

VIII CONGRESSO NAZIONALE

Bari, 12 - 13 febbraio 2026

[parte 4]

Prosegue e si conclude su questo numero la pubblicazione degli Atti dell'VIII Congresso Nazionale SIROE. Le prime tre parti sono state pubblicate sui numeri di Natural 1 di aprile, maggio e giugno 2026.

ABSTRACTS - SESSIONE POSTER

ATTIVITÀ ANTIBATTERICA DEGLI OLI ESSENZIALI DI *LA-VANDULA ANGUSTIFOLIA* MILL. E *LAURUS NOBILIS* L. NEI CONFRONTI DI DUE SPECIE MARINE DI *CITROBACTER*

F.P. Nocera¹, R. Schena¹, S. Arslan¹, A. Romano¹,
B. Muscatello², M. De Leo²,
L. De Martino¹, F. Fratini³

¹Dipartimento di Medicina Veterinaria e Produzioni Animali, Università degli Studi di Napoli Federico II, Napoli, Italia

²Dipartimento di Farmacia, Università degli Studi di Pisa, Pisa, Italia

³Dipartimento di Scienze Veterinarie, Università di Pisa, Pisa, Italia
e-mail: francescapaola.nocera@unina.it

Introduzione. Numerosi studi hanno dimostrato l'attività antibatterica degli oli essenziali di lavanda e alloro nei confronti di batteri di origine umana, in particolare *Staphylococcus aureus* (inclusi ceppi MRSA), *Escherichia coli* e *Streptococcus pyogenes* (1–3). Il presente studio ha avuto come obiettivo la valutazione dell'attività antibatterica degli oli essenziali estratti dalle parti aeree di *Lavandula angustifolia* Mill. e dalle foglie di *Laurus nobilis* L. nei confronti di due specie marine di *Citrobacter*.

Materiali e Metodi. Gli oli essenziali di lavanda e alloro sono stati testati nei confronti di 11 ceppi di *Citrobacter braakii* e 4 di *Citrobacter freundii*, isolati da lesioni cutanee di una tartaruga marina (*Caretta*) spiaggiata in Italia. Inoltre, la composizione chimica degli oli essenziali è stata analizzata mediante gascromatografia accoppiata a spettrometria di massa (GC-EIMS).

Risultati. L'analisi chimica degli oli essenziali ha evidenziato che i monoterpene ossigenati rappresentavano i composti predominanti nell'olio essenziale di lavanda (78.2%), con acetato di linalile (28.4%) e linalolo

(25.3%) come principali costituenti. Il β -cariofillene è risultato il sesquiterpene idrocarburico maggiormente rappresentato (6.3%). Anche l'olio essenziale di alloro è risultato essere caratterizzato da una prevalenza di monoterpene ossigenati (63.0%), con acetato di α -terpinile (22.5%) e 1,8-cineolo (21.8%) come componenti più abbondanti. Tra i fenilpropanoidi, il metileugenolo è stato rilevato in quantità significativa (10.7%).

I ceppi di *Citrobacter* spp. sono risultati inibiti dall'olio di lavanda a concentrazioni comprese tra 1.56 $\mu\text{g/mL}$ e 6.25 $\mu\text{g/mL}$, mentre l'olio di alloro ha mostrato attività inibente ad una concentrazione di 6.75 $\mu\text{g/mL}$, ad eccezione di un ceppo per il quale l'inibizione è stata osservata a 3.37 $\mu\text{g/mL}$. L'attività battericida è stata ottenuta con 6.25 $\mu\text{g/mL}$ di olio di lavanda e 6.75 $\mu\text{g/mL}$ di olio di alloro, fatta eccezione per un ceppo per il quale sono risultati sufficienti 3.37 $\mu\text{g/mL}$ e per un altro che ha richiesto 13.5 $\mu\text{g/mL}$. I valori di MIC (Concentrazione Minima Inibente) e MBC (Concentrazione Minima Battericida) per entrambi gli oli sono risultati molto simili, un aspetto di particolare interesse dal punto di vista antimicrobico.

Discussione e Conclusioni. L'efficacia osservata a basse concentrazioni suggerisce una potenziale applicabilità terapeutica, consentendo al contempo di ridurre i possibili effetti collaterali associati a dosaggi più elevati; inoltre, la necessità di quantità dell'ordine di pochi microgrammi implica un costo contenuto.

Bibliografia

- (1) Stamova S., Ermenlieva N., Tsankova G., Georgieva E. (2025) - Antimicrobial Activity of Lavender Essential Oil from *Lavandula angustifolia* Mill.: In Vitro and In Silico Evaluation. Antibiotics (Basel), 14(7): 656.
- (2) Kwiatkowski P., Łopusiewicz Ł., Kostek M., Drozłowska E., Pruss A., Wojciuk B., Sienkiewicz M., Zielińska-Bliźniewska H., Dołęgowska B. (2020) - The Antibacterial Activity of Lavender Essential Oil Alone and In Combination with Octenidine Dihydrochloride against MRSA Strains. Molecules, 25(1): 95.
- (3) Sirkén B., Yavuz C., Güler A. (2018) - Antibacterial Activity of *Laurus nobilis*: A review of literature. Medical Science and Discovery, 5(11): 374-379.

Parole chiave. Attività antimicrobica, Olio essenziale di lavanda, Olio essenziale di alloro, *Citrobacter* spp.

TRATTAMENTO DI FILETTI DI PESCE CON UN'EMULSIONE DI OLI ESSENZIALI E POLIFENOLI ESTRATTI DAGLI SCARTI DI CARCIOFO: EFFETTI SULL'ATTIVITÀ ANTIOSSIDANTE, ANTIMICROBICA E SHELF-LIFE

G. Lo Vecchio¹, L. De Maria¹, R. De Pasquale¹, R. Vadalà¹,
R. Costa¹, N. Cicero^{1,2}

¹Dipartimento di Scienze biomediche, odontoiatriche e delle immagini morfologiche e funzionali, Università di Messina, Italia

²Science4life Srl, start up, Università di Messina, Italia
e.mail: giolovecchio@unime.it

Introduzione. La crescente domanda di alimenti funzionali ha favorito lo sviluppo di prodotti ittici arricchiti con composti bioattivi naturali in grado di migliorare la stabilità ossidativa e la sicurezza microbiologica. In questo studio, è stato valutato il trattamento di filetti di orata (*Sparus aurata*) con un'emulsione contenente polifenoli estratti da scarti di carciofo e una miscela di oli essenziali per potenziare l'attività antiossidante e antimicrobica e prolungare la shelf-life di prodotto.

Materiali e Metodi. I polifenoli sono stati estratti dagli scarti di carciofo (*Cynara scolymus* L.) utilizzando un processo enzimatico assistito da ultrasuoni. La soluzione acquosa, impiegata per il trattamento dei filetti, è stata ottenuta disperdendo l'estratto di carciofo liofilizzato (10 g/L) in acqua deionizzata refrigerata (4–8 °C), seguita dall'aggiunta di lecitina food grade (5 g/L) e omogeneizzazione. Un blend di oli essenziali di *Citrus limon* L. (1,5 mL/L), *Rosmarinus officinalis* L. (0,9 mL/L) e *Salvia officinalis* L. (0,6 mL/L) è stato successivamente emulsificato nella fase acquosa mediante omogeneizzazione ad alta velocità, ottenendo un'emulsione olio in acqua stabile, portata a volume e stabilizzata a 4 °C prima dell'utilizzo. I filetti di orata sono stati trattati utilizzando due tecniche: immersione sottovuoto (VI) ed elettroporazione seguita da spray coating (SCE). Campioni di controllo non trattati sono stati mantenuti nelle stesse condizioni e utilizzati per il confronto. Tutti i campioni sono stati conservati a 4±1 °C, in atmosfera ordinaria per l'intero periodo di studio. L'attività antiossidante è stata valutata mediante saggio DPPH, mentre la shelf-life microbiologica è stata determinata attraverso il monitoraggio di carica batterica mesofila totale, *Enterobacteriaceae*, *Pseudomonas* spp., lieviti e muffe, su terreni di coltura Oxoid specifici per ogni microrganismo indagato. Sono state eseguite analisi colorimetriche, sensoriali e cromatografiche (HPLC) per valutare la qualità, l'accettabilità e il profilo fenolico.

Risultati. Entrambe le tecniche di trattamento hanno determinato un aumento significativo dell'attività antiossidante rispetto ai controlli, con valori di scavenging DPPH superiori al 38%. I filetti trattati hanno mostrato una marcata riduzione della crescita microbica durante la conservazione refrigerata. Nei campioni trattati la crescita microbica è risultata rallentata (circa 0,24–0,25 log CFU g⁻¹ giorno⁻¹) rispetto ai controlli (circa 0,26 log CFU g⁻¹ giorno⁻¹), consentendo il mantenimento dei valori entro i limiti di accettabilità per un periodo più prolungato. La shelf-life microbiologica dei campioni di controllo è risultata pari a circa 14 giorni, mentre nei campioni trattati è stata prolungata fino a 18-19 giorni, con un'estensione complessiva di 4-5 giorni. La conclusione relativa all'estensione della shelf-life si basa, quindi, sul posticipo del superamento dei limiti di accettabilità microbiologica. I campioni trattati hanno, infatti, mantenuto valori microbiologici, analizzati con

metodi ISO, conformi ai limiti normativi per un periodo di 4-5 giorni in più rispetto ai controlli.

La presenza dell'emulsione contenente oli essenziali ha verosimilmente contribuito, in sinergia con i polifenoli, all'effetto antimicrobico osservato. Le analisi HPLC hanno evidenziato la presenza predominante di acidi caffeilchinici nei filetti trattati. Le modificazioni sensoriali sono state limitate, con una leggera percezione di amaro e astringenza, ma nel complesso una buona accettabilità.

Discussione e Conclusioni. Il trattamento dei filetti di orata con polifenoli provenienti da scarti di carciofo emulsionati con oli essenziali food grade rappresenta una strategia efficace e sostenibile per migliorare la stabilità ossidativa e microbiologica del prodotto senza compromettere significativamente la qualità sensoriale. L'approccio proposto in questo studio rappresenta una soluzione sostenibile e applicabile industrialmente per la valorizzazione di sotto prodotti vegetali e lo sviluppo di strategie per la conservazione di prodotti ittici.

Parole chiave. Oli essenziali, Scarti di carciofo, Polifenoli

SVILUPPO DI FORMULATI INTELLIGENTI A BASE DI OLI ESSENZIALI MEDIANTE PROCESSI AL PLASMA: EFFICACIA CONTRO NEMATODI FITOPARASSITI E INSETTI FITOFAGI E IMPATTO SULLE COMUNITÀ BENEFICHE DEL SUOLO (PLASMA4SOIL)

F. Palumbo¹, T. D'Addabbo², P. Veronico², M. Roggio^{1,3}, P. Favia^{1,3},
B. Conti⁴, M. Agnolucci⁴, L. Avio⁴, A. Turrini⁴, P. Farina⁴,
F. Semprucci⁵, L. Guidi⁵, E. Grassi⁵

¹Istituto di Nanotecnologia, CNR, Bari, Italia

²Istituto per la Protezione Sostenibile delle Piante, CNR, Bari, Italia

³Dipartimento di Chimica, Università degli Studi Aldo Moro, Bari, Italia

⁴Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali, Università di Pisa, Pisa, Italia

⁵Dipartimento di Scienze Biomolecolari (DiSB), Università di Urbino Carlo Bo, Urbino, Italia
e.mail: pasqua.veronico@cnr.it

Introduzione. Gli oli essenziali (OE), prodotti da piante aromatiche e medicinali, sono noti per la loro elevata attività nei confronti di fitopatogeni e fitoparassiti, quali i nematodi e potrebbero pertanto rappresentare una valida alternativa ai prodotti biocidi di sintesi. Il loro utilizzo in campo agricolo è tuttavia fortemente limitato dalla mancanza di formulazioni tecniche adeguate alla loro distribuzione in pieno campo. Il trattamento dei materiali mediante plasma è una tecnologia matura ed ecosostenibile che può essere efficacemente utilizzata per la produzione di formulati biocidi costituiti da granuli rivestiti con film contenenti oli essenziali.

Materiali e Metodi. In questo contesto, nell'ambito del bando PRIN 2022 PNRR, il Progetto PLASMA4SOIL ha riunito, dal 2023 al 2025, tre Unità di Ricerca (CNR, UNIPI e UNIURB) con competenze complementari che spaziano dal trattamento dei materiali con plasmi di non equilibrio al

controllo di specie fitoparassite e fitofaghe, fino allo studio delle comunità benefiche microbiche e della fauna edafica del suolo, al fine di proporre lo sviluppo di sistemi innovativi di rilascio di OE per il controllo di fitoparassiti e fitofagi.

Più in dettaglio, il Progetto è stato organizzato in tre fasi principali: i) screening degli OE in termini di attività soppressiva nei confronti di nematodi fitoparassiti e insetti dannosi; ii) deposizione mediante plasma di rivestimenti nanocompositi contenenti OE su supporti granulari; iii) valutazione dell'attività biocida dei formulati preparati mediante plasma e del loro impatto sulla fauna edafica (con un particolare *focus* sui nematodi *free-living*, acari e collemboli) e sui microrganismi benefici del suolo.

Risultati e Discussione. Tale approccio, schematizzato in Figura 1, rappresenta un'innovazione significativa nell'applicazione degli OE in agricoltura, poiché la produzione su larga scala di formulati idonei contenenti questi composti naturali è attualmente carente e le conoscenze sugli effetti degli OE sulle componenti biotiche benefiche del suolo sono ancora limitate.

Inoltre, l'impiego della tecnologia al plasma per lo sviluppo di sistemi di rilascio di agenti biocidi naturali costituisce un ambito di ricerca ancora inesplorato.

Parole chiave. Deposizione via plasma, Rilascio di oli essenziali, Nematodi, Fauna edafica, AMF

Nota. Questo studio è stato finanziato dall'Unione Europea, mediante lo strumento NextGenerationEU, nell'ambito del PNRR Missione 4 – Componente 2 – Investimento 1.1 concesso dal MUR con il programma “PRIN 2022 PNRR” – progetto numero P2022MK3AF – PLASMA4SOIL.

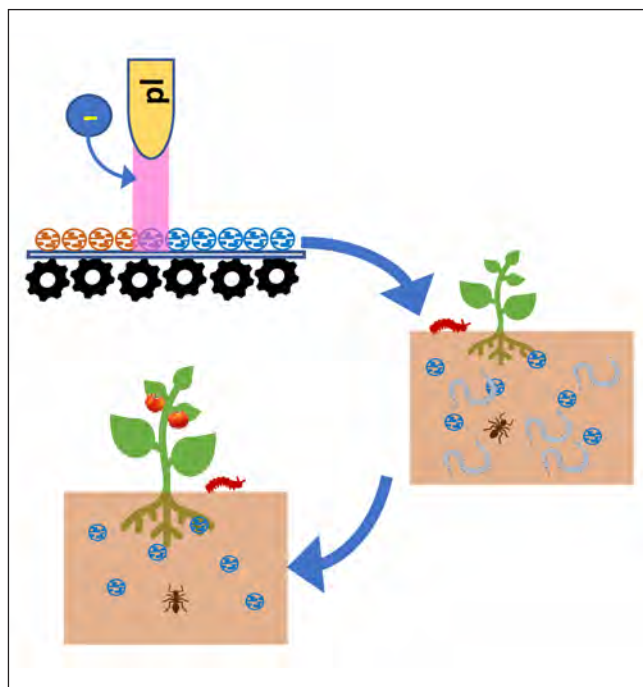


Figura 1. Schema che rappresenta lo scopo del Progetto PLASMA4SOIL.

POTENZIALE RUOLO DEL GERANIOLO COME ADIUVANTE DELL'ATTIVITÀ ANTIBATTERICA DELLA CIPROFLOXACINA

L. Cambria¹, S. Pedotti², F. Grasso³, G. Lentini³, G. Granata², L. Ferreri², G.M.L. Consoli², A. Nostro¹

¹Dipartimento di Scienze Chimiche, Biologiche, Farmaceutiche ed Ambientali, Università degli Studi di Messina, Messina, Italia

²Istituto di Chimica Biomolecolare - C.N.R. Catania, Italia

³Dipartimento di Patologia Umana dell'adulto e dell'età evolutiva “Gaetano Barresi”, Università degli Studi di Messina, Messina, Italia
e.mail: lucambria@unime.it

Introduzione. La crescente diffusione di batteri multiresistenti rappresenta una delle principali emergenze sanitarie globali e rende necessario lo sviluppo di nuove strategie terapeutiche. Il geraniolo (GER), un terpeno alcolico presente in diversi oli essenziali, tra cui olio essenziale di *Cymbopogon martinii* (Roxb.) Wats, *Rosa damascena* Mill. e *Pelargonium graveolens* L'Her., possiede attività antimicrobica, antiossidante, antinfiammatoria e antitumorale (1).

È inoltre noto per potenziare l'efficacia degli antibiotici agendo come inibitore dei meccanismi di efflusso (2). Lo scopo di questo studio è stato quello di valutare l'attività combinatoria del GER con la ciprofloxacina (CPX) nei confronti di batteri antibiotico-resistenti e di esplorarne il meccanismo d'azione.

Materiali e Metodi. L'attività antimicrobica del GER e della CPX è stata valutata mediante determinazione della concentrazione minima inibente (MIC) secondo le procedure standard (CLSI, 2018) nei confronti di *Escherichia coli* DSM 105388, ceppo produttore di β -lattamasi a spettro esteso (ESBL), e *Staphylococcus aureus* 1199B, caratterizzato dalla sovraespressione della pompa di efflusso NorA e dalla sostituzione A116E in GrIA (2), gentilmente fornito da Kaatz G.W. (Wayne State University School of Medicine, Detroit), Sabatini S. (Università di Perugia) e Vignaroli C. (Università Politecnica delle Marche). Le interazioni combinatorie sono state studiate mediante saggi di *checkerboard* (EUCAST, 2000) e analisi della cinetica di crescita utilizzando il GloMax Discover (Promega). L'accumulo intracellulare della CPX è stato valutato mediante misurazione della fluorescenza in presenza e in assenza del cianuro di carbonile m-clorofenilidrazona (CCCP), un noto inibitore delle pompe di efflusso. La citotossicità dei campioni è stata valutata mediante saggio MTT su linee cellulari VERO.

Risultati. I valori di MIC sono risultati compresi tra 0.125 e 0.25 % (v/v) per il GER e pari a 6.25 μ g/mL per la CPX, indicativi di un profilo di resistenza nei confronti della CPX. Dosi sub-inibenti di GER (1/2-1/4 x MIC) hanno determinato una riduzione della MIC della CPX con valori del *Fractional Inhibitory Concentration Index* (FICI) compresi tra 0.50 e 0.53. L'analisi della cinetica conferma l'effetto della combinazione GER-CPX, evidenziando una marcata inibizione della crescita batterica rispetto ai trattamenti con le singole molecole; inoltre, i saggi di fluorescenza indicano un aumento dell'accumulo intracellulare della CPX in presenza del GER. Il test di citotossicità ha evidenziato un effetto dose-dipendente, con una riduzione della vitalità cellulare alle concentrazioni più elevate.

Discussione e Conclusioni. I risultati supportano il potenziale del GER come adiuvante della CPX contro batteri antibiotico-resistenti. L'aumentato accumulo intracellulare della CPX suggerisce che la modulazione della permeabilità di membrana e/o l'inibizione dei sistemi di efflusso possano contribuire all'effetto potenziante osservato. Tali evidenze indicano che l'approccio combinato possa rappresentare una strategia promettente per il potenziamento dell'efficacia degli antibiotici convenzionali e per lo sviluppo di formulazioni a base di GER o di oli essenziali ricchi in GER, incluse strategie di complessazione in ciclodestrine, per migliorarne la stabilità e il rilascio controllato.

Bibliografia

Chen W., Viljoen A.M. (2010) - Geraniol - A review of a commercially important fragrance material. *South African Journal of Botany*, 76:643-51.
Kim C.M., Ko Y.J., Lee S.B., Jang S.J. (2022) - Adjuvant antimicrobial activity and re-sensitization efficacy of geraniol in combination with antibiotics on *Acinetobacter baumannii* clinical isolates. *PLoS One*, 17: e0271516.
Felicetti T., Cedraro N., Astolfi A., Cernicch G., Mangiaterra G., Vaiasica S., et al. (2022) - New C-6 functionalized quinoline NorA inhibitors strongly synergize with ciprofloxacin against planktonic and biofilm growing resistant *Staphylococcus aureus* strains. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 241: 114656.

Parole chiave. Geraniolo, Ciprofloxacina, Attività antimicrobica, Accumulo intracellulare, β -ciclodestrina

ATTIVITÀ ANTIFUNGINA E MECCANISMI D'AZIONE DELL'OLIO ESSENZIALE DI *THYMUS VULGARIS* L. CONTRO *ALTERNARIA ALTERNATA* ISOLATA DAL FORMAGGIO CACIOCAVALLO

S. Akram¹, B. Brandimarte¹, L. Valbonetti¹, G. Natrella², G. Basile²,
M. Faccia², G. De Mastro², A. Paparella¹, C. Chaves Lopez¹

¹Dipartimento di Bioscienze e Tecnologie Agroalimentari e Ambientali,
Università degli Studi di Teramo, Teramo, Italia

²Dipartimento di Scienze Agro Ambientali e Territoriali (DiSAAT),
Università degli Studi di Bari Aldo Moro, Bari, Italia
e.mail: sakram@unite.it

Introduzione. Il deterioramento da muffe rappresenta una delle principali criticità nella produzione e conservazione dei formaggi, causando perdite economiche e potenziali rischi per la salute associati alla presenza di funghi tossigeni. *Alternaria alternata* è frequentemente isolata dal formaggio Caciocavallo durante la stagione estiva ed è associata a contaminazioni superficiali e al deterioramento della qualità del prodotto. Gli oli essenziali (EOs) di origine vegetale rappresentano una promettente strategia naturale per il controllo della crescita fungina nei prodotti lattiero-caseari.

Materiali e Metodi. L'attività antifungina dell'olio essenziale di *Thymus vulgaris* L. (TVEO) è stata valutata su *A. alternata* isolata da formaggio Caciocavallo. La caratterizzazione chimica ha evidenziato che il TVEO era composto principalmente da timolo (50,48%), *p*-cimene (24,79%), γ -terpinene (4,14%), linalolo (4,69%) e 1,8-cineolo (4,35%). È stato sviluppato un mezzo agarizzato a base di formaggio (Cheese Agar Medium, CAM), preparato a partire da Caciocavallo, per simulare

la matrice naturale del formaggio. Il TVEO è stato testato a concentrazioni comprese tra 3,75 e 0,03% per valutare l'inibizione della crescita miceliale e della germinazione delle spore. Le concentrazioni più efficaci sono state applicate sulla superficie di campioni di formaggio Caciocavallo artificialmente inoculati. Le risposte cellulari sono state analizzate mediante microscopia confocale e saggi basati su fluorescenza, mentre l'analisi sensoriale è stata condotta per valutare l'impatto del trattamento con EO sulla qualità del formaggio.

Risultati. L'attività antifungina del TVEO nei confronti di *A. alternata* è stata valutata su CAM mediante la misurazione dell'inibizione della crescita miceliale e della germinazione delle spore. I valori medi di inibizione sono stati calcolati a partire da due repliche indipendenti per ciascuna concentrazione. Il TVEO ha mostrato un effetto antifungino dose-dipendente. Tra tutte le concentrazioni testate, lo 0,12% di TVEO ha evidenziato la massima inibizione, pari al 62% per la crescita miceliale e al 63,5% per la germinazione delle spore. Le concentrazioni più elevate (3,75–1,88%) hanno determinato un'inibizione moderata, mentre le concentrazioni intermedie (0,47–0,23%) hanno mostrato un'attività antifungina ridotta ma comunque evidente. Le concentrazioni più basse (0,06–0,03%) hanno manifestato effetti più deboli, ma significativamente superiori rispetto al controllo non trattato, che ha mostrato una crescita non limitata e un'elevata germinazione delle spore, come riportato in Fig. 1a. L'applicazione della concentrazione efficace di EO sulla superficie del formaggio ha ridotto significativamente la crescita fungina rispetto ai controlli non trattati, che hanno mostrato un esteso sviluppo di muffe. Le osservazioni microscopiche hanno confermato la riduzione della crescita miceliale, l'inibizione della germinazione delle spore e un marcato danno cellulare nei campioni trattati con EO. I saggi basati su fluorescenza hanno evidenziato la perdita di vitalità cellulare, la depolarizzazione della membrana, il danno al DNA e un aumento dei livelli intracellulari di ROS e RNS, come mostrato in Fig. 1b, indicando lo stress ossidativo e nitrosativo come principali meccanismi antifungini. L'analisi sensoriale ha evidenziato caratteristiche accettabili nei campioni di formaggio trattati con EO, senza variazioni indesiderate rispetto al controllo.

Discussione e Conclusioni. Questo studio fornisce una comprensione meccanicistica dell'attività antifungina dell'olio essenziale di *T. vulgaris* L. nei confronti di *A. alternata* in condizioni che mimano la matrice del formaggio e su superfici reali di formaggio. La marcata inibizione della crescita fungina e della germinazione delle spore, in particolare alla concentrazione dello 0,12%, unita al mantenimento della qualità sensoriale, supporta il potenziale impiego del TVEO come strategia antifungina naturale per migliorare la sicurezza e prolungare la shelf life del formaggio Caciocavallo e di altri prodotti lattiero-caseari.

Parole chiave. Formaggio Caciocavallo, Oli essenziali, *Alternaria alternata*, Attività antifungina

Bibliografia

(1) Kuorwel K.K., Cran M.J., Sonneveld K., Miltz J., Bigger S.W. (2014) - Evaluation of Antifungal Activity of Antimicrobial Agents on Cheddar Cheese. *Packaging Technology and Science*, 27: 49-58.
(2) Siqueira M.F.F., Massaut K.B., Thiel P.R., Pires J.B., Zavareze E.D.R., Gandra E.A., da Silva W. P., Fiorentini Á.M. (2025) - Development and characterization of active cellulose acetate films with antifungal properties of *Thymus vulgaris* essential oil for cheese applications: Antifungal potential film with *Thymus vulgaris* essential oil against cheese fungi. *Brazilian journal of microbiology*, 56: 1003-1016.

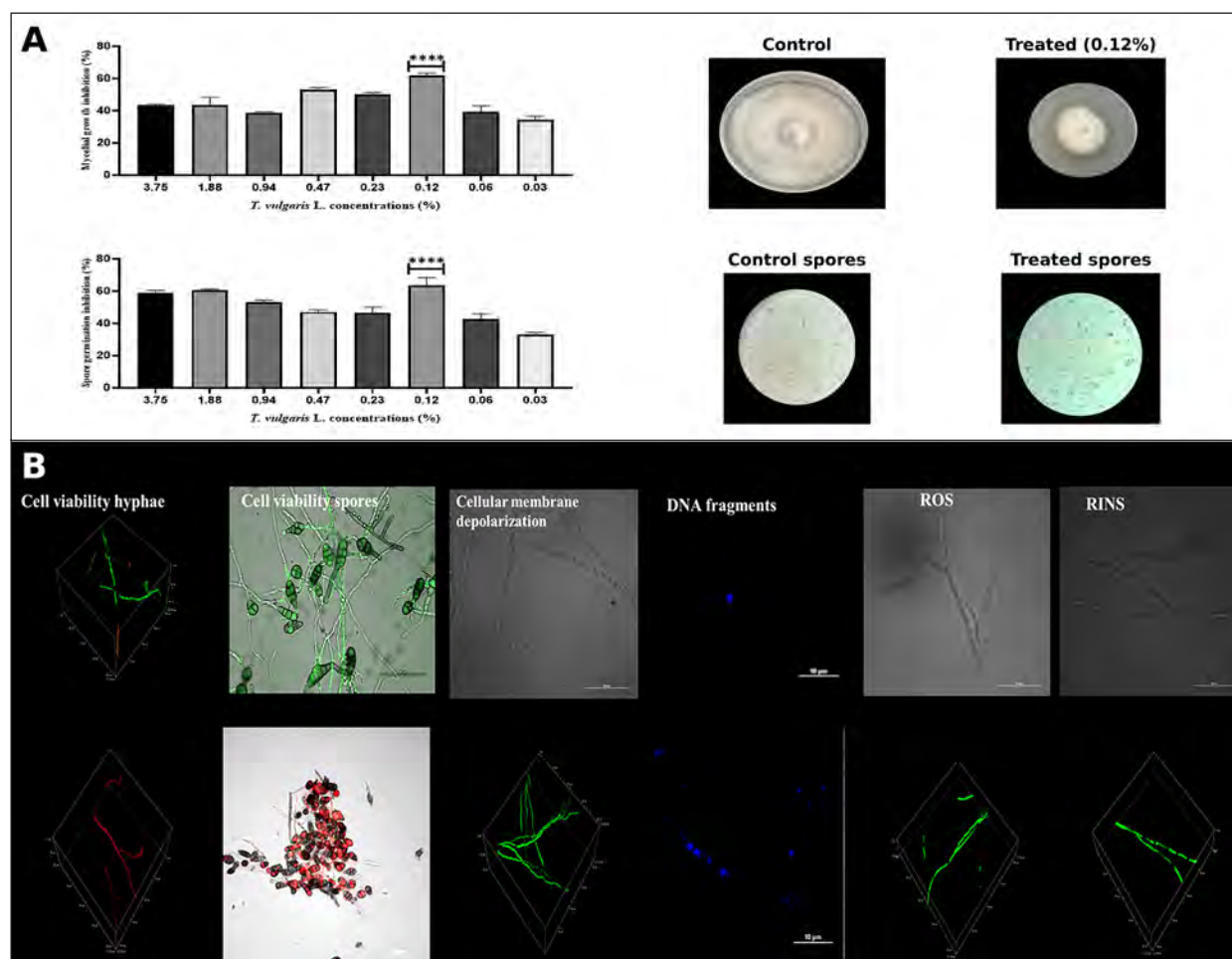


Figura 1. Inibizione della crescita miceliale e della germinazione delle spore (a). Visualizzazione delle alterazioni cellulari in *Alternaria alternata* mediante microscopia confocale (b).

EFFETTO DI BIOSTIMOLANTI E TECNICHE ESTRATTIVE SOSTENIBILI SULLA PRODUTTIVITÀ E RESA IN OLIO ESSENZIALE DI *SALVIA ROSMARINUS* L. IN PIENO CAMPO

G.N. Basile, C. Ruta, G. De Mastro

Dipartimento di Scienze del Suolo, della Pianta e degli Alimenti (DiSSPA),
Università degli Studi di Bari, Bari, Italia
e.mail: giuseppe.basile@uniba.it

Introduzione. L'agricoltura mediterranea è sempre più esposta a variabilità climatica, imponendo strategie produttive capaci di migliorare l'efficienza d'uso delle risorse senza incrementare gli input (1). I biostimolanti vegetali, sia microbici che non microbici, rappresentano uno strumento promettente per incrementare la stabilità produttiva e la qualità delle colture officinali, in linea con i principi dell'agricoltura sostenibile e del *Green Deal* europeo (2,3). Nel rosmarino (*Salvia rosmarinus* L.), specie di elevato interesse per la produzione di olio essenziale, l'ottimizzazione della resa in biomassa e dei protocolli estrattivi assume un ruolo strategico.

Materiali e Metodi. La sperimentazione è stata condotta in pieno campo in agro di Specchia (Lecce) presso l'azienda a conduzione biologica Sandemetrio s.r.l., su suolo caratterizzato da una tessitura franco sabbiosa argillosa e clima mediterraneo caldo-secco. Le lavorazioni hanno previsto un'aratura superficiale pre-trapianto e fresature interfila per il controllo meccanico delle infestanti. Il disegno sperimentale scelto è a blocchi randomizzati con 3 repliche per trattamento. Le piante di rosmarino cv. PrimaVita moltiplicate in vivaio per taleaggio sono state trapiantate a marzo 2024 su baule bio-pacciamate con un sesto d'impianto a file binate di 0,90 m x 1,80 m e predisposizione di un impianto di irrigazione a micro-portata, messo in opera solo in post trapianto e post primo sfalcio. A partire da aprile 2025 è stata condotta una prova comparativa su diversi prodotti ad azione biostimolante. In particolare, sono stati valutati biostimolanti microbici granulari a base di AMF (*Rhizophagus intraradices*) applicati alla dose di 30 g pianta⁻¹ il primo anno e di 15 g pianta⁻¹ alla ripresa vegetativa del secondo anno. Sono stati inoltre confrontati biostimolanti non microbici, tra cui: estratti di microalghe contenenti prevalentemente proteine, peptidi e amminoacidi liberi derivati dal fitoplancton (2 L ha⁻¹ dalla ripresa vegetativa fino alla fioritura e 1 L ha⁻¹ nel periodo post-sfalcio); estratti di alghe marine *Ascophyllum nodosum* al 17% p/v (2,5 L ha⁻¹ dalla ripresa vegetativa fino alla fioritura e 2,5 L ha⁻¹ dopo lo sfalcio); e formulati a base di chitosano cloridrato

Figura 1. Effetto di trattamenti biostimolanti sulla produzione di biomassa secca di rosmarino alla prima raccolta (12/07/2025).

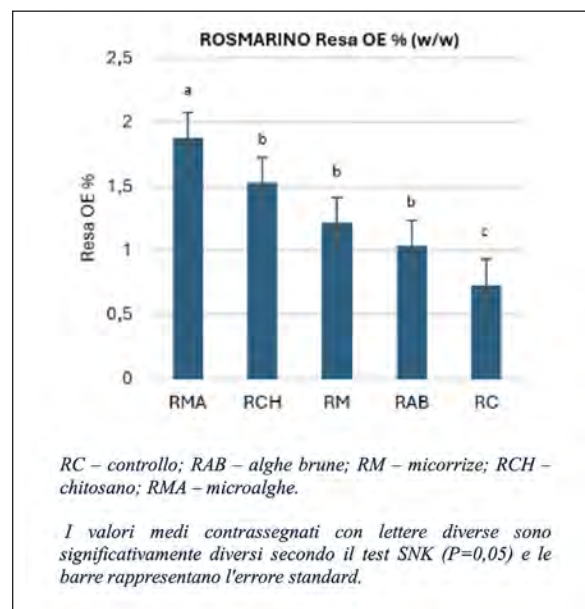
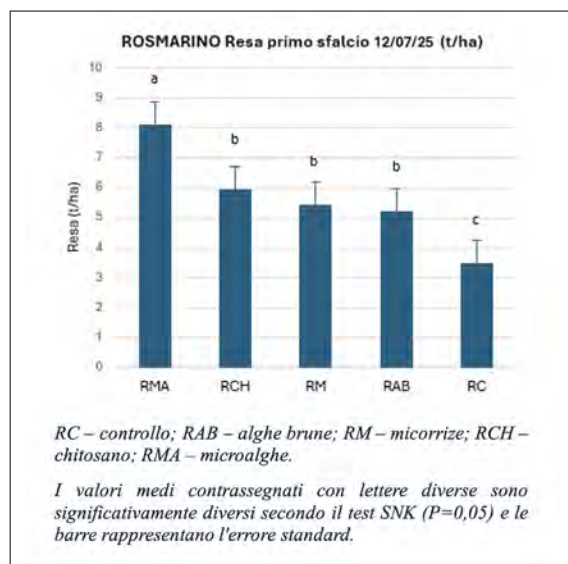


Figura 3. Effetto di trattamenti biostimolanti sulle rese in OE.

(4,5 L ha⁻¹ dalla ripresa vegetativa fino alla fioritura e 4,5 L ha⁻¹ nel periodo post-sfalcio). I prodotti non microbici sono stati applicati per via fogliare. Il protocollo sperimentale ha previsto 4 applicazioni durante la ripresa vegetativa (aprile–giugno) e 3 applicazioni successive al primo sfalcio (agosto–settembre), confrontate con un controllo non trattato.

Sono stati effettuati due cicli di applicazione: quattro interventi in ripresa vegetativa (aprile–giugno) fino al tempo balsamico e tre interventi post-primo sfalcio (agosto–settembre), messi a confronto con un controllo non trattato. I parametri valutati al secondo anno di coltivazione, a raccolta, hanno incluso resa in biomassa secca (t ha⁻¹) al primo e secondo sfalcio e resa percentuale in olio essenziale (w/w).

Figura 2. Effetto di trattamenti biostimolanti sulla produzione di biomassa secca di rosmarino alla seconda raccolta (29/09/2025).

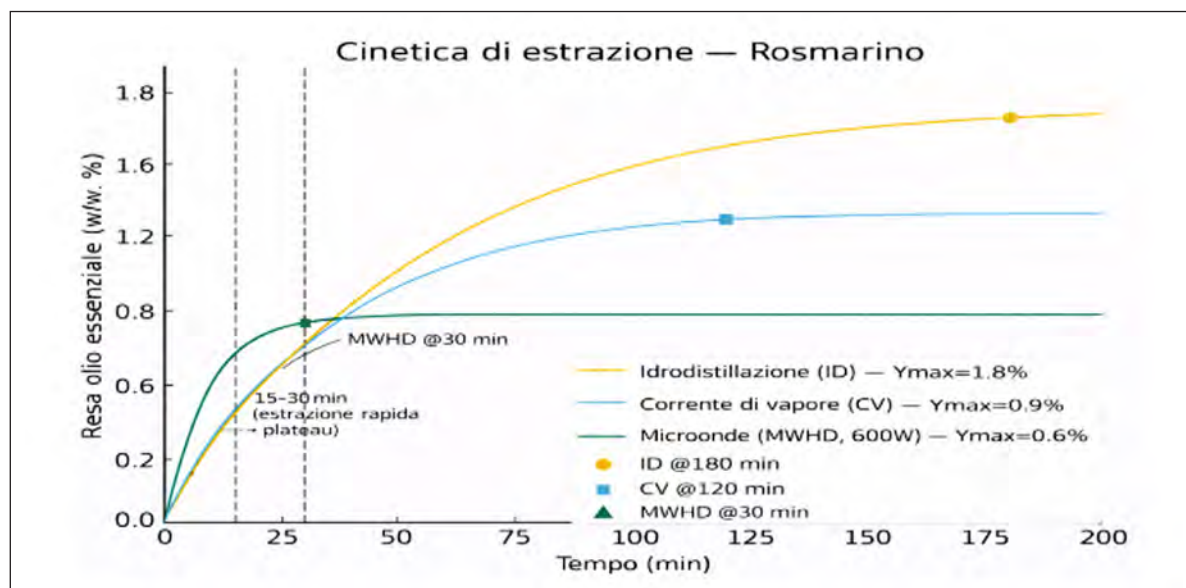
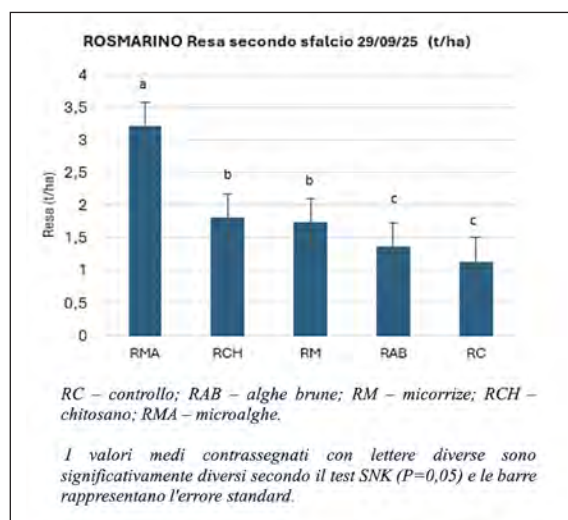


Figura 4. Curve di cinetica di estrazione delle tre tecniche a confronto.

L'olio essenziale (OE) è stato estratto mediante idrodissillazione (apparecchio Clevenger), distillazione in corrente di vapore (Estrattore Inherba Inox Plus) e tecniche innovative quali estrazione assistita a microonde (ETHOS X Advanced Microwave Extraction System, Milestone Srl).

Risultati. I trattamenti biostimolanti hanno determinato un incremento significativo della biomassa secca rispetto al controllo già al primo sfalcio (Fig. 1). In particolare, l'applicazione di estratti di microalghe ha consentito di passare da circa 4 t ha⁻¹ di biomassa secca del controllo a valori prossimi a 8 t ha⁻¹, mentre gli altri biostimolanti hanno comunque superato le 5 t ha⁻¹.

Al secondo sfalcio, tutti i trattamenti hanno mantenuto un vantaggio produttivo rispetto al controllo (Fig. 2), con valori compresi tra 1,2 e 2,0 t ha⁻¹ contro circa 1,0 t ha⁻¹ del controllo, evidenziando un effetto residuo positivo dei biostimolanti. La resa in OE ha mostrato un andamento coerente con la biomassa, con valori massimi pari a ca. 1,8–1,9% (w/w) nei trattamenti più performanti (Fig. 3). L'idrodissillazione ha garantito la resa più elevata, sebbene con tempi di estrazione superiori a 2 ore, mentre l'estrazione con microonde (4) ha ridotto drasticamente i tempi (30 min.) a fronte di rese inferiori (Fig. 4).

Discussione e Conclusioni. I risultati confermano il potenziale dei biostimolanti nel migliorare la produttività del rosmarino in ambiente di coltivazione mediterraneo e a ridotto apporto idrico, supportando la possibilità di effettuare due raccolte nella stessa stagione culturale. Per quanto riguarda l'estrazione dell'OE, le tecniche innovative mostrano un interessante compromesso tra sostenibilità e rapidità, ma necessitano di ulteriori ottimizzazioni per colmare il gap di resa rispetto ai

metodi convenzionali. Nel complesso, l'integrazione di biostimolanti e protocolli estrattivi più sostenibili rappresenta una strategia promettente per incrementare l'efficienza produttiva delle colture officinali mediterranee.

Bibliografia

- (1) Pérez-Lucas G., Navarro G., Navarro S. (2024) - Adapting agriculture and pesticide use in Mediterranean regions under climate change scenarios: A comprehensive review. *European Journal of Agronomy*, 161: 127337.
- (2) Du Jardin P. (2015) - Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*, 196: 3-14.
- (3) Rouphael Y., Colla G. (2020) - Biostimulants in agriculture. *Frontiers in Plant Science*, 11: 40.
- (4) Moradi S., Fazlali A., Hamed H. (2018) - Microwave-Assisted Hydro-Distillation of Essential Oil from Rosemary: Comparison with Traditional Distillation. *Avicenna Journal of Medical Biotechnology*, 10(2): 83-88.

Parole chiave. *Salvia rosmarinus*, *Microalghe*, *Rosmarino*, *Biomassa*, *Olio essenziale*, *Sostenibilità*

VALUTAZIONE DEL POTENZIALE BIOERBICIDA DEGLI OLI ESSENZIALI DI *THYMUS SP.* PL. NEL CONTROLLO DELLE INFESTANTI

R. Boukhalfa¹, C. Ruta¹, S. Messgo-Moumene², G.J. Calabrese³,
M.P. Argentieri⁴, G.N. Basile¹, A. Tagarelli¹, G. De Mastro¹

¹Dipartimento di Scienze del Suolo, delle Piante e
dell'Alimentazione (DiSSPA),
Università degli Studi di Bari Aldo Moro, Bari, Italia

GIZAMI

**Tu pensi al CONTENUTO...
Noi pensiamo al CONTENITORE!**

FARMACEUTICA
COSMETICA
ERBORISTERIA
BOTTIGLIE ALIMENTARI
CASALINGHI
VASI-ALIMENTARI
LABORATORIO

Tel. 02 38100327 cell. 351 5416335
E-mail: info@gizami.it www.gizami.it

Via Newton, 11
20016 Pero Sud (MI) - Zona industriale

²Dipartimento di Biotecnologie, Università Saad Dahleb, Blida, Algeria

³Centro Internazionale di Studi Agronomici Avanzati nel Mediterraneo
Istituto Agronomico Mediterraneo di Bari (CIHEAM-IAMB), Bari, Italia

⁴Dipartimento di Farmacia e Scienze Farmaceutiche,
Università degli Studi di Bari Aldo Moro, Bari, Italia
e.mail: rymboukhalfa@yahoo.fr

Introduzione. I prodotti chimici, in particolare gli erbicidi, sono tra i prodotti agrochimici più utilizzati per il controllo delle infestanti. Tuttavia, l'uso ripetuto degli stessi prodotti sintetici ha portato alla comparsa di infestanti resistenti agli erbicidi e a rischi ecologici, sollevando un nuovo problema per la conservazione dell'ambiente globale. I composti naturali con potenziale erbicida potrebbero fornire soluzioni adeguate. In questa prospettiva, il potenziale erbicida di quattro oli essenziali (EO) provenienti da specie mediterranee di *Thymus* sp. pl. (*Thymus algeriensis* Boiss. et Reut., *T. ciliatus* Desf. sottospecie *coloratus* (Boiss. et Reut.) Batt., *T. vulgaris* L., ecotipo Fasano e *T. vulgaris* L. var. Varico 3), è stato studiato per identificare nuove fonti di biomolecole.

Materiali e Metodi. Sono stati condotti test *in vivo* per valutare l'effetto degli EO sulla pre- e post-emergenza di *Lolium perenne* L. e *Amaranthus retroflexus* L., due infestanti difficili da controllare e resistenti a più erbicidi.

Il potenziale fitotossico degli EO di timo nel controllo delle infestanti in studio è stato valutato in test biologici dose-risposta sulla germinazione dei semi e sulla crescita iniziale delle piantine, in ambiente protetto.

Sono state applicate quattro concentrazioni di emulsioni di EO (5, 7,5, 10 e 20 µL/mL). Inoltre, sono state eseguite analisi citologiche sulla pianta modello *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh., per una migliore comprensione delle modifiche strutturali indotte dagli EO.

Risultati. Tutti gli EO hanno mostrato una forte attività erbicida alla massima concentrazione testata (20 µL/mL), inibendo completamente la germinazione dei semi (100%). Al contrario, negli esperimenti post-emergenza, *L. perenne* ha mostrato resistenza agli EO, mentre *A. retroflexus* era altamente sensibile, dimostrando la selettività degli EO. Inoltre, l'analisi citologica ha dimostrato che l'apparato radicale delle piantine di *A. thaliana* trattate con EO era gravemente danneggiato. Sono stati osservati danni importanti all'integrità della membrana cellulare e alla perossidazione lipidica.

Discussione e Conclusioni. Questo risultato rappresenta una prima fase nel processo di introduzione di nuove biomolecole per il controllo delle infestanti. A tal fine, sono in corso ulteriori studi sulla valutazione dell'effetto degli oli essenziali di timo sugli organismi bersaglio (altre specie infestanti) e non bersaglio (colture e microrganismi del suolo), nonché sull'introduzione nella coltivazione di queste specie per garantire una produzione costante di materia prima, una resa di oli essenziali e una composizione fitochimica stabile.

Parole chiave. Timo, Attività bioerbicida, Pre e post emergenza, *A. thaliana*, Modifica strutturale

INFLUENZA DI BIOSTIMOLANTI MICROBICI SULLA CRESCITA E SULLA RESA IN OLIO ESSENZIALE DI *SALVIA OFFICINALIS* L. ESPOSTA A CONTAMINANTI FARMACEUTICI

F. De Mastro¹, P. Nigro¹, C. Cocozza¹, G.N. Basile¹, C. Ruta^{1*}, G. De Mastro¹, G. Gatta², F. Nigro¹, M.P. Argentieri³, G. Brunetti¹

¹Dipartimento di Scienze del Suolo, delle Piante e dell'Alimentazione (DiSSPA), Università degli Studi di Bari Aldo Moro, Bari, Italia

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

³Dipartimento di Farmacia - Scienze del Farmaco (DSF), Università degli Studi di Bari Aldo Moro, Bari, Italia
e.mail: giuseppe.basile@uniba.it

Introduzione. Il riuso di acque reflue trattate in agricoltura rappresenta una strategia chiave per la sostenibilità dei sistemi produttivi, ma comporta il rischio di immissione di composti farmacologicamente attivi (PhACs) negli agroecosistemi. Molti PhACs mostrano elevata persistenza ambientale (1), con potenziale accumulo nel suolo e assorbimento da parte delle colture, fino alla traslocazione negli organi edibili. In questo contesto, l'impiego di biostimolanti microbici, quali funghi micorrizici arbuscolari (AMF) e *Trichoderma* spp., può ridurre la biodisponibilità dei contaminanti nella rizosfera attraverso meccanismi di degradazione microbica, immobilizzazione e modulazione dell'architettura radicale (2,3). Le piante aromatiche, come *Salvia officinalis* L., risultano particolarmente interessanti poiché se coltivate con l'obiettivo di ottenere olio essenziale, questo risulta potenzialmente meno esposto al trasferimento dei contaminanti.

Materiali e Metodi. La prova è stata condotta in serra presso il DiSSPA dell'Università degli Studi di Bari Aldo Moro su piantine di *Salvia officinalis* L. (cv. Extrakta; mediSeeds srl, Conthey, Svizzera), moltiplicate per taleaggio da vivaio e inoculate al trapianto con funghi micorrizici arbuscolari (1,5 g del prodotto commerciale Aegis (Italpollina S.p.A., Verona, Italia, contenente *Rhizophagus intraradices*) oppure *Trichoderma* spp. (Remedier, Gowan Italia S.r.l., Faenza, contenente *T. asperellum* e *T. gamsii*), immergendo le radici per un breve periodo in una sospensione preparata 36 ore prima sciogliendo 10 g di prodotto per litro d'acqua. Le piante sono state coltivate in suolo sterilizzato e non sterilizzato e irrigate con acqua dolce o acqua addizionata con una miscela di PhACs (100 ppb), comprendente antibiotici, antifungini, antinfiammatori, antibatterici, β-bloccanti, ipolipemizzanti e antidepressivi. Il controllo è costituito da piante non trattate su suolo non sterile. Il disegno sperimentale ha previsto 12 trattamenti con cinque repliche. La durata della prova è stata di quattro mesi, fino a raggiungimento della fase di fioritura. Sono stati valutati parametri biometrici, produttivi, architettura radicale mediante software WinRHIZO, resa e caratterizzazione di olio essenziale ottenuto per idrodissillazione (apparato Clevenger).

Risultati. La sterilizzazione del suolo ha determinato un incremento dello sviluppo radicale, favorendo una maggiore estensione e volume dell'apparato ipogeo (Tab. 2.), verosimilmente per la riduzione dei patogeni e la successiva ricolonizzazione della rizosfera da parte di microrganismi benefici. Le piante micorrizzate hanno mostrato valori superiori per altezza, biomassa e parametri radicali rispetto ai trattamenti con *Trichoderma* e ai controlli, sia in fase vegetativa (T1) sia alla raccolta (T2) (Tab. 1-2). Nonostante l'esposi-

zione ai PhACs, la produzione di biomassa e la resa in olio essenziale sono risultate complessivamente elevate rispetto al controllo. A parità di biomassa secca distillata (28 g), le piante micorizzate irrigate con acqua contaminata hanno mostrato una resa in olio essenziale superiore rispetto ai trattamenti con *Trichoderma* e ai controlli, indicando una buona e non intaccata efficienza fisiologica e metabolica. L'irrigazione con acqua contaminata determina una riduzione complessiva dei principali costituenti, con alcune eccezioni quali α -tujone e manool, in particolare nei suoli non sterili. Inoculi fungini mostrano effetti differenziati: le micorrize favoriscono l'aumento della sintesi di α -tujone a scapito del manool, mentre *Trichoderma* spp. induce un incremento di canfora, canfene, α -pinene e 1,8-cineolo.

Discussione e Conclusioni. I risultati evidenziano che la presenza di PhACs non compromette in modo negativo lo sviluppo di *S. officinalis* L. quando il sistema culturale è supportato da biostimolanti microbici. Gli AMF hanno migliorato lo sviluppo radicale e l'assorbimento delle risorse, contribuendo a mantenere elevati livelli di produttività e resa in olio essenziale anche in condizioni di stress. Questi effetti sono coerenti con il ruolo degli AMF nel migliorare la tolleranza delle piante a contaminanti emergenti e nel modulare le interazioni suolo-pianta (3,4). Nel complesso, lo studio suggerisce che l'integrazione tra sterilizzazione del suolo e biostimolanti microbici rappresenta una strategia efficace per mitigare l'impatto dei residui farmaceutici negli agroecosistemi, consentendo al contempo di ottenere una produzione quantitativamente e qualitativamente adeguata di olio essenziale. Tali risultati rafforzano il potenziale delle colture aromatiche come opzione resiliente e sicura nei sistemi agricoli basati sul riuso idrico.

Bibliografia

(1) Gatta G. *et al.* (2025) - Possible accumulation of emerging contaminants of concern in treated wastewater on the soil-plant system of a processing tomato-wheat succession. *Agric. Water Manag.*, 308: 109305.
(2) Schenck N.C., Smith G.S. (1982) - Additional new and unreported species of mycorrhizal fungi (Endogonaceae) from Florida. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 74: 77-92.
(3) Schüßler A., Walker C. (2010) - The Glomeromycota. A species list with new families and new genera (Ed. Schüßler and Walker, Gloucester, UK), 156 pp.

Parole chiave. *Salvia officinalis*, *Biostimolanti*, *Contaminanti*, *Micorrizza*, *Olio essenziale*

	Altezza piante (cm)	N. di foglie	Biomassa fresca (g)	Biomassa secca (g)	Olio essenziale (p/p)
Tempo	***	***	/	/	/
Sterilizzazione suolo	*	***	***	***	***
Trattamenti	***	***	***	***	***
Trattamenti di irrigazione	***	n.s.	***	***	***
Tempo					
T1	19.17 b	51.22 b	/	/	/
T2	22.44 a	64.58 a	/	/	/
Sterilizzazione suolo					
SS	21.57 a	62.39 a	26.42 a	7.18 a	0.87 a
SNS	20.04 b	53.42 b	17.85 b	4.93 b	0.54 b
Trattamento					
C	19.92 b	54.58 b	19.19 b	4.72 b	0.84 a
T	19.21 b	52.12 b	18.84 b	5.34 b	0.51 c
M	23.29 a	67.00 a	28.37 a	8.10 a	0.77 ab
Trattamenti irrigui					
0 ppb	22.44 a	60.14 a	26.08 a	6.84 a	0.82 a
100 ppb	19.17 b	55.67 a	18.19 b	5.27 b	0.59 b

Tabella 1. I valori all'interno di ciascuna colonna seguiti da lettere diverse sono significativamente diversi secondo il test di Tukey. n.s., non significativo; *, ** e *** indicano significatività rispettivamente a $P \leq 0,05$, $P \leq 0,01$ e $P \leq 0,001$.

	Lunghezza (cm)	Area (cm ²)	Densità (cm/m ³)	Volume (cm ³)
Sterilizzazione suolo	n.s.	n.s.	n.s.	*
Trattamenti	**	***	**	**
Trattamenti di irrigazione	n.s.	n.s.	n.s.	*
Sterilizzazione suolo				
SS	1788.37 a	543.43 a	596122.9 a	14.18 a
SNS	2001.43 a	452.02 a	563983.5 a	8.34 b
Trattamenti				
C	1380.16 b	334.84 b	460052.8 b	6.58 b
T	1492.86 b	409.22 b	497618.8 b	9.60 b
M	2811.69 a	749.12 a	782488.1 a	17.60 a
Trattamenti irrigui				
0 ppb	1859.97 a	438.29 a	576006.1 a	8.50 b
100 ppb	1929.83 a	557.17 a	584100.4 a	14.01 a

Tabella 2. I valori all'interno di ciascuna colonna seguiti da lettere diverse sono significativamente diversi secondo il test di Tukey. n.s., non significativo; *, ** e *** indicano significatività rispettivamente a $P \leq 0,05$, $P \leq 0,01$ e $P \leq 0,001$.

COMPOSIZIONE CHIMICA DI DUE OLI ESSENZIALI DI ARTEMISIA ANNUA E I DIVERSI EFFETTI NEMATOCIDI SU MELOIDOGYNE INCOGNITA

E.I. Ajobiewe^{1,2}, E. Fanelli², M.P. Argentieri³, T. D'Addabbo², F. De Luca²

¹Dipartimento per l'Innovazione Umanistica, Scientifica e Sociale, Università degli Studi della Basilicata, Matera, Italia

²Istituto per la Protezione Sostenibile delle Piante, CNR, Bari, Italia

³Dipartimento di Farmacia-Scienza del Farmaco, Università di Bari, Bari, Italia

e.mail: ebunoluwaijeoma.ajobiewe@unibas.it

Introduzione. Il nematode galligeno *Meloidogyne incognita* è uno dei nematodi fitoparassiti più dannosi, responsabile di gravi perdite in agricoltura. Il divieto della maggior parte dei nematocidi sintetici impone la ricerca di alternative nuove e più sostenibili per la protezione delle colture (1). A tal fine, il nostro studio ha valutato l'uso dell'olio essenziale (OE) dell'assenzio (*Artemisia annua*) per il controllo di *M. incognita*. Questo lavoro, pertanto, ha valutato e confrontato gli effetti nematocidi di due EO di *A. annua*, provenienti da diverse località geografiche ed estratti con metodi diversi, sugli stadi giovanili infettivi (J2) di *M. incognita* utilizzando saggi *in vitro*.

Materiali e Metodi. 100 J2 sono state incubate per 24 e 48 ore a concentrazioni di 2000-4000 µg ml⁻¹ con EO estratto in laboratorio e olio commerciale di *A. annua* in un incubatore orbitale a una temperatura di 25°C e 70 RPM. Il profilo chimico dei due oli essenziali di *A. annua* è stato inoltre valutato mediante analisi GC-MS (2).

Risultati. L'incubazione per 24 ore a 2000 µg ml⁻¹ dell'OE commerciale ha determinato una mortalità di J2s di *M. incognita* pari al 48%, mentre l'esposizione all'OE estratto in laboratorio una mortalità del 12%

(Fig. 1). I profili chimici degli OE sono stati determinati e confrontati tra loro evidenziando differenze nella composizione chimica. Alcuni dei principali composti di *A. annua*, 1,8-cineolo e canfora, erano presenti in entrambi gli OE, ma con percentuali diverse.

Discussione. Le diverse percentuali di mortalità e le differenze nelle composizioni chimiche dei due OE di *A. annua* confermano l'influenza dell'origine geografica e del metodo di estrazione sull'attività degli OE, come riportato in letteratura (3). Poiché i meccanismi molecolari degli OE di *A. annua* su J2 di *M. incognita* non sono ancora noti (4), sono in corso studi sulle variazioni di espressione dei geni coinvolti nei meccanismi di motilità (*far-1* e *odr-1*) e stress (*hsp90*) per entrambi gli OE di *A. annua*. I risultati ottenuti sui trattamenti di J2 con gli OE di *A. annua* sono preliminari, ma molto promettenti e potrebbero rappresentare un'importante fonte per lo sviluppo di nematocidi innovativi, sostenibili e rispettosi dell'ambiente.

Bibliografia

(1) Ntalli N.G., Caboni P. (2012) - Botanical Nematicides: A Review. Journal of Agri-

cultural and Food Chemistry, 60(40): 9929-9940. <https://doi.org/10.1021/JF303107J>
(2) D'Addabbo T., Laquale S., Veronico P., Avato P., Argentieri M.P. (2025) - Nematicidal activity of the essential oil from *Cinnamomum cassia* and (E)-cinnamaldehyde against phytoparasitic nematodes. Journal of Pest Science, 98(1): 521-533. <https://doi.org/10.1007/s10340-024-01816-8>

(3) Marinas I.C., Oprea E., Chifiriuc M.C., Badea, I. A., Buleandra M., Lazar V. (2015) - Chemical Composition and Antipathogenic Activity of *Artemisia annua* Essential Oil from Romania. Chemistry and Biodiversity, 12(10): 1554-1564. <https://doi.org/10.1002/cbdv.201400340>

(4) Fanelli E., Vovlas A., D'Addabbo T., De Luca F. (2025) - Molecular mechanism of *Cinnamomum zeylanicum* and *Citrus aurantium* essential oils against the root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*. Scientific Reports, 15(1): 6077.

Parole chiave. *Meloidogyne incognita*, *Artemisia annua*, Essential oils, Geographic location

Nota. Questo lavoro è stato sostenuto da un finanziamento erogato dal Centro Nazionale di Ricerca per le Tecnologie Agricole (Agritech), nell'ambito del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) - Missione 4 Comp. 2, Investimento 1.4 finanziato dall'Unione Europea - Next Generation EU (DD 1032 del 17/06/2022, CN000000022).

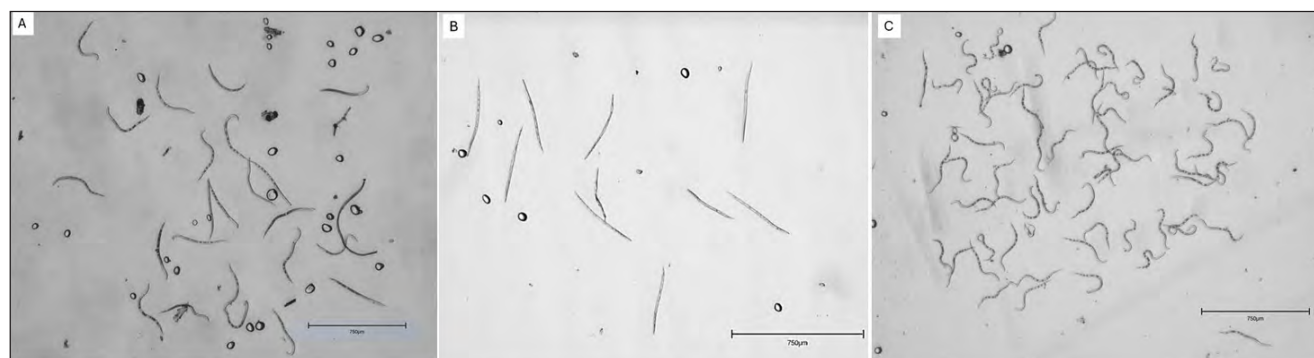


Figura 1. A. Stadi giovanili (J2) di *Meloidogyne incognita* trattati con OE estratto in laboratorio dopo 24 hr, B. J2 di *M. incognita* trattati con OE commerciale dopo 24 hr, C. J2s di *M. incognita* non trattati (controllo).

STRATEGIE SOSTENIBILI PER LA GESTIONE DEL MARCIUME DELLA LATTUGA CAUSATO DA *SCLEROTINIA* SPP.: VALUTAZIONI *IN VITRO* E IN SERRA DI OLI ESSENZIALI, AGENTI DI BIOCONTROLLO ED ELICITORI

M. Tunç, S. Piancatelli, S. Mojela Makau, A.L. D'Ortenzio, M. Mounni, G. Romanazzi

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali,
Università Politecnica delle Marche, Ancona, Italia
e.mail: g.romanazzi@univpm.it

Introduzione. La lattuga (*Lactuca sativa*) è una coltura ortiva di grande rilevanza economica ma altamente suscettibile a *Sclerotinia* spp., agente del marciume basale, responsabile di gravi perdite produttive soprattutto in serra (1). Negli ultimi anni è cresciuta l'attenzione verso strategie di difesa fitosanitaria più sostenibili e a ridotto impatto ambientale, con particolare interesse per i prodotti a base di oli essenziali (OE), considerati una valida alternativa ai fungicidi convenzionali (2). *Sclerotinia* spp., rappresenta un patogeno di primaria importanza per la lattuga, respon-

sabile del "lettuce drop" e spesso difficile da gestire in modo efficace, soprattutto in condizioni di elevata umidità e in coltura protetta (3). Tuttavia, l'elevata attività antifungina osservata *in vitro* per numerosi OE non sempre si traduce in efficacia in condizioni di coltivazione, anche a causa di possibili effetti fitotossici sulle colture (4). Pertanto, risulta necessario un approccio sperimentale integrato che includa la valutazione *in vitro* dell'attività antifungina, l'analisi della tolleranza colturale e la verifica dell'efficacia in condizioni di serra (5,6). In questo studio sono stati valutati diversi OE (*Rosmarinus officinalis*, *R. officinalis* var. *verbenone*, *Lavandula hybrida*, *Origanum majorana*, *Thymus vulgaris* e olio essenziale di arancio dolce), insieme ad agenti di biocontrollo ed elicitori, al fine di identificare soluzioni efficaci e compatibili con la coltura per la gestione di *Sclerotinia* spp. su lattuga.

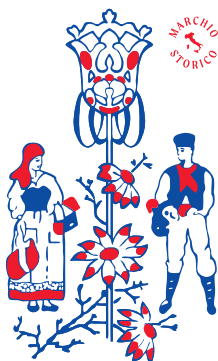
Materiali e Metodi. Le prove sono iniziate con l'isolamento di *Sclerotinia* spp. da campioni di lattuga sintomatici, che ha portato all'identificazione di quattro specie distinte mantenute in coltura pura. L'attività antifungina *in vitro* è stata valutata su isolati di *S. sclerotiorum* mediante cinque oli essenziali (*Rosmarinus officinalis*, *R. officinalis* var. *verbenone*, *Lavandula hybrida*, *Origanum majorana* e *Thymus vulgaris*), saggiati a 0,1%, 1% e 10% su piastre replicate. Sulla base dei risultati ottenuti *in vitro*, gli oli essenziali sono stati successivamente valutati *in vivo* per la fitotossicità su lattuga, pomodoro e bietola in pieno campo, applicando le concen-

trazioni di 0,1% e 1% con spray utilizzando uno spruzzatore manuale; la fitotossicità è stata stimata a 7 giorni dal trattamento mediante osservazione visiva (clorosi, necrosi e riduzione della crescita). Nel 2024 e nel 2025 sono state condotte prove in serra per valutare l'efficacia di trattamenti alternativi nella gestione del lettuze drop causato da *Sclerotinia* spp., mediante applicazioni settimanali al suolo a partire dalla semina (sei interventi) in disegno a blocchi randomizzati con quattro repliche. Nel 2024 sono stati testati oli essenziali (*R. officinalis*, *L. hybrida*, *O. majorana* e arancio dolce) insieme a chitosano, COS-OGA, *Coniothyrium minitans* e *Streptomyces* sp.; nel 2025 sono stati impiegati *R. officinalis*, *L. hybrida*, olio essenziale di arancio dolce (Prev-Am Plus) e *Streptomyces* sp. ceppo K61. Nella prova 2025 le applicazioni sono state eseguite con OZ-ROBOT equipaggiato con Spray Kit 75, calibrato per distribuire 4 L di soluzione per parcella (0,6 L m⁻²), garantendo un'applicazione uniforme e ripetibile. La malattia è stata monitorata con rilievi periodici registrando incidenza e severità dei sintomi (scala 0–5), (7) e la fitotossicità è stata valutata visivamente in entrambe le annate (clorosi, necrosi, deformazioni e ritardo di crescita).

Risultati. Le prove *in vitro* hanno evidenziato una marcata attività antifungina degli oli essenziali contro *Sclerotinia* spp. *T. vulgaris* ha inibito completamente la crescita miceliare già allo 0,1%, mentre *R. officinalis*, *L. hybrida* e *O. majorana* hanno raggiunto il 100% di inibizione a 1% e 10%. *R. officinalis* var. *verbenone* ha mostrato un'efficacia elevata ma

inferiore alle dosi più basse, con inibizione compresa tra ~80% (1%) e 100% (10%). Nelle prove *in vivo* di fitotossicità (0,1% e 1%) su lattuga, pomodoro e bietola, la risposta è risultata dipendente da coltura e dose: *R. officinalis* è stato il meno fitotossico, mentre *T. vulgaris* ha causato i danni più severi, soprattutto su lattuga e pomodoro all'1%. Nelle prove in serra del 2024 non sono emerse differenze significative per l'incidenza, ma sono state osservate differenze nella severità, *L. hybrida* all'1% ha mostrato la severità più bassa, tuttavia con fitotossicità marcata. Tra le opzioni senza danni rilevanti, chitosano, *C. minitans*, *R. officinalis* all'1%, *O. majorana* allo 0,1% e l'olio essenziale di arancio dolce hanno ridotto significativamente la severità rispetto al controllo; COS-OGA ha fornito una soppressione misurabile e *Streptomyces* sp. un effetto intermedio. Nel 2025 non sono state osservate differenze significative per la severità, mentre l'incidenza è risultata trattamento-dipendente, l'olio essenziale di arancio dolce e *R. officinalis* allo 0,1% sono stati i più efficaci, seguiti da *Streptomyces* sp., *R. officinalis* allo 0,25% e *L. hybrida* allo 0,25% e 0,1% è risultato il meno efficace. In questa prova non è stata rilevata fitotossicità.

Discussione e Conclusioni. I risultati confermano il forte potenziale antimicotico degli oli essenziali contro *Sclerotinia* spp., ma evidenziano anche la necessità di bilanciare efficacia e sicurezza delle colture. *T. vulgaris* ha mostrato la massima attività *in vitro*, ma alle dosi applicate ha indotto una marcata fitotossicità, limitandone l'uso su alcune colture suscettibili. Al contrario, *R. officinalis*, *L. hybrida* e *O. majorana* a bassa concentrazione



A. MINARDI & FIGLI
S.R.L.



Via Boncellino 32 - 48012 Bagnacavallo (Ra)

**90 anni di esperienza
nella lavorazione e nel commercio all'ingrosso
delle piante officinali**

Tel. (0545) 61460 – Fax (0545) 60686 – <http://www.minardierbe.it> – e-mail: info@minardierbe.it

hanno combinato una buona attività antimicrobica con una fitotossicità nulla o lieve, rendendole candidate più adatte per applicazioni successive. Le prove in serra hanno indicato che diversi trattamenti non sintetici possono contribuire alla gestione della cascola della lattuga, in particolare riducendo la gravità e/o l'incidenza, sebbene non abbiano influenzato in modo coerente tutti gli indici epidemiologici. Tra le opzioni più promettenti, l'olio essenziale di arancio dolce e *R. officinalis* a basso dosaggio hanno mostrato una riduzione dell'incidenza in serra, mentre chitosano, *C. minitans* e COS-OGA hanno mostrato il potenziale per ridurre la gravità senza causare danni alla coltura. Nel complesso, lo studio supporta l'inclusione di oli essenziali, agenti di biocontrollo ed elicitori nelle strategie di gestione integrata dei parassiti, sottolineando l'importanza di ottimizzare i metodi di concentrazione e applicazione per massimizzare l'efficacia riducendo al minimo i rischi di fitotossicità.

Bibliografia

- (1) Parikh L., Agindotan B.O., Burrows M.E. (2020) - Antifungal activity of Plant-Derived essential oils on pathogens of pulse crops. *Plant Disease*, 105(6): 1692-1701.
- (2) Pink D., Keane E.M. (1993) - Lettuce. In: Elsevier eBooks: 543-571.
- (3) Bolton M.D., Thomma B.P.H.J., Nelson B.D. (2005) - *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary: biology and molecular traits of a cosmopolitan pathogen. *Molecular Plant Pathology*, 7(1): 1-16.
- (4) El-Alam I., Raveau R., Fontaine J., Verdin A., Laruelle F., Fourmentin S., Chahine R., Makhoul H., Sahraoui A.L. (2020) - Antifungal and phytotoxic activities of essential oils: in vitro assays and their potential use in crop protection. *Agronomy*, 10(6): 825.
- (5) Raveau R., Fontaine J., Sahraoui A.L. (2020) - Essential oils as potential alternative biocontrol products against plant pathogens and weeds: a review. *Foods*, 9(3): 365.
- (6) Romanazzi G., Feliziani E., Sivakumar D. (2018) - Chitosan, a biopolymer with triple action on postharvest decay of fruit and vegetables: Eliciting, antimicrobial and film-forming properties. *Frontiers in Microbiology*, 9: 2745.
- (7) Mamo B.E., Eriksen R.L., Adhikari N.D., Hayes R.J., Mou B., Simko I. (2021) - Epidemiological characterization of lettuce drop (*Sclerotinia* spp.) and host biophysical features. *PhytoFrontiers*, 1(3): 182-204.

Parole chiave. *Lactuca sativa*, *Sclerotinia* spp., *Marciume*, *Timo*, *Difesa*

VALUTAZIONE DELL'EFFICACIA DI OLI ESSENZIALI PER LA LOTTA CONTRO *XYLELLA FASTIDIOSA PAUCA*, AGENTE DEL DISSECCAMENTO RAPIDO DELL'OLIVO IN PUGLIA

F. Limongelli^{1*}, A. Tarantini^{1*}, G. Bleve¹, A. Gallo¹, R. Marra², S. Woo³, G. Lima⁴, C. Altomare¹

¹CNR, Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari, Bari e Lecce, Italia

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

³Dipartimento di Farmacia, Università degli Studi di Napoli Federico II, Napoli, Italia

⁴Dipartimento di Agricoltura, Ambiente e Alimenti, Università degli Studi del Molise, Campobasso, Italia
e.mail: claudio.altomare@cnr.it

Introduzione. *Xylella fastidiosa* subsp. *pauca* (*Xfp*) è un batterio fitopato-

togeno da quarantena che colonizza lo xilema delle piante e può causare la morte di numerose specie vegetali. In Italia è stato segnalato nel 2013 in Puglia, dove è stato accertato come agente responsabile della "sindrome del disseccamento rapido dell'olivo" (*Olive Quick Decline Syndrome*: OQDS). Le attuali misure di lotta non sono in grado di garantire un'efficace contenimento del batterio. È quindi necessario sviluppare strategie di contrasto più efficaci che siano nel contempo ecosostenibili. Il progetto INTEGROLIV (finanziato dal MASAF) si propone di mettere a punto metodi di lotta innovativi e a basso impatto ambientale, utilizzando un approccio multidisciplinare basato su tecniche tradizionali e avanzate di indagine fitopatologica, chimica e genetico-molecolare. In tale ambito, è in corso anche la valutazione mediante saggi *in vitro* e *in planta*, dell'attività inibente di diversi oli essenziali nei confronti di *Xfp*, già riportata nei confronti di altri batteri fitopatogeni (1).

Materiali e Metodi. Gli oli essenziali testati sono stati: olio di cannella (OEC), olio di chiodi di garofano e due oli di eucalipto (uno da *Eucalyptus cinerea* e uno da *E. nicholii*). Per valutare l'attività antibatterica degli oli essenziali nei confronti di *Xfp* sono stati effettuati test di inibizione della crescita batterica *in vitro*. I saggi sono stati condotti in capsule Petri (50 mm di diametro), contenenti substrato BCYE, e inoculate con 100 µl di una coltura di *Xfp* (5×10^5 - 10^6 UFC ml⁻¹) distribuita uniformemente sulla superficie. Gli oli essenziali sono stati assorbiti su dischetti di cellulosa (5 mm di diametro; 10 µl/dischetto) e posti sul substrato al centro delle capsule. L'antibiotico ampicillina (5 µg/dischetto) è stato utilizzato come controllo positivo. Le colture sono state incubate a 28°C e l'inibizione di *Xfp* è stata valutata dopo 15-20 giorni. Esperimenti *in planta* sono attualmente in corso, sia in serra su piante giovani artificialmente inoculate (2), sia in campo nei confronti di infezioni naturali di *Xfp* (Collepasso, Lecce). Per i test *in planta*, l'OEC (0,5% vol./vol. acqua) è stato somministrato mediante irrorazione fogliare su giovani piante di olivo della cv Ogliarola salentina, suscettibile a *Xfp*.

Risultati. I saggi *in vitro* hanno confermato le proprietà antibatteriche degli oli essenziali nell'inibizione di *Xfp* (Fig. 1). L'OEC è stato selezionato per gli esperimenti *in planta*, in quanto risultati preliminari avevano evidenziato una maggiore attività anti-biofilm contro il batterio fitopatogeno *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*, geneticamente affine a *Xfp*, e una minore fitotossicità quando applicato su piante di olivo mediante irrorazione fogliare. Sono in corso le analisi molecolari per monitorare il livello d'infezione delle piante in serra e in campo mediante qPCR (*real time* PCR o *quantitative* PCR) (3).

Nel corso della sperimentazione, le analisi verranno ripetute a intervalli regolari per valutare l'efficacia dei trattamenti sia in funzione della carica batterica nelle piante sia su base sintomatologica.

Conclusioni. I risultati *in vitro* confermano l'elevata attività antibatterica di OEC nei confronti di *Xfp*, evidenziandone la possibile applicazione come sostanza attiva naturale. Le prove *in vivo* forniranno indicazioni fondamentali sull'efficacia del trattamento in condizioni reali e sul suo potenziale d'impiego in strategie sostenibili di gestione dell'OQDS.

Bibliografia

- (1) Bajpai V.K., Kang S.R., Xu H., Lee S.G., Baek K.H., Kang S.C. (2011) - Potential roles of essential oils on controlling plant pathogenic bacteria *Xanthomonas* species: a review. *The Plant Pathology Journal*, 27(3): 207-224.
- (2) Loconsole G., Zicca S., Manco L., El Hatib O., Altamura G., Potere O., Elicio V., Valen-

tini F., Boscia D., Saponari M. (2021) - Diagnostic procedures to detect *Xylella fastidiosa* in nursery stocks and consignments of plants for planting. Agriculture, 11(10): 922.
(3) Harper S.J., Ward L.I., Clover G.R.G. (2010) - Development of LAMP and real-time PCR methods for the rapid detection of *Xylella fastidiosa* for quarantine and field applications. Phytopathology, 100(12): 1282-1288.

Parole chiave. *Xylella fastidiosa*, Olio di cannella, Olio di chiodi di garofano, Olio di Eucalyptus cinerea, Olio di Eucalyptus nicholii

Nota. La presente ricerca è stata finanziata dal progetto INTEGRALIV "Approccio Integrato Ecocompatibile per il Contenimento di *Xylella fastidiosa* e per la Rigenerazione dell'Olivicoltura e dell'Ambiente (CUP: H33C22000860001) - Ministero dell'Agricoltura, della Sovranità Alimentare e delle Foreste" (MASAF), D.M. n. 664829 del 29/12/2022 - Linea di ricerca 2 "Indagini e prove per individuare metodi di controllo di *Xylella fastidiosa*".

*Questi autori hanno contribuito in egual misura a questo lavoro.

NANOCAPSULE DI EUGENOLO COME ALTERNATIVA NATURALE AI FUNGICIDI SINTETICI PER IL CONTROLLO DELLA MONILINIA FRUCTICOLA NELLE NETTARINE

J. Jacumazo^{1,2}, G.P. Parchen¹, M.J.B. Garcia¹, N.C.S. Santos¹, F.A. Marques¹, L.L.M. De Mio¹, G. Romanazzi², R.A. de Freitas¹

¹Università Federale del Paraná, Curitiba, Brasile

²Università Politecnica delle Marche, Ancona, Italia
e.mail: joslainejacumazo@ufpr.br

Introduzione. Le formulazioni a base di biopolimeri per il controllo delle infezioni nei frutti riducono l'impatto ambientale e contribuiscono a mantenere la qualità del prodotto, minimizzando le perdite economiche (1). I biopolimeri sono macromolecole biodegradabili e a bassa tossicità, provenienti da fonti rinnovabili, come la chitosano e la carboximetilcellulosa (2,3), che possono essere combinate in nanocapsule (NCs) mediante interazioni ioniche, permettendo il rilascio controllato di agenti antimicrobici (4). L'eugenolo, principale componente dell'olio essenziale di chiodi di garofano (*Syzygium aromaticum*), possiede una forte attività antifungina, ma la sua applicazione diretta è limitata dalla volatilità e dalla degradazione. In questo contesto, il presente studio ha valutato l'uso di NCs di eugenolo basate su chitosano e carboximetilcellulosa per proteggere le nettarine da *Monilinia fructicola*, agente responsabile della muffa bruna, una malattia di rilevanza globale.

Materiali e Metodi. Le NCs sono state sintetizzate mediante il metodo Layer-by-Layer (LbL), a partire da un template anionico, permettendo la deposizione di fino a due strati polimerici. Le formulazioni testate sono state: nanoemulsione di eugenolo (Ne), NCs di eugenolo con chitosano (Ne-LbL₁NCs) e NCs di eugenolo con carboximetilcellulosa (Ne-LbL₂NCs). È stata valutata la cinetica di rilascio dell'eugenolo. Per gli esperimenti *ex vivo*, *Monilinia fructicola* (isolato PpMfSP15/575) è stato coltivato e inoculato su nettarine 'Sungold' igienizzate. I frutti hanno ricevuto trattamenti con controlli, NCs (con/senza eugenolo) e iprodione, sono stati inoculati (10^5 conidi mL⁻¹) e incubati in camera umida, con valutazioni giornaliere per 7 giorni.

Risultati. Le dimensioni medie delle particelle erano 158 nm (Ne), 360 nm (Ne-LbL₁NCs) e 398 nm (Ne-LbL₂NCs), con efficienze di incapsulamento rispettivamente dell'8,3% e del 5,1% e potenziali zeta di +36 mV e -45 mV. È stato osservato che, dopo ogni deposizione polimerica, vi era un aumento delle dimensioni e una variazione del potenziale zeta, confermando la deposizione efficace degli strati polimerici. Le NCs hanno mostrato buona adesione alle superfici dei frutti e hanno permesso il rilascio graduale dell'eugenolo, seguendo cinetica di primo ordine, prolungando l'azione antifungina. Tra le formulazioni testate, le NCs di eugenolo con chitosano (Fig. 1) sono risultate le più efficaci, aumentando la probabilità che i frutti rimanessero privi di sintomi fino a 7 giorni rispetto alle altre formulazioni.

Discussione. Il rilascio graduale dell'eugenolo protegge il composto dalla degradazione e garantisce un'azione antifungina prolungata. La maggiore efficacia delle NCs a base di chitosano può essere attribuita a una migliore interazione con la superficie del frutto e a un rilascio controllato ottimizzato, sottolineando l'importanza della scelta del polimero nello sviluppo di nanocarrier efficaci.

Conclusioni. I sistemi nanometrici composti da biopolimeri ed eugenolo rappresentano un'alternativa sostenibile e a bassa tossicità ai fungicidi sintetici, aumentando la durata di conservazione delle nettarine e riducendo le perdite post-raccolta.

Bibliografia

- (1) Xi Y., Fan X., Zhao H. *et al.* (2017) - Biopolymer-based formulations for fruit preservation. LWT - Food Science Technology, 75: 537-544.
- (2) Bano I., Arshad M., Yasin T. *et al.* (2017) - Chitosan and carboxymethylcellulose nanocapsules: properties and applications. International Journal of Biological Macromolecules, 102: 380-383.
- (3) Rahman M.S., Hasan M.S., Nitai A.S., *et al.* (2021) - Biopolymer nanocarriers for controlled release. Polymers, 13(8): 1345.
- (4) Jacumazo J., Parchen G.P., Garcia M.J. *et al.* (2023) - Eugenol nanocapsules for post-harvest control of *Monilinia fructicola* in nectarines. Journal of the Brazilian Chemical Society, 34: 1030-1039.

Parole chiave. Eugenolo, Chitosano, Carboximetilcellulosa, Nanocapsule

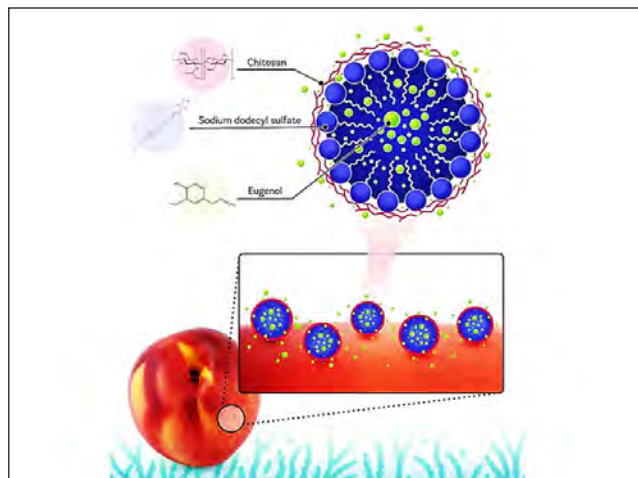


Figura 1. Schema delle nanocapsule di chitosano contenenti eugenolo utilizzate nella conservazione delle nettarine contro il deterioramento causato dal fungo *Monilinia fructicola* (Jacumazo *et al.*, 2023).