



UNIONE EUROPEA
Fondo Sociale Europeo



Ministero dell'Università
e della Ricerca



REACT EU



RELAZIONE ANNUALE SULL'ATTIVITA' SVOLTA

Nell'ambito della borsa di dottorato del Programma Operativo Nazionale Ricerca e Innovazione 2014-2020 (CCI 2014IT16M2OP005), risorse FSE REACT-EU, Azione IV.4 "Dottorati e contratti di ricerca su tematiche dell'innovazione" e Azione IV.5 "Dottorati su tematiche Green"

Dottorando	Andrea Lombardi
Tutor	Tutor Accademico: Prof.ssa Roberta Bernini Tutor Aziendale: Dott. Marco Papalini
Coordinatore	Prof.ssa Roberta Bernini
Corso di Dottorato in	Scienze delle Produzioni Vegetali e Animali
Ciclo	XXXVII
Annualità della borsa	Prima (2022)
Codice borsa e n.	DOT1335834 n.4
CUP	J89J21017790001
Tipologia Green/Innovazione	Green
Titolo Progetto	Progettazione e sviluppo di materiali sostenibili polimerici e biopolimerici attivi per applicazioni industriali innovative

In piena coerenza con le attività previste dal progetto nell'ambito del quale è stata finanziata la borsa di dottorato, si presenta la relazione annuale dell'attività svolta.

Breve descrizione delle attività di ricerca:

Il presente progetto si colloca in linea con le finalità del D.M. n°1061/2021 Azione IV.5 e risponde alle tematiche di ricerca indicate nel PNR 2021-2027 nell'ambito di ricerca e innovazione 5.6 "Prodotti alimentari, bioeconomia, risorse naturali, agricoltura, ambiente", nelle relative aree di intervento 5.6.2, "Scienze e tecnologie alimentari", articolazione 6 "Tendenze emergenti nelle tecnologie alimentari ed efficientamento dei processi di trasformazione", Priorità di ricerca 6.c e 6.f, e 5.6.3. "Bioeconomia Circolare", Articolazione 2 "Bioindustria Circolare", Priorità di ricerca 2.a; Articolazione 3 "Recupero e valorizzazione di scarti e prodotti organici a fine vita, per la rigenerazione dei suoli e la protezione dell'ambiente", Priorità di Ricerca 3.a.

Il presente progetto si prefigge come obiettivo lo sviluppo di nuovi materiali biopolimerici basati su acido polilattico (PLA) attivato grazie all'impiego di molecole bioattive, principalmente composti fenolici, con proprietà antiossidanti e/o antimicrobiche presenti come principi attivi puri o estratti vegetali.

Le principali attività svolte hanno previsto l'analisi dello stato dell'arte del settore dei materiali polimerici innovativi con proprietà antiossidanti e antimicrobiche costituiti da acido polilattico (PLA) attivato con principi naturali puri o estratti vegetali (AI). Sono stati presi in considerazione studi pubblicati di recente nelle riviste scientifiche indicizzate da banche dati internazionali, oltre ad un benchmark delle soluzioni tecnologiche esistenti, delle normative e degli standard analitici di riferimento. L'indagine condotta è stata finalizzata con la stesura di una review multidisciplinare pubblicata nella rivista internazionale *Antioxidants* dal titolo "*Natural active ingredients for poly (lactic acid) - based materials: state of the art and perspectives*".

L'analisi della letteratura si è concentrata inoltre sulle proprietà antiossidanti e antimicrobiche degli AI, con focus sui composti fenolici. L'indagine ha permesso di ricavare importanti informazioni riguardo punti aperti nella bibliografia, indirizzando la ricerca e la selezione degli AI, dei patogeni e dei metodi.

Le attività di selezione degli ingredienti attivi hanno permesso di identificare 11 estratti provenienti rispettivamente da *Punica granatum* L. (2; AL01, AL06), *Castanea sativa* L. (3; AL02, AL04; AL09), *Vaccinium corymbosum* L.



UNIONE EUROPEA
Fondo Sociale Europeo



(1;AL03), *Vitis vinifera* L. (3; AL05, AL07, AL10), *Olea europaea* L. (AL08), *Camellia sinensis* Kuntze (AL11). Gli elementi sui quali si è basata la selezione riguardano la presenza in queste matrici vegetali di composti fenolici, la riproducibilità degli estratti. Infatti, i metodi di estrazione impiegati si basano su tecnologie scalabili e sostenibili, in alcuni casi anche brevettate. Per alcuni estratti sono in corso attività di caratterizzazione chimica tramite tecniche cromatografiche (HPLC/MS), spettrofotometriche e di Risonanza Magnetica Nucleare (NMR). Grazie alle informazioni ricavate in letteratura è stato possibile selezionare una serie di patogeni fungini e batterici di interesse agro-alimentare e biomedico. Relativamente ai funghi filamentosi, presso la sede aziendale di BIORICERCHE S.R.L., sono state avviate delle valutazioni *in vitro* inerenti alle proprietà antimicrobiche degli estratti selezionati nei confronti di funghi filamentosi, in particolare: *Aspergillus brasiliensis* (ATCC 16404), *Rhizopus stolonifer* (ATCC 14037), *Alternaria* sp. (ATCC 20084), *Trichophyton interdigitale* (ATCC 9533).

L'ottimizzazione del protocollo sperimentale ha visto la valutazione di tre differenti metodi per diffusione, con l'obiettivo di simulare un'interfaccia di contatto tra il patogeno fungino e un substrato contenente l'AI. In seguito, il disegno sperimentale ha previsto la realizzazione, per ogni patogeno fungino, di una prima prova preliminare utilizzando una concentrazione massima dell'1% (m/V). Sulla base delle indicazioni ricavate dalla prova preliminare sono state condotte prove abbassando la concentrazione del principio attivo rispettivamente allo 0,5%, 0,1% e 0,01% nel caso di *Alternaria* sp. e *Trichophyton interdigitale*.

La prova preliminare relativa al patogeno *Aspergillus brasiliensis* non ha fornito esiti positivi per la maggior parte degli estratti testati. Per quanto concerne *Rhizopus stolonifer*, i migliori risultati sono stati ottenuti dall'estratto AL01, che, alla concentrazione dell'1%, ha un'inibizione totale della crescita. Anche alla concentrazione di 0,5% (m/V) l'estratto AL01 si conferma il migliore con una percentuale di inibizione della crescita (97.1%±2.3), seguito da AL06 (92.9%±2.3), AL02 (82.2%±0.9) e AL04(80.5%±0.9). Le valutazioni su *Alternaria* sp. hanno mostrato una completa inibizione della crescita per gli estratti AL01 (1%;0,5%;0,1%;0,01%); AL02 (1%); AL04 (1%); AL06 (0,5%;0,1%) e AL11(1%).

Publicazioni scientifiche:

Lombardi, A.; Fochetti, A.; Vignolini, P.; Campo, M.; Durazzo, A.; Lucarini, M.; Puglia, D.; Luzi, F.; Papalini, M.; Renzi, M.; Cavallo, A.; Bernini, R. Natural Active Ingredients for Poly (Lactic Acid)-Based Materials: State of the Art and Perspectives. *Antioxidants* 2022, 11, 2074. <https://doi.org/10.3390/antiox11102074>

Attività Formative:

- Frequenza di corsi:
 - Statistica di base con R (1 CFU) – presso: DAFNE, UNITUS, Viterbo – date: 6-13/6/22
 - Statistica avanzata con R (1 CFU) – presso: DAFNE, UNITUS, Viterbo – date: 20-28/6/22
 - Metodologie avanzate applicate ai processi di trasformazione alimentare (1CFU) - presso: DAFNE, UNITUS, Viterbo – date: 6-9/6/22
 - Genetics and physiology of yield of relevant crop species and climate changes (1CFU)- presso: DAFNE, UNITUS, Viterbo – date: 9-10/6/22
 - Meccanismi di difesa delle piante (1CFU) - presso: DAFNE, UNITUS, Viterbo – date: 6-15/6/22
 - Disegni sperimentali (1CFU) - presso: DAFNE, UNITUS, Viterbo – date: 13-16/6/22



UNIONE EUROPEA
Fondo Sociale Europeo



Ministero dell'Università
e della Ricerca



REACT EU



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DELLA
TUSCIA

- Partecipazione a seminari:
 - Joint Workshop of PRIMA projects IMPRESA and EXPLOWHEAT “Facing abiotic stresses affecting durum wheat across the Mediterranean basin” - presso: DAFNE, UNITUS, Viterbo – date: 21-22/2/22
 - Summer school “Nanotechnology in Agriculture” - presso: DAFNE, UNITUS, Viterbo – date: 30/6/22-1/7/22

Firma dottorando

Firma tutor accademico

Firma tutor aziendale