

Capitolo 8 – ORTAGGI PER LA IV GAMMA

Antonio Ferrante

8.1. INTRODUZIONE

Gli ortaggi sono classificati, in funzione del tipo di lavorazione subita in: prodotti di I gamma (non lavorati), di II gamma (stabilizzati, appertizzati), di III gamma (surgelati), di IV gamma (semilavorati pronti all'uso) e di V gamma (precotti, grigliati, scottati al vapore). Negli ultimi anni si è osservato un aumento del consumo degli ortaggi di quarta gamma in seguito al cambiamento dello stile di vita e delle abitudini alimentari dei consumatori. Inoltre, il consumatore è sempre più attento al consumo di prodotti con effetto salutistico (Bracco *et al.*, 2007).

L'aumento della domanda di questi prodotti ha determinato una forte innovazione nella produzione orticola. In particolare, la produzione di ortaggi da foglia destinati alla quarta gamma è in continuo aumento. L'aumento dell'offerta riduce, tuttavia, il prezzo di mercato rendendo il settore sempre più competitivo (Baldi e Casati, 2009) tanto da imporre alle aziende ad adattarsi al mercato, ottimizzando e innovando le tecniche colturali puntando sulla qualità del prodotto. In Italia, le aziende di produzione e le industrie di valorizzazione dei prodotti orticoli di quarta gamma sono localizzate principalmente nella provincia di Bergamo e Brescia, ma negli ultimi anni, al fine di garantire una produzione costante e di qualità, sono nate aziende di conferimento anche al Sud Italia, principalmente in Campania e Puglia. In queste due regioni sorgono anche industrie di valorizzazione che riforniscono generalmente il mercato del centro-sud, ma spesso nei periodi invernali inviano i loro prodotti anche alle industrie del Nord.

I prodotti di quarta gamma sono costituiti per due terzi da ortaggi di prima gamma (insalate adulte) e per un terzo da ortaggi da foglia da taglio (*baby leaf*), che sono raccolti in uno stadio di sviluppo molto precoce quando hanno raggiunto i 13-15 cm di altezza e hanno 6-7 foglie.

La valorizzazione o trasformazione degli ortaggi di quarta gamma consiste nella pulizia della materia prima da corpi estranei, mondatura delle parti danneggiate più esterne, lavaggio, taglio, confezionamento e trasporto refrigerato ai punti vendita. Questi ortaggi in quanto privi di scarti e immediatamente utilizzabili (pronti al consumo) richiedono un elevato numero di servizi. La loro conservazione deve essere effettuata tentando di mantenerne inalterate le qualità nutrizionali, organolettiche ed estetiche, ovvero la freschezza (Colelli e Elia, 2009).

Subito dopo il confezionamento il prodotto dovrebbe essere conservato e trasportato a una temperatura costante di 4-5 °C fino alla vendita (Fig. 8.1).

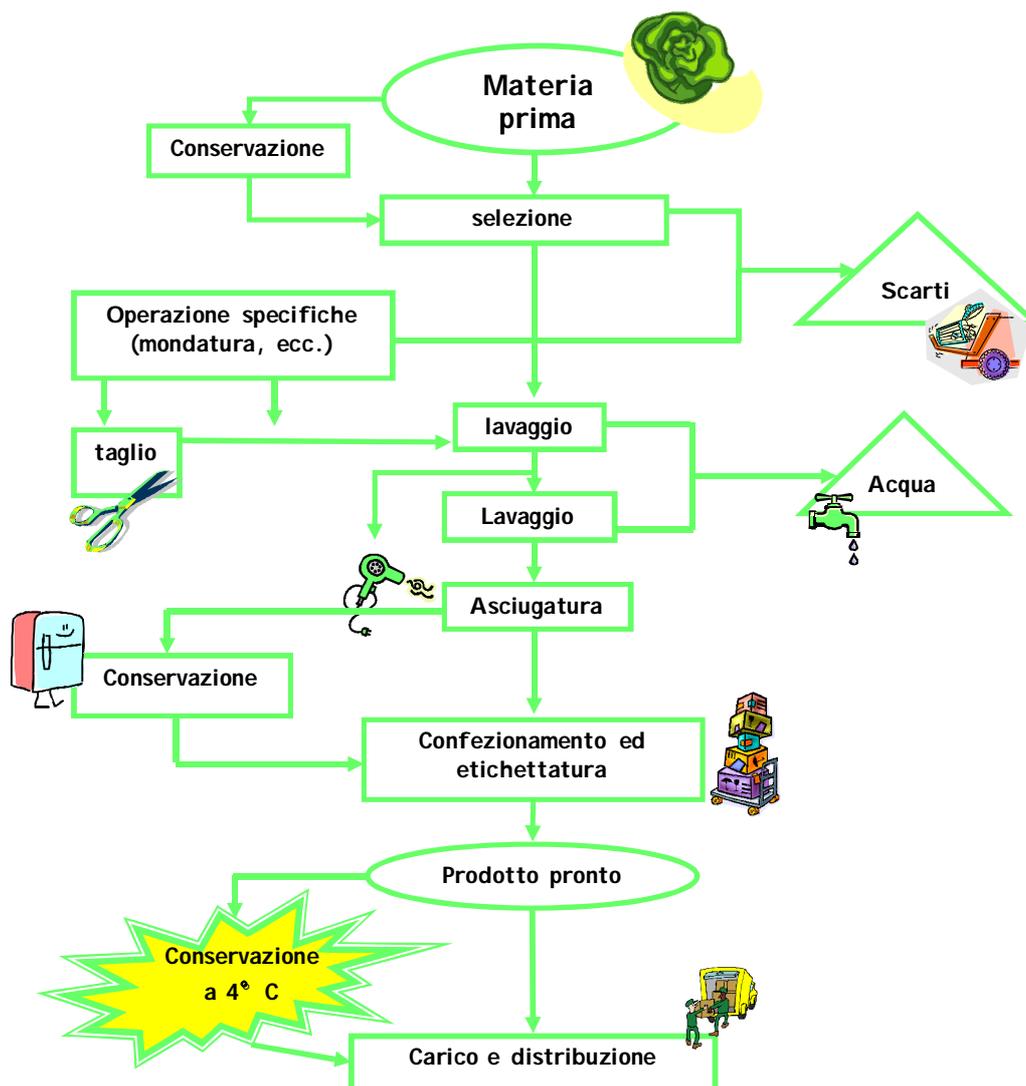


Figura 8.1. Diagramma di lavoro di un ortaggio destinato alla filiera della quarta gamma.

La coltivazione degli ortaggi da foglia e da taglio è generalmente effettuata in serra-tunnel con copertura in plastica della larghezza di 8-10 m e lunghi mediamente 50-100 m con un'altezza di 4 m. All'interno dei tunnel gli ortaggi *baby leaf* sono seminati a file. Le specie comunemente utilizzate sono la lattuga da taglio (*Lactuca sativa* L. var. *acephala*), rucola selvatica (*Diplotaxis tenuifolia* L.), spinacio (*Spinacia oleracea* L.), valerianella (*Valerianella olitoria* L.), cicorino (*Cichorium intybus* L.) e altre specie minori anche orientali.

Le superfici e la quantità da produrre per ciascuna specie è definita con l'industria di trasformazione. Le quote per ciascuna specie sono attribuite anche sulla base dell'esperienza dell'agricoltore e della capacità produttiva dell'azienda in termini quali-quantitativa.

Attualmente la produzione in Lombardia è effettuata esclusivamente su terreno, mentre in altre regioni del Nord-Ovest si sono sviluppate diverse aziende che producono in idroponica utilizzando il sistema floating.



Tunnel per colture da foglia (baby leaf). Macchina operatrice per la distribuzione di fertilizzante in prove sperimentali svolte nell'ambito del progetto AZORT.

La durata dei cicli colturali può variare da 20 a 90 giorni, in funzione della stagione dell'anno. Le asportazioni per ciclo colturale sono molto modeste considerando la produzione della biomassa fresca raccolta (Tab. 8.1). In genere, la concimazione con P e K è effettuata su base annuale, mentre quella azotata è effettuata per ogni ciclo. In generale, sullo stesso terreno possono essere effettuati dai 6-7 cicli all'anno.

Tabella 8.1. Asportazioni unitarie (kg/t) di elementi nutritivi delle principali specie utilizzate per la produzione di baby leaf per la quarta gamma.

Specie	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg
Lattughino	2,4-3,2	0,7-1,6	4,2-7,0	0,9-1,6	0,3-2,0
Rucola	3,5-6,9	1,2-1,5	5,8-6,0	1,0-3,6	0,4-1,3
Spinacio	3,4-4,2	1,5-1,6	7,6-9,3	0,6-1,3	0,8-1,0
Valerianella	4,0-5,2	1,5-2,5	6,1-7,0	1,5-2,6	0,7-1,3

La quarta gamma in Lombardia

La coltivazione delle colture di quarta gamma in Lombardia sono passate, nell'ultimo decennio, da colture marginali a primarie con notevole interesse industriale. Nelle province di Bergamo e Brescia dove può essere localizzato il nucleo di origine e diffusione delle colture *baby leaf* in Italia. Circa il 38 % della produzione in serra di queste province è destinata alla filiera della quarta gamma (Baldi e Casati, 2008).

Numerose aziende agricole con indirizzo cerealicolo-zootecnico si sono convertite all'orticoltura da quarta gamma. La variazione dell'indirizzo produttivo ha determinato una rivitalizzazione dell'agricoltura Lombarda e in modo particolare dell'orticoltura tradizionale. L'effetto dell'innovazione ha avuto un effetto diretto anche ai settori collaterali legati alla produzione, come da esempio la produzione di nuove tipologie di macchine agricole, delle strutture produttive e degli impianti di gestione della fertilizzazione e dell'irrigazione. L'effetto è stato dirompente anche sul territorio, con contrazione dei campi di mais e l'aumento delle colture protette, in modo particolare tunnel. L'aumento della superficie orticola ha anche portato a un mutamento del territorio e molti comuni, soprattutto i pionieri, stanno riducendo fortemente i permessi per la costruzione di nuovi tunnel.

Il forte sviluppo in Lombardia è dovuto principalmente alla costruzione dei primi centri di lavorazione/valorizzazione dei prodotti di quarta gamma. Queste aziende non sono semplici centri di raccolta e lavorazione, ma con il personale tecnico (agronomi) hanno iniziato a indirizzare e a gestire la coltivazione presso le aziende. Il conferimento del prodotto deve essere garantito tutto l'anno per cui la programmazione deve essere effettuata in modo puntuale su base annua.

Negli ultimi anni l'aumento delle aziende orticole di quarta gamma ha incrementato la competizione tra le aziende. Le industrie hanno esteso le aree di produzione delocalizzando soprattutto in inverno la coltivazione al Sud. Tuttavia, diverse strategie si stanno sviluppando per migliorare la coltivazione in Lombardia. In particolare, si stanno selezionando varietà estive e invernali per le diverse specie da quarta gamma (Salva e Bignami, 2012).

8.2. ASPETTI TECNICO-AGRONOMICI

Materiale di propagazione

Non esistono delle sementi selezionate per la coltivazione di ortaggi di quarta gamma da taglio, il volume commerciale è ancora modesto per essere oggetto di miglioramento genetico da parte delle ditte sementiere. Attualmente molto del germoplasma disponibile è quello delle insalate adulte adattato per la produzione di ortaggi *baby leaf*.

Scarse sono le informazioni circa alle esigenze termiche ottimali nella fase di crescita, le poche informazioni sono spesso limitate alla sola germinazione. La produzione avviene durante tutto l'anno e il settore soffre della carenza di cultivar adattate per le stagioni invernali ed estive. Questo problema è particolarmente sentito per lo spinacio e la rucola.

Ciclo colturale

Gli ortaggi da foglia e da taglio hanno un periodo colturale breve, variabile da 20 a 40 giorni a secondo della stagione. Ogni anno, nello stesso tunnel, possono essere effettuati 6-7 cicli colturali con raccolte variabili in numero da 9 a 13 in relazione alla specie e al numero dei ritagli. Il rapido susseguirsi delle colture impone lavorazioni frequenti che portano il terreno alla perdita della struttura. Pertanto è molto importante un regolare apporto di sostanza organica per il mantenimento delle caratteristiche fisico-chimiche del suolo. Le colture

destinate alla produzione di *baby leaf* sono raccolte quando sono nella fase di crescita attiva della pianta. In questo stadio, la fisiologia della pianta non è ancora ben caratterizzata. La capacità di assorbimento e di incorporazione degli elementi nutritivi non è ancora ben nota, così come l'ecofisiologia delle piante nelle diverse stagioni.

Uniformità della coltura

Gli impianti di irrigazione utilizzati spesso hanno una distribuzione non omogenea creando zone eccessivamente umide e zone in carenza idrica. In genere, le aree che sono meno irrigate sono localizzate ai bordi del tunnel. Questo problema incide moltissimo sulla crescita e sull'uniformità della coltura, inoltre le zone in carenza idrica hanno anche un più alto contenuto in nitrati.

Problemi fitosanitari

Le aziende che coltivano ortaggi *baby leaf* non seguono un vero e proprio avvicendamento colturale e spesso la programmazione è monocolturale con ingenti problemi fitosanitari. I brevi cicli spesso non permettono trattamenti curativi a causa degli intervalli di sicurezza dei prodotti fitosanitari e bisogna intervenire preventivamente. Normalmente si interviene con prodotti geodisinfestanti almeno una volta all'anno.

Sostanza organica

Una buona dotazione di sostanza organica (1,5-3%) è essenziale per il mantenimento della fertilità del terreno. Tuttavia non bisogna esagerare perché la sua mineralizzazione, soprattutto nel periodo estivo porta al rilascio di una elevata quantità di elementi nutritivi e in particolare di nitrati che sono assorbiti e accumulati nelle foglie delle insalate.

Fertilizzazione

Essendo colture a breve o brevissimo ciclo colturale le esigenze nutrizionali sono molto limitate. Il piano di fertilizzazione deve essere opportunamente definito considerando le asportazioni delle diverse specie (Penati *et al.*, 2009) e la disponibilità nel terreno determinata mediante periodiche analisi chimiche. In genere, le asportazioni sono calcolate considerando anche l'indice di raccolta variabile da 0,5 a 0,7 ad eccezione della valerianella che viene raccolta interamente ed ha quindi un indice di raccolta pari a 1. Dalle diverse analisi chimiche del terreno effettuate in alcune aziende della provincia di Bergamo è emerso una elevata dotazione di P, K, Ca e Mg. Spesso è riscontrabile anche una elevata concentrazione di N nitrico e ammoniacale.

Una eccessiva fertilizzazione porta ad un aumento della conducibilità elettrica e nei casi gravi a stress osmotico alle colture, ma anche inquinamento ambientale. L'elevata concimazione azotata e soprattutto l'apporto di N nitrico, non essendo trattenuto dai colloidali del terreno, può determinare l'inquinamento delle falde freatiche superficiali per lisciviazione. Inoltre, una errata gestione della fertilizzazione può portare, nel medio periodo, all'innalzamento del pH del terreno.

Accumulo dei nitrati nelle foglie

Il nitrato è assorbito dalle radice dove può essere immediatamente ridotto o traslocato nelle foglie. Nelle foglie il nitrato può essere accumulato nei vacuoli o ridotto a nitrito e successivamente organicato e incorporato negli amminoacidi. Nelle foglie può anche svolgere funzione di osmoregolazione soprattutto in carenza di zuccheri, nel periodo con scarsa illuminazione. La riduzione del nitrato avviene ad opera della nitrato reductasi che ha un andamento circadiano e ha bisogno di elettroni derivanti dal processo fotosintetico. Questo significa che in condizioni di fotoperiodi brevi e/o in ambienti con scarsa intensità di luce la riduzione del nitrato è rallentata.

In condizioni ambientali sfavorevoli, il contenuto in nitrati è molto alto nelle foglie e può superare i limiti di legge per la commercializzazione. Questi limiti sono stati imposti dall'U.E. per ridurre l'apporto di nitrato nella dieta umana. Questa decisione è stata presa in seguito ai risultati ottenuti da studi epidemiologici che hanno dimostrato un effetto cancerogeno di composti derivati dalle nitrosammine (reazioni del nitrito con i prodotti del catabolismo proteico). L'eccesso del nitrato può determinare la metaemoglobinemia nei bambini causando la sindrome del "baby blue" dovuta all'incapacità della metaemoglobina a trasportare ossigeno. Siccome i nitrati sono presenti nell'acqua potabile ed è indispensabile per la conservazione della carne e dei salumi è stato imposto per ogni ortaggio un limite in funzione della sua capacità di accumulo. L'Italia ha recepito il regolamento per la lattuga e lo spinacio. L'ultimo regolamento in materia, il n° 1258 del 2011 tiene conto del periodo stagionale e del luogo di coltivazione.

Negli ultimi anni, alcuni studiosi hanno affermato che in realtà il nitrato nello stomaco porta alla formazione di monossido di azoto (NO) che svolge un'azione di protezione contro alcuni patogeni per l'uomo. Il ruolo dei nitrati nell'alimentazione umana è ambiguo, tuttavia esistono dei limiti imposti dall'UE che dobbiamo rispettare per la libera commercializzazione.

I limiti attualmente in vigore non destano preoccupazione, perché con l'applicazione delle buone pratiche agricole sono facilmente ottenibili. Solo gravi errori di fertilizzazione o condizioni ambientali particolarmente avverse possono determinare un eccessivo accumulo nelle colture.

Tuttavia, recentemente alcuni supermercati hanno utilizzato il contenuto di nitrato dei propri prodotti per selezionare i fornitori e alcuni di essi puntano alla commercializzazione di ortaggi con zero nitrati, come parametro di qualità anche se l'assenza di nitrati nelle foglie (<500 mg/kg p.f.) è uno stadio transitorio difficilmente ottenibile nella coltivazione su terreno.

Soluzioni ai problemi tecnico-agronomici

Il ruolo dell'agronomo è fondamentale per una corretta gestione delle aziende di quarta gamma. Prima di tutto deve conoscere le caratteristiche del terreno e del clima delle aziende in cui opera. Dalla valutazione delle analisi del terreno si procede a eventuali interventi di correzione, prima dell'organizzazione produttiva. Molto importante è il controllo del pH e della conducibilità elettrica che agiscono direttamente sulla biodisponibilità degli elementi

nutritivi e sull'assorbimento radicale. Molto importante è la consultazione bibliografica per reperire informazioni tecniche necessarie per la scelta della semente da utilizzare anche in funzione dell'ambiente di coltivazione.

Bisogna considerare che si tratta di piantine in fase di crescita attiva, pertanto il comportamento fisiologico potrebbe essere completamente diverso da quelle adulte.

Generalmente una volta l'anno deve essere effettuata la disinfezione del terreno, per l'inattivazione delle infestanti e delle spore fungine. Nel caso si verificassero forti incidenze di malattie durante l'anno è necessario ripetere il trattamento. Queste applicazioni permettono di ridurre considerevolmente gli interventi fitosanitari durante la coltivazione.

Si consiglia di non effettuare concimazioni azotate o apportare quantità modeste di questo elemento nel primo ciclo dopo la disinfezione perché la morte della flora microbica rende disponibile una buona quantità di N.

Molto importante è la scelta o la sostituzione dell'impianto di irrigazione e verificarne la corretta funzionalità. Una buona irrigazione deve essere effettuata nella fase iniziale della coltura e ridurre gli interventi durante la coltivazione per evitare lo sviluppo di malattie fungine. Per ogni coltura è fondamentale determinare l'effettivo fabbisogno idrico a secondo della stagione, per razionalizzare l'uso dell'acqua. Ogni anno, dovrebbe essere effettuata l'analisi chimica dell'acqua per verificare l'idoneità, soprattutto se si utilizza acqua di pozzo.

Cruciale è la corretta preparazione di un piano di concimazione. Una razionale concimazione è fondamentale, sia per le rese sia per la riduzione dei costi di produzione. Un piano di concimazione deve essere opportunamente redatto considerando le asportazioni delle colture, la dotazione dei terreni e la fertilità derivante dai residui colturali. Gli apporti dovrebbero essere effettuati preferibilmente con concimi semplici, limitando il più possibile i binari e i ternari. Le piante non assorbono gli elementi nutritivi nello stesso rapporto con cui gli elementi sono presenti nel concime complesso. Pertanto l'uso di questi concimi possono determinare un accumulo nel terreno e portare anche a problemi di lisciviazione (es. nitrati) con notevoli ripercussioni ambientali. Infine, per il mantenimento del pH è buona norma utilizzare concimi a reazione acida dato che in queste aziende tende con il tempo ad innalzarsi.

La sostanza organica deve essere apportata annualmente per garantire il mantenimento della struttura e delle caratteristiche fisico-chimiche, ma nello stesso tempo bisogna evitare un eccessivo accumulo che nel periodo estivo può dare problemi di accumulo di nitrati nelle foglie a seguito della sua mineralizzazione. La sostanza organica deve essere apportata con letame maturo o meglio con concime organico contenente il 30-50 % di carbonio organico. La sostanza organica non stabilizzata è fonte di sementi infestanti e portatrice di patogeni per le piante e per l'uomo.

I prodotti fitosanitari disponibili e utilizzabili su queste colture devono essere verificati annualmente. Ogni anno sono immessi e revocati diversi prodotti dal commercio, pertanto è indispensabile l'aggiornamento tecnico. Si consiglia di consultare periodicamente le banche date dei fitofarmaci disponibili, come ad esempio la SIAN, disponibile sul sito del Ministero delle Politiche Agricole e Forestali. La scelta di questi prodotti deve essere effettuata in base

ai disciplinari di produzione, allo stadio colturale e all'intervallo di sicurezza.

Per ridurre l'accumulo dei nitrati nelle foglie bisogna razionalizzare la concimazione azotata e fornire solo il quantitativo di N necessario per soddisfare le asportazioni delle colture. Sostituire i teli di copertura quando hanno perso le proprietà ottiche iniziali e lavare periodicamente i tunnel per rimuovere polvere o residui di materiale ombreggiante (calce) utilizzata per limitare la radiazione luminosa alle colture durante il periodo estivo. Nei terreni con una elevata quantità di sostanza organica, durante l'estate, è consigliabile raccogliere il prodotto la sera.

8.3. COLTIVAZIONE IDROPONICA

Gli ortaggi da foglia e da taglio in idroponica sono generalmente coltivati utilizzando il sistema *floating system*. Il termine deriva dall'inglese *to float* che significa "galleggiare". In passato il *floating* è stato utilizzato per la produzione del tabacco e poi successivamente è risultato particolarmente adatto alla coltivazione di specie a taglia contenuta e a ciclo breve, come gli ortaggi da foglia e da radice; tra cui, orticole da cespo (lattughe, radicchi, ecc.), da taglio (lattughino, cicoria, valerianella, ecc.) da radice (ravanella, ecc.) ed aromatiche (basilico, erba cipollina, prezzemolo, menta, salvia, rucola, ecc.). Questa tecnica di coltivazione ha avuto molto successo per gli ortaggi da foglia destinati alla quarta gamma, perché fornisce ottimi risultati dal punto di vista quali-quantitativo (Gonnella *et al.*, 2004; Pardossi *et al.*, 2005; Diaz *et al.*, 2006; Podetta *et al.*, 2011).



Coltivazione idroponica (floating) di baby leaf in Lombardia.

Il sistema di coltivazione *floating* consiste in una vasca impermeabilizzata, posta fuori o scavata nel terreno ad altezza e profondità variabili (20-30 cm). La quantità di soluzione nutritiva contenuta è anch'essa variabile da 150 a 250 L/m² e richiede ossigenazione per contrastare il depauperamento dell'ossigeno dovuto alla respirazione radicale e alla

stagnazione. L'apporto di ossigeno può avvenire per semplice immissione di aria mediante compressore o miscelazione dell'aria con la soluzione nutritiva attraverso un sistema venturi oppure mediante gorgogliamento. La carenza di ossigeno condiziona fortemente la funzionalità delle radici che tendono ad annerire e perdere la loro funzionalità. La concentrazione ottimale oscilla da 6 a 7 mg/L e l'effetto ipossico sulla pianta inizia a manifestarsi quando l'ossigeno scende sotto i 3 mg/L. In alcune specie come la valerianella, l'effetto della riduzione di ossigeno determina una riduzione del nitrato nelle foglie. Questo effetto fisiologico è noto come respirazione del nitrato in condizioni di ipossia/anossia. Purtroppo, la riduzione del nitrato è associata ad un leggero aumento anche dei nitriti per cui è bene garantire la giusta ossigenazione (Ferrante *et al.*, 2005).

Nel sistema di coltivazione *floating* la semina è effettuata in pannelli di polistirolo con un substrato minimo, sufficiente per la sola germinazione dei semi. Il pannello ha la sola funzione di supporto per le piante ed è costituito da polistirolo ad alta densità. Ne esistono di due tipi: nei primi vengono ricavate delle fessure a sezione tronco-conica a distanza di 25-35 mm, larghe circa 5 mm nella parte superiore e 1-2 mm in quella inferiore che contengono modeste quantità di substrato su cui è disposto il seme; per la produzione di specie da cespo (lattughe) anziché fessurazioni lineari, i pannelli presentano gli alloggiamenti del cubetto di semina (Malorgio *et al.*, 1995). Per la coltivazione possono essere utilizzati anche i comuni contenitori alveolati normalmente impiegati nel vivaismo.

Le fessure vengono riempite con un substrato composto da perlite, vermiculite, torba bionda o miscugli degli stessi; questa operazione viene effettuata da una macchina che provvede anche a disporre il seme oltre che ad effettuare una prima irrigazione. Tuttavia, il substrato più idoneo è la perlite o una miscela di perlite e vermiculite. Prima della posa in vasca, i vassoi vengono posti in una cella climatica per favorire la germinazione e quando le plantule sono attecchite si trasferiscono in vasca. I pannelli non sono posti direttamente in vasca dopo la semina, perché si possono sviluppare le alghe e contrastare la normale crescita delle piante.



Cella di germinazione per insalate baby leaf. I pannelli sono incubati, al buio, alla temperatura ottimale di germinazione per pochi giorni, dopodiché sono trasferiti in serra.

Le soluzioni nutritive consigliate sono molteplici e possono essere ottimizzate per ciascuna specie. Per gli ortaggi da foglia in genere il fabbisogno idrico e minerale è soddisfatto da una soluzione nutritiva contenente le seguenti mM: 12 N-NO₃; 3,8 N-NH₄; 2,8 P; 8,4 K; 3,5 Ca; 1,4 Mg; 2 S; 0,04 Fe e micronutrienti (Alberici *et al.*, 2008). Per la lattuga da taglio questa soluzione può essere utilizzata per tre cicli colturali senza altre aggiunte di sali minerali. Il pH della soluzione nutritiva deve essere compreso tra 5,5 e 6,5, mentre la conducibilità elettrica è specie specifica.

Numerosi sono i vantaggi legati all'adozione del *floating system* per la produzione di insalate da taglio; innanzitutto i costi di realizzazione e di gestione dell'impianto sono contenuti, grazie anche alla limitata necessità di dispositivi automatici di controllo della soluzione nutritiva. Il sistema permette di accorciare sensibilmente i cicli colturali, in virtù della possibilità di riscaldamento della soluzione nutritiva; la totale mancanza di terreno comporta una maggiore pulizia dei prodotti, l'assenza di infestanti e di patogeni tellurici e, conseguentemente, i trattamenti fitosanitari risultano superflui. Si possono ridurre i contenuti di nitrati attraverso la sostituzione della soluzione nutritiva con acqua alcuni giorni prima della raccolta, oppure attraverso la riduzione della concentrazione di nitrati con l'aumento della frazione ammoniacale.

Il controllo della soluzione nutritiva permette di effettuare la cosiddetta biofortificazione con elementi minerali (es. ferro, iodio e selenio) o composti funzionali (es. omega-3, iodio) esaltando caratteristiche qualitative delle foglie.

Permette inoltre di aumentare la *shelf-life* per esempio inducendo stress salino alcuni giorni prima della raccolta. A questi si aggiungono gli aspetti positivi generici di tutti i metodi senza suolo, ovvero la possibilità di standardizzare molto le produzioni, rendendo inoltre agevole la meccanizzazione, razionalizzando l'organizzazione del lavoro, e permettendo un uso efficiente dei concimi e la riduzione dei consumi idrici.



Pannello di polistirolo con le radici delle piante durante la coltivazione idroponica in serra.



Bombole con l'ossigeno da immettere nelle vasche di coltivazione.

8.4. PROSPETTIVE FUTURE

La superficie coltivata ad ortaggi da foglia e da taglio è destinata ad aumentare. Contemporaneamente la competizione tra i produttori sarà più forte, stimolando le aziende ad innovarsi per poter essere competitive sul mercato. L'agronomo deve giocare un ruolo fondamentale nella valutazione dell'efficienza aziendale e nell'orientare l'ordinamento produttivo. Si dovranno abbassare i costi di produzione, ottimizzando la scelta dei mezzi tecnici, ma nel lungo periodo potrebbe non essere sufficiente. Pertanto devono essere effettuate scelte per l'innovazione di processo o di prodotto.

Tra l'innovazione di processo, l'introduzione della coltivazione idroponica permetterebbe di aumentare le rese e nel contempo di ottenere prodotti migliori da un punto di vista fitosanitario. Tuttavia, la conversione deve essere opportunamente valutata perché impone un rinnovo del parco macchine aziendale e delle modifiche agli impianti di trasformazione in quanto il prodotto è più sensibile agli stress di lavaggio ed essendo già pulito non richiede tutte le operazioni previste per gli ortaggi prodotti nel terreno.

L'innovazione di prodotto deve essere effettuata introducendo specie con un alto valore salutistico che apportano sostanze nutraceutiche come ad esempio acidi grassi polinsaturi omega 3 e 6, composti antiossidanti ecc. Questo obiettivo potrebbe essere raggiunto attraverso l'introduzione di alcune specie orientali da utilizzare nella misticanza o in purezza.

Una interessante prospettiva è l'introduzione di ortaggi biofortificati con alcuni elementi nutritivi presenti in tracce nell'ambiente come selenio e iodio, come già accennato nel precedente paragrafo.

Il selenio svolge importanti funzioni protettive per la nostra salute e la carenza di questo elemento può provocare varie malattie. Il fabbisogno di selenio nell'uomo varia da 20 a 100 µg, mediamente è di 55 µg. L'Italia è un paese in cui selenio nel suolo è presente in bassa quantità, pertanto l'apporto con gli alimenti di origine vegetale è piuttosto scarso. Lo iodio, invece, è un elemento incorporato negli ormoni tiroidei, necessari per la crescita nei giovani e il mantenimento del metabolismo negli adulti; nei bambini è necessario per l'accrescimento e lo sviluppo del sistema nervoso. Il fabbisogno giornaliero di iodio per una corretta dieta oscilla da 150 a 200 µg al giorno (INRAN, Roma), con una dose giornaliera consigliata di 150 µg al giorno. In alcune regioni con un'alimentazione a base di cibi a basso contenuto di iodio possono presentare problemi come l'ingrossamento delle ghiandole della tiroide, la formazione della gotta. Molto importante è l'apporto di iodio durante la fase di gestazione, che spesso in alcune diete può essere alla soglia consigliata che è di 200-300 µg al giorno. Nei paesi industrializzati l'uso del sale da cucina iodato ha ridotto l'incidenza di queste alterazioni fisiologiche. Nelle diete iposodiche, però, potrebbe essere utile apportare iodio attraverso altri cibi, come appunto gli ortaggi.

8.5. SINTESI DEI RISULTATI DELLE PROVE DEL PROGETTO AZORT

Nell'ambito del progetto AZORT sono state effettuate diverse prove sperimentali per studiare la risposta del lattughino alla diversa disponibilità azotata nel lattughino da taglio. La lattuga da taglio è principalmente coltivata per la produzione di *baby leaf* da destinare alla filiera della quarta gamma. La raccolta è effettuata allo stadio di 3-4 foglie quando la piantina ha raggiunto l'altezza di 10-13 cm. Il ciclo colturale ha una durata di 20-40 giorni a secondo della stagione e dall'andamento della temperatura. Le asportazioni sono molto limitate se confrontato con le insalate adulte. La dinamica di assorbimento degli elementi e del nitrato, in particolar modo, non è ancora ben studiata poiché il volume produttivo e commerciale è ancora in espansione. L'accumulo dei nitrati in lattuga raccolta in questo stadio di sviluppo è condizionato sia dall'ambiente di coltivazione sia dalla gestione della fertilizzazione. La fisiologia di queste piante non è ben nota, sicuramente le foglie non completamente espansive hanno una limitata attività fotosintetica, una ridotta efficienza del trasporto elettronico che condiziona anche il metabolismo dell'N. Per poter enucleare l'effetto della dose di N è necessario avere a disposizione un terreno o substrato con bassa sostanza organica e basso contenuto di elementi nutritivi. Per soddisfare questi requisiti è stato utilizzato terreno estratto da sotto un fabbricato dopo la sua demolizione.

Al fine di studiare l'accumulo del nitrato nelle foglie di lattughino coltivato sono state somministrate dosi crescenti di N (0, 50, 100 e 150 kg/ha) all'impianto e dopo due settimane dalla semina. La coltivazione è stata effettuata seguendo i disciplinari della Regione Lombardia. Le prove sono state condotte su lattuga da taglio (*Lactuca sativa* L. var. *acephala* tipo Batavia Rubia) seminata con una densità di semina con una densità di 222 semi/m². Le piantine sono state fertilizzate con nitrato di ammonio con titolo al 34% in modo da fornire una quantità di nitrato pari a 50, 100 e 150 kg/ha, il trattamento senza fertilizzazione è stato

utilizzato come controllo. Il terreno è stato analizzato all'inizio e alla fine delle prove per poter determinare la quota di nitrato rimanente nel terreno e quella assorbita dalle piante. I rilievi hanno riguardato la determinazione della produzione, l'analisi di crescita (area fogliare, peso fresco e secco) e il contenuto in nitrati.

La produzione e la crescita delle piante sono aumentate proporzionalmente alle dosi di N somministrate, raggiungendo il massimo alla dose di 100 kg/ha. La produzione massima è stata di 1,7 kg/ha alle dosi di 100 e 150 kg/ha. L'area fogliare, il peso e la lunghezza delle piante sono aumentati all'aumentare della dose di N. Il contenuto in nitrato fogliare è aumentato nelle dosi più alte così come il contenuto di N nel terreno.

Il primo ciclo colturale effettuato su di un terreno povero di elementi nutritivi ha mostrato una buona curva di dose-risposta alle diverse concentrazioni di N fornito. La lattuga non concimata ha prodotto circa 600 g/m², la dose di 50 kg/ha in media 900 g/m², mentre le dosi più elevate (100 e 150 kg/ha) hanno fatto registrare valori di 1700-1800 g/m² senza mostrare differenze statistiche (Fig. 8.2). Il ciclo colturale è stato lento ed è durato 120 giorni.

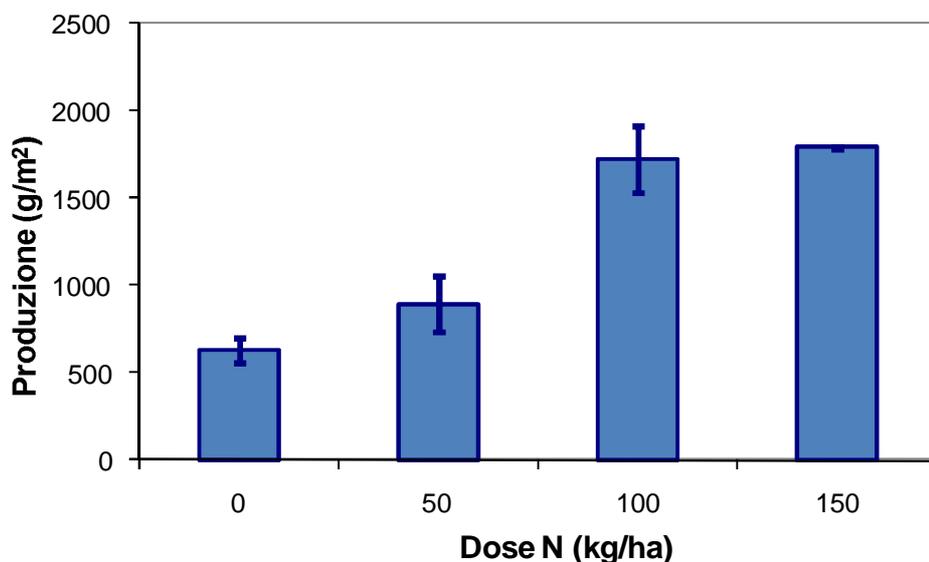


Figura 8.2. Produzione in lattuga da taglio concimata con diverse dosi di azoto, in un terreno con limitata disponibilità di macroelementi e scarsa dotazione di sostanza organica. I valori sono medie con gli errori standard.

Il contenuto in nitrati nelle foglie è diminuito all'aumentare della dose applicata. Questo comportamento fisiologico è stato dovuto molto probabilmente a una carenza di elementi nutritivi nel terreno che ha limitato anche l'attività fotosintetica. In queste condizioni i nitrati si sono accumulati nelle foglie, molto probabilmente per compensare la carenza di zuccheri semplici nella funzione osmotica. I valori più elevati sono stati riscontrati nel controllo non concimato con un contenuto medio di 2000 mg/kg p.f., mentre nella dose più elevata il contenuto in nitrato è stato in media di 900 mg/kg p.f..

Nelle prove successive la concentrazione dei macroelementi è stata portata nell'intervallo ottimale così come la sostanza organica, la produzione e la crescita delle piante sono aumentate proporzionalmente alle dosi di N somministrate, raggiungendo il massimo alla dose di 100 kg/ha come nelle prove con carenza di elementi nutrizionali. La produzione massima è stata di 1,8 kg/ha alle dosi di 100 e 150 kg/ha.

Il contenuto di nitrato nelle foglie è aumentato in modo esponenziale all'aumentare della dose azotata. Il valore più elevato è stato osservato nella dose 100 e 150 kg/ha con medie variabili tra 1800 e 2200 mg/kg p.f. (Fig. 8.3), contrariamente a quanto riscontrato nelle prime prove. L'area fogliare, il peso e la lunghezza delle piante sono aumentati all'aumentare della dose di N. Il contenuto in nitrato è aumentato nelle dosi più alte e analogamente il contenuto nel terreno (Fig. 8.3).

Sempre nell'ambito del progetto sono stati effettuati dei monitoraggi, a livello aziendale, per studiare l'effetto stagionale sull'accumulo dei nitrati nelle foglie del lattughino da taglio. Il monitoraggio è stato effettuato in alcune aziende della provincia di Bergamo, dove sono localizzate le principali industrie della quarta gamma. I dati meteorologici (temperatura dell'aria e radiazione solare globale) sono stati ottenuti dalla stazione di Orio al Serio del servizio meteorologico dell'Aeronautica.

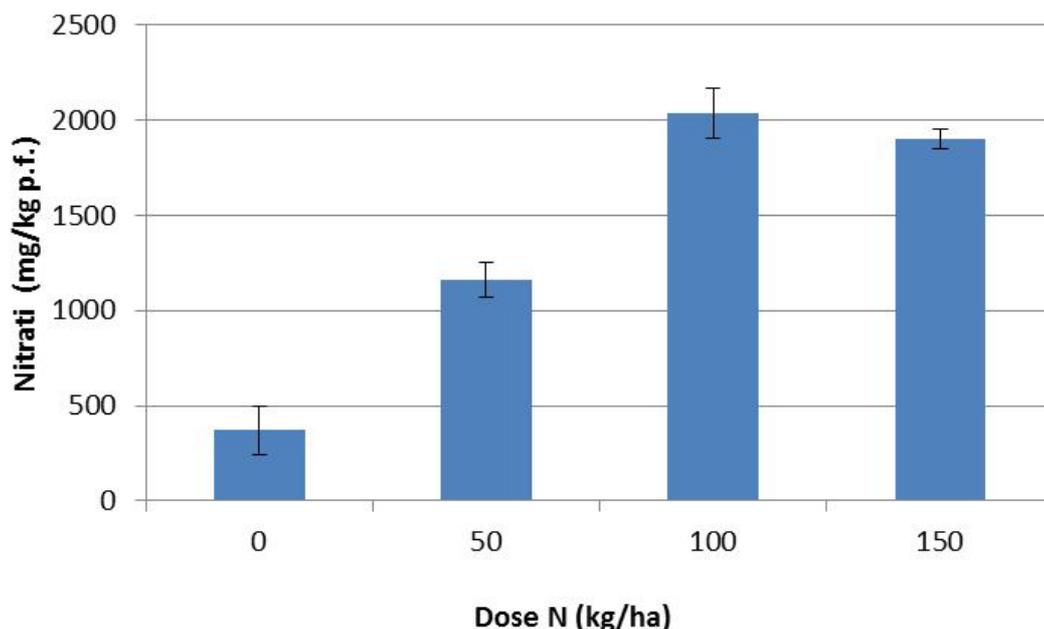


Figura 8.3. Effetto della dose azotata sul contenuto di nitrati nelle foglie, in un terreno con buona disponibilità di macroelementi e di sostanza organica. I valori sono medie con i relativi errori standard.

Il contenuto di nitrato nei diversi periodi dell'anno è stato correlato all'andamento meteorologico, ottenendo risultati in buon accordo con quelli forniti dalla letteratura scientifica di riferimento. Più in particolare, è stata riscontrata una correlazione negativa tra contenuto di nitrati e livelli di radiazione solare globale e di temperatura, con contenuti in

nitrate più ridotti nel periodo primaverile-estivo (media variabile da 500 a 2000 mg/kg p.f.) e più elevati in quello autunno-invernale (valori superiori ai 4000 mg/kg p.f.). Tale peculiare comportamento si giustifica con il fatto che l'organizzazione dei nitrati dipende dall'attività fotosintetica e quindi dai fotosintetati disponibili ed è inoltre sensibile alla temperatura. Più nello specifico è noto che l'optimum termico per le attività fisiologiche della lattuga si colloca intorno ai 20 - 24 °C, per cui allontanandosi da tale intervallo il metabolismo del nitrato rallenta con conseguente aumento del nitrato accumulato.

In base ai risultati ottenuti, si evince ancora una volta, che è molto importante calcolare il reale fabbisogno di N del lattughino da taglio, soprattutto per i cicli colturali autunno-vernini, al fine di evitare un eccessivo accumulo di nitrati nelle foglie e superare i limiti imposti dalla C.E. (Reg. n° 1258/2011).

BIBLIOGRAFIA

- Alberici, A., Quattrini, E., Penati, M., Martinetti, L., Marino Gallina, P., Ferrante, A., 2008. Effect of the reduction of nutrient solution concentration on leafy vegetables quality grown in floating system. *Acta Hort.* 801, 1167-1176.
- Baldi, L., Casati, D., 2009. Il settore della IV gamma e il suo sviluppo in Lombardia: gli aspetti economici. *Bullettino dell'Agricoltura, Atti della Società Agraria di Lombardia* 3-4, 17-36.
- Bracco, S., Di Vita, G., Lanfranchi, M., Finocchiaro, R.V., 2007. Il consumo degli ortaggi di IV gamma in Sicilia. *Tecnica Agricola* 2-3, 1-15.
- Colelli, G., Elia, A., 2009. I prodotti ortofrutticoli di IV gamma: aspetti fisiologici e tecnologici. *Italus Hortus* 1, 55-78.
- Diaz, K., Malorgio, F., Tognoni, F., Serra, G., 2006. Il *floatingsystem* per la produzione di ortaggi da foglia. *Informatore Fitopatologico* 3 (3), 57-58.
- Ferrante, A., Quattrini, E., Martinetti, L., Schiavi, M., Maggiore, T., 2005. *Floatingsystem* senza ossigenazione per la produzione di ortaggi da IV gamma. *Colture Protette* 12: 72.
- Gonnella, M., Serio, F., Conversa, G., Santamaria, P., 2003. Yield and quality of lettuce grown in floating system using different soling density and plant spatial arrangements. *Acta Hort.* 614, 687-692.
- Gonnella, M., Serio, F., Conversa, G., Santamaria, P., 2004. Production and nitrate content in lamb's lettuce grown in floating system. *Acta Hort.* 644: 61-68.
- Malorgio, F., Pardossi, A., Casarotti, D., Tognoni, F., 1995. Contenuto di nitrati nella lattuga coltivata in NFT. *Colture Protette* 3 (3), 71-79.
- Pardossi, A., Malorgio, F., Incrocci, L., Tognoni, F., 2005. Hydroponic technologies for greenhouse crops. In: Dris R (Ed) *Crops: Quality, Growth and Biotechnology*, WFL Publisher, Helsinki, Finland, pp 360-378.
- Penati, M., Ferrante, A., Martinetti, L., Quattrini, E., Marino, P., Schiavi, M., Falavigna, A., Salamone, F., Sari, M., Frigeni, S., Rocchetti, R., Facchetti, M., 2009. Asportazioni di elementi nutritivi ed ottimizzazione della fertilizzazione delle colture da foglia destinate alla IV gamma. *Quaderni della ricerca* 107, pp. 48.

- Podetta, N., Ferrarese, M., Martinetti, L., Quattrini, E., Trivellini, A., Ferrante, A. 2011. Rucola: la concimazione azotata nel *floating system*. Intersezioni 7, 1-3.
- Salva, M., Bignami, C., 2012. Le migliori varietà di spinacio per produrre quarta gamma. L'Informatore Agrario 68 (20), 47-50.