



# BOOK of Abstract

## WORKSHOP

### Biodiversità come risorsa per mitigare gli stress negli ecosistemi agrari, naturali e antropizzati

Pisa, 30 Giugno – 1 Luglio 2026  
Scuola Superiore Sant'Anna



### *Chairs / Organizzatori*

**Alessandra Francini** - Scuola Superiore Sant'Anna - Pisa

**Luigi De Bellis** - Università del Salento – Lecce

*Comitato Organizzatore: Scuola Superiore Sant'Anna - Pisa / Università del Salento\* - Lecce*

Alessandra FRANCINI

Luigi DE BELLIS\*

Susanna BARTOLINI

Cristina GHELARDI

Letizia SCARABATTOLI

Greta RICCI

Giulia TARQUINI

Fabio SCOTTO di COVELLA

*Comitato Scientifico*

Alessandra FRANCINI - Scuola Superiore Sant'Anna - Pisa

Luigi DE BELLIS - Università del Salento - Lecce

Monica MIAZZI - Università degli Studi di Bari Aldo Moro

Pietro BUZZINI - Università degli Studi di Perugia

Rita Annunziata ACCOGLI - Università del Salento - Lecce

Pierfederico LA NOTTE - CNR-Istituto per la Protezione Sostenibile delle Piante - Bari

Camilla WELLSTEIN - Libera Università di Bolzano

Ilda VAGGE - Università degli Studi di Milano

Annita TOFFANIN - già Università di Pisa

Massimiliano RENNA - Università degli Studi di Bari Aldo Moro

Francesca BRETZEL - CNR-Istituto di Ricerca sugli Ecosistemi Terrestri - Pisa

Federica BLANDO - CNR-Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari – Lecce

Eliana NUTRICATI - Università del Salento - Lecce

Daniela ROMANO - Università degli Studi di Catania

Laura ERCOLI - Scuola Superiore Sant'Anna - Pisa

Luca SEBASTIANI - Scuola Superiore Sant'Anna - Pisa

## Programma

Martedì 30 Giugno - Aula Magna	
13:30-14:30	Registrazione
14:30-14:45	<i>Cerimonia di apertura</i>
14:45-17:00	<b>Sessione I - moderatori M. Miazzi &amp; P. Buzzini</b>
14:45	<b>Keynote speaker - Irene Stefanini</b> - Yeasts on the Move: il contributo di insetti e ambiente all'ecologia del lievito
15:15	<b>Anna Pugliese*</b> , <b>Letizia Scarabattoli</b> , <b>Antonio Ferrante</b> - Caratterizzazione chimico-fisica di estratti acquosi di <i>Borago officinalis</i> L. selvatica e coltivata
15:30	<b>Samanta de Oliveira Pereira*</b> , <b>Alessandra Francini</b> , <b>Luca Sebastiani</b> - Diversità funzionale di MTP1 e resilienza alla salinità in <i>Populus alba</i> L.
15:45	<b>Antonella Labbate*</b> , <b>Vito Barone</b> , <b>Loredana Barbarossa</b> , <b>Vincenzo Cavalieri</b> , <b>Hysen Kokiçi</b> , <b>Luigi Catalano</b> , <b>Pierfederico La Notte</b> - Biodiversità arborea per una riconversione agricola sostenibile e resiliente nella rigenerazione agricola del Salento post- <i>Xylella</i>
16:00	<b>Mario Pentassuglia</b> , <b>Irene Ventura*</b> , <b>Giovanni Bambi</b> , <b>Diego Orazi</b> , <b>Tiziana Lombardi</b> , <b>Laura Pistelli</b> - Composizione floristica di un paesaggio rurale nella Maremma toscana (Italia centrale)
16:15	<b>Mara Rondolini*</b> , <b>María Eugenia Salgado Salomón</b> , <b>Diego Mohr-Bell</b> , <b>Leonardo Baciarelli Falini</b> , <b>Carolina Barroetaveña</b> , <b>Domizia Donnini</b> - Ipotesi di monitoraggio dei cambiamenti negli habitat del tartufo bianco in relazione a clima e uso del suolo
16:30	<b>Ottavia Puma*</b> , <b>Valerio Cirillo</b> , <b>Claudio Russo</b> , <b>Nausicaa Pollaro</b> , <b>Antonio Marciano</b> , <b>Fabrizio Carteni</b> , <b>Albino Maggio</b> - Dominance Vulnerability Index (DVI): a biodiversity index for early prediction of weed-induced yield losses
16:45	<b>Perna C.*</b> , <b>Iannelli M.A.</b> , <b>Braglia L.</b> , <b>Forti C.</b> , <b>Cozzi P.</b> , <b>Cremonesi P.</b> , <b>Fabriani M.</b> , <b>Gianì S.</b> , <b>Menin B.</b> , <b>Morello L.</b> - Multitrophic interactions between Duckweeds (Lemnaceae) and microbial community uncover a sustainable solution for dairy wastewater valorisation
17:00-17:30	<i>Coffee break</i>
17:30-18:45	<b>Sessione II - moderatori R.A. Accogli &amp; L. Sebastiani</b>
17:30	<b>Guido Piraino*</b> , <b>Renato Ricciardi</b> , <b>Marzia Vergine</b> , <b>Luigi De Bellis</b> , <b>Andrea Luvisi</b> - Batterii endosimbionti negli Auchenorrhyncha: opportunità per il controllo di <i>Xylella fastidiosa</i> in Puglia
17:45	<b>Eleonore Cinti*</b> , <b>Andrea Carli</b> , <b>Martina Cerri</b> , <b>Lara Reale</b> , <b>Mauro Centritto</b> , <b>Diana Lucia Zuluaga</b> , <b>Andrea Onofri</b> , <b>Giulia Atzori</b> , <b>Giovanni Marino</b> , <b>Matthew Haworth</b> - Risposte del frumento tetraploide selvatico e coltivato ( <i>Triticum turgidum</i> ssp. <i>dicoccoides</i> e ssp. <i>durum</i> ) a CO <sub>2</sub> elevata: diversità nella regolazione stomatica degli scambi gassosi e della fotosintesi
18:00	<b>Athos Pedrelli*</b> , <b>Mariarosaria De Pascali</b> , <b>Luigi De Bellis</b> , <b>and Andrea Luvisi</b> - Identificazione e caratterizzazione su scala genomica della famiglia genica <i>LRR</i> in olivo e delle loro risposte trascrizionali all'infezione da <i>Xylella fastidiosa</i> subsp. <i>pauca</i>
18:15	<b>Giulia Tarquini*</b> , <b>Greta Ricci</b> , <b>Alessandra Francini</b> , <b>Egidio Lardo</b> , <b>Marco Mastroleo</b> , <b>Alba Mininni</b> , <b>Bartolomeo Dichio</b> , <b>Luca Sebastiani</b> - La biodiversità genetica come risorsa per contrastare un clima che cambia: diverse strategie adattative alla base del budbreak in <i>Actinidia</i> spp.
18:30	<b>Pierfederico La Notte*</b> , <b>Luigi Trotta</b> , <b>Stefano Raimondi</b> , <b>Anna Schneider</b> , <b>Antonella Labbate</b> , <b>Pasquale Venerito</b> - Cacciatori di agrobiodiversità: innovazione metodologica nel recupero delle risorse genetiche minori della vite nella lunga esperienza della regione Puglia
18:45-19:10	<b>Sessione mini-presentazioni - moderatori F. Bretzel &amp; L. De Bellis</b>

18:45	<b><u>Arianna Ecça*</u>, Etiele Greque de Morais, Enrica Uggetti</b> - Dai rifiuti alla biodiversità: biostimolanti a base di microalghe per il miglioramento sostenibile delle colture
18:50	<b><u>Claudia Mattioni*</u>, Salvatore Pasta, Luca Leonardi, Marcello Cherubini, Giuseppe Clementi, Giuseppe Traina, Tommaso La Mantia</b> - Genetic diversity as a tool to improve the conservation of Sicilian marginal populations of <i>Prunus mahaleb</i> and the endemic <i>Prunus cupaniana</i>
18:55	<b><u>Giulia Franzoni*</u>, Lorenzo Vergani, Sara Borin, Francesca Mapelli, Antonio Ferrante</b> - Approcci sostenibili in specie ornamentali ed eduli mediterranee: effetti di un estratto vegetale e un inoculo batterico su <i>Tropaeolum majus</i>
19:00	<b><u>Eliana Nutricati*</u>, Carmine Negro, Erika Sabella, Rita Accogli, Luigi De Bellis</b> - Attività antifungina dell'olio essenziale di <i>Smyrniolum olusatrum</i> L. per il controllo della crescita di funghi in piante di interesse agrario
19:05	<b><u>Letizia Scarabattoli*</u>, Sonia Cacini, Marta Fabiani, Leonardo Guelfi, Anna Mensuali, Gabriele Messina, Enrico Maria Milito, Anna Pugliese, Fabio Scotto Di Covella, Stefano Toscano, Daniela Romano, Antonio Ferrante</b> - Le piante officinali come fonte di composti bioattivi per la produzione di biostimolanti
<b>19:10-19:30</b>	<b>Foto di gruppo</b>
<b>19:30-21:30</b>	<b>Welcome Party e visione poster</b>
<b>Mercoledì 1 Luglio - Aula Magna</b>	
<b>8:45-10:45</b>	<b>Sessione III - moderatori A. Francini &amp; P. La Notte</b>
8:45	<b><u>Flavio Polito*</u>, Michele Denora, Donato Casiello, Pierluigi Casiero, Michele Perniola, Donato Castronuovo, Vincenzo De Feo, Vincenzo Candido, Sebastiano Delfine</b> - <i>Artemisia annua</i> L. come risorsa funzionale di biodiversità per una gestione sostenibile delle erbe infestanti
9:00	<b><u>Marzia Albenzio*</u>, Antonella Santillo, Martina Di Corcia, Agostino Sevi</b> - La valorizzazione delle razze ovine e caprine autoctone pugliesi a tutela della Biodiversità animale
9:15	<b><u>Tahri Mardja*</u> and Benabdallah Amina</b> - Redefining Norms: A Proposal to Revise the morphometric Standards of the South Mediterranean European Eel stock
9:30	<b><u>Maria Ventimiglia*</u>, Sofia Fiorentino, Irene Rosellini, Lucia Giorgetti, Cristiana Sbrana*</b> - Microbial consortium diversity shapes chicory quality under nutrient-limited soil conditions
9:45	<b><u>Paola Pollegioni*</u>, Silvia Portarena, Marco Ciolfi, Francesca Chiocchini, Carlotta Volterrani<sup>1</sup>, Marco Lauteri<sup>1</sup></b> - The Paradox of plant–microbe interactions in the face of climate change: promoting crops and orchards, enabling <i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) invasion
10:00	<b><u>Massimiliano Renna*</u>, Adriano Didonna, Pietro Santamaria</b> - Biodiversità orticola pugliese come risorsa per mitigare gli stress negli agroecosistemi: dal recupero varietale alla costruzione di sistemi sementieri diversificati
10:15	<b>Keynote speaker - Matteo Busconi</b> - L'agrobiodiversità: l'esperienza del nucleo di valutazione della regione Lombardia
<b>10:45-11:15</b>	<b>Coffee break</b>
<b>11:15-13:00</b>	<b>Sessione IV - moderatori S. Bartolini &amp; M. Renna</b>
11:15	<b><u>Rita Annunziata Accogli*</u>, Carmine Negro, Eliana Nutricati, Luigi De Bellis</b> - Biodiversità delle varietà locali: punto di forza per sistemi agrari resilienti del Salento (Puglia)
11:30	<b><u>Benabdallah Amina*</u>, Tahri Mardja, Boumendjel Mahieddine, Nasri Hichem</b> - Biodiversity, chemical composition and health benefits of <i>Mentha</i> species from El Tarf region (Algeria)
11:45	<b><u>Federico Martinelli*</u>, Francesco Loreto, Paolo Barberi, Matteo Dell'Acqua, Roberto Kron Morelli, Chirstina von Haaren C., Abdelkader Bekki A., Sanja Sikora, Dulce Rodríguez-Navarro, Alessio Mengoni, Rania Nabbout, Darine Trabelsi, Derya Yucel</b> - Valorizzazione dei legumi nei sistemi agricoli basati sulla biodiversità nel bacino del Mediterraneo

12:00	<b>Luca Sebastiani*</b> , Fabiano Camangi, Elena Vichi, Carmen Fidalgo-Illesca, Andrea Raffaelli, Matteo Busconi, Alessandra Francini - Salvaguardia e Valorizzazione del Germoplasma Frutticolo del Casentino (AR): un approccio multidisciplinare tra etnobotanica, genetica e biochimica
12:15	<b>Francesca Bretzel*</b> , Valerio Lazzeri, Stefania Toscano, Daniela Romano - Il contributo delle specie ornamentali alla biodiversità urbana
12:30	<b>Eleonora Matarrese*</b> , Angela Maria Stella Matarrese - Biodiversità dimenticata, risorsa strategica: il ruolo delle specie spontanee tra cambiamento climatico e innovazione sostenibile
12:45	<b>Annamaria Bevivino*</b> , Lorenzo Nolfi, Federico Sbarra, Leonardo Verdi, Silvia Pampana, Anna Dalla Marta, Marco Mancini, Simone Orlandini, Tommaso Lotti, Daniele Antichi, Cristina Varese, Roberta Bernini, Claudia Zoani, Antonio Molino, Silvia Tabacchioni - La vita nascosta nei suoli coltivati a frumento tenero in sistemi colturali biologici e convenzionali: analisi multi-scala della biodiversità funzionale microbica del suolo e dei flussi di gas serra
<b>13:00-14:15</b>	<b>Lunch</b>
<b>14:15-15:00</b>	<b>Sessione V - moderatori L. Ercoli &amp; L. De Bellis</b>
14:15	<b>Alessandra Francini, Giuseppe Aprea, Tiziana Maria Sirangelo, Olivia Costantina Demurtas, Catia Stamigna, Carlo Rosati, David Alonso Martin, Jaime Prohens, Maria José Diez, Luca Sebastiani, Giovanni Giuliano, Paola Ferrante*</b> - Dallo ionoma al genoma: decifrare l'accumulo di minerali nel frutto di pomodoro
14:30	<b>A. Bonetti, S. Di Lonardo, M. Grattacaso*</b> , F. Bretzel, E.L. Tassi, M.C. Mascherpa, L.P. D'Acqui - VinAE: Vineyards network for co-creation and expansion of AgroEcological strategies to face viticulture challenges: a basis for cross-borders living labs
14:45	<b>Fabiano Camangi*</b> , Fabio Ciabatti, Alessandra Francini, Luca Sebastiani - Antiche varietà di fruttiferi del Casentino (Toscana - AR): dal territorio all'iscrizione nei Repertori regionali e all'Anagrafe nazionale
<b>15:00-15:30</b>	<b>Cerimonia conclusiva e premiazioni</b>

## Sponsor:

**Rossi**  
Strumenti



**horticulturae**  
an Open Access Journal by MDPI

Per maggiori informazioni

[alessandra.francini@santannapisa.it](mailto:alessandra.francini@santannapisa.it), [luigi.debellis@unisalento.it](mailto:luigi.debellis@unisalento.it)

# **Sessione I**

**moderatori M. Miazzi & P. Buzzini**

**Partecipazione al Premio Giovani Under 35  
per presentazione orale**

## Caratterizzazione chimico-fisica di estratti acquosi di *Borago officinalis* L. selvatica e coltivata

Anna Pugliese\*, Letizia Scarabattoli, Antonio Ferrante

\*: anna.pugliese@santannapisa.it

*Istituto di Produzioni Vegetali, Scuola Superiore Sant'Anna, Piazza Martiri della Libertà, 33, 56127 Pisa, Italia*

**Parole chiave:** *Borago officinalis* L., ecotipi, estrazione acquosa, biostimolanti

L'agrobiodiversità rappresenta una risorsa chiave per aumentare la resilienza degli ecosistemi agrari e promuovere lo sviluppo di pratiche agricole sostenibili. In questo contesto, l'impiego di estratti vegetali come biostimolanti si configura come un approccio promettente e a ridotto impatto ambientale, in grado di migliorare l'efficienza fisiologica delle colture e la loro tolleranza agli stress ambientali. Tra le specie di interesse, la borragine (*Borago officinalis* L.) emerge come una potenziale fonte di composti bioattivi ad alto valore aggiunto. Il presente studio è finalizzato alla caratterizzazione di estratti acquosi ottenuti mediante bollitura e macerazione a partire da piante di borragine appartenenti a due distinti ecotipi: uno selvatico e uno coltivato in condizioni ambientali controllate. Il materiale vegetale è stato separato in foglie e fiori, questi ultimi individuati come la porzione con maggiore attività biochimica. Entrambe le matrici sono state sottoposte a due trattamenti acquosi a basso impatto: bollitura (rapporto 1:1 p/v, 100 °C per 10 min.) e macerazione (rapporto 1:2 p/v per 21 giorni). L'applicazione di tali protocolli ha consentito l'ottenimento di otto estratti distinti, successivamente caratterizzati mediante tecniche analitiche strumentali al fine di definirne il profilo fitochimico. Lo studio si basa sull'ipotesi che l'adattamento agli ambienti naturali induca negli ecotipi selvatici una maggiore complessità e diversità metabolomica, conferendo agli estratti caratteristiche qualitative superiori rispetto a quelli ottenuti da piante coltivate.

L'attività biostimolante degli estratti è stata valutata attraverso saggi preliminari di germinazione su semi di spinacio (*Spinacia oleracea* L.), precedentemente sottoposti a trattamento di seed priming per 24 ore con diverse concentrazioni di estratto (1, 3 e 6 mL L<sup>-1</sup>). L'obiettivo principale del lavoro è confrontare gli estratti derivati dai due ecotipi di borragine in termini di composizione chimica ed effetti biologici, individuando eventuali correlazioni tra profilo fitochimico e attività biostimolante.

Infine, i protocolli di estrazione adottati sono stati selezionati per la loro semplicità operativa, scalabilità e ridotto fabbisogno energetico, in un'ottica di trasferibilità verso applicazioni pratiche nell'ambito dell'agricoltura sostenibile.

## **Diversità funzionale di MTP1 e resilienza alla salinità in *Populus alba* L.**

**Samanta de Oliveira Pereira\*, Alessandra Francini, Luca Sebastiani**

\*: samanta.deoliveirapereira@santannapisa.it

*Istituto di Produzioni Vegetali, Scuola Superiore Sant'Anna, Piazza Martiri della Libertà, 33, 56127 Pisa, Italia*

**Parole chiave:** *Populus*, omeostasi ionica, risposta fisiologica, profilazione metabolica, MTP1

Lo stress salino rappresenta uno dei principali fattori ambientali limitanti per la crescita, la produttività e la sopravvivenza delle piante, con impatti rilevanti negli ecosistemi agrari, naturali e antropizzati. In questo scenario, la biodiversità, e in particolare la diversità genetica funzionale, costituisce una risorsa fondamentale per modulare la risposta delle piante agli stress e sostenere la resilienza degli ecosistemi. Comprendere i meccanismi che regolano la tolleranza alla salinità in specie modello è quindi essenziale per sviluppare strategie di mitigazione efficaci in un contesto di cambiamenti climatici. In questa prospettiva, l'analisi della variazione nella funzione genica fornisce un quadro meccanicistico utile a comprendere come la diversità genetica funzionale contribuisca alla resilienza agli stress nei sistemi vegetali. *Populus alba* "Villafranca", specie a rapido accrescimento e ampiamente utilizzata come modello sperimentale, rappresenta un sistema ideale per indagare le risposte allo stress salino. In questo studio è stata condotta un'analisi comparativa tra piante wild-type (WT) e due linee knockout generate mediante CRISPR/Cas9 (3.2 e 6.13) mirate al gene MTP1.2, un trasportatore di metalli coinvolto nell'omeostasi ionica. Le linee mutate hanno mostrato esiti di editing differenti: la linea 6.13 presenta una mutazione frameshift che genera una proteina tronca, mentre la linea 3.2 mostra un knockout completo. Le piante sono state sottoposte a trattamenti con 0 e 60 mM NaCl e sono state valutate le risposte fisiologiche e biochimiche a questo stress. In condizioni di stress salino, le linee mutate hanno mostrato una riduzione più marcata del tasso fotosintetico netto e delle prestazioni della fluorescenza della clorofilla (OJIP) rispetto al WT. L'analisi ionica ha evidenziato un accumulo significativamente maggiore di sodio nelle piante mutate e un aumento del fattore di traslocazione, suggerendo una compromissione della compartimentazione del sodio. L'accumulo di prolina è risultato aumentato nelle linee mutate sotto stress salino, indicando una risposta osmo-protettiva potenziata volta a contrastare i danni cellulari e mantenere l'equilibrio osmotico. Al contrario, i livelli di ABA sono aumentati nel WT in condizioni di stress, come atteso per una tipica risposta ormonale indotta dallo stress. È interessante notare che le linee mutate hanno mostrato livelli più elevati di ABA in condizioni di controllo, suggerendo una possibile alterazione dell'omeostasi ormonale. Nel complesso, questi risultati indicano che MTP1.2 svolge un ruolo nella regolazione dell'omeostasi del sodio e contribuisce alla tolleranza alla salinità in *Populus alba*. Più in generale, lo studio mostra come variazioni nella funzione di un singolo gene possano generare risposte fisiologiche distinte, offrendo un esempio concreto di come la biodiversità funzionale rappresenti una risorsa cruciale per la resilienza agli stress negli ecosistemi vegetali.

## **Biodiversità arborea per una riconversione agricola sostenibile e resiliente nella rigenerazione agricola del Salento post-*Xylella***

**Antonella Labbate<sup>1\*</sup>, Vito Barone<sup>1</sup>, Loredana Barbarossa<sup>1</sup>, Vincenzo Cavalieri<sup>1</sup>, Hysen Kokiçi<sup>1</sup>, Luigi Catalano<sup>2</sup>, Pierfederico La Notte<sup>1</sup>**

\*: antonellalabbate@cnr.it

<sup>1</sup>Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto per la Protezione Sostenibile delle Piante (IPSP), Sede di Bari, Italia

<sup>2</sup>Agrimeca Grape and Fruit Consulting, Terlizzi (BA), Italia

**Parole chiave:** *Xylella fastidiosa*, Agro-biodiversità, Rigenerazione sostenibile, Riconversione culturale

Dall'accertamento ufficiale nel 2013, l'epidemia di *Xylella fastidiosa* (Xf) subsp. pauca ST53 ha devastato oltre 21 milioni di ulivi in tre province del Salento, innescando una crisi multidimensionale (fitosanitaria, economica, paesaggistica) senza precedenti. L'insorgenza dell'epidemia ha agito da catalizzatore nel rivelare le fragilità strutturali del territorio, evidenziando l'insostenibilità di un modello produttivo fondato sulla quasi esclusiva monocoltura olivicola, peraltro anche semplificata dal punto di vista varietale. Tale semplificazione ecologica, annullando le barriere biotiche naturali, ha trasformato il paesaggio in un serbatoio epidemiologico continuo per *Xylella fastidiosa* e il suo vettore, *Philaenus spumarius*, determinando il collasso dei servizi ecosistemici e di fatto una drastica ulteriore riduzione dell'agrobiodiversità olivicola. In questo scenario, la ricostituzione dell'agricoltura arborea non rappresenta solo una necessità economica, ma un imperativo ecologico e ambientale. Le colture arboree perenni offrono benefici superiori rispetto alle erbacee in termini di sequestro del carbonio, mitigazione del microclima (agiscono come "condizionatori naturali"), contrasto all'erosione del suolo e tutela del paesaggio identitario. Tuttavia, per non ripetere gli errori del passato legati alla semplificazione ecologica, la ricerca ha adottato un approccio "One Health" e si è basata su un'analisi rigorosa degli impatti economici, ambientali e sociali dell'epidemia. Per guidare questa transizione, nell'ambito di un ampio progetto di Rigenerazione Sostenibile guidato dal DAJS, il CNR ha sia studiato esperienze di rigenerazione/riconversione agricola del passato, per attingere elementi strategici, che sviluppato un "catalogo ragionato" di circa 70 specie arboree alternative (40 principali e 30 secondarie), selezionate in base a requisiti agronomici, potenziale di mercato e adattabilità pedoclimatica alle condizioni salentine. Tra le opzioni studiate figurano colture tradizionali da rilanciare (mandorlo, fico, carrubo) e specie innovative o alloctone (avocado, mango, argan, jojoba). Elemento cardine della strategia è stata inoltre la validazione scientifica della sicurezza fitosanitaria mediante test di patogenicità tramite inoculazioni controllate con vettori (*Philaenus spumarius*) su 27 specie arboree per valutazioni di immunità/ suscettibilità a Xf ST53 nonché analisi PCR su campioni rappresentativi di specie coltivate in zona infetta. Nonostante il meritevole impegno di molte aziende nell'investire su nuove colture arboree, considerando l'estrema complessità della valutazione delle reali potenzialità produttive e commerciali per la transizione verso un modello agricolo geneticamente differenziato e resiliente, è auspicabile un superamento dell'empirismo e delle scelte casuali o dettate dalle mode del momento. È indispensabile una fase sperimentale poliennale che, fondata su solide esperienze agronomiche svolte in altri territori con simili caratteristiche pedoclimatiche, sia guidata dalla ricerca, supportata da studi di meso-zonazione, finanziata con risorse pubbliche e condotta in campi dimostrativi e/o presso aziende pilota. Questi "laboratori a cielo aperto" sono essenziali per validare le innovazioni in condizioni reali, riducendo il rischio d'impresa, garantendo una rigenerazione sostenibile e resiliente fondata su solide basi scientifiche e soprattutto sulla diversificazione genetico/culturale e paesaggistica.

## Composizione floristica di un paesaggio rurale nella Maremma toscana (Italia centrale)

Mario Pentassuglia<sup>1</sup>, Irene Ventura<sup>2</sup>, Giovanni Bambi<sup>2</sup>, Diego Orazi<sup>2</sup>, Tiziana Lombardi<sup>2,3</sup>, Laura Pistelli<sup>\*2,3</sup>

\*: laura.pistelli@unipi.it

<sup>1</sup> Istituto di Produzioni Vegetali, Scuola Superiore Sant'Anna, Pisa, Italia

<sup>2</sup> Dipartimento di Scienze Agrarie, alimentari e Agro-ambientali, Università di Pisa, Italia

<sup>3</sup> Centro interdipartimentale per lo studio degli effetti del cambiamento climatico, Università di Pisa, Italia

**Parole chiave:** inventario floristico, indice di Ellenberg, rapporto specie- area (SAR), forme biologiche, corotipi

I paesaggi rurali mediterranei tradizionali sono sempre più riconosciuti per il loro elevato valore ecologico; tuttavia, il loro contributo alla conservazione della biodiversità rimane insufficientemente quantificato, soprattutto nelle aree interne seminaturali plasmate da sistemi agro-silvo-pastorali consolidati. Negli ultimi anni, a livello europeo, è cresciuta l'attenzione sulla multifunzionalità dei paesaggi rurali e sulla loro importanza per la conservazione della biodiversità e la preservazione delle identità territoriali storiche. La Toscana rappresenta una delle regioni europee in cui le relazioni tra biodiversità, storia del paesaggio e sistemi rurali tradizionali sono particolarmente evidenti. In questo contesto, la Maremma rappresenta un caso emblematico. Storicamente meno antropizzata rispetto a molti altri paesaggi italiani, è caratterizzata da ecosistemi naturali e seminaturali di elevato valore ecologico. Le formazioni forestali, i sistemi agro-pastorali e i paesaggi collinari della Maremma offrono quindi un contesto ideale per indagare il ruolo delle aree rurali come serbatoi di biodiversità vegetale. Questo studio si propone di valutare la ricchezza floristica, la struttura ecologica e i modelli biogeografici di un paesaggio rurale eterogeneo che circonda il villaggio di Tirli (Maremma toscana, Italia centrale). Nell'area di studio è stata condotta un'indagine floristica completa. Tutti i taxa di piante vascolari sono stati registrati e analizzati in termini di composizione tassonomica, forme biologiche, tipi corologici e valori indicatori di Ellenberg. La ricchezza di specie è stata confrontata con le previsioni derivanti dalla relazione specie-area (SAR) per valutare le deviazioni dai valori attesi. Sono stati registrati complessivamente 404 taxa di piante vascolari, appartenenti a 82 famiglie e 274 generi, di cui 389 specie autoctone e solo 15 specie aliene. La ricchezza di specie autoctone osservata ha superato le previsioni SAR del 23,1%, evidenziando l'importanza dell'eterogeneità ambientale su piccola scala. Lo spettro delle forme biologiche è dominato da emicriptofite (37,2%) e terofite (32,5%), con un rapporto H/T di 1,15, che riflette il contesto bioclimatico di transizione mediterraneo-temperato. Lo spettro corologico è caratterizzato da una prevalenza di entità mediterranee (44,7%), seguite da taxa eurasiatici (29,0%) e ampiamente distribuiti (19,6%), indicando l'influenza combinata dei processi biogeografici storici e dell'attuale uso del suolo. I valori di Ellenberg rivelano una flora adattata principalmente a substrati alcalini moderatamente aridi, coerente con un ambiente mediterraneo interno seminaturale. In particolare, 21 taxa sono stati segnalati per la prima volta nell'area di studio, tra cui 4 nuove segnalazioni per la Maremma toscana. I paesaggi rurali tradizionali possono fungere da serbatoi di biodiversità estremamente efficaci, mantenendo una ricchezza floristica eccezionale grazie a complessi mosaici di habitat preservati da una gestione umana a lungo termine. Nel complesso, i risultati dimostrano che le piccole matrici rurali, nonostante le loro dimensioni limitate, possono fungere da preziosi serbatoi di biodiversità, ospitando comunità vegetali ricche e funzionalmente diverse quando viene mantenuta l'eterogeneità dell'habitat su piccola scala. Questi risultati evidenziano l'urgente necessità di integrare la conservazione del paesaggio rurale in strategie più ampie per la biodiversità mediterranea, soprattutto in un contesto di crescente semplificazione agricola e omogeneizzazione ambientale.

## **Ipotesi di monitoraggio dei cambiamenti negli habitat del tartufo bianco in relazione a clima e uso del suolo**

**Mara Rondolini<sup>1\*</sup>, María Eugenia Salgado Salomón<sup>2,3,4</sup>, Diego Mohr-Bell<sup>2</sup>, Leonardo Baciarelli Falini<sup>1</sup>, Carolina Barroetaveña<sup>2,3,4</sup>, Domizia Donnini<sup>1</sup>**

\*: mara.rondolini@unipg.it

<sup>1</sup> Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali, Università degli Studi di Perugia, Italia

<sup>2</sup> Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico (CIEFAP), Esquel, Argentina

<sup>3</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Esquel Sarmiento, Argentina

<sup>4</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Buenos Aires, Argentina

**Parole chiave:** cambiamento climatico, *Tuber magnatum*, indice di Giacobbe, mappatura

Il tartufo bianco (*Tuber magnatum* Picco) è un fungo ipogeo, simbiote ectomicorrizico di elevato valore economico, il cui sviluppo è strettamente legato a condizioni ecologiche specifiche e particolarmente sensibili ai cambiamenti ambientali. Negli ultimi anni, in diverse aree dell'Italia centrale, tra cui la regione Umbria, è stato osservato dai raccoglitori locali un progressivo calo nella produzione di ascomi. Il presente studio si propone di indagare le possibili cause della diminuzione della produzione di tartufo bianco attraverso l'analisi integrata di dati climatici, di uso del suolo e di copertura vegetale, in base ai dati disponibili per la regione Umbria. La componente climatica è stata valutata per la prima volta in associazione all'ecologia del tartufo mediante l'applicazione dell'indice di Giacobbe, per diversi anni compresi tra il 2006 e il 2023, evidenziando una marcata variabilità interannuale e una crescente frequenza di aridità estiva. In particolare, gli anni caratterizzati da condizioni più secche e diffuse (come il 2012 e il 2021) risultano associati a prezzi di mercato del tartufo più elevati, indicativi di una minore produzione. Tale relazione inversa tra disponibilità del prodotto e prezzo potrebbe confermare l'impatto diretto delle condizioni climatiche sulla fruttificazione. Inoltre, è stata osservata una variazione nella distribuzione stagionale delle precipitazioni, con uno spostamento delle piogge dal mese di luglio ad agosto, fenomeno che potrebbe alterare l'equilibrio idrico del suolo in fasi cruciali per lo sviluppo del tartufo. L'analisi della copertura vegetale, condotta per il periodo 1990-2018, evidenzia variazioni nella superficie delle foreste decidue e un'espansione delle aree a vegetazione arbustiva in evoluzione, suggerendo cambiamenti nelle pratiche di gestione del territorio e possibili fenomeni di deforestazione o abbandono agricolo. Tuttavia, la risoluzione spaziale dei dati disponibili si è rivelata insufficiente per individuare con precisione le aree più produttive, generalmente localizzate in ambienti ripariali e di fondovalle, noti per ospitare habitat idonei allo sviluppo di *T. magnatum*. Questo limite evidenzia la necessità di disporre di dati di maggiore dettaglio per una valutazione accurata della distribuzione del tartufo bianco. I cambiamenti dell'habitat sono, tuttavia, influenzati anche da fattori antropici diretti e indiretti, quali il ruolo delle trasformazioni socio-economiche, l'intensificazione delle pratiche di gestione forestale, l'uso di macchinari pesanti e la riduzione di attività tradizionali come il pascolo, che storicamente contribuivano al mantenimento di condizioni favorevoli allo sviluppo del tartufo. A ciò si aggiunge la pressione esercitata da un elevato numero di cercatori, che potrebbe determinare fenomeni di sovrasfruttamento della risorsa. Nel complesso, i risultati suggeriscono che il declino della produzione di tartufo bianco potrebbe derivare da un'interazione complessa tra cambiamenti climatici, modifiche dell'uso del suolo e pressioni antropiche. Questo lavoro evidenzia, inoltre, l'importanza di sviluppare strumenti di monitoraggio ambientale ad alta risoluzione e strategie di gestione adattativa del territorio, finalizzate alla conservazione degli habitat naturali e alla sostenibilità della produzione di *Tuber magnatum* nel lungo periodo.

## **Dominance Vulnerability Index (DVI): a biodiversity index for early prediction of weed-induced yield losses**

**Ottavia Puma\***, Valerio Cirillo, Claudio Russo, Nausicaa Pollaro, Antonio Marciano, Fabrizio Carteni, Albino Maggio

\*: ottavia.puma@unina.it

*Dipartimento di Agraria Università degli studi di Napoli Federico II, Italia*

**Parole chiave:** biodiversity, dominance, weeds, weeder robots

**Introduction-** The widespread adoption of monoculture and chemical weeding has reduced agroecosystems to mere production units, neglecting the broader ecosystem services that agriculture can offer to society. Current cropping systems often favor the proliferation of highly competitive weed species, leading to dominance phenomena. We propose that weed dominance represents the primary driver of weed-induced yield losses in winter wheat. Thus, restoring a more balanced weed community may be a promising strategy to preserve crop yields while enhancing biodiversity, ultimately maximizing the ecosystem services provided by agricultural systems. To reach this goal we developed a biodiversity index (Dominance Vulnerability Index) to quantify, at early stage of weed infestation, critical areas in the field where weed distribution should be rebalanced by controlling overgrowth.

**Materials and methods -** *Triticum aestivum* var. Rebelde was cultivated in Portici (NA) during the growing season 2022, and in Bellizzi (SA) during the growing seasons 2023 and 2025. Two treatments, namely weed-free and weedy, have been randomly assigned to different plots. At the tillering stage of wheat, weed density per species has been measured from arial pictures as reported in Russo et al. (2022). Based on weed density data, we calculated a novel biodiversity index, named Dominance Vulnerability Index (DVI). DVI is calculated as:  $\sum(\pi_i - TET), \pi_i > TET$  where:  $\pi_i$  is the relative abundance of each species per plot calculated by considering the average total infestation of the entire field; and TET is the theoretical threshold for equal distribution, calculated as 1 divided by the maximum number of species observed across the plots in the field. The species whose  $\pi_i > TET$  are identified as dominant and contribute to the calculation of DVI. The number of individuals that exceed the threshold represents the number of weeds that must be removed to restore weed equal distribution.

At the wheat heading stage, the biomass per weed species has been evaluated. Finally, wheat yield has been measured at maturity. The weed biomass and the yield from different sites and years were normalized and correlated with the different biodiversity indexes to calculate Pearson's r and the p-value.

**Results-** When comparing the Pearson's r of different biodiversity indexes, we found that only dominance indices (i.e. Simpson's dominance index and Berger-parker index) correlated with yield percentage, while the equitability index (i.e. Shannon diversity index) did not show correlations. DVI shows high and significant correlation with total weed biomass at the heading stage of wheat ( $r = 0.61$ ,  $p\text{-value} < 0.001$ ), and with wheat yield percentage ( $r = -0.64$ ,  $p\text{-value} = 0.028$ ). Moreover, DVI allowed the identification of the dominant species, and the amount to be removed to maximize the equitability of the production.

**Discussion -** Our results show that dominance, more than equitability, better describes the negative effects of weeds on wheat yield. A newly developed Dominance Vulnerability Index (DVI), that efficiently interpret the effects of weed dominance, can be useful to guide weeder robots to remove only dominant weeds, while leaving non-competitive species in the field.

## **Multitrophic interactions between Duckweeds (Lemnaceae) and microbial community uncover a sustainable solution for dairy wastewater valorisation**

**Perna C.** <sup>\*1</sup>, **Iannelli M.A.** <sup>2</sup>, **Braglia L.** <sup>1</sup>, **Forti C.** <sup>1</sup>, **Cozzi P.** <sup>1</sup>, **Cremonesi P.** <sup>3</sup>, **Fabriani M.** <sup>2</sup>, **Giani S.** <sup>1</sup>, **Menin B.** <sup>1</sup>, **Morello L.** <sup>1</sup>.

\*: cristian.perna@cnr.it

<sup>1</sup>Institute of Agricultural Biology and Biotechnology, National Research Council, (CNR-IBBA), Milan (MI), Italy;

<sup>2</sup>Institute of Agricultural Biology and Biotechnology, National Research Council, (CNR-IBBA), Montelibretti (RM), Italy;

<sup>3</sup>Institute of Agricultural Biology and Biotechnology, National Research Council, (CNR-IBBA), Lodi (LO), Italy.

**Parole chiave:** Bioremediation, Duckweed, Metagenomics, Dairy-Wastewaters

The dairy sector represents one of the most impactful agro-industrial systems in anthropized environments, due to its extensive water demand for livestock management and industrial processing. Large volumes of dairy wastewaters (DWWs), characterized by high chemical loads rich in organic matter and nutrients, require adequate treatment prior to discharge to prevent environmental contamination, habitat degradation, and biodiversity loss. Conventional treatments are energy-intensive and mainly based on biological oxidation (aerobic and anaerobic), leading to the loss of valuable nutrients and the production of sludge, resulting in additional financial and management burdens. Recovering nutrients upstream of conventional oxidation therefore represents both a significant challenge and a strategic opportunity. Phytoremediation may offer a cost-effective, nature-based alternative. Duckweeds (Lemnaceae), a highly diversified family of free-floating aquatic plants naturally thriving in nutrient-rich waters, share key functional traits such as high nutrient uptake capacity and rapid clonal growth making them a promising phytoremediation system. In addition, their biomass rich in starch and high quality protein can profitably integrate animal diets. This study aimed to perform a phenotypic screening of duckweed clones sourced from the IBBA-CNR collection to identify genotypes suitable for growth on raw DWW from a cheese making plant. The screening encompassed genus-representative species and multiple clones within the same species to capture inter- and intraspecific variability. Marked phenotypic diversity was revealed, with a subset of clones clearly outperforming others, highlighting inter- and intraspecific variability further shaped by differences in ploidy levels and the interspecific hybrids presence. Selected clones were further tested for growth performance on filter-sterilized and non-sterilized dairy effluents, to investigate multitrophic interactions and system functioning. Hydrochemical and biochemical analyses were finally coupled with metagenomic approaches to assess nutrient depletion and microbial community dynamics. The observed variability across duckweed genotypes, together with an improved understanding of plant-driven microbial community structuring and their cooperative dynamics, as clarified by metagenomics, highlights the importance of biodiversity as a key driver of system efficiency in bioremediation processes. Duckweeds therefore emerge as promising candidates for integration into constructed wetlands, enabling simultaneous dairy wastewater treatment and biomass production, while supporting local biodiversity. In this context, duckweed biomass represents a valuable resource within circular economy frameworks, contributing to the development of integrated, economically viable, and resource-efficient wastewater management strategies.

## **Sessione II**

**moderatori R.A. Accogli & L. Sebastiani**

## Batteri endosimbionti negli Auchenorrhyncha: opportunità per il controllo di *Xylella fastidiosa* in Puglia

**Guido Piraino<sup>1\*</sup>, Renato Ricciardi<sup>2</sup>, Marzia Vergine<sup>1</sup>, Luigi De Bellis<sup>1</sup>, Andrea Luvisi<sup>1</sup>**

\*: guido.piraino@unisalento.it

<sup>1</sup> Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche ed Ambientali, Università del Salento, 73100 Lecce, Italy.

<sup>2</sup> Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali, Università di Pisa, 56124 Pisa, Italia.

**Parole chiave:** Diversità batterica; insetti vettori, *Philaenus spumarius*; simbionti obbligati; paratransgenesi

*Xylella fastidiosa* è un batterio patogeno agente di gravi malattie delle piante a livello globale. In Italia, la sottospecie *pauca* è in grado di infettare *Olea europaea* L. (Oleaceae), causando rilevanti danni ambientali e produttivi, in particolar modo nella regione Puglia. *X. fastidiosa* colonizza lo xilema dell'ospite, compromettendo la funzionalità del sistema vascolare delle piante infette e causando disseccamenti talvolta letali. *X. fastidiosa* non è in grado di invadere autonomamente altre piante; al contrario, si affida a vettori che trasmettono il patogeno meccanicamente tra ospiti idonei. I suoi principali vettori appartengono al sottordine Auchenorrhyncha (Emitteri); nell'Italia meridionale, un ruolo centrale nella sua trasmissione è svolto dal rincote *Philaenus spumarius*. Sono state adottate diverse strategie per limitare la diffusione di *X. fastidiosa* subsp. *pauca*, tuttavia, la maggior parte di esse riguardano la gestione delle popolazioni dei vettori piuttosto che la loro interazione con il patogeno. Approcci alternativi si focalizzano sulla capacità di altri microrganismi di prevenire la diffusione di *X. fastidiosa* mediante una inibizione della crescita del batterio o interferendo con il tasso di trasmissione. In questo contesto, un ruolo significativo può essere svolto dai batteri che risiedono all'interno dei vettori sia come endosimbionti obbligati che facoltativi. Gli Auchenorrhyncha sono noti per ospitare *Candidatus Karesulcia muelleri* come endosimbionte obbligato primario (Moran et al., 2005, doi: [10.1128/AEM.71.12.8802-8810.2005](https://doi.org/10.1128/AEM.71.12.8802-8810.2005)) e uno specifico proteobatterio come co-primario in base al gruppo del vettore, e.g., *Baumannia cicadellinicola* nelle Cicadellidae, *Nasuia deltocephalinicola* nelle Deltocephalinae, *Zinderia insecticola* nei Cercopoidea, e simbionti *Sulcia-like* nella tribù *Philaenini*. Questi endosimbionti potrebbero essere utilizzati per un contenimento del patogeno, ma la loro incapacità di essere coltivati *in vitro* ne limita l'applicabilità. Al contempo, diversi batteri coltivabili sono stati rilevati in alcuni organi di insetti vettori, con particolare riferimento al tratto digestivo anteriore. Tra questi, è opportuno citare microrganismi appartenenti a generi quali *Methylobacterium*, *Curtobacterium* e *Pantoea*, poiché rinvenuti anche come endofiti in numerose specie vegetali, e pertanto potenzialmente oggetto di scambio durante le attività trofiche degli insetti. In particolare, *Methylobacterium* e *Curtobacterium* sono già noti per la loro capacità di influenzare sia la crescita *in vitro* sia i sintomi di *X. fastidiosa* (Lacava et al., 2007, doi: [10.1111/j.1472-765X.2004.01543.x](https://doi.org/10.1111/j.1472-765X.2004.01543.x)), e la loro abbondanza è influenzata anche dalla severità dell'infezione di *X. fastidiosa* in alcune cultivar di *O. europaea* (Vergine et al., 2025, doi: [10.1016/j.stress.2025.100924](https://doi.org/10.1016/j.stress.2025.100924)). *Pantoea* è stato oggetto di strategie di paratransgenesi ed è stata dimostrata la sua efficacia nel ridurre la trasmissione di *X. fastidiosa* da parte della cicalina *Homalodisca vitripennis* (Arora et al., 2018, doi: [10.1186/s12896-018-0460-z](https://doi.org/10.1186/s12896-018-0460-z)), vettore-chiave per la trasmissione del patogeno nel Nord America. Nel complesso, lo studio della diversità dei batteri rinvenuti negli insetti vettori e nelle piante ospiti può aiutarci a identificare gli strumenti migliori per la gestione di *X. fastidiosa*, in quanto la conoscenza delle specie batteriche scambiate tra ospiti e vettori è ancora limitata. Ulteriori ricerche possono colmare queste lacune e ridurre l'impatto di *X. fastidiosa* nelle regioni Mediterranee, aiutando a preservare la biodiversità degli artropodi negli uliveti, messa a rischio dalle attuali strategie di controllo distruttive.

## **Risposte del frumento tetraploide selvatico e coltivato (*Triticum turgidum* ssp. *dicoccoides* e ssp. *durum*) a CO<sub>2</sub> elevata: diversità nella regolazione stomatica degli scambi gassosi e della fotosintesi**

**Eleonore Cinti<sup>1\*</sup>, Andrea Carli<sup>2</sup>, Martina Cerri<sup>5</sup>, Lara Reale<sup>1</sup>, Mauro Centritto<sup>2</sup>, Diana Lucia Zuluaga<sup>3</sup>, Andrea Onofri<sup>1</sup>, Giulia Atzori<sup>2</sup>, Giovanni Marino<sup>2</sup>, Matthew Haworth<sup>2</sup>**

\*: ele.cinti@outlook.it

<sup>1</sup>Department of Agricultural, Food and Environmental Sciences, University of Perugia, Perugia, Italy

<sup>2</sup>Institute for Sustainable Plant Protection, National Research Council of Italy (CNR-IPSP), Sesto Fiorentino, Firenze, Italy

<sup>3</sup>Institute of Biosciences and BioResources, National Research Council of Italy (CNR-IBBR), Bari, Italy

**Parole chiave:** CO<sub>2</sub> elevata; tratti stomatici; diversità intra-specifica; dell'acqua; domesticazione

Nel corso dell'evoluzione, le variazioni della concentrazione atmosferica di CO<sub>2</sub> e, successivamente, i processi di domesticazione hanno influenzato i tratti anatomici e fisiologici che regolano la fotosintesi nelle specie vegetali. Per valutare come la domesticazione abbia modellato le risposte a lungo termine a elevate concentrazioni di CO<sub>2</sub>, abbiamo confrontato il frumento tetraploide selvatico (*Triticum turgidum* ssp. *dicoccoides*) e il suo derivato coltivato (*Triticum turgidum* ssp. *durum*), considerandoli come un modello di diversità intraspecifica caratterizzato da strategie adattative contrastanti. Le piante sono state coltivate in condizioni di CO<sub>2</sub> ambientale (a[CO<sub>2</sub>]: ~420 μmol mol<sup>-1</sup>) ed elevata (e[CO<sub>2</sub>]: ~1000 μmol mol<sup>-1</sup>) presso la sorgente di degassamento di CO<sub>2</sub> di Bossoleto, nell'Italia centrale.

Sono stati analizzati la densità stomatica (SD), la dimensione stomatica (SS), la cinetica stomatica e i parametri fotosintetici, come il tasso massimo di carbossilazione della Rubisco (V<sub>cmax</sub>), indicativo della capacità di fissazione del carbonio, il tasso massimo di trasporto degli elettroni (J<sub>max</sub>), associato alla rigenerazione del RuBP, e il rendimento quantico del fotosistema II (Φ<sub>PSII</sub>), indicatore dell'efficienza fotochimica. La crescita in condizioni di e[CO<sub>2</sub>] ha ridotto la SD in entrambe le sottospecie, indicando un aggiustamento adattativo volto a limitare la perdita d'acqua per traspirazione. Tuttavia, i due taxa hanno mostrato differenze marcate nella SS e nel comportamento stomatico. *Triticum dicoccoides* ha mostrato un lieve aumento della SS e un marcato incremento della responsività fisiologica degli stomi, mentre *T. durum* ha evidenziato una riduzione della SS e risposte stomatiche più lente.

Questi risultati indicano una distinta coordinazione tra la morfologia stomatica e il controllo fisiologico degli scambi gassosi. Né il V<sub>cmax</sub> apparente né il J<sub>max</sub> apparente hanno mostrato differenze significative tra i trattamenti, suggerendo un limitato acclimamento biochimico, mentre entrambe le sottospecie hanno mostrato un aumento significativo di Φ<sub>PSII</sub> in condizioni di e[CO<sub>2</sub>], indicando un miglioramento dell'efficienza fotochimica. Il frumento selvatico *T. dicoccoides* ha mostrato una maggiore risposta stomatica e suggerendo una WUE più elevata, mentre il frumento coltivato *T. durum* ha mantenuto uno scambio gassoso e un'assimilazione del carbonio più stabili. Queste risposte contrastanti evidenziano la maggiore plasticità fisiologica della specie selvatica e il suo potenziale valore come riserva di tratti adattativi in condizioni di CO<sub>2</sub> elevata, coerentemente con il ruolo dei parentali selvatici come fonte di variabilità funzionale utile per il miglioramento genetico. I risultati del presente lavoro indicano che i tratti morfologici e fisiologici favorevoli a un'elevata fotosintesi e all'ottimizzazione stomatica della WUE possono essere mutuamente esclusivi. Una fenotipizzazione efficace dei genotipi di frumento sulla base dei tratti stomatici ha il potenziale di migliorare la resa e la resilienza climatica in un futuro caratterizzato da elevate concentrazioni di [CO<sub>2</sub>], sottolineando il ruolo della biodiversità intra-specifica come risorsa per l'adattamento delle colture agli scenari climatici futuri.

## Identificazione e caratterizzazione su scala genomica della famiglia genica *LRR* in olivo e delle loro risposte trascrizionali all'infezione da *Xylella fastidiosa* subsp. *pauca*

**Athos Pedrelli<sup>1\*</sup>, Mariarosaria De Pascali<sup>1</sup>, Luigi De Bellis<sup>1,2</sup>, and Andrea Luvisi<sup>1</sup>**

\*: athos.pedrelli@unisalento.it

<sup>1</sup> Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche e Ambientali, Università del Salento, 73100 Lecce, Italia

<sup>2</sup> National Biodiversity Future Center, 90133 Palermo, Italia

**Parole chiave** Ripetizioni ricche in leucina, Olivo, *Xylella fastidiosa*

L'identificazione e la caratterizzazione delle famiglie geniche coinvolte nei meccanismi di difesa delle piante rappresentano una sfida cruciale nella ricerca sulla biodiversità e nella patologia vegetale, e sono essenziali per comprendere le interazioni ospite-patogeno. Le proteine contenenti ripetizioni ricche in leucina (LRR) costituiscono una delle più grandi famiglie proteiche nelle piante e svolgono un ruolo fondamentale nella percezione dei patogeni e nell'attivazione delle risposte di difesa (Zhiqi et al., 2025; 10.1016/j.rsci.2024.12.003). Queste proteine sono caratterizzate da ripetizioni di 20-30 amminoacidi disposte in tandem, le quali si ripiegano a formare un dominio strutturale ottimizzato per le interazioni proteina-ligando e proteina-proteina, che funge da antenna molecolare, capace di percepire i segnali dei patogeni (Bella et al., 2008; 10.1007/s00018-008-8019-0). L'olivo (*Olea europaea* L.), coltura fondamentale nella regione Puglia e dell'Italia meridionale, è esposto da oltre un decennio a una grave e prolungata minaccia dovuta a *Xylella fastidiosa* subsp. *pauca* (*Xfp*), l'agente causale del Complesso del Disseccamento Rapido dell'Olivo, rendendo essenziale contrastarne e gestirne attivamente la diffusione (Saponari et al; 2013; 10.4454/JPP.V95I3.035; De Pascali et al., 2024;10.3390/plants13050576). Pertanto, l'identificazione e la caratterizzazione della famiglia genica LRR nell'olivo (*OeLRR*), insieme all'analisi delle loro risposte trascrizionali all'infezione da *Xfp*, sono fondamentali per comprendere meglio le strategie di difesa attivate dalla pianta. Per identificare i geni LRR, è stato adottato un approccio di selezione su scala genomica. I profili Hidden Markov Model (HMM) dei domini LRR e le sequenze LRR di *Arabidopsis thaliana* sono stati scaricati e utilizzati nelle analisi HMMER e BLAST per esplorare il proteoma dell'olivo, ottenendo un ampio insieme di proteine candidate *OeLRR*. Le proteine potenziali sono state analizzate mediante lo strumento SMART per confermare la presenza dei domini LRR. I parametri fisico-chimici delle proteine selezionate e la loro localizzazione subcellulare sono stati valutati tramite strumenti online; inoltre, la suite MEME è stata impiegata per l'identificazione dei motivi conservati. Le strutture esone-introne dei geni sono state esaminate e visualizzate, così come le loro posizioni cromosomiche. Infine, è stata condotta un'analisi filogenetica utilizzando MEGA11. Come risultato, sono state identificate complessivamente 76 proteine *OeLRR* contenenti domini LRR, di cui 56 localizzate nella membrana plasmatica, 9 nello spazio extracellulare, 8 nel nucleo e 3 nel sistema di endomembrane. Sulla base delle loro caratteristiche strutturali complessive, 44 sono state classificate come recettori chinasi LRR (RLKs), 31 come proteine recettoriali LRR (RLPs) e 1 come proteina LRR con dominio di legame ai nucleotidi (NLR). I corrispondenti 62 geni *OeLRR* sono stati parzialmente mappati sui cromosomi dell'olivo, mentre altri risultano localizzati su scaffold non ancorati. Le analisi filogenetiche e di identità di sequenza hanno raggruppato i trascritti genici in 24 cluster. Sono stati inoltre progettati set di primer, attualmente utilizzati per valutare l'espressione dei geni *OeLRR* nella cultivar Leccino, resistente a *Xfp*, e in Cellina di Nardò, suscettibile a *Xfp*, sia in piante negative sia in piante positive al patogeno. Questo approccio integrato migliora la comprensione delle risposte immunitarie dell'olivo a *Xfp* e fornisce nuovi strumenti per affrontare questo patogeno, contribuendo alla conservazione della biodiversità negli agroecosistemi.

## La biodiversità genetica come risorsa per contrastare un clima che cambia: diverse strategie adattative alla base del *budbreak* in *Actinidia* spp.

**Giulia Tarquini<sup>1\*</sup>, Greta Ricci<sup>1</sup>, Alessandra Francini<sup>1</sup>, Egidio Lardo<sup>2</sup>, Marco Mastroleo<sup>3</sup>, Alba Mininni<sup>4</sup>, Bartolomeo Dichio<sup>4</sup>, Luca Sebastiani<sup>1</sup>**

\*: [giulia.tarquini@santannapisa.it](mailto:giulia.tarquini@santannapisa.it)

<sup>1</sup> *Istituto di Produzioni Vegetali, Scuola Superiore di Studi Universitari e Perfezionamento Sant'Anna, Pisa, Italia*

<sup>2</sup> *Karposia srl, Bernalda (Matera), Italia*

<sup>3</sup> *Zespri Innovation Ltd, Mt. Manganui South, New Zealand*

<sup>4</sup> *Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali, Alimentari ed Ambientali (DAFE), Università degli studi della Basilicata, Potenza, Italia*

**Parole chiave:** kiwi, budbreak, poliploidia, epigenetica, adattamento

La biodiversità genetica rappresenta una risorsa cruciale per la resilienza delle specie perenni in un contesto di cambiamento climatico, non solo in termini di variabilità strutturale, ma anche per la diversificazione delle strategie regolative a livello molecolare. In accordo con la letteratura che interpreta lo stato perenne delle colture come il risultato di un controllo attivo dei destini cellulari e riconosce il ruolo della poliploidia nell'amplificazione della plasticità biologica, questo studio esplora il contributo della diversità genomica nei processi di dormienza in specie perenni.

Sono stati confrontati due genotipi di *Actinidia* spp. caratterizzati da differente assetto genomico: *A. chinensis* var. *chinensis* "Gold3" (tetraploide) e var. *deliciosa* "Hayward" (esaploide). Il DNA genomico, estratto da gemme legnose nel periodo di transizione fenologica da dormienza a *budbreak*, è stato sottoposto a trattamento con bisolfito e sequenziato mediante approccio *Whole Genome Bisulfite Sequencing* (WGBS). I profili di metilazione dei contesti CpG, CHG e CHH e l'identificazione delle regioni differenzialmente metilate (DMRs) sono stati ottenuti mediante analisi *in silico* di 120 librerie analizzate con specifiche *pipeline bisulfite-aware* basate sui *tools Bismarck* e *DSS*. Infine, i dati epigenomici ottenuti sono stati integrati con dati trascrittomici.

In entrambi i genotipi, Gold3 ed Hayward, il profilo di metilazione CpG ha mostrato una sostanziale stabilità durante le fasi di dormienza e il successivo *budbreak*. Come già riportato in letteratura, questo risultato è coerente con il mantenimento di un'architettura epigenetica di base necessaria alla conservazione dell'identità e della vitalità dei tessuti meristemati nelle piante perenni. Al contrario, le componenti più dinamiche della metilazione, in particolare CHG e soprattutto CHH, mostrano differenze marcate tra i due genotipi. Nel genotipo tetraploide Gold3, il rimodellamento epigenetico risulta più contenuto e sincronizzato con la progressione fenologica, delineando una traiettoria molecolare maggiormente canalizzata e prevedibile. Nel genotipo esaploide Hayward, livelli basali inferiori di metilazione CHH e una rimodulazione più ampia e persistente durante la transizione verso il *budbreak* indicano una maggiore plasticità epigenetica, fortemente influenzata dai segnali ambientali. Questo comportamento è coerente con evidenze comparative ed eco-evolutive che associano la poliploidia a risposte molecolari più flessibili ma meno rigidamente sincronizzate.

L'analisi delle DMRs indica che il rimodellamento epigenetico coinvolge prevalentemente regioni intergeniche, oltre a geni chiave associati alla risposta al freddo, alla regolazione ormonale e ai ritmi circadiani. La distribuzione temporale e funzionale di tali regioni differisce sostanzialmente tra i due genotipi, suggerendo che la biodiversità genomica non agisca soltanto sul numero o sulla struttura dei geni, ma sulla modalità con cui le informazioni ambientali vengono integrate e tradotte in risposte molecolari.

## **Cacciatori di agrobiodiversità: innovazione metodologica nel recupero delle risorse genetiche minori della vite nella lunga esperienza della regione Puglia**

**Pierfederico La Notte<sup>1\*</sup>, Luigi Trotta<sup>2</sup>, Stefano Raimondi<sup>1</sup>, Anna Schneider<sup>1</sup>, Antonella Labbate<sup>1</sup>, Pasquale Venerito<sup>3</sup>**

\*: pierfederico.lanotte@cnr.it

*1 Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto per la Protezione Sostenibile delle Piante (IPSP), Sede secondaria di Bari, Italia*

*2 Regione Puglia, Dipartimento Agricoltura, Sviluppo rurale e Ambientale, Bari, Italia.*

*3 Centro di Ricerca, Sperimentazione e Formazione in Agricoltura "Basile Caramia", Locorotondo, Italia.*

**Parole chiave:** Agrobiodiversità, Vitigni minori, Erosione genetica, Conservazione ex-situ, Recupero del germoplasma.

I cambiamenti climatici e l'allarmante comparsa di nuovi stress biotici e abiotici sono due delle principali sfide, senza precedenti, dell'attuale panorama agricolo globale. In questo contesto, l'agrobiodiversità rappresenta una risorsa fondamentale, seppur ancora sottoutilizzata, per mitigare gli stress negli ecosistemi agrari e antropizzati. Eventi storici come la rapida riconversione viticola post-fillosserica all'inizio del XX secolo, combinati con l'estrema standardizzazione della moderna agricoltura commerciale e con la globalizzazione, hanno determinato una grave erosione genetica. Innumerevoli cultivar di vite antiche e autoctone sono state progressivamente trascurate, spesso sopravvivendo solo come esemplari isolati in veri "rifugi" come vigneti familiari, antiche ville e giardini privati.

Individuare e salvare questo germoplasma minore o "negletto" richiede di spingersi ben oltre i tradizionali paradigmi agronomici, poiché tali varietà venivano frequentemente anche escluse dalle descrizioni ufficiali. Questo contributo presenta una metodologia multidisciplinare e altamente integrata, sviluppata nel corso di oltre un decennio di ricerca continua nella regione Puglia, in particolare attraverso il progetto integrato Re.Ge.Vi.P. L'approccio innovativo di "archeologia botanica" unisce con successo l'archivistica e l'analisi dei documenti storici, l'archeobotanica con le scienze genetiche e agronomiche per contrastare la perdita di biodiversità. La strategia metodologica opera attraverso tre fasi interconnesse. In primo luogo, la fase ex-situ inizia nelle biblioteche storiche e negli archivi privati. Analizzando meticolosamente i testi ottocenteschi pre-fillosserici, i manoscritti inediti e le iconografie storiche come gli antichi dipinti ampelografici, i ricercatori compilano una "mancolista" mirata di cultivar scomparse. In secondo luogo, la fase in-situ colma il complesso divario tra l'archivio storico e il vigneto fisico attraverso il coinvolgimento cruciale degli agricoltori "custodi": anziani viticoltori, innestatori, potatori spesso di età avanzata raggiunti in tanti modi diversi. Utilizzando interviste strutturate e stimoli visivi, si cerca di sbloccare la memoria dei custodi per recuperare informazioni trasmesse solo oralmente e altrimenti spesso destinate all'oblio. Questo approccio combinato, psicologico e antropologico, non solo guida le prospezioni fisiche sul campo verso aree estremamente marginali, ma recupera attivamente conoscenze tradizionali non scritte riguardanti le caratteristiche anche di resilienza l'adattabilità ai microclimi locali dei vitigni antichi. Infine, la rigorosa fase di validazione scientifica impiega la caratterizzazione morfologica e l'analisi molecolare con marcatori SSR. Questo passaggio genetico cruciale spesso risolve definitivamente i complessi casi di sinonimia e omonimia locale, confermando l'identità biologica e legale di genotipi unici sopravvissuti, a volte pervenuti senza un nome. Questa metodologia integrata dimostra chiaramente che il recupero dell'agrobiodiversità negletta non è un mero esercizio di conservazione nostalgica, ma una strategia efficace quanto urgente. Queste viti dimenticate possiedono frequentemente profili aromatici del tutto unici, a volte un notevole potenziale enologico e una naturale adattabilità alle condizioni locali, spesso anche estreme. Mettendo accuratamente in sicurezza queste preziose risorse genetiche in collezioni ex-situ multifunzionali, ove valutarne le performance alla luce delle moderne sfide ambientali e agricole, questo approccio multidisciplinare fornisce una soluzione concreta e sostenibile. Reintrodurre attivamente le antiche varietà nei moderni sistemi di produzione commerciale può, non solo contribuire ad aumentare la biodiversità e quindi la resilienza degli agroecosistemi viticoli, ma rappresenta anche un'innovazione economica e uno strumento essenziale per salvaguardare il futuro del nostro patrimonio varietale vitivinicolo.

# **Sessione mini-presentazioni I**

**moderatori F. Bretzel & L. De Bellis**

## Dai rifiuti alla biodiversità: biostimolanti a base di microalghe per il miglioramento sostenibile delle colture

**Arianna Ecça<sup>1\*</sup>, Etiele Greque de Morais<sup>1,2</sup>, Enrica Uggetti<sup>1</sup>**

\*: arianna.ecca@upc.edu

<sup>1</sup> Università Politecnica di Catalogna BarcelonaTech (UPC), Campus Nord, C. Jordi Girona 1-3, 08034 Barcellona, Spagna

<sup>2</sup> Università Politecnica di Catalogna BarcelonaTech (UPC), Campus Baix Llobregat, C. Esteve Terradas 8, 08860 Castelldefels, Spagna

**Parole chiave:** biostimolanti, estratti di microalghe, *Scenedesmus* spp., attività ormono-simile, acque reflue di birrificio

Dalla Rivoluzione Industriale ad oggi, le attività umane hanno determinato un aumento costante delle emissioni di gas serra, portando al surriscaldamento globale. Quest'ultimo, a sua volta, induce profondi cambiamenti climatici che contribuiscono in modo significativo alla riduzione delle rese agricole, minacciando la produzione alimentare e la sicurezza globale. L'uso improprio e prolungato di fertilizzanti chimici può compromettere la salute del suolo e alterarne l'equilibrio, causando danni strutturali e modificazioni del microbiota del suolo. In questo contesto, una strategia per mitigare gli effetti del cambiamento climatico e favorire la transizione verso un sistema agroalimentare sostenibile è rappresentata dall'utilizzo dei biostimolanti. I biostimolanti sono composti in grado di regolare positivamente i processi fisiologici delle colture, migliorandone vigore, resa, qualità e *shelf-life*. Essi possono essere classificati in microbici e non microbici; tra questi ultimi rientrano estratti algali, sostanze umiche, derivati della chitina, idrolizzati proteici ed estratti vegetali. Tra queste materie prime, le microalghe rappresentano una fonte innovativa e sostenibile, consentendo la produzione di biostimolanti e contribuendo allo stesso tempo alla mitigazione della CO<sub>2</sub>, al recupero dei nutrienti e al trattamento delle acque reflue. In particolare, le acque reflue del settore della produzione della birra rappresentano uno degli effluenti industriali più rilevanti sia in termini economici che dal punto di vista dei volumi prodotti. In questo studio è stato valutato il potenziale biostimolante di estratti microalgali ottenuti da biomassa di *Scenedesmus* spp. coltivata in acque reflue provenienti da un birrificio industriale. I due biostimolanti testati (US1 e US2) sono stati ottenuti mediante le stesse condizioni di sonicazione, differendo unicamente per la modalità di applicazione: continua (US1) o pulsata (US2). La resa è stata determinata misurando il contenuto totale dei solidi dell'estratto finale e confrontandolo con la quantità iniziale di biomassa liofilizzata impiegata. Il potenziale biostimolante è stato valutato attraverso saggi di attività ormono-simile, nei quali gli estratti sono stati testati su diverse specie vegetali di interesse agronomico. Gli effetti indotti dagli estratti microalgali sono stati confrontati con un controllo non trattato (acqua) e con fitormoni di riferimento, i.e. 6-benzilaminopurina (BAP), acido indol-3-butirrico (IBA) e acido gibberellico (GA<sub>3</sub>). US1 ha mostrato una resa leggermente superiore (31,3%) e, testato su cotiledoni di cetriolo escissi, ha incrementato la formazione di radici avventizie di circa il 44% a 1 g/L rispetto all'acqua. US2 ha evidenziato una resa comparabile (30,95%) e ha aumentato la formazione radicale di circa il 52% a 5 g/L, oltre a incrementare l'allungamento del ipocotile di lattuga di circa il 22% a 2 g/L. Nel complesso, questi risultati evidenziano il potenziale dei processi di trattamento delle acque reflue basati su microalghe per la produzione di biostimolanti, offrendo una soluzione di economia circolare in grado non solo di migliorare lo sviluppo delle colture, ma anche di proteggere la complessa rete di vita essenziale per la resilienza ecologica a lungo termine.

## Genetic diversity as a tool to improve the conservation of Sicilian marginal populations of *Prunus mahaleb* and the endemic *Prunus cupaniana*

**Claudia Mattioni<sup>1\*</sup>, Salvatore Pasta<sup>2</sup>, Luca Leonardi, Marcello Cherubini, Giuseppe Clementi<sup>3</sup>, Giuseppe Traina<sup>3</sup>, Tommaso La Mantia<sup>3</sup>**

\*: [claudia.mattioni@cnr.it](mailto:claudia.mattioni@cnr.it)

<sup>1</sup> CNR, Istituto di Ricerca sugli Ecosistemi Terrestri (IRET), Porano, Italia

<sup>2</sup> CNR, Istituto di Bioscienze e BioRisorse (IBBR)

<sup>3</sup> Università degli Studi di Palermo, Dip. Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali (SAAF), Palermo, Italia

**Parole chiave:** climate change, conservation, genetic diversity, *Prunus cupaniana*, *Prunus mahaleb*

Several genetic studies have highlighted the enormous value of the heritage of Sicilian forests, which, despite covering less than 10% of the island, host the richest tree flora in Italy. Many species live here at the southernmost edge of their distribution range. Consequently, as local populations may have developed specific adaptations to temperature and water stress, they are of high interest for reforestation programs in an increasingly alarming scenario of global warming.

Our study was focused on evaluating the genetic variability of two closely related species belonging to the genus *Prunus* (Rosaceae), *Prunus mahaleb* L. and *Prunus cupaniana* Guss. ex E. Huet & A. Huet, both quite rare and unevenly distributed in Sicily. *P. mahaleb* counts several scattered populations, mostly concentrated in the mountainous areas close to the northern Tyrrhenian coast stretching from Trapani to Messina. *P. cupaniana* is an endemic species known to occur only in the territory of Ficuzza-Rocca Busambra (Sicani) and on the Madonie Massif.

A total of 118 georeferenced trees of *P. mahaleb* and *P. cupaniana* were sampled in seven different Sicilian locations. The samples were then genotyped using 9 nSSr loci. In both species, a high percentage of clonal individuals was observed. Low intrapopulation diversity was recorded, as well as high divergence ( $F_{st}$ ) among them. High values of Molecular Variance (AMOVA) were observed among both *P. mahaleb* and *P. cupaniana*. Moreover, the population structure allowed to distinguish four gene pools for *P. mahaleb*, while the populations of *P. cupaniana* could be grouped into two clusters. These findings suggest a low or even absent gene flow and the strong isolation of extant populations. Our results highlight an urgent need for interventions aimed at conserving and managing the genetic patrimony of the Sicilian populations of *P. mahaleb* and the endemic *P. cupaniana*.

## Approcci sostenibili in specie ornamentali ed eduli mediterranee: effetti di un estratto vegetale e un inoculo batterico su *Tropaeolum majus*

**Giulia Franzoni<sup>1,2\*</sup>, Lorenzo Vergani<sup>3</sup>, Sara Borin<sup>3</sup>, Francesca Mapelli<sup>3</sup>, Antonio Ferrante<sup>2,4</sup>**

\*: giulia.franzoni@unipv.it

<sup>1</sup> Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente, Università di Pavia, Pavia, Italia

<sup>2</sup> Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali, Università degli Studi di Milano, Milano, Italia

<sup>3</sup> Dipartimento di Scienze per gli Alimenti, la Nutrizione e l'Ambiente, Università degli Studi di Milano, Milano, Italia

<sup>4</sup> Istituto di Produzioni Vegetali, Scuola Superiore di Studi Universitari e Perfezionamento Sant'Anna, Pisa, Italia

**Parole chiave:** piante ornamentali, metabolismo secondario, PGPB, economia circolare, biostimolanti

*Tropaeolum majus* (nasturzio) è una specie erbacea annuale originaria delle Ande sudamericane e introdotta in Europa nel XVII secolo, dove è oggi ampiamente coltivata come pianta ornamentale e alimentare. In Italia e in diverse aree del bacino mediterraneo la specie è comunemente coltivata e talvolta naturalizzata in ambienti semi-naturali, grazie alla sua elevata adattabilità climatica. I fiori, le foglie e i semi sono edibili e vengono utilizzati in preparazioni alimentari. Il suo profilo sensoriale è caratterizzato da note piccanti e aromatiche, attribuite principalmente alla presenza di glucosinolati e composti volatili associati. La specie è inoltre una fonte rilevante di vitamina C, carotenoidi, flavonoidi e altri composti fenolici, con attività antiossidante. Numerosi studi riportano anche diverse proprietà biologiche attribuite agli estratti della pianta, sfruttate in ambito farmacologico e terapeutico. L'obiettivo della prova è stato la valutazione della risposta fisiologica di piante di nasturzio all'applicazione radicale di due differenti trattamenti: un estratto vegetale e un ceppo batterico. L'estratto vegetale è stato preparato mediante macerazione acquosa (rapporto 1:2 p/v) di scarti vegetali della IV gamma per 25 giorni a 20°C. Dopo un passaggio di microfiltrazione e diluizione è stato applicato al substrato alla dose di 5 mL per vaso. Il ceppo batterico *Bacillus* sp. LR01, selezionato per la sua attività di promozione della crescita, è stato inoculato al momento del trapianto mediante applicazione radicale di 5 mL di sospensione contenente  $10^8$  spore mL<sup>-1</sup>. Le piante sono state coltivate in condizioni controllate e sottoposte ad analisi sia distruttive sia non distruttive su foglie e fiori, al fine di analizzare i principali risposte fisiologiche e qualitative. I risultati hanno mostrato risposte differenziate tra foglie e fiori, evidenziando un effetto distinto sul metabolismo primario e secondario. Nelle foglie, clorofille e carotenoidi non hanno subito variazioni significative, pur mostrando lievi incrementi. L'indice fenolico è aumentato significativamente in risposta all'estratto vegetale (+25%), mentre il ceppo batterico ha determinato un incremento minore (+11%). Gli antociani sono aumentati significativamente sia con macerato che con batterio (+34% e +12%), indicando una marcata attivazione del metabolismo secondario. Nei petali non sono state osservate variazioni significative suggerendo una risposta prevalentemente fogliare. Sul metabolismo primario, il ceppo LR01 ha determinato un aumento significativo degli zuccheri totali (+44%), mentre il macerato ha ridotto il saccarosio (-62%), indicando un diverso bilanciamento tra accumulo e utilizzo dei carboidrati. Coerentemente, il batterio ha migliorato il performance index, associato a una maggiore efficienza fotosintetica. Nel complesso, i due trattamenti hanno agito con meccanismi d'azione differenti: il macerato ha stimolato principalmente il metabolismo secondario, mentre il batterio ha favorito la performance fotosintetica e il metabolismo degli zuccheri. Questi risultati suggeriscono la possibilità di un impiego combinato dei due trattamenti per modulare in modo mirato qualità nutrizionale e funzionale della coltura. Sarà interessante approfondire anche il loro effetto in combinazione con diverse condizioni ambientali o di stress al fine di approfondire i meccanismi di accumulo dei composti bioattivi e delle componenti responsabili di aroma e sapore.

## **Attività antifungina dell'olio essenziale di *Smyrniolum olusatrum* L. per il controllo della crescita di funghi in piante di interesse agrario**

**Eliana Nutricati\***, Carmine Negro, Erika Sabella, Rita Accogli, Luigi De Bellis

\*: eliana.nutricati@unisalento.it

*Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche ed Ambientali, Università del Salento*

**Parole chiave** : *Smyrniolum olusatrum* L., attività antifungina, oli essenziali, *Alternaria solani*, *Botrytis cinerea*

Negli ultimi anni è cresciuto l'interesse per prodotti naturali ecosostenibili e a basso impatto ambientale in grado di contrastare e bloccare lo sviluppo di patogeni di specie coltivate. Numerose molecole di origine vegetale hanno la capacità di inibire lo sviluppo di patogeni, tra cui numerosi funghi, inducendo risposte di difesa nelle piante. Estratti vegetali come gli oli essenziali sono in grado di agire direttamente sullo sviluppo del micelio e la germinazione delle spore di funghi; quindi, tali composti rappresentano una valida alternativa all'utilizzo di fungicidi sintetici impiegati in agricoltura.

*Smyrniolum olusatrum* L. è una pianta erbacea biennale dal caratteristico odore di sedano, appartenente alla famiglia delle Apiaceae, comunemente chiamata "Macerone", "Sedano selvatico" o "Alexanders", termine che ricorda Alessandria d'Egitto, luogo di origine e provenienza di questa specie. È una pianta aromatica di grande interesse per le sue potenziali applicazioni in campo farmaceutico, agrochimico ed oleochimico. La sua attività biologica è legata alla presenza di furanosesquiterpeni, principalmente isofuranodiene, presenti nell'olio essenziale secreto nei canali resiniferi delle radici, degli steli, delle foglie e delle infiorescenze.

Tali composti sono in grado di agire a livello della parete cellulare del fungo inibendone la sua sintesi, o compromettendo l'integrità della membrana plasmatica. Inoltre, inibiscono il funzionamento delle pompe protoniche presenti nella catena respiratoria mitocondriale causando così una riduzione della produzione di ATP e la morte cellulare. Tale attività è stata testata su due specie fungine che colpiscono colture agrarie, *Alternaria solani*, un fungo ascomicete responsabile della malattia della peronospora precoce che colpisce le piante di patate e pomodori, e *Botrytis cinerea*, nota come muffa grigia, un ascomicete appartenente alla famiglia Sclerotiniaceae che causa gravi danni pre e post – raccolta in molte specie vegetali. Diverse diluizioni (75%, 50%, 25%) dell'olio sono state testate *in vitro*, mediante la tecnica dell'*Agar plug assay*, per valutare l'efficacia antimicotica dell'olio essenziale di *Smyrniolum olusatrum* L. al fine di inibire o rallentare la crescita di funghi. I risultati mostrano come l'olio essenziale determini un'inibizione della crescita di entrambi i funghi, in maniera direttamente proporzionale alla concentrazione dell'olio utilizzato. Inoltre, si osserva una netta diminuzione dell'attività di sporulazione dei funghi. Nel caso di *Alternaria solani* è stata evidenziata una maggiore pigmentazione in seguito al trattamento con l'olio essenziale; per questo è stata effettuata un'analisi chimica per identificare i composti organici responsabili di tale fenomeno, prodotti dal fungo per proteggersi dalle specie reattive dell'ossigeno.

I risultati ottenuti *in vitro* hanno fornito interessanti informazioni riguardanti i meccanismi alla base dell'attività antimicotica; di conseguenza, il prossimo passo sarà testare l'olio essenziale di *Smyrniolum olusatrum* *in vivo* al fine di dimostrarne l'efficacia nella lotta contro le infezioni fungine a carico di specie di interesse agrario, come la vite nel caso di *Botrytis cinerea* e il pomodoro nel caso di *Alternaria solani*.

## Le piante officinali come fonte di composti bioattivi per la produzione di biostimolanti

**Letizia Scarabattoli<sup>1</sup>, Sonia Cacini<sup>2</sup>, Marta Fabiani<sup>3</sup>, Leonardo Guelfi<sup>1</sup>, Anna Mensuali<sup>1</sup>, Gabriele Messina<sup>1</sup>, Enrico Maria Milito<sup>1</sup>, Anna Pugliese<sup>1</sup>, Fabio Scotto Di Covella<sup>1</sup>, Stefano Toscano<sup>4</sup>, Daniela Romano<sup>5</sup>, Antonio Ferrante\*<sup>1</sup>**

\*: [antonio.ferrante@santannapisa.it](mailto:antonio.ferrante@santannapisa.it)

<sup>1</sup>Istituto di Produzioni Vegetali, Scuola Superiore Sant'Anna, Piazza Martiri della Libertà, 33, 56127 Pisa, Italia

<sup>2</sup>CREA Centro di ricerca Orticoltura e Florovivaismo, Pescia (PT)

<sup>3</sup>CREA Centro di ricerca Ingegneria e Trasformazioni agroalimentari, Milano

<sup>4</sup>Dipartimento di Scienze Veterinarie, Università degli Studi di Messina,

<sup>5</sup>Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente (Di3A), Università degli Studi di Catania,

**Parole chiave:** biostimolanti, composti bioattivi, estratti vegetali

Le piante officinali rappresentano una fonte rilevante di composti bioattivi tradizionalmente impiegati in ambito farmaceutico e alimentare, ma recentemente hanno acquisito interesse anche nel settore dell'agricoltura sostenibile come biostimolanti vegetali, in linea con il Regolamento (UE) 1009/2019. In tale contesto, il progetto BIOECOF ha esplorato il potenziale di specie officinali e spontanee come fonte di metaboliti secondari utili alla biostimolazione delle colture. L'obiettivo dello studio è stato valutare l'efficacia di diversi metodi di estrazione, macerazione, estrazione a caldo e utilizzo di solventi, nella produzione di estratti vegetali ricchi in composti bioattivi. Le specie selezionate per l'estrazione sono state borragine (*Borago officinalis* L.) e finocchio marino (*Crithmum maritimum* L.), mentre gli effetti biostimolanti sono stati testati su perilla [*Perilla frutescens* (L.) Britton] e salvia ananas (*Salvia elegans* Vahl).

I risultati hanno evidenziato che gli estratti ottenuti influenzano positivamente sia la crescita vegetativa sia l'accumulo di metaboliti secondari nelle piante trattate, con differenze legate alla tecnica di estrazione impiegata. In particolare, alcune condizioni estrattive hanno mostrato una maggiore efficacia nel promuovere la biomassa e il contenuto di composti bioattivi. Nel complesso, lo studio conferma il ruolo strategico della biodiversità vegetale come risorsa per lo sviluppo di biostimolanti naturali innovativi, contribuendo a sistemi agricoli più sostenibili e resilienti.

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

## **Sessione III**

**moderatori A. Francini & P. La Notte**

## ***Artemisia annua* L. come risorsa funzionale di biodiversità per una gestione sostenibile delle erbe infestanti**

**Flavio Polito<sup>1\*</sup>, Michele Denora<sup>2</sup>, Donato Casiello<sup>2</sup>, Pierluigi Casiero<sup>2</sup>, Michele Perniola<sup>2</sup>, Donato Castronuovo<sup>1</sup>, Vincenzo De Feo<sup>1</sup>, Vincenzo Candido<sup>2</sup>, Sebastiano Delfino<sup>3</sup>**

\*: fpolito@unisa.it

<sup>1</sup> Dipartimento di Farmacia, Università di Salerno, Fisciano (SA), Italia

<sup>2</sup> Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali, Alimentari e Ambientali, Università degli Studi della Basilicata, Potenza, Italia

<sup>3</sup> Dipartimento di Agricoltura, Ambiente ed Alimenti dell'Università degli Studi del Molise, Campobasso, Italia

**Parole chiave:** *Artemisia annua* L., oli essenziali, infestanti, bioerbicidi, biodiversità funzionale

L'uso intensivo di erbicidi di sintesi nei sistemi colturali rappresenta una delle principali pressioni antropiche, con effetti negativi sulla qualità ambientale e sulle componenti biotiche degli agroecosistemi. In questo contesto, l'utilizzo di metaboliti secondari di origine vegetale rappresenta una possibile alternativa per la gestione delle erbe infestanti. Questo studio ha valutato il potenziale di *Artemisia annua* L. come fonte di composti bioattivi a possibile azione erbicida, analizzando l'influenza della densità d'impianto e delle condizioni ambientali sulla produzione e sull'attività biologica degli oli essenziali (OE) ottenuti dalla pianta. La coltivazione di *A. annua*, condotta nella primavera-estate del biennio 2023-2024 in Basilicata (Genzano di Lucania, 40° 82' N, 16°08' E; 252 m s.l.m.) con due densità di impianto (5,0 e 2,5 piante/m<sup>2</sup>), ha prodotto variazioni significative nei parametri morfologici e nella biomassa epigea della coltura. In particolare, la biomassa epigea, sia fresca che secca, è risultata più elevata nel primo anno rispetto al secondo, grazie alle più favorevoli condizioni climatiche; inoltre, i livelli produttivi sono risultati superiori con la densità di piante più elevata. La resa in OE è stata superiore nel secondo anno, passando dallo 0,12% allo 0,43% (alta densità) e dallo 0,17% allo 0,56% (bassa densità). Allo stesso tempo, è stata osservata una marcata variazione nella composizione chimica: nel primo anno prevalevano gli idrocarburi sesquiterpenici, mentre nel secondo anno predominavano i monoterpeni ossigenati, con la scomparsa dei sesquiterpeni ossigenati. I componenti principali erano artemisia chetone (8,05–65,77%), eucaliptolo (4,70–13,14%) e  $\beta$ -selinene (5,38–37,53%). Gli OE hanno mostrato un'elevata attività fitotossica contro specie infestanti maggiormente presenti nei terreni su cui è avvenuta la coltivazione di *A. annua* (*Sinapis alba* L., *Papaver rhoeas* L., *Portulaca oleracea* L.), con effetti più pronunciati nel secondo anno e un'inibizione della germinazione e dell'allungamento radicale fino al 100%. I risultati evidenziano come la valorizzazione della biodiversità chimica e funzionale delle specie vegetali, e la sua modulazione attraverso pratiche agronomiche, possano offrire strumenti concreti per la gestione delle malerbe, contribuendo a ridurre l'uso di erbicidi e a migliorare il funzionamento ecologico dei sistemi colturali.

## **La valorizzazione delle razze ovine e caprine autoctone pugliesi a tutela della Biodiversità animale**

**Marzia Albenzio\*, Antonella Santillo, Martina Di Corcia, Agostino Sevi**

\*: marzia.albenzio@unifg.it

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

**Parole chiave:** Biodiversità animale, ovini, caprini, cambiamenti climatici, estinzione

In Italia, l'allevamento ovino e caprino si caratterizza per un cospicuo numero di razze distribuite in tutto il territorio nazionale. Tuttavia, molte di queste razze si trovano da tempo in una situazione numerica critica, con un rischio di estinzione elevato. Gran parte delle popolazioni autoctone, a rischio di estinzione, sopravvivono in ambienti caratterizzati da condizioni pedo-climatiche e ambientali sfavorevoli alla diffusione di razze cosmopolite e selezionate, dimostrando capacità di adattamento peculiari e interessanti che sottolineano l'importanza di attuare nuove strategie di tutela nei confronti di queste razze. Il fenomeno, noto come erosione genetica, si manifesta attraverso la scomparsa progressiva di razze autoctone, spesso sostituite da razze cosmopolite selezionate per alte prestazioni produttive, ma meno adattabili alle condizioni ambientali specifiche di aree marginali. Tale perdita è strettamente connessa a dinamiche economiche e sociali: l'abbandono degli allevamenti estensivi tradizionali, la diminuzione della redditività per gli allevatori che operano in territori svantaggiati, e la mancanza di politiche di mercato, che incentivano le produzioni locali, hanno contribuito ad accrescere il rischio di estinzione per molte popolazioni animali storicamente radicate nei territori rurali italiani. Oltre a rappresentare una perdita irreversibile in termini genetici, tale fenomeno compromette la resilienza dei sistemi agro-zootecnici, rendendoli più vulnerabili ai cambiamenti climatici, sanitari e socioeconomici. In questo contesto si inserisce il Progetto dal titolo "Biodiversità e valorizzazione di genotipi locali ovini e caprini a prevalente attitudine per la produzione di latte (LOCAL)" ammesso a finanziamento attraverso il PSR Puglia 2014-2022 – Misura 10 Sottomisura 10.2 "Sostegno per la conservazione, l'uso e lo sviluppo sostenibili delle risorse genetiche in agricoltura" coordinato dall'Università di Foggia in collaborazione con l'Università di Bari con la partecipazione di due aziende Allevatori custodi. Il progetto pone l'obiettivo di identificare, mappare, caratterizzare e valorizzare le risorse genetiche animali autoctone della Puglia, con particolare attenzione alle popolazioni di piccoli ruminanti orientate alla produzione di latte. La conservazione e la valorizzazione delle razze autoctone non è rivolta soltanto alla valutazione e alla valorizzazione della diversità genetica ma rappresenta un processo integrato che richiede competenze interdisciplinari, sinergie istituzionali, coinvolgimento delle comunità locali e strumenti operativi efficaci. Gli obiettivi raggiunti hanno contribuito ad ampliare le conoscenze in tema di biodiversità dell'allevamento ovino e caprino pugliese attraverso la mappatura delle popolazioni autoctone in via di estinzione studiate e la valorizzazione delle produzioni come la lana, il latte e i derivati caseari. Nel contesto della salvaguardia delle risorse genetiche animali locali a rischio di estinzione, le attività di divulgazione dei risultati hanno rappresentato strumenti essenziali per sensibilizzare e costruire la memoria culturale e promuovere pratiche di conservazione basate sulla multidisciplinarietà delle informazioni.

In prospettiva, sarà necessario proseguire il lavoro avviato, consolidando le reti tra allevatori, enti di ricerca e istituzioni regionali, promuovendo attività formative e sostenendo la filiera produttiva legata alle razze autoctone, affinché la loro sopravvivenza non sia solo garantita, ma diventi un'opportunità concreta per lo sviluppo del territorio.

## **Redefining Norms: A Proposal to Revise the morphometric Standards of the South Mediterranean European Eel stock**

**Tahri Mardja \* and Benabdallah Amina**

\*: tahri-mardja@univ-eltarf.dz

*Laboratory on Biodiversity and Ecosystem Pollution, Department of Marine Science, Faculty of Natural and Life Sciences, Chadli Bendjedid-El Tarf University, 36,000, Algeria,*

**Keywords:** *Anguilla anguilla*; growth; silvering threshold; Parc National of El Kala.

An enigmatic and mysterious animal, the European eel *Anguilla Anguilla* has fascinated -since Antiquity- its around. Indeed, it is a great migrant, amphihaline, thalassotoc, catadromous, semelpare, etc. However, since at least the early 1980s, its continental abundance has declined throughout its range. In this investigation, we undertake a study on the growth of this species obtained from a complex of 2 water lands of different hydrosystems situated in the Parc National of El Kala -Extreme North East of Algeria- (Tonga Lake and Mellah lagoon) during 2 seasons. According to the Eel Rep Silvering Index, the highest proportion of silver individuals were found in freshwater whereas 87.9% of captured eel in the brackish water (Mallah Lagoon) were considered as yellow (SI). During this period, the findings highlighted that despite their young age eels showed a fast growth and the second metamorphosis is completed at an early age.

## Microbial consortium diversity shapes chicory quality under nutrient-limited soil conditions

**Maria Ventimiglia\***<sup>1</sup>, **Sofia Fiorentino**<sup>1</sup>, **Irene Rosellini**<sup>2</sup>, **Lucia Giorgetti**<sup>1</sup>, **Cristiana Sbrana\***<sup>1</sup>

\*: maria.ventimiglia@ibba.cnr.it; cristiana.sbrana@cnr.it

<sup>1</sup> *Istituto di Biologia e Biotecnologia Agraria, CNR, via Moruzzi 1, Pisa, Italia*

<sup>2</sup> *Istituto di Ricerca sugli Ecosistemi Terrestri, CNR, via Moruzzi 1, Pisa, Italia*

**Parole chiave:** nutrient limitation, biofortification, nutraceutical compounds, arbuscular mycorrhizal fungi, bacterial endophytes

In nutrient-limited soils, chemical fertilizers can potentially be replaced by microbial consortia (MC) with biofertilizing and biostimulant activities. However, the ability of MC to mitigate nutrient limitations and enhance plant growth, resilience to stresses, and the quality of plant-derived products varies according to the specific MC and plant species involved. MC composed by single (MC2, including *Rhizoglyphus irregularis*) or multiple arbuscular mycorrhizal fungal isolates (MC3, including species belonging to the genera *Funneliformis*, *Claroideoglyphus*, *Glomus*, *Rhizoglyphus*, *Septoglyphus*), were assayed for their biofertilizing activity in microcosms with zeolite-based substrate, in the absence of mineral or organic nutrients input. Chicory (*Cichorium intybus*) plants belonging to different genotypes (Rossa di Verona, Rossa di Treviso, Variegata di Castelfranco, Verde da Taglio, Verde Zuccherina di Trieste) were either inoculated with the two MC, obtained from pot-cultures on the zeolite-based substrate, or mock-inoculated with inactivated MC mix (MK). At harvest, analyses of the content of macro- and micronutrients, polyphenols, flavonoids and carotenoids were carried out on plant shoots, while the accumulation of fructooligosaccharides (FOS) was assessed in roots. Moreover, diversity and composition of mycorrhizal and mock-inoculated root bacterial endophytes were analysed by NGS sequencing of 16S rRNA gene.

Data obtained showed that, compared with MK-inoculated plants, MC2 and MC3 promoted significant increases of Zn and Fe in shoots of the chicory genotype “Variegata di Castelfranco”, while the remaining chicory genotypes showed significant increases only with MC3. The content of FOS in chicory roots was significantly increased by both MC in “Variegata di Castelfranco”, while only MC3 induced larger FOS contents in the other genotypes. Differential accumulation of polyphenols and carotenoids was detected in the MC-treated plants, depending on the genotype and the MC used. Significant differences in bacterial endophytes assemblages were detected between roots of plants inoculated with MC2 and MC3, and among both MC and MK treatments. Chicory genotype appeared to exert lower influence on the diversity and structure of bacterial root endophytes, compared with inoculation treatments.

The analyses showed that tailored microbial consortia may significantly increase contents of Zn and other mineral nutrients in chicory shoots, along with important molecules with nutraceutical properties, although the accumulation levels in edible tissues is genotype-dependent. The possible relationships among plant genotypes and performance, and the diversity of roots bacterial microbiomes and MC are discussed.

## The Paradox of plant–microbe interactions in the face of climate change: promoting crops and orchards, enabling *Ailanthus altissima* (Mill) invasion

**Paola Pollegioni<sup>1,2\*</sup>**, Silvia Portarena<sup>1,2</sup>, Marco Ciolfi<sup>1</sup>, Francesca Chiocchini<sup>1</sup>, Carlotta Volterrani<sup>1</sup>, Marco Lauteri<sup>1</sup>

\*: paola.pollegioni@cnr.it

<sup>1</sup> Research Institute on Terrestrial Ecosystems, National Research Council, Porano, Terni, Italia,

<sup>2</sup> National Biodiversity Future Center, Palermo, Italia

In the face of climate change, the use of biostimulants has emerged as a promising tool for sustainable agriculture. However, the same plant–microbe interactions exploited to promote crop growth and mitigate biotic and abiotic stresses may also facilitate the spread of invasive plant species, raising questions about the broader ecological consequences of manipulating soil biodiversity.

*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle, a fast-growing tree species native to Asia, was introduced to Europe in the late 18<sup>th</sup> century for ornamental purposes. Currently considered one of the most invasive woody plants in Europe, it is listed among species of EU concern. Its rapid spread, facilitated by wind-dispersed seeds, extensive root suckering, and high environmental tolerance, threatens native biodiversity by altering community composition and ecosystem functioning. Recent studies have highlighted the ability of *A. altissima* to establish facultative associations with mycorrhizal partners, potentially enhancing its ecological plasticity, especially in the early development of seedlings. However, the role of soil fungal communities in mediating *A. altissima* invasion dynamics across different habitats remains unclear. This study aims to investigate how soil fungal communities change along an *A. altissima* density gradient and whether these shifts may facilitate invasion success. To address this question, we used high-throughput amplicon sequencing of the fungal internal transcribed spacer (ITS) region to characterize bulk-soil fungal communities surrounding tree root systems across an invasion gradient (absence, front, infested stands) in three sites of central Italy (urban, rural and natural) dominated by *Tilia cordata*, *Olea europaea*, and *Quercus cerris*, respectively. Preliminary results suggest that *A. altissima* may benefit from alterations of local fungal communities that disrupt native ectomycorrhizal symbioses while establishing positive feedbacks with arbuscular mycorrhizal fungi (*Glomus*) and few ectomycorrhizal taxa (*Tuber*, *Tomentella*, *Inocybe*, and *Russula*). These findings highlight a double-edged role of plant–microbe interactions: a resource for crop resilience, but also a potential pathway enabling biological invasion. Understanding this paradox is essential for designing biodiversity-informed management strategies that promote agricultural sustainability without causing broader ecological consequences.

## **Biodiversità orticola pugliese come risorsa per mitigare gli stress negli agroecosistemi: dal recupero varietale alla costruzione di sistemi sementieri diversificati**

**Massimiliano Renna\*, Adriano Didonna, Pietro Santamaria**

\*: massimiliano.renna@uniba.it

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

**Parole chiave:** adattabilità, innovazione sementiera, valorizzazione, varietà da conservazione, varietà locali

La Puglia rappresenta un contesto emblematico per riflettere sul ruolo della biodiversità come risorsa strategica per la resilienza degli ecosistemi agrari, naturali e antropizzati. Prima regione italiana per superficie dedicata all'orticoltura e tra le prime per estensione del biologico, la Puglia esprime un peso produttivo rilevante nel panorama nazionale, contribuendo in modo significativo a numerose filiere orticole. Parallelamente, il territorio regionale custodisce una straordinaria ricchezza di agro-biodiversità, frutto di una lunga coevoluzione tra ambienti, pratiche colturali e sapere contadino, che ha consentito la sopravvivenza di numerose varietà locali di ortaggi, spesso adattate a condizioni pedoclimatiche difficili e a sistemi colturali a basso input.

In questo scenario, i progetti BiodiverSO Karpos e BiodiverSO Veg hanno svolto un ruolo determinante nel censimento, nella caratterizzazione, nel recupero e nella valorizzazione di quasi 300 varietà locali di ortaggi pugliesi, contribuendo a strappare all'oblio un patrimonio genetico di straordinario valore. Tali iniziative si inseriscono nel quadro normativo regionale avviato con la Legge Regionale 39/2013 e rafforzato da un percorso pluriennale di tutela dell'agrobiodiversità volto a integrare conservazione, conoscenza e valorizzazione economica.

Nonostante questi risultati, il settore sementiero regionale mostra ancora una scarsa rappresentazione dell'agrobiodiversità locale. A fronte di un comparto orticolo forte e di una ricca disponibilità di germoplasma autoctono, la maggior parte delle varietà locali recuperate continua a essere mantenuta attraverso pratiche informali e reti di agricoltori custodi, senza un pieno inserimento in una filiera sementiera strutturata. Questo squilibrio limita la diffusione di materiali genetici adattati al territorio e indebolisce la possibilità di promuovere sistemi produttivi più resilienti, sostenibili e coerenti con le esigenze ambientali e di mercato.

L'esperienza maturata nell'ambito dei progetti BiodiverSO evidenzia invece che la biodiversità orticola può costituire una concreta leva di mitigazione degli stress biotici e abiotici, grazie alla maggiore adattabilità delle varietà locali, alla loro diversità genetica e al loro potenziale di riduzione della dipendenza da input esterni. In questa prospettiva, l'avvio di percorsi di selezione, registrazione e commercializzazione di semi di varietà locali rappresenta un passaggio decisivo per trasformare la conservazione da prevalentemente statica a dinamica, favorendo il passaggio dal recupero alla valorizzazione produttiva.

Un segnale particolarmente significativo in tale direzione è rappresentato dalla recente iscrizione nel Registro nazionale delle varietà da conservazione della prima varietà orticola pugliese, il cavolfiore 'Cima di Cola', che apre nuove prospettive per la commercializzazione di sementi locali nell'area di origine. Questo risultato testimonia come ricerca, istituzioni e imprese possano convergere nella costruzione di sistemi sementieri diversificati capaci di sostenere la biodiversità, rafforzare l'economia locale e promuovere modelli agricoli più resilienti.

Il contributo intende quindi discutere potenzialità, criticità e prospettive di sviluppo di un sistema regionale in cui la biodiversità orticola non sia solo oggetto di tutela, ma risorsa attiva per l'innovazione, la sostenibilità e la mitigazione degli stress negli agroecosistemi pugliesi.

## **Sessione IV**

**moderatori S. Bartolini & M. Renna**

## **Biodiversità delle varietà locali: punto di forza per sistemi agrari resilienti del Salento (Puglia)**

**Rita Annunziata Accogli\*, Carmine Negro, Eliana Nutricati, Luigi De Bellis**

\*: rita.accogli@unisalento.it

*Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche ed Ambientali - Università del Salento, Lecce, Italia*

**Parole chiave:** biodiversità agraria, BiodiverSO, varietà locali, Salento

Con il Programma di Sviluppo Rurale 2007-2013 e successivi trascinamenti, la Regione Puglia ha attuato una serie di progetti integrati per la salvaguardia della biodiversità agraria, del paesaggio rurale e delle risorse genetiche animali e vegetali. Dal 2012, insieme con l'Università di Bari (capofila) e di Foggia, il Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche ed Ambientali dell'Università del Salento è stato partner scientifico di una cordata che ha operato su tutto il territorio regionale per l'attuazione del Progetto "Biodiversità delle specie Orticole in Puglia"; lo svolgimento ha comportato indagini che hanno ridefinito lo stato delle Risorse Genetiche Vegetali (RGV) per il Salento. Preliminare è stata la ricerca storica: le fonti bibliografiche riferiscono sull'economia agraria in Terra d'Otranto dal XV al XX secolo e su specie agricole che si distinguevano per il loro adattamento al ricco mosaico di condizioni pedoclimatiche del Salento.

Dalla valutazione degli elementi caratteristici del paesaggio rurale e delle pratiche agricole sostenibili, adottate dai contadini per ciascuna varietà individuata, sono stati raccolti dati, inseriti in registri elettronici, relativamente a 300 contadini intervistati, proprietari di orti familiari o di piccole e medie imprese agricole.

Il coinvolgimento di stakeholder e ristoratori ha permesso di individuare varietà locali tenute in vita da legami affettivi o da ricorrenze religiose; la donazione di piccole quantità di semi di diverse varietà ha reso possibile l'implementazione di una Banca Semi, con più di 400 accessioni di germoplasma registrate.

Le varietà locali recuperate per l'intera regione Puglia, sono state 166, delle quali 81 in Salento e 54 nella sola provincia di Lecce. Per ognuna è stato valutato il grado di rischio di erosione, sulla base di criteri che tengono conto del numero di coltivatori, della percentuale di superficie coltivata rispetto a quella regionale, di programmi di conservazione *ex situ*. Nel Salento, ben 31 varietà sono ad alto rischio di estinzione e 23 a rischio medio alto. Altre 50 "varietà candidate" salentine aspettano di essere confermate, dopo verifiche di eventuali sinonimie e di reale presenza sul territorio da almeno cinquanta anni.

Le varietà collezionate sono state coltivate *ex situ*, per successive analisi chimiche e morfo-dimensionali. Risultati interessanti sono stati ottenuti riguardo a molecole bioattive contenute nelle principali categorie di ortaggi. Per le varietà di pomodoro sono state valutate le proprietà antiossidanti, il contenuto di carotenoidi e altri elementi fondamentali. Per le varietà appartenenti al gruppo delle brassicacee (rape e *mùgnulu*) sono stati valutati i profili quali-quantitativi di glucosinolati. Relativamente alla varietà "carota di Tiggiano", è stato valutato il contenuto di carotenoidi e di cianidine, nonché l'attività antiossidante. Per varietà di cicorie e meloni è stata valutata l'attività antiossidante, identificati i principali metaboliti secondari e, mediante analisi <sup>1</sup>H-NMR, definito il profilo dei principali aminoacidi.

Uno stesso approccio è stato utilizzato per lo studio di specie vegetali selvatiche, che negli ultimi anni hanno suscitato un notevole interesse scientifico per le loro applicazioni nel settore agronomico, alimentare e medico.

## **Biodiversity, chemical composition and health benefits of *Mentha* species from El Tarf region (Algeria)**

**Benabdallah Amina\*, Tahri Mardja, Boumendjel Mahieddine, Nasri Hichem**

\* benabdallah-amina@univ-eltarf.dz

*Laboratory on Biodiversity and Ecosystem Pollution, Department of Agronomy, Faculty of Natural and Life Sciences, Chadli Bendjedid-El Tarf University, 36000, Algeria*

**Keywords:** Algeria, El-Tarf, essential oil, extract, *Mentha*, RAMSAR.

*Mentha* species are widely used by native habitants of El-Tarf region, as condiment, flavor or herb in culinary preparations but also used for therapeutic properties as carminative, sedative, antispasmodic and to treat stomach pain. The aim of this work was first to inventory and geolocalise *Mentha* species in the National Park of El Kala, a RAMSAR site, then to investigate the chemical composition and biological activities of essential oils obtained from aerial parts of six wild *Mentha* species identified for the first time: *M. aquatica*, *M. arvensis*, *M. x piperita*, *M. pulegium*, *M. rotundifolia* and *M. x villosa*. Polyphenols, chemical composition and biological activities were assessed by different *in vitro* methods. The methanol extracts of mints were rich in phenolic compounds and exhibited a powerful antioxidant activity ranged from 7.5 µg/ml to 44.66 µg/ml, which varied significantly among species. The highest yield of oils, was recorded for *M. pulegium* with 1.8%. A total of 27 compounds were identified with the predominance of oxygenated monoterpenes as menthofurane (73.38%), rotundifolone (65.99%), pulegone (59.12%), menthol (49.89%), menthone (20.84%), neomenthol (20.76%), eucalyptol (18.16%). These results show that *Mentha* species from NPEK have a great potential of polyphenols which can be used as a natural food preservative and antioxidant source. Moreover, mints could be exploited for their pharmacological application in order to prevent induced diseases related to oxidative stress.

## Valorizzazione dei legumi nei sistemi agricoli basati sulla biodiversità nel bacino del Mediterraneo

**Federico Martinelli<sup>1\*</sup>, Francesco Loreto<sup>2</sup>, Paolo Barberi<sup>3</sup>, Matteo Dell'Acqua<sup>3</sup>, Roberto Kron Morelli<sup>4</sup>, Chirstina von Haaren C.<sup>5</sup>, Abdelkader Bekki A.<sup>6</sup>, Sanja Sikora<sup>7</sup>, Dulce Rodríguez-Navarro<sup>8</sup>, Alessio Mengoni<sup>1</sup>, Rania Nabbout<sup>9</sup>, Darine Trabelsi<sup>10</sup>, Derya Yucel<sup>11</sup>**

\*: federico.martinelli@unifi.it

<sup>1</sup>Dipartimento di Biologia, Università degli studi di Firenze, Sesto Fiorentino, Italy

<sup>2</sup>Dipartimento di Biologia, Università degli studi di Napoli, Napoli, Italy

<sup>3</sup>Institute of Life Sciences, Scuola Superiore Sant'Anna, Pisa, Italy

<sup>4</sup>Agrifutur, Brescia, Italy

<sup>5</sup>Institute of Environmental Planning, Leibniz Universität Hannover, Hannover, Germany

<sup>6</sup>Laboratory of Rhizobia Biotechnology and Plant Breeding, University of Oran, Oran, Algeria

<sup>7</sup>Faculty of Agriculture, University of Zagreb, Zagreb, Croatia

<sup>8</sup>Centro IFAPA Las Torres-Tomejil, Ctra, Sevilla, Spain

<sup>9</sup>Lebanese Agricultural Research Institute, Zahleh, Lebanon

<sup>10</sup>Centre of Biotechnology of Borj-Cedria, Hammam-Lif, Tunisia

<sup>11</sup>Agriculture Faculty, University of Şırnak, Şırnak, Turkey

**Parole chiave:** agrobiodiversità, biodiversità dei legumi, cece, lenticchia, epigenetica vegetale.

Le leguminose rappresentano una delle colture più importanti nel bacino del Mediterraneo fin dall'antichità nonchè la base fondamentale di una dieta sana mediterranea. Tuttavia, la loro ampia agrobiodiversità non è stata sufficientemente caratterizzata e valorizzata nei sistemi agrari sostenibili. Le colture delle leguminose possono mitigare significativamente il degrado ambientale e fornire importanti servizi ecosistemici per l'ambiente e la salute umana. L'agricoltura basata sulla biodiversità è un nuovo modello di pratica agricola che supporta la diversificazione delle componenti biologiche degli agroecosistemi e delle loro interazioni biotiche naturali per ottimizzare la fertilità del suolo, la produttività delle colture e la resilienza agli stress legati ai cambiamenti climatici. In questa comunicazione orale verranno presentati i risultati complessivi di LEGU-MED, un progetto triennale finanziato da PRIMA, incentrato sulla caratterizzazione e la valorizzazione della diversità di cece e lenticchia. Il consorzio internazionale era composto da 5 università, 5 istituti di ricerca e 1 azienda privata provenienti da 8 paesi: Italia, Germania, Spagna, Algeria, Tunisia, Turchia, Libano e Croazia. L'obiettivo principale di questo progetto era quello di elaborare un piano internazionale e ben integrato per valorizzare, ripristinare e gestire l'agro-biodiversità delle leguminose del Mediterraneo, al fine di migliorare le funzioni e i servizi dell'agroecosistema nel bacino del Mediterraneo. Nell'ambito del progetto, sono stati valutati oltre 100 genotipi poco studiati e locali dell'area del Mediterraneo provenienti dalle otto nazioni coinvolte. Il progetto è stato strutturato in 3 pacchetti di lavoro (WP) riguardanti attività sperimentali in prove controllate ed in campo. Nei WP1 e WP2, abbiamo effettuato una caratterizzazione genomica di questi genotipi utilizzando la tecnologia di sequenziamento di nuova generazione. L'analisi a livello genomico ha permesso di identificare varianti geniche candidate come i marcatori molecolari per accelerare il miglioramento genetico molecolare per tratti agronomici e qualitativi chiave e massimizzare la sostenibilità dei sistemi agricoli basati sulle leguminose. Inoltre, è stato condotto uno studio specifico sul cece per identificare le reti di regolazione genetica ed epigenetica alla base dei meccanismi molecolari alla base della memoria ed adattamento allo stress idrico ed ereditati a livello intergenerazionale. È stato dimostrato che lo stress da siccità parentale rende la generazione successiva di piante più adatta in caso di un successivo evento di stress, anche se allo stesso modo può compromettere la fitness della nuova generazione in condizioni di irrigazione ottimale. Nel WP3, sono state testate soluzioni agronomiche e biotecniche per migliorare la sostenibilità delle colture di leguminose in sistemi agricoli basati sulla biodiversità, quali: 1) l'utilizzo di leguminose in consociazione e in schemi di coltivazione diversificata con altre colture (patata, grano, orzo); 2) l'applicazione di trattamenti agronomici per migliorare la fertilità del suolo, ridurre l'irrigazione e l'uso di prodotti chimici di sintesi per la fertilizzazione e la protezione delle colture; 3) l'identificazione e la caratterizzazione di nuovi ceppi di rizobi specifici per cece e lenticchia. In conclusione, LEGU-MED ha definito un quadro multidisciplinare per l'uso sostenibile di queste specie leguminose in sistemi agricoli basati sulla biodiversità, come modello per la valorizzazione dell'agrobiodiversità di tutte le colture leguminose.

## **Salvaguardia e Valorizzazione del Germoplasma Frutticolo del Casentino (AR): un approccio multidisciplinare tra etnobotanica, genetica e biochimica**

**Luca Sebastiani<sup>1\*</sup>, Fabiano Camangi<sup>1</sup>, Elena Vichi<sup>1</sup>, Carmen Fidalgo-Illesca<sup>1</sup>, Andrea Raffaelli<sup>1</sup>, Matteo Busconi<sup>2</sup>, Alessandra Francini<sup>1</sup>**

\*: luca.sebastiani@santannapisa.it

<sup>1</sup>*Institute of Crop Science, Scuola Superiore Sant'Anna, Piazza Martiri della Libertà, 33, 56127, Pisa, Italy*

<sup>2</sup>*Dipartimento di Scienze delle produzioni vegetali sostenibili, Università Cattolica, Campus di Piacenza*

**Parole chiave:** melo, pero, ciliegio, marcatori SSR

Il progetto di ricerca, in collaborazione con l'Unione dei Comuni Montani del Casentino, ha avuto come obiettivo principale il recupero e la tutela della biodiversità agricola locale. Lo studio si è concentrato su 16 accessioni di melo, 8 di pero e 2 di ciliegio considerate a rischio estinzione. Attraverso un approccio multidisciplinare, sono state caratterizzate queste accessioni per certificarne l'origine e promuovere la loro conservazione. Il lavoro si è articolato in varie fasi: una ricerca storico-documentale, indagini etnobotaniche e analisi pomologiche presentate in una relazione specifica di questo workshop; approfondimenti molecolari con marcatori SSR per risolvere casi di omonimia e sinonimia tra le varietà; valutazioni qualitative e nutraceutiche riguardanti il contenuto di solidi solubili (°Brix), la durezza dei frutti, la concentrazione di molecole bioattive mediante HPLC-MS-MS e la capacità antiossidante. Grazie agli studi sul territorio, è stato possibile confermare la presenza reale delle accessioni ed il loro legame storico-economico. Le indagini molecolari hanno permesso di risolvere alcuni problemi tassonomici, distinguendo varietà con lo stesso nome ma profili diversi e confermando sinonimie tra varietà locali geneticamente identiche. Il confronto con le banche dati nazionali ha validato l'origine autoctona di molte cultivar, consentendone l'iscrizione ufficiale nei repertori della biodiversità. La stabilità dei profili molecolari faciliterà la tracciabilità del materiale vegetale in tutte le fasi di propagazione e reintroduzione agricola nel Casentino. Inoltre, l'analisi SSR ha mostrato la notevole variabilità genetica dell'area che si conferma un importante serbatoio di biodiversità agraria. Le analisi chimiche e biochimiche hanno rivelato che alcune varietà possiedono un elevato contenuto di composti antiossidanti, con concentrazioni di polifenoli totali superiori rispetto ad alcune cultivar commerciali. I test sulla capacità antiossidante hanno messo in luce varietà come la mela "Mora" e la "Nesta", sottolineando il valore aggiunto che questo germoplasma locale può offrire in termini di salute e marketing territoriale. In conclusione, lo studio ha fornito le basi scientifiche per l'iscrizione di queste varietà nei repertori regionali e nell'Anagrafe nazionale delle specie legnose da frutto, sottolineando l'importanza della loro protezione giuridica e valorizzazione economica. Il recupero del germoplasma non è solo una questione genetica, ma anche la salvaguardia di un'identità culturale immateriale capace di favorire lo sviluppo sostenibile delle filiere agricole locali.

## Il contributo delle specie ornamentali alla biodiversità urbana

**Francesca Bretzel<sup>1\*</sup>, Valerio Lazzeri<sup>1</sup>, Stefania Toscano<sup>2</sup>, Daniela Romano<sup>3</sup>**

\*: francesca.bretzel@cnr.it

<sup>1</sup> *Istituto di Ricerca sugli Ecosistemi Terrestri, Pisa, Italia*

<sup>2</sup> *Dipartimento di Scienze Veterinarie, Università di Messina, Italia*

<sup>3</sup> *Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente, Università di Catania, Italia*

**Parole chiave:** ambiente urbano; infrastrutture verdi; servizi ecosistemici (SE); valore ornamentale

Il mantenimento e il ripristino della biodiversità sono fondamentali per sviluppare ecosistemi urbani più resilienti. La biodiversità degli spazi verdi urbani, infatti, è vitale in quanto riduce i rischi associati ai cambiamenti climatici (stress abiotici e biotici) e all'inquinamento, migliora la resilienza dell'ecosistema urbano e accresce il benessere dei cittadini. Le aree verdi urbane possono fornire importanti servizi ecosistemici necessari per raggiungere la prosperità, il benessere umano e il nuovo paradigma del One Health. Le aree verdi urbane possono fungere da corridoi verdi e punti di collegamento tra gli ambienti rurali che circondano le città, aumentandone le connessioni e riducendo il rischio di isolamento. La conservazione e il ripristino della biodiversità sono poi strategie fondamentali per incrementare i servizi ecosistemici. In questo contesto, il lavoro si propone di analizzare il possibile contributo delle piante ornamentali alla biodiversità urbana. Mentre il rischio associato alla diffusione di piante ornamentali esotiche invasive, anche in ambito urbano, è ampiamente riconosciuto e studiato, si sa poco del contributo che le piante ornamentali possono offrire in termini di biodiversità. Le piante scelte per le loro funzioni estetiche sono spesso specie allogame, caratterizzate da fiori vistosi che attraggono l'entomofauna per l'impollinazione, contribuendo così alla sopravvivenza di insetti e altri organismi. Se non invasive, queste piante possono contribuire attivamente alla biodiversità nell'ambiente urbano e al benessere umano. La selezione di specie ornamentali idonee alle specifiche condizioni pedoclimatiche urbane e la conservazione di comunità vegetali naturali e visivamente gradevoli rappresenta una strategia efficace per migliorare la biodiversità e i servizi ecosistemici forniti da queste piante. Le nuove infrastrutture verdi concepite come soluzioni basate sulla natura, sempre più presenti in ambito urbano, come facciate verdi, giardini pensili, giardini pluviali ecc., possono offrire un ulteriore contributo per aumentare la biodiversità urbana, in quanto possono ospitare piante diverse rispetto a quelle presenti nei tradizionali spazi a verde. Anche le aree marginali, ovvero i lembi di natura non alterati dall'intervento umano o alterati solo in minima parte, possono svolgere un ruolo importante come aree rifugio per le specie minacciate. La gestione, in particolare, gioca un ruolo cruciale nella conservazione della biodiversità urbana perché le diverse pratiche agronomiche, quali la potatura, lo sfalcio e l'uso di fertilizzanti e pesticidi e in genere, sono determinanti per il miglioramento o la riduzione della biodiversità. La raccolta di informazioni sul possibile ruolo delle piante ornamentali ai fini della biodiversità urbana e degli strumenti gestionali più idonei può rivelarsi preziosa per coloro che si occupano della pianificazione e della gestione degli spazi verdi urbani e per i decisori politici.

## **Biodiversità dimenticata, risorsa strategica: il ruolo delle specie spontanee tra cambiamento climatico e innovazione sostenibile**

**Eleonora Matarrese<sup>1\*</sup>, Angela Maria Stella Matarrese<sup>2</sup>**

\*: eleonora.matarrese@gmail.com

*<sup>1</sup> studente SVAGAS, Università degli Studi di Bari Aldo Moro, Bari, Italia*

*<sup>2</sup> Agronomo libero professionista, Italia*

**Parole chiave:** innovazione, fitoalimurgia, tradizione, etnobotanica, sostenibilità

Nel contesto dei cambiamenti climatici e della crescente pressione antropica sugli ecosistemi, la biodiversità rappresenta una risorsa strategica e in tale prospettiva le specie vegetali spontanee, in particolare quelle alimurgiche, costituiscono un patrimonio biologico e culturale di importanza primaria, in grado di contribuire alla resilienza ecologica e alla sostenibilità dei sistemi produttivi. Il presente contributo analizza il ruolo multifunzionale delle piante spontanee, evidenziandone la capacità di adattamento a condizioni ambientali marginali, nonché la tolleranza a stress abiotici e biotici.

Oltre all'utilizzo alimentare, queste specie trovano applicazione da sempre in ambito medicinale, oltre che cosmetico, tintorio, agronomico (ad esempio come pacciamatura o per migliorare la fertilità del suolo), configurandosi come risorsa chiave per modelli agroecologici ed economie circolari.

Un elemento centrale è rappresentato dalla tutela della biodiversità attraverso il recupero e la trasmissione della conoscenza tradizionale: interviste alle generazioni anziane, realizzazione di erbari diversificati per areale e microstagionalità, e naturalmente approcci etnobotanici sistemici.

Questo processo consente di valorizzare il confluire di culture e saperi diversi, ricostruendo una memoria ecologica condivisa e dinamica.

Al contempo, si propone una valida alternativa a beni di largo consumo e alto impatto ambientale con produzioni derivate da specie spontanee, non sottoposte a processi chimici intensivi, e a ridotto consumo idrico: tra gli esempi, zuccheri ottenuti da frutti pendenti o parti ipogee, farine da cereali minori spontanei e polveri da altre specie, o preparazioni innovative come l'utilizzo dell'acqua di cottura dei legumi spontanei quale alternativa funzionale all'albume.

Tali pratiche, tuttavia, si confrontano con criticità legate alla produzione su larga scala, alla sostenibilità economica, al riconoscimento del lavoro dell'esperto e del raccogliitore, e a un quadro normativo ancora incompleto o frammentario.

In questo scenario, il contributo propone la definizione di un disciplinare nazionale, ad oggi inesistente, finalizzato alla tutela, alla valorizzazione e regolamentazione delle specie spontanee.

L'Italia, primo contesto europeo continentale in cui tali specie sono state utilizzate sistematicamente, rappresenta un laboratorio storico e culturale privilegiato: proprio da questo patrimonio si è sviluppato il passaggio dalle piante spontanee alle piante coltivate, dando origine in parte all'orticoltura e ponendo le basi per lo sviluppo della genetica agraria.

La costituzione di un disciplinare condiviso si configura pertanto come uno strumento essenziale per integrare conoscenze tradizionali e innovazione scientifica, promuovendo la biodiversità come leva concreta per affrontare le sfide ambientali contemporanee e gli scenari futuri.

## La vita nascosta nei suoli coltivati a frumento tenero in sistemi colturali biologici e convenzionali: analisi multi-scala della biodiversità funzionale microbica del suolo e dei flussi di gas serra

**Annamaria Bevivino<sup>1\*</sup>, Lorenzo Nolfi<sup>1,2</sup>, Federico Sbarra<sup>1,3</sup>, Leonardo Verdi<sup>4</sup>, Silvia Pampana<sup>5</sup>, Anna Dalla Marta<sup>4</sup>, Marco Mancini<sup>4</sup>, Simone Orlandini<sup>4</sup>, Tommaso Lotti<sup>6</sup>, Daniele Antichi<sup>5</sup>, Cristina Varese<sup>3</sup>, Roberta Bernini<sup>2</sup>, Claudia Zoani<sup>1</sup>, Antonio Molino<sup>1</sup>, Silvia Tabacchioni<sup>1</sup>**

\*: annamaria.bevivino@enea.it

<sup>1</sup> Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali, Centro Ricerche Casaccia, ENEA, Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie, l'Energia e lo Sviluppo Economico Sostenibile, Roma, Italia

<sup>2</sup> Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali, Università degli Studi della Tuscia, Viterbo, Italia

<sup>3</sup> Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi (DBIOS) (DISAFA), Università di Torino, Torino, Italia

<sup>4</sup> Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione, Ambiente e Foreste (DAGRI), Università di Firenze, Firenze, Italia

<sup>5</sup> Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari ed Agro-ambientali (DISAAA), Università di Pisa, Pisa, Italia

<sup>6</sup> Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale (DICEA), Università di Firenze, Firenze, Italia

**Parole chiave:** agricoltura biologica; biodiversità; grano; sostenibilità; terreno

La coltivazione del frumento tenero (*Triticum aestivum* L.) deve rispondere alla sfida di consentire contemporaneamente l'incremento della produttività e la transizione verso sistemi agricoli sostenibili. L'agricoltura biologica è considerata strategica per il miglioramento della qualità del suolo e la riduzione delle emissioni di gas serra (GHG), ma gli effetti del genotipo di frumento, la sua gestione agronomica e le condizioni ambientali sulla funzionalità microbica del suolo non sono stati ancora sufficientemente indagati. Questo studio ha analizzato tali interazioni attraverso un approccio integrato e multidisciplinare, focalizzato sulla diversità metabolica delle comunità microbiche in sistemi colturali biologici e convenzionali. L'esperimento è stato condotto in due diversi siti del centro Italia (Arezzo e Pisa, con suoli e precipitazioni differenziate), con differenti condizioni pedoclimatiche e ha confrontato tre cultivar di frumento (Bologna, Nogal e Sieve) coltivate sia in sistemi convenzionali che biologici. I campioni di suolo sono stati raccolti in corrispondenza di tre stadi fenologici (accestimento, fioritura e maturazione) per valutare la dinamica temporale dell'attività microbica. La funzionalità microbica è stata analizzata mediante Community-Level Physiological Profiling (CLPP) con Biolog EcoPlates™, utilizzando l'Average Well Colour Development (AWCD) e i pattern di utilizzo dei substrati come indicatori della diversità metabolica. I risultati sono stati integrati con misure di respirazione del suolo, flussi di GHG in situ (CO<sub>2</sub> e N<sub>2</sub>O) e dati satellitari relativi a temperatura e umidità del suolo. I risultati hanno evidenziato chiari driver ecosistemici e fenologici dell'attività microbica, infatti sia i profili metabolici in laboratorio sia i flussi di GHG in campo hanno mostrato un picco significativo alla fase di fioritura, in concomitanza con temperature primaverili superiori a 15°C e con l'aumentato fabbisogno nutrizionale della coltura. L'analisi CLPP ha evidenziato differenze significative tra cultivar e sistemi di gestione. In particolare, la cultivar Nogal ha mostrato la maggiore plasticità funzionale e una risposta più favorevole con la coltivazione biologica, con un incremento tardivo dell'attività metabolica microbica coerente con l'aumento delle cinetiche di respirazione del suolo (ex situ) e delle emissioni di CO<sub>2</sub> e N<sub>2</sub>O osservate in campo. Al contrario, le cultivar Bologna e Sieve hanno mostrato performance superiori nei sistemi convenzionali, indicando una maggiore dipendenza da input esterni. L'integrazione tra dati di laboratorio e misure di campo ha evidenziato una forte coerenza tra potenziale metabolico microbico e flussi ecosistemici di carbonio, suggerendo che i profili funzionali microbici possano riflettere processi su scala ecosistemica. In particolare, la corrispondenza tra CLPP e respirazione del suolo supporta l'ipotesi di un controllo genotipo-dipendente delle dinamiche biogeochimiche. In conclusione, lo studio dimostra che la biodiversità funzionale microbica del suolo dipende fortemente dall'interazione tra cultivar e condizioni ambientali. I risultati evidenziano il potenziale di strategie agronomiche (scelta del genotipo e gestione agronomica) di modificare il microbioma del suolo, in linea con gli obiettivi di sostenibilità dell'Unione Europea per il 2030. L'identificazione di genotipi più adattabili ai sistemi a basso input, come la cultivar Nogal, rappresenta un passo chiave verso una selezione varietale mirata a ottimizzare la funzionalità ecosistemica e ridurre le emissioni di GHG.

Finanziamenti: Questo studio è stato condotto nell'ambito dell'AgriTech National Research Center e ha ricevuto finanziamenti dall'Unione Europea Next - Generation EU (Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) – Missione 4, Componente 2, Investimento 1.4 – D.D. 1032 17/06/2022, CN00000022). L'acquisto dell'ID Station Biolog, delle smart chamber per la misura dei flussi di GHG e l'attività di ricerca di Silvia Pampana sono stati finanziati dall'Unione Europea Next - Generation EU (Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR)).

## **Sessione V**

**moderatori L. Ercoli & L. De Bellis**

## Dallo ionoma al genoma: decifrare l'accumulo di minerali nel frutto di pomodoro

Alessandra Francini<sup>1</sup>, Giuseppe Aprea<sup>2</sup>, Tiziana Maria Sirangelo<sup>2</sup>, Olivia Costantina Demurtas<sup>2</sup>, Catia Stamigna<sup>2</sup>, Carlo Rosati<sup>3</sup>, David Alonso Martin<sup>4</sup>, Jaime Prohens<sup>4</sup>, Maria José Diez<sup>4</sup>, Luca Sebastiani<sup>1</sup>, Giovanni Giuliano<sup>2,5</sup>, Paola Ferrante<sup>\*2</sup>

\*: paola.ferrante@enea.it

<sup>1</sup> Istituto di Produzione Vegetali, Scuola Superiore Sant'Anna, Piazza Martiri della Libertà 33, I-56127 Pisa, Italia

<sup>2</sup> ENEA, Centro di Ricerche Casaccia, 00123, Roma, Italia

<sup>3</sup> ENEA, Centro di Ricerche Trisaia, 75026, Rotondella, Italia

<sup>4</sup> Università Politecnica di Valencia, Camino de Vera 14, 46022 València, Spagna

<sup>5</sup> Indirizzo attuale: Pandora Research Srls, 00135 Roma, Italy

**Parole chiave** Nutrizione, Pomodoro, Iononica, GWAS, QTL, Geni candidati

I nutrienti minerali sono essenziali per la crescita, lo sviluppo e la produttività delle piante, oltre a contribuire in modo determinante alla qualità nutrizionale dei prodotti agricoli. Nel pomodoro (*Solanum lycopersicum*), coltura orticola di rilevanza globale, l'accumulo di elementi minerali nei frutti riveste un ruolo cruciale, poiché influenza direttamente sia la qualità del frutto sia la nutrizione umana. L'insieme coordinato dei processi di assorbimento, trasporto e accumulo degli elementi minerali caratterizza lo ionoma della pianta che è regolato sia da fattori genetici sia ambientali. Nonostante la sua importanza, la base genetica che determina la variabilità del contenuto minerale nel pomodoro è ancora poco compresa, soprattutto nel contesto degli studi di associazione genome-wide (GWAS), che mettono in relazione varianti genetiche e caratteri fenotipici su scala genomica. In questo studio, abbiamo utilizzato un approccio GWAS per studiare i dati di analisi ionomiche per determinare le associazioni alla base dell'accumulo di elementi minerali nei frutti di una *core collection* di *S. lycopersicum*, rappresentativa della diversità genetica globale del pomodoro. Tale collezione, costituita nell'ambito del progetto G2PSOL (*Linking genetic resources, genomes and phenotypes of solanaceous crops*; <https://www.g2p-sol.eu>), include 355 accessioni di pomodoro coltivato selezionate da 15.504 genotipi provenienti da 126 paesi. Nella collezione core G2PSOL sono state quantificate le concentrazioni di macroelementi essenziali (K, Ca, Mg, P e Na) e microelementi (Fe, Cu, Zn, Mn, Ni, B e Al) nei tessuti del frutto, evidenziando un'ampia variabilità naturale tra le accessioni analizzate. L'analisi GWAS ha identificato 30 **QTL** (**Quantitative Trait Loci**) associati all'accumulo di minerali, indicando un'architettura genetica complessa dello ionoma del pomodoro. Sulla base dei QTL identificati tramite GWAS, è stata condotta un'analisi dei geni candidati per ciascun elemento che ha rivelato meccanismi distinti per i diversi elementi. Per potassio e ferro sono stati identificati geni coinvolti direttamente nel trasporto ionico, tra cui un trasportatore KUP/HAK/KT (Solyc12g096580) e un membro della famiglia NRAMP (Solyc11g018530). Per altri elementi, tra cui fosforo, calcio e diversi microelementi, i geni candidati risultano invece associati principalmente a processi di metabolismo intracellulare, *signaling* e chelazione dei metalli. Questi risultati suggeriscono che l'accumulo di minerali nei frutti di pomodoro sia regolato da una combinazione di meccanismi diretti e indiretti. Nel complesso, questo studio fornisce nuove informazioni sull'architettura genetica dello ionoma del pomodoro e rappresenta una base per strategie di miglioramento genetico future volte ad aumentare la qualità nutrizionale dei frutti.

**Ringraziamenti** -Lavoro realizzato nell'ambito dei progetti dell'Unione Europea, Horizon 2020, Progetto G2PSOL (n° contratto 677379; <https://www.g2p-sol.eu/>) e Horizon Europe, Progetto PRO-GRACE (n° contratto 101094738; <http://www.grace-ri.eu/>) e del Progetto Nazionale Tomatom realizzato da ENEA e dall'Istituto di Produzione Vegetali, Scuola Superiore Sant'Anna. Parte delle risorse computazionali usate in questo lavoro sono state messe a disposizione dalla infrastruttura ad alta prestazione ENEA CRESCO e dal suo staff.

## **VinAE: Vineyards network for co-creation and expansion of AgroEcological strategies to face viticulture challenges: a basis for cross-borders living labs**

**A. Bonetti<sup>1\*</sup>, S. Di Lonardo<sup>1</sup>, M. Grattacaso<sup>1</sup>, F. Bretzel<sup>2</sup>, E.L. Tassi<sup>2</sup>, M.C. Mascherpa<sup>2</sup>, L.P. D' Acqui<sup>1</sup>**

\*: [alessandra.bonetti@cnr.it](mailto:alessandra.bonetti@cnr.it)

<sup>1</sup>*Institute for the Research of Terrestrial Ecosystems-Florence Research Area- Via Madonna del Piano 10, 50019, Sesto Fiorentino (Fi), Italy*

<sup>2</sup>*Institute for the Research of Terrestrial Ecosystems-Pisa Research Area- Via G. Moruzzi 1, 56124, Pisa, Italy*

**Parole chiave:** AgroEcology, Vineyards, Sustainable Practices

Viticulture represents an important sector, fueling an international trade in fresh grapes and wine. Italy, France and Spain currently lead this production, Portugal ranks within the top 10, while Türkiye ranks 5th globally in fresh grape production and 18th in wine grape production. Conventional or even traditional management practices frequently deplete natural resources, often promoted by misaligned incentive policies. These practices negatively affect soil health by increasing pollution and reducing biodiversity and, together with climate change, are threatening grape quality, yields, soil health, and overall sustainability in these regions. Thus, the transition towards more sustainable viticulture practices, in line with the Agroecology (AE) Partnership's Strategic Research and Innovation Agenda, is pivotal for addressing the pressing environmental, economic, and social challenges facing the grape and wine industry. In this context, VinAE, a three-year European Project on Vineyards and AE Practices in five main European viticulture regions, Spain, France, Portugal, Italy, and Turkey, has been funded in the Frame of AE Partnership. VinAE's aim is to expand agroecological practices to improve the resilience of vineyard agroecosystems in five vineyard regions of Spain (Ribeira Sacra, Ribeiro, Txakolí and Rioja), Portugal (Douro), France (Gaillac), Italy (Tuscany), and Türkiye (Anatolia). VinAE will create a transnational network of viticulturists, multidisciplinary scientists, and other stakeholders in the vine and wine sectors to foster collaboration and co-creation of innovative and context-adapted AE solutions. The project will co-design and implement adapted and improved AE solutions integrating the compiled information with innovative biotechnological tools (e.g. hydrogels, bioinoculants, biofumigants) in vineyards from different biogeographic regions. VinAE will co-develop an evaluation programme of the impacts of AE practices including: i) determinations of the must quality and grapevine performance (yield, vegetative growth and ecophysiology), soil health and soil microbial diversity with special focus on pathogenic guilds; ii) analysis of soil faunal and microbial diversity; iii) socioeconomic evaluation of the viability of the practices tested, identifying barriers to their diffusion, to formulate policy solutions to favour their up and outscaling. Moreover, VinAE aims to establish the basis for a cross-border Living Lab on AE practices in vineyards, with an initial focus on the Euroregion Galicia-North Portugal and later extending it to other viticulture regions during the project. An evaluation programme, including agronomic, environmental, and socioeconomic aspects, will highlight the benefits of AE practices and support strategies to promote their wider adoption.

## **Antiche varietà di fruttiferi del Casentino (Toscana - AR): dal territorio all'iscrizione nei Repertori regionali e all'Anagrafe nazionale**

**Fabiano Camangi\*, Fabio Ciabatti<sup>2</sup>, Alessandra Francini<sup>1</sup>, Luca Sebastiani<sup>1</sup>**

\*: fabiano.camangi@santannapisa.it

<sup>1</sup>*Institute of Crop Science, Scuola Superiore Sant'Anna, Piazza Martiri della Libertà, 33, 56127, Pisa, Italy*

<sup>2</sup>*Unione dei Comuni Montani del Casentino - Servizio Gestione Deleghe Regionali, Via Roma, 203, Ponte a Poppi (AR), 52014, Italia*

**Parole chiave:** fruttiferi autoctoni, etnobotanica, repertori regionali, anagrafe nazionale.

Nell'ambito del progetto di ricerca *“Recupero, caratterizzazione, conservazione e reintroduzione sul territorio di antiche varietà di fruttiferi, tradizionalmente coltivati, ma attualmente a rischio di estinzione”*, finanziato dalla regione Toscana e condotto in collaborazione con l'Unione dei Comuni Montani del Casentino, sono state studiate ventiquattro varietà, risultate autoctone e dunque inserite a pieno titolo nei Repertori regionali e all'Anagrafe nazionale delle specie legnose da frutto. Le operazioni che hanno permesso di raggiungere questo positivo traguardo si sono svolte in tre fasi:

1. Individuazione e raccolta delle fonti storiche-documentali – è avvenuta consultando testi sulla cultura etnobotanica casentinese, sulle pratiche agricole locali passate e presenti, analizzando vocabolari, raccolte lessicali, antiche Pomone e altri lavori specialistici che hanno aiutato a definire l'autoctonia delle varietà in oggetto;
2. Individuazione delle aree da investigare e ricerca etnobotanica – in questa fase sono stati privilegiati gli antichi centri abitati, i poderi, le aziende agricole, gli agriturismi, i complessi religiosi di Camaldoli e La Verna, e tutte quelle aree tradizionalmente dedite all'agricoltura. Le interviste “porta a porta” sono state fondamentali per registrare le tradizioni popolari legate all'uso etnobotanico delle antiche varietà, in particolare, nel recuperare il “ricettario locale”, ossia quei “saperi” legati alla conoscenza delle materie prime, ai periodi ottimali di raccolta della frutta, alle parti da utilizzare, alle modalità e tecniche di conservazione, e a tutta l'aneddotica che ruota intorno ad esso. A tal fine sono stati intervistati numerosi nativi e residenti nel Casentino da più generazioni che conoscono appieno le tradizioni locali;
3. Indagine pomologica – si è svolta mediante visite periodiche e programmate sul territorio, valutando sulle singole piante madri i dati morfologici, biometrici, fenologici, agronomici e fitosanitari, compilando le relative schede pomologiche, idonee alla loro iscrizione nei Repertori regionali e all'Anagrafe nazionale. Infine, un ricco reportage fotografico ha documentato ogni singola varietà esaminata.

In conclusione, tutte le varietà studiate hanno una comprovata presenza sul territorio casentinese, uno stretto rapporto con la sua storia e la sua economia, oltre ad essere connesse a una pregressa attività agricola, perfettamente inserite nella tradizione etnobotanica locale. Si tratta, nella maggior parte dei casi, di varietà a serio rischio di estinzione per la presenza sul territorio di pochi o addirittura singoli esemplari. Un patrimonio genetico degno di essere salvaguardato e valorizzato anche nell'ottica dell'attuale lavoro svolto di caratterizzazione molecolare e chimico-fisica che ha dimostrato, per talune di queste varietà, una potenziale valenza commerciale su base nutraceutica e salutistica.

## **SESSIONE POSTER tradizionali**

## **Banche del germoplasma, strumenti efficaci per un mondo che cambia: il caso della collezione di semi del CREA-CI di Bologna e Rovigo**

**Andrea Carboni<sup>1\*</sup>, Alberti Ilaria<sup>2</sup>, Bagatta Manuela<sup>1</sup>, Del Gatto Andrea<sup>3</sup>, Montanari Massimo<sup>1</sup>, Pacifico Daniela<sup>1</sup>**

\*: andrea.carboni@crea.gov.it

*1 – Consiglio per la Ricerca in agricoltura e l'economia agraria – Centro di ricerca di cerealicoltura e colture industriali (CREA CI) – Sede di Rovigo, Viale Amendola, 82 – 45100 Rovigo – Italy*

*2 – Consiglio per la Ricerca in agricoltura e l'economia agraria – Centro di ricerca di cerealicoltura e colture industriali (CREA CI) – Sede di Bologna, Via di Corticella 133 – 40128 – Italy*

*3 – Consiglio per la Ricerca in agricoltura e l'economia agraria – Centro di ricerca di cerealicoltura e colture industriali (CREA CI) – Azienda sperimentale di Osimo, Via Cagiata, 90 – 60027 Osimo (AN) – Italy*

**Parole chiave:** Germoplasma, conservazione *ex situ*, Colture industriali

Le Risorse Genetiche Vegetali (RGV), inclusi il germoplasma selvatico e coltivato, sono fondamentali per la valorizzazione della variabilità genetica come fonte di caratteri genetici interessanti per le piante coltivate, in grado di mitigare gli stress abiotici e biotici, il loro impatto sugli ecosistemi e sulla produzione agricola. La conservazione *ex situ* delle RGV è cruciale per il loro sfruttamento nei programmi di miglioramento genetico delle piante.

Fin dai primi anni del Novecento, il Centro di ricerca di cerealicoltura e colture industriali del Consiglio per la Ricerca in Agricoltura ed Economia Agraria (CREA-CI) ha condotto programmi di ricerca per la valorizzazione delle colture industriali, culminato nella creazione di una banca del germoplasma che, ad oggi, è costituita da 2.237 accessioni. Questa collezione, conservata nei Centri di Bologna e Rovigo, comprende barbabietola da zucchero (*Beta vulgaris* L., 381 accessioni), canapa (*Cannabis sativa* L., 90 accessioni), patata (*Solanum tuberosum* L., 45 accessioni), leguminose da granella (1.250 accessioni), lino (*Linum usitatissimum* L., 283 accessioni), girasole (*Helianthus annuus* L., 95 accessioni), diverse specie dell'ordine delle Brassicales (75 accessioni) e ricino (*Ricinus communis* L., 18 accessioni). Il germoplasma conservato è costituito da accessioni selvatiche, ecotipi e varietà locali raccolti in tutta Italia e in Europa, linee di selezione e popolazioni, nonché varietà antiche e moderne, alcune delle quali sviluppate da breeders del nostro Centro. Un approccio multidisciplinare che per oltre cento anni ha visto il lavoro di agronomi, biologi, genetisti e chimici e che ha permesso di studiare il materiale genetico raccolto secondo diversi scopi e approcci, su diverse scale, in campo e in ambienti controllati. Ad esempio: i) attraverso l'analisi chimica sono stati caratterizzati metaboliti vegetali primari e secondari fondamentali per i settori alimentare, chimico e farmaceutico; ii) attraverso la ricerca genomica è stata esplorata la struttura e la diversità dei caratteri qualitativi e quantitativi delle piante; iii) inoltre, la fenotipizzazione, gli studi agronomici e fisiologici sono stati essenziali per chiarire la capacità di adattamento di queste specie alla nostra area di coltivazione e allo scenario climatico in rapida evoluzione. Il nostro ambiente minacciato richiede l'adozione di nuove pratiche agricole più resilienti e meno dannose per l'ambiente e, per questo motivo, la disponibilità di una banca del germoplasma *ex situ* ben caratterizzata è uno strumento potente ed essenziale per ridurre l'erosione genetica, la perdita di biodiversità e per garantire la sicurezza alimentare globale.

## **Biodiversità dello xilema e resistenza al patogeno *Xylella fastidiosa*: anatomia e specializzazioni adattative**

**Erika Sabella<sup>1,2\*</sup>, Eliana Nutricati<sup>1</sup>, Mariarosaria De Pascali<sup>1,2</sup>, Luigi De Bellis<sup>1,2</sup>**

\*erika.sabella@unisalento.it

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche ed Ambientali, Università del Salento, via Prov.le Monteroni 165, 73100 Lecce, Italia

<sup>2</sup>Centro Nazionale per la Biodiversità, Palermo, Italia

**Parole chiave:** vasi xilematici singoli; lignina; patogeni vascolari; *Olea europaea* L.; *Pistacia vera* L.

La *Xylella fastidiosa* è un batterio patogeno xilematico, che infetta centinaia di specie vegetali sia naturali che coltivate. In assenza di una cura efficace l'unica strategia di contrasto è basata sulla ricerca e successivo utilizzo di cultivar resistenti. Nel Salento (Puglia), a fine 2013 è stata identificata la *X. fastidiosa* subsp. *pauca* (*Xfp*) che nel tempo ha causato il disseccamento di centinaia di migliaia di piante di olivo, oltre ad essere una potenziale minaccia per altre colture agrarie. Tuttavia, dopo più di dieci anni di convivenza con la *Xfp*, il territorio è diventato un laboratorio a cielo aperto dove la biodiversità sembra indicare possibili soluzioni. A tal proposito, sono di seguito riportati due casi studio in campi naturalmente infetti del Salento.

Il primo caso riguarda una ripresa vegetativa, negli ultimi anni, nella cultivar di olivo Cellina di Nardò, particolarmente suscettibile a *Xfp*. Tale cultivar, sin dall'inizio dell'epidemia, è stata soggetta ad un rapido disseccamento, ma, in alcune zone dell'area infetta, le piante sopravvissute hanno recentemente mostrato un rinverdimento delle chiome, tornando in vari casi a essere produttive. Per ricercare i possibili meccanismi alla base di tale ripresa, sono stati analizzati i cambiamenti anatomici a carico dei vasi xilematici ipotizzando una risposta adattativa simile a quella che si verifica, come riportato in letteratura, in seguito a prolungati stress idrici. I risultati hanno mostrato una significativa riduzione del diametro e della frequenza dei vasi xilematici nei rami di 1 anno, due caratteristiche anatomiche già associate alla resistenza a *Xfp* in diverse specie, nonché un cambiamento nella disposizione spaziale dei vasi con un aumento dei vasi solitari rispetto a quelli raggruppati.

Quest'ultima evidenza è stata confermata da dati ottenuti studiando l'interazione tra *Xfp* e due cultivar di pistacchio, Kerman e Napoletana. Entrambe le cultivar rimangono asintomatiche ma la Kerman mostra un'incidenza di infezione e concentrazioni batteriche nettamente superiori rispetto alla cultivar Napoletana, nella quale il patogeno risulta non rilevabile in autunno e in inverno. Le indagini istochimiche hanno evidenziato un contenuto di lignina xilematica in Napoletana costitutivamente maggiore rispetto a Kerman, confermando il ruolo chiave della lignina come barriera orizzontale, inoltre la cultivar Napoletana presenta costitutivamente una maggior proporzione di vasi xilematici solitari rispetto alla Kerman, caratterizzata da una maggiore quantità di vasi raggruppati.

L'aumento o la presenza costitutiva di più vasi solitari determina una conseguente riduzione dei punti di contatto tra i vasi della rete xilematica, ciò può rallentare il movimento del patogeno da un vaso xilematico all'altro nelle piante ospiti, un'ipotesi supportata anche dall'osservazione in entrambi gli studi, mediante FISH (Fluorescence *In Situ* Hybridization) con sonde specifiche, della riduzione delle occlusioni batteriche nei vasi singoli.

## **L'impiego di acqua ozonizzata in viticoltura: una strategia sostenibile per la difesa fitosanitaria e la salvaguardia della biodiversità edafica ed epigea**

**Gianni Cecchi<sup>1\*</sup>, Pietro Emilio Nepi<sup>1</sup>, Lorenzo D'Avino<sup>2</sup>, Elena Tondini<sup>2</sup>, Giovanni Caruso<sup>3</sup>, Simone Nesi<sup>3</sup>, Giovanni Mazzuoli<sup>3</sup>, Lorenzo Cotrozzi<sup>3</sup>, Gemma Bianchi<sup>3</sup>, Marco Carli<sup>3</sup>, Pietro Tonutti<sup>1</sup>, Stefano Brizzolara<sup>1</sup>**

\*: gianni.cecchi@santannapisa.it

<sup>1</sup> *Istituto di Produzioni Vegetali, Scuola Universitaria Superiore Sant'Anna, Pisa, Italia*

<sup>2</sup> *CREA-AA-FI, Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, Firenze, Italia*

<sup>3</sup> *Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali, Università di Pisa, Italia*

**Parole chiave:** Ozono, Vigneto, Gestione sostenibile

La viticoltura moderna affronta la sfida cruciale di ridurre l'impiego di agrofarmaci di sintesi, i cui residui possono alterare gli equilibri ecologici e ridurre la biodiversità dell'agroecosistema. In questo contesto, questo lavoro ha indagato l'efficacia dell'acqua ozonizzata, cioè infusa con ozono (O<sub>3</sub>), come alternativa a basso impatto ambientale. L'ozono, grazie al suo elevato potere ossidante, è in grado di inattivare i patogeni senza lasciare residui persistenti, decomponendosi rapidamente in ossigeno.

L'obiettivo principale della ricerca è stato quello di valutare l'impatto di protocolli di difesa con acqua ozonizzata sulla biodiversità e sulla fisiologia della vite (*Vitis vinifera* L. cv Glera). La sperimentazione ha previsto il confronto tra una gestione biologica (Controllo) e una gestione biologica in cui sono stati effettuati trattamenti supplementari con acqua ozonizzata mediante un sistema aspergente innovativo capace di mantenere concentrazioni prossime ai 5 ppm al contatto con la vegetazione.

Il monitoraggio della biodiversità animale è stato articolato su due livelli: la fauna epigea, campionata tramite trappole *pitfall*, e la mesofauna edafica, analizzata attraverso l'indice di Qualità Biologica del Suolo (QBS-ar). I risultati indicano che i trattamenti con ozono non hanno determinato effetti negativi sulla fauna epigea, mantenendo livelli di diversità (indice di Shannon) e abbondanza comparabili alla gestione biologica. Per quanto riguarda la fauna del suolo, gli indici QBS-ar e QBS-ar\_BF hanno mostrato valori tendenzialmente superiori nelle tesi trattate con ozono rispetto al controllo, suggerendo che tale tecnologia non compromette, e anzi potrebbe potenzialmente aiutare a preservare, la comunità di microartropodi edafici.

Parallelamente, le analisi fisiologiche e i rilievi tramite sensori iperspettrali hanno confermato l'assenza di stress fitotossici sulle piante. Sebbene lo stato idrico e la conduttanza stomatica non abbiano subito variazioni significative, le firme spettrali hanno permesso di discriminare con ottima accuratezza le piante trattate, evidenziando variazioni negli indici di riflettanza legati a pigmenti e struttura fogliare. Sotto il profilo qualitativo, i trattamenti hanno indotto un lieve incremento di alcuni metaboliti secondari (polifenoli) nella buccia degli acini, potenzialmente utili per migliorare la resilienza della pianta verso stress biotici e abiotici, senza tuttavia alterare la maturazione tecnologica delle uve.

In conclusione, l'integrazione dell'acqua ozonizzata nei protocolli di difesa viticola si configura come una strategia promettente per mitigare gli stress ambientali. Salvaguardando la biodiversità del suolo e di superficie, tale approccio favorisce il mantenimento di un agroecosistema resiliente e funzionale, in linea con gli obiettivi di sostenibilità della viticoltura d'avanguardia.

## **Eustress biologici e non, effetti sulle performance fisiologiche e biochimiche in rosmarino (*Salvia rosmarinus* Spenn)**

**Ilaria Marchioni<sup>1\*</sup>, Daniele Massa<sup>1</sup>, Marta Fibiani<sup>2</sup>, Antonio Ferrante<sup>3</sup>, Beatrice Nesi<sup>1</sup>, Gina Rosalinda De Nicola<sup>1</sup>, Sonia Cacini<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> CREA Centro di ricerca Orticoltura e Florovivaismo, Pescia (PT)

<sup>2</sup> CREA Centro di ricerca Ingegneria e Trasformazioni agroalimentari, Milano

<sup>3</sup> Istituto di Produzioni Vegetali, Scuola Superiore Sant'Anna, Pisa

\*: [ilaria.marchioni@crea.gov.it](mailto:ilaria.marchioni@crea.gov.it)

**Parole chiave:** *Borago officinalis*, piante multifunzionali, stress idrico, stress salino

Negli ultimi anni, il settore delle piante multifunzionali (medicinali e aromatiche, MAPs) ha registrato, in Italia, una crescita significativa, in termini di superfici coltivate, specie e interesse di mercato. Le MAPs rappresentano una risorsa strategica per il consumo fresco e per l'ottenimento di fitoestratti a destinazione nutraceutica e fitoterapica, in virtù dell'elevato contenuto di metaboliti secondari utili per la salute umana. La crescita del comparto è strettamente correlata alla crescente attenzione dei consumatori verso la sostenibilità delle produzioni, la certificazione biologica e la qualità del prodotto finale. In particolare, nella produzione biologica delle MAPs risulta essenziale disporre di un adeguato numero di accessioni, ovvero di biodiversità disponibile, in grado di garantire una diversificazione delle specie destinate al consumo fresco e/o all'ottenimento di estratti vegetali, nonché di protocolli colturali specifici capaci di assicurare rese quantitative e qualitative soddisfacenti.

L'impiego di biostimolanti di origine vegetale rappresenta una strategia promettente per il miglioramento delle performance agronomiche delle MAPs. Tali estratti possono contribuire alla promozione della crescita e dello sviluppo delle piante, anche in condizioni di stress abiotico, favorendo un incremento della resa e un miglioramento del profilo qualitativo e biochimico delle produzioni. L'integrazione di questi prodotti innovativi nei sistemi di coltivazione biologica può pertanto costituire un elemento chiave per il rafforzamento della competitività e della sostenibilità del settore delle piante officinali e aromatiche.

Il progetto BIOECOF "Uso di composti BIOattivi di origine naturale per una produzione ECosostenibile di piante Officinali, finanziato dal MASAF (D.D. 660383 - 16/12/2024) mira al potenziamento e al rafforzamento del settore delle MAPs, migliorando la qualità dei prodotti destinati alle diverse filiere del consumo fresco e della trasformazione, oltre all'ottimizzazione dei processi di coltivazione, conservazione e trasformazione nell'ambito di sistemi produttivi biologici.

Nell'ambito dello studio della risposta delle MAPs agli stress abiotici, è in corso una prova sperimentale presso il CREA, sede di Pescia, volta a valutare l'efficacia di nuovi biostimolanti di origine vegetale (a base di *Borago officinalis* L.), applicati in condizioni di stress idrico, salino e loro combinazione (eustress biologici e non), su piante di rosmarino (*Salvia rosmarinus* Spenn.), fornite da una delle aziende coinvolte nel progetto, ovvero l'Azienda Agricola Franco Stalla di Albenga. Le piante sono coltivate in vaso, in una serra equipaggiata con fertirrigatore per la gestione dei trattamenti stress idrico e salino, mentre i biostimolanti vengono forniti trattamento spray fogliare con cadenza di dieci-quindici giorni, per tre interventi. Le performance colturali sono valutate in termini di risposta eco-fisiologica, accumulo di biomassa e composizione degli oli essenziali, mediante rilievi morfometrici non distruttivi e analisi biochimiche.

## Valutazione di specie mediterranee per una mitigazione dei cambiamenti climatici e dell'inquinamento in ambiente urbano

Carmen Lamacchia<sup>1</sup>, Lorenza Tuccio<sup>2\*</sup>, Paolo Matteini<sup>2</sup>, Francesca Rossi<sup>2</sup>, Piero Battista<sup>3</sup>, Bernardo Rapi<sup>3</sup>, Francesco Sabatini<sup>3</sup>, Alessandro Zaldei<sup>3</sup>, Gina Rosalinda De Nicola<sup>1</sup>, Sonia Cacini<sup>1</sup>

\*: l.tuccio@ifac.cnr.it

<sup>1</sup>CREA Centro di ricerca Orticoltura e Florovivaismo, Pescia (PT), Italia

<sup>2</sup>CNR - Istituto di Fisica Applicata "Nello Carrara" (IFAC), Via Madonna del Piano 10, 50019 Sesto Fiorentino (FI), Italia

<sup>3</sup>CNR - Istituto per la BioEconomia (IBE), Via Madonna del Piano 10, 50019 Sesto Fiorentino (FI), Italia

**Parole chiave** *Eleagnus spp.*, *Photinia*, Dualex, Raman, stress idrico

L'impiego di aree verdi come strategia per la mitigazione dei cambiamenti climatici e dell'inquinamento atmosferico in ambito urbano è ampiamente riconosciuto. Tuttavia, in ambiente mediterraneo, il numero di specie arbustive sempreverdi rustiche selezionate per efficacia nel trattenimento degli inquinanti e resilienza agli stress ambientali risulta ancora limitato. Inoltre, i protocolli attualmente utilizzati per la valutazione e la selezione delle specie sono spesso complessi e costosi. Diventa quindi necessario sviluppare approcci spediti e a basso costo, in grado di fornire ai progettisti strumenti oggettivi per la scelta delle specie più idonee alla forestazione urbana.

Il presente studio, svolto nell'ambito del Progetto MitiCI (finanziato da Regione Toscana, Programma FSE+ 2021–2027 e CNR - IFAC; Bando Assegni di Ricerca nell'ambito della transizione verde, anno 2023), riporta i principali risultati della valutazione eco-fisiologica di due specie arbustive sempreverdi ampiamente utilizzate in ambiente urbano, *Photinia* × *fraserii* 'Red Robin' ed *Eleagnus* × *ebbingei*. Le piante, coltivate in vaso (9.5 L), sono state sottoposte a stress idrico (SI, irrigazione erogata ad esaurimento della percentuale di acqua disponibile nel substrato) rispetto a un controllo (CT, irrigazione erogata ad esaurimento della percentuale di acqua facilmente disponibile) e collocate in due condizioni ambientali: area esposta (ESP, ~5 m) e non esposta (NON ESP, ~50 m) a una strada ad intenso traffico urbano. Per ciascun trattamento sono state utilizzate tre repliche di quattro piante, disposte in modo da simulare una barriera verde. La gestione irrigua è stata effettuata sulla base della caratterizzazione fisica dei substrati e della stima dell'evapotraspirazione effettiva.

Dopo due mesi e mezzo di sperimentazione (14 agosto - 30 ottobre 2025), sono stati rilevati parametri eco-fisiologici quali contenuto idrico relativo (RWC%), conduttanza stomatica ( $g_s$  mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) ed espansione della chioma (Green Canopy Cover, GCC%). Parallelamente, il contenuto fogliare di clorofilla, carotenoidi e polifenoli totali è stato stimato in modo non distruttivo mediante due sensori fotonici portatili (Dualex e miniRaman). Le condizioni micro-ambientali e della qualità dell'aria delle aree ESP e NON ESP sono state monitorate attraverso due centraline della piattaforma ad alta precisione AirQino. I risultati mostrano che le condizioni di esposizione al traffico e lo stress idrico hanno influenzato significativamente la fisiologia di entrambe le specie, determinando una riduzione di RWC tra l'1 e il 5% e di GCC tra il 21 e il 25%. Nelle piante ESP si è osservata una riduzione significativa di  $g_s$  rispetto alle piante NON ESP, pari in media al 77%, indipendentemente dal regime irriguo. Sebbene le due specie abbiano mostrato risposte fisiologiche complessivamente simili, *E. × ebbingei* ha evidenziato una maggiore attivazione del metabolismo secondario, con un aumento dei polifenoli totali sia in condizioni di esposizione al traffico sia in risposta al solo stress idrico, a differenza di *P. × fraserii* 'Red Robin'. L'aumento degli indici di clorofilla rilevati dai sensori fotonici in condizioni di stress è attribuibile verosimilmente a un effetto di concentrazione legato alla ridotta espansione della chioma. Ulteriori prove sperimentali su diverse specie mediterranee sono attualmente in corso nell'ambito del progetto, finalizzate a una valutazione integrata.

## Disturbi antropici in una pecceta alpina non gestita: effetti del taglio sanitario sulla salute del suolo e sulla biodiversità microbica e fungina

**Silvia Traversari<sup>1,2,\*</sup>, Sara Barberini<sup>3</sup>, Francesca Vannucchi<sup>1,2</sup>, Giovanni Trentanovi<sup>4</sup>, Andrea Scartazza<sup>1,2</sup>, Irene Rosellini<sup>1</sup>, Giuliana Pincelli<sup>5</sup>, Alessio Giovannelli<sup>2,4</sup>, Carlo Calfapietra<sup>2,6</sup>, Giovanni Emiliani<sup>3</sup>**

\*: [silvia.traversari@cnr.it](mailto:silvia.traversari@cnr.it)

<sup>1</sup> *Istituto di Ricerca sugli Ecosistemi Terrestri, Consiglio Nazionale delle Ricerche, via G. Moruzzi 1, 56124 Pisa, Italia*

<sup>2</sup> *National Biodiversity Future Center, Piazza Marina 61, 90133 Palermo, Italia*

<sup>3</sup> *Istituto per la Protezione Sostenibile delle Piante, Consiglio Nazionale delle Ricerche, via Madonna del Piano 10, 50019 Sesto Fiorentino (FI), Italia*

<sup>4</sup> *Istituto di Ricerca sugli Ecosistemi Terrestri, Consiglio Nazionale delle Ricerche, via Madonna del Piano 10, 50019 Sesto Fiorentino (FI), Italia*

<sup>5</sup> *Parco Naturale Adamello Brenta, Via Nazionale 84, 38080 Strembo (TR), Italy*

<sup>6</sup> *Istituto di Ricerca sugli Ecosistemi Terrestri, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Via G. Marconi 2, 05010 Porano, Italia*

**Parole chiave:** attività enzimatiche, isotopi stabili, micobioma, microbioma, taglio sanitario

Le foreste vetuste e non gestite rappresentano sistemi a basso livello di disturbo, fondamentali per il mantenimento della biodiversità e del funzionamento degli ecosistemi. L'analisi del DNA ambientale si configura come uno strumento efficace per il biomonitoraggio e la valutazione della biodiversità in ecosistemi disturbati, ad esempio da pratiche antropiche come quelle selvicolturali.

L'obiettivo di questo studio è stato quello di valutare lo stato di salute del suolo e la biodiversità batterica e fungina prima e dopo un intervento di taglio sanitario post-tempesta Vaia, effettuato a seguito di infestazione da bostrico dell'abete rosso (*Ips typographus* L.). La particella forestale oggetto di studio è localizzata in una pecceta alpina non gestita nel Parco Naturale Adamello Brenta (Trentino-Alto Adige, Italia) che è stata esclusa da interventi selvicolturali per circa 40 anni.

La struttura forestale, con entrambe le componenti legnose vive e morte, è stata caratterizzata mediante rilievi a terra delle principali variabili dendrometriche. Sono stati raccolti dei campioni di suolo nell'estate 2024, prima del taglio sanitario, e nuovamente nell'estate 2025. In entrambi gli anni sono stati analizzati i parametri fisico-chimici del suolo, gli isotopi stabili del carbonio e dell'azoto e le attività enzimatiche. Inoltre, sono state analizzate le regioni 16S ed ITS2 mediante approccio di metabarcoding con sequenziamento HT-NGS. Le analisi bioinformatiche sono state condotte utilizzando QIIME2 e l'ambiente R.

Il taglio sanitario selettivo, realizzato nelle fasi iniziali dell'infestazione da bostrico, ha comportato la rimozione di circa il 20% dell'area basimetrica del popolamento forestale. Le analisi del suolo hanno evidenziato una diminuzione del fosforo disponibile e un aumento della concentrazione di piombo, probabilmente legati alla maggiore esposizione alle condizioni atmosferiche e all'utilizzo dei mezzi di diradamento. L'analisi degli isotopi stabili del carbonio e dell'azoto e del rapporto C/N ha inoltre indicato un cambiamento qualitativo della sostanza organica del suolo. La maggior esposizione all'irraggiamento solare ha influenzato le attività enzimatiche del suolo coinvolte nei cicli del carbonio, dell'azoto e del fosforo, che hanno mostrato valori più elevati nel 2025 rispetto al 2024. La biodiversità batterica e fungina sarà discussa considerando anche le funzioni metaboliche putative dei microrganismi identificati.

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

**Susanna Cialli<sup>1</sup>, Giulia Carmassi<sup>2</sup>, Guido Scatena<sup>3</sup>, Rita Maggini<sup>2</sup>, Luca Incrocci<sup>2</sup>, Anna Mensuali<sup>1</sup>, Alice Trivellini<sup>2\*</sup>**

\*: susanna.cialli@outlook.it

<sup>1</sup> *Crop Science Research Institute School of Advanced Studies Sant' Anna, 56010 Pisa, Italy;*

<sup>2</sup> *Department of Agricultural, Food and Agro-Environmental Sciences, University of Pisa, 56124 Pisa, Italy;*

<sup>3</sup> *Italian Institute for Environmental Protection and Research – ISPRA, Via del Cedro 38, 57122 Leghorn, Italy*

**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.

## **Effetto dello stress salino su quattro varietà di carota di origine geografica diversa attraverso analisi *in vivo* e *in vitro***

**Lucia Giorgetti<sup>1\*</sup>, Flavia Cazzato<sup>1</sup>, Lorenza Bellani<sup>1</sup>, Clara Maria Della Croce<sup>1</sup>, Laura Pistelli<sup>2</sup>, Federica Blando<sup>3</sup>**

\*: lucia.giorgetti@cnr.it

<sup>1</sup> *Istituto di Biologia e Biotecnologia Agraria, IBBA, CNR, Pisa, Italia*

<sup>2</sup> *Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali, Università di Pisa, Italia*

<sup>3</sup> *Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari, ISPA, CNR, Lecce, Italia*

**Parole chiave** *Daucus carota* L., stress salino, germinazione, molecole antiossidanti, embriogenesi somatica.

Questa ricerca si inserisce nell'ottica della conservazione della biodiversità agraria, finalizzata a identificare e preservare ecotipi locali (spesso a rischio di erosione genetica) dotati di maggiore resilienza agli stress ambientali. Tali ecotipi possono essere potenzialmente più adatti a condizioni colturali marginali, ad esempio possono crescere nei suoli salini, sempre più estesi a causa dei cambiamenti climatici. L'ipotesi di partenza è che alcune varietà di carota, che presentano un adattamento evolutivo agli ambienti costieri, possedano meccanismi fisiologici e biochimici più efficaci nel mitigare gli effetti dannosi di elevate concentrazioni di sodio.

In questo studio è stato osservato il comportamento in condizioni di stress salino di quattro diverse varietà di *Daucus carota* L., in particolare due ecotipi pugliesi entrambi provenienti da un territorio costiero, Polignano a Mare (Bari) e Tiggiano (Lecce), che sono state messe a confronto con due altre varietà, un ecotipo proveniente dall'alta Versilia denominato Pastinocello e con la varietà commerciale Nantese.

In particolare, lo studio ha considerato parametri morfologici e fisiologici come la germinazione e lo sviluppo dei germogli delle quattro varietà in condizioni di stress salino (0, 25, 50, 100, 150, 200 mM NaCl). In seguito sono state effettuate analisi sui germogli a 7 giorni di sviluppo tramite saggi spettrofotometrici specifici, per evidenziare la risposta allo stress salino. È stata valutata la presenza di sostanze antiossidanti, come polifenoli e flavonoidi totali, il potere antiossidante totale tramite saggi DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl), FRAP (Ferric Ion Reducing Antioxidant Power), ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity) e la produzione di specie reattive dell'ossigeno (ROS).

Gli ecotipi pugliesi hanno mantenuto capacità germinativa e sviluppo del germoglio fino a 150 mM NaCl, dimostrando una maggiore tolleranza alla salinità. Le varietà di Nantese e Pastinocello hanno invece subito un decremento della germinazione e dell'allungamento del germoglio, fino all'arresto totale, già a 100 mM NaCl, risultando i più sensibili.

Negli ecotipi pugliesi, in particolare in Polignano, è stato osservato un elevato contenuto di polifenoli totali e una buona attività antiossidante totale che può essere alla base della migliore resistenza in ambienti salini. In Polignano i livelli di ROS non subiscono variazioni significative con i trattamenti salini.

Inoltre, lo studio ha valutato gli effetti dello stress salino su sospensioni cellulari e sul sistema di embriogenesi somatica di carota, dopo aver ottenuto colture *in vitro* dalle quattro varietà. Le analisi *in vitro* hanno mostrato che la capacità di embriogenesi somatica in condizioni di stress salino (0–150 mM) è genotipo-dipendente e che le varietà pugliesi hanno manifestato la maggiore capacità embriogenica.

In conclusione, la ricerca valorizza la biodiversità agraria e il germoplasma locale come risorse fondamentali per selezionare colture resistenti alla salinizzazione dei suoli indotta dai cambiamenti climatici.

## **La biodiversità olivicola come fonte di tolleranza alla *Xylella fastidiosa***

**Luigi De Bellis\*, Mariarosaria De Pascali, Erika Sabella**

\*: luigi.debellis@unisalento.it

*Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche ed Ambientali, Università del Salento*

**Parole chiave:** *Xylella fastidiosa* subspecie *pauca*, *Olea europaea* L., Leccio del Corno, Lecciana

A partire dal 2013, il batterio *Xylella fastidiosa* (Wells et al. 1987) subspecie *pauca* ha portato al disseccamento di centinaia di migliaia di olivi nella penisola salentina (Puglia). Il batterio, una volta entrato tramite la puntura di cicaline colonizza la rete dei vasi xilematici, sviluppando aggregati batterici con deposizione di biofilm e inducendo, nelle piante ospiti, la produzione di tilosi e gomma come risposta di difesa attiva all'invasione; tutto ciò limita il flusso idrico, causando nel tempo il disseccamento della pianta. Le tradizionali cultivar Salentine di olivo, Cellina di Nardò e Ogliarola, sono risultate estremamente suscettibili al batterio, così che poche migliaia di piante di queste due cultivar sono ancora presenti sul territorio. Per il reimpianto degli olivi nel Salento, area infetta, sono state quindi impiegate cultivar definite tolleranti o resistenti quali Leccino, Favolosa (o FS-17), Lecciana e Leccio del Corno, le quali, pur ospiti di *Xylella*, sono capaci di convivere con il batterio mantenendo una buona produttività, oltre che poter essere utilizzate per impianti superintensivi.

In ogni caso, è necessario aumentare il numero di varietà di olivo nel territorio per non ritrovarsi, come in passato, che due sole varietà rappresentavano oltre l'80% delle piante di olivo, elemento che ha aggravato la diffusione di *Xylella fastidiosa* ed i danni conseguenti.

Quindi, è stata realizzata una ricerca di nuove piante tolleranti resistenti generate da incroci casuali o importate per errore nel Salento. Sono state campionate piante di età variabile tra i 5 e oltre 50 anni, con assenza di sintomi o lievi sintomi, poi dimostrate sia positive che negative alla presenza di *Xylella fastidiosa*. In particolare, le relazioni genetiche tra i 15 putativi genotipi di olivo tolleranti la *Xylella* hanno indicato che le piante di oltre 50 anni ancora produttive, una positiva con scarsi sintomi, e l'altra negativa, sono associate ad un cluster del quale fa parte la cultivar Leccio del Corno. Le altre piante selezionate risultano invece associate ad un cluster di cui fa parte la cultivar Lecciana.

Il Leccio del Corno è una varietà toscana, individuata nel 1929 nella fattoria del Corno (da cui prende il nome) di San Casciano Val di Pesa, provincia di Firenze; è nota per la sua spiccata tolleranza al freddo e l'idoneità per impianti ad alta densità. La Lecciana deriva dall'incrocio tra Leccino e Arbosana ed è una cultivar brevettata dall'Università di Bari nel 2017, sviluppata per l'olivicoltura intensiva che unisce rusticità e produttività.

Quindi, anche in assenza di un programma di selezione, la biodiversità presente sul territorio appare in grado di fornire cultivar o materiale genetico da cui ottenere nuove cultivar tolleranti/resistenti alla *Xylella fastidiosa*.

## Effetto di *Azospirillum* spp. e *Methylobacterium symbioticum* su essudati radicali in giovani piante di olivo

Livia Pappalettere<sup>1</sup>, Susanna Bartolini<sup>1\*</sup> e Annita Toffanin<sup>2,3,4</sup>

<sup>1</sup> Istituto di Produzioni Vegetali, Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa, Piazza Martiri della Libertà 33, 56127 Pisa, Italia

<sup>2</sup> Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali, Università di Pisa (DAFE), University of Pisa, Via del Borghetto 80, 56124 Pisa, Italia

<sup>3</sup> CIRSEC, Centro interdipartimentale per lo studio degli effetti del cambiamento climatico, Università di Pisa, Via del Borghetto 80, 56124 Pisa, Italia

<sup>4</sup> Interdepartmental Research Center Nutraceuticals and Food for Health (NUTRAFOOD), Università di Pisa, Via del Borghetto 80, 56124 Pisa, Italia

\*: susanna.bartolini@santannapisa.it

**Parole chiave:** *Olea europaea* L.; batteri promotori della crescita delle piante (PGPB); consorzio microbico; Py-GC/MS; parametri morfofisiologici.

I batteri promotori della crescita vegetale (PGPB) rappresentano uno strumento sempre più utilizzato per migliorare la produttività e la resilienza delle colture agrarie. Tuttavia, nonostante il loro crescente impiego, l'impatto di questi microrganismi sull'interfaccia radice-suolo e sulla composizione chimica degli essudati radicali è ancora poco investigato in specie arboree come l'olivo (*Olea europaea* L.). In questo studio sono stati valutati, gli effetti di inoculi batterici singoli e di un consorzio microbico sulla crescita di giovani piante di olivo e sulla chimica degli essudati radicali.

Le piante (un anno di età, cv. Leccino) sono state mantenute in serra e allevate in contenitore in un substrato costituito da terriccio e perlite (1:1) e sottoposte a quattro trattamenti: i) inoculo al suolo con *Azospirillum baldaniorum* Sp245; ii) inoculo fogliare con *Methylobacterium symbioticum* ( $10^7$  CFU mL<sup>-1</sup>); iii) inoculo al suolo con il consorzio (MIX) costituito da *A. baldaniorum* Sp245, *Azospirillum brasilense* Cd, *A. brasilense* Sp7, *M. symbioticum* SB0023/3T; iv) trattamento di controllo con sola acqua. I trattamenti sono stati ripetuti a intervalli mensili per un totale di tre applicazioni. Al termine dell'esperimento sono stati registrati i principali parametri morfofisiologici della pianta (sviluppo radicale, biomassa, area fogliare e contenuto di clorofilla) ed estratti gli essudati radicali mediante immersione dell'apparato radicale in soluzione di CaSO<sub>4</sub>. Gli essudati sono stati successivamente analizzati tramite pirólisi/termodesorbimento accoppiato a GC-MS (py-GC/MS) con derivatizzazione in situ mediante HMDS.

L'inoculazione microbica ha determinato un netto miglioramento dello sviluppo radicale e dell'accumulo di biomassa rispetto al controllo. Il trattamento più efficace è risultato il consorzio (MIX), che ha incrementato significativamente sia la lunghezza delle radici primarie e secondarie che la sostanza secca dell'intera pianta. L'inoculo singolo con Sp245 ha mostrato effetti positivi simili seppure più contenuti rispetto al MIX. L'applicazione fogliare di *M. symbioticum* non ha influenzato significativamente i parametri radicali, ma ha prodotto un marcato aumento dell'area fogliare e dell'indice di clorofilla, suggerendo un effetto specifico sulla fisiologia della parte aerea.

L'analisi chimica degli essudati radicali ha evidenziato quattro classi metaboliche ricorrenti: acidi organici (acido glicolico, lattico e idrossibutirrico), glicerolo, carboidrati (glucosio, levoglucosano e  $\gamma$ -lattone di acidi aldonici) e inositolo (sette isomeri). Le differenze tra trattamenti sono risultate significative per tutte le classi metaboliche eccetto per il glicerolo. In particolare, il consorzio (MIX) ha indotto segnali più elevati per acidi organici, carboidrati e inositolo, mentre questi ultimi erano significativamente inferiori nel controllo.

Nel complesso, i risultati dimostrano che (i) i PGPB, soprattutto in forma di consorzio, migliorano significativamente la crescita delle giovani piante di olivi e (ii) l'inoculo induce modificazioni nella chimica degli essudati radicali, con un aumento di acidi, zuccheri e inositolo. Questo lavoro rappresenta, per quanto noto, la prima caratterizzazione chimica degli essudati radicali dell'olivo mediante py-GC/MS in risposta a trattamenti con PGPB.

## **Biodiversità dell'aria e verde urbano: il progetto AirBiD per la caratterizzazione dell'aerobioma a tutela della salute umana**

**Alessandro Di Cocco<sup>1\*</sup>, Antonella Cristofori<sup>1,2</sup>, Fabiana Cristofolini<sup>1</sup>, Elena Gottardini<sup>1,2</sup>**

\*: [alessandro.dicocco@fmach.it](mailto:alessandro.dicocco@fmach.it)

*1 Centro Ricerca e Innovazione, Fondazione Edmund Mach, San Michele a/A (TN), Italia*

*2 NBFC, National Biodiversity Future Center, Palermo, Italia*

**Parole chiave:** Aerobioma, benessere dell'uomo, aree verdi urbane, campionamento passivo, Soluzioni Nature-Based

L'aerobioma, ovvero l'insieme di particelle biologiche quali batteri, funghi e pollini presenti nell'atmosfera, ha implicazioni importanti per gli ecosistemi ed un impatto determinante sulla salute e sul benessere umano. Il progetto AirBiD - Airborne biological diversity shaped and modelled by Urban Green Elements - ([airbidproject.eu](http://airbidproject.eu)) si propone di indagare le interazioni tra gli elementi del verde urbano e la biodiversità dell'aria, con l'obiettivo di ripensare gli spazi cittadini come ecosistemi rigenerativi per promuovere la salute umana. Attraverso lo studio delle connessioni tra comunità aerea e spazi verdi urbani, la ricerca mira alla costruzione di mappe spaziali ad alta risoluzione della biodiversità dell'aria in cinque città europee: Trento (IT), Vienna (AT), Évora (PT), Copenhagen (DK) e Göteborg (SE). Le aree verdi sono state classificate in nove categorie distinte e in ogni città sono stati posizionati venticinque punti di campionamento disposti secondo una griglia sistematica per garantire una copertura omogenea dell'area urbana e di tutte le categorie di verde urbano. La metodologia d'indagine prevede una fase di campionamento aerobiologico della durata di dodici mesi mediante campionatori passivi (Sigma-2; passam ag), che sfruttano la deposizione gravitazionale del particolato biologico su superfici adesive. La caratterizzazione dell'aerobioma segue un protocollo analitico che integra metodi avanzati di analisi del DNA e tecniche convenzionali di microscopia ottica. L'estrazione del DNA genomico, in particolare, è una fase critica che richiede l'isolamento del materiale genetico da matrici ambientali caratterizzate da bassissima concentrazione di biomassa. L'ottimizzazione di questa procedura è stata oggetto di un workshop tecnico in cui, attraverso test comparativi, è stato selezionato il protocollo capace di garantire la massima resa, purezza e riproducibilità. Il DNA estratto attraverso questo protocollo viene poi sottoposto ad amplificazione tramite PCR utilizzando primer specifici per regioni geniche target, quali il gene 16S rRNA per la componente batterica e la regione ITS per quelle fungina e pollinica. Il materiale amplificato viene infine analizzato mediante Next-Generation Sequencing (NGS), permettendo la lettura simultanea di milioni di sequenze e restituendo un'istantanea dettagliata della biodiversità aerea. Tramite la microscopia ottica, l'analisi dei campioni aerobiologici consente di identificare su base morfologica e quantificare i granuli pollinici e le spore campionati. Il progetto prevede di integrare tali dati con rilievi satellitari sulla vegetazione e con attività di Citizen Science, volte al coinvolgimento attivo delle comunità locali. I risultati ottenuti permetteranno di fornire a decisori politici e gestori del verde urbano degli strumenti scientifici per una pianificazione e gestione sostenibile delle aree verdi urbane, volte a massimizzare gli effetti benefici e a minimizzare i disservizi ecosistemici per la popolazione, adottando Soluzioni Nature-Based (NBS).

Il partenariato europeo AirBiD è finanziato dalle organizzazioni nazionali aderenti a Biodiversa+ all'interno della call congiunta BiodivNBS 2023-2024, "Nature-based solutions for biodiversity, human well-being and transformative change".

## Diversità intraspecifica in popolazioni selvatiche di Rosmarino nel Salento

**Carmine Negro\*, Rita Annunziata Accogli, Samar Min Allah, Rosanna Dimita, Luigi De Bellis**

\*: [carmine.negro@unisalento.it](mailto:carmine.negro@unisalento.it)

*Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche ed Ambientali (DiSTeBA) Università del Salento, Italia*

**Parole chiave:** *Salvia rosmarinus*, composti organici volatili, olio essenziale, biodiversità intraspecifica

Il rosmarino (*Salvia rosmarinus* Spenn.) è un arbusto aromatico tipico dell'area mediterranea, noto per il suo olio essenziale e per la ricchezza di composti bioattivi. Tuttavia, oltre al valore fitochimico, questa specie rappresenta un interessante modello per comprendere il ruolo della biodiversità intraspecifica.

In questo studio sono state analizzate mediante analisi GC/MS le differenze nei composti organici volatili (VOC) dei fiori freschi e degli oli essenziali delle foglie di rosmarino raccolto in quattro località del Salento: Lecce, Otranto, Gallipoli e Santa Maria di Leuca. I risultati hanno evidenziato una marcata variabilità chimica tra popolazioni geograficamente vicine. I fiori hanno mostrato profili distinti a seconda del sito: ciclofenchene dominante a Lecce, eucaliptolo a Otranto e Gallipoli, e pseudolimonene a Santa Maria di Leuca. Anche gli oli essenziali, pur condividendo alcuni composti principali come eucaliptolo, canfora e  $\alpha$ -pinene, hanno mostrato differenze significative, con la popolazione di Lecce caratterizzata da un maggiore contenuto di canfora e un minor livello di eucaliptolo.

Questa diversità chimica riflette una biodiversità intraspecifica rilevante, probabilmente influenzata da fattori ambientali locali, come suolo, microclima e pressioni ecologiche. Le analisi di clustering hanno infatti evidenziato una netta separazione della popolazione di Lecce rispetto alle altre, sottolineando come anche a scala ridotta possano emergere differenze sostanziali.

La biodiversità intraspecifica riveste un ruolo fondamentale per l'equilibrio degli ecosistemi. Differenze nei profili chimici possono influenzare le interazioni tra piante e altri organismi, come impollinatori, erbivori e microrganismi, contribuendo alla stabilità e alla resilienza degli ambienti naturali. Inoltre, questa variabilità rappresenta una risorsa adattativa che consente alle popolazioni di rispondere a cambiamenti ambientali e stress.

Nel caso del rosmarino, la presenza costante di alcuni composti chiave, insieme alla variabilità locale, evidenzia un equilibrio tra conservazione delle funzioni ecologiche e adattamento specifico. Ciò sottolinea l'importanza di preservare le popolazioni spontanee e la loro diversità genetica e chimica, non solo per il valore ecologico, ma anche per le potenziali applicazioni in ambito alimentare, farmacologico e aromatico.

## Il fico d'India nel Salento

**Federica Blando<sup>1\*</sup>, Carmine Negro<sup>2</sup>, Clara Albano<sup>1</sup>, Luigi De Bellis<sup>2</sup>**

\*: federica.blando@cnr.it

<sup>1</sup> Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari (ISPA), CNR, Lecce, Italia

<sup>2</sup> Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche ed Ambientali (DiSTeBA), Università del Salento, Lecce, Italia

**Parole chiave:** *Opuntia ficus-indica*, frutti, betalaine, polifenoli

Nell'ambito dello studio della biodiversità come risorsa per mitigare gli stress negli ecosistemi agrari frutticoli, si propone la valorizzazione del fico d'India (*Opuntia ficus-indica*) come specie frutticola in aree meridionali, in aggiunta alla Sicilia che storicamente coltiva questa specie per finalità di produzione frutticola.

Il fico d'India e le specie affini sono caratterizzate da un fabbisogno idrico minimo, resistenza e adattabilità alle alte temperature. Per questo motivo, la coltivazione di queste specie potrebbe essere presa in considerazione per affrontare i cambiamenti climatici globali in diverse parti del mondo, inclusa la Puglia.

In particolare, si intende proporre il fico d'India come specie frutticola nelle aree della Puglia colpite dalla *Xylella*, che ha distrutto ettari di oliveti, lasciando il paesaggio e la produzione agricola in condizioni di grande precarietà.

Ricerche su frutti di fico d'India, prelevati da piante spontanee o coltivate in giardini privati in Salento, hanno evidenziato le proprietà nutraceutiche associate alla presenza di betalaine e polifenoli. In particolare, la cultivar rossa risulta maggiormente ricca di betalaine e di composti antiossidanti (polifenoli e vitamina C).

La caratterizzazione delle varietà/ecotipi autoctoni potrebbe fornire maggiori informazioni sulla presenza di composti bioattivi e sul possibile sfruttamento della biodiversità esistente.

Poiché il valore nutrizionale dei frutti del fico d'India è paragonabile a quello di altre colture frutticole, potrebbero essere proposti come alimenti funzionali a basso costo.

## Restauro ecologico post tempesta Vaia: salute del suolo e diversità funzionale delle piante vascolari

**Francesca Vannucchi<sup>1,2</sup>, Roberto Pini<sup>1</sup>, Silvia Traversari<sup>1,2</sup>, Marco Carlo Mascherpa<sup>1</sup>, Tommaso Sitzia<sup>2,3</sup>, Ernesto Renato Bovio<sup>3</sup>, Alessio Giovannelli<sup>2,4</sup>, Manuele Scatena<sup>1</sup>, Emanuele Lingua<sup>3</sup>, Davide Marangon<sup>3</sup>, Marco Pellegrini<sup>5</sup>, Andrea Scartazza<sup>1,2</sup>, Carlo Calfapietra<sup>2,6</sup>, Francesco Chianucci<sup>7</sup>, Giovanni Trentanovi<sup>4</sup>**

\*: francesca.vannucchi@cnr.it

<sup>1</sup>Istituto di Ricerca sugli Ecosistemi Terrestri (IRET), Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Pisa, Italia

<sup>2</sup>National Biodiversity Future Center (NBFC), Palermo, Italia

<sup>3</sup>Dipartimento di Territorio e Sistemi Agro-Forestali (TESAF), Università di Padova, Legnaro (PD), Italia

<sup>4</sup>Istituto di Ricerca sugli Ecosistemi Terrestri (IRET), Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Sesto Fiorentino (FI), Italia

<sup>5</sup>Studio forestale Pellegrini, Asiago, Italia

<sup>6</sup>Istituto di Ricerca sugli Ecosistemi Terrestri (IRET), Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Porano (TR), Italia

<sup>7</sup>Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'analisi dell'Economia Agraria (CREA), Foreste e Legno (CREA-FL), Arezzo, Italia

**Parole chiave:** biodiversità, eventi climatici estremi; resilienza; rigenerazione spontanea, stechiometria enzimatica

La frequenza e l'intensità degli eventi climatici estremi sono aumentate negli ultimi decenni, rappresentando una minaccia significativa per gli ecosistemi forestali e generando rilevanti impatti economici e ambientali. I disturbi naturali, come le tempeste, possono alterare la struttura e il funzionamento degli ecosistemi forestali, con conseguenze sui processi biochimici del suolo, sulla biodiversità e sui servizi ecosistemici. Nel 2018 il nord-est dell'Italia è stato colpito dalla tempesta Vaia causando lo schianto di circa 45 kha di bosco, e la perdita di 12 milioni di m<sup>3</sup> di legname. I popolamenti forestali monospecifici che erano caratterizzati da una struttura semplificata si sono dimostrati particolarmente vulnerabili, sottolineando il ruolo cruciale della biodiversità e della salute del suolo nel determinare la resistenza e la resilienza degli ecosistemi ai disturbi. Questo studio valuta l'efficacia degli interventi di ripristino in tre siti forestali dell'Altopiano di Asiago (Marcesina, Mosciagh e Zebio) colpiti dalla tempesta Vaia, con particolare attenzione al recupero della salute del suolo e della diversità della flora vascolare. È stato adottato un approccio integrato per analizzare le risposte degli ecosistemi al disturbo e alle azioni di ripristino. La salute del suolo e la composizione e funzionalità della flora vascolare sono state indagate in aree sottoposte a differenti strategie di ripristino. Queste includono diversi approcci di restauro, tra cui rimozione della biomassa e rigenerazione spontanea, rimozione della biomassa e rimboschimento. La salute del suolo è stata valutata mediante l'analisi delle attività enzimatiche, legate al ciclo del carbonio e dei nutrienti, e loro stechiometria. La diversità vegetale è stata misurata in termini di composizione specifica, ricchezza di specie e diversità funzionale. La stechiometria enzimatica non mostra differenze significative nella biodisponibilità dei nutrienti e del carbonio tra le aree, suggerendo una capacità di resilienza dei processi biologici del suolo. Sono stati invece osservati effetti contrastanti tra i siti di campionamento e le strategie di ripristino per il recupero della vegetazione. Le aree soggette a rigenerazione spontanea ospitano comunità vegetali più diversificate e funzionalmente eterogenee. La diversità funzionale risulta sistematicamente più elevata nelle aree rimboschite, mentre la ridondanza tende ad aumentare nelle aree di rigenerazione spontanea, ad eccezione del sito di Zebio. Nel complesso, questi risultati forniscono evidenze scientifiche utili a supportare strategie di gestione adattativa e a orientare la scelta di approcci di ripristino finalizzati ad aumentare la resilienza forestale, mantenere i servizi ecosistemici e migliorare la capacità degli ecosistemi forestali di far fronte a futuri eventi estremi.

## Sostenibilità e innovazione nel settore delle fronde ornamentali: il ruolo della biodiversità

**Federico Di Battista\*, Marcello Militello\***

\*: [dibattista@regflor.it](mailto:dibattista@regflor.it)

*Istituto Regionale per la Floricoltura, Sanremo (IM), Italia*

**Parole chiave:** Biodiversità, Sostenibilità ambientale, Dissesto idrogeologico, Fronde ornamentali

L'attuale contesto di evoluzione climatica e degrado ambientale rende la valorizzazione della biodiversità quale risorsa strategica fondamentale per la resilienza degli ecosistemi. Le fronde ornamentali, pilastro storico dell'economia agricola del Ponente ligure, rappresenta un caso studio emblematico dell'integrazione di specie rustiche e autoctone ed esotiche per mitigare gli effetti degli stress negli ecosistemi agrari, naturali e antropizzati. Il comparto non è solo un segmento produttivo d'eccellenza, ma un modello di coltivazione sostenibile in grado di rispondere alle direttive europee sulla riduzione degli input chimici e alla salvaguardia del territorio.

L'elevata rusticità di molte fronde ornamentali (quali *Ruscus*, *Pittosporum*, *Eucalyptus*, *Acacia* e *Genista*) permette una drasticamente riduzione dell'impronta ecologica della produzione. La resistenza naturale agli stress abiotici e biotici limita la necessità di interventi fitosanitari e di fertirrigazione, eliminando al contempo il fabbisogno energetico per il riscaldamento delle serre. In tal senso, la biodiversità vegetale funge da stabilizzatore ecologico, garantendo una produzione competitiva e a basso impatto, in linea con i criteri di sostenibilità richiesti dai mercati internazionali, in particolare del Nord Europa.

In questi ultimi anni l'Istituto Regionale per la Floricoltura di Sanremo, ha selezionato vari genotipi di *Eucalyptus* e acacia sulla base di parametri sia ornamentali che di adattabilità al clima Mediterraneo e del Ponente Ligure. La selezione da piante da seme, ha evidenziato come l'alto livello di eterozigosi, necessiti di una propagazione vegetativa per avere piante omogenee e garantire un elevato standard qualitativo delle produzioni.

Un altro focus di ricerca riguarda la transizione dalle pratiche di raccolta spontanea alla coltivazione razionale di specie autoctone, come l'*Euphorbia spinosa* L. (commercialmente nota come "Nido"). Storicamente soggetta a una raccolta selvaggia che ha causato la degradazione degli habitat boschivi e aumentato il rischio di dissesto idrogeologico oltre ad un consistente depauperamento della risorsa stessa. Questa specie rappresenta oggi un esempio di addomesticamento condotto dall'IRF. La trasformazione dell'*Euphorbia* da risorsa selvatica a coltura industriale permette una duplice azione di mitigazione: da un lato, preserva l'integrità degli ecosistemi naturali riducendo il prelievo antropico; dall'altro, offre una soluzione per il recupero di zone marginali e incolte nell'entroterra. L'introduzione di queste specie negli agro-ecosistemi e nei *green spaces* urbani e peri-urbani contribuisce alla stabilità del suolo e al mantenimento del paesaggio, contrastando l'abbandono delle terre e la vulnerabilità idrogeologica. Inoltre, la diversificazione colturale basata sulla biodiversità locale favorisce la resilienza economica delle aziende. La produzione di fronde, essendo tendenzialmente destagionalizzata, permette di ottimizzare le linee logistiche e mantenere attive le reti commerciali anche nei periodi di carenza di prodotto fiorito, integrandone la gestione con colture tradizionali come la vite e l'olivo. In conclusione, nonostante le criticità legate alla frammentazione produttiva, l'investimento sulla biodiversità autoctona e sull'innovazione di processo si configura come via virtuosa per un'agricoltura multifunzionale. La valorizzazione delle fronde ornamentali non risponde solo a logiche di mercato, ma agisce come presidio ambientale, trasformando la ricchezza floristica in uno strumento attivo di rigenerazione dei territori degradati, garantendo al contempo la competitività del sistema agricolo regionale nel panorama globale.

## La “pergola Verde” infrastrutture verdi multifunzionali per la salvaguardia della biodiversità in ambienti portuali e urbanizzati

**Marcello Militello\*, Federico Di Battista**

\*: militello@regflor.it

*Istituto Regionale per la Floricoltura, Sanremo (IM), Italia*

**Parole chiave:** Tetto verde, specie da conservazione, Urban greening

Gli ambienti portuali rappresentano uno degli esempi più estremi di antropizzazione del paesaggio, caratterizzati da superfici impermeabili, elevata insolazione ed esposizione ad aerosol salmastro, condizioni che determinano microclimi spesso ostili alla vita biologica. In tale contesto, la conservazione della biodiversità richiede approcci innovativi capaci di superare i limiti strutturali e funzionali di questi spazi. Il presente contributo propone una riflessione sull'impiego di infrastrutture verdi modulari, portando ad esempio il modello della “pergola verde” sviluppato dall'Istituto Regionale per la Floricoltura (IRF), quale strumento integrato per la mitigazione degli stress ambientali e la promozione della biodiversità.

La “pergola verde” nasce nell'ambito del progetto Interreg Marittimo IT-FR 2014–2020 P.Ri.S.Ma. MED 2, finalizzato alla creazione di una rete condivisa di buone pratiche per orientare le filiere produttive verso modelli sempre più circolari e sostenibili. L'elemento distintivo di questo approccio multidisciplinare risiede nella fusione tra funzionalità urbanistica, ecologico-ambientale e agronomica.

Le strutture si configurano come unità modulari leggere, facilmente realizzabili e adattabili a diversi contesti spaziali, progettate per ospitare una diversità di specie vegetali. La modularità garantisce un'elevata flessibilità progettuale, rendendo possibile la realizzazione di sistemi diffusi e interconnessi anche in aree fortemente frammentate, contribuendo così alla costruzione di reti ecologiche urbane.

Dal punto di vista agronomico, la selezione delle specie vegetali (generi *Sedum*, *Petrosedum*, *Crassula*, *Dymondia*, *Frankenia*, *Verbena*, e dei substrati di coltivazione è orientata alla resilienza agli stress tipici degli ambienti portuali, quali salinità, vento, siccità e inquinamento. L'impiego di specie autoctone o adattate aumenta le probabilità di successo dell'impianto e favorisce la conservazione della biodiversità locale. Inoltre, l'integrazione di tecniche derivate dai giardini pensili e dai tetti verdi consente di ottimizzare l'uso delle risorse, in particolare acqua e nutrienti.

Un ulteriore aspetto chiave è rappresentato dall'autonomia energetica delle strutture, ottenuta attraverso l'integrazione di sistemi a basso consumo alimentati da pannelli fotovoltaici. Questa caratteristica rende i moduli indipendenti dalle infrastrutture tradizionali, facilitandone l'installazione anche in contesti complessi o marginali.

Dal punto di vista ecologico, i moduli agiscono come microhabitat capaci di ospitare comunità vegetali, microbiche e animali, contribuendo alla creazione di nicchie ecologiche in ambienti altrimenti poveri di vita. La loro presenza favorisce l'insediamento di insetti impollinatori e altri organismi utili, attivando processi ecologici fondamentali e migliorando la qualità ambientale complessiva.

Infine, l'integrazione con le esigenze urbanistiche consente di restituire spazi fruibili alla collettività, migliorando il comfort microclimatico e promuovendo una nuova percezione delle aree portuali come luoghi non solo produttivi, ma anche ecologicamente attivi e socialmente inclusivi. In conclusione, tali soluzioni rappresentano una risposta concreta e replicabile alle sfide poste dai cambiamenti globali.

## Screening di germoplasma locale per caratteri di resistenza e adattamento a stress abiotici: esperienze e prospettive nel Centro di conservazione ex situ di specie frutticole in Puglia

**Pasquale Venerito<sup>1\*</sup>, Andrea Turco<sup>1</sup>, Donato Palmisano<sup>1</sup>, Sabrina Nardelli<sup>2</sup>, Francesco Loperfido<sup>2</sup>, Pierfederico La Notte<sup>3</sup>**

\*: pasqualevenerito@crsfa.it

<sup>1</sup> *Centro di Ricerca, Sperimentazione e Formazione in Agricoltura “Basile Caramia”, Locorotondo (BA), Italia.*

<sup>2</sup> *ITS Academy AgriPuglia – Agribusiness School, Locorotondo (BA), Italia.*

<sup>3</sup> *Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto per la Protezione Sostenibile delle Piante (IPSP), Sede di Bari, Italia.*

**Parole chiave:** Agrobiodiversità, Colture frutticole, Collezioni ex-situ, Innovazione varietale, Conservazione germoplasma minore

I cambiamenti climatici in atto, l'allarmante incremento delle invasioni di organismi alieni e l'aumento della frequenza di eventi meteorologici estremi stanno progressivamente compromettendo la stabilità degli agroecosistemi, rendendo quanto mai urgente lo sviluppo di strategie di mitigazione e adattamento efficaci. Negli agroecosistemi complessi alterati, l'agrobiodiversità deve rappresentare un elemento imprescindibile per fronteggiare le future sfide climatiche e al contempo aumentando la sostenibilità della pratica agricola. Il presente contributo illustra le esperienze condotte presso il Centro Regionale per la Conservazione ex situ di fruttiferi autoctoni di Locorotondo (BA).

Il CRSFA infatti ospita storicamente una delle più ampie e importanti collezioni di germoplasma frutticolo autoctono dell'intera Italia centro-meridionale, preservando oltre milleduecento genotipi di specie principali, come pesco, ciliegio, mandorlo, albicocco e pero, insieme a decine di accessioni di fruttiferi minori e agrumi. Attraverso progetti strategici come il progetto europeo Horizon InnOBreed e i progetti integrati per la biodiversità della Regione Puglia come Re.Ge.Fru.P.2.1 e 2.2, questo immenso e inestimabile patrimonio non viene unicamente tutelato ai fini conservativi, ma attivamente sottoposto a rigorosi screening per individuare resistenze genetiche e altri caratteri di adattamento utili per la coltivazione delle varietà del futuro.

Le attività di screening, condotte sia in campo aperto che in laboratori specializzati, si concentrano sulla valutazione minuziosa della risposta del germoplasma autoctono a molteplici e gravi fattori di stress ambientale e fitopatologico. In particolare, le approfondite indagini fitosanitarie hanno esplorato la naturale resistenza a diversi stress biotici, evidenziando risultati altamente promettenti per il settore: è stata infatti ampiamente documentata una scarsa suscettibilità a gravi patologie fungine, come bolla e oidio in antiche accessioni locali di pesco, nonché una notevole e marcata tolleranza generale ai principali patogeni fungini in diverse cultivar autoctone di ciliegio. Queste evidenti dimostrazioni scientifiche sottolineano con forza l'importanza dell'individuazione e del successivo impiego di specifici tratti di resistenza e adattamento a stress biotici e abiotici per la moderna frutticoltura. Lo studio delle risposte fenologiche, agronomiche e fisiologiche delle vecchie cultivar locali fornisce le basi conoscitive indispensabili per attivare attraverso specifici programmi di breeding, una vera innovazione varietale mirata alla resilienza ecosistemica. Lo sviluppo di nuove selezioni varietali, capaci di prosperare in condizioni ambientali fortemente avverse e geneticamente resistenti alle malattie, permette di ridurre drasticamente gli input chimici. Quest'approccio costituisce il solido pilastro su cui fondare la duratura sostenibilità economica e ambientale della frutticoltura del futuro, risultando un percorso ideale e imprescindibile anche per i regimi di agricoltura biologica e rigenerativa. In conclusione, l'impiego mirato del germoplasma locale sapientemente conservato ex situ, affiancato da avanzate tecniche di indagine genetica e metabolomica per mappare integralmente le potenzialità biologiche delle piante, garantisce rese costanti e affidabili, salvaguarda le risorse naturali essenziali e mitiga efficacemente gli stress nei fragili agroecosistemi del domani contribuendo al benessere delle generazioni future.

## **Complementarità funzionale tra varietà tradizionali di olivo nel Lazio: conoscenze contadine e resilienza nel paesaggio olivicolo**

**Ilaria Maria Grimaldi**

\*:ilariamaria.grimaldi@crea.gov.it

*CREA Difesa e Certificazione, Roma, Italia*

**Parole chiave:** Biodiversità varietale, Resilienza agroecologica, Oliveti tradizionali, Adattamento climatico

Gli oliveti tradizionali del Mediterraneo sono sempre più esposti all'instabilità climatica, all'emergere di nuove patologie e alla progressiva semplificazione dei sistemi agricoli. In questo contesto, la diversità varietale locale può rappresentare una risorsa importante per mantenere la resilienza e la capacità di adattamento degli agroecosistemi olivicoli.

Il lavoro qui presentato esplora il modo in cui gli olivicoltori del Lazio percepiscono e gestiscono la diversità varietale tradizionale nelle pratiche agricole quotidiane. Lo studio si inserisce in un più ampio progetto di ricerca dedicato al ruolo ecologico delle varietà autoctone di olivo coltivate in oliveti tradizionali asciutti. Sono state condotte interviste semi-strutturate con agricoltori che gestiscono oliveti eterogenei composti da cultivar come Carboncella, Salviana, Sirole, Moraiolo e olivastri locali. Gli agricoltori descrivono ogni varietà come portatrice di specifici punti di forza e limiti. Alcune sono considerate più tolleranti alla siccità o al freddo invernale, altre più affidabili negli anni di scarsa produzione, mentre altre ancora sono apprezzate per la qualità dell'olio, le caratteristiche di potatura, la maturazione tardiva o l'adattamento a particolari suoli e versanti. La diversità stessa viene spesso percepita come una strategia per affrontare l'incertezza, poiché le diverse varietà reagiscono in modo differente alle variazioni climatiche, ai patogeni e ai vincoli gestionali. Le interviste evidenziano inoltre una diffusa percezione della complementarità funzionale tra varietà. Alcune cultivar sono considerate più resistenti ma meno produttive; altre producono oli di elevata qualità ma risultano più vulnerabili al gelo o alle malattie. Alcune sono apprezzate per il loro contributo all'impollinazione, alla continuità del paesaggio o alla stabilità produttiva nel lungo periodo. In questa prospettiva, la coesistenza di più varietà all'interno dello stesso oliveto non viene percepita come casuale, ma come il risultato di conoscenze locali e strategie adattative sviluppate nel corso delle generazioni.

La fotografia che ne emerge è che la biodiversità olivicola tradizionale debba essere considerata non soltanto una risorsa genetica, ma anche una vera e propria infrastruttura agroecologica vivente, modellata dall'esperienza degli agricoltori e capace di contribuire alla mitigazione degli stress nei paesaggi agricoli mediterranei soggetti ai cambiamenti climatici.

## “Atlante della Biodiversità Olivicola di Puglia”: approccio integrato al recupero e alla caratterizzazione del germoplasma locale

**Natalia Sgaramella<sup>1\*</sup>, Pasquale Venerito<sup>2</sup>, Luciana Piarulli<sup>3</sup>, Monica Marilena Miazzi<sup>1</sup>, Valentina Fanelli<sup>1</sup>, Michele Antonio Savoia<sup>1</sup>, Isabella Mascio<sup>1</sup>, Pierfederico La Notte<sup>4</sup>, Cinzia Montemurro<sup>1,3</sup>**

\*: natalia.sgaramella@uniba.it

<sup>1</sup> Dipartimento di Scienze del Suolo, delle Piante e degli Alimenti (Di.S.S.P.A.), Università degli studi di Bari Aldo Moro, Bari, Italia. <sup>2</sup> Centro Ricerca, Sperimentazione e Formazione in Agricoltura, “Basile Caramia”(CRSFA), Locorotondo, Bari, Italia. <sup>3</sup> Sinagri s.r.l. spin-off, Università degli studi di Bari Aldo Moro, Bari, Italia. <sup>4</sup> Istituto per la Protezione Sostenibile delle Piante (IPSP), Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Bari, Italia

**Parole chiave:** Biodiversità, germoplasma olivicolo, caratterizzazione e conservazione, approccio multidisciplinare, Puglia.

La biodiversità rappresenta una delle principali risorse strategiche per affrontare le sfide poste dai cambiamenti climatici, dalla diffusione di patogeni emergenti e dalla crescente pressione antropica sugli ecosistemi mediterranei. Negli ultimi decenni tali fattori hanno accelerato il processo di erosione genetica, contribuendo a modificare profondamente il paesaggio olivicolo pugliese. In questo scenario, la tutela e la valorizzazione del germoplasma olivicolo autoctono assumono un ruolo centrale, non soltanto per preservare la memoria storica e culturale del territorio, ma anche per favorire modelli agricoli più sostenibili.

L’“Atlante della Biodiversità Olivicola di Puglia” nasce nell’ambito del progetto Re.Ger.O.P. (Recupero del Germoplasma Olivicolo Pugliese) con l’obiettivo di recuperare, conservare, caratterizzare e valorizzare uno dei patrimoni genetici più ricchi del Mediterraneo. L’opera rappresenta il risultato di un ampio lavoro multidisciplinare che ha coinvolto istituzioni scientifiche, agricoltori custodi e organizzazioni professionali, nel recupero e nella caratterizzazione delle varietà olivicole pugliesi a rischio di erosione genetica.

Attraverso un approccio integrato che combina analisi storiche, etnografiche, agronomiche, morfologiche e molecolari, il progetto ha consentito di recuperare oltre 180 accessioni distribuite su tutto il territorio regionale, oggi conservate presso il Centro Regionale per la Conservazione *ex situ* di Fruttiferi, Olivo e Vite Autoctoni Pugliesi di Palagiano (TA). Le analisi molecolari effettuate mediante caratterizzazione del DNA hanno permesso di definire per ciascuna varietà un profilo molecolare distintivo, evidenziando una elevata variabilità intra-specifica e consentendo anche l’individuazione di accessioni sconosciute.

L’Atlante raccoglie e presenta 101 varietà di olivo pugliesi attraverso schede varietali che integrano informazioni storiche, dati scientifici e descrizioni tecnico-agronomiche. Per ogni accessione sono riportati sinonimi, areali di diffusione, caratteristiche morfologiche, attitudini produttive, epoca di maturazione e, in alcuni casi, le peculiarità sensoriali degli oli monovarietali ottenuti dalle piante conservate nella collezione regionale.

Particolare rilievo assume anche la dimensione storica dell’opera. Le ricerche condotte mostrano infatti come la biodiversità olivicola pugliese sia il risultato di un lungo processo di interazione tra ambiente, comunità locali e scambi culturali che hanno contribuito a modellare il paesaggio agricolo mediterraneo. Lo studio delle fonti storiche, delle denominazioni varietali e delle relazioni genetiche tra le varietà ha contribuito a delineare possibili percorsi di diffusione e selezione, suggerendo la Puglia come area di incontro e scambio di biodiversità e di conoscenze agronomiche nel Mediterraneo. L’opera non si configura esclusivamente come uno strumento descrittivo o divulgativo, ma come un esempio concreto di valorizzazione della biodiversità, capace di mettere

in relazione ricerca scientifica e identità territoriale. Le varietà autoctone rappresentano infatti una risorsa strategica per individuare genotipi potenzialmente tolleranti o resistenti agli stress biotici e abiotici associati ai cambiamenti climatici. Allo stesso tempo, le accessioni sconosciute rappresentano potenziali fonti di caratteri agronomici interessanti utili nei programmi di miglioramento genetico. In conclusione, l'Atlante propone un approccio integrato tra ricerca scientifica, tutela della biodiversità e valorizzazione territoriale, evidenziando come il recupero del germoplasma olivicolo pugliese rappresenti una risorsa strategica per il futuro dell'agricoltura mediterranea e per la mitigazione degli effetti dei cambiamenti climatici sugli ecosistemi agrari.

## Economic valorization of fig germplasm (*Ficus carica* L.) from the Kesra region (Tunisia)

<sup>1</sup>Miazzi M.M.\*, <sup>2</sup>Guesmi A., <sup>1</sup>Savoia M.A., <sup>3</sup>Zaouay F., <sup>2,4</sup>Mnasri S.R., <sup>1</sup>Aurelio F.L., <sup>5</sup>Akkak A., <sup>3</sup>Mars M., <sup>2,4</sup>Saddoud O.D., <sup>1,6</sup> Montemurro C.

\*: monicamarilena.miazzi@uniba.it

<sup>1</sup>Department of Soil, Plant and Food Sciences (DISSPA), University of Bari Aldo Moro, Via Amendola 165/A, 70126 Bari, Italy

<sup>2</sup>Banque Nationale de Gènes, Boulevard du Leader Yesser Arafet, 1080, Charguia 1, Tunis, Tunisia

<sup>3</sup>L.R.Agrobiodiversité & Ecotoxicologie (LR21AGR02), Institut Supérieur Agronomique de Chott-Mariem, IRESA-University of Sousse, Tunisia

<sup>4</sup>Institut de l'Olivier, laboratoire 'Production oléicole intégrée LR16 IO 03, University of Sfax, Tunisia

<sup>5</sup>Department of the Science of Agriculture, Food and Environment, University of Foggia, Via Napoli 25, Foggia, I-71122, Italy

<sup>6</sup>SINAGRI S.r.l.—Spin Off of the University of Bari Aldo Moro, Via Giovanni Amendola 65/a, 70126 Bari, Italy

**Parole chiave:** fig tree, SSR markers, traditional orchards, Kesra, Tunisia, 'Zidi cultivar'.

The fig tree is a highly adaptable species, capable of thriving in hot and arid conditions, under prolonged drought and on poor soils, while preferring full sun exposure and well-drained substrates. Long-lived and often centuries-old, fig trees grow spontaneously throughout the Mediterranean basin and play a fundamental ecological role in maintaining ecosystem stability in semi-arid and arid environments. In Tunisia, fig cultivation covers approximately 37,774 hectares under diverse environmental conditions, with an average annual production of 27,350 tons recorded in 2022. In particular, the mountainous regions of Kesra El Olia, located in the Tunisian Dorsal at about 1,000 meters above sea level, is renowned for both fig diversity and fruit quality. The use of fresh and dried figs has increased markedly in Tunisia in recent years, leading to a rise in public subsidies to support the further development of fig cultivation, especially in well-suited production areas and through the adoption of innovative agronomic practices. In this study, a morphological and genetic characterization of fig germplasm from the Kesra region in north-western, an area widely recognized for its long-standing tradition of fig production, particularly of the 'Zidi' cultivar was carried out. Field surveys and prospections enabled the identification of 26 distinct local fig cultivars, which were morphologically characterized and genotyped using 12 microsatellite (SSR) markers. The morphological characterization of Kesra accessions revealed considerable biological diversity, with a wide range of well-differentiated, high-quality fig types shaped by both genetic and environmental factors. The 'Zidi' cultivar exhibited a unique and consistent genetic profile among samples collected from different locations, indicating low intra-varietal diversity and suggesting that it represents a single clonal lineage, likely resulting from extensive vegetative propagation driven by its desirable traits. Tunisian accessions were found to be closely associated with the Italian reference cultivar 'Dottato', one of the most valued and widely cultivated varieties in Italy, particularly in Calabria (Fichi di Cosenza PDO) and in Cilento (Fico Bianco del Cilento PDO).

Overall, this research provides valuable information for the conservation and management of fig genetic resources in Tunisia. Moreover, the data may support the valorization of local fig production in the area through the establishment of a Protected Designation of Origin (PDO) "Fig of Kesra", thereby contributing to the sustainable development of traditional fruit growing systems and the preservation of local agrobiodiversity.

## **Specie spontanee alpine tra conservazione e valorizzazione: prospettive ornamentali, alimurgiche, officinali e tintorie**

**Fabiana Marino\***, Paola Gullino, Matteo Caser, Cosimo M. Profico, Marco Devecchi, Federica Larcher, Hossein Sheikhi, Enrico Pomatto e Silvana Nicola

\*fabiana.marino@unito.it

Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari (DiSAFA) – Università di Torino, Largo P. Braccini 2, 10095 Grugliasco (TO), Italia

**Parole chiave:** biodiversità alpina; schede tecniche; flora spontanea; verde urbano; COrALp.

Le aree alpine transfrontaliere ospitano un'elevata biodiversità vegetale esposte a pressioni crescenti: cambiamenti climatici, frammentazione degli habitat, abbandono delle pratiche tradizionali e omologazione del paesaggio. La flora spontanea può rappresentare non solo un patrimonio da conservare, ma anche una concreta risorsa per lo sviluppo di soluzioni innovative nell'ambito agrario, paesaggistico e urbano. Il progetto COrALp, finanziato nell'ambito del Programma Interreg VI-A Francia-Italia ALCOTRA, mira a tutelare e valorizzare specie spontanee delle Alpi Latine con potenziale ornamentale, alimurgico, officinale, cosmetico e tintorio. La ricerca bibliografica ha permesso di identificare 56 specie di potenziale interesse. Tra queste, alcune mostrano valenza ornamentale per l'impiego in spazi verdi urbani come *Campanula rapunculoides* L. subsp. *rapunculoides*, *Malva moschata* L. e *Allium sphaerocephalon* L.; altre presentano usi alimurgici consolidati nella tradizione alpina locale come *Cicerbita alpina* L., *Bistorta officinalis* Delarbre, *Myrrhis odorata* (L.) Scop. e *Blitum bonus-henricus* (L.) Rchb.; altre ancora sono note per la presenza di metaboliti secondari, con possibile interesse tintorio, cosmetico od officinale come *Carum carvi* L., *Knautia arvensis* (L.) Coult., *Sanguisorba officinalis* L. e *Rodhiola rosea* L. A partire da questo insieme, sono state selezionate complessivamente 20 specie, tenendo conto anche del loro potenziale interesse multifunzionale. La selezione è stata condotta attraverso una ricerca bibliografica sistematica, finalizzata alla costruzione di un database transfrontaliero condiviso. Ogni specie è stata caratterizzata mediante una scheda descrittiva comune che integra morfologia, distribuzione geografica, habitat, usi tradizionali, servizi ecosistemici e protocolli disponibili di germinazione, propagazione e coltivazione. Questa lettura consente di superare una visione esclusivamente conservazionistica, posizionando la flora spontanea come risorsa attiva per paesaggio, alimentazione e biodiversità urbana. A livello bibliografico si evince come per alcune specie spontanee manchino protocolli di propagazione e coltivazione. In merito alle specie spontanee selezionate, saranno raccolti i semi nel territorio transfrontaliero e saranno avviate prove di germinazione e micropropagazione. Per le prove di germinazione si utilizzerà il tavolo termogradiente in cui verranno saggiate diverse temperature idonee. Le specie con maggiore tolleranza agli stress abiotici e migliore adattabilità colturale come *Achillea millefolium* L., *Echinops ritro* L. e *Lythrum salicaria* L. sono candidate prioritarie per applicazioni di verde urbano ad alta biodiversità: spazi resilienti, a basso input gestionale e radicati nell'identità ecologica dei territori alpini. La conservazione del germoplasma e la definizione di protocolli riproduttivi standardizzati costituiscono condizioni necessarie per garantire la sostenibilità del processo di valorizzazione e la tutela delle popolazioni naturali. La flora spontanea delle Alpi Latine può quindi diventare un vettore concreto di innovazione territoriale, dimostrando come biodiversità vegetale, conoscenza scientifica e applicazioni multisettoriali possano convergere in strategie integrate di conservazione e sviluppo locale.

## **Development of a Multiparental Evolutionary Population using structured funnel crossing design with eight Maize (*Zea mays* L.) from Landraces as parents**

**Andrea Giacomelli<sup>1\*</sup>, Nicolò Tonini<sup>1</sup>, Michela Landoni<sup>1</sup>**

\*: andrea.giacomelli02@universitadipavia.it

<sup>1</sup> Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente dell'Università degli Studi di Pavia, Via S. Epifanio 14, 27100 Pavia, Italia

<sup>1</sup> Department of Earth and Environmental sciences of Univeristy of Pavia Via S. Epifanio 14, 27100 Pavia, Italia

Climate change and increasing environmental variability are challenging the capacity of modern crop varieties to maintain stable productivity across diverse growing conditions. Evolutionary breeding approaches offer a promising strategy to enhance crop adaptation by maintaining high levels of genetic diversity within populations subjected to natural and artificial selection. This work presents a methodological framework for the development of a maize (*Zea mays* L.) multiparental evolutionary population (MEP) derived from eight genetically diverse landraces.

Unlike conventional multiparental populations, which are typically established from elite inbred lines, the proposed approach exploits the extensive genetic variability preserved within landraces. The population was generated using a structured funnel crossing scheme inspired by the Multiparent Advanced Generation Inter-Cross (MAGIC) design. Sequential crosses among the eight founder landraces are performed to maximize recombination and ensure balanced representation of parental genomes while maintaining the broad allelic diversity characteristic of heterogeneous populations.

The resulting MEP is expected to contain a wide range of genotypic combinations, providing substantial adaptive potential to contrasting environmental and climatic conditions. By cultivating the population across multiple locations and generations, natural and agronomic selection are anticipated to favour individuals carrying advantageous allele combinations, leading to progressive shifts in allele frequencies and the stabilization of locally adapted genotypes.

We will present a methodology that combines the high recombination efficiency of structured multiparental designs with the genetic richness of traditional landraces, creating a dynamic breeding resource for evolutionary plant breeding. The developed population will represent a valuable platform for studying adaptation processes and for generating resilient germplasm suitable for sustainable agriculture under changing environmental conditions.

## **Biodiversità e conservazione delle steppe salate mediterranee: dinamiche germinative e struttura genetica di *Limonium etruscum***

**Mario Alberto Fallaci<sup>1</sup>, Andrea Coppi<sup>1\*</sup>, Nadia Bazihizina<sup>1</sup>, Antonella Castagna<sup>2</sup>, Marco Santin<sup>2</sup>, Pablo Carril Vaglini<sup>1</sup>, Bruno Foggi<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Dipartimento di Biologia, Università degli Studi di Firenze

<sup>2</sup>Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali, Università di Pisa

\*: andrea.coppi@unifi.it

*Limonium etruscum* Arrigoni & Rizzotto, è un endemismo puntiforme della Toscana appartenente alla famiglia delle *Plumbaginaceae*. La specie colonizza ambienti salmastri retrodunali che rientrano nella delimitazione dell'Habitat 1410 "Pascoli inondati mediterranei (*Juncetalia maritimae*)" secondo la Direttiva 92/43/CE (Gennai et al., 2022). L'abbondanza di *L. etruscum* in natura è risultata positivamente correlata con la conduttività del substrato e strettamente correlata al contenuto di umidità (Colombini et al., 2009). Lo scopo del presente lavoro consiste nel verificare se il *L. etruscum*, come altre piante di zone marine, per germinare necessita della presenza del sale e in quale concentrazione (Delgado Fernández et. al., 2015). Inoltre, si vuol capire se le differenze di germinabilità si riflettono anche in differenze genetiche. La conoscenza della relazione tra la salinità del substrato e la capacità di germinazione può risultare utile al fine della conservazione e della gestione di una specie vulnerabile. Nel presente lavoro sono state campionate infiorescenze di *L. etruscum* dai popolamenti di Marina di Alberese, di Cala di Porto Vecchio e dagli esemplari coltivati nell'Orto botanico di Firenze. Sono stati eseguiti due serie di esperimenti di germinazione, uno su germinatoi con carta bibula e uno in gel di agar, in presenza di tre diverse concentrazioni di NaCl (0 mM, 150 mM, 400 mM). Gli esperimenti su germinatoi evidenziano che oltre il 75 % dei semi di *L. etruscum* germinano in assenza di NaCl. In presenza di NaCl (150 mM) si sviluppa al massimo un 20 % dei semi e solo fino al 9% con NaCl 400 mM. Una simile risposta è stata ottenuta sui supporti di germinazione nelle provette con Agar, ma nessun seme è germinato con una concentrazione di 400 mM di NaCl. Tramite un approccio AFLP-fingerprinting è stata esaminata la struttura genetica dei diversi gruppi di campionamento. I semi germinati con NaCl 150 mM presentano la più alta eterozigosità (0,322) rispetto ai semi germinati in assenza di NaCl (0,185). Questi ultimi invece, mostrano un valore di eterozigosità comparabile con i valori che caratterizzano i popolamenti naturali. I risultati AMOVA mostrano che la maggiore porzione della differenziazione genetica è presente all'interno dei gruppi di campionamento (76,08%), con una elevata diversità anche tra gruppi di campionamento (23,92 %). Tali valori risultano in accordo con il lavoro di Ding et al. (2013) su *L. sinense*. L'analisi AMOVA mostra che una buona porzione della diversità tra popolazioni (14,54 %) è spiegata dalla separazione del gruppo di campionamento relativo alle plantule germinate in presenza di NaCl 150 mM. L'alto valore di eterozigosità che caratterizza il gruppo di plantule ottenute dalla germinazione in presenza di NaCl 150 mM, unitamente alla maggiore differenziazione di queste ultime rispetto al resto dei campioni analizzati, permette di ipotizzare che la specie in natura subisca una selezione direzionale mediata dalla germinazione dei semi in acqua dolce. Qualora il substrato presenti acqua salata, le condizioni favorirebbero la germinazione di semi con caratteristiche divergenti, provocando un aumento della diversità e una variazione della struttura genetica della specie.

### Bibliografia

- Colombini, et al. 2009. <https://library.oapen.org/bitstream/handle/20.500.12657/54894/9788864530154.pdf?sequence=1#page=144>
- Delgado Fernández I.C. et al. 2015. [http://www.pakbs.org/pjbot/PDFs/47\(3\)/01.pdf](http://www.pakbs.org/pjbot/PDFs/47(3)/01.pdf)
- Ding G. et al. 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gene.2013.03.015>.
- Foggi B. et al. 2008. Inf. Bot. Ital. 40, Suppl. 1: 87-89.
- Gennai M. et al. 2022 Plant Sociology 59(1): 1-10.
- Viciani D. et al. Inf. Bot. Ital. 43(1): 85-90.