



Dottorato di Ricerca in Scienze delle Produzioni Vegetali e Animali
PhD Programme in Plant and Animal Science
Codice del Corso di Dottorato/PhD code: DOT1335834
Coordinatore/Coordinator: Prof. Roberta BERNINI

Scheda delle attività svolte/Form activities carried out

Informazioni generali/General information

Ciclo/Cycle **XXXVII**

Dottorando/PhD student **CATERINA MAZZOCCHI**

Posizione/Position

- Con borsa di studio/With scholarship
 Senza borsa di studio/Without scholarship
 Riservata a dipendenti di enti di ricerca/Reserved for research center employees
 Dottorato industriale/Industrial PhD
 Altra tipologia/Other typology

Tutor/Supervisor

Prof Marco ESTI

Affiliazione/Affiliation **UNITUS - DAFNE**

Co-tutor

Dott.ssa Ilaria BENUCCI

Affiliazione/Affiliation **UNITUS - DAFNE**

Attività di ricerca/Research activity

Sede prevalente dell'attività di ricerca/Main place of research

UNITUS – Centro Grandi Attrezzature (CGA)

Breve descrizione dell'attività di ricerca/Short description of the research activity
(Max 5000 caratteri, inclusi gli spazi/Max 5000 characters, included spaces)

Il presente progetto di ricerca, mira al recupero efficiente e sostenibile di coloranti naturali, pregiati e costosi, da prodotti ortofrutticoli invenduti (food waste) non destinati dalla GDO alla donazione in beneficenza. Il sistema di estrazione sarà incentrato sull'utilizzo di un mix enzimatico in grado di recuperare in modo selettivo i coloranti. Il food waste rappresenta un importante problema dal punto di vista economico e ambientale. Globalmente circa 931 milioni di tonnellate di cibo viene scartato ogni anno. L'unione Europea definisce i "food waste" tutti quegli alimenti scartati dalla filiera alimentare, ma che sono comunque perfettamente edibili e che generano esternalità negative dal punto di vista ambientale ed economico (European Parliament Resolution, 2012). In questo contesto, una filiera ispirata ai principi dell'economia circolare, potrebbe benissimo fornire una soluzione a questo problema. Nell'ottica dell'economia circolare, i food waste possono essere un'ottima fonte per il recupero di molecole ad alto valore aggiunto, come ad esempio i coloranti. I coloranti sintetici sono stati utilizzati per molto tempo nell'industria alimentare, ma non senza polemiche e disaccordi sui rischi ambientali e sui potenziali effetti collaterali per la salute. Per questo motivo, di recente, il mercato dell'industria dei coloranti alimentari si sta spostando sempre di più verso l'utilizzo di



pigmenti naturali. Il metodo convenzionale di estrazione dei coloranti da scarti vegetali è la Solvent Extraction. È una tecnica semplice ed economica, ma ha un grosso impatto ambientale in quanto richiede una grande quantità di solvente e lunghi tempi di estrazione. Per superare queste limitazioni sono stati sviluppati dei metodi green, l'Enzyme Assisted Extraction (EAE). L'EAE si basa sulla rottura della parete cellulare per mezzo di un'idrolisi enzimatica. Gli enzimi vengono infatti utilizzati per idrolizzare in modo selettivo i principali polisaccaridi della parete cellulare come cellulosa, emicellulosa e pectina, portando ad una lisi parietale e alla conseguente fuoriuscita di molecole ad alto valore aggiunto (come i coloranti). Il presente progetto è incentrato sull'estrazione della clorofilla, ovvero un pigmento verde fotosintetico, che si trova in alghe, piante e cianobatteri appartenente alla classe dei tetrapirroli. Le clorofille estratte da vari scarti vegetali sono comunemente usate come antiossidanti, ma la loro applicazione come coloranti alimentari è ancora limitata. La clorofilla è un composto molto instabile e la sua stabilità è fortemente influenzata da pH, temperatura e luce. Infatti, la clorofilla durante la lavorazione e la conservazione degli alimenti può andare incontro ad una serie di reazioni che portano alla sua degradazione. Per questo motivo, sono state sviluppate diverse strategie per prevenire tale fenomeno, come l'utilizzo dello zinco. Per il presente progetto di Dottorato, sono stati valutati diversi vegetali che rimangono comunemente invenduti nei supermercati, e incrociando la quantità di clorofilla ed i volumi di invenduto, il vegetale più idoneo è risultato essere lo spinacio. Da una prima caratterizzazione della matrice è stato possibile determinare la composizione della parete cellulare dello spinacio, che è risultata essere composta da circa il 19% di pectina, 40% di cellulosa e 41% di emicellulosa. Di conseguenza è stato anche possibile individuare il mix enzimatico più idoneo per l'estrazione della clorofilla ovvero pectinasi, cellulasi e xilanasi seguendo le proporzioni individuate nella parete cellulare. Individuati gli enzimi più idonei, sono stati testati diversi dosaggi e condizioni di estrazione (temperatura, tempo, dose di enzima, dose di zinco e rapporto tampone/substrato) per massimizzare la resa di estrazione e la qualità del verde estratto. Inoltre, sono stati effettuati degli studi cinetici per valutare la possibilità di ridurre la dose del mix enzimatico. Dopodiché verrà valutata la stabilità del colorante estratto, il suo possibile incapsulamento e saranno condotte prove di applicazione in matrice alimentare.

European Parliament resolution. (2012) On how to avoid food wastage: Strategies for a more efficient food chain in the EU (2011/2175(INI))

Pubblicazioni scientifiche/Scientific publications
(Indicare tutte le informazioni bibliografiche dei lavori pubblicati e sottomessi/Indicate all references of published and submitted papers)

Benucci, I., Lombardelli, C., Muganu, M., **Mazzocchi, C.**, & Esti, M. (2022). A Minimally Invasive Approach for Preventing White Wine Protein Haze by Early Enzymatic Treatment. *Foods*, 11(15), 2246.

Benucci, I., Lombardelli, C., **Mazzocchi, C.**, & Esti, M. (2022). Natural colorants from vegetable food waste: Recovery, regulatory aspects, and stability—A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*.



	<p>Mazzocchi, C., Benucci, I., Lombardelli, C., & Esti, M. (2023). Enzyme-Assisted Extraction for the Recovery of Food-Grade Chlorophyll-Based Green Colorant. <i>Foods</i>, 12(18), 3440.</p> <p>Lombardelli, C., Benucci, I., Mazzocchi, C., & Esti, M. (2022). Green Enzymatic Recovery of Functional Bioactive Compounds from Unsold Vegetables: Storability and Potential Health Benefits. <i>Applied Sciences</i>, 12(23), 12249.</p> <p>Benucci, I., Mazzocchi, C., Lombardelli, C., Del Franco, F., Cerreti, M., & Esti, M. (2022). Inclusion of curcumin in b-cyclodextrin: a promising prospective as food ingredient. <i>Food Additives & Contaminants: Part A</i>, 39(12), 1942-1952.</p>		
Comunicazioni a congressi/Conferences communications (Specificare se comunicazioni poster o comunicazioni orali/Specify if poster or oral communications)			
Brevetti/Patents (Specificare/Specify)			
Altre tipologie di pubblicazioni/Other publications (Specificare/Specify)			
Attività formative/Training activities (Elencare tutte le principali attività svolte e, per ciascuna di esse, indicare i dati richiesti/List the main activities and for each specify of them the data)			
Frequenza di corsi/Participation in courses	Titolo/Title	Località/Location	Data/Date
Partecipazione a seminari/ Participation in seminars	“Serbian entomofauna: What we find and what we eat?” Relatore: Dr. Milos Petrovic	UNITUS	27/02/2023
	EUROPEAN GREEN DEAL AND FARM TO FORK STRATEGY. WHAT SHORT-TERM IMPACTS FOR ITALIAN FARMS, AND WHAT STRATEGIES IN THE MEDIUM-LONG TERM?	UNITUS	14/04/2023



	Relatori: Prof. Raffaele CORTIGNANI/Dott. Davide DELL'UNTO		
	THE ROLE OF ENDOGENOUS ENZYMES IN THE EVOLUTION OF SENSORIAL CHARACTERISTICS OF PLANT-BASED FOODS Relatore: Prof.ssa Katia LIBURDI	UNITUS	17/04/2023
	MODELLING PEST AND DISEASES: AN OVERVIEW FROM THEORETICAL TO PRACTICAL ASPECTS Relatore: Dott. Luca ROSSINI	UNITUS	19/04/2023
	"Point-of-care tools for plant pathogens detection" Relatore: Dott.ssa Sara FRANCESCONI	UNITUS	21/04/2023
	"PROTOPLAST TECHNOLOGY FOR DNA-FREE GENOME EDITING" Relatore: Dott. Cristian SILVESTRI	UNITUS	27/04/2023
	"ENHANCING THE NUTRITIONAL QUALITY OF MAJOR FOOD CROPS THROUGH CLASSICAL AND NEW BREEDING TECHNIQUES" Relatore: Dott.ssa Samuela PALOMBIERI	UNITUS	28/04/2023
	MICROBIOME-BASED APPROACHES FOR A	UNITUS	08/05/2023



	<p>SUSTAINABLE AGRICULTURE</p> <p>Relatore: Dott.ssa Annamaria BEVIVINO</p>		
	<p>PLANT CELL CULTURES: BACK TO THE FUTURE</p> <p>Relatore: Dott.ssa Silvia MASSA</p>	UNITUS	10/05/2023
	<p>THE TWO-FACED PLANT VIRUSES: FROM PLANT PATHOGEN TO SMART NANOPARTICLES</p> <p>Relatore: Dott.ssa Chiara LICO</p>	UNITUS	15/05/2023
	<p>HIGH PERFORMANCE MOLECULAR DYNAMICS SIMULATIONS TO ASSESS THE IMPACT OF THE ENVIRONMENT ON HUMAN HEALTH AND FOR THE DESIGNING OF NEW THERAPEUTIC APPROACHES</p> <p>Relatore: Dott.ssa Caterina ARCANGELI</p>	UNITUS	17/05/2023
	<p>PLANT-BASED PRODUCTION OF VETERINARY VACCINES AND DIAGNOSTICS</p> <p>Relatore: Dott.ssa Selene BASCHIERI</p>	UNITUS	22/05/2023



	<p>PRECLINICAL RESEARCH MODELS AND THEIR APPLICATIONS IN DRUG DISCOVERY</p> <p>Relatore: Dott.ssa Francesca PALONE</p>	UNITUS	24/05/2023
	<p>Donne nella scienza: una parità incompiuta</p>	Webinar	28/09/2023
Partecipazione a convegni, workshop, scuole/Participation in workshop, schools			
<p>Stage in Italia e/o all'estero/Internship in Italy and/or abroad (Indicare la località e descrivere brevemente il tipo di attività svolta/Indicate the location and describe briefly the activity carried out)</p>	<p>"Incapsulamento di clorofilla estratta di vegetali invenduti"</p>	Aarhus University - Danimarca	15/08/2023 – 15/12/2023
<p>Altre attività formative/Further educational activities (Indicare la località e descrivere brevemente il tipo di attività svolta/Indicate the location and describe briefly the activity carried out)</p>	<p>Europrogettazione Dott. Massimo Romanelli</p>	UNITUS	13-24-31/03/2023 21/04/2023
	<p>Approccio metabolomico per la caratterizzazione e la valorizzazione dei prodotti agroalimentari Prof.ssa Federica Gevi</p>	UNITUS	13-14-19-21/06/2023
	<p>Caratterizzazione della sequenza amminoacidica con tecniche di spettrometria di massa Prof.ssa Annamaria Timperio</p>	UNITUS	14-15-21-22/06/2023
	<p>Tecniche molecolari innovative per lo studio del microbioma del latte e del</p>	UNITUS	13-15-20-22/06/2023



	formaggio Prof.ssa Francesca Luziatelli		
	Tecniche di ingegneria genetica e proteica abbinate alle produzioni animali e vegetali Prof.ssa Laura Bertini	UNITUS	14-16-23/06/2023
	Statistica avanzata con R Prof. Bruno Bellisario	UNITUS	12-13-14-15/09/2023
Attività di didattica integrativa/Teaching activity (Elencare tutte le attività svolte e, per ognuna, indicare i dati richiesti/List all activities and specify for each of them the data)			
Attività di tutoraggio e didattico- integrative/Tutorship activities	Titolo/Title	Località/Location	Data/Date
Seminari in corsi di laurea/Seminars in master degrees (Indicare il titolo, la località, la data/Specify the title, the location and the date)			
Data/Date 22/10/2023			
Firma Dottorando/Signature PhD student			
Firma Tutor/Signature Supervisor			