lunghe catene di carbonio (30-40 atomi di carbonio). Se ne conoscono oltre 600 che vengono divisi in due classi: le xantofille come luteina e zeaxantina, e i caroteni, come licopene e il beta-carotene. Sono dei pigmenti che conferiscono colore giallo, arancione a frutta e ortaggi. Li troviamo nel pomodoro, nel peperone, nella carota. Sono contenuti in buona quantità anche in molti ortaggi a foglia: in questo caso, il loro colore è coperto da quello verde della clorofilla. Alcuni sono precursori di molecole che conferiscono particolari note aromatiche a numerosi tipi di frutta, come mele, uva, albicocche e piccoli frutti. Dal beta-carotene si origina la vitamina A. Sono dei potenti antiossidanti e, in quanto tali, sembra possano giocare un ruolo nella stimolazione del sistema immunitario e nella prevenzione di alcuni tipi di cancro.

Latte

Attraverso il lavoro di indagine bibliografica è stato possibile reperire 8 lavori riguardanti il latte ed i derivati. Questi lavori trattavano latte di vacca (7 articoli), latte di pecora (1 articolo), latte di capra (1 articolo), formaggio Grana (1 articolo). I lavori non davano indicazioni di differenze tra prodotto biologico e convenzionale per quanto riguarda il contenuto totale di proteine, grassi e lattosio. Diversamente da quanto aspettato, anche se il numero delle determinazioni è troppo basso per trarne delle indicazioni, non sono emerse differenze neanche in relazione al contenuto di carotenoidi, di vit A e vit E. Diverso è invece il discorso relativo alla composizione degli acidi grassi. Il latte dei ruminanti contiene numerosi acidi grassi, alcuni dei quali molto importanti per la salute umana: gli acidi grassi $\omega 3$ tra gli acidi grassi polinsaturi, l'acido vaccenico e l'acido linoleico coniugato (CLA). Gli acidi grassi $\omega 3$ sono stati messi in relazione con il miglioramento delle funzioni neurologiche, con la protezione dalle malattie cardiovascolari e la prevenzione di alcune forme di cancro. Studi biomedici su modelli animali hanno dimostrato una varietà di effetti legati al CLA: anticancerogeno, anti-aterogeno, anti-obesità, anti-diabetico, miglioramento del sistema immunitario. Il CLA *cis-9, trans-11* è l'isomero principale presente nel grasso del latte. L'acido vaccenico (*c18:1, trans-11*) è il principale precursore di questo isomero e quindi la sua presenza ne influenza la sintesi. Un maggior contenuto di acido vaccenico deve quindi essere visto positivamente da questo punto di vista. Infine, il rapporto tra gli acidi grassi $\omega 3$, rappresentati nel latte principalmente dall'acido α -linolenico, e gli $\omega 6$, come l'acido linoleico, è considerato un importante parametro per determinare il valore nutrizionale del latte. In generale, si sostiene che la dieta dei paesi occidentali sia caratterizzata da una bassa assunzione di $\omega 3$ rispetto agli $\omega 6$, cosa che si ritiene possa promuovere la genesi

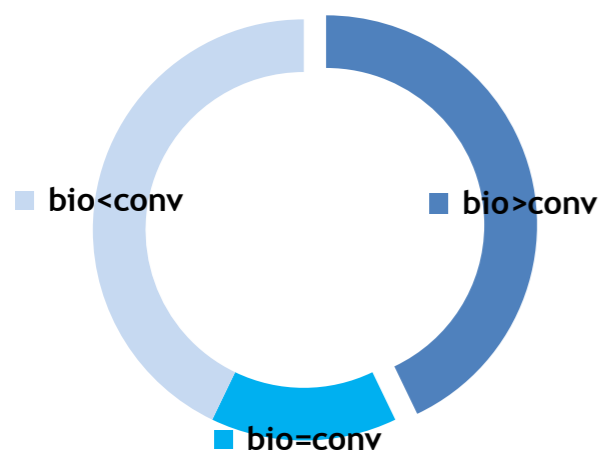
di varie patologie croniche, come quelle cardiovascolari, il cancro e malattie infiammatorie autoimmuni. Benché il grasso del latte non possa essere considerato una fonte principale di acidi grassi polinsaturi $\omega 3$, un aumento del contenuto dell'acido α -linolenico rispetto al linoleico e ad altri $\omega 6$ può essere visto come un modo per affrontare tale sbilanciamento della dieta. Dai lavori selezionati nella nostra indagine si è evidenziato che il metodo di allevamento non ha influenza sul contenuto di acidi grassi saturi e monoinsaturi, la cui presenza era sostanzialmente la stessa tra latte biologico e convenzionale. Diversa si è rivelata la situazione nel caso degli acidi grassi polinsaturi.



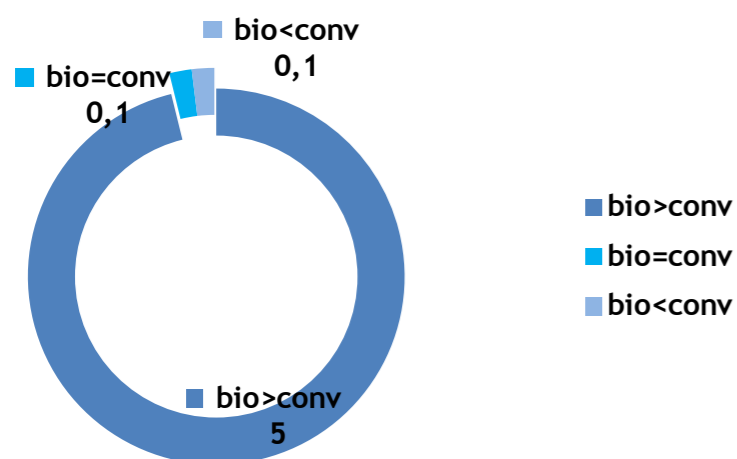
Mentre per quanto riguarda l'acido linoleico, i lavori pubblicati non permettono di evidenziare alcuna tendenza a mostrare differenze di concentrazione del latte biologico rispetto al convenzionale (vedi relativa figura seguente), tutti i lavori in cui è stata determinata la presenza dell'acido α -linolenico (totale = 5 lavori) hanno dato come risultato una concentrazione significativamente maggiore nel latte biologico (vedi relativa figura seguente).



Acido linoleico



Acido alfa-linolenico

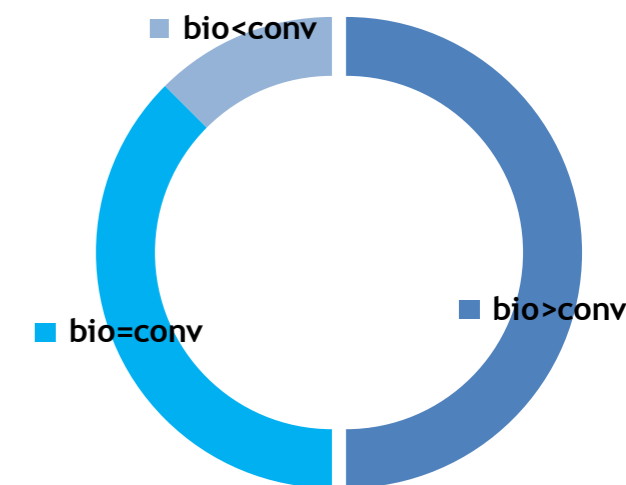


Acido linoleico coniugato (CLA):

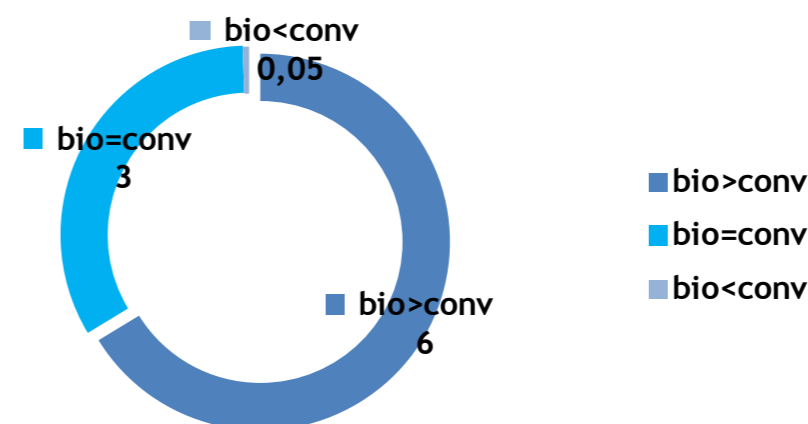
è una particolare classe di acidi grassi che si trova principalmente nel latte, nei latticini e nelle carni. Studi scientifici gli attribuiscono potenziali proprietà benefiche per la salute umana come la stimolazione del sistema immunitario, la protezione di quello cardiovascolare e di quello osseo.

Riguardo l'acido vaccenico, gli studi individuati mostrano un equilibrio tra la numerosità dei casi in cui la concentrazione è maggiore nel biologico e quella dei casi in cui non sono emerse differenze. Solo in un caso, però, la concentrazione dell'acido vaccenico è risultata superiore nel latte convenzionale. In qualche maniera questa tendenza si riflette sulla presenza dell'acido linoleico coniugato (CLA), che in 6 dei 9 studi in cui è stata determinata è risultata maggiore nel latte biologico, mentre in 3 casi non è apparsa alcuna differenza tra i campioni biologici.

Acido vaccenico



CLA



Per concludere, in 5 lavori pubblicati è stato calcolato anche il rapporto tra acidi grassi $\omega 3$ ed $\omega 6$. In 4 di questi casi il rapporto è risultato superiore nel latte biologico rispetto al convenzionale ed in 1 non sono emerse differenze. In nessuno studio è risultato che il valore di questo rapporto fosse superiore nel latte convenzionale.

Acido vaccenico:

è un acido grasso monoinsaturo, isomero trans dell'acido oleico, prodotto nel ruminante. Di solito agli isomeri trans degli acidi grassi vengono attribuiti effetti negativi sulla salute (aumento del colesterolo totale e di quello "cattivo" LDL, in particolare). Invece, non esiste alcuna correlazione tra l'ac. vaccenico e queste patologie. Anzi, risulta che l'organismo umano sia in grado di trasformare l'ac. vaccenico nell'acido rumenico, un acido grasso CLA che sembra poter svolgere un'azione positiva nella prevenzione di alcune forme di cancro.

Carne

Sono stati reperiti solo due lavori riguardanti il confronto della composizione nutrizionale della carne di animali allevati con metodo biologico e convenzionale. I due lavori riguardavano uno la carne di manzo e l'altro la carne di agnello. Sia la scarsità del numero degli studi sia i risultati ottenuti non permettono di trarre alcuna indicazione sulle eventuali differenze di qualità nutrizionale legate al metodo di allevamento.



Olio

Tre sono i lavori riguardanti il confronto di caratteristiche nutrizionali di oli vegetali ottenuti da piante coltivate con metodo biologico e convenzionale. Tutti e tre riportano la composizione in acidi grassi e altre informazioni (steroli, vitamina E, fenoli, composti dell'aroma) di oli extra vergini di oliva prodotti da olivi coltivati con metodo biologico e convenzionale. Uno dei lavori presenta anche la composizione in acidi grassi di olio di cocco, colza, senape e sesamo. I lavori sono troppo pochi e le differenze, dove evidenziate, non sistematiche cosicché risulta impossibile individuare anche solo una tendenza legata al metodo di coltivazione delle piante.



Uova

E' stato possibile trovare solo due lavori riguardanti il confronto della composizione nutrizionale di uova prodotte da animali (galline) allevati con metodo biologico e convenzionale. Sia la scarsità del numero degli studi sia i risultati ottenuti non permettono di trarre alcuna indicazione sulle eventuali differenze di qualità nutrizionale delle uova legate al metodo di allevamento degli animali.



Considerazioni conclusive

Il panorama della letteratura scientifica sul confronto di caratteristiche di qualità nutrizionale tra prodotti biologici e convenzionali mostra delle criticità piuttosto evidenti.

- a) Raramente i lavori riportano la descrizione delle pratiche di coltivazione/allevamento impiegate. Come detto in precedenza, le pratiche che si possono usare legittimamente nel biologico sono numerose e molto diverse tra loro. Lo stesso dicasi per il convenzionale. Se si vuole stabilire l'influenza del metodo di coltivazione/allevamento sulla qualità nutrizionale è necessario conoscere le pratiche impiegate per il biologico ed il convenzionale e stabilire quanto diverse fossero tra loro.
- b) Anche se sicuramente più numerosi che nel passato, sono ancora pochi i lavori in cui la sperimentazione è ripetuta per più annualità. Quando gli studi sono ripetuti per più anni emerge con molta evidenza l'effetto della stagionalità, sia che si tratti di vegetali che di prodotti di origine animale, come il latte. In tutti gli studi ripetuti nel tempo, le differenze legate alla stagionalità superano quelle legate al metodo di coltivazione. E' evidente, quindi, quanto sia raccomandabile condurre gli studi per più di una stagione per stabilire se c'è veramente un effetto del metodo di coltivazione sulle caratteristiche di qualità misurate.
- c) Dai lavori esaminati risulta che il fattore "genetico" ha una rilevanza maggiore sulla composizione chimica dei prodotti di quella del metodo di coltivazione. Gli studi condotti su più varietà dimostrano questo con molta chiarezza. La diversa risposta delle varietà allo stesso metodo di coltivazione implica quanto importante sia la scelta della varietà ai fini del risultato finale.
- d) Un altro aspetto che appare in tutta la sua evidenza è che, a parte il latte, ci sono ancora pochi studi sulla qualità nutrizionale dei prodotti di origine animale, come carne e uova.

Entrando nello specifico dei contenuti della letteratura scientifica individuata, selezionata ed analizzata si possono fare le seguenti considerazioni finali.

Nonostante in questi anni la ricerca per la selezione delle varietà più idonee ad essere coltivate con il metodo biologico e quella sul miglioramento delle tecniche di coltivazione in biologico abbia permesso grandi passi avanti, i lavori scientifici pubblicati e selezionati per questa indagine confermano il **minore contenuto di proteine presente nei cereali biologici**, anche se dal punto di vista della qualità delle proteine stesse non emergono differenze. In quasi il 90% dei casi esaminati il **contenuto degli zuccheri nei cereali biologici era superiore o uguale rispetto a quello dei convenzionali**. Anche se al di fuori degli obiettivi del presente lavoro, e questo comporta che non tutti i lavori sull'argomento potrebbero essere stati presi

in considerazione, si conferma comunque che **non ci sono diversità di comportamento tra i cereali biologici e convenzionali nei riguardi della contaminazione da micotossine.**

Gli studi analizzati sul confronto della qualità nutrizionale tra **frutta** biologica e convenzionale indicano che **il contenuto di solidi solubili non è mai risultato maggiore nel biologico, mentre il valore dell'acidità titolabile non è mai risultato superiore nella frutta convenzionale.** Per quanto riguarda l'acidità titolabile va detto, tuttavia, che la maggior parte dei casi raccolti riguardava l'albicocca e proveniva da un solo lavoro in cui erano state studiate varietà diverse. **Inoltre, il peso dei frutti biologici è risultato tendenzialmente inferiore a quello dei convenzionali.** Anche in questo caso è bene sottolineare che i dati riguardavano solo albicocca e mela e che i comportamenti erano diversi tra una varietà e l'altra.

Risulta emergere con chiarezza, invece, un **maggiore contenuto di acido ascorbico** nella frutta biologica.

Nonostante le aspettative fossero diverse, l'esame della letteratura scientifica selezionata ci permette di individuare come tendenza l'**assenza di differenze legate al metodo di coltivazione per quanto riguarda il contenuto di composti fenolici**, anche se i casi in cui questi composti sono risultati maggiormente presenti nella frutta biologica rispetto alla convenzionale sono numericamente maggiori rispetto all'opposto. A parte il dato complessivo, prendendo in esame i singoli composti fenolici, **il contenuto di kampferolo e di acido ellagico è risultato più frequentemente maggiore nella frutta biologica** che nella convenzionale. Per entrambi i composti, il dato si riferisce ai piccoli frutti (fragola, mirtillo, lampone).

Nel 95% dei casi, infine, la frutta biologica ha mostrato una capacità antiossidante totale superiore (55%) o uguale (40%) a quella della frutta convenzionale. Diversamente da quanto spesso riportato in letteratura, **il contenuto di umidità (o di sostanza secca) non si differenzia tra ortaggi biologici e convenzionali.** Nelle rassegne in cui si cerca di riassumere quanto emerge dai lavori pubblicati sulla qualità degli ortaggi biologici rispetto ai convenzionali, un dato che sovente viene presentato è quello di un minore contenuto di umidità dei prodotti biologici. I lavori selezionati nella nostra indagine non confermano questa indicazione.

Al contrario di quanto trovato per la frutta, **il contenuto di solidi solubili non è mai risultato maggiore negli ortaggi convenzionali.**

Per quanto riguarda i **composti fenolici, nella maggioranza dei casi (58%) non sono emerse differenze di contenuto tra ortaggi biologici e convenzionali.** Tuttavia, per il restante 42% la percentuale dei casi in cui questi composti sono risultati maggiormente presenti negli ortaggi biologici è maggiore di quella in cui è emerso il contrario (27.5% contro 14.5%).

La distribuzione delle percentuali per gli ortaggi è quasi sovrapponibile a quella della frutta.

Per gli ortaggi, **la determinazione della capacità antiossidante non ha dato risultati diversi tra biologico e convenzionale.**

Nella quasi totalità dei casi, **il contenuto di carotenoidi negli ortaggi biologici è risultato uguale o superiore a quello presente nei convenzionali.**

Passando ai prodotti di origine animale, nel caso del latte è emersa con chiarezza la **maggiore presenza di acidi grassi polinsaturi** nel prodotto biologico, con particolare riferimento a quelli **della serie n-3** particolarmente utili per la salute umana. La presenza di questa tipologia di acidi grassi nel latte è strettamente legata al tipo

di alimentazione dell'animale. Quando il pascolo assume un ruolo preponderante nell'alimentazione dell'animale, come conseguenza si ha una maggiore presenza di acidi grassi polinsaturi nel latte. Va detto che l'alimentazione al pascolo non è una prerogativa esclusiva del metodo biologico.

Per tutti gli altri prodotti, sia di origine vegetale, come l'olio, che animale (come carne e uova), il numero dei lavori presenti nella letteratura scientifica è assolutamente scarso e non permette di fare alcuna considerazione su quanto finora prodotto dalla ricerca internazionale.

I risultati dell'indagine per cereali, frutta, ortaggi e latte sono riassunti nella tabella sotto riportata

TABELLA RIASSUNTIVA DEI RISULTATI DELL'INDAGINE

	Cereali	Frutta	Ortaggi	Latte
Peso		-		
Sostanza secca			=	
Solidi solubili		= / -	+ / =	
Acidità titolabile		+ / =		
Zuccheri	+ / =		=	=
Proteine	-			=
Minerali		=	=	
Acido ascorbico		+	=	
Composti fenolici *		=	=	
Carotenoidi		=	+ / =	
Capacità antiossidante		+ / =	=	
Lipidi totali				=
Acidi grassi saturi				=
Acidi grassi monoinsaturi				=
Acido linoleico				=
Acido linolenico				+
CLA				+

dove

il simbolo “+” indica che la differenza è a vantaggio del biologico

il simbolo “-“ indica che la differenza è a vantaggio del convenzionale

il simbolo “=” indica che non ci sono differenze

* Nei piccoli frutti (fragola, mirtillo, lampone) i composti fenolici kampferolo e acido ellagico sono risultati maggiormente presenti nei biologici rispetto ai convenzionali.

Bibliografia citata per l'Introduzione

Bahar S., Schmidt O., Moloney A.P., Scrimgeour C.M., Begley I.S. and Monahan F.J. 2008. Seasonal variation in the C, N and S stable isotope composition of retail organic and conventional Irish beef. Food Chemistry, 106, 1299-1305.

Benbrook C., Zhao X., Yanex J., Davies N. and Andrews P. 2008. New evidence confirms the nutritional superiority of plant based organic foods. State of Science review, The Organic Center. http://www.organic-center.org/science.nutri.php?action=view&report_id=126

Dangour A.D., Dodhia S.K., Hayter A., Aikenhead A., Allen E., Lock K., Uauy R. 2009. Comparison of composition (nutrients and other substances) of organically and conventionally produced foodstuffs: a systematic review of the available literature. Report for the Food Standards Agency

Heaton S. 2001. Organic farming, food quality and human health. Soil Association, Bristol, UK.

Kahl J., Van der Burgt G.J., Kusche D., Bügel S., Busscher N., Hallmann E., Kretzschmar U., Ploeger A., Rembalkowska E. and Huber M. 2010. Organic food claims in Europe. Food Technology, 20, 38-46.

Lairon D. 2010. Nutritional quality and safety of organic food. A review. Agronomy for Sustainable Development, 30, 33-41

Roose M., Kahl J. and Ploeger A. 2009. Influence of farming system on the xanthophyll content of soft and hard wheat. Journal Agricultural and Food Chemistry, 57, 182-188

Elenco dei lavori considerati

Aldrich H.T., Salandanan K., Kendall P., Bunning M., Stonaker F., Kulen O. and Stushnoff C. 2010. Cultivar choice provides options for local production of organic and conventionally produced tomatoes with higher quality and antioxidant content. Journal Science Food Agriculture, 90, 2548-2555.

Anastasopoulos E., Kalogeropoulos N., Kaliora A.C., Kountouri A., Andrikopoulos N.K. 2011. The influence of ripening and crop year on quality indices, polyphenols, terpenic acids, squalene, fatty acid profile, and sterols in virgin olive oil (Koroneiki cv.) produced by organic versus non-organic cultivation method. International Journal Food Science Technology, 46, 170-178.

Angood K.M., Wood J.D., Nute G.R., Whittington F.M., Hughes S.I., Sheard P.R. 2008. A comparison of organic and conventionally-produced lamb purchased from three major UK supermarkets: Price, eating quality and fatty acid composition. Meat Science, 78, 176-184.

Barrett D.M., Weakley C., Diaz J.V. and Watnik M. 2007. Qualitative and nutritional differences in processing tomatoes grown under commercial organic and conventional production systems. Journal Food Science, 72, 441-451.

Bavec M., Turinek M., Grobelnik-Mlakar S., Slatnar A. and Bavec F. 2010. Influence of industrial and alternative farming systems on content of sugars, organic acids, total phenolic content, and the antioxidant activity of red beet (Beta vulgaris L. ssp. Vulgaris Rote Kugel). Journal Agriculture Food Chemistry, 58, 11825-11831.

Beltran-Gonzalez F., Perez-Lopez A.J., Lopez-Nicolas J.M., and Carbonell-Barrachina A.A. 2008. Effects of agricultural practices on instrumental colour, mineral content, carotenoid composition, and sensory quality of mandarin orange juice, cv. Hernandina. Journal Science Food Agriculture, 88, 1731-1738.

Bloksma J., Adriaansen-Tennekes R., Huber M., van de Vijver L.P.L., Baars T. and de Wit J. 2008.

Comparison of organic and conventional raw milk quality in the Netherlands. *Biological Agriculture and Horticulture*, 26, 69-83.

Butler G., Nielsen J.H., Slots T., Seal C., Eyre M.D., Sanderson R. and Leifert C. 2008. Fatty acid and fat-soluble antioxidant concentrations in milk from high- and low-input conventional and organic systems: seasonal variation. *Journal Science Food Agriculture*, 88, 1431-1441.

Butler G., Stergiadis S., Seal C., Eyre M. and Leifert C. 2011. Fat composition of organic and conventional retail milk in northeast England. *Journal Dairy Science*, 94, 24-36.

Camin F., Moschella A., Miselli F., Parisi B., Versini G., Ranalli P. and Bagnaresi P. 2007. Evaluation of markers for the traceability of potato tubers grown in an organic versus conventional regime. *Journal Science Food Agriculture*, 87, 1330-1336.

Carcea M., Salvatorelli S., Turfani V. and Mellara F. 2006. Influence of growing conditions on the technological performance of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *International Journal Food Science and Technology*, 41 (Supplement 2), 102-107.

Cardoso P.C., Tomazini A.P.B., Stringheta P.C., Ribeiro S.M.R., Pinheiro-Sant'Ana H.M.. 2011. Vitamin C and carotenoids in organic and conventional fruits grown in Brazil. *Food Chemistry*, 126, 411-416.

Chassy A.W., Bui L., Renaud E.N.C., Van Horn M. and Mitchell A.E. 2006. Three-year comparison of the content of antioxidant micronutrients and several quality characteristics in organic and conventionally managed tomatoes and bell peppers. *Journal Agricultural Food Chemistry*, 54, 8244-8252.

Collomb M., Bisig W., Butikofer U., Sieber R., Bregy M., Etter L. 2008. Fatty acid composition of mountain milk from Switzerland: Comparison of organic and integrated farming systems. *International Dairy Journal*, 18, 976-982.

Corrales M., Fernandez A., Vizoso Pinto M.G., Butz P., Franz C.M.A.P., Schuele E., Tauscher B. 2010. Characterization of phenolic content, in vitro biological activity, and pesticide loads of extracts from white grape skins from organic and conventional cultivars. *Food and Chemical Toxicology*, 48, 3471-3476.

Del Amor F.M., Serrano-Martinez A., Fortea I. and Nunez-Delicado E. 2008. Differential effect of organic cultivation on the levels of phenolics, peroxidase and capsidiol in sweet peppers. *Journal Science Food Agriculture*, 88, 770-777.

D'Evoli L., Tarozzi A., Hrelia P., Lucarini M., Cocchiola M., Gabrielli P., Franco F., Morroni F., Cattelli-Forti G. and Lombardi Boccia G. 2010. Influence of cultivation system on bioactive molecules synthesis in strawberries: Spin-off on antioxidant and antiproliferative activity. *Journal Food Science*, 75, 94-99.

Dimberg L.H., Gissén C., Nilsson J. 2005. Phenolic compounds in oat grains (*Avena sativa* L.) grown in conventional and organic systems. *AMBIO*, 34, 331-337.

Ellis K.A., Monteiro A., Innocent G.T., Grove-White D., Cripps P., McLean W.G., Howard C.W. and Mihm M. 2007. Investigation of the vitamins A and E and β -carotene content in milk from UK organic and conventional dairy farms. *Journal Dairy Research*, 74, 484-491.

Faller A.L.K., Fialho E. 2010. Polyphenol content and antioxidant capacity in organic and conventional plant foods. *Journal Food Composition Analysis*, 23, 561-568.

Flores P., Hellin P. and Fenoll J. 2009. Effect of manure and mineral fertilisation on pepper nutritional quality. *Journal Science Food Agriculture*, 89, 1581-1586.

Heimler D., Isolani L., Vignolini P., Romani A. 2009. Polyphenol content and antiradical activity of

Cichorium intybus L. from biodynamic and conventional farming. *Food Chemistry*, 114, 765-770.

Hildermann I., Thommen A., Dubois D., Boller T., Wiemkenc V. and Mader P. 2009. Yield and baking quality of winter wheat cultivars in different farming systems of the DOK long-term trial. *Journal Science Food Agriculture*, 89, 2477-2491.

Juroszec P., Lumpkin H.M., Yang R-Y., Ledesma D.R. and Ma C-H. 2009. Fruit quality and bioactive compounds with antioxidant activity of tomatoes grown on-farm: comparison of organic and conventional management systems. *Journal Agricultural Food Chemistry*, 57, 1188-1194.

Lamperi L., Chiuminatto U., Cincinelli A., Galvan P., Giordani E., Lepri L. and Del Bubba M. 2008. Polyphenol levels and free radical scavenging activities of four apple cultivars from integrated and organic farming in different Italian areas. *Journal Agricultural Food Chemistry*, 56, 6536-6546.

Leccese A., Bureau S., Reich M., Renard M.G.C.C., Audergon J.M., Mennone C., Bartolini S., Viti R. 2010. Pomological and nutraceutical properties in apricot fruit: Cultivation systems and cold storage fruit management. *Plant Foods Human Nutrition*, 65, 112-120.

Lehesranta S.J., Koistinen K.M., Massat N., Davies H.V., Shepherd L.V.T., McNicol J.W., Cakmak I., Cooper J., Luck L., Karenlampi S.O. and Leifert C. 2007. Effects of agricultural production systems and their components on protein profiles of potato tubers. *Proteomics*, 7, 597-604.

Lester G.E., Manthey J.A. and Buslig B.S. 2007. Organic vs conventionally grown Rio Red whole grapefruit and juice: Comparison of production inputs, market quality, consumer acceptance, and human health-bioactive compounds. *Journal Agricultural Food Chemistry*, 55, 4474-4480.

Luthria D., Singh A.P., Wilson T., Vorsa N., Banuelos G.S., Vinyard B.T. 2010. Influence of conventional and organic agricultural practices on the phenolic content in eggplant pulp: Plant-to-plant variation. *Food Chemistry*, 121, 406-411.

Mader P., Hahn D., Dubois D., Gunst L., Alfoldi T., Bergmann H., Oehme M., Amado R., Schneider H., Graf U., Velimirov A., Fliessbach A. Niggli U. 2007. Wheat quality in organic and conventional farming: results of a 21 year field experiment. *Journal Science Food Agriculture*, 87, 1826-1835.

Maggio A., Carillo P., Bulmetti G.S., Fuggi A., Barbieri G., De Pascale S. 2008. Potato yield and metabolic profiling under conventional and organic farming. *European Journal Agronomy*, 28, 343-350.

Mitchell A.E., Hong Y-J., Koh E., Barrett D.M., Bryant D.E., Denison R.F. and Kaffka S. 2007. Ten-year comparison of the influence of organic and conventional crop management practices on the content of flavonoids in tomatoes. *Journal Agricultural Food Chemistry*, 55, 6154-6159.

Mogren L.M., Caspersen S., Olsson M.E. and Gertsson U.E. 2008. Organically fertilized onions (*Allium cepa* L.): Effects of the fertilizer placement method on quercetin content and soil nitrogen dynamics. *Journal Agricultural Food Chemistry*, 56, 361-367.

Molkentin J., Giesemann A. 2007. Differentiation on organically and conventionally produced milk by stable isotope and fatty acid analysis. *Analytical Bioanalytical Chemistry*, 388, 297-305.

Nagy-Gasztonyi M., Sass-Kiss A., Tomoskozi-Farkas R., Banati D., Daood H.G. 2010. Liquid chromatographic analysis of phenolic compounds in organically and conventionally grown varieties of sour cherries. *Chromatographia Supplement*, 71, S99-S102.

Ninfali P., Bacchiocca M., Biaggiotti E., Esposto S., Servili M., Rosati A. and Montedoro G. 2008. A 3-year study on quality, nutritional and organoleptic evaluation of organic and conventional Extra-virgin olive oils. *Journal American Oil Chemists Society*, 85, 151-158.

Pace Pereira Lima G., do Vale Cardoso Lopes T., Rossetto M.R.M. and Vianello F. 2009. Nutritional composition, phenolic compounds, nitrate content in eatable vegetables obtained by conventional and certified organic grown culture subject to thermal treatment. *International Journal Food Science Technology*, 44, 1118-1124.

Pieper J.R. and Barrett D.M. 2009. Effects of organic and conventional production systems on quality and nutritional parameters of processing tomatoes. *Journal Science Food Agriculture*, 89, 177-194.

Perez-Lopez A.J., Loperz-Nicolas J.M., Nunez-Delicado E., Del Amor F.M. and Carbonell-Barrachina A.A. 2007. Effects of agricultural practices on color, carotenoids composition, and minerals contents of sweet pepper, cv. Almuden. *Journal Agricultural Food Chemistry*, 55, 8158-8164.

Prandini A., Sigolo S. and Piva G. 2009. Conjugated linoleic acid (CLA) and fatty acid composition of milk, curd and Grana Padano cheese in conventional and organic farming systems. *Journal Dairy research*, 76, 278-282.

Raigon M.D., Rodriguez-Burruezo A. and Prohens J. 2010. Effects of organic and conventional cultivation methods on composition of eggplant fruits. *Journal Agricultural Food Chemistry*, 58, 6833-6840.

Reganold J.P., Andrews P.K., Reeve J.R., Carpenter-Boggs L., Schadt C.W., Alldredge J.R., Ross C.F., Davies N.M., Zhou J. 2010. Fruit and soil quality of organic and conventional strawberry agroecosystems. *PLoS ONE*, 5, 1-14.

Robbins R.J., Keck A-S., Banuelos J. and Finley J.W. 2005. Cultivation conditions and selenium fertilization alter the phenolic profile, glucosinolate, and sulforaphane content of broccoli. *Journal Medicinal Food*, 8, 204-214.

Rohlig R. and Engel K.H. 2010. Influence of the input system (conventional versus organic farming) on metabolite profiles of maize (*Zea mays*) kernels. *Journal Agricultural Food Chemistry*, 58, 3022-3030.

Roose M., Kahl J. and Ploeger A. 2009. Influence of farming system on the xanthophyll content of soft and hard wheat. *Journal Agricultural and Food Chemistry*, 57, 182-188

Rossi F., Godani F., Bertuzzi T., Trevisan M., Ferrari F., Gatti S. 2008. Health-promoting substances and heavy metal content in tomatoes grown with different farming techniques. *European Journal Nutrition*, 47, 266-272.

Roussos P.A., Gasparatos D. 2009. Apple tree growth and overall fruit quality under organic and conventional orchard management. *Scientia Horticulturae*, 123, 247-252.

Sablani S.S., Andrews P.K., Davies N.M., Walters T., Saez H., Syamaladevia R.M. and Mohekara P.R. 2010. Effect of thermal treatments on phytochemicals in conventionally and organically grown berries. *Journal Science Food Agriculture*, 90, 769-778.

Samman S., Chow J.W.Y., Foster M.J., Ahmad Z.I., Phuyal J.L. and Petocz P. 2008. Fatty acid composition of edible oils derived from certified organic and conventional agricultural methods. *Food Chemistry*, 109, 670-674.

Samman S., Kung F.P., Carter L.M., Foster M.J., Ahmad Z.I., Phuyal J.L., Petocz P. 2009. Fatty acid composition of certified organic, conventional and omega-3 eggs. *Food Chemistry*, 116, 911-914.

Sanchez-Bel P., Egea I., Martinez-Madrid M.C., Flores B., and Romojaro F. 2008. Influence of irrigation and organic/inorganic fertilization on chemical quality of almond (*Prunus amygdalus* cv. Guara). *Journal Agricultural Food Chemistry*, 56, 10056-10062.

Singh A.P., Luthria D., Wilson T., Vorsa N., Singh V., Banuelos G.S., Pasakdee S. 2009. Polyphenols content and antioxidant capacity of eggplant pulp. *Food Chemistry*, 114, 955-961.

Soltoft M., Nielsen J., Laursen K.H., Husted S., Halekoh U. and Knuthsen P. 2010. Effects of organic and conventional growth systems on the content of flavonoids in onions and phenolic acids in carrots and potatoes. *Journal Agricultural Food Chemistry*, 58, 10323-10329.

Stracke B.A., Rufer C.E., Weibel F.P., Bub A., and Watzl B. 2009. Three-year comparison of the polyphenol contents and antioxidant capacities in organically and conventionally produced apples (*Malus domestica* Bork. Cultivar 'Golden Delicious'). *Journal Agricultural Food Chemistry*, 57, 4598-4605.

Stracke B.A., Eitel J., Watzl B., Mader P. and Rufer C. 2009. Influence of the production method on phytochemical concentrations in whole wheat (*Triticum aestivum* L.): A comparative study. *Journal Agricultural Food Chemistry*, 57, 10116-10121.

Stracke B.A., Rufer C.E., Bub A., Seifert S., Weibel F.P., Kunz C., Watzl B. 2010. No effect of the farming system (organic/conventional) on the bioavailability of apple (*Malus domestica* Bork., cultivar Golden Delicious) polyphenols in healthy men: a comparative study. *European Journal Nutrition*, 49, 301-310.

Tarozzi A., Hrelia S., Angeloni C., Morroni F., Biagi P., Guardigli M., Cantelli-Forti G., Hrelia P. 2006. Antioxidant effectiveness of organically and non-organically grown red oranges in cell culture systems. *European Journal Nutrition*, 45, 152-158.

Tsiplakou E., Kotrotsios V., Hadjigeorgiou I. and Zervas G. 2010. Differences in sheep and goats milk fatty acid profile between conventional and organic farming systems. *Journal Dairy Research*, 77, 343-349.

van Ruth S., Alewijn M., Rogers K., Newton-Smith E., Tena N., Bollen M., Koot A. 2011. Authentication of organic and conventional eggs by carotenoid profiling. *Food Chemistry*, 126, 1299-1305.

Walshe B.E., Sheehan E.M., Delahunty C.M., Morrissey P.A., Keey J.P. 2006. Composition, sensory and shelf life stability analyses of *Longissimus dorsi* muscle from steers reared under organic and conventional production system. *Meat Science*, 73, 319-325.

Wang S.Y., Chen C-T, Sciarappa W., Wang C.Y. and Camp M.J. 2008. Fruit quality, antioxidant capacity, and flavonoid content of organically and conventionally grown blueberries. *Journal Agricultural Food Chemistry*, 56, 5788-5794.

Zhao X., Nechols J.R., Williams K.A., Wang W. and Carey E.E. 2009. Comparison of phenolic acids in organically and conventionally grown pac choi (*Brassica rapa* L. *chinensis*). *Journal Science Food Agriculture*, 89, 940-946.

Zorb C., Langenkamper G., Betsche T., Niehaus K., and Barsch A. 2006. Metabolite profiling of wheat grains (*Triticum aestivum* L.) from organic and conventional agriculture. *Journal Agricultural Food Chemistry*, 54, 8301-8306.

Zorb C., Niehaus K., Barsch A., Betsche T. and Lanhenkamper G. 2009. Levels of compounds and metabolites in wheat ears and grains in organic and conventional agriculture. *Journal Agricultural Food Chemistry*, 57, 9555-9562.

Zuchowski J., Kapusta A., Szajwaj B., Jonczyk K. and Oleiszek W. 2009. Phenolic acid content of organic and conventionally grown winter wheat. *Cereal Research Communications* 37, 189-197.

Breve glossario

Acidi fenolici: composti fenolici universalmente distribuiti nelle piante. Ne fanno parte gli acidi benzoici (salicilico, gallico, vanillico, ecc.) e i cinnamici (cumarico, caffeico, ferulico, ecc.). Il sapore acidulo della frutta viene associato anche alla loro presenza. Dagli acidi fenolici deriva il resveratrolo, composto fenolico caratteristico dell'uva e del vino e cui viene attribuita un'importante capacità antiossidante.

Acidi grassi: sono i costituenti di quasi tutti i lipidi complessi e dei grassi animali e vegetali. Possono essere classificati in base alla lunghezza della loro catena carboniosa (sequenza di atomi di carbonio), alla presenza o meno di doppi legami tra gli atomi di carbonio nella stessa. Si possono perciò avere gli acidi grassi saturi (ad es., ac. palmitico), nei quali non sono presenti doppi legami; gli acidi grassi monoinsaturi (ad es., ac. oleico) in cui è presente un solo doppio legame; acidi grassi polinsaturi (ad es., ac. linoleico, ac. linolenico), nei quali si trovano due o più doppi legami tra gli atomi di carbonio. In funzione della posizione dell'ultimo doppio legame nella catena carboniosa, possono poi essere classificati in acidi grassi omega-3 (ad es., acido linolenico) o omega-6 (ad es., acido linoleico). Il rapporto tra acidi grassi omega-3 e omega-6 nella dieta (spesso troppo basso nei Paesi occidentali) è importante nella prevenzione di diverse patologie (malattie cardiovascolari, infiammatorie, cancro). Questi acidi grassi vengono definiti essenziali in quanto non sintetizzati dall'organismo umano; devono perciò essere introdotti con la dieta.

Acidi idrossicinnamici: vedi Acidi fenolici

Acido ascorbico: l'acido L-ascorbico, o vitamina C, è una vitamina idrosolubile che svolge numerose funzioni nell'organismo. In presenza di ossigeno e metalli, l'acido ascorbico tende ad ossidarsi e a formare acido deidroascorbico, che ha ancora attività vitaminica. Ha una spiccata azione antiossidante che viene sfruttata anche dall'industria alimentare per la conservazione di alcuni prodotti alimentari (E300 - E304 sono le sigle dell'U.E. per indicare, come additivi alimentari, l'acido ascorbico e alcuni suoi derivati. Ne sono particolarmente ricchi i vegetali a foglia verde, peperoni, pomodori, kiwi, agrumi, fragole. Si tratta di una molecola particolarmente instabile e sensibile, il cui contenuto viene facilmente ridotto a causa dell'azione dell'ossigeno, della temperatura, della luce. Essendo idrosolubile, perdite significative si hanno durante la cottura dei cibi, soprattutto se prolungata e in presenza di molta acqua. A parte la carenza di vit C, che determina lo scorbuto, livelli bassi di questa vitamina sembrano favorire l'aterosclerosi a causa di una ridotta protezione antiossidante.

Antiossidante: in generale, è una sostanza, presente in bassa concentrazione, capace di ritardare o prevenire l'ossidazione di una sostanza ossidabile (capacità antiossidante). Riferita al corpo umano, è la capacità di molecole presenti in bassa concentrazione di neutralizzare l'azione delle cosiddette "specie reattive all'ossigeno" e, in particolare, dei radicali liberi. Queste molecole possono essere presenti nell'organismo umano (antiossidanti endogeni), come è il caso di alcuni enzimi e proteine, oppure essere assunte attraverso la dieta (vitamina C ed E, carotenoidi, quali beta-carotene e licopene, minerali, come il selenio, composti fenolici). Il loro meccanismo di azione può essere differente: reagire con i radicali liberi, come fanno la vit C e la E, i carotenoidi e i composti fenolici, oppure sottrarre energia a molecole eccitate, come fanno la vit E ed i carotenoidi.

Composti dell'aroma: si tratta di sostanze che perché possano essere percepite attraverso i sensi dell'olfatto e del gusto devono essere volatili, ossia trovarsi allo stato di vapore per poter essere inalate e venire a contatto con i recettori olfattivi. Le sostanze che costituiscono l'aroma sono moltissime: basti pensare, ad esempio, che sono più di 200 le sostanze identificate che vanno a formare l'aroma di pera. Alcuni di questi, definiti "composti di impatto", sono quelli che caratterizzano l'aroma di un determinato prodotto. Le principali classi di composti volatili sono rappresentate dagli esteri, terpeni, lattoni, chetoni, aldeidi. Questi derivano da composti (precursori) che hanno spesso importanti funzioni nutrizionali e/o salutistiche. Per fare alcuni esempi: acidi grassi (esteri, lattoni), aminoacidi (aldeidi, alcoli), carotenoidi (chetoni), composti fenolici (alcoli).

Composti fenolici: si formano dal metabolismo secondario delle piante. Sono quindi presenti in elevata quantità nei prodotti ortofrutticoli. Agiscono da antiossidanti e, quindi, sono potenzialmente in grado di proteggere l'organismo da diversi tipi di patologie.

Flavonoidi: composti fenolici a cui appartengono diverse classi di molecole. Una di queste è rappresentata dalle antocianine, responsabili del colore rosso, blu e violetto di molti frutti (frutti di bosco, ad esempio). I flavonoidi sono dotati di capacità antiossidante, la loro assunzione è stata messa in relazione con la prevenzione delle malattie cardiovascolari e molte altre patologie. Tuttavia, sono pochi gli studi che hanno dimostrato questi effetti benefici con test in vivo.

Isomero: composto avente la stessa formula molecolare di un altro (cioè, stesso peso molecolare e stessa composizione percentuale di atomi), ma diversa formula di struttura o diversa orientazione degli atomi nello spazio.

Lattosio: è il principale zucchero contenuto nel latte. La sua concentrazione nel latte è intorno al 3.5-4.0%. È un disaccaride costituito da una molecola di beta D-(+)-galattosio e da una di D-(+)-glucosio.

Lipidi (o grassi): molecole organiche, insolubili in acqua. Rappresentano un'importante riserva di energia. Fungono da trasportatori delle vitamine liposolubili (A, D, E, K). Si dividono in lipidi semplici (trigliceridi, cere) e lipidi complessi (fosfolipidi). Sia i semplici che i complessi contengono acidi grassi. In questa classe di composti rientrano anche gli steroli, come il colesterolo. I lipidi sono costituenti di strutture cellulari importanti come le membrane ed intervengono in numerosi processi che avvengono all'interno delle cellule.

Micotossine: sostanze tossiche prodotte in condizioni ambientali favorevoli (caldo-umidite) da alcuni funghi o muffe che contaminano cereali e derivati, arachidi, semi oleosi, ma anche mele (patulina). Visto che alcuni cereali possono entrare a far parte della composizione di mangimi, si può trovare la presenza di micotossine (aflatossina, ocratossina) anche nei prodotti di origine animale, come latte e carne. Ci sono diversi sottogruppi di micotossine; il più noto è rappresentato dalle aflatossine. I principali effetti dell'esposizione dell'uomo alle micotossine sono: neurotossico, nefrotossico, cancerogeno, citotossico, immunosoppressore.

Steroli: vedi Lipidi

Vitamina A: comprende il retinolo e i retinoidi. I carotenoidi (vedi) possono avere un'attività di provitamina A. E' una vitamina liposolubile presente negli alimenti di origine animale (fegato, uova, latte e derivati), ma quantità significative si possono trovare anche nelle carote, negli spinaci, nel melone, nell'albicocca. Una carenza di vitamina A è associata, in modo particolare, a difetti della crescita e della capacità visiva.

Vitamina E: in natura esistono 8 composti, con struttura chimica comune, che hanno attività biologica di vitamina E: i tocotrienoli alfa, beta, gamma e delta; i tocoferoli alfa, beta, gamma e delta. La forma vitaminica più attiva è l'alfa-tocofe-rola. E' un potente antiossidante presente in molti ortaggi, frutta (noci, nocciole), cereali, olio di oliva, olio di germi di grano. La carenza nell'adulto favorisce l'insorgere di una sindrome neurodegenerativa.

