

Oggetto della borsa di ricerca

Valorizzazione di scarti del pomodoro da industria e del melograno e di foglie di olivo da frantoio

La presente borsa di ricerca è finalizzata allo svolgimento di attività scientifiche e tecniche per la valorizzazione di specifici sottoprodotti delle filiere agroindustriali: scarti derivanti dalla trasformazione del pomodoro, residui della lavorazione del melograno e foglie di olivo provenienti dai frantoi. L'attività si inserisce nel quadro delle iniziative di ricerca dedicate alla bioeconomia circolare e allo sviluppo di soluzioni tecnologiche sostenibili per la gestione, la stabilizzazione e la trasformazione di biomasse residuali in ingredienti, estratti e frazioni a potenziale valore funzionale, nutrizionale o tecnologico.

Le matrici oggetto di studio comprenderanno, in funzione della disponibilità e delle caratteristiche dei processi produttivi, bucce, semi e residui fibrosi del pomodoro da industria, bucce, membrane e semi di melograno, nonché foglie di olivo separate durante le operazioni di pulizia delle olive in frantoio. Per ciascuna matrice saranno considerate la variabilità compositiva, la stagionalità, le condizioni di raccolta e conservazione e le criticità connesse all'elevata deperibilità, al contenuto di umidità e alla presenza di componenti strutturali che possono influenzarne la lavorabilità.

Le attività di ricerca riguarderanno la definizione e l'ottimizzazione di operazioni di prima lavorazione e stabilizzazione, quali selezione, lavaggio, separazione delle frazioni, riduzione dimensionale, disidratazione e conservazione. Saranno valutate configurazioni di processo idonee a limitare il deterioramento delle matrici, preservare i composti di interesse e rendere i sottoprodotti compatibili con le successive fasi di estrazione, frazionamento e caratterizzazione.

Particolare attenzione sarà dedicata al recupero selettivo delle principali classi di composti bioattivi presenti nei tre flussi residuali. Per gli scarti di pomodoro saranno considerate soprattutto le frazioni ricche in carotenoidi, composti fenolici, fibre e componenti dei semi; per il melograno saranno approfonditi il recupero di polifenoli ed ellagitannini dalle bucce e la valorizzazione delle frazioni fibrose e dei semi; per le foglie di olivo saranno studiati i composti fenolici caratteristici, con particolare riferimento ai derivati secoiridoidi quali l'oleuropeina.

Saranno sviluppati e confrontati processi di estrazione ispirati ai principi della chimica verde, privilegiando l'impiego di acqua, miscele idroalcoliche e altri solventi compatibili con le destinazioni d'uso previste. Potranno essere valutate tecnologie convenzionali e intensificate, incluse quelle basate su fenomeni fisici quali cavitazione, ultrasuoni e trattamenti termici controllati. Lo studio comprenderà l'analisi dell'effetto dei principali parametri operativi sulla resa, sulla selettività, sulla qualità degli estratti e sui consumi di processo.

Il borsista contribuirà alla caratterizzazione delle materie prime, delle frazioni intermedie e dei prodotti ottenuti mediante analisi chimico-fisiche, compositive e funzionali. Le attività potranno comprendere la determinazione dell'umidità, del colore, della granulometria, della capacità antiossidante e del contenuto delle principali classi di composti di interesse, nonché la valutazione della stabilità durante la conservazione. I risultati analitici saranno utilizzati per correlare le caratteristiche delle matrici e le condizioni operative con le prestazioni dei processi.

Un ulteriore ambito di attività riguarderà la progettazione e l'ottimizzazione di linee prototipali modulari dedicate ai tre sottoprodotti. Gli impianti potranno integrare apparecchiature disponibili sul mercato e componenti sviluppati o adattati ad hoc per le fasi di alimentazione, separazione, stabilizzazione, estrazione, filtrazione, concentrazione e recupero delle frazioni. La configurazione delle linee sarà definita tenendo conto dei quantitativi disponibili, della discontinuità stagionale dei flussi, delle infrastrutture presenti presso i siti produttivi e della possibilità di condividere moduli comuni tra le diverse matrici.

Le attività si svolgeranno in collaborazione con i partner scientifici e industriali coinvolti e comprenderanno la raccolta di dati tecnici presso industrie conserviere, operatori della filiera del

melograno e frantoi oleari. Saranno analizzati i diagrammi di processo esistenti, i punti di generazione dei sottoprodotti e le modalità di movimentazione e stoccaggio, al fine di individuare soluzioni realistiche, integrabili nei contesti produttivi e trasferibili a differenti scale operative.

Il borsista fornirà supporto alle fasi di sviluppo, installazione, avviamento e sperimentazione delle linee pilota. Saranno valutati produttività, bilanci di materia, rese di recupero, fabbisogni energetici e idrici, riproducibilità dei trattamenti ed eventuali colli di bottiglia. Le prove consentiranno di definire le condizioni operative più idonee per ciascuna matrice e di verificare la flessibilità delle configurazioni comuni o multiprodotto.

Nel corso della borsa sarà inoltre svolta un'attività di coordinamento tecnico-scientifico finalizzata ad armonizzare protocolli di campionamento, procedure sperimentali e criteri di valutazione. La partecipazione a riunioni tecniche e visite presso i siti produttivi permetterà di monitorare l'avanzamento delle attività, condividere i risultati e individuare eventuali azioni correttive per migliorare l'efficienza, la robustezza e l'integrazione dei processi.

Tra i principali risultati attesi rientrano la definizione di protocolli di stabilizzazione e valorizzazione specifici per scarti di pomodoro, residui di melograno e foglie di olivo; l'individuazione delle condizioni ottimali per il recupero dei composti di interesse; la caratterizzazione degli estratti e delle frazioni solide ottenute; e lo sviluppo di configurazioni impiantistiche modulari, scalabili e replicabili. Saranno inoltre identificate le possibili destinazioni d'uso delle frazioni valorizzate e le principali criticità tecniche da affrontare nel successivo trasferimento su scala produttiva.

Al termine delle attività, i risultati saranno raccolti in una relazione tecnico-scientifica finale contenente la descrizione delle matrici, dei protocolli sperimentali, delle configurazioni impiantistiche esaminate e delle prestazioni conseguite. La documentazione includerà diagrammi di processo, parametri operativi, bilanci di materia, criteri di selezione delle tecnologie e indicazioni per l'implementazione delle linee prototipali. Attraverso tali attività, la borsa contribuirà allo sviluppo di competenze avanzate nella valorizzazione dei sottoprodotti vegetali e nella progettazione di processi sostenibili per le filiere del pomodoro, del melograno e dell'olio di oliva.

Research Grant Topic

Valorization of Industrial Tomato and Pomegranate By-Products and Olive Leaves from Olive Mills

This research grant is aimed at supporting scientific and technical activities for the valorization of selected by-products from agri-food supply chains: residues generated by industrial tomato processing, pomegranate processing residues, and olive leaves originating from olive mills. The activities are framed within research initiatives dedicated to the circular bioeconomy and to the development of sustainable technological solutions for managing, stabilizing, and transforming residual biomass into ingredients, extracts, and fractions with potential functional, nutritional, or technological value.

The matrices under investigation will include, depending on availability and processing conditions, tomato skins, seeds, and fibrous residues, pomegranate peels, membranes, and seeds, as well as olive leaves removed during olive cleaning operations at the mill. For each matrix, consideration will be given to compositional variability, seasonality, collection and storage conditions, and the challenges associated with high perishability, moisture content, and structural components that may affect processability.

The research activities will address the definition and optimization of primary processing and stabilization operations, including sorting, washing, fraction separation, size reduction, dehydration, and storage. Process configurations will be assessed with the aim of limiting matrix deterioration, preserving target compounds, and making the by-products suitable for subsequent extraction, fractionation, and characterization steps.

Particular attention will be devoted to the selective recovery of the main classes of bioactive compounds occurring in the three residual streams. For tomato by-products, the study will focus primarily on fractions rich in carotenoids, phenolic compounds, fiber, and seed components. For pomegranate, the recovery of polyphenols and ellagitannins from peels and the valorization of fibrous and seed fractions will be investigated. For olive leaves, characteristic phenolic compounds will be studied, with particular reference to secoiridoid derivatives such as oleuropein.

Extraction processes inspired by green chemistry principles will be developed and compared, prioritizing water, hydroalcoholic mixtures, and other solvents compatible with the intended applications. Conventional and intensified technologies may be evaluated, including processes based on physical phenomena such as cavitation, ultrasound, and controlled thermal treatments. The study will assess the effects of the main operating parameters on yield, selectivity, extract quality, and process consumption.

The research fellow will contribute to the characterization of raw materials, intermediate fractions, and obtained products through physicochemical, compositional, and functional analyses. Activities may include determination of moisture, color, particle size, antioxidant capacity, and the content of the main classes of target compounds, together with evaluation of storage stability. Analytical results will be used to correlate matrix characteristics and operating conditions with process performance.

A further area of activity will concern the design and optimization of modular prototype lines dedicated to the three by-products. The plants may integrate commercially available equipment and components developed or adapted specifically for feeding, separation, stabilization, extraction, filtration, concentration, and fraction recovery. Line configurations will be defined by considering available quantities, the seasonal discontinuity of the streams, existing infrastructure at production sites, and the possibility of sharing common modules among the different matrices.

The activities will be carried out in collaboration with the scientific and industrial partners involved and will include the collection of technical data from tomato processing companies, pomegranate supply-chain operators, and olive mills. Existing process diagrams, by-product generation points, and handling and storage methods will be analyzed in order to identify realistic solutions that can be integrated into production environments and transferred across different operating scales.

The research fellow will support the development, installation, start-up, and experimental operation of the pilot lines. Productivity, mass balances, recovery yields, energy and water requirements, treatment reproducibility, and potential bottlenecks will be evaluated. The trials will make it possible to define the most suitable operating conditions for each matrix and to verify the flexibility of shared or multi-product configurations.

Technical and scientific coordination activities will also be carried out to harmonize sampling protocols, experimental procedures, and evaluation criteria. Participation in technical meetings and visits to production sites will support progress monitoring, sharing of results, and identification of corrective actions to improve process efficiency, robustness, and integration.

The main expected outcomes include the definition of specific stabilization and valorization protocols for tomato by-products, pomegranate residues, and olive leaves; the identification of optimal conditions for recovering target compounds; the characterization of the obtained extracts and solid fractions; and the development of modular, scalable, and replicable plant configurations. Potential applications for the valorized fractions and the main technical challenges associated with subsequent transfer to production scale will also be identified.

At the end of the activities, the results will be collected in a final technical and scientific report describing the matrices, experimental protocols, plant configurations investigated, and achieved performance. The documentation will include process diagrams, operating parameters, mass balances, technology selection criteria, and guidance for implementing the prototype lines. Through these activities, the research grant will contribute to the development of advanced expertise in plant by-product valorization and in the design of sustainable processes for the tomato, pomegranate, and olive oil supply chains.