

Il sistema di crescita fuori suolo per la produzione di rucola e valerianella

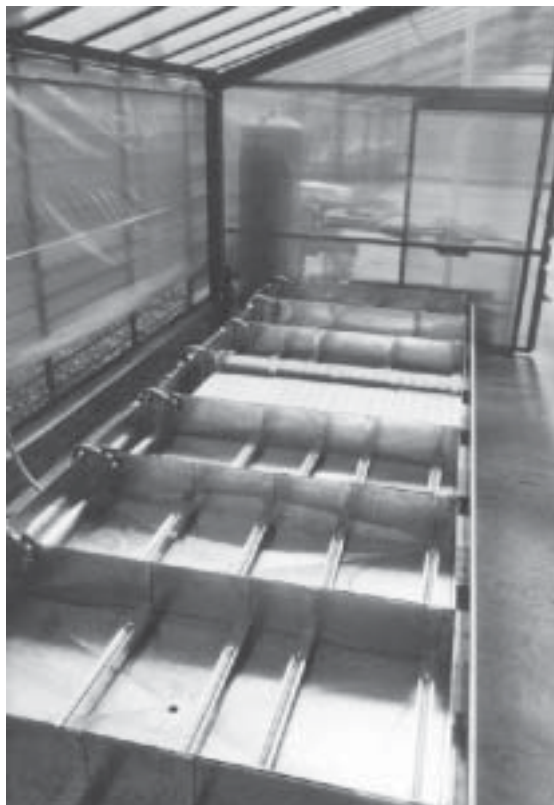
Silvana Nicola, Jeanet Hoeberechts, Emanuela Fontana, Daniela Saglietti, Giuseppe Piovano • *Università degli Studi di Torino - Dipartimento di Agronomia, Selvicoltura e Gestione del Territorio, Settore Orticoltura e Colture officinali*

◆ RICERCA FINANZIATA DALLA REGIONE PIEMONTE

Negli ultimi anni si è iniziato ad effettuare ricerche sulla coltura in fuori suolo di ortaggi da foglia, in quanto essa può presentare un valido modello di crescita per le garanzie qualitative che offre al mercato attuale del prodotto finito. Infatti, gli ortaggi da foglia vengono commercializzati freschi, tagliati, lavati, pronti al consumo, condizionati in confezioni, diventando in questo modo un prodotto di IV gamma. La IV gamma si propone ai consumatori soprattutto in termini di convenienza per la riduzione del lavoro domestico di preparazione dei piatti, l'utilizzabilità immediata e la lunga disponibilità nel tempo. L'ambiente condizionato a basse temperature della filiera della IV gamma consente di rallentare i processi di deterioramento dovuti al metabolismo dei tessuti, fenomeno che tende ad essere accelerato anche dal taglio cui sono sottoposti i prodotti. Per valorizzare al meglio questo tipo di trasformazione occorrono vegetali che uniscano, alle buone caratteristiche alimentari, la massima conservabilità nelle condizioni di prodotto tagliato; quindi la scelta della materia prima più idonea è da considerare determinante per il successo commerciale. Una corretta crescita del materiale vegetale ed il rispetto della programmazione produttiva si possono ottenere adottando la tecnica della coltura fuori suolo che permette di gestire i diversi parametri ambientali (luce, temperatura, umidità del substrato, concimazione, ecc.). Si impongono però scelte tecniche che implicano una buona conoscenza dei parametri che influenzano la crescita delle piante.

La scelta del tipo di substrato adottato risulta di primaria importanza non solo per ragioni commerciali: la preparazione di substrati con miscugli di materiali diversi (torba, vermiculite, perlite, ecc.) determina una variabilità delle condizioni chimico-fisiche con conseguenze sul tipo di crescita dell'apparato radicale e risposte diverse sull'intera pianta, quali, tra l'altro, una differente distribuzione della biomassa prodotta. L'uso di substrati inerti, sterili ed a basso impatto ambientale, rappresenta inoltre un'alternativa all'impiego del bromuro di metile come disinfettante del terreno. Le condizioni idriche del substrato, note-

volmente influenti sulla dinamica di crescita dell'apparato radicale e dell'intera pianta, sono in gran parte determinate dai sistemi idrici adottati. Il sistema tradizionale di irrigazione delle piante in serra, largamente impiegato in Italia e nel mondo, è quello sovrachiuma (Overhead), che può comportare una difformità di distribuzione dell'acqua alle piantine, con conseguente difformità di crescita dell'apparato radicale e dell'intera pianta. Sistemi di irrigazione innovativi per l'orticoltura italiana sono costituiti da quello a flusso e riflusso d'acqua (Ebb-and-Flow) e quello a galleggiamento permanente (Flotation). Notevoli vantaggi vengono prospettati dall'impiego di questi sistemi per le colture protette. Il sistema Ebb-and-Flow consente un risparmio del 50-60% di impiego di fitofarmaci, dell'85% di acqua, del 50% di fertilizzanti, e la scomparsa quasi totale di malattie fogliari. La sub-irrigazione aumenta la precisione nell'applicazione dei fertilizzanti, in quanto vengono eliminati i



Vasche di irrigazione. Si notino le staffe per sospendere gli alveolati ed il foro centrale di scarico dell'acqua.

problemi di lisciviazione durante le irrigazioni. Gli elementi essenziali del sistema a galleggiamento permanente (Flotation) sono rappresentati da alveolati di polistirolo espanso o altro materiale a basso peso volumetrico e idrofugo, utilizzati come contenitori del substrato e supporto per la pianta, e da vasche di coltivazione per il rifornimento idrico e nutrizionale, profonde 0,25-0,30 m. Il funzionamento prevede il galleggiamento (floating) degli alveolati sospesi sopra reti metalliche di appoggio per tutto il periodo di crescita delle piante. Con questo sistema di irrigazione-coltivazione l'impiego dell'acqua può venire razionalizzato e l'uso di manodopera e dei tempi colturali ridotto. In aggiunta, la diffusione fogliare di malattie fungine viene praticamente azzerata dalla mancanza totale di bagnatura delle foglie ed il prodotto finito (foglie di ortaggi) risulta pulito e pronto per il confezionamento e la vendita.

Il presente lavoro riferisce di una serie di sperimentazioni, effettuate con l'obiettivo generale di studiare i possibili impieghi del sistema di coltura fuori suolo finalizzati alla crescita di piante ortive da taglio, in particolare di rucola (*Eruca sativa* Mill.) e di valerianella (*Valerianella olitoria* L.). Per entrambe le specie si sta attualmente assistendo ad un'espansione degli areali di coltivazione: in Veneto, Campania, Lazio, Puglia, Lombardia, Abruzzo, Sardegna e Piemonte, dove la rucola riveste un ruolo notevole, in particolare per le produzioni ottenute dall'autunno alla primavera, si stanno ampliando le superfici coltivate sia all'aperto sia in strutture protette, mentre per la coltivazione della valerianella il Piemonte si colloca al secondo posto tra le regioni italiane con 10 ha in serra.

Materiali e Metodi

Tabella 1 - Effetti delle interazioni Sistema di irrigazione x Contenitore e Sistema di irrigazione x Livelli di N sul peso fresco di rucola.

Sistema di irrigazione	Contenitore (n. di fori)	Produzione (g/m ²)
EF	40	883,81
EF	160	670,77
FL	40	1214,38
FL	160	888,14
Azoto (mmol L ⁻¹)		
EF	30	680,19
FL	30	1003,05
EF	60	874,39
FL	60	1099,47

Le prove sono state condotte dal 1999 al 2001 presso il Centro sperimentale della Facoltà di Agraria dell'Università di Torino (Carmagnola) in una serra in vetro dotata di impianto automatico di apertura degli sportelli di colmo e laterali, ombreggiata nel periodo estivo. Nel corso delle sperimentazioni sono state saggiate e poste a confronto diverse tecniche di coltivazione.

Sistemi di irrigazione. Per l'irrigazione sovrachioma (overhead) è stata utilizzata una doccia con getto d'acqua a bassa pressione per non scaldare le piantine; il getto veniva fatto passare 2 volte sugli alveolati perché il substrato potesse imbibirsi di acqua. Per il galleggiamento temporaneo (ebb-and-flow) e permanente (flotation) degli alveolati in acqua o nella soluzione nutritiva sono state realizzate delle vasche in lamiera zincata (135x60,5x20 cm) con il fondo leggermente concavo per facilitare il deflusso dell'acqua dallo scarico centrale dopo ogni irrigazione, disposte su di un bancale (fig. 1). Una serie di staffe montate sui bordi delle vasche permetteva l'appoggio degli alveolati, che risultavano così sospesi dalla base delle vasche per 5 cm, per facilitare la fuoriuscita dell'acqua in eccesso al termine dell'irrigazione ebb-and-flow. Durante le fertirrigazioni gli alveolati galleggiavano nella soluzione nutritiva per circa 1-2 ore, a seconda delle esigenze idriche delle piante.

Substrati di crescita. Sono stati preparati diversi miscugli di substrati aventi caratteristiche diverse in termini di capacità di ritenzione idrica. In particolare, si è utilizzata torba 'Rekiva' (90% di sostanza organica su s.s., 52% di C organico di origine biologica e 0,2% di N organico), sminuzzata in un mulino prima dell'uso e corretta con CaCO₃ (1% in peso), a cui si sono aggiunte di volta in volta percentuali diverse di altri materiali: perlite 'Peralit 25' (perlite espansa a grossa granulometria) in rapporto 3:1, 2,3:1 e 1:1 (v/v); vermiculite in rapporto 2,3:1 (v/v); vermiculite e sabbia in rapporto 2,3:0,5:0,5 (v/v/v); vermiculite e perlite in rapporto 2,3:0,5:0,5 (v/v/v). Si è utilizzata anche la lana di roccia idrofila (Grodan®), sfiochettata e poi compressa negli alveoli.

Concentrazioni azotate nella soluzione nutritiva. Si sono utilizzate soluzioni nutritive differenti sia per il contenuto in N sia per la tipologia del fertilizzante impiegato. Nelle prime sperimentazioni la composizione della soluzione nutritiva prevedeva l'impiego di 4 sali (NH₄NO₃, KNO₃, MgSO₄ 7 H₂O e KH₂PO₄) disciolti in acqua, a cui veniva aggiunto periodicamente del Micral®, contenente microelementi. Le fertiliz-

zazioni, effettuate con cadenza settimanale, avvenivano in coincidenza di un'irrigazione, ed erano sospese 10 giorni prima della raccolta delle piantine. Inoltre, si è utilizzato un fertilizzante commerciale ('Tipo OTTM', Valagro) somministrato secondo diverse dosi (0,1 e 1 g L⁻¹) e frequenze di sostituzione della soluzione (ogni 7 o 15 giorni).

Contenitori alveolari. Le piante sono state allevate in alveolati in polistirolo normalmente utilizzati in vivaistica che differivano per il numero di alveoli e, di conseguenza, per le dimensioni degli stessi. Gli alveoli, aventi una forma a tronco di cono rovesciato, avevano diametri maggiori variabili tra 5,5 e 2,7 cm, e diametri minori variabili tra 4 ed 1 cm. Al fine di mantenere il più possibile costante la densità di piante per unità di superficie impiegando alveolati diversi sono stati posti 8, 3 e 2 semi per foro rispettivamente negli alveolati da 40, 99 e 160 alveoli. Inoltre sono stati saggiati alveolati "Styrofloat" (0.60 m x 0.98 m), pannelli di polistirolo in cui gli alveoli sono sostituiti da fessure troncoconiche che attraversano il pannello nel senso della larghezza, riempite alla semina di perlite per garantire un supporto al seme, e contenitori rettangolari in polistirolo (0.32 m x 0.50 m), con il fondo coperto da uno strato di argilla espansa, poi riempiti fino al bordo con i miscugli.

Varietà. Si sono saggiate sia la rucola da orto (Royal Sluis e 3G) sia la rucola selvatica, mentre per la valerianella si sono impiegate valerianella a seme grosso 'RS 61164' (Royal Sluis), 'Eurion' (Nunhems), 'Jade' e 'Topaz' (Clause).

Alla semina gli alveolati venivano riempiti con il substrato ed i semi deposti sulla superficie e poi leggermente coperti di substrato. Gli alveolati venivano poi trasportati in cella di germinazione a 19°C per 2 giorni e 23°C per 2-3 giorni rispettivamente per rucola e valerianella, e quindi posizionati in serra, all'interno delle vasche secondo lo schema sperimentale approntato (disegno a split-plot con blocchi randomizzati, con 4 ripetizioni).

Prima del taglio, dal punto di vista qualitativo si effettuava una valutazione complessiva dell'aspetto delle piante di ogni alveolato attraverso l'impiego di un indice pari a 100, 75, 50, 25 e 0%, a seconda del grado di idoneità alla commercializzazione del prodotto. Il taglio manuale della rucola consisteva nel recidere le foglie a circa 2 cm dalla superficie del substrato, mentre per la valerianella si tagliava l'ipocotile, lasciando intera la rosetta di foglie. Il raccolto veniva subito sottoposto a misurazioni biometriche: il materiale vegetale raccolto da ogni alveolato

Tabella 2 - Effetti del Sistema di irrigazione e dei Livelli di N sulla sostanza secca di rucola.

		Sostanza secca (%)
Sistema di irrigazione	EF	12,32
	FL	10,41
Azoto (mmol L ⁻¹)	30	11,70
	60	11,03

Tabella 3 - Effetti di Sistema di irrigazione, Substrato e Contenitore sul peso fresco di valerianella.

		Produzione (g/m ²)
Sistema di irrigazione	EF	2096,84
	FL	2314,18
Substrato	Torba + Perlite 1:1	2119,94
	Torba + Perlite 3:1	2291,06
Contenitore	40	2383,76
	160	2027,24

veniva diviso in 5 campioni. Uno di questi era pesato, si misurava la sua superficie fogliare con il misuratore di area fogliare 'Delta T Area meter MK2', e lo si essiccava in stufa termoventilata a 70°C. Raggiunto il peso costante, il materiale secco veniva pesato con bilancia analitica. Gli altri 4 campioni freschi venivano pesati, posti in contenitori plastici, chiusi con pellicola per alimenti e riposti in cella frigorifera a 4°C per lo studio della conservazione post-raccolta. Dal giorno del taglio, ogni 2 giorni, i campioni in cella erano pesati, valutati secondo la classificazione già menzionata, ed il materiale di uno di essi essiccato in stufa termoventilata a 70°C, fino ad esaurimento dei campioni (8 giorni). Il materiale secco veniva poi pesato. I dati erano quindi sottoposti ad analisi statistica.

Risultati e discussione

Sistemi di irrigazione. Nella prova di confronto tra i sistemi di irrigazione ebb-and-flow e flotation condotta su rucola, la produzione in termini di peso fresco è risultata significativamente influenzata dalle interazioni Irrigazione x Numero di fori e Irrigazione x N (tab. 1). In particolare, la migliore produzione si è ottenuta in piante cresciute con il sistema di irrigazione flotation e in presenza di 40 fori per alveolato. La produzione minore si è ottenuta con il sistema ebb-and-flow ed i contenitori a 160 fori. Il flotation ha garantito anche un'ottima produzione indipenden-

Tabella 4 - Area fogliare, peso fresco e sostanza secca di rucola alla raccolta (effetti principali significativi).

		Area fogliare (cm ²)	Peso fresco (g)			Sostanza secca (%)
Substrato	Torba+perlite 3:1	599,01	21,86	Substrato	Torba+perlite	11,63
	Lana di roccia	385,83	14,52		Lana di roccia	15,50
Significatività (P)		<0,001	<0,001	Significatività (P)		<0,001
Contenitore (n. di fori)	40	533,40	20,29	N (mmol L ⁻¹)	30	12,77
	160	451,44	16,08		120	14,37
Significatività (P)		0,025	0,006	Significatività (P)		0,049

Tabella 5 - Area fogliare e peso fresco di Valerianella con deviazione standard (SD) alla raccolta (interazione significativa N x Substrato x Alveolato, P< 0.001).

N (mmol L ⁻¹)	Substrato	Contenitore (n. di fori)	Area fogliare (cm ²)	SD Area fogliare	Peso fresco (g)	SD Peso fresco
30	Torba+perlite	40	465,55	32,41	14,01	4,76
		160	404,55	36,75	12,24	3,54
	Lana di roccia	40	300,88	34,50	11,33	4,53
		160	261,45	18,45	8,67	3,83
120	Torba+perlite	40	561,93	62,43	18,81	3,91
		160	292,40	46,78	10,86	3,88
	Lana di roccia	40	237,35	15,38	9,65	3,93
		160	236,88	28,64	9,94	4,82

temente dai livelli di azoto somministrati alle piante, mentre il sistema ebb-and-flow si è rivelato più suscettibile alle dosi di azoto; infatti, solo ad alti livelli di N si è ottenuta una produzione accettabile, quantunque al disotto delle produzioni commerciali standard (1 kg m⁻²). La sostanza secca alla raccolta è stata statisticamente influenzata soltanto dal sistema di irrigazione e dai livelli di N (effetti principali) (tab. 2). In particolare, valori superiori di sostanza secca sono stati riscontrati con piante allevate in Ebb-and-Flow oppure con livelli inferiori di N. La produzione di valerianella è stata significativamente favorita dall'irrigazione flotation, dal substrato con alta percentuale di torba e da un numero ridotto di fori per alveolato (tab. 3).

Substrati di crescita. Le piante di rucola hanno presentato i valori maggiori di area fogliare (599.01 cm², campione di 12 piante) e peso fresco (21.86 g, campione di 12 piante) quando cresciute con il miscuglio di torba e perlite piuttosto che con la lana di roccia, indipendentemente dagli altri fattori di crescita (tab. 4). L'accumulo di sostanza secca è stato inferiore nelle foglie di piante crescite nel miscuglio di torba e perlite. Anche nella coltivazione di valerianella la lana di roccia non ha influito positivamente su

area fogliare e peso fresco, mentre torba e perlite hanno avuto un effetto positivo, confermando che questo substrato è adatto alla crescita della valerianella oltre che a quello della rucola (tab. 5). Confrontando invece miscugli contenenti percentuali diverse di torba e perlite, è emerso che, se per la rucola i due substrati saggati non hanno fatto rilevare alcun tipo di effetto sulla crescita e sulla conservazione del materiale raccolto, nella valerianella la conservazione del prodotto in cella frigorifera a 4°C è stata influenzata significativamente dalle interazioni Substrato x Livelli di N e Sistema di irrigazione x Substrato.

Concentrazioni azotate nella soluzione nutritiva.

Le prime sperimentazioni hanno costituito la fase preliminare di affinamento del sistema di crescita. Per entrambe le specie la tecnica di irrigazione per galleggiamento continuo nella soluzione nutritiva costituita da 4 sali non si è dimostrata valida, anche riducendo a 1/10 la concentrazione azotata: le giovani piantine, infatti, iniziavano ad essere sofferenti dall'emissione della 4^a-5^a foglia; la crescita rallentava fino cessare del tutto e le foglie seccavano a partire dal margine fogliare per l'effetto fitotossico della soluzione. Sostituen-

do la soluzione con il fertilizzante commerciale, la rucola ha continuato a soffrire, producendo piante piccole e con foglie fortemente arrossate, mentre la produzione di valerianella è stata significativamente influenzata sia dalla frequenza della sostituzione della soluzione nutritiva (tab. 6), sia dalla dose di fertilizzante: i due fattori hanno infatti avuto un effetto significativo su peso fresco e sostanza secca sia al momento della raccolta sia durante il periodo di conservazione. Nelle prove in cui si è adottata la fertirrigazione con la soluzione nutritiva costituita da 4 sali, si è rilevato che con il sistema ebb-and-flow l'accumulo di sostanza secca nella rucola è stato inferiore nelle foglie di piante fertilizzate con la soluzione nutritiva contenente 30 mmol L⁻¹ di N rispetto alle piante a cui si somministrava la soluzione con 120 mmol L⁻¹ (tab. 4). Un'elevata concentrazione di N nella coltivazione di valerianella permette di ottenere i valori più elevati di area fogliare e peso fresco in corrispondenza del miscuglio di torba e perlite e con contenitori da 40 fori (tab. 5). Ponendo a confronto i due sistemi di irrigazione, la produzione di rucola in termini di peso fresco è risultata significativamente influenzata dall'interazione livello di N x sistema di irrigazione (tab. 1): i valori più elevati si sono ottenuti in cor-

Tabella 6 - Effetti del periodo di conservazione su peso fresco e sostanza secca di rucola.

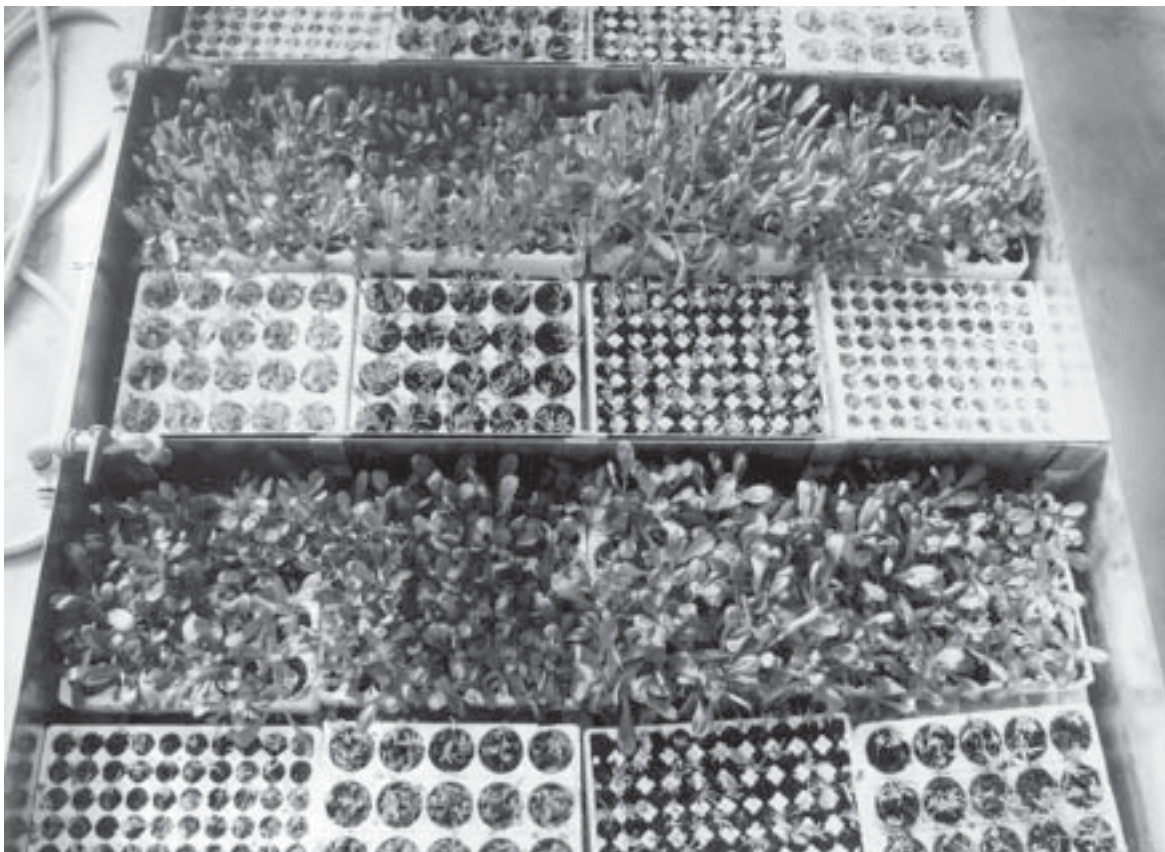
Conservazione (giorni)	Peso fresco (g)	Sostanza secca (%)
0	27,99	13,57
2	26,85	14,67
4	25,96	14,86
6	24,86	15,46
Significatività (P)	0,041	<0,001

Tabella 7 - Peso fresco e sostanza secca di rucola alla raccolta.

Frequenza della sostituzione	Settimanale	Quindicinale	Peso fresco (g m ²)	Sostanza secca (%)
Significatività (P)			1313,69	12,47
			936,92	14,03
			<0,001	<0,001

rispondenza di piante allevate con la soluzione con 60 mmol L⁻¹ di N nel sistema flotation. Nella valerianella non si sono rilevate differenze tra i due livelli di N.

Contenitori alveolari. Con la sub-irrigazione le piante di rucola hanno raggiunto valori superiori in area fogliare e peso fresco quando cresciute in contenitori alveolari da 40 invece che da 160 alveoli (tab. 5);



Piante di rucola appena tagliate e valerianella. Sono visibili i due tipi di alveolati (40 e 160 alveoli) e i due substrati (torba+perlite, colore scuro; lana di roccia, colore chiaro) utilizzati in questa prova.

con la valerianella l'area fogliare maggiore è stata ottenuta dalle piante cresciute in contenitori alveolari da 40 alveoli con il miscuglio di torba e perlite e fertilizzate con 120 mmol L⁻¹ di N (interazione significativa, tab. 6). L'uso dei contenitori da 160 alveoli è stato conveniente in termini di produzione di sostanza fresca, ma soltanto se le piante erano cresciute in lana di roccia ed erano fertilizzate con la soluzione da 120 mmol L⁻¹ di N. Confrontando i due sistemi di irrigazione, la produzione in termini di peso fresco è risultata significativamente influenzata dall'interazione irrigazione x numero di fori (Tabella 1). In particolare, la migliore produzione si è ottenuta in piante cresciute con il sistema di irrigazione flotation e in presenza di 40 fori per alveolato. La produzione minore si è ottenuta con ebb-and-flow e 160 fori. La produzione di valerianella è stata significativamente favorita da un numero ridotto di fori per alveolato (Tabella 4); se coltivata con galleggiamento nella soluzione con il fertilizzante commerciale, il numero di fori dell'alveolato ha un effetto significativo su peso fresco e sostanza secca sia alla raccolta sia durante la conservazione, e la produzione è favorita da un elevato numero di alveoli (1920,57 vs 1395,34 g m⁻² e 1363,43 vs 887,17 g m⁻², rispettivamente con alveolati a 99 e 40 fori nella prova di frequenza di sostituzione della soluzione nutritiva ed in quella di dosi di N).

Conservazione. Considerando i risultati relativi al periodo di conservazione post-raccolta in cella frigorifera di entrambe le specie, è emerso che il peso fresco dei campioni è diminuito nel tempo, mentre la sostanza secca è aumentata, indicando una normale e progressiva perdita di turgore (tab. 7); l'indice di qualità medio di entrambe le specie è diminuito con il trascorrere del tempo.

Nel complesso delle sperimentazioni è risultato che è possibile ottenere piante di rucola e valerianella di buona qualità in coltura fuori suolo. Con il sistema di irrigazione ebb-and-flow i migliori risultati si sono ottenuti coltivando le piante sul miscuglio di torba e perlite in contenitori a 40 alveoli; la lana di roccia ha fornito pessimi risultati in termini di qualità delle piante. Per ottenere un'elevata massa fresca, in termini sia di area fogliare sia di peso fresco, la concentrazione di N nella soluzione nutritiva deve essere al massimo di 120 mmol L⁻¹, anche se la conservazione migliore si è ottenuta con 30 mmol L⁻¹ di N. In generale, il periodo massimo di conservazione di ortaggi freschi tagliati è indicato in 5-7 giorni dal

confezionamento; la presente ricerca indica in 4 giorni il periodo di conservazione consigliato.

Utilizzando il sistema di irrigazione flotation è risultato possibile ottenere una produzione superiore di rucola, caratterizzata però da una sostanza secca inferiore rispetto all'altro sistema di irrigazione. Ciò può comportare la formazione di foglie meno saporite. Il materiale fresco si conserva meglio in cella frigorifera se prodotto utilizzando una soluzione nutritiva contenente dosi ridotte di N (30 mmol L⁻¹), dal punto di vista sia di degradazione dei tessuti sia di aspetto estetico. Il flotation ha garantito una maggiore produzione anche di valerianella; l'utilizzo di alveolari da 40 fori è raccomandabile, sia per la produzione sia per la qualità post-raccolta, come anche l'impiego di alte percentuali di torba nel substrato di coltivazione.

Conclusione

La coltivazione fuori suolo è risultata essere un sistema di coltivazione possibile ed efficiente per produrre ortaggi da foglia commerciabili, omogenei e di qualità. Il breve ciclo colturale di rucola e valerianella cresciute in serra non ha permesso l'attacco di parassiti e la comparsa di malattie; inoltre, alla raccolta le piante erano già pulite grazie alla sub-irrigazione, pronte al confezionamento o necessitanti soltanto di un minimo lavaggio.