

Riduzione del contenuto di nitrato in floating system

Maria Gonnella (*) - Monia Charfeddine (**) - Giulia Conversa (**)
Antonio Elia (***) - Pietro Santamaria (**)

1. Introduzione

Negli ultimi anni è aumentato l'interesse verso i prodotti orticoli già pronti all'uso definiti di "quarta gamma", per i quali sono in avanzata fase di studio le tecnologie per la loro preparazione e sicurezza d'uso (Nguyen-The e Prunier, 1989; Pratella e Tonini, 1995; Caponigro e Piro, 1998; Senesi, 1998). Questa categoria di ortaggi è molto diffusa nei Paesi del Nord Europa e in rapida diffusione anche in Italia, soprattutto per quanto riguarda le specie da foglia "minori" confezionate in insalate miste.

Per l'ottenimento di questi prodotti occorre mettere a punto sistemi colturali che consentano rapidità dei cicli, uniformità di crescita, automazione di alcune operazioni, igienicità e controllo della qualità del prodotto. Rispetto ai sistemi tradizionali di coltivazione, i sistemi senza suolo rispondono a questi requisiti e in particolare offrono maggiori possibilità di ridurre il contenuto di nitrato negli ortaggi. Le tecniche utilizzate a questo scopo prevedono, alternativamente, la sostituzione dell' $N-NO_3$ con Cl^- , SO_4^{2-} o NH_4^+ , la riduzione della quantità di $N-NO_3$ presente nella soluzione o la sostituzione della soluzione nutritiva (SN) con acqua pochi giorni prima della raccolta del prodotto (van der Boon *et al.*, 1990). Il sistema dei pannelli galleggianti pone interessanti prospettive per la coltivazione di ortaggi da foglia a ciclo breve da destinare alla IV gamma, consentendo inoltre l'agevole applicazione delle tecniche suggerite per ridurre il contenuto di nitrato. Per questi motivi, è stata condotta una serie di prove sperimentali allo scopo di definire la tecnica colturale adeguata per ottenere ortaggi da foglia a ridotto tenore di nitrato in floating system.

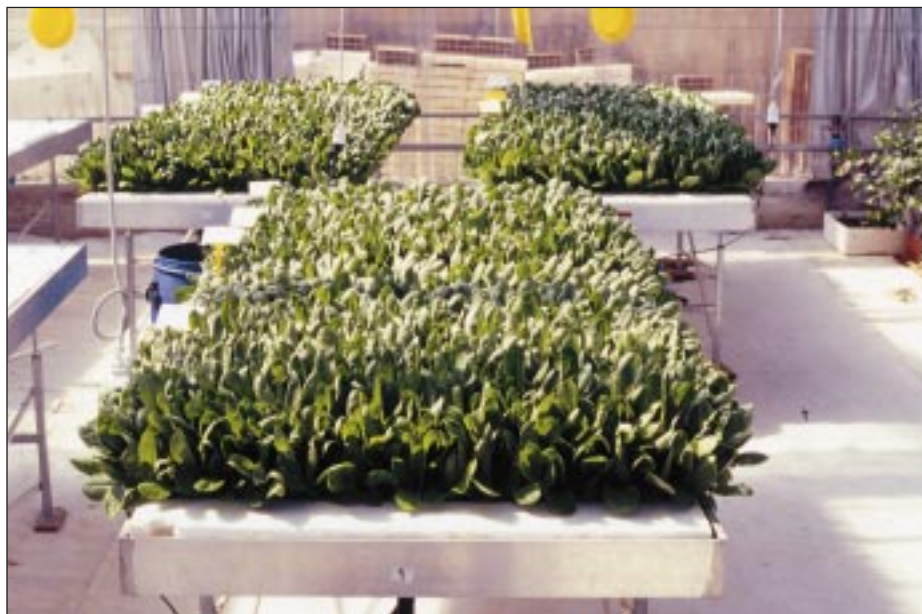
2. Materiali e metodi

Lattuga mini-Romana (*Lactuca sativa* L. var. *longifolia* Lam.), cicoria (*Cicho-*

(*) Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari - CNR Bari.

(**) Dipartimento di Scienze delle Produzioni Vegetali - Università di Bari.

(***) Istituto di Produzioni e Preparazioni Alimentari - Università di Foggia.



Panoramica dei bancali di lattughino in floating system.

Particolare di radici di lattughino.



rium intybus L.) e valerianella (*Valerianella locusta* L. Laterr.) sono state allevate con la tecnica dei pannelli galleggianti (floating system). L'allevamento è stato realizzato in vasche di alluminio (256 x 96 x 5 cm) poste su bancali. Ciascuna vasca, corredata di un rubinetto collocato a valle, è stata dotata di un serbatoio di deposito della SN della capacità di 50 L, provvisto di pompa e apposite tubazioni per il riempimento a monte delle vasche e

per consentire la sostituzione, l'arieggiamento e la correzione del pH della SN. Le prove sono state realizzate in serra presso l'Azienda sperimentale "La Noria" dell'Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari del CNR in agro di Mola di Bari.

Sono state eseguite quattro prove finalizzate alla riduzione del contenuto di nitrato utilizzando la tecnica della sostituzione della SN con acqua piovana alcuni giorni prima della raccolta in tutte le tre

specie e solo nella lattuga la tecnica della sostituzione della SN completa con una soluzione di CaCl_2 .

Nella tabella 1 sono riportati i dati più importanti relativi alle quattro prove.

L'allevamento delle piantine è stato effettuato in pannelli fessurati (4/vasca) in polistirene di forma rettangolare – 93 x 60 cm – provvisti di 99 fessure larghe 0,3 cm, lunghe 17 cm e distanti 2,5 cm, disposte in 3 gruppi di 33) o in pannelli alveolati (33 x 53 cm con 168 alveoli) secondo quanto riportato nella tabella 1. È stata utilizzata perlite per riempire le fessure e gli alveoli dei pannelli e vermiculite per ricoprire i semi dopo la semina. Dopo la semina i pannelli sono stati abbondantemente bagnati ed alimentati con acqua per favorire la germinazione. All'emergenza l'acqua è stata sostituita da SN di tipo Johnson (Johnson *et al.*, 1957) "mezza forza", per passare alla "piena forza" all'emergenza completa. La SN contenente 140, 30, 170, 100, 40 e 34 mg/L, rispettivamente, di N, P, K, Ca, Mg e S, è stata ottenuta utilizzando acqua piovana. I microelementi sono stati forniti secondo quanto indicato da Johnson *et al.* (1957).

Il pH della SN è stato quotidianamente misurato e all'occorrenza corretto con H_2SO_4 5 M per riportarlo nell'intervallo 5,5-6,5.

Per favorire l'arieggiamento della SN, giornalmente le vasche sono state completamente svuotate e successivamente riempite con ricircolo della SN misurando la quantità di ossigeno disciolto nella SN, mediante Dissolved Oxygen Meter HI 9142 (Hanna Instruments).

La temperatura minima della serra è stata di 5 °C nel periodo ottobre-dicembre 2001 e di 2 °C nel periodo gennaio-marzo 2002; quella di ventilazione è stata 15 °C.

Tab. 1 - Riepilogo dei dati più rilevanti delle prove.

| | Lattuga | | Cicoria | Valerianella |
|-------------------------------|---|---|---|---|
| Cultivar | Ronda | Ronda | Catalogna gigante di Chioggia | Baikal |
| Ciclo | dal 01/02/02 al 20/03/02 | dal 01/02/02 al 25/03/02 | dal 24/10/01 al 11/12/01 | dal 14/01/02 al 25/03/02 |
| Sistema di allevamento | Floating Pannelli alveolati | Floating Pannelli fessurati | Floating Pannelli fessurati | Floating Pannelli alveolati |
| Piante/m² | 1.150 | 650 | 1.760 | 1.200 |
| Trattamenti | Sostituzione della SN con acqua 2 giorni prima della raccolta | Sostituzione di NO_3^- con Cl^- 4 giorni prima della raccolta | Sostituzione della SN con acqua 4 giorni prima della raccolta | Sostituzione della SN con acqua 3 giorni prima della raccolta |

Tab. 2 - Sostituzione della soluzione nutritiva con acqua due giorni prima della raccolta e contenuto di cloruro e nitrato, di sostanza secca e produzione delle foglie di lattuga mini-romana allevata in floating system.

| Trattamento | Cl ⁻ | NO ₃ ⁻ | NO ₃ ⁻ | Sostanza secca foglie | Produzione |
|---------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------|---------------------|
| | (g/100 g s.s.) | | (mg/kg p.f.) | (g/100 p.f.) | (g/m ²) |
| SN completa | 1,3 | 6,9 | 2.940 | 4,3 | 6.058 |
| Acqua | 1,3 | 5,5 | 2.430 | 4,5 | 7.093 |
| Significatività (1) | ns | *** | ** | * | ** |

(1) = Significatività dell'F: ns, *, **e ***, rispettivamente, non significativo, P < 0,05, P < 0,01 e P < 0,001.

Alla raccolta sono stati misurati i parametri produttivi e dopo la determinazione del peso secco, tutto il materiale raccolto, finemente macinato, è stato utilizzato per la determinazione chimico-quantitativa di Cl⁻ ed NO₃⁻, tramite cromatografia ionica (Parente *et al.*, 2002).

3. Risultati

Lattuga. Nella lattuga la sostituzione della SN con acqua due giorni prima della raccolta ha diminuito significativamen-

te il nitrato nelle foglie (-17 %) fino al valore di 2.430 mg/kg di prodotto fresco (p.f.). Nessuna influenza è stata osservata sul contenuto di cloruri e sulla sostanza secca, mentre la produzione, in media pari a 6,5 kg/m², è risultata maggiore nel trattamento con acqua rispetto a quello con SN (tab. 2).

La sostituzione di NO₃⁻ con Cl⁻ quattro giorni prima della raccolta ha invece sortito variazioni maggiori sulla composizione anionica delle foglie. Infatti, i cloruri sono aumentati del 25%, mentre la riduzione del contenuto di nitrato è stata del 40% a partire da 2.186 mg/kg di p.f. (tab. 3).

La sostituzione di NO₃⁻ con Cl⁻ ha inoltre consentito di ottenere foglie con maggiore contenuto di sostanza secca (+ 0,3 g/100 g di p.f.) e di minore lunghezza. Nessuna influenza è stata osservata sulla produzione, risultata in media pari a 4.530 g/m² (tab. 3).

Cicoria. La sostituzione della SN con acqua negli ultimi quattro giorni del ciclo colturale ha determinato nelle foglie di cicoria l'aumento della sostanza secca (+8%) e la riduzione del 22% del nitrato passato da 3.600 a 2.800 mg/kg di p.f., mentre il contenuto di cloruri e la produzione non sono stati modificati. Quest'ultima è risultata in media pari a 2.300 g/m² (tab. 4).

Valerianella. Anche in questa specie la sostituzione della SN con acqua tre giorni prima della raccolta ha consentito di ridurre a meno di un terzo il contenuto di nitrato nelle foglie partendo da 3.700 mg/kg di p.f. A differenza delle altre spe-



cie, in cui il contenuto di cloruri nelle foglie non è stato modificato dal trattamento con acqua, in questo caso i cloruri si sono quasi dimezzati (tab. 5). Sostanza secca e peso fresco delle foglie sono rimasti invariati (intorno a 9 g/100 g p.f. e 2.700 g/m²) (tab. 5).

4. Discussione e conclusioni

Tutte le specie studiate hanno fornito produzioni soddisfacenti dopo un ciclo colturale piuttosto breve (intorno a 50 giorni per lattuga e cicoria e 70 giorni per valerianella, a partire dalla semina).

Il prodotto ottenuto è risultato pulito, privo di residui colturali e di substrato, oltre che di residui di antiparassitari (non è stato eseguito nessun trattamento antiparassitario). Quindi, è un prodotto che ben si presta al confezionamento di IV gamma, senza richiedere eccessive manipolazioni in post-raccolta.

Per la maggior parte delle specie da foglia prodotte e commercializzate come *baby leaf* non esistono limiti imposti a livello comunitario per il contenuto di nitrato e per alcune mancano del tutto i riferimenti sperimentali circa la loro capacità di accumularne nei vari organi e soprattutto nelle porzioni eduli.

Le tre specie studiate non hanno accumulato più di 3.000 mg/kg di p.f.. Quindi, pur risultando specie potenzialmente a medio o elevato tenore di nitrato, nelle condizioni di allevamento (in serra ma con elevata disponibilità luminosa) e con 140 mg/L di N-NO₃ nella SN, hanno mostrato limitato accumulo di nitrato.

In aggiunta, quando la SN è stata sostituita con acqua alcuni giorni prima della raccolta, il contenuto di nitrato nelle foglie è diminuito ulteriormente, con risposte differenti tra le specie. Soprattutto la

Tab. 3 - Sostituzione della SN completa con soluzione di CaCl₂ quattro giorni prima della raccolta e contenuto di cloruro e nitrato, di sostanza secca e caratteristiche produttive delle foglie di lattuga mini-romana allevata in floating system.

| Trattamento | Cl ⁻ | NO ₃ ⁻ | NO ₃ ⁻ | Sostanza secca foglie | Lunghezza delle foglie | Produzione |
|---------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------|------------------------|---------------------|
| | (g/100 g s.s.) | | (mg/kg p.f.) | (g/100 p.f.) | (cm) | (g/m ²) |
| SN completa | 1,2 | 4,4 | 2.186 | 5,0 | 24,3 | 4.575 |
| CaCl ₂ | 1,5 | 2,5 | 1.311 | 5,3 | 22,8 | 4.486 |
| Significatività (1) | *** | *** | *** | * | * | ns |

(1) = Significatività dell'F: ns, * e ***, rispettivamente, non significativo, P < 0,05 e P < 0,001.

Tab. 4 - Effetto della sostituzione della soluzione nutritiva con acqua quattro giorni prima della raccolta sul contenuto di cloruro e nitrato, di sostanza secca e sulla produzione delle foglie di cicoria allevata in floating system.

| Trattamento | Cl ⁻ | NO ₃ ⁻ | NO ₃ ⁻ | Sostanza secca delle foglie | Produzione |
|---------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|---------------------|
| | (g/100 g s.s.) | | (mg/kg p.f.) | (g/100 p.f.) | (g/m ²) |
| SN completa | 1,9 | 6,2 | 3.603 | 5,8 | 2.442 |
| Acqua | 1,9 | 4,4 | 2.808 | 6,3 | 2.221 |
| Significatività (1) | ns | ** | ** | ** | ns |

(1) = Significatività dell'F: ns e **, rispettivamente, non significativo e P < 0,01.

Tab. 5 - Sostituzione della soluzione nutritiva con acqua tre giorni prima della raccolta e contenuto di cloruro e nitrato, di sostanza secca e produzione delle foglie di valerianella allevata in floating system.

| Trattamento | Cl ⁻ | NO ₃ ⁻ | NO ₃ ⁻ | Sostanza secca delle foglie | Produzione |
|---------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|---------------------|
| | (g/100 g s.s.) | | (mg/kg p.f.) | (g/100 p.f.) | (g/m ²) |
| SN completa | 1,4 | 3,9 | 3.712 | 9,4 | 2.734 |
| Acqua | 0,8 | 1,2 | 1.013 | 8,6 | 2.688 |
| Significatività (1) | ** | *** | ** | ns | ns |

(1) = Significatività dell'F: ns, **e ***, rispettivamente, non significativo, P < 0,01 e P < 0,001.

valerianella ha mostrato la variazione più consistente essendo ridotto ad un terzo il nitrato nelle foglie dopo tre giorni di trat-

tamento con acqua piovana (tab. 5). In una precedente ricerca su valerianella allevata nello stesso periodo in floating system, il nitrato, accumulatosi in quantità più elevate durante il ciclo, in seguito al trattamento con acqua della durata di tre giorni è diminuito in misura più limitata (da circa 4.000 a 2.600 mg/kg di p.f.) (Gonnella *et al.*, 2001). La risposta differente nei due cicli di coltivazione potrebbe essere attribuita alla maggiore disponibilità di N nella soluzione nutritiva (200 vs. 140 mg/L). Nella prima ricerca essa ha certamente superato le esigenze nutrizionali della coltura, comportando un considerevole aumento di nitrato a conferma della notevole predisposizione della valerianella ad accumularne, anche in misura maggiore rispetto a lattuga e indivia (Andreas, 1989).

In lattuga mini-Romana e in cicoria dopo due e quattro giorni in acqua, rispettivamente, la contrazione del nitrato è stata significativa ma non rilevante (tabb. 2 e 4). È stata invece più consistente (-44 % a partire da circa 1.500 mg/kg di p.f.) quando il trattamento, sempre della durata di due giorni, è stato applicato a lattuga



Valerianella allevata in floating system.

Romana allevata in vaso su torba: pomice 1:4 (v:v) e raccolta a cespo in primavera (Santamaria *et al.*, 2000b).

Lo stesso stratagemma applicato alla lattuga da Schonbeck *et al.* (1991) 40 ore prima della raccolta ha comportato la riduzione del contenuto di nitrato del 19%. Applicato a specie da radice e sedano 24 ore prima della raccolta ha diminuito dell'82% il contenuto di N-NO₃ nelle porzioni eduli, senza perdita di produzione e qualità (Manss e Manss, 1989).

In ravanello la sostituzione della SN con acqua 2 giorni prima della raccolta ha ridotto il contenuto di nitrato del 62% negli ipocotili e del 77% nelle foglie, raggiungendo in entrambe le porzioni livelli di appena 300 mg/kg di p.f. (Santamaria *et al.*, 2000a).

La sostituzione di NO₃⁻ con Cl⁻ nella SN ha ridotto in modo consistente il nitrato accumulato dalla lattuga (-40%) (tab. 3). Lo stesso trattamento applicato su lattuga coltivata in vaso su ghiaia ha ridotto di un terzo il nitrato accumulato nelle lamine fogliari dopo 3 giorni e lo ha quasi dimezzato dopo 7 giorni (Blom-Zandstra e Lampe, 1983).

Gli stessi Autori hanno così dimostrato che NO₃⁻ viene sostituito dal Cl⁻ nel ruolo di osmolita all'interno del vacuolo, evidenziandone la non specificità nella funzione osmoregolatrice. Ma hanno anche mostrato che non tutto il nitrato accumulato è sostituito da Cl⁻, sia perché possono intervenire altri composti osmoticamente attivi, quali prolina e carboidrati (le cui variazioni andrebbero contemporaneamente verificate) sia perché il ritmo di crescita (e quindi di sintesi proteica), in seguito al trattamento applicato, non è sufficientemente veloce da utilizzare tutto il nitrato accumulato. Anche nella nostra ricerca l'aumento di Cl⁻ non giustifica la complessiva diminuzione di NO₃⁻ (Cl⁻ è aumentato di 8 meq/100 g di s.s. rispetto alla diminuzione di NO₃⁻ pari a 31 meq/100 g di s.s.).

Nella coltivazione senza suolo è possibile realizzare la riduzione più o meno immediata del contenuto di nitrato nei tessuti vegetali intervenendo sulla composizione della soluzione nutritiva. È possibile modulare l'entità e la durata dell'intervento in rapporto alla coltura e al sistema di coltivazione (soprattutto relativamente alla presenza di un substrato più o meno inerte).

Occorre però trovare il compromesso tra la contrazione dei livelli di nitrato e quella produttiva che inevitabilmente appare dopo un discreto periodo di carenza di N. Il compromesso consiste nell'applicazione dello stratagemma fino ad un massimo di 7-10 giorni prima della raccolta quando l'abbattimento del nitrato accumulato si consegue contemporaneamente ad un accettabile calo di produzione (Alt e Strüwe, 1982).

In aggiunta al vantaggio suddetto, il sistema dei pannelli galleggianti ha mostrato un'estrema versatilità nella programmazione dei cicli colturali, che possono essere brevi e consecutivi ed offrire produzioni costanti, idonee per la IV gamma.

Relativamente alla produzione di ortaggi di IV gamma, un aspetto che non va sottovalutato è il contenuto di nitrato, dato che l'insacchettamento, soprattutto se ermetico, porta ad un aumento del contenuto di nitrito (ben più pericoloso del nitrato) per il verificarsi all'interno della confezione di un aumento della temperatura, dell'umidità e di un decremento di ossigeno (Achtzehn e Hawat, 1970). Inoltre, negli ortaggi manipolati, ad esempio tagliati per la IV gamma, la velocità di trasformazione in nitrito è maggiore, perché la crescita dei batteri è stimolata dal liquido cellulare che fuoriesce dalle parti lese (Heisler *et al.*, 1974; Caponigro *et al.*, 1997).

Lavoro eseguito nell'ambito del Progetto: "Centro per la commercializzazione dei prodotti agroalimentari e ittici", work package 7 - "Controllo del livello del contenuto dei nitrati nelle produzioni orticole" - Consorzio Interuniversitario Regionale Pugliese (CIRP).

RIASSUNTO

Piante di cicoria, lattuga Romana little gem e valerianella sono state allevate con la tecnica dei pannelli galleggianti (floating system). Al fine di ridurre il contenuto di nitrato nelle foglie, pochi giorni prima della raccolta alcuni pannelli sono stati trasferiti dalla soluzione nutritiva (SN) completa in acqua o in soluzione di CaCl₂. Considerata la brevità del ciclo colturale, tutte le specie hanno fornito produzioni soddisfacenti (intorno a 2,3 kg/m² per la cicoria, da 4,5 a 6,5 kg/m² per la lattuga e circa 2,7 kg/m² per la valerianella). Quando la SN è stata sostituita con acqua il contenuto di NO₃ delle foglie è diminuito in modo significativo e consistente in tutte le specie, in particolare in valerianella (-73%). Nelle foglie di lattuga, la sostituzione con CaCl₂ ha determinato la diminuzione di NO₃ da 2.200 a 1.300 mg/kg p.f.

SUMMARY

REDUCING NITRATE CONTENT IN FLOATING SYSTEM

Chicory, little gem lettuce and lamb's lettuce were grown in floating system. In order to reduce nitrate content in leaves, some boards were transferred from the complete nutrient solution (NS) to water or to a CaCl₂ solution few days before harvest. On account of the short cultivation cycle, all species produced satisfactory yields (around 2.3 kg/m² for chicory, from 4.5 to 6.5 kg/m² for little gem and about 2.7 kg/m² for lamb's lettuce). When the NS was replaced with water, NO₃ content in leaves decreased significantly and consistently in all species, especially in lamb's lettuce (-73%). The NS replacement with CaCl₂ determined a decrease from 2,200 to 1,300 mg/kg f.w. of the nitrate content in lettuce leaves.

BIBLIOGRAFIA

- Achtzehn M.K., Hawat H., (1970). Zur Nhitritbildung in Gemuse und Gemusezubereitungen. I. Mitt. Rohspinat. Die Nahrung, 14, 383-394.
- Alt D., Strüwe S., (1982). Decline of nitrate content in lettuce (*Lactuca sativa* var. capitata L.) by means of monitoring the nitrogen content of the nutrient solution in the hydroponic system. Plant nutrition, Proc. 9th Internat. Plant Nutrition Colloquium Warwick, CAB, (1), 17-21.
- Andreas C. (1989). Comparison of different salads cultivated under high tunnels in late autumn. Gemüse, 25 (2), 56-57.
- Blom-Zandstra G., Lampe J. E. M. (1983). The effect of chloride and sulphate salt on the nitrate content in lettuce plants. J. Plant Nutr., 6, 611-628.
- Caponigro V. Piro F., (1998). Requisiti della materia prima per la IV gamma. Infotore agrario, 54 (19), 39-42.
- Caponigro V., Cafiero G., Tonini A., Perrella C., Piro F., (1997). Microbiologia superficiale della rucola confezionata pronta all'uso. Italus Hortus, 4 (3), 58-62.
- Gonnella M., Conversa G., Santamaria P., Serio F. (2001). Production and nitrate content in lam's lettuce grown in floating system. Inter. Symposium of Growing media and Hydroponics, 8-14 settembre 2001, Alnarp (Svezia), in stampa.
- Heisler E.G., Siciliano J., Krulick S., Freiberg J., Schwartz J.J., (1974). Changes in nitrate and nitrite content and search for nitrosamines in storage-abused spinach and beets. J. Agric. Food Chem., 22, 1029-1032.
- Johnson C.M., Stout P.R., Broyer T.C., Carlton A.B., (1957). Comparative chlorine requirements of different plant species. Plant Soil, 8, 337-353.
- Nguyen-The C., Prunier J.P., (1989). Involvement of Pseudomonas in deterioration of 'ready-to-use' salads. Int. J. Food Sci. Techn., 24, 47-58.
- Parente A., Santamaria P., Serio F., Conversa G., L'Abbate P., Bianco V.V. (2002). Concimazione azotata, cultivar e produzione di lattuga. Colture Protette, 31 (supplemento al n.12), 28-32.
- Pratella G.C., Tonini G., (1995). L'innovazione nell'offerta mercantile degli ortofrutticoli: la IV gamma. Il freddo, 10, 151-160.
- Santamaria P., Bonasia A., Elia A., Gonnella M., Serio F., Bianco V.V. (2000a). Caratteristiche morfoprodottrive e qualità in cultivar di ravanello. Colture protette, 29 (Supplemento al n. 5), 40-46.
- Santamaria P., Generoso C., Gonnella M., Elia A., (2000b). Produzione e contenuto di nitrati di cultivar di lattuga. Colture Protette, 29 (12), 71-77.
- Schonbeck M.W., Rivera R., O'Brien J., Ebinger S., De Gregorio R.E., (1991). Variety selection and cultural methods for lowering nitrate levels in winter greenhouse lettuce and endive. J. Sust. Agric., 2 (1), 49-75.
- Senesi E., (1998). Tecnologia degli ortofrutticoli di IV gamma. Infotore agrario, 54 (19), 31-37.
- Van der Boon J., Steenhuizen J.W., Steingröver E.G., (1990). Growth and nitrate concentration of lettuce as affected by total nitrogen and chloride concentration, NH₄/NO₃ ratio and temperature of the recirculating nutrient solution. J. Hort. Sci., 65, 309-321. □