

Book of abstracts



Dipartimento di Agraria
Università degli Studi di Napoli Federico II
Portici (Napoli)

Attivazione dei retrotrasposoni Tvvl-like in Micro-Tom in risposta a stress salino e biostimolanti algali

Laura Alberico*, Pasqualina Woodrow

Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali, Biologiche e Farmaceutiche, Università degli Studi della Campania “Luigi Vanvitelli”, Caserta

*laura.alberico@unicampania.it

Parole chiave: *Solanum lycopersicum* L., retrotrasposoni, stress salino, Tvvl-like, S-SAP

Il pomodoro (*Solanum lycopersicum* L.), è una specie erbacea originaria dell’America sud-occidentale appartenente alla famiglia delle Solanaceae. La cultivar nana Micro-Tom è particolarmente adatta a studi genetici grazie alle dimensioni ridotte del genoma e all’elevata percentuale di retrotrasposoni, che costituiscono circa il 62% del DNA totale. Questi elementi mobili possono essere attivati in condizioni di stress, influenzando l’organizzazione genomica e la regolazione dell’espressione genica. In questo studio è stata identificata una nuova famiglia di retrotrasposoni di tipo Ty1-copia, denominata Tvvl, e ne è stata valutata l’attivazione in risposta a stress abiotici e trattamenti con biostimolanti. In particolare, sono stati analizzati gli effetti di diverse concentrazioni di NaCl e di estratti a base di *Ascophyllum nodosum*, applicati singolarmente e in combinazione. L’attività dei retrotrasposoni è stata valutata mediante la tecnica S-SAP (Sequence-Specific Amplified Polymorphism), che consente di rilevare pattern polimorfici associati alla mobilitazione degli elementi. Le piante sono state coltivate in una soluzione nutritiva di base (BNS) a due concentrazioni (100% e 70%) e sottoposte a tre livelli di salinità (0, 42,5 e 85 mM NaCl). I risultati hanno evidenziato che uno stress salino moderato (42,5 mM NaCl) promuove significativamente l’attivazione degli elementi Tvvl, mentre concentrazioni più elevate (85 mM NaCl) ne inibiscono la mobilitazione. Inoltre, l’applicazione combinata di estratti di *Ascophyllum nodosum* con soluzione nutritiva al 100% ha ulteriormente incrementato l’attivazione dei retrotrasposoni, suggerendo un effetto sinergico tra biostimolanti e disponibilità di nutrienti. L’analisi *in silico* della regione promotrice dei Tvvl ha rivelato la presenza di diversi elementi cis-regolatori sensibili allo stress, tra cui motivi GATA, TCT, CAAT e TTC, tipicamente associati a geni attivati da stress. Nel complesso, questo studio evidenzia il comportamento dinamico dei retrotrasposoni in condizioni di stress e suggerisce un loro possibile coinvolgimento nei meccanismi di adattamento della pianta, aprendo nuove prospettive per il miglioramento della resilienza delle colture attraverso meccanismi genetici naturali.

Il progetto PRIMO: approcci integrati per la selezione e pre-acclimatazione di specie vegetali per missioni spaziali

Chiara Amitrano^{1*}, Sara De Francesco¹, Antonio Pannico¹, Marta Del Bianco^{2,3}, Mariagabriella Pugliese⁴, Marco Durante^{4,5}, Rosanna Caputo¹, Carmen Arena⁶, Stefania De Pascale¹, Veronica De Micco¹

¹ *Dipartimento di Agraria, Università degli studi di Napoli Federico II, Portici (Napoli)*

² *Agenzia Spaziale Italiana, Roma*

³ *Laboratorio di Biologia Vegetale, Produzione Alimentare e Sistemi Biorigenerativi, Centro di Scienze della Vita nello Spazio, Roma*

⁴ *Dipartimento di Fisica “Ettore Pacini Università degli studi di Napoli Federico II, Napoli*

⁵ *Dipartimento di Biofisica, GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung, Darmstadt, Germania*

⁶ *Dipartimento di Biologia, Università degli studi di Napoli Federico II, Napoli*

* chiara.amitrano@unina.it

Parole chiave: biologia spaziale, germinazione, pre-acclimatazione, radiazioni ionizzanti, stress abiotici.

Il progetto PRIMO mira a sviluppare strategie innovative per la selezione e la preparazione di specie vegetali idonee alla coltivazione in ambiente spaziale, attraverso l'integrazione di approcci sperimentali basati su irraggiamento con radiazioni ionizzanti e analisi multi-livello. L'obiettivo principale è individuare combinazioni di specie/cultivar e trattamenti in grado di migliorare la tolleranza all'ambiente radiativo lunare, favorendo processi di pre-acclimatazione. In una prima fase del progetto, saranno selezionate specie e cultivar sulla base di criteri agronomici, nutrizionali e di tolleranza agli stress, e saranno definiti protocolli di irraggiamento con radiazioni ionizzanti, test di germinazione e coltivazione. Le radiazioni ionizzanti rappresentano infatti una delle principali minacce per la vita oltre la Terra, poiché l'atmosfera e il campo magnetico terrestri sono ridotti o assenti. In una seconda fase, semi secchi delle diverse specie/cultivar selezionate saranno esposti ai differenti tipi e dosi di radiazioni ionizzanti. Semi irradiati e non irradiati saranno inviati sulla Luna, esposti all'ambiente radiativo lunare e poi riportati sulla Terra. Successivamente, saranno condotte prove sperimentali su materiali vegetali pre-irradiati e non, fine di valutare la germinazione, la crescita e la performance morfo-fisiologica. Parallelamente, analisi biometriche, anatomiche ed eco-fisiologiche, insieme alla quantificazione di marcatori biochimici di stress (quali l'attività antiossidante), consentiranno di caratterizzare in modo approfondito le risposte delle piante ai trattamenti applicati. I dati ottenuti saranno integrati per identificare le migliori combinazioni specie/trattamenti, da proporre per future applicazioni in condizioni di volo spaziale. Inoltre, il progetto prevede attività di supporto qualificato per la definizione del profilo di missione, inclusi aspetti logistici, operativi e di sicurezza. Nel complesso, PRIMO si inserisce nelle ricerche finalizzate allo sviluppo di strategie di integrazione di piante nei sistemi biorigenerativi di supporto alla vita per missioni di lunga durata, fornendo conoscenze fondamentali sui meccanismi di adattamento di specie vegetali alle radiazioni ionizzanti e aprendo nuove prospettive per l'agricoltura extraterrestre.

L'Agricoltura Urbana come Strategia Circolare per la Sicurezza Alimentare nelle Città Africane: Il Progetto MADLoop a Nairobi

Veronica Arcas Pilz, Vito Aurelio Cerasola, Giuseppina Pennisi, Francesco Orsini, Giorgio Gianquinto

Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari, Alma Mater Studiorum Università di Bologna.

*veronica.arcaspilz2@unibo.it

L'orticoltura urbana rappresenta una strategia promettente per affrontare le carenze nella distribuzione alimentare, il limitato accesso al cibo e le carenze nutrizionali che colpiscono in misura crescente alcune città africane come Nairobi (Kenya). Sebbene i movimenti dal basso a Nairobi dimostrino un forte interesse comunitario per la produzione alimentare locale, l'assenza di politiche e pianificazione municipale coordinate continua a limitarne il potenziale su scala urbana. Il progetto MADLoop propone una metodologia replicabile che integra l'orticoltura urbana come elemento centrale della circolarità urbana, valorizzando le risorse e le infrastrutture esistenti della città per sostenere la produzione alimentare locale. Il progetto si concentra su Mathare, Rauraka e Dandora — insediamenti informali densamente popolati, identificati per la concentrazione di iniziative locali e per le acute necessità socioeconomiche. La metodologia si articola in due fasi analitiche. Nella prima, le aree idonee all'implementazione dell'orticoltura urbana con sistemi idroponici semplificati vengono identificate attraverso la mappatura dell'uso del suolo e un insieme di criteri di esclusione, tra cui la presenza di suoli incolti o coperti da vegetazione erbacea, l'assenza di parchi pubblici o foreste, e la prossimità a zone edificate e corsi d'acqua. Nella seconda fase, vengono mappate le aree con potenziale di recupero delle risorse in relazione ai principali flussi urbani: mercati ortofrutticoli, impianti di trattamento delle acque reflue, la discarica ufficiale della città e le zone industriali. L'intersezione spaziale di questi due livelli di analisi produce un indice di priorità dei siti per l'implementazione, adattabile in base alla disponibilità delle diverse fonti di risorse. Infine, è stata condotta una valutazione quantitativa dei flussi di rifiuti industriali recuperabili, al fine di valutarne l'idoneità come fonti di nutrienti o di materiali da substrato per sistemi idroponici semplificati, offrendo così un percorso a basso costo verso un'orticoltura urbana produttiva in contesti con risorse limitate.

Effetti degli estratti di differenti specie di *Moringa* sui tratti agronomici e nutraceutici di *baby leaf* di *Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck

Donata Arena^{1,*}, Roberto Lo Scalzo², Hajer Ben Ammar¹, Valentina Picchi², Giulia Bianchi², Daniela Romano¹, Luca Ciccarello¹, Nicolas Al Achkar¹, Gresheen Garcia¹, Ferdinando Branca¹

¹Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente (Di3A), Università degli Studi di Catania, Catania

²CREA-Centro di Ricerca Ingegneria e Trasformazioni agroalimentari, Milano

*donata.arena@unict.it

Parole chiave: *Brassicaceae*, estratti naturali, composti antiossidanti, glucomoringina, isotiocianati

Gli estratti di *Moringa* sono riconosciuti per le loro proprietà benefiche. In questo studio, è stata valutata l'azione biostimolante di tre estratti di *Moringa*, *Moringa hildebrandtii* (M1), *Moringa stenopetala* (M2) e *Moringa oleifera* (M3), su *baby leaf* di 'Broccolo nero' (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) (BR). La prova ha posto a confronto piante trattate con diversi estratti acquosi di *Moringa* con piante non trattate. Le analisi sono state condotte sia sugli estratti di *Moringa* che sulle piante di 'Broccolo nero' trattate con gli estratti di *Moringa*. Incrementi significativi del peso fresco sono stati osservati in BR trattato con M3 (BR_M3) rispetto al controllo ($p < 0.001$), mentre l'angolo della radice è risultato ridotto in tutti i trattamenti ($p < 0.0001$). Il trattamento BR_M1 ha determinato un aumento del contenuto totale di composti fenolici (459.29 ± 6.45 mg GAE/100 g d.w.) rispetto al controllo (358.00 ± 2.56 mg GAE/100 g d.w.). Il trattamento BR_M3 ha mostrato la più elevata attività antiossidante (126.35 ± 1.80 mg TE/100 g d.w.) delle piante, con un incremento dell'11.9% rispetto al controllo. I trattamenti con estratti acquosi di *Moringa* hanno determinato una significativa riduzione dei glucosinolati indolici (es. neoglucobrassicina) e un aumento di quelli alifatici (es. glucorafanina e glucoerucina), insieme ai rispettivi isotiocianati derivati. In particolare, i derivati volatili nitrilici e isotiocianici hanno mostrato variazioni tra i trattamenti; le piante di BR trattate con M2 hanno evidenziato una quantità significativamente più elevata di fenilpropionitrile (404.48 ± 25.31 nmol/g d.w.) rispetto al controllo (incremento del 57.6%). Tale aumento è stato accompagnato da una diminuzione, correlata al trattamento, dei due principali solfuri (dimetil disolfuro e dimetil trisolfuro). Questi risultati indicano che i trattamenti con estratti acquosi fogliari ottenuti da diverse specie di *Moringa* inducono modificazioni significative nella composizione fitochimica delle *baby leaf* di *Brassica oleracea* var. *italica*, in particolare l'estratto M2 ha mostrato effetti migliori.

Diversità fenotipica e biochimica di accessioni coltivate e selvatiche di *Brassica oleracea* L. (n = 9)

Donata Arena^{1,*}, Nicolas Al Achkar¹, Simone Di Dio¹, Gresheen Garcia¹, Matteo Spatafora¹, Luca Ciccarello¹, Alfredo Aires², Ferdinando Branca¹

¹*Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente (Di3A), Università degli Studi di Catania, Catania*

²*CITAB, Vila Real*

*donata.arena@unict.it

Parole chiave: *Brassica oleracea*, *crop wild relatives*, glucosinolati, composti fenolici, *breeding*

Le colture di *Brassica oleracea* L. sono di rilevante interesse nutrizionale per il loro contenuto in metaboliti bioattivi, tra cui glucosinolati e composti antiossidanti. In questo studio, 44 accessioni di *Brassica oleracea* L., comprendenti 11 parenti selvatici (CWRs), 2 accessioni di cavolo da foglia, 11 di cavolo broccolo, 10 *Composite Cross Populations* (CCPs) e 10 ibridi F₁, sono state coltivate in regime biologico in Sicilia (Italia) e caratterizzate mediante descrittori morfologici internazionali (IBPGR) e analisi dei principali metaboliti bioattivi. Le piante sono state trapiantate adottando un disegno sperimentale completamente randomizzato con tre repliche. Le foglie, a completo accrescimento, sono state liofilizzate ed analizzate per il contenuto in glucosinolati, fenoli totali, flavonoidi, clorofille, carotenoidi, e capacità antiossidante. I risultati hanno evidenziato differenze significative tra i diversi gruppi. Il contenuto totale di glucosinolati ha mostrato un'ampia variabilità: da livelli molto bassi (ad es. BH_2, CWR_8, HY_8, BR_10) a valori elevati in accessioni selezionate, quali CV_6 (33.83 $\mu\text{mol g}^{-1}$ d.w.), BR_11 (29.94 $\mu\text{mol g}^{-1}$ d.w.), CV_7 (29.06 $\mu\text{mol g}^{-1}$ d.w.) e CCP_6 (23.41 $\mu\text{mol g}^{-1}$ d.w.). Tra i glucosinolati alifatici, la glucoiberina è risultata tra i più frequenti, mentre la glucorafanina ha raggiunto valori rilevanti per BR_11, HY_9 e CCP_2. La neoglucobrassicina è apparsa il principale glucosinolato indolico individuato. Per la capacità antiossidante, BR_10 ha mostrato i valori più elevati con ABTS, BR_4 con FRAP e CV_1 e CV_3 con DPPH. I pigmenti fotosintetici hanno evidenziato variazioni in relazione al genotipo: le accessioni coltivate presentavano un contenuto più elevato di clorofilla, mentre i carotenoidi sono apparsi particolarmente elevati per CWR_6 e nelle accessioni di cavolo da foglia. I dati ottenuti mettono in evidenza una marcata diversità fitochimica, utile per identificare differenti chemiotipi e selezionare genotipi d'élite da impiegare in programmi di miglioramento genetico mirati all'incremento di composti bioattivi in *B. oleracea*.

Effetto del vermicompost sulla germinazione e la crescita di cavolo nero (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) in vivaio

Ada Baldi*, Eugenio Bianchini Indelicato, Anna Lenzi e Giacomo Certini

Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari, Ambientali e Forestali, Università degli Studi di Firenze, Firenze

* ada.baldi@unifi.it

Parole chiave: vivaismo orticolo, substrati di coltivazione, accrescimento vegetativo, sviluppo radicale, produzioni sostenibili

L'impiego del vermicompost come ammendante o substrato di coltivazione in vivaio sta suscitando crescente interesse grazie alle sue riconosciute proprietà chimico-fisiche e biologiche, tra cui l'elevato contenuto di sostanza organica umificata, la disponibilità di nutrienti e la potenziale capacità di stimolare lo sviluppo radicale e la crescita delle plantule. Tuttavia, la sua efficacia come alternativa ai substrati commerciali deve ancora essere verificata su numerose specie. Il presente studio ha valutato l'effetto del vermicompost, utilizzato sia in purezza (vermicompost 100%) che miscelato al 50% con un terriccio da semina commerciale, sulla germinazione e la crescita di semenzali di cavolo nero (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) in vivaio. Lo stesso terriccio è stato anche testato in purezza come controllo. I risultati non hanno evidenziato differenze significative tra i trattamenti sulla percentuale di germinazione. Per quanto riguarda l'accrescimento della pianta, la miscela 50:50 non ha mostrato differenze significative rispetto al controllo, mentre il vermicompost 100% ha favorito significativamente lo sviluppo sia della parte aerea che dell'apparato radicale della stessa. Ad ogni monitoraggio, infatti, il numero di foglie e l'altezza delle piantine coltivate su questo substrato risultavano significativamente più elevati, così come il peso fresco e secco al raggiungimento dello stadio di trapianto. Anche le radici erano maggiormente sviluppate e ramificate nelle piante della tesi vermicompost 100%, presumibilmente grazie alla sua maggiore porosità. Il rapporto *root/shoot* è risultato maggiore nel controllo, suggerendo una diversa allocazione della biomassa, compatibile con una minore disponibilità di nutrienti. Non sono state osservate differenze di colorazione delle foglie tra i trattamenti. Nel complesso, nelle condizioni sperimentali adottate, il vermicompost utilizzato in purezza ha mostrato prestazioni superiori rispetto al terriccio commerciale nel promuovere lo sviluppo delle plantule. Questi risultati evidenziano un potenziale impiego del vermicompost come substrato alternativo per la produzione vivaistica di cavolo nero, anche in un'ottica di maggiore sostenibilità dei sistemi produttivi.

One health approaches in agriculture: plant biostimulants and organic fertilizers improving crop resilience, nutritional quality and food safety

Iqra Bashir ¹, Alice Toderi ², H           ², Giuseppe Colla ^{1,3}, Marzia Leporino ^{3,*}

¹ University of Tuscia, Department of Agriculture and Forest Sciences, Viterbo, Italy

² Hello Nature International SA, 8 Rue du Neuve-du-Molard, Geneva, Switzerland

³ Arcadia srl, spin off approved from the University of Tuscia, Rivoli Veronese, Italy

* marzia.leporino@arcadia.expert

Keywords: Bio-based products, Vegetable crops, Sustainable food systems, One Health framework

The One Health framework identifies the deep interconnection between human, plant, and environmental health. For a sustainable One-Health system, bio-based agricultural inputs represent a key component in building resilient food systems. Field and greenhouse trials have demonstrated that products such as plant-derived protein hydrolysates (V-PHs), mycorrhizal fungi, and organic fertilizers provide benefits that improve nutritional quality, food safety, and environmental sustainability. V-PHs, for instance, enhance the accumulation of health-promoting compounds, including lycopene in tomatoes, vitamins, and phenolic compounds in various vegetables, thereby potentially improving human nutrition. They also contribute to biofortification by increasing mineral content in crops like spinach, while simultaneously reducing antinutrients such as nitrates in potatoes and mitigating heavy metal accumulation in strawberries and lettuce. Furthermore, V-PH application has been associated with reduced levels of *Escherichia coli* on lettuce leaves, which may contribute to improve food safety. Microbial-based biostimulants, particularly mycorrhizal fungi, can enhance nutritional quality by enhancing the uptake of phosphorus, potassium, manganese, and iron in crops such as zucchini, while also mitigating salt stress through reduced sodium accumulation in plants. Beyond these direct effects, biostimulants modulate antioxidant activity and stress-related secondary metabolites, conferring tolerance to drought, salinity, and heat in crops like lettuce, basil, and tomato. They also promote beneficial phyllosphere and soil microbial communities by stimulating soil enzymatic activity and increasing the abundance of beneficial bacteria, thereby preserving soil fertility and biodiversity. Collectively, this evidence suggests that bio-based agricultural inputs are not merely productivity tools but integral components of a One Health approach, supporting crop productivity, environmental resilience, and nutritionally enhanced food systems that can address challenges such as undernutrition, food safety risks, and climate change.

Variazione del profilo nutraceutico in Cavolo riccio e Cima di rapa in funzione del metodo di cottura

Dalila Bellomo^{1,*}, Francesco Arcieri¹, Stefano Pavan¹, Corrado Lazzizzera², Giulia Conversa², Massimiliano Renna¹

¹ *Dipartimento di Scienze del Suolo della Pianta e degli Alimenti, Università degli Studi di Bari “Aldo Moro”, Bari*

² *Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimenti, Risorse Naturali e Ingegneria (DAFNE), Università di Foggia, Foggia*

*dalila.bellomo@uniba.it

Parole chiave: Composti bioattivi, bollitura, cottura a vapore, Prodotti Agroalimentari Tradizionali, varietà locali

Cavolo riccio (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) e cima di rapa (*Brassica rapa* L. subsp. *sylvestris* L. Janch. var. *esculenta* Hort.) sono varietà locali di ortaggi pugliesi inserite nell’elenco dei Prodotti Agroalimentari Tradizionali di Puglia. Sebbene le *Brassicaceae* siano note per i composti bioattivi, le informazioni sugli effetti della cottura per queste specifiche varietà sono ancora scarse. Il presente lavoro ha valutato l’effetto di due metodi di cottura sulle caratteristiche nutraceutiche di due popolazioni di cima di rapa e cavolo riccio. Campioni crudi, bolliti e cotti a vapore sono stati analizzati per confrontare il contenuto di glucosinolati, fitosteroli, flavonoidi, polifenoli, carotenoidi e clorofille. La concentrazione media di glucosinolati nella cima di rapa cruda, cotta a vapore e bollita è risultata rispettivamente pari a 51, 47 e 11 mg/kg di peso fresco; nel cavolo riccio, i valori corrispondenti sono risultati molto più bassi pari a 1,6, 1,1 e 0,5 mgkg⁻¹ di peso fresco. Per quanto riguarda i fitosteroli, il contenuto in cima di rapa cruda, cotta a vapore e bollita è stato rispettivamente pari a 35, 44 e 43 mgkg⁻¹ di peso fresco; nel cavolo riccio, i valori sono risultati più elevati, pari a 90, 53 e 56 mg/kg di peso fresco per le stesse condizioni. In merito alla quantità di fenoli totali, in cima di rapa cruda, cotta a vapore e bollita è stata rispettivamente pari a 130, 50 e 99 mg/100 g di peso fresco; nel cavolo riccio, i valori corrispondenti sono risultati pari a 136, 53 e 139 mg/100 g di peso fresco. In generale, la cottura a vapore ha preservato maggiormente i composti bioattivi. Tuttavia, le variazioni rilevate per carotenoidi e clorofille evidenziano una risposta differente in base alla matrice e alla molecola considerata, suggerendo un effetto genotipo-specifico del trattamento termico sul profilo nutraceutico.

Valorizzazione di varietà locali come micro-ortaggi: effetto del rapporto tra luce rossa e blu sulla produzione e *shelf-life*

Anna Bonasia*, Corrado Lazzizzera, Francesco Di Nunzio, Paolo La Rotonda, Anna Maria Santoro, Lucia Botticella, Luigi Giuseppe Duri, Antonio Elia, Giulia Conversa

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari, Risorse Naturali e Ingegneria, Università di Foggia, Foggia

*anna.bonasia@unifg.it

Parole chiave: mugholi, cicoriella, *indoor*, fenoli, glucosinolati.

I micro-ortaggi, germinelli raccolti alla schiusura dei cotiledoni dopo circa una settimana dalla semina, ricchi di composti bioattivi, di colore, consistenza e sapore variabile, possono rappresentare una strategia di valorizzazione della biodiversità orticola locale. Per le dimensioni ridotte ed il ciclo breve si prestano alla coltivazione *indoor*, dove la luce rappresenta un fattore determinante. Lo studio ha analizzato l'effetto di tre differenti spettri luminosi su caratteristiche biometriche e qualitative, alla raccolta e durante la conservazione, di 4 genotipi - senape bianca, varietà locali di cavolo broccolo (Spigariello; Mugholo) e cicoria selvatica. La coltivazione è avvenuta in vaschetta (PET, torba) in camera di crescita (UR 70%, 10/14 h luce/buio, 22/12 °C giorno/notte, PPFD 250 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). I trattamenti luminosi sono stati ottenuti integrando, mediante barre LED, la luce rossa (R) e blu (B): 1:1 (CNTR), 2:1 (RED), 1:2 (BLU). Il prodotto, raccolto a 12 giorni, è stato tagliato e confezionato in contenitori per alimenti (PET, 250 mL) e conservato in cella frigorifera (5 °C) per sette giorni. Il trattamento RED ha aumentato la produttività in mugholo e spigariello, la consistenza fogliare in spigariello e cicoria, l'intensità del colore in mugholo e cicoria. I trattamenti BLU e RED hanno aumentato i livelli di potassio in mugholo; il BLU ha migliorato il contenuto di glucosinolati nelle 3 brassicacee e di fenoli ed attività antiossidante in senape e mugholo. I micro-ortaggi spigariello e senape frigo-conservati hanno mostrato le più alte perdite di peso (2,3 g 100 g⁻¹ di p.f.). Al termine della conservazione, i micro-ortaggi allevati con il BLU hanno mostrato un profilo qualitativo superiore (a) in termini di fenoli ed attività antiossidante rispetto al prodotto allevato con CNTR e RED; (b) in termini di glucosinolati rispetto al prodotto allevato con RED. Questo studio fornisce indicazioni per la scelta dello spettro luminoso per specie sottoutilizzate evidenziando una forte risposta specie-specifica.

Lavoro finanziato nell'ambito del Progetto "Biodiversità delle specie orticole pugliesi NON da frutto (BiodiverSO Veg)" - PSR Puglia 2014-2020, Progetti per la conservazione e valorizzazione delle risorse genetiche in agricoltura.

Applicazione fogliare di iodio per la biofortificazione di carota

Anna Bonasia^{*}, Corrado Lazzizzera, Luigi Giuseppe Duri, Francesco Di Nunzio, Antonio Elia, Giulia Conversa

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari, Risorse Naturali e Ingegneria, Università di Foggia, Foggia

^{*}anna.bonasia@unifg.it

Parole chiave: *Daucus carota* L., sicurezza alimentare, antiossidanti, fenoli

Nonostante un apporto calorico sufficiente, oltre due miliardi di persone soffrono di carenze di micronutrienti, un fenomeno noto come fame nascosta. Lo iodio è un oligoelemento indispensabile per la salute umana (sintesi ormonale e regolazione metabolica); poiché gli alimenti spesso non garantiscono l'apporto giornaliero raccomandato (150 µg in soggetti adulti), la biofortificazione di ortaggi come la carota emerge come strategia sostenibile per aumentare la concentrazione di iodio in prodotti vegetali di diffuso consumo. Piante di carota (*Daucus carota* L. cv. Bolero F1), allevate in pieno campo, sono state sottoposte a trattamenti fogliari con acqua (Cntr) e soluzione acquosa di ioduro di potassio (400 g ha⁻¹ di I) (I400), diciassette e dieci giorni prima della raccolta. I trattamenti (Cntr e I400) sono stati disposti secondo uno schema sperimentale a blocchi randomizzati con tre ripetizioni (unità elementare 2 m²). Alla raccolta sono stati misurati (a) i principali indici biometrici (peso fresco e secco della parte aerea e radice); (b) caratteristiche qualitative della radice (colore, contenuto di solidi solubili totali e fenoli, capacità antiossidante con DPPH e ABTS *test*); (c) la concentrazione di iodio della radice. L'applicazione di iodio non ha avuto effetto sulla biomassa epigea ed ipogea (in termini di peso fresco e percentuale di sostanza secca), e su alcuni parametri qualitativi (solidi solubili totali). Al contrario, le radici I400 hanno mostrato una maggiore intensità del colore ed un aumento del 10,3% del contenuto totale di fenoli rispetto al controllo. Tra i saggi di capacità antiossidante, l'ABTS ha mostrato un incremento del 16%. È da sottolineare che con solo due applicazioni, distribuite nella fase di ingrossamento del fittone, la concentrazione di iodio è raddoppiata, passando da 3,4 a 7,0 µg 100 g⁻¹ su peso fresco. La pratica della biofortificazione agronomica di carota risulta essere un approccio percorribile per contribuire a soddisfare la dose giornaliera raccomandata di questo micronutriente.

Lavoro finanziato nell'ambito del Progetto di Ricerca di Ateneo – Horizon Europe (PRA-HE) 2021- FOOD x EU-GUT: FOOD technology, crop production and food supplementation as a way to drive GUT microbiota towards EUbiosis or dysbiosis.

Trade-off tra produzione energetica e performance colturali nelle serre fotovoltaiche: confronto tra sistemi fissi e ad inseguimento solare per la coltivazione fuori suolo di lattuga

Lucia Bonelli^{1,2*}, Sofia Faliagka³, Ioannis Naounoulis³, Nikolaos Katsoulas³, Francesco Serio², Francesco Fabiano Montesano¹, Chryssoula Papaioannou³

¹ *Dipartimento di Scienze del Suolo, della Pianta e degli Alimenti, Università degli Studi di Bari Aldo Moro, Bari*

² *Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Bari*

³ *Laboratory of Agricultural Constructions and Environmental Control, Department of Agriculture Crop Production and Rural Environment, University of Thessaly, Volos (Greece)*

*luciabonelli@cnr.it, lucia.bonelli@uniba.it

Parole chiave: fotovoltaico, serre, coltivazioni senza suolo, produzione di energia

L'integrazione dei pannelli fotovoltaici in serra rappresenta un approccio promettente per affrontare il nesso tra produzione agricola ed energetica, favorendo l'autosufficienza nei sistemi colturali ad elevato fabbisogno energetico. Tuttavia, la scelta della tecnologia fotovoltaica più idonea è cruciale per massimizzare la produzione energetica senza compromettere le performance colturali. Presso l'azienda sperimentale dell'University of Thessaly (Velesino, Grecia), sono stati confrontati due comparti serricoli dotati di diverse configurazioni fotovoltaiche: un sistema ad asse fisso orizzontale (T₁) e uno a inseguimento solare monoassiale (T₂). Le valutazioni hanno riguardato le condizioni microclimatiche, la produzione energetica e le performance colturali di due varietà di lattuga (*Lactuca sativa* L. cv Green Tower, GT, e Sanguine, S) coltivate fuori suolo. I due comparti sono stati messi a confronto con uno di controllo (T₀) privo di impianto fotovoltaico. Entrambe le configurazioni fotovoltaiche (T₁ e T₂) hanno determinato una riduzione media della PAR del 23% rispetto al controllo, senza evidenziare differenze significative in termini di temperatura dell'aria e umidità relativa. La produzione energetica cumulata è risultata leggermente più alta in T₂ rispetto a T₁ (2,46 vs 2,19 kWh m⁻², rispettivamente). Su base giornaliera, T₂ ha evidenziato prestazioni migliori nelle giornate soleggiate, mentre T₁ ha mostrato una maggiore produzione energetica in condizioni di cielo nuvoloso. Per la cultivar GT non sono state osservate differenze significative tra T₁ e T₂ in termini di performance produttive. Rispetto al controllo, la presenza dei pannelli ha comportato una riduzione media della produzione e del numero di foglie del 15 e 11%, associata ad un incremento dell'area fogliare del 13%. Non sono state osservate differenze nelle performance colturali di S tra i diversi comparti. In conclusione, l'integrazione del fotovoltaico in serra rappresenta una strategia efficace per conciliare produzione agricola e generazione di energia nei sistemi ad alto fabbisogno energetico. La scelta della cultivar è fondamentale per limitare le perdite produttive. I sistemi a inseguimento solare garantiscono una maggiore produzione energetica, ma mostrano una forte dipendenza dalle condizioni atmosferiche e richiedono regolazioni dinamiche in tempo reale per ottimizzare la produzione energetica.

Questo lavoro rientra nel progetto REGACE, finanziato dal Programma Horizon Europe per la Ricerca e l'Innovazione dell'Unione Europea nell'ambito del Grant Agreement No 101096056.

Produzione e commercializzazione dei PAT vegetali in Campania: un'analisi su scala territoriale

Alessandro Borrelli*, Farzaneh Zamani, Roberta Paradiso

Dipartimento di Agraria, Università degli studi di Napoli Federico II, Portici

* alessandro.borrelli2@unina.it

Parole chiave: colture tradizionali, varietà tipiche, agrobiodiversità, filiere locali

I Prodotti Agroalimentari Tradizionali (PAT) di origine vegetale sono il risultato di pratiche agricole consolidate nel tempo, che contribuiscono a rafforzare l'identità del territorio e favoriscono potenziali forme di turismo enogastronomico delle comunità rurali. Secondo la XXVI^a revisione dell'elenco dei PAT, pubblicata dal Ministero dell'Agricoltura, della Sovranità Alimentare e delle Foreste (MASAF) nel 2026, i PAT di origine vegetale allo stato naturale o trasformati in Italia sono 1636, di cui 246 registrati in Campania. Nell'ambito delle attività del Centro di Riferimento per la sicurezza della Ristorazione Pubblica e Collettiva e delle Produzioni Agroalimentari Tradizionali (C.Ri.P.A.T.) della Regione Campania, obiettivo della ricerca era individuare aspetti critici e punti di forza legati alle tecniche di produzione e commercializzazione di un campione di PAT prodotti sul territorio regionale. I dati relativi ai 246 PAT di origine vegetale sono stati raccolti ed analizzati per studiare la distribuzione nelle diverse provincie. Per un campione di 13 prodotti, selezionati in base alla tipologia di organo edule (ortaggi da foglia, da frutto, da infiorescenza, da seme e da tubero o rizoma), è stata condotta un'analisi di approfondimento mediante la somministrazione di un questionario a due produttori per prodotto. Il questionario ha riguardato i metodi di coltivazione adottati, superfici coltivate, caratteristiche produttive e canali commerciali per la vendita. La prevalenza delle aziende esaminate presentava una superficie modesta (<1 ha nel 69,2%), con conseguenti bassi livelli produttivi (tra 10 e 50 quintali annui nel 38% delle aziende e di almeno 100 quintali solo nel 27%). Per la maggior parte dei prodotti, la coltivazione avveniva con metodo biologico (58%) che, pur contribuendo alle caratteristiche di questi prodotti, ne limita la sostenibilità economica nei mercati nazionali e internazionali. Coerentemente, tutte le aziende operavano nei mercati locali, mentre una percentuale decrescente conferiva prodotti su una scala geografica più ampia e solo il 23% riusciva ad accedere ai mercati europei.

Coltivazione verticale in serra per migliorare la precocità produttiva, la resa e la qualità dei frutti di melone

Alessandro Borrelli^{1*}, Lucia Santonicola², Elen Jones Evans², Luigi G. Duri³, Farzaneh Zamani¹, Antonio G. Caporale¹, Ivana Ledenko⁴, Luana Izzo⁴ e Roberta Paradiso¹

¹ *Dipartimento di Scienze Agrarie, Università degli Studi di Napoli Federico II, Napoli, Italia*

² *Bayer Crop Science S.r.l., 04100 Latina, Italia*

³ *Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimenti, Risorse Naturali e Ingegneria (DAFNE), Università di Foggia, Foggia, Italia*

⁴ *Dipartimento di Farmacia, Università degli Studi di Napoli Federico II, 80131 Napoli, Italia*

* alessandro.borrelli2@unina.it

Parole chiave: *Cucumis melo* L.; composti fenolici; caratteristiche nutrizionali; composizione minerale; interazione genotipo × ambiente; orticoltura sostenibile

Il melone (*Cucumis melo* L.) è una coltura orticola di grande importanza, coltivata nelle regioni temperate e subtropicali, il cui interesse è in costante crescita. Attualmente, il melone è coltivato sia in pieno campo che in serra, due sistemi che differiscono significativamente per pratiche agronomiche, costi di produzione, impatto ambientale e resa produttiva. Negli ultimi anni, la coltivazione verticale in serra è stata testata come alternativa ai sistemi tradizionali a portamento strisciante. Questo studio aveva l'obiettivo di valutare la risposta agronomica di quattro ibridi di melone (2001, 2003, 2005 e 2008) in due sistemi di coltivazione: il sistema tradizionale a portamento strisciante in pieno campo e la coltivazione verticale in serra. I risultati hanno evidenziato differenze significative tra i sistemi colturali in termini di produzione e qualità dei frutti. In particolare, la coltivazione verticale ha determinato una resa superiore rispetto al pieno campo (7,8 vs. 6,6 kg m⁻²). I frutti raccolti da piante coltivate verticalmente hanno mostrato un contenuto più elevato di composti fenolici totali, con conseguente miglioramento del loro valore nutraceutico. Tra gli ibridi testati, il 2008 ha raggiunto la resa più elevata (8,7 kg m⁻²), associata a rilevanti proprietà nutrizionali e nutraceutiche, mentre gli ibridi 2001 e 2003 hanno evidenziato un profilo qualitativo superiore, con maggiori concentrazioni di K, P e composti fenolici. Nel complesso, l'ibrido 2008 ha mostrato la migliore risposta agronomica in entrambi i sistemi di coltivazione, combinando elevata produttività e qualità dei frutti: può quindi pertanto essere considerato il genotipo più adatto sia per la coltivazione in pieno campo sia per quella verticale. La variabilità genetica osservata tra gli ibridi sottolinea l'importanza di selezionare il genotipo più adatto al sistema colturale adottato.

Approccio multi-omico per lo studio degli effetti epigenetici di estratti di *sprouts*, *microgreens* e *baby leaves* di *Brassicaceae* su modelli cellulari tumorali

Ferdinando Branca¹, Grete Privitera², Matteo Spatafora¹, Nicolas Al Achkar¹, Gresheen Garcia¹, Luca Ciccarello¹, Gaia Nicotra², Gaia Fusto², Silvia Boninelli², Xena Giada Pappalardo², Simona Reina², Donata Arena^{1,*}, Vito De Pinto²

¹*Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente (Di3A), Università degli Studi di Catania, Catania*

²*Dipartimento di Scienze Biomediche e Biotecnologiche, Università degli Studi di Catania, Catania*

*donata.arena@unict.it

Parole chiave: varietà locale, ‘Broccolo nero’, *novel foods*, trascrittomica, antiossidanti

Gli sprouts (SP), i microgreens (MG) e le baby leaves (BL) di *Brassicaceae*, che rappresentano diverse fasi di crescita della pianta, costituiscono una ricca fonte di composti bioattivi in grado di modulare le risposte cellulari a stimoli ambientali e nutrizionali. Questi prodotti si stanno affermando quali “superfood” ad alto valore aggiunto nutraceutico, offrendo nuove opportunità per la diversificazione delle produzioni orticole e per l’innovazione di filiera. Nonostante il crescente interesse agronomico e commerciale, risultano ancora limitate le conoscenze sui meccanismi molecolari alla base dei loro effetti benefici sulla salute, in particolare per quanto riguarda la regolazione genica e i processi epigenetici. In questo studio, è stato adottato un approccio multi-omico integrato per valutare se gli estratti di foglie di SP, MG, BL di una varietà locale di sprouting broccolo, il ‘Broccolo nero dell’Etna’ (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck), influenzino i processi epigenetici e trascrizionali associati all’infiammazione e allo stress ossidativo. In particolare, sono stati analizzati i profili trascrittomici, i pattern di metilazione del DNA e i livelli di acidi grassi (LA, EPA e DHA) in modelli cellulari tumorali (SKBR-3) e non (NIH/3T3), trattati con estratti di ‘Broccolo nero’ rispetto al controllo non trattato. I risultati preliminari evidenziano profili specifici di espressione genica e metilazione associate allo stadio di crescita, suggerendo che le pratiche di raccolta e la scelta dello stadio fenologico della pianta possano influenzare in modo significativo il profilo funzionale e nutraceutico del prodotto. In particolare, emerge una modulazione differenziale di pathway chiave coinvolti nei processi infiammatori, nel metabolismo ossidativo e nella sopravvivenza cellulare. Questi risultati sottolineano il ruolo strategico delle *Brassicaceae* nell’ortofloricoltura sostenibile, non solo come colture a elevata efficienza produttiva, ma anche come fonti di composti bioattivi in grado di contribuire alla promozione della salute umana.

Effetti dell'applicazione esogena di consorzi microbici sulla modulazione del microbioma rizosferico e sulla resa del pomodoro innestato coltivato in serra mediterranea

Ferdinando Branca^{1,*}, Grete Francesca Privitera², Donata Arena¹, Luca Ciccarello¹, Giulio Flavio Rizzo³, Alfredo Pulvirenti², Matteo Spatafora¹, Simone Di Dio¹, Nicolas Al Achkar¹

¹Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente (Di3A), Università degli Studi di Catania, Catania

²Dipartimento di Medicina Clinica e Sperimentale, Unità di Bioinformatica, Università degli Studi di Catania, Catania

³Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari (DISTAL), Università degli Studi di Bologna, Bologna

*fbranca@unict.it

Parole chiave: *Solanum lycopersicum* L., portinnesto, sequenziamento, abbondanza microbica

L'adozione di pratiche agricole sostenibili per la produzione orticola intensiva rappresenta una necessità fondamentale, sempre più rilevante a livello globale, al fine di ridurre l'impatto sugli ecosistemi. Nel presente studio è stato valutato l'effetto di due consorzi microbici commerciali, applicati a due portinnesti di pomodoro innestati con due differenti nesti, sia sulle componenti della resa sia sulla composizione del microbioma della rizosfera. Campioni di rizosfera sono stati raccolti per ciascuna combinazione di innesto, in parcelle trattate e non trattate. Il DNA microbico estratto è stato quindi sottoposto a sequenziamento mediante amplificazione di due regioni specifiche: ITS1-1F per i funghi e 16S V3-V4 per i batteri. L'analisi metagenomica ha evidenziato come la composizione della comunità fungina vari in funzione delle combinazioni di innesto e dell'applicazione dei consorzi microbici. Al contrario, l'abbondanza batterica ha mostrato variazioni più marcate in risposta ai trattamenti con consorzi microbici nel suolo rispetto alle diverse combinazioni di innesto. Le analisi di correlazione tra taxa microbici della rizosfera, parametri produttivi e caratteristiche radicali evidenziano il grande interesse per l'adozione combinata di queste tecniche nella coltivazione del pomodoro. È interessante notare come, nonostante i consorzi microbici inoculati sono stati rilevati a basse concentrazioni (o non rilevati) nei suoli trattati, sono stati osservati cambiamenti significativi nella composizione complessiva del microbioma, suggerendo un effetto indiretto ma rilevante. Questo studio mette in evidenza gli effetti positivi dell'applicazione di consorzi microbici al suolo sulla produttività del pomodoro e sulla dinamica delle comunità microbiche della rizosfera in condizioni di coltivazione intensiva in serra. Tali tecniche colturali eco-compatibili possono contribuire a mitigare gli stress biotici del suolo e a sostenere una produzione più stabile e affidabile.

Verso una gestione sostenibile dei rifiuti di finocchio: un approccio basato sulla valutazione del ciclo di vita

Emanuela Campana^{*,1}, Michele Ciriello¹, Youssef Rouphael¹, Michael Martin^{2,3}, Stefania De Pascale¹

¹Dipartimento di Agraria, Università di Napoli Federico II, Portici, Italia

²IVL Swedish Environmental Research Institute, Life Cycle Management, Sustainable Society, Stoccolma, Svezia

³KTH Royal Institute of Technology, Department of Sustainable Development, Environmental Science and Engineering, Stoccolma, Svezia

*emanuela.campana@unina.it

Parole chiave: agricoltura circolare, recupero delle risorse, sostenibilità ambientale, mitigazione dei gas serra, valorizzazione degli scarti

Lo smaltimento dei rifiuti agroindustriali in discarica è una fonte significativa di emissioni di gas serra. Il loro recupero attraverso la conversione in bioprodotto è una strategia efficace per ridurre l'impatto ambientale delle attività agricole. Tuttavia, a causa della mancanza di soluzioni di gestione personalizzate che tengano conto delle caratteristiche specifiche dei rifiuti, del contesto territoriale e delle condizioni operative dei processi di conversione, queste pratiche non sono ancora ampiamente adottate a livello aziendale. In questo contesto, lo scopo del presente studio è stato quello di valutare diverse opzioni per la gestione dei rifiuti di finocchio generati da un'azienda agricola italiana, utilizzando la valutazione del ciclo di vita (Life Cycle Assessment, LCA) come strumento decisionale per identificare l'alternativa più sostenibile dal punto di vista ambientale. Pertanto, lo scenario di riferimento (smaltimento dei rifiuti in discarica) è stato confrontato con tre possibili scenari da attuare a livello aziendale: compostaggio, estrazione di compost tea e pirolisi. L'analisi LCA è stata condotta considerando 1 tonnellata di rifiuti di finocchio come unità funzionale. I risultati, in termini di emissioni espresse in kg di CO₂ equivalente, mostrano che tutte le opzioni di recupero offrono prestazioni ambientali migliori rispetto allo smaltimento in discarica. Tuttavia, considerando gli altri indicatori ambientali, lo scenario della pirolisi presenta il maggiore impatto, principalmente per l'elevato fabbisogno energetico associato alle fasi di pretrattamento. Al contrario, il compostaggio sembra essere la soluzione più vantaggiosa dal punto di vista ambientale, grazie alla sostituzione parziale dei fertilizzanti sintetici mediante l'impiego di compost.

Qualità e *shelf life* del pomodoro ciliegino: il ruolo della biofortificazione con selenio e dello stadio di maturazione alla raccolta

Claudio Cannata*, Guglielmo Fichera, Cherubino Leonardi, Rosario Paolo Mauro

Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente (Di3A), Università degli Studi di Catania, via Santa Sofia 100 95123 Catania, Italia

*claudio.cannata@unict.it

Parole chiave: *Solanum lycopersicum* L., post raccolta, selenato di sodio, qualità organolettica.

Il pomodoro (*Solanum lycopersicum* L.) rappresenta uno degli ortaggi più ampiamente coltivati e commercializzati al mondo. In considerazione della sua composizione e dell'elevato consumo pro capite, esso rappresenta una preziosa fonte alimentare di micronutrienti e composti bioattivi. Negli ultimi anni, l'interesse dei consumatori verso l'integrazione alimentare con selenio (Se) ha attratto crescente interesse, in virtù del ruolo benefico di tale elemento nella prevenzione di patologie associate all'invecchiamento e quale costituente delle selenoproteine. Di conseguenza, l'adozione di strategie agronomiche finalizzate all'incremento del Se (biofortificazione), rappresenta una recente innovazione volta ad esaltare il profilo nutrizionale di molteplici ortaggi, incluso il pomodoro. Tuttavia, restano ancora limitati gli studi volti a chiarire in che misura tali interventi possano influenzarne la conservabilità post raccolta di tale frutto climaterico. Il presente studio ha valutato gli effetti di applicazioni fogliari di Se (come Na_2SeO_4 , 0,5 mmol Se L^{-1}) sui principali caratteri carpometrici e qualitativi del pomodoro "cherry" ciliegino ('Durillo'), raccolti in corrispondenza di due stadi di maturazione, ovvero rosso (R) e rosso pieno (RP), e conservati a 11,0 °C per 20 giorni. Rispetto al controllo, l'applicazione di Se ha prodotto un incremento della consistenza dei frutti, e del loro contenuto in sostanza secca (SS), zuccheri (TSC), e Se. Per contro, ha ridotto il contenuto in carotenoidi. I frutti raccolti allo stadio RP hanno mostrato i valori più elevati di SS, TSC e vitamina C (+4,1%, +10,2% e +12.7%, rispettivamente). Diversamente, i frutti raccolti allo stadio R hanno mantenuto nel tempo valori più elevati in TA e contenuto fenolico. Nel complesso, l'applicazione di Se ha ritardato il decadimento di diversi parametri qualitativi associati alla sovraturazione dei frutti, evidenziando il suo potenziale ruolo nel preservare nel tempo le principali caratteristiche qualitative e, di conseguenza, nell'estendere la *shelf life* del pomodoro ciliegino.

La biosolarizzazione in serra: effetti agronomici su una successione orticola

Donato Castronuovo^{1*}, Lorian Cardone², Donato Casiello², Andrea Sica¹, Pierluigi Mazzei¹ e Vincenzo Candido²

¹ *Dipartimento di Farmacia (DIFARMA), Università degli Studi di Salerno, Fisciano (SA)*

² *Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali, Alimentari e Ambientali (DAFE), Università degli Studi della Basilicata, Potenza*

*dcastronuovo@unisa.it

Parole chiave: cavolo rapa, lattuga, melone, matrici organiche, produzione.

I moderni sistemi orticoli in serra sono caratterizzati da cicli colturali brevi e da rotazioni limitate, condizioni che portano a sfruttare intensamente la capacità produttiva del suolo. Tale situazione può determinare fenomeni di “stanchezza” del terreno, che si manifesta con una generale riduzione della fertilità, un incremento delle problematiche fitosanitarie e con una maggiore difficoltà nel controllo delle malerbe. Un approccio promettente per mitigare questi effetti consiste nell’impiego della biosolarizzazione, ossia l’incorporazione nel terreno di matrici organiche in combinazione con la solarizzazione. La presente ricerca ha analizzato gli effetti della biosolarizzazione in una successione orticola costituita da cavolo rapa, lattuga e melone, realizzata in una serra fredda di un’azienda biologica situata nella Piana del Sele (SA). In particolare, prima della solarizzazione sono stati incorporati nel terreno un sovescio di *Artemisia annua* L., letame bufalino maturo e compost verde, includendo anche un testimone sottoposto alla sola solarizzazione. Gli stessi trattamenti sono stati applicati al terreno non solarizzato, ottenendo un totale di otto tesi sperimentali, distribuite secondo uno schema fattoriale a split-plot con tre ripetizioni, collocando nelle parcelle i trattamenti termici al terreno (solarizzato e non) e nelle sub-parcelle le matrici organiche. I risultati hanno evidenziato che con la biosolarizzazione è stato ottenuto un incremento del contenuto di azoto nel suolo (+6,7%) rispetto al controllo e le parcelle ammendate con letame e compost hanno anche registrato un aumento del contenuto in sostanza organica (+7,1% e +5,1%, rispettivamente). Inoltre, rispetto alle parcelle non solarizzate, il trattamento termico del terreno, con e senza matrici organiche, ha ridotto significativamente il numero e la biomassa delle malerbe in tutta la successione e ha fatto registrare incrementi significativi delle produzioni pari al 10,5%, 26,9% e 19,7%, rispettivamente per cavolo rapa, lattuga e melone. È possibile concludere che nella Piana del Sele la biosolarizzazione in serra rappresenta una tecnica promettente in grado di determinare effetti positivi su diverse colture orticole in successione.

Fertirrigazione azotata in pomodoro da industria guidata da indici vegetazionali: dalla validazione agronomica alla scalabilità aziendale

Vito Aurelio Cerasola*, Veronica Arcas Pilz, Giuseppina Pennisi, Francesco Orsini, Giorgio Gianquinto

Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari, Alma Mater Studiorum Università di Bologna

*vito.cerasola@unibo.it

Parole chiave: fertirrigazione azotata; pomodoro da industria; *speaking plant approach*; indici vegetazionali; riflettanza; *Sentinel-2*

Con l'avvento dei sensori ottici, anche l'orticoltura di pieno campo coglie l'opportunità di gestire le risorse produttive in modo più efficiente. Ottimizzare l'impiego dei fertilizzanti azotati rappresenta uno dei pilastri dell'agricoltura di precisione, in modo particolare oggi che i cambiamenti climatici e i fragili scenari geopolitici rendono necessaria una gestione razionale dell'azoto. Il semplice monitoraggio della coltura attraverso indici vegetazionali non è tuttavia sufficiente a garantire una fertilizzazione di precisione: occorre identificare valori soglia capaci di informare sul momento e sulla quantità ottimale di fertilizzante da distribuire. Questo lavoro propone diverse metodologie per determinare i valori soglia del *green vegetation index* (GVI) nel contesto della fertirrigazione dinamica del pomodoro da industria. Tra le metodologie analizzate, il monitoraggio storico del GVI in colture fertilizzate secondo la pratica locale con apporti pari al fabbisogno colturale atteso garantisce al contempo efficienza agronomica ed ambientale, consentendo riduzioni degli apporti azotati fino al 60% rispetto alle fertilizzazioni convenzionali basate sul bilancio dell'azoto. Inoltre, la fertirrigazione guidata dal profilo storico del GVI offre efficienza logistica, grazie alla possibilità di costruire le curve soglia a partire dai dati satellitari ad accesso libero di *Sentinel-2*. Lo studio, dopo aver dimostrato mediante esperimenti parcellari randomizzati la validità agronomica dell'approccio con un sensore multispettrale manuale, ne valuta la scalabilità attraverso una gestione guidata da immagini acquisite da *Sentinel-2* in un'azienda agricola del modenese.

L'integrazione di più livelli biologici identifica fattori predittivi della tolleranza allo stress salino in pomodoro

Susanna Cialli¹, Giulia Carmassi², Guido Scatena³, Rita Maggini², Luca Incrocci², Anna Mensuali¹ and Alice Trivellini^{2,*}

¹ *Crop Science Research Institute School of Advanced Studies Sant'Anna, Pisa*

² *Department of Agricultural, Food and Agro-Environmental Sciences, University of Pisa, Pisa*

³ *Italian Institute for Environmental Protection and Research – ISPRA, Leghorn*

*alice.trivellini@unipi.it

Parole chiave: pomodoro, specie selvatiche, stress salino, tolleranza, screening

La tolleranza alla salinità è un carattere complesso che emerge da interazioni coordinate tra livelli biologici multipli, includendo componenti morfologiche, fisiologiche e fenologiche. Per descrivere tali relazioni e individuare indicatori utili allo screening, sono necessari approcci integrativi in grado di collegare i diversi livelli di risposta allo stress con la performance della pianta. In questo studio, un esperimento in serra ha confrontato una cultivar di *Solanum lycopersicum*, (coltura di elevata rilevanza agronomica e moderatamente sensibile alla salinità) e cinque accessioni della specie selvatica *Solanum pimpinellifolium*, riconosciuta come importante serbatoio di alleli per la tolleranza al sale. Le piante sono state sottoposte a stress salino moderato e severo, corrispondenti rispettivamente al 18% e al 33% di acqua di mare nella soluzione nutritiva. È stata condotta un'analisi congiunta di parametri morfologici, fisiologici, biochimici e fenologici per identificare i determinanti chiave dell'adattamento. L'integrazione multilivello ha evidenziato cambiamenti coordinati nella regolazione ormonale, nell'omeostasi osmotica e nella tempistica fenologica, suggerendo un controllo regolatorio integrato delle risposte adattative. Osmoliti, flavonoidi e ormoni sono risultati nodi centrali associati alle dinamiche di fioritura e all'allegagione in condizioni saline. Tra le accessioni selvatiche valutate, WR10 ha mostrato la maggiore tolleranza, mantenendo la crescita biomassa, integrità di membrana e performance riproduttiva anche sotto stress severo. Un indice predittivo basato sull'altezza della pianta, la perdita di elettroliti e la conduttanza stomatica ha classificato efficacemente mediante tratti rapidi e facilmente misurabili, supportando applicazioni in programmi di miglioramento genetico. Nel complesso, i risultati indicano che l'integrazione di tratti multi-livello nelle specie selvatiche di pomodoro può accelerare l'identificazione di genotipi resilienti e favorire lo sviluppo di cultivar tolleranti alla salinità per sistemi orticoli protetti e fuori suolo.

L'integrazione trascrizionale e metabolica rivela una risposta specie specifica allo stress salino nel pomodoro selvatico e in quello coltivato

Susanna Cialli ^{1,*}, Giulia Carmassi ², Richard A. Ludlow ³, Hilary J. Rogers ³, Carsten T. Müller ³, Stefano Brizzolara ¹, Gaia Meoni ⁴, Leonardo Tenori ⁴, Luca Incrocci ², Anna Mensuali ¹, Alice Trivellini ²

¹ Crop Science Research Institute. School of Advanced Studies Sant' Anna, Pisa

² Department of Agricultural, Food and Agro-Environmental Sciences, University of Pisa, Pisa

³ School of Biosciences, Cardiff University Sir Martin Evans Building, Cardiff, UK

⁴ Department of Chemistry "Ugo Schiff", University of Florence, Sesto Fiorentino

*susanna.cialli@avanzi.unipi.it

Parole chiave: trascrittomica, metabolomica, amminoacidi, zuccheri, stress salino

Le piante, in quanto organismi sessili, rispondono agli stress ambientali attraverso risposte integrate che coinvolgono regolazione trascrizionale, metabolismo e segnali molecolari. La salinizzazione dei suoli rappresenta una delle principali minacce alla produttività agricola. Il pomodoro, *Solanum lycopersicum*, è moderatamente sensibile allo stress salino, mentre specie selvatiche come *Solanum pimpinellifolium* mostrano maggiore tolleranza e costituiscono una risorsa chiave per il miglioramento genetico. Tuttavia, i determinanti molecolari e metabolici alla base di queste differenze sono ancora parzialmente definiti. In questo studio, abbiamo applicato un approccio multi-omico integrato (trascrittomica, metabolomica e volatilomica) per confrontare le risposte fogliari di *S. lycopersicum* e *S. pimpinellifolium* in condizioni di controllo e di stress salino (33% acqua di mare nella soluzione nutritiva). Lo stress salino ha indotto un'ampia riprogrammazione trascrizionale in *S. lycopersicum*, in particolare nei processi legati alla fotosintesi e alla segnalazione dello stress, mentre *S. pimpinellifolium* ha mostrato una risposta più contenuta. Le analisi metabolomiche (untargeted e targeted) focalizzate su amminoacidi e zuccheri, insieme alla quantificazione di VOCs ed etilene, hanno evidenziato strategie specie-specifiche: *S. lycopersicum* ha accumulato amminoacidi chetogenici e glucogenici e mostrato una riduzione di glucosio e intermedi del ciclo di Krebs, indicando vincoli nella gestione dello stress osmotico ed energetico; al contrario, *S. pimpinellifolium* ha accumulato amminoacidi con funzione osmoprotettiva. Inoltre, la produzione di etilene è risultata aumentata in *S. pimpinellifolium* e ridotta in *S. lycopersicum*. Infine, l'analisi del volatiloma ha rivelato firme specie-specifiche di VOCs, con modulazione stress-dipendente di terpeni e composti aromatici. Nel complesso, i risultati suggeriscono che la maggiore tolleranza al sale in *S. pimpinellifolium* sia associata a un controllo più efficiente dell'omeostasi proteica ed energetica e a una rimodulazione metabolica più mirata, mentre *S. lycopersicum* mostra una risposta più ampia ma meno efficiente, con marcate perturbazioni della fotosintesi e del metabolismo.

Dal laboratorio al vivaio: effetto del substrato e della concimazione sulla dinamica dell'azoto nel vivaismo ornamentale biologico

Susanna Cialli^{1,*}, Alice Trivellini¹, Giacomo Bianchini¹, Rita Maggini¹, Roberto Cardelli¹, Alberto Pardossi¹

¹*Department of Agricultural, Food and Agro-Environmental Sciences, University of Pisa, Pisa*

* susanna.cialli@avanzi.unipi.it

Parole chiave: vivaismo ornamentale, biologico, concimazione, mineralizzazione, disponibilità azoto

La crescente diffusione del vivaismo ornamentale in regime biologico pone nuove sfide nella gestione della nutrizione azotata, in particolare nei sistemi di coltivazione in vaso. In tali contesti, la disponibilità di azoto per le piante dipende dalla mineralizzazione della sostanza organica, un processo fortemente influenzato dalle caratteristiche del substrato di coltivazione. Tuttavia, le dinamiche di rilascio dell'azoto nei diversi substrati risultano ancora poco prevedibili, rendendo complessa l'ottimizzazione della concimazione. In questo lavoro è stato valutato l'effetto di un concime ammesso in agricoltura biologica a due diverse concentrazioni (4 e 8 g/L) su due diversi substrati, analizzando la dinamica di rilascio dell'azoto e il fenomeno della mineralizzazione. La caratterizzazione è stata condotta mediante prove di incubazione in condizioni controllate: l'attività microbica è stata monitorata tramite misure respirometriche, mentre la disponibilità di azoto minerale è stata valutata mediante determinazione delle forme ammoniacali e nitriche dell'azoto. Parallelamente, è stata allestita una prova in vaso su specie ornamentali (*Prunus laurocerasus* e *Photinia × fraseri*), utilizzando gli stessi substrati e le stesse concentrazioni di concime impiegati nella prova di caratterizzazione precedente, e confrontando il concime organico con un fertilizzante di sintesi a rilascio controllato. L'esperimento in vaso ha lo scopo di verificare gli effetti delle diverse dinamiche di rilascio in coltura reale su piante arbustive, studiando la risposta fisiologica delle piante e testando diverse tecniche di concimazione e substrati. Gli esperimenti sono attualmente in corso; i dati attesi consentiranno di evidenziare il ruolo del substrato nel modulare i processi di mineralizzazione e trasformazione dell'azoto in diversi regimi di concimazione, valutando le possibili conseguenze sulla sua disponibilità per le piante. I risultati contribuiranno a chiarire le interazioni tra substrato, fertilizzante e dose nei sistemi biologici, fornendo indicazioni utili per lo sviluppo di strategie di concimazione di precisione volte a migliorare l'efficienza d'uso dell'azoto e la sostenibilità dei sistemi vivaistici.

Studio comparativo dei meccanismi genetici ed epigenetici della risposta alla salinità nella patata coltivata e nella specie selvatica tollerante *Solanum commersonii*

Luca Cimmino^{1,*}, He Xiaoning², Roberta Smimmo¹, Rosa D'Alessandro³, Valerio Cirillo¹, Teresa Docimo³, Pasquale Termolino³, Valentina Santoro⁴, Anna Lisa Piccinelli⁴, Luigia Principio³, Vincenzo D'Amelia¹, Domenico Carputo¹, Benhamed Moussa^{2,5}, Riccardo Aversano¹

¹Dipartimento di Scienze Agrarie, Università degli Studi di Napoli Federico II, Portici

²Université Paris-Saclay, CNRS, INRAE, Univ Evry, Istituto di Scienze delle Piante Paris-Saclay (IPS2), Orsay, Fr

³Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Bioscienze e Biorisorse (CNR-IBBR), Portici, Italia

⁴Dipartimento di Farmacia, Università degli Studi di Salerno, Fisciano

⁵Université de Paris Cité, Istituto di Scienze delle Piante Paris-Saclay (IPS2), Gif-sur-Yvette, Fr

* luca.cimmino2@unina.it

Parole chiave: biomarcatori di stress, modificazioni istoniche, stress osmotico, microRNA

La salinità del suolo è una delle principali cause di riduzione della produttività agricola. La patata coltivata (*Solanum tuberosum*) è particolarmente sensibile, mentre la specie selvatica tollerante *Solanum commersonii* mostra una maggiore capacità di adattamento. Questo studio si è proposto di chiarire i meccanismi fisiologici e molecolari coinvolti nella risposta di *S. commersonii* allo stress salino, confrontandoli con quelli della patata coltivata. Il clone cmm1t di *S. commersonii* e la cv. Désirée di *S. tuberosum* sono stati esposti a 80 e 150 mM NaCl per 21 giorni. La risposta allo stress è stata valutata mediante analisi biochimiche e un approccio multi-omico, integrando l'analisi dell'espressione di RNA codificanti e non codificanti con analisi epigenetiche basate su ChIP-seq. Désirée ha mostrato una marcata suscettibilità a 150 mM, mentre *S. commersonii* ha mantenuto una migliore capacità di adattamento. In *S. commersonii*, a 80 mM NaCl sono stati osservati aumenti di clorofilla, carotenoidi, prolina e malondialdeide, indicativi dell'attivazione della risposta allo stress. A 150 mM, tali parametri non sono aumentati rispetto ai controlli, suggerendo l'instaurarsi di una condizione di adattamento. L'analisi delle modificazioni istoniche ha evidenziato una regolazione dinamica di geni coinvolti nella risposta allo stress, inclusi quelli della biosintesi dei flavonoidi, associata a variazioni dei marcatori cromatinici H3K4me3 e H3K27me3. Inoltre, l'analisi degli small RNA ha identificato miRNA-precursor_19, indotto a 150 mM NaCl e potenzialmente coinvolto nella repressione di geni legati all'espansione cellulare, alla divisione mitotica e al rimodellamento strutturale. La riduzione di altri miRNA è apparsa associata all'attivazione di geni codificanti componenti della difesa antiossidante, tra cui Cu/Zn superossido dismutasi. Nel complesso, questi risultati suggeriscono che in *S. commersonii* la tolleranza alla salinità sia associata a una risposta integrata, a livello fisiologico, trascrizionale ed epigenetico, suggerendo l'interesse come risorsa per il miglioramento della patata coltivata.

GreenHort: valutazione dell'azione di un biostimolante a base di microalghe sulla risposta produttiva, fisiologica e molecolare della lattuga coltivata in serra in condizioni di stress abiotico singolo e combinato

Michele Ciriello^{1,*}, Emanuela Campana¹, Youssef Rouphael¹, Petronia Carillo², Giandomenico Corrado¹, Christophe El-Nakhel¹, Giuseppe Colla³, Stefania De Pascale¹

¹Dipartimento di Scienze Agraria, Università di Napoli Federico II, 80055 Portici, Italia

²Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali, Biologiche e Farmaceutiche, Università della Campania "Luigi Vanvitelli", Caserta, Italia

³Department of Agriculture and Forest Sciences, University of Tuscia, 01100 Viterbo, Italy

*michele.ciriello@unina.it

Parole chiave: Agricoltura circolare, biostimolanti non-microbici, microalghe, stress abiotico, *Lactuca sativa*, stress combinati

Le microalghe sono da tempo considerate organismi importanti per promuovere un'economia basata sulle risorse biologiche. Generalmente le microalghe vengono coltivate in modo efficiente in ambienti controllati (in modo da non danneggiare gli ecosistemi né entrare in competizione per l'uso del suolo), consentendo una produzione costante e priva di contaminanti. Poiché le microalghe sono microrganismi autotrofi, ricchi di composti naturali selettivamente attivi sulle piante e adatti alla produzione industriale, la produzione e l'utilizzo di biostimolanti a base di estratto di microalghe potrebbe migliorare l'efficienza nell'uso delle risorse, promuovendo la transizione verso un'economia sempre più sostenibile e circolare. Attraverso test preliminari in vitro, sono stati selezionati e successivamente caratterizzati biochimicamente sia il ceppo di microalghe che la dose più adatta alla produzione di un biostimolante nuovo e innovativo. L'obiettivo principale di questo lavoro è stato valutare l'azione biostimolante del nuovo prodotto ottenuto dall'estrazione di microalghe (*Scenedesmus vacuolatus*) su lattuga (*Lactuca sativa* L.) coltivata in serra in un sistema fuori suolo a ciclo aperto. Il prodotto biostimolante è stato applicato settimanalmente per via fogliare alla dose di 3 mL L⁻¹. L'azione biostimolante è stata valutata in termini di caratteristiche morfofisiologiche e agronomiche, qualità del prodotto e processi molecolari e biochimici in condizioni di crescita sia ottimali che avverse (bassa disponibilità di azoto e/o salinità). Attraverso analisi molecolari e biochimiche, abbiamo cercato di far luce sui meccanismi molecolari e fisiologici attivati a seguito dell'applicazione fogliare del biostimolante a base di microalghe sviluppato. Sebbene l'imposizione di condizioni avverse abbiano determinato riduzioni significative in termini di resa, l'applicazione esogena del biostimolante sviluppato ha garantito una migliore risposta produttiva attribuibile ad un miglioramento dell'efficienza d'uso dei nutrienti.

Il progetto SUSTAIN: innovazione sostenibile per *vertical farming* e coltivazioni indoor

**Simona Perotto¹, Giacomo Speroni¹, Nicolò Mondini¹, Nicolò Canavese¹, Nicola Ferro¹
Alessandro Antona³, Giacomo Cocetta^{2,*}, Benjamin Franchetti³, Marco Chiodelli Palazzoli³,
Roberto Oberti², Fulvia Tambone²**

¹*MOX-Dipartimento di Matematica, Politecnico di Milano (DMAT-PoliMI)*

²*Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali, Università degli Studi di Milano (DiSAA-UniMI)*

³*Agricola Moderna, Melzo (MI)*

*giacomo.cocetta@unimi.it

Parole chiave: Substrati 3D, Sostenibilità, Automazione, Agricoltura verticale.

Il progetto SUSTAIN (SUBstrate and Systems of Trays for Agricultural INnovation) sviluppa sistemi substrato-vassoio innovativi per l'agricoltura verticale e in ambiente controllato. I sistemi convenzionali presentano limiti significativi, tra cui l'utilizzo di materiali non rinnovabili o non biodegradabili, un elevato rischio di contaminazione e una limitata integrazione con i processi automatizzati tipici delle *vertical farm*. L'obiettivo di SUSTAIN è ottimizzare la crescita delle piante, migliorare l'efficienza nell'uso di acqua, nutrienti ed energia e aumentare la produttività complessiva attraverso lo sviluppo di materiali avanzati e strutture stampate in 3D, riciclabili e personalizzabili. I substrati progettati sono specificamente adattati a colture come lattuga, pomodoro e basilico, garantendo condizioni ottimali di sviluppo. Il progetto integra competenze multidisciplinari che includono agronomia, scienza dei materiali, ottimizzazione numerica e ingegneria agraria, permettendo la progettazione di sistemi completamente compatibili con impianti di agricoltura verticale. L'attività di ricerca si articola in cinque fasi principali: sviluppo teorico, implementazione, test di laboratorio, automazione e validazione su scala industriale. I risultati preliminari evidenziano una buona adattabilità delle colture ai substrati 3D ingegnerizzati, con prestazioni agronomiche in linea con quelle dei substrati tradizionalmente impiegati nei sistemi idroponici. SUSTAIN rappresenta un passo concreto verso sistemi agricoli più sostenibili, efficienti e pienamente integrati nelle tecnologie del futuro.

Effetto di un idrolizzato proteico a base di amido di mais su piante di lattuga sottoposte a diversi livelli di salinità

Beppe Benedetto Consentino^{1,*}, Lorena Vultaggio¹, Fabiana Mancuso¹, Pietro Bellitto¹, Gaetano Giuseppe La Placa¹, Salvatore La Bella¹, Leo Sabatino¹

¹ *Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali, Università degli Studi di Palermo, Palermo*

*beppebenedetto.consentino@unipa.it

Parole chiave: *Lactuca sativa* L., biostimolanti, fuori suolo, salinità, cambiamento climatico

La salinizzazione dell'acqua di irrigazione rappresenta uno dei problemi più rilevanti per il settore orticolo, influenzando negativamente la crescita e la qualità delle colture. Nei sistemi fuori suolo, come quelli in vaso, la salinità dell'acqua di irrigazione è particolarmente critica poiché la concentrazione salina nel substrato può aumentare rapidamente, compromettendo lo sviluppo delle piante. Di conseguenza, sono stati compiuti sforzi volti a ridurre gli effetti negativi della salinità nei sistemi fuori suolo, come quelli utilizzati per la coltivazione di ortaggi. A questo proposito, l'idrolizzato proteico, un biostimolante non microbico, potrebbe essere utile per ridurre gli effetti nocivi della salinità e, allo stesso tempo, migliorare le caratteristiche produttive e qualitative delle colture. Il presente lavoro ha valutato la risposta della lattuga (*Lactuca sativa* L., Romana verde d'inverno) sottoposta a tre diversi livelli di salinità della soluzione nutritiva (0, 50 o 100 mM NaCl). Le piante sono state trattate con un idrolizzato proteico derivato da mais a due diversi dosaggi (0 mL L⁻¹ o 4 mL L⁻¹), per verificare se l'applicazione del biostimolante potesse attenuare gli effetti negativi della salinità. L'esperimento è stato condotto in serra, monitorando i parametri di crescita e la risposta produttiva, nonché gli indicatori di stress delle piante e la salinità del substrato. I risultati hanno mostrato che l'aumento della salinità della soluzione nutritiva riduce la crescita e l'attività fotosintetica delle piante, aumentando la produzione di composti antiossidanti e osmoregolatori. L'applicazione dell'idrolizzato proteico di mais ha mitigato l'impatto negativo della salinità solo a dosi moderate di NaCl (50 mM), determinando un aumento della crescita e delle caratteristiche produttive della lattuga. Questi risultati sottolineano il potenziale dell'idrolizzato proteico di mais nel mitigare lo stress salino nelle piante di lattuga e nel garantire una produzione più sostenibile in un ambiente caratterizzato da un'elevata incidenza dello stress salino.

Risposta produttiva e fisiologica del cardo coltivato alla colonizzazione radicale di funghi micorrizici arbuscolari

Giulia Conversa¹, Luigi Giuseppe Duri^{1,*}, Claudia Formenti², Gaetano Pandino², Luciana Gaccione³, Francesco di Nunzio¹, Corrado Lazzizzera¹, Cristina Abbate², Sara Lombardo², Giovanni Mauromicale², Lorenzo Barchi³, Antonio Elia¹

¹ Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari, Risorse Naturali e Ingegneria (DAFNE), Università di Foggia, Foggia

² Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente (Di3A), Università di Catania, Catania

³ Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari (DISAFA), Università di Torino, Torino

*giulia.conversa@unifg.it

Parole chiave: *Cynara cardunculus* L., composti bioattivi, AMF, trascrittomica, espressione genica

Il cardo coltivato (*Cynara cardunculus* L. var. *altilis*) è una coltura ben adattata al clima arido mediterraneo e si contraddistingue per l'elevato contenuto di composti bioattivi (CB), in particolare composti fenolici. In un sistema *low-input* per la produzione di biomassa di cardo destinata all'estrazione di CB, l'applicazione di un biostimolante a base di funghi micorrizici arbuscolari (AMF), oltre a mitigare gli effetti degli stress abiotici (elevate temperature e/o carenza idrica), ha promosso la sintesi di fenoli. Per isolare il contributo degli AMF a tale risposta fisiologica, è stata condotta una prova in condizioni controllate (camera di crescita e serra). Da quattro piante madri allevate su substrato torba:perlite senza AMF, sono stati ottenuti carducci (16) trapiantati in vasi (12 L) contenenti torba:perlite senza (Mico-) o con AMF (Mico+). Il miscuglio torba:perlite è stato autoclavato (121 °C per 2 h) e addizionato con a) filtrato di torba (contenente soltanto batteri) per allevare le piante madri, b) filtrato di torba + filtrato di biostimolante AMF per il trattamento Mico- e c) filtrato di torba + biostimolante AMF per Mico+. I carducci sono stati coltivati senza suolo in serra per 16 mesi. La produzione di biomassa fogliare fresca e secca, rilevata dopo 12 e 16 mesi, non è stata influenzata dall'inoculazione con AMF; tuttavia, all'ultimo rilievo è stato registrato l'aumento del 12-20% dei fenoli totali, sebbene non sia variata l'attività antiossidante (FRAP, ABTS). Gli acidi caffeilchinici, in particolare l'acido 1,5-di-*O*-caffeoilchinico, sono stati più abbondanti (+23%) nelle foglie Mico+. Dall'assemblaggio genomico a livello cromosomico del cardo, è stato generato un genoma di 973,85 Mb (N50 = 12,5 Mb) ancorato ai 17 cromosomi. I 31.581 geni identificati rappresentano la base per analisi trascrittomiche comparative tra Mico- e Mico+ e l'identificazione dei geni differenzialmente espressi coinvolti nella risposta alla colonizzazione AMF e nella regolazione della biosintesi dei composti bioattivi.

Lavoro svolto nell'ambito del progetto PRIN 2022 "Tuning of a sustainable cropping model for the production of bioactive compounds in *Cynara cardunculus* var. *altilis* (BioAltilis)"

Caratterizzazione di fitonutrienti di *Suaeda maritima* L. Dumort. e valutazione della bioattività verso gli insetti

Giulia Conversa*, Luigi Giuseppe Duri, Federica Lo Muzio, Corrado Lazzizzera, Anna Bonasia, Ilaria D'Isita, Marco Pistillo, Salvatore Giacinto Germinara, Antonio Elia

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari, Risorse Naturali e Ingegneria (DAFNE), Università di Foggia, Foggia

*giulia.conversa@unifg.it

Parole chiave: Profilo nutrizionale, alofite, biocontrollo, DL₅₀

Al genere *Suaeda* (fam. Chenopodiaceae) appartengono alofite erbacee che crescono in aree costiere salmastre e altri ambienti estremi. La *S. maritima* (L.) Dumort è conosciuta per il consumo delle foglie, specialmente in alcuni paesi dell'Asia. La composizione fitochimica dell'estratto di *S. maritima* include composti fenolici, steroli, vitamine, saponine, alcaloidi e minerali. Al fine di valutare il potenziale nutrizionale e l'eventuale attività insetticida di questa specie, campioni sono stati prelevati da due località costiere della provincia di Foggia (costa rocciosa e Oasi Laguna del Re-OLDR). Sono state eseguite analisi per determinare cloro, nitrato, ossalati, iodio, cationi, carotenoidi, antocianine, fenoli, flavonoidi, acido ascorbico e attività antiossidante. Estratti in esano e in acetone di *Suaeda*-OLDR sono stati utilizzati per saggi di tossicità (contatto e ingestione) e per valutare gli effetti sul comportamento alimentare di *Sitophilus granarius* (L.). È stata rilevata una scarsa variabilità in termini di minerali tra i campioni analizzati eccetto per lo iodio 300 vs 190 µg 100 g⁻¹ di peso fresco nel campione OldR e costa rocciosa, rispettivamente. Il campione OldR ha mostrato più alto contenuto di ossalati, ma in nessun caso è stato rilevato nitrato. Fenoli, flavonoidi, carotenoidi e antocianine hanno raggiunto valori medi di 4,4 e 1,2 g kg⁻¹, 57,8 e 9,7 mg kg⁻¹ di peso fresco. L'estratto in esano ha mostrato una bassa attività insetticida da contatto verso gli adulti di *S. granarius*, mentre quello in acetone ha evidenziato una maggiore efficacia (mortalità del 32,5% alla dose di 150 µg/adulto dopo 24 ore). I valori di DL₅₀ (dose letale 50) dopo 24 e 48 ore dal trattamento sono risultati rispettivamente di 273,2 e 258,6 µg/adulto. L'estratto in acetone di *S. maritima* ha determinato una mortalità per ingestione del 48,0% alla dose più elevata (750 µg/disco) e una significativa riduzione dell'alimentazione, dello sviluppo e della crescita dell'insetto.

Lavoro svolto nell'ambito del Centro Nazionale Agritech, finanziato dall'Unione Europea – NextGenerationEU (PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA (PNRR) – MISSIONE 4 COMPONENTE 2, INVESTIMENTO 1.4 - D.D. 1032 17/06/2022, CN00000022)

Adattabilità alla coltivazione di *Achillea collina* Becker ex Rchb. e *A. millefolium* L. in ambiente Mediterraneo ed Alpino

Pietro Fusani¹, Nicola Fiorese¹, Aldo Tava², Elisa Biazzi², Andrea Volante³, Andrea Copetta^{3,*}

¹Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria, Centro di Ricerca Foreste e Legno, Trento

²Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria, Centro di Ricerca Zootecnia e Acquacoltura, Lodi

³Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria, Centro di Ricerca Orticoltura e Florovivaismo, Sanremo

*andrea.copetta@crea.gov.it

Parole chiave: *Achillea*, coltivazione biologica, rilievi biometrici, sostenibilità.

Achillea collina e *A. millefolium* (Asteraceae) vengono tradizionalmente utilizzate a scopi sia erboristici sia medicinali e veterinari. Il prodotto erboristico commerciale (sommità fiorite) deriva principalmente da coltivazione, che oltre a garantire la salvaguardia della biodiversità, costituisce una possibilità di reddito per le aziende agricole. Con lo scopo di valutare l'adattabilità alla coltivazione delle due specie in diversi ambienti, sono stati allestite due prove sperimentali, una a Sanremo (ambiente Mediterraneo) e una a Trento (ambiente Alpino), utilizzando semi di *A. collina* cv PROA (Pharmasaat) e *A. millefolium* (popolazione spontanea). A fine inverno, le accessioni sono state seminate in serra, in semenzaio, le plantule ripicchettate in contenitori alveolari ad aprile, ambientate a maggio e trapiantate in campo a giugno. Lo schema sperimentale era a blocchi randomizzati con tre repliche per tesi, con parcella costituita da 30 piante disposte su tre file, alle distanze di 30 cm sulla fila e 45 cm tra le file; la pacciamatura era costituita da telo antialga ammesso in agricoltura biologica. Per ciascuna tesi, sono state messe a dimora 90 piante in entrambi gli ambienti di coltivazione. I rilievi biometrici e la raccolta delle sommità fiorite sono stati eseguiti sulle due fioriture ottenute al primo anno. I campioni raccolti sono stati essiccati in stufa termostatica per le analisi fitochimiche attualmente in corso. I primi risultati indicano che le piante di *A. collina* hanno una biomassa maggiore in entrambi gli ambienti di coltivazione; le piante di *A. collina* e *A. millefolium* coltivate a Trento avevano diametro del corimbo, peso secco e resa maggiori rispetto a quelle coltivate a Sanremo. Nel secondo anno di sperimentazione verranno ripetuti i rilievi del primo anno di attività, e svolte le analisi chimiche per valutare la qualità del prodotto erboristico.

Questa ricerca è effettuata nell'ambito del progetto FilOBio – Filiere Officinali Biologiche finanziato dal Masaf

Salvaguardia e valorizzazione di varietà antiche di garofano (*Dianthus caryophyllus* L.)

Chiara Cavallo¹, Jacopo Volpi¹, Marina Laura¹, Carlo Mascarello¹, Giovanni Minuto², Andrea Minuto², Irene Barbaria², Barbara Ruffoni¹, Andrea Copetta^{1,*}

¹Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria, Centro di Ricerca Orticoltura e Florovivaismo, Sanremo

²Centro di sperimentazione e assistenza agricola, Albenga

*andrea.copetta@crea.gov.it

Parole chiave: agrobiodiversità, varietà antiche, conservazione, marcatori molecolari, coltura *in vitro*

Il garofano nasce come pianta spontanea delle zone temperate del Mediterraneo ed è uno dei fiori più antichi coltivati dall'uomo, apprezzati da secoli per profumo e facilità di coltivazione. Nell'ambito del progetto MIGAFLORE sono state conservate varietà antiche di garofano (*Dianthus caryophyllus*) costituite tra il 1945 e il 1980: 'Candido' (il più antico), 'Alice', 'Castellaro', 'Tango', 'Manon', 'Mariateresa', 'Borghetto', 'Cantalupo' e 'Oscar'. Tali varietà risultano le più antiche ancora disponibili che possono ancora essere studiate e caratterizzate al fine di evitare l'erosione genetica in atto. A tale scopo è stato redatto un documento con le informazioni storiche, le varietà sono state coltivate in campi catalogo, caratterizzate con descrittori specifici e analisi genetiche e, verificata l'assenza di agenti patogeni, conservate in condizioni asettiche (*in vitro*). Le talee delle varietà di garofano sono state poste in radicazione e coltivate in ambiente protetto, in condizioni colturali predefinite e analizzate sulla base di schede di valutazione UPOV. Sono stati utilizzati 65 descrittori, così suddivisi: 6 sull'architettura della pianta, 6 sullo stelo, 8 sulle foglie e 45 riguardanti il fiore (infiorescenza, bocciolo, petali, ovario). Sono stati messi a punto i marcatori molecolari TBP e SCoT che hanno permesso di discriminare le varietà analizzate e realizzare un *fingerprinting* genetico: 'Cantalupo' e 'Oscar' risultano distinte geneticamente dalle altre varietà; un secondo ramo separa 'Castellaro' e 'Candido' dalle altre varietà con profili geneticamente vicini. Per la coltivazione *in vitro*, barbatelle sono state sterilizzate superficialmente con ipoclorito di sodio 1,5% per 20', risciacquate con acqua sterile e poste in moltiplicazione su substrato costituito da sali e vitamine MS (Murashige & Skoog) addizionato con kinetina 1 mg/L, saccarosio 30 g/L e agar 8 g/L (pH 5.7).

Questa ricerca è stata finanziata da Programma di sviluppo rurale 2014-2020 della Regione Liguria Sottomisura M10.2 – Progetto MIGAFLORE: L'agrobiodiversità floricola imperiese: Mimosa e Garofano

Consociazione colturale per l'ottimizzazione del comparto piante in sistemi bioregenerativi lunari di supporto alla vita

Stefania Cozzolino¹, Antonio Pannico^{1,*}, Matteo Lentini¹, Stefania De Pascale¹

¹Dipartimento di Agraria, Università degli Studi di Napoli Federico II, Portici

*antonio.pannico@unina.it

Parole chiave: sistemi BLSS, consociazione, idroponica a ciclo chiuso, interazioni radice-microbioma, resilienza dei sistemi colturali, efficienza d'uso delle risorse

La presenza umana prolungata sulla Luna rappresenta una sfida cruciale per il sostentamento dell'equipaggio nelle missioni spaziali di lunga durata. In questo contesto, le agenzie spaziali sono impegnate nello sviluppo di sistemi bioregenerativi di supporto alla vita (BLSSs, *Bioregenerative Life Support Systems*), ossia sistemi integrati che utilizzano organismi viventi per rigenerare aria, acqua e cibo a partire dai sottoprodotti metabolici dell'equipaggio, organizzati in compartimenti secondo un approccio circolare. In tali sistemi, le piante svolgono un ruolo chiave nella rigenerazione dell'aria, nella purificazione dell'acqua, nel riciclo dei nutrienti e nella produzione alimentare. Tuttavia, risulta necessario individuare la strategia ottimale di gestione agronomica del compartimento vegetale nel trade-off tra sistemi monocolturali, ottimizzati per la produttività ma caratterizzati da limitata stabilità ecologica, e sistemi di consociazione (policolturali), più complessi ma resilienti, nei quali l'incremento della biodiversità può migliorare la stabilità funzionale. Nell'ambito del progetto BIOLUNA, finanziato dall'Agenzia Spaziale Italiana, è stato condotto un esperimento in camera di crescita per valutare strategie di consociazione colturale in condizioni idroponiche a ciclo chiuso. Sono state coltivate simultaneamente lattuga (*Lactuca sativa* L.), fava (*Vicia faba* L.) e riso (*Oryza sativa* L.), confrontando due configurazioni: (i) ricircolo indipendente della soluzione nutritiva e (ii) soluzione nutritiva condivisa tra le specie. La soluzione nutritiva, mai rinnovata, è stata mantenuta a conducibilità elettrica di 1,6 dS m⁻¹ e pH 5,5. I risultati preliminari hanno evidenziato, nel sistema a soluzione condivisa, un incremento della biomassa edibile una maggiore stabilità della composizione della soluzione nutritiva, un migliore bilanciamento dei rapporti tra nutrienti, una riduzione dell'accumulo fogliare di Na⁺ e Cl⁻ e modificazioni della comunità batterica endofitica radicale, con arricchimento di particolari ordini batterici. Nel complesso, tali risultati evidenziano il potenziale dei sistemi policolturali per lo sviluppo di BLSSs avanzati destinati a missioni spaziali di lunga durata.

L'utilizzo di biosensori per il tracciamento dei microrganismi benefici: la tecnologia degli aptameri

Alessia Cuccurullo^{1,*}, Eliana Dell'Olmo¹, Loredana Sigillo¹, Riccardo Scotti¹

¹CREA - Centro di ricerca Orticoltura e Florovivaismo, Pontecagnano Faiano

*alessia.cuccurullo@crea.gov.it

Parole chiave: biocontrollo, consorzi microbici, *Bacillus halotolerans*, biosensori.

La difesa sostenibile delle colture rappresenta un obiettivo di primaria importanza nello scenario della moderna agricoltura ed orticoltura. In questo contesto, l'utilizzo di microrganismi antagonisti si è rivelato tra le strategie più promettenti per il biocontrollo delle principali malattie delle specie ortive. L'efficacia di tali prodotti, tuttavia, è fortemente influenzata dal grado di persistenza dei microrganismi benefici nell'ambiente. Nell'ambito del progetto PLANTiA è stata prevista la messa a punto di consorzi microbici per il biocontrollo dei patogeni terricoli (*Rhizoctonia solani*, *Fusarium solani*, *Macrophomina phaseolina*) in specie leguminose di interesse orticolo, come il cece e il pisello. A tale scopo, è stato effettuato lo screening di 100 microrganismi, e tra questi il *Bacillus halotolerans* è risultato tra i più promettenti come agente di biocontrollo e quindi un buon candidato per la formulazione di consorzi microbici da somministrare per via radicale contro i funghi patogeni oggetto di PLANTiA. Al fine di monitorare e tracciare la presenza di *B. halotolerans* nella rizosfera e nella radice a seguito della somministrazione del consorzio, sono stati progettati aptameri di DNA a singolo filamento (*single strand DNA*, *ssDNA*). Gli aptameri sono biosensori che uniscono l'elevata sensibilità e specificità verso il target di interesse, ad una maggiore stabilità e facilità di manipolazione rispetto a molecole proteiche. Dieci sequenze candidate sono state ottenute mediante SELEX a partire dalla libreria Nov-V40 (Novaptech ©), caratterizzata da una regione casuale di 40 nucleotidi. La valutazione delle sequenze dotate di maggiore specificità per *B. halotolerans* è in corso e verrà eseguita mediante microscopia e spettroscopia a fluorescenza. La messa a punto di aptameri in grado di tracciare *B. halotolerans* nel suolo fornirebbe informazioni cruciali relativamente alla persistenza di questo microrganismo nel suolo, consentendo di ottimizzare il suo impiego nel biocontrollo delle malattie *soil-borne* delle leguminose.

I geni *SID27* e *SID27-Like* influenzano la fisiologia e l'accumulo di metaboliti secondari in pomodoro

Alessia Cuccurullo^{1,*}, Silvana Francesca², Maria Manuela Rigano², Nunzio D'Agostino², Olivia De Murtas³, Gianfranco Diretto³, Alessandro Nicolai¹

¹CREA - Centro di ricerca Orticoltura e Florovivaismo, Pontecagnano Faiano

²Dipartimento di Agraria, Università degli Studi di Napoli Federico II, Portici

³ENEA-Centro Ricerche Casaccia, Roma

*alessia.cuccurullo@crea.gov.it

Parole chiave: *gene editing*, strigolattoni, conduttanza stomatica, acido abscissico, metaboliti secondari

Il pomodoro (*Solanum lycopersicum*) è la specie ortiva più coltivata in Italia. Tra i diversi fitormoni che ne influenzano lo sviluppo, gli strigolattoni (SLs) svolgono un ruolo fondamentale nel definire l'architettura della pianta. Queste molecole vengono inoltre rilasciate nella rizosfera, stimolando l'interazione pianta-funghi micorrizici e fungendo da segnale che induce la germinazione dei semi delle piante parassite (*Orobanche spp.*, *Phelipanche spp.*). Tramite *editing* genetico CRISPR/Cas9-mediato, sono state generate linee di pomodoro inattivate (*knock-out*, *KO*) per i quattro geni chiave della biosintesi degli SLs – *SID27*, *SLCCD7*, *SLCCD8* e *SLMAX1*. Queste linee sono risultate tutte prive di SLs negli essudati radicali, mostrando una forte riduzione nell'indurre la germinazione dei semi di *P. ramosa* e *P. aegyptiaca*. Inoltre, le linee *Sld27* hanno esibito un minor numero di alterazioni morfologiche rispetto alle linee *Slccd7*, *Slccd8* e *Slmax1*. Analisi filogenetiche hanno evidenziato la presenza di due geni paraloghi in pomodoro: *SID27-Like 1* e *SID27-Like 2*. Questi geni potrebbero essere a loro volta potenzialmente coinvolti nella biosintesi degli SLs, determinando il fenotipo più lieve osservato nella linea *Sld27*. Sono state quindi prodotte le linee *KO* per entrambi i geni *SID27-Like*, successivamente caratterizzate dal punto di vista fisiologico e metabolomico congiuntamente alla linea *Sld27*. Tutte le linee hanno mostrato una ridotta conduttanza stomatica ed un'alterazione nel profilo di accumulo dell'acido abscissico (ABA) e dei suoi metaboliti (ABA-glucoside e 7-idrossi-ABA). L'inattivazione di questi geni, inoltre, ha mostrato un effetto sull'accumulo di composti polari della classe dei polifenoli, oltre che dell'acido ascorbico. Ulteriori analisi saranno mirate a chiarire il profilo di espressione dei geni *SID27* e *SID27-Like*, ed il loro potenziale ruolo nella biosintesi degli SLs, nella fisiologia della pianta e nella risposta a stress abiotici.

Effetto della salinità sulla coltivazione di bietola da costa e l'allevamento del *Penaeus vannamei* in un sistema acquaponico

Marina De Bonis^{1,*}, Marco Birolo¹, Piergiorgio Stevanato¹, Giuseppe Carlo Modarelli², Lydia Grace Griffin¹, Francesca Perbellini¹, Paolo Sambo¹, Giampaolo Zanin¹, Carlo Nicoletto¹

¹Dipartimento di Agronomia, Animali, Alimenti, Risorse Naturali e Ambiente (DAFNAE),
Università degli studi di Padova, Legnaro

²Leibniz Institute of Vegetable and Ornamental Crops (IGZ), Großbeeren, Germany

*marina.debonis@unipd.it

Parole chiave: *Beta vulgaris*, aloponica, stress salino, sistemi integrati di produzione

L'acquaponica in acqua salmastra rappresenta una soluzione promettente per la produzione alimentare sostenibile nelle regioni colpite dalla scarsità d'acqua e dalla salinizzazione del suolo. Questo studio, finanziato dal PRIN 2022 PNRR VerticHalPonics, ha valutato le prestazioni, la resilienza e la stabilità operativa di un sistema aloponico integrato. Il sistema combina la coltivazione di *Beta vulgaris* L. *subsp. vulgaris*, Gruppo Flavescens, un ortaggio tollerante a elevate concentrazioni saline, con l'allevamento del gambero bianco del Pacifico (*Penaeus vannamei* Boone), una specie eurialina ampiamente utilizzata nell'acquacoltura. L'esperimento è stato condotto in 9 impianti pilota in ambiente controllato e ha valutato gli effetti di tre livelli di salinità (6, 9 e 12 g L⁻¹, 3 repliche per trattamento) sullo stato fisiologico, la produzione e la qualità delle piante, nonché sulle dinamiche di crescita e sul benessere dei gamberi. Durante la sperimentazione è stato monitorato lo stato fisiologico (clorofilla, flavonoidi e NBI), i parametri di crescita (LAI, biomassa e sostanza secca) e l'espressione genica della pianta insieme alla crescita dei gamberi. Sono anche stati registrati parametri quali il consumo idrico, il pH, la conducibilità elettrica e i nutrienti nella soluzione, al fine di valutare l'efficienza e la stabilità del sistema. I risultati hanno indicato una maggiore efficienza fotosintetica della bietola e un maggiore accumulo di sostanza secca a 9 e 12 g L⁻¹, ma nessuna riduzione significativa della biomassa o della superficie fogliare. I gamberi hanno mostrato tassi di crescita simili in tutti i trattamenti, con un peso medio maggiore a 6 e 9 g L⁻¹, confermando una forte tolleranza a variazioni moderate di salinità. Nel complesso, una salinità di 9 g L⁻¹ ha fornito il miglior compromesso tra la produttività delle piante e la crescita dei gamberi. I risultati ottenuti evidenziano l'elevato potenziale dell'integrazione tra colture tolleranti alla salinità e acquacoltura in acque salmastre nei sistemi alimentari circolari.

Effetto della salinità su produzione di *Salicornia europaea* e uptake di NaCl in floating system

Marina De Bonis^{1,*}, Lydia Grace Griffin¹, Francesca Perbellini¹, Giuseppe Carlo Modarelli², Paolo Sambo¹, Giampaolo Zanin¹, Carlo Nicoletto¹

¹Dipartimento di Agronomia, Animali, Alimenti, Risorse Naturali e Ambiente (DAFNAE),
Università degli studi di Padova, Legnaro

²Leibniz Institute of Vegetable and Ornamental Crops (IGZ), Großbeeren, Germany

*marina.debonis@unipd.it

Parole chiave: sistemi fuori suolo, piante alofite, assorbimento di NaCl, fitodepurazione

L'innalzamento del livello del mare e la crescente intrusione di acqua salina, causata dal cambiamento climatico, hanno ridotto la disponibilità di acqua dolce per le pratiche agricole. Poiché i sistemi fuori suolo si avvantaggiano dell'impiego di acqua dolce per la preparazione delle soluzioni nutritive, i volumi di acqua salmastra disponibili non possono essere utilizzati per la coltivazione di specie orticole sensibili. L'obiettivo di questo esperimento, finanziato dal progetto PRIN 2022 PNRR VerticHalPonics, è stato determinare la capacità della *Salicornia europaea*, una specie alofita obbligata, di assorbire NaCl (per un potenziale uso come coltura consociata con specie orticole generalmente più suscettibili allo stress salino), nonché la sua adattabilità in condizioni idroponiche saline. A questo scopo, sono state utilizzate tre vasche da 50 L per ogni trattamento di salinità: 0, 10, 15 e 20 g L⁻¹ di NaCl, disposte a blocchi randomizzati all'interno della serra. La soluzione nutritiva è stata sostituita settimanalmente e la salinità mantenuta costante durante la settimana con aggiunta giornaliera (?) di acqua demineralizzata per compensare le perdite per evapotraspirazione. Durante l'esperimento sono stati effettuati due tagli e, al termine della prova, sono state misurate la biomassa radicale e quella epigea, di cui successivamente è stato analizzato il contenuto di anioni e cationi, la capacità antiossidativa e il contenuto di polifenoli. Le produzioni totali dopo due tagli sono state pari a 5,5; 7,19 e 7,89 kg m⁻² e sono state pari a 5,5; 7,19 e 7,89 kg z di NaCl. Dall'analisi della biomassa è emerso un assorbimento di sale proporzionale all'aumento di salinità con un'asportazione media tra il 10 e il 13% del NaCl totale nella soluzione. Questi risultati forniscono una prima comprensione della risposta fisiologica di *Salicornia europaea* in ambienti idroponici salini e suggeriscono il suo potenziale impiego in sistemi agricoli integrati in condizioni di elevata salinità.

Sviluppo di nuovi consorzi microbici per il biocontrollo di malattie delle leguminose

Eliaana Dell'Olmo^{1,*}, Giovanna Serratore¹, Giulia Semenzato², Sihem Fodil², Aida Raio², Massimo Zaccardelli¹, Giovanni Ragosta¹, Davide Musella¹, Loredana Sigillo¹

¹Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, Centro di ricerca Orticoltura e Florovivaismo, Pontecagnano Faiano, Italia

²Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto per la Protezione Sostenibile delle Piante, Sesto Fiorentino

*eliana.dellolmo@crea.gov.it

Parole chiave: consorzi microbici, leguminose, biocontrollo, patogeni *soil-borne*

Le leguminose rappresentano una fonte alternativa di proteine e contribuiscono alla fertilità del suolo. Il progetto PLANTiA mira a sviluppare strategie sostenibili per aumentare la loro resilienza agli stress biotici e abiotici, salvaguardando contestualmente la salute del sistema suolo. Circa 100 microrganismi potenzialmente benefici sono stati isolati da diverse matrici, conservati nella collezione MicroHort e caratterizzati per l'antagonismo contro tre patogeni terricoli delle leguminose: *Fusarium solani*, *Rhizoctonia solani* e *Macrophomina phaseolina*. Le analisi molecolari hanno consentito l'identificazione di *Bacillus thuringiensis* (BT), *B. halotolerans* (BH), *Pseudomonas putida* (PP), *P. chlororaphis* (PC) e *Streptomyces sampsonii* (SS) come principali specie nel pool di isolati. Le caratterizzazioni funzionali hanno evidenziato che diversi isolati possiedono attività di biocontrollo, promozione della crescita e colonizzazione delle radici. Alcuni producono enzimi litici e possiedono geni coinvolti nella sintesi di antibiotici, tipici delle specie isolate. Altri hanno mostrato la capacità di produrre di acido indolacetico e siderofori, solubilizzare i nutrienti e tollerare gli stress abiotici. I ceppi più performanti sono stati valutati mediante saggi di compatibilità e biocontrollo *in vivo*, evidenziando diversa efficacia nel contenimento delle malattie. Sulla base della caratterizzazione biochimica, fisiologica e molecolare, sono stati progettati il consorzio "4B", composto da due ceppi di BT, due ceppi di BH, da un ceppo di PP e uno di SS, e il consorzio "4P", composto da un PP e tre sub-specie di PC. Nelle prove in serra, il consorzio 4B ha ridotto la severità dei sintomi da *R. solani* del 25% su cece e del 32% su pisello, mentre l'applicazione del consorzio 4P in combinazione con tè di compost ha ridotto la severità di *F. solani* su pisello. Complessivamente, i risultati indicano che lo sviluppo razionale di consorzi microbici può rappresentare una strategia promettente per il biocontrollo delle malattie delle leguminose nel rispetto della salute del suolo.

Tè di compost potenziato: un possibile mezzo tecnico sostenibile per il controllo della fusariosi parenchimatica del pisello

Eliana Dell'Olmo, Giovanna Serratore, Massimo Zaccardelli, Davide Musella, Giovanni Ragosta, Paola Iovieno*, Loredana Sigillo

CREA Centro di ricerca Orticoltura e Florovivaismo, Pontecagnano Faiano

*paola.iovieno@crea.gov.it

Parole chiave: *Pisum sativum*, *Fusarium solani*, consorzio microbico, biocontrollo, biostimolazione

Le leguminose hanno la duplice funzione di fornire proteine di alto valore nutrizionale, in alternativa a quelle di origine animale, e favorire il ripristino della sostanza organica ed elementi nutritivi nei suoli. Tali colture sono particolarmente suscettibili a patogeni tellurici o trasmessi per seme. Al fine di promuoverne un ottimale stato fitosanitario, tutelando al contempo la salute dei consumatori e la qualità ambientale, il progetto PLANTiA studia i tè di compost e i consorzi microbici come mezzi tecnici eco-sostenibili, alternativi ai prodotti chimici di sintesi. In questo lavoro sono stati utilizzati un tè di compost (TC) ottenuto per infusione in acqua di compost di sansa di olive, un consorzio microbico composto da *Pseudomonas chlororaphis* e *P. putida* (4P) e un tè di compost potenziato, ottenuto da una loro combinazione (TC+4P). Le prove, condotte in serra sperimentale su piante di pisello (*Pisum sativum*) inoculate con il patogeno *Fusarium solani*, hanno permesso di osservare un effetto di biocontrollo del trattamento combinato TC+4P, con una riduzione di incidenza della malattia del 15% e dell'Indice di McKinney del 32% rispetto alle piante trattate solo con il patogeno. Il trattamento combinato, inoltre, ha determinato aumenti significativi della lunghezza delle radici e dell'altezza delle piante rispetto al controllo. Contestualmente, nel substrato di crescita delle piante, è stata determinata l'attività β -glucosidasi, un'attività enzimatica che nel suolo è connessa prevalentemente al metabolismo fungino. I valori sono risultati minori quando l'inoculo con *F. solani* è seguito dal trattamento con il consorzio 4P, da solo o combinato con il tè di compost. I risultati dello studio mostrano *a)* una parziale efficacia del trattamento a base di tè di compost potenziato con *P. chlororaphis* e *P. putida* sul contenimento della fusariosi parenchimatica del pisello, *b)* un'attività biostimolante del preparato sulle piante della leguminosa e *c)* una possibile inibizione dell'attività metabolica fungina da parte del consorzio microbico.

Valorizzazione delle varietà locali orticole pugliesi: dai vincoli normativi sementieri alle prospettive della filiera regionale

Adriano Didonna^{1,2,*}, Annalisa Somma^{1,2}, Silvia Bitritto¹, Onofrio Davide Palmitessa^{1,2}, Massimiliano Renna^{1,2}, Pietro Santamaria¹

¹ Dipartimento di Scienze del Suolo, della Pianta e degli Alimenti, Università degli Studi di Bari, Bari

² Se.Men.Te s.r.l. - Spin Off Accademica-Accreditata dall'Università degli Studi di Bari Aldo Moro, Bisceglie

* adriano.didonna@uniba.it

Parole chiave: Varietà autoctone, Normativa sementiera, Spin-Off Universitario, Varietà da Conservazione, Varietà Amatoriali.

In Europa, dal 1970, la commercializzazione di sementi di varietà di specie orticole è riservata esclusivamente alle varietà iscritte nel Catalogo Comune (CC) europeo sulla base di rigidi criteri di Distinguibilità, Uniformità e Stabilità (DUS). Questo sistema formale esclude l'iscrizione di varietà localmente adattate, non conformi ai requisiti DUS, limitandone la diffusione a scambi informali tra agricoltori. Per colmare questa lacuna, e consentire l'iscrizione e la parziale commercializzazione di varietà locali, nel 1998 sono stati introdotti i regimi in deroga delle Varietà da Conservazione (VC) e delle Varietà Amatoriali (VA). A oltre venticinque anni dalla loro introduzione, tuttavia, il loro impatto resta marginale: su 23.432 varietà orticole presenti nel CC, solo 259 (1,11%) sono VC e 1.315 (5,61%) VA. Di queste, in Italia risultano registrate, rispettivamente, 42 e 72 varietà. In generale l'attuazione dei due regimi è frammentata e affidata a pochi soggetti, localizzati soprattutto nelle regioni centro-settentrionali della penisola. In questo contesto, la Puglia è un caso emblematico: alta specializzazione orticola e ricca agrobiodiversità coesistono con una scarsa integrazione tra filiera sementiera e varietà locali. La regione contribuisce per un quarto alla produzione nazionale di ortaggi, è seconda in Italia per superfici da sementi orticole (~10.300 ha), leader per agricoltura biologica (~15.000 ha) e ha recuperato e caratterizzato circa 300 varietà locali grazie ai Piani di Sviluppo Rurale (PSR 2007–2013 e 2014–2020), ma ne ha iscritta solo una come VC nel 2025: il cavolfiore 'Cima di cola' (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis*). In tale contesto, la Spin Off Accademica-Accreditata Se.Men.Te s.r.l., fondata nel 2026, si propone di diffondere a livello regionale competenze, processi e strumenti tecnico-normativi per la produzione, moltiplicazione, registrazione e commercializzazione di sementi di varietà locali pugliesi, contribuendo al rafforzamento della conservazione dinamica della biodiversità e della resilienza dei sistemi culturali regionali.

Produzione e qualità di *microgreens* e *baby leaf* di cinque cultivar di *Cannabis sativa* L.

Massimiliano D'Imperio*, Giuseppe Di Cuia, Vittorio Napolitano, Marco Montemurro, Lucia Bonelli, Angelo Parente, Francesco Serio

*Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari – Consiglio Nazionale delle Ricerche (ISPA-CNR),
Via Amendola 122/O Bari, Italia*

*massimiliano.dimperio@cnr.it

Parole chiave: nitrati, senza suolo, nutrizione, alimenti funzionali

L'interesse verso la produzione di microgreens e baby leaf è in costante crescita, grazie al loro elevato profilo nutrizionale e alla versatilità di impiego in ambito alimentare. Ciò sta orientando la ricerca verso l'identificazione di nuove specie/varietà, con elevato potenziale produttivo e qualitativo. Semi certificati di cinque varietà di *Cannabis sativa* L. ('Felina 32', 'Fiona', 'Nashinoide 15', 'Ostara 9' e 'USO 31'), a basso contenuto di THC, sono stati utilizzati per la produzione di microgreens (M) e baby leaf (BL). I M sono stati coltivati in camera di crescita *walk-in*, utilizzando vaschette (90 cm²) con torba e densità di semina di 6 semi/cm²; le BL sono state allevate con una densità colturale di 889 piante/m². Dopo 48 ore al buio, le piante sono state esposte a luce artificiale, spettro completo, con fotoperiodo di 12 ore, temperatura di 20 °C e umidità relativa pari a 65%. Le BL sono state coltivate in serra presso l'azienda "La Noria", con sistema *floating*. È stata utilizzata soluzione nutritiva Hoagland (piena forza per BL, mezza forza per M). In entrambi i casi è stato adottato un disegno sperimentale a blocchi randomizzati con tre ripetizioni; l'unità sperimentale era costituita da 10 vaschette per i M e da 160 piante per le BL. I cicli produttivi sono stati di 8 giorni per i M e 35 per le BL. Sia nei M che nelle BL non sono state registrate variazioni significative tra genotipi. La produzione media è stata di 1,16 kg/m² e 0,64±0,14 g/pianta, rispettivamente per M e BL, e la sostanza secca di 14,7 e 10,9 g/100 g di peso fresco, rispettivamente per M e BL. È in corso la caratterizzazione chimico-nutrizionale (nitrati, cationi, composti bioattivi e zuccheri semplici) che completerà il quadro valutativo integrando aspetti qualitativi e produttivi.

Le attività sono state svolte nell'ambito del progetto Hempro, finanziato dalla Regione Puglia (CUP B97G24000300009)

Caratterizzazione di substrati alternativi a base di scarti di carta e cartone per la produzione di *baby leaf* nel progetto RecygreenPot

Massimiliano D'Imperio^{1,*}, Giuseppe Di Cuia¹, Vittorio Napolitano¹, Gerardo Budetti², Vincenzo Scognamiglio², Ornella D'Andria², Angelo Parente¹

¹*Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari – Consiglio Nazionale delle Ricerche (ISPA-CNR), Via Amendola 122/O Bari, Italia*

²*Antonio Sada & figli SpA e Sada Packaging srl-Pontecagnano Faiano (SA)*

*massimiliano.dimperio@cnr.it

Parole chiave: sostenibilità, packaging, IV gamma

L'individuazione di substrati alternativi alla torba ottenuti dal riutilizzo di scarti industriali può rappresentare una risorsa per il settore ortoflorovivaistico, sia sotto il profilo economico che ambientale. Nell'ambito del progetto RecygreenPot, in collaborazione con il Gruppo Sada, leader in Italia nella produzione di packaging sostenibile in cartone ondulato e cartotecnica, è in corso di studio la possibilità di trasformare in substrato di coltivazione scarti di carta e cartone. Sette diverse tipologie di scarti (Cartone in carta vergine e cartone riciclato, sia stampati che non stampati, oltre a scarti di cartone misti) sono state preliminarmente caratterizzate dal punto di vista chimico e valutate per i principali parametri fisici idonei all'impiego come substrato di coltivazione tra cui: densità apparente, porosità totale, capacità d'aria, pH e conducibilità elettrica dell'estratto acquoso. Dal punto di vista chimico, i substrati non hanno mostrato elementi potenzialmente dannosi per le piante o per il consumatore. L'analisi degli estratti acquosi ha evidenziato valori di conducibilità elettrica ridotti (mediamente 350 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$) e pH prossimi a 7. I substrati a base di carta e cartone si differenziano significativamente dalla torba: quest'ultima presenta maggiore densità (0,11 g/cm³) ed elevata ritenzione idrica (68,9% volume), ma scarsa aerazione (8,3% volume). I substrati cartacei, più leggeri (0,05-0,09 g/cm³), offrono un'ottima aerazione (37,8-52,9% vol), ma una capacità di ritenzione idrica molto ridotta (15,2-28,9% volume). La porosità totale risulta elevata in entrambi, ma nei materiali cartacei è prevalentemente occupata da aria anziché da acqua. Al momento, sono in corso prove sperimentali in ambiente controllato con miscele di scarti e substrati commerciali, in differenti percentuali, per la produzione di baby leaf di portulaca (*Portulaca oleracea* L.), cicoria (*Cichorium intybus* L.) e basilico (*Ocimum basilicum* L.).

Produzione e qualità di salicornia in coltivazione consociata con bietola da costa

Luigi Giuseppe Duri*, Corrado Lazzizzera, Anna Rita Bernadette Cammerino, Michela Ingaramo, Massimo Monteleone, Giulia Conversa

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari, Risorse Naturali e Ingegneria, Università degli Studi di Foggia, Foggia

*luigi.duri@unifg.it

Parole chiave: *Salicornia europaea*, salinità, antiossidanti, alofite, aree marginali

Negli ultimi anni la coltivazione di salicornia, germogli succulenti di specie alofite dei generi *Salicornia* L., *Sarcocornia* A.J. Scott, *Arthrocnemum* Moq., si è diffusa in aree saline/salmastre di diversi paesi (Olanda, Francia, Portogallo, Spagna, Israele). In Italia, le esperienze di coltivazione biosalina di salicornia sono consolidate in aree costiere della provincia di Foggia. L'introduzione di specie alofite in consociazione o rotazione potrebbe rappresentare un approccio per ridurre la sensibilità alla salinità di colture glicofite. Una prova di consociazione tra una salicornia annuale (*S. europaea* L.) e bietola da costa (*Beta vulgaris* L. subsp. *cicla*) è stata realizzata presso l'area umida dell'Oasi Laguna del Re (Manfredonia-FG). Le piante sono state trapiantate il 25 aprile 2024 a file binate (40 x 40 sulla fila e tra le file) distanti 60 cm. La coltura consociata prevedeva la disposizione parallela delle due specie sulla stessa bina, al contrario delle colture monospecie. I tre trattamenti sono stati disposti secondo blocchi randomizzati con 3 ripetizioni e unità elementare di 2,6 m². Le colture non sono state concimate e sono state irrigate con acqua salina (22-30 dS m⁻¹). Alla raccolta (80 giorni dopo il trapianto) è stata valutata la produzione e, su materiale liofilizzato, sono state eseguite le analisi chimico-nutrizionali. La consociazione con bietola ha migliorato la produzione di salicornia (2,1 vs 1,6 kg m⁻²) senza modificare la percentuale di sostanza secca (circa 13% in media). Inoltre, la salicornia consociata ha mostrato un contenuto di Na e di K, rispettivamente, inferiore e superiore rispetto alla monocoltura, mentre non è cambiato il livello di Ca, Mg, Cl, ossalati e iodio. Non sono stati rilevati nitrati. Più elevato è stato il contenuto di polifenoli totali e dell'attività antiossidante (DPPH e ABTS) in salicornia consociata. La produzione di bietola è stata fortemente penalizzata dalla salinità senza differenza tra coltura consociata e non consociata (0,2 kg m⁻²).

Studio condotto nell'ambito del Centro Nazionale Agritech, finanziato dall'Unione Europea – NextGenerationEU (PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA (PNRR) – MISSIONE 4 COMPONENTE 2, INVESTIMENTO 1.4 - D.D. 1032 17/06/2022, CN00000022)

Disinfezione anaerobica: effetti su suolo e crescita della pianta

Luigi Giuseppe Duri*, Giulia Conversa, Matteo Francavilla, Corrado Lazzizzera, Francesco Lops, Luciano Beneduce, Antonio Elia

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari, Risorse Naturali e Ingegneria (DAFNE), Università degli Studi di Foggia, Foggia

*luigi.duri@unifg.it

Parole chiave: Controllo dei patogeni tellurici, attività microbica, composti soppressivi, CO₂ nel suolo

La Disinfestazione Anaerobica del Suolo (ASD, *Anaerobic Soil Disinfestation*) rappresenta una strategia innovativa per il controllo di infestanti, patogeni e parassiti tellurici. La tecnica si basa sull'incorporazione nel suolo di matrici organiche facilmente degradabili, seguita da irrigazione e copertura con un film impermeabile all'ossigeno, instaurando condizioni anaerobiche temporanee. Ciò attiva processi microbiologici e biochimici con formazione di composti potenzialmente soppressivi (acidi organici, composti fenolici, acidi grassi volatili). Oltre al controllo di organismi nocivi, l'ASD può modificare le proprietà chimico-fisiche e biologiche del suolo, con possibili effetti sulla crescita delle colture successive. Il presente studio ha valutato questi effetti mediante una prova in pieno campo e una in ambiente controllato. In campo, l'ASD ha previsto l'incorporazione di vinacce e pollina, in assenza o in presenza di copertura con film impermeabile all'ossigeno, per una durata di due mesi, durante i quali sono state rilevate concentrazioni di O₂ e CO₂; successivamente è stata trapiantata la cipolla. Con lo stesso suolo, è stata condotta una prova in vaso (copertura con lo stesso film del pieno campo) in camera di crescita, a 25 °C per 50 giorni. I trattamenti ASD hanno previsto l'aggiunta di crusca, biomassa secca di rafano o di cavolo broccolo, oltre a un controllo con suolo non ammendato; un ulteriore controllo aerobico è stato mantenuto senza copertura. In entrambe le prove, l'ASD ha determinato un incremento della CO₂ e una riduzione dell'O₂; nella prova in vaso è stata osservata anche la diminuzione del pH e del potenziale redox. Il trattamento ha favorito la crescita di cipolla (con riduzione dei bulbi affetti da *Fusarium* spp.) e crescione, soprattutto nei trattamenti con crusca e cavolo broccolo. Inoltre, l'ASD ha incrementato l'abbondanza batterica e fungina, la capacità degradativa a diverso grado per sei classi di metaboliti (soprattutto con rafano e cavolo broccolo), accompagnandosi a una riduzione dei funghi patogeni.

Lavoro finanziato nell'ambito del Progetto di Ricerca di Ateneo – Horizon Europe (PRA-HE) 2021- A new eco-friendly extraction method for the production of biomolecules from plant residues, and its application in the production of nutraceutical foods, plant biostimulants, sustainable crop protection, and evaluation of agricultural biomass for anaerobic soil disinfestation (BioFoPIAs)

Innovazione, digitalizzazione e sostenibilità: le nuove sfide dell'orticoltura di pieno campo italiana

Antonio Elia

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimenti, Risorse Naturali e Ingegneria, Università di Foggia
antonio.elia@unifg.it

Il settore orticolo sta attraversando una fase di profonda trasformazione, determinata dalla convergenza di pressioni economiche, ambientali e sociali. Tra le principali criticità emergono la necessità di mantenere elevati standard quantitativi e qualitativi e di sicurezza alimentare in un contesto segnato dal cambiamento climatico, l'aumento dei costi di produzione legati alle recenti situazioni di crisi internazionale, il disequilibrio nei rapporti di filiera e nel potere contrattuale con la GDO, le crescenti richieste di sostenibilità ambientale e nell'uso efficiente delle risorse e non ultimo anche la difficoltà nel reperire manodopera qualificata. In questo scenario, innovazione tecnologica e digitalizzazione rappresentano leve strategiche essenziali per garantire competitività, resilienza e sostenibilità nel lungo periodo. Il contributo analizza i principali segnali di cambiamento già visibili nel panorama nazionale, individuando le condizioni abilitanti per una transizione efficace: ricerca e sviluppo tecnologico, validazione delle soluzioni, collaborazione tra produttori, politiche pubbliche di supporto. A partire dalle esperienze degli ecosistemi di innovazione più avanzati a livello internazionale, il contributo propone riflessioni e spunti operativi per l'orticoltura, chiamata a sviluppare cluster territoriali in grado di accelerare l'adozione delle tecnologie, favorire il trasferimento dell'innovazione e rafforzare la sostenibilità e competitività dei sistemi produttivi.

Fonti di nichel nei sistemi di coltivazione fuori suolo: implicazioni per la produzione di ortaggi “*nickel-free*”

Alessio Elia*, Onofrio Davide Palmitessa, Pietro Santamaria

Dipartimento di Scienze del Suolo, della Pianta e degli Alimenti, Università degli Studi di Bari Aldo Moro, Bari

*a.elia29@phd.uniba.it

Parole chiave: metalli, colture protette, fisiologia vegetale, ciclo chiuso

Il nichel (Ni) è un elemento metallico di transizione ampiamente diffuso negli ecosistemi e nei sistemi agroalimentari, derivando sia da fonti naturali sia da attività antropiche. Le piante rappresentano una delle principali vie di ingresso del Ni nella catena alimentare e, negli ortaggi, il suo contenuto dipende da molteplici fattori ambientali e agronomici. Sebbene il Ni sia un micronutriente essenziale per le piante, elevate concentrazioni a livello radicale possono risultare fitotossiche e contribuire all'esposizione alimentare umana, particolarmente rilevante per i soggetti affetti da sindrome da allergia sistemica al nichel (SNAS). Negli ultimi anni è stato registrato un crescente interesse per prodotti ortofrutticoli a basso contenuto di Ni, spesso commercializzati come “Ni-free” o “Ni-tested”, rendendo necessario comprendere e controllare i fattori agronomici che determinano la presenza di questo metallo nelle colture. Nei sistemi di coltivazione senza suolo, il contenuto di Ni non dipende dalla geochemica del terreno ma dagli input tecnici introdotti nel sistema colturale. In questo contesto, l'analisi degli input agronomici rappresenta uno strumento fondamentale per la gestione e il controllo del contenuto di Ni negli ortaggi. L'obiettivo della ricerca è identificare e quantificare le principali fonti di Ni in un sistema di coltivazione fuori suolo a ciclo chiuso destinato alla produzione di pomodoro e cetriolo. Le analisi sul contenuto in Ni sono state condotte mediante ICP-MS su fertilizzanti, soluzione nutritiva (SN), acqua per la preparazione della SN, prodotti fitosanitari e substrato (lana di roccia). È stato inoltre applicato un approccio di bilancio di massa per stimare il contributo dei fertilizzanti alla concentrazione finale di Ni nella SN. Le analisi della SN hanno evidenziato concentrazioni di $27 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ di Ni, in accordo con i valori teorici stimati ($32\text{--}36 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$). Il maggiore contributo al contenuto totale di Ni è stato fornito da due fertilizzanti, solfato di potassio e nitrato di calcio, che complessivamente contribuiscono per circa l'85% del Ni totale presente nella SN. L'acqua utilizzata per la preparazione della SN ha mostrato concentrazioni trascurabili ($<1 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), mentre i prodotti fitosanitari hanno evidenziato valori generalmente inferiori al limite di quantificazione dello strumento ($1 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$). La lana di roccia ha mostrato un progressivo accumulo di Ni nel tempo, indicando un possibile ruolo di compartimento di ritenzione nel sistema. Nel complesso, i risultati evidenziano che i fertilizzanti minerali rappresentano la principale fonte di Ni nei sistemi di coltivazione fuori suolo e sottolineano l'importanza di controllare la loro composizione e gli input agronomici per limitare l'apporto del metallo e il suo potenziale trasferimento lungo la catena alimentare, contribuendo allo sviluppo di strategie produttive orientate a ortaggi “Ni-free”.

Nichel nella lattuga e implicazioni per la sicurezza alimentare

Alessio Elia^{1,*}, Onofrio Davide Palmitessa¹, María del Carmen Martínez Ballesta², Juan A. Fernández², Pietro Santamaria¹

¹*Dipartimento di Scienze del Suolo, della Pianta e degli Alimenti, Università degli Studi di Bari Aldo Moro, Bari*

²*Departamento de Ingeniería Agronómica, Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT), Cartagena, Spain*

*a.elia29@phd.uniba.it

Parole chiave: coltivazioni fuori suolo, metalli, fisiologia vegetale, Regolamento (UE) 2024/1987. Il nichel (Ni) è un metallo naturalmente presente nei suoli e negli input agricoli che, sebbene essenziale (in tracce) per il metabolismo vegetale, quando è presente con concentrazioni elevate, può diventare fitotossico e accumularsi nei tessuti edibili. Negli ultimi anni la presenza di Ni negli alimenti ha suscitato crescente attenzione sia dal punto di vista tossicologico sia normativo, poiché provoca reazioni avverse nei soggetti affetti da sindrome allergica sistemica al nichel (SNAS). In questo contesto, il Regolamento (UE) 2024/1987 ha introdotto livelli massimi di Ni per alcune categorie alimentari, mentre la Raccomandazione (UE) 2024/907 ha promosso un programma di monitoraggio della presenza di Ni negli alimenti nel triennio 2025–2027, evidenziando la necessità di migliorare le conoscenze sull'accumulo del metallo nelle colture orticole. Gli ortaggi da foglia, tra cui la lattuga (*Lactuca sativa* L.), possono contribuire in modo rilevante all'assunzione di Ni, in quanto vengono consumati allo stato fresco e possono accumulare il metallo a partire dal suolo o dalla soluzione nutritiva (SN) nei sistemi di coltivazione senza suolo. Il presente studio ha valutato l'effetto di diverse concentrazioni di Ni nella SN sulla crescita, sulle risposte fisiologiche e sull'accumulo del metallo in lattuga, al fine di comprendere come un aumento della disponibilità di Ni, analogo a quello che può verificarsi in suoli contaminati o in sistemi di fertirrigazione, possa determinare fenomeni di tossicità per la pianta e favorire l'accumulo nei tessuti edibili fino al possibile superamento dei limiti previsti dalla normativa alimentare. Una cultivar di lattuga a foglia verde ('Falstaff') e una a foglia rossa ('Copacabana') sono state coltivate in vassoi con substrato torboso e irrigate mediante subirrigazione con SN in camera di crescita. Sono state applicate quattro concentrazioni di Ni (0, 15, 35 e 75 μM). L'aumento della concentrazione di Ni ha determinato una riduzione dose-dipendente della crescita e un incremento dell'accumulo del metallo in entrambe le cultivar di lattuga. Il Ni è stato accumulato prevalentemente nelle radici, mentre nelle foglie le concentrazioni sono rimaste inferiori a 1 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ FW. Tuttavia, il confronto con i limiti recentemente introdotti dalla normativa europea ha messo in evidenza che la lattuga prodotta con Ni 0 e 15 μM rientra nei valori compatibili con la sicurezza alimentare, mentre con concentrazioni di Ni maggiori superano le soglie fissate dal Regolamento (UE) 2024/1987. Questi risultati evidenziano come un aumento della disponibilità di Ni nel sistema culturale, sia nella SN sia in suoli contaminati, possa favorire l'accumulo del metallo nei tessuti edibili fino al possibile superamento dei limiti alimentari. Ciò sottolinea l'importanza di monitorare il contenuto di Ni nei sistemi di produzione e di sviluppare strategie agronomiche volte a limitarne l'accumulo negli ortaggi.

Impiego di biostimolanti naturali a base di estratti di lignina e *Trichoderma* spp. in soluzione nutritiva per la produzione di microgreens di basilico limone in sistema *floating*

Francesco Sorrentino¹, Stefania Lanzuise¹, Giovanna Marta Fusco², Michele Ciriello¹, Youssef Roupheal¹, Stefania De Pascale¹, Christophe El-Nakhel^{1,*}

¹ Dipartimento di Agraria, Università di Napoli Federico II, Portici, Napoli, Italia

² Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali Biologiche e Farmaceutiche, Università degli Studi della Campania Luigi Vanvitelli, Caserta, Italia

*christophe.elnakhel@unina.it

Parole chiave: attività antiossidante, biostimolanti microbici e non microbici, *Ocimum × citriodorum*, piante aromatiche.

Il crescente interesse per i sistemi di coltivazione sostenibili e le produzioni orticole ad alto valore nutrizionale e funzionale ha promosso lo sviluppo e l'applicazione di biostimolanti naturali nei sistemi di coltivazione fuori suolo. In questo contesto, il presente studio ha valutato gli effetti di biostimolanti a base di estratti di lignina (Solargo; 0,25%) e *Trichoderma* GV41 (10^4 UFC mL⁻¹) sulla crescita e sulla qualità di microgreens di basilico limone. L'esperimento è stato condotto in condizioni ambientali controllate utilizzando un sistema galleggiante. Sono stati analizzati i parametri biometrici (peso fresco e secco della biomassa di parte aerea e radicale), caratteristiche colorimetriche, contenuto di nitrati, pigmenti fotosintetici (clorofille e carotenoidi), composti fenolici, antocianine, attività antiossidante e profilo di composti organici volatili (COV). I risultati hanno mostrato che l'applicazione di biostimolanti ha influenzato significativamente sia la resa che le caratteristiche qualitative dei microgreens. In particolare, *Trichoderma* GV41 + Solargo e Solargo da solo hanno mostrato un effetto positivo sulla crescita delle piante, associato a un miglioramento dello sviluppo radicale e all'induzione di meccanismi di resistenza sistemica. Entrambi i trattamenti hanno contribuito alla modulazione del metabolismo secondario, come l'aumento delle antocianine, ma senza effetti significativi sui polifenoli e sull'attività antiossidante (saggio ABTS). Inoltre, il profilo dei COV ha mostrato cambiamenti non significativi nella maggior parte dei composti o classi volatili. Nel complesso, i risultati suggeriscono un potenziale utilizzo di biostimolanti naturali nei sistemi idroponici per la produzione di microgreens, evidenziando come l'integrazione di microrganismi benefici e composti derivati dalla lignina possa rappresentare un approccio promettente per migliorare la crescita delle colture. Tuttavia, sono necessari ulteriori studi per definire i dosaggi ottimali e massimizzare gli effetti sugli aspetti qualitativi dei microgreens.

Effetti di diverse soluzioni nutritive acquaponiche e idroponiche sulla crescita e sul contenuto di metaboliti secondari dei microgreens di canapa

Crescenzo Falcone¹, Luana Izzo², Emanuela Campana¹, Antonio Pannico¹, Youssef Rouphael¹, Stefania De Pascale¹ & Christophe El-Nakhel^{1,*}

¹ Dipartimento di Agraria, Università di Napoli Federico II, Portici, Napoli, Italia

² Dipartimento di Farmacia, Università di Napoli Federico II, Napoli, Italy

*christophe.elnakhel@unina.it

Parole chiave: agricoltura circolare, *Cannabis sativa* L., metaboliti secondari, sistemi di crescita a ciclo chiuso.

Tra le nuove specie impiegate per la produzione di microgreens, la canapa sta suscitando crescente interesse per il suo elevato contenuto di composti bioattivi, tra cui polifenoli e fitocannabinoidi, oltre che di minerali e amminoacidi. La produzione di microgreens in acquaponica rappresenta una valida alternativa all'impiego di soluzioni nutritive convenzionali. L'efficacia di questo approccio, tuttavia, deve essere valutata in termini di crescita e qualità dei microgreens. In questo contesto, i microgreens di canapa (*Cannabis sativa* L. cv. Earlina) sono stati coltivati in due diversi substrati (torba e vermiculite) e irrigati con quattro diverse formulazioni di soluzione nutritiva (soluzione acquaponica, soluzione acquaponica diluita a un quarto della concentrazione, soluzione nutritiva di Hoagland e soluzione di Hoagland diluita a un quarto della concentrazione). Dopo un ciclo di crescita di nove giorni in camera di crescita, i microgreens sono stati raccolti e valutati in termini di crescita, accumulo di fitonutrienti. Entrambe le formulazioni di soluzione nutritiva diluite a un quarto della concentrazione, caratterizzate dalla stessa conducibilità elettrica ($EC = 0,4 \text{ dS m}^{-1}$), hanno determinato una crescita simile, ma significativamente inferiore rispetto a quella ottenuta con la soluzione acquaponica e la soluzione di Hoagland a piena concentrazione ($EC = 1,2 \text{ dS m}^{-1}$). È stata osservata una marcata variazione del profilo dei metaboliti secondari in funzione della formulazione della soluzione nutritiva e del substrato impiegati, evidenziando il potenziale di diverse fonti nutritive e dell'integrazione della produzione di microgreens in sistemi di economia circolare.

Influenza della composizione spettrale della luce LED sulla risposta biochimica e proteomica in microgreens di crescione

Andrea Ertani^{1,*}, Simonetta Caira², Mariapia Esposito², Jouhaina Riahi¹, Carla Colombani³, Andrea Scalonì², Roberta Paradiso⁴, Roberta Bulgari³

¹DISAFA, Università di Torino, Grugliasco (TO)

²Istituto per il Sistema Produzione Animale in Ambiente Mediterraneo (ISPAAM-CNR), Portici

³DiSAA, Università di Milano, Milano

⁴Dipartimento di Agraria, Università degli Studi di Napoli Federico II, Portici

* andrea.ertani@unito.it

Parole chiave: *Lepidium sativum* L., coltivazione indoor, metaboliti secondari, qualità

L'uso di LED a spettro variabile sta assumendo un ruolo sempre più centrale nella gestione della qualità delle colture in ambiente controllato, grazie alla possibilità di modulare in modo preciso i segnali luminosi percepiti dalle piante. In questo studio, sono stati valutati gli effetti di due rapporti spettrali blu:verde:rosso:far-red (B:G:R:FR) — 13:15:61:11 (Shelf 1) e 24:12:56:8 (Shelf 2) — sulla crescita e sul profilo biochimico dei microgreens di crescione (*Lepidium sativum* L.) coltivati indoor su tappetini in fibra di canapa, mantenendo costante il PPFD (densità di flusso fotonico fotosinteticamente attivo) a 255 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. I parametri produttivi, inclusi biomassa fresca e secca, non hanno mostrato differenze significative tra i trattamenti, indicando che l'aumento della frazione blu non compromette la resa né altera i principali elementi nutrizionali di base quali contenuti di nitrati, clorofille totali, carbonio e azoto. Tuttavia, lo spettro arricchito in luce blu ha indotto un marcato incremento dei composti bioattivi: nel trattamento Shelf 2 è stato osservato un aumento del 77% degli antociani e del 52% dei fenoli totali, evidenziando un miglioramento del valore funzionale del prodotto. L'analisi proteomica ha rivelato modificazioni significative in processi associati alla fotosintesi, alla biosintesi e al turnover proteico, nonché nella regolazione dell'omeostasi redox. Queste risposte suggeriscono un adattamento molecolare coordinato al segnale luminoso, coerente con l'aumento di metaboliti secondari a funzione antiossidante. Nel complesso, i risultati dimostrano che la modulazione dello spettro LED, e in particolare il potenziamento della componente blu, costituisce una strategia efficace per migliorare la qualità nutrizionale dei microgreens senza comprometterne la produttività, con potenziali applicazioni per sistemi indoor e *vertical farming* orientati alla produzione di alimenti ad elevata densità funzionale.

Effetto della salinità sulla produzione idroponica di *baby plant* di *Tetragonia tetragonioides* destinate alla IV gamma

Alessandro Esposito*, Alessandra Moncada, Filippo Vetrano, Vito Armando Laudicina, Caterina Lucia e Alessandro Miceli

Università degli Studi di Palermo, Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali, Palermo

*alessandro.esposito02@unipa.it

Parole chiave: Spinacio della Nuova Zelanda, specie alofite, stress abiotico, eustress, *shelf-life*

La tetragonia o spinacio della Nuova Zelanda (*Tetragonia tetragonioides* (Pallas) O. Kunze) è un'alofita facoltativa poco coltivata ma con un elevato potenziale per il mercato della IV gamma. Tuttavia, risultano ancora limitate le conoscenze relative all'influenza della salinità sulla produzione idroponica e sulle performance post-raccolta di *baby plant* di tetragonia. Il presente studio ha valutato gli effetti di tre livelli di salinità della soluzione nutritiva (0, 50 e 100 mM NaCl) sulla crescita, l'efficienza d'uso delle risorse, la qualità sensoriale e la *shelf-life* di *baby plant* di tetragonia coltivate in un sistema idroponico *ebb-and-flow* per due cicli culturali (2024 e 2025). I risultati ottenuti evidenziano che, sebbene le condizioni climatiche del 2025 (maggiore radiazione e temperatura) abbiano incrementato le rese a bassi livelli di salinità (0-50 mM NaCl), quello più alto (100 mM NaCl) ha rappresentato un limite fisiologico tale da annullare il vantaggio stagionale. Al contrario, la salinità moderata (50 mM NaCl) ha agito da eustress, preservando la biomassa fresca e migliorando significativamente l'efficienza d'uso di acqua e azoto. Tale trattamento ha inoltre ottimizzato il profilo sensoriale, incrementando croccantezza e sapidità e intensificando la colorazione fogliare. Durante la conservazione refrigerata, le *baby plant* minimamente processate presentavano minore perdita di peso e prolungata *shelf-life* (fino a 21 giorni) se esposte a stress salino nella fase di coltivazione rispetto al controllo non stressato. In conclusione, i risultati suggeriscono che l'esposizione a una salinità moderata durante la coltivazione rappresenta una valida strategia agronomica per migliorare l'efficienza d'uso delle risorse e produrre *baby plant* di tetragonia caratterizzate da buona qualità e commerciabilità per il mercato della IV gamma.

Strategie per migliorare la tolleranza allo stress salino di genotipi di lattuga da taglio in coltivazione idroponica

Alessandro Esposito^{1,*}, Alessandro Miceli¹, Filippo Vetrano¹, Ivan Paponov² e Alessandra Moncada¹

¹Università degli Studi di Palermo, Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali, Palermo

²Department of Food Science Plant, Food & Sustainability, Aarhus University, Agro Food Park, Aarhus N, Denmark

*alessandro.esposito02@unipa.it

Parole chiave: *Lactuca* spp., colture idroponiche, stress abiotico, elicitori

Oggi la salinità rappresenta uno dei principali ostacoli alla produzione di lattuga in sistemi idroponici, spingendo la ricerca verso l'identificazione di genotipi resilienti e strategie di mitigazione efficaci. L'obiettivo della ricerca è stato duplice: 1) valutare la risposta morfo-fisiologica allo stress salino di diversi genotipi di *Lactuca* spp.; 2) mitigare la risposta negativa alla salinità del genotipo più sensibile attraverso trattamenti radicali con elicitori. Nella prima fase della ricerca, sette diversi genotipi di *Lactuca* spp. (tre cv. di *L. sativa*, due di *L. serriola*, uno di *L. aculeata* e uno di *L. dregeana*) sono stati caratterizzati dal punto di vista morfo-fisiologico per valutare la loro tolleranza allo stress salino (0 NaCl vs 60 mM NaCl) in un sistema idroponico. Nella seconda fase della ricerca, il genotipo più sensibile allo stress (TKI-122 – *L. sativa*) è stato coltivato in condizioni saline e sottoposto a trattamenti con elicitori aggiunti alla soluzione nutritiva a diverse concentrazioni (glutathione, L-alanina, L-triptofano, nitroprussiato di sodio, acido ascorbico, jasmonato di metile e acido salicilico). I risultati hanno evidenziato una riduzione significativa della biomassa fresca e secca in condizioni di stress specialmente nei genotipi TKI-122 (*L. sativa*) e TKI-252 (*L. serriola*), mentre i genotipi TKI-126 (*L. sativa*) e TKI-257 (*L. serriola*) hanno dimostrato una maggiore resilienza. Tra gli elicitori testati nella seconda prova, l'acido salicilico a dosaggio intermedio (0,1 μ M) ha consentito di annullare gli effetti negativi dello stress salino, mentre acido ascorbico a basse dosi (0,1 mM), L-alanina e L-triptofano hanno mostrato effetti mitiganti. I rimanenti elicitori sono risultati inefficaci o addirittura inibitori della crescita. In conclusione, la selezione di genotipi di *Lactuca* spp. tolleranti allo stress salino e l'apporto di acido salicilico alla soluzione nutritiva potrebbero costituire delle strategie efficaci per migliorare la sostenibilità della coltivazione idroponica di lattuga da taglio in condizioni di salinità.

Dalle conoscenze tradizionali all'uso sostenibile: le piante spontanee commestibili del Piemonte come risorse per l'orticoltura

Nicole Mélanie Falla^{1,*}, Simone Ravetto Enri¹, Ginevra Nota¹, Michele Lonati¹, Valentina Scariot¹

¹Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, Università degli Studi di Torino, Grugliasco

*nicolemelanie.falla@unito.it

Parole chiave: conoscenza etnobotanica tradizionale, influenza antropogenica, biodiversità, fitoalimenturgia, *foraging*

La raccolta di piante spontanee per l'alimentazione è stata parte della vita dell'uomo fin dall'antichità. Oggi, questa pratica è in crescente diffusione non solo come fonte di approvvigionamento, per salvaguardare le tradizioni locali o come attività ricreativa, ma anche a scopo produttivo e commerciale, viste le peculiari qualità organolettiche e nutraceutiche delle specie interessate. Questo studio ha voluto approfondire la conoscenza del patrimonio etnobotanico Piemontese, documentandone la diversità e l'abbondanza in ambienti con diverso livello di antropizzazione, per una possibile integrazione delle piante spontanee commestibili in filiere agroalimentari locali. In totale sono state rilevate 527 specie, appartenenti a 78 famiglie botaniche. La maggior parte delle specie (213) è stata rinvenuta in ambienti ad elevata antropizzazione (ruderali annuali e perennanti, prati magri di bassa quota e prati fertili). A queste hanno fatto seguito le specie rilevate in ambienti a bassa antropizzazione (167, rupi e ghiaioni, ambienti umidi, prati secchi annuali, prati magri d'alta quota, boschi di latifoglie, boschi di conifere) ed infine quelle in ambienti ad antropizzazione intermedia (142; prati secchi, orli, lande di arbusti nani e arbusteti). Gli organi maggiormente utilizzati risultano essere foglie, germogli e fiori, mentre gli usi più frequenti sono per preparazioni cotte, insalate, bevande alcoliche e tisane. Dodici specie si sono distinte per la loro versatilità per varietà di organi e utilizzi: *Foeniculum vulgare*, *Tanacetum vulgare*, *Borago officinalis*, *Carum carvi*, *Taraxacum officinale*, *Tilia cordata*, *Malva sylvestris*, *Myrrhis odorata*, *Rubus fruticosus*, *Rubus idaeus*, *Sambucus nigra*, *Thymus vulgaris*. Appaiono opportune, quindi, strategie di valorizzazione che includano la salvaguardia della biodiversità, la trasmissione delle conoscenze etnobotaniche e l'integrazione di queste specie vegetali in sistemi agroalimentari per diversificare e arricchire la dieta umana.

Utilizzo di sostanze umo-simili ottenute da rifiuti organici per il miglioramento della crescita e della qualità di *Murraya paniculata* allevata in fuori suolo

Giancarlo Fascella¹, Nicasio Bova¹, Youssef Rouphael²

¹CREA – Centro di Ricerca Difesa e Certificazione, Palermo

²Dipartimento di Agraria, Università degli Studi di Napoli, Federico II, Portici (NA)

*giancarlo.fascella@crea.gov.it

Parole chiave: biostimolanti, acidi umici, leonardite, RSU, digestato, compost

Le sostanze umo-simili (HLS) sono tra i biostimolanti più utilizzati in agricoltura per migliorare la crescita delle piante, l'assorbimento dei nutrienti, la resa delle colture e la tolleranza agli stress. HLS ottenute da rifiuti organici urbani ed agricoli sono state somministrate per via radicale (100 mL/pianta a 15 e 60 giorni dall'impianto) sul falso agrume *Murraya paniculata* L. Jacq., allevato in vaso di 1,5 L con substrato a base di torba e perlite (4:1, v/v), al fine di valutare l'effetto biostimolante di queste sostanze sulla crescita e sulla qualità ornamentale delle piante. Due HLS, una derivante dalla digestione anaerobica della frazione organica umida da RSU e l'altra dal compostaggio (dopo 110 gg. in condizioni aerobiche) di una miscela del suddetto digestato, fanghi di depurazione e residui di giardinaggio, sono state confrontate con un prodotto commerciale a base di leonardite durante una prova sperimentale condotta in serra per 120 giorni su 60 piante/trattamento. L'applicazione delle due HLS ottenute da rifiuti organici ha fatto sì che le piante evidenziassero un aumento del 39,9% in altezza media, dell'87,0% nel numero di fiori, dell'111,6% nel numero di frutti, del 35,4% in produzione di foglie, del 37,9% in biomassa secca totale, del 35,3% nella lunghezza delle radici e dell'81,3% nell'efficienza nell'uso dell'acqua, sia rispetto a quelle trattate con il prodotto commerciale a base di leonardite che soprattutto alle piante non trattate (controllo). Le migliori performance (rapida crescita e veloce raggiungimento delle caratteristiche ornamentali richieste dai consumatori) della *Murraya* trattata con HLS, soprattutto con quella a base di compost, sono sicuramente legate ad un ottimale stato nutrizionale di queste piante, confermato dal più alto indice SPAD, dalla maggiore concentrazione in clorofille totali (+24,2%) e dalla più elevata attività fotosintetica (+114,7%) delle loro foglie. I risultati positivi ottenuti con l'applicazione di HLS non commerciali suggeriscono come il riciclo dei rifiuti organici, urbani ed agricoli, possa essere una fonte sostenibile ed ecologica di biostimolanti naturali, in alternativa ai concimi chimici di sintesi e ai biostimolanti vegetali a base di leonardite presenti sul mercato.

Effetto della tipologia di pacciamatura e del genotipo su produzione, qualità e valore nutraceutico di turioni di asparago allevato in pien'aria

Giancarlo Fascella¹, Michele Massimo Mammano¹, Edoardo Napoli² e Youssef Rouphael³

¹CREA – Centro di Ricerca Difesa e Certificazione, Palermo

²CNR - Istituto di Chimica Biomolecolare, Catania

³Dipartimento di Agraria, Università degli Studi di Napoli, Federico II, Portici

*giancarlo.fascella@crea.gov.it

Parole chiave: *Asparagus officinalis*; cultivar; film biodegradabile; macro-microelementi; composti bioattivi

La tecnica della pacciamatura è universalmente adottata per proteggere le colture da erbe infestanti e gelate, mantenere l'umidità del suolo e anticipare la produzione. Il materiale tradizionalmente più utilizzato è la paglia, permeabile ad aria e acqua, anche se oggi si preferiscono film in plastica (polietilene a bassa densità) o biodegradabili, derivati da cellulosa o amido di mais, che si decompongono nel terreno senza lasciare residui. Allo scopo di valutare l'effetto di due tipologie di materiale pacciamante (film plastico biodegradabile e paglia di cereali), a confronto con un controllo non pacciamato, su produzione, qualità e valore nutraceutico di turioni di asparago (*Asparagus officinalis* L.), è stata condotta una prova in pien'aria su piante di due cultivar (Atticus e Grande) molto diffuse e richieste dal mercato. Il film plastico biodegradabile, rispetto alla paglia e al controllo, ha fatto registrare un aumento della produzione totale di turioni (rispettivamente +20,5% e +7,7%), del diametro medio (+20,5% e +43%) e del peso fresco (+24,7% e +29%) dei singoli turioni. I due materiali pacciamanti hanno fatto rilevare un contenuto di sostanza secca dei turioni molto simile e, comunque, superiore del 26% rispetto a quello rilevato nel controllo. Le due cultivar in prova non hanno evidenziato differenze significative nella produzione e nelle dimensioni dei turioni commerciabili. I turioni raccolti su film plastico erano più ricchi in azoto totale e calcio, mentre quelli raccolti su paglia presentavano un maggior contenuto in magnesio ed una minor concentrazione di sodio. Da un punto di vista fitochimico, i turioni raccolti in piante pacciamate con film biodegradabile sono risultati, rispetto a quelli ottenuti su paglia e controllo, più ricchi in polifenoli totali (+39%), acidi idrossicinnammici, flavonoidi totali (+40%) e rutina (+44%), ossia il flavonoide maggiormente presente nell'asparago e con conclamate proprietà farmacologiche. La cv. Grande, nei tre trattamenti sperimentali, ha prodotto i turioni con il maggior contenuto in composti bioattivi.

Biofortificazione con zinco e biostimolazione con triacontanolo: un approccio integrato per migliorare la qualità del pomodoro

Guglielmo Fichera^{*}, Claudio Cannata, Rosario Paolo Mauro, Cherubino Leonardi

Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente (Di3A), Università di Catania, Catania

^{*}guglielmo.fichera@phd.unict.it

Parole chiave: *Solanum lycopersicum* L., fame nascosta, arricchimento in micronutrienti, biostimolanti vegetali.

Il pomodoro rappresenta un alimento ricco di composti funzionali e, grazie al suo ampio consumo *pro capite*, costituisce un target ideale per interventi di biofortificazione minerale agronomica. Alla luce di significative carenze nutrizionali riscontrabili in talune popolazioni europee, risulta di grande rilevanza l'incremento del contenuto in micronutrienti dell'ortaggio, mediante opportune strategie agronomiche. D'altra parte, i biostimolanti svolgono un ruolo fondamentale nelle coltivazioni protette dell'area mediterranea, dove le serre, caratterizzate per lo più da modesti livelli tecnologici, risultano insufficienti a prevenire l'esposizione delle colture a condizioni microclimatiche subottimali durante i mesi invernali, limitando così la piena espressione del potenziale produttivo, quantitativo e qualitativo delle colture. Il presente studio ha valutato gli effetti della biofortificazione con Zn-EDTA e della biostimolazione a base di triacontanolo, applicate con trattamenti fogliari singolarmente o in combinazione, su resa e qualità dei frutti delle cultivar di pomodoro mini plum 'Angelle' (frutto rosso) e 'Dolcenera' (frutto striato). Rispetto al controllo non trattato, la biofortificazione con Zn ha determinato un incremento significativo del contenuto in sostanza secca dei frutti (+6%). Tutti i trattamenti hanno favorito l'accumulo di carotenoidi, in particolare l'applicazione combinata Zn-EDTA + triacontanolo (+21,8%). Il trattamento combinato ha inoltre incrementato le concentrazioni di K (+9,3%) e Fe (+28,2%) nei frutti, suggerendo un effetto sinergico tra Zn-EDTA e triacontanolo. La biofortificazione con Zn ha determinato un significativo aumento del contenuto di Zn nei frutti di entrambe le cultivar (+68,1% in media), confermando l'efficacia delle applicazioni fogliari di Zn-EDTA nel migliorare l'assimilazione e la traslocazione del minerale nei tessuti edibili. Considerato il ruolo centrale del pomodoro nella dieta umana, i risultati del presente studio offrono significativi spunti sia per i produttori interessati a diversificare la loro offerta, sia per i consumatori interessati ad ortaggi dal migliorato profilo nutrizionale.

Residui di crostacei come ammendanti per migliorare crescita e resilienza del pomodoro

Simone Fornari, Lucrezia Anastasia Ortelli, Angela Valentina Ceccarelli, Andrea Colantoni, Daniel Valentin Savatin*, Mariateresa Cardarelli

¹ *Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali, Università degli Studi della Tuscia, Viterbo*

* daniel.savatin@unitus.it

Parole chiave: rifiuti organici, economia circolare, ammendanti, residuo di gambero

Negli ultimi anni la valorizzazione dei rifiuti organici rappresenta una strategia chiave per promuovere sistemi agricoli sostenibili e circolari. In questo contesto, i residui derivati da scarti di crostacei costituiscono una matrice di interesse, grazie all'elevato contenuto di composti bioattivi, tra cui chito-oligosaccaridi con attività biostimolante ed elicitoria (Ochoa-Meza et al. 2021). Il presente studio ha valutato l'impiego di residui solidi ottenuti da gusci e teste di gambero, trattati mediante compattatore Smart Cara CS10 (a 90 °C, con riduzione del volume del 70–90%), come ammendanti alle concentrazioni di 0, 0,5 e 1% (p/v) nella coltivazione in vaso su terreno agrario di *Solanum lycopersicum* L. (ibrido commerciale AKRAI F1; SAIS Sementi, Cesena, Italia). I risultati hanno evidenziato un effetto positivo dei trattamenti rispetto al controllo. In particolare, entrambe le dosi hanno determinato un aumento significativo dell'indice SPAD e della conduttanza stomatica, indicativi di una maggiore efficienza fotosintetica e di un miglior stato fisiologico a 30 giorni dal trapianto. Parallelamente, è stato osservato un incremento del numero di foglie, dell'altezza e della biomassa secca, evidenziando un effetto positivo sulla crescita vegetativa. Per comprendere come la matrice potrebbe influenzare le relazioni pianta-microbioma, è stato monitorato il pH ed è stato rilevato un incremento verso valori leggermente alcalini (da 6,44 a 7,48 e 7,65, rispettivamente, per le dosi allo 0,5% e 1%). In conclusione, i risultati ottenuti confermano il potenziale dei residui di gambero come ammendanti multifunzionali, capaci di stimolare significativamente lo sviluppo vegetale. Questo studio costituisce un solido punto di partenza per future indagini volte a valutare la resilienza e la risposta agli stress, definendo strategie innovative per l'integrazione di tali sottoprodotti in sistemi agricoli sostenibili e circolari.

Ochoa-Meza et al., 2021. Oligosaccharins as Elicitors of Defence Responses in Wheat. *Polymers* (Basel). 13(18):3105.

Applicazione di batteri benefici per la gestione dello stress e monitoraggio precoce mediante *imaging* iperspettrale

Simone Fornari¹, Leonardo Fiore¹, Antonio El Chami¹, Paola Tarquini¹, Arianna Grassi², Monica Agnolucci², Pierluigi Rossi¹, Mariateresa Cardarelli^{1,*}

¹ Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali, DAFNE, Università degli Studi della Tuscia, Viterbo

² Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali, DiSAAA-a, Università di Pisa, Pisa

*tcardare@unitus.it

Parole chiave: biostimolanti microbici, *Plant Growth Promoting Bacteria*, vivaismo, camera iperspettrale, stress abiotici

Lo stress salino rappresenta uno dei principali fattori limitanti per il vivaismo orticolo, influenzando negativamente i processi morfologici e fisiologici delle piante fin dalle prime fasi di sviluppo. In particolare, determina una riduzione della biomassa, dell'area fogliare e dello sviluppo radicale, alterando l'equilibrio fisiologico della pianta. In questo contesto, i biostimolanti microbici rappresentano una strategia sostenibile per modulare la risposta agli stress abiotici. Il presente studio ha valutato l'effetto dell'inoculo di due ceppi batterici *Priestia* sp. IMA TSAT1 e *Peribacillus* sp. IMA TSAT20, provenienti dalla collezione IMA (DiSAAA-a, Università di Pisa), su piantine di *Solanum lycopersicum* L., varietà Pralya F1 (SAIS s.r.l., Cesena, Italia), coltivate in condizioni controllate e saline (0 e 80 mM NaCl). I ceppi sono stati selezionati per la loro tolleranza a elevate concentrazioni saline e per le proprietà di promozione della crescita delle piante quali, produzione di esopolisaccaridi, acido indol-3-acetico e attività della 1-aminociclopropano-1-carbossilato deaminasi. I risultati hanno evidenziato che, in assenza di stress salino, l'inoculo microbico promuove significativamente la crescita e lo sviluppo radicale, aumentando lunghezza, superficie e capacità esplorativa dell'apparato radicale. In condizioni saline, invece, i microrganismi non ripristinano completamente la crescita, ma modulano specifiche risposte adattative. In particolare, si osserva un aumento della sostanza secca e l'attivazione di meccanismi di stress ossidativo, evidenziati dall'accumulo di H₂O₂, malondialdeide e prolina. Il ceppo di *Peribacillus* ha mostrato una maggiore capacità di ridurre lo stress ossidativo, mentre entrambi i ceppi hanno contribuito alla regolazione dell'adattamento osmotico. L'integrazione con tecniche di *imaging* iperspettrale ha permesso di analizzare le firme spettrali fogliari e le relazioni con i pigmenti fotosintetici. In condizioni non stressate, gli indici spettrali associati al *red-edge* risultano fortemente correlati con il contenuto di clorofilla, mentre sotto stress tali correlazioni si attenuano, indicando una riorganizzazione dell'apparato fotosintetico. Nel complesso, l'efficacia dei biostimolanti microbici risulta condizione-dipendente, mentre l'*imaging* iperspettrale si conferma uno strumento promettente per il monitoraggio precoce dello stato fisiologico delle piante.

Decifrare lo stress idrico: i meccanismi di tolleranza in differenti genotipi di pomodoro

Silvana Francesca^{*,1}, Salvatore Graci^{1,2}, Matteo Addonizio¹, Carmen Laezza¹, Maria Manuela Rigano¹, Amalia Barone¹

¹ *Dipartimento di Agraria, Università degli Studi di Napoli Federico II, Portici*

² *United Genetics Italia SPA, Parma*

* silvana.francesca@unina.it

Parole chiave: pomodoro, stress abiotici, stress idrico, antiossidanti, variabilità genetica

Il bacino del Mediterraneo è sempre più esposto a siccità prolungate e temperature elevate, con effetti critici sulla produttività e sulla qualità del pomodoro. Questo studio ha esaminato la risposta al deficit idrico di sei genotipi indeterminati di pomodoro -precedentemente selezionati per la tolleranza allo stress termico – coltivati in pieno campo e in serra, sottoponendoli a due regimi irrigui (controllo 100% e sottoposto a stress 30% ETc) per due anni di coltivazione. È stato adottato un approccio integrato, misurando parametri ecofisiologici, biochimici, metabolomici e genomici. I parametri considerati sono stati potenziale idrico fogliare, resa e caratteri produttivi relativi ad essa, concentrazione di pigmenti fotosintetici, prolina, e metaboliti secondari. È stata effettuata l'analisi degli scambi gassosi e delle varianti genomiche mediante piattaforma SPET in geni associati alla risposta agli stress abiotici e alla qualità del frutto. Il deficit idrico, come atteso, ha ridotto il potenziale idrico e la fotosintesi netta e aumentato l'accumulo di prolina in tutti i genotipi, ma con entità fortemente dipendente da genotipo e ambiente. Il genotipo E7 ha mostrato una forte riduzione dell'assimilazione di CO₂ e marcate perdite di resa, mentre il genotipo PDVIT ha mantenuto tassi fotosintetici e traspirativi relativamente elevati, minori variazioni del potenziale idrico e rese stabili con caratteri produttivi poco alterati. Le analisi metabolomiche hanno mostrato un cambiamento nell'accumulo di diversi metaboliti indotto dalla siccità nella maggior parte dei genotipi, mentre PDVIT manteneva un profilo metabolico relativamente stabile. Parallelamente, l'analisi genomica ha evidenziato in PDVIT il maggior numero di varianti private con impatto moderato/alto in geni legati a risposta alla siccità e al metabolismo degli zuccheri. I risultati identificano PDVIT come una risorsa genetica promettente per il miglioramento varietale, grazie alla sua capacità di mantenere stabile resa e qualità del frutto in condizioni di stress idrico, contribuendo allo sviluppo di nuove cultivar resilienti ai cambiamenti climatici.

Dalla conservazione alla coltivazione: un approccio integrato tra banche del germoplasma e agricoltori per la tutela della cipolla (*Allium cepa* L.)

Giulia Franzoni^{1,*}, Nicolò Tonini¹, Francesco Ferrari¹, Simone Buratti¹, Carolina Girometta¹, Michela Landoni¹, Filippo Guzzon², Graziano Rossi¹

¹ *Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente, Università di Pavia, Pavia*

² *Royal Botanic Gardens Kew, Science Collections Department, Millennium Seed Bank, Wakehurst Place, Ardingly*

*giulia.franzoni@unipv.it

Parole chiave: cipolla, agrobiodiversità, germoplasma, longevità dei semi

Il cambiamento climatico esercita pressioni sempre più rilevanti sui sistemi agricoli, influenzando negativamente la stabilità delle produzioni e rendendo più complessa la gestione agronomica, anche in considerazione delle crescenti restrizioni nell'uso dei prodotti fitosanitari. Tra le specie orticole, la cipolla (*Allium cepa* L.) riveste un ruolo di primaria importanza economica e culturale, ma risulta particolarmente sensibile agli stress ambientali. Le variazioni climatiche possono influenzare negativamente sia lo sviluppo del bulbo e la qualità del prodotto, ma anche i processi di fioritura e produzione del seme. La conservazione delle risorse genetiche nelle banche del germoplasma rappresenta una strategia fondamentale per salvaguardare la biodiversità; tuttavia, la longevità dei semi di cipolla rimane un fattore limitante, poiché diminuisce in tempi relativamente brevi. Questo problema è particolarmente rilevante per le varietà locali, spesso legate a sistemi agricoli tradizionali e a marchi di qualità. In questo scenario si inserisce il progetto *SIGULA* che mira a integrare conservazione della biodiversità e innovazione agronomica. Le attività includono lo studio e la caratterizzazione morfologica, genetica e agronomica delle varietà locali lombarde, la loro moltiplicazione in campo attraverso aziende partner e campi sperimentali, e la produzione di sementi di qualità. Parallelamente, la collaborazione con banche del germoplasma internazionali permette una indagine sistematica sulla dinamica di vitalità dei semi durante la conservazione a lungo termine. Questo duplice approccio, che combina attività in campo e ricerca sulla conservazione, rappresenta un modello efficace per tutelare la biodiversità e sviluppare soluzioni concrete per produzioni agricole di alta qualità e valore.

Vermicompost e azoto minerale in orticoltura intensiva per migliorare il metabolismo colturale e la sostenibilità tecnico-economica

Giovanna Marta Fusco^{1,*}, Ida Di Mola^{2,*}, Raffaele Lugubre¹, Lucia Ottaiano², Eugenio Cozzolino³, Fulvio Trasacco⁴, Biagio Morrone⁵, Mauro Mori², Petronia Carillo¹

¹*Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali Biologiche e Farmaceutiche, Università degli Studi della Campania “Luigi Vanvitelli”, Caserta*

²*Dipartimento di Agraria, Università degli Studi di Napoli Federico II, Portici*

³*CREA, Centro di Ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali, Caserta*

⁴*BIOS MIMESIS Società Agricola Innovativa S.r.l., Aversa*

⁵*Dipartimento di Ingegneria, Università degli Studi della Campania “Luigi Vanvitelli”, Aversa*

*giovannamarta.fusco@unicampania.it

Parole chiave: recupero biomasse, input minerali, produttività, risposta metabolica, bilancio economico

Nei sistemi orticoli intensivi su suoli poveri di sostanza organica, la sostituzione parziale dell’azoto minerale (N) con vermicompost (V) può migliorare l’efficienza della fertilizzazione e la sostenibilità complessiva del sistema. Lo studio ha valutato sei strategie di fertilizzazione (V0:N100, V25: N75, V50:N50, V75:N25, V100:N0, e V0:N0) in una successione lattuga-pomodoro datterino (Kimberlino) in serra su un suolo franco-sabbioso, mantenendo costante l’apporto complessivo di azoto. Nella lattuga, le strategie integrate hanno raggiunto produzioni elevate, comprese tra 3,0 e 3,2 kg m⁻² fino a V75:N25. Nel pomodoro, la produzione massima (7,5-7,7 Kg m⁻²) è stata registrata con V0:N100, mentre V25:N75 ha mostrato risultati comparabili; quote più elevate di V hanno invece ridotto la produttività. Le strategie integrate hanno rimodulato il metabolismo delle piante, soprattutto quello azotato. Nella lattuga, gli amminoacidi liberi totali hanno raggiunto il massimo (81,76 µmol g⁻¹ PF) in V50:N50, rispetto a 25,14 µmol g⁻¹ PF di V100:N0; glutammina e asparagina hanno mostrato un incremento nei trattamenti V:N. Nel pomodoro, gli amminoacidi totali sono aumentati del 110% in V0:N100 rispetto a V100:N0, confermando una maggiore efficienza di assimilazione dell’azoto nei trattamenti mineral-supportati e intermedi. In parallelo, le produzioni della lattuga si sono mantenute elevate fino a V75:N25 (3,0-3,2 Kg m⁻²), mentre nel pomodoro V25:N75 ha garantito produttività comparabile alla concimazione minerale. L’analisi tecnico-economica ha evidenziato un chiaro trade-off tra redditività e recupero della fertilità del suolo. Nel pomodoro, V25-N75 ha fatto registrare il margine lordo più elevato, pari a circa 150.000 € ha⁻¹, mentre le strategie intermedie hanno mostrato il miglior equilibrio complessivo. Andamento confermato dall’indice SFPI, che ha raggiunto i valori più alti nei trattamenti intermedi, fino a 0,91 nella lattuga e 0,73 nel pomodoro. Nel complesso, l’integrazione tra V e N è risultata la soluzione più efficace per ottimizzare metabolismo colturale e sostenibilità tecnico-economica del sistema orticolo considerato.

Gli autori ringraziano il progetto CIBUS – Ciclo Integrato dei Reflui Bufalini Sostenibile (Regione Campania) e il progetto WORM-UP – Worm-based Organic Resources for Sustainable Management of Unproductive Poor Soils (Starting Grants 2025, Università degli Studi della Campania “Luigi Vanvitelli”) per il supporto alla ricerca.

Trattamento del seme di canapa (*Cannabis sativa* L.) con *Trichoderma* spp.: effetti su crescita e accumulo di prolina

Stefania Galletti*, Stefano Cianchetta, Edoardo Salina

CREA-Centro di Ricerca Agricoltura e Ambiente, Bologna

* stefania.galletti@crea.gov.it

Parole chiave: *Cannabis sativa*, promozione della crescita, prolina, stress, *Trichoderma*

Trichoderma è un genere di funghi filamentosi non patogeni ampiamente diffusi nel suolo e nella rizosfera. Sono noti per essere antagonisti e induttori di resistenza verso numerosi patogeni delle piante. Inoltre, stimolano la crescita delle piante grazie all'induzione di fitormoni e al maggiore assorbimento di nutrienti, migliorando anche la tolleranza allo stress. I semi di canapa presentano spesso percentuali di germinazione non ottimali che si riflettono in investimenti bassi e disomogenei, maggiore vulnerabilità agli stress e minori rese produttive. Pertanto, il trattamento dei semi con isolati di *Trichoderma* spp. opportunamente selezionati può rappresentare una strategia utile per migliorare le prime fasi di sviluppo delle piantine di canapa e favorirne l'insediamento. In quest'ottica è stato effettuato uno screening preliminare con la cv 'Eletta campana' in laboratorio e cella di crescita. Nove isolati di *Trichoderma* spp. su 20 hanno migliorato la crescita delle radichette su carta da filtro (+66-111%); la maggior parte di essi ha ben colonizzato le radici a 20 giorni dalla semina in terriccio, ma solo quattro isolati hanno promosso significativamente lo sviluppo delle piantine (+18-22% di peso secco). Sono stati quindi selezionati tre isolati (*T. afroharzianum* OR4, *T. viride* 3B24 e *T. atrobrunneum* X44) per un esperimento in vaso all'aperto, in confronto a *T. afroharzianum* T22, isolato di riferimento di origine commerciale, per valutarne l'effetto, a 20 giorni dalla semina, su crescita delle piantine, architettura delle radici, accumulo fogliare di pigmenti fotosintetici e composti correlati allo stress, e variazione dell'attività antiossidante. L'isolato OR4 ha promosso significativamente la crescita delle piantine (+9% di peso secco epigeo e +11% di peso secco fogliare). I trattamenti hanno avuto un basso impatto sulle altre variabili studiate, tranne nel caso del contenuto fogliare di prolina, un osmolita marcatore di tolleranza allo stress, che è risultato notevolmente incrementato con T22 e X44 (+32% e +17%).

Genetic, agronomic, and biochemical comparison of gene-bank and commercial Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) genotypes under varying water availability

Lydia Grace Griffin^{*,1}, Fabio Palumbo¹, Samela Draga¹, Francesco Scariolo¹, Marina De Bonis¹, Francesca Perbellini¹, Paolo Sambo¹, Giampaolo Zanin¹, Gianni Barcaccia¹, Carlo Nicoletto¹

¹ Dipartimento di Agronomia, Animali, Alimenti, Risorse Naturali e Ambiente (DAFNAE), Università degli studi di Padova, Legnaro

*lydiagrace.griffin@phd.unipd.it

Parole chiave: *Foeniculum vulgare* Mill., drought stress, tunnel, genetic distance, yield

Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) is an important vegetable and aromatic species cultivated globally, with particularly significant production in Mediterranean regions. However, the increasing frequency of abiotic stresses, especially drought, threatens fennel productivity and quality. The utilization of genetically diverse germplasm, including wild relatives, represents a promising strategy to improve crop resilience to water limitation. This study evaluated physiological, biochemical, and genetic variation among wild and cultivated fennel germplasm under different irrigation regimes. Seven fennel varieties representing four subspecies, including both cultivated and gene-bank genotypes, were grown in soil under tunnel conditions using a randomized split-plot design. Three irrigation treatments corresponding to 100%, 75%, and 50% of crop evapotranspiration (ET_c) were applied according to soil moisture sensors. Throughout the growing cycle, plant canopy cover was monitored, and bulb diameter was measured when present. Metabolite analyses were conducted on leaf samples collected during the growing cycle and on bulb tissue at harvest. These analyses included quantification of volatile compounds (trans-anethole and estragole), polyphenols, and antioxidant capacity to assess drought-induced changes in metabolite profiles across the growing cycle and among plant organs. Marketable yield and quality parameters included bulb dry matter content, nutrient composition, and physicochemical properties such as pH, electrical conductivity, and soluble solids content. Genetic diversity among varieties was assessed using ddRADseq to identify genetic distances and clustering patterns, providing insight into potential breeding lines and variability in agronomic performance. Preliminary yield results show that the F1 hybrid outperformed all varieties (~48% higher yield), while several gene-bank varieties produced higher yields (~125% higher) than the commercial open-pollinated genotypes. Yield was 20% higher under reduced irrigation (50% ET_c), indicating yield stability even under severe stress conditions.

Physiological, agronomic, and qualitative responses of different cucumber (*Cucumis sativus*) varieties to drought in tunnel cultivation

Lydia Grace Griffin^{*,1}, Fabio Palumbo¹, Marina De Bonis¹, Francesca Perbellini¹, Paolo Sambo¹, Giampaolo Zanin¹, Gianni Barcaccia¹, Carlo Nicoletto¹

¹Dipartimento di Agronomia, Animali, Alimenti, Risorse Naturali e Ambiente (DAFNAE), Università degli studi di Padova, Legnaro

*lydiagrace.griffin@phd.unipd.it

Parole chiave: abiotic stress, cucurbitacin, variety testing, soil moisture sensors

Increased drought and water scarcity pose major threats to crop production, particularly for fruit-vegetables such as cucumber (*Cucumis sativus* L.), which require a high amount of water. Despite its global consumption, limited studies have compared cucumber varieties with differing drought tolerances from contrasting geographic origins under controlled irrigation regimes. This study assessed fruit physiology and quality, agronomic performance, and genetic traits of different cucumber varieties under varying water availability. Four cucumber varieties differing in geographic origin and drought-stress tolerance were cultivated in soil under tunnel conditions using a randomized split-plot design, with irrigation as the main plot factor and varieties as the subplot factor. Three irrigation treatments were applied randomly throughout the tunnel and within each block corresponding to 100%, 75%, and 50% of crop evapotranspiration (ET_c) according to soil moisture sensors. Plant physiological measurements included plant height, SPAD chlorophyll index, Dualex measurements (anthocyanins, nitrogen balance index, chlorophyll, and flavonoids), and leaf gas exchange measurements using a LI-COR system to assess stomatal conductance and apparent photosynthesis three times during the day. Fruit quality measurements included peel color, size, texture profile analysis (TPA), antioxidant capacity, polyphenol content, and nutrition. Leaf samples were collected for RNA extraction to investigate transcriptional differences among varieties, and cucurbitacin content will be analyzed to evaluate drought effects on fruit bitterness. Results indicate that yield proportionately decreased by irrigation level (52% and 31% per plant at 50% ET_c and 75% ET_c, respectively), and one variety consistently outperformed others across treatments, with 23% to 38% higher yields, indicating exploitable genetic variability for drought conditions. At peak stress, antioxidant levels (mg Fe²⁺ eq kg⁻¹ DW) were comparable across treatments (1730-2188) and varieties (1718-2142), suggesting a uniform antioxidant response. These results demonstrate that variety selection can be used to mitigate yield and quality losses under drought conditions.

***Hydrochar* come componente di substrato in coltura fuori suolo di pomodoro ‘Cuore di Bue’ (*Solanum lycopersicum* L.) in condizioni di stress salino e idrico**

Leonardo Guelfi^{1,*}, Alice Trivellini², Antonio Ferrante¹

¹ *Istituto Produzioni Vegetali, Scuola Superiore Sant’Anna, Pisa*

² *Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali, Università di Pisa*

*leonardo.guelfi@santannapisa.it

Parole chiave: hydrochar, substrati culturali, stress salino, stress idrico, pomodoro

La transizione verso modelli agronomici circolari incentiva lo sviluppo di substrati alternativi e rinnovabili; contestualmente, al fine di ottimizzare le rese sotto stress, si stanno selezionando materiali dotati di specifiche proprietà biostimolanti. In una prospettiva di economia circolare, l'*hydrochar* prodotto per carbonizzazione idrotermale (HTC) di residui lignocellulosici di potatura rappresenta un esempio di valorizzazione e trasformazione di scarti agro-industriali in risorse funzionali come componenti dei substrati di coltivazione. Per mitigarne l'elevato rapporto C/N e la potenziale fitotossicità residua, l'*hydrochar* può essere attivato mediante co-incubazione con vermicompost, favorendo la maturazione della superficie e l'arricchimento in sostanza organica umificata. Il progetto qui presentato valuta l'effetto dell'incorporazione dell'2% (v/v) sul totale del vaso, di un biostimolante a base di hydrochar attivato con vermicompost (50% hydrochar e 50% vermicompost) in un substrato torba:perlite 3:1(v/v) sulla crescita e la fisiologia del pomodoro ‘Cuore di Bue’ coltivato in vaso e sottoposto a stress salino (EC 5,0–6,0 dS/m), idrico (50–60% capacità di campo) e alla combinazione di questi due stress. L'esperimento è condotto in serra a clima controllato su bancali a soluzione ricircolante, con disegno RCBD fattoriale 2×4 (substrato × stress), 8 trattamenti × 6 repliche per trattamento (48 vasi da 10 L). L'effetto dell'*hydrochar* sarà valutato mediante la determinazione delle risposte eco-fisiologiche delle piante attraverso la misura degli scambi gassosi e della fluorescenza della clorofilla *a* durante il periodo di coltivazione. A livello biochimico saranno determinate l'attività degli enzimi antiossidanti, i livelli di perossidazione lipidica (saggio della malondialdeide) e la perdita elettrolitica. I risultati contribuiranno a definire il potenziale dell'*hydrochar* attivato come componente funzionale di substrati sostenibili per l'orticoltura protetta, integrando obiettivi di resilienza agli stress abiotici e di chiusura del ciclo dei residui organici in filiera.

Valutazione dell'impronta ambientale della coltivazione di rucola selvatica: confronto tra gestione integrata e biologica

Alfonso Pentangelo¹, Paola Iovieno^{1,*}, Luigi Delli Priscoli², Marika Marotta², Evangelista Di Matteo¹, Luca Zabatta¹, Catello Pane¹

¹ CREA Centro di ricerca Orticoltura e Florovivaismo, Pontecagnano Faiano

² OP Terramore, Eboli

*paola.iovieno@crea.gov.it

Parole chiave: *Diplotaxis tenuifolia*, IV gamma, compost verde, LCA, Metodo biologico

La piana del Sele, in provincia di Salerno, rappresenta il principale areale europeo per la coltivazione di ortaggi *baby-leaf* destinati alla IV gamma. In questo contesto geografico le condizioni climatiche sono particolarmente favorevoli alla coltivazione della rucola selvatica (*Diplotaxis tenuifolia*) che, in questo territorio, occupa una superficie totale di circa tremila ettari, con una produzione pari al 73% di quella nazionale. Nel 2024 e nel 2025, presso un'azienda dell'OP Terramore di Eboli, allo scopo di valutare l'impronta ambientale mediante analisi del ciclo di vita (*Life Cycle Assessment*, LCA) della coltivazione è stata condotta una prova agronomica di confronto tra due strategie di gestione: integrata (INTEG), secondo i Disciplinari di Produzione Integrata della Regione Campania, e biologica (BIOL). I due metodi differivano solo per la fertilizzazione e la difesa fitosanitaria e sono stati calibrati per ottenere rese confrontabili. In particolare, in BIOL sono stati utilizzati compost verde ottenuto da residui di coltivazione di ortaggi e prodotti fitosanitari di origine naturale o microbica. La prova è stata realizzata in ambiente protetto, con tre repliche per trattamento, e prevedeva due cicli colturali per anno, uno primaverile-estivo e uno estivo-autunnale, ciascuno con due sfalci. La produzione totale e parametri qualitativi quali lunghezza della foglia, pesi fresco e secco, nonché l'incidenza degli attacchi di altica e peronospora, non sono risultati significativamente differenti tra le due tesi a confronto, come anche i principali parametri di colore e il contenuto di nitrati. L'area fogliare è risultata maggiore in BIOL che in INTEG nel 2024. L'analisi del ciclo di vita, condotta mediante software *Open LCA*, ha evidenziato una minore impronta ambientale del regime biologico rispetto all'integrato, mantenendo livelli produttivi comparabili. Tali risultati suggeriscono una possibile ulteriore riduzione degli input chimici nella produzione di rucola selvatica, con ricadute positive sull'ambiente e sulla salute dei consumatori.

Valorizzazione del frass di *Hermetia illucens* come componente di substrati per la coltivazione fuori suolo di *baby leaf*

Beniamino Leoni*, Concetta Eliana Gattullo, Mauro Lamanna, Massimiliano Renna, Pasqua Vernile, Matteo Spagnuolo, Giuseppe Bari, Roberto Terzano

Dipartimento di Scienze del Suolo, della Pianta e degli Alimenti, Università degli Studi di Bari Aldo Moro, Bari

*beniamino.leoni@uniba.it

Parole chiave: economia circolare, *Lactuca sativa* L., polifenoli, vivaismo orticolo

Le larve di *Hermetia illucens* sono in grado di convertire efficientemente biomasse di scarto generando il frass, un sottoprodotto costituito da escreti larvali, residui di esuvie e piccole quantità di larve morte. Nei prossimi anni si prevede un aumento della produzione di frass che potrebbe rappresentare un valido ammendante o un ingrediente attivo per applicazioni agricole. Tuttavia, le sue proprietà chimiche e agronomiche necessitano di ulteriori approfondimenti, anche in relazione al tipo di substrato di partenza. In questo studio sono stati caratterizzati cinque frass di *H. illucens* per pH, conducibilità elettrica (EC), rapporto C/N ed elementi in tracce. Sulla base dei risultati, sono stati selezionati: i) frass da fondi di caffè e siero di latte (CWF) e ii) frass da crusca di frumento e siero (BWF), valutandone l'impiego come componenti di substrati per la coltivazione fuori suolo di lattughino (*Lactuca sativa* L.). I due frass sono stati miscelati al 5% (v/v) con un substrato commerciale a base di torba; sono stati inclusi un controllo (100% substrato) e un controllo con frass di riferimento (RF). CWF, BWF e RF hanno mostrato pH alcalino (8,4–9,5), EC compresa tra 2,1 e 6,1 mS cm⁻¹, rapporto C/N circa 15 e bassi livelli di elementi potenzialmente tossici. Due varietà di lattughino, 'Falstaff' (verde) e 'Copacabana' (rossa), sono state coltivate per 23 giorni in camera climatica. Al termine sono stati valutati parametri morfologici, biomassa, indici di colore (CIELab) e contenuto in clorofilla. Il trattamento BWF+substrato ha mostrato risultati comparabili ai controlli, con un aumento del numero di foglie nella varietà Falstaff. Al contrario, CWF ha ridotto crescita e dimensioni fogliari, probabilmente per l'elevato contenuto di polifenoli. I risultati confermano il potenziale del frass come componente di substrati per coltivazioni fuori suolo; il CWF potrebbe inoltre essere utile in vivaio per ottenere piantine più compatte.

Effetto della data di taleaggio e del substrato sulla radicazione di talee di arbusti ornamentali

Danilo Loconsole^{*}, Giuseppe Cristiano and Barbara De Lucia

*Department of Soil, Plant and Food Sciences (Di.S.S.P.A.), University of Bari, "Aldo Moro", Italy,
Via Amendola 165/A, 70126 Bari, Italy*

^{*} danilo.loconsole@uniba.it

Parole chiave: *Bougainvillea; Fibra di cocco; Jasminum; Torba; Photinia; Viburnum*

La torba è un substrato ampiamente utilizzato nella produzione vivaistica di piante, ma poco sostenibile a causa dell'impatto ambientale generato dall'estrazione e dal conseguente degrado delle torbiere. La fibra di cocco rappresenta un'alternativa sostenibile, avendo buone ritenzione idrica e capacità di reidratazione, anche se mostra una minore capacità di trattenere i nutrienti per cui spesso richiede una fertilizzazione aggiuntiva. Il successo del taleaggio è influenzato dalla data di raccolta e dal tipo di substrato, fattori che incidono sulla formazione delle radici avventizie e sullo sviluppo dei germogli. Questa ricerca indaga l'effetto combinato tra due diverse date di prelievo (D1: 4 febbraio e D2: 4 aprile) e due substrati (M1: torba; M2: fibra di cocco) su radicazione e sviluppo aereo in quattro arbusti ornamentali. Le percentuali di radicazione più elevate sono state ottenute in *Jasminum* (95,3% in D2 × M2), seguito da *Viburnum* (96,1% in D1 × M2), *Photinia* (83,1% in D1 × M2) e *Bougainvillea* (63,6% in D2 × M2), evidenziando una risposta specie-specifica a data e tipo di substrato di radicazione; la fibra di cocco (M2) generalmente ha migliorato la radicazione. Nella *Bougainvillea*, D2 ha migliorato il numero di foglie e la crescita radicale rispetto a D1. La fibra di cocco (M2) ha indotto un aumento del numero di foglie e del peso secco del fusto. In *Jasminum*, D2 ha incrementato il numero e la lunghezza delle foglie, mentre D1 ha favorito il peso secco totale. *Photinia* ha risposto meglio al prelievo più precoce (D1), con un miglioramento del numero di radici e del peso secco. In *Viburnum*, D2 ha aumentato il numero di radici, mentre D1 ha favorito un maggiore sviluppo del callo. Pertanto, l'interazione tra la data di prelievo delle talee e il substrato ha influenzato significativamente la radicazione nelle diverse specie.

Valutazione dell'apprezzamento degli spazi verdi urbani: il caso di Agritech Living Lab

Danilo Loconsole*, Flavia Ungaro, Giuseppe Cristiano, Rosalia Facendola, Rocco Roma, Barbara De Lucia

Dipartimento di Scienze del Suolo, della Pianta e degli Alimenti, Università di Bari "Aldo Moro", Bari

*danilo.loconsole@uniba.it

Parole chiave: Analisi descrittiva, Biodiversità urbana; Servizi ecosistemici, Sostenibilità ambientale

Il presente studio si inserisce nel contesto del progetto PNRR Agritech Task 7.1.4, e analizza il caso dei Living Labs diffusi, ambienti sperimentali dove innovazione, sostenibilità e partecipazione si integrano. Il progetto del giardino Agritech Living Lab del DiSSPA-UNIBA, realizzato all'interno del campus universitario secondo criteri di progettazione sostenibili, prevedeva la trasformazione di un'area con caratteristiche abiotiche, sigillata con bitume e cemento, con un grave impatto sul consumo del suolo e sulla capacità del paesaggio urbano di fornire servizi ecosistemici vitali, in Living Labs per attività di ricerca e divulgazione sui temi dei benefici ecosistemici, proponendo soluzioni pratiche per affrontare le sfide della sostenibilità, con particolare attenzione alla scelta delle specie vegetali, alla multifunzionalità degli spazi e alla fruibilità per gli utenti. L'obiettivo della ricerca è stato plurimo: dapprima conoscere le caratteristiche degli utenti, le dinamiche di interazione tra gli utenti e il LL, quindi valutare il grado di apprezzamento dello spazio verde da parte dei fruitori e individuare i principali fattori che influenzano la percezione e l'utilizzo del giardino. A tal fine, è stata condotta un'indagine tramite questionario online, somministrato a un campione di 191 rispondenti. Il questionario è articolato in diverse sezioni dedicate alla raccolta delle informazioni sociodemografiche dei rispondenti, alle modalità e frequenza di utilizzo del giardino, alle motivazioni di fruizione e alla percezione dei benefici e delle esternalità generate dallo spazio verde. I dati raccolti sono stati analizzati mediante statistiche descrittive e modelli di regressione lineare multipla. I risultati evidenziano un elevato livello di apprezzamento del giardino, associato principalmente alla frequenza d'uso e alla percezione delle esternalità positive generate dallo spazio verde. Tra le motivazioni principali emergono il relax, il contatto con la natura e le opportunità di socializzazione. Inoltre, gli utenti hanno riconosciuto il valore del giardino nel migliorare il microclima e la qualità dell'ambiente.

Transizione verso supporti sintetici in *vertical farming*: ottimizzazione agronomica e meccanizzazione di matrici in gel

Lorenzo Lucchesi^{1,*}, Alessandro Antona¹, Benjamin Franchetti¹, Marco Chiodelli Palazzoli¹, Giacomo Cocetta², Fulvia Tambone², Simona Perotto³

¹*Agricola Moderna, Melzo*

²*Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali, Università degli studi di Milano, Milano*

³*Dipartimento di Matematica, Politecnico di Milano, Milano*

*lorenzo.lucchesi@agricolamoderna.com

Parole chiave: propagazione, substrato, gel, meccanizzazione, *vertical farming*

I substrati a base organica presentano attualmente limitazioni in termini di requisiti di igiene, stabilità strutturale e omogeneità necessari per le applicazioni di *vertical farming*. In risposta a tali criticità, il settore sta progressivamente esplorando l'impiego di supporti sintetici, con un crescente interesse industriale verso l'adozione di matrici in gel. Presso l'impianto R&D di Agricola Moderna (Melzo), sono state condotte indagini preliminari volte a confrontare le performance agronomiche di plug preformati commerciali (composti da cocco, torba o miscele) con prototipi sperimentali in gel. Sebbene i risultati iniziali risultino incoraggianti, i gel evidenziano criticità connesse a una ridotta porosità, che limita la germinabilità e ostacola lo sviluppo dell'apparato radicale. Parallelamente, l'insufficiente compattezza strutturale ne compromette l'integrazione nei sistemi automatizzati ad alta tecnologia. La fase successiva della ricerca prevede il testing di nuovi materiali provenienti da diversi partner industriali. L'obiettivo consiste nell'ottimizzare le tecniche agronomiche per allineare le performance dei supporti sintetici a quelle dei plug organici tradizionali, garantendo al contempo la piena compatibilità con i processi di meccanizzazione.

Utilizzo di polimeri superassorbenti per l'ottimizzazione della risorsa idrica nel pomodoro in serra: impatti sulla resa e qualità dei frutti

Aurora Maio*, Tommaso La Malfa, Francesca Calderone, Elisa Bonanno, Sofia Paternò, Fabio Gresta, Stefania Toscano

Dipartimento di Scienze Veterinarie, Università di Messina, Messina

*aurora.maio1@studenti.unime.it

Parole chiave: deficit idrico, produzione, solidi solubili totali, scambi gassosi, produzione sostenibile.

La crescente carenza delle risorse idriche rappresenta una sfida significativa per la coltivazione del pomodoro in serra, soprattutto nelle regioni mediterranee e semi-aride. Questo studio ha valutato l'uso di un polimero superassorbente (SAP) per supportare strategie di irrigazione a risparmio idrico in pomodoro coltivato fuori suolo su fibra di cocco. Le piante sono state coltivate in vaso con quattro livelli di irrigazione (100, 75, 50 e 25% del fabbisogno idrico, *Water Content*, WC) e due livelli di SAP (0 e 2 g L⁻¹). La riduzione dell'irrigazione ha diminuito significativamente la produzione totale dei frutti da 1212 g pianta⁻¹ (100% WC) a 624 g pianta⁻¹ (25% WC), mentre il numero di frutti non commerciabili è rimasto costante. L'aggiunta del SAP ha incrementato la resa totale (da 925 a 1022 g pianta⁻¹) e il numero di frutti commerciabili (da 26,3 a 32,3 frutti pianta⁻¹), senza alterare il peso unitario dei frutti (20,4 g frutto⁻¹ in media). Il SAP ha inoltre aumentato la fotosintesi (da 16,0 a 17,4 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), mentre conduttanza stomatica ed efficienza dell'uso dell'acqua (WUE) non sono state influenzate. I solidi solubili totali sono aumentati in condizioni di deficit idrico severo (7,8 °Brix nel 25% WC rispetto a 7,1 °Brix nel 100%WC) e con l'utilizzo del SAP (da 6,9 a 7,6 °Brix), mentre il colore dei frutti si è modificato soltanto per effetto dell'irrigazione. Il numero di frutti commerciabili e la produzione totale ottenuti nelle piante con deficit idrico moderato (75% WC) sono stati simili a quelli delle piante controllo (100%WC). L'impiego del SAP si è dimostrato uno strumento complementare efficace per incrementare la produzione di frutti commerciabili e la fotosintesi netta, offrendo un beneficio aggiuntivo alla produttività sotto diversi livelli di irrigazione.

Questa ricerca è stata finanziata dal Ministero dell'Università e della Ricerca Italiano nell'ambito del programma Horizon Europe Partnership for Research and Innovation in the Mediterranean Area (PRIMA) dell'UE (CUP J43C24000250008) Progetto Sustainable greenhouse farming systems: from sun to fork (Sun2Fork)

Effetti dei biostimolanti fogliari sulla crescita e qualità delle piante di *Bougainvillea*

Aurora Maio^{1*}, Federico Martinelli², Fabio Gresta¹, Stefania Toscano¹

¹Dipartimento di Scienze Veterinarie, Università di Messina

²Dipartimento di Biologia, Università di Firenze

*aurora.maio1@studenti.unime.it

Parole chiave: florovivaismo, piante ornamentali, scambi gassosi, parametri morfo-biometrici, produzione sostenibile.

I biostimolanti rappresentano un valido strumento per migliorare la qualità e la sostenibilità della produzione di piante ornamentali, grazie alla loro capacità di migliorare la qualità delle piante e ridurre l'impatto ambientale. Obiettivo del presente lavoro è stato valutare gli effetti di diverse formulazioni di biostimolanti sulla crescita, sui parametri fisiologici e sulla fioritura di *Bougainvillea spectabilis* coltivata in vaso. La prova è stata condotta in serra presso i Vivai Barca, a Barcellona P.G. (Messina, Italia), da agosto 2025 a marzo 2026. Talee radicate sono state trapiantate in vasi di diametro 18 cm e sottoposte a quattro trattamenti secondo un disegno sperimentale a blocchi completamente randomizzati con tre repliche: controllo non trattato, biostimolante a base di estratto di alghe (AL, 5 mL L⁻¹), acidi umici (AU, 10 mL L⁻¹) e amminoacidi (AM, 5 mL L⁻¹). Durante il ciclo colturale sono stati monitorati gli scambi gassosi e l'indice SPAD. In corrispondenza di variazioni significative di tali parametri fisiologici, sono state condotte analisi trascrittomiche mediante la piattaforma Illumina Novaseq per identificare gli effetti dei biostimolanti sull'espressione di geni di diverse categorie metaboliche e funzionali. Al termine della prova, sono stati effettuati rilievi distruttivi per valutare i principali parametri biometrici e qualitativi. I risultati hanno evidenziato un incremento della biomassa epigea del 23% e del 20% nelle piante trattate rispettivamente con AL e AU rispetto al controllo. Analogamente, è stato osservato un aumento dell'area fogliare (17% e 22%) e del numero di foglie (34% e 14%) per gli stessi trattamenti. La fotosintesi netta ha mostrato i valori più elevati nei trattamenti AU e AM, con incrementi del 40% e del 33% rispetto al controllo. I nostri risultati suggeriscono che l'impiego di biostimolanti nella coltivazione della *Bougainvillea* può migliorare la qualità ornamentale e l'efficienza fisiologica della coltura, contribuendo alla diffusione di pratiche produttive sostenibili nel settore florovivaistico.

Influenza dell'innesto e dell'applicazione di un biostimolante a base di lignosolfonati sull'anguria coltivata in pieno campo

Fabiana Mancuso*, Beppe Benedetto Consentino, Lorena Vultaggio, Pietro Bellitto, Gaetano Giuseppe La Placa, Salvatore La Bella, Leo Sabatino

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali, Università degli Studi di Palermo, Palermo

*fabiana.mancuso@unipa.it

Parole chiave: *Citrullus lanatus*, innesto erbaceo, sostenibilità ambientale.

L'anguria è una delle specie ortive maggiormente apprezzata per il suo elevato potere dissetante, ridotto apporto calorico ed elevato contenuto di sostanze antiossidanti. Tuttavia, la coltivazione dell'anguria nell'ambiente mediterraneo presenta alcune criticità legate alla ridotta rotazione colturale e all'impatto ambientale delle tecniche agronomiche impiegate. Pertanto, gli itinerari agrotecnici che si stanno diffondendo mirano a ridurre gli input senza compromettere la produttività e la qualità della produzione. Una strategia efficace riguarda l'impiego di portinnesti affini all'anguria che garantiscono maggiore tolleranza agli stress nonché maggiore efficienza d'uso delle risorse e incrementi delle rese. Nonostante la tecnica dell'innesto sia una strategia estremamente promettente può, tuttavia, comportare un decadimento degli standard qualitativi del frutto. In tale scenario, l'impiego di biostimolanti emerge come uno strumento indispensabile per supportare l'innesto ed al contempo incrementare i tratti qualitativi dell'anguria. Il presente lavoro ha valutato l'effetto dell'innesto e dell'impiego di un biostimolante a base di lignosolfonati sulle performance produttive e qualitative dell'anguria coltivata in pieno campo. Lo studio ha previsto l'utilizzo di piantine di anguria 'Sentinel' F₁, auto-innestate (Auto), non innestate (NI) o innestate (I) sul portinnesto F₁ RS 841 (*Cucurbita maxima* × *Cucurbita moschata*). Il trattamento biostimolante è stato effettuato utilizzando Statia® (Mugavero fertilizzanti, Palermo). Lo studio ha previsto due trattamenti biostimolanti (Controllo e lignosolfonato) e tre combinazioni di innesto (NI, Auto, I) disposti secondo un disegno sperimentale a blocchi randomizzati. I risultati hanno rivelato che sia il biostimolante sia l'innesto hanno incrementato i tratti produttivi e alcuni tratti qualitativi dell'anguria. Il lignosolfonato ha inoltre migliorato il contenuto in solidi solubili, la percentuale di sostanza secca, il contenuto in carotenoidi, soprattutto quando applicato su piante innestate. L'utilizzo combinato di lignosolfonati e dell'innesto erbaceo è uno strumento agronomico utile per migliorare i tratti di resa e qualità dell'anguria coltivata in pieno campo.

Valutazione di miscele substrati organici a ridotto contenuto di torba per la coltivazione di specie arbustive ornamentali

Ilaria Marchioni, Sonia Cacini, Domenico Prisa, Beatrice Nesi, Daniele Massa*

CREA Centro di ricerca Orticoltura e Florovivaismo, Pescia (PT)

*daniele.massa@crea.gov.it

Parole chiave: substrati colturali, compost verde, fibre di legno stabilizzate, specie arbustive

La produzione di piante ornamentali in contenitore sta evolvendo verso pratiche gestionali sempre più sostenibili, con una progressiva tendenza verso il regime biologico. Le principali sfide riguardano la propagazione, ancora dipendente dai prodotti di sintesi, la sostituzione dei substrati di coltivazione a base di torba e il controllo delle pressioni biotiche e abiotiche. Nell'ambito dei substrati di coltura, il mercato favorisce sempre più produzioni in vaso *peat-free* e *peat-reduced*, con previsione di una riduzione del 30% dell'impiego di torba entro il 2050. Tra le principali alternative sostenibili alla torba si annoverano il compost verde e le fibre di legno stabilizzate. Il progetto BIOVIVO “*Dal Green Deal al vivaio: innovazioni al servizio delle coltivazioni BIOlogiche nel VIVaismo Ornamentale*”, finanziato dal MASAF (D.D. 0576439 - 31/10/2024), si propone di fornire tecniche e strumenti innovativi per facilitare la transizione del vivaismo ornamentale verso sistemi produttivi biologici. Nello specifico, uno degli obiettivi centrali è l'individuazione di miscele di substrati caratterizzati dall'impiego di matrici organiche sostenibili capaci di garantire requisiti qualitativi e quantitativi adeguati, sia nella fase di propagazione sia in quella di coltivazione. In tale contesto, una prima fase dei lavori ha riguardato la messa a punto di miscele basate sull'impiego di fibre di legno stabilizzate (da castagno, FLCA e da conifera, FLCO) e compost verde come sostituti della torba in diverse percentuali (30, 65 e 100% v/v), ovvero caratterizzati dalle seguenti composizioni: i) torba:pomice:midollo di cocco 65:30:5 v/v (controllo commerciale); ii) torba:pomice:compost verde:FLCA 45,5:25:10:19,5 v/v; iii) torba:pomice:midollo di cocco:compost verde:FLCA 22,75:20:5:22,25:30; iv) pomice:midollo di cocco:compost verde:FLCA:FLCO 20:15:30:25:10. I 4 substrati sono testati su due specie arbustive allevate in vaso da 2 L (*Elaeagnus* × *ebbingei*, *Photinia* × *fraseri* ‘Red Robin’). Le miscele sono state formulate in base alle caratteristiche fisiche (capacità di ritenzione idrica, densità apparente, porosità totale), con l'obiettivo principale di mantenere il contenuto in acqua disponibile in un range 20-25% e chimiche (pH, conducibilità elettrica) dei diversi materiali. La risposta dei substrati in coltivazione, integrata con i parametri vegetativi e fisiologici delle piante, è stata utilizzata come indicatore delle performance colturali e valutata durante l'intero ciclo colturale.

Verso un gemello digitale per il florovivaismo: monitoraggio in serra con mini-drone

Mehran Tarif Hokmabadi^{2*}, Marcello Militello¹, Davide Quaglia²

¹Istituto Regionale per la Floricoltura, Sanremo

²Dipartimento di Informatica, Università di Verona, Verona

*mehran.tarifhokmabadi@univr.it

Parole chiave: segmentazione semantica, analisi automatica delle immagini, guida autonoma, gestione colturale in serra, Assistente AI

Eucaliptus (Eucaliptus gunnii) rappresenta oggi una delle specie di maggior interesse per il settore nazionale delle fronde recise. La crescente richiesta del mercato all'ingrosso ha spinto i coltivatori a dedicare a questa specie superfici più ampie che non sempre garantiscono produzioni ottimali dal punto di vista ornamentale. Sono frequenti, infatti, fenomeni di stress fisiologico legati a carenze di potassio e/o magnesio con conseguente arrossamento delle foglie, che nei casi più severi può comportare la filloptosi con la compromissione della vendibilità del prodotto finale. Risulta pertanto cruciale il riconoscimento precoce della fenomenologia fogliare attraverso frequenti monitoraggi in campo che, se fatti da un operatore, aumentano notevolmente i costi di produzione. Questo lavoro vuole mostrare e validare un flusso integrato di monitoraggio delle carenze nutrizionali in serra effettuato con mini-droni di peso inferiore ai 250 grammi dotati di videocamera 4k per i quali non è richiesta la licenza di guida. Ciascun drone effettua autonomamente un sorvolo periodico della coltivazione guidato da un software senza l'intervento umano per la guida. Durante il sorvolo con il drone, ciascuna pianta viene localizzata su una mappa e su di essa vengono applicate delle tecniche di classificazione basate su deep learning per la rilevazione di anomalie cromatiche sulle foglie, indice della carenza di potassio. L'eventuale presenza del fenomeno è raccolta in archivio e visualizzata sulla mappa stessa. La fase successiva della ricerca consisterà nell'ottimizzare la traiettoria del drone in funzione delle criticità emerse durante il volo precedente e nell'estensione della metodologia ad altri tipi di coltivazione come, ad esempio, il ranuncolo da stelo reciso identificando e localizzando ciascun fiore fino dal bocciolo per poi posizionarlo sulla mappa e segnalarne eventuali anomalie.

Effetti dello stress luminoso LED e dello stress idrico sui metaboliti secondari di *Borrigo officinalis* L. e *Centella asiatica* L.

Gabriele Messina^{1,*}, Fabio Scotto di Covella¹, Annalisa Meucci¹ Daniela Romano², Antonio Ferrante¹

¹*Istituto di Produzioni Vegetali, Scuola Superiore Sant'Anna, Pisa*

²*Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente, Università di Catania*

*gabriele.messina@santannapisa.it

L'attuale panorama mondiale delle industrie farmaceutiche e cosmetiche è sempre più incentrato sull'utilizzo di prodotti a base naturale, seguendo sempre più le esigenze del consumatore. Le specie vegetali da cui vengono estratti i principi attivi sono per lo più appartenenti al gruppo delle *Medicinal and Aromatic Plants* (MAPs), ovvero le piante medicinali ed aromatiche. Oggi l'interesse nel trovare nuove specie ricche in metaboliti secondari e con specifici principi attivi è molto forte, in tal senso la *Centella asiatica* L. risulta essere una specie d'interesse per la farmacopea. In particolare, l'interesse per questa specie è dovuto al contenuto di acido asiatico, che è un antinfiammatorio, antiossidante e neuroprotettivo. Un'altra specie molto interessante è la borragine (*Borrigo officinalis* L.), ricca in antiossidanti sia nei che fiori sia nelle foglie. L'obiettivo della ricerca è stato quello di capire se uno stress luminoso ed idrico possa aumentare il contenuto di determinati metaboliti secondari in queste due specie. In *Borrigo officinalis* sono stati fatti quattro trattamenti: 2 ricette luminose LED x control e stress idrico, quest'ultimo impostato dimezzando il volume irriguo. La prima ricetta luminosa ha 27,7 % di blu, 62,7 % di rosso e 9,6 % di rosso lontano, con intensità luminosa in PFD di 186 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. La seconda ricetta ha 33,6 % di blu, 46,4 % di rosso e 19,9 % di rosso lontano, con intensità luminosa in PFD di 179 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. Essa è stata tarata più volte durante l'esperimento seguendo l'assorbimento della luce solare a livello fogliare. Il trattamento della prima ricetta luminosa in controllo ha determinato piante con biomassa e numero di piante fiorite maggiore rispetto agli altri trattamenti. Per la *Centella asiatica* sono stati fatti quattro trattamenti: le stesse 2 ricette luminose per un primo substrato con rapporto perlite/torba di 1:1 (V:V) e un secondo con rapporto 2:1 (V:V). La prima ricetta luminosa caratterizzata da luce LED rossa ha aumentato del 50% la biomassa fresca rispetto all'altro trattamento luminoso. In termini di biomassa secca, il trattamento con la seconda ricetta luminosa caratterizzata dal blu e coltivata nel substrato 2/3 di perlite ha mostrato un aumento del 40% rispetto agli altri 3 trattamenti. Risultati particolarmente interessanti riguardano la tesi luminosa RED, ha aumentato il contenuto in metaboliti secondari nelle piante di centella rispetto alla tesi luminosa BLU.

Micropropagazione e valutazione del profilo metabolico di specie endemiche australiane e sudafricane per il florovivaismo sostenibile

Annalisa Meucci¹, Elige Salamé², Alice Trivellini³, Anna Mensuali¹, Antonio Ferrante¹

¹Istituto di Produzioni Vegetali, Scuola Superiore Sant'Anna, Pisa

²Dipartimento di Scienze Agrarie ed Ambientali, Università degli Studi di Milano, Milano

³Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari ed Agroambientali, Università di Pisa, Pisa

*annalisa.meucci@santannapisa.it

Parole chiave: *in vitro*, composti bioattivi, metabolomica, micropropagazione

Negli ultimi anni il florovivaismo italiano ha orientato l'interesse verso nuove specie ornamentali, utilizzando non solo l'estetica come tratto discriminante ma anche caratteristiche nutrizionali e adattabilità a stress abiotici. Specie come i "bush foods" australiani e le specie endemiche sudafricane potrebbero rispondere ai suddetti requisiti, grazie alla loro elevata resilienza, accompagnata da colorazioni vivaci e caratteristiche estetiche insolite, unitamente all'elevato contenuto di composti ad attività antiossidante. Al fine di agevolarne la propagazione, alcune specie tra cui *Tulbaghia violacea* Harv. e *Solanum lasiophyllum* Dunal ex Poir. sono state adattate alla coltivazione *in vitro*: i semi, ottenuti da piante in vaso (torba perlite 1:1) coltivate in fitotrone (16:8h; 400 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$; 23 °C), sono stati disinfettati e trasferiti su mezzo Murashige e Skoog (MS), fino alla produzione delle prime foglie vere. In seguito, i semenzali ottenuti sono stati trasferiti su mezzo MS/2 con 0.2 mg L⁻¹ BA, per stimolare nuovi germogli e studiarne il tasso di moltiplicazione. Tessuti di foglia da plantule *in vitro* sono stati in seguito estratti con metanolo, sonicati per 30' e centrifugati per 15' a 4 °C; il surnatante è stato filtrato (0.22 μM) e sottoposto ad analisi metabolomica *untargeted* con UPLC-MS per confrontare i metaboliti delle plantule *in vitro* con quelli di foglie di piante *in vivo*. L'analisi multivariata dei risultati ha evidenziato una chiara differenza fra i due gruppi; sono stati infatti identificati 448 metaboliti differenziali, di cui 209 sovra-accumulati e 239 sotto-accumulati *in vivo* rispetto al *in vitro*, indicando una profonda alterazione del profilo metabolico nei campioni *in vitro*. L'analisi dei composti prodotti da plantule *in vitro* è fondamentale per comprendere l'influenza del sistema di coltivazione sull'accumulo dei metaboliti nei tessuti. I risultati ottenuti suggeriscono che le condizioni di coltura *in vitro* alterano significativamente i profili metabolici, influenzando diverse vie biochimiche e la fisiologia cellulare nel suo complesso.

Cross-talk tra acido abscissico e biosintesi della vitamina E sotto stress abiotico: un approccio integrato *in vivo* e *in vitro* nel pomodoro

Enrico Maria Milito*, Annalisa Meucci, Antonio Ferrante

Istituto di produzioni vegetali, Scuola Superiore Sant'Anna, Pisa

*enrico.milito@santannapisa.it

Parole chiave: *α-tocoferolo, acido abscissico, stress abiotico, antiossidanti, regolazione genica*

Gli stress abiotici indotti dai cambiamenti climatici rappresentano una minaccia crescente per la produttività agricola, innescando un eccessivo accumulo di specie reattive dell'ossigeno (ROS) che danneggia i fotosistemi e i lipidi tilacoidali. Sebbene sia noto che le piante incrementino la biosintesi di tocoferoli (vitamina E, *α*-tocoferolo) per contrastare lo stress ossidativo, i meccanismi regolatori alla base di questa risposta restano in gran parte sconosciuti. Recentemente, l'acido abscissico (ABA) è emerso come potenziale regolatore chiave di questo pathway. Il presente studio si propone di determinare se l'ABA regoli direttamente o indirettamente la biosintesi dei tocoferoli, discriminando tra segnalazione sistemica e risposte biochimiche locali. Per discriminare i due meccanismi è stato progettato un approccio integrato: *in vivo*, attraverso trattamenti fogliari con 10 μ M ABA e 100 μ M vitamina E su piante di pomodoro (*Solanum lycopersicum* L.) sottoposte a stress idrico; *in vitro* sottoponendo le piante a stress osmotico con supplementazione di vitamina E per isolarne gli effetti biochimici diretti. A livello eco-fisiologico la fluorescenza della clorofilla e il contenuto in clorofilla saranno misurati per valutare l'efficacia dei trattamenti. L'analisi *in silico* mostra che *Tocopherol Cyclase (SIVTE)1* e *Homogentisate Phytyltransferase (SIVTE2)* sono espressi prevalentemente nei tessuti fotosintetici. Sulla base di questi dati, ipotizziamo che l'ABA agisca indirettamente modulando fattori di trascrizione a monte della via biosintetica, mentre la vitamina E eserciti un effetto diretto sulla stabilità dei fotosistemi e sull'attività trascrizionale dei geni biosintetici *SIVTE1* e *SIVTE2*. Il nostro modello prevede inoltre che *in vitro* la vitamina E determini una risposta precoce e indipendente da segnali sistemici, mentre *in vivo* l'ABA richieda l'integrazione di vie di segnalazione aggiuntive, come quelle mediate da specie reattive dell'ossigeno o da altri ormoni. Gli effetti dei trattamenti saranno determinati anche sulla stabilità delle membrane attraverso la determinazione della perossidazione lipidica e l'integrità di membrana, attraverso il saggio della malondialdeide (MDA) e perdita elettrolitica. I risultati attesi potranno chiarire se ABA e vitamina E operino in sinergia con meccanismi in parte distinti, aprendo nuove prospettive per la modulazione della tolleranza a stress. Il nostro studio potrebbe fornire basi molecolari utili per il miglioramento genetico di colture agronomiche, dimostrando il valore di un approccio integrato *in vivo* e *in vitro* per decifrare i meccanismi di regolazione metabolica e molecolare.

Uno strumento comparativo e di ottimizzazione per la modellizzazione e la gestione della luce in CEA

Giuseppe Carlo Modarelli^{1,*}, Yichun Di¹, Carlo Nicoletto², Paolo Sambo², Stefania De Pascale³, Oliver Körner¹

¹*Leibniz-Institute of Vegetable and Ornamental Crops (IGZ), Großbeeren, Germania*

²*Dipartimento di Agronomia, Animali, Alimenti, Risorse naturali e Ambiente, Università di Padova, Legnaro*

³*Dipartimento di Agraria, Università di Napoli Federico II, Portici*

*modarelli@igzev.de

Parole chiave: radiazione, microclima, modellizzazione, serra, LED

La luce è un fattore cruciale per la crescita delle piante, con effetti diretti e indiretti. Una corretta gestione della luce è essenziale per favorire la crescita, risparmiare risorse e massimizzare la produzione vegetale. Inoltre, i diversi sistemi di coltivazione presentano variazioni intrinseche del microclima, mentre i fabbisogni luminosi variano tra le colture. Nessuno studio unifica queste conoscenze per pianificare e gestire meglio l'illuminazione dinamica in termini di irradianza totale, qualità spettrale e durata, in funzione della posizione geografica, della stagione e degli scenari climatici. In questo studio presentiamo un nuovo modello di trasferimento radiativo come sotto-modulo di un simulatore esistente per CEA/serra. Il modello può essere utilizzato per prevedere, pianificare e gestire dinamicamente la luce nei sistemi CEA. Il modello è stato implementato per lattuga e micro-pomodoro. È stato condotto uno studio di simulazione per diverse località geografiche e scenari climatici, con l'obiettivo di: i) ottimizzare la penetrazione della luce naturale in serra, considerando variazioni nelle coperture e nei film luminescenti o modificati; ii) migliorare la gestione dell'illuminazione supplementare a LED; iii) indagare e ridurre l'impatto ambientale, come il potenziale di riscaldamento globale o l'uso dell'acqua (tramite LCA ex-ante). I risultati evidenziano una significativa variabilità del microclima tra i diversi sistemi di coltivazione e un forte effetto della località sul consumo energetico per l'illuminazione. L'uso del nostro modello consente risparmi energetici significativi e riduce diversi indicatori ambientali, regolando dinamicamente la composizione spettrale in relazione alle condizioni luminose variabili e ai fabbisogni specifici delle colture, raggiungendo rese simili alle vertical farm indoor, soprattutto per i sistemi a torre verticale. Tuttavia, la variazione del microclima tra i diversi sistemi di coltivazione e i livelli in serra dovrebbe essere considerata attentamente e ulteriormente ottimizzata.

Studio dell'effetto della concentrazione della soluzione nutritiva e del microclima delle torri verticali idroponiche sul comportamento stomatico e l'efficienza d'uso delle risorse in cultivar di lattuga

Giuseppe Carlo Modarelli^{1,2,*}, Maryam Amini², Yichun Di¹, Artem Filipenko¹, Carlo Nicoletto², Paolo Sambo², Oliver Körner¹

¹*Leibniz-Institute of Vegetable and Ornamental Crops, Großbeeren, Germania*

²*Dipartimento di Agronomia, Animali, Alimenti, Risorse naturali e Ambiente, Università di Padova, Legnaro*

*modarelli@igzev.de

Parole chiave: scambi gassosi, acqua, idroponica, lattuga, torre verticale

La concentrazione della soluzione nutritiva influenza direttamente la capacità della pianta di assorbire nutrienti e acqua. Condizioni sub-ottimali, come un eccesso di conducibilità elettrica, possono ridurre la traspirazione per bilanciare la pressione osmotica fogliare. Nei sistemi idroponici verticali, come le Torri Verticali (TV), poco si conosce sulle variazioni del microclima tra i livelli e sulle loro interazioni, che determinano la crescita e l'uso delle risorse. In questo studio è stata analizzata l'interazione tra la concentrazione della soluzione nutritiva, caratterizzata da diversi livelli di conducibilità elettrica (EC1, EC2, EC4), e il livello della TV (Superiore, medio, inferiore) sulle risposte eco-fisiologiche, sulla crescita e sull'efficienza d'uso dell'acqua (WUE) in due cultivar di lattuga, Alyssa (A) e Coconino (C). I risultati preliminari indicano differenze intrinseche tra le cultivar: rispetto a C, A ha prodotto il 58,6-51,7% in più di biomassa fresca e secca della parte aerea, ma un contenuto di sostanza secca totale simile. C ha mostrato un valore SPAD superiore del 47% e un'attività di conduttanza stomatica inferiore del 15%, con una WUE maggiore. Nelle nostre condizioni, non sono stati osservati sintomi di stress all'aumentare della EC; considerando la WUE, EC2 ha mostrato le migliori prestazioni (86,21 g PF L⁻¹). Il livello della TV ha rappresentato la principale fonte di variazione, a causa della diminuzione dell'intensità luminosa lungo il profilo verticale, che ha ridotto, in entrambe le cv, la biomassa del 70-80% e la WUE, solo in A, del 71% confrontando il livello superiore e inferiore. I risultati suggeriscono che la scelta della cultivar è essenziale per la sostenibilità della coltivazione, anche in sistemi intensivi come le TV, grazie a differenze eco-fisiologiche intrinseche. Le variazioni nel microclima nelle TV devono essere accuratamente modellizzate e prese in considerazione per poter massimizzare la produzione e l'uso delle risorse.

Screening della potenzialità del *bio-priming in vitro* per migliorare la tolleranza alla salinità in *Antirrhinum majus* L.

Michela Montone^{1,2*}, Andrea C. Ruffinelli², Jacopo Volpi², Arianna Cassetti², Marina Laura², Carlo Mascarello², Laura Pistelli¹, Barbara Ruffoni² e Marco Savona²

¹ Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali, Università di Pisa, Pisa

² Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria, Centro di Ricerca Orticoltura e Florovivaismo, Sanremo

*michela.montone@phd.unipi.it

Parole chiave: stress abiotico, pretrattamento, germinazione, specie modello, ornamentale, micropropagazione

La salinizzazione del suolo è una problematica che innesca una sfida globale in rapido aumento che incide sulla produttività delle piante, sul funzionamento degli ecosistemi e sul settore delle piante ornamentali. Tra le strategie emergenti, il priming delle piante rappresenta un approccio promettente per migliorare la tolleranza. Quando applicato *in vitro*, il priming fornisce un promettente modello per lo studio delle risposte allo stress e per valutare biostimolanti innovativi. È stato valutato il potenziale di biostimolanti derivati da matrici differenti (*Ulva rigida*, filtrati colturali da 7 ceppi di *Trichoderma spp.*), applicati come trattamenti di bio-priming sui semi di *Antirrhinum majus* L. Questi estratti sono particolarmente ricchi di polisaccaridi e composti fitormonali, noti per modulare la percezione dello stress. I semi sono stati sterilizzati, immersi in diverse diluizioni di ciascun biostimolante e valutati in condizioni *in vitro*. I semi trattati hanno mostrato una germinazione più rapida e omogenea in condizioni saline (es. *T. tomentosum* 3% su MS + 100 mM NaCl: 73,3%) rispetto ai controlli non trattati (MS + 100 mM NaCl: 40%). Gli espianti trattati con *Trichoderma* hanno mostrato un miglioramento della sopravvivenza anche alla più alta condizione di stress testata (es. *T. simmonsii* 1% su MS + 150 mM: 58%; controllo MS + 150 mM: 0%). I germogli, a seguito del trattamento con *Ulva rigida* (1% e 3%) e *Trichoderma*, hanno mostrato buone performance di crescita e radicazione anche durante l'esposizione prolungata allo stress salino dopo ripetute subcolture. I risultati dimostrano che il priming *in vitro* può migliorare la tolleranza al sale e può influenzare le risposte di sviluppo a lungo termine. Analisi biochimiche (prolina, zuccheri solubili, clorofille) e di espressione genica (gene *SOS1*) saranno utili per chiarire i meccanismi dello “*stress memory*”. Validato il protocollo sulla specie modello, l'approccio potrà essere testato su altre piante ornamentali o aromatiche per l'ottenimento di colture resistenti allo stress.

Bio-priming *in vitro* per migliorare la resilienza di *Cistus creticus* in condizioni di salinità

Michela Montone^{1,2*}, Stéphane Maury³, Laura Pistelli^{1,4}, Barbara Ruffoni² e Marco Savona²

¹Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali, Università di Pisa, Pisa

²Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria, Centro di Ricerca Orticoltura e Florovivaismo, Sanremo

³Physiology, Ecology and Environment (P2e, ex LBLGC), INRAE, University of Orléans, Orléans, France

*michela.montone@phd.unipi.it

Parole chiave: biotecnologie, semi, germinazione, micropropagazione, stress abiotico

Cistus creticus L. è una specie mediterranea ornamentale pirofita caratterizzata da elevata resilienza ecologica, nonostante la ridotta capacità germinativa. In questo lavoro, svolto nell'ambito della COST Action CA21157 COPYTREE, è stata valutata l'efficacia del priming *in vitro* con biostimolanti allo scopo di migliorare la capacità germinativa e verificare l'efficacia dei trattamenti anche in risposta a potenziale stress salino. I semi sono stati trattati a 95 °C (20 min), sterilizzati con protocollo standard e immersi per 16 ore in tre estratti biostimolanti (*Ulva rigida*, Acadian® e *Trichoderma neocrassum*) a concentrazioni crescenti (2%, 4% e 8%) a confronto con semi non trattati; successivamente sono stati trasferiti su substrato di coltura (MS + 0,3% saccarosio + 0,7% agar; 23 ± 1 °C, buio). I trattamenti hanno incrementato la germinazione e ridotto drasticamente il tempo medio di germinazione (*U. rigida* 4%: 60% in 16,67 giorni), rispetto al controllo (3,33% in 35 giorni), evidenziando un effetto positivo dei biostimolanti durante la fase pre-germinativa. 30 plantule ottenute *in vitro*, da tutti i trattamenti, sono state trasferite in substrato MS contenente 0, 50 e 100 mM NaCl, per valutare la risposta in fase di micropropagazione. Le plantule derivate da semi trattati mostrano una migliore performance morfologica e una maggiore sopravvivenza rispetto ai controlli, suggerendo che il *priming* possa indurre una risposta più efficiente, anche in condizioni avverse. Questi risultati aprono prospettive interessanti per l'impiego di biostimolanti come applicazione per migliorare la propagazione *in vitro* di specie recalcitranti e per potenziare la resilienza allo stress abiotico. È auspicabile la valutazione degli effetti a lungo termine dei trattamenti e l'analisi delle possibili modificazioni genetiche indotte sia dal priming sia dall'esposizione allo stress salino, con l'obiettivo di comprendere se tali trattamenti possano modulare la risposta allo stress e contribuire allo sviluppo di protocolli innovativi per la propagazione *in vitro* di altre specie legnose.

Sensoristica a supporto della coltivazione sostenibile del pomodorino in serra

Alejandra Navarro^{1,*}, Alfonso Pentangelo¹, Luca Zabatta¹, Antonio Dell'Isola², Antonio Afinito², Catello Pane¹

¹*Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria, Centro di ricerca Orticoltura e Florovivaismo. Pontecagnano Faiano*

²*EVJA s.r.l., Napoli*

*alejandra.navarrogarcia@crea.gov.it

Parole chiave: colture protette, sistemi di supporto alle decisioni, irrigazione di precisione, peronospora, produzione

La coltivazione del pomodoro ciliegino e/o datterino è realizzata spesso in serre o tunnel freddi a bassa tecnologia, e ha necessità di un'accurata gestione della difesa e dell'irrigazione. Allo scopo, nel 2025, è stata condotta una prova agronomica in una serra fredda (Forino, Avellino), con applicazione di sensoristica clima-suolo associata a modellistica previsionale quale sistema di supporto alle decisioni (DSS, EVJA) per la gestione sia irrigua che fitopatologica. Il disegno sperimentale ha previsto il confronto tra due varietà di pomodorino *cherry*, Intuitivo F1 e Prymello F1, e due gestioni irrigue: una convenzionale, basata sull'esperienza dell'agricoltore e una supportata da un sistema DSS. Oltre allo stato fitosanitario delle piante (5 time point) è stata valutata la produzione (4 interventi di raccolta) e la qualità delle bacche. L'andamento temporale e la diffusione spaziale dell'incidenza (DI) e della severità (SI) degli attacchi fitopatologici ha permesso di validare il DSS nelle condizioni naturali. La cv Prymello ha mostrato maggiore sensibilità alle fitopatie interessando, nell'ultimo rilievo, il 45% delle piante vs. il 18% della cv Intuitivo. La gestione irrigua tramite DSS ha determinato una significativa riduzione della DI in tutti i time point, più contenuta in termini di SI. La produzione totale è stata significativamente influenzata dalla varietà. La cv Intuitivo ha prodotto in media il 30% in più della cv Prymello. La migliore *performance* di Intuitivo è stata osservata anche per l'efficienza dell'uso dell'acqua (WUE). La gestione irrigua non ha avuto nessun effetto significativo sulla produzione totale. Nel complesso, la gestione basata su DSS ha consentito di mantenere i livelli produttivi del convenzionale, ma con un significativo risparmio idrico (-17%), traducendosi in una maggiore e significativa WUE. Parallelamente, sono stati osservati miglioramenti nei parametri di qualità organolettica delle bacche, indipendentemente dalla varietà.

Progetto OASI: Ottimizzazione della produzione alimentare tramite ricircolo tecnologico di Acqua e nutrienti in Sistemi Innovativi

Carlo Nicoletto^{1,*}, Johnny Moretto², Andrea Zorzi³, Marina De Bonis¹, Lydia Grace Griffin¹, Francesca Perbellini¹, Samuele Trestini⁴, Marco Biolo¹

¹*Dipartimento di Agronomia, Animali, Alimenti, Risorse Naturali e Ambiente, Università degli Studi di Padova, Legnaro*

²*Moretto Farm Società Agricola s.s., Crocetta Del Montello (TV)*

³*Radici Azzurre Società Agricola s.s., Santa Giustina in Colle (PD)*

⁴*Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali, Università degli Studi di Padova, Legnaro*

*carlo.nicoletto@unipd.it

Parole chiave: Sistemi a ricircolo, Idroponica e acquaponica, Efficienza idrica, Economia circolare Agricoltura sostenibile

Il progetto OASI – Ottimizzazione della produzione alimentare tramite ricircolo tecnologico di acqua e nutrienti in sistemi innovativi, finanziato nell’ambito del Complemento regionale per lo sviluppo rurale del Piano Strategico Nazionale della PAC 2023–2027 della Regione del Veneto, intervento SRG01 – Sostegno ai Gruppi Operativi PEI-AGRI, nasce in risposta alle crescenti sfide globali legate alla sicurezza alimentare, alla scarsità di risorse idriche e agli effetti dei cambiamenti climatici sui sistemi agricoli. L’aumento della domanda di alimenti e la progressiva riduzione della disponibilità e qualità dell’acqua richiedono l’adozione di modelli produttivi più efficienti e resilienti, capaci di garantire sostenibilità ambientale ed economica lungo l’intera filiera agroalimentare. L’obiettivo generale del progetto è sviluppare, validare e dimostrare su scala reale sistemi innovativi di coltivazione fuori suolo basati sul ricircolo di acqua e nutrienti, attraverso l’integrazione di tecnologie idroponiche e acquaponiche in ambienti controllati. Tali sistemi consentono di migliorare significativamente l’efficienza nell’uso delle risorse naturali, con risparmi idrici stimati fino al 95%, riduzione dell’impiego di fertilizzanti e prodotti fitosanitari di sintesi e incremento della produttività per unità di superficie, contribuendo al contempo alla riduzione dell’impatto ambientale delle attività agricole. Il progetto prevede la realizzazione e il monitoraggio di impianti sperimentali in contesti operativi e di ricerca, utilizzando sia acqua dolce sia acqua salmastra, con particolare attenzione alla sicurezza e qualità delle produzioni orticole e alla valutazione della sostenibilità ambientale ed economica dei sistemi produttivi. Un elemento distintivo dell’iniziativa è l’applicazione dei principi dell’economia circolare, attraverso il recupero e la valorizzazione di residui vegetali e sottoprodotti per la produzione di fertilizzanti organici e fonti proteiche alternative. Parallelamente, il progetto promuove un approccio partecipativo e di filiera, coinvolgendo aziende agricole, centri di ricerca e stakeholder nella co-creazione di soluzioni tecniche e nella diffusione delle conoscenze.

Perossido di idrogeno come agente sanitizzante nei sistemi Deep-NFT: impatti su resa e qualità di lattuga e basilico

Francesca Perbellini¹, Fabio Valerio², Carlo Nicoletto^{1*}

¹*Dipartimento di Agronomia, Animali, Alimenti, Risorse Naturali e Ambiente (DAFNAE),
Università degli studi di Padova, Legnaro (PD), Italia*

²*Biotech s.r.l. Via dell'Artigianato 23 - 30023 Concordia Sagittaria (VE)*

*carlo.nicoletto@unipd.it

Parole chiave: Idroponica, Patogeni, Soluzione nutritiva, Water Use Efficiency

La gestione fitosanitaria dei sistemi fuori suolo a ciclo chiuso richiede un controllo rigoroso dei patogeni. I metodi fisici risultano spesso di utilità limitata, mentre numerosi trattamenti chimici possono comportare la presenza di residui indesiderati. In questo scenario, il perossido di idrogeno (HP) rappresenta un'alternativa promettente, la cui efficacia dipende dalla concentrazione, dalle modalità di applicazione e dalla specie coltivata. Due cicli colturali di lattuga (L1 e L2) e uno di basilico (B) sono stati gestiti in sistemi Deep-NFT chiusi e indipendenti. Sono state saggiate 4 concentrazioni di HP, mantenute costanti a 100 (HP100), 75 (HP75) e 50 (HP50) mg L⁻¹, oltre al controllo a 0 mg L⁻¹ (HP0). HP100 è stato gestito mediante una centralina a dosaggio automatico fornita dall'azienda Biotech. Gli effetti dei trattamenti sono stati monitorati tramite parametri fisiologici e produttivi, tra cui indice SPAD, contenuto di flavonoidi, antociani e clorofille, oltre alla biomassa aerea e radicale. Sulla biomassa commerciale sono stati inoltre rilevati parametri morfologici e qualitativi, inclusi pH e conducibilità elettrica, °Brix, acidità titolabile, contenuto di antiossidanti totali, polifenoli e clorofille. All'aumentare della concentrazione di HP si è osservata una riduzione dello sviluppo radicale in entrambe le colture, con conseguente diminuzione della biomassa aerea e del contenuto di sostanza secca. Rispetto al controllo, le rese finali della lattuga hanno evidenziato una riduzione della biomassa aerea pari a 46,23% (HP100) nel ciclo L1 e al 43,63% (HP100) nel ciclo L2; valori più equilibrati tra resa produttiva ed efficacia nella riduzione della carica microbica totale sono stati osservati per HP50, con perdite di 29,17% (L1) e di 9,16% (L2) rispetto al controllo. Nel basilico, la riduzione della biomassa è risultata pari a 43,59% (HP100) e a 17,82% (HP50), confermando quest'ultima concentrazione come trattamento utile nel bilanciare l'azione sanitizzante con il mantenimento della produzione e della qualità.

Caratterizzazione fitochimica e valorizzazione dell'elicriso dell'Arcipelago Toscano per la produzione di fitoderivati bioattivi

Stefania Nin^{1,*}, Davide Manzi¹, Vania Michelotti¹, Domenico Prisa¹, Giulia Vanti², Weronika Adler², Maurizio Antonetti¹

¹Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria, Centro di Ricerca Orticoltura e Florovivaismo, Pescia.

²Università degli Studi di Firenze, Dipartimento di Chimica 'Ugo Schiff', Sesto Fiorentino.

* stefania.nin@crea.gov.it

Parole chiave: *Helichrysum italicum*, olio essenziale, idrolato, biostimolante, biopesticida

Nell'Arcipelago Toscano la biodiversità delle specie aromatiche e officinali rappresenta una risorsa ancora poco esplorata sotto il profilo genetico e fitochimico. In questo contesto si inserisce il progetto BIOCHRYSUM, finalizzato allo sviluppo di una filiera corta dell'elicriso biologico per la produzione di fitoderivati bioattivi e alla valorizzazione dei sottoprodotti della distillazione per applicazioni come biostimolanti e biopesticidi in agricoltura. L'obiettivo del presente lavoro è stato caratterizzare i principali fitoderivati ottenuti da accessioni di *Helichrysum italicum* provenienti dalle isole di Elba, Giglio e Capraia e valutarne le potenzialità applicative. La frazione volatile degli oli essenziali è stata caratterizzata mediante gascromatografia con rivelatore a ionizzazione di fiamma e con spettrometria di massa, mentre l'idrolato è stato analizzato mediante cromatografia liquida ad alte prestazioni accoppiata a rivelatore a serie di diodi e a spettrometria di massa. L'analisi dell'olio essenziale ha evidenziato una marcata variabilità compositiva tra le tre provenienze, con prevalenza di acetato di nerile, γ -curcumene, α -pinene. La frazione monoterpenica è risultata compresa tra 47,8% e 58,1%, mentre quella sesquiterpenica tra 18,7% e 26,9%. Nell'idrolato sono stati identificati flavonoidi, terpenoidi e composti fenolici; l'assenza di arzanolo e dei suoi prodotti di degradazione rappresenta un indicatore di corretta separazione delle frazioni e di elevata qualità del processo. I test preliminari di germinazione hanno evidenziato un possibile effetto biostimolante dell'idrolato all'1%, mentre l'olio essenziale ha mostrato attività inibitoria, successivamente confermata da prove *in vitro* nei confronti di patogeni fungini (*Fusarium*, *Alternaria* e *Botrytis*). Ulteriori prove agronomiche su specie ornamentali e aromatiche hanno previsto trattamenti di imbibizione dei semi e immersione delle talee in soluzioni a base di idrolato (1% e 5%). I risultati confermano il potenziale dell'elicriso dell'Arcipelago Toscano come fonte di fitoderivati innovativi per applicazioni sostenibili in ambito agricolo.

Miglioramento dell'Indice di Fertilità del Suolo (SFI) e della resa del pomodoro (*Solanum lycopersicum* L.) mediante l'impiego di compost in condizioni di siccità

Majda Oued Lhaj ^{1,2,3,*}, Hatim Sanad ^{1,2,3}, Latifa Mouhir ¹ e Riccardo Spaccini ²

¹Dipartimento di Ingegneria dei Processi e dell'Ambiente, Università Hassan II di Casablanca, Mohammedia, Marocco

²Dipartimento di Agraria, Università degli Studi di Napoli Federico II, Portici

³Unità di Ricerca su Ambiente e Conservazione delle Risorse Naturali, Istituto Nazionale di Ricerca Agronomica (INRA), Rabat, Marocco

*majdaoueldlhaj1999@gmail.com

Parole chiave: Ammendanti organici, Stress idrico, Resa, Risposte fisiologiche

Il degrado della fertilità del suolo e la riduzione della riserva idrica rappresentano vincoli critici per la produzione orticola nelle regioni aride e semi-aride, in particolare nel Nord Africa. Sebbene il compost sia riconosciuto come ammendante sostenibile, le valutazioni integrate che collegano fertilità del suolo, risposte fisiologiche e risultati produttivi probabilistici, sotto stress idrico, sono limitate. Questo studio ha valutato l'efficacia del compost nel migliorare la fertilità del suolo e le prestazioni del pomodoro (*Solanum lycopersicum* L.) in condizioni di stress idrico controllato, in suoli caratterizzati da diversa tessitura. A tal fine, è stato condotto un esperimento in serra, su suoli franco-sabbiosi e franco-argillosi limosi, ammendati con compost (1% e 3%), fertilizzante chimico o non ammendati. Le parcelle sperimentali sono state sottoposte a diversi regimi irrigui [40%, 60% e 80% della capacità di campo (FC)]. Le risposte suolo-pianta, monitorate nelle fasi fenologiche di crescita vegetativa, fioritura, allegagione e maturazione, sono state analizzate mediante l'Indice di Fertilità del Suolo (SFI), analisi multivariate e Simulazione Monte Carlo (MCS). I valori massimi di SFI sono stati osservati nella combinazione 3% compost $\times$ 80% FC, raggiungendo un valore pari a 0,42 nei suoli franco-sabbiosi e pari a 0,92 nei franco-argillosi limosi. Mentre, nei controlli, è stato osservato un valore pari a 0,06–0,10. Rispetto ai controlli non ammendati sottoposti allo stesso livello di stress idrico, il compost ha incrementato significativamente l'altezza delle piante (35–55%), l'area fogliare (40–70%), il contenuto idrico relativo (15–28%), la clorofilla (20–45%) e la resa (45–75%). Le analisi PCA e PLSR hanno identificato la ritenzione idrica del suolo, la stabilità della clorofilla e la nutrizione Ca–Mg come principali determinanti della resa. La MCS ha evidenziato una maggiore probabilità di raggiungere SFI ottimali tramite la combinazione dei trattamenti 3% $\times$ 80–60% FC. I risultati dimostrano che il compost migliora la fertilità del suolo e le performance del pomodoro, rappresentando una strategia efficace per incrementare la resilienza dei sistemi orticoli, quando sottoposti a condizioni di stress idrico.

Il doppio ciclo (precoce vs bisestile) della patata: come la dimensione del tubero seme modula produttività ed efficienza agronomica

Onofrio Davide Palmitessa^{1,2*}, Beniamino Leoni¹, Angelo Signore¹, Adriano Didonna^{1,2}, Annalisa Somma^{1,2}, Silvia Bitritto¹, Massimiliano Renna^{1,2}, Pietro Santamaria¹

¹*Dipartimento di Scienze del Suolo, della Pianta e degli Alimenti, Università degli Studi di Bari, Bari*

²*Se.Men.Te s.r.l., Spin Off Accademica-Accreditata dall'Università degli Studi di Bari Aldo Moro, Bisceglie*

* onofrio.palmitessa@uniba.it

Parole chiave: *Solanum tuberosum* L., campo aperto, sistemi colturali intensivi, qualità merceologica

L'attività sperimentale è stata condotta nell'agro di Mola di Bari (Bari, Italia), un areale caratterizzato da condizioni pedoclimatiche che consentono la realizzazione di due cicli colturali di patata nello stesso anno. Questa peculiarità rappresenta un'opportunità agronomica rilevante, ma solleva interrogativi sulla gestione del materiale di propagazione tra cicli consecutivi, in particolare sulla dimensione del tubero-seme e sulla sua efficienza d'uso. Lo studio ha valutato l'effetto combinato della dimensione del tubero-seme (intero e a metà) e della cultivar (Actrice, Soprano e Loane) su produzione ed efficienza del sistema in due cicli distinti: patata precoce (febbraio–giugno 2025) e patata bisestile (settembre 2025–gennaio 2026). È stato adottato un disegno sperimentale a split-plot, con X ripetizioni. Nel ciclo precoce, l'impiego di tuberi-seme interi ha determinato un incremento della produzione (fino al 43%) e del numero di tuberi raccolti (+32%) rispetto ai tuberi tagliati, mentre questi ultimi hanno mostrato una maggiore efficienza di conversione in biomassa di tuberi (+21%). Tra le cultivar, Loane ha raggiunto i livelli produttivi più elevati (fino a +42%) rispetto a Soprano e Actrice, mentre Soprano si è distinta per una maggiore quota di tuberi di calibro commerciale (35–70 mm) e per un contenuto in sostanza secca più elevato (+18%), rispetto alle altre due cultivar. Nel ciclo bisestile, le differenze produttive dovute alle dimensioni del tubero-seme si sono ridotte, ma è emersa una forte interazione con la cultivar: Soprano ha mostrato un incremento produttivo utilizzando tuberi tagliati (+31%), mentre Loane ha evidenziato una riduzione (–19%) nelle stesse condizioni. Nel complesso, i risultati indicano che è necessario trovare il giusto compromesso tra efficienza produttiva e qualità, in quanto ad un aumento della sostanza secca della patata è associata una minore efficienza produttiva. Questi primi risultati evidenziano come la gestione della dimensione del tubero-seme e la scelta varietale rappresentino fattori chiave per ottimizzare la produzione.

Il microbioma del compost modula l'immunità della rizosfera di pomodoro

Gelsomina Manganiello¹, Alberto Pascale², Alessandro Esposito³, Roberto Altieri³, Catello Pane^{4,*}

¹ *Dipartimento di Agraria, Università degli Studi di Napoli Federico II, Portici IT*

² *Department of Biology, Utrecht University, Utrecht NL*

³ *Consiglio Nazionale per le Ricerche, Istituto per i Sistemi Agricoli e Forestali del Mediterraneo, Perugia IT*

⁴ *Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria, Centro di ricerca Orticoltura e Florovivaismo, Pontecagnano Faiano IT*

*catello.pane@crea.gov.it

Parole chiave: Ammendante organico, Biodiversità microbica, *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, Metagenomica, Resilienza

Le proprietà prebiotiche dei compost favoriscono lo sviluppo di comunità microbiche benefiche, che svolgono un ruolo attivo nella soppressività delle malattie telluriche nel suolo/substrato. L'approccio metagenomico permette di identificare i taxa coinvolti e chiarire le dinamiche di popolazione nelle interazioni tra pianta, microbiota e compost. Questo studio esamina la composizione e l'architettura del microbioma di cinque compost, ottenuti da diverse matrici zootecniche e vegetali combinati in proporzioni scalari, e ne valuta il ruolo nella soppressività della tracheofusariosi del pomodoro. L'analisi tassonomica delle comunità batteriche e fungine presenti nei compost e nella rizosfera di piante di pomodoro coltivate in condizioni soppressive è stata effettuata mediante elaborazione bioinformatica delle sequenze delle regioni V3-V4 del gene *16S rRNA* e ITS1-5.8-ITS2 del gene *ITS*, rispettivamente. L'indagine metagenomica ha permesso di caratterizzare la biodiversità α e β , nonché di definire la classificazione e l'abbondanza differenziale dei taxa in relazione ai diversi campioni (nicchie ecologiche), alle matrici e alla soppressività. Lo studio ha evidenziato un chiaro *clustering* delle comunità microbiche dei compost in funzione delle matrici, con effetti apprezzabili sulle funzioni soppressive. La struttura delle comunità microbiche suggerisce che la soppressività dei compost da residui polifiti con elevata percentuale di matrici zootecniche sia associata al contributo di diversi gruppi batterici e fungini. Al contrario, nei compost ottenuti esclusivamente da matrici oligofite, la soppressività sembra seguire un modello più specifico, basato su un numero più ristretto di specie, la cui presenza è modulata da composti lignocellulosici e aromatici presenti nei residui verdi di pomodoro e nei sottoprodotti della filiera olearia. L'analisi delle comunità microbiche rizosferiche delle piante che hanno superato lo stress biotico ha evidenziato una riduzione della diversità α e aumento di quella β rispetto ai compost. Il risultato è coerente con un meccanismo di reclutamento selettivo mediato dalla pianta con effetti di protezione biologica.

Fenotipizzazione digitale della risposta di piante di pomodoro al deficit idrico in seguito al trattamento con consorzi microbici multifunzionali

Cono Vincenzo^{1,2}, Pasquale Tripodi¹, Luca Zabatta¹, Nadia Lombardi^{2,3}, Catello Pane^{1,*}

¹ Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria, Centro di ricerca Orticoltura e Florovivaismo, Pontecagnano Faiano IT

² Dipartimento di Agraria, Università degli Studi di Napoli Federico II, Portici IT

³ Center for Studies on Bioinspired Agro-Environmental Technology (BAT Center), University of Naples Federico II, Naples, IT

* catello.pane@crea.gov.it

Parole chiave: Fenomica, *Microbacterium*, *Neobacillus*, *Peribacillus*, Resilienza, *Trichoderma*

La crescita e la produttività delle piante di pomodoro sono fortemente influenzate dalla disponibilità idrica. L'impiego di microorganismi biofertilizzanti capaci di conferire alla pianta ospite tolleranza allo stress idrico rappresenta una promettente strategia di resilienza. In questo lavoro, sono stati valutati tre consorzi microbici - ottenuti combinando, a turno, i ceppi T2 e PB3 di *Trichoderma harzianum* e il ceppo PB1 di *Trichoderma rifaii* con un *core* batterico costituito dal ceppo C6 di *Peribacillus* sp., dal ceppo TR12 di *Neobacillus* sp. e dal ceppo TR9 di *Microbacterium* sp. - per la loro capacità di migliorare la *fitness* di piante di pomodoro coltivate in vaso in condizioni di deficit idrico. Le piante in prova (n=175, 5 trattamenti × 5 repliche × 7 piante replica⁻¹) sono state fenotipizzate mediante sensore 3D *dual scanner PlantEye* P500, che ha fornito misurazioni non distruttive e ad alta risoluzione di 20 tratti morfologici e spettrali. Le rilevazioni hanno consentito di monitorare le variazioni nella struttura vegetativa, nello stato fisiologico e nella risposta allo stress durante i 25 giorni successivi al trapianto. Il deficit idrico ha determinato una significativa riduzione dello sviluppo delle piante rispetto al controllo non stressato, come evidenziato dall'andamento nel tempo di tutti i parametri misurati. Riguardo alle *performances* dei trattamenti microbici, l'analisi multivariata dei dati fenomici ha mostrato la netta distinzione del fenotipo delle piante trattate con il consorzio *T. harzianum* PB3 + *core* batterico, rispetto al controllo stressato, correlata all'incremento dei parametri spettrali e morfometrici legati alla funzione fotosintetica e all'accrescimento. In particolare, sono risultati aumentati gli indici NDVI e GLI, il parametro di colore (HUE), e sviluppo della *canopy* (CHA, LAI3D), e angolo fogliare (SAA). Il consorzio microbico risultato più efficace emerge come candidato promettente per l'impiego su pomodoro in condizioni di deficit idrico.

L'evoluzione tecnologica delle colture in serra, tra mercato e ricerca

Alberto Pardossi

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali, Università di Pisa, Pisa

alberto.pardossi@unipi.it

Le coltivazioni in ambiente protetto rappresentano una delle espressioni più dinamiche e specializzate dell'agricoltura contemporanea. Dalle prime strutture rudimentali, impiegate per anticipare o prolungare i cicli colturali, fino alle moderne serre tecnologiche e ai grandi tunnel oggi diffusi in molte aree del mondo, Italia compresa, la protezione delle colture ha accompagnato l'evoluzione dell'orticoltura e della floricoltura, rispondendo all'esigenza di svincolare, almeno in parte, la produzione vegetale dai vincoli imposti dall'ambiente esterno. Nel tempo, serre e tunnel sono passati dall'essere semplici strumenti di difesa dal freddo, dal vento o dalla pioggia a veri e propri sistemi produttivi complessi, nei quali clima, irrigazione, fertilizzazione, difesa fitosanitaria, uso dell'energia, manodopera e qualità del prodotto devono essere gestiti in modo integrato. Rispetto alle colture di pieno campo, quelle in serra si caratterizzano per l'elevata intensità produttiva, l'ingente investimento iniziale, la forte specializzazione tecnica, la possibilità di programmare il calendario di raccolta e la necessità di controllare con precisione le principali variabili agronomiche e climatiche. In serra, il risultato produttivo dipende non solo dalle caratteristiche genetiche delle piante e dalla fertilità del suolo, ma anche dalla gestione della radiazione solare, della temperatura, dell'umidità, della ventilazione, della nutrizione minerale, dell'irrigazione e della sanità della coltura. Questa maggiore capacità di controllo consente di ottenere rese elevate, standard qualitativi più costanti e una maggiore continuità della produzione, ma comporta al tempo stesso costi più elevati, maggiori rischi e la necessità di competenze avanzate. Negli ultimi anni il settore è stato interessato da una rapida evoluzione tecnologica. L'introduzione e il perfezionamento della fertirrigazione, delle colture fuori suolo, dell'innesto erbaceo, dei biostimolanti, della sensoristica, dell'automazione, dell'illuminazione supplementare, delle tecnologie digitali e dell'intelligenza artificiale hanno profondamente modificato le modalità di produzione in ambiente protetto. Tale evoluzione è stata spesso accelerata da cambiamenti improvvisi dello scenario commerciale, normativo e ambientale e anche dall'innovazione in altri comparti (si pensi alla tecnologia dei LED) ed è stata sostenuta da un'intensa attività di ricerca e sperimentazione condotta da centri di ricerca e di trasferimento tecnologico, pubblici e privati. Questa attività ha contribuito a chiarire i principali principi fisiologici, agronomici ed economici che regolano la produttività delle colture protette, quali l'efficienza d'uso della radiazione, il bilancio idrico e minerale, il rapporto tra quantità e qualità delle produzioni, la sostenibilità energetica, la gestione del rischio fitosanitario e la convenienza degli investimenti tecnologici. Attraverso alcuni casi studio, con particolare riferimento alle colture ortive, la relazione discuterà come l'innovazione in serra debba essere valutata considerando una molteplicità di fattori, evidenziando la necessità di integrare conoscenza scientifica, progresso tecnologico e realismo economico.

Impatto di strategie di fertilizzazione sostenibile sull'ambiente e sulla resa del Pomodoro del Piennolo DOP (*Solanum lycopersicum* L.)

Maria Eleonora Pelosi^{1,*}, Ida Di Mola¹, Lucia Ottaiano¹, Eugenio Cozzolino², Sabrina Nocerino¹, Daniele Todisco¹, Mauro Mori¹

¹*Dipartimento di Agraria, Università degli Studi di Napoli Federico II, Portici*

²*Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (CREA) - Centro di Ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali, Caserta*

*mariaeleonora.pelosi@unina.it

Parole chiave: Emissioni di azoto, agricoltura sostenibile, resa commercializzabile, caratteristiche qualitative del frutto

Migliorare le strategie di fertilizzazione è essenziale per aumentare la produttività limitando al tempo stesso l'impatto ambientale nei sistemi tradizionali di pomodoro. Nell'ambito del progetto TANkAGE, la ricerca ha confrontato tre strategie di fertilizzazione (standard aziendale, agroecologica e biologica) su "Pomodoro del Piennolo del Vesuvio" DOP, coltivato per due stagioni consecutive presso l'azienda agricola "Masseria dello Sbirro" (Ercolano, Italia). La cultivar *Acampora* è stata coltivata secondo il disciplinare DOP, ad una densità di 5 piante m⁻², con un apporto di azoto di 60 kg N ha⁻¹. Sono state valutate la resa, le caratteristiche qualitative dei frutti e le emissioni di protossido di azoto (N₂O). I flussi di N₂O sono stati raccolti settimanalmente utilizzando camere statiche manuali e analizzati mediante gascromatografia per calcolare le emissioni cumulative. La strategia agroecologica ha costantemente superato lo standard aziendale in termini di resa commercializzabile: 17 vs. 14 t ha⁻¹ nel primo anno e 23 vs. 18 t ha⁻¹ nel secondo anno. Nella seconda stagione, tale tendenza è stata confermata dal maggior numero di frutti (24,4 vs. 17,1 frutti pianta⁻¹ nello standard aziendale). Al contrario, la qualità dei frutti è stata influenzata solo marginalmente dalla strategia di fertilizzazione. La maggior parte delle caratteristiche qualitative non differiva significativamente tra i trattamenti, mentre il contenuto di licopene era più elevato nel trattamento standard aziendale (15,5 mg 100 g⁻¹ di peso fresco) rispetto ai trattamenti agroecologici e biologici. Da un punto di vista ambientale, le emissioni cumulative di N₂O dal suolo nel secondo anno sono state significativamente più elevate nei trattamenti agroecologici e biologici rispetto allo standard aziendale, con aumenti rispettivamente del 35,3% e del 30,1%. Nel complesso, l'approccio agroecologico ha aumentato significativamente le rese commercializzabili, mantenendo al contempo la maggior parte degli attributi qualitativi della frutta; tuttavia, ha causato un aumento delle emissioni di N₂O. Questo compromesso evidenzia la sfida nel bilanciare l'incremento produttivo con la riduzione dell'impronta ambientale nella coltivazione tradizionale del pomodoro.

Innovazioni nella tecnica agronomica per la gestione sostenibile del pomodoro da industria

Alfonso Pentangelo^{1,*}, Luca Zabatta¹, Evangelista Di Matteo¹, Giorgio Iorio², Catello Pane¹

¹*Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria, Centro di ricerca Orticoltura e Florovivaismo – Pontecagnano Faiano (SA)*

²*Agronomo, libero professionista*

*alfonso.pentangelo@crea.gov.it

Parole chiave: *Trichoderma*, Micorrize, *Bacillus*, Biostimolanti, Fila semplice

La coltivazione del pomodoro da industria è condizionata dai cambiamenti climatici, che la espongono alla crescente pressione delle avversità di natura abiotica e biotica, con impatti significativi su produzione e qualità. L'adattamento della gestione agronomica ai nuovi scenari attraverso l'introduzione di innovazioni ispirate alla sostenibilità può rappresentare una strategia di mitigazione mirata a mantenere i livelli di *performance* attesi per la coltura. In una sperimentazione agronomica di campo, condotta nel 2025 in Piana del Sele (Campania), è stata valutata l'applicazione di una formulazione microbica (batteri della rizosfera, funghi micorrizici e *Trichoderma*) e di un preparato a base di aminoacidi, alghe e sostanze umiche, in combinazione con la riduzione del 50% della densità di impianto, al fine di adeguare i protocolli di gestione alla disponibilità degli input e salvaguardare le rese. Il disegno sperimentale ha previsto il confronto tra l'applicazione alla rizosfera dei suddetti prodotti di origine naturale sia in vivaio che al suolo nelle prime fasi del ciclo, e un controllo non trattato, splittati su parcelle con due diverse densità ottenute mediante trapianto su fila semplice (18939 piante m⁻²) o binata (37878 piante m⁻²). A fine ciclo è stato valutato lo stato generale della coltura, la produzione totale e la qualità merceologica delle bacche. Il trattamento alle piantine ha migliorato lo stato fitosanitario, il livello produttivo e qualitativo. La disposizione delle piante in fila semplice ha determinato incrementi significativi in termini di produttività della pianta e miglioramenti della qualità (Brix e residuo secco). Nonostante la sensibile riduzione di investimento, la produzione totale delle piante in fila singola sottoposte a trattamento ha raggiunto valori prossimi a quelli riscontrati nelle file binate non trattate (97,9 vs 108,1 t ha⁻¹). I risultati confermano le potenzialità dei mezzi tecnici sostenibili nella gestione del pomodoro da industria soprattutto laddove esistono condizioni avverse come stanchezza del terreno e condizioni climatiche anomale.

Effetti del frass di mosca soldato nera sulla risposta di pomodoro a stress abiotici e biotici

Alfonso Pentangelo^{1*}, Marco Gebiola², Cono Vincenzo^{1,2}, Luca Zabatta¹, Catello Pane¹

¹Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria, Centro di ricerca Orticoltura e Florovivaismo, Pontecagnano Faiano (SA)

²Dipartimento di Agraria, Università degli Studi di Napoli Federico II, Portici (NA)

*alfonso.pentangelo@crea.gov.it

Parole chiave: *Alternaria alternata*, Ammendante organico, *Botrytis cinerea*, Stress idrico, Stress nutrizionale

Questo lavoro valuta l'effetto dell'impiego di frass come ammendante (applicato a due diverse dosi, 5 e 10 g kg⁻¹ ss) del substrato di crescita di pomodoro (cv. Crovarese) sulla risposta, nelle prime fasi del ciclo della pianta, agli stress abiotici (nutrizionale e idrico) e biotici (infezione da patogeni). Allo scopo sono state condotte due sperimentazioni distinte. Nel caso degli stress abiotici, le piante (n=108) sono state allevate in vaso (1,36 L, 3 piante vaso⁻¹) e, dopo 28 gg, sottoposte a fertirrigazione differenziata con 2 livelli di concimazione NPK 20-20-20, normale (1,71 g vaso⁻¹, in totale) e ridotta dell'80%, e 2 livelli irrigui, normale (restituzione totale dell'evapotraspirazione) e ridotta del 30%. Dopo ulteriori 30 gg, sono stati rilevati i principali parametri biometrici, SPAD e il contenuto idrico relativo (RWC). Nel caso degli stress biotici, le piante (n=360) allevate in contenitori alveolati, 14 gg dopo l'emergenza sono state inoculate con *Alternaria alternata* o *Botrytis cinerea* mediante il rilascio di una goccia (5µL) di sospensione conidica (10⁵ spore mL⁻¹) sulla superficie sulla seconda foglia vera, mentre solo acqua nel controllo. Dopo 5 gg è stata misurata la lesione prodotta dal patogeno. In entrambi i saggi, le piante sono state disposte in condizioni controllate (temperatura, umidità e luce) secondo uno schema a blocchi randomizzati. I fattori di stress abiotico hanno significativamente influenzato, rispettivamente, crescita e RWC; mentre il trattamento con frass non ha determinato nessun effetto significativo sui parametri misurati né in relazione alla dose applicata né all'interazione con concimazione e/o irrigazione. Dall'altro lato, il trattamento con frass ha mostrato effetti contenitivi di entrambi i patogeni: riduzione del 27% della severità della muffa grigia con la dose di 5 g kg⁻¹, e contenimento dell'alternariosi, con entrambe le dosi, intorno al 40%. Sulla base di questo studio, l'impiego del frass offre prospettive per il potenziale miglioramento dello stato di salute delle piante.

Effetto di temperature starter e substrati di copertura su produzione e qualità di una nuova varietà di cardoncello (*Pleurotus eryngii* var. *laserpitium*) coltivata in sistema verticale

Francesca Perbellini*, Damiano Zanocco, Marina De Bonis, Lydia Grace Griffin, Giampaolo Zanin, Carlo Nicoletto

Dipartimento di Agronomia, Animali, Alimenti, Risorse Naturali e Ambiente, Università degli Studi di Padova, Legnaro

*francesca.perbellini@unipd.it

Parole chiave: Funghi coltivati, Sistema verticale, Temperatura, Materiale di copertura

La crescente domanda di funghi coltivati richiede un incremento della produzione tramite l'ottimizzazione delle tecniche di coltivazione. Parallelamente, l'interesse del settore è anche rivolto all'introduzione di nuove varietà adatte ai sistemi industriali. La presente sperimentazione ha valutato una nuova varietà di cardoncello originaria del contesto alpino, *Pleurotus eryngii* var. *laserpitium*, coltivata in condizioni industriali al fine di verificarne le performance. Sacchi da 5,13 kg contenenti substrato paglioso pastorizzato, dopo inoculo e incubazione, sono stati sottoposti a tre temperature starter (4, 10, e 17 °C) per sei giorni, per indurre la formazione dei corpi fruttiferi e, successivamente, utilizzati in due diverse prove (P1 e P2). In P1 (243 sacchi totali) si sono considerati due materiali di copertura, torba (T) e argilla espansa (A), confrontati con un testimone senza copertura (N), e tre ripiani di coltivazione verticali (L1, L2 e L3). In P2 (72 sacchi totali) è stata valutata l'illuminazione con lampade LED a luce bianca, a tre diverse intensità (5, 10 e 20 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), in combinazione fattoriale con T e A. Alla raccolta, in P1 e P2, sono stati rilevati parametri produttivi, morfologici e qualitativi. In P1 la resa è risultata influenzata dalla temperatura starter, con 137 g kg⁻¹ di substrato prodotti con il controllo a 17 °C, una riduzione del 26,7% a 4 °C ed un aumento del 5,11% a 10 °C. In altri termini, nel controllo è stata osservata un'efficienza biologica pari a 45,4%, valore simile è stato ottenuto con i 10 °C e inferiore di oltre il 10%, con i 4 °C. In P2, il trattamento luminoso non ha determinato alcun effetto significativo, riportando una resa media di 115 g kg⁻¹ di substrato. In conclusione, lo studio ha evidenziato il potenziale di *Pleurotus eryngii* var. *laserpitium* come nuova opportunità commerciale nel settore dei funghi coltivati.

Risposta allo stress termico di accessioni di radicchio di Treviso tardivo: impatti su resa e qualità nella coltivazione di pieno campo e in condizioni controllate

Francesca Perbellini*, Lydia Grace Griffin, Marina De Bonis, Paolo Sambo, Giampaolo Zanin, Carlo Nicoletto

Dipartimento di Agronomia, Animali, Alimenti, Risorse Naturali e Ambiente, Università degli studi di Padova, Legnaro

[*francesca.perbellini@unipd.it](mailto:francesca.perbellini@unipd.it)

Parole chiave: Stress abiotici, *Chicorium intybus*, Pieno campo, Cambiamento climatico, Qualità

L'impatto del cambiamento climatico si manifesta sempre più frequentemente attraverso l'innalzamento delle temperature medie e l'aumento degli eventi estremi, come le elevate temperature massime giornaliere e notti tropicali. La prova, finanziata dal progetto Treviso-pro (CSR Veneto 2023-2027) ha valutato l'effetto dello stress termico imposto in fase vivaistica su sei accessioni di radicchio di Treviso tardivo, seminate il 14 luglio 2025. In ambiente controllato sono stati applicati tre trattamenti termici: temperatura massima di 35 °C, 40 °C e un controllo in media con i valori termici del periodo. Alla fase fenologica di trapianto, il 50% delle plantule è stato trasferito in pieno campo e coltivato secondo gli standard; il rimanente 50% è stato trapiantato in vaso e mantenuto in stress termico per ulteriori 30 giorni, simulando condizioni estive prolungate. Gli effetti sono stati monitorati mediante analisi di parametri fisiologici come contenuto di clorofilla, antociani, flavonoidi e conduttanza stomatica. Alla raccolta, in stasi vegetativa invernale (204 giorni dalla semina), le piante sono state analizzate prima e dopo il processo di forzatura-imbianchimento valutando biomassa fogliare di scarto, biomassa radicale e resa. Sono stati inoltre rilevati i parametri morfometrici e qualitativi, tra cui contenuto di sostanza secca, antiossidanti, polifenoli e caratteristiche organolettiche. L'applicazione di stress termico in fase vivaistica ha determinato effetti significativi sulla produzione e qualità del radicchio. In pieno campo, le differenze sono attribuibili alle accessioni e non ai trattamenti termici dimostrando una capacità di recupero da parte della coltura. Le accessioni hanno determinato variazioni della resa commerciale fino al 25%, ed evidenziato una forte interazione tra genotipo e condizioni termiche. Nelle prove in vaso, caratterizzate da stress termico prolungato, si è osservata una riduzione della biomassa commerciale pari al 39,3% a 35 °C e al 34,4% a 40 °C rispetto al controllo, confermando la maggiore sensibilità a condizioni di stress prolungato.

La filiera della rosa dall'analisi dei cataloghi degli ibridatori storici alla realizzazione di roseti sperimentali: casi studio in Piemonte

Enrico Pomatto, Valentina Scariot, Marco Devecchi

Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, Università di Torino, Grugliasco

*enrico.pomatto@unito.it

Parole chiave: floricoltura, giardini storici, servizi ecosistemici, verde urbano, valore ornamentale

La filiera della rosa rappresenta un ambito di studio interdisciplinare che integra storia, botanica, agronomia e progettazione del paesaggio. Lo sviluppo della rosicoltura è antichissimo ed è attestato nella storia dalla presenza di cataloghi di ibridatori che da sempre hanno sviluppato nuovi ibridi presentati poi a concorsi a livello nazionale ed internazionale. L'indagine archivistica consente di reperire tali cataloghi e, di conseguenza, di individuare le varietà di interesse storico e genetico, fornendo le basi per strategie di conservazione e valorizzazione declinate in ogni contesto territoriale. Tutto ciò è alla base della progettazione e realizzazione di roseti sperimentali finalizzati alla valutazione agronomica, fenologica e ornamentale delle varie cultivar di rosa. Le sfide ambientali della contemporaneità richiedono inoltre la valutazione della loro rusticità. Soprattutto nei contesti urbani, la realizzazione di spazi verdi fioriti a bassa manutenzione risulta strategica per implementare i servizi ecosistemici forniti dal sistema del verde e rendere piacevolmente fruibili le città. In questo contesto lo scopo della ricerca è stato l'individuazione degli ibridatori e delle cultivar di rosa di interesse storico nel contesto piemontese al fine di valorizzare la filiera della rosa tramite la progettazione e realizzazione di roseti sperimentali. Attraverso indagini archivistiche è stato possibile individuare come nel contesto piemontese la filiera della rosa abbia storicamente rivestito un ruolo molto importante. In particolare, i cataloghi dei Fratelli Giacomasso di inizio 1900 riportano numerosi ibridi di rosa ancora oggi coltivati. Alcune di tali cultivar sono state selezionate per la progettazione di due roseti sperimentali rispettivamente all'ingresso della Fortezza di Verrua Savoia e all'interno del Parco del Castello Reale di Moncalieri. La ricerca evidenzia il ruolo della rosa in termini di resistenza, qualità estetica e resilienza alle sfide ambientali, sottolineando l'importanza dei roseti sperimentali come strumenti per la conservazione attiva e l'innovazione della filiera rosicola.

Le acque reflue dell'acquacoltura salina riducono la resa ma migliorano la qualità del basilico (*Ocimum basilicum* L.) coltivato in idroponica

Martina Puccinelli^{1*}, Lorenzo Rossi³, Rita Maggini¹, Giulia Carmassi¹, Carlo Bibbiani², Alberto Pardossi¹, Luca Incrocci¹

¹ *Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali, Università di Pisa, Pisa*

² *Dipartimento di Scienze Veterinarie, Università di Pisa, Pisa*

³ *Unità di Acquacoltura e Idrobiologia, Centro Trasferimento Tecnologico – Fondazione Edmund Mach, San Michele all'Adige*

* martina.puccinelli@agr.unipi.it

Parole chiave: acquaponica, erbe aromatiche, floating system, acque reflue, salinità

L'integrazione tra acquacoltura e orticoltura in serra rappresenta una strategia promettente per migliorare la sostenibilità dei sistemi agroalimentari, favorendo il riutilizzo delle acque reflue e la riduzione degli impatti ambientali. Questo studio ha valutato gli effetti delle acque reflue saline provenienti da sistemi di acquacoltura sulla crescita, la produzione e la qualità nutraceutica del basilico (*Ocimum basilicum* L.) coltivato in idroponica (*floating system*). Le piante sono state coltivate utilizzando soluzioni nutritive ottenute diluendo l'effluente di un impianto di acquacoltura salina per l'allevamento della spigola europea (*Dicentrarchus labrax* L.), caratterizzato da una salinità iniziale di 15 g L⁻¹, fino a raggiungere una salinità finale di 10 g L⁻¹. Il refluo diluito è stato impiegato con o senza integrazione di macro- e micronutrienti per raggiungere le concentrazioni ottimali per la coltivazione. Tali trattamenti sono stati confrontati con una soluzione nutritiva standard (controllo) e con una soluzione di acqua dolce formulata per eguagliare la composizione dell'effluente integrato. Sono stati condotti due esperimenti, uno in estate e uno in autunno. L'utilizzo dell'effluente ha determinato una riduzione media del 55% della biomassa fresca fogliare, ma ha aumentato la concentrazione di composti bioattivi nelle foglie, tra cui l'acido ascorbico (+54%, solo in estate) e i polifenoli totali (+33%). L'integrazione dei nutrienti non ha migliorato le prestazioni delle piante, suggerendo che le risposte del basilico siano state principalmente determinate dalla salinità piuttosto che da squilibri nutritivi o dalla presenza di contaminanti organici nell'effluente. Le condizioni stagionali hanno inoltre influenzato gli effetti osservati, con risposte più marcate in estate rispetto all'autunno. Nel complesso, i risultati indicano che le acque reflue saline dell'acquacoltura possono essere riutilizzate per la coltivazione idroponica del basilico, migliorandone la qualità fitochimica e favorendo la circolarità delle risorse idriche, sebbene con una riduzione della produzione.

Valutazione dell'efficacia di estratti di borragine come biostimolanti sulla qualità e la resa di rucola

Anna Pugliese*, Letizia Scarabattoli, Antonio Ferrante

Istituto di Produzioni Vegetali, Scuola Superiore Sant'Anna, Pisa

*anna.pugliese@santannapisa.it

Parole chiave: biostimolanti, *Borago officinalis* L., *Diplotaxis tenuifolia* L., qualità nutrizionale, sostenibilità.

L'impiego di biostimolanti di origine vegetale rappresenta una potenziale strategia innovativa e sostenibile per incrementare l'efficienza e la naturale resilienza delle colture orticole, a fronte anche dei crescenti stress abiotici nella regione mediterranea. Il presente lavoro mira a valutare l'effetto biostimolante di estratti acquosi di borragine (*Borago officinalis* L.) su piante di rucola (*Diplotaxis tenuifolia* cv. Rome). La prova è stata condotta in camera climatica su colture in vaso, adottando un disegno sperimentale completamente randomizzato. Sono state effettuate due applicazioni fogliari, fino all'ottenimento del run-off, delle soluzioni ottenute mediante estrazione a caldo (100 °C per 10 minuti) di fiori e foglie di borragine. Tali soluzioni sono state somministrate a due diverse concentrazioni (3 e 6 mL/L) e confrontate con un controllo. Lo stato fisiologico delle piante è stato monitorato mediante analisi *in vivo* non distruttive, comprendenti la misurazione della fluorescenza della clorofilla *a* (HPEA, Hansatech, UK) e la valutazione degli scambi gassosi (CIRAS), affiancate dalla quantificazione dell'etilene tramite gascromatografia (GS). Al momento della raccolta, oltre alla valutazione della resa agronomica attraverso il peso della biomassa fresca e secca, è stata effettuata un'ampia caratterizzazione chimica e biochimica del materiale fogliare comprendente l'analisi di macro e microelementi (ICP-MS/MP-AES), pigmenti fotosintetici, fenoli, zuccheri, osmoliti e glucosinolati (metodi spettrofotometrici). I risultati permetteranno di quantificare la risposta morfofisiologica e metabolica della coltura alle diverse dosi di applicazione. I risultati non distruttivi hanno mostrato, nella maggioranza delle piante trattate, un aumento della funzionalità fogliare rispetto al controllo, con valori più elevati della fluorescenza della clorofilla *a* espressi come F_v/F_m e performance index (PI). L'obiettivo è dimostrare un impatto positivo degli estratti sull'accumulo di biomassa e sulla modulazione del profilo fitochimico della rucola, fornendo nuove evidenze scientifiche sul potenziale di questi preparati botanici nel migliorare la qualità nutrizionale delle colture orticole e nell'ottimizzare l'utilizzo di input agricoli.

Caratterizzazione produttiva e qualitativa di cultivar di rucola allevate in serra

Giuseppe Ramunno¹, Flavio Polito^{2,*}, Lorian Cardone¹, Donato Castronuovo², Michele Denora¹, Vincenzo De Feo², Vincenzo Candido¹

¹Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali, Alimentari e Ambientali, Università degli Studi della Basilicata, Potenza

²Dipartimento di Farmacia, Università degli Studi di Salerno, Fisciano

*fpolito@unisa.it

Parole chiave: *Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC., nitrati, colore, polifenoli, antiossidanti.

La rucola selvatica è un ortaggio di grande interesse nel settore delle *baby leaf* la cui scelta cultivarietale gioca un ruolo determinante per l'ottenimento di produzioni di elevata qualità. Tuttavia, risultano limitati i lavori scientifici che confrontano cultivar di recente costituzione su produzione, morfologia e aspetti qualitativi e nutraceutici della brassicacea. In questo studio sono state confrontate quattro cultivar ('Karina F1', 'Rafilù', 'Sele F1' e 'Naturelle') di *Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC. coltivate in serra fredda, valutandone i parametri morfo-produttivi, qualitativi e nutraceutici in cinque raccolte successive. I risultati ottenuti hanno mostrato differenze significative tra le cultivar. In particolare, 'Rafilù' ha espresso la più alta produzione totale (2,52 kg m⁻²), 'Karina F1' ha mostrato la migliore qualità colorimetrica mentre 'Sele F1' ha presentato la minore quantità di prodotto di scarto e la maggiore frastagliatura fogliare. Anche sotto il profilo nutraceutico, valutato mediante determinazione dei polifenoli totali e dell'attività antiossidante (DPPH), si è registrata un'influenza delle cultivar, con 'Karina F1' e 'Sele F1' che hanno espresso i più alti livelli di polifenoli e attività antiossidante. L'analisi del contenuto di nitrati ha evidenziato una marcata variabilità tra le cultivar nel corso delle raccolte. 'Karina F1' ha mostrato una maggiore stabilità e un contenuto di nitrati più basso nelle prime raccolte mentre 'Rafilù' e 'Naturelle' hanno registrato, soprattutto nelle raccolte effettuate in pieno inverno, i valori più elevati. Le condizioni ambientali, in particolare il calo termico e la ridotta radiazione solare nel periodo invernale, hanno influenzato le *performance* produttive, qualitative e l'accumulo di nitrati, evidenziando un diverso comportamento delle cultivar. Lo studio fornisce informazioni utili alla scelta cultivarietale orientata alle esigenze del mercato delle *baby leaf*, individuando in 'Karina F1' la cultivar più equilibrata, in 'Rafilù' la più produttiva e in 'Sele F1' l'opzione ottimale per produzioni a maggior valore nutrizionale ed estetico.

Prospettive di domesticazione del boccione maggiore (*Urospermum dalechampii*) come nuova coltura orticola

Massimiliano Renna*, Luigia Mandriota

Dipartimento di Scienze del suolo, della Pianta e degli Alimenti, Università degli Studi di Bari Aldo Moro, Bari

*massimiliano.renna@uniba.it

Parole chiave: Agro-biodiversità, alimenti funzionali, *Asteraceae*, fuori suolo, orticoltura sostenibile

Le specie eduli spontanee rappresentano una risorsa sottoutilizzata per incrementare l'agrobiodiversità e promuovere sistemi alimentari più sostenibili. Il boccione maggiore (*Urospermum dalechampii* (L.) Scop. ex F.W.Schmidt) è una specie afferente alla famiglia delle *Asteraceae*, presente nel bacino del Mediterraneo e ampiamente utilizzata nelle cucine locali, ma marginale nell'orticoltura moderna. Il presente contributo fornisce una panoramica delle attuali conoscenze sulla composizione nutrizionale, il profilo fitochimico, le attività biologiche e il potenziale agronomico di questa specie. Le evidenze disponibili indicano che *U. dalechampii* contiene quantità significative di carboidrati, fibre e minerali essenziali, un peculiare profilo di acidi grassi e un'ampia gamma di composti fenolici e terpenoidi associati ad attività antiossidanti, antinfiammatorie e antimicrobiche. Prove di coltivazione con sistemi fuori suolo evidenziano la fattibilità di una sua domesticazione e coltivazione intensiva. Tuttavia, nonostante questi punti di forza, la letteratura scientifica rimane frammentata e diverse lacune nella ricerca limitano l'immediata commercializzazione: in particolare, l'assenza di protocolli agronomici standardizzati, informazioni limitate sulla gestione post-raccolta, nonché potenziali vincoli di mercato legati allo spiccato gusto amaro e alla variabilità della qualità del prodotto. Colmare queste lacune richiederà studi agronomici, fitochimici e socioeconomici coordinati, combinati con strategie di conservazione del germoplasma per evitare l'erosione genetica. Nel complesso, *U. dalechampii* si presenta come un candidato promettente per l'orticoltura sostenibile e lo sviluppo di alimenti funzionali.

Navigando nel futuro, esplorando i progressi tecnologici e le tendenze emergenti del florovivaismo sostenibile

Daniela Romano

Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente, Università degli Studi di Catania
daniela.romano@unict.it

Parole chiave: biodiversità, cambiamenti climatici, innovazioni tecnologiche, servizi ecosistemici, verde urbano, vivaismo ornamentale

Il settore floricolo si trova ad affrontare sfide importanti che dipendono da requisiti normativi in materia di tutela ambientale e da carenze di manodopera, che stanno spingendo gli investimenti nei confronti dell'automazione. I fattori chiave e le tendenze per il futuro sembrano dominati da istanze etiche (ambienti di lavoro sicuri, uso ridotto di sostanze chimiche) e dalla crescente domanda di pratiche ecocompatibili (LED a basso consumo energetico, serre alimentate a energia solare e sistemi di irrigazione automatizzati per ridurre l'impatto ambientale); sul piano genetico i progressi nell'editing genomico consentono lo sviluppo di caratteristiche vegetali superiori, come colore, profumo e durata in vaso migliorati, per ottenere piante che richiedano meno input e siano più resistenti a parassiti e malattie. Il settore del vivaismo ornamentale, invece, che in Italia è ormai diventato preponderante sia in termini di superficie che di fatturato, si trova davanti alla sfida rappresentata dall'esigenza di aumentare gli spazi verdi urbani. Anche in questo caso istanze normative e crescente sensibilità ecologica rappresentano i motori dell'innovazione. Le aree urbane si trovano ad affrontare sfide senza precedenti a causa dei cambiamenti climatici, della perdita di biodiversità e della rapida crescita demografica. In questo contesto, le sistemazioni a verde assumono un ruolo chiave nel migliorare la resilienza e la vivibilità urbana, contribuendo alla mitigazione dell'isola di calore, all'incremento della biodiversità e al miglioramento della qualità ambientale, arricchendo al contempo l'identità visiva e culturale delle città. La ricerca si orienta sempre più nell'individuazione di specie ornamentali adattabili al clima, nell'impiego di innovazioni tecnologiche (IoT, IA, biotecnologie) per la cura e manutenzione del verde, nello sviluppo di nuove infrastrutture verdi, come giardini verticali, tetti verdi, rain garden. Tutto ciò comporta modifiche sostanziali nel quadro biologico di riferimento delle piante ornamentali, che devono essere sempre più resilienti, e nell'individuazione di pratiche colturali innovative, inclusi i sistemi di irrigazione intelligenti e di monitoraggio basati su sensori, per potere contribuire a costruire le città del futuro.

Autoctone o alloctone, spontanee o coltivate: quale soluzione per aumentare la sostenibilità degli spazi a verde?

Daniela Romano¹, Stefania Toscano², Francesca Bretzel³

¹ *Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente, Università degli Studi di Catania, Catania*

² *Dipartimento di Scienze Veterinarie, Università degli Studi di Messina, Messina*

³ *Istituto di Ricerca sugli Ecosistemi Terrestri, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Pisa*

* dromano@unict.it

Parole chiave: ambiente urbano, Nature-based Solutions (NbS), biodiversità, servizi ecosistemici

L'urbanizzazione comporta notevoli alterazioni delle condizioni naturali preesistenti, con la conseguente scomparsa di habitat idonei a molte specie vegetali e animali e il contemporaneo arrivo di specie generaliste, contribuendo all'omogeneizzazione ambientale. Le città sono suscettibili alla colonizzazione da parte di molti tipi di specie vegetali, disperse intenzionalmente o meno dal passaggio di mezzi, persone, animali. Anche i vettori abiotici, come il vento e l'acqua, contribuiscono alla composizione delle associazioni vegetali urbane. Negli impianti degli spazi a verde urbani, si sta sostituendo alle tradizionali piante ornamentali, spesso esotiche, la scelta di piante autoctone, ritenute in grado tollerare meglio le condizioni ambientali locali, talvolta subottimali, e perciò di svolgere meglio importanti servizi ecosistemici. Nelle aree indisturbate – siti industriali dismessi, lotti marginali, bordi strada, tetti verdi estensivi, muri ecc. – si insediano sovente delle piante spontanee, in grado di naturalizzarsi. L'atteggiamento nei confronti di queste piante è di profonda diffidenza perché sono ritenute “erbacce” invasive. La relazione in questo contesto vuole definire dal punto di vista del funzionamento ecologico, in maniera oggettiva e scevra da pregiudizi, i pro e i contro delle specie autoctone e alloctone ornamentali coltivate e spontanee in ambiente urbano. La selezione delle specie più idonee o delle associazioni vegetali appare poi funzionale per introdurre in ambito urbano le Nature-based Solutions (NbS), sempre più adottate per risolvere alcuni problemi ambientali. Infine, si intende analizzare il contributo delle diverse tipologie di piante, nell'ambito della grande biodiversità che caratterizza l'ambiente mediterraneo, per migliorare i servizi ecosistemici della vegetazione e la sostenibilità degli spazi a verde urbani.

Influenza di diversi biostimolanti sulla risposta dell'origano cubano allo stress idrico

Luca Leotta¹, Fabio Scotto Di Covella², Agnese Carchiolo¹, Stefania Toscano³, Antonio Ferrante², Daniela Romano^{1,*}

¹Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente, Università di Catania, Catania

²Istituto di Produzioni Vegetali, Scuola Superiore Sant'Anna, Pisa

³Dipartimento di Scienze Veterinarie, Università di Messina, Messina

*dromano@unict.it

Parole chiave: piante ornamentali, *Coleus amboinicus* Lour., parametri morfo-biometrici, scambi gassosi

I biostimolanti possono rappresentare un'ideale strategia per superare gli stress abiotici, qual è il caso di quello idrico, piuttosto presente nell'ambiente mediterraneo. Come biostimolanti possono essere anche utilizzati materiali, ottenuti da macerazione di piante ad azione officinale, qual è il caso del finocchio di mare (*Crithmum maritimum* L.). In quest'ambito la presente prova ha avuto l'obiettivo di analizzare la risposta dell'origano cubano (*Coleus amboinicus* Lour.), pianta ornamentale dal gradevole profumo e vistosa fioritura invernale, sottoposta a un regime limitante (50% dell'evapotraspirato misurato con metodo gravimetrico) e trattata con dosi e modalità di estrazione diverse di foglie di finocchio marino. Per comprendere il contributo di questi trattamenti sono state utilizzate, come controllo, piante mantenute in regime idrico non limitante (100% dell'evapotraspirato). I trattamenti prevedevano due metodi di estrazione (macerazione in acqua per ottenere l'estratto acquoso WE ed estrazione alcolica con etanolo al 96% e metanolo al 4%, AE; l'estratto alcolico è stato portato a secco e risospeso in acqua) e diverse concentrazioni: 50%WC-AE 0.25 mL/L; 50%WC-AE 1.25 mL/L; 50%WC-AE 2.5 mL/L; 50%WC-WE 1 mL/L; 50%WC-WE 5 mL/L; 50%WC-WE 10 mL/L. Durante il corso della prova sono stati registrati scambi gassosi e indice SPAD. Alla fine della prova sono stati determinati i parametri morfo-biometrici. Il deficit idrico (50%WC) ha ridotto significativamente la biomassa totale e i principali parametri di crescita rispetto al controllo (100% WC), con una riduzione del 48 % della biomassa secca totale e una significativa riduzione dell'area fogliare e del numero di foglie. L'applicazione degli estratti ha attenuato questi effetti negativi, soprattutto con l'estratto AE a 2,5 mL/L, che ha determinato valori vicini al 100% WC. Gli estratti acquosi hanno mostrato un effetto positivo ma più contenuto rispetto ad AE. Gli scambi gassosi si sono ridotti per le piante sottoposte a stress idrico (50%WC), mentre gli estratti alcolici hanno contribuito a sostenere l'attività fotosintetica e la regolazione stomatica sotto stress idrico.

Questa ricerca è stata finanziata dal Ministero dell'Agricoltura, della Sovranità Alimentare e delle Foreste (MASAF), progetto "Uso di composti BIOattivi di origine naturale per una produzione ECosostenibile di piante OFFicinali – BIOECOF", D.D. 660383 - 16/12/2024

Strategie sostenibili di disinfestazione del suolo modulano in modo differenziato la resa e la qualità nutrizionale di colture consecutive di lattuga

Antonietta Mirabella¹, Michele Ciriello¹, Luana Izzo², Youssef Roupheal^{1,*}, Christophe El-Nakhel¹

¹Dipartimento di Agraria, Università di Napoli Federico II, Portici

²Dipartimento di Farmacia, Università di Napoli Federico II, Napoli

*youssef.rouphael@unina.it

Parole chiave: Ammendanti organici; Glucosinolati; Fenoli; Metabolismo dei nitrati; Ecologia della rizosfera; Microrganismi benefici.

Nella produzione intensiva di ortaggi a foglia, le crescenti restrizioni sull'uso di fumiganti sintetici per il terreno evidenziano la necessità di alternative sostenibili. Questo studio ha valutato quattro strategie non chimiche – solarizzazione (SOL), disinfezione anaerobica del suolo (ASD), biofumigazione (BF) e controllo biologico con *Trichoderma spp.* (T.) – sulla resa e sulla qualità di due colture consecutive di lattuga coltivate in serra. In entrambi i cicli, la BF ha costantemente prodotto la resa più elevata, con un aumento fino al 53% nella lattuga bionda e al 44% in quella rossa, mentre T. ha mostrato effetti residui di promozione della resa nella seconda coltura. Al contrario, SOL e ASD hanno fornito benefici limitati o incostanti. La BF ha anche aumentato l'accumulo di flavonoidi nella lattuga bionda, suggerendo una stimolazione del metabolismo secondario con potenziali effetti nutrizionali. La composizione minerale è stata fortemente influenzata dal trattamento e dalla cultivar: l'ASD ha aumentato significativamente i nitrati nella lattuga bionda a livelli superiori alle soglie di sicurezza dell'UE, mentre T. li ha ridotti notevolmente. La lattuga rossa ha accumulato quasi il doppio degli acidi fenolici rispetto alla lattuga bionda, indipendentemente dal trattamento, confermando un effetto genotipo-dipendente. Nel complesso, BF e T. si configurano come strategie di gestione del suolo promettenti e sostenibili dal punto di vista ambientale, in grado di migliorare sia la resa che la qualità nutrizionale degli ortaggi a foglia, sebbene l'efficacia del trattamento sia influenzata dal ciclo colturale e dalla cultivar.

Biopriming di seme di pomodoro (*Lycopersicum esculentum* L.) con estratti e derivati algali per la resistenza agli stress

Edoardo Salina^{1,*}, Hillary Righini², Stefano Cianchetta¹, Gianni Fila¹, Manuela Bagatta³, Pierluigi Burzi¹, Roberta Roberti², Stefania Galletti¹

¹CREA-Centro di Ricerca Agricoltura e Ambiente, Bologna

²Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-alimentari, Università di Bologna, Bologna

³CREA-Centro di Ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali, Bologna

*edoardo.salina@crea.gov.it

Parole chiave: *Arthrospira platensis*, Ficocianina, *Fusarium oxysporum*, *Jania adhaerens*, Spirulina

Le alghe sono impiegate in agricoltura principalmente come fertilizzanti o biostimolanti tramite applicazioni fogliari o radicali. Il progetto EXTRAFIT, finanziato dal MASAF, ha previsto la produzione di estratti algali “*solvent free*” dalla biomassa dell’alga rossa *Jania adhaerens* (JA) e della microalga *Arthrospira platensis* (spirulina, SP) per un utilizzo innovativo, come il biopriming del seme per l’induzione di resistenza sistemica verso stress biotici e abiotici. Per il biopriming, semi di pomodoro sono stati immersi negli estratti (16 h), quindi risciacquati e riessiccati prima della semina. Sono state confrontate in serra e in campo le seguenti tesi: i) estratto di JA; ii) estratto di SP; iii) liquido colturale esausto di SP (LC); iv) ficocianina (FI), ficobiliproteina purificata da SP; v) Vacciplant (VA), agrofarmaco a base di laminarina dell’alga bruna *Laminaria digitata*; vi) acqua (controllo). La biomassa di JA è stata fornita dall’Università di Las Palmas de Gran Canaria, mentre SP e i suoi derivati sono stati forniti da Micoperi Blue Growth. La prova in serra su terriccio infettato con *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* ha mostrato che tutte le tesi hanno protetto le piante, risultate di altezza, peso secco e sviluppo radicale maggiori rispetto al controllo infetto, sebbene VA abbia depresso lo sviluppo radicale. Le stesse tesi sono state saggiate in campo (4 ripetizioni × 10 piante). Nel primo anno (2025), caratterizzato da condizioni pedoclimatiche ottimali, non sono stati osservati effetti depressivi del biopriming né sullo sviluppo delle piante (altezza, LAI, biomassa finale), né sulla produzione, con rese di 2,4-3,5 kg di bacche mature per pianta, nonostante un effetto transitorio di riduzione dello sviluppo delle piantine in vivaio, osservato per le tesi JA, LC e VA. Inoltre, le caratteristiche qualitative della polpa (s.s.%, grado Brix e pH) hanno collocato il prodotto in una fascia commerciale medio-alta. La ripetizione della prova di campo è in corso.

Variabilità indotta dai metalli pesanti nell'assorbimento fogliare dei nutrienti e nei parametri fotosintetici dell'avocado (*Persea americana* Mill.) in suoli mediterranei: modellizzazione multivariata e probabilistica dei rischi di trasferimento suolo–pianta

Hatim Sanad ^{1,2,3,*}, Majda Oueld Lhaj ^{1,2,3}, Riccardo Spaccini ² e Latifa Mouhir ¹

¹Dipartimento di Ingegneria dei Processi e dell'Ambiente, Università Hassan II di Casablanca, Mohammedia, Marocco

²Dipartimento di Agraria, Università degli Studi di Napoli Federico II, Portici

³Unità di Ricerca su Ambiente e Conservazione delle Risorse Naturali, Istituto Nazionale di Ricerca Agronomica (INRA), Rabat, Marocco

*hatim.sanad99@gmail.com

Parole chiave: Bioaccumulo nei sistemi agroforestali, Stress abiotico da contaminanti, Interazioni suolo–pianta, Sicurezza alimentare e rischio ambientale, Simulazione Monte Carlo (MCS)

La contaminazione del suolo da metalli pesanti (HMs) rappresenta una minaccia significativa per la produttività agricola, la sicurezza alimentare e la salute degli ecosistemi, in particolare nelle regioni mediterranee caratterizzate da agricoltura intensiva. Questo studio ha analizzato l'influenza della contaminazione da HMs sull'assorbimento dei nutrienti, sulle caratteristiche fotosintetiche e sul bioaccumulo dei metalli in frutteti di avocado (*Persea americana* Mill.). Sono stati selezionati venti siti rappresentativi sulla base della loro importanza produttiva, della variabilità delle tessiture del suolo (sabbiose, franco-argillose e limose) e delle differenti pratiche di gestione agronomica (fertilizzazione, irrigazione e apporto di ammendanti organici), al fine di catturare l'eterogeneità delle condizioni pedo-ambientali regionali. Da ciascun sito sono stati raccolti campioni accoppiati di suolo e foglie mature. Sono state determinate le proprietà fisico-chimiche del suolo e le concentrazioni di metalli pesanti, mentre le foglie sono state analizzate per macronutrienti, micronutrienti, pigmenti fotosintetici e contenuti metallici. Sono stati calcolati i fattori di bioaccumulo (BAF) e applicate analisi statistiche multivariate, tra cui Analisi delle Componenti Principali (PCA), Analisi dei Cluster Gerarchici (HCA), Analisi Discriminante Lineare (LDA) e Regressione ai Minimi Quadrati Parziali (PLSR), per valutare le relazioni suolo–pianta. Tali approcci sono stati integrati con Simulazioni Monte Carlo (MCS) per quantificare i rischi probabilistici di contaminazione. I risultati hanno evidenziato una marcata variabilità tra i siti, con concentrazioni fogliari di Cadmio (Cd) e Piombo (Pb) pari rispettivamente a 0,92 e 3,54 mg/kg, e valori di BAF superiori a 1 in diversi frutteti. I modelli PLSR hanno mostrato un'elevata capacità predittiva per Cd ($R^2 = 0,789$) e Pb ($R^2 = 0,772$) a partire dai parametri del suolo. Le simulazioni Monte Carlo hanno indicato un superamento dei limiti di sicurezza FAO/WHO per Cd e Pb nel 15–25% dei casi. Questi risultati dimostrano che l'accumulo di metalli nel suolo altera significativamente l'equilibrio nutrizionale e l'efficienza fotosintetica dell'avocado, evidenziando la necessità urgente di monitoraggi sito-specifici e strategie sostenibili di gestione e risanamento nei sistemi agricoli contaminati.

‘Fleurstoria’: recupero e valorizzazione della biodiversità floricola italo-francese

Jacopo Volpi¹, Andrea C. Ruffinelli¹, Michela Montone^{1,2}, Claire Mignet³, Andrea Copetta¹, Michel Mallait², Barbara Ruffoni¹, Pauline Mayer², Marco Savona^{1*}

¹Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria, Centro di Ricerca Orticoltura e Florovivaismo, Sanremo

²Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali, Università di Pisa, Pisa

³Conservatoire Méditerranéen Partagé, Hyères-les-Palmiers, France

*marco.savona@crea.gov.it

Parole chiave: agrobiodiversità, varietà storiche, floricoltura, rilancio economico, sostenibilità

Il progetto Interreg ALCOTRA 2021–2027 ‘Fleurstoria’ nasce dalla collaborazione tra il CREA Centro di ricerca Orticoltura e Florovivaismo di Sanremo e il Conservatoire Méditerranéen Partagé (CMP) nel sud della Francia, istituzioni storicamente impegnate nello studio e nello sviluppo della floricoltura. Il carattere transfrontaliero del progetto riflette la lunga tradizione di scambi e interazioni che la floricoltura ha generato tra le due sponde della Riviera italo-francese. Obiettivo principale del progetto è la tutela, la conservazione e la valorizzazione della biodiversità floricola legata a specie storiche del territorio, promuovendo il recupero e la diffusione di questo patrimonio vegetale. Sono state censite 50 specie, selezionate in base alla loro presenza ed importanza storicamente documentata, alla necessità di conservazione ed al potenziale di un futuro rilancio economico nella zona della Riviera Ligure e della Costa Azzurra. Grazie ad un'approfondita ricerca storica ed etnobotanica, 10 specie floricole (*Anemone coronaria*, *Argyranthemum frutescens*, *Acacia dealbata*, *Tulipa clusiana*, *Dianthus caryophyllus*, *Rosa spp.*, *Chamelaucium uncinatum*, *Allium neapolitanum*, *Hyacinthus orientalis subsp. orientalis* e *Polianthes tuberosa*) sono state individuate come prioritarie per la regione transfrontaliera. Per le specie floricole prioritarie sono state realizzate schede tecniche, corredate di materiale fotografico, informazioni storico-culturali, morfologiche e genetiche, che sono parte integrante di un e-book consultabile e scaricabile dal sito del progetto (<https://fleurstoria.eu>).

Tra i prodotti è prevista, inoltre, l'individuazione di aree paesaggistiche in ambiente urbano che, una volta realizzate, garantiranno la conservazione *ex situ* e la valorizzazione delle specie storiche. Attraverso iniziative di divulgazione e sensibilizzazione rivolte a produttori (specialmente giovani), istituzioni e grande pubblico, ‘Fleurstoria’ mira a riportare queste specie al centro della vita locale, contribuendo alla tutela della biodiversità, alla valorizzazione del patrimonio floricolo e alla promozione dello sviluppo sostenibile del territorio.

Estrazione di composti bioattivi da *Borrigo officinalis* L.

Letizia Scarabattoli*, Anna Pugliese, Antonio Ferrante

Istituto di Produzioni Vegetali, Scuola Superiore Sant'Anna, Pisa

*letizia.scarabattoli@santannapisa.it

Parole chiave: borragine, decotto, idrolisi enzimatica, biostimolanti

La borragine (*Borrigo officinalis*L.) è una specie erbacea annuale appartenente alla famiglia delle *Boraginaceae*, ricca di composti bioattivi e utilizzata in farmacopea e nell'industria agroalimentare. Cresce in ambienti soleggiati e in terreni ricchi di sostanza organica, con un intervallo di pH compreso tra 4,5 e 8,2 (pH ottimale: 6,6) e a temperature tra 9 e 37 °C (temperatura ottimale: 23 °C). Diverse tecniche estrattive (macerazione, digestione, decotto, infusione) sono state impiegate per ottenere miscele di composti bioattivi, tra cui acidi fenolici, flavonoidi, antocianine e alcaloidi, estratti da differenti parti della pianta, caratterizzate da specifiche proprietà farmacologiche e attività biologiche. La crescente richiesta di estratti vegetali riguarda molteplici settori, tra cui quello alimentare e cosmetico. Particolare interesse è rivolto inoltre all'impiego degli estratti di origine vegetale in agricoltura, data la necessità di trovare soluzioni alternative e sostenibili volte ad aumentare la produttività delle colture, ridurre l'uso di fertilizzanti minerali e agrofarmaci e preservare le risorse naturali. Questo lavoro si propone di valutare l'efficacia di estratti acquosi di borragine ottenuti per estrazione a caldo a 100°C (bollitura) di fiori e foglie (rapporto materia prima:acqua 1:1, tempo di estrazione: 10 minuti). L'effetto biologico è stato valutato attraverso l'applicazione di due concentrazioni (3,0 – 6,0 mL L⁻¹) su rucola coltivata in camera di crescita, al fine di verificarne il potenziale come biostimolante. Gli estratti ottenuti saranno caratterizzati e analizzati in HPLC per determinarne il contenuto di composti bioattivi. In un'ottica di economia circolare, il residuo solido insolubile derivante dal processo di bollitura verrà essiccato e sottoposto a idrolisi enzimatica mediante l'impiego di enzimi (carboidrasi e proteasi) commerciali.

Ringraziamenti - Il Progetto BIOECOF “Uso di composti BIOattivi di origine naturale per una produzione ECosostenibile di piante Officinali”, finanziato dal MASAF con decreto n. 660383 del 16/12/2024

Sinergia tra radiazione UV-A e biostimolanti: ottimizzazione della performance produttiva e del profilo metabolico in lattuga rossa

Fabio Scotto di Covella^{1*}, Letizia Scarabattoli¹, Alice Trivellini², Antonio Ferrante¹

¹Istituto di Produzioni Vegetali, Scuola Superiore Sant'Anna, Pisa

²Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali, Università di Pisa, Pisa

*fabio.scottodicovella@santannapisa.it

Parole chiave: antociani, *Ecklonia maxima*, fenilpropanoidi, fluorescenza della clorofilla *a*, fotobiologia

Il *vertical farming* è una soluzione innovativa per massimizzare la produzione orticola in ambiente controllato (CEA), garantendo standard qualitativi elevati indipendentemente dalle condizioni ambientali. Tuttavia, l'elevato consumo energetico ed il frequente deficit nell'accumulo di pigmenti, quali gli antociani, indotto da spettri luminosi non sempre ottimali, rimangono delle criticità aperte nella produzione qualitativa. Il presente lavoro ha valutato l'efficacia dell'applicazione della radiazione UV-A in combinazione con l'uso di biostimolanti come strategia integrata per bilanciare produttività e metabolismo specializzato. Una cultivar di lattuga a foglia rossa (*Lactuca sativa* L. var. Salanova) è stata coltivata per 38 giorni. Sono stati confrontati due regimi luminosi: un controllo (80% rosso e 20% blu) e un trattamento arricchito con il 6% di UV-A (380 nm) per tutta la durata del fotoperiodo (16 h), con entrambi i trattamenti che hanno ricevuto un PFD di circa 130 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Per mitigare i possibili effetti fotomorfogenetici negativi sulla crescita, sono stati effettuati due trattamenti fogliari a base di estratto dell'alga bruna *Ecklonia maxima*. I risultati indicano che l'integrazione di UV-A ha stimolato significativamente la via dei fenilpropanoidi, incrementando la biosintesi di antocianine. Tuttavia, la sola radiazione UV-A ha indotto una contrazione della biomassa rispetto al controllo. L'applicazione del biostimolante ha agito compensando la riduzione di biomassa ed incrementando i livelli di pigmentazione indotti dalla radiazione UV-A. Inoltre, le piante trattate con biostimolante hanno riportato una maggior superficie fogliare sia in lunghezza che in larghezza. Le analisi della fluorescenza della clorofilla *a* (F_v/F_m) mostrano un buono stato di salute fisiologica, indicando un miglioramento della resilienza della coltura allo stress radiativo indotto dal biostimolante. In conclusione, lo studio dimostra come la combinazione tra modulazione spettrale e biostimolazione algale permetta di ottenere ortaggi funzionali ad alto valore aggiunto, ottimizzando il compromesso tra qualità e resa commerciale nei sistemi di agricoltura verticale.

Effetto del livello di azoto sulle caratteristiche morfologiche e produttive della borragine (*Borago officinalis* L.)

Lucrezia Sergio¹, Vincenzo Candido^{2,*}, Vito Cantore¹, Francesca Casella¹, Francesca Boari¹

¹*Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari, Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR-ISPA), Bari*

²*Dipartimento dei Sistemi Colturali, Forestali, Alimentari e Ambientali, Università degli Studi della Basilicata, Potenza*

*vincenzo.candido@unibas.it

Parole chiave: concimazione azotata, epoca di raccolta, produzione, caratteri morfologici.

La borragine è una specie edule spontanea d'interesse orticolo per l'elevata produzione fogliare ed il suo valore nutraceutico. È elevato il contenuto di vitamine (A, B2, B3) e minerali (potassio, calcio, magnesio, ferro), oltre che di polifenoli. Nell'ambito del progetto Bo.Bio.Ga., finanziato dal PSR della Regione Puglia, è stata realizzata una ricerca volta a studiare le caratteristiche morfologiche e produttive della borragine coltivata in pien'aria, in relazione al livello di azoto somministrato e all'età delle piante alla raccolta. Sono stati confrontati 3 livelli di concimazione azotata (0, 100 e 200 kg N ha⁻¹, indicati rispettivamente N₀, N₁₀₀ e N₂₀₀). Le piantine sono state ottenute utilizzando semi raccolti da piante spontanee in prossimità del Parco Nazionale dell'Alta Murgia in Puglia. Il trapianto è stato effettuato il 9/10/2022 con una densità di 10 piante m⁻². La raccolta e il rilievo dei principali parametri morfologici e produttivi sono stati eseguiti il 5/12/2022 e il 6/5/2023. Nella prima raccolta la produzione è aumentata del 34% in N₁₀₀ (1,4 kg m⁻²) e del 70% in N₂₀₀ (1,7 kg m⁻²) rispetto a N₀ (1,0 kg m⁻²). La produzione della seconda raccolta è stata del 73% maggiore di quella ottenuta nella prima raccolta, con una risposta al livello di azoto fornito simile alla prima raccolta. La concimazione, in entrambe le raccolte, ha determinato anche l'aumento del peso medio delle piante e delle dimensioni delle foglie. Entrambi questi parametri risultano comunque più elevati nella seconda raccolta. La dose più elevata di azoto ha ridotto la percentuale di sostanza secca sia nella prima (-11%) che nella seconda raccolta (-7%). I risultati di questa prova sembrano contraddire la letteratura, avendo indicato un effetto positivo e dose-dipendente dell'applicazione di azoto sulle componenti produttive e una produzione aumentata in modo significativo nella seconda epoca di raccolta. La ricerca può fornire un contributo nella comprensione del ruolo dell'azoto nella gestione agronomica della borragine.

Radicchio di Treviso e marciume del colletto: approfondimento fitosanitario nell'ambito del progetto TREVISO-PRO

Giovanna Serratore¹, Giorgia Maran², Marija Stipic¹, Francesco Mattia Laddaga³, Eliana Dell'Olmo¹, Giovanni Ragosta¹, Ilaria Alberti², Massimo Zaccardelli¹, Luca Michieletto⁴, Loredana Sigillo^{1,*}

¹CREA, Orticoltura e Florovivaismo, Pontecagnano Faiano

²CREA, cerealicoltura e colture industriali, Rovigo

³UNIBO, DISTAL, Bologna

⁴Consorzio tutela Radicchio Rosso di Treviso IGP e Radicchio Variegato di Castelfranco IGP, Zero Branco

*loredana.sigillo@crea.gov.it

Parole chiave: *Dickeya*, marciume molle, *Plectosphaerella*, *Fusarium* spp., *Pectobacterium*

In Veneto, la cicoria a foglia colorata (radicchio) costituisce una delle principali colture orticole e di maggiore pregio, con una superficie coltivata di circa 7000 ha. Nella provincia di Treviso, le tipologie più diffuse sono Treviso tardivo, precoce e Variegato di Castelfranco. I cambiamenti climatici, soprattutto l'elevata siccità e l'aumento delle temperature, generano condizioni di stress che favoriscono l'inasprimento di alcune malattie. Il progetto TREVISO-Pro ha l'obiettivo di individuare soluzioni sostenibili per incrementare la resilienza della coltivazione, partendo dal monitoraggio fitosanitario a inizio sperimentazione. Dal 2023 al 2025, campioni di radicchio con sintomi di marciume del colletto sono stati raccolti e sottoposti ad analisi fitosanitarie approfondite. I risultati hanno evidenziato la presenza di *Dickeya* e *Pectobacterium* (ex *Erwinia*), agenti di marciumi molli che, a seguito degli esiti del test del *Potato rot*, hanno evidenziato differenze nella presenza ed entità dell'azione pectolitica. Le identificazioni molecolari ascrivono il 31 % dei ceppi a *D. chrysanthemi*, il 9% a *D. dianthicola*, il 4% a *P. brasiliense*, il 2% a *D. zeae* e *D. rhapontici*. I restanti isolati appartengono ai generi *Pseudomonas*, *Enterobacter*, *Microbacterium* e *Acinetobacter* e alla specie *Lelliottia amnigena*, il cui ruolo nei marciumi osservati in campo è in fase di studio. Per quanto riguarda le micosi, osservazioni in campo hanno rilevato la presenza di *Sclerotinia sclerotiorum* mentre gli approfondimenti molecolari hanno evidenziato la presenza del genere *Plectosphaerella* e del Complesso *Fusarium oxysporum* (FOSC); isolati con minore frequenza, ceppi afferenti al genere *Stagonosporopsis* e alla specie *Rhizoctonia solani*. I risultati ottenuti rappresentano il primo studio sistematico e con approfondimenti molecolari dello stato fitosanitario del radicchio di Treviso e dimostrano l'importanza di affiancare alla diagnosi di campo una diagnosi analitica, fondamentale per l'implementazione di strategie di lotta efficaci e sostenibili e per una corretta gestione fitosanitaria che tuteli l'agrobiodiversità locale.

Importanza degli insetti impollinatori per impollinazione e produzione di frutti e semente di meloni immaturi (*Cucumis melo* L.)

Annalisa Somma*, Maria Grazia Mastronardi, Beniamino Leoni, Giovanni Tamburini, Pietro Santamaria

Dipartimento di Scienze della Pianta del Suolo e degli Alimenti, Università degli Studi di Bari Aldo Moro, Bari

*annalisa.somma@uniba.it

Parole chiave: varietà locale, semente, germinabilità, esclusione, allegagione

Le varietà locali di melone (*Cucumis melo* L.) a frutto immaturo stanno guadagnando crescente interesse economico e commerciale a livello locale, nazionale e internazionale. Tuttavia, non si conosce l'effettivo contributo di insetti impollinatori su allegagione, parametri produttivo-qualitativi di frutti e semente. Nove varietà locali pugliesi a espressione sessuale andromonoica (macrogruppi "Carosello", "Barattiere", "Meloncella") sono state allevate in pien'aria secondo le pratiche locali, in assenza di arnie, con suddivisione del campo in blocchi randomizzati con quattro repliche. I fiori sono stati caratterizzati per biometria, colore e distribuzione, tasso di visita di Apoidei (*Apis mellifera* L. e api solitarie). Settimanalmente, i pronubi sono stati esclusi da una parte di fiori ermafroditi attraverso insacchettamento del fiore prima dell'antesi. Tasso di allegagione, stima produttiva, proprietà commerciali dei frutti a maturità fisiologica, numero di semi totali (pieni e vuoti), peso dei mille semi, parametri di germinabilità in condizioni standard ISTA (International Seed Testing Association) sono stati rilevati per confrontare l'effetto di autoimpollinazione (AI) e impollinazione entomofila (IE). Le varietà si sono diversificate per tasso di visita degli impollinatori, tutte hanno prodotto frutti per IE, ma solo le varietà di "Meloncella" e "Carosello" anche per AI. Il tipo di impollinazione non ha influenzato la qualità commerciale del frutto immaturo (idoneo al consumo). A maturità fisiologica, tutti i frutti AI sono risultati di pezzatura ridotta, con basso numero di semi totali e semi pieni rispetto ai frutti IE, con differenze a livello varietale. Tuttavia, i semi da AI hanno presentato germinabilità e indice di germinazione mediamente maggiori o uguali a IE, soprattutto in varietà "Meloncella". In conclusione, i pronubi risultano essenziali per massimizzare la produzione di semente di meloni locali e per migliorare la produzione di meloni immaturi, soprattutto per Barattiere. Ciò suggerisce la loro imprescindibilità in ambiente protetto, da verificare con ulteriori studi.

Prime esperienze di coltivazione di tre specie di *Physalis* di interesse alimentare

Sebastian Soppelsa*, Michael Gasser, Massimo Zago

Centro di Sperimentazione Laimburg - Gruppo Piccoli Frutti, Drupacee e Frutta a Guscio, Bolzano

*sebastian.soppelsa@laimburg.it

Parole chiave: *Solanaceae*, alchechengi, tomatillo, colture alternative

Il genere *Physalis*, appartenente alla famiglia delle *Solanaceae*, comprende diverse specie di interesse alimentare che potrebbero rappresentare una valida opportunità di diversificazione agricola. Il presente studio ha valutato l'adattabilità di tre specie di *Physalis*: *Physalis ixocarpa* cv. Aurora (tomatillo, *Mexican husk* tomato), *Physalis peruviana* cv. Little (Big) Buddha (alchechengi, Cape gooseberry) e *Physalis pruinosa* cv. Preciosa (ciliegia di terra, ground cherry), coltivate in fuori suolo in due differenti ambienti di coltivazione: serra e pieno campo. La prova sperimentale è stata condotta nel fondovalle altoatesino, precisamente presso il Centro di Sperimentazione Laimburg (prov. Bolzano, quota: 224 m s.l.m.). Nel corso della stagione 2025, le piante sono state gestite in assenza di trattamenti fitosanitari, con monitoraggio di parametri vegetativi, produttivi e qualitativi dei frutti. I risultati hanno messo in evidenza differenze significative tra le specie e gli ambienti di coltivazione. La produzione media per pianta è risultata compresa tra 0,5 e 2,5 kg, con valori più elevati osservati in *P. ixocarpa*. Per quanto riguarda la qualità dei frutti, il peso medio è risultato pari a 2 g per *P. pruinosa*, 10 g per *P. peruviana* e 25 g per *P. ixocarpa*. Il contenuto in solidi solubili totali è risultato compreso tra 7 a 15 °Brix, con valori massimi registrati in *P. peruviana*. In sintesi, da questa prima esperienza è emerso che *P. ixocarpa* presenta criticità agronomiche, difficoltà di allegagione e fisiopatie dei frutti riconducibili a marciume apicale. *P. pruinosa* ha prodotto un elevato numero di frutti per pianta, ma di pezzatura ridotta tale da limitare l'interesse commerciale. Al contrario, *P. peruviana* ha prodotto frutti di buona pezzatura e con proprietà qualitative rilevanti, confermandosi la specie più promettente. Questi risultati suggeriscono che il genere *Physalis* potrebbe rappresentare una coltura alternativa interessante per la diversificazione delle produzioni ortofrutticole.

Influenza della biodegradabilità e della colorazione dei teli pacciamanti su suolo e piante

Sebastian Soppelsa*, Michael Gasser, Massimo Zago

Centro di Sperimentazione Laimburg - Gruppo Piccoli Frutti, Drupacee e Frutta a Guscio, Bolzano

*sebastian.soppelsa@laimburg.it

Parole chiave: *Fragaria*×*ananassa*, sostenibilità ambientale, repellenza, temperatura suolo, ambiente alpino.

Nella fragolicoltura intensiva, l'utilizzo di materiali plastici è diffuso durante le fasi colturali. Tuttavia, mentre le coperture dei tunnel, essendo dispositivi pluriennali, giustificano il loro impiego, i teli pacciamanti presentano una durata limitata (annuale o biennale), legata all'adozione di pratiche volte a ridurre la stanchezza del suolo tra i cicli produttivi. La loro sostituzione periodica comporta costi economici e impatti ambientali legati allo smaltimento. Inoltre, la colorazione dei teli può influenzare l'impatto visivo sul paesaggio, soprattutto in aree ad elevata vocazione turistica. La prova è stata condotta in pieno campo in Val Martello (1.361 m s.l.m.), una valle dell'Alto Adige caratterizzata da un clima tipicamente montano-alpino e specializzata nella coltivazione di fragole. Il disegno sperimentale ha incluso testimoni convenzionali (polietilene nero e bianco), teli biodegradabili in juta e canapa, e la tradizionale pacciamatura in paglia. Per valutare la compatibilità paesaggistica sono state incluse varianti in feltro sintetico marrone e polietilene trasparente. Mantenendo costante il materiale di impianto, rappresentato dalle piante di fragola 'Falco', sono previste osservazioni pluriennali su stato conservazione dei teli, temperatura e umidità del suolo, fenologia e accrescimento delle piante, resa e qualità dei frutti, potenziale effetto repellente verso fitofagi (incluso anche una variante riflettente color argento) e analisi costi-benefici. Dai risultati preliminari del primo e secondo anno di sperimentazione (2024 e 2025) emerge che i teli pacciamanti biodegradabili presentano performance comparabili a quelle dei tradizionali teli in polietilene. Gli anni successivi potranno fornire ulteriori elementi per una valutazione più completa.

Risposta e recupero fisiologico di piante di *Epipremnum aureum* (Linden & André) G.S. Bunting sottoposte a diversi livelli di deficit idrico

Stefania Stelluti^{*,1}, Adriana Chiabotto¹, Walter Gaino¹ e Valentina Scariot¹

¹ Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, Università di Torino, Grugliasco

* stefania.stelluti@unito.it

Parole chiave: pothos, contenuto idrico relativo, contenuto idrico fogliare, efficienza d'uso dell'acqua, fluorescenza clorofilliana

Nel settore delle piante ornamentali, l'irrigazione è spesso empirica, con rischi di sprechi e lisciviazione dei nutrienti. Per ottimizzare l'uso dell'acqua nella coltivazione delle piante da interno, questo studio ha analizzato le risposte allo stress idrico di *Epipremnum aureum* (Linden & André) G.S. Bunting (pothos), apprezzato per le foglie variegata e le basse esigenze di manutenzione. Le piante sono state coltivate in vaso con 0,3 L di perlite, irrigate al giorno 0 e sottoposte a deficit idrico. Il recupero è stato valutato dopo una o due settimane di stress, seguite da cinque giorni di re-irrigazione. Sono stati monitorati il contenuto idrico del substrato (VWC) e parametri fisiologici e morfologici: contenuto idrico relativo (RWC), contenuto idrico fogliare (LWC), conduttanza stomatica (gs), fotosintesi netta (A), traspirazione (E), efficienza d'uso dell'acqua (WUE), fluorescenza della clorofilla (Φ PSII, ETR), clorofilla totale (Chl), SPAD e area fogliare (LA). I valori delle piante re-irrigate sono stati confrontati con quelli di piante sottoposte a stress continuo e di piante controllo ben irrigate, entrambi rilevati nello stesso giorno di misura, e con i valori delle piante stressate prima della re-irrigazione. Dopo una settimana di deficit, la re-irrigazione ha consentito il recupero completo di LWC (91.9%, media) e dei parametri fisiologici (gs 86,1 mmol/m²s, E 2,1 mmol/m²s, A 3,5 μ mol/m²s, WUE 1,6 μ molCO₂/mmolH₂O, Φ PSII 0,7 ed ETR 27,9) e il recupero parziale di RWC (88,5%) e LA (1759,4 cm²). Dopo due settimane, il recupero è stato inferiore (LWC=89,9%, gs=45,9 mmol/m²s, E=1,1 mmol/m²s, RWC = 73,8%, A= 1,7 μ mol/m²s) e WUE =1,0 μ molCO₂/mmolH₂O); in particolare LA (1066,0 cm²) ha avuto una riduzione irreversibile. Il parametro RWC si conferma un buon indicatore dello stato idrico, ma la sua natura distruttiva ne limita l'uso. Sono in corso studi per validare l'indice multispettrale NDVI come proxy rapido e non distruttivo dello stress idrico.

Ottimizzazione dell'irrigazione in serra nel pomodoro fuori suolo mediante un sistema di controllo lisimetrico

Stefania Toscano*, Aurora Maio, Tommaso La Malfa, Francesca Calderone, Elisa Bonanno, Sofia Paternò, Fabio Gresta

Dipartimento di Scienze Veterinarie, Università di Messina, Messina

*stefania.toscano@unime.it

Parole chiave: irrigazione di precisione, pomodoro, fuori suolo, produzione sostenibile

La gestione efficiente dell'acqua rappresenta una sfida cruciale per l'orticoltura in serra, in particolare negli ambienti mediterranei, dove la crescente carenza di risorse idriche rende necessaria l'adozione di tecnologie di irrigazione di precisione. Nell'ambito del progetto Sun2Fork, è stato sviluppato e applicato un sistema innovativo di irrigazione automatica per la coltivazione fuori suolo. La frequenza irrigua è stata regolata mediante un sistema lisimetrico in grado di monitorare continuamente lo stato idrico della coltura e di attivare automaticamente l'irrigazione quando il contenuto idrico del substrato scende al di sotto di una soglia critica predefinita, ritenuta ottimale per l'assorbimento dell'acqua da parte della pianta. La prova sperimentale è stata condotta in serra fredda situata a Milazzo (Messina, Italia), utilizzando piante di *Solanum lycopersicum* L. cv. Proxy F1 coltivate su substrato di fibra di cocco. Sono state messe a confronto due strategie irrigue: (i) un sistema tradizionale basato su timer (TS) e (ii) un sistema automatico dinamico (AS). In entrambi i trattamenti è stato impiegato un impianto di irrigazione a goccia con gocciolatori a microportata autocompensanti, alimentato con la medesima soluzione nutritiva. I frutti sono stati raccolti a maturazione commerciale dal primo all'ottavo palco e successivamente classificati come commerciabili o non commerciabili. I risultati preliminari hanno evidenziato prestazioni superiori del sistema AS rispetto al sistema TS, con un numero totale di frutti più elevato (104 vs 91 frutti pianta⁻¹), un numero maggiore di frutti commerciabili (100 vs 90 frutti pianta⁻¹) e una produzione totale superiore (3484 vs 2835 g pianta⁻¹). Questi risultati indicano il potenziale del sistema automatico dinamico nel migliorare la precisione della gestione irrigua nei sistemi idroponici. Nel complesso, lo studio fornisce indicazioni utili per lo sviluppo di strategie di irrigazione più accurate ed efficienti a supporto di sistemi di produzione in serra più sostenibili per l'orticoltura mediterranea.

Questa ricerca è stata finanziata finanziato dal Ministero dell'Università e della Ricerca Italiano nell'ambito del programma Horizon Europe Partnership for Research and Innovation in the Mediterranean Area (PRIMA) dell'UE (CUP J43C24000250008) Progetto Sustainable greenhouse farming systems: from sun to fork (Sun2Fork)

Risposta della lattuga al deficit idrico e all'impiego di un polimero superassorbente: effetti su resa e qualità

Stefania Toscano*, Aurora Maio, Tommaso La Malfa, Francesca Calderone, Elisa Bonanno, Sofia Paternò, Fabio Gresta

Dipartimento di Scienze Veterinarie, Università di Messina, Messina

*stefania.toscano@unime.it

Parole chiave: Deficit idrico, *hydrogel*, parametri morfo-biometrici, produzione, *Water Productivity*

La crescente carenza di risorse idriche sta limitando la produzione orticola, in particolare negli ambienti mediterranei, rendendo sempre più necessarie strategie in grado di migliorare la produttività idrica delle colture. In questo studio sono stati valutati gli effetti di quattro volumi irrigui (100%, 75%, 50% e 25% della capacità idrica del vaso, WC) e di tre dosi di un polimero superassorbente biodegradabile derivato da alghe (SAP) (controllo, D1: 0,1 g L⁻¹ e D2: 0,2 g L⁻¹) su lattuga coltivata in vaso. Il volume irriguo ha influenzato significativamente tutti i parametri morfologici, con una marcata riduzione della crescita nelle condizioni di stress idrico severo (25% WC), che hanno determinato una riduzione del 77% del peso fresco totale. L'applicazione dei SAP, in particolare alla dose D2, ha incrementato significativamente il peso fresco totale e la superficie fogliare. Per i parametri di crescita non è stata osservata alcuna interazione significativa tra irrigazione e SAP, indicando un effetto additivo del polimero indipendente dal livello irriguo. La *water productivity* (WP) ha raggiunto i valori più elevati in condizioni di deficit idrico moderato (75% e 50% WC) e in presenza della dose D2. Un'interazione significativa tra i fattori allo studio è emersa esclusivamente per il contenuto di flavonoli: se da una parte il deficit idrico ha incrementato l'accumulo, dall'altra l'applicazione del SAP ne ha ridotto i valori, suggerendo una mitigazione della percezione dello stress nella pianta. Nel complesso, l'impiego di SAP biodegradabili ha mostrato un effetto additivo di promozione della crescita, contribuendo a ottimizzare resa ed efficienza d'uso dell'acqua nella coltivazione della lattuga.

Questa ricerca è stata finanziata dall'Unione Europea – Next Generation EU by BAC Dell'alma Mater Studiorum - Università di Bologna nell'ambito del progetto AGRITECH - PNRR – Missione 4 Componente 2, Investimento 1.3 "Partenariati estesi a Università, centri di ricerca, imprese e finanziamento progetti di ricerca", D.D. 341 del 15/03/2022, project GAIA - Approcci agroecologici per una gestione inno-vAtiva e sostenibile delle risorse nAturali: suolo, acqua e atmosfera - Bando a Cascata SPOKE 3 del Centro Nazionale "National Research Centre for Agricultural Technologies (AGRITECH)"- CN00000022.

Valutazione agronomica e qualitativa di *Silene vulgaris* (Moench) Garcke e *Veronica beccabunga* L. coltivate in idroponica come nuove specie da insalata

Stefania Truschi^{1,*}, Piero Bruschi¹, Alfonso Crisci², Lorenzo Marini¹, Ada Baldi¹, Tania Martellini³, Alessandra Cincinelli³, Anna Lenzi¹

¹*Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari, Ambientali e Forestali, Università degli Studi di Firenze, Firenze*

²*CNR–Sistema Informativo della Ricerca Istituzionale (IRIS), Sesto Fiorentino*

³*Dipartimento di Chimica 'Ugo Schiff' (DICUS), Università degli Studi di Firenze, Sesto Fiorentino*

* stefania.truschi@unifi.it

Parole chiave: piante spontanee, antiossidanti, vitamine, nitrati, specie da insalata.

La crescente richiesta di nuovi prodotti per il settore delle insalate di IV gamma ha stimolato l'interesse verso l'introduzione in coltura di specie spontanee da foglia utilizzate nella cucina tradizionale. La presente ricerca, realizzata nell'ambito del progetto PNRR AGRITECH (attività "Promozione e valorizzazione di piante spontanee della tradizione dell'Appennino Toscano Settentrionale"), ha avuto come obiettivo la caratterizzazione agronomica e qualitativa di *Silene vulgaris* (Moench) Garcke (*Caryophyllaceae*) e *Veronica beccabunga* L. (*Plantaginaceae*). Queste specie, appartenenti alla flora spontanea italiana e ampiamente diffuse in Toscana, sono comunemente raccolte per il consumo delle foglie in insalata o come verdura cotta. Le piante, ottenute da semi reperiti in commercio, sono state coltivate in camera di crescita con sistema *floating*, utilizzando due soluzioni nutritive (Hoagland a forza intera o a mezza forza). Alla raccolta sono stati valutati i parametri di crescita e la resa, e sono stati determinati i principali composti nutrizionali e bioattivi, nonché i nitrati ed i metalli pesanti. La concentrazione della soluzione nutritiva non ha determinato differenze nei parametri di crescita in nessuna delle due specie. La resa, tuttavia, è risultata maggiore nella *S. vulgaris* coltivata nella soluzione più concentrata (1.8 kg/m²). Le due specie hanno mostrato un profilo qualitativo differenziato. *V. beccabunga* ha evidenziato contenuti significativamente più elevati di fenoli, flavonoidi, lipidi, carotenoidi, zuccheri e vitamina A, mentre *S. vulgaris* è risultata più ricca in proteine, clorofilla e vitamina C. La riduzione della concentrazione della soluzione nutritiva ha favorito l'accumulo di composti bioattivi e ridotto il contenuto di nitrati. Non sono stati riscontrati rischi in termini di metalli pesanti. Nel complesso, entrambe le specie si sono dimostrate idonee alla coltivazione idroponica. La loro introduzione nei sistemi culturali potrebbe favorire la diversificazione delle produzioni orticole, contribuendo al contempo alla valorizzazione della biodiversità spontanea.

Valorizzazione agronomica di differenti tipi di pollina e frass: dinamiche dell'N nel suolo e risposta di *Diplotaxis tenuifolia* L.

Anna Verde*, Nunzio Fiorentino, Alessia Cozzolino, Ferdinando Esposito, Maria Rao, Riccardo Spaccini, Massimo Fagnano

Dipartimento di Agraria, Università degli Studi di Napoli Federico II, Portici

*anna.verde2@unina.it

Parole chiave: incubazione suolo, fertilizzanti organici, mineralizzazione N

Studiare la cinetica di rilascio dell'azoto (N) dagli ammendanti è fondamentale per migliorare l'efficienza nell'uso dell'azoto negli agroecosistemi e per promuovere la sostituzione dei fertilizzanti sintetici. Integrando l'incubazione in laboratorio e prove con piante in vaso è possibile prevedere con precisione la disponibilità dell'azoto. Sono stati confrontati quattro materiali: due derivanti da pollina di galline ovaiole alimentate con dieta standard (PM-STD) o integrata con composti bioattivi di esuvie da *Hermetia illucens* (HI) allevata su sansa di oliva (PM-BC); e due tipologie di frass di *H. illucens* derivanti da larve allevate su trebbie esauste (F-STD) e sansa di oliva (F-POM). I materiali sono stati applicati con diversi dosaggi di azoto: 100% N da compost (100C), 66% compost + 33% N minerale (66C/33Min), 33% compost + 66% N minerale (33C/66Min) e 100% N minerale (100Min), insieme a un controllo senza azoto (0N) e ad un trattamento con compost a dose doppia (200C). L'incubazione è stata condotta in camera di crescita (25 °C) per 72 giorni. Parallelamente, è stata effettuata la validazione biologica in serra su piante di *Diplotaxis tenuifolia* L. In entrambi gli esperimenti sono stati monitorati i livelli di NH_4^+ , NO_3^- e attività enzimatiche, integrando per la prova in vaso il rilievo della biomassa. Al termine dell'incubazione, la pollina PM-BC ha mostrato concentrazioni di nitrati netti simili al controllo minerale (50.3 mg/kg), senza differenze statistiche tra quest'ultimo, le miscele organico-minerali e la dose doppia. Al contrario, PM-BC100 ha mostrato valori significativamente inferiori (13.8 mg/kg). Al contrario, il frass F-POM, ha mostrato marcati fenomeni di immobilizzazione dei nitrati (-12.6 e -29.6 mg/kg per F-POM100 e F-POM200). I dati sulla biomassa hanno confermato i risultati del laboratorio, riflettendo le dinamiche di mineralizzazione rilevate. Lo studio evidenzia l'elevata variabilità nel rilascio di N tra i diversi ammendanti. L'approccio combinato, incubazione suolo e prove con pianta, si conferma efficace per ottimizzare la nutrizione delle colture, dimostrando come le miscele organo-minerali possono garantire una disponibilità di nitrati paragonabile a quella dei concimi di sintesi.

Sopravvivenza in campo di orchidee spontanee riprodotte mediante semina *in vitro* e successo riproduttivo delle popolazioni naturali

Andrea Volante¹, Andrea Copetta¹, Elia Rodi², Patrizia Gavagnin³, Miriam Bazzicalupo⁴

¹ *CREA – Centro di Ricerca Orticoltura e Florovivaismo (CREA-OF), Sanremo*

² *Naturalista Botanico, Ceriana*

³ *Wildlife Biologist, Sanremo (IM)*

* andrea.volante@crea.gov.it

Parole chiave: conservazione, orchidee terrestri, paesaggio, habitat

L'habitat di prateria arida mediterranea 6210 ospita un'elevata biodiversità vegetale e animale. Le orchidee terrestri ne sono una componente caratteristica, infatti una loro presenza abbondante, o la presenza di più specie, definisce l'habitat prioritario poiché le complesse reti simbiotiche che esse stabiliscono con l'ambiente è indice di una sua elevata qualità. Tuttavia, la sopravvivenza di questi vegetali è minacciata da diversi fattori, come l'abbandono del pascolamento tradizionale e la predazione da parte della fauna selvatica; interventi su questi fattori favoriscono la conservazione dell'habitat e della flora e fauna caratteristiche. In questo lavoro, nell'ambito del progetto RIHAB Pompeiana, è stato analizzato l'effetto di diversi fattori ambientali (pascolamento e protezione dalla fauna selvatica mediante recinzioni) sul successo riproduttivo (presenza di capsule impollinate sul totale dei fiori presenti) di orchidee native e sopravvivenza alla traslocazione delle piantine ottenute *in vitro* di sei specie di orchidee spontanee, in quattro aree del SIC di Pompeiana (IM) caratterizzate da diverse modalità di gestione. La presenza di recinzioni non mostra un effetto significativo sul successo riproduttivo delle specie considerate. Diversamente, i dati raccolti mostrano che il pascolamento influisce in modo significativamente negativo su questo parametro, suggerendo la necessità di gestione di questa pratica per la conservazione delle popolazioni naturali di questa famiglia. La sopravvivenza delle piante traslocate (numero degli individui vegetanti sulle piante totali trasferite) a 16 mesi dalla piantumazione è stata in media del 40.89%, con un aumento rispetto ai valori a 12 mesi (30.09%). I rilievi sulle traslocazioni dopo 3 mesi in campo hanno mostrato una sopravvivenza media del 69.34%. Le osservazioni confermano che alcuni individui richiedono tempi superiori a 1 anno per entrare in vegetazione ed essere osservabili, dando indicazioni su modalità e tempistiche per i monitoraggi in progetti di ripopolamento e conservazione dell'habitat. Questa ricerca è finanziata dalla Fondazione San Paolo (Bando SIMBIOSI).

La biofortificazione con selenio e un estratto di alga a base di *Ecklonia maxima* regolano in modo sinergico la resa e la qualità dello zucchini (*Cucurbita pepo* L.) coltivato in tunnel

Lorena Vultaggio*, Beppe Benedetto Consentino, Pietro Bellitto, Fabiana Mancuso, Gaetano Giuseppe La Placa, Salvatore La Bella, Leo Sabatino

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali, Università degli Studi di Palermo, Palermo

*lorena.vultaggio@unipa.it

Parole chiave: *Cucurbita pepo* L., coltivazione protetta, biostimolanti non microbici, selenio, alleviatori di fitotossicità

Il selenio (Se) è un microelemento fondamentale per la salute umana poiché è coinvolto in diversi processi metabolici. Secondo i dati del Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti, il fabbisogno giornaliero di Se per l'uomo è di 50-70 µg. Tuttavia, un'assunzione inadeguata di Se è associata a malattie quali cancro, diabete, infezioni virali, ipertiroidismo e malattie cardiache. Per affrontare queste carenze, la comunità scientifica consiglia il consumo di alimenti arricchiti di micronutrienti, come ad esempio quelli prodotti tramite tecniche di biofortificazione, pratica volta ad aumentare la concentrazione di micronutrienti nei tessuti vegetali tramite approcci agronomici o genetici. Tuttavia, poiché il Se non è essenziale per le piante, e considerando la sua fitotossicità ad alte dosi, è necessario adottare strategie che ne attenuino i possibili effetti negativi. Tra le tecniche eco-compatibili, l'apporto di biostimolanti potrebbe essere considerato un mezzo per affrontare tale stress. Il presente esperimento ha valutato l'effetto combinato di un estratto commerciale di *Ecklonia maxima* (EA) (0 o 3 mL L⁻¹), e di diverse dosi di Se (0, 2, 4 o 8 µmol L⁻¹) sui parametri di crescita, resa, qualità dei frutti, profilo minerale e caratteristiche funzionali di zucchini (*Cucurbita pepo* L.) coltivato in tunnel. I risultati hanno rivelato che l'applicazione di EA ha aumentato i parametri produttivi e qualitativi, come resa totale, peso medio dei frutti, contenuto in solidi solubili e polifenoli. L'applicazione di Se, fino a 4 µmol L⁻¹, ha migliorato significativamente la resa, i polifenoli e la concentrazione di Se nei frutti. L'applicazione dell'EA alle parcelle biofortificate con Se ha aumentato in modo significativo la concentrazione di Se nei frutti anche alla dose più alta (8 µmol L⁻¹), evidenziando un effetto di mitigazione contro la fitotossicità da Se nelle piante di zucchini.

Effetti dell'illuminazione LED rosso-blu sulle risposte fisiologiche e metaboliche del pomodoro in un sistema di coltivazione verticale in serra

Farzaneh Zamani*, Alessandro Borrelli, Luigi G. Duri, Antonio Pannico, Stefania De Pascale, Roberta Paradiso

Dipartimento di Agraria, Università degli studi di Napoli Federico II, Portici

*farzaneh.zamani@unina.it

Parole chiave: *Solanum lycopersicum* L., illuminazione supplementare, efficienza fotosintetica, qualità dei frutti, coltivazione protetta

La coltivazione verticale in serra può migliorare l'efficienza d'uso dello spazio e ridurre il fabbisogno energetico, ma l'ombreggiamento delle piante negli strati inferiori rappresenta una limitazione importante, che spesso richiede il ricorso all'illuminazione artificiale. Obiettivo dello studio era valutare gli effetti dell'applicazione di luce LED rosso-blu integrativa in pomodoro da mensa in un sistema di coltivazione verticale, per compensare la riduzione di intensità luminosa. Piante di pomodoro (*Solanum lycopersicum* L. cv. 'San Marzano nano') sono state coltivate in serra, in un prototipo di sistema verticale in cui il livello più alto riceveva solo luce naturale (controllo), mentre nel livello inferiore, ombreggiato dal ripiano sovrastante, l'intensità luminosa era integrata da LED rosso-blu fino ad una emissione massima di $300 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$. Un sistema computerizzato azionava l'illuminazione quando la riduzione di intensità superava una certa soglia rispetto al controllo non ombreggiato. L'unità di controllo operava in tempo reale sulla base di sensori posti a livello della chioma, calcolando il DLI per ciascuna parcella in relazione alle diverse fasi fenologiche della coltura. L'illuminazione dinamica ha compensato parzialmente l'effetto dell'ombreggiamento, determinando un integrale luminoso giornaliero inferiore nel trattamento con luce integrativa, soprattutto durante le ultime fasi di crescita. L'intensità della colorazione fogliare, espressa come indice SPAD, e la fotosintesi netta non sono state influenzate dalle condizioni di luce ma hanno mostrato variazioni in relazione allo stadio fenologico. Tuttavia, in piante sotto illuminazione integrativa il parametro F_v/F_m (efficienza quantica massima del fotosistema II - PSII) è diminuito in misura significativa rispetto al controllo. L'accrescimento delle piante è stato ridotto dalla coltivazione verticale, con un accumulo di biomassa ed una produzione di frutti inferiore rispetto al controllo in piena luce. Al contrario, le principali caratteristiche qualitative dei frutti non sono state influenzate dal regime luminoso, ad eccezione dell'intensità del colore rosso, che è risultata maggiore in presenza di luce LED rosso-blu. In generale, nel sistema di coltivazione verticale adottato, l'integrazione con luce LED rosso-blu ha contenuto solo parzialmente gli effetti negativi dell'ombreggiamento sulla produzione di pomodoro, seppure migliorando la colorazione dei frutti.

Valorizzazione dei fanghi acquaponici nella coltivazione di specie orticole e forestali

Giampaolo Zanin*, Balistrieri Riccardo, Carlo Nicoletto

Università degli Studi di Padova, Dipartimento di Agronomia Animali Alimenti Risorse naturali e Ambiente, Legnaro

*paolo.zanin@unipd.it

Parole chiave: basilico, biostimolante, concime organico, olmo campestre

I sistemi acquaponici combinano l'allevamento di specie acquatiche (solitamente pesce) con la coltivazione di piante in un ciclo chiuso, in cui gli effluenti dei pesci vengono trasformati in nutrienti per la crescita delle piante, migliorando la sostenibilità di entrambe le produzioni. Questo studio valuta il possibile impiego dei fanghi di un impianto acquaponico disaccoppiato come prodotto biostimolante o come concime organico. In una prova preliminare è stato valutato l'effetto ormonosimile dell'estratto da fanghi tal quali o dell'estratto liofilizzato di fanghi con il test di Audus, che ha evidenziato un certo effetto auxino-simile dell'estratto liofilizzato alle dosi di 25 e 50 mg/L di C e una leggera attività gibberellino-simile con dosi di 35 e 50 g/L di fanghi tal quali. In una prova successiva, in cui dette dosi sono state applicate *in vivo*, su basilico, in forma spray e a cadenza di 7 o 14 giorni (4 e 2 trattamenti in totale), non è stato evidenziato alcun effetto biostimolante. In due prove parallele, infine, è stato valutato l'impiego dei fanghi come concime organico. I fanghi, abbinati ad altri due concimi organici in rapporto tale da garantire lo stesso apporto di nutrienti di un concime a rilascio controllato (Osmocote Exact STD, 15-9-12 +2 MgO 5/6M), sono stati testati alle dosi equivalenti a 0, 1,5, 3,0 e 4,5 g di Osmocote per litro di substrato su basilico (vaso 0,95 L) e olmo campestre (vaso 0,65 L). I risultati suggeriscono che, se integrati con altri concimi organici, i fanghi possono sostenere la crescita delle piante di basilico e di olmo campestre al pari di un concime a rilascio controllato, applicando dosi equivalenti a 3 g e 1,5 g di Osmocote per litro di substrato, rispettivamente per le due specie. Concludendo, i fanghi non sembrano avere effetto biostimolante ma possono essere vantaggiosamente impiegati per la concimazione organica di piante allevate in contenitore, migliorandone la sostenibilità della produzione.