



CANALETTA, ECONOMICA E FACILE

Questo metodo di sub-irrigazione, oggetto della sperimentazione del Cra-Ort, costituisce un sistema a ciclo chiuso, che riduce al minimo il dilavamento del substrato e quindi mantiene la stabilità della soluzione più a lungo dell'irrigazione a goccia

di **Manuela Capodilupo, Accursio Venezia**

Nell'ambito dell'orticoltura protetta, la coltura senza suolo è una tecnologia moderna che prevede l'uso di substrati di crescita per favorire la produttività delle colture evitando i problemi associati all'utilizzo del suolo, come la diffusione dei patogeni tellurici e la stanchezza del terreno. Grazie al supporto di sistemi di automazione per il controllo del clima e della fertirrigazione, l'idroponica permette di migliorare il controllo dell'intero processo produttivo e consente quindi di ridurre i consumi di acqua e concimi e di accrescere la produttività e la qualità del prodotto.



Foto 1 - Distribuzione delle radici nel substrato in vaso a fine coltura di pomodoro per irrigazione a goccia (sinistra) e per subirrigazione in canaletta (destra).

vità e la qualità del prodotto.

Le colture senza suolo possono differenziarsi in base alla presenza e al tipo di substrato (coltura su substrato o idrocoltura; substrati organici o inorganici; ecc.), alla modalità d'irrigazione che consente di fornire la soluzione nutritiva alla coltura (irrigazione a goccia o subirrigazione) e al recupero della soluzione drenata (sistema aperto o chiuso).

Nelle colture senza suolo ad alta intensità tecnologica, secondo il modello olandese, si tende al sistema chiuso e il substrato maggiormente utilizzato è la lana di roccia. Nelle colture mediterranee a minore intensità tecnologica prevale il sistema aperto e oltre alla lana di roccia si utilizzano vari substrati quali perlite, miscugli di torba e perlite, torba e pomice, fibra di cocco, poseidonia, vinacce, pula di riso, ecc.

Sistema chiuso

La coltivazione senza suolo in sistema chiuso permette il riutilizzo della soluzione nutritiva drenata proporzionando la quantità fornita di acqua ed elementi nutritivi a quella assorbita dalle piante. Il principale pregio di questo sistema è il ridotto impatto ambientale, in quanto la soluzione residua non viene scaricata nell'ambiente. La fornitura di acqua irrigua di buona qualità, anche mediante raccolta di acqua piovana o desalinizzazione, è essenziale per ottenere pienamente i benefici ambientali dei sistemi chiusi.

Nelle colture in contenitore maggiormente diffuse, la soluzione nutritiva viene erogata per irrigazione a goccia dalla parte alta, attraversa tutto il substrato, si arricchisce degli elementi minerali non assorbiti dalle radici delle piante e dei patogeni e parassiti eventualmente presenti e fuoriesce dalla base del vaso/sacco/lastra. La soluzione drenata prima di essere riutilizzata viene quindi



Foto 2 - Piante di pomodoro allevate per subirrigazione in canaletta al trapianto a ciclo breve (alla base) e a ciclo lungo (sullo sfondo).

IL PROGETTO AGRITRASFER-IN-SUD

Al fine di contribuire a creare l'interazione tra i diversi attori della filiera della conoscenza e avvicinare le sedi della ricerca al mondo operativo, il Cra ha dato un deciso impulso alle attività di trasferimento dei risultati e delle innovazioni prodotte dalle proprie strutture di ricerca attraverso il coordinamento e la realizzazione del progetto Agritrasfer-In-Sud, coordinato da Corrado Lamoglie.

Si tratta di un progetto dimostrativo, finanziato dal ministero per le Politiche agricole alimentari e forestali e condiviso dalle Regioni ex obiettivo 1, che ha lo scopo di mettere a punto strumenti e metodologie di lavoro per facilitare il trasferimento dei risultati e delle innovazioni prodotte dalla ricerca e sperimentazione agraria a cominciare proprio da quelle ottenute dal Cra.

Come partner di progetto è coinvolto anche l'Inea per alcuni aspetti metodologici sottesi alla formazione e al trasferimento dei risultati e prevede, per la realizzazione di attività dimostrative e di collaudo sul territorio, il coinvolgimento diretto delle Regioni meridionali, dei servizi di Sviluppo agricolo, della Rete interregionale della Ricerca.

Il primo strumento realizzato ha riguardato la costruzione di un archivio di risultati e innovazioni trasferibili prodotte dalle strutture di ricerca del Cra, reso fruibile all'esterno attraverso il sito web dell'ente (<http://agritrasfer.entecra.it>). Il patrimonio di conoscenze che accompagna i risultati raccolti viene veicolato, per il tramite delle Regioni e dei servizi operanti presso di esse, agli operatori del sistema agroalimentare locale a fronte delle esigenze e dei fabbisogni di innovazione espressi per specifici contesti produttivi territoriali.

A fronte della disponibilità di risultati e innovazioni Cra trasferibili, le Regioni hanno richiesto la formulazione di un protocollo operativo da prendere a riferimento come modello per attivare azioni di trasferimento dei risultati Cra alle proprie imprese di settore.

Il partenariato tecnico del progetto, Cra e Inea, ha definito un programma di lavoro in cui è stato previsto il coinvolgimento congiunto di ricercatori Cra, tecnici regionali e altri portatori d'interesse del sistema agroalimentare locale.

Il piano di lavoro condiviso dalle Regioni prevede fra l'altro di associare alla tradizionale attività di trasferimento/divulgazione dei risultati della ricerca anche

azioni formative specifiche impostate secondo metodi e strumenti relativamente nuovi per il settore agricolo quali quelli legati al processo di costituzione di "Comunità di pratiche" tra ricercatori e tecnici/divulgatori regionali che si occupano delle stesse tematiche: si tratta di gruppi di interesse, coordinati da un gruppo di animazione Cra, in cui il tecnico dovrà conoscere i contenuti scientifici applicativi di quanto il ricercatore ha prodotto e il ricercatore, dall'analisi delle problematiche dei territori rurali che il tecnico presenta, dovrà verificare l'applicabilità della propria innovazione e sviluppare nuove idee per altri approfondimenti scientifici e tecnici.

L'attività è supportata sia con incontri in presenza che attraverso l'ausilio dell'*e-learning* per le relazioni e scambi a distanza mediante l'uso condiviso di una piattaforma informatica basata sul web 2.0 realizzata dal Cra. In questo modo si approfondiscono alcune problematiche di settore, si definiscono le esigenze e le priorità di ricerca e di innovazione, si individuano i risultati prodotti dalla ricerca agricola rispondenti alle esigenze manifestate, si coinvolgono direttamente gli operatori di settore in azioni applicative territoriali riguardanti i risultati Cra.

Ad oggi sono aperte cinque Comunità di pratiche afferenti ai comparti olivicolo, orticolo, vitivinicolo, agrumicolo e cerealicolo (oltre alle tematiche irrigue) in cui sono coinvolti ricercatori, tecnici regionali e diversi portatori di interesse individuati dalle stesse Regioni (<http://cdp-agritrasfer.entecra.it/login/index.php>).

Ecco alcuni temi, richiesti dalle Regioni e dai portatori d'interesse locali coinvolti, approfonditi dalla Comunità di pratiche orticoltura:

- sistema di coltivazione del pomodoro da mensa fuori suolo a ciclo chiuso;
- uso di compost in orticoltura;
- valorizzazione di vecchie varietà di leguminose da granella;
- colture alternative al pomodoro da industria;
- efficienza irrigua comprensoriale in orticoltura.

Il lavoro di ciascuna Comunità di pratiche determina l'adozione di un risultato, la produzione di documenti guida per uno specifico processo produttivo, la formulazione *dal basso* di una nuova domanda di ricerca. ■

analizzata e se necessario corretta nella composizione chimica e infine sottoposta a disinfezione.

Una promettente alternativa per ottenere un sistema chiuso più economico e facile da gestire è la subirrigazione con ricircolo della soluzione nutritiva. Con la subirrigazione di vasi posti su bancale o su pavimento periodicamente allagato (ebb-and-flow) o in una canaletta in pendenza (trough bench), l'eventuale eccesso di ioni non è dilavato dal substrato verso la soluzione ricircolata, come per l'irrigazione a goccia, ma si accumula nello strato superficiale del substrato, senza generare conseguenze negative per la crescita delle piante.

Ricircolo con flusso intermittente

Con la subirrigazione in canaletta, i vasi sono collocati in canalette, dove la soluzione nutritiva ricircola con un flusso intermittente

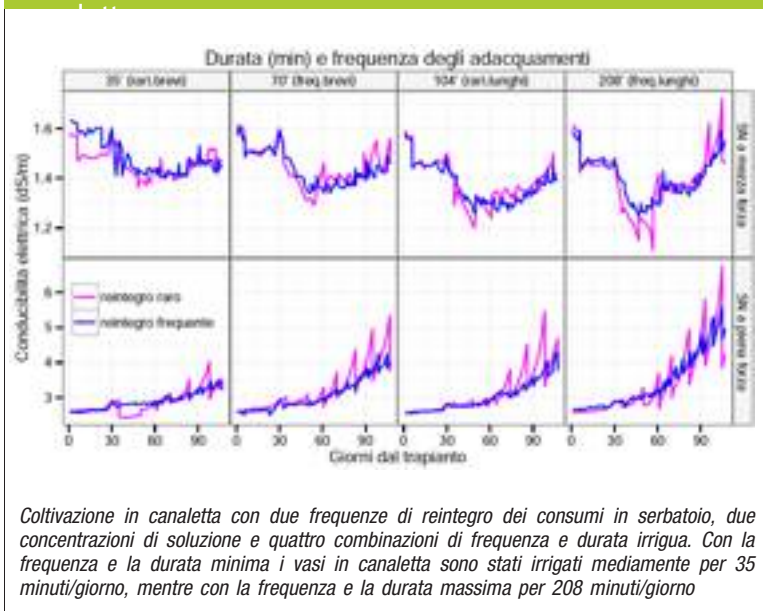
e viene monitorata per conduttività elettrica e pH. La soluzione in parte è assorbita dal substrato per capillarità e diventa disponibile per le piante, in parte torna nel serbatoio di raccolta per essere nuovamente utilizzata nelle fertirrigazioni successive. Se la fertirrigazione è ben regolata, la composizione della soluzione ricircolata si mantiene stabile nel tempo, perché è minimizzato il ritorno di soluzione dal substrato alla canaletta. Gli ioni eventualmente presenti in eccesso vengono trasportati nello strato superiore del substrato per evaporazione dell'acqua.

Principio di funzionamento

La subirrigazione consente quindi di separare spazialmente la zona di substrato con accumulo di ioni residui (strato superiore), in cui le radici sono scarse o assenti, dalla zona radicata in



EC della soluzione nutritiva ricircolata nella coltivazione di pomodoro per subirrigazione in canaletta



cui la pianta assorbe acqua ed elementi nutritivi (strato medio e inferiore, foto 1).

Per evitare alterazioni di composizione della soluzione nutritiva, la subirrigazione del substrato in vaso deve assicurare un movimento unidirezionale di ioni dalla soluzione ricircolata verso le radici delle piante e la superficie del substrato, limitando gli interventi al reintegro delle quote consumate. Il flusso unidirezionale è determinato da un gradiente generato dall'assorbimento da parte delle piante e dalla risalita capillare attivata dall'evaporazione. Per assicurare apporti di elementi nutritivi adeguati alle esigenze delle piante in tale regime di flusso unidirezionale occorre regolare frequenza/durata dell'irrigazione e concentrazione della soluzione nutritiva in modo che il flusso bilanci la quantità di acqua consumata per evapotraspirazione e abbia una concentrazione pari a quella di assorbimento della coltura.

Con un flusso di soluzione pari all'evapotraspirato (flusso di massa) si riducono sia il rischio di diffusione di patogeni, sia la possibilità che gli elementi si muovano per diffusione, secondo il gradiente di concentrazione, dalla canaletta verso il vaso o viceversa, alterando la composizione della soluzione ricircolata (vedi figura).

Con una concentrazione pari a

quella assorbita dalle piante si assicura una nutrizione adeguata, evitando alterazioni della soluzione ricircolata (diffusione) e della soluzione radicale. Pertanto la soluzione ricircolata può essere gestita in modo semplice ed economico, come con l'irrigazione a goccia in sistema aperto, con rabbocchi periodici dei volumi consumati. Con la subirrigazione si evitano inoltre costi di manutenzione come quelli per il controllo dei punti goccia otturati nell'irrigazione a goccia.

Pomodoro a ciclo breve

In Italia la subirrigazione è praticata soprattutto per la coltivazione di specie ornamentali a lenta crescita, mentre l'irrigazione a goccia e in sistema aperto prevalgono nella coltura senza suolo di specie vegetali a crescita veloce come il pomodoro e altri ortaggi da frutto.

L'adattabilità della subirrigazione in canaletta alla coltivazione di specie ortive da frutto, con riutilizzo del substrato colturale per più cicli, è da alcuni anni oggetto di ricerca presso il Centro di ricerca per l'orticoltura del Consiglio per la ricerca e sperimentazione in agricoltura (Cra-Ort), fino al 2004 Istituto sperimentale per l'orticoltura del ministero per le Politiche agricole.

La ricerca sul pomodoro, intrapresa dopo esperimenti condotti a fine anni '90 presso la sezione di Montanaso Lombardo dell'Istituto sperimentale per l'orticoltura, ha compreso due progetti condotti dal Accursio Venezia.

Il primo, "Riutilizzo della soluzione nutritiva drenata nella coltivazione senza suolo di pomodoro ciliegino in presenza di acqua salmastra", finanziato dalla Regione Campania (Dgr 6484 del 30/12/2002), aveva l'obiettivo di provare due modalità di subirrigazione (in canaletta e da sottovaso) e d'individuare un sistema di gestione idoneo a minimizzare il consumo di acqua e concimi e quindi di ridurre l'impatto ambientale delle soluzioni

reflue, senza pregiudizio per le rese, anche in caso di alimentazione con acqua salmastra.

Il secondo, "Coltivazione senza suolo di pomodoro, nell'ambito del Progetto per potenziare la competitività di orticole in aree meridionali" (Prom) del ministero per le Politiche agricole, ha verificato la possibilità di ottenere il desiderato flusso unidirezionale della soluzione variando la concentrazione della soluzione nutritiva per approssimare meglio quella di assorbimento, la durata e la frequenza dell'irrigazione per massimizzare il movimento



Foto 3 - Panoramica della serra con piante di pomodoro a ciclo lungo irrigate a goccia (in primo piano) a confronto con subirrigazione in canaletta.



PROGETTO OFRALSER

L'innovazione nel campo dei prodotti ortofruttili ad alto contenuto di servizio spinge in tre direzioni principali: differenziazione di prodotto, aumento del contenuto in servizio, aumento delle caratteristiche organolettiche e nutrizionali. Il progetto Ofralser si propone di rispondere in maniera ampia e articolata a queste tre esigenze del mercato. Sono ancora poche le referenze sul mercato, con una totale prevalenza di prodotti orticoli a foglia. Inoltre, il contenuto in servizio, unitamente a una maggiore shelf-life, incrementa i consumi di prodotti di V gamma.

Ofralser è iniziato in Ottobre 2011 e proseguirà fino alla fine del 2014 ed è coordinato da Giancarlo Colelli dell'Università di Foggia. Unisce gli sforzi di 14 partner tra cui quattro enti di ricerca (dipartimento di Scienze agrarie, degli alimenti e dell'ambiente dell'Università di Foggia, Istituto di scienze per le produzioni alimentari Cnr di Bari, Centro di ricerca per l'orticoltura Cra di Pontecagnano, e il dipartimento di Scienze dei materiali dell'Università del Salento), cinque aziende ortofruttili (Agricomm srl di San Ferdinando di Puglia, Ortomad sarl di Pontecagnano, Pralina srl di Melpignano, Poa – Produttori ortofruttili associati di Foggia e azienda agricola Vivai Villanova di San Marco in Lamis) e cinque aziende fornitrici di materiali/servizi (Carsud srl di Pontecagnano, Elettra Sistemi srl di Salerno, Salentec srl di Lecce, Stc srl di Mesagne, e Carton Pack srl di Rutigliano).

Si articola in otto obiettivi realizzativi (Or) con attività volte al miglioramento della qualità dei prodotti esistenti e alla messa a punto di nuovi prodotti/tecnologie.

Nel primo Or, per lo sviluppo di tecniche colturali per specie per IV gamma, saranno messi a punto protocolli di fertirrigazione per ridurre l'accumulo di nitrati e migliorare la shelf-life e la qualità. Saranno inoltre studiate tecniche per estendere i calendari produttivi. Infine saranno implementati sistemi innovativi per la gestione della produzione in serra sia in relazione ai parametri ambientali che all'irrigazione.

Il secondo Or mira all'aumento di specie/varietà ad oggi usate per la IV gamma, attraverso la scelta di genotipi le cui performance (in termini fisiologici, composizionali e fisico-meccanici) siano tali da ridurre gli stress post taglio e le cui proprietà in termini organolettici e nutrizionali rispondano alle esigenze di mercato.

L'Or3 ha l'obiettivo di offrire all'industria validi strumenti per la predizione della shelf-life, basati sulla misura di un solo parametro qualitativo. Inoltre, saranno messi a punto modelli di predizione del valore nutrizionale residuo, basato sulla rilevazione di parametri dell'aspetto esteriore.

Nell'Or4 si studieranno le applicazioni di strutture a base di TiO_2 , opportunamente modificato/catalizzato, per ridurre l'etilene e la carica microbica negli ambienti di stoccaggio della materia prima e sui prodotti trasformati, con la messa a punto di materiali di rivestimento per ambienti, la realizzazione di un reattore foto-catalitico e modificazione superficiali di materiali da imballaggio. Inoltre, sempre allo scopo di ridurre la popolazione microbica, saranno messi a punto protocolli per il trattamento con ozono della materia prima.

Lo scopo dell'Or5 è quello di sperimentare innovazioni di processo e di prodotto per il packaging. Mentre da un lato sarà ottimizzato l'uso di atmosfere non convenzionali a base di Argon e/o protossido di azoto, dall'altro saranno sviluppati campioni-prototipo di film plastici attivi (con riferimento alla riduzione dell'etilene e dei microrganismi) e di materiali biodegradabili, al fine di ridurre l'impatto ambientale.

L'Or6 prevede diverse innovazioni di prodotto e di processo; mentre le innovazioni di prodotto tenderanno ad associare al consumo di prodotti di IV gamma benefici funzionali con prodotti ad azione probiotica o a ridotto contenuto calorico e a estendere il numero di prodotti disponibili in commercio, le innovazioni di processo, rivolte prevalentemente al miglioramento della qualità, consisteranno in innovativi trattamenti antimbrunenti, in sistemi rapidi per la rilevazione di patogeni, in un prototipo di sistema di asciugatura innovativo e di un nuovo sistema di rilevazione di corpi estranei.

Con l'Or7 s'implementeranno tecnologie innovative per succhi/mousse ad alto valore organolettico e nutrizionale, da un lato eliminando l'intervento termico (uso di bassa temperatura e trattamenti UV-C), dall'altro utilizzando un genotipo dalle elevate caratteristiche nutraceutiche, per nuovi prodotti a base di pomodoro.

Infine, l'Or8 svilupperà un sistema di disidratazione con impiego di tecniche di condizionamento ad alto rendimento energetico, che permetterà l'ottenimento di prodotti ad umidità intermedia con elevati livelli qualitativi. ■

degli ioni per flusso di massa, e la frequenza di reintegro della soluzione per ridurne l'alterazione.

I risultati ottenuti hanno permesso di formulare una combinazione ottimale dei livelli dei fattori importanti per la coltivazione di pomodoro ciliegino a ciclo breve da trasferire alle aziende:

- n utilizzo di acqua irrigua di ottima qualità;
- n soluzione nutritiva a mezza forza;
- n substrato fresco a base di torba in vasi 10 litri;
- n irrigazione con soglia a 100 J cm^{-2} e durata di 15-20 minuti;
- n reintegro frequente dei consumi in serbatoio;
- n volume di soluzione nutritiva $>3 \text{ l pianta}^{-1}$;
- n portata di 8 litri min^{-1} ;
- n pendenza canaletta 1%;

n pacciamatura della canaletta e non del vaso.

Per altre ortive

Una ricerca sulla subirrigazione per pomodoro a ciclo lungo e per ortive diverse dal pomodoro, sempre con riutilizzo del substrato, è in corso nell'ambito del progetto "Prodotti ortofruttili ad alto contenuto in servizio: tecnologie per la qualità e nuovi prodotti" (Ofralser), che ha la finalità di migliorare la qualità degli ortaggi per prodotti di IV gamma (foto 2, 3 e 4).

Per tali ortaggi sono importanti le caratteristiche che condizionano l'attitudine alla lavorazione, un alto livello di resa, buona qualità sensoriale e nutrizionale, assenza di malattie, parassiti e contaminanti biotici e abiotici. La coltura senza suolo può sicura-

mente consentire di raggiungere questi obiettivi attraverso un miglior controllo dei fattori produttivi.

Tra i fattori considerati è compresa anche la flora microbica della soluzione circolante e della rizosfera. Circa il 20% delle sostanze prodotte dalla pianta con la fotosintesi viene veicolato nella radice, secreto come essudato (ioni, acqua, ossigeno, enzimi, mucillagini, metaboliti primari e secondari), e utilizzato per nutrire la

popolazione microbica della rizosfera (batteri, attinomiceti, funghi, microalghe, protozoi, nematodi).

Le interazioni pianta-microbi a livello della rizosfera possono influenzare positivamente la crescita delle piante e aumentare la resistenza a stress biotici e abiotici, attraverso la produzione di



Foto 4 - Piante di pomodoro a ciclo lungo allevate per subirrigazione in canaletta.

biofilm protettivi o di antibiotici contro potenziali patogeni da parte dei microrganismi o la degradazione di composti tossici di origine vegetale o microbica.

Trasferimento

Nell'ambito del progetto Ofralser un'impresa commerciale sarà messa in condizioni di fornire alle aziende agricole interessate un impianto di subirrigazione in canaletta chiavi in mano e saranno seguite le colture presso due aziende agricole campane per un eventuale adattamento nel passaggio dalla scala sperimentale a quella agronomica aziendale.

Con il progetto Agritrasfer sarà costituita una comunità di partecipazione agli sviluppi della sperimentazione sulla subirrigazione in canaletta. ■

Le attività descritte in questo articolo sono state svolte nell'ambito del Progetto OFRALSER (PON01_01435), co-finanziato dal MIUR.

La bibliografia è presso gli autori

Gli autori sono del Consiglio per la ricerca e la sperimentazione in agricoltura, Centro di ricerca per l'orticoltura (Cra-Ort), Pontecagnano (Sa)