



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

DIPARTIMENTO
DI SCIENZE E TECNOLOGIE
AGRO-ALIMENTARI

SISTAL BOLOGNA 2025 

SOCIETÀ ITALIANA DI SCIENZE E TECNOLOGIE ALIMENTARI

Atti di convegno

9 – 10 GIUGNO 2025

**CONVEGNO NAZIONALE DI SCIENZE E TECNOLOGIE ALIMENTARI -
Gli alimenti del futuro**

Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari

Alma Mater Studiorum – Università di Bologna



Atti del CONVEGNO NAZIONALE DI SCIENZE E
TECNOLOGIE ALIMENTARI - Gli alimenti del futuro

9 – 10 giugno 2025

*Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari
Alma Mater Studiorum – Università di Bologna*

*A cura di Tullia Gallina Toschi, Sara Spinelli, Rosalba Roccatello,
Matilde Tura, Enrico Valli*

*Editore: Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari -
Università di Bologna*

DOI: <https://doi.org/10.6092/unibo/amsacta/8461>

ISBN: 9788854972155

Gli sponsor platinum del convegno



CONVEGNO NAZIONALE DI SCIENZE E TECNOLOGIE ALIMENTARI
Gli alimenti del futuro

Comitato Scientifico

Elena Arena - Università di Catania

Maria Fiorenza Caboni - Alma Mater Studiorum – Università di Bologna

Francesco Caponio - Università degli Studi di Bari Aldo Moro

Silvana Cavella - Università degli Studi di Napoli Federico II

Emma Chiavaro - Università di Parma

Nicola Condelli - Università degli Studi della Basilicata

Concetta Conduro - Università degli Studi di Messina

Marco Dalla Rosa - Alma Mater Studiorum – Università di Bologna

Alessandra Del Caro - Università degli Studi di Sassari

Marcello Fidaleo - Università degli Studi della Toscana

Tullia Gallina Toschi - Alma Mater Studiorum – Università di Bologna

Nadia Innocente - Università degli Studi di Udine

Fabio Licciardello - Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia

Sara Limbo - Università degli Studi di Milano – La Statale

Monica Rosa Loizzo - Università della Calabria

Dino Mastrocola - Università degli Studi di Teramo

Vito Michele Paradiso - Università del Salento

Matteo Mario Scampicchio - Libera Università di Bolzano

Maurizio Servili - Università degli Studi di Perugia

Giorgia Spigno - Università Cattolica del Sacro Cuore – Piacenza

Sara Spinelli - Università degli Studi di Firenze

Paola Tedeschi - Università degli Studi di Ferrara

Gianluca Tripodi - Università Telematica San Raffaele – Roma

Matilde Tura - Alma Mater Studiorum – Università di Bologna

Andrea Versari - Alma Mater Studiorum – Università di Bologna

Emanuele Zannini - Sapienza Università di Roma

Giuseppe Zeppa - Università degli Studi di Torino



CONVEGNO NAZIONALE DI SCIENZE E TECNOLOGIE ALIMENTARI

Gli alimenti del futuro

Comitato Organizzatore

Alessandra Bendini - Alma Mater Studiorum – Università di Bologna
Maria Fiorenza Caboni - Alma Mater Studiorum – Università di Bologna
Enrico Casadei - Alma Mater Studiorum – Università di Bologna
Fabio Chinnici - Alma Mater Studiorum – Università di Bologna
Marco Dalla Rosa - Alma Mater Studiorum – Università di Bologna
Tullia Gallina Toschi - Alma Mater Studiorum – Università di Bologna
Federica Pasini - Alma Mater Studiorum – Università di Bologna
Giuseppina Parpinello - Alma Mater Studiorum – Università di Bologna
Arianna Ricci - Alma Mater Studiorum – Università di Bologna
Pietro Rocculi - Alma Mater Studiorum – Università di Bologna
Maria Teresa Rodriguez Estrada - Alma Mater Studiorum – Università di Bologna
Silvia Tappi - Alma Mater Studiorum – Università di Bologna
Matilde Tura - Alma Mater Studiorum – Università di Bologna
Enrico Valli - Alma Mater Studiorum – Università di Bologna
Giuseppe Zeppa - Università degli Studi di Torino

Segreteria Organizzativa

Valentina Antonioni - Alma Mater Studiorum – Università di Bologna
Silvia Arduini - Alma Mater Studiorum – Università di Bologna
Federico Drudi - Alma Mater Studiorum – Università di Bologna
Giulio Giannini - Alma Mater Studiorum – Università di Bologna
Mario Guida - Alma Mater Studiorum – Università di Bologna
Dario Mercatante - Alma Mater Studiorum – Università di Bologna
Cesare Ravagli - Alma Mater Studiorum – Università di Bologna
Lucrezia Ravegnani - Alma Mater Studiorum – Università di Bologna
Rosalba Roccatello - Alma Mater Studiorum – Università di Bologna
Claudia Troisi - Alma Mater Studiorum – Università di Bologna



CONVEGNO NAZIONALE DI SCIENZE E TECNOLOGIE ALIMENTARI
Gli alimenti del futuro

Relatori/relatrici invitati/e

Keynote 1: *Qualità e genuinità degli alimenti: quali strumenti chimico analitici al servizio del consumatore*, **Prof.ssa Nadia Mulinacci** – Professoressa Ordinaria di Chimica degli alimenti (CHEM-07/B), Dipartimento NEUROFARBA (Dipartimento di Neuroscienze, Psicologia, Area del Farmaco e Salute del Bambino), Università degli Studi di Firenze

Keynote 2: *Nuovi alimenti per l'alleanza necessaria tra tecnologia e diritto*, **Prof. Michele Antonio Fino** - Professore Ordinario di Diritto Romano e Fondamenti del Diritto Europeo (GIUR-15/A), Università degli Studi di Scienze Gastronomiche di Pollenzo

Keynote 3: *Applicazione di processi di stabilizzazione mediante tecnologie ad alte pressioni e ohmiche*, **Dott. Andrea Brutti** – Responsabile Area dei servizi trasversali e multidisciplinari e laboratorio tecnologico impianti pilota e pre industrializzazione STAZIONE SPERIMENTALE PER L'INDUSTRIA DELLE CONSERVE ALIMENTARI - FONDAZIONE DI RICERCA

Keynote 4: *Le novità in tema di etichettatura del vino, fra ingredienti e qr code*, **Avv. Marco Giuri** - Avvocato presso Studio Giuri Avvocati

CONVEGNO NAZIONALE DI SCIENZE E TECNOLOGIE ALIMENTARI

Gli alimenti del futuro

Breve prefazione

Questo volume raccoglie gli atti del Convegno Nazionale della Società Italiana di Scienze e Tecnologie Alimentari, che si è svolto a Bologna il 9 e 10 giugno 2025 ed è stato intitolato "Gli alimenti del futuro".

Il cibo costituisce un elemento cardine della vita quotidiana e del benessere delle persone. La composizione degli alimenti, le tecnologie di processo e le caratteristiche sensoriali esercitano un'influenza diretta sulle preferenze, le abitudini alimentari e, più in generale, sulla qualità della vita. Nel contesto nazionale tali aspetti assumono una rilevanza particolare: da un lato in merito al ruolo della dieta mediterranea, modello di riferimento nutrizionale, culturale e identitario; dall'altro in relazione alla tutela e la promozione delle produzioni di eccellenza, come le Denominazioni di Origine, che contribuiscono in modo significativo al patrimonio agro-alimentare del Paese.

In un'epoca in cui il dibattito pubblico sugli alimenti è spesso segnato dalla diffusione di informazioni frammentarie o prive di fondamento scientifico, si avverte con urgenza la necessità di promuovere una cultura alimentare fondata sulla ricerca, sulla trasparenza e sulla comunicazione corretta dei risultati scientifici. Il convegno "Gli alimenti del futuro" ha inteso rispondere a tale esigenza ed ha offerto un'occasione di confronto e di crescita collettiva, grazie alla partecipazione di oltre 180 ricercatrici e ricercatori che studiano e insegnano le scienze e tecnologie degli alimenti.

La ricchezza dei contenuti scientifici presentati, più di 60 sotto forma di comunicazioni orali e 50 poster, testimonia la vitalità della comunità scientifica italiana in questo settore. Un ulteriore motivo di soddisfazione è rappresentato dal ruolo attivo assunto dalle giovani studiose e dai giovani studiosi, coinvolti non solo nelle attività di ricerca, ma anche nell'organizzazione dell'evento: segno tangibile di un ricambio generazionale che garantisce continuità e rinnovamento.

Il successo del convegno, documentato dai contributi raccolti in queste pagine, sottolinea l'importanza di momenti di presentazione e ampia discussione scientifica e di ricerca. Essi non solo favoriscono il progresso della conoscenza e il dialogo interdisciplinare, ma contribuiscono anche a consolidare il legame tra ricerca, società e sistema produttivo, promuovendo la corretta informazione e rafforzando il ruolo strategico delle scienze e delle tecnologie degli alimenti per le sfide del futuro.

Prof. Dino Mastrocola – Presidente della Società Italiana di Scienze e Tecnologie Alimentari (SISTAI)

Prof.ssa Tullia Gallina Toschi – Presidente del Comitato Organizzatore del convegno "Gli alimenti del futuro"

CONVEGNO NAZIONALE DI SCIENZE E TECNOLOGIE ALIMENTARI
Gli alimenti del futuro



SESSIONE 1

Di qualità, genuini e buoni: il controllo e il desiderio

Le nuove tecniche di analisi strumentale altamente informative, rapide o di screening, i metodi analitici per valutare la qualità e garantire l'autenticità degli alimenti, la verifica delle certificazioni e delle tecnologie dichiarate in etichetta, i metodi sensoriali, gli aspetti di accettabilità e preferenza e le emozioni generate dagli alimenti.

S1_O01: IL RUOLO DELL'ESSENZIALISMO ALIMENTARE NELLA PERCEZIONE DEL CONSUMATORE DI ALIMENTI ULTRA-PROCESSATI

Marta Appiani¹, Camilla Cattaneo¹, Bobby Cheon², Ciarán G. Forde³, Monica Laureati¹

¹ Sensory & Consumer Science Lab (SCS_Lab), Dipartimento di Scienze per gli Alimenti, la Nutrizione e l'Ambiente (DeFENS), Università degli Studi di Milano

² Social & Behavioral Sciences Branch, Division of Population Health Research, Eunice Kennedy Shriver National Institute of Child Health and Human Development, National Institutes of Health, USA

³ Sensory Science and Eating Behavior Group, Division of Nutrition, Wageningen University and Research, Netherlands

Presenting author: Monica Laureati (monica.laureati@unimi.it)

Nonostante il crescente interesse per gli analoghi vegetali, questi alimenti spesso suscitano dubbi nei consumatori, che li percepiscono come ultra-processati e, quindi, meno naturali e salutaris rispetto agli equivalenti di origine animale. Questa percezione rischia di compromettere il successo commerciale degli analoghi, rendendo fondamentale comprendere i meccanismi cognitivi che la alimentano. L'Essenzialismo alimentare (EA) è la tendenza a ritenere che i cibi abbiano una "essenza" intrinseca e immutabile, che ne definisce le proprietà. Si tratta di una credenza che è stata recentemente suggerita come potenziale fattore che modula il giudizio di prodotti analoghi, spingendo alcuni consumatori a considerarli comunque naturali e salutaris, mentre porterebbe altri a rifiutarli perché "artefatti" [1]. Lo studio, tuttora in corso, ha intervistato oltre 200 consumatori italiani (69% F; 18-65 anni) e oltre 200 consumatori olandesi (77% F; 18-61 anni) per indagare le differenze cross-nazionali nella percezione degli analoghi, in quanto il mercato olandese si posiziona tra i principali in Europa per questi prodotti [2]. I consumatori sono stati poi divisi in base al loro livello di EA (alto vs. medio vs. basso) [3]. L'obiettivo è valutare come l'EA, insieme alle conoscenze su aspetti nutrizionali, ambientali e legati alla sostenibilità, influenzino il gradimento, la percezione delle caratteristiche sensoriali, del grado di processamento, la naturalezza e la volontà di consumo di diverse tipologie di analoghi vegetali e corrispettivi alimenti a base di proteine animali (carne, latte, pesce). I risultati preliminari indicano che non sono emerse differenze cross-nazionali nell'EA, che risulta in entrambi i paesi negativamente correlato con le conoscenze su aspetti nutrizionali, ambientali e legati alla sostenibilità, agendo come determinante nella valutazione degli alimenti ultra-processati da parte dei consumatori europei. Comprendere meglio queste dinamiche offrirebbe nuove opportunità per l'innovazione di prodotto e per strategie di comunicazione più efficaci nel favorire una transizione proteica più sostenibile.

Progetto finanziato dall'Unione Europea-NextGenerationEU-Piano Nazionale Resilienza e Resilienza (PNRR)-Missione 4 Componente 2 Investimento 1.3 Ministero dell'Università e della Ricerca (Progetto ON Foods, PE00000003, CUP D93C22000890001).

Riferimenti:

1. Cheon, B. K., Tan, Y. F., and Forde, C. G. Food Quality and Preference, 117 (2024), 105173.
2. The Good Food Institute. Italia: Approfondimenti sul mercato al dettaglio degli alimenti a base vegetale (2020-2022).
3. Cheon, B. K., Tan, Y. F., and Forde, C. G. Food Quality and Preference, 123 (2025), 105328.



S1_O02: UOVO CIRCOLARE: ATTITUDINE DEI CONSUMATORI E PERCEZIONE SENSORIALE DI UOVA DA GALLINE ALIMENTATE CON LARVE DI MOSCA SOLDATO (H.ILLUCENS) A LORO VOLTA ALIMENTATE CON SOTTOPRODOTTI AGROINDUSTRIALI

Nazarena Cella¹, Chiara Nervo¹, Marco Meneguz², Carola Mileto³, Cecilia Padula^{3,4}, Luisa Torri¹

¹ Università di Scienze Gastronomiche di Pollenzo, Bra, CN, Italia

² REPLOID Group AG, Wels, Austria

³ BEF Biosystems s.r.l., Italia

⁴ Politecnico di Torino, Italia

Presenting author: Nazarena Cella (n.cella@unisg.it)

L'utilizzo di insetti come fonte proteica per l'alimentazione animale rappresenta una soluzione innovativa e sostenibile [1,2], capace di ridurre l'utilizzo delle risorse naturali e di valorizzare i sottoprodotti dell'industria agroalimentare in un'ottica di economia circolare [3,4]. Tuttavia, l'accettabilità di tali innovazioni dipende dalla percezione dei consumatori e dall'impatto sulle caratteristiche sensoriali del prodotto. Questo studio ha esplorato l'attitudine dei consumatori e la percezione sensoriale di Uova Circolari, ottenute da galline alimentate con larve di mosca soldato a loro volta alimentate con sottoprodotti agroindustriali. In una prima fase, è stato somministrato un questionario a 456 persone (età media: 40 anni; F=62%) per comprendere l'influenza di variabili sociodemografiche, neofobia alimentare (FN), sensibilità al disgusto (DS) e consapevolezza in termini di sostenibilità sull'attitudine dei consumatori verso Uova Circolari. I risultati hanno mostrato un'attitudine positiva soprattutto tra uomini, persone con alto livello di istruzione, con maggiore sensibilità ambientale e bassi livelli di FN e DS. Successivamente, è stato condotto un test sensoriale (n=143; età media: 30 anni; F=60%), utilizzando il metodo Check-All-That-Apply, al fine di valutare l'impatto dell'alimentazione delle galline (circolare vs convenzionale) su gradimento e profilo sensoriale delle uova. Entrambe le tipologie di uova sono state preparate in due modalità (sode e in camicia). Le Uova Circolari hanno ottenuto punteggi di gradimento significativamente maggiori per aspetto generale, colore di tuorlo e albume, sapore e consistenza del tuorlo. Le differenze sensoriali tra le due tipologie di uova sono risultate più evidenti nella modalità di cottura "sodo". In generale, l'utilizzo di fonti proteiche alternative nell'alimentazione avicola non ha compromesso la percezione sensoriale e l'accettabilità del prodotto finale, evidenziando il potenziale delle Uova Circolari come alimento sostenibile e ben accettato dai consumatori. Per favorirne una più ampia diffusione, sono necessarie strategie comunicative efficaci per superare le barriere legate alla neofobia alimentare, al disgusto e al prezzo.

Riferimenti:

1. H.P.S. Makkar, G. Tran, V. Heuzé and P. Ankers T; Animal Feed Science and Technology, 2014, 197, 1–33.
2. M. Bejaei and K.M. Cheng; Agriculture (Switzerland), 2024, 14(1).
3. M. Laureati, C. Proserpio, C. Jucker and S. Savoldelli; Italian Journal of Food Science, 2016, 28(4), 652–668.
4. A. Singh and K. Kumari; Journal of Environmental Management, 2019, 251, 109569.



S1_O03: IL RUOLO DELLE EMOZIONI NELLA CO-CREAZIONE DI PRODOTTI ALIMENTARI SOSTENIBILI E PERSONALIZZATI

Lapo Pierguidi¹, Sara Spinelli¹, Caterina Dinnella¹, Erminio Monteleone¹

¹ *SensoryLab, Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari, Ambientali e Forestali (DAGRI), Università degli Studi di Firenze*

Presenting author: Lapo Pierguidi (lapo.pierguidi@unifi.it)

La misura delle emozioni, intese come risposte affettive ai prodotti alimentari, sta emergendo come un determinante chiave nello sviluppo di soluzioni innovative, sostenibili e personalizzate. L'efficacia di un alimento, infatti, non si limita alla sua composizione nutrizionale, ma include la capacità di generare esperienze emotive in grado di favorirne l'accettazione, la preferenza e l'integrazione nella dieta. In tale prospettiva, l'adozione di modelli di co-creazione rappresenta una strategia progettuale promettente. Questo approccio prevede il coinvolgimento attivo dei consumatori nelle diverse fasi dello sviluppo del prodotto, trasformandoli da semplici valutatori a partner nel processo innovativo. Tale processo, di natura iterativa, si fonda sull'analisi continua dei feedback, sia qualitativi sia quantitativi, raccolti attraverso strumenti strutturati (focus group, interviste, test sensoriali, valutazioni emozionali), al fine di guidare l'ottimizzazione progressiva dei prototipi di prodotto. In questo contesto, l'utilizzo del framework Jobs-To-Be-Done permette di identificare, oltre agli aspetti funzionali, anche i bisogni emozionali che il prodotto è chiamato a soddisfare, in relazione ai bisogni latenti e agli obiettivi contestuali dell'utente finale.

Tale approccio è stato testato in contesti applicativi eterogenei, evidenziandone la trasferibilità e l'efficacia. Presentiamo tre casi studio: l'ottimizzazione di prodotti per pazienti oncologici con alterazioni del gusto, con l'obiettivo di migliorare la gratificazione sensoriale; la progettazione di alimenti a base vegetale graditi anche a bambini neofobici, capaci di elicitare risposte emotive positive per facilitarne l'accettazione; e lo sviluppo di alternative a ridotto contenuto di carne per consumatori flessitari, volte a ridurre il senso di colpa legato alle scelte alimentari e ad attivare emozioni funzionali al benessere e all'autoefficacia percepita.

In conclusione, l'approccio co-creativo, integrato con un'analisi sistematica delle emozioni elicitate e inquadrato in un processo iterativo, si configura come un paradigma efficace per la progettazione di prodotti alimentari sostenibili e personalizzati, in grado di soddisfare esigenze nutrizionali e bisogni emozionali del consumatore contemporaneo.

S1_O04: APPROCCIO PSICOLOGICO-SENSORIALE AL GRADIMENTO DEI PRODOTTI ALIMENTARI PER ANZIANI: PROGETTO AURA

Fosca Vezzulli², Mariarosaria Savarese¹, Margherita Dall'Asta², Roberta Dordoni², Delia Giancane², Gianluca Giuberti², Guendalina Graffigna^{1,2}, Michelle Calvete Labouz², Federica Volpe², Lorenzo Morelli²

¹ Facoltà di Psicologia - Università Cattolica del Sacro Cuore;

² Facoltà di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali - Università Cattolica del Sacro Cuore

Presenting author: Fosca Vezzulli (fosca.vezzulli@unicatt.it)

Considerando che entro il 2050 un terzo dei cittadini italiani sarà over 65, l'Università Cattolica del Sacro Cuore, insieme a diverse piccole e medie imprese del territorio cremonese, ha sviluppato il progetto AURA: Anziani Una Risorsa da Alimentare. La sinergia tra ricerca accademica e aziendale nei campi nutrizionale, tecnologico, psicologico e sensoriale si pone l'obiettivo di formulare nuovi prodotti bilanciati, sicuri, sostenibili e attrattivi per un pubblico geriatrico attivo e in salute.

Il team multidisciplinare ha operato con un approccio bottom-up. Sono state indagate percezioni e livello edonico di prodotti riformulati per rispondere alla sarcopenia e all'indebolimento del sistema immunitario, coinvolgendo un gruppo di 14 anziani over 75. Il test di gradimento misto è stato condotto in modalità focus group, alternando momenti di discussione plenaria e guidata a raccolte dati quantitativi individuali tramite schede a 5 punti ancorati con pittogrammi.

Il test ha mostrato come gli anziani in salute siano restii nel consumare prodotti che non risultino psicologicamente familiari e di consumo abituale. Si è evinto all'opposto che, riformulando prodotti di consumo abituale per questo target (pane, gelati/cioccolate, tè caldo), i soggetti intervistati hanno mostrato un parere favorevole al loro consumo nonostante percepissero alcune differenze di gusto rispetto allo standard di riferimento.

Dal test in esame è stato possibile trarre importanti informazioni metodologiche e di prodotto. Il target anziano in salute si caratterizza per una forte affezione verso i prodotti alimentari tradizionali, riconoscibili per gusto e consistenza, ma non presenta barriere nel provare prodotti innovativi e a loro dedicati se mantengono un profilo sensoriale noto e "rassicurante". Dal punto di vista metodologico, la combinazione di test edonico individuale e focus group si è dimostrata un valido approccio per il coinvolgimento degli anziani, facilitando il lavoro di integrazione tra riformulazione e accettazione dei prodotti.

S1_O05: PROMOZIONE DI UN'ALIMENTAZIONE SANA E SOSTENIBILE NELLE MENSE SCOLASTICHE: VALIDAZIONE E SELEZIONE DI PIATTI CO-CREATI A BASE DI LEGUMI ATTRAVERSO RESPONSİ EDONICI ED EMOZIONALI

Sofia Trentanove¹, Nicole Cattarin^{1,2}, Caterina Dinnella¹, Sara Spinelli¹, Erminio Monteleone¹

¹ Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari, Ambientali e Forestali, Università di Firenze, Firenze, Italia

² Qualità & Servizi S.p.A., Via del Colle 78, 50041 Calenzano, Firenze, Italia

Presenting author: Sofia Trentanova (sofia.trentanova@unifi.it)

Promuovere l'accettabilità di piatti salutari e sostenibili nelle mense scolastiche risulta fondamentale per migliorare la dieta infantile, spesso ostacolata da variabili individuali come la neofobia alimentare, ovvero la riluttanza a consumare cibi non familiari.

Lo studio, condotto in una scuola primaria con bambini di 8-10 anni, in collaborazione con un'azienda di refezione scolastica, ha utilizzato tecniche di co-creation per progettare piatti innovativi a base di legumi destinati ai menù scolastici. Tale strategia, se opportunamente applicata, può ridurre il rischio di rifiuto di piatti salutari grazie al coinvolgimento degli utilizzatori finali fin dalle prime fasi.

Venticinque alunni e cinque professionisti della ristorazione hanno partecipato a sessioni iterative di focus group per lo sviluppo di nuovi concetti di piatti. Centotrentatré bambini hanno valutato l'interesse a provare e il profilo emozionale dei trenta concetti sviluppati. L'integrazione tra responsi edonici ed emozionali (emoji), in relazione al livello di neofobia, è stata utilizzata per validare e selezionare le proposte. Sette concetti sono stati selezionati per sviluppare prototipi considerando l'accettabilità potenziale e la fattibilità nel contesto mensa. Centoventicinque bambini hanno valutato il gradimento, le emozioni elicitate dai prototipi e hanno compilato il questionario di neofobia alimentare.

Tutti i prototipi sono risultati mediamente potenzialmente accettati, sebbene il gradimento sia significativamente maggiore nei soggetti a bassa neofobia ($p < 0,0001$). I soggetti altamente neofobici hanno utilizzato le emoji in maniera più discriminante, associando ai piatti più graditi emozioni positive ad alto arousal (😍😘, $p = 0,001$; 😊😄, $p = 0,022$) e ai meno graditi emozioni a valenza negativa (😞😓, $p = 0,017$; 😬😡, $p = 0,019$).

La co-creation si è rivelata efficace nel ridurre il rischio di rifiuto dei piatti innovativi. L'integrazione dei dati di gradimento con la caratterizzazione emozionale ha migliorato l'interpretazione delle differenze tra i piatti, facilitando la selezione di quelli ad elevato potenziale di accettabilità indipendentemente dal livello di neofobia dei bambini.

S1_O06: IDENTIFYING THE ACCEPTABILITY LIMIT FOR PREDICTING PRIMARY SHELF-LIFE BY INTEGRATING SENSORY AND ANALYTICAL DATA: THE CASE OF PACKAGED ALMONDS

Marika Valentino¹, Giulia Varutti¹, Marco Lopriore¹, Lara Manzocco¹, Maria Cristina Nicoli¹

¹ Department of Agricultural, Food, Environmental, and Animal Sciences, University of Udine, Via Sondrio 2/A, 33100, Udine, Italy

Presenting author: Marika Valentino (marikavalenitno@uniud.it)

Primary shelf life of packed foods refers to the time after production, packaging and, if needed, maturation or ageing, in which food retains acceptable quality when stored correctly [1]. Typical steps in shelf-life studies are the identification of the most probable degradation event responsible for food quality decay during storage, the relevant analytical descriptor and the acceptability limit. The latter is the descriptor's threshold value, which discriminates acceptable foods from those no longer acceptable. The identification of the correct acceptability limit is not only important to avoid economic losses but also for environmental reasons. Indeed, incorrect food dating was deemed responsible for up to 10% of food waste annually generated in the EU [2]. From a sensory point of view, food products do not have shelf-lives of their own rather, they will depend on the interaction of the food with consumers. While consumer evaluation of food sensory rejection has been shown to be a good method for estimating the acceptability limit of stable foods [3], this approach is cumbersome for routine industrial use due to the complexity and cost of the experiments required. To our knowledge, few attempts to turn sensory acceptability limits into analytical ones have been carried out. This study aimed to integrate sensory and analytical data to determine the acceptability limit to be adopted in the definition of the primary shelf-life of packaged almonds, a food prone to oxidative alteration due to its high lipid content (44-61%) [4]. Almonds packed in polypropylene bags were stored at 23°C for up to 285 days, and analysed periodically for peroxide value (PV) and consumer rejection (survival analysis [5]). Almonds' PV increased during storage from 0.03 ± 0.01 to 24.43 ± 0.43 mEqO₂/kg oil. A concomitant increase in sensory rejection expressed by consumers was detected. A significant positive correlation ($r > 0.90$) between almonds PV and consumer rejection was identified. The results made it possible to obtain a matching in which the PV corresponding to given percentages of sensory unacceptability of almonds can be identified.

Riferimenti:

1. Nicoli, M. C; Chapter 1. Shelf life assessment of food (2012) PP 1-15.
2. EUROSTAT 2024, Food waste and food waste prevention - estimates. Eurostat Statistics Explained.
3. Hough, S. E; Princeton University Press (2010).
4. Yada, S. Lapsley, K, Huang, G; Journal of Food Composition and Analysis, 24 (2011) 469-480.
5. ISO Standard No. 3976:2006 | IDF Standard No. 74:2006.



S1_O07: ALIMENTI PLANT-BASED E NUOVE SFIDE: COME I CONSUMATORI DEL DOMANI PERCEPISCONO GLI ANALOGHI VEGETALI?

Marta Appiani¹, Camilla Cattaneo¹, Sara Spinelli², Monica Laureati¹

¹ Sensory & Consumer Science Lab (SCS_Lab), Dipartimento di Scienze per gli Alimenti, la Nutrizione e l'Ambiente (DeFENS), Università degli Studi di Milano

² SensoryLab, Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari, Ambientali e Forestali (DAGRI), Università degli Studi di Firenze

Presenting author: Camilla Cattaneo (camilla.cattaneo@unimi.it)

In un contesto di cambiamenti climatici, demografici e tecnologici, il settore agroalimentare deve affrontare sfide urgenti. La produzione alimentare animale solleva questioni ambientali, etiche e di salute pubblica, spingendo l'industria verso soluzioni proteiche alternative, come gli analoghi vegetali. Nonostante la rapida crescita del settore (+326%), i prodotti vegetali che imitano i prodotti ittici rappresentano meno dell'1% del mercato europeo [1]. I consumatori, inoltre, sembrano mostrare interesse e curiosità verso gli analoghi vegetali, ma le evidenze scientifiche sulla percezione della qualità di questi prodotti, soprattutto tra i bambini, restano ancora scarse [2].

Sulla base di queste premesse, questo studio ha indagato la percezione sensoriale, il gradimento e le risposte emotive verso analoghi vegetali del pesce impanato (molto popolari tra i più giovani e diffusi nei menù scolastici) in consumatori adulti (n=104, 27.7±8.9 anni) e bambini (n=98, 9.9±0.8 anni). Sono stati valutati due campioni a base animale, e cinque campioni analoghi (a base di grano, riso o fiocchi di riso). I partecipanti hanno espresso il loro giudizio di gradimento, descritto le proprietà sensoriali (metodo Check-All-That-Apply [3]) e le emozioni suscitate (approccio Emoji Pairing scale [4] per bambini e EmoSemio [5] per adulti).

I campioni animali hanno ottenuto punteggi di gradimento più elevati, ma le alternative vegetali sono risultate accettabili, in particolare il campione a base di fiocchi di riso tra i bambini, per la sua somiglianza con i prodotti tradizionali. Aspetti sensoriali negativi (gusto amaro e consistenza gommosa) hanno penalizzato l'accettabilità, soprattutto tra i più piccoli. Le emozioni hanno giocato un ruolo importante: negli adulti curiosità e sorpresa hanno favorito l'apertura verso la novità, nei bambini ha prevalso la ricerca della familiarità. Questi risultati evidenziano l'importanza di sviluppare prodotti mirati, capaci di rispondere alle esigenze sensoriali ed emotive delle diverse fasce d'età, per promuovere una più semplice transizione verso diete più sostenibili.

Progetto finanziato dall'Unione Europea-NextGenerationEU-Piano Nazionale Resilienza e Resilienza (PNRR)-Missione 4 Componente 2 Investimento 1.3 Ministero dell'Università e della Ricerca (Progetto ON Foods, PE00000003, CUP D93C22000890001).

Riferimenti:

1. Good Food Institute Report (2021). 2021 Industry Update, Alternative Seafood. <https://gfi.org/resource/alternative-seafood-state-of-the-industry-report/>
2. M. Appiani, C. Cattaneo, and M. Laureati; *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 7 (2023), 1268068.
3. G. Ares, and S.R. Jaeger; *Rapid sensory profiling techniques*. Woodhead Publishing, (2023), pp. 257-280.
4. J. Sick, E. Monteleone, C. Dinnella, L. Pierguidi, and S. Spinelli; *Food Quality and Preference*, 100 (2022), 104585.
5. S. Spinelli, E. Monteleone. *Methods in Consumer Research*, Volume 1, Woodhead Publishing, (2018), pp. 261-296.



S1_O08: RIUTILIZZO DI LATTE UHT PROSSIMO ALLA SCADENZA E OKARA DI MANDORLE PER LA PRODUZIONE DI FORMAGGIO FRESCO

Claudia Antonino¹, Giuseppe Natrella¹, Giusy Rita Caponio², Lilia Zago³, Graziana Difonzo¹, Michele Faccia¹

¹ Dipartimento di Scienze del Suolo, della Pianta e degli Alimenti, Università degli Studi di Bari Aldo Moro, 70126, Bari, Italia

² Dipartimento di Bioscienze, Biotecnologie e Ambiente, Università degli Studi di Bari Aldo Moro, Via Orabona 4, 70125 Bari, Italia

³ Dipartimento di Nutrizione di Base e Sperimentale, Istituto di Nutrizione, Università di Rio de Janeiro, 20550-013, Rio de Janeiro, Brasile

Presenting author: Claudia Antonino (claudia.antonino@uniba.it)

Al fine di soddisfare la crescente domanda dei consumatori di prodotti più sani e rispettosi dell'ambiente, nonché di promuovere una maggiore sostenibilità, l'industria lattiero-casearia è impegnata in un continuo processo di innovazione. Questo studio ha esplorato strategie per ridurre gli sprechi alimentari e valorizzare i sottoprodotti agroalimentari, combinando il riutilizzo di latte UHT prossimo alla scadenza (LPS) e okara di mandorle (OM) per la produzione di formaggio fresco. Lo studio ha evidenziato le proprietà nutrizionali dell'OM e la possibilità di integrarla nei latticini, mentre il riutilizzo del LPS, sicuro microbiologicamente ma con grandi volumi invenduti sul mercato, offre un'opportunità per prolungarne la vita utile attraverso una formulazione casearia innovativa. Il piano sperimentale ha previsto l'aggiunta di OM a LPS scremato e parzialmente scremato a due diversi livelli di concentrazione (25% e 50%), ottenendo prototipi di formaggio codificati rispettivamente come CS-1/CS-2 e CP-1/CP-2, nonché i rispettivi formaggi controllo CS e CP, studiandone le caratteristiche fisico-chimiche, microbiologiche e sensoriali. Dai risultati della caratterizzazione dell'OM si evince un elevato contenuto di fibre (13,47%) e grassi (18,62%), con il 90% di quest'ultimi, costituito da acidi grassi insaturi. La fortificazione dei formaggi ha consentito il raggiungimento di livelli quantitativi minimi di fibre e acidi grassi insaturi utili per l'attribuzione delle indicazioni nutrizionali "fonte di fibre", "ricco di fibre" e "ricco di acidi grassi insaturi" (Regolamento CE n. 1924/2006). I campioni sono risultati diversi per aspetto, consistenza e profilo volatile, oltre che per le caratteristiche sensoriali. L'aggiunta di OM al 50% ha reso i formaggi più consistenti, con un gradevole sapore di mandorla, fornito da una rilevante quantità di benzaldeide presente nell'OM, e quindi nei formaggi. Inoltre, tutti i campioni sono risultati microbiologicamente sicuri in 30 giorni di conservazione. Si può pertanto concludere che il LPS, in combinazione con OM, ha evidenziato una buona idoneità alla produzione di formaggi funzionali. Entrambi gli ingredienti risultano adatti al riutilizzo, contribuendo ad aumentarne il flusso e l'impiego all'interno della catena alimentare.

S1_O09: STUDIO INTER-LABORATORIO SULL'APPLICAZIONE DELLA TECNICA HS-GC-IMS COME METODO DI SCREENING A SUPPORTO DELLA VALUTAZIONE SENSORIALE DEGLI OLI VERGINI DI OLIVA

Enrico Casadei^{1,2}, Rosalba Tucci¹, Enrico Valli^{1,2}, Chiara Cevoli^{1,2}, Silvia Mingione³, Nicola Barilaro⁴, Paolo Brogi⁵, Renato Ghisani⁶, Sara Barbieri^{1,2}, Stefania Carpino⁴, Alessandra Bendini^{1,2}, Tullia Gallina Toschi^{1,2}

¹ Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari, Alma Mater Studiorum - Università di Bologna, piazza Goidanich 60, 47521 Cesena e viale Fanin 50, 40127 Bologna

² Centro Interdipartimentale di Ricerca Industriale sull'Agroalimentare, Alma Mater Studiorum - Università di Bologna, via Bucci 336, 47521 Cesena

³ Olitalia S.r.l., via Meucci 22/A, 47122 Forlì

⁴ DG TERR - Ispettorato Centrale della Tutela della Qualità e Repressione Frodi dei Prodotti Agroalimentari (ICQRF) - Ministero dell'Agricoltura della Sovranità Alimentare e delle Foreste (MASAF), via Quintino Sella 42, 00187 Roma

⁵ Castel del Chianti S.p.a., via del Chianti 35, 50028 Firenze

⁶ Oleificio Zucchi S.p.a., via Acquaviva 12, 26100 Cremona

Presenting author: Enrico Casadei (enrico.casadei15@unibo.it)

Garantire l'autenticità della categoria merceologica dichiarata in etichetta è fondamentale per gli oli extra vergini di oliva, sia per tutelare chi consuma, sia per contrastare eventuali pratiche fraudolente [1]; le aziende olearie e i laboratori di controllo qualità pubblici e privati hanno sempre più bisogno di metodi analitici rapidi ed efficaci per valutarne qualità e purezza. In questo contesto, la gascromatografia accoppiata alla spettrometria a mobilità ionica (HS-GC-IMS) rappresenta una tecnica promettente di screening fondata sull'analisi dei composti volatili e potenzialmente utile come supporto al Panel test [2]. Questo approccio strumentale può contribuire a migliorare la qualità all'imbottigliamento e l'efficienza complessiva dei controlli nel settore dell'olio di oliva. In questo lavoro, 144 oli di oliva vergini sono stati valutati, fino ad ora, sensorialmente da cinque panel italiani e poi classificati, attraverso l'adozione di un albero decisionale basato sull'accordo tra questi ultimi, nella rispettiva categoria merceologica. Inoltre, lo spazio di testa di questi oli è stato analizzato da cinque laboratori mediante HS-GC-IMS. I risultati sono stati elaborati per la definizione di una calibrazione congiunta. In particolare, le categorie merceologiche di ciascun olio sono state stimate in base ai dati relativi ai composti volatili utilizzando modelli PLS-DA, con particolare attenzione ai campioni borderline tra le categorie "extra vergine" e "vergine". Questo studio inter-laboratorio ha mostrato risultati soddisfacenti per la stima della categoria merceologica, poiché circa l'80% dei campioni è stata correttamente classificata dai modelli rispetto alla classificazione sensoriale robusta. Gli autori ringraziano Federolio che ha elaborato, finanziato e seguito in ogni fase il progetto di ricerca coordinato dall'Università di Bologna, i panel aziendali coinvolti, l'ICQRF e LabService Analytica. L'attività di ricerca del Dr. Enrico Casadei è finanziata nell'ambito del progetto PNRR - NextGenerationEU "ON Foods - Research and innovation network on food and nutrition Sustainability, Safety and Security - Working ON Foods".

Riferimenti:

1. J. Lozano-Castellón, A. López-Yerena, I. Domínguez-López, A. Siscart-Serra, N. Fraga, S. Sámano, C. López-Sabater, R.M. Lamuela-Raventós, A. Vallverdú-Queralt, M. Pérez; Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 21 (2022), 2639–2664.
2. I. Grigoletto, E. Casadei, F. Panni, E. Valli, C. Cevoli, A. Bendini, D.L. García-González, F. Focante, A.F. Savino, S. Carpino, T. Gallina Toschi; European Journal of Lipid Science and Technology, 126 (2024), 2300079.



S1_O10: ROUTES FOR STRUCTURAL IMPROVEMENT OF MEAT ANALOGUES: THE EFFECT OF VEGETABLE OILS IN EXTRUSION AND IMPLICATIONS FOR LIPID OXIDATION

Davide De Angelis¹, Christina Opaluwa², Antonella Pasqualone¹, Francesco Caponio¹,
Carmine Summo¹

¹ Dipartimento di Scienze del Suolo, della Pianta e degli Alimenti – Università degli Studi di Bari Aldo Moro, Via Amendola 165/a, 70126 Bari, Italia

² Fraunhofer Institute for Process Engineering and Packaging IVV, 85354, Freising, Germany

Presenting author: Davide De Angelis (davide.deangelis@uniba.it)

Meat analogues are gaining increasing popularity, especially among those seeking to reduce their meat consumption. Sensory quality is crucial for consumer acceptance, driving research toward the optimization of texturization processes, particularly thermo-mechanical ones like extrusion-cooking. The addition of non-protein ingredients, such as oils and fats, can improve the structure of the products, providing tenderness and juiciness similar to that of intramuscular fat in meat [1,2]. However, the thermo-mechanical process can induce lipid degradation, leading to the formation of compounds potentially harmful to the nutritional quality, sensory properties, and stability of the product. This study analyzes the effect of four vegetable oils with different degrees of unsaturation, namely medium-chain triacylglycerol oil (MCT), coconut, olive, and grapeseed oils, on the quality of meat analogues produced from wheat gluten through high-moisture extrusion. Results show that the type of oil affects the texture of the products. MCT and grapeseed oils reduce hardness and chewiness compared to coconut and olive oils. By contrast, the amount of oil influences the tribological properties of the products, which exhibited lower friction coefficients compared to the control. Grapeseed oil showed the highest concentration of polar compounds, followed by olive, coconut, and MCT oils. The lipid fraction of the gluten also contained high levels of oxidized triacylglycerols (ox-TAGs), suggesting the need to monitor the quality of the starting protein ingredients. The extrusion process contributed to the formation of ox-TAGs and triacylglycerol oligopolymers, especially in the more unsaturated oils. Despite this, sensory analysis did not detect the presence of off-flavors derived from oxidation. However, the stability of the products during storage could be compromised due to the pro-oxidant role of polar compounds. In conclusion, adding vegetable oils during extrusion improves certain structural characteristics, but the results highlight the importance of monitoring qualitative parameters, often overlooked, of the raw materials.

Riferimenti:

1. D. De Angelis, A.J. van der Goot, A. Pasqualone, C. Summo; Current Opinion in Food Science, 58, (2024), 101192.
2. C. Opaluwa, D. De Angelis, C. Summo, H.P. Karbstein; Food Hydrocolloids, 163 (2025) 111038.

S1_O11: SCREENING QUALITATIVO DI PAPPA REALE DI DIVERSA ORIGINE E PROVENIENZA ATTRAVERSO L'IMPIEGO DI TECNICHE RAPIDE E NON DISTRUTTIVE

Cesare Ravagli¹, Federica Pasini¹, Valentina Antonioni¹, Maria Fiorenza Caboni¹,
Luca Laghi¹

¹ Dipartimento di scienze e tecnologie Agro-alimentari, Alma Mater Studiorum – Università di Bologna, sede di Cesena

Presenting author: Cesare Ravagli (cesare.ravagli2@unibo.it)

La pappa reale è una secrezione densa prodotta dalle ghiandole ipofaringee delle api, la cui funzione è il nutrimento esclusivo dell'ape regina e soprattutto dei fuchi [1]. Questo alimento rappresenta oggi un prodotto di punta nel mercato salutistico ed alimentare italiano e il suo interesse merceologico è dovuto all'elevato contenuto in sostanze antiossidanti, così come l'elevata varietà di sali minerali ed idrolizzati proteici che la rendono paragonabile ad un integratore ed energizzante di origine naturale. Queste sue qualità nutrizionali, insieme al fatto che la pappa reale rappresenta un prodotto dalla bassa resa, a causa dell'attitudine delle api a produrne in un metabolismo opposto a quello della produzione di miele, ha veicolato negli anni situazioni di frodi alimentari. Per tali motivi, sia i produttori che i ricercatori sono stati spinti nella messa a punto di test analitici volti alla garanzia di qualità del prodotto, anche se si tratta spesso di metodi complessi e distruttivi [2].

Il presente lavoro ha come obiettivo la caratterizzazione di diversi campioni di pappa reale suddivisi in due categorie principali: campioni commerciali e campioni artigianali; questi ultimi, a loro volta, sono rappresentati da due diversi gruppi e cioè campioni di pappa reale prodotta da *Apis mellifera ligustica* e campioni di pappa reale prodotta da *Apis mellifera sicula*. In questo modo si vuole valutare la variazione compositiva e qualitativa della pappa reale, tenendo conto delle diverse origini, differenze genetiche e delle pratiche di produzione.

La caratterizzazione prevede l'utilizzo di tecniche analitiche non-distruttive macro-compositive, come la spettroscopia del vicino infrarosso (NIR), e micro-compositive come la risonanza magnetica nucleare (H-NMR), accompagnate da analisi del contenuto di umidità mediante metodica ufficiale. I dati ottenuti, elaborati mediante analisi statistiche massive, evidenziano una netta distinzione delle diverse categorie di campioni, trainate maggiormente dall'entità di alcuni parametri, quali: l'umidità percentuale, la concentrazione di colina e l'acido pantotenico. Questi risultati mettono in luce come l'impiego di tali tecniche possano essere di supporto a consorzi dedicati a preservare la qualità della pappa reale e quindi rappresentare un importante passo in avanti nel miglioramento della supply-chain di questo prodotto di nicchia.

Riferimenti:

1. V.A. Isidorov, U. Czyżewska, A.G. Isidorova, S. Bakier; Journal of Chromatography B., 877 (2009), 80.
2. L. Bartolotti, G.L. Marazzan, S. Gardini, S.; Edagricole, (2017). Edagricole.



S1_O12: STRATEGIA MULTI-ANALITICA PER LO STUDIO DELLA SHELF-LIFE DI UNA BRIOCHE VEGANA

Graziana Difonzo¹, Silvia Grassi², Mirella Noviello¹, Giusy Rita Caponio³, Giacomo Squeo¹, Cristina Malegori⁴

¹ Dipartimento di Scienze del Suolo, della Pianta e degli Alimenti, Università degli Studi di Bari Aldo Moro, Via Amendola 165/A, 70126 Bari

² Dipartimento di Scienze per gli Alimenti, la Nutrizione e l'Ambiente, Università degli Studi di Milano, Via Celoria 2, 20133 Milano

³ Dipartimento di Bioscienze, Biotecnologie e Ambiente, Università degli Studi di Bari Aldo Moro, Via Orabona 4, 70125 Bari

⁴ Dipartimento di Farmacia, Università degli Studi di Genova, Viale Cembrano, 4, 16148 Genova

Presenting author: Graziana Difonzo (graziana.difonzo@uniba.it)

Uno studio precedente ha permesso di ottimizzare la formulazione di una brioche vegana a ridotto contenuto in grassi, grazie all'impiego di un fat replacer realizzato come emulsion-filled gel (EFG) [1]. Nello specifico l'EFG è stato realizzato con acqua (53%), inulina (30%), olio di girasole (15%), frazionato proteico di cece nero (2%). Le brioche sono state realizzate in collaborazione con Pasticceria Noviello (Altamura, Bari), la cui ricetta con latte vaccino e burro è stata modificata rispettivamente con bevanda vegetale di avena ed il suddetto EFG [1]. Il presente studio è stato pianificato allo scopo di valutare le proprietà fisiche, chimiche e microbiologiche della brioche durante 15 giorni di conservazione, ed i relativi risultati analizzati mediante analisi ANOVA e PCA. Inoltre, sono stati valutati l'effetto del confezionamento in atmosfera modificata (ATM) (70:30 N₂:CO₂) e dell'aggiunta di polvere di curcuma (*Curcuma longa* L.), sia singolarmente che in combinazione, anche mediante l'utilizzo della spettroscopia NIR e dell'analisi chemiometrica dei dati. Dai risultati è emerso che l'impiego del confezionamento in ATM ha prolungato la conservabilità della brioche rispetto al controllo (senza ATM) e la combinazione di ATM e curcuma ha mitigato la proliferazione microbica. Non sono emerse invece particolari variazioni di aw ed umidità tra i campioni, ma una influenza significativa del tempo e dell'aggiunta di curcuma su alcuni parametri strutturali, con riduzione di masticabilità ed elasticità.

Infine, l'impiego della spettroscopia NIR ha consentito di poter ottenere informazioni aggiuntive e complementari rispetto alle analisi distruttive. Infatti, durante la conservazione sono state evidenziate variazioni spettrali, in termini di intensità, anche tra le diverse tesi, le quali potrebbero essere attribuite a cambiamenti nella struttura fisica dei campioni. Da questo studio preliminare, dunque, è emerso come il supporto della spettroscopia NIR, potrebbe dare informazioni aggiuntive rispetto ai classici approcci di studio della shelf-life di prodotti da forno.

Riferimenti:

1. G. Difonzo, M. Noviello, D. De Angelis, C. Porfido, R. Terzano, F. Caponio, (2024). Emulsion filled gels based on inulin and dry-fractionated pulse proteins to produce low-fat baked goods. LWT, 207 (2024), 116620.



S1_O13: GARANTIRE L'AUTENTICITÀ E LA QUALITÀ DELLA MOZZARELLA: UN APPROCCIO STRUMENTALE AL SERVIZIO DELLA TRASPARENZA VERSO IL CONSUMATORE

Giuseppe Natrella¹, Giacomo Squeo¹, Davide De Angelis¹, Michele Faccia¹

¹ Università degli Studi di Bari - Dipartimento di Scienze del Suolo, della Pianta e degli Alimenti (Di.S.S.P.A.)

Presenting author: Giuseppe Natrella (giuseppe.natrella@uniba.it)

La fiducia del consumatore verso un prodotto o brand è cruciale per la strategia di marketing di un'azienda alimentare, e ciò si traduce in una comunicazione chiara e trasparente da parte del produttore [1]. Tuttavia, non è raro imbattersi in casi di comunicazione fuorviante. Nel settore lattiero-caseario, un esempio emblematico è l'uso di cagliate pronte (o conservate) per la produzione di mozzarella fresca [2]. Sebbene l'impiego di tali semilavorati non sia regolamentato da normative specifiche, questa pratica solleva dubbi riguardo la qualità del prodotto. Inoltre, quando la cagliata proviene dall'estero, l'autenticità del prodotto può essere messa in discussione, specialmente quando vengono utilizzati simboli o riferimenti all'Italia o la dicitura "100% latte italiano", ingannando chiaramente il consumatore. Il presente studio ha avuto l'obiettivo di sviluppare un modello predittivo per verificare l'autenticità della mozzarella, utilizzando la spettroscopia ad infrarosso (rapida e non distruttiva). In secondo luogo, è stata valutata la qualità del prodotto in termini di sicurezza alimentare, in particolare abbiamo quantificato il contenuto di ammine biogene, per indagare i potenziali rischi associati all'impiego di cagliate conservate. Il piano sperimentale ha previsto la produzione di mozzarelle utilizzando cagliate fresche e conservate (di origine estera). I risultati hanno mostrato che il modello predittivo ha ottime performance nel discriminare le mozzarelle prodotte con cagliata conservata da quelle fresche. Inoltre, i prodotti ottenuti con cagliate conservate hanno presentato un maggiore accumulo di ammine biogene, a causa di una più elevata proteolisi. Sebbene i livelli non siano eccessivamente alti, l'accumulo di queste sostanze può rappresentare un rischio per la salute del consumatore, soprattutto in un contesto di dieta ricca di alimenti fermentati. In conclusione, questo studio fornisce uno strumento utile per garantire al consumatore la genuinità del prodotto, assicurando una comunicazione chiara e veritiera, in linea con le aspettative di qualità e sicurezza alimentare.

PROGETTI:

Studio condotto nell'ambito: del Centro Nazionale Agritech, finanziato dall'Unione Europea – NextGenerationEU (PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA (PNRR) – MISSIONE 4 COMPONENTE 2, INVESTIMENTO 1.4 - D.D. 1032 17/06/2022, CN00000022). I punti di vista e le opinioni espresse sono tuttavia solo quelli degli autori e non riflettono necessariamente quelli dell'Unione europea o della Commissione europea. Né l'Unione Europea né la Commissione Europea possono essere ritenute responsabili per essi e Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR), Missione 4 Componente 2 Investimento 1.3 - Bando di gara n. 341 del 15 marzo 2022 del Ministero dell'Università e della Ricerca, finanziato dall'Unione Europea - NextGenerationEU; Codice progetto PE00000003, Decreto di Concessione n. 1550 dell'11 ottobre 2022 adottato dal Ministero dell'Università e della Ricerca, CUP D93C22000890001, Titolo del progetto "ON Foods - Rete di ricerca e innovazione sulla sostenibilità, sicurezza e protezione alimentare - Working ON Foods".

Riferimenti:

1. J. Yang and A.F. Battocchio, Journal of Product & Brand Management, (2021), 1176-1193.
2. M. Faccia, A. Trani, P. Loizzo, R. Gagliardi, B. La Gatta and A. Di Luccia, A. Food Control, 42 (2014), 101-108.



S1_P01: APPLICAZIONE DI CATA E FLASH PROFILE COME STRATEGIA PER IL MIGLIORAMENTO QUALITATIVO DI PATATINE CONFEZIONATE IN BUSTA

Alessandro Tomasi¹, Roberto Cabizza¹, Michela Cannas¹, Antonio Piga¹,
Alessandra Del Caro¹

¹ Dipartimento di Agraria, Università degli Studi di Sassari, Viale Italia 39, 07100 Sassari, Italia

Presenting author: Alessandra Del Caro (delcaro@uniss.it)

Il mercato italiano delle patatine fritte, sebbene in espansione, è dominato dalle multinazionali, rendendo difficile per le aziende locali distinguersi. In questo contesto, nel presente lavoro sono stati applicati il CATA e il Flash Profile su cinque campioni di patatine, uno dei quali prodotto localmente, con l'obiettivo di definire i profili sensoriali e l'influenza degli attributi sulla piacevolezza dei prodotti, fornendo all'azienda uno strumento utile per il miglioramento del prodotto. Gli attributi sono stati selezionati sulla base dei lavori presenti in letteratura [1,2] e attraverso dei focus group effettuati in laboratorio. I risultati del CATA, attraverso la Penalty Analysis, hanno evidenziato, come attributi positivi, con forte impatto in termini di gradimento per i giudici, la doratura all'aspetto, la croccantezza e il salato, mentre sono stati considerati negativi, gli attributi oleosa e colore giallo pallido. L'Analisi delle Corrispondenze ha permesso di caratterizzare il campione locale con attributi positivi quali dorata all'aspetto, confermando l'importanza del colore come parametro di qualità per i consumatori per questa tipologia di prodotti [3], e negativi come sa di bruciato e amaro. L'attributo "sa di bruciato" è correlato con l'amaro, attribuibile alla formazione di composti quali l'acroleina e ai prodotti della reazione di Maillard che si formano durante la frittura [4,5]. I risultati del Flash Profile, elaborati tramite GPA, hanno evidenziato che il campione locale è caratterizzato da una maggiore doratura e un maggior spessore. Risulta invece poco uniforme nel colore, meno salato e bruciato. Dall'analisi dei risultati ottenuti attraverso le due metodologie sensoriali l'azienda locale ha deciso di: confrontare diverse varietà di patate per valutarne la colorazione dopo frittura e cercare di selezionare quelle con basso contenuto di zuccheri riducenti, responsabili della reazione di Maillard; ottimizzare la distribuzione del sale o usare combinazioni di minerali per esaltarne il gusto senza aumentare il contenuto di sodio.

Riferimenti:

1. R.K. Khayru, D. Darmawan, M. Munir; Journal of Management, Accounting, General Finance and International Economics Issues (Marginal), 1 (2021), 10-15.
2. K.E. Hurst, L. Hewson, I.D. Fisk; Food Research International, 155 (2022), 111022.
3. F. Mendoza, P. Dejmek, J.M. Aguilera; Food Research International, 40 (2007), 1146-1154.
4. K. Jiang, C. Huang, F. Liu, J. Zheng, J. Ou, D. Zhao, S. Ou; Foods, 11 (2022), 1976.
5. B. Shi, X. Guo, H. Liu, K. Jiang, L. Liu, N. Yan, M.A. Farag, L. Liu; Food Chemistry, 438 (2024), 135845.

S1_P02: VALUTAZIONE SENSORIALE DI LATTE UHT INTERO DA DIFFERENTI SISTEMI DI ALLEVAMENTO E STAGIONI DI RACCOLTA

Ilaria Grigoletto¹, Mara Antonia Gagliano¹, Enrico Valli^{1,2}, Tullia Gallina Toschi^{1,2},
Bruno Martin³, Sébastien Serieye⁴, Alessandra Bendini^{1,2}, Massimiliano Petracci^{1,2}

¹ Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-alimentari, Alma Mater Studiorum - Università di Bologna, Bologna e Cesena, Italia

² Centro Interdipartimentale di Ricerca Industriale sull'Agroalimentare, Alma Mater Studiorum - Università di Bologna, Cesena, Italia

³ Université Clermont Auvergne, INRAE, VetAgro Sup, UMR Herbivores, 63122 Saint-Genès-Champagnelle, Francia

⁴ Sodial International Research and Innovation Department, Parigi, Francia

Presenting author: Alessandra Bendini (alessandra.bendini@unibo.it)

La composizione e le caratteristiche sensoriali del latte sono influenzate da fattori relativi al sistema di allevamento (es. tipo di stabulazione, stagionalità e alimentazione). Gli attributi sensoriali sono determinanti per il successo commerciale dei prodotti lattiero-caseari, in particolare nell'orientare le scelte dei consumatori. Questo studio si pone l'obiettivo di valutare il profilo sensoriale e il gradimento di 30 campioni di latte UHT intero ottenuti da tre diversi sistemi di allevamento (pascolo, semi-montano ed intensivo) e in due stagioni (inverno e primavera). I prodotti analizzati rispettano i criteri di benessere animale approvati dal Comitato Etico dell'Università di Ghent e provengono da aziende europee conformi alla normativa igienico-sanitaria dell'Unione Europea. In particolare, è stato applicato un flash profiling nell'ambito del quale ogni assaggiatore ha ordinato i campioni (6 per sessione), secondo descrittori individuali. L'elaborazione dei dati (GPA) ha identificato "latte cotto", "panna/burro" e "stalla/fieno" come descrittori maggiormente discriminanti. I risultati evidenziano differenze nelle caratteristiche sensoriali in funzione della stagione e ulteriori analisi sono in corso per approfondire gli effetti del sistema di allevamento. Grazie ad un test sui consumatori (CATA), che ha coinvolto 150 partecipanti, sono stati valutati l'adeguatezza dell'intensità in termini di aspetto, odore, gusto, consistenza e il gradimento complessivo. È stato, inoltre, indagato l'effetto dei dati sociodemografici, delle abitudini di consumo e della disponibilità a pagare. I risultati consentono di comprendere come le differenze sensoriali dei campioni di latte in esame siano riconducibili al sistema di allevamento e alla stagione, fornendo indicazioni utili sia per chi produce sia per chi consuma. Lo studio è stato autorizzato dal Comitato Bioetico UNIBO Prot. n. 0057910 e 0057914 del 3-3-23. Questa ricerca è stata finanziata dal progetto europeo H2020 "INTAQT - INnovative Tools for Assessment and Authentication of chicken meat, beef and dairy products' QualiTies" (Grant agreement n. 101000250).

S1_P03: INCLUSIONE DI FONTI PROTEICHE ALTERNATIVE NELLA PASTA: ASPETTI SENSORIALI, DISPONIBILITÀ A PROVARE E COMPRARE

Ilaria Menna¹, Matilde Tura^{1,2}, Rosalba Roccatello¹, Erica Bensmail², Elia Macchiavelli²,
Tullia Gallina Toschi^{1,2}, Alessandra Bendini^{1,2}

¹ Centro Interdipartimentale di Ricerca Industriale Agroalimentare, Alma Mater Studiorum – Università di Bologna, Via Quinto Bucci 336, 47521, Cesena

² Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari, Alma Mater Studiorum – Università di Bologna, Viale Fanin 40, 40127, Bologna e Piazza Goidanich 60, 47521, Cesena

Presenting author: Ilaria Menna (ilaria.menna4@unibo.it)

Questa ricerca ha indagato, nell'ambito della popolazione italiana, l'accettabilità di pasta formulata con l'inclusione di sfarinati o polveri di canapa, alghe, insetti e piselli, data la necessità di individuazione ed impiego di fonti proteiche alternative e sostenibili. A questo scopo, un questionario strutturato è stato somministrato a 470 soggetti, al fine di valutarne le abitudini alimentari, la familiarità con prodotti ad alto contenuto proteico e l'influenza delle informazioni nutrizionali/ambientali sulla disponibilità a provare (WTT) e comprare (WTB) le paste valutate. Sono state esaminate con scale psicometriche anche attitudini quali la neofobia alimentare, l'attenzione per la propria salute e per il consumo alimentare sostenibile. I risultati indicano valori di WTT e WTB maggiori per la pasta a base di proteine di piselli, influenzate positivamente anche dalle informazioni nutrizionali. Le/i consumatrici/consumatori poco neofobici sono risultate/i più aperte/i a nuove fonti proteiche, mentre quelle/i altamente neofobici necessitano di interventi informativi mirati. La promozione di alimenti contenenti fonti proteiche alternative, soprattutto se poco note o potenzialmente affette da leve negative come la neofobia e il disgusto (e.g. insetti), dovrebbe combinare messaggi nutrizionali e ambientali tali da controbilanciare queste barriere. Inoltre, attraverso il metodo del Free Choice Profiling, è stato valutato il profilo sensoriale di queste paste formulate con l'inclusione di fonti proteiche alternative al fine di individuare alcuni attributi sensoriali gustativi, olfattivi e di texture peculiari, potenzialmente utili come leve di gradimento, quando positivi, o per risolvere problemi di formulazione, quando negativi.

Project funded under the National Recovery and Resilience Plan (NRRP), Mission 4 Component 2 Investment 1.3 - Call for tender No. 341 of 15 March 2022 of Italian Ministry of University and Research funded by the European Union - NextGenerationEU; Project code PE000000003, Concession Decree No. 1550 of 11 October 2022 adopted by the Italian Ministry of University and Research, Project title "OnFoods- Research and innovation network on food and nutrition Sustainability, Safety and Security - Working ON Foods".

**S1_P04: VALUTAZIONE DI TRE SOLUZIONI SOSTENIBILI
PER L'ESTENSIONE DELLA SHELF LIFE DI HAMBURGER DI BOVINO
CONFEZIONATI IN ATMOSFERA MODIFICATA A 4°C**

Matteo Carletta¹, Luigi Esposito², Chiara Purgatorio², Matteo Quaranta², Francesca Maggio², Annalisa Serio², Antonello Paparella², Maria Martuscelli², Dino Mastrocola²

¹ Scuola di Dottorato, Ph.D in Scienze Economiche e Sociali, Università degli Studi di Teramo, Via R. Balzarini, 1, 64100 Teramo, Italia

² Dipartimento di Bioscienze e Tecnologie Agro-Alimentari e Ambientali, Università degli Studi di Teramo, Via R. Balzarini, 1, 64100 Teramo, Italia

Presenting author: Matteo Carletta (mcarletta@unite.it)

La crescente attenzione verso strategie di bioconservazione ha spinto la ricerca di alternative naturali agli additivi sintetici per migliorare la stabilità microbiologica dei prodotti a base di carne refrigerata [1,2]. In questo studio è stata valutata l'efficacia di tre bioconservanti — olio essenziale di Citrus × paradisi, estratto fenolico derivato da sottoprodotti della lavorazione delle olive, ed estratto aromatico ottenuto da frutta e spezie — nell'estensione della shelf life di hamburger commerciali di bovino confezionati in atmosfera modificata (MAP: O₂ 65%, N₂ 10%, CO₂ 25%) e conservati a 4°C. Sono state formulate quattro tipologie di hamburger: controllo senza trattamento (Ctrl), Bp1 (olio essenziale 0,03%), Bp2 (olio essenziale 0,01% + estratto fenolico 0,05%) e Bp3 (estratto aromatico 0,4%). I campioni sono stati analizzati in triplicato al tempo di produzione (T₀), a fine shelf life (T₅) e dopo ulteriori tre giorni (T₈). Sono stati monitorati la conta mesofila aerobia, il pH, le variazioni cromatiche (ΔE) [3], e il profilo sensoriale (Quantitative Descriptive Analysis, QDA) [4]. I risultati microbiologici hanno mostrato una riduzione significativa della carica batterica in tutti i trattamenti rispetto al controllo, con un effetto antimicrobico massimo a T₀ (≈ 1.0 Log CFU g⁻¹) che si è mantenuto significativo fino a T₈. L'analisi colorimetrica ha indicato valori $\Delta E \approx 3.0$ fino a T₅, suggerendo che i trattamenti non hanno alterato significativamente l'aspetto visivo dei prodotti. I profili sensoriali hanno confermato il mantenimento delle caratteristiche tipiche del controllo, con Bp1 che ha evidenziato in aggiunta una nota aromatica tipica di pompelmo. In conclusione, i trattamenti Bp2 e Bp3 si sono dimostrati i più promettenti, combinando efficacia antimicrobica e mantenimento delle qualità sensoriali. Questi risultati supportano l'applicazione di strategie "clean-label" e sostenibili nella conservazione dei prodotti carnei [5].

Riferimenti:

1. Purgatorio, C.; Serio, A.; Chaves-López, C.; Rossi, C.; Paparella, A. (2022). Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 21(5), 4210-4250.
2. Martuscelli, M.; Esposito, L.; Mastrocola, D. (2021). Foods, 10(8), 1833.
3. Scotter, M. J. (2011). Food Additives and Contaminants, 28(5), 527-596.
4. Delgado-Ospina, J.; Lucas-Gonzales, R.; Viuda-Martos, M.; Fernandez-Lopez, J.; Perez-Alvarez, J.A.; Martuscelli, M.; Chaves-Lopez, C. (2022). Journal of Food Processing and Preservation, e16752.
5. Leichtweis, M. G., Oliveira, M. B. P., Ferreira, I. C., Pereira, C., & Barros, L. (2021). Antioxidants, 10(11), 1827.

**S1_P05: VALUTAZIONE CHIMICO-FISICA
DI PRODUZIONI ALIMENTARI INDUSTRIALI E CASALINGHE:
APPROCCIO REOLOGICO E METABOLOMICO**

Delia Giancane¹, Giulia Fappani¹, Chiara Rossetti¹, Roberta Dordoni¹, Luigi Lucini¹

¹ Dipartimento di Scienze e Tecnologie Alimentari per una filiera agro-alimentare Sostenibile (DiSTAS) Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza (IT).

Presenting author: Delia Giancane (delia.giancane@unicatt.it)

Negli ultimi anni, il consumo di alimenti definiti "ultra-processati" (UPF) è aumentato, suscitando preoccupazioni per i possibili effetti negativi sulla salute pubblica. Secondo Monteiro [1], il rischio non dipende solo dalla composizione nutrizionale, ma anche dal livello di trasformazione. Tuttavia, la classificazione NOVA, per la poca chiarezza e l'approccio qualitativo, non ha ancora trovato un consenso scientifico [2]. Da qui nasce l'idea di indagare, con dati concreti, le differenze tra prodotti casalinghi e industriali. Sono stati selezionati quattro prodotti appartenenti a categorie diverse: merendine tipo plumcake, barrette ai cereali, bastoncini di pesce e sugo al pomodoro e basilico. Per ciascun alimento sono state realizzate in laboratorio due versioni: una "casalinga" (HM), basata su ingredienti e tecniche di preparazione tradizionali (gruppi NOVA 1 e 2), e una "industriale" (I), formulata con ingredienti comunemente usati dall'industria alimentare (gruppo NOVA 4) e preparata replicando i parametri produttivi aziendali. Quando disponibile, è stata inclusa anche la versione commerciale (COM). I campioni sono stati confrontati considerando: attività dell'acqua, umidità, colore, viscosità, densità, texture e profilo metabolomico. I risultati hanno dimostrato che sia gli ingredienti che i processi produttivi incidono su parametri quali umidità, colore, densità e texture; i prodotti commerciali risultano più omogenei, mentre le versioni "casalinghe" (HM) e "industriali" (I) mostrano maggiore variabilità. L'analisi del profilo chimico evidenzia una maggiore similarità tra le versioni "casalinghe" (HM) e "industriali" (I) rispetto ai prodotti "commerciali" (COM); nel caso specifico dei bastoncini di pesce, i risultati sono principalmente influenzati dalla composizione, mentre il metodo di cottura impatta in misura minore. I risultati confermano che la standardizzazione delle preparazioni e dei processi nei prodotti "commerciali" (COM) ne limita la variabilità. Tuttavia, la scelta degli ingredienti e il grado di trasformazione influenzano significativamente le caratteristiche chimico-fisiche degli alimenti, indipendentemente dal fatto che siano prodotti in modo "casalingo" o "industriale".

Riferimenti:

1. Monteiro CA, Cannon G, Levy RB, Moubarac JC, Louzada MLC, Rauber F, et al.. Vol. 22, Public Health Nutrition. Cambridge University Press; (2019), 936–41.

2. Gruppo di Lavoro del CL.uster A.grifood N.azionale CL.A.N. coordinato dal PROF. EMANUELE MARCONI e condiviso con il Gruppo di Coordinamento Nazionale di Bioeconomia (GCNB) Comitato Nazionale per la Biosicurezza, le Biotecnologie e le Scienze della Vita (CNBBSV)-Presidenza del Consiglio dei Ministri., Position Paper (2023)

S1_P06: EXAMINING THE ALTERATIONS IN LIPID, PROTEIN, AND FLAVOUR PROFILES DURING PISTACHIO PASTE PROCESSING

Giacomo Pedron¹, Yassine Jaouhari, Sara Masini, Gianluca Piana, Matteo Bordiga

¹ Department of Pharmaceutical Sciences, Università del Piemonte Orientale, Largo Donegani 2, 28100 Novara, Italy

Presenting author: Giacomo Pedron (giacomo.pedron@uniupo.it)

The consumption of pistachios (*Pistacia vera* L.) has increased globally in recent years due to their nutritional and health benefits, which are attributed to beneficial phytochemical compounds, high levels of polyunsaturated fatty acids, and low carbohydrate content. Pistachios are consumed in various forms, including raw, roasted, and as a cream [1].

For these reasons, the evaluation of several industrial process parameters with innovative assays has become crucial to guarantee the preservation of nutritional properties, taste, color, flavor, and several other characteristics [2].

To improve the sensory quality of pistachio paste, this study examined the changes in protein, fatty acid, and volatile flavor profiles induced by roasting and milling, relative to raw pistachios, in three distinct varieties from different geographical origins.

Reference:

1. Mateos, R., Salvador, M. D., Fregapane, G., & Goya, L. (2022). Why Should Pistachio Be a Regular Food in Our Diet? *Nutrients*, 14(15), Article 15. <https://doi.org/10.3390/nu14153207>
2. Pedron, G., Jaouhari, Y., & Bordiga, M. (2025). Conventional and Innovative Drying/Roasting Technologies: Effect on Bioactive and Sensorial Profiles in Nuts and Nut-Based Products. *Applied Sciences*, 15(3), Article 3. <https://doi.org/10.3390/app15031258>

S1_P07: AUTENTICITÀ DEL MIELE: UN APPROCCIO INTEGRATO CON FLAVOURSPEC® (GC-IMS), SPETTROSCOPIA VISIBILE (VIS) E BIOLOGIA MOLECOLARE (DIGITAL PCR)

Pietro Morozzi¹, Sonia Scaramagli¹, Dora Melucci², Kassouf Nicholas²,
Fabio Battaglia³, Cesare Rossini³

¹ COOP ITALIA Soc. Cooperativa, Via del lavoro 6/8 40033 Casalecchio di Reno, Bologna

² Dipartimento di Chimica "Giacomo Ciamician", Alma Mater Studiorum – Università di Bologna, Via Piero Gobetti 85 40129 Bologna

³ Lab Service Analytica S.R.L, Via Emilia 51/c 40011, Anzola dell'Emilia, Bologna

Presenting author: Cesare Rossini (cesare.rossini@labservice.it)

Il miele, alimento di elevato valore commerciale, è spesso soggetto a frodi alimentari che ne compromettono l'autenticità. Questo studio propone un approccio multi-strumentale per la verifica dell'origine botanica del miele, combinando tecniche di fingerprinting chimico e di biologia molecolare. Sono stati analizzati 53 campioni di miele, suddivisi in sei tipologie: acacia, agrumi, castagno, flora alpina, millefiori e tiglio.

FlavourSpec® (Gas Cromatografia accoppiata alla mobilità ionica, GC-IMS) ha permesso di ottenere impronte digitali uniche per ciascun tipo di miele, basate sui composti volatili. Il pretrattamento dei dati e l'analisi statistica multivariata hanno evidenziato la capacità di questa tecnica di distinguere rapidamente le diverse tipologie di miele, con particolare efficacia per tiglio, acacia e agrumi.

La spettroscopia visibile (VIS) in riflettanza diffusa, applicata sul miele tal quale, ha fornito un fingerprinting chimico dei pigmenti caratteristici e una digitalizzazione del colore specifico. L'analisi delle coordinate colorimetriche ha mostrato una netta separazione tra i mieli di acacia e castagno rispetto agli altri.

La spettroscopia visibile (VIS) in trasmissione ha fornito informazioni uniche sulla tonalità di giallo degli estratti acquosi di miele, permettendo di distinguere con particolare efficacia il miele di tiglio e agrumi/acacia rispetto agli altri.

Le analisi in Digital PCR permettono di quantificare il numero di copie di geni target scelti. Questi i risultati: il numero di copie di gene housekeeping presenta una correlazione con la quantità di polline delle tipologie di mieli analizzata; per il miele di acacia la percentuale di DNA specie-specifica rispecchia i parametri standard; l'analisi qualitativa degli altri marcatori specie-specifici mostra un profilo botanico dei vari gruppi che rispecchiano la classificazione dei mieli.

I risultati dimostrano che l'approccio integrato proposto è promettente vs. la falsa dichiarazione dell'origine botanica. La combinazione di tecniche analitiche rapide complementari offre vantaggi in termini di velocità di esecuzione e costi contenuti, supportando le analisi tradizionali.

S1_P08: IDENTIFICAZIONE E QUANTIFICAZIONE DELL'ADULTERAZIONE DEL MIELE MEDIANTE APPROCCI DI SPETTROSCOPIA NIR E FLUORESCENZA

Davide De Angelis¹, Michele Faccia¹, Antonella Pasqualone¹, Francesco Caponio¹, Giacomo Squeo¹

¹ Dipartimento di Scienze del Suolo, della Pianta e degli Alimenti – Università degli Studi di Bari Aldo Moro, Via Amendola 165/a, 70126 Bari, Italia

Presenting author: Davide De Angelis (davide.deangelis@uniba.it)

L'adulterazione del miele è una delle frodi alimentari più diffuse e difficili da individuare, rendendo necessarie tecniche analitiche avanzate. In questo studio sono stati sviluppati modelli predittivi per il rilevamento e la quantificazione dell'adulterazione del miele, utilizzando la spettroscopia nel vicino infrarosso (NIR) e la spettroscopia di fluorescenza.

Due mieli autentici (agrumi e millefiori), prodotti da un'azienda locale, sono stati adulterati con tre tipi di sciroppi zuccherini (miscele di glucosio-fruttosio da mais e barbabietola) in percentuali dal 2% al 40%, per un totale di 42 campioni. Gli spettri NIR sono stati elaborati mediante Analisi delle Componenti Principali (PCA), seguita da regressione PLS (Partial Least Squares) per stimare i livelli di adulterazione. Per i dati di fluorescenza, è stata impiegata l'analisi PARAFAC (Parallel Factor Analysis), seguita da una regressione lineare e NPLS.

La PCA degli spettri NIR ha mostrato una chiara separazione tra miele e adulteranti, con la componente PC1 correlata al livello di adulterazione. Il modello PLS ($R^2 = 0.77$, RMSE = 6.20%) ha mostrato maggiore precisione (RMSE = 3.11%) escludendo uno degli sciroppi. Le matrici di eccitazione-emissione in fluorescenza hanno rivelato bande distinte nei mieli puri, probabilmente associati a prodotti della reazione di Maillard e composti fenolici, mentre gli sciroppi avevano segnali più deboli. L'analisi PARAFAC ha identificato due componenti significative, con la Componente 2 negativamente correlata alla percentuale di adulterazione. La regressione lineare ha prodotto stime accurate per alcuni campioni, ma ha evidenziato un bias tra i tipi di miele, suggerendo la necessità di modelli specifici per ciascuna tipologia. Il secondo approccio, basato su NPLS, ha fornito risultati interessanti ($R^2 = 0.92$ in calibrazione, 0.90 in cross-validazione; RMSECV = 4).

Nel complesso, la spettroscopia NIR e la fluorescenza si sono dimostrate tecniche efficaci per l'autenticazione del miele, con la fluorescenza particolarmente sensibile alle variazioni compositive indotte dall'adulterazione.

Studio condotto nell'ambito del Centro Nazionale AgriTech, finanziato dall'Unione Europea – NextGenerationEU (PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA (PNRR) – MISSIONE 4 COMPONENTE 2, INVESTIMENTO 1.4 - D.D. 1032 17/06/2022, CN00000022). I punti di vista e le opinioni espresse sono tuttavia solo quelli degli autori e non riflettono necessariamente quelli dell'Unione europea o della Commissione europea. Né l'Unione Europea né la Commissione Europea possono essere ritenute responsabili per essi.

S1_P09: ANALISI DEL PROFILO AROMATICO IN CAMPIONI DI MIELE DI DIVERSA ORIGINE BOTANICA E GEOGRAFICA, MEDIANTE APPROCCIO UNTARGETED MULTI-STRUMENTALE HS-FLASH-GC FID E HS-GC-IMS

Mara Antonia Gagliano¹, Filippo Panni², Enrico Valli¹, Alessandra Bendini¹, Mari Antonietta Brescia², Luisa Gregoli², Tullia Gallina Toschi¹, Angela Felicita Savino²

¹ Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari, Alma Mater Studiorum – Università di Bologna, p.zza Goidanich 60 - 47521 Cesena (FC) e viale Fanin 50 - 40127 Bologna

² MASAF, ICQRF – Laboratorio di Perugia, via della Madonna Alta 138 c/d - 06128 Perugia

Presenting author: Filippo Panni (filippo.panni@masaf.gov.it)

Le analisi separative untargeted, ossia che non determinano quali e quantitativamente molecole selezionate ma considerano per l'elaborazione tutto l'insieme di dati analitici ottenuti (e.g. cromatogramma, mappa di calore), rappresentano un approccio efficace per lo studio del miele, in particolare per la determinazione dell'origine botanica e geografica. Queste, possono risultare un valido strumento per la verifica dell'autenticità e della tracciabilità del prodotto, affiancando altri metodi analitici convenzionali, come l'analisi melissopalnologica e l'analisi sensoriale [1]. Questo studio ha avuto l'obiettivo di caratterizzare il profilo aromatico, mediante un approccio untargeted, di mieli uniflorali di diversa origine botanica e geografica, al fine di supportare la verifica dell'autenticità e della conformità a specifici standard qualitativi. In totale, sono stati analizzati 109 campioni di mieli uniflorali, dei quali 55 provenienti dall'Italia, 12 dai Paesi Baltici, 2 dalla Spagna e 40 dall'Iran, mediante l'utilizzo di due tecniche analitiche complementari, ovvero HS-Flash-GC FID e HS-GC-IMS. Dai risultati ottenuti si evince come i profili in composti volatili fossero piuttosto variabili e potenzialmente caratterizzanti i mieli di diversa provenienza. Questo può essere attribuito a fattori ambientali come il clima, il tipo di terreno e alle diverse pratiche di apicoltura, che influenzano la composizione del miele. Analogamente, anche in relazione all'origine botanica, si è osservata un'evidente variabilità, legata principalmente, in questo caso, ai composti volatili caratteristici dei fiori dai quali proviene il nettare; tali differenze sono utili per identificare potenziali marcatori volatili di autenticità delle singole specie floreali. La complementarità delle due tecniche analitiche impiegate, insieme alla rapidità e semplicità operativa dell'approccio chemiometrico untargeted proposto, sono promettenti, in termini di screening, sia per una utilizzazione "in singolo" che congiuntamente, nella logica di poter effettuare ampi campionamenti e di selezionare solo i campioni ritenuti "a rischio" per un controllo finale anche con metodi ufficiali, che richiedono più tempo nell'esecuzione.

Riferimenti:

1. N. Arroyo-Manzanares, M. García-Nicolás, A. Castell, N. Campillo, P. Viñas, I. López-García, M. Hernández-Córdoba; Talanta, 205, (2019), 120123.

S1_P10: APPLICAZIONE DEL PANEL TEST PER L'OTTENIMENTO DI CAMPIONI DI RIFERIMENTO, UTILI PER LA COSTRUZIONE DI MODELLI DI CALIBRAZIONE O L'ADDESTRAMENTO DI IA

Rosalba Tucci¹, Sara Barbieri¹, Alessandra Bendini¹, Francesca Baroccio², Stefano Coli³, Gino De Andreis⁴, Renato Ghisani⁵, Stefania Carpino², Tullia Gallina Toschi¹

¹ Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari, Alma Mater Studiorum - Università di Bologna, piazza Goidanich 60, 47521 Cesena e viale Fanin 50, 40127 Bologna

² DG TERR - Ispettorato Centrale della Tutela della Qualità e Repressione Frodi dei Prodotti Agroalimentari (ICQRF) - Ministero dell'Agricoltura della Sovranità Alimentare e delle Foreste (MASAF), via Quintino Sella 42, 00187 Roma

³ Castel del Chianti S.p.a., via del Chianti 35, 50028 Firenze

⁴ Fratelli Carli S.P.A. S.B., via Gareccio 11/13 - 18100 - Imperia

⁵ Oleificio Zucchi S.p.a., via Acquaviva 12, 26100 Cremona

Presenting author: Alessandra Bendini (alessandra.bendini@unibo.it)

L'applicazione dell'analisi sensoriale (Panel test) ha l'obiettivo di garantire che la categoria di olio vergine di oliva dichiarata possieda le caratteristiche richieste per legge, evitando la commercializzazione di prodotti non conformi. Infatti, al fine di tutelare chi consuma, il Consiglio Oleicolo Internazionale (COI) e l'Unione Europea (UE) hanno regolamentato la definizione delle categorie commerciali del prodotto, introducendo parametri chimici e sensoriali per la verifica della qualità [1-3]. Nonostante il Panel test abbia contribuito al miglioramento della qualità degli oli in commercio negli anni, è spesso oggetto di critiche, principalmente a causa della difficile classificazione degli oli borderline (in particolare tra le categorie olio extra vergine di oliva e olio di oliva vergine) per i quali i laboratori sensoriali possono trovarsi in disaccordo. Questo studio confronta i risultati ottenuti dall'applicazione del Panel test su un ampio set di oli analizzati da 5 panel, con l'obiettivo di evidenziarne l'efficacia e suggerire strategie di allineamento per una migliore armonizzazione. Elementi chiave di questo lavoro sono: i) un set di dati ottenuto raccogliendo 147 oli commerciali, provenienti da tre campagne olivicole, rappresentativi delle cultivar più comuni, con diverse origini geografiche e profili sensoriali; ii) la valutazione in sincrono da parte di 5 panel riconosciuti dal Ministero italiano dell'Agricoltura della Sovranità Alimentare e delle Foreste (MASAF); iii) l'elaborazione dei dati per ottenere una classificazione robusta mediante l'applicazione di una versione modificata dell'albero decisionale già proposto [4]; iv) la valutazione delle prestazioni dei panel. Gli oli valutati in questo modo, quando correttamente classificati, possono essere utilizzati come materiali di riferimento, fondamentali per l'allenamento degli assaggiatori, per l'allineamento tra diversi panel e per la costruzione di curve di calibrazione, quando i campioni vengono usati per analisi strumentali dei composti volatili (targeted, non targeted e/o di screening) o per l'addestramento di sistemi generativi di elaborazione dati (IA).

Riferimenti:

1. COI/T.20/Doc.no.3, 1987.

2. Reg. UE 2104/2022, L284, 1-22.

3. Reg. UE 2105/2022 L284, 23-48.

4. S. Barbieri, K.B. Bubola, A. Bendini, M. Bučar-Miklavčič, F. Lacoste, U. Tibet, O. Winkelmann, D.L. García-González, T. Gallina Toschi; Foods, 9 (2020), 355.

S1_P11: BIODIVERSITÀ OLIVICOLA PUGLIESE: UNA RISORSA TUTTA DA ESPORARE E VALORIZZARE

Giacomo Squeo¹, Pamela Laera¹, Lisa Fiorentino², Roccangelo Silletti¹, Federica Neviera¹,
Carmin Summo¹, Wilma Sabetta², Francesco Caponio¹

¹ Dipartimento di Scienze del Suolo, della Pianta e degli Alimenti (Di.S.S.P.A.), Università degli Studi di Bari "Aldo Moro", Via Amendola 165/A, 70126 Bari

² National Research Council - CNR, Institute of Biosciences and BioResources, Bari, Italy

Presenting author: Pamela Laera (pamela.laera@uniba.it)

In Italia, la Puglia è rinomata per la sua ampia biodiversità olivicola, rappresentata da un vasto germoplasma autoctono che svolge un ruolo cruciale per l'economia regionale e il patrimonio culturale. La conservazione e la valorizzazione di questa biodiversità sono essenziali per garantire sostenibilità economica, ambientale e culturale al sistema olivicolo-oleario regionale. Oli vergini da accessioni minori presentano, infatti, caratteristiche differenti che possono tramutarsi in interessanti leve di mercato [1]. Un esempio significativo è rappresentato dalla cv. Bambina [2], che dimostra rusticità e notevole adattabilità a diverse condizioni climatiche. In questo studio, in particolare, l'effetto di due diverse condizioni di frangitura sulle caratteristiche di oli vergini di cv. Bambina e Coratina è stato indagato. Le drupe sono state lavorate utilizzando due strategie di molitura: convenzionale e innovativa. Le analisi genetiche e chimiche delle paste di olive e degli oli risultanti hanno rivelato un elevato contenuto di composti bioattivi, come fenoli totali e tocoferoli, in particolare nella molitura innovativa. Questi composti contribuiscono alla stabilità ossidativa dell'olio e apportano significativi benefici alla salute umana. I livelli di espressione dei geni coinvolti sia nella biosintesi della vitamina E sia nella regolazione dello stato ossidativo (POD e LOX) erano significativamente più elevati nella cv. Bambina rispetto alla cv. Coratina.

Genotipo e tecnologia sono importanti leve a disposizione del sistema olivicolo-oleario per aumentare la sostenibilità e qualità delle produzioni. Accessioni di olivo minori presentano caratteristiche tali da poter ipotizzare una valorizzazione mirata di alcune di esse. Unitamente a ciò, l'utilizzo di nuovi approcci nel processo produttivo, può permettere di esaltare e valorizzare il potenziale che il genotipo può esprimere.

La ricerca è stata finanziata dal PSR Puglia 2014–2020. Misura 10-Sottomis. 10.2-Operazione 10.2.1-Progetti per la conservazione e valorizzazione delle risorse genetiche in agricoltura. Prog. "Recupero e valorizzazione del germoplasma olivicolo pugliese" con Acronimo "Re.Ger.OP."–DdS n. 24250052032. CUP: B97H22003770009.

Riferimenti:

1. G. Squeo, P. Laera, R. Silletti, C. Summo, F. Caponio. An Overview of the Purity Characteristics, Pigments, and Tocopherol Contents of 48 Virgin Olive Oils from Apulian Minor Olive Accessions. *Foods*, 14, 964 (2025). <https://doi.org/10.3390/foods14060964>
2. G. Squeo, G. Difonzo, R. Silletti, V.M. Paradiso, C. Summo, A. Pasqualone, F. Caponio. Cv. Bambina, una varietà minore pugliese: profilo di maturazione, composizione delle drupe e caratterizzazione chimica dell'olio vergine. *Riv. Ital. Sostanze Gr.* 96, 143-149 (2019).

S1_P12: CARATTERIZZAZIONE DI PASSATE DI POMODORO MEDIANTE GC-IMS E CHEMIOMETRIA

Nicola Barilaro¹, Ginevra Rossetti², Vincenzo Di Martino¹, Stefania Carpino¹

¹ Ministero dell'Agricoltura, della sovranità alimentare e delle foreste - Dipartimento dell'Ispettorato centrale della tutela della qualità e della repressione frodi dei prodotti agroalimentari – TERR II

² Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Medicina Animale, Produzioni e Salute (MAPS)

Presenting author: Stefania Carpino (s.carpino@masaf.gov.it)

L'Italia è tra i principali produttori mondiali di pomodoro e di conserve di pomodoro destinate direttamente al consumatore finale ed il loro mercato, di grande interesse economico, rende tali prodotti soggetti a possibili azioni fraudolente. Obiettivo del lavoro è di verificare, mediante l'applicazione di tecniche chemiometriche, la possibilità di utilizzare l'analisi GC-IMS al fine di caratterizzare le passate di pomodoro. Il sistema GC-IMS è un gascromatografo accoppiato ad un rivelatore a mobilità ionica che può essere impiegato sia per scopi separativi che caratterizzativi. La metodica analizza la composizione della frazione volatile dello spazio di testa del campione e restituisce un cromatogramma tridimensionale che rappresenta un'impronta digitale delle sostanze aromatiche presenti. Sui dati è stata eseguita un'analisi chemiometrica di classificazione (PLS-DA) per costruire modelli che permettessero la discriminazione dei campioni [1] sulla base degli stabilimenti di produzione, della varietà e della Regione di origine del pomodoro. Per quest'ultima si è seguito un approccio gerarchico nella discriminazione di due Regioni o due gruppi di più Regioni per volta. I risultati ottenuti su n. 92 campioni di passate di pomodoro evidenziano la presenza di elementi caratterizzanti. In particolare, sulla base del sito produttivo si ottiene una buona discriminazione, evidenziando che questo parametro risulta essere quello che maggiormente influenza la composizione della frazione volatile. Sulla provenienza regionale del pomodoro, la capacità discriminante è meno netta, pertanto si è utilizzato un approccio di tipo gerarchico confrontando i campioni tra loro a piccoli gruppi, che ha evidenziato una buona capacità di discriminazione tra alcuni dei gruppi. Per quanto riguarda la discriminazione sulla base della varietà, sono state studiate le due varietà maggiormente presenti nella matrice dati. I risultati ottenuti hanno evidenziato come il modello PLS-DA costruito sia in grado di differenziare in maniera molto accurata i campioni.

Riferimenti:

1. F. Marini, Classification Methods in Chemometrics» Current Analytical Chemistry, n. 6, 2010.

SESSIONE 2

Sicuri, sani e inediti: gli alimenti e gli ingredienti del futuro

Le nuove fonti proteiche, i grassi funzionali, i carboidrati a basso indice calorico, gli ingredienti bioattivi, gli alimenti funzionali, gli integratori alimentari, i residui e gli additivi, le colture sottoutilizzate, gli aspetti di sicurezza alimentare (safety) e i novel food.

S2_O01: RELAZIONE TRA LE PROPRIETÀ REOLOGICHE DI PROTEINE VEGETALI E CARATTERISTICHE DI ALIMENTI PLANT-BASED

Andrea Bresciani¹, Alessandra Marti¹

¹ Dipartimento di Scienze per gli Alimenti, la Nutrizione e l'Ambiente (DeFENS). Università degli Studi di Milano. Via G. Celoria 2, 20133, Milano

Presenting author: Andrea Bresciani (andrea.bresciani@unimi.it)

L'utilizzo di proteine vegetali sta acquisendo una crescente rilevanza nell'ambito dell'industria alimentare in risposta alla domanda di prodotti più sostenibili. Tuttavia, vi è la necessità di metodi reologici rapidi ed efficaci per la loro caratterizzazione. Per rispondere a questa esigenza, il presente studio ha previsto: (1) lo sviluppo di metodi per la valutazione delle proprietà termo-meccaniche di isolati e concentrati proteici, in condizioni di eccesso di acqua (mediante il ViscoQuick) e in condizioni di limitata disponibilità di acqua (mediante il Farinografo e Mixolab); (2) la valutazione dell'effetto dell'origine botanica e della procedura di estrazione sulle proprietà reologiche di isolati proteici e sulle caratteristiche del prodotto finito; (3) l'analisi dell'effetto dell'aggiunta di idrocolloidi sulle proprietà termo-meccaniche degli isolati proteici e le caratteristiche di texture del prodotto finito.

I risultati ottenuti evidenziano che: (1) l'origine botanica della materia prima e la disponibilità di acqua influenzano in modo significativo le proprietà termo-meccaniche di isolati e concentrati proteici; (2) i metodi sviluppati si sono dimostrati efficaci nel prevedere l'attitudine dei campioni alla produzione di estrusi ad alta umidità; (3) la tipologia di idrocolloidi utilizzati in fase di formulazione e la temperatura influiscono sulla capacità di aggregazione delle proteine e, di conseguenza, sulla consistenza del burger.

Questa ricerca contribuisce allo sviluppo di una metodologica applicabile a un'ampia gamma di ingredienti vegetali, promuovendo l'innovazione di prodotto e la sostenibilità nei sistemi alimentari.

Questo lavoro è parte nel progetto "Research and innovation network on food and nutrition Sustainability, Safety and Security (ONFoods)", finanziato nell'ambito del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR), Missione 4 Componente 2 Investimenti 1.3-Bando di gara n. 341 del 15 marzo 2022 del Ministero dell'Università e della Ricerca finanziato dall'Unione Europea-NextGenerationEU, Codice progetto PE00000003, Decreto di Concessione n. 1550 dell'11 ottobre 2022, CUP D93C22000890001.

S2_O02: LE GHIANDE NEL PIATTO: DALLA TRADIZIONE ALL'INNOVAZIONE

Francesca Vurro¹, Alexandra-Mihaela Ailodaei¹, Davide De Angelis¹, Giacomo Squeo¹,
Giusy Rita Caponio², Antonella Pasqualone¹, Carmine Summo¹

¹ Dipartimento di Scienze del Suolo, della Pianta e degli Alimenti, Università degli Studi di Bari Aldo Moro, Via Amendola 165/A, 70126 Bari, Italia

² Dipartimento di Bioscienze, Biotecnologie e Ambiente, Università degli Studi di Bari Aldo Moro, Via Orabona 4, 70125 Bari, Italia

Presenting author: Francesca Vurro (francesca.vurro@uniba.it)

La balanofagia è stata una pratica documentata fin dalla preistoria, soprattutto in concomitanza a periodi di carestie e guerre. Le ghiande di diverse specie di *Quercus* erano una risorsa accessibile, disponibile e nutriente, primariamente costituite da carboidrati complessi, con buon contenuto di fibre e composti bioattivi [1]. Le ghiande venivano consumate tal quali oppure, previa macinazione, impiegate in prodotti da forno o come surrogato del caffè, in tutto il bacino del Mediterraneo, comprese alcune aree dell'Italia. Questa ricerca si propone di valorizzare la farina di ghiande, integrandola in prodotti da forno della tradizione gastronomica italiana, analizzandone gli effetti nutrizionali e tecnologici. I pani piatti rappresentano alimenti versatili e tradizionali, la cui preparazione, in contesti di economie di sussistenza, è storicamente associata all'impiego di farine da cereali minori o colture alternative, come quella di ghiande in necci toscani e pani mediorientali. In questo contesto, è stato valutato l'impiego della farina di ghiande nella preparazione della focaccia, un pane piatto tipico italiano, sostituendola al 15% e al 30% alla farina di frumento. I risultati hanno evidenziato un aumento significativo del contenuto di fibre, consentendo l'utilizzo del claim "fonte di fibre" per la formulazione al 30% (Reg. UE 1924/2006). Dal punto di vista nutrizionale, l'inclusione di farina di ghiande ha determinato un incremento dei composti bioattivi, principalmente fenoli e carotenoidi, rispetto alla focaccia controllo, con conseguente aumento dell'attività antiossidante, e indice glicemico ridotto. Inoltre, la farina di ghiande è stata utilizzata nelle percentuali del 30% e 60% nella formulazione di biscotti, determinando un miglioramento sia dal punto di vista nutrizionale che tecnologico, con incremento della friabilità, arricchimento del profilo volatile e buona accettabilità sensoriale. Nel complesso, l'impiego della farina di ghiande nella preparazione di prodotti da forno rappresenta una strategia promettente per promuovere la valorizzazione di questo ingrediente antico, coniugando tradizione, innovazione e sostenibilità.

This paper was supported by the PRIMA project MEDACORNET - Rescuing acorns as a Mediterranean traditional superfood. The PRIMA program is an Art.185 initiative supported and funded under Horizon 2020, the European Union's Framework Program for Research and Innovation.

Riferimenti:

1. L.G. Inácio, R. Bernardino, S. Bernardino, C. Afonso; *Sustainability*, 16 (2024), 9613.



S2_O03: SVILUPPO E CARATTERIZZAZIONE DI GEL A BASE DI GLICOMACROPEPTIDE PER LA NUTRIZIONE PERSONALIZZATA DI PAZIENTI AFFETTI DA PKU

Giovanni Luca Russo¹, Silvana Cavella¹, Marcello Fidaleo², Annachiara Ferraioli¹,
Rossella Di Monaco¹

¹ Dipartimento di Agraria, Università degli Studi di Napoli "Federico II", Portici, Italia

² Dipartimento per l'Innovazione nei sistemi biologici, agroalimentari e forestali, Università della Tuscia, Viterbo, Italia

Presenting author: Giovanni Luca Russo (giovanniluca.russo@unina.it)

La fenilchetonuria (PKU) è una patologia genetica che richiede una dieta rigorosa a basso contenuto di fenilalanina (phe), con significative implicazioni sulla qualità della vita dei pazienti. Il glicomacropeptide (GMP), derivato dalla caseina e naturalmente povero di phe, rappresenta una valida alternativa nutrizionale grazie alle sue proprietà funzionali e gelificanti [1].

Questo studio ha avuto l'obiettivo di sviluppare e ottimizzare gel alimentari a base di GMP, da utilizzare come sostituti proteici per soggetti affetti da PKU. È stato applicato un approccio sperimentale di mixture design (extreme vertices design) per valutare l'effetto delle proporzioni di acqua, saccarosio e aromatizzante sulla gelificazione e proprietà tecnologiche dei gel, mantenendo costante il contenuto di GMP.

Le analisi hanno riguardato la caratterizzazione reologica, l'attività dell'acqua (a_w) e il pH dei gel formulati. I risultati hanno mostrato che la viscosità dinamica dei gel diminuisce con l'aumentare della frequenza di oscillazione, evidenziando un comportamento shear thinning. La formulazione ha influito significativamente sui valori di viscosità e sull'attività dell'acqua, con una forte correlazione tra quest'ultima e il rapporto acqua/solidi. Il pH è stato mantenuto in un intervallo ottimale per favorire la gelificazione, grazie alla regolazione con acido citrico.

I dati ottenuti offrono indicazioni utili per l'ottimizzazione di gel funzionali, con potenziale applicazione nella realizzazione di alimenti personalizzati, capaci di migliorare l'aderenza alla dieta pku e ridurre l'impatto delle restrizioni alimentari. Ulteriori studi sensoriali sono previsti per perfezionare le caratteristiche del prodotto e per determinarne l'accettabilità da parte del consumatore.

Riferimenti:

1. G.L. Russo, S. Puleo, S. Cavella, I. Scala, M. Fidaleo, R. Di Monaco; *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* (2024), 1–15.



S2_004: CEREAL-PULSE BASED BEVERAGES: NOVEL FUNCTIONAL ALTERNATIVES TO DAIRY YOGHURT

Chiara Viretto¹, Ali Zein Alabiden Tlais^{1,2}, Fabio Tuccillo³, Andrea Polo^{1,2}, Kashika Arora^{1,2}, Hana Ameer¹, Kati Katina³, Raffaella Di Cagno^{1,2}, Marco Gobbetti^{1,2}

¹ Faculty of Agricultural, Environmental and Food Sciences, Free University of Bozen-Bolzano, Piazza Università 1, 39100, Bolzano, Italy

² International Center on Food Fermentations (ICOFF), NOI Tech Park, via Ipazia 2, 39100, Bolzano, Italy

³ Department of Food and Nutrition, University of Helsinki, Agnes Sjöbergin katu 2, FI-00014, Helsinki, Finland

Presenting author: Chiara Viretto (chiara.viretto@student.unibz.it)

Dairy yoghurt consumption has declined in recent years, driven by lactose intolerances, dairy protein allergies, ethical and environmental concerns, reflecting a pronounced consumer transition toward plant-based alternatives. This study aimed to establish a biotechnological protocol for producing newly formulated cereal-pulse-based beverages with properties comparable to dairy yoghurt by fermenting a blend of oat, faba bean protein and starch concentrates, enriched with apple purée to enhance sensory quality and functionality. Four lactic acid bacteria (LAB) strains, selected for their optimal adaptation to plant-based substrates, were assessed as individual starters for fermenting cereal-pulse-based beverages. Their growth, acidification capacity, and effects on the release of bacterial metabolites and reduction of phytic acid were monitored throughout the fermentation. Based on these metabolic traits, seven bacterial consortia were designed by combining LAB strains with complementary properties into binary, ternary, and quaternary combinations, and these consortia were employed for fermentation at 30 °C for 20 h. Fermentation with the selected bacterial consortia significantly enhanced the pro-technological, nutritional, and functional properties of cereal-pulse beverages compared to control beverages. After incubation, all consortia achieved robust growth, which reflected on the acidification rate. Fermentation resulted in distinct profiles of sugars, organic acids, and amino acids, alongside with changes in the phenolic compounds composition, leading to the production of bioactive metabolites with enhanced antioxidant activities, as evidenced by superior DPPH and ABTS radical scavenging capacities. Additionally, fermented beverages demonstrated higher arabinoxylan and resistant starch, while significantly reducing anti-nutritional factors. Depending on the bacterial consortia, fermentation markedly decreased the starch hydrolysis index, and predictive glycemic index, without specific adverse effects on texture and sensory properties. Using INFOGEST protocol, fermented beverages revealed higher *in-vitro* protein digestibility compared to the control beverage. Our results shed light on the potential of selected bacterial consortia to provide nutritious and sustainable alternatives to dairy yoghurt.

S2_O05: SVILUPPO DI PRODOTTI DA FORNO FUNZIONALI: ARRICCHIMENTO DEI TARALLI TRADIZIONALI PUGLIESI CON *PLEUROTUS ERYNGII* ED EFFETTI SULLE ATTIVITÀ ANTIOSSIDANTE E ANTINFIAMMATORIA

Giusy Rita Caponio¹, Graziana Difonzo², Marica Troilo², Ilaria Marcotuli², Agata Gadaleta²,
Fortunato Cirlincione², Grazia Tamma¹, Maria Letizia Gargano²

¹ Dipartimento di Bioscienze, Biotecnologie e Ambiente, Università degli Studi di Bari Aldo Moro, Via Orabona 4, 70125 Bari, Italia

² Dipartimento di Scienze del Suolo, della Pianta e degli Alimenti, Università degli Studi di Bari Aldo Moro, Via Amendola 165/A, 70126 Bari, Italia

Presenting author: Giusy Rita Caponio (giusy.caponio@uniba.it)

La crescente domanda di alimenti ad alto valore nutrizionale che promuovano la salute ha spinto l'industria alimentare a sviluppare alimenti funzionali contenenti elevate concentrazioni di nutrienti bioattivi [1]. In questo contesto, una porzione di semola di grano duro integrale è stata sostituita con polvere di *Pleurotus eryngii* (PeP) a concentrazioni del 5% e del 10% (p/p) per produrre due varianti di taralli, TPE5 e TPE10, rispettivamente. Nutrizionalmente, *Pleurotus eryngii* è ricco di proteine, minerali essenziali, fibre (β -glucani) e antiossidanti che sono stati collegati a potenziali benefici per la salute, in particolare nell'attività antitumorale e nella modulazione dell'infiammazione [2]. È stato valutato l'impatto del PeP sulle proprietà tecnologiche, chimiche, fisiche e sensoriali dei taralli. Le caratteristiche funzionali dei taralli arricchiti sono state valutate utilizzando cellule di carcinoma del colon umano HCT8 come modello sperimentale. L'inclusione di PeP nei taralli ha aumentato la fibra alimentare totale, soddisfacendo i criteri di "alto contenuto di fibre" previsti dal Regolamento 1924/2006, migliorando al contempo il contenuto totale di fenoli. Questo aumento è dovuto principalmente alla presenza di polisaccaridi nei cereali e nei funghi, in particolare β -glucani, che contribuiscono al contenuto di fibre alimentari [3]. Il maggiore contenuto di fibre e polifenoli nei campioni arricchiti ha contribuito a una significativa riduzione dell'indice glicemico e dell'idrolisi dell'amido. Il trattamento con taralli arricchiti con PeP ha determinato una notevole riduzione dei livelli intracellulari di ROS nelle cellule HCT8, dimostrando un forte potenziale antiossidante. Inoltre, TPE5 ha esercitato effetti benefici riducendo l'infiammazione – come dimostrato da una riduzione significativa della fosforilazione di NFkB a livello della serina 536 – e promuovendo l'apoptosi. Questi effetti sono probabilmente mediati dalla regolazione degli stati ossidativi intracellulari. Complessivamente, questi risultati indicano che l'arricchimento con PeP migliora il profilo nutrizionale dei taralli e offre potenziali benefici per la salute, rafforzandone il ruolo di prezioso ingrediente funzionale.

Riferimenti:

1. R.K. Keservani, E.D. Ahire; CRC Press Eds. (2024).
2. F. Cateni, M.L. Gargano, G. Procida, G. Venturella, F. Cirlincione, V. Ferraro; *Phytochemistry Reviews*, 21(2) (2022), 339-383.
3. A. Singla, O.P. Gupta, V. Sagwal, A. Kumar, N. Patwa, N. Mohan, ... G. Singh; *Nutrients*, 16(6) (2024), 900.



S2_O06: EFFETTO DELLA COMBINAZIONE PROCESSO-CARRIER SULLE PROPRIETÀ TECNO-FUNZIONALI E SALUTISTICHE DI MICROINCAPSULATI DI ESTRATTO DI LUPPOLO

Simona Tatasciore¹, Lilia Neri¹, Veronica Santarelli¹, Carla Daniela Di Mattia¹, Paola Pittia¹

¹ Dipartimento di Bioscienze e Tecnologie per gli Alimenti, l'Agricoltura e l'Ambiente, Università degli Studi di Teramo, Via Renato Balzarini 1, 64100 Teramo, Italia

Presenting author: Simona Tatasciore (statasciore@unite.it)

Nel settore agroalimentare c'è una crescente richiesta di prodotti sostenibili, salutari e privi di additivi sintetici. Per tale motivo, la ricerca scientifica sta studiando e sviluppando nuovi ingredienti alternativi naturali con proprietà tecno-funzionali e biologiche. In questo contesto, gli estratti di luppolo, ricchi di metaboliti secondari bioattivi (polifenoli, acidi amari) con interessanti attività antimicrobiche, antiossidanti, proprietà coloranti e aromatizzanti, rappresentano una risorsa promettente e poco esplorata [1]. Tuttavia, il loro impiego diretto negli alimenti è limitato dalle significative proprietà amaricanti ed astringenti, dalla sensibilità a luce, ossigeno e alte temperature, e dalla scarsa solubilità in acqua. L'applicazione di tecnologie di incapsulamento e l'ottenimento di derivati a bassissima umidità, sono una valida strategia per superare queste criticità. In questo studio sono state esplorate due diverse tecnologie per la produzione di microincapsulati in polvere a base di estratti di luppolo (MHEs). In particolare, un estratto di luppolo concentrato (ExC), ricco in composti bioattivi [2], [3], è stato disperso in soluzioni di diversi materiali strutturanti/carrier: maltodestrina e gomma arabica, in singolo o in miscela con β -ciclodestrina (1:1 p/p). Le diverse formulazioni sono state poi sottoposte a microincapsulamento tramite liofilizzazione e spray-drying [4], [5]. Al fine di indagare l'effetto della combinazione tecnologia-carrier, gli MHEs sono stati caratterizzati per le proprietà fisiche, il profilo fenolico e di acidi amari al fine di valutare l'efficienza di incapsulamento, le proprietà di rilascio e tecno-funzionali (antiossidanti e antimicrobiche), nonché la loro stabilità.

I risultati mostrano che la combinazione tecnologia-carrier influenza significativamente le caratteristiche fisiche, la composizione e il rilascio dei composti, le proprietà antiossidanti e la stabilità degli MHEs, ma non l'attività antimicrobica. Questo studio apporta nuove conoscenze utili per la scalabilità, lo sviluppo e la produzione di nuovi ingredienti a base di luppolo e apre la strada a potenziali applicazioni innovative.

Riferimenti:

1. K. Carbone, F. Gervasi; *Plants*, 11 (24) (2024), 3434.
2. V. Santarelli, L. Neri, K. Carbone, V. Macchioni, P. Pittia; *Plants*, 11 (1) (2021), 41.
3. V. Santarelli, L. Neri, K. Carbone, V. Macchioni, M. Faieta, P. Pittia; *Journal of Food Science*, 88(4) (2023), 1308-1324.
4. S. Tatasciore, V. Santarelli, L. Neri, R. González Ortega, M. Faieta, C.D. Di Mattia, ... P. Pittia; *Antioxidants*, 12(2) (2023), 442.
5. S. Tatasciore, V. Santarelli, L. Neri, C.D. Di Mattia, A. Michele, D. Mastrocola, P. Pittia; *Current Research in Food Science*, 8 (2024), 100769.

S2_O07: EFFETTO DEGLI IDROLIZZATI DI PROTEINE DEL SIERO SUL MICROBIOTA INTESTINALE: PROSPETTIVE PER NUOVI INGREDIENTI FUNZIONALI

Giulia Di Filippo¹, Sonia Calligaris¹, Marilena Marino¹, Anna Rossi¹, Niccolò Renoldi¹,
Fabio Marroni¹, Nadia Innocente¹

¹ Dipartimento di Scienze Agroalimentari, Ambientali ed Animali, Università di Udine, Udine, Italia

Presenting author: Giulia Di Filippo (giulia.difilippo@uniud.it)

Il microbiota intestinale svolge un ruolo cruciale nella salute umana, influenzando metabolismo, immunità e omeostasi. Sebbene l'effetto dei carboidrati sulla composizione del microbiota sia stato ampiamente studiato, l'impatto delle proteine alimentari, in particolare quelle del siero di latte, è ancora poco esplorato. Studi recenti suggeriscono che peptidi bioattivi generati durante la digestione possano modulare positivamente il microbiota e stimolare la produzione di metaboliti come gli acidi grassi a corta catena (SCFA) [1]. Per valorizzare tali effetti, è stato proposto l'uso dell'idrolisi enzimatica prima della digestione al fine di ottenere peptidi con sequenze specifiche, caratterizzati da una migliore digeribilità ed eventuale riduzione dell'allergenicità [2].

In questo studio si è valutato l'effetto di idrolizzati di proteine del siero sulla composizione del microbiota intestinale e sulla produzione di metaboliti attraverso fermentazione colonica *in vitro*. Gli idrolizzati (WPH) sono stati ottenuti mediante idrolisi con Alcalase o Protamex protratta per tempi crescenti (10, 30, 120 minuti), seguita da digestione secondo il protocollo INFOGEST e fermentazione colonica. L'idrolisi ha favorito il rilascio di amminoacidi essenziali, come prolina e asparagina, mantenendo invariati i livelli degli amminoacidi ramificati, importanti per la sintesi muscolare. L'analisi metagenomica ha evidenziato che i WPH ottenuti da Protamex sono in grado di promuovere la crescita di batteri benefici, come *Acidaminococcus intestini*, e di ridurre specie pro-infiammatorie, come *Dorea longicatena*. È stato evidenziato un aumento di *Bifidobacterium adolescentis* e *B. longum*, noti per i loro effetti positivi sulla barriera intestinale e sull'infiammazione, nel caso dei WPH ottenuti a 10 e 30 minuti di idrolisi con Alcalase. Infine, la fermentazione colonica ha portato a un aumento di SCFA, in particolare acetato e propionato. I risultati dimostrano che un'idrolisi enzimatica mirata consente di modulare positivamente il microbiota, aprendo la strada allo sviluppo di alimenti funzionali in grado di supportare la salute e il benessere.

Riferimenti:

1. S. Wu, A.E.D.A. Bekhit, Q. Wu, M. Chen, X. Liao, J. Wang, Y. Ding; *Trends in Food Science & Technology*, 108 (2021), 164-176.
2. C. Feng, L. Tian, H. Hong, Q. Wang, X. Zhan, Y. Luo, Y. Tan; *Nutrients*, 14 (2022), 1374.



S2_O08: RECOVERY OF OLIVE STONE BY-PRODUCTS IN THE DEVELOPMENT OF FIBER-ENRICHED SPREADABLE CHEESE

Niccolò Renoldi¹, Federico Basso¹, Hana Maleej², Sonia Calligaris¹, Nadia Innocente¹

¹ Dipartimento di Scienze AgroAlimentari, Ambientali e Animali, Università degli Studi di Udine, Italia

² Faculty of Sciences of Gabes, Laboratory of Biodiversity and Valorization of Arid Areas Bioresources, University of Gabes, Tunisia

Presenting author: Niccolò Renoldi (niccolo.renoldi@uniud.it)

Olive oil extraction generates annually huge quantities of by-products, such as olive pomace, wastewater, and olive stones (OS). The latter contributes globally to the generation of 4 million tonnes of waste, which are exclusively destined to combustion for energy production [1]. To our knowledge, very limited information is available about valorization pathways begetting higher value-added outcomes. Based on OS high fiber content (*i.e.*, cellulose, hemicellulose, lignin), a promising application of such matrix could be its use as a functional ingredient, able to promote health through fiber enrichment of food formulations [2].

To this aim, to evaluate the feasibility of OS as fiber enriching ingredient in food, OS (81% fiber) were locally collected, dried, and milled (< 0.5 mm). The OS powder was then added to an experimental spreadable cheese before curding, at concentrations of 7 and 14% (w/w), to meet the "source of fiber" and "high in fiber" claims, respectively.

The addition of OS induced a significant change in visual appearance, with an overall darkening of the matrix, without affecting moisture content. Regarding structural properties, inclusion of OS at 7 and 14% significantly improved cheese spreadability while reducing the elastic structure of OS-enriched samples as compared to the control one. Confocal microscopy revealed that the presence of fibers affected the microstructure of the typical three-dimensional protein network present in the curd. Both samples containing OS were characterized by the presence of large insoluble fiber particles embedded in protein-based aggregated structure. Upon sensory analysis, consumer acceptability was in any case high but decreased as the OS concentration increased. Structural modifications induced by OS fibers do not compromise the overall feasibility of incorporating the 7% OS powder into spreadable cheese, while simultaneously enhancing its nutritional profile. These results defined a new way for the valorization of OS powder as a healthy functional food ingredient.

This research was funded by the project VALOstones – "Valorization of olive stone by-product as a green source of innovative and healthy value-added products in the context of the circular bioeconomy and sustainability"- part of the PRIMA Program supported by the European Union and funded by the national funding bodies of five Participating States (Tunisia, Italy, France, Morocco and Turkey). Project ID 1837.

Riferimenti:

1. Y. Bai, A. Arulrajah, S. Horpibulsuk, J. Chu; *Construction and Building Materials*, 403 (2023), 133003.
2. R. Mallamaci, R. Budriesi, M.L. Clodoveo, G. Bioti, M. Micucci, A. Ragusa, et al.; *Molecules*, 26 (2021), 1072.



S2_O09: CARATTERIZZAZIONE DELLE PIANTE SPONTANEE EDIBILI (WEPS) E LORO UTILIZZO PER LA REALIZZAZIONE DI ALIMENTI FUNZIONALI

Alessandra Fratianni¹, Caroline Vitone¹, Giuseppe Ianiri¹, Maria Carmela Trivisonno¹, Bruno Paura¹, Ángel A. Carbonell-Barrachina², Gianfranco Panfili¹

¹ Università degli Studi del Molise, DiAAA, Via de Sanctis, 86100 (Campobasso), Italia

² Grupo de Investigación Calidad y Seguridad Alimentaria, Instituto de Investigación e Innovación Agroalimentaria y Agroambiental (CIAGRO-UMH), Miguel Hernández University, Spain

Presenting author: Alessandra Fratianni (fratianni@unimol.it)

Le piante spontanee edibili, dette anche alimurgiche o WEPs (Wild Edible Plants), sono "piante che crescono spontaneamente in popolazioni che si autosostengono in ecosistemi naturali o seminaturali e possono esistere indipendentemente dall'azione umana diretta" (fonte FAO). Per questo motivo esse possono essere viste come una forma di coltivazione biologica naturale e essere inserite in un sistema di coltivazione biologica. In Italia, l'uso delle piante alimurgiche è sempre stato una caratteristica delle culture locali e esse vengono ampiamente utilizzate in diverse ricette tradizionali [1]. Dati recenti suggeriscono che le WEPs possiedono un grande potenziale come fonte di fibra, elementi minerali e composti bioattivi, come flavonoidi, proantocianidine, flavonoli, vitamina C, tocoli (vitamina E), carotenoidi (vitamina A) e xantofille che, grazie alla loro attività antiossidante, svolgono un ruolo chiave nel ridurre il rischio di sviluppare diverse malattie croniche degenerative nell'uomo [2,3]. In questo contesto, sono riportati i risultati derivanti dalla caratterizzazione nutrizionale e qualitativa/quantitativa di alcuni composti lipo e idrosolubili in differenti WEPs presenti nell'area Mediterranea. Considerando gli apporti significativi dei composti bioattivi investigati, le foglie di alcune piante più interessanti sono state utilizzate come ingredienti per la produzione di alimenti funzionali, come pasta e pane, con elevate proprietà nutrizionali, salutistiche, tecnologiche e sensoriali [4].

Riferimenti:

1. B. Paura, P. Di Marzio, E. Brugiapaglia, A. Bufano; *Plants*, 10 (2021), 743.
2. J. Clemente-Villalba, F. Burló, F. Hernández, Á. A. Carbonell-Barrachina; *Foods*, 12(5) (2023), 1012.
3. A. Fratianni, D. Albanese, G. Ianiri, C. Vitone, F. Malvano, P. Avino, G. Panfili; *Foods*, 13 (2024), 472.
4. A. Fratianni, C. Vitone, A. D'Agostino, M.C. Trivisonno, L. Falasca, G. Panfili; *International Journal of Food Science & Technology*, 59 (2024), 1121-1128.

**S2_O10: SEMOLA SEMI-INTEGRALE E FRAZIONATI PROTEICI
DI LENTICCHIA GIALLA: UN APPROCCIO SINERGICO
PER LA FORMULAZIONE DI PANINI AD ALTO CONTENUTO PROTEICO**

Marica Troilo¹, Mirco Vacca¹, Giusy Rita Caponio¹, Lorenzo Ciraldo¹, Roccangelo Silletti¹,
Maria De Angelis¹, Graziana Difonzo¹

¹ Dipartimento di Scienze del Suolo, della Pianta e degli Alimenti (Di.S.S.P.A.), Università degli studi di Bari Aldo Moro, Via Amendola 165/A, 70126 Bari

Presenting author: Marica Troilo (marica.troilo@uniba.it)

Il pane di semola, alimento base della dieta mediterranea, presenta un ridotto apporto proteico ed una scarsa presenza di fibre. Nel contesto di una crescente attenzione verso un'alimentazione funzionale, emerge la necessità di migliorarne il valore nutrizionale. L'arricchimento con ingredienti alternativi rappresenta una strategia promettente, ma pone sfide tecnologiche e sensoriali legate alla compatibilità con i processi di panificazione e all'accettabilità del prodotto finale.

Inoltre, l'impiego di lievito naturale può apportare benefici in termini di digeribilità, shelf-life e qualità nutrizionale, rafforzando il valore funzionale dei prodotti da forno.

In questo studio è stato esplorato l'impiego di semola semi-integrale, farina Manitoba e frazionato proteico di lenticchia gialla (FPLG) (in sostituzione delle farine dal 10 al 40% p/p) nella formulazione di panini, analizzandone gli effetti sulle caratteristiche nutrizionali, chimiche, tecnologiche e sensoriali. Inoltre, analisi sulla digeribilità proteica e del derivante profilo amminoacidico sono state condotte in vitro con l'obiettivo di mettere in risalto differenze in termini di apporto nutrizionale.

La semola semi-integrale ha fornito un apporto di fibra tale da permettere il raggiungimento del claim "fonte di fibre", mentre l'aggiunta del frazionato ha determinato un incremento progressivo del contenuto proteico, consentendo l'etichettatura come "fonte di proteine" o "ad alto contenuto di proteine", rispetto ai campioni controllo ottenuti senza FPLG.

Dal punto di vista chimico, si è osservato un aumento dose-dipendente di polifenoli totali, carotenoidi ed attività antiossidante, accompagnato da una riduzione dell'amido danneggiato e conseguente impatto sulla risposta glicemica valutata in vitro.

L'incremento del frazionato proteico ha indebolito la rete glutinica, con effetti sulla struttura in termini di durezza, masticabilità e volume specifico, evidenziando una maggiore compattezza e minore capacità di ritenzione di gas.

Nel complesso, l'approccio sinergico basato sull'utilizzo di semola semi-integrale, FPLG e lievito madre può rappresentare una strategia per l'ottenimento di panini di semola funzionali con specifici target nutrizionali.

L'attività è stata realizzata con il contributo di: Ministero delle Imprese e del Made in Italy, Dipartimento per le politiche per le imprese, Progetto PATENT, Prog n. F/350301/04/X60 - CUP: B99J24000540005 e ERC Seeds UNIBA-2023-UNBACLE-0244251.

S2_O11: VALORIZZAZIONE DI FARINA INTEGRALE DI MIGLIO PERLA (*PENNISETUM GLAUCUM* L.) IN PANIFICAZIONE: UN FOCUS SULL'EFFETTO DI MACINAZIONE E FERMENTAZIONE

Ottavia Parenti¹, Eleonora Carini¹, Maria Bellumori², Nadia Mulinacci², Carlo Mollica¹,
Emma Chiavaro¹

¹ Dipartimento di Scienze degli Alimenti e del Farmaco (SAF), Università degli Studi di Parma, Parco Area delle Scienze, pad.33, 43124 Parma, Italia

² Dipartimento di Neuroscienze, Psicologia, Area del Farmaco e Salute del Bambino (NEUROFARBA), Università degli Studi di Firenze, Via Ugo Schiff 6, 50019 Firenze, Italia

Presenting author: Ottavia Parenti (ottavia.parenti@unipr.it)

Gli attuali cambiamenti climatici e l'allarmante scarsità d'acqua suggeriscono la necessità di passare a colture alternative diverse dai cereali comuni. In questo contesto, il miglio, una delle principali fonti alimentari nelle regioni aride e semi-aride (Africa, India e Cina) e sesta coltura più importante al mondo [1], mostra caratteristiche di spiccata sostenibilità rispetto ai cereali maggiori [2]. Inoltre, è stato definito "nutri cereal" per il suo interessante profilo nutrizionale, e ha mostrato effetti benefici sulla salute umana [3]. Tra le diverse varietà di miglio, il perla (*Pennisetum glaucum* L.) si è distinto per l'elevato contenuto in fibra, minerali e antiossidanti [4,5]. Tuttavia, gli studi sul potenziale impiego di miglio in trasformazione risultano limitati. Il miglio perla è stato macinato (Baqta S.p.a.) come farina integrale; metà della farina è stata fermentata con *Saccharomyces cerevisiae* e *Companilactobacillus paralimentarius* (24 ore a 28°C) e poi essiccata (20 ore a 30°C). Il 50% di farina di miglio tal quale e fermentata è stata rimacinata con molino da laboratorio. È stato valutato l'effetto di granulometria (fine vs grossolana) e fermentazione (non fermentato vs fermentato) sulle proprietà tecnologiche delle farine di miglio tal quali e in blend frumento-miglio (80:20), e sulla qualità del pane ottenuto dai blend. La fermentazione e la granulometria hanno avuto un effetto significativo ($p < 0.05$) sulle proprietà tecnologiche delle farine di miglio tal quali, mentre i blend miglio-frumento hanno mostrato risultati simili al frumento 100%. L'aggiunta di miglio al pane ha ridotto il volume specifico, non ha modificato la sofficità della mollica, e ha apportato alcune differenze sugli altri parametri di texture e sul colore. I risultati ottenuti ampliano la conoscenza sulle proprietà tecnologiche del miglio e dimostrano che è possibile ottenere un pane di qualità con il 20% di farina integrale di miglio, promuovendo il consumo di questo cereale minore.

Progetto finanziato dall'Unione Europea - NextGenerationEU – Piano Nazionale Ripresa e Resilienza (PNRR) - Missione 4 Componente 2 Investimento 1.3 – Avviso N. 341 del 15 marzo 2022 del Ministero dell'Università e della Ricerca; Codice progetto PE000000003, Decreto Direttoriale MUR n. 1550 dell'11 ottobre 2022 di concessione del finanziamento, titolo progetto "ON Foods - Research and innovation network on food and nutrition Sustainability, Safety and Security – Working ON Foods".

Riferimenti:

1. F. Shahidi, A. Chandrasekara; *Journal of Functional Foods*, 5(2) (2013), 570–581.
2. A.S.M. Saleh, Q. Zhang, J. Chen, Q. Shen; *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 12(3) (2013), 281–295.
3. T. Khan, A. Azad, R.U. Islam; *Journal of Food Composition and Analysis*, 141(2025), 107364.
4. A. Kumar, V. Tomer, A. Kaur, V. Kumar, K. Gupta; *Agriculture and Food Security*, 7(1) (2018), 1–15.
5. A.M. Dias-Martins, K.L.F. Pessanha, S. Pacheco, J.A.S. Rodrigues, C.W.P. Carvalho; *Food Research International*, 109(2017), 175–186.

S2_O12: ADVANCED CHARACTERIZATION OF NANOSTRUCTURES INTENDED AS NOVEL FOOD: THE CASE STUDY OF NANOLIPOSOMES

Sofia Melchior^{1,2}, Luigi Calzolari³, Dora Mehn³, Sonia Calligaris²

¹ Department of Human Sciences and Promotion of the Quality of Life, San Raffaele University, Rome, Italy

² Department of Agricultural, Food, Environmental and Animal Sciences, University of Udine, Italy

³ European Commission, Joint Research Centre (JRC), Ispra, Italy)

Presenting author: Sofia Melchior (sofia.melchior@uniroma5.it)

Food structure consists of the spatial arrangement of constituents at different length scales from nm to cm. In this context, nanostructures refer to those characterized by one or more dimensions of 100 nm or less. Thanks to their size and the resulting surface-to-volume ratio, these structures are pivotal in defining food technological and nutritional functionalities [1]. Although their high potentialities in food applications, the research on nanostructures is still challenging since no single technique is able to provide information about particle size in the nano-range. Traditionally, dynamic light scattering (DLS) is applied to measure particle size. However, this technique is considered a low-resolution method due to the strong dependence of the scattering intensity on particle size [2]. This issue is critical than ever since nanostructures are categorized as novel food by the EU Regulation n°2015/2283 [3]. Thus, the most promising approach to detect and characterize nanostructures for complying EU law is to use a combination of different instruments to guarantee a robust and reliable dimension assessment [2]. So far, this approach has been applied only in the pharmacological field and not for foods.

This study aimed at comparing traditional and advanced techniques for the size characterization of nanoliposomes, selected as model nanostructure. Traditional (DLS) and innovative (analytical ultracentrifugation (AUC), transmission electron microscopy (TEM) and multi detector asymmetric flow field-flow fractionation (MD-AF4)) methods were used for particle size determination. Liposomes were of 112 nm diameter as determined by DLS. Contrarily, MD-AF4 and AUC revealed that the majority of particles were around 40-60 nm and 30-50 nm, respectively. Such results were corroborated by TEM that depicted the presence of oblong nanoliposomes. In conclusion, nanoliposomes can be classified as nanostructures [3] and results demonstrated the effectiveness of the selected methodologies in the nanodimension determination, opening novel possibilities in the nano novel food assessment.

Riferimenti:

1. S. Melchior, M. Codrich, A. Gorassini, D. Mehn, J. Ponti, G. Verardo, ... S. Calligaris; *Food Chemistry*, 428 (2023), 136680.
2. L. Calzolari, D. Gilliland, F. Rossi; *Food Additives and Contaminants - Part A*, 29 (2012), 1183–1193.
3. The European Parliament and the Council of the European Union. Regulation (EC) 2015/2283 of the European Parliament and of the Council of 25 november 2015 on novel foods. Official Journal of the European Communities, 327, 1–22.

S2_O13: ANTIOSSIDANTI NATURALI COME STRATEGIA PER RITARDARE LA TERMO-OSSIDAZIONE DELL'OLIO DI GIRASOLE

Pamela Laera¹, Giacomo Squeo¹, Francesco Caponio¹

¹ Dipartimento di Scienze del Suolo, della Pianta e degli Alimenti (Di.S.S.P.A.), Università degli Studi di Bari "Aldo Moro", Via Amendola 165/A, 70126 Bari

Presenting author: Pamela Laera (pamela.laera@uniba.it)

Gli estratti vegetali di broccolo, ribes nero e mirtillo (all'1% e al 25% in antocianosidi) sono stati addizionati ad un olio di girasole standard alle concentrazioni di 3 mg/mL, 10 mg/mL, 50 mg/mL, 75 mg/mL e 100 mg/mL valutandone l'effetto sulla stabilità ossidativa in condizioni di ossidazione accelerata, misurando il tempo di induzione tramite RapidOxy. L'estratto che ha presentato le migliori performance è stato l'estratto di mirtillo al 25% in antocianosidi, la cui caratterizzazione mediante LC-MS ha evidenziato i principali costituenti, ipoteticamente responsabili dell'attività antiossidante esplicata. Al fine di testare l'efficacia dell'estratto di mirtillo nel migliorare la resistenza alla termo-ossidazione, l'estratto è stato addizionato all'olio di girasole (nelle concentrazioni di 10 mg/mL e 100 mg/mL) ed è stato simulato un processo di cottura in stufa ventilata a 180 °C per 120 minuti. I campioni sono stati prelevati a 10, 20, 30, 60 e 120 minuti e sono stati sottoposti ad analisi chimiche quali determinazione del numero dei perossidi, dei composti polari totali, dei composti volatili e acquisizione degli spettri FT-IR. I risultati hanno mostrato come il valore dei perossidi e dei composti polari totali era ridotto drasticamente nei campioni contenenti estratto di mirtillo confermandone la promettente azione come antiossidante in olio di girasole.

S2_O14: PASTA DEL FUTURO: IMPATTO NUTRIZIONALE E SULLE PRESTAZIONI CULINARIE DELL'INTEGRAZIONE CON FARINA DI GRILLO

Dario Mercatante¹, Leonardo Musto², Mussa Makran², Antonio Cilla²,
Guadalupe Garcia-Llatas², Ivan Albano³, Maria Teresa Rodriguez-Estrada^{1,4}

¹ Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari, Alma Mater Studiorum-Università di Bologna, Viale Fanin 40, 40127 Bologna (Italia).

² Area di Nutrizione e Scienze degli Alimenti, Facoltà di Farmacia e Scienze dell'Alimentazione, Università di Valencia, Avda. Vicente Andrés Estellés s/n, 46100, Burjassot, Valencia, Spagna.

³ Italian Cricket Farm, Via Vigone 20, 10060, Scalenghe, Italy.

⁴ CIRI-Agrifood (Centro Interdipartimentale di Ricerca Industriale Agroalimentare), Alma Mater Studiorum-Università di Bologna, Piazza Goidanich 60, 47521 Cesena (Italia).

Presenting author: Dario Mercatante (dario.mercatante2@unibo.it)

L'introduzione nella dieta occidentale di insetti tal quali o di loro prodotti derivati potrebbe far fronte alla crescente domanda di proteine animali, dovuta all'aumento della popolazione. Questo studio ha valutato le proprietà nutrizionali e culinarie di pasta (penne rigate) formulata con il 10% di farina di grillo (*Acheta domesticus*), utilizzando come controllo una pasta composta al 100% da semola di grano duro. La composizione nutrizionale e le caratteristiche culinarie sono state analizzate utilizzando metodi standardizzati stabiliti dall'AACC [1]. La digeribilità dell'amido è stata valutata tramite il metodo di digestione gastrointestinale simulata mediante INFOGEST 2.0 [2]. Le proprietà colorimetriche sono state determinate secondo il sistema CIE Lab*. La pasta arricchita ha mostrato un contenuto significativamente più elevato di proteine (18,9 vs. 13,9 g/100 g), lipidi (2,5 vs. 1,3 g/100 g), fibra alimentare totale (5,5 vs. 2,9 g/100 g) e ceneri (1,0 vs. 0,9 g/100 g) oltre ad un contenuto inferiore di amido (62,3 vs. 70,0 g/100 g). È stata osservata una maggiore presenza di amido resistente (37,7 vs. 19,1%) ed una ridotta frazione di amido digeribile (62,3 vs. 80,9%). Le cinetiche di idrolisi dell'amido hanno evidenziato un comportamento di primo ordine per la pasta arricchita, suggerendo una degradazione più controllata rispetto all'andamento lineare della pasta convenzionale; inoltre, il maggiore contenuto di amido resistente potrebbe offrire effetti benefici per la salute del consumatore, grazie alle sue proprietà bioattive [3]. Le proprietà culinarie, come l'assorbimento d'acqua e la perdita in cottura, non hanno mostrato differenze significative tra i due campioni. Tuttavia, la pasta con farina di grillo ha presentato una colorazione più scura (L^* 48,8 vs. 61,8) rispetto a quella convenzionale, simile a quella di una pasta integrale (L^* 51,1). I risultati suggeriscono che l'inclusione di farina di grillo nella pasta migliora il profilo nutrizionale ed aumenta il contenuto di amido resistente senza compromettere le proprietà tecnologiche. Studi futuri dovranno approfondire le proprietà funzionali di questo ingrediente e la sua accettabilità da parte dei consumatori.

Riferimenti:

1. A. Duda, J. Adamczak, P. Chetmińska, J. Juszkiwicz, P. Kowalczewski; *Foods*, 8 (2019), 46.
2. J. Han, J. Wu, X. Liu, J. Shi, J. Xu; *Food Production, Processing and Nutrition*, 5 (2023), 48.
3. M. Makran, A. Cilla, C. M. Haros, G. Garcia-Llatas; *Foods*, 12 (2023), 93.

S2_O15: CO-CREAZIONE E DIETA MEDITERRANEA PER IL FUTURO DEL FOOD SERVICE ONCOLOGICO: INNOVAZIONE SENSORIALE PER PASTI PIÙ SANI E ACCETTATI

Angelica Lippi^{1,2}, Sara Spinelli¹, Caterina Dinnella¹, Agnès Giboreau^{2,3}, Véronique Mourier⁴,
Erminio Monteleone¹

¹ SensoryLab, DAGRI – Department of Agricultural, Food, Environmental and Forestry, University of Florence, Via G. Donizetti, 6 – 50144 Florence, Italy

² Institut Lyfe Research & Innovation Center, 1A chemin de Calabert 69130 Ecully, France

³ University of Lyon, University Claude Bernard Lyon 1, Health, Systemic, Process, UR4129 Unit Research, 69008 Lyon, France

⁴ Elior Santé, Tour Egée 11, allée de l'Arche, 92032 Paris, La Défense Cedex, France

Presenting author: Angelica Lippi (angelica.lippi@unifi.it)

Elevati sprechi alimentari, insoddisfazione dei pasti e alti tassi di malnutrizione, rendono necessarie nuove soluzioni negli ospedali oncologici [1, 2]. Utilizzare la co-creazione, un approccio partecipativo per l'innovazione di prodotto che vede il coinvolgimento sin dalle prime fasi della progettazione degli utilizzatori finali (i pazienti), appare promettente per portare verso cibi più sani e accettati, nel quadro di una dieta salutare come quella mediterranea.

Questo studio si propone di rivisitare attraverso la co-creazione ricette esistenti per sviluppare piatti salutarì e più apprezzati della Dieta Mediterranea per pazienti oncologici in un ospedale del sud della Francia.

Nella prima fase di co-creazione sedici pazienti oncologici e tre chef hanno partecipato a focus group, utilizzando compiti di libera associazione e tecniche di ideazione. Cinquanta ricette innovative sono state sviluppate come alternative salutarì e più accettate a quelle esistenti, adattando inoltre le proprietà sensoriali ai bisogni dei pazienti. Successivamente, sessantanove pazienti hanno espresso la loro opinione sulla descrizione delle ricette, portando alla selezione dei concetti più apprezzati. Dieci ricette finali sono state sviluppate durante sessioni di cucina, sette delle quali hanno sostituito le versioni attuali nel menu del pranzo dell'ospedale. Infine, le risposte di gradimento (scala edonica a 9 punti) [3] e i dati sullo scarto alimentare (scala Comstock) [4] sono stati raccolti su 242 pazienti oncologici ospedalizzati. Le ricette co-create presentano gradimento fino al 34% maggiore ($p = 0,004$) e sprechi fino al 66% minore ($p = 0,029$) rispetto alle ricette convenzionali.

Concludendo, la co-creazione si conferma una strategia di innovazione promettente in campo ospedaliero, favorendo l'accettabilità e la sostenibilità di soluzioni nutrizionali a base di ingredienti mediterranei. Emerge inoltre l'importanza di incorporare test affettivi e sensoriali dei prototipi, per modellare e informare il processo in un ciclo di feedback iterativo.

Riferimenti:

1. F. Alshqaqeeq, J.M. Twomey, M.R. Overcash; *Int. J. Healthcare Technology and Management*, 17(3) (2018), 186–196.
2. I. Tueros, M. Uriarte; *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98(5) (2018), 1647–1652.
3. D.R. Peryam, F.J. Pilgrim; *Food Technology* (1957).
4. D.A. Navarro, Y. Shapiro, R. Birk, R.D. Phd, M. Boaz; *Nutrition. Volumes*, 67–68 (2019), Supplement.



S2_O16: OTTIMIZZAZIONE E APPLICAZIONE DI GEL A BASE DI INULINA CON DIVERSO GRADO DI POLIMERIZZAZIONE COME SOSTITUTI DEL GRASSO NELLA FORMULAZIONE DI HAMBURGER LOW-FAT

Michela Pia Totaro¹, Mariana Miccolis¹, Davide De Angelis¹, Carmine Summo¹,
Francesco Caponio¹, Michele Faccia¹

¹ Università degli Studi di Bari Aldo Moro, Dipartimento di Scienze del Suolo, della Pianta e degli Alimenti, Via Giovanni Amendola 165/a, Bari, Italia

Presenting author: Michela Pia Totaro (michela.totaro@uniba.it)

La crescente attenzione dei consumatori verso le implicazioni della dieta sulla salute ha favorito lo sviluppo di strategie per la riformulazione degli alimenti ad alto contenuto di grassi, come i prodotti carnei, con l'obiettivo di migliorarne il valore nutrizionale. Tuttavia, il grasso animale svolge un ruolo importante nella definizione delle proprietà reologiche, strutturali e sensoriali di tali prodotti, pertanto la sua sostituzione, parziale o totale, deve essere bilanciata con sostanze simulanti. Il presente studio ha riguardato l'impiego di gel a base di inulina come sostituti del grasso nella formulazione di hamburger low-fat. Mediante un disegno sperimentale per miscele combinato con un disegno fattoriale a tre livelli, sono state sviluppate due tipologie di gel utilizzando inulina a basso (LDP) e alto (HDP) grado di polimerizzazione, in combinazione con acqua e gomma di guar. L'obiettivo è stato quello di ottenere dei gel con proprietà reologiche comparabili a quelle del grasso animale, valutate attraverso la viscosità (η) e l'indice di consistenza (K). Le formulazioni ottimali sono risultate le seguenti: 51,52% inulina, 48,48% acqua, 1,30% gomma di guar per il gel LDP, e 39,12% inulina, 60,88% acqua, 1,60% gomma di guar per il gel HDP. I due gel sono stati utilizzati per produrre prototipi di hamburger low-fat, che sono stati confrontati con hamburger convenzionali. Le determinazioni analitiche effettuate hanno evidenziato che i prototipi low-fat presentavano un profilo nutrizionale migliorato, con buone performances in termini di resa e struttura. Infatti, rispetto agli hamburger convenzionali, oltre a una riduzione dei grassi e un incremento del contenuto in fibre, è stata osservata in cottura una diminuzione significativa dell'ossidazione lipidica e una ridotta formazione di ammine cicliche aromatiche, composti definiti come probabili/possibili cancerogeni per l'uomo.

S2_O17: VALORIZZAZIONE DELLA FARINA E DEL SOTTOPRODOTTO DI LAVORAZIONE DELLE LENTICCHIE VERDI DI ALTAMURA IGP MEDIANTE LO SVILUPPO DI UN CONO GELATO

Federica Cirrincione¹, Raffaele Romano¹, Pasquale Ferranti¹, Annalisa Romano¹

¹ Dipartimento di Agraria, Università Federico II di Napoli, Piazza Carlo di Borbone, 80055, Portici (Napoli), Italia

Presenting author: Federica Cirrincione (federica.cirrincione@unina.it)

Attualmente i sottoprodotti dell'industria di lavorazione delle lenticchie, composti principalmente da cuticole, germe e cotiledoni frazionati, rappresentano uno scarto alimentare [1]. Obiettivo dello studio è stato lo sviluppo di cialde per gelato mediante l'impiego della farina integrale (LF) e dello scarto del processo di decorticazione e molitura (LW) delle lenticchie verdi di Altamura IGP. Le proprietà chimico-fisiche, termiche e funzionali (capacità di assorbimento di acqua -WHC e d'olio -OHC) degli sfarinati LW e che LF sono state valutate. La formulazione degli impasti con LF oppure LW ha previsto rispettivamente come ingredienti: sfarinati (26,6% LF; 23,9% LW), acqua (39%; 45%), zucchero (12,6%; 12,3%), uova (11,7%; 10,5%), olio (9,2%; 8,8%), sale (0,2%) e aroma di vaniglia (0,4%). I coni sono stati caratterizzati tramite lo studio delle proprietà chimico-fisiche, nutrizionali e meccaniche. Sia LF che LW hanno mostrato un eccellente profilo nutrizionale, in particolare un basso indice glicemico (45,9 e 43,7), un elevato contenuto proteico (25,5% e 22,3%) e di fibre (22,4% e 34,6%), rispettivamente. I valori di WHC e OHC di LW sono risultati significativamente maggiori ($p \leq 0,05$), mentre le proprietà termiche di LF hanno evidenziato una maggiore variazione di entalpia ($p < 0,05$) rispetto a LW. Le proprietà chimico-fisiche (contenuto d'umidità e pH) dei coni erano influenzate dalla tipologia di sfarinato, a differenza dell'attività dell'acqua che risultava simile ($p > 0,05$) e pari a 0,3. Dai risultati delle proprietà nutrizionali, invece, è emerso che il cono LW ha un contenuto di amido totale inferiore ($p < 0,05$) rispetto a LF. Infine, i valori di Hardness ottenuti tramite i test three bend point erano significativamente inferiori ($p < 0,05$) per i coni formulati con lo sfarinato LW. In conclusione, i dati ottenuti forniscono interessanti informazioni sul promettente impiego di tali sfarinati nel settore dei prodotti da forno.

Riferimenti:

1. M.M. Cavalluzzi, A. Lamonaca, N. P. Rotondo, D. V. Miniero, M. Muraglia, P. Gabriele, F. Corbo, A. De Palma, R. Budriesi, E. De Angelis, L. Monaci, G. Lentini; *Molecules*, 27 (2022), 7471.

S2_O18: LA FIBRA DI AGRUMI E LE EMULSIONI NETWORK: SINERGIE CON PECTINE A BASSO METOSSILE E PECTINE AMIDATE PER FORMULAZIONI ALIMENTARI AVANZATE.

Marco Panzanini¹, Giorgia Spigno¹, Lorenzo Pastrana², Dordoni Roberta¹

¹ Dipartimento di Scienze e Tecnologie Alimentari per una filiera agro-alimentare Sostenibile (DiSTAS) Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza (IT).

² INL International Iberian Nanotechnology Laboratory, Braga (PT).

Presenting author: Marco Panzanini (marco.panzanini1@unicatt.it)

La fibra di agrumi (CF) è il sottoprodotto dell'estrazione del succo, degli oli essenziali e delle pectine dagli agrumi [1]. CF ha la capacità di formare emulsioni network [2] con un'elevata resistenza in un ampio range di pH e trattamenti termici [3], suscitando un interesse crescente in ambito alimentare. Lo studio si è concentrato sull'interazione sinergica dell'emulsione di CF con quattro pectine a basso metossile (due standard e due amidate) all'interno di un emulsion-filled-hydrogel. Le pectine a basso metossile sono state scelte per la loro capacità di gelificare a basse concentrazioni di zucchero [4], consentendo la formulazione di prodotti in linea con esigenze dietetiche specifiche. In via preliminare, le condizioni di miscelazione sono state ottimizzate in collaborazione con un'azienda, così da realizzare un processo produttivo semplice, adatto allo scale-up industriale. Quindi, sono state testate differenti combinazioni di fibra e olio per minimizzare le dimensioni delle gocce (microscopia ottica), la struttura del network (confocale) e la separazione di fase (centrifugazione). Il campione contenente il 5% (p/p) di CF e il 20% (p/p) di olio ha mostrato le performance migliori. La capacità emulsionante della CF risulta correlata al rapporto acqua/fibra, che deve essere inferiore alla capacità della CF di trattenere l'acqua. L'emulsion-filled-hydrogel è stato creato a partire dall'emulsione precedentemente ottimizzata, gelificata con le pectine (1% p/p). Tra le pectine, solo quella amidata con il maggior grado di metossilazione è stata in grado di formare un gel autoportante. I risultati dell'analisi della texture degli emulsion-filled-hydrogel dimostrano come essa sia maggiormente influenzata da CF piuttosto che dalla pectina. Quando la CF agisce come emulsionante/stabilizzante, l'aggiunta di pectina conferisce caratteristiche uniche, consentendo di modulare la consistenza. Il prodotto finale si presta alla realizzazione di semilavorati versatili con un potenziale effetto carrier per elementi idrofili e/o lipofili.

Riferimenti:

1. D. Naviglio, D. Montesano, M. Ciaravolo, A. Savastano, V. Nebbioso, M. Toscanesi, A. Piccirillo, M. Gallo; *Macromolecular Symposia*, 404 (1) (2022).
2. R. Xiao, J. Qi, R. Liao, J. song, Wei, H. ying, T. Zhuo; *International Journal of Biological Macromolecules* (2024), 283.
3. X. Zhai, D. Lin, D. Liu, X. Yang; *Food Research International*, 103 (2018), 12–20.
4. J.T. Fu, M. A. Rao; *Food Hydrocolloids*, 15.1 (2001), 93-100.



S2_O19: STUDIO DELLE PROPRIETÀ FISICO-CHIMICHE, REOLOGICHE E SENSORIALI DI UNO YOGURT OVINO ADDIZIONATO CON PATÈ DI OLIVE

Angela Carboni¹, Roberto Cabizza¹, Pietro Paolo Urgeghe¹, Francesco Fancello¹,
Alessandra Del Caro¹

¹ Dipartimento di Agraria, Università degli Studi di Sassari, Viale Italia 39, 07100 Sassari, Italia

Presenting author: Roberto Cabizza (rcabizza@uniss.it)

Recentemente, l'interesse verso la valorizzazione dei sottoprodotti alimentari come ingredienti funzionali è cresciuto grazie alla loro composizione nutrizionale. Il patè di olive (PO), principale sottoprodotto dell'industria olearia, è ricco in polifenoli, fibre e antiossidanti ed è stato impiegato in diverse formulazioni alimentari [1,2,3,4]. In questo studio, il PO liofilizzato, previa caratterizzazione chimico-fisica e microbiologica, è stato addizionato all'1% (p/p) al latte ovino per la produzione di yogurt. Sono stati realizzati tre tipi di yogurt, due dei quali (YPOB e YPOA) addizionati con PO aggiunto rispettivamente prima e in seguito al trattamento termico di pastorizzazione del latte ed uno di controllo (YC). L'analisi microbiologica del PO ha confermato l'assenza di patogeni e alteranti. YPOB ha mostrato una tendenza a raggiungere più rapidamente il pH prefissato (4.67), senza differenze significative nella velocità di acidificazione rispetto agli altri campioni. YPOB ha evidenziato migliori caratteristiche tecnologiche rispetto a YPOA, quali maggiore Water Holding Capacity (WHC), minore sineresi, migliore texture. I due yogurt addizionati con PO hanno mostrato un contenuto significativamente più elevato di polifenoli totali (TPC), senza diminuzioni a seguito del trattamento termico in YPOB. In base ai risultati ottenuti, YPOB è stato sottoposto ad un test sensoriale di accettabilità su 100 giudici che hanno evidenziato come lo yogurt mantenga una consistenza, un flavour e una piacevolezza globale sovrapponibili al controllo. Parallelamente è stato eseguito il monitoraggio microbiologico nei 21 giorni di conservazione, mostrando una stabilità della carica di *Lactobacillus delbrueckii* in YPOB, mentre nel controllo si osserva una riduzione significativa a partire dal 15° giorno. *Streptococcus thermophilus* si è mantenuto stabile in tutti i campioni. I risultati suggeriscono che l'aggiunta di PO prima del trattamento termico rappresenta una strategia efficace per arricchire lo yogurt ovino, migliorandone le caratteristiche tecnologiche e nutrizionali senza comprometterne qualità e stabilità.

Riferimenti:

1. P. Dahdah, R. Cabizza, M.G. Farbo, C. Fadda, A. Del Caro, L. Montanari, G. Hassoun, A. Piga; *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 8 (2024), 1400339.
2. B. Simonato, S. Trevisan, R. Tolve, F. Favati, G. Pasini; *LWT - Food Science and Technology*, 114 (2019), 108368.
3. M. Simsek, Ö. Süfer; *Journal of Food Processing and Preservation*, 46 (2022), 15705.
4. D.M. Ferreira, B.C.C. Oliveira, C. Barbosa, A.S.G. Barbosa, M.A. Nunes, M.B.P.P. Oliveira, R.C. Alves; *Foods*, 13 (2024), 2933.

S2_O20: VALUTAZIONE DELLA SHELF-LIFE DI PASTA FRESCA ADDIZIONATA CON ESTRATTO DI SANSO IN FORMA LIBERA E MICROINCAPSULATA

Mariana Miccolis¹, Giuseppe Natrella¹, Giusy Rita Caponio³, Maria Calasso¹, Alessandro Di Michele⁴, Lilia Zago⁵, Carla Di Mattia², Graziana Difonzo¹

¹ Dipartimento di Scienze del Suolo, della Pianta e degli Alimenti, Università degli studi di Bari Aldo Moro;

² Dipartimento di Bioscienze e Tecnologia Agro-alimentari e Ambientali, Università di Teramo;

³ Dipartimento di Bioscienze, Biotecnologie ed ambiente, Università degli studi di Bari Aldo Moro;

⁴ Dipartimento di Fisica e Geologia, Università di Perugia; ⁵ Dipartimento di nutrizione di base e sperimentale, Università di Rio de Janeiro, Brasile.

Presenting author: Mariana Miccolis (mariana.miccolis@uniba.it)

La maggiore richiesta da parte dei consumatori di alimenti salutarì, con una lunga shelf-life e privi di additivi chimici, ha spinto i ricercatori ad impiegare molecole naturali dotate di attività antiossidante e antimicrobiche [1]. Da diversi anni, in linea con il Green Deal Europeo, è di grande interesse l'estrazione di queste sostanze da scarti e sottoprodotti agro-alimentari, tra i quali la sansa di olive, poiché ricca in polifenoli con attività antimicrobica [2]. Lo scopo del lavoro è stato, quindi, quello di valutare la possibile estensione della shelf-life di pasta fresca mediante l'impiego di estratto di sansa libero (ESL) e microincapsulato (ESM). I risultati hanno mostrato che i prodotti sperimentali erano conformi al DPR n. 187, 9 Febbraio 2001. In modo interessante, la microincapsulazione si è rivelata utile nel preservare i polifenoli durante la produzione e conservazione della pasta, in quanto i campioni con ESM erano caratterizzati da un maggior contenuto di fenoli e maggiore attività antiossidante, rispetto ai campioni con ESL. I processi ossidativi durante la conservazione, inoltre, hanno influenzato il profilo volatile, in misura maggiore per i campioni con ESL. L'aggiunta degli estratti ha portato ad una riduzione del pH sul prodotto fresco, tuttavia, un andamento crescente è stato osservato fino a 120 giorni di conservazione. L'impiego degli estratti, relativamente al colore del prodotto, ha portato ad una riduzione di L*, mentre l'indice di giallo ha mostrato un andamento decrescente nel tempo, in misura maggiore per i campioni con ESL. Infine, l'estratto di sansa, in particolare l'ESM ha ridotto la crescita di vari microrganismi. In conclusione, dal punto di vista microbiologico è stato osservato un aumento di shelf-life di 30 giorni rispetto al controllo, in quanto quest'ultimo ha mostrato valori di mesofili aerobi totali superiori al limite di 6 log UFC/g dopo 110 giorni di conservazione.

Riferimenti:

1. A. Romano, P. Ferranti, V. Gallo, P. Masi; *Current Opinion in Food Science*, 41 (2021), 249–259.

2. G. Difonzo, M. Troilo, G. Squeo, A. Pasqualone, F. Caponio; *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 101(1) (2021), 15–26.

S2_P02: THE IN VITRO INTAKE OF SAMBUCUS NIGRA EXTRACT PROMISINGLY IMPACTS THE HUMAN GUT ECOSYSTEM IN AN INDIVIDUAL-DEPENDENT WAY

Francis Aheto¹, Olga Nikoloudaki^{1,2}, Lena Granehall¹, Stephan Plattner³, Marco Gobetti^{1,2}, Raffaella Di Cagno^{1,2} and Andrea Polo^{1,2}

¹ Faculty of Agricultural, Environmental and Food Sciences, Free University of Bozen-Bolzano, 39100, Bolzano, Italy

² International Center on Food Fermentation, 39100 Bolzano, Italy

³ IPRONA Lana SPA, 39011 Lana, Italy

Presenting author: Francis Aheto (faheto@unibz.it)

Modern diets, often low in polyphenols and high in refined and ultra-processed foods, are associated with gut dysbiosis and an increased risk of chronic metabolic disorders such as cardiovascular disease, obesity, and type 2 diabetes [1]. In this context, plant-based polyphenols supplementation shows promise as "duplbiotics", combining antimicrobial and prebiotic effects [2, 3]. However, their structure, metabolism, and dependence on individual microbiota limit generalizations, particularly in clinical and animal studies [4]. Our study examined the impact of a novel polyphenol-rich (22.45%) extract (EBE) from European black elderberry (*Sambucus nigra* L.) on two distinct gut ecosystems, using the Simulator of the Human Intestinal Microbial Ecosystem (SHIME®). Two SHIME® units (S1 and S2), simulating the stomach, proximal colon, and distal colon, were inoculated with faeces from two healthy donors (out of n= 40) Mediterranean diet adherents. After stabilization, a two-week control, two-week treatment with 600 mg/day EBE, and one-week washout were conducted. Lumen samples collected at these timepoints were analyzed for short-chain fatty acids, polyphenols, and microbiome composition (shotgun metagenomics). S1 was *Bifidobacterium*-dominated while S2 was *Prevotella*-dominated. Despite baseline microbiota influencing the response to EBE intake, both SHIME® units showed a reduced Firmicutes-Bacteroidetes ratio ($p<0.05$), common modulations of *Enterococcus durans*, *Leifsonia* sp. C5G2, and *Phytobacter diazotrophicus*, as well as increased acetic acid and total polyphenol content ($p<0.05$) in at least one colon tract. S1 and S2 showed increased genes for glycine, serine, threonine metabolism, plant secondary metabolite biosynthesis, and glutathione metabolism. While S1 had increased genes for sphingolipid metabolism, S2 had increased genes for aminoacyl tRNA biosynthesis and vitamin B6 metabolism. The differential and some common shifts in S1 and S2 indicate the individualized, potentially beneficial impact of EBE intake on gut health, highlighting its promise for personalized nutrition interventions.

Riferimenti:

1. D. Plamada, D. C. Vodnar; *Nutrients*, 14 (2021), 137.
2. M. C. Rodríguez-Daza, E. C. Pulido-Mateos, J. Lupien-Meilleur, D. Guyonnet, Y. Desjardins, D. Roy; *Frontiers in Nutrition*, 8 (2021).
3. A. Severino, E. Tohumcu, L. Tamai, P. Dargenio, S. Porcari, D. Rondinella, I. Venturini, M. Maida, A. Gasbarrini, G. Cammarota, G. Ianiro; *Best Practice & Research Clinical Gastroenterology*, 72, (2024), 101923.
4. Q. Wang, H. Huang, Y. Yang, X. Yang, X. Li, W. Zhong, B. Wen, F. He, J. Li; *Frontiers in Nutrition*, 11 (2024).



S2_P03: INGREDIENTI NATURALI AD ALTA QUOTA: ESTRATTI NATURALI DA PIANTE ALPINE TRA TRADIZIONE E INNOVAZIONE

Giovanna Ferrentino¹, Tenuta Maria Concetta¹, Lara Manzocco²

¹ Free University of Bozen-Bolzano, Faculty of Agriculture, Environmental and Food Sciences, Piazza Università 1, 39100 Bolzano, Italy

² Dipartimento di Scienze AgroAlimentari, Ambientali e Animali - Università degli Studi di Udine.

Presenting author: Giovanna Ferrentino (giovannaferrentino@unibz.it)

Le piante officinali sono utilizzate fin dall'antichità per le loro proprietà aromatiche e terapeutiche. In molte tradizioni, l'impiego di erbe aromatiche attraverso l'estrazione di composti attivi da foglie, fiori, radici o semi rappresenta una pratica consolidata. Negli ultimi anni, l'interesse crescente verso prodotti naturali ha stimolato la ricerca di nuove fonti vegetali che siano sostenibili, sicure e legate al territorio.

In questo contesto si inserisce il progetto NETTLE ("Cooperazione transfrontaliera per la valorizzazione di piante alpine fonte di composti bioattivi"), finanziato dal programma Interreg Italia-Austria 2021–2027. I partner scientifici del progetto includono la Libera Università di Bolzano, l'Università di Udine e l'Università di Salisburgo.

L'obiettivo di NETTLE è la valorizzazione e la tutela della biodiversità nella regione alpina transfrontaliera Italia-Austria, attraverso l'estrazione di composti bioattivi da specie botaniche locali mediante tecnologie verdi e innovative, tra cui ultrasuoni, campi elettrici pulsati e anidride carbonica in condizioni supercritiche. Queste tecnologie sono state utilizzate per preparare gli estratti di oltre 30 piante alpine. Gli estratti ottenuti sono stati caratterizzati per profilo fitochimico e proprietà funzionali (antiossidanti, antimicrobiche, antinfiammatorie e cicatrizzanti) tramite tecniche analitiche avanzate. I risultati confluiranno nella creazione del primo database fitochimico-funzionale della regione transfrontaliera, fornendo una "fingerprint" chimica e biologica delle piante alpine selezionate. Il progetto intende così trasformare il patrimonio botanico locale in una risorsa per lo sviluppo di ingredienti naturali innovativi, sicuri e profondamente radicati nel territorio.

S2_P04: CARATTERIZZAZIONE NUTRIZIONALE E STIMA DEL CONTENUTO DI CLOROFILLA DELLA “COUVE MANTEIGA” (BRASSICA OLERACEA L., GRUPPO ACEPHALA), PER LO SVILUPPO DI CONVENIENCE FOOD

Elisa Canazza¹, Paolo Tessari², Christine Mayr Marangon¹, Anna Lante¹

¹ Dipartimento di Agronomia, Alimenti, Risorse Naturali, Animali e Ambiente (DAFNAE), Università di Padova, Viale dell'Università, 16, 35020 Legnaro, PD, Italia

² Dipartimento di Medicina (DIMED), Università di Padova, Via Giustiniani 2, 35128 Padova, PD, Italia

Presenting author: Elisa Canazza (elisa.canazza.3@studenti.unipd.it)

La “Couve Manteiga” (*Brassica oleracea* L., gruppo Acephala) appartenente alla famiglia delle Brassicaceae e recentemente introdotta nel panorama agricolo italiano, è stata oggetto di una caratterizzazione nutrizionale sistematica che ha dimostrato, oltre al basso contenuto energetico (30,66 kcal/100 g), anche il suo ruolo come fonte di fibre (3,39 g/100 g), proteine (3,01 g/100 g), calcio (333,09 mg/100 g) e potassio (215,53 mg/100 g), unitamente a un favorevole rapporto tra amminoacidi essenziali e non essenziali. Particolare attenzione è stata rivolta alla stima quantitativa del contenuto di clorofilla, composto bioattivo di riconosciuto interesse per le sue proprietà antiossidanti e protettive [1,2], utilizzata anche come marker di processo. La ritenzione di clorofilla ha infatti confermato l'efficacia della liofilizzazione (97,66%) e della pastorizzazione sottovuoto (83,5%) nel preservarne il contenuto rispetto al prodotto fresco. Lo sviluppo di convenience food a base di “Couve Manteiga”, come prodotti di IV e V gamma, offre un'opportunità concreta per facilitare il consumo di ortaggi ricchi in composti bioattivi, in linea con l'evoluzione delle abitudini alimentari moderne, caratterizzate dalla riduzione del tempo disponibile per la preparazione dei pasti e da una crescente domanda di soluzioni alimentari pratiche e nutrizionalmente equilibrate [3]. Inoltre, l'impiego di ingredienti liofilizzati ottenuti dai sottoprodotti di lavorazione di “Couve Manteiga” rappresenta una strategia di valorizzazione efficiente e sostenibile, favorendo la creazione di alimenti ad alto valore aggiunto e contribuendo alla riduzione degli scarti e al miglioramento dell'efficienza della filiera agroalimentare [4].

Riferimenti:

1. M. Roca, A. Pérez-Gálvez; *Food Chemistry*, 461 (2024), 140912.
2. P. Ebrahimi, Z. Shokrane, S. Tavakkoli, D. Mihaylova, A. Lante; *Plants*, 12 (2023), 1533.
3. R. Testa, G. Schifani, G. Migliore; *Sustainability (Switzerland)*, 13 (2021), 1027.
4. D. Santos, J.A. Lopes da Silva, M. Pintado; *LWT – Food Science and Technology*, 150 (2022), 112707.



S2_P05: IMPACT OF PROCESSING ON QUALITY PARAMETERS AND HEALTH PROPERTIES OF CITRUS GRANDIS VAR. PYRIFORMIS, MAXIMA AND TODARI

Roberta Pino¹, Rosa Tundis¹, Lucia Francesca Vuono¹, Maurizio Bruno², Natale Badalamenti², Rosario Schicchi³, Vincenzo Sicari⁴, Antonio Gattuso⁴, Monica Rosa Loizzo¹

¹ Department of Pharmacy, Health and Nutritional Sciences, University of Calabria, 87036 Rende (Cosenza), Italy; monica_rosa.loizzo@unical.it

² Department of Biological, Chemical and Pharmaceutical Sciences and Technologies, University of Palermo, Viale delle Scienze, Parco d'Orleans II, IT-90128 Palermo, Italy

³ Department of Agricultural, Food and Forest Sciences (SAAF), University of Palermo, Viale delle Scienze, Building 5, 90128 Palermo, Italy

⁴ Department of Agricultural Science, Mediterranean University of Reggio Calabria, 89123 Reggio Calabria, Italy.

Presenting author: Roberta Pino (roberta.pino@unical.it)

Citrus is the most produced tree fruit crop in the world. Almost 33% of the Citrus fruits are industrially processed for juice production [1]. These juices are naturally rich in nutrients and sources of micronutrients and bioactive phytochemicals, particularly polyphenols, associated with a variety of nutritional, dietary and health benefits with reference to hyperglycaemic condition and obesity [2, 3]. The impact of ultrasound treatment and pasteurization process on the quality parameters and the bioactivity of Sicilian Citrus grandis var. Pyriformis, Maxima and Todari juice was assessed. The phenolic profile evidenced the presence of naringin as the main abundant compound in both untreated and processed juice. Untreated C. maxima var. pyriformis showed the highest ascorbic acid content (219.36 mg/L). The radical scavenging activity was done using 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) and 2,2-azinobis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS) test [3,4]. The hypoglycaemic effect was analysed through the inhibition carbohydrate hydrolysing enzymes (α -amylase and α -glucosidase). Untreated juice exhibited a DPPH radical scavenging potential with percentage from 78.42 to 99.06% for C. grandis var. Pyriformis and Todari, respectively, whereas values from 77.60 to 96.40% were obtained in ABTS test. C. grandis var. Maxima processed juice resulted the most active against α -amylase (95.87%). Collectively, our results evidenced that no significant differences should be evidenced between processed and unprocessed juice in term of functional properties.

Riferimenti:

1. M. Lohrasbi, M. Pourbafrani, C. Niklasson, M.J. Taherzadeh; *Bioresource Technology*, 101 (2010), 7382-7388.
2. C. Gail, M.S. Rampersaud, M.F. Valim; *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57 (2017), 129-140.
3. M. Leporini, R. Tundis, V. Sicari, M.R. Loizzo; *Italian Journal of Food Science*, 33 (2021), 63-107.
4. M. Leporini, M.R. Loizzo, V. Sicari, T.M. Pellicanò, A. Reitano, A. Dugay, B. Deguin, R. Tundis; *Antioxidants* 9 (2020), 9, 298.



S2_P06: QUALITÀ E CONSERVABILITÀ DI PANE ARRICCHITO CON AGLIO NERO DI VOGHIERA IN POLVERE

Paola Tedeschi¹, Annalisa Maietti¹

¹ Dipartimento di Scienze Chimiche, farmaceutiche ed agrarie, Università di Ferrara Via Luigi Borsari 46, 44121 Ferrara

Presenting author: Paola Tedeschi (tdspla@unife.it)

L'aglio nero è un prodotto trasformato ottenuto mediante il trattamento termico di bulbi d'aglio freschi (*Allium sativum* L.) ad alte temperature e elevata umidità per diversi giorni, ottenendo spicchi neri dal sapore dolce e ricchi di sostanze bioattive [1,2].

L'aggiunta di aglio nero in polvere ai prodotti da forno per migliorarne i composti antiossidanti e la conservabilità è un metodo di notevole interesse che non ne compromette la qualità sensoriale né l'accettazione da parte dei consumatori [3].

Lo scopo di questo lavoro è valutare la qualità, le caratteristiche chimiche e funzionali e la conservabilità di pane addizionato con percentuali crescenti (0,5%, 1%, 2% e 3%) di polvere d'aglio nero di Voghiera (Ferrara). I dati ottenuti hanno dimostrato come l'aggiunta di polvere di aglio nero non ha modificato la composizione nutrizionale del pane, mentre il contenuto in polifenoli, flavonoidi totali e relativa attività antiossidante sono aumentati progressivamente con l'aggiunta di polvere dall'1 al 3% a confronto con il semplice pane di grano.

Inoltre, l'addizione di aglio nero ha migliorato la conservabilità dei pani arricchiti soprattutto con il 2 e il 3% di polvere, riducendo la crescita di microrganismi e la perdita d'acqua, causando tuttavia un aumento dell'acidità e dell'intensità del colore.

In conclusione, utilizzare polvere di aglio nero da bulbi non direttamente consumabili è un passo importante per migliorare l'economia circolare, e allo stesso tempo, permette a questo interessante alimento di essere immesso sul mercato come prodotto funzionale.

Riferimenti:

1. S. Kimura, Y.-C. Tung, M.-H. Pan, N.-W. Su, Y.-J. Lai, K.-C. Cheng; *J. Food Drug Anal.* (2017), 25, 62–70
2. Z. Qiu, Z. Zheng, B. Zhang, D. Sun-Waterhouse, X. Qiao; *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* (2020), 19, 801-834.
3. U. Kaim, Z.S. Goluch; *Nutrients*, (2023), 15, 4459.

S2_P07: CARATTERIZZAZIONE DEL PROFILO LIPIDICO DI LARVE DI COLEOTTERI EDIBILI MEDIANTE TECNICHE CROMATOGRAFICHE AVANZATE

Cesare Ravagli¹, Valentina Antonioni¹, Federica Pasini^{1,2}, Maria Fiorenza Caboni^{1,2}

¹ Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari, Alma Mater Studiorum - Università di Bologna, Piazza Goidanich 60, 47521 Cesena (FC)

² CIRI-Agroalimentare (Centro Interdipartimentale di Ricerca Industriale Agroalimentare), Alma Mater Studiorum - Università di Bologna, Via Quinto Bucci 336, 47521 Cesena (FC)

Presenting author: Valentina Antonioni (valentina.antonioni@unibo.it)

L'entomofagia, antica pratica alimentare abbandonata nei paesi industrializzati, sta riemergendo grazie al potenziale nutrizionale e la sostenibilità ambientale che la caratterizzano. Tra gli insetti edibili, i Coleotteri rappresentano l'ordine con il maggior numero di specie adatte al consumo umano, in particolare gli stati larvali, apprezzati per l'elevato contenuto di nutrienti [1].

Con il presente lavoro è stato possibile caratterizzare la frazione lipidica delle forme larvali di tre specie di coleotteri: il *Tenebrio molitor* (autorizzato per il consumo umano nell'UE tramite il Reg. di esecuzione UE 2021/882) ed il *Zophobas atratus*, entrambe appartenenti alla famiglia delle Tenebrionidae, ed il *Rhynchophorus ferrugineus*, della famiglia delle Curculionidae.

Sono state svolte analisi del profilo in acidi grassi e del profilo lipidico totale mediante GC-FID, della composizione in steroli tramite GC-MS, e del contenuto in tocoferoli tramite HPLC-FLD.

I risultati ottenuti suggeriscono che le rese ed il profilo lipidico sono largamente influenzati da fattori quali specie, stadio di sviluppo e dieta somministrata alla larva. *R. ferrugineus* ha mostrato il contenuto lipidico più elevato, con prevalenza di acidi grassi mono-insaturi (MUFA) e saturi (SFA), e bassi livelli di poli-insaturi (PUFA). In *Z. atratus* prevalgono gli SFA, ma con una discreta presenza di MUFA e PUFA, mentre *T. molitor* presenta una maggiore porzione di MUFA, seguiti da PUFA e SFA. I principali acidi grassi rilevati in tutte le specie includono C14:0, C16:0, C18:0, C16:1, C18:1 e C18:2n6. Il contenuto di tocoferoli risulta variabile, con elevati livelli di α -tocopherolo in *R. ferrugineus*. Tutti i campioni mostrano concentrazioni rilevanti di colesterolo, necessario per il processo di metamorfosi larvale [2]. I fitosteroli, invece, risultano più abbondanti nei Tenebrionidae, probabilmente per effetto di una dieta più diversificata.

I dati ottenuti offrono un quadro dettagliato della qualità lipidica di queste matrici, contribuendo alla valorizzazione degli insetti come risorsa alimentare alternativa sostenibile.

Riferimenti:

1. M. Olivadese, M.L. Dindo; *Insects* (2023), 14, 690.

2. J. Mlček, A. Adámková, M. Adámek, M. Borkovcová, M. Bednářová, I. Knížková; *Pol. J. Food Nutr. Sci.* (2019), 69, 247–254.



S2_P08: CARATTERIZZAZIONE CHIMICA E SENSORIALE DI MIELE DI CAPPERO (*CAPPARIS SPINOSA* L.)

Gianluca Tripodi¹, Fabrizio Cincotta², Maria Merlino², Marco Torre^{2,3}, Antonella Verzera²,
Concetta Conduro²

¹ Dipartimento di Scienze Umane e di Promozione della qualità della Vita, Università Telematica San Raffaele, Via di Val Cannuta, 247, 00166, Roma, Italia

² Dipartimento di Scienze Veterinarie, Università degli studi di Messina, Viale Giuseppe Palatucci snc, 98168, Messina, Italia

³ Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, Università degli Studi di Torino, Largo Paolo Braccini, 2, 10095, Grugliasco, TO, Italia

Presenting author: Gianluca Tripodi (gianluca.tripodi@uniroma5.it)

La valorizzazione dei mieli prodotti da piante resilienti ai cambiamenti climatici riveste grande importanza per sostenere l'apicoltura e per promuovere prodotti locali distintivi e sostenibili. La pianta del capperò (*Capparis spinosa* L.) cresce spontaneamente su terreni poveri, rocce, muri a secco, in zone aride e ventose dell'area mediterranea; resiste bene alla siccità, alle temperature elevate e alla salinità dei suoli. Fiorisce da maggio a settembre e rappresenta un'importante fonte di nettare in estate, quando altre fioriture sono assenti. I boccioli fiorali e i frutti sono ampiamente utilizzati come ingredienti in numerose preparazioni gastronomiche; il miele di capperò al contrario è prodotto in quantità limitate e in aree ristrette malgrado l'elevato contenuto di flavonoidi ed una riconosciuta attività antiossidante e antibatterica [1-3].

La presente ricerca mira alla valorizzazione del miele di capperò prodotto sull'isola di Stromboli (Sicilia, Italia) tramite lo studio della qualità sensoriale e delle molecole responsabili dell'aroma. L'analisi dei composti volatili, condotta mediante micro-estrazione in fase solida (HS-SPME) accoppiata a gascromatografia-spettrometria di massa (GC-MS), ha permesso l'identificazione di numerosi composti organici, molti dei quali comuni ad altri mieli, quali acidi, alcoli, aldeidi, chetoni, composti aromatici, furanici e terpeni. Il miele di capperò ha mostrato anche la presenza di composti solforati, tipici della pianta del capperò. Il profilo sensoriale, valutato tramite Analisi Quantitativa Descrittiva (QDA), ha evidenziato un bouquet olfattivo coerente con i composti volatili identificati, oltre a un gusto leggermente sapido e piccante. L'analisi di accettabilità condotta mediante test di Consumer Science ha inoltre rivelato un buon apprezzamento del prodotto da parte dei consumatori.

I risultati suggeriscono come il miele di capperò possa contribuire alla diversificazione produttiva e alla sostenibilità delle filiere apistiche locali aprendo anche nuove prospettive per lo sviluppo di nuovi alimenti funzionali e integratori naturali.

Riferimenti:

1. A.M. Amer, S.A. Abid-Alla; *DYSONA-Life Science*, 2 (2021), 1-5.
2. S. El-Guendouz, N. Al-Waili, S. Aazza, Y. Elamine, S. Zizi, T. Al-Waili, B. Lyoussi; *Asian Pacific journal of tropical medicine*, 10 (2017), 974-980.
3. A.G. Hegazi, F.M. Al Guthami, A.F. Al Gethami, H.A. El Fadaly; *Journal of pharmacopuncture*, 20 (2017), 112.



S2_P09: CARATTERISTICHE TECNO-FUNZIONALI E NUTRIZIONALI DELLA FARINA DI CICERCHIA DI AIDONE

Marco Torre^{1,2}, Fabrizio Cincotta¹, Matteo M.A. Lauceri¹, Maria Merlino¹,
Concetta Condurso¹, Antonella Verzera¹

¹ Dipartimento di Scienze Veterinarie, Università degli studi di Messina, Viale Giuseppe Palatucci snc, 98168, Messina, Italia

² Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, Università degli Studi di Torino, Largo Paolo Braccini, 2, 10095, Grugliasco, TO, Italia

Presenting author: Maria Merlino (mmerlino@unime.it)

I cambiamenti climatici, la crescente attenzione verso un sistema alimentare sostenibile e il recupero della biodiversità stanno orientando la ricerca scientifica verso la riscoperta di varietà di legumi minori con alto valore nutrizionale e ricchi in proteine [1]. La cicerchia (*Lathyrus sativus* L.) è una leguminosa coltivata principalmente per l'alimentazione del bestiame e, solo in parte, per il consumo umano. Originaria dell'Asia sud-occidentale e centrale, si è diffusa nell'area Mediterranea. In Europa la cicerchia è una delle leguminose da granella meno diffuse; in Italia, è coltivata in piccole aree, nella parte centro-meridionale, dalla Toscana alla Sicilia. La cicerchia è in grado di crescere su terreni poveri e in climi aridi ed è caratterizzata da un'elevata resistenza agli stress biotici e abiotici, da una capacità di fissazione dell'azoto superiore a molti altri legumi e da un alto contenuto di composti bioattivi [2-4].

In questo contesto, il presente studio mira alla valorizzazione della cicerchia di Aidone, una varietà antica del territorio ennese (Sicilia) trascurata e poco apprezzata, tramite la valutazione delle caratteristiche tecno-funzionali e nutrizionali della farina ottenuta dai semi e la sua possibilità di impiego per la produzione di alimenti proteici plant-based.

Dall'analisi del profilo nutrizionale (proteine, fibre, antiossidanti) e delle proprietà tecnologiche (assorbimento di acqua e olio, capacità gelificante ed emulsionante) la farina di cicerchia di Aidone ha mostrato un buon contenuto di proteine (22,9 g/100 g) e di fibra (7,8 g/100 g), e un'elevata capacità di assorbimento d'acqua (2,14 g/g) e olio (1,73 g/g), e buona capacità gelificante ed emulsionante (attività 60%, stabilità 65%). Tali risultati mostrano una composizione e proprietà tecnologiche simili alle farine di legumi comunemente utilizzate in prodotti alimentari ad oggi in commercio, suggerendo un potenziale utilizzo come ingrediente per alimenti quali burger vegetali, prodotti da forno e formulazioni destinate a regimi nutrizionali specifici.

Riferimenti:

1. A. Cheng, M.N.M. Raai, N.A.M. Zain, F. Massawe, A. Singh, W.A.Q.I. Wan-Mohtar; *Food Security*, 11 (2019), 1205–1215.
2. L. Gonçalves, D. Rubiales, M.R. Bronze, M.C. Vaz Patto; *Agronomy*, 12 (2022), 1324.
3. F. Lambein, S. Travella, Y.H. Kuo, M. Van Montagu, M. Heijde; *Planta*, 250 (2019), 821–838.
4. J.O. Popoola, O.B. Ojuederie, O.S. Aworunse, B.R. Aremu, T.O. Ajiboye; *Frontiers in Plant Science*, 14 (2023), 1105364.

S2_P10: MICROGELS DA ISOLATO DI CICERCHIA (*LATHYRUS SATIVUS* L.): CARATTERIZZAZIONE STRUTTURALE, REOLOGICA E TRIBOLOGICA

Francesco Iervese^{1,2}, Annalaura Sabatucci¹, Giulia D'Alessio¹, Lilia Neri¹, Paola Pittia¹,
Carla Di Mattia¹

¹ Dipartimento di Bioscienze e Tecnologie Agro-Alimentari e Ambientali, Università di Teramo, Via Balzarini, 64100 Teramo

² Dottorato nazionale in Food Science, Technology and Biotechnology, Università di Torino

Presenting author: Carla Di Mattia (cdimattia@unite.it)

La cicerchia (*Lathyrus sativus* L.) è una leguminosa resiliente, caratterizzata dalla capacità di crescere in suoli marginali e in condizioni climatiche estreme, come siccità e stress termico. Può contenere fino al 35% di proteine [1]; nonostante questi aspetti positivi, rimane poco valorizzata a causa della sua limitata solubilità, dovuta principalmente alla presenza di globuline, e dall'astringenza tipica delle proteine di legumi [2, 3]. Un approfondimento sulle proprietà tecnologiche di questa fonte proteica, ancora poco esplorate, potrebbe favorirne l'impiego nelle formulazioni alimentari. In questo studio sono stati analizzati dei gel proteici da isolato di cicerchia ottenuti per via termica a diversi pH (2, 3, 7 e 9) e come l'effetto di tali condizioni abbia influenzato le proprietà dei microgel derivati. Sono state valutate l'idrofobicità di superficie dell'isolato prima della gelificazione, le proprietà viscoelastiche dei gel (tramite *amplitude sweep* e *frequency sweep*), e anche le caratteristiche dei microgel: dimensione delle particelle, potenziale ζ , microstruttura, comportamento reologico e proprietà tribologiche. I risultati hanno evidenziato una maggiore idrofobicità superficiale in condizioni acide e una marcata influenza del pH sulle proprietà strutturali e funzionali. I pH acidi (2 e 3) hanno generato gel più rigidi e microgel con un comportamento pseudoplastico, mentre il pH neutro (7) e alcalino (9) hanno prodotto, a parità di condizioni, microgel con comportamento newtoniano. L'analisi tribologica ha mostrato una variazione del coefficiente di attrito in funzione del pH, con valori più elevati nei microgel acidi e progressivamente inferiori a pH neutro e alcalino. Le analisi dimensionali e del potenziale ζ hanno indicato che i microgel acidi presentano particelle più grandi, probabilmente a causa di fenomeni aggregativi. Questi risultati sottolineano il ruolo cruciale del pH nella modulazione delle proprietà strutturali, reologiche e tribologiche dei gel e microgel proteici da cicerchia, evidenziandone il potenziale come fonte proteica alternativa e sostenibile per applicazioni alimentari.

Questo lavoro è stato finanziato dall'Unione Europea - NextGenerationEU, Missione 4, Componente 1, nell'ambito del bando Ecosistemi dell'Innovazione del Ministero dell'Università e della Ricerca (MUR), progetto ECS00000041 - VITALITY - CUP: C43C22000380007.

Riferimenti:

1. M. Ghobadi, M.J. Varidi, A. Koocheki, M. Varidi; *International Journal of Biological Macromolecules*, 182 (2021), 26-36.
2. B. Kew, M. Holmes, E. Lamas, R. Ettelaie, S.D. Connell, D. Dini, A. Sarkar; *Nature Communications*, 14(1), (2023), 4743.
3. M.A. Sani, R. Mozafarpour, S. Khorasani, A. Dara, D.J. McClements; *Food Bioscience*, (2024) 105092.



S2_P11: BALL MILLED STARCH AEROGEL STRUCTURES AS NOVEL ADDITIVE FOR FOOD APPLICATIONS

Reindorf Boateng¹, María Blanco-Vales², Marco Faieta¹, Paola Pittia¹,
Carlos A. García-González²

¹ Department of Bioscience and Technology for Food, Agriculture and Environment, University of Teramo, Teramo, Italy

² AerogelsLab, Department of Pharmacology, Pharmacy and Pharmaceutical Technology, I+D Farma group (GI-1645), Faculty of Pharmacy, iMATUS and Health Research Institute of Santiago de Compostela (IDIS), Universidade de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela, Spain.

Presenting author: Reindorf Boateng (rboateng@unite.it)

Starch, a biodegradable polysaccharide, is a key functional ingredient in the food sector, though its native state has limited industrial applications. Physical, chemical, and enzymatic modification strategies enhance its usability [1]. Ball milling (BM), an eco-friendly physical technique, can induce structural and morphological changes in food biomolecules, improving their technological performance [2]. This study, for the first time, examines the impact of ball-milling treatment (BMT) duration on the structural and textural properties of starch aerogels.

Native starch (corn (CS, 21.23% amylose) and high amylose corn (HACS, 52.6% amylose)) were subjected to BM at varying milling durations (5, 15, and 30 minutes) at a constant rotational speed (350 rpm). Aerogels were obtained via thermal gelation (15% w/w starch concentration), moulded, followed by retrogradation, solvent exchange with ethanol and supercritical drying with carbon dioxide (CO₂). After the resulting gels underwent retrogradation, starch cryogels were obtained through freeze-drying of the same hydrogels for comparative analysis. Samples (native and treated) were analyzed for their textural properties (surface area, pore diameter, pore volume), density, porosity and water holding capacity (WHC).

Mechanical stability, microstructural and textural properties of the resulting dried gels were significantly impacted by BM treatment and the drying technique employed. Aerogels resulted mesoporous (pore diameter ≤ 25 nm), whereas cryogels showed macro porosity (pore diameter ≤ 200 μ m). Specific surface area, porosity ($> 80\%$) and WHC of the aerogels increased with prolonged milling time ($p < 0.05$) correlating to lower density. The highest surface area (237 m²/g) was observed in 10 min BM-HACS aerogels. WHC of BM cryogels was twice higher than the corresponding aerogels

BM can significantly affect the structural and textural properties of starch aerogels and cryogels, favoring their application in several sectors including food industry.

Riferimenti:

1. N. Han, J.L. Fan, N. Chen, H.Q. Chen; *Journal of Cereal Science*, 104 (2022), 103439.

2. M.T. Soe, P. Chitropas, T. Pongjanyakul, E. Limpongsa, N. Jaipakdee; *Carbohydrate Polymers*, 232 (2020), 115812.



S2_P12: INFLUENZA DI PARAMETRI DI PROCESSO E SOTTOPRODOTTI AGRO-ALIMENTARI SULLA STABILITÀ OSSIDATIVA E CHIMICO-FISICA DEGLI OLEOGEL

Giulia Salvatori¹, Dario Mercatante¹, Maria Teresa Rodriguez-Estrada¹

¹ Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari, Alma Mater Studiorum-Università di Bologna, Viale Fanin 40, 40127 Bologna (Italia).

Presenting author: Giulia Salvatori (giulia.salvatori5@unibo.it)

Gli oleogel (OG) rappresentano un'alternativa promettente ai grassi solidi tradizionali, poiché il loro processo di strutturazione non altera la composizione chimica né il valore nutrizionale dell'olio iniziale [1]. Questo studio ha valutato l'effetto combinato di parametri di processo e formulazione sulla stabilità fisico-chimica e ossidativa di OG a base di olio di girasole alto oleico (HOSO), cera di crusca di riso (RBW) e glicerolo monostearato (GMS). Sono state testate diverse condizioni di processo (temperature alte/basse, tempi brevi/lunghi) e ordini di aggiunta (OA), insieme alla presenza di fibre alimentari (bambù, BF; agrumi, CF) e trebbie di birra (BSG) in diverse concentrazioni (1%, 3%, 6%) e granulometrie (TQ, 125 µm, 90 µm, 63 µm). Le granulometrie più efficaci (BSG90, BF90, CF125 a 1% e BSG90, BF63, CF125 a 3%) sono state testate anche con GMS (1,5% e 2,5%) e diversi OA. Infine, sono stati condotti test preliminari per valutare gli effetti dell'impiego di olio sottoposto a macerazione e sonicazione (OM) in presenza di bucce di pomodoro liofilizzate sulla oil loss (OL%) degli OGs. I risultati hanno mostrato che le condizioni di trattamento influenzano maggiormente la OL%, mentre l'interazione tra trattamento e OA influenza significativamente l'ossidazione lipidica. BSG e BF risultavano più efficaci nel ridurre la OL% a 1%, mentre CF e BF a 3-6%. L'aggiunta di GMS ha peggiorato la OL%, probabilmente a causa di interferenze fisiche e interazioni tra frazioni solubili delle fibre e polari del GMS che potrebbero ostacolare la cristallizzazione di quest'ultimo e ridurre la quantità disponibile per la formazione della rete. L'uso di OM ha invece peggiorato la OL% per ogni fibra testata, presumibilmente per interferenze dei carotenoidi (e/o ulteriori componenti potenzialmente estratti) con la formazione della rete cristallina [2]. Saranno condotte indagini termiche, meccaniche e reologiche per comprendere al meglio gli effetti conseguenti alle interazioni tra i diversi componenti.

S2_P13: VALUTAZIONE DELLA STABILITÀ OSSIDATIVA E IDROLITICA DI OLI VEGETALI DURANTE FRITTURA SEMI-CONTINUA

Claudia Troisi¹, Dario Mercatante¹, Matilde Tura^{1,2}, Tullia Gallina Toschi^{1,2},
Maria Teresa Rodriguez Estrada^{1,2}

¹ Dipartimento di Scienze Agrarie e Alimentari, Alma Mater Studiorum-Università di Bologna, Viale Fanin 40, 40127 Bologna, (Italia).

² CIRI-Agrifood (Centro Interdipartimentale di Ricerca Industriale Agroalimentare), Alma Mater Studiorum-Università di Bologna, Piazza Goidanich 60, 47521 Cesena (Italia).

Presenting author: Claudia Troisi (claudia.troisi3@unibo.it)

La frittura è una delle tecniche di cottura più diffuse a livello globale. Tuttavia, l'uso prolungato degli oli può causare significative alterazioni chimiche con effetti negativi su qualità, sicurezza e accettabilità del prodotto fritto [1]. Il presente studio ha valutato la stabilità ossidativa e idrolitica di tre oli vegetali: girasole (G), palma (P) e arachide (A), selezionati per la loro diversa composizione in acidi grassi e diffusione d'uso. Gli oli sono stati sottoposti a frittura semi-continua per 5 giorni, e campionati a 4 tempi (T0, T1, T3 e T5). La stabilità degli oli è stata monitorata attraverso la determinazione dell'acidità libera, del numero di perossido (PV), del profilo degli acidi grassi totali (FAME), dell'indice di stabilità ossidativa (OSI) e dei composti polari totali (TPC) tramite strumentazione TESTO®. Al T5, tutti gli oli analizzati presentavano livelli di acidità libera inferiore allo 0,5%. L'olio G ha evidenziato un andamento sinusoidale del PV, tipico dell'ossidazione primaria, mentre gli oli A e P hanno mostrato un incremento progressivo del PV coerente con la fase di propagazione dell'ossidazione [2]. I tempi OSI hanno evidenziato la maggiore stabilità di A (23 h) e P (26 h), rispetto a G (5 h). L'analisi della correlazione tra OSI e PV ha evidenziato una forte relazione nei campioni A ($R^2 = 0,9388$) e P ($R^2 = 0,9200$), indicando una coerenza tra la resistenza all'ossidazione e l'accumulo di perossidi. Al T5, l'olio A mostrava un contenuto di TPC del 15,5%, al di sotto del limite normativo del 25% [3], mentre G e P hanno superato tale soglia (25,5% e 25,0%), risultando non più idonei alla frittura. Le differenze osservate sono in parte attribuibili alla composizione in FAME: l'olio G, ricco in PUFA (~60%), risulta più suscettibile all'ossidazione; l'olio P, seppur ricco in SFA (~40%), presenta un contenuto più elevato di digliceridi [4], che contribuiscono ad un TPC iniziale maggiore. L'analisi del rapporto UFA/SFA ha mostrato una forte correlazione con i valori di TPC in tutti gli oli ($R^2 > 0,95$). In conclusione, l'olio A ha mostrato le migliori performance grazie all'elevato contenuto di MUFA (~77%), confermandosi particolarmente adatto all'uso ripetuto in frittura. Ulteriori approfondimenti includeranno la caratterizzazione del profilo dei composti volatili e l'analisi sensoriale, al fine di individuare eventuali correlazioni tra l'evoluzione chimica degli oli e le percezioni sensoriali.

Riferimenti:

1. C. Valle, F. Echeverría, V. Chávez, R. Valenzuela, A. Bustamante; *Food Safety and Health*, 2(4) (2024), 414-428.
2. N. Zhang, Y. Li, S. Wen, Y. Sun, J. Chen, Y. Gao, A. Sagymbek, X. Yu; *Food Chemistry*, 358 (2021), 129834.
3. Ministero della Sanità. (1991). Circolare 11 gennaio 1991, n. 1. (Prot. n. 704/49.00/326).
4. R. Romani, A. Giordano, S. Vitiello, L.L. Grottaglie, S.S. Musso; *Journal of Food Science*, 77(5) (2019), C419-C531.



S2_P14: EVALUATION OF QUALITY PARAMETERS AND FUNCTIONAL ACTIVITY OF OTTOBRATICA VIRGIN OLIVE OIL ENRICHED WITH A MIX OF TURMERIC, GINGER, AND MACE

Vincenzo Sicari¹, Roberta Pino², Rosa Tundis², Antonio Gattuso¹,
Irene Maria Grazia Custureri¹, Monica Rosa Loizzo²

¹ Department of Agricultural Science, Mediterranean University of Reggio Calabria, 89123 Reggio Calabria, Italy

² Department of Pharmacy, Health and Nutritional Sciences, University of Calabria, 87036 Rende (Cosenza), Italy.

Presenting author: Monica Rosa Loizzo (monica_rosa.loizzo@unical.it)

Functionalized olive oils have gained increasing attention due to their potential health benefits [1]. Recent studies have focused on enriching olive oil with bioactive compounds through various methods (infusion, co-extraction, and co-milling) [2-4]. The objective of this study was to develop a functional product with health-promoting properties that could help the control of metabolic syndrome-related issues. To achieve this, a mix of turmeric (T), ginger (G), and mace (M) (1.5% w/w) were added to Ottobratica cultivar extra virgin olive oil (EVOO) through infusion (I) and co-extraction with olive paste (Co-M) and compared to the single flavoured virgin olive oil (FVOO). FVOOs oxidative stability, total phenols and -tocopherol content, radical scavenging activity (DPPH and ABTS tests), metabolic enzymes (α -amylase, α -glucosidase, pancreatic lipase) inhibitory effects, and sensory evaluation were assessed. No significant differences were recorded in DPPH radical scavenging activity among FVOOs obtained by the two enrichment processes with IC₅₀ values of 16.26 and 16.44 μ g/mL for FVOO_Co-M and FVOO_I, respectively. Functionalization increases the bioactivity of the EVOO. In fact, FVOO functionalized with the spice mix exhibited a promising pancreatic lipase inhibitory effect with IC₅₀ values of 71.27 and 82.23 g/mL for Co_M and I, respectively compared to the EVOO control (IC₅₀ value of 143.46 g/mL). This activity is strictly related to the higher total phenols content in FVOOs. Sensory evaluation showed that both functionalized oils were appreciated for their unique taste and balance.

Riferimenti:

1. S. Lamas, N. Rodrigues, A.M. Peres, J.A. Pereira; *Trends in Food Science & Technology*, 124 (2022), 108-127.
2. C. Jimenez-Lopez, M. Carpena, C. Lourenço-Lopes, M. Gallardo-Gomez, J.M. Lorenzo, F.J. Barba, M.A. Prieto, J. Simal-Gandara; *Foods*, 9 (2020), 1014.
3. L. Cecchi, S. Urciuoli, F. Ieri, T. Ugolini, S. D'agostino, C. Breschi, D. Balli, B. Zanoni, N. Mulinacci; *Food Chemistry*, 464 (2025), 141817.
4. I.M.G. Custureri, A.M. Giuffrè, M.R. Loizzo, R. Tundis, A.C. Soria, V. Sicari; *Applied Food Research*, 4 (2024), 100400.

S2_P15: DEVELOPMENT OF PHENOLIC-RICH FRACTIONS FROM OLIVE MILL WASTEWATER BY MEMBRANE-BASED OPERATIONS FOR APPLICATION IN FOOD INDUSTRY

Roberta Pino¹, Carmela Conidi², Rosa Tundis¹, Vincenzo Sicari³, Antonio Gattuso³, Lucia Francesca Vuono¹, Alfredo Cassano², Monica Rosa Loizzo¹

¹ Department of Pharmacy, Health and Nutritional Sciences, University of Calabria, 87036 Rende (Cosenza), Italy;

² Institute on Membrane Technology, ITM-CNR, 87036 Rende (Cosenza), Italy

³ Department of Agricultural Science, Mediterranean University of Reggio Calabria, 89123 Reggio Calabria, Italy.

Presenting author: Roberta Pino (roberta.pino@unical.it)

Today the valorisation of agro-food wastes and by-products is a challenging opportunity for a sustainable and competitive development of the agro-food industry in agreement with the principles of circular economy [1]. Olive mill wastewater (OMW) generated in the production of extra virgin olive oil poses a significant threat of pollution effect to the environment. On the other hand, it contains a significant phenolic compounds content which can be recovered and valorised for food and nutraceutical applications [2]. This study aimed at investigating the development of polyphenol-enriched fractions (PEFs) from OMW by using a combination of ultrafiltration (UF) and nanofiltration (NF) membranes. Specifically, OMW was firstly pretreated by UF with a production of a permeate fraction containing 96% of the phenolic compounds of the treated sample. The NF treatment of the UF permeate was investigated by using three thin-film composite membrane in spiral-wound configuration with different molecular weight cut-off (MWCO). The performance of these membranes was evaluated, in selected operating conditions, in terms of productivity and selectivity towards total phenolic compounds (TPC), flavonoids (TFC), hydroxycinnamic acids and flavanols. The obtained PEFs from each NF treatment were also investigated for their antioxidant activity (DPPH, ABTS and FRAP tests). Among the investigated membranes, the Trisep TS40 (from Microdyn Nadir), with a MWCO of 200-300 Da, produced retentate fractions with the highest content of TPC and TFC. Moreover, these fractions exhibited also the highest radical scavenging effect against both ABTS and DPPH test with percentage of inhibition of 96.94 and 92.27%, respectively.

In the light of the obtained results the produced PEFs could be considered as a potential source of antioxidants to be applied in several fields, including the food industry, where they could be used for both fortifying and prolonging the shelf life of final products.

Riferimenti:

1. A. Nazir, K. Khan, A. Maan, R. Zia, L. Giorno, K. Schroën; *Trends in Food Science & Technology*, 86 (2019) 426-438.

2. D. Cuffaro, A. Bertolini, S. Bertini, C. Ricci, M.G. Cascone, S. Danti, A. Saba, M. Macchia, M. Digiacoimo; *Nutrients*, 15 (2023), 3746.

S2_P16: APPLICATION OF PHENOLIC EXTRACTS FOR INHIBITION OF POLYPHENOL OXIDASE ACTIVITY AND ENZYMATIC BROWNING IN FOOD SYSTEMS

Peyman Ebrahimi¹, Elisa Canazza¹, Alberto De Iseppi¹, Dasha Mihaylova², Anna Lante¹

¹ Department of Agronomy, Food, Natural Resources, Animals, and Environment—DAFNAE, Università di Padova, Viale dell'Università, 16, 35020 Legnaro, PD, Italy

² Department of Biotechnology, University of Food Technologies, 26 Maritza Blvd, 4002 Plovdiv, Bulgaria

Presenting author: Peyman Ebrahimi (peyman.ebrahimi@unipd.it)

Enzymatic browning is a major problem during food processing and storage, as it degrades the sensory characteristics, and nutritional value of fruits and vegetables, leading to waste generation. Natural inhibitors, such as phenolic extracts, have emerged as a promising solution to address this issue. Based on this, the present research aims to evaluate the phenolic extract from collard greens (CGs) as a potential inhibitor of polyphenol oxidase (PPO), which is the main enzyme behind enzymatic browning. The CG extract, prepared using an optimized extraction method, showed a total phenolic content of 2.35 ± 0.23 mmol gallic acid equivalent/L and a ferric-reducing antioxidant power of 3.35 ± 0.06 mmol Trolox equivalent/L. To improve the extract's ability to inhibit PPO, it was treated with acid (0.3 and 0.6 M HCl) for 2 hours at 80 °C. This process helped break down glycosidic phenolics into aglycones. As a result, the content of flavonoids, such as catechins, increased significantly, along with the extract's ability to cupric chelating activity ($p \leq 0.05$). The acid-treated and untreated extracts were tested as natural PPO inhibitors, using PPO sourced from Jerusalem artichoke tubers (JAT). Ascorbic acid (AA) was used as a standard for comparison. Enzyme activity assay showed that the untreated extract and AA acted as competitive inhibitors, increasing the Michaelis-Menten constant (K_m) value but not affecting maximum velocity (V_{max}). In contrast, the acid-treated extract showed mixed-type inhibition, increasing K_m and decreasing V_{max} . To evaluate their real-world effect, these extracts were applied to fresh-cut JAT slices, and colour properties were investigated. The acid-treated extract showed significantly better browning inhibition than the untreated extract and AA. These results suggest that phenolic extracts, especially after acid treatment, could work well as a natural solution to inhibit enzymatic browning in food.

S2_P17: ESTRATTO FENOLICO DA ACQUE DI VEGETAZIONE DI FRANTOI OLEARI NELLA FORMULAZIONE DI UN PESTO DI BASILICO "CLEAN LABEL": VALUTAZIONE QUALITATIVA DURANTE UNA SHELF-LIFE DI 120 GIORNI

Arianna Bonucci¹, Beatrice Sordini¹, Stefania Urbani¹, Roberto Selvaggini¹, Ilenia Dottori¹, Luigi Daidone¹, Davide Nucciarelli¹, Gianluca Veneziani¹, Sonia Esposto¹, Maurizio Servili¹, Agnese Taticchi¹

¹ Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali, Università degli Studi di Perugia, 06126 Perugia, Italia

Presenting author: Arianna Bonucci (arianna.bonucci@unibo.it)

La vita commerciale degli alimenti ricchi in sostanze lipidiche è principalmente limitata dall'irrancidimento e dal conseguente accumulo di radicali liberi responsabili dello sviluppo di sostanze sgradevoli dal punto di vista organolettico e di stress ossidativi nell'organismo umano. Per contrastare tale alterazione, l'approccio dell'industria alimentare consiste nell'uso di additivi convenzionali, autorizzati a dosi limitate data la correlazione di alcuni di essi con effetti avversi per la salute umana, quali allergie e insorgenze di tumori [1]. Conseguentemente, la richiesta di prodotti "clean label" da parte del consumatore moderno, consapevole e attento, spinge l'industria alimentare a ricercare sostanze di origine naturale capaci di conciliare l'aspetto conservante, salutistico e organolettico. A tal proposito, in questo lavoro si è voluta testare l'efficacia di un estratto fenolico, ottenuto attraverso frazionamento e concentrazione delle acque di vegetazione [2], refluo inquinante dei frantoi oleari, nel conservare e migliorare i parametri qualitativi di un pesto di basilico, durante una shelf-life di 120 giorni. L'evoluzione del profilo fenolico, dei tocoferoli, dei composti volatili, la capacità antiossidante, l'acidità e l'indice di perossidi sono stati valutati in un campione controllo con 0,06 g/Kg ac. ascorbico e 1 g/Kg ac. sorbico, e in due campioni sperimentali con estratto fenolico in concentrazione pari a 250 e 500 mg di fenoli/Kg di pesto, rispettivamente. I risultati hanno dimostrato che i campioni sperimentali avevano una migliore stabilità e qualità complessiva: l'estratto fenolico ha permesso di preservare un buon contenuto di α -tocoferolo e di fenoli naturalmente presenti negli ingredienti del pesto, ed ha fornito una maggiore protezione contro l'ossidazione primaria e secondaria, limitando l'accumulo dei composti volatili responsabili del sentore di rancido.

Tale studio ha dimostrato come, in una matrice complessa come il pesto, l'estratto fenolico derivante dall'acqua di vegetazione sia una valida alternativa agli additivi convenzionali, rappresentando un esempio di approccio circolare di valorizzazione dei sottoprodotti.

Riferimenti:

1. L. Martínez-Zamora, G. Ros, G. Nieto; *Antioxidants*, 9(9) (2020), 851.
2. M. Servili, S. Esposto, G. Veneziani, S. Urbani, A. Taticchi, I. Di Maio, R. Selvaggini, B. Sordini, G.F. Montedoro; *Food Chemistry*, 124 (4) (2011a), 1308-1315.



S2_P18: VALUTAZIONE COMPARATIVA DI DUE APPROCCI DI PREPARAZIONE DEL CAMPIONE PER L'ISOLAMENTO DELLE COMPONENTI PIÙ TOSSICHE DEGLI IDROCARBURI AROMATICI DA OLI MINERALI (MOAH) NEGLI OLI VEGETALI

Farnaz Sadeghian¹, Laura Barp¹, Francesca Carella², Sabrina Moret¹

¹ Dipartimento di Scienze Agro-Alimentari, Ambientali e Animali, Università di Udine, Via Sondrio 2A, 33100, Udine, Italia

² Unigrà S.p.A., Via Gardizza 9/B, 48017, Conselice (Ravenna), Italia

Presenting author: Francesca Carella (francesca.carella@unigra.it)

Gli oli vegetali possono essere contaminati da idrocarburi saturi (MOSH) e da idrocarburi aromatici di oli minerali (MOAH) di origine petrogenica. Questi ultimi includono idrocarburi aromatici alchilati con 1-7 anelli benzenici e piccole quantità di idrocarburi policiclici aromatici (IPA) non alchilati [1]. Tra i MOAH totali (per i quali è prevista l'introduzione di un limite legale massimo), quelli con un numero di anelli benzenici pari e/o superiore a 3 (IPA parenti e a basso grado di alchilazione) destano particolare preoccupazione a causa delle loro proprietà genotossiche e cancerogene. L'analisi di questa sotto-frazione di MOAH è di grande interesse ma complessa, poiché rappresenta solo una piccola parte del totale ed è spesso influenzata dalla presenza di olefine interferenti come lo squalene. L'eossidazione è comunemente utilizzata per rimuovere l'interferenza delle olefine dopo la saponificazione e prima dell'analisi tramite cromatografia liquida ad alte prestazioni (HPLC) accoppiata in linea con gas cromatografia e rivelazione a ionizzazione di fiamma (GC-FID), ma può comportare perdite di IPA (in particolare quelli pesanti) [2]. Per superare questo problema, sono state valutate due strategie alternative per la rimozione selettiva dello squalene e una migliore caratterizzazione dei componenti MOAH più pericolosi. Le strategie testate includono l'estrazione liquido-liquido (LLE) con dimetilformammide/acqua (9:1, v/v) ed esano, e l'estrazione su fase solida dispersiva (D-SPE) con silice argentata (AgSi) per adsorbire lo squalene. Nell'approccio LLE, lo squalene rimane prevalentemente nella fase non polare (esano), mentre gli IPA parenti e poco alchilati si trasferiscono nella fase DMF/H₂O. Dopo diluizione con una soluzione al 4% di NaCl, gli IPA vengono nuovamente estratti nell'esano. Questo metodo si è dimostrato molto efficace nella rimozione dello squalene, preservando al contempo un ampio spettro di IPA. Anche l'approccio D-SPE con AgSi ha mostrato una riduzione dello squalene, ma l'uso eccessivo del materiale adsorbente ha comportato perdite significative di IPA. Nel complesso, l'abbinamento della LLE con l'analisi HPLC-GC-FID in linea, supportato dalla gas cromatografia bidimensionale (GC×GC), offre una metodologia selettiva, efficiente e solida per isolare la sotto-frazione MOAH più tossica. Questo approccio integrato rappresenta uno strumento prezioso per la valutazione del rischio legato alla contaminazione da oli minerali negli oli vegetali.

Riferimenti:

1. Update of the risk assessment of mineral oil hydrocarbons in food. EFSA Journal, 21, (2023), 8215.
2. M. Menegoz Ursol, C. Conchione, D. Peroni, S. Moret; *Food Chemistry*, 466 (2025) 14220.



S2_P19: ISOLAMENTO E CARATTERIZZAZIONE DI VESCICOLE EXTRACELLULARI DERIVATE DA UVA E SOTTOPRODOTTI ENOLOGICI PER APPLICAZIONI ALIMENTARI E FARMACEUTICHE

Tamer Esmail¹, Sabino Porro¹, Federica Flammini², Angelo Cichelli³, Paola Lanuti¹

¹ Dipartimento di Medicina e Scienze dell'Invecchiamento, Università "G.D'Annunzio" Chieti-Pescara

² Dipartimento di Promozione delle Scienze Umane e della Qualità della Vita, Università Telematica San Raffaele, Roma, Via di Val Cannuta 247, 00166 Roma, Italia

³ Dipartimento di Tecnologie Innovative in Medicina & Odontoiatria, Università "G.D'Annunzio" Chieti-Pescara

Presenting author: Federica Flammini (federica.flammini@uniroma5.it)

Extracellular vesicles (EVs) are membrane-bound, cell-derived vesicles. They are released into the extracellular environment theoretically by all cell types (plant and animal) and contain bioactive molecules such as miRNAs, lipids, proteins and other biomolecules that play an essential role in intercellular communication and transport of substances. Plant EVs (PDEVs) present specific characteristics in terms of morphology, size and biochemical composition; they contain bioactive molecules that have been ascribed important antioxidant/anti-inflammatory effects [1]. PDEVs show high stability in the gastrointestinal tract and mediate cell-cell communication between different organisms of several species. Grapes and their by-products, like other plant products, contain EVs of relevant interest for their potential applications in the food, nutritional and pharmaceutical sectors [2]. In particular, grape-derived EVs (GDEVs) show antioxidant, anti-inflammatory and anti-tumor properties [3], making them promising for several applications.

The aim of the study was to isolate and characterize EVs derived from grapes and by-products (pomace, stems, seeds). EVs were isolated by ultracentrifugation and tangential flow filtration and subsequently characterized with advanced techniques such as DLS, AFM and TEM to analyse size and morphology as well as z-potential. EVs were also quantified by flow cytometry. After isolation, juice EVs were stored at different temperatures (2°C, -20°C and -80°C) to evaluate the effect of storage conditions on their stability. The results indicate that EVs derived from grapes and by-products possess interesting chemical-physical characteristics highlighting their high potential for use in the food, nutritional and pharmaceutical sectors.

Riferimenti:

1. T. Karamanidou, A. Tsouknidas; *Int. J. Mol. Sci.* (2022), 23, 191.

2. R. Latella, E. Calzoni, L. Urbanelli, G. Cerrotti, S. Porcellati, C. Emiliani, ..., B. Tancini; *Foods*, 13(10) (2024), 1492.

3. S. Ju, J. Mu, T. Dokland, X. Zhuang, Q. Wang, H. Jiang, X. Xiang, Z.B. Deng, B. Wang, L. Zhang, et al; *Mol. Ther.* (2013), 21, 1345–1357.

S2_P20: DALLO SPRECO AL BENESSERE: IMPIEGO DELLE VINACCE NELLA PRODUZIONE DI PASTA SENZA GLUTINE

Daniele Catanzaro¹, Manuela Iaci¹, Sebastiano Maria Caldarella¹,
Biagio Fallico¹, Elena Arena¹

¹ Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente (Di3A), Università degli studi di Catania, Via Santa Sofia 100, 95123 Catania, Italia.

Presenting author: Daniele Catanzaro (daniele.catanzaro@unito.it)

Nell'ambito della valorizzazione dei sottoprodotti agroalimentari, la vinaccia d'uva rossa (VR), residuo della vinificazione, rappresenta una risorsa promettente grazie al suo elevato contenuto in polifenoli ed antociani. Tradizionalmente destinata a usi marginali, come la produzione di mangimi o fertilizzanti, la VR può essere reimpiegata per sviluppare alimenti innovativi e funzionali, contribuendo a modelli produttivi più sostenibili.

In questo studio, la VR è stata utilizzata come ingrediente per l'arricchimento di una pasta senza glutine. La farina di vinaccia rossa è stata preliminarmente caratterizzata per le sue proprietà chimico fisiche, rilevando un'elevata capacità di legare acqua e olio e un pH acido. Le fettuccine gluten-free sono state formulate con diverse percentuali di VR (0%, 5% e 10%) e sottoposte ad analisi per valutare le caratteristiche di cottura, composizione e aspetto. L'aggiunta di VR ha modificato significativamente il profilo nutrizionale e tecnologico della pasta. È stato osservato un aumento dei composti bioattivi, come polifenoli ed antociani, accompagnato da un abbassamento del pH e un incremento dell'acidità titolabile, parametri che possono migliorare la conservabilità e la sicurezza microbiologica del prodotto.

Il tempo di cottura è risultato maggiore nei campioni arricchiti con VR. Dal punto di vista visivo, l'integrazione con farine di vinacce rosse ha determinato un evidente cambiamento cromatico, passando da tonalità chiare a sfumature rosate-violacee, più marcate nei campioni con il 10% di VR. Quest'effetto, legato alla presenza di antociani potrebbe aumentare l'attrattività per il consumatore.

L'impiego della vinaccia nella pasta senza glutine rappresenta una strategia sostenibile ed efficace per migliorare la qualità nutrizionale del prodotto e promuovere pratiche di economia circolare.

S2_P21: INDAGINE SUL CONTENUTO DELLE AMMINE BIOGENE NELLE BIRRE ARTIGIANALI ITALIANE E RUMENE

Mariana Miccolis¹, Corina Sutea², Giuseppe Natrella¹, Michela Pia Totaro¹,
Teodora Emilia Coldea², Antonella Pasqualone¹, Carmine Summo¹

¹ Dipartimento di Scienze del Suolo, della Pianta e degli Alimenti, Università degli studi di Bari Aldo Moro, Italia

² Dipartimento di Scienze Agricole e Medicina Veterinaria di Cluj-Napoca, Cluj-Napoca, Romania.

Presenting author: Giuseppe Natrella (giuseppe.natrella@uniba.it)

Tra le bevande alcoliche più consumate, le birre artigianali stanno riscuotendo un grande successo grazie alla loro diversità nel processo produttivo [1]. Il settore continua a crescere rapidamente, sia in Italia che in Romania, con un aumento significativo dei microbirrifici. Tuttavia, l'assenza di filtrazione e pastorizzazione può rappresentare un rischio per la salute, poiché favorisce l'instabilità fermentativa, che potrebbe portare alla formazione di molecole tossiche come le ammine biogene. L'obiettivo di questo studio è stato indagare il contenuto di ammine biogene in 113 birre artigianali italiane e rumene. I campioni sono stati suddivisi in 4 gruppi, in base al tipo di fermentazione (spontanea, alta, bassa e birre miste). I risultati hanno evidenziato una notevole variabilità nel contenuto di ammine biogene, con concentrazioni totali comprese tra 1,64 e 280,08 mg/l. Le birre a fermentazione spontanea hanno mostrato concentrazioni più elevate di ammine biogene totali e legate al metabolismo microbico (istamina, tiramina, cadaverina, putrescina) rispetto agli altri stili, a causa di processi fermentativi incontrollati. Le birre a bassa e alta fermentazione hanno presentato, rispettivamente, livelli più elevati di cadaverina, feniletilamina, tiramina e triptamina. Tra le birre miste, le sour&fruit hanno mostrato un contenuto superiore di tiramina. In generale, l'86% dei campioni ha superato il limite di rilevabilità per l'istamina, rappresentando un rischio per i soggetti intolleranti. Un contenuto di ammine biogene totali superiore a 50 mg/l è stato riscontrato nel 10% dei campioni, con un potenziale rischio per i soggetti sani. Inoltre, il 35% delle birre ha mostrato livelli di ammine biogene totali superiori a 20 mg/l, indicando un rischio per i consumatori fragili.

Riferimenti:

1. Legge n. 154. Gazzetta Ufficiale Italiana, N. 186, (2016) 3817–3821.I.



S2_P22: POTENZIALE TECNOLOGICO DELLA SCOTTA NELLA PANIFICAZIONE: UNO STUDIO PRELIMINARE

Oumayma Toumi¹, Paola Conte¹, Forough Hatami¹, Ilaria Maria Mannazzu¹,
Costantino Fadda¹

¹ Dipartimento di Agraria, Università di Sassari, Viale Italia, 39/A, 07100 Sassari, Italia

Presenting author: Paola Conte, Costantino Fadda (cfadda@uniss.it)

La scotta è un sottoprodotto liquido generato in quantità significative durante la produzione della ricotta [1]. Grazie alla sua composizione chimica, contenente quantità variabili di proteine, lipidi e sali minerali, la scotta rappresenta un potenziale ingrediente funzionale per applicazioni alimentari [2,3]. Lo scopo del presente studio è stato quello di indagare l'impiego della scotta sia tal quale sia fermentata da batteri propionici come alternativa sostenibile all'acqua nella panificazione, valutandone l'effetto sulle proprietà fermentative e viscoelastiche di un impasto di frumento tenero. Due tipi di scotta, una fermentata (SF) e non fermentata (SNF) sono stati utilizzati per sostituire l'acqua in percentuali del 50% e del 100%. I risultati hanno dimostrato che gli impasti formulati con entrambi i tipi di scotta, indipendentemente dal livello di sostituzione, non hanno influenzato negativamente il comportamento reologico dell'impasto. Al contrario, in molti casi, l'impiego della scotta ha determinato un miglioramento dei parametri valutati. Ad esempio, gli impasti contenenti il 100% di SNF hanno mostrato uno sviluppo dell'impasto significativamente migliorato ($p < 0.05$), come mostrato dai maggiori valori di altezza massima (Hm) e altezza finale dell'impasto (h) rispetto al controllo. Per la produzione dell'anidride carbonica, gli impasti con il 50% di SF hanno mostrato valori significativamente più elevati ($p < 0.05$) di altezza massima di rilascio (H'm), produzione totale ($\text{CO}_2\text{-TOT}$) e ritenzione del gas ($\text{CO}_2\text{-RET}$) rispetto agli altri campioni, indicando un'attività fermentativa superiore. L'analisi viscoelastica ha inoltre rivelato che tutti gli impasti con scotta presentavano moduli di elasticità (G') e viscosità (G'') significativamente più elevati ($p < 0.05$) rispetto al controllo, dimostrando un comportamento viscoelastico migliorato. Questi risultati evidenziano il promettente potenziale della scotta come alternativa sostenibile all'acqua nella panificazione, offrendo vantaggi funzionali e un'opportunità di valorizzazione di un sottoprodotto caseario locale. Tuttavia, è importante sottolineare che tali risultati sono da considerarsi preliminari; sono necessari ulteriori approfondimenti per esplorare e ottimizzare pienamente l'impiego della scotta nella panificazione.

Riferimenti:

1. F. Fancello, G. Zara, F. Hatami, E.A. Scano, I. Mannazzu; *Rev Environ Sci Biotechnol* (2024), 23, 411–441.
2. E. Pontonio, M. Montemurro, G.V De Gennaro, V. Miceli, C.G. Rizzello; *Foods* (2021), 10.
3. P. Maragkoudakis, V. Vendramin, B. Bovo, L. Treu, V. Corich, A. Giacomin; *Journal of Dairy Research* (2016), 83,



SESSIONE 3

Tecnologie emergenti di trasformazione e confezionamento

Le tecnologie innovative volte a migliorare la qualità, la sostenibilità e la shelf-life degli alimenti, dei processi, la valorizzazione dei co-prodotti e dei sottoprodotti, le nuove tecnologie, materiali e strategie di packaging.

S3_O01: “YES, BUT”: IL PARADOSSO DEI PACKAGING IN BIOPLASTICA TRA ACCETTABILITÀ DEI CONSUMATORI E CORRETTO SMALTIMENTO

Danny Clicerì¹, Michele Pedrotti², Franco Biasioli², Isabella Endrizzi², Flavia Gasperi^{1,2}

¹ Università degli Studi di Trento

² Fondazione Edmund Mach

Presenting author: Danny Clicerì (danny.clicerì@unitn.it)

I packaging in bioplastica rappresentano un'opportunità per la sostenibilità nel settore alimentare. Tuttavia, il loro beneficio ambientale dipende anche dall'adozione e corretta gestione da parte dei consumatori [1]. Il presente studio, parte del progetto SISTERS (Horizon 2020, GA N.101037796), ha analizzato le principali barriere d'uso dei packaging in bioplastica nei consumatori, indagando l'accettabilità sensoriale e funzionale, nonché la capacità di smaltimento.

A 110 consumatori italiani (età media= 40.1 anni; 55.4% femmine) sono state presentate 4 tipologie di packaging (film, busta, vaschetta, conchiglia) con prodotti reali, ciascuna in 2 materiali (bioplastica innovativa, plastica convenzionale) etichettate con i rispettivi marchi di certificazione ambientale. Nei confronti di ogni packaging sono state valutate: (I) risposte affettive su scala a 9 punti (gradimento, intenzione di acquisto e sostituzione); (II) giudizi sulle caratteristiche sensoriali e funzionali con questionario CATA; (III) scelte di smaltimento. Sono state inoltre raccolte variabili socio-demografiche, attitudini verso innovazione e sostenibilità (es., GREEN scale).

Tutti i packaging in bioplastica hanno superato la soglia di accettabilità (gradimento medio= 6.1): film e busta in bioplastica mostrano performance comparabili ai corrispettivi convenzionali, mentre la vaschetta ha ottenuto un'accettabilità superiore ($p<0.001$) e la conchiglia inferiore ($p<0.001$). Opacità, ruvidità, facilità di apertura/chiusura, e trasparenza sono risultati driver positivi di accettabilità ($p<0.05$).

Il 21% dei consumatori ha smaltito in maniera non corretta i packaging in bioplastica, nonostante la presenza del marchio “OK compost”, mentre solo il 44.5% conosce il significato di questo marchio. Livello di istruzione, composizione del nucleo familiare e attitudine all'innovazione influenzano le performance di smaltimento ($p<0.05$).

Lo studio evidenzia che i packaging in bioplastica, seppur ben accettati per proprietà sensoriali e funzionali, trovano una criticità nella fase di smaltimento, evidenziando la necessità di interventi informativi mirati per promuovere comportamenti corretti di smaltimento.

Riferimenti:

1. E. Findrik, & O. Meixner; Journal of Cleaner Production, 410 (2023), 137311.

S3_O02: OTTIMIZZAZIONE DEL RIVESTIMENTO IN CELLULOSA MICRO E NANO-FIBRILLATA PER MIGLIORARE LE PRESTAZIONI DI PACKAGING IN CARTONCINO PER APPLICAZIONI ALIMENTARI

Andrea Feroce¹, Fabio Licciardello¹, Luciano Piergiovanni²

¹ Dipartimento di Scienze della Vita, Università degli studi di Modena e Reggio Emilia, via Amendola 2, 42122 Reggio Emilia, Italia

² CLS Providentia srl – Impresa Sociale, Via Don Volpi 10 21047 Saronno, Italia

Presenting author: Andrea Feroce (andrea.feroce@unimore.it)

Il 31% del mercato globale di imballaggi è rappresentato da carta e cartone [1]. Tuttavia, questi imballaggi presentano problematiche legate alla permeabilità agli oli minerali e ai gas, e alla sensibilità all'acqua e ai grassi. Per superare questi limiti, gli imballaggi in carta e cartone vengono accoppiati con polimeri sintetici a discapito di riciclabilità e biodegradabilità [2,3]. Considerato il crescente interesse verso l'utilizzo di coating naturali, questo studio mira ad ottimizzare il metodo di applicazione di un coating biobased a base di una sospensione acquosa di micro/nano fibrille di cellulosa, per migliorare le proprietà barriera verso gli idrocarburi degli oli minerali (MOH) e la resistenza ai grassi. La sospensione, prodotta dall'azienda CLS Providentia, è stata sviluppata a partire da una biomassa ricca in cellulosa (51%) sottoposta a vari cicli di omogenizzazione ad alta pressione per ottenere la defibrillazione delle fibrille di cellulosa. La sospensione è stata caratterizzata valutando pH, viscosità, sostanza secca, rapporto tra micro e nano fibrille e le loro dimensioni ed eventuali modifiche chimiche dovute al trattamento di omogenizzazione. L'ottimizzazione del metodo di applicazione del coating è stata effettuata tramite un disegno fattoriale LF con 3 livelli e 2 fattori per entrambi i metodi di coating scelti (bar coating e spray coating). I cartoncini rivestiti sono stati valutati per grammatura del coating applicato, resistenza ai grassi e trasmissione dell'eptano (HVTR) come simulante dei MOH. Sui cartoncini selezionati come migliori sono state poi valutate le proprietà superficiali tramite microscopia SEM e AFM. I risultati hanno mostrato che già con una bassa grammatura (<10 g m⁻²) si ottiene un'eccellente resistenza ai grassi e una significativa riduzione dell'HVTR. Inoltre, il metodo di spray coating garantisce una copertura più omogenea con minori sprechi e con velocità di processo compatibili con la produzione industriale.

Riferimenti:

1. G. K. Deshwal, N. R. Panjagari, T. Alam; Journal of Food Science and Technology, (2019) 56(10), 4391-4403.
2. M. Mujtaba, J. Lipponen, M. Ojanen, S. Puttonen, H. Vahtinen; Sci. Total Environ, (2022), 851, 158328.
3. P. K. Kunam, D. Ramakanth, K. Akhila, K. K. Gaikwad; Biomass Conversion and Biorefinery, (2022), 14(12), 12637-12652

S3_O03: DESIGN AND DEVELOPMENT OF ANTIMICROBIAL PACKAGING FOR FOOD WASTE REDUCTION AND SAFETY IMPROVEMENT

Carola Nicosia¹, Andrea Pulvirenti¹, Fabio Licciardello¹

¹ Department of Life Sciences, University of Modena and Reggio Emilia, Reggio Emilia, Italy

Presenting author: Carola Nicosia (carola.nicosia@unimore.it)

Food quality and safety are key priorities for the food industry, government, and consumers, as foods are highly susceptible to microbial deterioration throughout the supply chain [1]. Quality and safety issues contribute to food waste and public health risks.

This study aimed to design and assess antimicrobial active packaging materials as a tool to prevent food spoilage and contamination, thereby reducing waste and ensuring safety.

The first step involved screening suitable antimicrobials. Ethyl lauroyl arginate (LAE) and nisin were tested via disk-diffusion [2] against spoilage mixed cultures from naturally contaminated foods, as a broad-spectrum antimicrobial was needed, and solvent stability was also assessed. LAE was selected for its broader spectrum and higher solvent resistance, and its minimum inhibitory and bactericidal concentrations were determined [3] against *Listeria monocytogenes* and *Pseudomonas* sp. isolated from spoiled almond beverage.

Active films were produced using poly(3-hydroxybutyrate-co-3-hydroxyvalerate) (PHBV) via solvent casting and tested via liquid incubation method [4] in broth and almond beverage, against both target microorganisms. LAE release kinetics were investigated across various food simulants and temperatures. Release data were fitted to nine mathematical models [5], and diffusion and partition coefficients were calculated to elucidate LAE migration behavior.

The films achieved complete inhibition in broth, and 2.6-log reduction of *Pseudomonas* sp. in almond beverage. LAE migrated more slowly (lower diffusion coefficient), and showed lower partition coefficient in polar food simulants, indicating that most LAE was released rather than retained in the matrix. Additionally, the Weibull model best described the release behavior.

This work demonstrates the potential of LAE-based active packaging to reduce spoilage and improve food safety. Our findings offer a basis for calibrating release systems to specific food products. The developed materials are suitable for both primary and secondary shelf-life applications, aiming to reduce food spoilage and promote safer, longer-lasting foods.

Riferimenti:

1. M. E. S. Lopez, M. T. P. Gontijo, D. M. G. Boggione, L. A. A. Albino, L. S. Batalha and R. C. S. Mendonça; Microbial Contamination and Food Degradation (2018), 49–84.
2. M. Raeisi, H. Tajik, M. Aminzare, S. Sangin Abadi, A. Yarahmadi, E. Yarahmadi and B. Tepe; Journal of Essential Oil-Bearing Plants, 19(7) (2016), 1709–1720.
3. NCCLS National Committee for Clinical Laboratory Standards; Approved Guideline 19(18) (1999).
4. ASTM E2149-01; ASTM International (2001) 5–8.
5. Y. Zhang, M. Huo, J. Zhou, A. Zou, W. Li, C. Yao and S. Xie; The AAPS Journal, 12(3) (2010), 263–271.

S3_O04: SVILUPPO DI FILM FOTOATTIVATI A BASE DI CHITOSANO E RIBOFLAVINA PER APPLICAZIONI DI PACKAGING ALIMENTARE CON FUNZIONE ANTIMICROBICA

Daniele Maria Martins¹, Jessica Genovese, Tiziana Silvetti², Milena Brasca², Daniela Fracassetti¹, Gigliola Borgonovo¹, Stefania Mazzini¹, Sara Limbo¹

¹ Università degli Studi di Milano (UniMI), Dipartimento di Scienze per gli Alimenti, la Nutrizione e l'Ambiente (DeFENS)

² Istituto di Scienze per la Produzione Alimentare, Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR-ISPA)

Presenting author: Daniele Maria Martins (daniele.martins@unimi.it)

La sostituzione delle plastiche convenzionali con materiali bio-based rappresenta una sfida strategica per migliorare la sostenibilità nel settore del confezionamento alimentare. [1] In questo contesto, il presente studio propone lo sviluppo e la caratterizzazione di film bioattivi a base di chitosano e riboflavina (CS/RF), con proprietà antimicrobiche attivate dalla luce, finalizzati alla riduzione dello spreco alimentare e al prolungamento della shelf-life.

La riboflavina, impiegata come fotosensibilizzatore naturale, è stata incorporata nella matrice di chitosano, e i film sono stati ottenuti mediante tecnica di solvent casting. Le proprietà fotodinamiche del sistema sono state studiate attraverso la caratterizzazione della cinetica di fotodegradazione della riboflavina e l'analisi strutturale mediante spettroscopia ¹H NMR. I film mantengono una buona stabilità termica e meccanica, presentano ottime proprietà barriera all'ossigeno e una trasparenza regolabile, sebbene mostrino una permeabilità moderata al vapore acqueo in ambienti ad alta umidità.

L'esposizione dei film CS/RF a fonte luminosa LED di colore blu (emissione principale a 450 nm), favorisce la formazione di specie reattive dell'ossigeno (ROS) responsabili dell'attività antimicrobica. L'efficacia antimicrobica è stata valutata in vitro contro *Pseudomonas fluorescens*, evidenziando riduzioni della carica batterica fino al 75% e 97% rispettivamente dopo 30 e 120 minuti di irradiazione (0,23 e 0,92 J cm⁻²), sia a temperatura ambiente che a 4 °C.

I risultati confermano il potenziale dei film CS/RF come sistemi di packaging attivo e sostenibile, capaci di prolungare la conservazione degli alimenti e contribuire alla valorizzazione di biopolimeri di origine naturale. Studi futuri saranno orientati all'ottimizzazione delle prestazioni in condizioni reali di stoccaggio e all'applicazione su diverse categorie di prodotti alimentari.

Progetto finanziato nell'ambito del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR), Missione 4 Componente 2 Investimento 1.3 – Avviso n. 341 del 15 marzo 2022 del Ministero dell'Università e della Ricerca, finanziato dall'Unione Europea – NextGenerationEU. Titolo del progetto: "ON Foods – Rete di ricerca e innovazione su sostenibilità, sicurezza e qualità degli alimenti e della nutrizione – Working ON Foods".

Riferimenti:

1. M. Ghasemlou, C. J. Barrow, B. Adhikari, Food Packaging and Shelf Life, 43 (2024) 101279.

S3_O05: APPLICATION OF CIRCULAR ECONOMY IN AGRI-FOOD SECTOR: DIFFERENT APPROACHES TO REDUCE OR REVALORISE FOOD WASTE THROUGH FOOD PACKAGING APPLICATION

Enrico Maurizzi^{1,2}, Francesco Bigi³, Luisa Antonella Volpelli^{1,2}, Andrea Pulvirenti^{1,2}

¹ Department of Life Sciences, University of Modena and Reggio Emilia, Reggio Emilia, Italy

² Interdepartmental Research Centre for the Improvement of Agro-Food Biological Resources (BIOGEST-SITEIA), University of Modena and Reggio Emilia, Reggio Emilia, Italy

³ Packtin S.R.L., Reggio Emilia, Italy

Presenting author: Enrico Maurizzi (e.maurizzi@unimore.it)

Food loss and waste (FLW) pose significant global challenges, affecting both economic stability and environmental health. Approximately one-third of all food produced is wasted throughout the supply chain, with households as the primary contributors [1,2].

Over the course of my three-year PhD, I addressed FLW within a circular economy framework, focusing on both reduction and revalorization strategies. The core objective was to extend food shelf life through the development of innovative, biodegradable packaging materials derived from biopolymers, an environmentally friendly alternative to petroleum-based plastics [3].

First Approach: Green Coating A biopolymer-based coating, enriched with potassium sorbate and compliant with food safety regulations, was applied to tomatoes and oranges. This coating reduced mold contamination and extended shelf life but increased fruit weight loss, highlighting the trade-offs in current biodegradable solutions and the need to incorporate new molecules to enhance initial formulations [4].

Second Approach: Cellulose Nanocrystals (CNCs) Orange peel waste was repurposed to extract cellulose nanocrystals, which were then integrated into a bionanocomposite films. The CNCs enhanced the films' mechanical strength, moisture resistance, and reduced water solubility [5].

Third Approach: Antimicrobial Proteins Antimicrobial proteins, like lysozyme, were extracted from fish processing by-products and tested for activity against *Listeria monocytogenes* and *Escherichia coli*. These proteins were incorporated into biodegradable films to provide active protection against microbial spoilage.

Conclusion This research showcases how food waste and by-products can be revalorized into functional food packaging, contributing to sustainability. Future work must integrate multidisciplinary strategies to meet zero-waste goals and align with the UN Sustainable Development Goals (SDGs).

Riferimenti:

1. J. Gustavsson, C. Cederberg, U. Sonesson, R. Van Otterdijk, A. Meybeck, Global Food Losses and Food Waste, Rome, 2011.

2. D. Knorr, M.A. Augustin, From Food to Gods to Food to Waste, Crit Rev Food Sci Nutr 64 (2024) 5379–5397.
<https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2153795>.



S3_O06: 3D FOOD PRINTING: UN “SISTEMA ALIMENTO” PER LA SALUTE E L'AMBIENTE

Carla Severini¹, Antonio Derossi², Rossella Caporizzi²

¹ Dipartimento di Agricoltura, Ambiente e Alimenti (AAA) Università del Molise

² Dipartimento di Agraria, Alimenti, Risorse Naturali e Ingegneria (DAFNE) Università di Foggia, Italia

Presenting author: Carla Severini (carla.severini@unimol.it)

L'impiego della stampa 3D nel settore alimentare (3D Food Printing - 3DFP) si è sviluppato soprattutto negli ultimi dieci anni incontrando grande interesse in ambito accademico e industriale. La fase di progettazione di modelli digitali e la precisa deposizione di ingredienti e/o formulati alimentari nello spazio in 3D, permette di ottenere forme, dimensioni e proprietà organolettiche uniche per ogni singolo alimento (Severini et al., 2018; Derossi et al., 2023). La possibilità di stratificare e/o deporre sostanze in specifici punti degli alimenti può garantire particolari proprietà sensoriali, così come è possibile inserire dei nutrienti nell'infill dell'oggetto stampato garantendo un più elevato valore nutritivo in conservazione. Si può, inoltre, definire con precisione la quantità di prodotto da stampare riducendo, così, eventuali scarti.

L'attuale stato dell'arte mostra come sia possibile creare qualsiasi alimento stampato a partire da materie prime di origine vegetale e animale (Caporizzi et al., 2019; Shen et al., 2022). Tuttavia, ci sono ancora spazi di innovazione e ottimizzazione, come i trattamenti di post-printing (cottura, disidratazione, 4D), l'uso di nuovi materiali, lo sviluppo di sistemi di sanitizzazione integrati, la co-creazione col consumatore. Il gruppo di Tecnologie Emergenti e Formulazioni Alimentari dell'Università di Foggia è l'unico in Italia ad occuparsi da oltre un decennio del 3DFP e collabora oggi con l'Università del Molise. Il gruppo ha pubblicato numerosi lavori scientifici sull'argomento e ha presentato i risultati delle sue ricerche in altrettanto numerosi convegni internazionali. Proprio grazie all'esperienza maturata il gruppo si è fatto promotore di un network di 3DFP in cui sono coinvolti numerosi paesi europei ed extraeuropei (Germania, Francia, Portogallo, Spagna, Olanda, Thailandia, Cina, Australia, India, etc.), che collaborano nella ricerca.

S3_O08: PROCESSO INTEGRATO DI AUTOIDROLISI E ORGANOSOLV PER LA VALORIZZAZIONE SOSTENIBILE DI SOTTOPRODOTTI AGROALIMENTARI

Yana Madonna¹, Giulia Leni¹, Jeke Tawanda Edzai¹, Roberta Dordoni¹, Giorgia Spigno¹,
Andrea Bassani¹

¹ Dipartimento di Scienze e tecnologie Alimentari per una filiera agro-alimentare sostenibile (DiSTAS), Università Cattolica del Sacro Cuore, via Emilia Parmense 84, 29122, Piacenza, Italia

Presenting author: Andrea Bassani (andrea.bassani@unicatt.it)

Negli ultimi anni, uno dei principali temi di ricerca nell'industria agroalimentare è relativo ai processi per la valorizzazione sostenibile dei suoi sottoprodotti. In questo contesto, sono stati finanziati diversi progetti di ricerca, come ONFOODS, dedicato al recupero di composti bioattivi da includere negli imballaggi alimentare [1] o CYCLEVIT, dedicato alla conversione dei sottoprodotti in composti ad alto valore aggiunto attraverso il recupero di cellulosa e lignina [2]. Tuttavia, questi processi presentano ancora diverse lacune come la scarsa flessibilità rispetto al residuo utilizzato e/o l'utilizzo elevato di solventi. Questo studio ha l'obiettivo di presentare ed esplorare un processo combinato di autoidrolisi ed organosolv, per recuperare in modo flessibile polifenoli, cellulosa e lignina da residui agro-alimentari utilizzando come solventi principali acqua ed etanolo. Inizialmente è stata selezionata della vinaccia fresca (residuo stagionale ricco in polifenoli, cellulosa e lignina [3]) che è stata pretrattata con un processo di autoidrolisi a 180°C per 35 minuti con acqua a diversi rapporti solido-liquido (1:10, 1:15, 1:20 g/mL). Il liquor ottenuto, ricco in polifenoli [4], viene in parte prelevato per il recupero di composti bioattivi ed in parte riutilizzato, data la sua leggera acidità, per formare una miscela di etanolo al 60% v/v da usare come solvente per il successivo trattamento di organosolv (200°C, 60 minuti) atto a dissolvere parte della lignina (recuperata poi per precipitazione acida) ottenendo un residuo solido ricco in cellulosa. Infine, è stato investigato anche il potenziale recupero del solvente residuo dopo la precipitazione acida della lignina attraverso un duplice approccio: (i) analisi della composizione della miscela (pH, contenuto in etanolo e composti disciolti) e (ii) simulazione di una potenziale distillazione per valutare il recupero di etanolo e acqua. Date le potenzialità di questo approccio, in futuro verranno effettuati ulteriori approfondimenti come l'ottimizzazione delle condizioni operative dei vari trattamenti a seconda del sottoprodotto utilizzato.

Ringraziamenti

Questa ricerca è stata sostenuta da: il progetto "CYCLEVIT - Closing the loop: Green process for transforming highly heterogeneous biomasses into novel bio-based vitrimer composites" (2021-0757 grant), finanziato da Fondazione Cariplo; il progetto "ON Foods –Research and innovation network on food and nutrition Sustainability, Safety and Security – Working ON Foods", finanziato nell'ambito del Piano nazionale di ripresa e resilienza (PNRR), Mission 4 Component 2 Investment 1.3 - Call for proposals No. 341 of 15 March 2022 of Italian Ministry of University and Research funded by the European Union – NextGenerationEU; Project code PE00000003, Concession Decree No. 1550 of 11 October 2022; il progetto "Ecosystem for Sustainable Transition in Emilia-Romagna," finanziato nell'ambito del Piano nazionale di ripresa e resilienza (PNRR), Mission 04 Component 2 Investment 1.5—NextGenerationEU, Call for tender n. 3277 dated 30 December 2021, Award Number: 0001052 dated 23 June 2022.

Riferimenti:

1. C. Fiorentini, G. Leni, E. D. de Apodaca, L. Fernández-de-Castro, G. Rocchetti, C. Cortimiglia, A. Bassani; Antioxidants, 519 (2024), 13(5).
2. M. Cipriani, M. Nardi, A. Athanassiou, G. Spigno, A. Bassani; Chemical Engineering Transactions, 109 (2024), 403-408.
3. C. C. Coelho, M. Michelin, M. A. Cerqueira, C. Gonçalves, R. V. Tonon, L. M. Pastrana, J. A. Teixeira; Carbohydrate polymers, 192 (2018), 327-336.
4. A. Bassani, N. Alberici, C. Fiorentini, G. Giuberti, R. Dordoni, G. Spigno; Chemical Engineering Transaction, 79 (2020).

S3_O09: UTILIZZO DELLA MACINAZIONE A SFERE PER LA MODULAZIONE DELLE FUNZIONALITÀ TECNOLOGICHE DI AMIDI DI DIVERSA ORIGINE BOTANICA

Reindorf Boateng¹, Marco Faieta¹, Lilia Neri, Paola Pittia¹

¹ Dipartimento di Bioscienze e Tecnologie Agro-Alimentari e Ambientali, Università degli Studi di Teramo, Teramo

Presenting author: Marco Faieta (mfaieta@unite.it)

La macinazione a sfere (ball milling, BM) è una tecnologia che negli ultimi anni ha mostrato potenziali applicazioni nella modifica delle proprietà e funzionalità delle biomolecole alimentari. Gli shock meccanici impartiti durante i trattamenti di BM possono indurre modifiche strutturali, alterare le interazioni molecolari e indurre transizioni di fase. L'amido nativo subisce frequentemente modifiche chimiche o fisiche per superare le proprie limitazioni tecnologiche migliorandone l'applicabilità nel settore alimentare. L'obiettivo di questo studio è indagare gli effetti del BM sulla funzionalità tecnologica di amidi nativi di diversa origine botanica.

Amidi nativi di mais, patata, tapioca e frumento sono stati sottoposti a BM per tempi variabili (5, 15 e 30 min) a velocità costante. I campioni BM sono stati caratterizzati per % amido danneggiato, proprietà termiche, gelatinizzazione, capacità di assorbimento dell'acqua (WAC), capacità di assorbimento dell'olio (OAC), rigonfiamento (SP) e solubilità (CWS). Le soluzioni di amido nativo e trattato con bm sono state riscaldate per sintetizzare idrogel, valutati per le proprietà reologiche.

Tutti gli amidi soggetti a BM hanno mostrato una temperatura e un'entalpia di gelatinizzazione inferiori rispetto ai rispettivi amidi nativi. Le funzionalità tecnologiche sono state significativamente influenzate dal trattamento BM, con una correlazione positiva con il tempo di trattamento, ad eccezione dell'OAC. L'amido di tapioca trattato con BM ha mostrato uno SP triplo rispetto alle altre varietà, mentre l'amido di patata ha mostrato un aumento della CWS ($p < 0,05$). La valutazione reologica ha indicato la formazione di gel "deboli", caratterizzati da un valore inferiore di G' negli amidi BM rispetto ai riferimenti nativi. Questi cambiamenti nella funzionalità tecnologica sono stati associati al rapporto amilosio/amilopectina e alla dimensione dei granuli.

Il BM è risultato essere efficace nella modifica delle funzionalità degli amidi inducendo modificazioni strutturali. I risultati ottenuti aprono la strada allo sviluppo di nuovi ingredienti alimentari per formulazioni innovative.

S3_O10: SVILUPPO DI UNA MOUSSE SPRAY INNOVATIVA E STUDIO DELLA SUA STABILITÀ PER USO DOLCIARIO

Chiara Rossetti¹, Guillermo Duserm Garrido¹, Marco Panzanini¹, Javier Martínez-Monzó²,
Purificación García-Segovia², Michele Filiberti³, Roberta Dordoni¹

¹ Dipartimento di Scienze e Tecnologie Alimentari per una filiera agro-alimentare Sostenibile, DiSTAS, Università Cattolica del Sacro Cuore, Via Bissolati 74, 26100, Cremona

² I-Food, Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos – FoodUPV, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera S/n, València, Spagna

³ Volcke Aerosol Italy S.r.l., Via delle Arti 6, 26010, Fiesco (CR)

Presenting author: Chiara Rossetti (chiara.rossetti1@unicatt.it)

Il confezionamento spray rappresenta una tecnica sostenibile [1] facilmente applicabile a diversi prodotti alimentari [2]. Questo studio esplora la formulazione e lo sviluppo di un preparato a base vegetale che possa essere confezionato in bomboletta spray per essere montato al momento dell'erogazione. La mousse ottenuta dovrebbe essere facile da spruzzare, mantenere la struttura della schiuma durante il consumo, avere un gusto neutro (che possa essere integrato con altri ingredienti a seconda dell'uso previsto) e rimanere stabile a temperatura ambiente. Sono state ideate e testate diverse formulazioni innovative (17) partendo da prodotti simili già esistenti sul mercato italiano (3) variando sia gli ingredienti che le proporzioni impiegate: le emulsioni prodotte sono state sviluppate utilizzando diverse tipologie di grassi (burro di cacao, olio di palma, olio di cocco) [3], zuccheri (saccarosio, maltodestrine, inulina) [4], proteine ed emulsionanti (soia, fibra di bambù, fibra di lino, fibra di agrumi, farina di piselli) [5] per comprenderne l'impatto tecnologico e l'effetto sinergico. I campioni sono stati preparati attraverso impianti pilota e poi montati mediante un sifone: le analisi fisiche (pH, colore, distribuzione delle dimensioni delle particelle, doppia compressione) e reologiche (viscosità e viscoelasticità) sono state effettuate prima e dopo l'erogazione per valutare i limiti e i punti di forza dei prodotti. Tra i diversi ingredienti utilizzati, il burro di cacao è risultato il grasso più performante in termini di mantenimento della struttura, influenzando però notevolmente sulla percezione sensoriale; la fibra di bambù, insieme alle proteine di soia, ha mostrato un buon potere emulsionante creando una struttura stabile e suggerendo una valida capacità schiumogena. In conclusione, è stato possibile ottenere una miscela vegetale "base" che può essere spruzzata facilmente attraverso un sifone mantenendo la propria struttura. Lo scale-up industriale e il perfezionamento della formula in termini di gusto e stabilità a lungo termine sono tuttora in corso.

Riferimenti:

1. J. Wassenaar, A. Bazzano; Trivium Packaging, White Paper (2023).
2. Associazione Italiana Aerosol (AIA), Federchimica.
3. S. M. El-Sayed, A. F. Hashim; Journal of Food Measurements and Characterization, 18 (2024), 9142-9155.
4. J. Sun, C. Chang, Y. Su, L. Gu, Y. Yang, J. Li; Food Hydrocolloids, 122 (2022), 107088.
5. L. Amagliani, J. V. C. Silva, M. Saffon, J. Dombrowski; Trends in Food Science & Technology, 118 (2021), 261-272.

S3_O11: EFFICACIA DEL PLASMA ATMOSFERICO FREDDO PER L'INATTIVAZIONE DEI VIRUS SUI MIRTILLI

Junior Bernardo Molina Hernandez¹, Maria Sofia Montanari³, Vittorio Sambri,
Pietro Rocculi^{1,2}, Silvia Tappi^{1,2}

¹ Department of Agricultural and Food Sciences, University of Bologna, Cesena, Italy;

² Interdepartmental Centre for Industrial Research CIRI-Agro, University of Bologna, Cesena, Italy.

³ Department of Medical and Surgical Sciences, University of Bologna, Italy.

Presenting author: Junior Bernardo Molina Hernandez (junior.molina@unibo.it)

I mirtilli sono generalmente suscettibili alla contaminazione microbica durante la conservazione post-raccolta, ma possono anche essere contaminati da virus che possono essere responsabili di malattie trasmesse dagli alimenti. I virus non possono crescere negli alimenti o sugli alimenti, ma a volte possono essere presenti sui prodotti freschi attraverso la contaminazione fecale. Tra i trattamenti non termici, il plasma freddo ha mostrato buone potenzialità per l'inattivazione virale.

In questo studio, è stata studiata l'efficacia del plasma atmosferico freddo (CAP) per l'inattivazione del virus dell'epatite A (HAV) su mirtilli. I frutti sono stati inoculati artificialmente con l'HAV e trattati con CAP utilizzando un regime di NOx per 10, 20, 30 e 40 minuti. È stato inoltre studiato l'effetto sulla contaminazione fungina endogena e sui principali parametri qualitativi.

I risultati hanno mostrato che l'applicazione di CAP ha permesso una significativa riduzione della carica virale (valori Ct ≤ 25) dopo 20 minuti di trattamento. Lo stesso trattamento ha inibito il decadimento naturale dei mirtilli durante un periodo di conservazione di 27 giorni. Il colore e la consistenza dei frutti non hanno mostrato alcun deterioramento significativo dopo l'esposizione a CAP. Tuttavia, il trattamento di 20 minuti ha causato un significativo danno ossidativo alle bucce dei mirtilli, con conseguente diminuzione dei composti fenolici totali e dei flavonoidi, mentre il contenuto di antociani è aumentato significativamente. Nel complesso, questi risultati suggeriscono che il trattamento CAP a breve termine potrebbe essere un candidato promettente per la conservazione post-raccolta dei mirtilli, trovando un compromesso tra carica virale e decadimento microbico e qualità post-raccolta.

Il progetto "TECH4PATH - Non-thermal TECHnologies FOR the inactivation of emergenti viral, bacterial and protozoan PATHogens on fruit and vegetali product" è finanziato dal MUR - Ministero dell'Università e della Ricerca - PRIN: Progetti di Ricerca di Rilevante Interesse Nazionale, Bando 2022.

S3_O12: TECNOLOGIE ESTRATTIVE A CONFRONTO PER LA VALORIZZAZIONE DELLA PULA DI RISO

Maria Concetta Tenuta¹, Paolo Basile¹, Shabnam Haghighat Khajavi¹, Roberta Tolve², Lucia Sportiello², Fabio Favati², Giovanna Ferrentino¹

¹ Free University of Bozen-Bolzano, Faculty of Agriculture, Environmental and Food Sciences, Piazza Università 1, 39100 Bolzano, Italy

² University of Verona, Department of Biotechnology, Strada Le Grazie 15, 37134 Verona, Italia.

Presenting author: Maria Concetta Tenuta (mtenuta@unibz.it)

La pula, sottoprodotto della lavorazione del riso, è spesso considerata uno scarto, ma rappresenta una risorsa ancora poco valorizzata, ricca di interessanti proprietà nutrizionali e funzionali. Studi recenti ne evidenziano il contenuto in composti bioattivi, tra cui olio ricco di acidi grassi insaturi, fitosteroli, tocoferoli e γ -orizanolo [1,2].

In questo studio sono state confrontate tecniche estrattive convenzionali (macerazione e Soxhlet) con tecnologie innovative (ultrasuoni e CO₂ supercritica), con l'obiettivo di incrementare la resa e preservare la qualità dei composti estratti. In particolare, l'estrazione con CO₂ supercritica ha mostrato una resa superiore (11.35%) rispetto ai metodi tradizionali (8.35%), producendo un olio arricchito in tocoferoli e γ -orizanolo.

Per valutarne il potenziale come ingrediente funzionale, l'olio è stato sottoposto a saggi di capacità antiossidante (DPPH) e stabilità ossidativa (calorimetria isoterma). I risultati indicano che l'olio estratto con CO₂ supercritica presenta la più elevata attività radical scavenging e una migliore stabilità ossidativa.

Il confronto tra le tecnologie mette in evidenza come i metodi innovativi risultino più sostenibili e performanti nella valorizzazione della pula di riso. Lo studio si inserisce nel progetto "Rice by-products valorization: from the recovery of bioactive compounds to the regeneration of used frying oils", finanziato dal programma PRIN 2022 PNRR, con la partecipazione della Libera Università di Bolzano e dell'Università di Verona.

Riferimenti:

1. O. Benito-Román, S. Varona, M.T. Sanz, S. Beltrán; Journal of Industrial and Engineering Chemistry, 80 (2019), 273-282.
2. K. Gul, B. Yousuf, A.K. Singh, P. Singh, A.A. Wani; Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre, 6 (2015), 24-30.

S3_O13: INGREDIENTS WITH HIGH NUTRACEUTICAL VALUE OBTAINED BY FOOD BYPRODUCTS AND ENVIRONMENTAL FRIENDLY PACKAGING SYSTEM TO INCREASE THE SHELF-LIFE AND REDUCE THE WASTE OF BAKERY PRODUCTS

Giulio Scappaticci^{1,2}, Corrado Ferrari², Manuel Mariani², Nicola Mercanti¹, Andrea, Marianelli¹, Fabrizio Palla³, Piero Giorgio Verdini³, Monica Macaluso¹ and Angela Zinnai^{1,4}

¹ Department of Agriculture, Food and Environment, University of Pisa, Via del Borghetto 80, 56124 Pisa, Italy;

² R&D Bakery Department, Barilla G e R Fratelli, Via Mantova 166, 43122 Parma, Italy

³ INFN Pisa Section, Largo Bruno Pontecorvo 3, Pisa, 56127, Italy

⁴ Interdepartmental Research Centre "Nutraceuticals and Food for Health", University of Pisa, Via del Borghetto 80, 56124 Pisa, Italy

Presenting author: Giulio Scappaticci (giulio.scappaticci@phd.unipi.it)

La shelf-life dei prodotti da forno è un aspetto di grande interesse scientifico ed industriale. Questi prodotti sono largamente presenti nelle diete alimentari come principale fonte di carboidrati ma presentano una durata piuttosto limitata a causa di fenomeni degradativi sia fisici che microbiologici. Prolungarne la vita utile non solo rappresenta una sfida tecnologica, ma ha anche un impatto significativo sulla riduzione degli sprechi alimentari. Questo lavoro si è focalizzato sull'analisi di diverse tecnologie chimiche, fisiche e microbiologiche con l'obiettivo di migliorare la conservabilità dei prodotti da forno in modo sostenibile sia dal punto di vista economico che ambientale. Parlando di tecnologie chimiche, si è intervenuti a livello di formulazione con l'approfondimento dell'effetto dell'abbassamento del pH sulla proliferazione microbica, ottenuto attraverso l'uso di pectine ed acidi organici. Per quanto riguarda le tecnologie fisiche, sono stati esplorati due approcci innovativi. Il primo ha riguardato la migrazione dell'acqua all'interno del sistema crosta/mollica, analizzata sia con metodi distruttivi che con sensori avanzati sviluppati in collaborazione con l'INFN di Pisa ed il CERN di Ginevra che ci hanno permesso di monitorare in continuo il trasferimento dell'acqua nel prodotto, offrendo interessanti informazioni sulla sua evoluzione nel tempo. Il secondo approccio, invece, si è concentrato sull'impiego della tecnologia a infrarossi (IR) per la pastorizzazione di prodotti da forno già confezionati, una soluzione promettente per migliorare la stabilità dei prodotti. Sul fronte microbiologico, sono state sviluppate tecniche di fermentazione controllata utilizzando batteri lattici selezionati con l'obiettivo di ottenere polveri arricchite con metaboliti attivi e batteriocine in grado di contrastare la crescita di microrganismi alteranti, prolungando così la shelf-life in modo naturale. Queste strategie, combinate tra loro, offrono nuove prospettive per il settore della panificazione industriale, consentendo di migliorare la conservabilità dei prodotti da forno e dimostrando che attraverso l'innovazione scientifica è possibile conciliare esigenze di mercato e sostenibilità.

S3_O14: EFFETTO DI PACKAGING ALTERNATIVO SULLA QUALITÀ DEL SALAME INTERO DURANTE LA SUA CONSERVAZIONE

Giulia Leni¹, Cansu Ekin Bonacina^{1,2}, Andrea Giombelli¹, Laura Principato¹, Roberta Galli¹, Carlo Negrini³, Andrea Bassani¹, Giuliano Dallolio¹, Giorgia Spigno¹

¹ Department for Sustainable Food Process (DiSTAS), Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza, Italy

² Department of Food Engineering, Faculty of Engineering, Ankara University, Turkey

³ Gianni Negrini srl, Renazzo, Italy

Presenting author: Giulia Leni (giulia.leni@unicatt.it)

La crescente attenzione verso materiali più sostenibili per il packaging alimentare rappresenta una sfida per il settore alimentare, in quanto tali soluzioni devono garantire l'efficace mantenimento delle caratteristiche qualitative del prodotto. Questo lavoro di ricerca mira a valutare l'efficacia di un sistema di confezionamento alimentare alternativo da utilizzare nel settore dei salumi. In particolare, due sistemi di confezionamento per salami interi sono stati testati e comparati durante un periodo di conservazione di 90 giorni a 4°C. I sistemi di confezionamento erano rappresentati da uno convenzionale, in BOPA/EVOH-PE, e uno alternativo, in BOPP-ALOX/PP, monomateriale e più sostenibile. Durante il periodo di conservazione, sono stati monitorati i parametri qualitativi fondamentali (colore, attività dell'acqua, pH, ossidazione lipidica e sviluppo microbiologico).

I risultati hanno mostrato come il materiale innovativo, pur garantendo una buona barriera al gas, ha indotto fenomeni condensativi legati alla sua bassa permeabilità al vapor d'acqua. Come effetto a cascata, questo ha comportato un incremento dell'attività dell'acqua superficiale e un'alterazione cromatica della superficie esterna verso tonalità più scure rispetto al prodotto confezionato nel sistema convenzionale. Al contrario, non sono emerse differenze significative nelle caratteristiche colorimetriche interne dopo il taglio della fetta. Inoltre, l'evoluzione dei parametri monitorati durante il periodo di conservazione ha evidenziato un cambiamento più marcato nei valori di attività dell'acqua e ossidazione lipidica.

In conclusione, il packaging sostenibile testato si è dimostrato un'opzione promettente per il confezionamento di salami interi, sebbene gli effetti dovuti alla formazione di condensa richiedano ulteriori approfondimenti al fine di limitarne l'impatto sulla qualità del prodotto. Lo studio evidenzia l'importanza di verificare l'efficacia di sistemi di confezionamento alternativi, sulla base delle esigenze specifiche di prodotto, al fine di garantire il mantenimento della qualità organolettica durante il periodo di conservazione dell'alimento.

Ringraziamenti

Questa ricerca è stata in parte sostenuta e finanziata dal progetto "ON Foods –Research and innovation network on food and nutrition Sustainability, Safety and Security – Working ON Foods", finanziato nell'ambito del Piano nazionale di ripresa e resilienza (PNRR), Mission 4 Component 2 Investment 1.3 - Call for proposals No. 341 of 15 March 2022 of Italian Ministry of University and Research funded by the European Union – NextGenerationEU; Project code PE00000003, Concession Decree No. 1550 of 11 October 2022, e dal progetto "ECOSISTER - ecosystem for sustainable transition in Emilia-Romagna", finanziato nell'ambito del Piano nazionale di ripresa e resilienza (PNRR), Mission 4 Component 2 Investment 1.5 — NextGenerationEU, call for tender n. 3277 dated 30/12/2021, award number: 0001052 dated 23/06/2022.

S3_P15: INFLUENZA DELLA TEMPERATURA E DEI MATERIALI DI CONFEZIONAMENTO SULLA CONSERVAZIONE DI CIPOLLE MINIMAMENTE PROCESSATE

Antonio Gattuso¹, Alessandra De Bruno², Miriam Arianna Boninsegna¹, Corinne
Giaccondino¹, Amalia Piscopo¹, Marco Poiana¹

¹ Università Mediterranea di Reggio Calabria, Dipartimento di Agraria, Reggio Calabria, 89124, Italia

² Università San Raffaele di Roma, Dipartimento di Promozione delle Scienze Umane e della Qualità della Vita, Roma, 00185, Italia

Presenting author: Antonio Gattuso (antonio.gattuso@unirc.it)

I prodotti ortofrutticoli, soprattutto quelli minimamente processati, sono molto sensibili al deterioramento, rendendo la fase post-lavorazione particolarmente critica per il mantenimento della qualità. Questo studio ha analizzato la conservazione delle cipolle rosse di Tropea (IGP- Indicazione Geografica Protetta), intere e private della tunica.

L'indagine si è focalizzata sulla valutazione dell'evoluzione di alcuni parametri qualitativi in funzione del tipo di confezionamento e della temperatura di stoccaggio. Le cipolle sono state confezionate in due diversi tipi di sacchetti: uno in materiale convenzionale (polipropilene, PP) e l'altro in materiale biodegradabile (cellulosa). I campioni sono stati conservati per 41 giorni a tre diverse temperature (4, 10 e 15 °C). Le analisi sono state effettuate settimanalmente e hanno riguardato la valutazione delle caratteristiche fisico-chimiche quali colore, pH, solidi solubili totali, acidi organici e consistenza.

L'obiettivo principale è stato quello di monitorare le variazioni qualitative alla temperatura di conservazione ottimale (4 °C) e di determinare la cinetica di degradazione dei principali parametri di qualità attraverso un test accelerato di shelf life. I dati raccolti durante il periodo di conservazione hanno evidenziato una buona resistenza al deterioramento delle cipolle minimamente processate, in particolare alla temperatura più bassa (4 °C), condizione nella quale le variazioni dei parametri qualitativi risultavano più lente. Inoltre, anche il tipo di confezionamento ha influenzato la conservazione della qualità.

È stata osservata un'interazione tra le reazioni di degradazione dipendenti dalla temperatura e il tipo di confezionamento. Ciò ha consentito lo sviluppo di modelli cinetici applicabili ai prodotti confezionati, che presentano potenziali vantaggi in termini di sostenibilità e mantenimento della qualità. Questi modelli fanno parte di un progetto più ampio volto a integrarli nei sistemi IoT, con l'obiettivo di ridurre gli sprechi, la perdita di cibo, migliorare la sostenibilità alimentare e offrire vantaggi per l'industria alimentare.

Questo lavoro è stato finanziato dal PNRR UE-Italia di prossima generazione, missione 4, componente 2, investimento 1.5, call per la creazione e il rafforzamento di "ecosistemi innovativi", building "Territorial R&D leaders" (Decreto Direttoriale n. 2021/3277) - progetto Tech4You-tecnologie per l'adattamento ai cambiamenti climatici e il miglioramento della qualità della vita, n. Ecs0000009.

S3_P01: UNRAVELLING THE EFFECTIVENESS OF INTELLIGENT PACKAGING SENSORS BY MEANS OF A MULTI-SCALE APPROACH: THE CASE OF STRACCHINO CHEESE

Marcello Alinovi¹, Luca Zignego¹, Lorenzo Siroli², Muhammad Rehan Khan², Lisa Rita Magnaghi³, Lucia Vannini², Raffaella Biesuz³, Massimiliano Rinaldi¹, Elena Bancalari¹

¹ Department of Food and Drug, University of Parma, Parco Area delle Scienze 27/A, 43124 Parma (PR), Italy

² Department of Agricultural and Food Sciences, Campus of Food Science, Alma Mater Studiorum, University of Bologna, Piazza Goidanich 60, 47521 Cesena (FC), Italy

³ Department of Chemistry, University of Pavia, Viale Taramelli 12, 27100 Pavia (PV), Italy

Presenting author: Marcello Alinovi (marcello.alinovi@unipr.it)

The preservation of perishable food products is essential not only for ensuring consumer safety and product quality, but also for reducing food waste, a critical global challenge, and thus promoting the environmental and socio-economic sustainability of the food system. Among the strategies to address these issues, innovative smart packaging solutions, such as intelligent food packaging, have shown significant potential. This work aimed at assessing and validating a novel bioplastic colorimetric sensor array (BCSA), like others previously tested for milk [1], applied to monitor in real-time and in situ, the quality changes of Stracchino cheese, a fresh, soft cheese characterized by a short shelf life, conditioned by several factors such as microbial spoilage, proteolytic phenomena and oxidative reactions [2, 3]. Cheeses were stored under refrigerated conditions (+4°C) and thermal abuse (+8°C), packed with BCSA, and sampled during the storage period to perform microbiological, chemical, and physical analyses, and compare the colorimetric responses given by the BCSA with quality changes tracked by instrumental analyses. The results identified key spoilage markers, such as the growth of different microbial populations, the formation of volatile organic compounds (VOCs), and physico-chemical modifications. Microbiological assessments revealed that lactic acid bacteria and Enterobacteriaceae reached microbial loads nearing spoilage thresholds within 10 days of storage. VOC spoilage markers linked to off-odor development (e.g. hexanoic acid, butanoic acid, and acetic acid) were detected. Physico-chemical, rheological analyses highlighted a change in structural characteristics and water molecular distribution, possibly associated with proteolytic phenomena. The results demonstrated the ability of BCSA to effectively track the onset of spoilage phenomena in both refrigerated conditions (+4°C) and thermal abuse (+8°C). These findings pose a fundamental basis for the application of the developed intelligent packaging solutions to reduce food waste, enhance consumer safety, and promote sustainable food systems.

Riferimenti:

1. Magnaghi, L. R., Zanoni, C., Alberti, G., Quadrelli, P., & Biesuz, R. (2022). Towards intelligent packaging: BCP-EVOH@ optode for milk freshness measurement. *Talanta*, 241, 123230.
2. Alinovi, M., Cordioli, M., Francolino, S., Locci, F., Ghiglietti, R., Monti, L., ... & Giraffa, G. (2018). Effect of fermentation-produced camel chymosin on quality of Stracchino cheese. *International Dairy Journal*, 84, 72-78.
3. Alinovi, M., Rinaldi, M., & Mucchetti, G. (2018). Spatiotemporal characterization of texture of Stracchino cheese, a soft fresh Italian cheese. *Journal of Food Quality*, 2018 (1), 5062124.



S3_P02: QUANDO LO SCARTO DIVENTA UNA RISORSA: DAL LATTE SCADUTO ALLA STAMPA 3D

Marta Sindaco¹, H. Mohammadpourmotlaghazma¹, R. Montebello², A. Derossi², R. Arrigo³,
C. Severini⁴, L. Pellegrino¹, and P. D'Incecco¹

¹ Dipartimento di Scienze per gli Alimenti, la Nutrizione e l'Ambiente (DeFENS), Università degli Studi di Milano, Italia

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

³ Dipartimento Scienza Applicata e Tecnologia (DiSAT), Politecnico di Torino, Italia

⁴ Dipartimento Agricoltura, Ambiente e Alimenti (DiAAA), Università degli Studi del Molise, Italia

Presenting Author: Marta Sindaco (marta.sindaco@unimi.it)

Il latte pastorizzato è un alimento che mantiene elevate proprietà nutrizionali e sensoriali grazie al moderato trattamento termico cui viene sottoposto, il quale, tuttavia, ne determina una shelf-life limitata che causa l'accumulo di prodotto scaduto invenduto, attualmente destinato all'alimentazione zootecnica. L'obiettivo di questo progetto è quello di sviluppare, a partire da questo scarto, un'alternativa sostenibile alle plastiche tradizionalmente impiegate nel packaging alimentare [1,2]. Attraverso un approccio di up-cycling, le proteine recuperate dal latte scaduto sono state utilizzate per lo sviluppo di biomateriali idonei alla stampa 3D. Impiegando diverse tecniche di separazione, sono state prodotte quattro diverse polveri a base di caseina (caseina acida, caseina presamica, caseinato di sodio e co-precipitato). Le polveri sono state poi caratterizzate per le loro proprietà chimiche e termiche. I risultati hanno evidenziato differenze significative nella loro solubilità in funzione della concentrazione proteica risospesa, del pH e dell'impiego di diversi agenti chelanti. Parallelamente, le sospensioni ottenute sono state caratterizzate per la loro microstruttura, distribuzione dimensionale e comportamento reologico, permettendo di individuare, per alcune di esse, proprietà promettenti per un impiego in applicazioni che richiedono una buona resistenza meccanica. I risultati hanno anche evidenziato un'elevata idoneità alla stampa 3D di alcune delle polveri a base di caseina e confermato l'importanza della composizione del materiale al fine di garantire un'elevata fedeltà di stampa ed una successiva stabilità strutturale dell'oggetto stampato [3].

Nel complesso, questo lavoro dimostra la possibilità di ottenere dal latte pastorizzato scaduto un biomateriale, offrendo una via innovativa e sostenibile per il recupero e la valorizzazione degli scarti del settore lattiero-caseario

Riferimenti:

1. P. Wilms, K. Daffner, C. Kern, S. L. Gras, M. A. I. Schutyser, R. Kohlus; Food Research International, 148 (2021), 110585
2. S. Gerna, P. D'Incecco, S. Limbo, M. Sindaco, & L. Pellegrino; Foods, 12(6) (2023), 1271.
3. M. M. Ross, S. V. Crowley, & A. L. Kelly; Innovative Food Science & Emerging Technologies, 82 (2022), 103182

S3_P03: POTENTIAL OF SUPERCRITICAL CO₂ TECHNOLOGY TO DEVELOP ACTIVE BIOBASED PACKAGING IMPREGNATED WITH OLIVE LEAF EXTRACT

Marco Lopriore¹, Alberto Saitta¹, Marilena Marino¹, Stella Plazzotta¹,
Cristina Cejudo Bastante², Lara Manzocco¹

¹ Department of Agricultural, Food, Environmental, and Animal Sciences, University of Udine, Via Sondrio 2/A, 33100, Udine, Italy

² Department of Ingeniería Química y Tecnología de Alimentos, University of Cadíz, Avda, República Saharui 9, 11510, Puerto Real (Cadíz), Spain

Presenting author: Marco Lopriore (marco.lopriore@uniud.it)

Packaging performance is crucial to extend shelf life of fresh food targeting broader markets. In this context, petrol-based polymeric materials impregnated with pure compounds with antioxidant/antimicrobial properties (e.g., carvacrol, thymol) have been proposed to control food spoilage during storage, according to the active packaging concept [1]. A sustainable alternative is represented by biobased polymeric materials impregnated with natural extracts from agri-food by-products. However, limited information is available on this topic [2,3].

The iM-PACK project aims to use supercritical CO₂ (SC-CO₂) technology to develop biobased packaging materials impregnated with extracts from plant by-products. The use of SC-CO₂ technology is thus studied to: i) prepare bioactive extracts from plant by-products; ii) impregnate biobased packaging materials with the obtained plant extracts to extend food shelf life. In particular, the attention was focused on films made of a biopolymeric blend of thermoplastic starch (TPS), polylactic acid (PLA), and polybutylene adipate-co-terephthalate (PBAT), impregnated with olive leaf extract (OLE). The latter was selected since rich in polyphenols with antioxidant/antimicrobial activity.

In this work, OLE was prepared by SC-CO₂ extraction and its antimicrobial activity was tested against foodborne pathogenic (*Listeria monocytogenes*, *Salmonella enterica*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*) and spoilage (*Pseudomonas fluorescens*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Penicillium roqueforti*) microorganisms. Both OLE water soluble compounds and volatiles reduced microbial growth rates, with fully inhibition of *L. mesenteroides*. Given these outcomes, SC-CO₂ was used to impregnate OLE into 50 µm-thick TPS+PLA+PBAT films. The homogeneous impregnation of the film was demonstrated at both laboratory and pilot plant scale with impregnation yield of 33.73 gOLE/m². This novel biobased active packaging material will be now evaluated for its capacity to extend the shelf life of fresh food.

Acknowledgements: iM-PACK is part of the PRIMA programme supported by the European Union.

Riferimenti:

1. M. Ramos, A. Beltrán, M. Peltzer, A.J.M. Valente, M.C. Garrigós; LWT – Food Science and Technology, 58 (2014), 470-477.
2. F. Sánchez-García, N.D. Machado, M. Tirado-Fernández, C. Cejudo-Bastante, A.M. Roldán, C. Mantell-Serrano, L. Casas-Cardoso; Applied Sciences, 15 (2025), 643.
3. A. Torres, E. Ilabaca, A. Rojas, F. Rodríguez, M.J. Galotto, A. Guarda, C. Villegas, J. Romero; European Polymer Journal, 89 (2017), 195-210.

S3_P04: SUITABILITY AS FOOD INGREDIENTS AND ENVIRONMENTAL IMPACT OF POWDERS OBTAINED BY SUPERCRITICAL DRYING OF SUBSTANDARD PEAS

Stella Plazzotta¹, Lara Manzocco¹, Lorenzo Barozzi¹, Alberto Saitta¹, Nelly Bafumi²,
Alessandro Dal Pozzo², Alessandro Zambon²

¹ Dipartimento di Scienze Agroalimentari, Ambientali e Animali, Università degli Studi di Udine

² Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica, Ambientale e dei Materiali, Alma Mater Studiorum-Università di Bologna

Presenting author: Stella Plazzotta (stella.plazzotta@uniud.it)

About 15% of harvested peas are wasted due to aesthetic defects and mainly subjected to anaerobic digestion, leading to the loss of valuable protein and fiber fractions. UPEA and UNITED projects [1,2] aim to develop zero-waste transformation pathways of substandard peas into ingredients for human consumption, and to assess the feasibility of the proposed upcycling processes.

In this context, supercritical-CO₂-drying (SCD) is an emerging drying technology based on water removal through dense-phase carbon dioxide, usually assisted by ethanol solvent exchange (SE). This technology was shown to produce vegetable powders with improved technological and sensory properties [3]. However, assessment of the performance of these innovative ingredients in foods is required to support the industrial adoption of this innovative technology, together with the evaluation of process environmental impact.

This study aimed to assess the suitability as food ingredients and the environmental impact of SE+SCD pea powders. To this aim, the effect of wheat flour substitution with SE+SCD pea powder on the physico-chemical and sensory properties of sweet bread was assessed. The environmental impact of SE+SCD compared to air-drying (AD) and freeze-drying (FD) was also studied using Life Cycle Assessment (LCA).

The use of SE+SCD powder in sweet bread at concentrations up to 14 g/100 g bread did not affect bread color, flavor and taste, while significantly improving both protein (11.6 g/100 g bread) and fiber content (6.7 g/100 g bread), which can be associated with relevant nutritional claims [4].

LCA proved that solvent consumption accounts for 44% of SE+SCD environmental impact. Although SE+SCD resulted more energy-intensive than AD, its carbon footprint at lab-scale was lower than FD. Improvements in solvent recovery systems could be crucial to minimizing SE+SCD environmental impact.

SE+SCD can be considered a promising drying technology for the production of protein- and fiber-rich vegetable ingredients with neutral sensory properties and versatile food applications.

Riferimenti:

1. Upcycling pea waste side streams for developing future food ingredients-UPEA; PRIN Bando 2022; Prot. 2022P5C3E; funded by EU-NextGenerationEU.
2. Sustainable recycling of fruit pomace and substandard pulses towards food and non-food solution-UNITED; PRIN Bando 2022; Prot. 2022P8ZAHW; funded by EU-NextGenerationEU.
3. L. Manzocco, L. Barozzi, S. Plazzotta, Y. Sun, S. Miao, S. Calligaris; LWT, 194 (2024), 115778.
4. Reg. (EC) No 1924/2006 on nutrition and health claims made on foods.

S3_P05: OTTIMIZZAZIONE ENERGETICA NEL TRATTAMENTO HPH: IMPATTO DELLE COMBINAZIONI CICLI-PRESSIONE SULLE PROTEINE DI PISELLO FRAZIONATE A SECCO

Giulia D'Alessio¹, Francesco Iervese¹, Annalaura Sabatucci¹, Paola Pittia¹, Carla Di Mattia¹

¹ Dipartimento di Bioscienze e Tecnologie Agro-Alimentari e Ambientali, Università degli Studi di Teramo, Via Renato Balzarini 1, 64100, Teramo.

Presenting author: Giulia D'Alessio (gdalessio@unite.it)

La crescente domanda di sistemi alimentari sostenibili ha portato le proteine di pisello al centro dell'innovazione industriale grazie alle loro proprietà nutrizionali e funzionali. Presentano, però, limitazioni intrinseche, come bassa solubilità e difficoltà nella formazione di network proteici compatti e stabili. In questo studio si è quindi valutato l'impiego di proteine di pisello frazionate a secco (una tecnologia a basso impatto energetico che preserva la struttura nativa) pretrattate con omogeneizzazione ad alta pressione (HPH), per modularne le proprietà tecnologiche riducendo il dispendio energetico, dovuto ai lunghi tempi dei trattamenti o all'utilizzo di pressioni molto elevate. Sono stati applicati tre pretrattamenti su soluzioni proteiche (6% p/v), variando combinazioni pressione-cicli (15 MPa × 6; 22,5 MPa × 4; 45 MPa × 2), ma mantenendo costante l'energia applicata ($\Delta E = 90 \text{ MJ/m}^3$). Le soluzioni sono state analizzate a livello molecolare (SDS-PAGE, FT-IR, FRET) e per proprietà chimico-fisiche (z-potential, diametro idrodinamico, solubilità, proprietà interfacciali). Le proprietà gelificanti sono state valutate mediante amplitudine e frequency sweep e microscopia confocale. I risultati indicano che le combinazioni pressione-cicli non alterano significativamente la struttura molecolare delle proteine. Tuttavia, nello spettro FT-IR dei campioni centrifugati si osserva un incremento della banda a $\sim 1750 \text{ cm}^{-1}$ indicativo della formazione di legami esteri, suggerendo un effetto protettivo della frazione polisaccaridica. I trattamenti migliorano la solubilità riducendo le particelle insolubili, senza però potenziare le proprietà interfacciali. Le analisi reologiche hanno evidenziato che i gel formulati con soluzioni trattate presentano frammentazione di amido e polisaccaridi, formando matrici più omogenee ma con struttura più fragile. L'effetto della pressione su interazioni idrofobiche e elettrostatiche non si traduce in network proteici più robusti. Questo studio sottolinea la complessità delle interazioni tra proteine e matrice polisaccaridica nei sistemi frazionati a secco e la necessità di ottimizzare le condizioni HPH per valorizzare le proteine di pisello in un'ottica sostenibile.

S3_P06: APPLICATION OF A PULSED ELECTRIC FIELD FOR THE EXTRACTION OF PHYCOCYANIN: OPTIMISATION WITH BOX-BEHNKEN DESIGN

Busra Oktar¹, Federico Drudi¹, Lorenzo Montalbetti², Laura Pezzolesi³, Silvia Tappi¹,
Santina Romani^{1,4}, Marco Dalla Rosa^{1,4}, Pietro Rocculi^{1,4}, Urszula Tylewicz^{1,4}

¹ Department of Agricultural and Food Sciences, University of Bologna, Piazza Goidanich, 60, 47521 Cesena, Italy

² Department of Biological, Geological and Environmental Sciences Via S.Alberto 163, Ravenna, Italy

³ Department of Biological, Geological and Environmental Sciences Piazza di Porta S.Donato 1, Bologna, Italy

⁴ Interdepartmental Centre for Agri-Food Industrial Research, University of Bologna, Via Q. Bucci 336, 47521 Cesena, Italy

Presenting author: Busra Oktar (busra.oktar@unibo.it)

Spirulina platensis, a non-toxic cyanobacterium rich in nutrients such as polysaccharides, vitamins, minerals, unsaturated fatty acids, carotenoids and phycobiliproteins, is often used as a dietary supplement. Among the phycobiliproteins, phycocyanin is valued as a natural blue food colouring [1]. However, industrial extraction of phycocyanin is limited by challenges in extraction efficiency and stability. Conventional methods often result in low purity and are time consuming. Pulsed electric field (PEF) technology offers a promising alternative to increase the extraction and purity of phycocyanin [2].

In this study, the effect of PEF pretreatment on phycocyanin extraction from *S. platensis* was investigated using a batch system (EPULSUS® LBM1A-15, EnergyPulseSystems, Portugal). A Box-Behnken design optimized the extraction parameters: Voltage (12, 14, 16 kV), pulse width (10, 30, 50 μ s) and specific energy (100, 150, 200 kJ/kg). *Spirulina* was suspended in distilled water (2 g/100 mL, pH 10, conductivity $\sim$ 1.2 μ S/cm) and treated with bipolar rectangular pulses. After PEF pretreatment, the samples were incubated for 24 hours at 25°C with shaking, and the phycocyanin content and purity were measured after 2, 4, 6 and 24 hours by spectrophotometry. To assess the influence of sample freshness on PEF treatment and phycocyanin extraction, samples were treated immediately after harvest, 24, 48, 72 hours of storage in the fridge at 4°C.

The results showed that increasing the pulse width significantly improved phycocyanin extraction, even when the same or higher specific energy was applied. However, increase in temperature was observed in some samples treated with higher pulse widths, which could potentially affect the efficiency of extraction. This temperature rise was not the same for all samples, suggesting that further investigation is required to fully understand its impact on the extraction process. Furthermore, the PEF treatment was found to be more effective for phycocyanin extraction when applied to less fresh samples.

Riferimenti:

1. İter, Işıl, Saniye Akyıl, Zeliha Demirel, Mehmet Koç, Meltem Conk-Dalay, and Figen Kaymak-Ertekin. 2018. *Journal of Food Composition and Analysis* 70:78–88.
2. Pez Jaeschke, D., Rocha Teixeira, I., Damasceno Ferreira Marczak, L., & Domenechini Mercali, G. 2021. *Food Research International*, 143, 110314.

S3_P07: APPLICAZIONE DI ALTE PRESSIONI IDROSTATICHE (HPP) PER MIGLIORARE L'EFFICIENZA DI ESTRAZIONE DI CHITINA E CHITOSANO DA SOTTOPRODOTTI DI CROSTACEI

Ana Cristina de Aguiar Saldanha Pinheiro¹; Silvia Tappi^{1,2}, Marco Dalla Rosa^{1,2},
Pietro Rocculi^{1,2}

¹ Centro Interdipartimentale di Ricerca Industriale Agroalimentare, Alma Mater Studiorum – Università di Bologna, Via Quinto Bucci 336, 47521, Cesena (FC), Italia.

² Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari, Alma Mater Studiorum – Università di Bologna, Campus di Scienze degli Alimenti, Piazza Goidanich 60, Cesena (FC), Italia

Presenting author: Ana Cristina de Aguiar Saldanha Pinheiro (anacristin.deaguiar2@unibo.it)

I sottoprodotti dei gamberi rappresentano una fonte importante per l'estrazione della chitina e del suo derivato deacetilato, il chitosano. La chitina è il secondo biopolimero più abbondante in natura e presenta un'elevata versatilità. Il chitosano si ottiene tramite deacetilazione della chitina, generalmente mediante processi chimici convenzionali che, tuttavia, presentano criticità dal punto di vista ambientale. Per questo motivo, negli ultimi anni sono stati condotti numerosi studi volti a sviluppare metodi di estrazione più sostenibili e innovativi per la produzione di questi biopolimeri [1]. Chitina e chitosano possiedono proprietà biologiche rilevanti, che ne rendono promettente l'impiego nell'industria alimentare per migliorare sicurezza, qualità e shelf life dei prodotti [2]. Questo studio ha valutato l'effetto del trattamento ad alta pressione (HPP) sulle proprietà fisico-chimiche della chitina e del chitosano ottenuti da sottoprodotti di gambero rosa e rosso. Sono stati applicati tre livelli di pressione (400, 500 e 600 MPa) per 10 minuti ai gusci crudi, seguiti dall'estrazione termo-chimica della chitina. Il chitosano è stato ottenuto per deacetilazione (4 e 18 h a 80°C, con NaOH al 50%, rapporto solido/solvente 1:10 p/v). I campioni sono stati caratterizzati mediante FT-IR, DSC, colore, contenuto in ceneri e sostanza secca, capacità di legare l'acqua e l'olio, resa e solubilità. La resa più elevata di chitosano (22,32%) è stata ottenuta dal trattamento a 500 MPa del gambero rosso. Il pretrattamento HPP ha migliorato significativamente la capacità di legare l'acqua e l'olio e la solubilità del chitosano. L'HPP si conferma una valida alternativa per aumentare l'efficienza estrattiva e migliorare le proprietà funzionali di chitina e chitosano da sottoprodotti della lavorazione dei gamberi.

Riferimenti:

1. Mohan, K., Ganesan, A. R., Ezhilarasi, P. N., Kondamareddy, K. K., Rajan, D. K., Sathishkumar, P., ... & Conterno, L. (2022). Green and eco-friendly approaches for the extraction of chitin and chitosan: A review. *Carbohydrate Polymers*, 287, 119349.
2. Shahidi, F., & Abuzaytoun, R. (2005). Chitin, chitosan, and co-products: Chemistry, production, applications, and health effects. *Advances in Food and Nutrition Research*, 49, 93–135.

S3_P08: APPLICAZIONE DI PLASMA FREDDO COME STRATEGIA PER GARANTIRE LA SICUREZZA DI PRODOTTI DI IV GAMMA: EFFETTO SU QUALITÀ E INDICI METABOLICI

Junior Bernardo Molina Hernandez¹, Beatrice Cellini¹, Fatemeh Shanbeh Zadeh¹, Lucia Vannini¹, Pietro Rocculi^{1,2}, Silvia Tappi^{1,2}

¹ Department of Agricultural and Food Sciences, University of Bologna, Cesena, Italy;

² Interdepartmental Centre for Industrial Research CIRI-Agro, University of Bologna, Cesena, Italy.

Presenting author: Junior Bernardo Molina Hernandez (junior.molina@unibo.it)

Negli ultimi anni, la richiesta di metodi più sicuri e sostenibili per la decontaminazione degli alimenti ha portato alla scoperta di diverse alternative ai metodi chimici tradizionali, tra cui l'uso di antimicrobici naturali o trattamenti fisici innovativi. In particolare, questa ricerca mira a valutare l'efficacia del plasma freddo (CP) nel ridurre la contaminazione da alcuni patogeni su carote di IV gamma e l'impatto su qualità e indici metabolici. Per questo obiettivo, carote di IV gamma sono state inoculate con un cocktail di *E. coli* e *Arcobacter* spp. (~5 log UFC/ml) e sottoposte a diversi trattamenti: i) CP in regime di NOx; ii) lavaggio con acqua attivata al plasma (PAW) rispetto ad acqua clorata (100 ppm di cloro libero), con trattamenti di 5, 10, 20 e 30 minuti.

I risultati hanno mostrato che l'inattivazione era ceppo-dipendente. La PAW ha permesso di ottenere una riduzione di 4 log UFC/g per *Arcobacter* bzs574, 3 log UFC/g per *E. coli* 555 e 2 log UFC/g per *Arcobacter* spp. bzs206, dopo un trattamento di 30 minuti. Quando trattato direttamente con CP, il regime di NOx ha mostrato prestazioni più elevate e una completa inattivazione di 5 log per *Arcobacter* spp. bzs574 rispetto a *E. coli* 555 (3 log UFC/g) e 2 log UFC/g per *Arcobacter* spp. bzs206. I parametri di qualità (pH, aw, sostanza secca e contenuto di carotenoidi) sono stati influenzati solo leggermente. Al contrario, il colore e l'attività della perossidasi sono stati influenzati significativamente. Il CP è un metodo promettente per la decontaminazione non termica di frutta e verdura fresca.

Il progetto "TECH4PATH - Non-thermal TECHnologies FOR the inactivation of emergenti viral, bacterial and protozoan PATHogens on fruit and vegetali product" è finanziato dal MUR - Ministero dell'Università e della Ricerca - PRIN: Progetti di Ricerca di Rilevante Interesse Nazionale, Bando 2022

S3_P09: IMPIEGO DELL'ACQUA ATTIVATA DA PLASMA FREDDO PER LA DECONTAMINAZIONE NON TERMICA DI POMODORI FRESCI: EFFETTI MICROBIOLOGICI E QUALITATIVI

Manuella Kouamo, Matteo Valerii, Chiara Purgatorio, Valentina Pavone,
Clemencia Chavez-Lopez, Annalisa Serio, Jessica Laika, Pasquale Isabelli, Romolo Laurita,
Antonella Ricci, Marco Chiarini, Lilia Neri

¹ Dipartimento di Bioscienze e Tecnologie Agro-Alimentari e Ambientali, Università Degli Studi di Teramo

² Dipartimento di Ingegneria Industriale, Alma Mater Studiorum-Università di Bologna

Presenting author: Lilia Neri (lneri@unite.it)

I prodotti vegetali freschi rappresentano matrici alimentari altamente suscettibili alla contaminazione microbica, con potenziali implicazioni sulla sicurezza alimentare e sulla conservabilità dei prodotti. Le pratiche convenzionali di sanificazione prevedono spesso l'uso di sostanze chimiche che possono lasciare residui indesiderati per la salute del consumatore e per l'ambiente. In tale contesto, il lavaggio con acqua attivata da plasma freddo (Plasma Activated Water, PAW) sta emergendo come trattamento non termico in grado di combinare efficacia antimicrobica e sostenibilità [1]. L'obiettivo di questo studio è stato quello di valutare l'effetto del lavaggio mediante immersione (PAW_I) e spruzzazione (PAW_S) con PAW su pomodori di Pachino IGP, selezionati per diametro e maturazione. I trattamenti, della durata di 2 minuti, sono stati effettuati usando PAW generata a partire da acqua distillata attraverso scarica a barriera dielettrica seguita da scarica a corona. A seguito della produzione, la PAW è stata caratterizzata per la concentrazione di nitriti e perossido di idrogeno. I pomodori sono stati analizzati pre e post trattamento per i seguenti parametri: consistenza, acidità titolabile, colore, attività antiossidante, licopene, attività enzimatica (POD, SOD). La popolazione microbica è stata valutata anche dopo 14 giorni di refrigerazione. Entrambi i trattamenti hanno ridotto significativamente la carica mesofila aerobia totale, sia in superficie che nella polpa, e la presenza superficiale di *Pseudomonas* spp., con maggiore efficacia per PAW_S. Quest'ultimo è risultato anche più efficace nel contenere la contaminazione fungina (*Penicillium*, *Botrytis*), sebbene la severità del danno non sia variata. Dopo la conservazione refrigerata, PAW_I ha mantenuto cariche microbiche inferiori rispetto a PAW_S. Non sono emerse variazioni negative nelle proprietà qualitative e nell'attività enzimatica. I risultati confermano il potenziale della PAW come strategia di decontaminazione non termica efficace e sostenibile. Servono tuttavia ulteriori studi per ottimizzare i parametri di generazione del plasma e migliorare l'effetto antimicrobico.

Riferimenti:

1. Zhou, Bosheng, H. Zhao, X. Yang, and J.H. Cheng. Food Research International 196, 2024

S3_P10: VALORIZZAZIONE DI UN SOTTOPRODOTTO DELLA LAVORAZIONE DEL POMODORO MEDIANTE UN TRATTAMENTO NON TERMICO DI ESSICCAZIONE AD ARIA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA SUA SHELF-LIFE: UNO STUDIO PRELIMINARE

Celeste Lazzarini¹, Alessandra Bendini^{1,2}, Enrico Valli^{1,2}, Matilde Tura¹, Mario Guida¹, Beatrice Cellini¹, Lucia Vannini^{1,2}, Alexandra Olmo-Cunillera³, Julián Lozano-Castellón^{3,4}, Anna Vallverdú-Queralt^{3,4}, Tullia Gallina Toschi^{1,2}

¹ Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari, Alma Mater Studiorum -Università di Bologna, Piazza Goidanich 60, 47521, Cesena e viale Fanin 40, 40127, Bologna.

² Centro Interdipartimentale di Ricerca Industriale sull'Agroalimentare, Alma Mater Studiorum - Università di Bologna, Via Quinto Bucci 336, 47521, Cesena

³ Polyphenol Research Group, Department of Nutrition, Food Science and Gastronomy, Catalonia Food Innovation Network (XIA), Faculty of Pharmacy and Food Sciences, Institute of Nutrition and Food Safety (INSA-UB), University of Barcelona, 08028, Barcellona.

⁴ Consorcio CIBER, M.P. Fisiopatología de la Obesidad y la Nutrición (CIBERObsn), Instituto de Salud Carlos III (ISCIII), Madrid.

Presenting author: Tullia Gallina Toschi (tullia.gallinatoschi@unibo.it)

La sansa di pomodoro è un sottoprodotto della produzione della passata, costituito principalmente da bucce e semi, particolarmente ricco di composti ad alto valore aggiunto, in particolare i carotenoidi, fra i quali spicca il licopene [1]. Tuttavia, l'elevato contenuto di acqua rappresenta un limite significativo, perché favorisce la degradazione e la fermentazione della sansa, soprattutto se conservata a temperatura ambiente. Inoltre, l'umidità residua aumenta il peso del sottoprodotto, con impatti negativi sulla sostenibilità del trasporto [2].

Alla luce di queste criticità, l'obiettivo principale di questo studio preliminare è stato la riduzione del contenuto residuo di umidità di un campione di sansa di pomodoro, prelevato presso un'azienda locale, con l'intento di migliorarne la stabilità e facilitare il recupero di composti bioattivi per applicazioni successive. Il sottoprodotto è stato sottoposto a un processo di essiccazione mediante un prototipo di essiccatore ad aria non termico.

La shelf-life del sottoprodotto essiccato è stata monitorata a 60, 80 e 110 giorni, valutando parametri quali: l'attività dell'acqua, il profilo dei composti volatili, le analisi microbiologiche e il contenuto in carotenoidi. Durante la conservazione, sottovuoto e a temperatura ambiente per 110 giorni, non è stata osservata alcuna proliferazione microbica, né segni di fermentazione significativi.

Inoltre, la perdita di carotenoidi nell'essiccato è risultata accettabile, con una riduzione del 50%, mentre l'attività dell'acqua si è mantenuta stabile, intorno a 0,6. Questi risultati evidenziano l'efficacia del trattamento non termico nella valorizzazione sostenibile della sansa di pomodoro, con potenziali applicazioni in ambito industriale.

Studio condotto nell'ambito del Centro Nazionale Agritech, finanziato dall'Unione Europea – NextGenerationEU (PNRR – MISSIONE 4 COMPONENTE 2, INVESTIMENTO 1.4 - D.D. 1032 17/06/2022, CN00000022).

Riferimenti:

1. B. Souza da Costa, M. Oliván García, G. Soldevilla Muro, M. Jose Moltiva; LWT-Food Science and Technology, 179 (2023), 114644.
2. N.S. Bhatkar, S.S. Shirkole, A.S. Mujumdar, B.N. Thorat; Drying Technology, 39(11) (2021), 1720-1744

S3_P11: VALORIZATION OF AVOCADO BY-PRODUCTS: ULTRASOUND-ASSISTED NADES-BASED ANTIOXIDANT EXTRACTION

Giulio Giannini¹, Junior Bernardo Molina-Hernández¹, Silvia Tappi^{1,2}, Urszula Tylewicz^{1,2},
Santina Romani^{1,2}, Pietro Rocculi^{1,2}, Marco Dalla Rosa^{1,2}

¹ Department of Agricultural and Food Sciences, University of Bologna, Piazza Goidanich, 6047522 Cesena, Italy

² Interdepartmental Centre for Agri-Food Industrial Research, University of Bologna, Via Q. Bucci 336, 47522 Cesena, Italy

Presenting author: Giulio Giannini (giulio.giannini3@unibo.it)

Nowadays, consumers' increasingly fast-paced lifestyles leave less time for food preparation, making fresh-cut fruit an ideal, convenient, ready-to-eat solution for consuming fresh produce. However, stabilizing these products remains a challenge, as consumers demand additive-free foods.

Deep eutectic solvents (DES) have emerged as a sustainable alternative to conventional organic solvents. They consist of a hydrogen bond donor (HBD) and a hydrogen bond acceptor (HBA), and are characterized by low toxicity and biodegradability. When derived from natural components, they are referred to as "natural deep eutectic solvents" (NaDES). The use of NaDES to extract antioxidants from avocado by-products—aiming to enrich food products in the future—aligns well with circular economy principles.

In this study, three NaDES formulations were tested using a fixed HBA (choline chloride) combined with different HBDs: glycerol (NaGly, 1:2 w/w), lactic acid (NaLac, 1:2 w/w), and citric acid (NaCit, 1:1 w/w). Two controls were included: ethanol-acetic acid (EtOH, 80% ethanol + 0.5% acetic acid) and water-acetic acid (H₂O, 0.5% acetic acid). Extractions were performed on 1.0 g of avocado by-product powder using sonication (40% amplitude) for 10 minutes in 25 mL of solvent at 40 °C. Extraction quality was assessed by measuring total phenolic content (TPC). The yields were as follows: NaLac (27.3 ± 1.3 mg GAE/g), NaGly (21.2 ± 1.0 mg GAE/g), NaCit (13.2 ± 2.1 mg GAE/g), H₂O (11.6 ± 0.8 mg GAE/g), and EtOH (8.2 ± 2.4 mg GAE/g).

Therefore, the results highlight the potential of NaDES, particularly NaLac, as efficient and sustainable solvents for the recovery of phenolic compounds from avocado by-products.

S3_P12: VALORIZZAZIONE DI ALCUNI SOTTOPRODOTTI DEL FRANTOIO: CO-DIGESTIONE ANAEROBICA DI FOGLIE DI OLIVO ED ACQUE DI VEGETAZIONE

Sofia Zantedeschi¹, Francesca Valenti¹, Mirko Maraldi¹, Gonzalo Augustin Martinez²,
Matilde Tura^{1,3}, Enrico Valli^{1,3}, Tullia Gallina Toschi^{1,3}

¹ Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari, Alma Mater Studiorum - Università di Bologna, piazza Goidanich 60, 47521 Cesena e viale Fanin 50, 40127 Bologna

² Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica, Ambientale e dei Materiali, Alma Mater Studiorum - Università di Bologna, via Terracini 28, 40131 Bologna

³ Centro Interdipartimentale di Ricerca Industriale sull'Agroalimentare, Alma Mater Studiorum - Università di Bologna, via Bucci 336, 47521 Cesena

Presenting author: Enrico Valli (enrico.valli4@unibo.it)

La produzione di oli vergini di oliva ha mostrato un incremento su scala internazionale [1]. I frantoi generano una quantità notevole di sottoprodotti, come le acque di vegetazione (OMWW), le foglie di olivo, la sansa e i nocciolini [2]; è, quindi, fondamentale adottare una loro gestione sostenibile, promuovendo modelli virtuosi e innovativi di valorizzazione [3].

Questa ricerca si propone di valutare l'efficienza della co-digestione anaerobica di una matrice composta da OMWW e foglie di olivo, al fine di utilizzare al meglio sottoprodotti spesso non valorizzati, come le foglie, e verificare la qualità del biogas prodotto. I sottoprodotti, prelevati da un frantoio locale, sono stati caratterizzati (contenuto in lipidi totali, pH, umidità e ceneri) per calibrare i successivi test di potenziale metanigeno (BMP). Sono state valutate tre formulazioni: solo OMWW (controllo) ed OMWW addizionato del 4% e del 10% di foglie. La produzione di biogas, su scala di laboratorio, è stata monitorata nel tempo e, a fine processo, la composizione dei gas è stata analizzata in termini di concentrazioni di metano e CO₂. Le differenze di quantità e composizione dei gas prodotti dalle tre formulazioni sono state confrontate mediante analisi statistica. L'aggiunta del 4% di foglie non ha compromesso la produzione complessiva di biogas, mentre la formulazione con il 10% di foglie ha determinato una riduzione della resa totale. In entrambi i casi, si è rilevato un miglioramento della qualità del biogas, con un aumento della concentrazione di metano e una riduzione del contenuto di anidride carbonica. I risultati suggeriscono come l'aggiunta alle acque di vegetazione di percentuali definite di foglie di olivo polverizzate possa rappresentare un'interessante opportunità di valorizzazione, nell'ambito del processo di co-digestione anaerobica.

Studio condotto nell'ambito del Centro Nazionale AgriTech, finanziato dall'Unione Europea – NextGenerationEU (PNRR – MISSIONE 4 COMPONENTE 2, INVESTIMENTO 1.4 - D.D. 1032 17/06/2022, CN00000022).

Riferimenti:

1. International Olive Oil Council, Olive Oil Dashboard (2022). Available at: <https://www.internationaloliveoil.org/wp-content/uploads/2022/12/IOC-Olive-Oil-Dashboard-2.html>
2. E. Roselló-Soto, M. Koubaa, A. Moubarik, R.P. Lopes, J.A. Saraiva, N. Boussetta, N. Grimi, F.J. Barba; Trends in Food Science and Technology, 45 (2015), 296.
3. J.M. Ochando-Pulido, S. Vuppala, A.I. García-López, A. Martínez-Férez; Separation and Purification Technology, 333 (2024), 125827.

S3_P13: EFFETTO DELLA LUCE PULSATA SULLA CONSERVAZIONE E SULLA QUALITÀ DI SEMI DI PISTACCHIO

Sebastiano Maria Caldarella¹, Antonia Grasso¹, Cristina Restuccia¹, Daniele Catanzaro¹,
Biagio Fallico¹, Elena Arena¹

¹ Università degli Studi di Catania, Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente, via Santa Sofia 100 – 95123 - Catania

Presenting author: Sebastiano Maria Caldarella (sebastianocaldarella@unict.it)

L'interesse per i sistemi di sanificazione non termici è in costante crescita, poiché garantiscono un'efficace sicurezza microbiologica senza alterare significativamente la composizione chimica degli alimenti. Tra queste tecniche, la luce pulsata sfrutta impulsi luminosi di alta intensità per ottenere una decontaminazione superficiale degli alimenti. Questo studio analizza l'effetto della luce pulsata sui parametri di qualità e conservazione del pistacchio Verde di Bronte DOP, noto per il suo intenso colore verde, dovuto all'elevato contenuto di clorofille, e per la ricchezza di grassi insaturi.

Lo studio è stato condotto utilizzando un impianto pilota equipaggiato con una lampada a xenon montata su un nastro trasportatore. I campioni, confezionati in vaschette termosigillate, con differenti quantità di prodotto per simulare diversi spessori, sono stati sottoposti a trattamenti di 10, 30 e 60 secondi. L'efficacia della luce pulsata è stata valutata attraverso l'analisi della carica microbica residua e di vari parametri qualitativi, tra cui umidità, concentrazione di polifenoli totali, contenuto di clorofille, caratteristiche colorimetriche, acidità e numero di perossidi dell'olio estratto, immediatamente dopo il trattamento e dopo un anno di conservazione.

I risultati hanno evidenziato una riduzione significativa della carica microbica, in particolare della carica mesofila e delle enterobatteriacee, mentre umidità, clorofille e parametri colorimetrici sono rimasti invariati. Durante la conservazione, il contenuto di polifenoli è aumentato, suggerendo un effetto positivo della luce pulsata su questi composti bioattivi. Inoltre, dopo un anno, i campioni trattati con luce pulsata hanno mostrato un numero di perossidi inferiore rispetto al controllo, indicando un effetto protettivo nei confronti dell'ossidazione lipidica.

S3_P14: INFLUENZA DELLA TEMPERATURA E DEI MATERIALI DI CONFEZIONAMENTO SULLA CONSERVAZIONE DI CIPOLLE MINIMAMENTE PROCESSATE

Antonio Gattuso¹, Alessandra De Bruno², Miriam Arianna Boninsegna¹, Corinne
Giacondino¹, Amalia Piscopo¹, Marco Poiana¹

¹ Università Mediterranea di Reggio Calabria, Dipartimento di Agraria, Reggio Calabria, 89124, Italia

² Università San Raffaele di Roma, Dipartimento di Promozione delle Scienze Umane e della Qualità della Vita, Roma, 00185, Italia

Presenting author: Antonio Gattuso (antonio.gattuso@unirc.it)

I prodotti ortofrutticoli, soprattutto quelli minimamente processati, sono molto sensibili al deterioramento, rendendo la fase post-lavorazione particolarmente critica per il mantenimento della qualità. Questo studio ha analizzato la conservazione delle cipolle rosse di Tropea (IGP- Indicazione Geografica Protetta), intere e private della tunica.

L'indagine si è focalizzata sulla valutazione dell'evoluzione di alcuni parametri qualitativi in funzione del tipo di confezionamento e della temperatura di stoccaggio. Le cipolle sono state confezionate in due diversi tipi di sacchetti: uno in materiale convenzionale (polipropilene, PP) e l'altro in materiale biodegradabile (cellulosa). I campioni sono stati conservati per 41 giorni a tre diverse temperature (4, 10 e 15 °C). Le analisi sono state effettuate settimanalmente e hanno riguardato la valutazione delle caratteristiche fisico-chimiche quali colore, pH, solidi solubili totali, acidi organici e consistenza.

L'obiettivo principale è stato quello di monitorare le variazioni qualitative alla temperatura di conservazione ottimale (4 °C) e di determinare la cinetica di degradazione dei principali parametri di qualità attraverso un test accelerato di shelf life. I dati raccolti durante il periodo di conservazione hanno evidenziato una buona resistenza al deterioramento delle cipolle minimamente processate, in particolare alla temperatura più bassa (4 °C), condizione nella quale le variazioni dei parametri qualitativi risultavano più lente. Inoltre, anche il tipo di confezionamento ha influenzato la conservazione della qualità.

È stata osservata un'interazione tra le reazioni di degradazione dipendenti dalla temperatura e il tipo di confezionamento. Ciò ha consentito lo sviluppo di modelli cinetici applicabili ai prodotti confezionati, che presentano potenziali vantaggi in termini di sostenibilità e mantenimento della qualità. Questi modelli fanno parte di un progetto più ampio volto a integrarli nei sistemi IoT, con l'obiettivo di ridurre gli sprechi, la perdita di cibo, migliorare la sostenibilità alimentare e offrire vantaggi per l'industria alimentare.

Questo lavoro è stato finanziato dal PNRR UE-Italia di prossima generazione, missione 4, componente 2, investimento 1.5, call per la creazione e il rafforzamento di "ecosistemi innovativi", building "Territorial R&D leaders" (Decreto Direttoriale n. 2021/3277) - progetto Tech4You-tecnologie per l'adattamento ai cambiamenti climatici e il miglioramento della qualità della vita, n. Ecs0000009.

S3_P15: VALORIZZAZIONE DI SCARTI DI CAFFÈ, POMODORO E LUPPOLO ATTRAVERSO LO SVILUPPO DI FILM COMPOSITI ANTIOSSIDANTI A BASE DI BIOPOLIMERI

Angela Borriello¹, Angela Marotta², Giulia Basile¹, Leandra Leto³, Benedetta Chiancone³,
Raffaele Romano¹, Prospero Di Piero^{1,4}, Silvana Cavella¹,
Veronica Ambrogio², Elena Torrieri¹

¹ Università degli Studi di Napoli Federico II, Dipartimento di Agraria, Portici, Italia

² Università degli Studi di Napoli Federico II, Dipartimento di Ingegneria Chimica, dei Materiali e della Produzione Industriale, Napoli, Italia

³ Università di Parma, Dipartimento di Scienze degli Alimenti e del Farmaco, Parma, Italia

⁴ Centro per l'Innovazione e lo Sviluppo nell'Industria Alimentare (CAISIAL), Università degli Studi di Napoli Federico II, Portici, Italia

Presenting Author: Silvana Cavella (silvana.cavella@unina.it)

I sottoprodotti agro-alimentari, ricchi di composti funzionali con proprietà antiossidanti, rappresentano una risorsa chiave per sviluppare materiali attivi per il packaging alimentare, in linea con gli obiettivi della strategia europea 'Farm to Fork' [1]. L'olio estratto dai fondi di caffè esausti (SCG-O) è ricco di antiossidanti come acido 3,4-diidrossibenzoico, caffeico, clorogenico e ferulico [2]. I sottoprodotti del pomodoro forniscono oleoresine (TBO) abbondanti in carotenoidi, tocoferoli e polifenoli. I residui della coltivazione del luppolo, essiccati e macinati (HBP), contengono elevate quantità di fibra e composti antiossidanti [3]. L'obiettivo del lavoro è stato valorizzare tali sottoprodotti attraverso lo sviluppo di film attivi a base di biopolimeri. L' SCG-O è stato incorporato in film di alginato di sodio (SA) e SA/chitosano (SA+CH); il TBO in film a base di caseinato, gomma guar e cera, utilizzando la transglutaminasi (TGase) come agente reticolante; HBP è stata invece utilizzata direttamente come riempitivo per creare film biodegradabili a base di poli(butilene succinato) (PBS). I film sviluppati sono stati caratterizzati in termini di proprietà fisiche e capacità antiossidante. L'inclusione di SCG-O ha determinato un incremento dello spessore, dell'opacità e della stabilità termica dei film, riducendo l'assorbimento di acqua. I film contenenti SCG-O hanno mostrato un'attività antiossidante compresa tra 3 e 6 µg Trolox/mL nei simulanti lipidici. L' aggiunta di TBO ha migliorato la rigidità e la resistenza alla trazione dei film, comportando una lieve diminuzione dell'elongazione a rottura. L'attività inibitoria osservata variava dal 2% al 23% in funzione della concentrazione dell'estratto. HBP, frazionato in base alla dimensione delle fibre e integrato nella matrice di PBS, ha conservato la propria attività antiossidante, conferendo ai film una buona resistenza meccanica, seppur con un leggero aumento della fragilità. Le strategie adottate hanno migliorato la funzionalità dei film e favorito la realizzazione di soluzioni innovative per il packaging alimentare attivo.

Riferimenti:

1. European Union. (2020). Farm to Fork Strategy. DG SANTE/Unit 'Food Information and Composition, Food Waste,' DG SANTE/Unit 'Food information and composition, food waste', 23.
2. R. Romano, L. De Luca, G. Basile, C. Nitride, F. Pizzolongo, P. Masi; Foods, 12(10) (2023), 1–12.
3. G. Sabbatini, E. Mari, M.G. Ortore, A.D. Di Gregorio, M. Di Carlo, R. Galeazzi, C. Vignaroli, S. Simoni, G. Giorgini, V. Guarrasi, B. Chiancone, L. Leto, M. Cirilini, L. Del Vecchio, M.R. Mangione, S. Vilasi, C. Minnelli, G. Mobbili; Heliyon, 10(18) (2024), e37593.

SESSIONE 4

Vino, birra, distillati e bevande: un sorso di innovazione

Le tecnologie all'avanguardia, i prodotti tra tradizione, innovazione e territorialità insieme ai tanti nuovi stili di consumo.

S4_O01: ANALISI DEL COMPORTAMENTO METABOLICO DI TORULASPORA DELBRUECKII E SACCHAROMYCES CEREVISIAE IN MOSTI SINTETICI A DIVERSI PH: UN'INDAGINE SULL'IMPATTO DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO SULLA FERMENTAZIONE ALCOLICA E SUI PRINCIPALI PARAMETRI ENOLOGICI

Giuseppe Corcione¹, Chiara Digiorgio¹, Ilaria Prezioso¹, Gabriele Fioschi¹,
Francesco Tedesco¹, Chiara Girelli¹, Angela Capece², Vito Michele Paradiso¹,
Massimiliano Cardinale¹

¹ Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche e Ambientali, Università del Salento, S.P. 6, 73100 Lecce, Italia

² Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali, Alimentari e Ambientali, Università della Basilicata, Via dell'Ateneo Lucano 10, 85100 Potenza, Italia

Presenting author: Giuseppe Corcione (giuseppe.corcione@unisalento.it)

I cambiamenti climatici influenzano in modo significativo l'enologia, alterando la composizione dell'uva e di conseguenza le condizioni di fermentazione e le caratteristiche dei vini. Uno dei principali effetti è l'aumento del pH del mosto e del vino. Questo studio analizza il comportamento metabolico di un ceppo di *Torulaspora delbrueckii* isolato da uva e un *Saccharomyces cerevisiae* commerciale in fermentazioni sequenziali condotte in mosti sintetici con diversi valori di pH (3,2 e 3,8), con l'obiettivo di valutare l'adattamento del lievito, la cinetica di fermentazione e i parametri enologici e determinare il potenziale di *T. delbrueckii* come candidato per mitigare gli effetti dell'aumento del pH del mosto nella vinificazione. Le fermentazioni sono state condotte in condizioni controllate, con *T. delbrueckii* inoculato per primo, seguito da *S. cerevisiae* dopo cinque giorni. I risultati indicano che *T. delbrueckii* ha mostrato un maggiore adattamento a pH elevati (3,8) rispetto a *S. cerevisiae* da solo, mantenendo livelli di popolazione più elevati durante tutta la fermentazione. Le fermentazioni sequenziali con *T. delbrueckii* hanno portato a una riduzione della produzione di acido acetico, specialmente a pH più elevati, conferendo una maggiore purezza fermentativa e complessità aromatica. L'analisi NMR ha rivelato differenze nei metaboliti e nelle concentrazioni relative, determinando una chiara differenziazione tra le quattro tesi in special modo riguardo al profilo degli acidi organici. Studi futuri dovrebbero esplorare il suo impatto su mosti d'uva reali e sugli attributi sensoriali del vino. Questi risultati suggeriscono che *T. delbrueckii* potrebbe essere un valido strumento in vinificazione in condizioni di cambiamento climatico, contribuendo a migliorare le prestazioni della fermentazione, a ridurre l'acidità volatile e a migliorare la stabilità del vino a livelli elevati di pH sul mosto di partenza.

S4_O02: EFFETTO DI DERIVATI DEL LIEVITO SACCHAROMYCODES LUDWIGII SULLE CARATTERISTICHE CHIMICHE, FISICHE E SENSORIALI DEI VINI GARNACHA BLANCA E TEMPRANILLO BLANCO

Valentina Civa¹, Carolina Castillo Río², Ignacio Arias Pérez², Purificación Fernández Zurbano², Paolo Antoniali³, María Pilar Sáenz Navajas², Paola Domizio¹

¹ Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari, Ambientali e Forestali (DAGRI), Università degli Studi di Firenze, Firenze (Italia)

² Instituto de Ciencias de la Vid y del Vino (Universidad de La Rioja-Consejo Superior de Investigaciones Científicas-Gobierno de La Rioja), Departamento de Enología, Logroño, La Rioja (Spagna)

³ Italiana Biotecnologie, Montebello Vicentino (Italia)

Presenting author: Valentina Civa (valentina.civa@unifi.it)

Lo sviluppo di soluzioni innovative e di strumenti biotecnologici per garantire la qualità del vino e rispondere al crescente interesse dei consumatori nei confronti delle problematiche ambientali e sanitarie sono temi di grande attualità per il settore vinicolo. Tra i potenziali strumenti biotecnologici, i derivati di lievito stanno riscuotendo interesse [1]. Quelli attualmente disponibili sul mercato sono ottenuti da lieviti appartenenti al genere *Saccharomyces cerevisiae*, tuttavia sono invece limitate le informazioni sulle potenzialità di derivati ottenuti da lieviti non-*Saccharomyces* [2]. Una recente caratterizzazione di lieviti non-*Saccharomyces* termicamente inattivati ha evidenziato differenze significative tra i derivati in termini di proteine, polisaccaridi, lipidi e consumo di ossigeno [3]. Il presente lavoro è stato focalizzato su derivati di lievito ottenuti da un ceppo di *Saccharomycodes ludwigii* (SL), la cui parete cellulare è ricca di polisaccaridi, in particolare mannoproteine. L'effetto di tre derivati di SL, ottenuti con diverse tecniche di inattivazione, è stato valutato in due vini bianchi spagnoli, Garnacha Blanca e Tempranillo Blanco. Dopo l'aggiunta dei derivati di SL, le analisi sono state effettuate dopo 2 e 15 giorni di contatto nel vino. Il trattamento di entrambi i vini con i derivati SL ha comportato un notevole incremento della concentrazione di polisaccaridi. Questi hanno verosimilmente determinato nei rispettivi vini un aumento della stabilità proteica, che è risultata positivamente correlata al tempo di contatto. Il profilo aromatico della varietà potrebbe aver invece influenzato l'analisi sensoriale dei vini. La Garnacha Blanca, varietà meno aromatica rispetto al Tempranillo Blanco, ha infatti mostrato differenze sensoriali più pronunciate tra i trattamenti. Per entrambi i vini, il tempo di contatto (2 vs. 15 giorni) non ha invece influenzato in maniera significativa la percezione sensoriale. Sono necessarie ulteriori analisi per valutare gli effetti a lungo termine dei polisaccaridi rilasciati dai derivati sulla stabilità colloidale e sulle caratteristiche sensoriali dei vini.

Riferimenti:

1. Del Barrio-Galán, R., Úbeda, C., Gil, M., Medel-Marabolí, M., Sieczkowski, N., & Peña-Neira, Á. (2019). *Molecules*, 24(8), 1478.
2. Rigou, P., Mekoue, J., Sieczkowski, N., Doco, T., & Vernhet, A. (2021). *Food Chemistry*, 358, 129760.
3. Civa, V., Chinnici, F., Picariello, G., Tarabusi, E., Bosaro, M., Mannazzu, I., & Domizio, P. (2024). *Current Research in Food Science*, 8, 100774.



S4_O03: EFFETTI DELLA SINERGIA TRA TORULASPORA DELBRUECKII E SACCHAROMYCES CEREVISIAE NELLA VINIFICAZIONE DI CULTIVAR TRADIZIONALI DELL'ITALIA MERIDIONALE

Chiara Digiorgio¹, Giuseppe Corcione¹, Ilaria Prezioso¹, Gabriele Fioschi¹,
Francesco Tedesco¹, Ignazio Zara², Luigi Sanarica³, Angela Capece⁴,
Massimiliano Cardinale¹, Vito Michele Paradiso¹

¹ Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche e Ambientali, Università del Salento, S.P. 6, 73100 Lecce, Italia;

² IISS Basile Caramia-Giagante Locorotondo (BA) , Italy

³ Enolife s.r.l, Viale delle Industrie, 74020, Montemesola (TA), Italy

⁴ Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali, Alimentari e Ambientali, Università degli Studi della Basilicata, Potenza (PZ), Italia.

Presenting author: Chiara Digiorgio (chiara.digiorgio@unisalento.it)

La combinazione di *Torulaspora delbrueckii* e *Saccharomyces cerevisiae* in co-inoculo e inoculo sequenziale è stata studiata come strategia innovativa per migliorare il profilo aromatico di vini come Verdeca e Nero di Troia, varietà tradizionali della Puglia. Lo studio, condotta su serbatoi da 50 L, ha valutato l'effetto dei diversi metodi di inoculo sulla cinetica fermentativa, sui parametri enologici e sulla qualità sensoriale dei vini. L'inoculo sequenziale con *T. delbrueckii* ha prodotto una minore acidità volatile e favorito un metabolismo zuccherino più equilibrato [1]. L'analisi del profilo volatile ha evidenziato differenze significative tra i campioni del co-inoculo, in particolare un aumento degli esteri etilici derivati da acidi grassi, noti per il loro impatti positivo sul profilo aromatico. Questi composti hanno contribuito ad una maggiore complessità olfattiva. L'analisi sensoriale ha confermato l'effetto positivo dell'impiego di *T. delbrueckii*, soprattutto nei vini rosati da Nero di Troia, che hanno mostrato note più intense di frutti rossi, maggiore freschezza e persistenza gusto-olfattiva [2]. Questi risultati evidenziano il potenziale dei lieviti non-*Saccharomyces* nella valorizzazione delle varietà tradizionali pugliesi, offrendo nuove opportunità per esprimere l'identità territoriale e migliorare la qualità dei vini [3]. L'integrazione di *T. delbrueckii* nei protocolli enologici può rappresentar una strategia efficace per rispondere alla crescente domanda di prodotti distintivi e di alta qualità.

Riferimenti:

1. J.M. Muñoz-Redondo, B. Puertas, E. Cantos-Villar, M.J. Jiménez-Hierro, M. Carbú, C. Garrido, M.J. Ruiz-Moreno, J.M. Moreno-Rojas; *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 69 (2021b), 1598–1609.
2. F. Silva-Sousa, B. Oliveira, R. Franco-Duarte, C. Camarasa, M. João Sousa; *FEMS Yeast Research*, (2024).
3. P. Bely, Marina, Stoeckle, I. Masneuf-Pomarède, D. Dubourdieu; *International Journal of Food Microbiology*, 122 (2008), 312–320.

S4_O04: CEPPI SELEZIONATI E IDENTITÀ VARIETALE: LA CHIAVE PER VINI BIANCHI SICILIANI DI QUALITÀ

Manuel Schnitter¹, Clara Vitaggio¹, Valentina Caraci¹, Matteo Pollon¹, Filippo Amato²,
Riccardo Savastano², Laura Girolli², Onofrio Corona¹.

¹ Department of Agricultural, Food and Forest Sciences, University of Palermo, (Palermo), Viale delle Scienze 13, 90128 Palermo, Italy

² HTS Enologia, 91025 Marsala, Trapani, Italy

Presenting author: Manuel Schnitter (manuel.schnitter@unipa.it)

Negli ultimi anni, numerosi studi hanno evidenziato il ruolo centrale della fermentazione dei mosti e dei *Saccharomyces cerevisiae* nella modulazione della qualità sensoriale dei vini attraverso l'adattabilità e le interazioni metaboliche in ambiente enologico [1–3]. L'interesse verso l'utilizzo di ceppi selezionati si è intensificato, con l'obiettivo di migliorare l'espressione varietale e la sostenibilità dei processi fermentativi. In questo contesto si inserisce il presente studio, volto a valutare l'impatto di diversi ceppi di lievito nella vinificazione di varietà bianche siciliane. La scelta del lievito è un elemento strategico nella vinificazione, in grado di influenzare profondamente la qualità e lo stile del vino [3]. Questo studio ha valutato l'impiego di diversi ceppi selezionati di *Saccharomyces cerevisiae* nella fermentazione di tre cultivar bianche siciliane: Grillo, Catarratto e Moscato Giallo (*Vitis vinifera* L.). L'obiettivo era confrontare le performance fermentative e l'impatto sulla composizione analitica, aromatica e sensoriale dei vini. Il protocollo di vinificazione è stato standardizzato per tutte le cultivar in studio. Sono stati monitorati l'andamento della fermentazione alcolica, i principali parametri chimici di mosti e vini, il profilo aromatico, con analisi dei composti volatili liberi e glicosilati ed il profilo sensoriale dei vini. I risultati hanno evidenziato differenze significative tra i ceppi, sia nella cinetica fermentativa sia nella produzione di metaboliti secondari. In particolare, l'utilizzo di ceppi specifici ha permesso di modulare il profilo aromatico, esaltando le note varietali, soprattutto nel Moscato Giallo. L'approccio si dimostra innovativo poiché consente una vinificazione su misura per ciascuna cultivar, valorizzando il potenziale aromatico con una gestione più efficiente e mirata del processo fermentativo. Inoltre, l'uso razionale di lieviti ad alta efficienza può contribuire alla sostenibilità del processo produttivo, riducendo l'impiego di correttivi e coadiuvanti enologici, con benefici sia ambientali sia economici. Questo studio conferma l'importanza della scelta del lievito come leva tecnica per un processo produttivo orientato alla qualità e alla valorizzazione delle varietà autoctone in un'ottica sostenibile e di espressione del territorio.

Riferimenti:

1. Y. Zhang et al.; *Frontiers in Microbiology*, (2024).
2. S. Maicas, J.J. Mateo; *Microorganisms*, (2023).
3. K. Clark, M. Setati, B. Divol; *OENO ONE*, (2025).

S4_O05: QUANTIFICAZIONE ED ATTIVITÀ ANTIOSSIDANTE DI PEPTIDI DI LIEVITO RILASCIATI DURANTE LA FERMENTAZIONE E AUTOLISI IN VINO MODELLO

Alberto De Iseppi^{1,2}, Matteo Marangon^{1,2}, Sara Zanella¹, Viviana Corich^{1,2}, Zeno Molinelli¹, Olga Kukharenko¹, Andrea Curioni^{1,2}

¹ Dipartimento di Agronomia, Animali, Alimenti, Risorse Naturali e Ambiente (DAFNAE), Università degli Studi di Padova, Viale dell'Università 16, 35020 Legnaro, Italia

² Centro Interdipartimentale per la Ricerca in Viticoltura ed Enologia (CIRVE), Università degli Studi di Padova, Viale XXVIII Aprile 14, 31015 Conegliano, Italia

Presenting author: Alberto De Iseppi (alberto.deiseppi@unipd.it)

L'affinamento sulle fecce apporta al vino benefici sensoriali e tecnologici, tra cui una maggiore stabilità ossidativa. Molecole come steroli e glutazione, rilasciate dai lieviti durante l'autolisi, sono state proposte come principali responsabili di tale effetto [1]. Tuttavia, studi recenti indicano che la maggiore stabilità ossidativa data dal contatto con le fecce e/o dall'aggiunta di lieviti inattivati non è direttamente correlata a questi fattori [2,3] bensì a frazioni a basso peso molecolare, tra cui peptidi diversi dal glutazione [2,4]. Volendo caratterizzare meglio questa frazione attualmente poco studiata, la presente ricerca ha caratterizzato i peptidi rilasciati dal lievito in condizioni modello durante la fermentazione e l'autolisi, concentrandosi sul loro potenziale antiossidante. I campioni sono stati raccolti dopo 7 e 240 giorni dall'inoculo. Dopo ultrafiltrazione (MWCO 3 kDa) e purificazione con cartucce C18, i peptidi sono stati quantificati e la loro attività antiossidante valutata tramite saggio DPPH e misurazione dell'imbrunimento del vino modello in presenza di catechina ed ossigeno.

La concentrazione peptidica è aumentata da 0.19 g/L (7 giorni) a 0.44 g/L (240 giorni). Nonostante la minore quantità, i peptidi a 7 giorni hanno mostrato un'attività antiossidante leggermente superiore (0.32 vs. 0.21 mM equivalenti Trolox). Entrambe le frazioni, aggiunte a 0.3 g/L, hanno ridotto l'ossidazione della catechina in vino modello. Anche in questo caso, i peptidi a 7 giorni si sono rivelati i più attivi permettendo al vino modello di riportare un imbrunimento (A450nm) circa 2,9 volte più basso rispetto al controllo contenente solo catechina. Ulteriori prove attualmente in corso sono volte a valutare l'effetto di questi peptidi sulla crescita di microorganismi di interesse enologico.

Questi risultati evidenziano il ruolo dei peptidi rilasciati dal lievito nella protezione del vino dall'ossidazione, contribuendo a spiegare l'impatto che l'affinamento sulle fecce e/o l'utilizzo di estratti di lievito hanno su questa matrice.

Riferimenti:

1. J.M. Salmon; *LWT – Food Science and Technology*, 39 (2006), 959–965
2. A. De Iseppi, A. Curioni, M. Marangon, D. Invincibile, D. Slaghenauhi, M. Ugliano; *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 72, 4 (2023), 1969–1977.
3. F. Bahut, R. Romanet, N. Sieczkowski, P. Schmitt-Kopplin, M. Nikolantonaki, R.D. Gougeon; *Food Chemistry*, 325 (2020), 126941–126941.
4. A. De Iseppi, G. Rocca, M. Marangon, V. Corich, G. Arrigoni, D. Porcellato, A. Curioni; *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 72 (2024), 24749–24761.

S4_O06: VALUTAZIONE DEL CHITOSANO ESTRATTO DA DIVERSE FONTI PER IL CONTROLLO DEI LIEVITI INDESIDERATI NELLA PRODUZIONE DI VINO A BASSO CONTENUTO DI SOLFITI

Francesco Tedesco¹, Angela Capece², Patrizia Falabella³, Isabella Pisano⁴,
Hervé Alexandre⁵, Vito Michele Paradiso¹

¹ Università of Salento, Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche ed Ambientali, Via Lecce-Monteroni, 73047 Monteroni di Lecce (LE), Italia

² Università degli Studi della Basilicata, Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali, Alimentari ed Ambientali, Via dell'Ateneo Lucano 10, 85100 Potenza, Italia

³ Università degli Studi della Basilicata, Dipartimento di Scienze di Base e Applicate, Via dell'Ateneo Lucano 10, 85100 Potenza, Italia

⁴ Università degli Studi di Bari Aldo Moro, Dipartimento di Bioscienze, Biotecnologie e Ambiente, Via E. Orabona 4, 70125 Bari, Italia

⁵ Université Bourgogne Europe, L'Institut Agro, INRAE, UMR PAM, 21000 Dijon, France

Presenting author: Francesco Tedesco (francesco.tedesco@unisalento.it)

L'uso di anidride solforosa (SO₂), grazie alle sue proprietà antimicrobiche e antiossidanti, è una pratica consolidata in vinificazione. Tuttavia, le preoccupazioni relative ai suoi potenziali effetti negativi sulla salute dei consumatori [1] e sulle proprietà sensoriali del vino [2] spingono verso la ricerca di soluzioni alternative. Il chitosano, un polisaccaride di origine naturale ottenuto dal processo di deacetilazione della chitina, ha guadagnato interesse [3]. L'Organizzazione Internazionale della Vigna e del Vino (OIV) ha già autorizzato l'uso del chitosano da *Aspergillus niger*, ma altre fonti di chitina sono disponibili, come gli insetti, che offrono un'alternativa sostenibile [4]. Questo studio esplora il potenziale uso del chitosano da insetti (*Hermetia illucens*) come strategia innovativa per ridurre o sostituire la SO₂ in vinificazione. La prima fase della ricerca ha valutato l'attività antimicrobica del chitosano da insetti contro i lieviti non-Saccharomyces comunemente presenti durante la fermentazione (*Metschnikowia pulcherrima*, *Candida zemplinina*, *Hanseniaspora* spp, *Torulaspora delbrueckii*, *Zygosaccharomyces bailii*, *Lachancea thermotolerans* e *Pichia* spp.). Questi lieviti possono influenzare la cinetica fermentativa e la qualità del vino e il controllo della loro proliferazione è fondamentale per prevenire fermentazioni indesiderate. I lieviti non-Saccharomyces hanno mostrato una resistenza medio-alta al chitosano osservando una sensibilità ceppo dipendente. Inoltre, l'uso combinato di chitosano e basse dosi di SO₂ è risultato più efficace del solo chitosano, suggerendo il suo ruolo potenziale nella riduzione dei solfiti. La seconda fase ha analizzato l'efficacia del chitosano da insetti contro *Brettanomyces bruxellensis*, lievito contaminante del vino. Attraverso test di resistenza, citometria a flusso e osservazioni al microscopio, è stato dimostrato che il chitosano da insetti ha ridotto le popolazioni di *B. bruxellensis*, mostrando un maggiore impatto rispetto al chitosano enologico da *A. niger*. Ciò suggerisce che il chitosano da insetti potrebbe essere un valido strumento per la stabilizzazione del vino, in particolare durante l'affinamento in botte.

Riferimenti:

1. H. Vally, P. J. Thompson; *Thorax*, 56 (2001), 763-769.
2. H. Li, A. Guo, H. Wang; *Food Chemistry* 108 (2008), 1-13.
3. F. Tedesco, G. Siesto, R. Pietrafesa, P. Romano, R. Salvia, C. Scieuzo, P. Falabella, A. Capece; *Beverages*, 8 (2022), 58.
4. M. Triunfo, E. Tafi, A. Guarnieri, R. Salvia, C. Scieuzo, T. Hahn, S. Zibek, A. Gagliardini, L. Panariello, M. B. Coltelli, A. De Bonis, P. Falabella; *Scientific Reports*, 12 (2022), 6613.

S4_O07: AL DI LÀ DEI SOLFITI: APPROFONDIMENTI SUL COMPORTAMENTO DELL'OSSIGENO A PRESSIONE NEI VINI

Nicola Mercanti¹, Bruno Casu², Monica Macaluso¹, Ylenia Pieracci³, Guido Flamini³,
Giulio Scappaticci¹, Andrea Marianelli¹, Angela Zinnai^{1,4}

¹ Department of Agriculture, Food and Environment, University of Pisa, Via del Borghetto 80 56124 Pisa, Italy;

² INFN Pisa Section, Largo Bruno Pontecorvo 3, 56127 Pisa, Italy;

³ Department of Pharmacy, Via Bonanno 6, 56124 Pisa, Italy;

⁴ Interdepartmental Research Centre "Nutraceuticals and Food for Health", University of Pisa, Via del Borghetto 80, 56124 Pisa, Italy

Presenting authors: Nicola Mercanti (nicola.mercanti@phd.unipi.it), Bruno Casu (brunocasu8@gmail.com)

La complessa interazione tra esposizione all'ossigeno, utilizzo di anidride solforosa (SO₂) e qualità del vino rappresenta ancora oggi un tema centrale nel settore enologico. Sebbene la SO₂ sia tradizionalmente impiegata come antisettico e antiossidante, il suo utilizzo eccessivo ha sollevato crescenti preoccupazioni sanitarie. I regolamenti europei, tra cui il Regolamento (CE) n. 1493/1999 del Consiglio e il Regolamento (CE) n. 1622/2000 della Commissione, fissano limiti specifici per le concentrazioni di SO₂ nei vini. In risposta alla crescente domanda di alternative più naturali da parte dei consumatori, la ricerca si è orientata verso l'impiego di estratti fenolici di origine vegetale come sostituti dei conservanti chimici.

Il presente studio ha confrontato le caratteristiche compositive di vini prodotti attraverso vinificazione tradizionale e quelli ottenuti utilizzando i prodotti alternativi, analizzandone anche i profili aromatici finali. Dopo un anno di sperimentazione, i vini trattati con gli additivi alternativi hanno mostrato caratteristiche compositive sovrapponibili ai vini tradizionali, rispettando i limiti normativi vigenti e presentando un contenuto totale di solfiti significativamente ridotto, idoneo alla designazione "senza solfiti aggiunti".

A supporto dello sviluppo di pratiche di vinificazione senza solfiti, è stato inoltre implementato il monitoraggio in tempo reale della pressione nello spazio di testa delle bottiglie. Utilizzando sensori MEMS miniaturizzati, sono state analizzate le dinamiche di pressione come misura indiretta del consumo di ossigeno e delle prestazioni delle chiusure nel tempo. L'integrazione di tecniche di monitoraggio non invasive rappresenta un valido strumento per ottimizzare il comportamento in affinamento e la stabilità dei vini a basso contenuto di solfiti, consolidando il potenziale dei prodotti Bioma come catalizzatori di una vitivinicoltura più sostenibile e attenta alla salute del consumatore.

S4_O08: OTTIMIZZAZIONE DELLA QUALITÀ DEL VINO NEGROAMARO: EFFETTO DELLA TECNICA DI APPASSIMENTO E DI DEFOGLIAZIONE NEL CONTESTO PUGLIESE

Ilaria Prezioso¹, Giuseppe Corcione¹, Chiara Digiorgio¹, Gabriele Fioschi¹,
Marco Mascellani², Laura Rustioni¹, Ileana Blanco¹, Vito Michele Paradiso¹

¹ Department of Biological and Environmental Sciences and Technologies, University of Salento, S.P. 6, Lecce-Monteroni, I-73100, Lecce, Italy

² Consulenze Enologiche e Agronomiche, 73100, Lecce, Italy

Presenting author: Ilaria Prezioso (ilaria.prezioso@unisalento.it)

Questo studio esplora gli effetti della defogliazione e di due diverse tecniche di appassimento sulla qualità dei vini da uve Negroamaro, una tipica cultivar pugliese a bacca rossa, con particolare attenzione alle tradizionali strutture pugliesi a secco chiamate "pajare". L'appassimento è stato analizzato in due varianti: in campo, tramite costrizione del peduncolo e fuori dal campo, all'interno della "pajara". La rimozione delle foglie attorno al grappolo viene applicata con l'intento di modulare l'esposizione al sole. Il risultato del presente studio rivela differenze significative nelle cinetiche di disidratazione delle uve, nella composizione chimica, nel profilo volatile e negli attributi sensoriali dei vini. Le uve appassite in pajara hanno mostrato un profilo di colore più stabile e un più elevato contenuto di fenoli totali rispetto alle uve appassite sul campo, che avevano un profilo volatile con alte concentrazioni di aromi primari (terpeni, norisoprenoidi). La rimozione delle foglie ha influenzato l'acidità, l'intensità colorante e la composizione aromatica, inducendo una variazione della struttura e dell'equilibrio del vino. L'analisi sensoriale ha evidenziato che i vini ottenuti dall'appassimento in pajara avevano un'intensità di colore maggiore e note tostate più pronunciate, mentre l'appassimento in pianta conservava gli aromi floreali e fruttati. Questi risultati sottolineano il potenziale della combinazione di strategie di gestione della chioma e tecniche di appassimento, anche in strutture tradizionali, per ottimizzare la qualità, l'espressione sensoriale e la diversità stilistica dei vini Negroamaro.

**S4_O09: OTTIMIZZAZIONE DELLE CONDIZIONI DI MALTAZIONE
PER LA VARIETÀ AUTOCTONA DI GRANO DURO PERCIASACCHI:
EFFETTO DEL TEMPO E DELLA TEMPERATURA DI STEEPING
SULLA QUALITÀ DEL MALTO E DELLA BIRRA**

Ignazio Maria Gugino¹, Luca Gaetano Lo Porto¹, Noemi Giammusso¹, Vincenzo Alfeo²,
Gert De Rouck⁴, Lucia Parafati³, Rosa Palmeri³, Aldo Todaro³.

¹ Department of Agricultural, Food and Forest Science, University of Palermo, Viale delle Scienze, 90128 Palermo, Italy;

² Department of Agricultural, Food and Environmental Sciences, University of Perugia, via San Costanzo s.n.c., 06126 Perugia, Italy;

³ Di3A, Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente, University of Catania, Via S. Sofia 100, Catania, 95123, Italy;

⁴ Laboratory of Enzyme, Fermentation, and Brewing Technology (EFBT), M2S, LIBR, KU Leuven, Campus Ghent, B-9000 Ghent, Belgium.

Presenting author: Aldo Todaro (aldo.todaro@unict.it)

La crescente domanda di birre artigianali caratterizzate da profili sensoriali distintivi, ha stimolato l'impiego di cereali alternativi all'orzo, come il grano duro, offrendo nuove opportunità di innovazione brassicola. Questo studio ha analizzato le potenzialità della varietà antica siciliana di grano duro Perciasacchi per la produzione di malto, concentrandosi sull'effetto delle condizioni di macerazione (tempo e temperatura) sulla qualità del malto e della birra. Sono state condotte quattro prove di maltazione variando i parametri di macerazione (15 e 25°C per 9 e 13 ore). Tra i campioni testati, il malto ottenuto con macerazione a 25°C per 13 ore (P4) ha evidenziato le migliori caratteristiche tecnologiche: elevata resa in estratto, maggiore attività enzimatica (α - e β -amylasi, endo- β -glucanasi e xilanasi), maggiore contenuto di azoto assimilabile (FAN), e ridotta viscosità del mosto, con conseguente miglioramento della filtrabilità, della fermentabilità e dell'efficienza di processo [1],[2]. La birra prodotta con malto P4, impiegato al 100% in un processo di microbirrificazione, ha mostrato un profilo sensoriale più equilibrato, armonico e complesso rispetto a quella ottenuta da malto commerciale. In particolare, è emersa una minore torbidità, una migliore stabilità della schiuma e una maggiore intensità di note aromatiche di frumento, cereale e fruttate, con significativa riduzione di difetti come "zolfo" e "ossidato" [3],[4]. L'analisi PCA ha confermato la netta separazione del campione P4 rispetto agli altri per qualità tecnologiche e grado di modificazione. Questi risultati evidenziano come una corretta gestione della macerazione possa valorizzare le proprietà brassicole di varietà antiche come Perciasacchi, contribuendo allo sviluppo di malti locali di alta qualità e birre dal forte legame con il territorio, in linea con le attuali tendenze di sostenibilità, biodiversità agricola, innovazione di filiera e diversificazione dei prodotti [5].

Riferimenti:

1. V. Alfeo, G. De Francesco, V. Sileoni, S. Blangiforti, R. Palmeri, G. Aerts, G. Perretti, A. Todaro; *Journal of Food Composition and Analysis*, 102 (2021), 103997.
2. H. M. Turner, L. Elmore, J. Walling, J. Lachowicz, D. Mangel, A. Fischer, J. Sherman et.al.; *Journal of the American Society of Brewing Chemists*, 77(4) (2019), 267-281.
3. I. M. Ferreira, L. F. Guido; *Fermentation*, 4(2) (2018), 23.
4. C. W. Bamforth; *European Food Research and Technology*, 249(1) (2023), 3-11.
5. V. Alfeo, B. Jaskula-Goiris, G. Venora, E. Schimmenti, G. Aerts, A. Todaro; *Journal of Cereal Science*, 83 (2018), 101-109.

S4_O10: OTTIMIZZAZIONE DI TECNOLOGIE PER LA RIDUZIONE E MODULAZIONE DEL TENORE ALCOLICO IN VINI LAZIALI: IMPATTO SULLE CARATTERISTICHE ENOLOGICHE, AROMATICHE E FENOLICHE

Riccardo Riggi¹, Gianmarco Alfieri¹, Margherita Modesti^{1*}, Lorenzo Morgante¹,
Alessio Cimini¹, Giorgio Colatosti², Giovanni Pica², Francesca Borghini³,
Stefano Ferrari³, Andrea Bellincontro¹

¹ Dipartimento per l'innovazione dei sistemi biologici, agroalimentari e forestali (DIBAF), Università degli Studi della Tuscia, 01100 Viterbo, Italia

² Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione dell'Agricoltura del Lazio (ARSIAL), 00162 Roma, Italia

³ Istituto per lo Sviluppo Viticolo Enologico ed Agroindustria (ISVEA S.r.l.), 53036 Poggibonsi, Siena, Italia

Presenting author: Riccardo Riggi (riccardo.riggi@unitus.it)

Le più recenti analisi di mercato evidenziano una crescente tendenza nella domanda di vini a basso contenuto alcolico, in linea con una maggiore consapevolezza dei consumatori nei confronti di prodotti salutistici [1]. Tuttavia, le tecnologie attualmente conformi alla normativa vigente risultano spesso impattanti sulla qualità organolettica e sensoriale del vino [2]. Parallelamente, è noto come elevate concentrazioni di etanolo possano esacerbare sensazioni di piccantezza e amarezza, attenuare la percezione dell'acidità e mascherare composti aromatici volatili di rilievo enologico, quali esteri, alcoli superiori e monoterpeni [3]. L'obiettivo dell'enologia moderna si orienta dunque non solo alla riduzione del tenore alcolico, ma alla salvaguardia delle caratteristiche identitarie del vino. Il presente studio ha valutato l'effetto di un trattamento di distillazione sottovuoto condotto a bassa temperatura (30–32 °C) e per un tempo prolungato (20 ore) sul profilo alcolico, enotecnico, fenolico e aromatico di un vino monovarietale ottenuto da uve Raspato Rosso, vitigno autoctono laziale, raccolte nella prima decade di ottobre 2024 presso l'azienda didattico-sperimentale ARSIAL (Velletri, Roma). Il processo ha determinato una significativa riduzione del titolo alcolometrico volumico, preservando in larga parte le caratteristiche qualitative della matrice enologica. I parametri enotecnici analizzati hanno evidenziato un incremento dell'acidità e conseguente modulazione del pH, mentre i livelli di solforosa totale, solforosa libera e tonalità colorante si sono mantenuti comparabili al controllo. Successivamente, il vino distillato è stato assemblato con la massa di controllo non trattata, dando origine a tre vini a differenti gradazioni alcoliche mirate: 8%, 10% e 12% vol. Questo approccio si configura come una strategia efficace di modulazione del tenore alcolico, in grado di preservare la qualità sensoriale e fenolica del vino. Le analisi cromatografiche hanno confermato la sostanziale integrità del profilo fenolico, mentre l'analisi dei composti volatili ha mostrato come il blending abbia consentito una rimodulazione del profilo aromatico, attenuando le alterazioni introdotte dalla distillazione.

Riferimenti:

1. V. Kucherenko, O. Uspalenko; *BIO Web of Conferences*, 68 (2023), 03017.

2. L. Liguori, D. Albanese, A. Crescitelli, M. Di Matteo, P. Russo; *Journal of Food Science and Technology*, 56 (2019), 3707–3720.

3. A. Escudero, E. Campo, L. Fariña, J. Cacho, V. Ferreira; *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55 (2007), 4501–45103.



S4_O11: EFFETTO DEL POLIASPARTATO DI POTASSIO SULLA STABILITÀ CALCICA NEI VINI

Gabriele Fioschi¹, Ilaria Prezioso¹, Giuseppe Corcione¹, Chiara Digiorgio¹,
Marco Carrozzino², Vito Michele Paradiso¹, Ignazio Allegretta¹

¹ Università del Salento, Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche ed Ambientali, Laboratorio di Microbiologia Agraria e Tecnologie Alimentari, S.P. 6 Lecce-Monteroni, 73100 Lecce (Italia)

² V-LAB, analisi chimiche enologiche e agroalimentari, via Vittorio Emanuele III, 81, 73016 San Cesario di Lecce Le

Presenting author: Gabriele Fioschi (gabriele.fioschi@unisalento.it)

Il poliaspartato di potassio (KPA), approvato dall'OIV nel 2016, è un polimero costituito da acido L-aspartico utilizzato per prevenire le precipitazioni di bitartrato di potassio (KHT) nei vini [1]. Recentemente, tuttavia, anche le precipitazioni di tartrato di calcio (CaT) hanno colpito i vini in bottiglia come effetto dei cambiamenti climatici [2,3]. Questo studio ha lo scopo di valutare l'effetto del KPA sull'instabilità del calcio di cinque vini bianchi e due rosati. L'aggiunta di KPA (100 mL hL⁻¹) ha determinato un aumento della temperatura di saturazione del CaT (TsatCat). Ciò suggerisce che la nucleazione di CaT è favorita dalla ridotta disponibilità di K⁺ e dalla modifica degli equilibri di dissociazione dell'acido tartarico dovuti alla maggiore attività ionica. Nel test dinamico a freddo (2 ore a 0 °C) con eccesso di CaT (10 g L⁻¹) il KPA ha determinato un aumento della precipitazione di CaT nei vini. Nel test statico a freddo (72 ore a -4 °C; eccesso di CaT: 4 g hL⁻¹) ha fornito risultati diversi, in cui CaT non è stato influenzato dall'aggiunta di KPA, mentre è aumentata l'instabilità di KHT. Questo effetto è confermato dall'analisi di microscopia elettronica a scansione (SEM). Inoltre, il CaT ha indotto la precipitazione di KHT e, in presenza di KPA, questo effetto è maggiore. In conclusione, il KPA in grandi quantità potrebbe indurre nucleazione favorendo la precipitazione di CaT in condizioni dinamiche durante i test a freddo e, in presenza di eccesso di CaT, facilita gli squilibri ionici, rendendo più difficile la gestione della precipitazione dei sali nel tempo.

Riferimenti:

1. M. P. Martínez-Pérez, A. B. Bautista-Ortín, V. Durant, E. Gómez-Plaza; *Foods* 9(9) (2020), 1275.
2. C. Van Leeuwen, A. Destrac-Irvine, M. Dubernet, E. Duchêne, M. Gowdy, E. Marguerit, P. Pieri, A. Parker, L. de Rességuier, N. Ollat; *Agronomy*, 9(9) (2019), 514.
3. F. Cosme, L. Filipe-Ribeiro, A. Coixão, M. Bezerra, F. M. Nunes; *Foods*, 13(12) (2024), 1880.

S4_O12: POTENZIALE RUOLO DISACIDIFICANTE DI UN CHITOSANO COMMERCIALE: IMPATTO SU PH, ACIDITÀ TITOLABILE E ACIDI ORGANICI IN SOLUZIONI MODELLO E VINO BIANCO

Mario Gabrielli¹, Fabio Chinnici², Milena Lambri¹, Andrea Bassani¹, Leonardo D'Intino¹, Spigno Giorgia¹

¹ DiSTAS, Università Cattolica del Sacro Cuore, Via Emilia Parmense, 84, Piacenza, 29122, Italy.

² Dipartimento di Scienze Agrarie e Alimentari, Alma Mater Studiorum, University of Bologna, Viale Fanin 40, Bologna, 40127, Italy.

Presenting author: Mario Gabrielli (mario.gabrielli@unicatt.it)

La chitina è il principale componente strutturale di un gran numero di organismi e di invertebrati marini, tra cui granchi e gamberi. Il principale derivato della chitina è il chitosano (CH), prodotto in soluzioni alcaline per N-deacetilazione della chitina [1]. Nell'ultimo decennio, la risoluzione OIV/OENO 338A/2009 ha approvato l'aggiunta di CH fungino a mosto e vino come coadiuvante per il controllo microbiologico, la prevenzione della torbidità, la chelazione dei metalli e la rimozione delle ocratossine. Nonostante i numerosi studi sull'applicazione della CH nella vinificazione, i dati sulla sua interazione con i componenti acidi del vino sono ancora molto limitati e controversi [2]. Pertanto, lo scopo di questo lavoro è stato quello di valutare l'effetto di un CH fungoide su pH, acidità titolabile e contenuto di acidi organici in vino bianco e vino sintetico. Il CH fungino (Bioenol s.r.l.) è stato aggiunto a ciascuna matrice con dosaggi da 0 a 2,0 g/L e mantenuto sotto agitazione per 3 ore a temperatura ambiente. Prima e dopo il trattamento, i campioni sono stati analizzati per il pH, l'acidità titolabile e il contenuto di acidi organici. I dati sono stati analizzati in un disegno completamente randomizzato, con una disposizione fattoriale 3×3 dei trattamenti, utilizzando un modello lineare generale (GLM) di SAS (2003) secondo il modello: $Y_{ijk} = m + M_i + D_j + (M \times D)_{ij} + e_{ijk}$

Nel vino sintetico, il trattamento con CH ha rimosso fino a 354,9 mg di acido tartarico per ogni grammo di CH aggiunto; tuttavia, nel vino, la rimozione media è diminuita a 182,4 mg/g, probabilmente a causa della presenza di altri composti che hanno influenzato questo fenomeno. Il trattamento con CH ha influenzato sia il pH che l'acidità titolabile del vino bianco: il pH è aumentato da $3,17 \pm 0,03$ a $3,29 \pm 0,03$, mentre l'acidità titolabile è diminuita da $5,27 \pm 0,05$ g/L a $4,58 \pm 0,04$ g/L. In particolare, sono state osservate riduzioni dell'acido tartarico del 5-15% e dell'acido malico del 7-11%. Al dosaggio più elevato, la CH ha prodotto una maggiore rimozione di acido tartarico (fino a 202,2 mg per g di CH) rispetto all'acido malico (fino a 63,45 mg/g di CH). Questi risultati hanno evidenziato che la CH ha causato un aumento significativo del pH e la conseguente diminuzione dell'acidità titolabile e dell'acido tartarico sia nel vino sintetico che in quello bianco.

Riferimenti:

1. B. Bellich, et al.; *Marine drugs* 14.5 (2016), 99.
2. A. Castro Marín; *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* (2021), 3450–3464.

S4_O13: BEVANDE SOSTENIBILI:

INFUSI E TISANE DA SCARTI AGRONOMICI DELL'AREA MEDITERRANEA

Fabrizio Cincotta¹, Concetta Conduro¹, Maria Merlino¹, Marco Torre^{1,2}, Martina Buda¹, Antonella Verzera¹

¹ Dipartimento di Scienze Veterinarie, Università degli studi di Messina, Viale Giuseppe Palatucci snc, 98168, Messina, Italia

² Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, Università degli Studi di Torino, Largo Paolo Braccini, 2, 10095, Grugliasco, TO, Italia.

Presenting author: Fabrizio Cincotta (fabrizio.cincotta@unime.it)

Il mercato globale delle tisane è in costante crescita, trainato dalla crescente attenzione dei consumatori verso prodotti naturali, funzionali e sostenibili. Secondo recenti analisi di mercato, il settore è destinato a raggiungere un valore di 6,4 miliardi di dollari entro il 2033 [1]. Tuttavia, la produzione europea non è sufficiente a soddisfare la domanda; si stima che solo l'Italia importi circa 7000 tonnellate di erbe per infusi e tisane l'anno. In questo contesto, la valorizzazione di scarti agronomici quali foglie ricche di sostanze bioattive [2] rappresenta una strategia promettente per lo sviluppo di bevande salutistiche e innovative in grado di rispondere alle richieste del mercato.

Questo studio ha valutato l'impiego di foglie provenienti dalla potatura di piante tipiche dell'ambiente mediterraneo come fico (*Ficus carica*), nocciolo (*Corylus avellana*) e olivo (*Olea europaea*) per la formulazione di tisane funzionali. Le foglie sono state essiccate mediante tecnologie tradizionali (air-drying) e innovative (microonde) e successivamente utilizzate per la preparazione di infusi che sono stati sottoposti a caratterizzazione chimica, volatile e sensoriale.

Le tisane a base di foglie di olivo essiccate al microonde hanno mostrato il contenuto di polifenoli più elevato, associato a una buona capacità antiossidante. L'analisi dei composti volatili ha permesso di identificare oltre 100 molecole, con una predominanza di aldeidi (>60%) in tutte le tipologie; l'analisi sensoriale descrittiva (QDA) ha permesso di correlare i composti volatili ai descrittori olfattivi. Infine, i test di Consumer Science hanno mostrato un livello di gradimento comparabile a quello di tisane tradizionali, con variazioni significative in funzione della tecnologia di essiccazione utilizzata.

In conclusione, lo studio dimostra la possibilità di ottenere tisane a partire da foglie di scarto di piante tipiche dell'ambiente mediterraneo, con un approccio circolare, innovativo e sostenibile a supporto del settore degli infusi e delle tisane funzionali.

Riferimenti:

1. IMARC Group; *Herbal Tea Market Report by Type, Raw Material, Packaging, Distribution Channel, and Region*, (2024), 2025–2033.

2. A. Masiala, A. Vingadassalon, S.G. Aurore; *Food & Function*, 15 (2024), 6847–6882



S4_O14: OTTIMIZZAZIONE DELLE CONDIZIONI DI ESTRAZIONE DI COMPOSTI VOLATILI PER L'ANALISI HS-SPME-GCXGC-MS IN VINO E BIRRA

Leonardo D'Intino¹, Antonio Gallo², Andrea Bassani¹, Giorgia Spigno¹, Mario Gabrielli¹

¹ DiSTAS, Università Cattolica del Sacro Cuore, Via Emilia Parmense, 84, Piacenza, 29122, Italy.

² DiANA, Università Cattolica del Sacro Cuore, Via Emilia Parmense, 84, Piacenza, 29122, Italy

Presenting author: D'Intino Leonardo (leonardo.dintino1@unicatt.it)

Lo sviluppo di tecniche di preparazione senza la manipolazione del campione, come HS-SPME hanno permesso una riduzione del tempo di preparazione del campione per l'analisi (-80%), riducendo al contempo possibili errori e l'utilizzo di solventi organici pericolosi [1]. Allo stato attuale, queste preparative, integrate direttamente negli strumenti analitici sono ampiamente utilizzate per lo screening di composti volatili. Al contempo la disponibilità di strumenti analitici sempre più complessi e avanzati (i.e. GCxGC) ha migliorato ulteriormente gli output analitici, rendendo disponibile molti dati, che devono essere trattati con approcci chemiometrici dedicati. Considerando la complessità dei campioni, con concentrazioni dei composti volatili estremamente diverse ($10^{-3}/10^{-9}$ g/L), è necessario sviluppare metodi che consentano la miglior descrizione possibile del campione, ottimizzando la resa analitica di ogni famiglia aromatica (e.g., alcoli, esteri, terpeni). Lo scopo di questo lavoro preliminare è l'ottimizzazione dell'estrazione dei volatili tramite HS-SPME in bevande alcoliche (birra, vino). Alla luce della letteratura disponibile, sono state selezionate le variabili concentrazione del campione, temperatura e tempo di estrazione [2]. La fibra SPME trifasica (DVB/CAR/PDMS) è stata scelta per l'ampia affinità verso i composti di nostro interesse. A tal fine è stato sviluppato un DoE di tipo CCD (Central Composite Design) [3]. Per ogni variabile sono stati considerati 3 livelli (-1, 0, 1), ed i loro estremi (+a, -a). Un totale di 27 prove è stato svolto per ogni matrice. L'estrazione dei campioni è stata svolta mediante autosampler AOC-6000, accoppiato ad un sistema GCxGC-MS (Nexis GC-2030-TQ8040NX, Shimadzu, Italy). I parametri della separazione cromatografica/MS sono scelti secondo lavori già pubblicati [4]. I cromatogrammi ottenuti sono stati analizzati con software dedicato (ChromSquare, Italia) ed i risultati valutati in base ad: area totale, n° composti, area% famiglia di composti. Più di 120 e 130 composti sono stati trovati ed identificati (LRI, MS) rispettivamente in birra e vino: per ciascuna delle variabili considerate sono state identificati pattern di estrazione caratteristici, i.e. $\uparrow$ temperatura/ $\uparrow$ norisoprenoidi e terpeni, $\uparrow$ concentrazione/ $\uparrow$ n° esteri. In conclusione, le condizioni di estrazione devono essere ottimizzate per ogni esperimento, al fine di centrare al meglio l'obiettivo analitico (e.g.: profilo terpenico, aromi fermentativi, effetti del cambiamento climatico su accumulo di norisoprenoidi).

Riferimenti:

1. S. Risticvic et al.; *Nature protocols*, 5.1 (2010), 122-139.
2. S. Pati et al.; *Processes*, 9.4 (2021), 662.
3. N. R. St-Pierre, W. P. Weiss; *Journal of dairy science*, 92.9 (2009), 4581-4588.
4. G. Leni et al.; *Food Chemistry*, 440 (2024), 138225.

S4_O15: IMPATTO DI DUE CEPPI DI LIEVITO E DELLA PASTORIZZAZIONE SULLE CARATTERISTICHE DELLA BIRRA ANALCOLICA

Giovanni De Francesco^{1,2}, Elio Moretti², Ombretta Marconi^{1,2}

¹ Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali, Università degli Studi di Perugia, Borgo XX Giugno, 06121 Perugia, Italy;

² Centro di Ricerca per l'eccellenza della Birra (CERB), Università degli Studi di Perugia, Via San Costanzo, 06126 Perugia, Italy.

Presenting author: Giovanni De Francesco (giovanni.defrancesco@unipg.it)

Il mercato globale della birra analcolica ha superato i 22 miliardi di dollari nel 2022 e si prevede che crescerà annualmente del 5,5% tra il 2023 e il 2032 [1]. Questa tendenza al rialzo è in gran parte alimentata dalle nuove generazioni di consumatori più attenti allo stile di vita e al benessere [2]. Migliorare le caratteristiche sensoriali e qualitative delle birre analcoliche potrebbe svolgere un ruolo chiave nell'aumentare l'accettazione da parte dei consumatori e nel promuovere un'ulteriore espansione del mercato.

Questo studio mira a indagare l'impatto del ceppo di lievito e della pastorizzazione sulla composizione chimica e sugli attributi sensoriali della birra analcolica. Le birre sono state valutate in base ai parametri di qualità chiave seguendo i metodi standard EBC (European Brewery Convention). È stata inoltre valutata l'influenza dell'aggiunta di estratti di luppolo e della pastorizzazione sulle caratteristiche sensoriali dei prodotti ottenuti.

Entrambi i ceppi di lievito testati hanno mostrato performance di fermentazione comparabili, con una gradazione alcolica finale dello 0,5% v/v. Anche i livelli di pH e amaro sono risultati simili in tutti i campioni. La pastorizzazione non ha influenzato la stabilità della schiuma delle birre, ma ha influenzato i loro profili sensoriali. In particolare, i membri del panel hanno riportato una riduzione dell'intensità dell'aroma del luppolo dopo la pastorizzazione.

In generale, l'uso di estratti di luppolo ha migliorato significativamente le caratteristiche sensoriali delle birre analcoliche.

Questo studio evidenzia una promettente opportunità per i birrifici di diversificare le loro linee di prodotti, grazie alla disponibilità di ceppi di lievito commerciali specifici per la produzione di birra analcolica.

Inoltre, i risultati sottolineano il ruolo essenziale della pastorizzazione nella produzione di birra analcolica. Nonostante il suo leggero impatto su aroma e sapore, la pastorizzazione offre vantaggi critici, tra cui la sicurezza microbiologica, la stabilità del gusto del prodotto e l'idoneità alla grande distribuzione. In quanto tale, rimane un passo fondamentale per garantire la qualità e la redditività commerciale delle birre analcoliche.

Ringraziamenti

Questo studio è stato finanziato nell'ambito del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR), Missione 4, Componente 2, Investimento 1.1, Bando n. 1409, pubblicato il 14.9.2022 dal Ministero dell'Università e della Ricerca (MUR), finanziato dall'Unione Europea – NextGenerationEU – CUP J53D23018340001 e dal Ministero dell'Università e della Ricerca (MUR)

Riferimenti:

1. <https://www.gminsights.com/industry-analysis/non-alcoholic-beer-market>
2. E. Steinhobel, M. Roberts-Lombard, I. Lubbe; *South African Journal of Business Management*, 55(1) (2024), 1–1



**S4_P02: BRANDY ITALIANO I.G.:
EFFETTI DELL'INVECCHIAMENTO E DEI TRATTAMENTI SUBITI DAL LEGNO
DELLE BOTTI SUL RILASCIO DI COMPOSTI NEI DISTILLATI**

Silvia Arduini¹, Fabio Chinnici¹

¹ Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari, Università di Bologna, Viale Fanin 40, 40127, Bologna, Italy

Presenting author: Silvia Arduini (silvia.arduini2@unibo.it)

L'Indicazione Geografica "Brandy Italiano" è riservata esclusivamente al brandy ottenuto in Italia mediante distillazione di vino prodotto da uve coltivate e vinificate nel territorio nazionale [1]. Il disciplinare di produzione prevede un periodo minimo di invecchiamento di sei mesi in botti di rovere con capacità inferiore a 1000 L affinché il prodotto possa essere commercializzato con tale denominazione [2]. Il rilascio di composti del legno nel distillato e quindi le proprietà chimico-sensoriali del prodotto finale possono essere influenzate sia dalla durata dell'invecchiamento che dai trattamenti applicati al legno nella fabbricazione delle botti [3]. La prima fase di questo studio ha valutato l'effetto della durata dell'invecchiamento su campioni maturati per 10, 16, 23 e 33 anni. La seconda fase ha indagato l'influenza di due diversi gradi di tostatura (leggera e intensa) e di due tempi di stagionatura del legno (24 e 36 mesi) su campioni invecchiati per 8 mesi. I campioni sono stati ottenuti da vini di cv. Trebbiano Romagnolo, distillati mediante un processo discontinuo in due fasi e invecchiati in botti di rovere francese da 350 litri. Il profilo dei composti del legno è stato determinato mediante analisi HPLC-DAD-FLD secondo il metodo di riferimento dell'UE [4] e mediante analisi SPE-GC-MS. I risultati hanno evidenziato che la durata dell'invecchiamento incide in modo differenziato sui vari composti ceduti dal legno; inoltre, la stagionatura del legno ha mostrato un'influenza significativa sul contenuto di specifici composti fenolici e sul rapporto tra le forme cis- e trans- del β -Metil- γ -Ottalattone, mentre il grado di tostatura ha avuto un impatto rilevante su quasi tutti i composti derivanti dalla degradazione della lignina e della cellulosa. I risultati offrono indicazioni utili per il controllo tecnologico del rilascio di composti aromatici dal legno nel breve e lungo termine. Non sono noti studi precedenti sugli effetti dell'invecchiamento oltre i 20 anni.

Riferimenti:

1. Regulation (EU) 2019/787 of the European Parliament and of the Council of 17 April 2019, OJEU L 130, 17.5.2019, 1–54.
2. Scheda tecnica del «Brandy italiano»; *Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana*, Serie Generale, 147 (2016).
3. A. Tsakiris, S. Kallithraka, Y. Kourkoutas; *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94 (2014), 404-414.
4. Commission Regulation (EC) N. 2870/2000, OJEC L 333, 29.12.2000, 20–46.

S4_P02: AUMENTARE LA CAPACITÀ DI CAMBIAMENTO E ADATTAMENTO DELLA FILIERA AGROALIMENTARE: IL PROGETTO AGRI-FOOD CHIP

Vito Michele Paradiso¹, Donatella Porrini², Antonia Tamborrino³, Gabriella Fiorentino⁴,
Alessandra Bendini⁵

¹ Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche ed Ambientali, Università del Salento, Via per Monteroni, Lecce;

² Dipartimento di Economia e Management, Università del Salento, Via per Monteroni, Lecce 70126 Bari;

³ Dipartimento del Suolo, della Pianta e degli Alimenti, Università di Bari Aldo Moro, Via Amendola 165/A, 70126 Bari

⁴ Dipartimento di Biologia, Università di Napoli Federico II, Napoli;

⁵ Dipartimento di Scienze degli Alimenti, Università di Bologna, P.zza Goidanich 60, I-47023 Cesena (FC)

Presenting author: Michele Vito Paradiso (vito.paradiso@unisalento.it)

La crescente vulnerabilità dei sistemi alimentari rappresenta una sfida urgente, amplificata dall'interconnessione globale. Instabilità politica, disastri naturali, crisi economiche, specie invasive, emergenze sanitarie e disordini geopolitici influenzano gravemente le strutture socio-economiche e la sicurezza alimentare in modi imprevedibili. La resilienza, definita come capacità di adattamento, è fondamentale per affrontare queste sfide. Gli agroecologi hanno introdotto il concetto di "sustainability", sottolineando la capacità di un sistema di mantenere l'adattabilità e rispondere ai contesti in costante evoluzione [1].

Il progetto Agri-food CHIP (Agri-food CHAINS Integration Project), finanziato nell'ambito del bando PRIN 2022, propone un modello di resilienza e sustainability per le filiere agroalimentari, individuando nel Salento un'area territoriale modello, caratterizzata da aree marginali e filiere alimentari tradizionali in difficoltà, come l'industria olearia. Negli ultimi anni, questo settore ha dovuto affrontare l'impatto di emergenze fitosanitarie, pandemia e instabilità geopolitiche. Allo stesso tempo, risorse latenti sono offerte da altre filiere alimentari locali, tra cui la filiera vitivinicola.

Le strategie chiave includono: (i) l'integrazione delle filiere alimentari attraverso i principi dell'economia circolare; (ii) la trasformazione dei frantoi in hub di estrazione multiprocesso; e (iii) l'impiego di tecnologie digitali per interconnettere le reti alimentari con gli stakeholder, allineandosi ai paradigmi di Industria 4.0 e Industria 5.0 [2-4].

Saranno sviluppati processi di estrazione innovativi e sostenibili utilizzando biotecnologie avanzate e tecnologie mild – come ultrasuoni, microonde e campi elettrici pulsati – consentendo metodi di estrazione ecocompatibili e a base d'acqua.

Infine, un sistema di tracciabilità e rintracciabilità attento alle emissioni di carbonio documenterà tutti i processi, differenziando l'approccio dalle soluzioni blockchain convenzionali. Il progetto integra funzionalità di smart contract e un'applicazione vocale incentrata sul cliente per una migliore accessibilità tramite smart speaker. Questo approccio completo mira a promuovere l'innovazione sostenibile e l'adattabilità nel settore agroalimentare del Salento.

Riferimenti:

1. L. Jackson, M. van Noordwijk, J. Bengtsson, W. Foster, L. Lipper, M. Pulleman, M. Said, J. Snaddon, R. Vodouhe; *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 2(1-2) (2010), 80-87.
2. S. Bag, G. Yadav, P. Dhamija, K. K. Kataria; *Journal of Cleaner Production*, 281 (2021), 125233.
3. D. Knorr, M. A. Augustin, *Trends in Food Science and Technology*, 110 (2021), 812-821
4. X. Xu, Y. Lu, B. Vogel-Heuser, L. Wang, *Journal of Manufacturing Systems*, 61 (2021), 530-535

CONVEGNO NAZIONALE DI SCIENZE E TECNOLOGIE ALIMENTARI
Gli alimenti del futuro

Gli sponsor gold e silver del convegno



Convegno patrocinato da



CONVEGNO NAZIONALE DI SCIENZE E TECNOLOGIE ALIMENTARI
Gli alimenti del futuro