



**Alimentazione, consumatori, territori transfrontalieri.
Programma ALCOTRA 2007-2013, progetto n. 121**

Le buone pratiche di ristorazione collettiva

**Il contenuto di sostanze nutritive nei prodotti ortofrutticoli
freschi e lavorati: come varia?**



Premesse di metodo e di contenuto

a) *Obiettivi del progetto e suoi legami con le politiche agricole e alimentari della Provincia di Torino.*

Il progetto europeo Interreg di cooperazione transfrontaliera Italia-Francia "ACTT" (Alimentazione, Consumatori, Territori Transfrontalieri), che vede coinvolta la Provincia di Torino e il Dipartimento della Savoia, ha come obiettivo generale quello di rinforzare, diversificare e valorizzare l'offerta di prodotti agro-alimentari locali (a Km0), definiti attraverso un disciplinare, per arrivare ad un sistema di certificazione del prodotto e del sistema distributivo a Km0.

b) *Obiettivi del tavolo sulle mense scolastiche: perché i prodotti a Km0 nei capitolati scolastici; il quadro europeo: la proposta di Regolamento europeo sulla qualità e i "produits fermiers", i prodotti "food print".*

Da alcuni anni si registra una maggiore sensibilità dei consumatori e delle pubbliche istituzioni nei confronti del prodotto agro-alimentare locale o "a Km 0", cioè prodotto e trasportato vicino al luogo di consumo, che non va confuso con il prodotto "a filiera corta" o "diretta" (che è commercializzato direttamente dal produttore al consumatore, indipendentemente dai chilometri che ha percorso). Con i prodotti locali si è verificato un cambio di passo: da un consumatore "gourmand" in cerca di prodotti tradizionali o tipici e di eccellenza, status symbol di un'élite culturale, ad un consumatore "consapevole" interessato a mangiare prodotti "buoni", "puliti" e "giusti" a disposizione di tutti e che sanciscono l'esistenza di una relazione solidale con gli agricoltori e di un ritrovato legame con la terra.

c) *Il metodo di lavoro del tavolo sulle mense scolastiche: un processo continuo e progressivo di governance.*

La necessità di sperimentare la possibilità di aumentare la presenza di prodotti locali all'interno delle forniture previste dai capitolati d'offerta delle mense scolastiche ha determinato l'avvio del tavolo voluto dalla Provincia di Torino con sei Comuni dell'area periurbana (Torino, Collegno, Grugliasco, Pianezza, Pinerolo, Rivoli), scelti in base al peso dimensionale nella ristorazione scolastica ed alla partecipazione alla carta locale della governance alimentare stipulata nel 2011 con l'area del Patto Torino Ovest.



Premesse di metodo e di contenuto

Il potenziale dell'approvvigionamento pubblico (dall'inglese *public procurement*) come strumento delle politiche economiche, sociali e ambientali trova un riconoscimento sempre più ampio a livello nazionale, comunitario e internazionale.

Nell'UE il potenziale del *green public procurement* è stato messo in rilievo per la prima volta nella comunicazione sulla politica integrata dei prodotti della Commissione nel 2003, in cui si raccomandava agli Stati membri di adottare piani di azione nazionali a favore di tale tipo di appalti entro la fine del 2006 (Commissione europea, 2008).

Come noto, la politica di approvvigionamento del settore pubblico è improntata al principio della "non discriminazione" e della "trasparenza" negli appalti: infatti la legislazione europea, obbligatoria per tutti gli Stati membri, vieta di porre qualsiasi requisito economico o condizione speciale che limiti il libero scambio, o comunque che possa in qualche modo favorire le imprese, se non in base ai criteri del "prezzo più basso" oppure dell' "offerta economicamente più vantaggiosa". Tuttavia, il processo di riforma del quadro giuridico europeo sugli appalti pubblici ha avuto una svolta nel 2006 con l'integrazione nelle direttive di riferimento, di obiettivi di natura sociale e ambientale, che consentono di introdurre criteri di merito come vincoli nell'esecuzione degli obblighi contrattuali. Ciò permette alle autorità pubbliche dell'Unione Europea di includere condizioni che hanno lo scopo di salvaguardare interessi pubblici urgenti, come la sanità, la sicurezza e la tutela dell'ambiente.

L'implementazione di una politica di approvvigionamento orientata alla sostenibilità passa dalla definizione di criteri e standard di riferimento, che per molti prodotti e servizi sono stati già sviluppati sia a livello UE (es. certificazioni Ecolabel) sia a livello di Stati membri per molti settori, e che possono essere inseriti direttamente nei contratti d'appalto.

Gli acquisti sostenibili aggiungono alle preoccupazioni ambientali considerazioni di ordine sociale, che possono includere questioni di genere, etnia, povertà e il rispetto delle norme fondamentali del lavoro. Il settore degli approvvigionamenti pubblici interessa circa il 19% del Pil dell'UE (Commissione europea, 2011) e il 17% del Pil italiano (Arpat, 2010), rappresentando uno strumento di orientamento del mercato, da un lato per lo sviluppo di abitudini di consumo degli utenti della pubblica amministrazione, e dall'altro di pratiche di produzione delle imprese. Ciò è particolarmente importante per quello che riguarda gli acquisti alimentari.

Secondo uno studio svolto per conto della Commissione europea, il settore *Food and Beverage* è responsabile tra il 20 e il 30 per cento dei più significativi impatti ambientali in Europa (Commissione europea, 2006, p. 15), specialmente a causa dell'utilizzo di sostanze inquinanti impiegate nella produzione, trasformazione e trasporto dei prodotti alimentari.

Le dinamiche che caratterizzano i servizi di ristorazione pubblica, *in primis* scolastica e ospedaliera (ma anche in università, residenze sanitarie assistenziali, carceri, ecc.), rappresentano una sfida e un'opportunità per la messa in atto di pratiche ispirate alla sostenibilità. In particolare, sono oggetto di discussione modifiche ai criteri di approvvigionamento che, a parità di funzione primaria dei beni e servizi acquistati (Commissione europea, 2011) dovrebbero tendere alla riduzione dell'impatto ambientale e alla garanzia di cibi sani e di stagione, a scapito di quelli (meramente) più a buon mercato.

I criteri che l'Unione Europea prende in considerazione in materia di approvvigionamenti alimentari sono: la percentuale di biologico, la stagionalità dei prodotti, la modalità di raccolta, la minimizzazione dei rifiuti e degli imballaggi, la professionalizzazione degli operatori. Altri criteri non sono esplicitamente presi in



considerazione, ma potrebbero esserlo, quali la freschezza degli alimenti, la riduzione del numero di intermediari (che giustificerebbe la valorizzazione della filiera corta come criterio di approvvigionamento), la riduzione delle emissioni, la qualità e il livello di sicurezza delle condizioni di lavoro, il riutilizzo di energia, acqua e materiali (Commissione europea, 2011).

Il “Piano d'azione per la sostenibilità ambientale dei consumi della pubblica amministrazione” (Pan Gpp), elaborato dal Ministero dell’Ambiente (in collaborazione con altri Ministeri e strutture tecniche di supporto), nasce con l’obiettivo di massimizzare la diffusione del *green public procurement* presso gli enti pubblici, fornendo un quadro generale degli obiettivi nazionali, e identificando le categorie di beni, servizi e lavori di intervento prioritarie per gli impatti ambientali e i volumi di spesa. “Criteri Ambientali Minimi” adottati con Decreto Ministeriale, riportano delle indicazioni generali volte a indirizzare l’ente a perseguire una razionalizzazione dei consumi e degli acquisti e forniscono le “considerazioni ambientali” propriamente dette, collegate alle diverse fasi delle procedure di gara, volte a qualificare sia le forniture che gli affidamenti lungo l’intero ciclo di vita ambientale.

A livello nazionale è necessario considerare anche il D.M. del 25 luglio 2011 che indica i Criteri Ambientali Minimi per la ristorazione collettiva, servizio mensa e forniture alimenti. (G.U. n. 220 del 21 settembre 2011).

I documenti “Criteri Ambientali Minimi” o “CAM”, adottati con Decreto Ministeriale, riportano delle indicazioni generali volte ad indirizzare l’ente verso una razionalizzazione dei consumi e degli acquisti e forniscono delle “considerazioni ambientali” propriamente dette, collegate alle diverse fasi delle procedure di gara (oggetto dell’appalto, specifiche tecniche, caratteristiche tecniche premianti collegati alla modalità di aggiudicazione all’offerta economicamente più vantaggiosa, condizioni di esecuzione dell’appalto) volte a qualificare ambientalmente sia le forniture che gli affidamenti lungo l’intero ciclo di vita del servizio/prodotto.

Le mense scolastiche sono motivo d’interesse, in Italia e all’estero, come ambito complesso in cui il cibo si lega alla salute e all’educazione alimentare dei giovani utenti, con conseguenti implicazioni di natura sociale, politica, giuridica, economica e organizzativa.

Nella realtà italiana in particolare, il momento del pranzo acquisisce un valore “multifunzionale”, in cui si intrecciano non solo la dimensione nutrizionale, ma anche il diritto alla salute e all’educazione (Ruffolo, 2001) e questo apre lo spazio verso forme di “approvvigionamento creativo” (Morgan e Sonnino, 2007).

Caratteristiche e tendenze della ristorazione scolastica italiana

In Italia, le mense per le scuole primarie, materne, nidi d’infanzia e scuole secondarie di primo grado sono servizi di pertinenza dell’amministrazione comunale. Considerando che nel territorio italiano esistono più di ottomila comuni e che in pressoché tutti vi è almeno un istituto scolastico, questo fa sì che il servizio sia molto frammentato sul territorio e disomogeneo dal punto di vista qualitativo: all’interno di una provincia si possono trovare comuni che offrono un servizio di refezione scolastica eccellente accanto a comuni che offrono un servizio di livello qualitativo minimo o mediocre. Le mense possono essere gestite direttamente dalle medesime amministrazioni, oppure il servizio è assegnato a una o più società esterne in base a una gara d’appalto. Si parla di conduzione mista laddove la gestione diretta da parte dell’ente pubblico di alcune mense coesiste con l’appalto di altre (Slow Food, 2008).

In base ai dati forniti da Bio Bank (2010) la formula dell’appalto è nettamente prevalente, scelta dal 74% delle mense, il 15% adotta la gestione diretta, il 9% quella mista.



La valutazione complessiva del sistema di refezione scolastica si identifica innanzitutto con la qualità degli ingredienti alimentari utilizzati. È in atto da diversi anni nelle scuole una graduale conversione da prodotti di agricoltura convenzionale a prodotti provenienti da filiere controllate, come quelli biologici, per i quali è data la garanzia della sicurezza, dell'assenza di pesticidi, conservanti, coloranti o sostanze lucidanti (Spigarolo *et al.*, 2010), oltre a prodotti a denominazione di origine, oppure semplicemente a prodotti di stagione provenienti da territori locali.

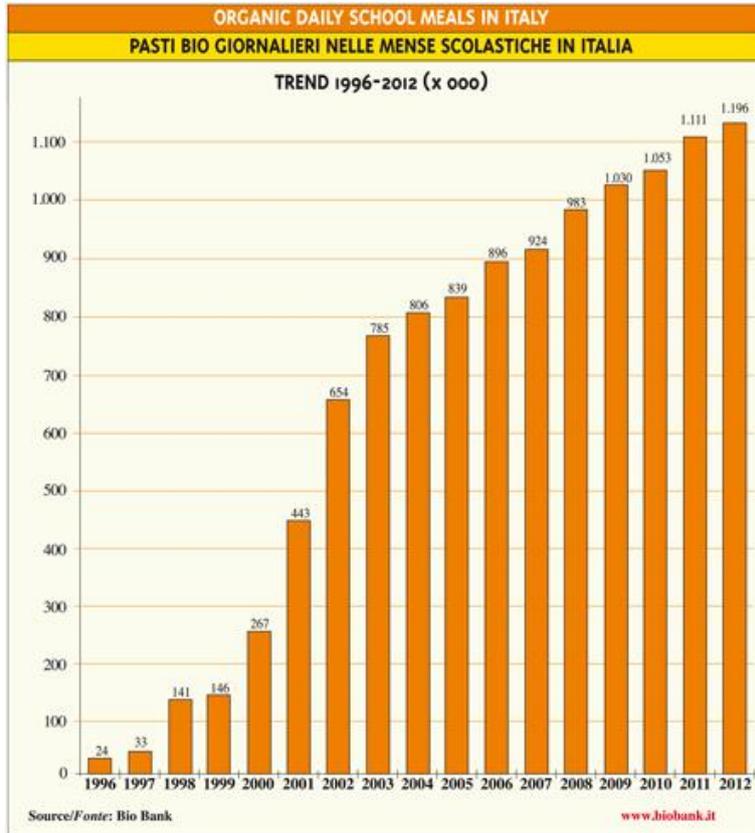
Le mense scolastiche che in Italia fanno ricorso, in tutto o in parte, ad alimenti biologici sono concentrate soprattutto nel nord (69,4%), poi al centro (21,9%) e al sud (8,8%) così come rappresentato nella tabella 1 (dati Bio Bank, 2010). In base ai dati forniti da Bio Bank il numero delle mense (comprendente le scuole pubbliche dei comuni che hanno scelto di introdurre in tutto o in parte il bio più le scuole private) letto insieme al numero dei pasti (che include quelli con l'intero menu bio, quelli con molti prodotti bio, quelli con alcuni prodotti bio e anche quelli con una sola portata bio) indica un *trend* nettamente crescente negli ultimi 15 anni.

Mense scolastiche bio per regione (2012)

ORGANIC DAILY SCHOOL MEALS IN ITALY		
PASTI BIO GIORNALIERI NELLE MENSE SCOLASTICHE IN ITALIA		
2012		
Region/Regione	n.	%
PIEMONTE	111.587	9,3
VALLE D'AOSTA	900	0,1
LIGURIA	45.335	3,8
LOMBARDIA	283.847	23,7
TRENTINO-ALTO ADIGE	18.095	1,5
VENETO	91.706	7,7
FRIULI-VENEZIA GIULIA	37.860	3,2
EMILIA-ROMAGNA	146.265	12,2
NORTH/NORD	735.595	61,5
TOSCANA	131.843	11,0
MARCHE	27.475	2,3
UMBRIA	5.235	0,4
LAZIO	185.737	15,5
CENTRE/CENTRO	350.290	29,3
ABRUZZO	13.115	1,1
MOLISE	500	0,0
CAMPANIA	41.440	3,5
PUGLIA	24.255	2,0
BASILICATA	7.127	0,6
CALABRIA	3.670	0,3
SICILIA	9.020	0,8
SARDEGNA	11.225	0,9
SOUTH/SUD	110.352	9,2
ITALY/ITALIA	1.196.237	100,0

Source/Fonte: Bio Bank www.biobank.it

Trend del numero di mense e pasti bio giornalieri negli ultimi 17 anni



Le aziende di catering (2012)

SCHOOL CATERING IN ITALY			
RISTORAZIONE SCOLASTICA IN ITALIA			
2012			
Catering company <i>Azienda di ristorazione</i>	meals/year <i>pasti/anno</i>	municipality <i>comuni</i>	organic food <i>cibo bio</i>
	<i>n.</i>	<i>n.</i>	<i>%</i>
Camst (Bo)	27.000.000	572	58
Cir Food (Re)	32.456.000	425	nd
Compass Group Italia (Mi)	10.772.000	58	15
Dussmann Service (Bg)	3.000.000	78	80
Elior Ristorazione (Mi)	24.000.000	300	46
Euroristorazione (Vi)	3.000.000	81	30
Eutourist Serv-System (To)	4.072.000	13	30
Gemeaz Elior (Mi)	21.000.000	137	47
Milano Ristorazione (Mi)	17.153.000	1	15
RR Puglia (Ba)	1.820.000	13	80
Serenissima Ristorazione (Vi)	28.936.000	94	15
Serist (Mi)	2.507.000	16	30
Sodexo Italia (Mi)	33.512.000	339	28
Vivenda (Rm)	12.000.000	55	26

Source/Fonte: Bio Bank www.biobank.it

La prima esperienza italiana di ristorazione scolastica incentrata su prodotti biologici risale al 1986 nel comune di Cesena. Da allora, e a seguito di leggi finanziarie, regionali e linee guida, diverse altre amministrazioni si sono impegnate per la promozione del modello della dieta mediterranea con la modifica delle pratiche di approvvigionamento e l'introduzione di prodotti biologici e locali (Bio Bank 2010; Morgan e Sonnino, 2007). Da piccoli comuni come Budoia in provincia di Pordenone in cui tutti i circa 150 pasti al giorno sono preparati esclusivamente con prodotti biologici o di provenienza locale (Slow Food, 2008), a grandi comuni come Roma, in cui si è parlato di una vera e propria "rivoluzione", con più di 140 mila utenti a cui sono serviti pasti in gran parte composti da prodotti biologici (Sonnino, 2009), si assiste ad una progressiva presa di coscienza da parte delle amministrazioni pubbliche dell'importanza del pasto nelle scuole.

Questo, inaspettatamente, indica che un cambiamento delle pratiche non dipende innanzitutto dalla dimensione del territorio comunale di competenza, anche se ovviamente le problematiche da affrontare sono diverse.

Se l'amministrazione pubblica è il soggetto promotore del servizio di refezione scolastica, le aziende di *catering* rivestono un ruolo fondamentale per l'attuazione del servizio stesso. Tanto è frammentato il servizio di refezione scolastica dal punto di vista amministrativo, tanto appare concentrato il settore delle imprese di ristorazione collettiva. La ristorazione scolastica esiste, infatti, come settore solo con riferimento alle aziende di ristorazione che ne fanno parte e alle relative associazioni (es. Federazione italiana pubblici esercizi - Fipe, Associazione nazionale gestori mense - Angem). Come si vede dalla tabella, si tratta principalmente di grandi imprese italiane (Camst, Serenissima Ristorazione, Milano Ristorazione, Vivenda,

Eudania, RR Puglia) e multinazionali (tutte le altre), spesso riconfermate dagli appalti ogni cinque anni (Slow Food, 2008).

Verso una ristorazione scolastica (più) sostenibile

L'amministrazione pubblica ha uno strumento privilegiato per mantenere il controllo sull'approvvigionamento e favorire l'adozione di pratiche sostenibili nell'erogazione del servizio di ristorazione. Si tratta del capitolato contenuto nel bando di appalto del servizio, in cui sono fissati i criteri che l'azienda vincitrice deve soddisfare e il peso relativo che tali criteri hanno nel determinare l'offerta più vantaggiosa.

La messa a punto dei requisiti per l'aggiudicazione degli appalti rappresenta un primo passo per incidere sul livello qualitativo, nel senso di una maggiore sostenibilità del servizio erogato. Un recente rapporto redatto dall'osservatorio sulle gare d'appalto dell'Angem (Associazione nazionale gestori mense) congiuntamente all'Ebnt (Ente bilaterale nazionale per il turismo), indica che la maggior parte delle gare poggia su criteri fondati sul rapporto qualità/prezzo o sull'offerta economicamente più vantaggiosa (circa 77%), rispetto alle gare d'appalto fondate sul massimo ribasso del prezzo (dati riferiti all'ultimo trimestre del 2011), tuttavia questo dato è in crescita rispetto ai periodi precedenti.

La figura sottostante rappresenta sinteticamente le principali pratiche di ristorazione orientate alla sostenibilità che possono essere indicate nei capitolati d'appalto e attuate in combinazione e misura diverse tra loro secondo le caratteristiche delle specifiche realtà locali.

Mappa concettuale: aspetti chiave di mense scolastiche più sostenibili



Il primo aspetto riguarda la determinazione dei menù (punto 1), e della combinazione di prodotti in esso inseriti. Le amministrazioni possono avere un proprio servizio di dietologia che provvede alla redazione dei



menù, oppure (la maggior parte dei casi, secondo il rapporto *Slow Food*, 2008) sono redatti da un dietologo dipendente dell'azienda appaltatrice con la supervisione della Asl del territorio. Come accennato nel paragrafo precedente, il ricorso ai prodotti biologici è in crescita, insieme ai prodotti a denominazione d'origine (Dop e Igp) e a marchio equo e solidale (*FairTrade*).

Tale accostamento, evidenziato nel testo della legge finanziaria del 1999 e delle leggi regionali che incoraggiano l'approvvigionamento sostenibile, non è tuttavia da dare per scontato. Infatti, le ragioni alla base delle certificazioni bio sono sostanzialmente diverse da quelle che giustificano le certificazioni d'origine, queste ultime concepite piuttosto come uno strumento di *marketing*, utile a proteggere il nome del prodotto su mercati lontani dall'origine, almeno per i prodotti economicamente più importanti (Galli, 2011). Emerge quindi una potenziale contraddizione, da verificare caso per caso tra questi strumenti di certificazione, in particolare se si sostiene l'approvvigionamento sul mercato locale.

L'approvvigionamento attraverso la "filiera corta" (la cui giustificazione giuridica, è oggetto di dibattito e la definizione tecnica non può che essere adattata al contesto produttivo locale) è associata da un lato alla freschezza e alla stagionalità dei prodotti e dall'altro alla possibilità di risparmio in termini di costi di trasporto e di intermediazione, che invece gravano sul commercio all'ingrosso (*Slow Food*, 2008). La scelta a priori di usare prodotti i più possibili provenienti dal territorio circostante può rappresentare un limite per quelle zone dove, per motivi geofisici, sono scarse le possibilità produttive, ad esempio nelle grandi amministrazioni comunali urbane.

Inoltre l'approvvigionamento di molti prodotti freschi (es. ortofruttilicoli) presenta dei rischi sia in termini di scarsa disponibilità di produzione (es. per avverse condizioni atmosferiche e climatiche), sia di sovrapproduzione rispetto alla capacità della ristorazione collettiva di assorbire il prodotto locale. Ad entrambe queste problematiche si può cercare di far fronte attraverso la promozione di accordi quadro o protocolli d'intesa con le associazioni dei produttori locali, per la programmazione continua della produzione e per favorire lo sviluppo di attività di trasformazione dell'eventuale surplus di prodotto fresco accanto a forme di vendita diretta.

Sempre per quanto riguarda la qualità della materia prima utilizzata, i capitolati possono indicare alcuni criteri qualitativi speciali (*Slow Food*, 2008): ad esempio il livello massimo consentito di zucchero nella frutta, che sta ad indicare il grado di maturazione, oppure il tempo massimo che deve intercorrere tra il momento della raccolta e il momento del consumo dei prodotti vegetali freschi. Anche la merenda, che è importante per l'equilibrio nutritivo complessivo della giornata, può diventare un'opportunità per proporre una modifica delle abitudini alimentari: diversi progetti, in collaborazione con le aziende di ristorazione, si sono posti l'obiettivo di introdurre la frutta a merenda, fresca o di quarta gamma, in molti istituti scolastici in tutta Italia.

Anche la pratica (ecologica ed economica) di fare a meno delle bottiglie di plastica per l'acqua minerale e proporre l'acqua del rubinetto nelle mense scolastiche (punto 2) è il tema di diversi progetti in tutta Italia. Ovviamente questo implica: i) un percorso di informazione, per sfatare la convinzione che l'acqua del rubinetto non sia altrettanto "buona da bere"; ii) l'impegno a far controllare periodicamente l'acqua da un soggetto terzo, rendendo necessari interventi strutturali laddove l'impianto idrico lo necessitasse; iii) un riguardo particolare per le fasce d'età molto basse (ad esempio negli asili nido) per le quali le caratteristiche microbiologiche dell'acqua hanno un'importanza particolare.

La preparazione dei pasti è svolta nei centri cottura con successivo trasporto nei luoghi di consumo presso le scuole, oppure internamente alla scuola, se c'è la disponibilità di strutture adeguate. I vincoli in termini di distanza massima percorribile e tempo massimo impiegabile (punto 3), sono termini spesso indicati dai



capitolati (*Slow Food*, 2008) al fine di innalzare la qualità del pasto soprattutto in termini di qualità intrinseca, oltre che di riduzione di CO₂ legato al trasporto.

Questo può rappresentare un problema per i comuni estesi da un punto di vista territoriale, in cui ci sono pochi centri cottura. Un'organizzazione della logistica tendente a ridurre i chilometri dei trasporti per gli approvvigionamenti o per la consegna dei pasti veicolati dai centri di cottura ai punti di consumo deve fare i conti con un sistema impostato secondo logiche ancorate nel passato e non facilmente modificabili, se non con investimenti finalizzati a dotare le scuole di strutture per la preparazione dei pasti. Strettamente legato a questo, molti capitolati prevedono obblighi di adeguamento strutturale e funzionale delle cucine e delle altre strutture destinate alla preparazione e al consumo degli alimenti, come i refettori (punto 4). Infatti, le condizioni di presentazione dei pasti, le caratteristiche dell'ambiente, il livello di rumore nelle sale mensa influiscono sulla piacevolezza del momento del consumo del pasto. La verifica e, laddove necessario, l'adeguamento del *comfort* ambientale degli spazi mensa (es. copritavolo fonoassorbenti riutilizzabili per la limitazione del rumore) possono contribuire ad aumentare la qualità del servizio ma anche l'efficienza, attraverso la riduzione dello scarto.

Anche incoraggiare il ricorso a piatti e bicchieri al 100% biodegradabili oppure a stoviglie riutilizzabili (punto 5) – insieme all'utilizzo di detersivi a ridotto impatto ambientale – favorirebbe la gradevolezza del pasto per gli utenti e quindi la riduzione dei rifiuti. Tuttavia la praticità di gestione e le difficoltà strutturali, relative alla mancanza di punti di lavaggio sono elementi fondamentali della scelta delle amministrazioni di rimanere alle stoviglie monouso.

L'attivazione di procedure interne per il monitoraggio degli avanzi (punto 6), sia attraverso la pesatura oppure la valutazione indicativa di massima, costituirebbe un'importante pratica per la valutazione e l'autovalutazione del servizio. Da quanto emerge dal rapporto di *Slow Food*, solamente in pochissimi casi tale procedura viene effettuata e i dati resi disponibili. Per quanto riguarda lo smaltimento dei rifiuti (punto 7), non sempre viene attivata una procedura di raccolta differenziata che consentirebbe il riciclaggio. Infine (punto 8), ma non per ultimo, la previsione nei capitolati di attività di formazione e aggiornamento professionale del personale costituisce una sorta di preconditione per la qualità del servizio e per l'attivazione e lo svolgimento corretto delle pratiche precedentemente discusse.

Il passo successivo alla determinazione dei criteri che definiscono l'offerta più vantaggiosa, riguarda la ponderazione relativa degli stessi. Il rapporto redatto da Angem e Ebnt, proprio in riferimento alla ristorazione scolastica, afferma che anche laddove si utilizzi il criterio dell'offerta economicamente più vantaggiosa, questo spesso si rivela di fatto un "massimo ribasso camuffato". Infatti, il punteggio relativo attribuito al prezzo è spesso così preponderante rispetto ai fattori relativi alla qualità, che questi finiscono per passare in secondo piano, con l'esito di svilire proprio la qualità della materia prima e della sua preparazione. Le principali difficoltà dichiarate dalla ristorazione riguardo l'introduzione di criteri di qualificazione dell'offerta sono legate all'incremento dei costi, difficilmente conciliabili con un costo unitario del pasto che tende a ridursi. Un'altra inconciliabilità riguarda l'aspetto finanziario: i tempi di pagamento da parte della pubblica amministrazione sono solitamente troppo lunghi (anche oltre l'anno) rispetto alle esigenze di liquidità delle aziende di ristorazione (si pensi al costo del personale). Queste divergenze nel tempo si possono tradurre in comportamenti irregolari di ogni tipo, dal ricorso al lavoro nero e dequalificato, con la conseguenza di espellere dal mercato le aziende con bilanci certificati e con contratti del lavoro regolari, ai rischi anche per il rispetto di prassi igieniche e di sicurezza. Le imprese di ristorazione, dalle quali passa la maggior parte di questi cambiamenti nelle pratiche, si trovano a dover fare i conti con il fatto che si tratta di un servizio pubblico, e in quanto tale ad esso si



applicano logiche economiche che vanno oltre le dinamiche di gestione strettamente aziendali. Le amministrazioni, pur non avendo un comportamento univoco, applicano agli utenti tariffe differenziate secondo fasce di reddito Isee oppure una tariffa unica uguale per tutti, determinata su base storica (in media il costo del pasto oscilla tra 3,5 e 5,5 euro). Risulta quindi difficile stabilire quale sia il costo effettivo del pasto a carico dell'azienda di *catering* o dell'amministrazione rispetto alla tariffa applicata.

Ancora più difficile è capire quali e quanti costi aggiuntivi sono riconducibili alla modifica delle pratiche nel senso sopra descritto, se non attraverso una dettagliata analisi delle contabilità delle aziende di *catering* integrata a quella dell'amministrazione pubblica. Occorre non dimenticare che non solo maggiori costi, ma anche risparmi sono ottenibili tramite una modifica delle pratiche: ad esempio quello che può essere fatto per ridurre gli scarti oppure per accorciare la filiera si traduce in un risparmio potenziale a capo sia dell'amministrazione che delle aziende (si veda un recente studio sugli scarti nei pasti degli ospedali in Galles, Sonnino e Mac William 2011).

Il passaggio dalla definizione dei criteri nei capitolati all'attuazione delle pratiche non è in nessun modo scontato. Oltre alla revisione dei capitolati, anche la definizione di una "Carta del servizio" - documento redatto dal soggetto erogatore, nel quale vengono descritti gli aspetti del servizio stesso - rappresenta una "dichiarazione d'intenti" con la quale la pubblica amministrazione, o l'ente erogatore, si fa garante della qualità del servizio. Quando esistente, ha la potenzialità di essere, proporzionalmente al suo maggiore o minore dettaglio di descrizione del servizio e di ricchezza di contenuti, uno strumento di base che regola i rapporti fra soggetti erogatori del servizio e gli utenti/clienti, consentendo all'utente/cliente di confrontare il livello di qualità promesso con quello erogato. Se ben dettagliata, la Carta del servizio può diventare anche un importante strumento di comunicazione tra amministrazione e utenti. La gestione concreta di molte delle pratiche definite nei capitolati richiede la partecipazione attiva delle diverse categorie di soggetti coinvolte nell'attuazione del servizio. Oltre all'amministrazione e all'azienda di ristorazione collettiva, un ruolo centrale è rivestito dal personale addetto dell'istituto scolastico e dagli insegnanti, che curano gli aspetti educativi, l'organizzazione, la vivibilità del momento del pranzo e i tempi insieme alle famiglie dei giovani utenti. Tutte le categorie di soggetti possono interagire e confrontarsi direttamente, laddove è istituita la "Commissione Mensa", organo di controllo e di comunicazione tra i soggetti, che costituisce un importante luogo di discussione delle questioni problematiche e delle possibili soluzioni.

Questo organo, se presente e funzionante, può incidere sulla costruzione dei capitolati e decide i controlli qualitativi ispettivi attraverso la compilazione quotidiana di *check-list* specifiche o ispezioni periodiche, che hanno per oggetto la verifica della qualità delle preparazioni. Inoltre in questa sede possono essere decisi e attivati programmi di educazione alimentare rivolti agli studenti, agli insegnanti e famiglie e stabilite le modalità di comunicazione, attraverso siti *web* dedicati al contatto tra servizio mensa e famiglie.

Considerazioni di sintesi

Le pubbliche amministrazioni sono chiamate ad attivarsi verso comportamenti più sostenibili su diversi fronti. È in atto un forte dibattito sulle caratteristiche che un servizio pubblico deve avere per essere considerato sostenibile, dal punto di vista economico, sociale e ambientale, senza che questo sia in contrasto con le leggi europee sulla libera concorrenza, poiché gli acquisti pubblici rappresentano uno strumento potenziale per l'orientamento del mercato.



Il servizio pubblico di refezione scolastica è un ambito complesso in cui il cibo si lega all'equilibrio nutrizionale, alla salute e all'educazione dei giovani utenti. Pertanto la definizione dei menù, la sicurezza e la freschezza dei prodotti selezionati, la sinergia del momento del pasto con i processi educativi sono tutti fattori che contribuiscono a un servizio di mensa scolastica più sostenibile.

Uno degli aspetti critici principali è dato dall'estrema frammentazione del servizio sul territorio e dalla sua dipendenza dalla volontà politica: dato che molto spesso il servizio di ristorazione è in appalto, uno sforzo di armonizzazione dei capitolati tra le diverse amministrazioni comunali sarebbe un contributo importante per favorire l'adozione di pratiche orientate alla sostenibilità. Il D.M. sui "Criteri ambientali minimi per la ristorazione collettiva", rappresenta un passo importante in questa direzione. La definizione delle clausole del capitolato d'appalto, che consentono all'amministrazione di mantenere il controllo sulla qualità del servizio, sono comunque il frutto di un processo di negoziazione, che deve fare i conti con l'inevitabile tensione tra la pressione per la diminuzione delle tariffe e l'aumento dello standard qualitativo richiesto alle grandi aziende di ristorazione collettiva.

Ovviamente non si tratta, né ci si può limitare a stabilire un modello a priori ottimale valido per tutte le situazioni: il passaggio dalla definizione delle regole all'attuazione concreta richiede una chiara definizione della *governance*, un confronto continuo e una disponibilità alla collaborazione diretta tra i soggetti coinvolti nella gestione delle diverse fasi del servizio di ristorazione. L'istituzione della Commissione mensa come organo di discussione delle diverse esigenze, di decisione e di controllo del servizio di refezione, può essere un contributo in tal senso. Infine, il miglioramento delle pratiche di approvvigionamento da parte della pubblica amministrazione potrebbe beneficiare ed essere sostenuto dal contributo da parte della ricerca – abbastanza limitato, almeno nel nostro paese – per l'elaborazione di sistemi di valutazione in grado di evidenziare, in maniera trasparente, gli impatti attesi sia in termini di costi che di benefici.



Dal campo alla tavola: la qualità dei prodotti ortofrutticoli freschi e dei loro derivati

Le filiere produttive hanno una notevole influenza sulla qualità (qualità chimica, nutrizionale, organolettica) dei prodotti ortofrutticoli e dei loro derivati.

Numerosi fattori sia durante la coltivazione sia nel periodo post raccolta, influenzano la composizione chimica e il contenuto in nutrienti dei prodotti ortofrutticoli.

Sia i fattori ambientali (clima, l'altitudine, le escursioni termiche e la composizione del terreno) che il tipo di coltivazione influenzano il contenuto in nutrienti e caratteristiche organolettiche dei prodotti vegetali. Un contenuto maggiore in antiossidanti e di altri nutrienti è stato osservato in alcuni tipi di frutta (pesche, susine) coltivati mediante agricoltura biologica rispetto a quella ottenuta mediante agricoltura convenzionale. Risultati simili sono stati ottenuti anche in altre varietà di frutta come arance e pere. Tali dati sono probabilmente da mettere in relazione al fatto che gli antiossidanti sono composti chimici che vengono sintetizzati dal metabolismo delle cellule vegetali.

Le tecniche di coltivazione (disponibilità ottimale di acqua, concimi, trattamenti antiparassitari, ecc.) influenzano tali sintesi; le piante che sperimentano ambienti sub-ottimali tendono a potenziare il metabolismo secondario e in genere producono frutti di dimensioni più piccole ma con un maggior valore nutrizionale.

Anche lo stato di maturazione al momento della raccolta è un fattore importante. Molti tipi di frutta, vengono raccolti acerbi e fatti maturare artificialmente e subiscono dei trattamenti chimici post-raccolta per prolungare la conservazione. Tali trattamenti possono avere ripercussioni negative sul gusto e sugli aspetti nutrizionali.

Le caratteristiche qualitative dei prodotti alimentari evolvono profondamente nel tempo e soprattutto in funzione delle condizioni in cui un prodotto è conservato. La deperibilità è una caratteristica innata di tutti i sistemi biologici. E come l'uomo invecchia, anche l'insalata avvizzisce e la frutta marcisce.

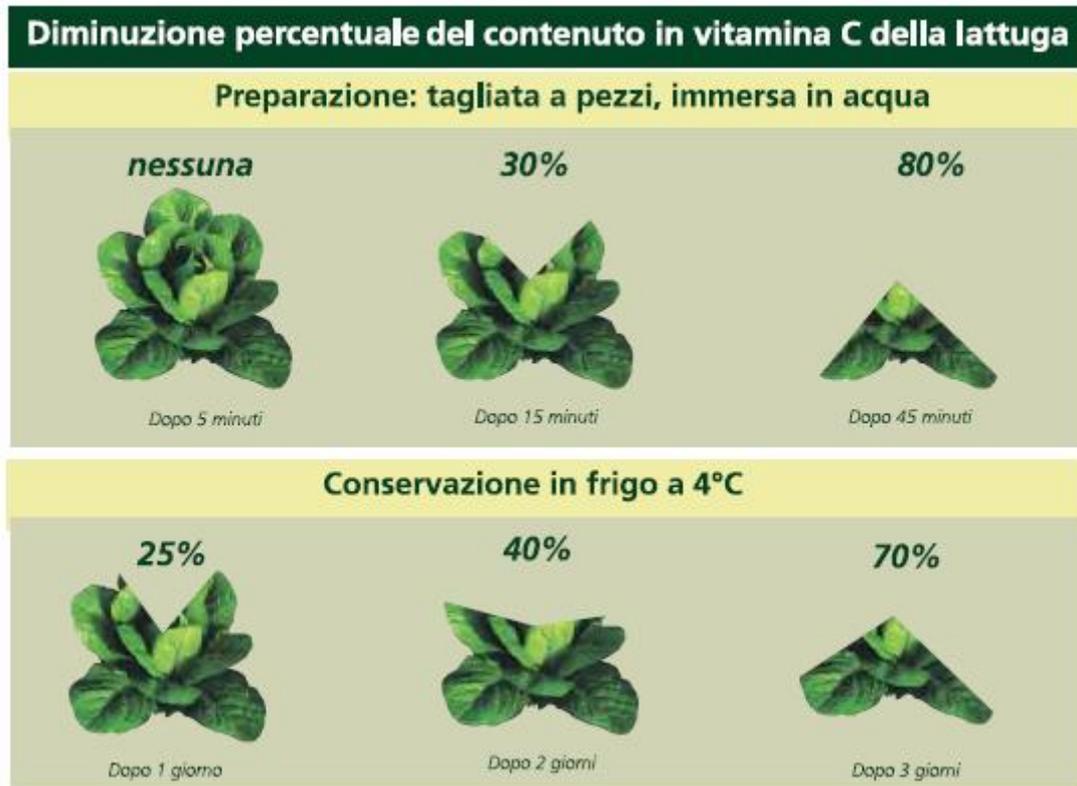
La necessità di conservare i vegetali al fine di usufruire del loro importante valore nutrizionale fuori stagione, è stata affrontata con diverse tecniche.

Tra quelle più tradizionali vi erano l'essiccamento al sole, la conservazione con olio, sale o aceto, che affondano le loro radici nell'antichità. Anche i prodotti sui quali la tecnologia ha esercitato un intervento mirato per aumentare la conservabilità manifestano un declino, seppure lento, delle loro caratteristiche nutrizionali e organolettiche ad esempio alcune reazioni ossidative procedono anche alle bassissime temperature impiegate nella catena del freddo. Le conserve e i cibi in scatola con il tempo vanno incontro a vari tipi di decadimento qualitativo, giacché parte delle sostanze si alterano e possono instaurarsi indesiderate reazioni all'interfaccia fra alimento e materiale di confezionamento.

Nei prodotti freschi, sono microrganismi o enzimi a causare reazioni degradative. Nei prodotti di quarta (insalate pretagliate) e quinta gamma, grazie a particolari tecnologie come l'impiego di atmosfera modificata e basse temperature, i prodotti rimangono turgidi più a lungo.

I trattamenti di conservazione, soprattutto se impiegano il calore (es. pastorizzazione, blanching, ...), consentono di essere più sicuri sul piano igienico perché determinano la inattivazione di tossine, inattivano microrganismi, tuttavia portano ad un impoverimento del contenuto in vitamine, alcune sono più sensibili come la vitamina C, altre sono più resistenti. Nel complesso comunque, tutti questi metodi di conservazione hanno un impatto sul valore biologico, nutrizionale e organolettico dei prodotti. Pertanto

negli ultimi anni sono state apportate delle modifiche a favore di tecniche più appropriate al fine di ridurre la perdita di fattori nutrizionali sensibili alla temperatura. Anche la cottura e altre manipolazioni domestiche sono responsabili di una perdita in vitamine e sali minerali.



Non si può quindi non considerare che frutta e verdura rappresentano importanti componenti dell'alimentazione quotidiana perché forniscono un significativo contributo di certi micronutrienti, quali fibra, carboidrati, minerali e vitamine. Dopo la raccolta, nel corso del trasporto e conservazione, frutta e verdura iniziano a deteriorarsi, ma rimangono pur sempre fonti di molte vitamine.

La U.S. Food and Drug Administration (FDA) definisce "buone fonti" quelle che in 100 grammi contengono tra il 10 e il 19% della Quantità Alimentare Raccomandata (RDA, recommended dietary allowance). A titolo di esempio, la quantità giornaliera di vitamina C raccomandata dall'Istituto Superiore di Sanità per un umano adulto è di 60 mg (70 mg in gravidanza), requisito che può essere ampiamente coperto da 100 grammi di peperone.

Va anche ricordato che la vitamina C è in assoluto il nutriente meno stabile perché è altamente sensibile all'ossidazione, che è la causa prima della sua degradazione in condizioni aerobiche; infatti l'ossigeno presente nell'aria che penetra nei sistemi biologici è rapidamente neutralizzato dall'acido ascorbico, con risultante ossidazione di quest'ultimo ad acido deidroascorbico (teoricamente 3,3 mg di acido ascorbico sono distrutti da 1 cm³ d'aria).

La presenza di tracce di metalli nel sistema catalizza la reazione con l'ossigeno, accelerando quindi la velocità di degradazione dell'acido ascorbico, che è massima a pH 5.

Sigillando ermeticamente gli alimenti la degradazione aerobica viene bloccata, ma prosegue in anaerobiosi. Anche la luce influisce sulla stabilità della vitamina C: più precisamente le radiazioni ultraviolette presenti



nella luce visibile inducono la degradazione fotochimica dell'acido ascorbico. Per questo motivo, allo scopo di preservare il contenuto di vitamina, si preferisce confezionare prodotti quali i succhi di frutta in bottiglie di vetro scuro o in tetrapack.

I fattori più critici nel determinare la stabilità dell'acido ascorbico sono però la temperatura e il tempo di conservazione degli alimenti.

Dalla raccolta alla distribuzione e conservazione, i vegetali freschi impiegano tipicamente un periodo di 3 - 7 giorni prima di essere consumati. Durante questo percorso i vegetali si trovano esposti a una varietà di condizioni che possono potenzialmente modificarne le caratteristiche qualitative, incluso il contenuto di nutrienti, prima della cottura e consumo.

La sensibilità dell'acido ascorbico al calore è ben documentata e le tecnologie per la conservazione (refrigerazione e congelamento) permettono una migliore conservazione delle qualità dei prodotti ortofrutticoli.

Sempre di più il trasporto e la conservazione avvengono a bassa temperatura, ma i negozi tradizionali, i mercati e talvolta i consumatori stessi continuano a conservare le verdure a temperatura ambiente. Le ricerche confermano che il contenuto di acido ascorbico nei vegetali inizia a calare immediatamente dopo la raccolta, proseguendo costantemente col prolungarsi della conservazione, ma che la refrigerazione e il congelamento possono rallentare la cinetica di degrado.

Determinate caratteristiche delle diverse specie vegetali possono influire sul contenuto di vitamina C dopo la raccolta. Ad esempio, i piselli, riparati dal baccello, hanno un evidente elemento di protezione dal danno ossidativo; così i cavoli, in forma di grandi infiorescenze, e le carote dalla consistenza rigida meno si prestano a subire danni meccanici durante la raccolta e il trasporto. All'altro estremo, le foglie di spinaci e i fagiolini, compatti ma sottili, sono maggiormente vulnerabili dopo la raccolta.

I dati indicano una rapida perdita di acido ascorbico a temperatura ambiente da tutte le verdure, con l'eccezione delle carote, mentre il rateo di perdita diminuisce se vengono conservate in frigorifero. In conclusione: le vitamine sono molto sensibili all'azione del calore e della luce e la vitamina C è particolarmente sensibile; pochi giorni dalla raccolta sono sufficienti a far perdere tutto il contenuto in vitamina e in generale, quanto maggiore è il trattamento degli alimenti, tanto maggiore è la perdita di vitamine.

La migliore qualità si trova, ovviamente, nella verdura appena raccolta. Si stanno inoltre sempre più diffondendo i prodotti agricoli "a filiera corta", meglio noti come prodotti "a chilometri zero", quelli che non devono percorrere lunghe distanze per giungere sulla nostra tavola, consentendoci di usufruire di prodotti più freschi e di diminuire l'impatto ambientale connesso con il trasporto e l'imballaggio.

Numerosi sono gli studi che hanno approfondito l'impatto delle varie tecniche di conservazione dei prodotti orticoli con il loro contenuto nutrizionale, e in particolar modo vitaminico. Alcuni di questi hanno messo a confronto i vegetali congelati con quelli freschi, altri hanno preso in considerazione anche i vegetali inscatolati, ma come fattore comune tutti hanno evidenziato che minore è il tempo che intercorre tra la raccolta e il consumo e migliore è la qualità nutrizionale del prodotto stesso.

In un progetto del CNR *Tecnologie sostenibili per la trasformazione, la conservazione ed il confezionamento dei prodotti ortofrutticoli* le attività di ricerca hanno riguardato sostanzialmente: a) il prolungamento del calendario di commercializzazione degli ortofrutticoli mediante la messa a punto e/o perfezionamento di tecnologie innovative di conservazione, trasporto e marketing; b) la valorizzazione della produzione



mediante trattamenti di cosmesi, confezionamento e/o preparazione di prodotti minimamente trasformati (IV gamma); c) controllo delle alterazioni microbiologiche e fisiologiche tramite adeguati interventi postraccolta mediante controllo biologico, trattamenti innovativi postraccolta con sostanze 'GRAS' (generally recognised as safe) come acido acetico, alcol etilico, sali di carbonato o bicarbonato di sodio o di calcio; d) trattamenti con luce ultravioletta; trattamenti combinati di termoterapia e fungicidi di nuova generazione, caratterizzati da un elevato grado di efficacia a basse dosi, bassa tossicità e basso impatto ambientale.

Alcuni di questi processi di trasformazione dei prodotti non sono ancora applicati a livello industriali, ma altri lo sono da anni e tra questi i principali processi di conservazione che riguardano la fornitura di prodotti orticoli nelle mense scolastiche sono essenzialmente la surgelazione e la produzione di prodotti di IV gamma, che rappresentano una categoria di alimenti vegetali ad alto contenuto di servizio in quanto si tratta di prodotti già pronti al consumo.

I prodotti ortofrutticoli di IV gamma

Negli ultimi decenni sono state sviluppate tecnologie di conservazione di prodotti ortofrutticoli allo stato fresco o minimamente trasformati che hanno portato all'evoluzione delle tecniche di conservazione post – raccolta e ai prodotti “minimally processed”; tra queste si sono affermati i prodotti cosiddetti di IV gamma e successivamente quelli di V gamma.

Per prodotti vegetali di IV gamma si intendono quei prodotti freschi sottoposti ad un processo di lavorazione che li rende idonei ad un consumo diretto senza ulteriore manipolazione, confezionati in imballaggi sigillati e commercializzati in regime refrigerato.

Il livello e la durata della qualità alimentare dipendono dalle condizioni dell'intero sistema di produzione e distribuzione. Il primo requisito riguarda la qualità dei vegetali utilizzati, che devono essere senza difetti e ottenuti in condizioni di massima igiene.

Le insalate, in preparazioni di singole o più specie, sono i prodotti di IV gamma più rappresentativi, ma la gamma dei prodotti è in espansione, con preparazioni a base di nuove specie di piante e parti di pianta.

Il processo per ottenere preparazioni di vegetali freschi pronti per il consumo è piuttosto semplice, consistendo in operazioni di mondatura, lavaggio, taglio, pesatura e imballaggio.

La trasformazione in IV gamma può essere fatta in catena continua: lavorazione, distribuzione, vendita, consumo. Diversi prodotti possono essere gestiti in catena discontinua, con fasi di conservazione prima o dopo la lavorazione oppure con diversi gradi di lavorazione non realizzati nello stesso luogo.

La deperibilità dei prodotti lavorati rispetto a quelli intatti e la qualità che devono avere per l'uso previsto, condizionano la distanza degli impianti di trasformazione rispetto ai luoghi di consumo e di produzione. Il miglioramento delle condizioni di gestione del prodotto finito, cioè imballaggi, impianti, trasporti e regime termico, favorisce una localizzazione degli stabilimenti prossima alle zone di produzione della materia prima. La durata commerciale dei prodotti di IV gamma dipende delle caratteristiche dei diversi vegetali e del sistema di produzione. Una durata ragionevole per le insalate è nell'ordine di una settimana.

In generale, la microbiologia e la fisiologia di questi prodotti portano ad escludere tentativi di prolungamento della shelf-life oltre i limiti accettabili per una commercializzazione normale: le proprietà igieniche e sanitarie si deteriorano ed il decadimento qualitativo porta a colori e odori anomali che non sfuggono al consumatore.



Pulizia e sicurezza sanitaria, certamente necessarie per i prodotti destinati al mercato del fresco, sono indispensabili per la IV gamma. Oltre all'assenza di contaminanti di sintesi, i seguenti requisiti condizionano particolarmente l'idoneità dei prodotti:

- l'assenza di sostanze estranee (insetti, terra, pietre, schegge di legno e metallo, erbe infestanti), perché non vengono allontanate facilmente con il lavaggio ed alcune possono danneggiare gli strumenti di taglio o presentare qualche pericolo per il consumatore;
- un basso livello della carica microbica, perché le sue attività riducono la durata di vita dei prodotti;
- un minimo rischio di contaminazione con microrganismi patogeni per l'uomo, perché non è possibile tenerli sotto controllo con il processo di lavorazione.

Una cultivar con attributi qualitativi soddisfacenti per i consumatori deve avere anche caratteristiche fisiologiche idonee a conferire elevata resistenza al deterioramento nelle condizioni di frammentazione degli organi ed elevata umidità relativa della IV gamma. Sono preferibili cultivar con basso livello di attività degli enzimi che contribuiscono ai processi degradativi (imbrunimento, ammorbidimento, produzione di sostanze volatili), come polifenolossidasi ed emicellulasi. Le varietà sensibili al freddo hanno una conservabilità minore, anche perché i danni da freddo limitano l'uso delle basse temperature per controllare il deterioramento. La scelta di varietà meno sensibili al freddo consente maggiore flessibilità nella gestione delle temperature e un miglioramento della conservazione e della qualità.

Per consentire una continuità di produzione in linea con le attese dei mercati di consumo occorrono cultivar a bassa sensibilità stagionale, coltivabili in più periodi dell'anno, o famiglie di cultivar con le stesse caratteristiche organolettiche e fisiologiche, ma differenziate per l'adattamento alle diverse condizioni stagionali.

La resistenza genetica alle malattie consente di assicurare l'integrità del prodotto evitando, o riducendo, l'uso di fitofarmaci e il conseguente accumulo di residui nel prodotto. Integrità e assenza di stress contribuiscono a ridurre sia il livello di attività metabolica del vegetale che le vie di accesso e gli stimoli alla colonizzazione microbica prima della lavorazione. La pezzatura, per alcune specie (es. indivia riccia e scarola), può essere caratteristica preferenziale per una maggiore resa di lavorazione (percentuale di imbianchimento, minor scarto e minor incidenza della mano d'opera).

Peraltro, la crescita del settore potrà ulteriormente stimolare la selezione di cultivar specificamente adatte per la IV gamma, anche se alcune aziende sementiere (Asgrow, Bruinsma, EnzaZaden, ecc.) già citano per talune specie le varietà per la IV gamma, forse a discapito della biodiversità.

Ad oggi, per la maggior parte delle specie, si ha ancora un impiego promiscuo delle varietà e dell'agrotecnica (mercato fresco e mercato della IV gamma).

La gestione della raccolta è particolarmente importante per l'impatto che può avere sulla sanità e integrità dei prodotti e, in definitiva, sulla loro utilizzabilità e durata commerciale. Oltre ai maltrattamenti inevitabili e la conseguente accelerazione del metabolismo vegetale provocata dalle stesse operazioni di raccolta, è particolarmente grave in questa fase il rischio di inquinamento da microbi patogeni per l'uomo attraverso il contatto del prodotto con persone, mezzi e ambienti. Gli operatori possono contaminare inavvertitamente i prodotti, l'acqua, gli attrezzi, i contenitori e altri operatori e trasmettere agenti di tossinfezioni alimentari e di altre malattie, se non si attengono rigorosamente alle norme igieniche essenziali.

Per durare il tempo atteso di vita commerciale, i prodotti orticoli devono essere raccolti nelle migliori condizioni, perché tutto quello che si può fare successivamente serve solo a rallentare il deterioramento,



risultante da maturazione fisiologica, ambiente non idoneo, maltrattamenti, invasione di microrganismi, perdita di umidità.

La maturità orticola ottima per la raccolta è lo stadio di sviluppo al quale il prodotto possiede i requisiti per il modo di consumo previsto, ed è quindi compatibile con una varietà di stadi di sviluppo o maturità fisiologiche. I prodotti da organi vegetativi più usati nella IV gamma raggiungono la maturità di raccolta a uno stadio intermedio di sviluppo, in condizione di intensa attività fisiologica, e quindi sono caratterizzati da deperibilità relativamente più alta.

I criteri per individuare la maturità ottima fanno riferimento a dimensioni, aspetto, solidità e colore degli organi vegetali interessati delle singole cultivar, con specifiche in genere fornite dai trasformatori acquirenti.

La temperatura è il fattore chiave della velocità di deterioramento nell'intervallo da 0 a 30 °C; oltre questi limiti è causa diretta di danni fisiologici e alterazioni dei tessuti vegetali. Le variazioni di temperatura possono provocare condensa sui prodotti e favorire di conseguenza l'attività di microrganismi. Il mantenimento delle minime temperature compatibili con la sensibilità al freddo dei prodotti durante tutte le fasi di vita del prodotto è il principale fattore di prolungamento della conservazione.

I prodotti per la IV gamma sono trasportati agli stabilimenti di lavorazione in camion frigoriferi, e pertanto, se c'è un buon coordinamento, vengono messi in un ambiente a bassa temperatura entro poche ore dalla raccolta. La refrigerazione di trasporto serve però a mantenere la temperatura al livello richiesto per la migliore conservazione dei prodotti e non è appropriata per rimuovere il calore di campo. La soluzione più efficace a questo fine è la pre-refrigerazione in strutture aziendali subito dopo la raccolta.

I prodotti devono essere raffreddati per quanto possibile alla temperatura ottima di conservazione, ma non al di sotto della temperatura di trasporto (e questa non deve essere superiore a quella dei prodotti). Raggiunta la temperatura opportuna è necessario porre la massima attenzione affinché non si verifichino risalite, generalmente accompagnate da condensa di vapore sulle superfici vegetali, con conseguente stimolo dei processi di degradazione e irreparabili danni alla qualità.

Occorre inoltre evitare di raggiungere, anche localmente (in prossimità o in direzione del flusso di aria fredda proveniente dall'impianto refrigerante) temperature di congelamento, causa di danni da freddo che spesso si manifestano con ritardo, quando i prodotti eventualmente si trovano sul banco di vendita o a casa del consumatore. Tutti i prodotti vegetali vi sono sensibili in varia misura, con manifestazioni di butterature, disfacimenti, discolorazioni, anomalie di gusto e aroma, distacco di organi, ecc.

Un altro rischio deriva dalla sensibilità dei vegetali al disfacimento indotto da microrganismi. Per ridurre tale rischio le attrezzature, i mezzi e gli impianti di raffreddamento devono essere mantenuti nella massima pulizia e trattati frequentemente con sanificanti.

La raccolta dovrebbe essere coordinata con il trasporto, in modo da ridurre al minimo l'intervallo di tempo necessario per l'ingresso nella linea di lavorazione. La qualità finale dei prodotti è inversamente proporzionale a tale intervallo, anche perché più tempo occorre e più aumentano le difficoltà di assicurare un buon condizionamento, per esempio per avarie di strumenti e mezzi.

Nelle migliori circostanze la qualità del prodotto può essere soltanto preservata, non migliorata, durante il trasporto. Inoltre i vegetali freschi possono essere rovinati per effetto di residui di carichi precedenti: odori, sostanze tossiche, insetti insediati negli anfratti, residui vegetali in decomposizione; sporcizia intasante le griglie di aerazione e del sistema di raffreddamento.

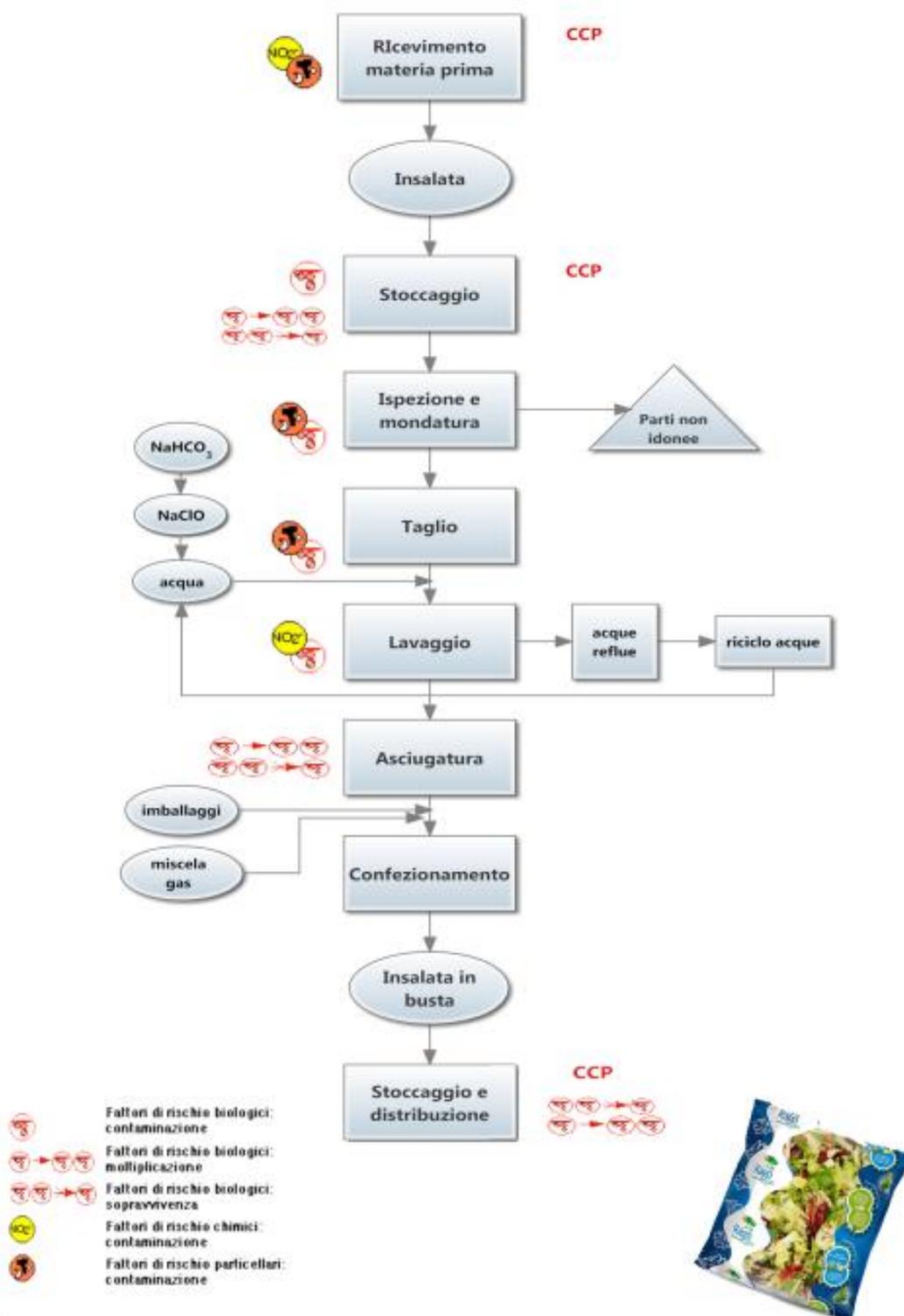
Il trasporto e le operazioni di carico e scarico presentano un rischio di contaminazione microbica, sia da prodotti diversi che da altre fonti.



Di seguito si riporta il diagramma di flusso delle varie fasi successive alla raccolta e trasporto, che avvengono in uno stabilimento fino al confezionamento finale ed alla sua distribuzione.



FLOW SHEET PRODUZIONE INSALATA DI IV GAMMA



Il microambiente del prodotto di quarta gamma è configurato per minimizzare le perdite di umidità e l'attività fisiologica vegetale. Poiché il prodotto è vivo e deve rimanere tale, l'ambiente delimitato



dall'imballaggio si modifica continuamente per effetto delle interazioni tra il metabolismo del prodotto e le variabili ambientali interne ed esterne, attraverso una serie di scambi che interessano i prodotti del metabolismo (anidride carbonica, sostanze volatili, acqua, calore) e i costituenti atmosferici a livello di varie barriere: pareti cellulari, epidermide degli organi vegetali, film dell'imballaggio primario, parete dell'imballaggio secondario o di altro contenitore.

La temperatura influenza l'intensità dei processi biologici, l'umidità relativa del microambiente dei vegetali imballati e la permeabilità dell'imballaggio, condizionando in più modi la durata commerciale dei prodotti.

Le interazioni prodotto-ambiente danno luogo ad aumenti di umidità relativa, riduzioni del livello dell'ossigeno e corrispondenti aumenti del livello di anidride carbonica, perché i rapporti di permeabilità tra questi due gas per i materiali d'imballaggio prevalenti non consentono di ripristinare prontamente e completamente l'ossigeno consumato mediante permeazione dall'esterno attraverso l'imballaggio.

La riduzione progressiva dell'ossigeno porta a un rallentamento della respirazione, e quindi anche del consumo di ossigeno, passando eventualmente per una condizione di equilibrio stazionario, in cui l'ossigeno consumato dal prodotto è rimpiazzato da quello proveniente dall'esterno.

Diminuendo l'attività metabolica si riduce anche la produzione dell'etilene, promotore di senescenza, e di altri metaboliti che influenzano gusto e aroma. Tali modificazioni, nei limiti della breve vita commerciale assegnata ai prodotti, tendono a rallentare i processi di alterazione dei tessuti vegetali e quindi hanno un valore positivo per la conservazione.

Le atmosfere modificate sono risultate efficaci per ridurre gli imbrunimenti e conservare l'aspetto di freschezza e la consistenza dei tessuti per alcuni tipi di insalate, anche se a volte al costo della comparsa di odori anomali. La concentrazione di anidride carbonica non deve però superare certi livelli, variabili a seconda della sensibilità di specie e organo, altrimenti si hanno effetti patologici sui tessuti (come accelerazione dei processi di autolisi), fermentazione e sviluppo di microrganismi anaerobi che potrebbero rendere insalubre il prodotto.

Un'atmosfera idonea a minimizzare il deperimento dei vegetali potrebbe essere applicata al momento dell'imballaggio o lasciata sviluppare naturalmente. Applicata all'inizio può ridurre la comparsa di certi difetti, che altrimenti potrebbero comparire prima che la modificazione dell'atmosfera nell'imballaggio raggiunga i valori più favorevoli.

In genere, le atmosfere ottime per vegetali freschi tagliati sono comprese tra 2~5% di anidride carbonica e 5~15% di ossigeno. Atmosfere più ricche di ossigeno (25~50%) e di anidride carbonica (3~10%) sono state usate per assicurare la respirazione in prodotti imballati in polimeri polietilenici poco permeabili.

Il mantenimento dell'atmosfera e i suoi effetti dipendono, oltre che dall'interazione tra prodotto e contenitore, dalle modalità di gestione dei prodotti imballati, soprattutto dalle fluttuazioni della temperatura, che influenza fortemente la velocità delle modificazioni e condiziona in gran parte la possibilità di raggiungere un equilibrio.

Lavaggio, asciugatura, imballaggio, riduzione del tenore di ossigeno e refrigerazione dei prodotti vegetali non costituiscono ostacoli efficaci contro i microrganismi presenti sugli ortaggi. L'effetto modesto degli ostacoli è controbilanciato da condizioni favorevoli allo sviluppo microbico, come la bassa concentrazione di sali e il pH cellulare piuttosto elevato degli organi vegetativi, il taglio e l'aumentata disponibilità di nutrienti, l'elevata umidità relativa dentro l'imballaggio. Rispetto agli organi vegetativi i frutti presentano minor rischio sanitario, perché i germi patogeni sono ostacolati dall'elevata acidità.



I livelli di temperatura prescritti per i prodotti freschi (0~3°C) frenano lo sviluppo della microflora mesofila, che tuttavia continua ad aumentare durante la vita commerciale dei prodotti (con incrementi giornalieri tipicamente intorno al 40%), ma non ostacolano, e possono selettivamente favorire, i patogeni psicrotolleranti (*L. monocytogenes*, *Aeromonas* sp.), che si avvantaggiano anche dell'effetto antisettico dell'anidride carbonica sui competitori.

Un tasso elevato di anidride carbonica inibisce i funghi, ma non i lieviti, e favorisce i batteri anaerobi rispetto agli aerobi. Sbalzi termici durante la conservazione aumentano il tasso respiratorio, accelerando la riduzione dell'ossigeno. Una concentrazione di ossigeno sotto l'1% frena lo sviluppo della microflora aerobia e può incentivare eventuali anaerobi patogeni per l'uomo.

Un buon livello di umidità dei tessuti li rende fisiologicamente più resistenti verso le degradazioni microbiche, le quali sono però favorite dalla condensa di acqua sulle superfici vegetali.

Di seguito si riportano due studi condotti su vegetali di IV gamma, il primo condotto da ricercatori inglesi ed il secondo da ricercatori spagnoli ed inglesi. Da segnalare anche un progetto di ricerca europeo, denominato *Quafety*.

QUAFETY

THEME 2 - Food, Agriculture and Fisheries and Biotechnology - Collaborative Project KBBE 2011 2-4-01



Il progetto QUAFETY è co-finanziato dalla Commissione europea attraverso il settimo programma quadro e coinvolge 14 partner da 7 diversi paesi (Italia, Regno Unito, Israele, Polonia, Paesi Bassi, Portogallo, Grecia). Gli obiettivi del progetto prendono spunto dalla considerazione che i prodotti ortofrutticoli *ready – to – eat* rappresentano un rischio di sanità pubblica sottovalutata a causa della possibile presenza di batteri patogeni. Un'altra particolarità è che l'alimento, per i processi di lavorazione cui è sottoposto, si degrada molto velocemente e la shelf-life è spesso una questione di giorni o, in alcuni casi, di settimane. Per tutti questi motivi prodotti di IV gamma rappresentano il sistema alimentare RTE molto interessante dove la necessità di miglioramenti in termini di sicurezza e la qualità è di fondamentale importanza.

La sicurezza non solo in relazione alla contaminazione microbica, ma anche a tutti gli altri possibili problemi provenienti dalla contaminazione chimica sia dalle attività antropiche sia da quelle naturali naturali. E qualità, soprattutto considerando le aspettative da parte dei consumatori che pagano un prezzo relativamente elevato per poter acquistare tali prodotti. Un alimento RTE è solitamente acquistato sulla base di aspetto, soprattutto quando confezionati in film trasparente, tuttavia la soddisfazione dei consumatori in termini di caratteristiche organolettiche (aroma, consistenza e gusto) influenza fortemente gli acquisti.

L'attività di ricerca si pone quindi l'obiettivo di fornire dei dati come base per aumentare la sicurezza e la qualità degli alimenti RTE, consentendo agli operatori del settore alimentare, soprattutto PMI (piccole e medie imprese), di migliorare la qualità incrementando la shelf-life e di identificare meglio dove sono possibili ulteriori miglioramenti nella catena di produzione alimentare, affrontando e gestendo i rischi per la salute.



Dato lo stato dell'arte c'è una forte necessità di modelli predittivi legate alla crescita microbica (degenerativa e patogeni) e alle modifiche delle caratteristiche organolettiche nelle varie condizioni ambientali lungo la catena di fornitura.

Il progetto QUAFETY affronterà i seguenti argomenti:

- fornire kit diagnostici per la valutazione della contaminazione microbica e la determinazione della shelf-life;
- fornire strumenti utili per il controllo di processo basato su misurazioni non distruttive e rapide o valutazione, finalizzate a migliorare la qualità finale del prodotto;
- fornire agli operatori del settore strumenti di supporto in molti punti critici della catena dalla selezione alla pianificazione strategico-economica; ottimizzare le tecniche di lavorazione, al fine di migliorare la sicurezza e qualità;
- sviluppare e implementare le innovazioni di processo finalizzate a migliorare la sicurezza e la qualità;
- considerare la risposta dei consumatori per la sicurezza e la qualità derivanti da nuove applicazioni al fine di valutare l'impatto sui mercati e sull'industria;
- progettare e implementare un sistema di gestione qualità/sicurezza più efficace ed efficiente;
- diffondere i risultati dell'attività di ricerca, anche tramite l'ausilio di strumenti di comunicazione alternativi.
- La maggior parte delle attività sarà incentrata inizialmente su 2 prodotti, cioè il melone (*Cucumis melo* L.), e la rucola (*Diplotaxis tenuifolia* L.).
- Le aspettative che vengono riposte in questo progetto sono:
 - aumentare le evidenze scientifiche circa la sicurezza di tali prodotti;
 - aumentare la consapevolezza dei consumatori circa la loro sicurezza;
 - incrementare la disponibilità dei prodotti di IV gamma di migliore qualità e sicurezza per i consumatori;
 - aumentare la capacità di innovazione dell'industria alimentare e orticola, rafforzando così la sua competitività;
 - fornire prove scientifiche alla CE e altre autorità sanitarie al fine di valutare se un ulteriore regolamento è necessario in questo settore;
 - rappresentare un punto di riferimento per i media specializzati;
 - fornire prove scientifiche a sostegno di campagne per un'alimentazione sana.

VAPORGAMMA Attività n. 5 – Analisi di laboratorio (relazione 2010 – 2012)

Obiettivo del progetto è la valorizzazione nutrizionale nell'arco dell'intera shelf life di alimenti vegetali tradizionali e innovativi presenti sul mercato, quali i prodotti di IV gamma, pronti all'uso, che stanno guadagnando consistenti fette di mercato.



L'utilizzo di prodotti vegetali freschi rientra a buon diritto nelle linee guida della dieta tradizionale mediterranea, che è caratterizzata da un'abbondanza di alimenti di origine vegetale. La riduzione del rischio dovuta a una dieta così composta può essere in parte spiegato dal ruolo dei componenti "nutraceutici" di questi alimenti, che sono ritenuti capaci di esercitare attività antiossidante, antitrombotica ed anticancerogena.

Diversi bioindicatori della "qualità nutrizionale" (tra cui il mantenimento di un'elevata capacità antiossidante) possono garantire il consumatore e, contemporaneamente, soddisfare l'esigenza di distribuire prodotti in tempi e distanze dilatati.

In particolare, l'attività antiossidante totale rappresenta una variabile complessa. Qualsiasi diminuzione nel contenuto di vitamine antiossidanti o di componenti nutraceutici, per esempio di natura polifenolica, influenza significativamente tale parametro, che può essere a buon diritto riconosciuto come un biomarcatore di qualità nutrizionale.

In accordo al progetto ciascuna referenza (verdura, funghi, frutta) è stata sottoposta a indagini nutrizionali il giorno di produzione e il giorno di scadenza. In particolare si è proceduto al completo screening dell'attività antiossidante totale e alla determinazione del contenuto di polifenoli.

Le analisi sono state eseguite su tutte le referenze ricevute. Sono stati analizzati quattro lotti di ciascuna referenza, tali lotti sono stati rispettivamente consegnati presso i laboratori del Dipartimento di Biochimica "G. Moruzzi" – Università di Bologna nei periodi: giugno 2010, settembre 2010, ottobre 2010, aprile 2011.

Le referenze analizzate erano rappresentate dai seguenti vegetali:

A) Vegetali a foglia	CONFEZIONAMENTO	
Lollo rossa	polipropilene antifog	Film oxodegradabile
Lollo verde	polipropilene antifog	Film oxodegradabile
Romana	polipropilene antifog	Film oxodegradabile
Spinacio baby	polipropilene antifog	Film oxodegradabile
Rucola	polipropilene antifog	Film oxodegradabile
Tarassaco	polipropilene antifog	Film oxodegradabile
Indivia riccia	polipropilene antifog	Film oxodegradabile
Indivia scarola	polipropilene antifog	Film oxodegradabile
Radicchio di Chioggia	polipropilene antifog	Film oxodegradabile
Rapa rossa	polipropilene antifog	Film oxodegradabile
Valeriana	polipropilene antifog	Film oxodegradabile
B) Frutta		
Mele a fette	Vaschetta	
Fragole tagliate	Vaschetta	
Ananas a cubetti	Vaschetta	
Kiwi a cubetti	Vaschetta	



Succo di arance bionde	Vaschetta	
Succo di arance rosse	Vaschetta	
Melograno in grani	Vaschetta	
C) Funghi		
Funghi a fette	Vassoio	

Come previsto dal protocollo sperimentale tutte le referenze sono state analizzate sia alla data di confezionamento sia alla data di scadenza, la shelf life è fissata in 5+1 per funghi e vegetali e in 4+1 per la frutta.

Per ogni prodotto vegetale a foglia i dati ottenuti sono stati analizzati al fine di valutare gli effetti del diverso confezionamento e della shelf life sulle qualità nutrizionali dei prodotti.

Per quanto riguarda l'andamento del potere antiossidante dei vegetali in funzione del confezionamento e della shelf life l'analisi statistica ha rivelato che non vi è un andamento univoco che accomuni tutte le referenze.

Il potere antiossidante del vegetale Lollo verde risulta essere maggiormente preservato al termine della shelf life se il prodotto è conservato nella pellicola Oxodegradabile; analogamente il potere antiossidante del vegetale Spinacio baby si riduce al termine della shelf life solamente se confezionato nella pellicola Antifog, mentre rimane inalterato se il vegetale viene confezionato con la pellicola Oxodegradabile. Al contrario il potere antiossidante dei vegetali Rapa rossa e Scarola risulta subire una riduzione significativa al termine della shelf life quando i prodotti sono conservati nella pellicola Oxodegradabile. Gli andamenti del potere antiossidante di tali vegetali, in funzione di tempo di confezionamento e tipo di packaging, sono riportati in Figura 1.

Per quanto riguarda i vegetali Lollo rossa, Radicchio rosso, Riccia, Romana Baby, Tarassaco, Rucola e Valeriana l'analisi statistica ha rivelato che il potere antiossidante si mantiene inalterato al termine della shelf life rispetto a quello posseduto al momento del confezionamento indipendentemente dal tipo di confezionamento utilizzato.

Il contenuto di polifenoli totali nei diversi vegetali a foglia è stato espresso come mg di Acido Gallico equivalenti per ogni grammo di prodotto fresco (mg AGE/g prodotto).

Riguardo a questo secondo parametro analizzato l'analisi statistica ha chiaramente rivelato per tutti i prodotti che al termine della shelf life il contenuto in polifenoli si mantiene inalterato rispetto alla data di confezionamento indipendentemente dal tipo di confezionamento utilizzato.

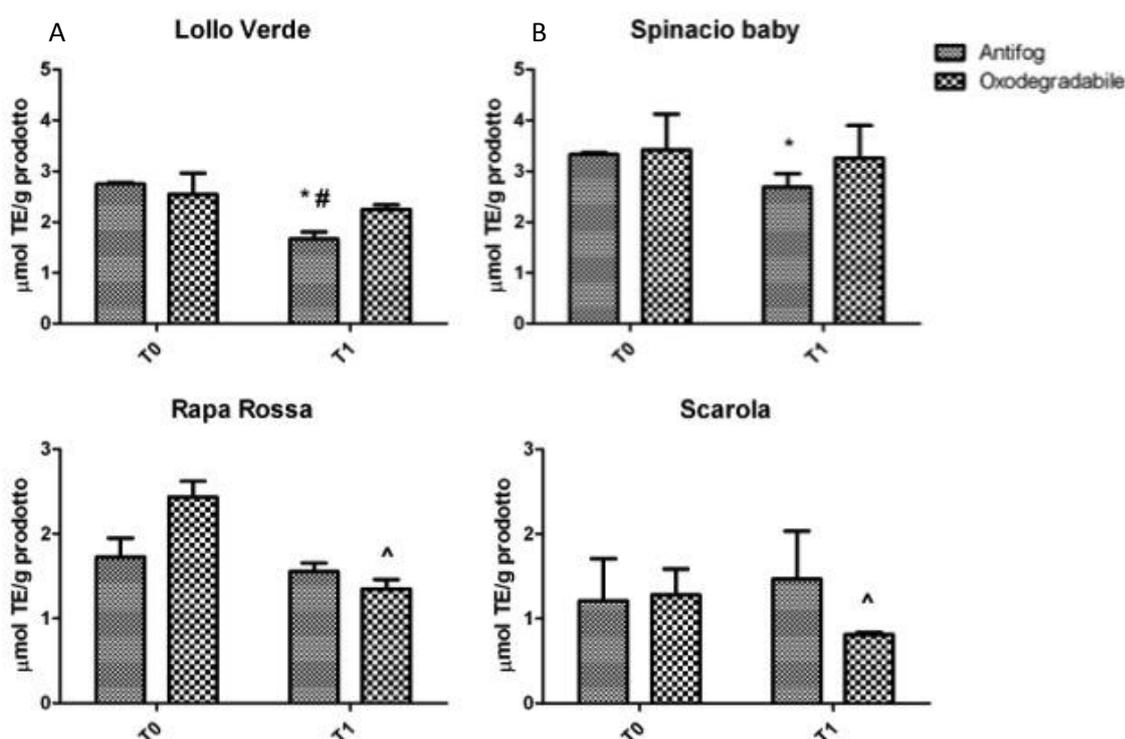
Anche per quanto riguarda i diversi tipi di frutta, forniti in un unico tipo di confezionamento, l'analisi ha riguardato il dosaggio dei polifenoli totali (Figura 2 A) e dell'attività antiossidante totale (Figura 2 B) alla data di confezionamento (T_0) ed alla data di scadenza (T_1).

I risultati hanno mostrato che sia il contenuto in polifenoli totali sia la capacità antiossidante totale si mantiene inalterata tra il tempo al termine della shelf life di tutti i prodotti tranne che nel caso del melograno, per il quale si è riscontrata una riduzione significativa del potere antiossidante totale al termine della shelf life. Rimane comunque importante notare che tale differenza non è imputabile a una variazione del contenuto in polifenoli che, infatti, non presenta variazioni significative nel corso della shelf life. Il

melograno è un frutto noto, oltre che per il contenuto in polifenoli, per l'elevato contenuto in vitamina C, una vitamina idrosolubile dalla potente azione antiossidante, facilmente termolabile e degradabile in seguito a prolungati periodi di confezionamento. Sebbene il progetto non prevedesse analisi dettagliate del contenuto di vitamine in generale e di vitamina C in particolare, è possibile ipotizzare che la marcata riduzione del potere antiossidante del melograno sia imputabile a una riduzione del contenuto di tale vitamina nel corso della shelf life del prodotto.

Per quanto riguarda l'analisi dell'attività antiproliferativa degli estratti i risultati hanno evidenziato un decremento della proliferazione cellulare correlato con l'aumento di concentrazione degli estratti di campioni di lollo verde (figura 3), lollo rossa (figura 4), insalata riccia (figura 5), romana baby (figura 6), rucola (figura 7), scarola (figura 8), tarassaco (figura 9), valeriana (figura 10), e radicchio rosso (figura 11). Tra i vegetali studiati, gli estratti di valeriana e lollo rossa hanno registrato il decremento maggiore (>70%) di proliferazione cellulare, mentre gli estratti di romana baby hanno mostrato un modesto effetto antiproliferativo (<30%).

Allo scopo di valutare, quindi, l'impatto del tipo di confezionamento impiegato sugli effetti antiproliferativi dei diversi estratti registrati al momento del loro confezionamento, i risultati sono stati trasformati in attività antiproliferativa, intesa come % d'inibizione della proliferazione registrata con la più alta concentrazione di estratto impiegata (50 mg/ml). Dai profili di attività antiproliferativa dei campioni di rucola (figura 12) e di insalata riccia (figura 13) si evince un calo statisticamente significativo degli effetti antiproliferativi al momento della scadenza per entrambi i tipi di confezionamento. Al contrario, i campioni di lollo rossa (figura 14) mostrano un calo significativo dell'attività antiproliferativa alla scadenza solo con le buste "Antifog". I campioni di lollo verde, romana baby, scarola, tarassaco, valeriana e radicchio rosso non esibiscono differenze significative dell'attività antiproliferativa al momento della scadenza per entrambi i tipi di busta.



C

D

Figura 1: Attività antiossidante totale, per i vegetali Lollo verde (A), Spinacio baby (B), Rapa Rossa (C), Scarola (D) in funzione della durata della shelf life (T_0 : giorno di confezionamento – T_1 : giorno di scadenza) e del tipo di packaging

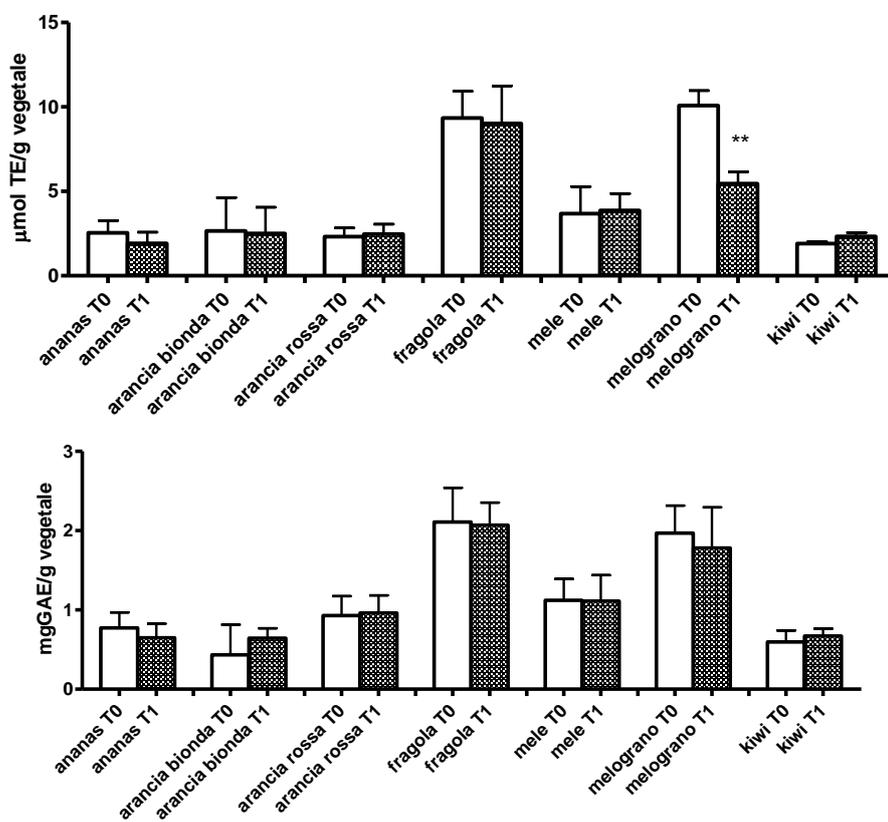


Figura 2: Attività antiossidante totale (A) e contenuto di polifenoli totali (B) valutati come descritto nella sezione Metodi per i frutti in funzione della durata della shelf life (T_0 : giorno di confezionamento – T_1 : giorno di scadenza).

A

B

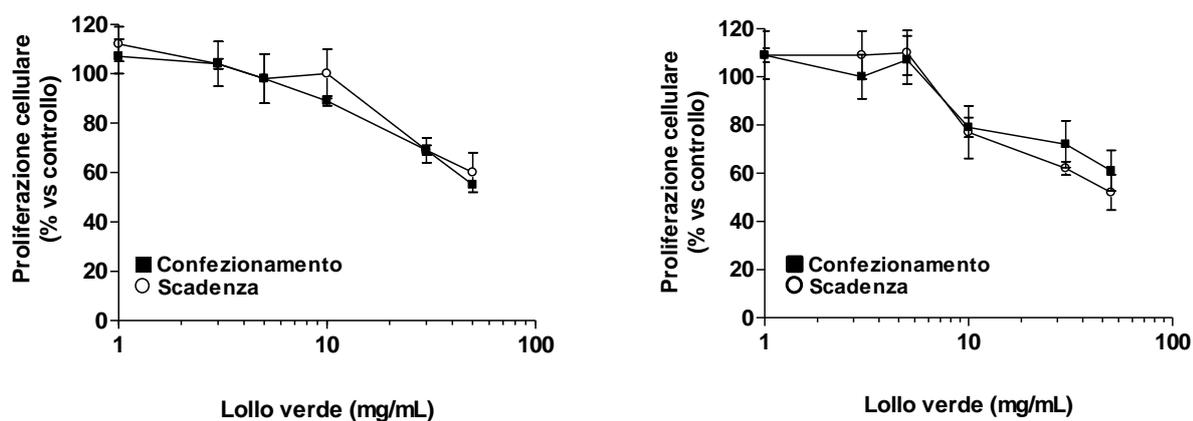
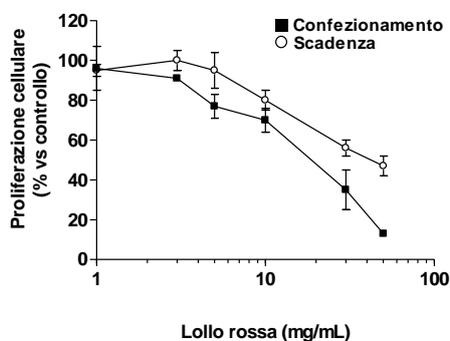


Figura 3. Effetti antiproliferativi di campioni di lollo verde conservata in buste "Antifog" (A) e "Oxodegradabile" (B) al momento del confezionamento e alla scadenza, in cellule Caco-2. Le concentrazioni dei campioni di lollo sono espresse come mg/ml di campione vegetale processato.

A



B

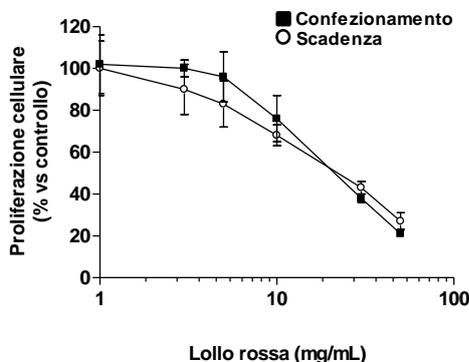


Figura 4. Effetti antiproliferativi di campioni di lollo rossa conservata in buste "Antifog" (A) e "Oxodegradabile" (B) al momento del confezionamento e alla scadenza, in cellule Caco-2. Le concentrazioni dei campioni di lollo sono espresse come mg/ml di campione vegetale processato.

A

B

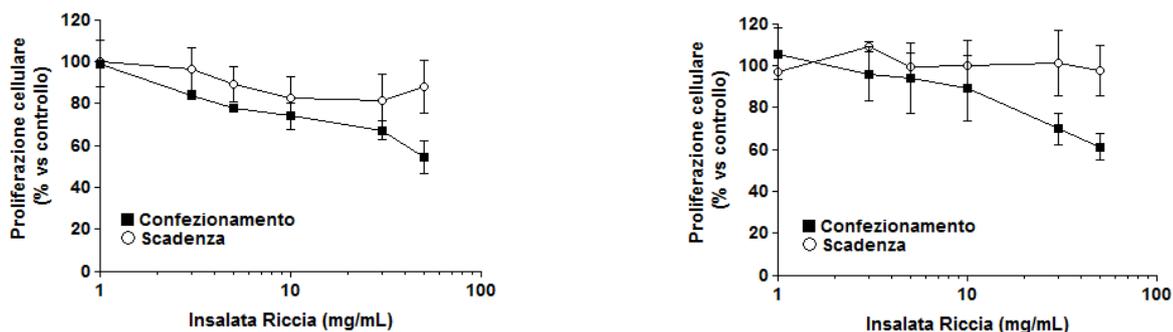


Figura 5. Effetti antiproliferativi di campioni di insalata riccia conservata in buste "Antifog" e "Oxodegradabile" (B) al momento del confezionamento e alla scadenza, in cellule Caco-2. Le concentrazioni dei campioni di insalata riccia sono espresse come mg/ml di campione vegetale processato.

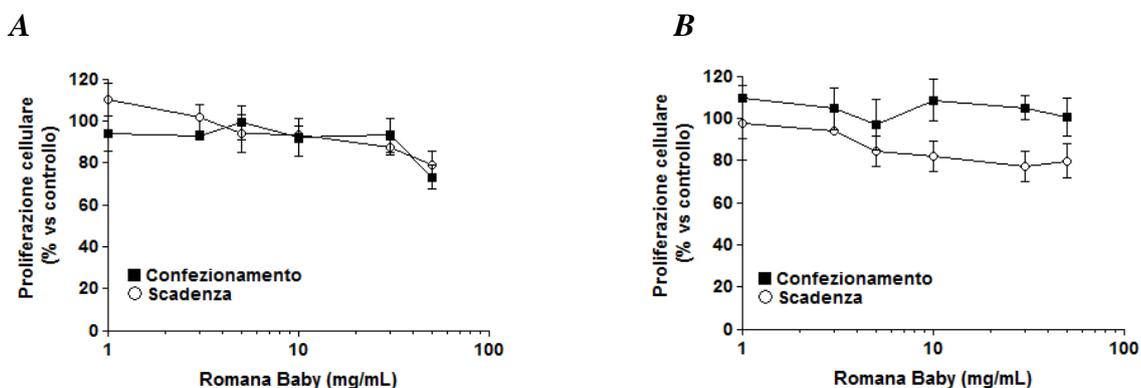
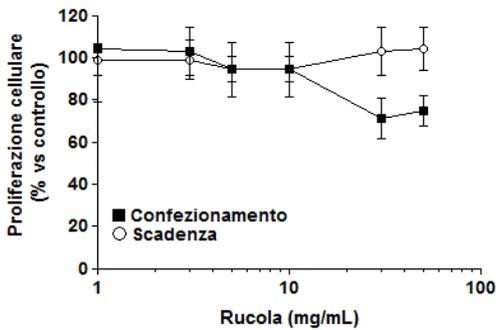


Figura 6. Effetti antiproliferativi di campioni di romana baby conservata in buste "Antifog" e "Oxodegradabile" (B) al momento del confezionamento e alla scadenza, in cellule Caco-2. Le concentrazioni dei campioni di romana baby sono espresse come mg/ml di campione vegetale processato.

A



B

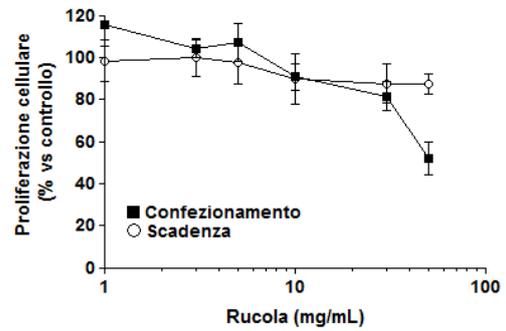
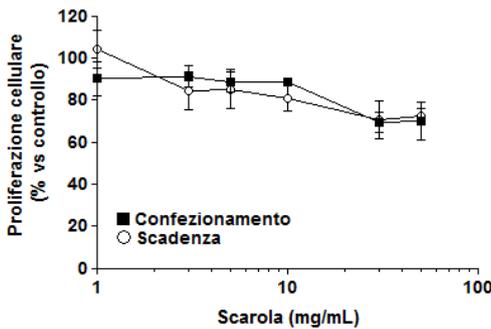


Figura 7. Effetti antiproliferativi di campioni di rucola conservata in buste "Antifog" e "Oxodegradabile" (B) al momento del confezionamento e alla scadenza, in cellule Caco-2. Le concentrazioni dei campioni di rucola sono espresse come mg/ml di campione vegetale processato.

A



B

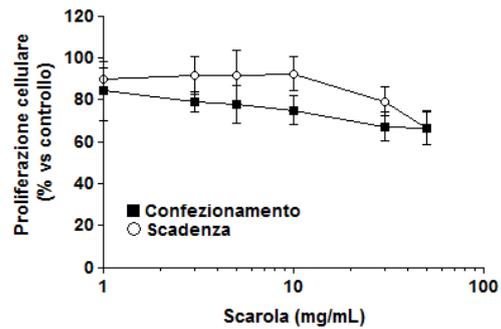
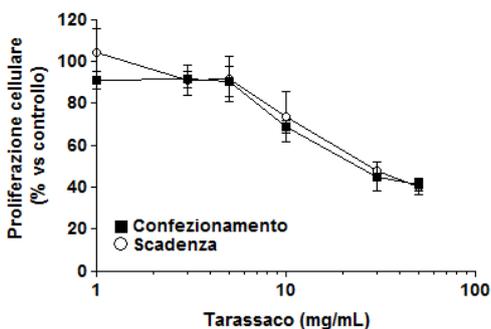


Figura 8. Effetti antiproliferativi di campioni di scarola conservata in buste "Antifog" e "Oxodegradabile" (B) al momento del confezionamento e alla scadenza, in cellule Caco-2. Le concentrazioni dei campioni di scarola sono espresse come mg/ml di campione vegetale processato.

A



B

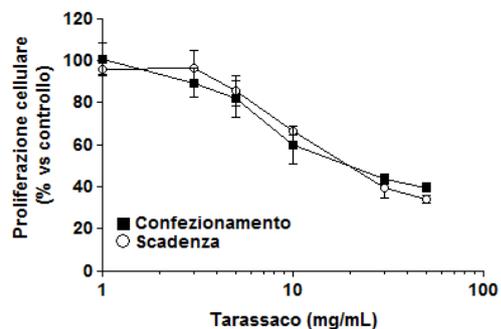
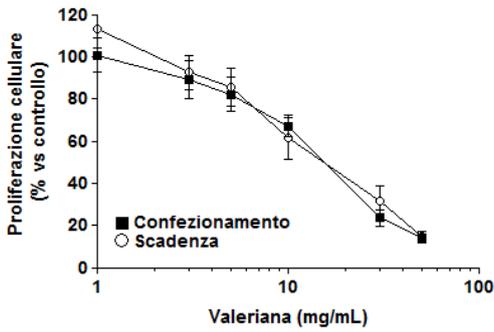


Figura 9. Effetti antiproliferativi di campioni di tarassaco conservata in buste "Antifog" e "Oxodegradabile" (B) al momento del confezionamento e alla scadenza, in cellule Caco-2. Le concentrazioni dei campioni di tarassaco sono espresse come mg/ml di campione vegetale processato.

A



B

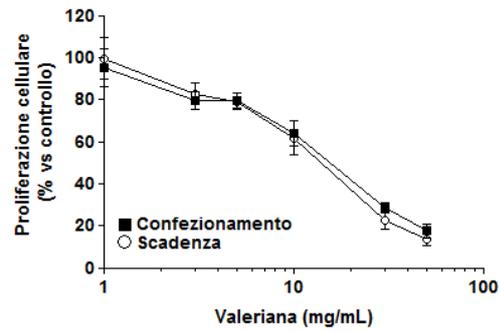
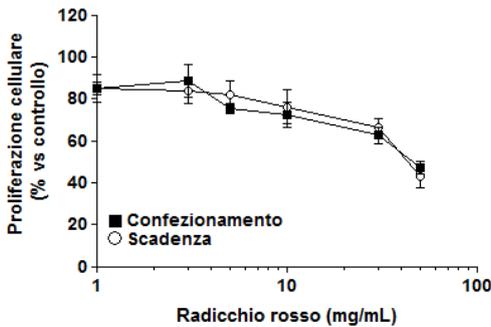


Figura 10. Effetti antiproliferativi di campioni di valeriana conservata in buste "Antifog" e "Oxodegradabile" (B) al momento del confezionamento e alla scadenza, in cellule Caco-2. Le concentrazioni dei campioni di valeriana sono espresse come mg/ml di campione vegetale processato.

A



B

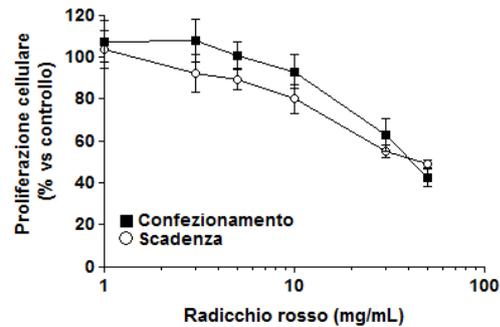


Figura 11. Effetti antiproliferativi di campioni di radicchio rosso conservata in buste "Antifog" e "Oxodegradabile" (B) al momento del confezionamento e alla scadenza, in cellule Caco-2. Le concentrazioni dei campioni di radicchio rosso sono espresse come mg/ml di campione vegetale processato.

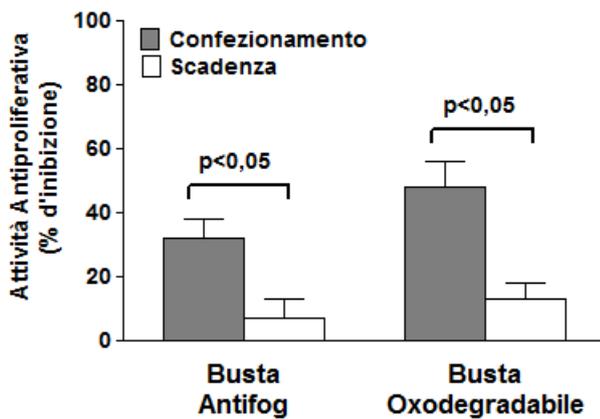


Figura 12. Attività antiproliferativa, in termini di % d'inibizione della proliferazione di cellule di adenocarcinoma umano (Caco-2), di campioni di rucola (50 mg/ml) conservati in buste "Antifog" e "Oxodegradabile", al momento del confezionamento e alla scadenza.

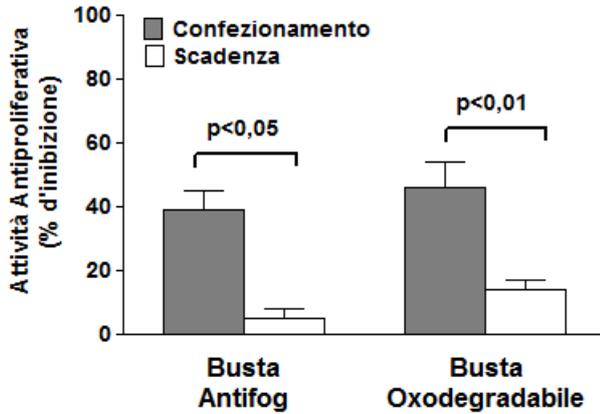


Figura 13. Attività antiproliferativa, in termini di % d'inibizione della proliferazione di cellule di adenocarcinoma umano (Caco-2), di campioni di insalata riccia (50 mg/ml) conservati in buste "Antifog" e "Oxodegradabile", al momento del confezionamento e alla scadenza.

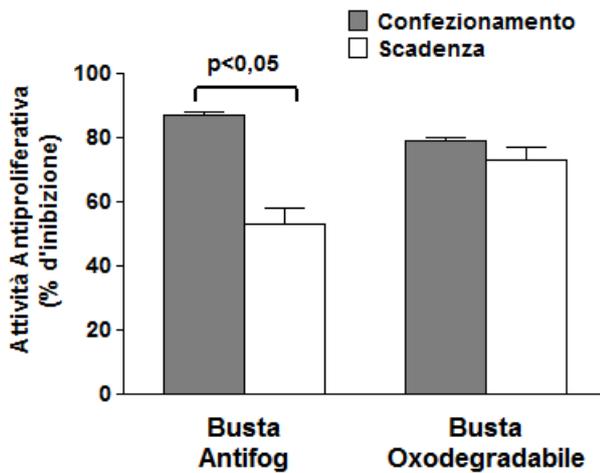


Figura 14. Attività antiproliferativa, in termini di % d'inibizione della proliferazione di cellule di adenocarcinoma umano (Caco-2), di campioni di lollo rossa (50 mg/ml) conservati in buste "Antifog" e "Oxodegradabile", al momento del confezionamento e alla scadenza.

I film **Antifog** sono realizzati in polipropilene, un materiale di ottima trasparenza e in grado di mantenere a lungo la temperatura costante ed evitare la formazione della condensa che spesso si viene a formare sulla superficie della confezione.

Per queste sue caratteristiche è utilizzato per valorizzare le confezioni alimentari esposte alla vendita e proteggere nello stesso tempo l'alimento.



*I prodotti **oxo-degradabili** sono ottenuti combinando plastiche tradizionali con additivi che frammentano la plastica, ma non può essere considerato biodegradabile.*

In conclusione un corretto stile di vita, che comprenda sia un'alimentazione sana ed equilibrata sia la giusta dose di attività fisica, correla chiaramente con il mantenimento della salute a lungo termine e con la prevenzione di numerose patologie cronico degenerative ad elevato impatto sociale come le malattie cardiovascolari, neurodegenerative e il cancro.

In tale contesto è ormai noto, come ampiamente ribadito anche dalle linee guida sia nazionali sia internazionali, che il consumo di alimenti vegetali costituisce un cardine essenziale della medicina preventiva.

Offrire alla popolazione alimenti di elevate qualità nutrizionale risulta, quindi, un aspetto fondamentale nell'ottica di massimizzare gli effetti benefici sulla salute garantiti da un elevato consumo di alimenti vegetali.

Il progetto Vaporgamma ha valutato nel lungo periodo la possibilità di preservare le qualità nutrizionali di numerosi alimenti vegetali attraverso diversi tipi di confezionamento nell'arco dell'intera shelf life.

I dati raccolti nel corso del progetto hanno permesso di individuare come prodotti vegetali diversi vedano preservate le proprie caratteristiche nutrizionali in modo diverso a seconda del tipo di confezionamento. Il potere antiossidante del vegetale Lollo verde risulta essere maggiormente preservato al termine della shelf life se il prodotto è conservato nella pellicola Oxodegradabile; analogamente il potere antiossidante del vegetale Spinacio baby si riduce al termine della shelf life solamente se confezionato nella pellicola Antifog, mentre rimane inalterato se il vegetale viene confezionato con la pellicola Oxodegradabile. Al contrario il potere antiossidante dei vegetali Rapa rossa e Scarola risulta subire una riduzione significativa al termine della shelf life quando i prodotti sono conservati nella pellicola Oxodegradabile.

Trattamenti termici e qualità post-raccolta dello spinacio di IV gamma

In questi anni, molti studi hanno dimostrato come uno shock termico, mediante lavaggio con acqua a una temperatura da 37 a 55 °C per una durata da 30 sec a 3 minuti, possa migliorare la qualità post-raccolta di spinacio e rucola ritardando l'ingiallimento delle foglie, che è il principale sintomo di deterioramento qualitativo durante la shelf-life, che può variare da 5 a 10 giorni a seconda della qualità della materia prima alla raccolta, dei trattamenti post-raccolta e delle condizioni di conservazione.

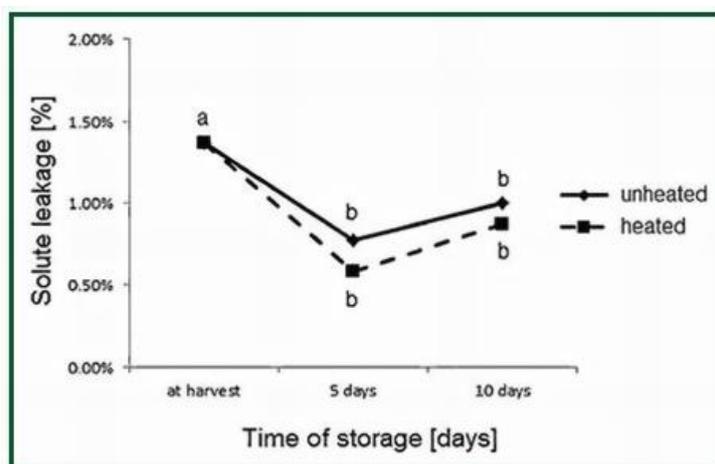
Un gruppo di ricercatori dell'Università di Harper Adams (Newport, Stropshire TF10 8NB, UK) ha condotto uno studio sullo spinacio per ottimizzare la temperatura dell'acqua e la durata del trattamento termico post-raccolta e per determinare gli effetti del trattamento individuato sulla shelf-life e sulla risposta biochimica delle foglie dello spinacio.

Per la prima parte della sperimentazione, si è utilizzato lo spinacio (*Spinacia oleracea* L.) cultivar "Toucan". Le foglie sono state immerse in vasche contenenti acqua distillata a diverse temperature (40, 45 e 50 °C) per una durata di 0, 30, 60 e 120 secondi; successivamente sono state lavate con acqua a 4°C per 120 secondi, asciugate, confezionate e conservate al buio per 10 giorni a 4 °C. Sulla base dei risultati ottenuti, i

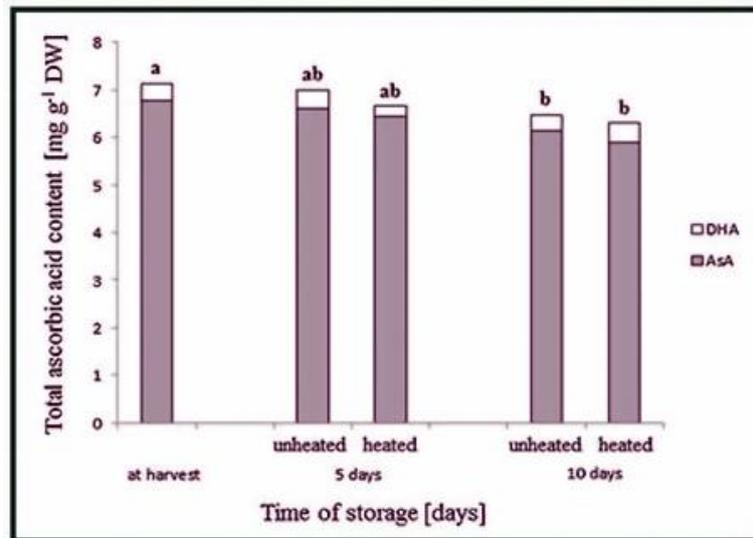
ricercatori hanno stabilito che 45°C è la temperatura massima dell'acqua e 60 secondi deve essere la durata del trattamento termico affinché le foglie non subiscano danni.

Per la seconda parte della sperimentazione, le foglie sono state trattate con acqua a 45°C per 0 secondi (controllo) oppure per 60 secondi (trattamento termico); successivamente sono state lavate con acqua a 4°C per 120 secondi, asciugate, confezionate e conservate al buio per 10 giorni a 4 °C. Confrontando le foglie trattate termicamente immediatamente dopo la raccolta con le foglie non trattate (controllo), i ricercatori hanno osservato che il trattamento termico ha accelerato il processo di senescenza durante la conservazione a 4°C: le foglie trattate erano più ingiallite delle foglie non trattate. Il trattamento termico non ha migliorato la shelf-life dello spinacio, la qualità dei tessuti (integrità dei tessuti, perdita di succhi cellulari) e non ha né mantenuto né aumentato il contenuto totale di acidi ascorbico.

Effetto del trattamento termico applicato a 45°C per 0 sec (unheated, controllo) o per 60 sec (heated, trattamento termico) sulla perdita di succhi cellulari dopo 5 e 10 giorni di conservazione a 4°C



Effetto del trattamento termico applicato a 45°C per 0 sec (unheated, controllo) o per 60 sec (heated, trattamento termico) sul contenuto totale di acido ascorbico (AsA, acido ascorbico+DHA, acido deidroascorbico) dopo 5 e 10 giorni di conservazione a 4°C



Con questo studio, gli autori hanno dimostrato che i trattamenti termici con acqua calda hanno una limitata applicabilità commerciale per quanto riguarda il miglioramento qualitativo delle foglie di spinacio per la IV gamma.

Quantificazione del contenuto di vitamine negli ortaggi a foglia di IV gamma

Le vitamine sono composti organici biologicamente attivi, pertanto sono fondamentali per il valore funzionale (o nutraceutico) di un alimento, tuttavia si degradano molto velocemente.

Molti sono i fattori che influenzano la perdita di vitamine, ad esempio temperatura, presenza di ossigeno, luce, umidità, pH, attività enzimatica e presenza di metalli come ferro e rame.

Nel caso degli ortaggi da foglia di IV gamma, la perdita di vitamina C è dovuta a processi di ossidazione che si manifestano durante la lavorazione e conservazione del prodotto; mentre le vitamine A ed E vengono distrutte in presenza di ossigeno, luce, calore, tracce di ioni metallici e durante la conservazione.

Ricercatori spagnoli e portoghesi hanno messo a punto una metodologia analitica, basata sulla cromatografia liquida ad alta prestazione (HPLC), che permette di quantificare simultaneamente il contenuto di vitamine idrosolubili (vitamina C e vitamine del gruppo B) e vitamine liposolubili (provitamina A o β -carotene e vitamina E o α -tocoferolo) presenti negli ortaggi da foglia.

Essi hanno utilizzato il sistema HPLC-MS/MS per determinare le vitamine idrosolubili ed il sistema HPLC-DAD per determinare quelle liposolubili, l'obiettivo del lavoro è stato quello di avere un'estrazione semplice e sequenziale delle vitamine presenti negli ortaggi da foglia saggiati. Tale procedura ha permesso di avere un'analisi completa di tutte le vitamine in meno di 100 min, inclusi i passaggi di estrazione e determinazione.

I ricercatori hanno lavorato su 12 specie di ortaggi da foglia, quali lattuga, crescione, valerianella, menta, rucola selvatica, mizuna ecc., lavorate come insalate di IV gamma ed hanno valutato il contenuto in vitamine sia prima della conservazione sia dopo 10 giorni di conservazione a 3°C per valutare il decadimento delle molecole.

Specie	Giorni	Vitamina C	Vitamina E	Provitamina A
LATTUGA VERDE	giorno 0	0,089	nd	5,466
	giorno 10	0,085	nd	2,636
LATTUGA ROSSA	giorno 0	0,071	1,029	3,412
	giorno 10	0,071	0,558	2,000
RUCOLA SELVATICA	giorno 0	85,111	1,550	9,306
	giorno 10	3,555	1,435	6,778
BIETOLA	giorno 0	nd	1,185	7,152
	giorno 10	nd	1,041	6,264
CRESCIONE D'ACQUA	giorno 0	59,556	2,501	8,373
	giorno 10	48,202	0,321	9,336
SPINACIO	giorno 0	14,401	2,870	11,228
	giorno 10	1,710	3,564	13,411
VALERIANELLA	giorno 0	59,179	3,078	9,165
	giorno 10	13,697	3,174	9,394
MENTA	giorno 0	0,475	1,361	10,613
	giorno 10	0,318	1,541	8,772
FOGLIE DI PISELLO	giorno 0	153,937	2,649	14,410
	giorno 10	174,049	3,663	13,581
MIZUNA	giorno 0	33,040	1,132	7,756
	giorno 10	14,671	2,748	9,358
SENAPE	giorno 0	43,926	2,054	8,217
	giorno 10	0,098	1,912	6,297
CRESCIONE	giorno 0	10,187	1,947	12,771
	giorno 10	0,209	2,468	10,769

Dalle analisi è emerso che le vitamine più abbondanti negli ortaggi da foglia sono la vitamina C, la provitamina A e la vitamina E. Gli ortaggi, di interesse per il mercato italiano, con un elevato contenuto di vitamina C sono la rucola selvatica e la valerianella; gli ortaggi con un elevato contenuto in vitamina E sono la valerianella e lo spinacio; gli ortaggi con un elevato contenuto in provitamina A sono il crescione e lo spinacio. Le vitamine del gruppo B sono presenti a bassissime concentrazioni da 1 a 580 µg/100 g PF a seconda della vitamina e dell'ortaggio.

La tabella precedente riporta con i valori di vitamina C, A ed E (mg / 100 g di prodotti fresco) negli ortaggi da foglia analizzati prima e dopo la conservazione. I valori, come si può osservare, cambiano molto a seconda della specie.

I vegetali congelati sono più freschi di quelli “freschi”?

Secondo uno studio dell'Institute of Food britannico gli ortaggi surgelati sarebbero più sani di quelli freschi, poiché capaci di contenere i nutrienti più a lungo. Lo studio rivela che prima che le verdure fresche arrivino sui nostri piatti possono passare fino a due settimane, nonostante le statistiche abbiano verificato che l'80% dei clienti nei supermercati britannici crede che le verdure del negozio siano in media «vecchie» di soltanto quattro giorni. Le verdure possono invece impiegare nove giorni solo per arrivare al supermercato, a cui vanno aggiunti come minimo altri quattro sugli scaffali. Se il consumatore temporeggia prima di servirli a tavola, nella peggiore delle ipotesi, possono passare un totale di sedici giorni dalla raccolta. In questo lasso di tempo, le ricerche hanno mostrato che, per esempio, i fagiolini possono perdere fino a 45% di sostanze nutritive, broccoli e cavolfiori il 25%, i piselli il 15% e le carote il 10%.

Le verdure surgelate vengono normalmente congelate entro poco dal momento di raccolta, e per questo conservano più nutrienti. Invece, sottolinea la nutrizionista a capo della ricerca, la dottoressa Sarah Schneker: «I principi nutrizionali degli ortaggi freschi incominciano a deteriorarsi dal primo minuto



successivo loro alla raccolta. Ciò implica che nel momento in cui arrivano sulle nostre tavole, sono molto meno ricche di sostanze benefiche di quanto crediamo».

Anche l'Inran (Istituto Ricerca Alimenti e Nutrizione) alcuni anni fa era giunto alla medesima conclusione, per le stesse ragioni evidenziate dalla ricerca britannica. Tuttavia anche se è vero che c'è una certa perdita di nutrienti come le vitamine negli ortaggi freschi rispetto a quelli congelati subito dopo la raccolta, è anche vero che il complessivo effetto benefico dei vegetali sulla nostra tavola rispetto ad altri alimenti dipende da una serie di fattori, come per esempio la presenza di fibra e altro arrivando a concludere, sempre secondo l'INRAN, che ai fini nutrizionali la differenza è minima.

Quando viene raffreddato rapidamente a temperature inferiori a -18°C , fin nelle parti più interne, l'alimento viene surgelato e qualsiasi processo di deterioramento si arresta: nulla viene tolto e nulla viene aggiunto. Inoltre i surgelati permettono di seguire tutto l'anno una sana dieta mediterranea con verdure di ogni varietà, anche quando queste non sono di stagione. Tuttavia, proprio perché sono sempre disponibili e facili da usare, rischiano di uccidere la fantasia e la tradizione in cucina. L'industria del freddo fornisce prodotti di buona qualità, ma, proprio per questo, non facilmente personalizzabili. La varietà è un pilastro della dieta mediterranea, ma che non si concilia sempre con la produzione industriale, soprattutto nel caso dei prodotti ortofrutticoli destinati a lavorazioni ulteriori che devono spesso soddisfare requisiti specifici che tendono a utilizzare poche varietà, tralasciando, per ragioni essenzialmente economiche, altre che non si prestano altrettanto bene a tali lavorazioni.

«Il dato non sorprende» commenta Andrea Ghiselli, ricercatore dell'Inran (Istituto Ricerca Alimenti e Nutrizione) di Roma, «tant'è vero che alcuni studi condotti anni fa proprio nel nostro istituto arrivavano alle stesse conclusioni, per le stesse ragioni ora puntualizzate dalla ricerca britannica». «Questo però non deve confondere le idee al consumatore, perché se è vero che c'è una certa perdita di nutrienti come le vitamine negli ortaggi freschi rispetto a quelli congelati subito dopo la raccolta, è anche vero che il complessivo effetto benefico dei vegetali sulla nostra tavola rispetto ad altri alimenti dipende da una serie di fattori, come per esempio la presenza di fibra e altro ancora» «Quindi - conclude l'esperto - ai fini nutrizionali la differenza è minima, e la scelta deve dipendere essenzialmente da preferenza di gusto e da comodità nell'acquisto».

Conclusioni

In generale il consumatore considera la scelta migliore l'acquisto di prodotti freschi, ma questo è vero se l'acquisto dei prodotti avviene in farmers' market, approvvigionandosi direttamente presso i produttori in azienda o raccogliendo gli ortaggi del proprio orto.

Il contenuto nutrizionale delle verdure fresche dipende da vari fattori, tra cui la stagionalità e il tempo che intercorre tra la raccolta e il suo consumo.

Molte verdure percorrono lunghe distanze, sono esposte alla luce esterna, il calore e le condizioni di temperatura, che possono causare una perdita di nutrienti importanti, come la tiamina e vitamine A e C. Molte verdure fresche che percorrono lunghe distanze in camion o in navi sono raccolte prima che raggiungano la completa maturazione, quindi vitamine e sostanze nutrienti non hanno avuto il tempo per raggiungere la loro concentrazione massima. I prodotti possono ancora maturare esternamente, ma le verdure non avranno mai la stessa composizione nutrizionale di quelle che si sviluppano completamente prima di essere raccolte.



Nel 1998, la US Food and Drug Administration ha confermato che un prodotto congelato fornisce le stesse sostanze nutritive essenziali e i benefici per la salute come un prodotto fresco. In un articolo nella rivista *mangiar bene*, Gene Lester, PhD, un fisiologo vegetale presso Agricultural Research Center la US Dept. dell'agricoltura, Weslaco, TX, evidenziava che mentre le verdure in scatola tendono a perdere molte sostanze nutritive durante il processo di conservazione, le verdure surgelate possono essere anche più salutari rispetto ad alcuni dei prodotti freschi venduti nei negozi di alimentari.

Da un punto di vista nutritivo le verdure surgelate sono assolutamente paragonabili a quelle fresche, almeno nelle normali condizioni di consumo, in certi casi possono addirittura essere superiori. I principi nutritivi rilevanti degli ortaggi sono la fibra, i sali minerali e le vitamine.

La fibra alimentare rimane in sostanza inalterata durante il processo di produzione e di conservazione, quindi nei vegetali surgelati essa è uguale a quella del rispettivo prodotto fresco. Anche il contenuto di sali minerali non è sostanzialmente modificato dal processo. Diversa è la situazione per le vitamine (come evidenziato nella tabella sottostante).

Durante il trattamento di scottatura (blanching) fatto sulle verdure prima del surgelamento, si ha una leggera perdita di vitamina C e di quelle del gruppo B; la vitamina A invece non subisce sostanziali riduzioni, anzi è stato verificato che nei piselli aumenta addirittura la sua biodisponibilità. Il blanching, d'altronde, inattivando gli enzimi, consente di mantenere durante la conservazione la quota di vitamine che restano.

Le verdure fresche impiegano parecchi giorni prima di raggiungere il punto vendita o di utilizzo, sostando in celle frigorifere. In tutto questo periodo il tenore vitaminico diminuisce inesorabilmente. La verdura surgelata quindi è spesso più nutriente di quella cosiddetta "fresca", fatto salvo quanto detto in premessa.

	Luce	Ossigeno	Acqua	Calore
Vitamine idrosolubili				
B1 tiamina		x	x	x
B2 riboflavina	x	x		x
B6 piridossina	x	x		x
	Luce	Ossigeno	Acqua	Calore
Niacina			x	
B12 cianocobalammina	x	x	x	
C acido ascorbico	x	x	x	x
Acido folico	x	x	x	x
Vitamine liposolubili				
A retinolo	x	x		
D calciferolo	x	x		



E tocoferolo	x	x
K fillochinone	x	

Le vitamine sono sensibili all'azione della luce, dell'ossigeno, dell'acqua e del calore che ne provocano una perdita anche considerevole. La sensibilità a questi 4 agenti "dannosi" è diversa secondo il tipo di vitamina, quelle liposolubili non sono distrutte dal calore, né si perdono in acqua; quelle idrosolubili invece, sono generalmente più vulnerabili.

Ad esempio il 58% di vitamina C trovato in fagiolini appena colti è perso entro tre giorni. In confronto, la quantità di vitamina C in conserve e surgelati diminuisce solo del 15 – 20% per cento.

Il 30 giugno 2004, il Presidente George Bush W. ha firmato una che riprende la linea sostenuta dall'AFFI (America Frozen Food Institute): "... a meno che non altrimenti modificato, il termine frutta e verdura comprende i prodotti freschi, congelati o in scatola. Il 25 marzo 1998, la Food and Drug Administration (FDA) è giunta alla conclusione che congelare frutta e verdura è nutrizionalmente paragonabile a quella fresca e può essere utilizzate indifferentemente nella dieta ... inoltre, è ampiamente accettato che i processi di congelamento e conserviero inibiscono la crescita di alcuni agenti patogeni e quindi riducono la probabilità di servire prodotti contaminati".

Alle medesime conclusioni è giunto anche uno studio condotto dall'Istituto di ricerca alimentare indiano: le verdure fresche sono l'ideale per ogni pasto e sono un'ottima fonte di vitamine e sostanze nutritive.

Lo studio confronta i livelli di nutrienti nelle verdure surgelate con i livelli di nutrienti nelle verdure "fresche" reperibili nei negozi di alimentari. Gli "ortaggi" possono perdere fino al 45 per cento del loro valore nutrizionale tra la raccolta e l'esposizione in uno scaffale. La causa di questa perdita è semplicemente il tempo necessario per le verdure "fresche" per arrivare in negozio.

Questo studio dimostra che ci sono due modi di combattere la perdita di nutrienti nelle vostre verdure. Il primo è quello di utilizzare verdure surgelate. Il secondo è quello di acquistare direttamente i prodotti da un agricoltore locale. Ovviamente i prodotti congelati sono sicuramente sani, ma bisogna essere consci che si perderanno alcune qualità alimentari. Il prodotto acquistato da un contadino invece permette di mantenere non solo le sostanze nutritive inalterate, ma permette anche di mantenere il naturale sapore, consistenza e qualità delle verdure.



Bibliografia

- Favell DJ. *A comparison of the vitamin C content of fresh and frozen vegetables*. Food Chemistry 1998; 62: 59-64. Rickman JC et al. *Nutritional comparison of fresh, frozen and canned fruits and vegetables*. Part 1. Vitamins C and B and phenolic compounds. Journal of the Science of Food and Agriculture 2007; 87: 930-944.
- Kurtzwell, P. Fruits and Vegetables: Eating Your Way to 5 a Day. FDA Consumer, March, 1997, pp. 17-23 (<http://vm.cfsan.fda.gov/~dms/fda5aday.html>) NCI
- Patterson, B.H., Block, G., Rosenberger, W.P., et al. Fruit and vegetables in the American diet: data from the NHANES II survey. American Journal of Public Health 80:1443-1449, 1990.
- Munoz, K.A., Krebs-Smith, S.M., Ballard-Barbash, R., Cleveland, L.E. Food intakes of U.S. children and adolescents compared to recommendations. Pediatrics, September, 1997.
- USDA. Third Report on Nutrition Monitoring in the United States. U.S. Government Printing Office, Washington, DC, 1995.
- Subar, A.F., Heimendinger, J., Patterson, B. H, Krebs-Smith, S.M., Pivonka, E., and Kessler, R. Fruit and vegetable intake in the United States: the baseline survey of the 5-a-day for better health program. Am. J. Health Promotion 9:352-360, 1995.
- Potter, N.N. and Hotchkiss, J.H. *Food Science. 5th Edition*. Chapman and Hall, New York, NY. pp. 138-161, 1995.
- Erdman, J.W., Jr. and Klein, B.P. Harvesting, processing and cooking influences on vitamin C in foods. In *Ascorbic Acid: Chemistry, Metabolism and Uses*. P.A. Seib and B.M. Tolbert, Eds. Adv. in Chem. Ser. 200, American Chemical Society, Washington, DC, 1982.
- FDA. <http://www.fda.gov/opacom/backgrounders/foodlabel/newlabel.html>
- FDA. <http://www.fda.gov/opacom/campaigns/3foodlbl.html>
- Food and Nutrition Board, National Research Council, National Academy of Sciences. *Recommended Dietary Allowances, 10th Edition*. National Academy Press, Washington, DC, 1989.
- Wald, N.J. Folic acid and neural tube defects: the current evidence and implications for prevention. Ciba Foundation Symposia 181:192-208. 1994.
- Stampfer, M. Can lowering homocysteine levels reduce cardiovascular risk? New Engl. J. Med. 332:328-329. 1995.
- Tucker, K.L., Mahnken, B., Wilson, P.W.F., Jacques, P., and Selhub, J. Folic acid fortification of the food supply- Potential benefits and risks for the elderly population. JAMA 276:1879-1885, 1996.
- Giovannucci, E., Ascherio, A., Rimm, E.B., Stampfer, M.J., Colditz, G.A., Willett, W.C. Intake of carotenoids and retinol in relation to risk of prostate cancer. J. Natl. Cancer Inst. 87:1767-1776, 1995.
- Tonucci, L.H., Holden, J.M., Beecher, G.R., Hachik, F., Davis, C.S., Mulokozi, G. Carotenoid content of thermally processed tomato-based food products. J. Agr. Food Chem. 43:579-586, 1995.



- Carbonaro M, et al. Modulation of antioxidant compounds in organic vs conventional fruit (peach, *Prunus persica* L., and pear, *Pyrus communis* L.). *J Agric Food Chem*. 2002 Sep 11;50(19):5458-62
- Curry EA., 1997. Effect of postharvest handling and storage on apple nutritinal state using antioxidants as a model. *Hort Technology*, 7:240-3
- Ferretti G., C. Marchionni, T. Bacchetti, 2002. Valutazioni della qualità nutrizionale dei frutti di mele del germoplasma marchigiano. *Atti convegno Mela rosa e mele antiche*. 2004
- Goldman I.L., et al, 1999. Influence of Production, Handling and storage on phytonutrient content of Foods. *Nutrition Reviews*, 57: S46-52
- Piccinini M., Petrini A., Fuselli D., Antonelli M. 2005. Fagioli. Progetto di sperimentazione e recupero di produzioni agricole ed agroalimentari. CERMIS. Centro di Ricerche e Sperimentazione per il Miglioramento Vegetale "N. Strampelli" - www.cermis.it
- Van der Sluis A.A., Dekker M., de Jager A., Jongen W.M., 2001. Activity and concentration of polyphenolic antioxidants in apple: effect of cultivar, harvest year, and storage conditions. *J Agric Food Chem*, 49(8):3606-13
- Worthington V. Nutritional quality of organic versus conventional fruits, vegetables, and grains. *Altern Complement Med*. 2001 Apr;7(2):161-73.
- Glowacz M., Mogren L.M., Reade J.P.H., Cobb A.H., Monaghan J.M., "Can hot water treatments enhance or maintain postharvest quality of spinach leaves?", *Postharvest Biology and Technology*, 2013, 81: 23-28
- Santos J., Mendiola J.A., Oliveira M.B.P.P., Ibanez E., Herrero M., "Sequential determination of fat- and water-soluble vitamins in green leafy vegetables during storage", October 2012, *Journal of Chromatography A*, Issue N. 1261, pagg. 179-188.
- Progetto VAPORGAMMA 2010-2012 Relazione Scientifica Attività n. 5 Analisi di laboratorio