



Finanziatore	Regione Lombardia
Bando	Bando 2018 per Progetti di ricerca in campo agricolo e forestale – d.d.s. n. 4403 del 28/03/2018 – Scorrimento della graduatoria, d.d.s. 2955/2020
Titolo	Economia circolare e sostenibilità della filiera della pera IGP del Mantovano
Acronimo	ESPERA
Numero identificativo	17

D4.4 RAPPORTO FINALE SULLA TRASFORMAZIONE E ESTRAZIONE

Work Package	WP 4 – Trasformazione dei frutti per recupero dello scarto
Responsabile	UNIMI ESP
Partecipanti	UNIMI ESP, CREA-IT.MI
Classificazione	CO (Confidenziale)
Data	03/11/2023
Versione	1.1

Versioni

Versione	Data	Commenti	Autori
1.0	02/11/2023	Prima versione	L.Piazza (UNIMI-ESP)
1.1	03/11/2023	Revisione	A.Torricelli (POLIMI-DFIS)

Dichiarazione di originalità:

Questo rapporto contiene materiale originale non pubblicato precedentemente, eccetto dove diversamente indicato mediante citazioni e riferimenti bibliografici.

Le attività che hanno condotto a questi risultati hanno ricevuto finanziamento da Regione Lombardia nell'ambito del bando Bando 2018 per Progetti di ricerca in campo agricolo e forestale – d.d.s. n. 4403 del 28/03/2018.

The information in this document is provided "as is", and no guarantee or warranty is given that the information is fit for any particular purpose. The above referenced consortium members shall have no liability for damages of any kind including without limitation direct, special, indirect, or consequential damages that may result from the use of these materials subject to any liability which is mandatory due to applicable law.

Indice

1.	RIEPILOGO GENERALE.....	4
2.	INTRODUZIONE	5
3.	ESTRAZIONE DI COMPOSTI DA SCARTI DI LAVORAZIONE E MISURA DELL'ATTIVITÀ ANTIOSSIDANTE DEI COMPOSTI ESTRATTI	6
4.	PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PRODOTTO	7
5.	CONCLUSIONE E SVILUPPI FUTURI	9

1. Riepilogo generale

In questo rapporto vengono presentati i risultati relativi alle attività di estrazione di composti da scarti di lavorazione, misura dell'attività antiossidante dei composti estratti, e progettazione e realizzazione di un nuovo prodotto.

2. Introduzione

Nell'ambito del progetto ESPERA per il miglioramento della gestione della filiera produttiva della pera mantovana IGP (che comprende numerose varietà, tra cui Abate Fetel), applicando i principi cardine dell'economia circolare e sostenibilità, i frutti affetti da malattie o difetti sono stati recuperati per produrre rondelle essiccate di pere della cultivar Abate Fetel, un nuovo prodotto ad alto valore nutrizionale che estende la vita rimanente. Questo processo ha portato alla produzione di sottoprodotti secondari e residui, che sono costituiti principalmente dalla parte più alta e dalla parte più bassa dei frutti, comprendenti semi, polpe, bucce e piccioli. In questo rapporto vengono presentati i risultati relativi alle attività di estrazione di composti da scarti di lavorazione, misura dell'attività antiossidante dei composti estratti, e progettazione e realizzazione di un nuovo prodotto.

3. Estrazione di composti da scarti di lavorazione e misura dell'attività antiossidante dei composti estratti

Il residuo (comprendente semi, polpe, bucce, piccioli) del processo di produzione di rondelle essiccate, fornito dal CREA-IT, è stato utilizzato dal partner UNIMI-ESP con la collaborazione di UNIMI-DISFARM per l'estrazione di antiossidanti e per la valutazione dell'attività antiossidante a livello cellulare.

In particolare questo studio si è concentrato sulla valorizzazione del sottoprodotto delle pere Abate Fetel attraverso la produzione di estratti di pera utilizzando metodi di estrazione tradizionali e "verdi" che prevedono l'uso di estrazione fluida con CO₂ supercritica. Gli estratti prodotti, insieme ad un estratto derivato da solvente di riferimento, sono stati analizzati mediante HPLC-ESI-MS e parallelamente è stata valutata la loro attività antiossidante diretta e cellulare. Le prove hanno indicato che tutti gli estratti testati hanno ridotto rispettivamente le specie reattive dell'ossigeno (ROS) indotte da H₂O₂, la perossidazione lipidica e i livelli di ossido nitrico (NO) nelle cellule Caco-2 intestinali umane. Pertanto, questo studio ha suggerito che gli estratti ottenuti dal sottoprodotto della pera mantovana IGP possono essere utilizzati come preziosa fonte di fitocomplesso bioattivo riciclato per lo sviluppo di integratori alimentari e/o alimenti funzionali.

I dettagli delle procedure di estrazione e di misura dell'attività antiossidante sono riportati nella pubblicazione scientifica:

Bollati, C.; Marzorati, S.; Cecchi, L.; Bartolomei, M.; Li, J.; Bellumori, M.; d'Adduzio, L.; Verotta, L.; Piazza, L.; Arnoldi, A.; et al. Valorization of the Antioxidant Effect of Mantua PGI Pear By-Product Extracts: Preparation, Analysis and Biological Investigation. *Antioxidants* 2023, 12, 144. <https://doi.org/10.3390/antiox12010144>

4. Progettazione e realizzazione di un nuovo prodotto

Nella fase di identificazione dell'idea di prodotto innovativo a partire dagli scarti di pera non destinate al consumo fresco, sono state intervistate diverse aziende alimentari di trasformazione: Conserve Italia, Agrimola, Salgar, Suncan, Fructus, Zipperle, Italcanditi, Zuplun, Fondazione Edmund Mach, Audere, Prodotti dal contadino e Frutto permesso. L'intervista ha riguardato una analisi tecnologica del processo di trasformazione. Gli attuali impieghi sono per purea e polpe, cubetti, succhi e nettati, confetture, distillati. È stato così possibile identificare un'area merceologica utile per un prodotto innovativo e sono state acquisite informazioni tecnologiche per il processo di produzione di un prototipo su scala di laboratorio. Il prodotto selezionato è rivolto a diete speciali. In particolare, sono stati disegnati e realizzati *soft-solid foods*, alimenti molli, destinati al consumo da parte di persone con difficoltà di deglutizione.

Considerata l'attuale tendenza all'invecchiamento della popolazione, la disfagia è un problema sanitario crescente, che si ritiene colpisca almeno il 15% degli anziani. È riconosciuto che la disfagia orofaringea aumenti significativamente l'utilizzo e i costi dell'assistenza sanitaria, evidenziando la necessità di riconoscere la disfagia orofaringea come un importante contributo alla pressione sui sistemi sanitari.

A riguardo dell'attività di ingegneria di prodotto, sono state progettate preparazioni alimentari tipo "*soft -solids*" (materia molle, in termini di scienza dei materiali) per persone con difficoltà di deglutizione, formulate con finalità di upcycling del residuo (comprendente semi, polpe, bucce) del processo di produzione di rondelle essiccate da pere affette da fisiopatia. In specifico sono state utilizzate pere Abate Fetel fornite dal CREA-IT. In termini di formulazione, alla purea "integrale" di pera (inclusiva di semi, polpe, bucce), sono state aggiunte proteine (siero di latte, spirulina e piselli) per arricchire la purea nell'ottica di un migliore apporto nutrizionale.

Le puree di pere arricchite con proteine sono state ulteriormente modificate gestendo sia la fase dispersa della dispersione (mediante l'addensante carbossimetilcellulosa) che la fase continua della dispersione (mediante della miscela enzimatica commerciale di pectinasi, cellulasi, emicellulasi e di beta-glucanasi, agente sul materiale fibroso). Questo ha permesso di variare la consistenza percepita, a partire da una consistenza leggermente densa fino a una consistenza estremamente spessa, secondo la classificazione internazionale per la standardizzazione della dieta della disfagia IDDSI (International Dysphagia Diet Standardization Initiative).

Le puree di pere deboli, simili a gel, sono state caratterizzate a diversi livelli della scala di strutturazione gerarchica: sono stati misurati il comportamento al flusso, il comportamento tixotropico, viscoelasticità, ed aspetti tribologici. In particolare le proprietà mucoadesive delle puree di pera sono state misurate nelle condizioni flusso che simulano ciò che accade nel tratto orale ed esofageo, punti critici per pazienti con disfagia.

È stata inoltre considerata la funzionalità nutrizionale (contenuto di proteine e polifenoli, attività antiossidante). Il ruolo funzionale dell'addensante utilizzato è di fondamentale importanza per le proprietà fisiche delle puree. Unitamente all'aumento della viscosità delle puree, l'addensante ha provocato un notevole aumento del recupero della tixotropia, un indebolimento della dispersione gelificante ed un drastico aumento della mucoadesività. L'attività dell'enzima ricco di pectiniasi influenza sia la consistenza che la funzionalità nutrizionale delle puree.

I risultati complessivi sono preliminari alla produzione industriale di puree di pere dalla consistenza specifica.

Si tratta di un prodotto innovativo che si distingue da prodotti formulati destinati all'alimentazione dei disfasici presenti in commercio (top brand: Nestlé Health Care e Nutricia-Danone) sia per gli ingredienti utilizzati che valorizzano pere non commercializzabili, sia per aspetti di palatabilità e deglutizione.

Il mercato identificato può assorbire bene il prodotto che attualmente è a un buon livello tecnologico di sviluppo, ma che richiede ulteriori perfezionamenti.

5. Conclusione e sviluppi futuri

I risultati della ricerca sono oggetto di un elaborato di tirocinio per la laurea triennale in Scienze e Tecnologie Alimentari, tre pubblicazioni scientifiche su rivista e due presentazione a conferenze scientifiche:

- *Ussani, E. Filiera sostenibile della pera: aspetti tecnologici della gestione degli scarti. Elaborato di tirocinio di: corso di laurea triennale in scienze e tecnologie alimentari, relatore L. Piazza, AA.2020-21*
- *Giroto F., Piazza L. The 3Rs applied to fruits and vegetables surpluses: virtuous examples from Italy. Food Materials Research (2023), 3:25, Maximum Academic Press. doi: 10.48130/FMR-2023-2025*
- *L. Piazza, M. Esposito, E. Masseroni. Upcycling Pears with Physiopathy into Soft Solid Foods Intended for People with Swallowing Difficulties: Formulation, Rheology and Tribology Studies. Chemical Engineering Transactions. 102 (2023). Guest Editors: L. Piazza, M. Moresi, F. Donsì 181-186. doi:10.3303/CET23102031.*
- *Bollati, C.; Marzorati, S.; Cecchi, L.; Bartolomei, M.; Li, J.; Bellumori, M.; d'Adduzio, L.; Verotta, L.; Piazza, L.; Arnoldi, A.; et al. Valorization of the Antioxidant Effect of Mantua PGI Pear By-Product Extracts: Preparation, Analysis and Biological Investigation. Antioxidants 2023, 12, 144. <https://doi.org/10.3390/antiox12010144>*
- *4th International Conference on Engineering Future Food (EFF 2023), Firenze 20-22 Settembre 2023. L. Piazza, M. Esposito, E. Masseroni. Upcycling Pears with Physiopathy into Soft Solid Foods Intended for People with Swallowing Difficulties: Formulation, Rheology and Tribology Studies;*
- *9th International Conference on Food Chemistry and Technology, Parigi 27-29 Novembre 2023. L. Piazza: Rheological and tribological implications in the design of soft solid foods for a safe swallowing.*