

PRESENTATI NEL CONVEGNO FINALE DEL PROGETTO SOILLESS GO, A MONOPOLI PRESSO L'AZIENDA AGRICOLA FRATELLI LAPIETRA, I PRINCIPALI RISULTATI OTTENUTI: LED, UTILIZZO DI SENSORISTICA WI FI CONTROLLABILE DA REMOTO, IMPIEGO PIÙ EFFICIENTE DELLE RISORSE

SENZA SUOLO, ARRIVANO DALLA PUGLIA INNOVAZIONI DI PRODOTTO E DI PROCESSO

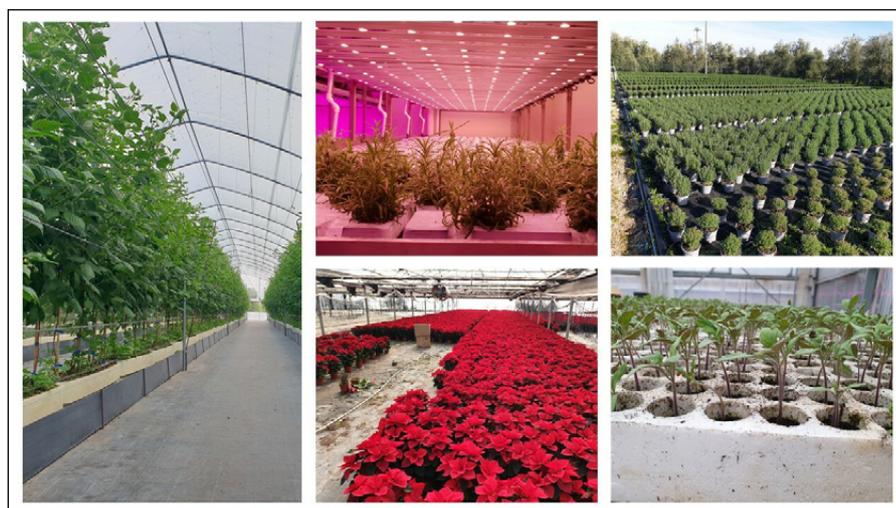
Contributo realizzato a cura della sezione Ortoflorovivaismo della Soi

Palmitessa O.D., Renna M., Signore A., Somma A., Didonna A., Leoni B., Santamaria P. Montesano F.F.

Dipartimento di Scienze del Suolo, della Pianta e degli Alimenti (Dispa), Università degli Studi di Bari Aldo Moro, via Amendola, 165/A - 70126 Bari

Serio F., D'Imperio M., Gonnella M., Bonelli L.

Istituto di Scienze delle Produzioni alimentari, Consiglio Nazionale delle Ricerche, via Amendola, 122/O - 70125 Bari



1 - Sistemi di coltivazione senza suolo con differente livello di tecnologia, in pien'aria, in serra e in vertical farming

Si è svolto, presso l'azienda dei fratelli Lapietra di Monopoli (BA) il convegno finale del progetto "Soilless Go". L'evento, patrocinato dalla Soi (Società di ortoflorofruitticoltura italiana), ha visto la partecipazione di personalità del mondo scientifico e imprenditoriale, nonché di studenti universitari e di scuola secondaria di secondo grado.

Il progetto Soilless Go "Sostenibilità ambientale, innovazioni di processo e di prodotto per la competitività delle coltivazioni senza suolo in Puglia –

gruppo operativo" è stato promosso dal Gruppo Operativo denominato "Gruppo operativo sulle colture senza suolo in Puglia" e finanziato nell'ambito del Psr Puglia 2014/2020 – Misura 16 – Cooperazione – Sottomisura 16.2 "Sostegno a progetti pilota e allo sviluppo di nuovi prodotti, pratiche, processi e tecnologie".

Il gruppo operativo ha operato in risposta a specifici fabbisogni, manifestati dagli attori locali del settore delle coltivazioni senza suolo, connessi con l'introduzione di tecnologie innovative

per l'impiego più efficiente delle risorse, per innovare processi e prodotti, valutare i vantaggi economici derivanti dall'adozione di innovazioni e consolidare la posizione dei prodotti sul mercato. Il progetto vede la partecipazione di una rete di soggetti rappresentativi di realtà diversificate operanti nel comparto regionale delle coltivazioni senza suolo (Agris, società dedita alla consulenza in agricoltura; Cnr – Ispa e Università degli Studi di Bari “Aldo Moro” – Disspa, impegnati da anni in ricerche sulle colture senza suolo in ambiente mediterraneo; le aziende agricole F.Ili Lapietra, Bocuzzi Giannangelo, Ortogourmet soc. Agr. Srl, Susca Vitantonio; la Sysman Progetti e Servizi, operante nel settore delle tecnologie smart in agricoltura).

Diffusione delle colture senza suolo in Puglia

Nell'ambito del progetto Soilless Go è stata realizzata un'indagine territoriale sulla diffusione delle colture senza suolo in Puglia. L'indagine è stata condotta su un campione selezionato di aziende, attraverso la rilevazione di dati strutturali, tecnico-agronomici e socioeconomici, connessi con l'impiego dei sistemi senza suolo. Tra i principali risultati emersi:

1. l'ampia eterogeneità strutturale delle aziende (foto 1), ma con presenza di forti specializzazioni produttive;
2. l'impiego di sistemi senza suolo è consolidato e/o in espansione;
3. tra i principali vantaggi attesi, vi sono le elevate produzioni unitarie e la standardizzazione della qualità delle produzioni;
4. tra i possibili limiti, gli elevati costi di impianto ed esercizio e la necessità di supporto tecnico;
5. pomodoro e cucurbitacee sono le principali specie coltivate;
6. è prevalente l'uso di sistemi a ci-



2 - Prova sperimentale presso l'Azienda Agricola “Ortogourmet” per la coltivazione di garofano edule con gestione automatica della fertirrigazione basata su sensori, operata attraverso il sistema tecnologico messo a punto nel progetto Soilless Go

clo aperto ed è diffuso l'impiego di tecnologie per l'automazione della fertirrigazione;

7. l'età media dei titolari e degli occupati è inferiore a 45 anni e vi è una buona propensione all'innovazione di processo e prodotto. I risultati completi dell'indagine sono disponibili nel sito web del progetto (www.soilless.it/indagine).

Sensori per una fertirrigazione razionale

Nelle coltivazioni senza suolo la corretta somministrazione di acqua e nutrienti è determinante per produzioni di qualità, oltre che per l'utilizzo efficiente delle risorse e la sostenibilità del processo produttivo. L'utilizzo di tecnologie digitali basate su sensori per la misura dello stato idrico e della concentrazione dei sali nel substrato permette una gestione della fertirrigazione calibrata sui reali fabbisogni delle piante, prevenendo somministrazioni in eccesso o in difetto e facilitando l'applicazione di stress controllati per migliorare il profilo di qualità dei prodotti. Presso l'azienda sperimentale “La Noria” dell'Ispa-Cnr, sono state condotte attività sperimentali su diverse specie orticole (pomo-

doro, rucola, fagiolino) finalizzate alla definizione di strategie di gestione della fertirrigazione basate sull'impiego di sensori (foto 2). I risultati hanno dimostrato numerosi vantaggi, fra i quali incremento dell'efficienza d'uso dell'acqua e dei nutrienti e miglioramento della qualità dei prodotti ottenuti.

I Led in orticoltura

Sin dall'inizio del progetto Soilless Go ci si è occupati dell'applicazione dell'illuminazione artificiale Led in orticoltura. Oltre all'attività svolta presso l'azienda agricola “F.Ili Lapietra” sono state svolte prove sperimentali presso l'azienda sperimentale “La Noria” dell'Ispa-Cnr, per studiare l'effetto dell'applicazione del rosso lontano supplementare sulla quantità e qualità della produzione di pomodoro, nonché per valutare l'effetto del posizionamento dell'illuminazione (*interlight vs toplight*) sulla produzione e qualità di varietà locali di meloni immaturi. Inoltre, nelle strutture serra del Disspa è stata valutata l'applicazione di differenti spettri di illuminazione supplementare (blu, rosso e rosso + blu) per la produzione di fagiolino, micro-ortaggi e *baby leaf* di varietà locali appartenenti



3 - Impianto di illuminazione supplementare con Led installato nella serra semichiusa dell'Azienda Agricola "F.lli Lapietra"

4 - Nella foto a sinistra in alto, biofortificazione di piantine pomodoro con silicio in *floating system*; in basso, determinazione colorimetrica del silicio; a destra, pomodoro biofortificato con iodio presso l'Azienda Agricola "F.lli Lapietra"

alla famiglia botanica delle *Brassicaceae*. Dalle attività svolte è emerso che gli effetti dei diversi spettri di illuminazione artificiale sulla produzione e sul contenuto di sostanze ad azione bioattiva degli ortaggi sono genotipo-dipendenti. Nell'innovativa serra in vetro semichiusa dell'azienda agricola "F.lli Lapietra", il 19 dicembre 2019 è stato installato l'impianto di illuminazione artificiale con tecnologia Led su scala commerciale, il primo nel Sud Italia (foto 3). La scelta dello spettro (75% rosso, 15% bianco e 5% blu), dell'intensità radiativa a livello della *canopy* ($180 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) e del posizionamento dei Led rispetto alla vegetazione (*toplight*) è scaturita dall'attività di studio e ricerca effettuata congiuntamente dai ricercatori del Dispa e dell'Ispa-Cnr di Bari e dal personale

dell'azienda, anche attraverso le prove sperimentali condotte presso l'azienda sperimentale "La Noria".

Sin dai primi mesi di utilizzo di questa tecnica, è emerso che i Led permettono l'incremento della quantità e della qualità della produzione di pomodoro nel periodo invernale. In seguito ai risultati ottenuti, l'azienda ha incrementato la superficie serricola con applicazione dei Led fino agli attuali 2,8 ettari.

Biofortificazione agronomica

Con "biofortificazione agronomica" si intende l'arricchimento mirato di porzioni eduli di pianta con minerali essenziali o utili alla nutrizione umana, attraverso l'applicazione di tecniche agronomiche in fase di produzione. Il pomodoro è un ortaggio target della biofortificazione agronomica, per il suo elevato valore nutrizionale e il diffuso consumo allo stato fresco. Nell'ambito del progetto Soilless Go, la biofortificazione di pomodori da mensa è stata ottenuta con l'applicazione localizzata di spray fogliare di iodio in soluzione acquosa a concentrazione 1 mM. Cento grammi di pomodoro fresco così prodotto possono contribuire in maniera sostanziale al fabbisogno giornaliero in iodio di un

adulto. Inoltre, una sperimentazione preliminare in cui si è somministrato silicio per via radicale nella soluzione nutritiva in piantine da trapianto di pomodoro ha dimostrato la possibilità di accumulo di silicio, con un'attitudine alla traslocazione dell'elemento che dipende dalle varietà (foto 4).

Inoltre, presso l'azienda sperimentale "La Noria" dell'Ispa-Cnr, è stata condotta un'attività sperimentale con l'obiettivo di biofortificare in zinco due genotipi di portulaca (*wild* e commerciale) mediante l'utilizzo del *floating system*. I trattamenti di biofortificazione (1,3, 2,6 e 5,2 mg/L di zinco) non hanno avuto impatti negativi sulle performance produttive e sulla qualità visiva della portulaca biofortificata rispetto alla portulaca prodotta con la comune soluzione nutritiva (con 0,13 mg/L di Zn). Tuttavia, è stato registrato un significativo aumento della concentrazione di zinco in relazione alla dose somministrata nella soluzione nutritiva. Il consumo di 100 g di portulaca biofortificata con zinco potrebbe coprire il 21% della dose giornaliera raccomandata e favorirebbe anche l'assunzione di importanti composti fitochimici, come carotenoidi e acidi grassi insaturi.

Micro-ortaggi per specifiche esigenze nutrizionali

I micro-ortaggi sono considerati nuovi alimenti funzionali per l'elevato contenuto di vitamine e composti bioattivi. Nel corso del progetto sono state condotte numerose ricerche presso l'azienda Ortogourmet, in collaborazione con i ricercatori dell'Ispa-Cnr e del Disspa, finalizzate a migliorare il valore nutrizionale dei micro-ortaggi attraverso tecniche agronomiche di biofortificazione. Per esempio, in una ricerca che aveva l'obiettivo di produrre micro-ortaggi ad alto contenuto di iodio tramite l'aggiunta di questo elemento alla soluzione nutritiva (1,5 e 3 mg/L), è stato osservato che l'integrazione di iodio non ha influenzato le prestazioni agronomiche, ma ha significativamente aumentato il contenuto di iodio all'interno dei micro-ortaggi. In un'altra ricerca è stata valutata la possibilità di produrre micro-ortaggi

6 - Prova sperimentale di coltivazione di uva da tavola in vasi da 10 L con substrato costituito da una miscela di torba, perlite e cocco, presso l'Azienda Agricola "Susca"

7 - Convegno finale del progetto Soilless Go, realizzato presso l'Azienda Agricola F.lli Lapietra



5 - In alto a sinistra, allevamento di carosello 'Tomentoso' in lastre di lana di roccia; in basso a sinistra, carosello 'Scopatizzo' allevato con illuminazione supplementare da lampade a Led; in basso a sinistra, meloni immaturi allevati col sistema di coltivazione del *nutrient film technique* (Nft)

a ridotto contenuto di potassio, ideali per individui con insufficienza renale. L'assenza totale di potassio nella soluzione nutritiva ha consentito di produrre micro-ortaggi con un contenuto di potassio inferiore del 45% rispetto a quelli ottenuti mediante le pratiche agronomiche convenzionali, senza peraltro riduzione quanti-qualitative del prodotto.

Il senza suolo per i meloni immaturi pugliesi

I meloni pugliesi come carosello e barratiere, consumati immaturi, sono un apprezzato frutto dal crescente interesse commerciale. Numerose sperimentazioni sono state finalizzate allo studio delle performance agronomiche e qualitative di diverse popolazioni locali allevate in sistemi di coltivazione



senza suolo. Attraverso la potatura, le piante si sono adattate con successo a sistemi ad elevata densità colturale (in vaso con substrato, in lastre di lana di roccia e in mezzo liquido). L'applicazione dell'illuminazione supplementare ha consentito la destagionalizzazione delle produzioni di carosello e barattiere e la valutazione del potenziale produttivo in confronto a ibridi di cetriolo coltivati presso l'Azienda Agricola "F.lli Lapietra". Infine, le piantine da trapianto di carosello sono state biofortificate in silicio in un sistema a pannelli galleggianti per valutarne le capacità di accumulo e traslocazione (foto 5).

Uva da tavola fuori suolo

In un vigneto dell'azienda agricola "Susca", con forma di allevamento "a tendone" e copertura in film plastico, tipica per la produzione di uva da tavola, sono state impostate prove sperimentali per la coltivazione di uva da tavola senza suolo (foto 6). Sono stati utilizzati astoni di sette cultivar con e senza semi, tradizionalmente coltivati nell'azienda Susca, trapiantati in vasi da 10 L con substrato composto da una miscela di torba, perlite e cocco. La fertirrigazione è stata effettuata con una soluzione nutritiva con concentrazione di macro e micronutrienti come riportato da Hogland e Arnon (1950). Gli astoni sono stati allevati con un solo capo a frutto con circa quattro tralci fruttiferi. A seconda della cultivar, la produzione media è stata da 2 a 4 kg/pianta, anche se le piante con minore produzione hanno ottenuto grappoli con acini di peso e colore più uniformi, e un contenuto di solidi solubili totali maggiore rispetto alle piante più produttive. Inoltre, l'epoca di maturazione di ciascuna cultivar è stata pressoché simile allo standard varietale nell'areale di coltivazione.

Valutazione costi-benefici delle innovazioni

Applicando la metodologia di analisi del ciclo di vita (*Life Cycle Assessment*, Lca) sono state valutate le prestazioni ambientali della coltivazione del pomodoro ciliegino in serra idroponica ad alta tecnologia dell'azienda agricola "F.lli Lapietra" a confronto con le prestazioni ambientali in uno scenario di serra a bassa tecnologia. I risultati del confronto tra questi due sistemi di coltivazione hanno dimostrato che l'elettricità e la fertirrigazione sono i principali hotspot in termini di impatto ambientale.

Lo studio ha dimostrato che il passaggio all'energia rinnovabile e a un sistema a circuito chiuso è fondamentale per migliorare la sostenibilità ambientale della coltivazione di pomodoro ciliegino in serra. Tuttavia, tali innovazioni tecnologiche richiedono notevoli investimenti da parte degli imprenditori agricoli, pertanto la fattibilità economica è un aspetto importante da considerare.

Attualmente, l'analisi di mercato ha mostrato che i pomodori ciliegino ottenuti in serra ad alta tecnologia certificati come nickel-free e residuo zero, spuntano un prezzo superiore a quello di prodotti analoghi concorrenti. Infatti, l'analisi del comportamento dei consumatori ha evidenziato la disponibilità a pagare un premium price pari al 5% per pomodori ciliegino con certificazione nickel-free o residuo zero.

Tutti i risultati del progetto sono stati presentati durante il convegno finale nel luogo predisposto dall'azienda agricola F.lli Lapietra accanto alla serra semichiusa in ferro-vetro (foto 7), alla presenza del professor Alberto Pardossi, dell'Università di Pisa, il quale ha illustrato al pubblico presente lo stato dell'arte e le prospettive delle colture fuori suolo. ●

Bibliografia

Palmitessa O.D., Paciello P., Santamaria P., 2020. Supplemental Led increases tomato yield in mediterranean semi-closed greenhouse. *Agronomy*, 10, 1353. DOI: 10.3390/agronomy10091353.

Palmitessa O.D., Durante M., Caretto S., Milano F., D'imperio M., Serio F., Santamaria P., 2021. Supplementary light differently influences physico-chemical parameters and antioxidant compounds of tomato fruits hybrids. *Antioxidants*, 10, 687. DOI: 10.3390/antiox10050687.

Gonnella M., Renna M., 2021. The evolution of soilless systems towards ecological sustainability in the perspective of a circular economy. is it really the opposite of organic agriculture? *Agronomy*, 2021, 11, 950. DOI: 10.3390/agronomy11050950.

D'imperio M., Montesano F.F., Montemurro N., Parente A., 2021. Posidonia natural residues as growing substrate component: an ecofriendly method to improve nutritional profile of brassica microgreens. *Frontiers in Plant Science*, 12. DOI: 10.3389/fpls.2021.580596.

Somma A., Palmitessa O.D., Leoni B., Signore A., Renna M., Santamaria P., 2021. Extraseasonal production in a soilless system and characterisation of landraces of carosello and barattiere (*Cucumis melo* L.). *Sustainability*, 13, 11425. DOI: 10.3390/su132011425.

D'imperio M., Durante M., Gonnella M., Renna M., Montesano F.F., Parente A., Mita G., Serio F., 2022. Enhancing the nutritional value of *Portulaca oleracea* L. by using soilless agronomic biofortification with zinc. *Food Research International*, 155, 111057. DOI: 10.1016/j.foodres.2022.111057.

Palmitessa O.D., Durante M., Somma A., Mita G., D'imperio M., Serio F., Santamaria P., 2022. Nutraceutical profile of "carosello" (*Cucumis melo* L.) grown in an out-of-season cycle under leds. *Antioxidants*, 11, 777. DOI: 10.3390/antiox11040777.

Somma A., Palmitessa O.D., D'imperio M., Serio F., Santamaria P., 2024. Genotype-specific response to silicon supply in young tomato and unripe melon plants grown in a floating system. *Horticulturae*, 10, 69. DOI: 10.3390/horticulturae10010069.

D'imperio M., Bonelli L., Mininni C., Renna M., Montesano F.F., Parente A., Serio F., 2024. Soilless cultivation systems to produce tailored microgreens for specific nutritional needs. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. DOI: 10.1002/jsfa.13222.