

LA QUALITÀ DEGLI ORTAGGI ALLEVATI SENZA SUOLO

Pietro Santamaria e Vincenzo Valenzano

Dipartimento di Scienze delle Produzioni Vegetali, Università di Bari

Riassunto. Partendo dalla definizione del concetto di qualità, in tutti i suoi aspetti, vecchi e nuovi, gli autori trattano la qualità degli ortaggi, in generale, degli ortaggi di serra e più in particolare di quelli provenienti dalle coltivazioni senza suolo.

Vengono presi in esame e discussi i risultati sperimentali di prove condotte da diversi studiosi e finalizzate a confrontare i due sistemi di coltivazione: tradizionale su terreno e senza suolo.

Infine, sono descritti i possibili metodi ed i parametri che possono essere presi in considerazione per migliorare il profilo di qualità degli ortaggi allevati senza suolo.

Dalla rassegna emerge che la qualità degli ortaggi ottenuti con i metodi di coltivazione senza suolo è sostanzialmente sovrapponibile a quella dei corrispondenti prodotti provenienti da coltivazioni con metodi tradizionali su terreno. Le differenze, ove accertate, sembrano a favore dei metodi senza suolo soprattutto per i parametri inerenti alle caratteristiche nutrizionali, organolettiche e igienico-sanitarie. La coltivazione senza suolo dà comunque la possibilità di produrre ortaggi con alcuni aspetti della qualità migliorati e dotati a volte di particolari requisiti dietetici.

Parole chiave: idroponica, soluzione nutritiva, CE, ortaggi arricchiti, alimenti funzionali, pomodoro.

QUALITY OF SOILLESS GROWN VEGETABLES

Abstract. Starting from definition of quality concept, in all its aspects, both old and new, the authors deal with the quality of greenhouse vegetables in general and of those from soilless culture in particular.

this review examines and discusses the experimental results of trials, that various studies have produced, aimed at comparing two growing systems: traditional on soil and soilless culture.

Finally, possible methods and parameters are described that can be taken into consideration to improve vegetable profile of quality.. These methods and parameters are: fertigation management, composition, salinity level, pH, and temperature of nutrient solution.

The results show that the quality of vegetables grown with soilless culture methods is substantially the same as that of similar products coming from traditional methods of cultivation on soil. Differences, where they are verified, seem to be above all for parameters concerning nutritional, organoleptic, hygienical and sanitary characteristics. However, soilless culture makes it possible to produce vegetables with some aspects of quality improved and sometimes they are provided with particular dietetic requirements.

Key-words: hydroponics, nutrient solution, EC, tomato.

1. Definizione di qualità

Quello della qualità è un concetto dal significato molto ampio, difficile da definire, fortemente ancorato a valutazioni soggettive ed in continua evoluzione in funzione dei progressivi mutamenti dei gusti, degli stili di vita e delle esigenze tipici delle società consumistiche del mondo occidentale (Sampietro, 2001; Strata, 2001). Lo dimostrano gli sforzi fatti da diversi autori per definire il concetto in modo chiaro e compiuto.

Secondo una definizione internazionale, la qualità è “l’insieme degli aspetti e delle caratteristiche di un prodotto o di un servizio che si riveli in grado di soddisfare esigenze dichiarate o implicite” (norma UNI EN ISO 8402:1995). Questa è una delle più accettate ma ce ne sono molte altre (Eccher Zerbini, 1989; Bianco, 1990; Shewfelt, 1999).

Recentemente c’è poi la tendenza ad allargare il concetto di qualità e di sicurezza alimentare al di là delle semplici caratteristiche intrinseche del prodotto, considerando sempre più la qualità del processo produttivo. Nella scelte del consumatore, ormai, le percezioni gustative e i bisogni nutrizionali si combinano e si confrontano con le sue attese riguardanti il rispetto dell’ambiente, della biosfera e la percezione della lealtà delle garanzie offerte dai produttori (Peri, 2001). Quindi nuovi elementi, che non si riferiscono al prodotto in sé, ma a condizioni di contorno relative all’ambiente e ai modi di produzione, sembrano influire sempre più sulla percezione della qualità da parte dei consumatori. Questi elementi

sono riconducibili a tre categorie principali: 1) elementi legati alla tradizione e alla cultura (importanza nel nostro paese dell'origine geografica e forte legame fra alimento e tradizione); 2) elementi legati all'impatto ambientale del processo produttivo (crescente sensibilità per il tema ambientale e conseguente sviluppo dell'agricoltura biologica); 3) elementi legati alla correttezza, trasparenza e deontologia del produttore (si tratta di aspetti socio-culturali legati ad esempio allo sfruttamento di manodopera minorile e di immigrati, al rispetto della sicurezza dei lavoratori, ecc. - temi non ancora perfettamente definiti ma destinati sicuramente a diventare importanti) (Peri *et al.*, 1997; Menesatti, 2000; Lunati e Zagnoli, 2001). I sistemi colturali senza suolo e l'ambiente serra in generale, essendo dei sistemi agrari fortemente antropizzati e sempre più condizionati, diventano sempre meno legati al territorio e quindi alla località. Di conseguenza i relativi prodotti mal si sposano con le attuali tendenze dei consumi agroalimentari che vanno verso un maggiore apprezzamento e valorizzazione dei prodotti tipici, biologici, naturali, ecc. Tutto ciò è vero soprattutto in Italia. Quindi apparentemente le colture senza suolo vanno contro tendenza. In realtà questo è vero solo in parte.

2. Qualità degli ortaggi

Gli ortaggi sono prodotti agricoli utilizzati, a scopo alimentare, soprattutto allo stato fresco. Il loro consumo è particolarmente elevato nei Paesi del Mediterraneo dove la coltivazione delle piante da orto vanta antichissime tradizioni legate al clima caldo e alle proprietà rinfrescanti, dissetanti, digestive, ecc. di questi prodotti.

In generale gli ortaggi freschi più che come alimenti energetici vengono presi in considerazione quali regolatori dell'attività metabolica attraverso gli apporti di acqua, di elementi minerali, di vitamine, di fibra ed altri nutrienti. Pertanto sono ritenuti ingredienti irrinunciabili nelle diete ipocaloriche (La Malfa, 1988; Strata, 2001). Inoltre, da diversi anni, sono sempre più apprezzati per la ricchezza di sostanze protettive nell'insorgenza di gravi malattie dell'uomo. Infatti, sostanze come vitamina C, polifenoli, composti dello zolfo (nei cavoli, cipolle, aglio, ecc.), carotenoidi (vedi il licopene nel pomodoro), alcuni acidi grassi a lunga catena, ecc., svolgono un fondamentale ruolo nel metabolismo dell'uomo nel prevenire varie forme di tumore, malattie cardiovascolari, invecchiamento precoce delle cellule, ecc. (Strata, 2001; Vinson *et al.*, 2001).

La qualità degli ortaggi viene influenzata dal genotipo, dal clima, dalle pratiche colturali, dallo stadio di maturazione, dal momento della raccolta e dalle operazioni ed i trattamenti connessi ad essa, dai trattamenti post-raccolta, e ovviamente dalle interazioni di questi fattori (Bianco, 1990; Weston e Barth, 1997). Tale influenza si esercita talvolta in maniera diversa se non opposta in rapporto alle colture ed alle singole caratteristiche qualitative. Se a ciò si aggiungono le scarse conoscenze sui rapporti di causa ed effetto tra ciascun fattore ed i singoli attributi di qualità si evince quanto sia difficile una compiuta analisi dell'argomento (La Malfa, 1988).

Inoltre, a rendere poco definito il quadro di riferimento contribuiscono, per molti attributi di qualità, la mancata disponibilità di parametri di valutazione semplici ed affidabili e di effettiva correlazione degli stessi con la qualità reale e la accettabilità dei prodotti (Peri, 1990; La Malfa, 1992).

3. Qualità degli ortaggi di serra

L'influenza della serra sulla qualità degli ortaggi si esercita attraverso una pluralità di fattori che agiscono spesso congiuntamente e dei quali è pertanto difficile isolare i relativi meccanismi di azione, come ben evidenziato nella rassegna di La Malfa (1992).

Alcune condizioni e fattori, specifici dell'ambiente protetto, hanno una rilevante influenza sulle caratteristiche qualitative dei prodotti.

I parametri ambientali più specifici che possono influenzare in serra la qualità dei prodotti sono rappresentati dalla ridotta intensità luminosa, dai livelli termici subottimali per difetto o per eccesso, dalla elevata umidità relativa (La Malfa, 1992).

La più o meno accentuata extrastagionalità degli ortaggi di serra è una caratteristica che assume precipuo significato ai fini mercantili motivando spesso le scelte dei consumatori e che consente in parte di superare i problemi di accettabilità di questi prodotti legati ad alcuni subottimali aspetti della loro qualità. Negli ultimi anni si è assistito ad una evoluzione del mercato dei prodotti orticoli fuori stagione determinata dalla combinazione tra variazione positiva dei redditi e andamento dei prezzi decrescente, tale da segnare una riduzione, entro certi limiti, del divario fra i prodotti in pieno campo e quelli fuori stagione. Essi pertanto tendono a perdere la caratteristica di beni di lusso, richiesti da pochi, mentre sempre più acquisiscono quella di generi di largo consumo, cui possono accedere larghe fasce di consumatori (Carrà, 1999).

L'elevato standard qualitativo riconosciuto a tali produzioni è sostenuto in primo luogo dalle caratteristiche esteriori esaltate in positivo dalle più favorevoli condizioni ambientali della serra e dai più generosi ed accurati interventi di tecnica colturale.

In serra le piante si accrescono e si sviluppano meglio rispetto alla pien'aria, perché sono meno sottoposte a stress termici (mediante sistemi di condizionamento), idrici, nutrizionali, chimici (si evitano problemi di deriva di erbicidi o di altri inquinanti), a danni da meteore (grandine, vento forte e pioggia) e da parassiti (migliore controllo con reti antiafidi, tappeti disinfettanti, ecc.). A conferma di tutto questo c'è il miglior aspetto che presentano le piante in serra per integrità e sanità dei diversi organi, espansione del lembo fogliare, turgore dei tessuti, e di conseguenza migliore e maggiore produzione di frutti.

Le colture senza suolo trovano possibilità di attuazione essenzialmente in serra, anche se non mancano esempi di applicazione in pien'aria (Mairapetyan, 1985, Rumpel e Kaniszewski, 1998). Il problema del rapporto tra sistema di coltivazione senza suolo e qualità degli ortaggi andrebbe pertanto studiato nell'ambito di quello più ampio riguardante gli effetti della coltivazione in ambiente protetto.

4. Qualità degli ortaggi allevati senza suolo

Il diffondersi delle colture senza suolo, in Italia e all'estero, ha sollevato crescenti interrogativi in campo scientifico, e dubbi e perplessità nell'opinione pubblica in relazione alle modificazioni del profilo di qualità dei prodotti che presumibilmente conseguono alle specifiche proprietà dei mezzi di produzione impiegati. Le risposte a tali problemi sono spesso ancorate, più che a certezze, ad ipotesi, a causa delle poco numerose evidenze sperimentali relative all'influenza che il sistema di coltivazione senza suolo potrebbe esercitare sulla qualità dei diversi ortaggi.

Come osservato da La Malfa (1996) in una precedente rassegna, i sistemi senza suolo presentano "un aspetto in comune, assai importante ai fini dei riflessi sulla qualità del prodotto. Esso riguarda l'impiego di soluzioni a concentrazione e composizione note e quindi, in misura più o meno puntuale in rapporto al substrato, la possibilità di controllo quantitativo e qualitativo del processo di alimentazione idrica e minerale della pianta".

Il sistema senza suolo è l'ideale per l'ottimizzazione dell'assorbimento radicale, mediante regolazione della temperatura, aerazione e salinità della soluzione nutritiva (SN), e mediante aggiustamento del volume e della composizione della stessa, per una efficiente crescita e produzione della pianta (Adams, 1992, 1993; Mairapetyan, 1985; Osvald e Petrovic, 1997).

Grazie all'intenso assorbimento e all'attività metabolica delle radici, le foglie delle piante allevate senza suolo sembrano essere fisiologicamente più attive. Questo è dimostrato dalla più intensa sintesi clorofilliana e dall'incremento della fotosintesi netta (Mairapetyan, 1985).

Nel senza suolo, accanto a quelle determinate dai costituenti chimici dell'ortaggio, molte altre caratteristiche del prodotto, soprattutto esteriori, possono restare modificate, spesso in senso favorevole, a motivo del migliore controllo dei fattori ambientali e tecnici rispetto alla tradizionale coltivazione su terreno.

Purtroppo le relazioni di causa ed effetto tra qualità e sistema di coltivazione non sempre sono univoche e chiare.

Gli autori che hanno affrontato l'argomento, confrontando i due sistemi di coltivazione (tradizionale su terreno e senza suolo), hanno spesso ottenuto risultati privi di differenze statisticamente significative o contrastanti. Questo è chiaramente riassunto, per il pomodoro, in tabella 1.

Paraskevopoulou-Paraussi *et al.* (1995) non hanno riscontrato differenze sulla qualità dei frutti di fragola allevata con i due sistemi di coltivazione. Le stesse conclusioni sono state tratte da Lăcătus *et al.* (1995) per il peperone. Guler *et al.* (1995), in una prova condotta su melone al fine di confrontare diversi substrati con il terreno, hanno ottenuto produzione, acidità totale, pezzatura e consistenza dei frutti provenienti da piante allevate senza suolo maggiori rispetto al terreno; mentre su quest'ultimo i frutti hanno presentato la percentuale di sostanza secca più alta. Nella stessa prova i solidi solubili totali, il pH e il test di assaggiatori non hanno messo in luce differenze significative.

In un confronto tra diversi sistemi di allevamento senza suolo a ciclo chiuso e quello tradizionale su terreno, Osvald e Petrovic (1996), in Slovenia, hanno ottenuto una produzione più alta e migliore da un punto di vista organolettico per pomodoro, peperone e melanzana allevati senza suolo, mentre gli stessi risultati non sono stati rilevati per cetriolo e fagiolo.

In numerosi esperimenti condotti su carota, pomodoro, peperone, sedano, prezzemolo, aneto, basilico, ravanello e fagiolo, tra il 1956 e il 1965 in Armenia, Mairapetyan (1985) ha ottenuto una produzione da 2 a 8 volte maggiore per le colture allevate senza suolo rispetto al terreno, oltre ad una precocità di maturazione fino a 30-40 giorni.

Un aspetto indagato sulla lattuga e su altre specie da foglia è quello relativo alla possibilità di ottenere col senza suolo l'abbattimento del contenuto in N-NO₃ nel prodotto commerciale facendo ricorso a mezzi di difficile applicazione su terreno dove sono più numerosi e non governabili i fattori che incidono sull'assorbimento e sulla assimilazione dell'N (vedi oltre).

Per la lattuga coltivata in idroponica, Massantini *et al.* (1988), hanno rilevato un contenuto di NO₃ del 60 % circa in meno rispetto a quello riscontrato su terreno. Stesso risultato su sedano hanno ottenuto Martignon *et al.* (1991) nel confronto lana di roccia e terreno.

Il sistema di coltivazione senza suolo può determinare l'accumulo nei prodotti di metalli pesanti in dosi elevate determinato dall'uso di alcuni substrati e di concimi più o meno ricchi di questi elementi (La Malfa, 1996; Pinamonti *et al.*, 1997). Inoltre esso consente, mediante accurati controlli di processo, ai fini della produzione di ortaggi, soprattutto da foglia, di ottenere prodotti a contenuto ridotto o nullo di metalli pesanti e quindi di particolare interesse per specifiche destinazioni alimentari (Massantini *et al.*, 1988).

Il tema degli effetti della coltivazione senza suolo sulla qualità dei prodotti andrebbe attentamente esplorato in funzione della possibilità, non troppo avveniristica, di produrre ortaggi rispondenti a precise specifiche per composizione chimica e per caratteristiche nutrizionali. Tale possibilità appare importante per l'interesse che in prospettiva potrebbe assumere la domanda di prodotti a composizione e valore nutritivo ben definiti da destinare a categorie di consumatori che esprimono particolari esigenze dietetiche. Il richiamo più immediato, già indicato da La Malfa (1996), è agli alimenti per l'infanzia, per i quali si richiedono ingredienti a bassissimo contenuto di nitrati e/o ad elevato contenuto vitaminico e minerale ed a quelli destinati a soggetti affetti da particolari dismetabolie. Questi ortaggi potrebbero, pertanto, essere annoverati tra i cosiddetti "alimenti funzionali" (Strata, 2001).

Il perseguimento di siffatti obiettivi sembra ancorato soprattutto al controllo dei parametri della SN.

A questo riguardo altri esempi, oltre quelli già citati, possono essere riportati.

4.1. Ortaggi arricchiti

Il contenuto di acido α -linolenico, già particolarmente elevato nelle foglie di portulaca, può essere anche raddoppiato in questa specie utilizzando nella SN il rapporto molare NH₄:NO₃ 0,5:0,5 piuttosto che 1:0, 0,75:0,25 o 0,25:0,75 (Palaniswamy *et al.*, 2000).

Nonostante gli ortaggi siano una fonte importante di elementi minerali (Panatta, 1993), anche quelli più ricchi di Fe non contengono concentrazioni dietetiche adeguate per fornire la razione giornaliera raccomandata per l'uomo (quando vengono consumati in porzioni di dimensione normale). Inoltre, a causa della sua rapida ossidazione nel terreno e bassa mobilità nel floema, i fertilizzanti a base di ferro solubile sono inefficienti nell'aumentare la concentrazione di Fe nelle piante, lo stesso vale per l'efficacia delle applicazioni fogliari (Graham *et al.*, 2000). Da questo punto di vista sembrano particolarmente interessanti i risultati conseguiti da Inoue *et al.* (2000): il contenuto di Fe nelle foglie di lattuga, spinacio e cipolla, allevati in NFT per circa un mese, aumenta in modo lineare nel tempo utilizzando citrato ferrico di ammonio (AFC, 100 mg/L) o EDTA-Fe (50 mg/L) nelle ultime 3-15 ore del ciclo. Utilizzando AFC, il contenuto di Fe (mg/100 g di prodotto fresco) ha raggiunto nelle lamine di spinacio 6,00 \pm 0,92 (rispetto al valore iniziale di 0,82 \pm 0,06) dopo 9 ore, in lattuga e cipolla, rispettivamente, 3,05 \pm 0,40 e 2,00 \pm 0,32 (valore iniziale 0,82 \pm 0,05 e 0,58 \pm 0,04) dopo 6 ore.

Aumentare la quantità di micronutrienti biodisponibili in alimenti vegetali per il consumo umano è una sfida particolarmente importante per i paesi in via di sviluppo (Welch e Graham, 1999), ma potrebbe rappresentare anche un valore aggiunto per gli stessi ortaggi nelle società economicamente più evolute.

Interventi simili potrebbero essere utilizzati anche per altri elementi minerali (P, Mg, Zn, I) al fine di ottenere prodotti arricchiti da presentare sul mercato con "un'informazione nutrizionale, una descrizione e un messaggio pubblicitario che affermi, suggerisca o richiami particolari caratteristiche nutrizionali dell'alimento". Tra l'altro, la legge italiana, in attuazione della Direttiva 90/496/CEE del Consiglio del 24/9/1990, consente di utilizzare l'etichettatura nutrizionale, cioè una dichiarazione riportata sull'etichetta e relativa, ad esempio, al contenuto di sali minerali, sempre che questi siano presenti in quantità "significativa".

5. Obiettivo qualità

I principali elementi attraverso i quali è possibile influenzare maggiormente il profilo di qualità degli ortaggi coltivati senza suolo sono: la composizione, la CE, il pH, la temperatura e la gestione della SN.

5.1. Composizione della SN

In molti casi, soprattutto in ricerche condotte in NFT, le risposte della crescita, della produzione e della qualità del pomodoro alla concentrazione dei nutrienti sono risultate minori di quelle attese. Ad esempio

Massey e Winsor (1980a) non hanno osservato alcun effetto sulla produzione del pomodoro quando N-NO_3 è stato distribuito in concentrazione variabili tra 10 e 320 mg/L. Risultati simili sono stati ottenuti variando il P da 5 a 200 mg/L (Massey e Winsor, 1980b). Al di là della concentrazione, è importante che l'elemento sia sempre disponibile. Questo dovrebbe indurre a ridurre le concentrazioni dei macroelementi (Gunes *et al.*, 1998; Siddiqi *et al.*, 1998), soprattutto di N, in modo particolare in prossimità della conclusione dei cicli colturali, per aumentare l'efficienza d'uso delle risorse e ridurre l'impatto ambientale delle colture senza suolo (Le Bot *et al.*, 2001).

A questo proposito, sempre per il pomodoro, il K rappresenta l'eccezione: con l'aumentare della concentrazione di K nella SN da 10 a 800 mg/L, Adams (1992) ha osservato che la produzione aumenta fino a raggiungere il massimo in corrispondenza di 150 mg/L e poi diminuisce, ma si riducono i disordini della maturazione e aumentano le asportazioni e i contenuti di K nelle foglie e nelle bacche (tab. 2).

Una delle fisiopatie più importanti del pomodoro è il marciume apicale. Willumsen *et al.* (1996) ritengono che l'incidenza del marciume apicale dipende dai rapporti dell'attività ionica tra K e $\text{Ca} + \text{Mg}$ ($a_K/(a_{Ca}+a_{Mg})^{1/2}$) e tra Mg e Ca (a_{Mg}/a_{Ca}) nella zona radicale. Più alti sono questi rapporti maggiore è il rischio di marciume apicale a causa di una minore asportazione di Ca e una disponibilità ridotta di Ca nei frutti. Per ridurre il marciume apicale occorre mantenere i rapporti di attività ionica a livelli ottimali (circa 0,1 per il primo e 0,2-0,4 per il secondo rapporto), soprattutto quando si aumenta la CE della SN per aumentare il sapore dei frutti.

Altre strategie per evitare il marciume apicale sono indicate in tabella 3.

L'esclusiva o prevalente disponibilità di N in forma nitrica, piuttosto che in forma ammoniacale, favorisce l'accumulo di NO_3 negli ortaggi da foglia (su questo si veda la rassegna di Santamaria *et al.*, 1997). La risposta all'ammonio dipende soprattutto dalla specie considerata (Moritsugu e Kawasaki, 1983; Santamaria *et al.*, 2000).

Kowalska (1997), che ha studiato l'effetto della forma chimica dell'azoto sul contenuto di nitrati nelle foglie di lattuga allevata in serra su terreno o torba, ha rilevato un'interazione significativa tra i due fattori sperimentali: il contenuto di nitrati è risultato sempre più basso nella lattuga allevata su torba, ma con differenze rispetto al terreno man mano crescenti passando dalla forma azotata più ossidata a quella più ridotta (tab. 4).

Nel cetriolo, come in altre cucurbitacee, l'aggiunta di silicio nella SN migliora la struttura delle pareti cellulari soprattutto quando si parte da acque naturalmente povere dell'elemento in questione. Questo rende i tessuti della pianta più resistenti agli attacchi fungini (come ad esempio l'oidio). Di conseguenza si possono fare meno trattamenti con anticrittogamici e si possono ottenere prodotti con meno residui degli stessi nelle parti eduli.

5.2. Conducibilità elettrica (CE) della SN

Ciò che condiziona di più la qualità dei frutti di pomodoro è certamente la CE della soluzione che circonda le radici. Più in particolare, all'aumentare della CE aumenta la sostanza secca, i solidi solubili, gli zuccheri riduttori, l'acidità titolabile, i composti volatili, i minerali, i caroteni e la vitamina C (su questo e sulla qualità del pomodoro di serra si veda l'ampia rassegna di Dorais e Papadopoulus (2001)); in una parola, aumenta la sapidità del pomodoro (ma anche la consistenza), mentre diminuisce la produzione. Tuttavia, le bacche presenterebbero una minore conservabilità attribuibile alla più elevata attività poligalatturonasica e alla maggiore incidenza del marciume apicale (Cuartero e Fernández-Muñoz, 1999).

Un lavoro di autori danesi ha dimostrato che le caratteristiche organolettiche del pomodoro influenzate positivamente dalla CE e responsabili della sapidità del prodotto sono accentuate dalla presenza nell'acqua di NaCl o di macronutrienti (per quanto riguarda la determinazione analitica degli attributi di qualità), anche se NaCl consegue il giudizio di qualità più alto dagli assaggiatori (Petersen *et al.*, 1998), i quali non sono in grado solitamente di apprezzare le differenze di acidità come invece avviene per la dolcezza. È noto che NaCl aumenta il gusto del cibo aumentando la percezione della dolcezza e migliorando il bilancio e l'intensità complessiva dell'aroma (Gillette, 1985).

Adams (1991) ha trovato che l'aggiunta di NaCl aumenta la concentrazione degli zuccheri riduttori più dell'aggiunta dei macronutrienti, mentre l'acidità titolabile aumenta più con i macronutrienti che con NaCl. Secondo Petersen *et al.* (1998), l'effetto della fonte della salinità sul contenuto di acidità titolabile ottenuto da Adams (1991) può essere spiegato con un più alto rapporto di attività ionica tra K e $\text{Ca} + \text{Mg}$ nella zona radicale quando, per aumentare la salinità, vengono applicati i macronutrienti (Willumsen *et al.*, 1996). Il rapporto più alto dell'attività ionica favorirebbe l'asportazione di K e conseguentemente un più alto contenuto di K nei frutti, che è legato all'aumento dell'acidità titolabile (Adams e Ho, 1993).

Adams (1991) e Sirigu *et al.* (1999) con l'idroponica hanno dimostrato che la salinità di per sé non sembra causare il marciume apicale del pomodoro nell'intervallo 3-15 dS/m quando si usa NaCl, mentre è la prima causa del marciume apicale se si combina con altri stress quali l'elevata temperatura dell'aria. L'aumento della CE della SN riduce la percentuale di bacche di pomodoro spaccate (Chrétien *et al.*, 2000), probabilmente perché diminuisce l'asportazione di acqua e, di conseguenza, il flusso di acqua e soluti nei frutti, che, soprattutto quando è rapido, in condizioni di ridotta elasticità dell'epicarpo, rappresenta la principale causa della spaccatura dei frutti (Peet, 1992).

5.3. pH della SN

Il pH influenza il comportamento chimico degli elementi essenziali e la loro disponibilità. La maggior parte delle colture preferisce pH compreso tra 5,5 e 6,5 nell'ambiente radicale. Ad esempio, la lattuga produce i risultati migliori a pH 6, mentre a pH maggiori o minori riduce sia il contenuto di nitrati che il peso fresco delle foglie (Lee *et al.*, 1998).

Nelle colture senza suolo a ciclo chiuso la correzione del pH avviene solitamente utilizzando HNO₃ o H₃PO₄, acidi piuttosto costosi che contengono elementi coinvolti nell'eutrofizzazione delle acque. Papadopoulos e Pararajasingham (1998) hanno dimostrato che è possibile utilizzare anche HCl per il controllo del pH senza ripercussioni sulla produzione e sulla qualità dei frutti, anzi con l'aumentare della Cl aumenterebbe la percentuale di frutti commerciabili. Nukaya *et al.* (1991) ritengono che il pomodoro può tollerare concentrazioni di Cl nell'ambiente radicale fino a 750 mg/L e beneficiarne positivamente in termini di produzione e qualità dei frutti commerciabili.

Anche H₂SO₄ può essere utilizzato per la correzione del pH senza modificare la produzione e la qualità del pomodoro allevato su lana di roccia fino a concentrazioni di 666 mg/L (Lopez *et al.*, 1996).

5.4. Temperatura della SN

Con l'aumentare della temperatura della SN aumenta l'asportazione di acqua e di tutti i maggiori nutrienti. Temperature maggiori di 20 °C possono aumentare la crescita del pomodoro, a discapito della qualità dei frutti, ma sono solitamente positive per le colture a crescita veloce come il cetriolo (Adams, 1999).

Con l'aumentare della temperatura della SN da 15 a 30 °C aumenta il contenuto di nitrati nella lattuga, ma non la produzione (Malorgio *et al.*, 1995), che è massima a 20 °C (Lee *et al.*, 1998).

In ogni caso, l'aumento della temperatura della SN può essere più efficiente e soprattutto economicamente più vantaggiosa dell'aumento della temperatura dell'aria della serra (Hurd e Graves, 1985). Però l'effetto è piuttosto limitato quando la temperatura dell'aria è troppo bassa.

5.5. Gestione della fertirrigazione

E' possibile abbattere il contenuto di NO₃ mediante l'eliminazione di N-NO₃ o la sua sostituzione con Cl, SO₄ o NH₄ nella SN nel periodo immediatamente precedente la raccolta. Alcuni esempi sono riportati da Santamaria *et al.* (1997) e, per la rucola, una delle specie che accumula più nitrati, da Santamaria *et al.* (2001).

Il trasferimento dello spinacio in una SN priva di N 2-3 giorni prima della raccolta riduce il contenuto di nitrati e aumenta quello della vitamina C nelle foglie (Mozafar, 1996).

La programmazione della frequenza e dei volumi della fertirrigazione rappresenta uno degli aspetti di maggiore interesse ai fini del risultato quanti-qualitativo delle produzioni orticole. Poiché l'irrigazione nelle colture senza suolo è controllata dal computer, lo stress idrico è solo raramente un problema. In ogni caso, la qualità del prodotto può essere migliorata riducendo il regime idrico all'80 % dell'evapotraspirazione giornaliera, ma questo può avere conseguenze negative sulla produzione (Adams, 1990; Malorgio *et al.*, 1991; Shinohara *et al.*, 1995).

6. Conclusioni

Il profilo qualitativo degli ortaggi ottenuti con i metodi di coltivazione senza suolo appare sostanzialmente sovrapponibile a quello dei corrispondenti prodotti provenienti da coltivazioni con metodi tradizionali su terreno. Le differenze, ove accertate, sembrano a favore dei metodi senza suolo soprattutto per i parametri inerenti alle caratteristiche nutrizionali, organolettiche e igienico-sanitarie.

La coltivazione senza suolo dà anche la possibilità di produrre ortaggi con alcuni aspetti della qualità sicuramente migliorati e dotati a volte di particolari requisiti dietetici.

E' pur vero che, nella realtà italiana, la professionalità acquisita sinora dagli operatori del settore non sempre è sufficiente a sfruttare alcune potenzialità del sistema di coltivazione senza suolo di migliorare alcuni aspetti del profilo di qualità dei prodotti, l'impatto ambientale e la qualità del lavoro.

Bibliografia

- ADAMS P., 1990. *Effects of watering on the yield, quality and composition of tomatoes grown in bags of peat*. J. Hort. Sci. 65: 667-674.
- ADAMS P., 1991. *Effects of increasing the salinity of the nutrient solution with major nutrients or sodium chloride on the yield, quality and composition of tomatoes grown in rockwool*. J. Hort. Sci. 66: 201-207.
- ADAMS P., 1992. *Crop nutrition in hydroponics*. Acta Hort. 323: 289-305.
- ADAMS P., 1999. *Plant nutrition demystified*. Acta Hort. 481: 341-344.
- ADAMS P., HO L.C., 1993. *Effects of environment on the uptake and distribution of calcium in tomato and on the incidence of blossom-end rot*. Plant Soil 154: 127-132.
- ALAN R., ZÜLKADIR A., PADEM H., 1994. *The influence of growing media on growth, yield and quality of tomato grown under greenhouse conditions*. Acta Hort. 366: 429-436.
- BÆVRE O.A., 1985. *A comparison of the fruit quality of tomatoes grown in soil and in a nutrient solution (NFT)*. Scientific Reports of the Agricultural University of Norway 64 (12): 1-10.
- BENOIT F., CEUSTERMANS N., 1987. *Some qualitative aspects of tomatoes grown on NFT*. Soilless Culture 3 (2): 3-7.
- BIANCO V.V., 1990. *Ambiente, mezzi agronomici e qualità dei prodotti orticoli*. Riv. Agron. 24: 81-131.
- BURET M., DUPRAT F., 1985. *Etude de la qualité de la tomate. Approche méthodologique et influence des systèmes de culture*. In: BLANC D., (ed.) Les cultures hors sol, INRA, Paris, 361-387.
- CARRA' G., 1999. *Affluenze dei prodotti ortivi fuori stagione nei mercati all'ingrosso in Italia*. Da Bianco V.V., La Malfa G., Tudisca S., *Fisionomia e profili di qualità dell'orticoltura meridionale*: 114-117. CNR, P.O. Ricerca, Sviluppo Tecnologico ed Alta Formazione 94/99.
- CHRÉTIEN S., GOSSELIN A., 2000. *High electrical conductivity and radiation-based water management improve fruit quality of greenhouse tomatoes grown in rockwool*. HortScience 35: 627-631.
- CUARTERO, J., FERNANDEZ-MUNOZ, R., 1999. *Tomato and salinity*. Scientia Hort. 78: 83-125.
- DORAIS M., PAPADOPOULOS A.P., 2001. *Greenhouse tomato fruit quality*. Hort. Reviews 26: 239-319.
- ECCHER ZERBINI P., 1989. *I vari aspetti della qualità dei prodotti agricoli*. L'Italia agricola 4: 31-44.
- ELLESS M.P., BLAYLOCK M.J., HUANG J.W., GUSSMAN C.D., 2000. *Plants as a natural source of concentrated mineral nutritional supplements*. Food Chem. 71: 181-188.
- GARAN'KO I.B., 1968. *Variability in the chemical composition of tomatoes under winter glasshouse condition*. Trudy prikl. Bot. Genet. Selek., 40 (1): 264-270.
- GILINGER PANKOTAI M., SZLÁVIK S., FELFÖLDI J., 1998. *Change in quality parameters of the tomato fruit from glasshouse production*. Acta Hort. 456: 207-213.
- GILLETTE M., 1985. *Flavour effects of sodium chloride*. Food Techn. 39: 47-52, 56.
- GRAHAM R.D., WELCH R.M., BOUIS H.E., 2000. *Addressing micronutrient malnutrition through enhancing the nutritional quality of staple foods: principles, perspectives and knowledge gaps*. Adv. Agron. 70: 77-142.
- GRANGES A., 1980. *Tomates en culture hydroponique sur film nutritif (NFT). Influence du mode de culture sur la composition chimique des fruits*. Revue Suisse Vitic. Arboric. Hortic. 12 (2): 59-63.
- GRANGES A., AZODANLOU R., CUOVIREUR F., REUTER E., 2000. *Méthode de culture et qualité organoleptique de tomates cultivées en serre et en plein champ*. Revue Suisse Vitic. Arboric. Hortic. 32 (3): 175-180.
- GÜL A., SEVGICAN A., 1992. *Effect of growing media on glasshouse tomato yield and quality*. Acta Hort. 303: 145-150.
- GÜL A., SEVGICAN A., 1994. *Suitability of various soilless media for long-term greenhouse tomato growing*. Acta Hort. 366: 437-444.
- GULER H.G., OLYMPIOS C., GERASOPOULOS D., 1995. *The effect of the substrate on the fruit quality of hydroponically grown melons (Cucumis melo, L.)*. Acta Hort. 379: 261-265.
- GUNES A., ALPASLAN M., INAL A., 1998. *Critical nutrient concentrations and antagonistic and synergistic relationships among the nutrients of NFT-grown young tomato plants*. J. Plant Nutr., 21: 2035-2047.
- HURD R.G., GRAVES C.J., 1985. *Some effects of air and root temperatures on the yield and quality of glasshouse tomatoes*. J. Hort. Sci. 60: 359-371.
- INOUE K., KONDO S., ADACHI A., YOKOTA H., 2000. *Production of iron enriched vegetables: effect of feeding time on the rate of increase in foliar iron content and foliar injury*. J. Hort. Sci. Biotechn. 75: 209-213.
- KOWALSKA I., 1997. *Effects of urea, ammonium, and nitrate nitrogen on the yield and quality of*

- greenhouse lettuce grown on different media*. Folia Hort. 9(2): 31-40.
- KÜNSCH U., SCHÄRER H., HURTER J., 1994. *Do differences exist in the quality between soilless and conventionally produced tomatoes and head lettuce*. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. 85: 18-21.
- LA MALFA G., 1988. *La qualità degli ortaggi destinati al consumo allo stato fresco*. Consiglio Nazionale delle Ricerche. "Progetto strategico: Nuovi orientamenti dei consumi e delle produzioni alimentari". Grafiche Baudone s.n.c., Venaria (TO).
- LA MALFA G., 1992. *La qualità degli ortaggi di serra*. Colture Protette 20 (10): 43-49.
- LA MALFA G., 1996. *La qualità degli ortaggi nella coltivazione fuori suolo*. Tecnica Agricola 48 (4): 35-46.
- LĂCĂTUS V., BOTEZ C., POPESCU N., VOICAN V., 1995. *Chemical composition of tomato and sweet pepper fruits cultivated on active substrates*. Acta Hort. 412: 168-175.
- LE BOT J., JEANNEQUIN B., FABRE R., 2001. *Growth and nitrogen status of soilless tomato plants following nitrate withdrawal from the nutrient solution*. Annals Bot. 88: 361-370.
- LEE E.H., LEE B.Y., KIM K.D., LEE J.W., KWON Y.S., 1998. *Nitrate content and activities of nitrate reductase and glutamine synthetase as affected by temperature and pH of nutrient solution in leaf lettuce and water dropwort*. J. Korean Soc. Hort. Sci 39: 157-160.
- LOPEZ J., TREMBLAY N., VOOGT W., DUBE S., GOSSELIN A., 1996. *Effects of varying sulphate concentrations on growth, physiology and yield of greenhouse tomato*. Scientia Hort. 67: 207-217
- LUNATI F., ZAGNOLI G., 2001. *Il sistema agroalimentare, le richieste del mercato e i nuovi modelli agroindustriali*. Infotere agrario 57 (34 suppl.): 20-21.
- MAIRAPETYAN S.K., 1985. *Soilless culture in Armenia*. Soilless Culture 1 (1): 73-83.
- MALORGIO F., PARDOSSI A., CASAROTTI D., TOGNONI F., 1995. *Contenuto di nitrati nella lattuga coltivata in Nft*. Colture Protette 24 (7/8): 67-70.
- MALORGIO F., PARDOSSI A., TOGNONI F., BERTOLACCI M., CASAROTTI D., MARTIGNON G., SCHIAVI M., 1991. *Controllo del consumo idrico nella coltivazione senza suolo del pomodoro*. Colture protette 20(8/9): 123-127
- MARS S., OTTO C., BLANC D., 1985. *La qualité de la tomate. Influence de la nature du substrat et de la nutrition*. In: BLANC D., (ed.) Les cultures hors sol, INRA, Paris, 347-359.
- MARTIGNON G., CASAROTTI D., SCHIAVI M., 1991. *Coltivazione di sedano su substrato inerte. Relazione di attività svolte nel settore delle coltivazioni idroponiche nel 1990*. Enel, CRTN, Milano.
- MASSANTINI F., 1962. *Rilievi sulle caratteristiche qualitative di frutti di pomodoro provenienti da coltivazioni normali e da coltivazioni di serra ordinaria e idroponica*. Riv. Ortoflorofruttic. Ital. 6: 410-421.
- MASSANTINI F., FAVILLI R., MAGNANI G., OGGIANO N., 1988. *Soilless culture, biotechnology for high quality vegetables*. Soilless Culture 4 (2): 27-40.
- MASSEY D.M., WINSOR G.W., 1980a. *Some responses of tomato to nitrogen in recirculating solutions*. Acta Hort. 98: 127-137.
- MASSEY D.M., WINSOR G.W., 1980b. *Some responses of tomato to phosphorus concentration in nutrient film culture*. Proc. 5th Int. Congr. Soilless Culture, Wageningen, The Netherlands: 205-214.
- MAUROMICALE G., SORTINO O., DONZELLA G., ASSENZA M., 1996. *Comportamento agronomico e qualità del pomodoro su substrato inerte*. Colture Protette 25 (7-8): 69-73.
- MENESATTI P., 2000. *Misura strumentale della qualità in ortofrutticoltura*. Italus Hortus 7 (2): 12-19.
- MORITSUGU, M., KAWASAKI, T., 1983. *Effect of nitrogen source on growth and mineral uptake in plants under nitrogen-restricted culture condition*. Ber. Ohara Inst. Landw. Biol., Okayama Univ. 18: 145-158.
- MOZAFAR, A., 1996. *Decreasing the NO₃ and increasing the vitamin C contents in spinach by a nitrogen deprivation method*. Plant Food Human Nutr. 49: 155-162.
- NOGUERA V., ABAD M., PASTOR J.J., GARCÍA-CODOÑER A.C., MORA J., ARMENGOL F., SERRANO A., 1998. *Growth and development, water absorption and mineral composition of tomato plants grown with the nutrient film technique in the east mediterranean coast region of Spain*. Acta Hort. 221: 203-211.
- NUKAYA A., VOOGT W., SONNEVELD C., 1991. *Effects of NO₃, SO₄ and Cl ratios on tomatoes grown in recirculating system*. Acta Hort. 294: 297-304.
- OSVALD J., PETROVIC N., 1997. *Comparison of hydroponic and soil cultivation of chosen solanaceae varieties in protected, non-heated areas*. ISOSC Proceedings 1996: 329-340.
- ÖZÇELİK N., AKILLI M., 1999. *Effects of CO₂ enrichment on vegetative growth, yield and quality of greenhouse-grown tomatoes in soil and soilless cultures*. Acta Hort. 486: 155-160.

- PALANISWAMY U.R., MCAVOY R.J., BIBLE B.B., 2000. *Omega-3-fatty acid concentration in Portulaca oleracea is altered by nitrogen source in hydroponic solution*. J. Amer. Sci. Hort. Sci. 125: 190-194.
- PANATTA G., 1993. *Valore biologico-nutrizionale degli ortaggi*. Inftore agrario 49 (6): 23-29.
- PAPADOPOULOS A.P., PARARAJASINGHAM S., 1998. *Effects of controlling pH with hydrochloric acid on the growth, yield, and fruit quality of greenhouse tomato grown by nutrient film technique*. HortTechn. 8: 193-198.
- PARASKEVOPOULOU-PAROISSI G., GRAFIADELLIS M., PAROISSIS E., 1995. *Precocity, plant productivity and fruit quality of strawberry plants grown in soil and soilless culture*. Acta Hort. 408: 109-117.
- PEET M.M., 1992. *Fruit cracking in tomato*. HortTechn. 2: 216-223.
- PERI C., 1990. *La qualità dei prodotti ortofrutticoli destinati alla trasformazione industriale*. Riv. Agron. 24: 146-153.
- PERI C., 2001. *Alimentare, un codice "etico"*. Agrisole 6 (9 suppl.): 9.
- PERI C., LAVELLI V., PAGLIARINI A., ZANONI B., 1997. *Elogio del pomodoro*. Tecnologie Alimentari 4: 56-65.
- PETERSEN K.K., WILLUMSEN J., KAACK K., 1998. *Composition and taste of tomatoes as affected by increased salinity and different salinity sources*. J. Hort. Sci. Biotechn. 73: 205-215.
- PINAMONTI F., STRINGARI G., ZORZI G., 1997. *Use of compost in soilless cultivation*. Compost Sci. Utilization 5 (2): 38-46.
- RUMPEL J., KANISZEWSKI S., 1998. *Outdoor soilless culture of vegetables: status and prospects*. J. Veg. Crop Prod. 4 (1): 3-10.
- SAMPIETRO G., 2001. *Consumi alimentari in Italia ed evoluzione degli stili di vita*. Inftore agrario 57 (34 suppl.): 22-23.
- SANTAMARIA P., ELIA A., GONNELLA M., PARENTE A., SERIO F., 2001. *Ways of reducing rocket salad nitrate content*. Acta Hort. 548: 529-537.
- SANTAMARIA P., ELIA A., GONNELLA M., SERIO F., TODARO E., 1997. *I fattori che influenzano l'accumulo dei nitrati negli ortaggi*. Inftore agrario 53 (40): 117-121.
- SANTAMARIA P., ELIA A., SERIO F., 2000. *Nutrizione nitrica e ammoniacale di otto ortaggi*. Workshop "Risultati del primo anno di attività del Piano Nazionale di ricerca per l'Orticoltura". V Giornate Scientifiche SOI 2000 Sirmione: 62-63.
- SHEWFELT R.L., 1998. *What is quality?* Postharvest Biol. Techn. 15: 197-200.
- SHINOHARA Y., AKUBA T., MARUO T., ITO T., 1995. *Effect of water stress on the fruit yield, quality and physiological condition of tomato plants using the gravel culture*. Acta Hort. 396: 211-218.
- SIDDIQI M.Y., KRONZUCKER H.J., BRITTO D.T., GLASS A.D.M., 1998. *Growth of a tomato crop at reduced nutrient concentrations as a strategy to limit eutrophication*. J. Plant Nutr., 21: 1879-1895.
- SIMITCHIEV H., KANAZIRSKA V., POPOV I., ATANASOV N., 1983. *Biological effect of greenhouse tomatoes grown on rockwool*. Acta Hort. 133: 59-65.
- SIRIGU A., LEONI S., PISANU A.B., GRUDINA R., 1999. *Concentrazione salina e caratteristiche qualitative del pomodoro Camone*. Inftore agrario 55 (6): 55-57.
- STRATA A., 2001. *Rapporto tra alimentazione e salute e attese del consumatore*. Inftore agrario 57 (34 suppl.): 7-10.
- VINSON J.A., PROCH J., BOSE P., 2001. *Determination of quantity and quality of polyphenol antioxidants in foods and beverages*. Flavonoids and Other Polyphenols 335: 103-114.
- WELCH R.M., GRAHAM R.D., 1999. *A new paradigm for world agriculture: meeting human needs: Productive, sustainable, nutritious*. Field Crops Res. 60: 1-10.
- WESTON L.A., BARTH M.M., 1997. *Preharvest factors affecting postharvest quality of vegetables*. HortScience 32: 812-816.
- WILLUMSEN J., PETERSEN K.K., KAACK K., 1996. *Yield and blossom-end rot of tomato as affected by salinity and calcium activity ratios in the root zone*. J. Hort. Sci. 71: 81-98.
- YUXIAN X., XIUFENG W., PAPADOPOULOS A.P., 1997. *A Multiplayer Soilless System for Greenhouse Tomato Production Pioneered in Shandong Province, People's Republic of China*. HortTechn. 7: 169-176.

Lavoro eseguito nell'ambito del Progetto di ricerca "Tecnologie innovative ecocompatibili per produzioni orticole extrastagionali di qualità", Programma Operativo Multiregionale "Attività di sostegno ai servizi di sviluppo per l'agricoltura" – Misura 2 "Innovazioni tecnologiche e trasferimento dei risultati della ricerca" (Coordinatore: prof. Vito V. Bianco). Pubblicazione n. 16.

Tab. 1 – Confronto tra i risultati ottenuti sulla qualità del pomodoro allevato senza suolo e su terreno (le colonne 2, 3 e 4 riportano i riferimenti bibliografici - indicati in calce - secondo i quali il carattere considerato è risultato migliore, rispettivamente, con il senza suolo, su terreno o senza differenze statisticamente significative tra i due sistemi di produzione).

Tab. 1 – Quality results of papers on tomato grown on soil or soilless (column 2, 3, and 4 report the references for which are better the results obtained with soilless or soil, or if they are equal, respectively).

Carattere	Senza suolo	Terreno	Non differente
Uniformità pezzatura	20, 14		
Dimensione	1, 20, 14, 9	10	1
Consistenza	6, 17, 14, 3		9, 10
Sostanza secca	15, 18, 20, 14, 5, 2	8, 16	6, 19, 8, 2
Zuccheri	15, 14, 5, 8, 2, 12		6, 13, 4, 19, 2
Fibra		14	
Solidi solubili	15, 1, 18, 20, 3		10, 1, 13, 4, 9
Vitamina C	15, 18, 12, 3		10, 1, 6, 19, 8
Carotenoidi	12	8	
Acidità	1, 18, 3	8	10, 1, 6, 13, 4, 19, 9
Elementi minerali			3, 6, 19
Prova sensoriale	17, 20		17, 7, 11

1) Alan *et al.*, (1994); 2) Bævre, (1985); 3) Benoit e Ceustermans, (1987); 4) Buret e Duprat, (1987); 5) Garan' Ko, (1968); 6) Gilinger Pankotai *et al.*, (1998); 7) Granges *et al.*, (2000); 8) Granges, (1980); 9) Gül e Sevgican, (1992); 10) Gül e Sevgican, (1994); 11) Künsch *et al.*, (1994); 12) Lăcătus *et al.*, (1995); 13) Mars *et al.*, (1987); 14) Massantini, (1962); 15) Mauromicale *et al.*, (1996); 16) Noguera *et al.*, (1988); 17) Osvald e Petrovic, (1996); 18) Özçelik e Akilli, (1999); 19) Simitchiev *et al.*, (1983); 20) Yuxian *et al.*, (1997).

Tab. 2 - Effetto della concentrazione di K su produzione, qualità, contenuto di K e ritmo di asportazione giornaliero di piante di pomodoro allevate in NFT e raccolte per 14 settimane (rielaborato da Adams, 1992).

Tab. 2 – Potassium concentration, yield, quality, K content and K uptake rate of tomato grown in NFT and harvested for 14 weeks (from Adams, 1992).

K (mg/L)	Produzione (kg)	Disordini di maturazione (%)	K nelle foglie (%)	K nei frutti (mg)	K asportato per pianta (mg)
10	9,5	30	2,4	108	200
20	9,5	20	3,2	169	250
50	10,2	15	3,6	188	329
150	10,5	14	3,7	187	350
400	10,1	8	4,0	201	379
800	9,2	5	4,4	220	400

Tab. 3 - Come evitare la carenza e l'eccesso di calcio nel pomodoro agendo sulla soluzione nutritiva (rielaborato da Ho et al., 1999).

Tab. 3 – Strategies to avoid Ca deficiency or excess into tomato (from Ho et al., 1999).

Strategia	Parametri
Ottimizzare l'assorbimento di Ca	120 mg/L di Ca Temperatura < 25 °C O ₂ > 3 mg/L
Mantenere l'equilibrio tra i nutrienti	180 mg/L di N (< 15 % N-NH ₄) 300-400 mg/L di K > 5 mg/L di P

Tab. 4 - Effetto della forma chimica dell'azoto sul contenuto di nitrati (NO₃, mg/kg p.f.) nelle foglie di lattuga allevata in serra su terreno o torba (da Kowalska, 1997).

Tab. 4 – Nitrogen chemical form and nitrate content (NO₃, mg/kg f.w.) in lettuce leaves grown in greenhouse on soil or peat (from Kowalska, 1997).

Forma chimica dell'N (A)	Mezzo di coltura (B)		Media ⁽¹⁾
	Terreno	Torba	
NH ₂	4.524	3.470	3.996 b
NH ₄	4.519	2.979	3.749 c
NO ₃	4.828	4.379	4.603 a
Media ⁽¹⁾	4.625 a	3.609 b	
MDS (P=0,05) A x B = 322			

(1) Il confronto tra le medie è stato fatto utilizzando l'MDS; lettere diverse indicano differenze statisticamente significativamente per P ≤ 0,05.