



## 13° Convegno AISITEC

# FILIERE CEREALICOLE RIGENERATIVE

Cambiamenti climatici e nuove esigenze  
qualitative e nutrizionali



## RELAZIONI ORALI

**19-21 giugno 2024**

Auditorium Complesso Aldo Moro, Torino  
Università degli Studi di Torino



**13° CONVEGNO AISTEC**

**FILIERE CEREALICOLE RIGENERATIVE**

**Cambiamenti climatici e nuove esigenze  
qualitative e nutrizionali**

**19-21 giugno 2024**

**Auditorium Complesso Aldo Moro, Torino  
Università degli Studi di Torino**

**PROGRAMMA E RIASSUNTI RELAZIONI ORALI**

Volume interamente pubblicato dall'AISTEC

In copertina: Mole Antonelliana (Elaborazione AISTEC)

© 2024 Associazione Italiana di Scienza e Tecnologia dei Cereali AISTEC

c/o Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria - Centro di ricerca  
Alimenti e Nutrizione

Via Ardeatina 546 - 00178 Roma (RM)

*Con il patrocinio di:*



*Città metropolitana di Torino*



*Accademia di Agricoltura di Torino*

Con il patrocinio di



*ENEA - Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile*



*Cluster Agrifood Nazionale*



*FIDAF - Federazione Italiana Dottori in Agraria e Forestali*



*CNR - Consiglio Nazionale delle Ricerche*



ACCADEMIA DEI GEORGOFILII

*Accademia dei Georgofili*



*SIA - Società Italiana di Agronomia*



Associazione  
Italiana  
Società  
Scientifiche  
Agrarie

*AISSA - Associazione Italiana Società Scientifiche Agrarie*



*Ente Nazionale Risi*



*ITALMOPA - Associazione Industriale Mugnai d'Italia*



*SIGA - Società Italiana Genetica Agraria*



*Unione Italiana Food*

qualità, gusto e piacere

***Con il contributo di:***



*Chiriotti Editori - Pinerolo (TO)*

**FOSS**

*Foss Italia S.r.l.*



*R-Biopharm Italia S.r.l.*



*Molino Peila S.p.A. - Valperga (TO)*

## **SCOPO DEL CONVEGNO**

*Il 13° Convegno dell'Associazione Italiana di Scienza e Tecnologia dei Cereali, co-organizzato da AISTEC, dal Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria (CREA) e dal Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari (DISAFA) dell'Università degli Studi di Torino, si svolge dal 19 al 21 giugno 2024 a Torino, presso l'Auditorium Complesso Aldo Moro dell'Università degli Studi di Torino. Il Convegno affronterà il tema della transizione dei sistemi colturali cerealicoli e delle filiere alimentari ad essi collegate per rispondere all'esigenza di mitigare e adattarsi al cambiamento climatico e di garantire produzioni in linea con le richieste qualitative dell'industria di trasformazione e della società. L'agricoltura rigenerativa si pone l'obiettivo di conservare e rigenerare il sistema agricolo, preservare la risorsa suolo e accumulare il carbonio, aumentare la biodiversità e i servizi ecosistemici, garantendo la produttività del sistema e il raggiungimento degli obiettivi sanitari, nutrizionali e qualitativi delle filiere. Lo stesso approccio può essere declinato in tutti i passaggi delle filiere produttive, innovando i processi tecnologici, l'organizzazione delle reti agroalimentari e il valore d'uso delle materie prime e dei prodotti alimentari per rispondere alla domanda di sostenibilità posta dalla società. Il Convegno intende, quindi, presentare e dibattere le recenti acquisizioni scientifiche relative ai cereali dal campo alla tavola e favorire il trasferimento dei risultati della ricerca al settore, nell'ambito di sessioni scientifiche orali e poster, con particolare riferimento ai seguenti argomenti: modelli agro-alimentari rigenerativi; innovazioni di prodotto e processo; valore d'uso e qualità nutrizionale delle materie prime e dei prodotti alimentari; consumo consapevole; comunicare e certificare le nuove filiere; tracciabilità e marcatori di processo e di prodotto; aspetti normativi e analisi economica. Nel corso del Convegno, grazie alla pluriennale collaborazione con Chiriotti Editori verranno anche conferiti 2 premi di cui uno intitolato alla memoria di Giovanni Chiriotti per il miglior poster su tecnologie innovative nel settore della trasformazione e utilizzazione dei cereali ed uno per il miglior poster sulle tematiche del convegno dedicato a giovani ricercatori (max 35 anni).*

*La Presidentessa dell'AISTEC*



*Dott.ssa Marina Carcea*

## **COMITATO SCIENTIFICO**

*Massimo Blandino*, Università di Torino, Torino

*Marina Carcea*, già CREA-AN, Roma

*Raimondo Cubadda*, Presidente onorario, AISTEC

*Laura Gazza*, CREA-IT Roma, Roma

*Emanuele Marconi*, CREA-AN; Università Campus Bio-Medico, Roma

*Alessandra Marti*, Università di Milano, Milano

*Maria Cristina Messia*, Università degli Studi del Molise, Campobasso

*Nicola Pecchioni*, CREA-CI, Foggia

*Rita Redaelli*, CREA-CI, Bergamo

*Amedeo Reyneri Di Lagnasco*, Università di Torino, Torino

*Fabiola Sciacca*, CREA-CI, Acireale

*Valeria Turfani*, CREA-AN, Roma

### **COMITATO ORGANIZZATORE**

*Marta Bertolino*, Università di Torino, Torino

*Virginia Glicerina*, Università di Torino, Torino

*Teresina Mancuso*, Università di Torino, Torino

*Monica Mezzalama*, Università di Torino, Torino

### **SEGRETERIA DEL CONVEGNO**

*Elisa De Arcangelis*, Università Campus Bio-Medico di Roma

*Francesco Martiri*, CREA-AN, Roma

E-mail: [segreteria.aistec@gmail.com](mailto:segreteria.aistec@gmail.com), [www.aistec.it](http://www.aistec.it)

### **SEGRETERIA LOCALE**

*Massimo Blandino*

E-mail: [massimo.blandino@unito.it](mailto:massimo.blandino@unito.it)

Tel.: 0116708895

### **SEDE DEL CONVEGNO**

*Auditorium Complesso Aldo Moro*

*Università degli Studi di Torino*

# PROGRAMMA

## Mercoledì 19 giugno 2024

12.00 - 14.30 Registrazione dei partecipanti

14.30 - 15.00 Inaugurazione del Convegno e indirizzi di saluto

***1ª Sessione: “Modelli e strategie per la cerealicoltura di domani”***

Moderatori: **Marina Carcea, Amedeo Reyneri Di Lagnasco**

15.00 - 15.30 Evoluzione dei sistemi cerealicoli per rispondere alle sfide del cambiamento climatico e alla richiesta di innovazione delle filiere  
Massimo Blandino

15.30 - 16.00 Il mercato e le caratteristiche strutturali e tipologiche delle produzioni cerealicole italiane  
Dario Frisio

16.00 - 16.30 Sessione posters: **A) Produzione primaria**  
a cura di: **Patrizia Vaccino**

16.30 - 17.00 *Coffee break*

17.00 - 18.30 Tavola rotonda “La visione del settore sulle esigenze delle filiere cerealicole”

**AIRI**

**AMI**

**ANTIM**

**ITALMOPA**

**FAVA S.p.A.**

**SOREMARTEC ITALIA (FERRERO)**

Pietro Milani

Cesare Soldi

Gerardo Calvello

Andrea Valente

Renato Dall’Agata

Paolo Varetto

Modera: **Alberto Chiriotti**

## **Giovedì 20 giugno 2024**

### **2ª Sessione: “Materie prime e tecnologie per la filiera della pasta”**

Moderatrici: **Teresina Mancuso, Maria Cristina Messia**

09.00 - 09.15 Frumenti antichi e popolazioni evolutive come tutela della biodiversità del genere *Triticum*: Qualità della pasta integrale  
Ottavia Parenti, Camilla Cattaneo, Monica Laureati, Francesca Scazzina, Margherita Dall’Asta, Emma Chiavaro, Eleonora Carini

09.15 - 09.30 Qualità nutrizionale e tecnologica di paste integrali di monococco ottenute da sfarinato micronizzato  
Laura Gazza, Elena Galassi, Federica Taddei, Chiara Natale, Roberto Mortaro, Loriana Sereni, Ester Gosparini, Viviana Del Frate, Alessandra Arcangeli, Cristina Cecchini, Francesca Nocente

09.30 - 09.45 Impiego di oleogels a base di olio di grano duro come strategia per migliorare le caratteristiche qualitative di pasta fresca ripiena  
Virginia Glicerina, Hazal Tatar, Marcello Greco Miani, Vladimiro Cardenia

09.45 - 10.00 Discussione

10.00 - 10.15 Tracciabilità nella filiera produttiva della pasta: un approccio altamente processivo basato sull’analisi degli SNPs  
Giulio Metelli, Marco Bonarrigo, Emanuele Blasi, Alvaro Marucci, Francesco Sestili, Stefania Masci

10.15 - 10.30 Pasta di semola arricchita: studio dell’effetto del processo produttivo e della cottura sui composti antiossidanti  
Silvia Marzocchi, Federica Pasini, Renzo Santi, Maria Fiorenza Caboni

10.30 - 10.45 Pasta: diagrammi di essiccamento e reazione di Maillard  
Francesca Cuomo, Michela Quiquero, Maria Carmela Trivisonno, Martina Angelicola, Maria Cristina Messia, Emanuele Marconi

10.45 - 11.00 Discussione

11.00 - 11.30 *Coffee break*

### **3ª Sessione: “Innovazioni di prodotto e di processo per la produzione di alimenti e ingredienti funzionali”**

Moderatrici: **Marta Bertolino, Alessandra Marti**

11.30 - 11.45 Ottimizzazione della tecnica molitoria per l’ottenimento di farine di mais speciali ad alto valore qualitativo e salutistico  
Claudia Sardella, Alessandra Fratianni, Francesca Vanara, Alessandro Rosso, Valentina Scarpino, Gianfranco Panfili, Massimo Blandino

- 11.45 - 12.00 Da prodotto di scarto a cibo funzionale: utilizzo di farina di canapa per la produzione di pane e pasta funzionali  
*Fabiola Sciacca, Maria Grazia Melilli, Vita Di Stefano, Carla Buzzanca, Sonia Bonacci, Stefania Licciardello, Ezio Li Puma, Antonio Leonardi, Anastasia Pesce, Massimo Palumbo, Nicola Pecchioni, Nino Virzì*
- 12.00 - 12.15 Caratterizzazione delle isoforme della “Agglutinina del Germe di Grano (WGA)” mediante analisi proteomica  
*Luigia Di Stasio, Salvatore De Caro, Maria Cristina Messia, Emanuele Marconi, Gianfranco Mamone*
- 12.15 - 12.30 Marcatori molecolari diagnostici per i geni *Pp-1* e *Pp-3* che regolano la biosintesi degli antociani in frumento duro  
*Salvatore Esposito, Samuela Palombieri, Giuseppina Angione, Ida Colella, Fabio Fania, Patrizio Spadanuda, Chiara D'Attilia, Francesco Sestili, Pasquale De Vita*
- 12.30 - 13.00 Discussione
- 13.00 - 14.30 *Lunch*
- 4ª Sessione: “Dalla gestione della risaia alla qualità del riso”**
- Moderatori: **Massimo Blandino, Rita Redaelli**
- 14.30 - 14.45 Tecniche innovative di gestione dell’acqua in risaia: effetto sulla sostenibilità ambientale e sulla qualità della granella  
*Andrea Vitali, Barbara Moretti, Daniele Tenni, Marco Romani, Francesco Vidotto, Maria Martin, Luisella Celi, Daniel Said-Pullicino*
- 14.45 - 15.00 I contaminanti inorganici nel riso italiano: stato dell’arte e prospettive  
*Maria Martin, Daniele Tenni, Luisella Celi, Gian Maria Beone, Maria Chiara Fontanella, Marco Romani*
- 15.00 - 15.15 Selezione di endofiti di riso da utilizzare in strategie di lotta biologica contro *Fusarium fujikuroi*  
*Simone Bosco, Monica Mezzalama, Davide Spadaro*
- 15.15 - 15.30 Discussione
- 15.30 - 16.00 Sessione posters: **B) Trasformazione**  
a cura di: **Elisa De Arcangelis**
- 16.00 - 16.30 *Coffee break*

**5ª Sessione: “Nuovi ingredienti nei prodotti a base di cereali”**

Moderatrici: **Laura Gazza, Fabiola Sciacca**

- 16.30 - 16.45 Ottimizzazione di gnocchi *gluten-free* a base di farina di ceci  
*Valeria Imeneo, Carola Cappa, Cristina Alamprese*
- 16.45 - 17.00 Impatto della germinazione e del trattamento termico sulle proprietà di farine da lenticchie verdi per l’impiego nel settore dei prodotti da forno  
*Annalisa Romano, Lucia De Luca, Raffaele Romano*
- 17.00 - 17.15 Riformulazione di prodotti a base di cereali con sfarinato di grillo (*Acheta domesticus*)  
*Andrea Bresciani, Costanza Jucker, Susanna Buratti, Alessandra Marti*
- 17.15 - 17.30 Effetto di alcuni ingredienti (semi essiccati e olive nere) sulla formazione di acrilammide in biscotti salati  
*Maria Alessia Schouten, Agnese Santanatoglia, Simone Angeloni, Massimo Ricciutelli, Laura Acquaticci, Giovanni Caprioli, Sauro Vittori, Santina Romani*
- 17.30 - 17.50 Discussione
- 17.50 - 18.30 *Assemblea soci AISTEC*
- 20.30 - 22.30 Cena sociale

**Venerdì 21 Giugno 2024**

**6ª Sessione: “Risorse genetiche e cereali minori 1: produzione primaria”**

Moderatori: **Emanuele Marconi, Amedeo Reyneri Di Lagnasco**

- 09.00 - 09.15 Landraces italiane di mais come risorse genetiche per l’industria alimentare  
*Rita Redaelli, Luca Nonna, Carlotta Balconi, Alessio Torri, Alice Iosca, Giulia Castorina, Emanuela Pedrazzini, Alessandra Marti, Gabriella Consonni*
- 09.15 - 09.30 Impatto dei fattori climatici sulla qualità e le caratteristiche aromatiche di varietà di frumento tradizionali e moderne  
*Riccardo De Flaviis, Veronica Santarelli, Giampiero Sacchetti*
- 09.30 - 09.45 La caratterizzazione fenotipica di alcune linee di miglio per l’inserimento in filiere alimentari di nuova generazione  
*Nikita Trotta, Michele Mele, Domenico Zito, Pietro Paolo Adinolfi, Maurizio Giannatiempo, Elisabetta Laura Frusciante, Gabriele Maria Cioffi, Enrica De Falco*

- 09.45 - 10.00 Il fonio: Prospettive e Criticità di un cereale antichissimo e sostenibile  
*Simona Errico, Paola Sangiorgio, Raffaele Lamanna, Gerardo Baviello, Roberto Balducchi*
- 10.00 - 10.20 Discussione
- 10.20 - 10.50 Sessione posters: **C) Risorse genetiche**  
a cura di: **Valentina Narducci**
- 10.50 - 11.30 *Coffee break*
- 7ª Sessione: “Risorse genetiche e cereali minori 2: trasformazione”**
- Moderatrici: **Laura Gazza, Valeria Turfani**
- 11.30 - 11.45 Valorizzazione del sorgo tramite processi fermentativi: selezione di starter autoctoni, caratterizzazione metabolomica dei fermentati e impiego in panificazione  
*Michela Verni, Andrea Torreggiani, Elisa Brasili, C. Giuseppe Rizzello*
- 11.45 - 12.00 Valorizzazione del grano saraceno nei prodotti a base di cereali  
*Andrea Bresciani, Alessio Sergiacomo, Matteo Miele, Alessandra Marti*
- 12:00 - 12.15 Digeribilità di prodotti da forno e pasta ottenuti da farina di tritordeum e grano tenero  
*Giovanni D’Auria, Massimo Blandino, Claudia Sardella, Chiara Nitride, Luisa Pellegrino, Tiziana Granato, Pasquale Ferranti*
- 12.15 - 12.30 Discussione
- 12.30 - 13.00 Conferimento **Premi Chiriotti Editori-AISTEC**
- 13.00 - 13.30 Conclusioni
- 13.30 - 14.30 Light lunch

## **RELAZIONI ORALI**



## Frumenti antichi e popolazioni evolutive come tutela della biodiversità del genere *Triticum*: Qualità della pasta integrale

Ottavia Parenti<sup>1</sup>, Camilla Cattaneo<sup>2</sup>, Monica Laureati<sup>2</sup>, Francesca Scazzina<sup>1</sup>,  
Margherita Dall'Asta<sup>3</sup>, Emma Chiavaro<sup>1</sup>, Eleonora Carini<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Università degli studi di Parma, Dipartimento di Scienze degli Alimenti e del Farmaco,  
Parco Area delle Scienze 27/A (Campus Scienze e Tecnologie), 43124 Parma (PR);

<sup>2</sup>Università degli Studi di Milano, Dipartimento di Scienze per gli Alimenti, la Nutrizione e  
l'Ambiente, Via G. Celoria 2, 20133 Milano (MI);

<sup>3</sup>Università Cattolica del Sacro Cuore, Dipartimento di Scienze Animali, della Nutrizione e  
degli Alimenti, Via Emilia Parmense 84, 29122 Piacenza (PC)

Nella filiera cerealicola, i consumatori richiedono sempre più prodotti non raffinati, dati gli effetti positivi sulla salute associati al loro consumo [1]. Inoltre, le varietà antiche di frumento (AW), stanno suscitando un crescente interesse, in quanto contraddistinte da un profilo nutrizionale potenzialmente interessante [2]. Tuttavia, i prodotti a base di farine non raffinate mostrano problematiche tecnologiche e sensoriali [3], l'utilizzo di AW evidenzia problemi tecnologici [4], e scarsissime sono le informazioni su AW ottenute da popolazioni evolutive (EP) [5]. La pasta risulta un vettore ideale per ingredienti funzionali; tuttavia, le informazioni su pasta da semolato di AW e da EP sono estremamente limitate. 2 AW di frumento duro (*T. turgidum*) (S.CappellixSvevo (CS), S.Cappelli (C)), 1 AW di *T. turanicum* (Khorasan (K)), 2 EP (*T. turgidum*, *T. turanicum*) (Evoldur N ed F (EN, EF)) coltivate in Toscana nella stessa annata e un campione di frumento duro moderno (*T. turgidum*) (CTR) sono stati macinati come semolato e pastificati nelle stesse condizioni per ottenere campioni di pasta secca (spaghetti), caratterizzati per le proprietà fisico-chimiche, nutrizionali e sensoriali. I dati mostrano differenze significative nella composizione chimica dei 6 campioni, e un tenore proteico tra 12.8-17.8 g/100 g ss. La cottura ha modificato significativamente l'abbondanza relativa dei macronutrienti. Le proprietà in cottura dei campioni AW sono risultate paragonabili a quelle del campione CTR e le frazioni di amido lentamente e velocemente digeribili sono state quantificate. 80 consumatori hanno valutato l'accettabilità dei campioni con un metodo affettivo (ISO 11136:2014). Non sono emerse differenze significative in termini di gradimento tra i campioni che sono risultati particolarmente apprezzati ottenendo punteggi eccezionalmente alti (>70 scala VAS). L'impiego di AW ed EP per la produzione di pasta da semolato ha mostrato risultati promettenti dal punto di vista delle caratteristiche chimico-fisiche, nutrizionali, e sensoriali, evidenziando l'importanza di studiare varietà di frumento alternative alle convenzionali al fine di salvaguardare la biodiversità del genere *Triticum*, e promuovere la sostenibilità e la qualità nutrizionale di prodotti a base di cereali. Lo studio è stato effettuato nell'ambito del progetto OnFoods project ([www.onfoods.it](http://www.onfoods.it)).

**Parole chiave:** Semolato, Qualità tecnologica, Digeribilità dell'amido, Analisi sensoriale

### Bibliografia essenziale:

1. Poutanen, K. (2012) <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2012.02.003>
2. Dinu, et al. (2018) <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2017.09.001>
3. Schaffer-Lequart, et al. (2017) <https://doi.org/10.1080/10408398.2013.781012>
4. Guerrini, et al. (2019) <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2019.02.006>
5. Spaggiari et al. (2022) <https://doi.org/10.3390/foods11040495>

## Qualità nutrizionale e tecnologica di paste integrali di monococco ottenute da sfarinato micronizzato

*Laura Gazza, Elena Galassi, Federica Taddei, Chiara Natale, Roberto Mortaro, Lorian Sereni, Ester Gosparini, Viviana Del Frate, Alessandra Arcangeli, Cristina Cecchini, Francesca Nocente*

*Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (CREA), Centro di Ricerca Ingegneria e Trasformazioni agroalimentari, Via Manziana 30, 00189 Roma (RM)*

L'attuale interesse per le antiche specie di frumento, per la produzione di cibi più salutari e sostenibili insieme al riconoscimento della pasta secca, alimento fra i più popolari nel mondo, come mezzo ottimale per veicolare composti salutistici, hanno motivato la presente ricerca inerente la produzione di pasta integrale di grano monococco. Due varietà di *Triticum monococcum* (grano diploide con genoma AA), cultivars Norberto (a seme vestito) e Hammurabi (a seme nudo), sono state coltivate in regime biologico e la granella ottenuta è stata macinata mediante un processo di macinazione ultrafine (micronizzazione) per produrre sfarinati integrali. Gli sfarinati sono stati utilizzati per produrre pasta di monococco formato spaghetti, essiccata mediante un diagramma a bassa temperatura. La qualità tecnologica, nutrizionale e sensoriale della pasta di monococco dopo la cottura è stata confrontata con la pasta di semola di grano duro, considerata lo standard di qualità per i produttori e i consumatori di pasta secca. La pasta integrale di monococco ha mostrato un contenuto totale di fibra alimentare tre volte superiore rispetto alla pasta di semola di controllo. Il livello di amido resistente presente nella pasta ottenuta dalla cv Norberto è risultato significativamente superiore sia rispetto alla pasta di semola, sia alla pasta integrale derivante dalla cultivar di monococco Hammurabi. La capacità antiossidante totale era significativamente più elevata (+43%, in media) nella pasta di monococco rispetto a quella della pasta di controllo, principalmente nella cv Hammurabi. Nonostante l'elevato contenuto proteico riscontrato nella granella di monococco (16-21% s.s.), l'indice di glutine è risultato piuttosto basso (0-50%). La scarsa forza della maglia glutinica spiega anche la diminuzione del tempo di cottura ottimale osservata negli spaghetti di monococco (7,00 minuti in media), in particolare nel campione di Hammurabi, rispetto alla pasta di semola (10,30 min); ciononostante, la valutazione sensoriale e strumentale della qualità in cottura della pasta ha evidenziato buone caratteristiche degli spaghetti di monococco, in particolare per il parametro del nervo. Inoltre, nell'ambito del progetto CoSMo, le varietà Hammurabi e Norberto coltivate presso aziende agricole siciliane, sono state utilizzate da un pastificio locale per produrre diversi formati di pasta, integrale e non, e sottoposti poi al giudizio sensoriale di circa 100 consumatori che hanno individuato la pasta integrale di Hammurabi come la più gradita. La cultivar Hammurabi, quindi, è risultata come il miglior compromesso tra prestazioni tecnologiche e caratteristiche nutrizionali e sensoriali. Pertanto, nella formulazione di prodotti alimentari derivati da materie prime non convenzionali, una maggiore attenzione va riposta sulla scelta del genotipo, come suggerito dalle differenze osservate tra le paste di monococco ottenute dalle cultivars Norberto e Hammurabi oggetto di questo studio.

**Parole chiave:** monococco; pasta integrale; micronizzazione; indice di glutine

## Impiego di oleogels a base di olio di grano duro come strategia per migliorare le caratteristiche qualitative di pasta fresca ripiena

*Virginia Glicerina<sup>1</sup>, Hazel Tatar<sup>1</sup>, Marcello Greco Miani<sup>2</sup>, Vladimiro Cardenia<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Università di Torino, Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari,  
Largo Paolo Braccini 2, 10095 Grugliasco (TO);

<sup>2</sup>Casillo Group srl, Via Sant'Elia Z.I., 70033 Corato (BA)

Il grano duro (*Triticum durum* L.) rappresenta una delle principali fonti alimentari per l'uomo. Tuttavia, dalla sua lavorazione si generano notevoli quantità di sottoprodotti, tra i quali la crusca, ricca di lipidi funzionali e fibre. L'olio, isolato dalle frazioni cruscali (circa 7%) è un pregiato sottoprodotto caratterizzato dalla presenza di composti bioattivi come acidi grassi essenziali, fitosteroli ed antiossidanti con proprietà antinfiammatorie. Al tempo stesso, la pasta ripiena rappresenta una tipicità gastronomica italiana, apprezzata e richiesta anche all'estero; le cui caratteristiche qualitative devono esser garantite e mantenute per prolungati intervalli di tempo. Lo scopo di questa sperimentazione è stato quello di valutare l'effetto di *oleogels* a base di olio di grano duro (OGD) ottenuti con due diversi agenti strutturanti (cera di carnauba; cera isolata da OGD) a due diverse concentrazioni (7,0 e 8,0%; p/p), sulle caratteristiche qualitative di ravioli ripieni, sottoposti ad un trattamento di pastorizzazione (91°C per 9 minuti) e confezionati in atmosfera modificata (20% CO<sub>2</sub>-80% N<sub>2</sub>). I risultati sono stati poi confrontati con quelli ottenuti utilizzando oleogels a base di olio di girasole e in assenza di oleogels (controllo). L'impasto dei ravioli è stato realizzato seguendo una ricetta tradizionale; a seguito di laminazione è stata ottenuta una sfoglia di circa 5 mm di spessore, da cui sono stati ritagliati dei dischetti di circa 100 mm di diametro ciascuno e per il ripieno è stata utilizzata ricotta vaccina commerciale, circa 20 g per raviolo. Gli *oleogels* sono stati addizionati direttamente nel ripieno (25%; p/p per raviolo) e miscelati mediante un *mixer*. Dopo pastorizzazione i ravioli sono stati confezionati in vaschette di polipropilene (PP) e sottoposti a conservazione in regime accelerato per 60 giorni a 10 °C. I campioni sono stati prelevati ad intervalli regolari (T0, T15, T30, T45, T60) ed analizzati per: proprietà reologiche empirico - imitative; colore; proprietà termiche (DSC), al fine di valutare il grado di gelatinizzazione e amido danneggiato; valutazione della migrazione dell'olio dal ripieno verso l'esterno; valutazione dell'ossidazione primaria; analisi microstrutturali e microbiologiche. I risultati ottenuti hanno dimostrato come la presenza dei diversi *oleogels* abbia contribuito alla conservazione delle caratteristiche qualitative ottimali, sia in relazione alle caratteristiche strutturali, riducendo la migrazione della componente lipidica e contribuendo ad una riduzione dell'*hardness* del ripieno, sia dal punto di vista della gelatinizzazione nonché sviluppo microbico rispetto al controllo. Nello specifico gli *oleogels* a base di OGD alle concentrazioni più elevate di cera hanno mostrato le performances migliori e simili a quelle degli *oleogels* ottenuti con olio di girasole dimostrando le potenzialità dell'ODG di essere impiegato dalle industrie alimentari per la realizzazione di prodotti a valore aggiunto e contribuendo a migliorare l'economia circolare degli stessi.

**Parole Chiave:** Olio di grano duro, sottoprodotti, *oleogels*

### Bibliografia essenziale

Vurro, F., Summo, C., Squeo, G., Caponio, F., & Pasqualone, A. (2022). The use of durum wheat oil in the preparation of focaccia: effects on the oxidative stability and physical and sensorial properties. *Foods*, 11(17), 2679.

Zardetto, S., Pasini, G., Romani, S., Rocculi, P., & Dalla Rosa, M. (2021). Evaluation of physico-chemical changes and FT-NIR spectra in fresh egg pasta packed in modified atmosphere during storage at different temperatures. *Food Packaging and Shelf Life*, 28, 100648.

## **Tracciabilità nella filiera produttiva della pasta: un approccio altamente processivo basato sull'analisi degli SNPs**

*Giulio Metelli<sup>1</sup>, Marco Bonarrigo<sup>1</sup>, Emanuele Blasi<sup>2</sup>, Alvaro Marucci<sup>1</sup>,  
Francesco Sestili<sup>1</sup>, Stefania Masci<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*Università della Tuscia, Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali (DAFNE),  
Via S. Camillo de Lellis, snc 01100 Viterbo (VT);*

<sup>2</sup>*Università della Tuscia, Dipartimento per la innovazione nei sistemi biologici,  
agroalimentari e forestali (DIBAF), Via S. Camillo de Lellis, snc 01100 Viterbo (VT)*

I consumatori sono sempre più attenti alla qualità del cibo e la pasta è il piatto principale per gli italiani, nonché simbolo dell'italianità stessa nel mondo. L'Italia, infatti, è il primo paese per consumo e il secondo per produzione. Secondo la nostra legislazione (D.P.R. n. 187/2001), la pasta secca può essere realizzata soltanto a partire da semola di grano duro, mentre all'estero può essere utilizzato anche il frumento tenero, nonché altri cereali. Inoltre, in Italia è molto sentita la necessità di una "territorialità" riguardo all'origine dei grani utilizzati per la pasta e c'è l'evidente tendenza all'acquisto di prodotti ottenuti in una filiera interamente italiana. Per questo motivo, la tracciabilità lungo tutta la filiera della pasta è necessaria sia per rassicurare i consumatori che stanno mangiando quello per cui hanno pagato, che per garantire un adeguato livello qualitativo per gli operatori della filiera stessa. Il Progetto "Processi di digitalizzazione delle pubbliche amministrazioni e di ambiti produttivi" del Consorzio Universitario per la Ricerca Socioeconomica e Ambientale (CURSA) vuole inserirsi nella filiera produttiva della pasta secca per aiutare, tra gli altri, tutti quegli stakeholders che vogliono avvalersi di strumenti più precisi, tra cui l'utilizzo di tecnologie biomolecolari innovative.

Il progetto prevede, tra l'altro, l'utilizzo di tecnologie biomolecolari basate sui Single Nucleotide Polimorphisms (SNPs) per l'identificazione delle varietà di frumento duro attualmente più coltivate in Italia. Il primo step ha previsto la genotipizzazione delle varietà al momento maggiormente coltivate in Italia, tramite il 7K Wheat Array (TraitGenetics, Gatersleben, Germany) da cui è stata estrapolata una combinazione di SNPs altamente polimorfici in grado di identificare tutte le varietà analizzate. Successivamente, sono stati programmati dei saggi con tecnologia Kompetitive Allele Specific PCR (KASP), utilizzando lo strumento Biomark X9 (Standard Biotech) che rende questa attività altamente processiva grazie all'innovativa tecnologia nanofluidica, permettendo fino a 9216 analisi PCR contemporaneamente.

Andando ad effettuare campionamenti lungo tutta la filiera produttiva, dalla semina al prodotto finito in cui viene riportata la varietà utilizzata, passando attraverso il controllo dei silos dove viene immagazzinata la granella, è possibile tracciare l'intero percorso che ogni singola varietà percorre dal campo allo scaffale, e anche determinare l'eventuale presenza di contaminazione da altre varietà.

Questa strategia innovativa è estremamente efficace sia in termini di costi che in termini di tempo, dando la possibilità di creare un vero e proprio servizio di tracciabilità molecolare del frumento duro per la pastificazione in Italia.

## **Pasta di semola arricchita: studio dell'effetto del processo produttivo e della cottura sui composti antiossidanti**

*Silvia Marzocchi<sup>1</sup>, Federica Pasini<sup>1,2</sup>, Renzo Santi<sup>3</sup>, Maria Fiorenza Caboni<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup>*Università di Bologna, Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari,  
Piazza Goidanich 60, 47521 Cesena (FC);*

<sup>2</sup>*Centro Interdipartimentale di Ricerca Industriale Agroalimentare,  
Via Quinto Bucci 336, 47521 Cesena (FC);*

<sup>3</sup>*Colussi S.p.A, Via dell'Aeroporto 7, 06081 Petrignano d'Assisi (PG)*

L'importanza dei composti antiossidanti negli alimenti e per l'organismo umano è ben nota ed è principalmente dovuta alla loro stabilità ossidativa e alle proprietà funzionali [1]. L'obiettivo dello studio era valutare l'arricchimento in composti antiossidanti, mediante aggiunta di pomodoro e spinacio in polvere, alla produzione di pasta di semola. I composti antiossidanti sono stati valutati nelle materie prime, nella pasta cruda e cotta al fine di verificare l'effettivo arricchimento in seguito alla lavorazione e cottura dei prodotti finali. I composti fenolici sono stati determinati in tre materie prime, semola (S), pomodoro (PP) e spinacio in polvere (SP), e nei rispettivi campioni di pasta: pasta di semola (P-S), pasta con 70 % semola e 30 % pomodoro in polvere (P-SP) e pasta con 70 % semola e 30 % spinacio in polvere (P-SS). Il contenuto totale in fenoli liberi e legati (TPC) è stato determinato mediante metodo di Folin-Ciocalteu [2], singolarmente attraverso HPLC-ESI-QqQ-MS [3] e l'attività antiossidante mediante DPPH [4]. Relativamente al contenuto totale in fenoli e all'attività antiossidante il pomodoro e lo spinacio in polvere non mostravano differenze significative ( $p < 0,05$ ) tra loro, ma entrambi presentavano valori superiori alla semola. Nelle paste il TPC di P-SP e P-SS era maggiore rispetto a P-S sia per i fenoli liberi che legati, ed è risultato significativamente maggiore nelle paste cotte rispetto alle crude. L'attività antiossidante ha riscontrato il medesimo andamento. Mediante analisi cromatografica sono state individuate 3 classi di fenoli: gli acidi fenolici, i flavonoli ed i flavoni, presenti sia in forma libera che legata. P-S non ha evidenziato differenze significative tra pasta cruda e cotta per il contenuto totale di fenoli liberi; mentre in P-SP e P-SS questi mostravano una diminuzione; i fenoli totali legati aumentavano in seguito alla cottura in P-SP e, invece, diminuivano in P-SS. Quest'ultimo trend in P-SS può essere spiegato con la netta degradazione dei flavonoli, principale classe presente nello spinacio, nella pasta arricchita in seguito a cottura. Gli acidi fenolici, classe principale del pomodoro, hanno mostrato invece un aumento in seguito a cottura, probabilmente grazie alla loro liberazione conseguente alla rottura di legami con le pareti cellulari. L'arricchimento della pasta di semola tradizionale con matrici vegetali può quindi ritenersi positivo e significativo.

**Parole chiave:** pasta, arricchimento, composti antiossidanti, fenoli

### **Bibliografia essenziale**

1. Marzocchi S, Caboni MF, Pasini F. *Int. J. Food. Sci. Nutr.* 2022; 73(8):1057-1066.
2. Singleton VL, Rossi JA. *Am. J. Enol. Vitic.* 1965;16(3):144-158.
3. Borgonovi SM, Chiarello E, Pasini F, Picone G, Marzocchi S, Capozzi F, Bordoni A, Barbiroli A, Marti A, Iametti S, Di Nunzio M. *Foods* 2023; 2:2047.
4. Marzocchi S, Anankanbil S, Caboni MF, Guo Z. *Food Chem.* 2018; 248:108-114.

## **Pasta: diagrammi di essiccamento e reazione di Maillard**

*Francesca Cuomo<sup>1</sup>, Michela Quiquero<sup>1</sup>, Maria Carmela Trivisonno<sup>1</sup>, Martina Angelicola<sup>1</sup>,  
Maria Cristina Messia<sup>1</sup>, Emanuele Marconi<sup>2,3</sup>*

<sup>1</sup>*Università degli Studi del Molise Dipartimento di Agricoltura, Ambiente e Alimenti,  
Via De Sanctis, 86100, Campobasso (CB);*

<sup>2</sup>*Università Campus-Bio-Medico di Roma, Dipartimento di Scienze e Tecnologie per lo  
Sviluppo Sostenibile e One Health, Via Álvaro del Portillo 21, 00128 Roma (RM);*

<sup>3</sup>*Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (CREA),  
Centro di ricerca alimenti e nutrizione, Via Ardeatina 546, 00178 Roma (RM)*

Il processo di essiccamento della pasta a temperature elevate (HT) (80-90°C) consente di ridurre i tempi di produzione e di assicurare l'ottenimento di un prodotto finale con una buona qualità di cottura. Tuttavia, le temperature elevate provocano l'innesco della reazione di Maillard (RM). Specifici marcatori possono essere utilizzati per monitorare il grado di avanzamento della reazione stessa.

Nella prima fase della RM si ha la formazione del composto di Amadori (N-ε-maltulosil-lisina e/o ε-fruttosil-lisina), derivante dalla reazione tra gli zuccheri riduttori e gli amminoacidi della semola [1,2]. Il composto di Amadori può essere misurato indirettamente attraverso l'analisi della ε-N-2-furoilmetil-L-lisina o furosina (FUR), amminoacido innaturale che si forma a seguito dell'idrolisi acida del campione (105 °C per 23 ore). La FUR, indicatore della fase iniziale della RM, è ampiamente utilizzata dagli operatori del settore per stimare il danno termico e la perdita di lisina disponibile della pasta [3,4].

Per stimare il danno termico dovuto alla fase avanzata della reazione vengono presi in considerazione altri marcatori tra cui l'idrossimetilfurfurolo (HMF), formato dalla decomposizione del composto di Amadori in composti dicarbonilici, la pirralina, formata dalla reazione di questi ultimi con residui amminoacidici, e il glucosilisomaltolo (AGPF), formato dalla degradazione del composto di Amadori.

Attraverso l'utilizzo di diversi cicli di essiccamento HT, sono stati ottenuti campioni di pasta in cui l'avanzamento della RM era simile a quello della pasta essiccata a temperature medio/basse, mantenendo al contempo gli effetti positivi sulla qualità di cottura del prodotto. In particolare, durante il processo di lavorazione, la pasta è stata essiccata variando il momento di somministrazione delle alte temperature, la durata del ciclo di essiccamento e la durata del periodo di esposizione alle alte temperature. I campioni di pasta sono stati prelevati in diverse fasi del processo di essiccamento per monitorare la formazione di composti della fase iniziale e avanzata della RM. Infine, è stata valutata la qualità di cottura del prodotto derivante da ciascuno dei cicli applicati [5].

**Parole chiave:** Pasta, diagrammi di essiccamento, reazione di Maillard; marcatori di processo

### **Bibliografia essenziale**

1. de Noni I. & Pagani, M.A. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 50(5) (2010): 46;
2. Hellwig M., et al. *Journal of Food Composition and Analysis*, 72 (2018): 83;
3. Acquistucci R., Panfili G. & Marconi E. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44(12), (1996): 3855;
4. Giannetti V., et al. *Food Control*, 125, (2021): 10803;
5. Cuomo F., et al. *LWT*, 184, (2023):114990.

## Ottimizzazione della tecnica molitoria per l'ottenimento di farine di mais speciali ad alto valore qualitativo e salutistico

*Claudia Sardella<sup>1</sup>, Alessandra Fratianni<sup>2</sup>, Francesca Vanara<sup>1</sup>, Alessandro Rosso<sup>1</sup>,  
Valentina Scarpino<sup>1</sup>, Gianfranco Panfilì<sup>2</sup>, Massimo Blandino<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*Università di Torino, Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, Largo Paolo Braccini 2, 10095 Grugliasco (TO);*

<sup>2</sup>*Università degli Studi del Molise, Dipartimento Agricoltura, Ambiente e Alimenti, Via Francesco De Sanctis, 86100 Campobasso (CB)*

Le filiere alimentari sono oggi guidate dalle richieste del mercato per materie prime e prodotti alimentari dall'alto valore d'uso, ovvero in grado di rispondere a specifici obiettivi tecnologici e nutrizionali, nonché caratterizzati da una sanità adeguata allo specifico utilizzo. Nuovi impieghi nel settore *gluten-free* hanno determinato interessanti opportunità per il settore dei mais a granella destinato alla produzione di farine per pasta, *snack* e prodotti alternativi, così come il settore degli alimenti funzionali, caratterizzati da un elevato profilo salutistico, in cui si inseriscono i prodotti a maggiore integralità. Tuttavia, l'utilizzo di farine prive di glutine e integrali pone alcuni limiti d'utilizzo, legati all'assenza della formazione della rete viscoelastica del glutine e ai potenziali rischi sanitari associati all'aggiunta degli strati esterni della cariosside. Lo scopo del lavoro è stato quello di esplorare l'influenza di diversi percorsi molitori sulla distribuzione dei contaminanti (micotossine normate ed emergenti) e dei principali composti ad azione antiossidante tra intermedi di lavorazione e farine, al fine di trovare il miglior compromesso in termini qualità sanitaria e salutistica. È stato inoltre considerato l'impatto del differente grado di raffinazione sui valori nutrizionali e sul comportamento reologico delle diverse tipologie di farine ottenute, al fine di fornire indicazioni alla filiera sulle possibili destinazioni d'uso.

Il confronto ha previsto l'utilizzo di tre ibridi: due di riferimento per la filiera alimentare, caratterizzati da media e alta qualità molitoria, e uno ottenuto a partire da germoplasma di Pignoletto rosso, ecotipo locale caratterizzato da cariossidi vitree e pigmentate, caratteristiche che conferiscono, rispettivamente, alte rese molitorie ed elevato contenuto in composti antiossidanti.

L'ibrido di Pignoletto si è distinto per un minor contenuto in micotossine (-64% di fumonisine rispetto al lotto testimone maggiormente contaminato), una maggiore concentrazione di composti bioattivi (carotenoidi e acidi fenolici) e da un superiore capacità antiossidante (+26 e +16%, con metodica QUENCHER-ABTS e -FRAP). I diversi percorsi molitori, con il confronto tra macinazione a pietra e a cilindri e differenti strategie di ricombinazione di prodotti e co-prodotti per l'ottenimento di farine integrali, semi-integrali e raffinate, hanno messo in evidenza una distribuzione disomogenea sia dei contaminanti sia dei composti con proprietà salutistiche nelle diverse frazioni della cariosside, e specifica a seconda del composto considerato. L'analisi al micro-viscoamilografo ha fornito informazioni circa il comportamento di gelatinizzazione e retrogradazione delle farine ottenute, permettendo di discriminare in maniera accurata materie prime differenti (ibridi a diverso *hardness*) e farine a diverso grado di raffinazione (per integralità e tipologia di macinazione).

In conclusione, l'ibrido innovativo, opportunamente valorizzato con adeguate gestioni molitorie, ha dimostrato di possedere caratteristiche ideali per l'inserimento in filiere alimentari avanzate, in grado di rispondere alle richieste del mercato.

**Parole chiave:** strategie molitorie, mais, micotossine, composti bioattivi, reologia.

## Da prodotto di scarto a cibo funzionale: utilizzo di farina di canapa per la produzione di pane e pasta funzionali

*Fabiola Sciacca<sup>1</sup>, Maria Grazia Melilli<sup>2</sup>, Vita Di Stefano<sup>3</sup>, Carla Buzzanca<sup>3</sup>, Sonia Bonacci<sup>4</sup>, Stefania Licciardello<sup>1</sup>, Ezio Li Puma<sup>1</sup>, Antonio Leonardi<sup>1</sup>, Anastasia Pesce<sup>1</sup>, Massimo Palumbo<sup>1</sup>, Nicola Pecchioni<sup>1</sup>, Nino Virzi<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (CREA), Centro di Ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali, Laboratorio di Acireale, Corso Savoia 190, 95024 Acireale (CT);*

<sup>2</sup>*Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Istituto per i Sistemi Agricoli e Forestali del Mediterraneo, Sede Secondaria di Catania, Via Empedocle 58, 95128 Catania (CT);*

<sup>3</sup>*Università di Palermo, Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche, Chimiche e Farmaceutiche, Viale delle Scienze, 90128 Palermo (PA);*

<sup>4</sup>*Università Magna Grecia di Catanzaro, Dipartimento di Scienze della Salute, Viale Europa, 88100 Catanzaro (CZ)*

La progressiva intensificazione dei sistemi agricoli e la contemporanea formazione di grandi quantità di scarti di produzione hanno indotto le organizzazioni internazionali a incoraggiare fortemente l'utilizzo dei rifiuti agroindustriali, per il potenziale sfruttamento di molecole bioattive, nell'ambito dell'industria alimentare. A tal proposito, per la realizzazione di prodotti alimentari funzionali, viene utilizzata, tra le matrici di origine vegetale, la farina di canapa industriale (*Cannabis sativa* L.), sottoprodotto ottenuto in seguito alla macinazione dei semi per l'estrazione dell'olio. I semi di canapa, infatti, vantano un alto valore nutrizionale, in relazione all'alto contenuto di proteine rapidamente digeribili, aminoacidi essenziali e un buon rapporto degli acidi grassi  $\omega$ -6/ $\omega$ -3. I prodotti a base di cereali, in particolare pasta e pane, grazie al loro largo consumo e costo relativamente basso, vengono impiegati per l'integrazione di tali ingredienti funzionali, in particolare di acidi grassi  $\omega$ -3 e nutrienti. Lo scopo del presente lavoro è stato quello di valutare le caratteristiche tecnologiche, nutrizionali e sensoriali di pani e pasta funzionali, realizzati con semola di frumento duro della varietà Ciclope e integrazione di due diverse tipologie di farina di canapa della varietà Futura 75, differenti per granulometria: una setacciata a 530  $\mu$ m (a minore contenuto proteico) e l'altra, setacciata a 236  $\mu$ m (a più alto contenuto proteico). In particolare, sono state messe a punto tre formulazioni di miscele: al 5-7.5-10% di integrazione. I risultati della sperimentazione hanno dimostrato che il processo di fortificazione ha prodotto pani e pasta con un più alto contenuto in proteine e aminoacidi essenziali, acidi, lipidi, acidi grassi insaturi e fibre e, quindi, con migliori proprietà nutrizionali e buona qualità tecnologica.

**Parole chiave:** semola, farina di canapa, acidi grassi, alimenti funzionali

### Bibliografia essenziale

Sciacca F., Virzi N., Pecchioni N., Melilli M.G., Buzzanca C., Bonacci S., Di Stefano V. Functional End-Use of Hemp Seed Waste: Technological, Qualitative, Nutritional, and Sensorial Characterization of Fortified Bread. *Sustainability* 2023, 15, 12899. <https://doi.org/10.3390/su151712899>  
Bonacci S., Di Stefano V., Sciacca F., Buzzanca C., Virzi N., Procopio A., Melilli M.G., 2023. Quality and nutritional profile determination of the hemp enriched functional pasta. In: Atti del XIII Congresso Nazionale di Chimica degli Alimenti (ChimAli), Marsala (TP), 29-31 maggio 2023 (ISBN 978-88-94952-37-7): 12

## Caratterizzazione delle isoforme della “Agglutinina del Germe di Grano (WGA)” mediante analisi proteomica

*Luigia Di Stasio<sup>1</sup>, Salvatore De Caro<sup>1</sup>, Maria Cristina Messia<sup>2</sup>,  
Emanuele Marconi<sup>2,3</sup>, Gianfranco Mamone<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Scienze dell’Alimentazione (ISA-CNR),  
Via Roma 64, 83100 Avellino (AV);*

<sup>2</sup>*Università degli Studi del Molise, Dipartimento Agricoltura, Ambiente e Alimenti,  
Via Francesco De Sanctis, 86100 Campobasso (CB);*

<sup>3</sup>*Consiglio per la ricerca in agricoltura e l’analisi dell’economia agraria (CREA),  
Centro di ricerca Alimenti e Nutrizione, Via Ardeatina 546, 00178 Roma (RM)*

La crescente sensibilizzazione verso un’economia che si basi su un minore impatto ambientale sta incoraggiando il mondo scientifico verso la valorizzazione di sottoprodotti ad alto valore nutrizionale. Tra i sottoprodotti cerealicoli fortemente rivalutati negli ultimi anni ritroviamo il germe di grano, che rappresenta circa il 3% del chicco intero. Grazie al suo alto contenuto proteico (28%) e alla sua notevole fonte di aminoacidi essenziali, il germe viene considerato un sottoprodotto ad alto valore nutrizionale. Tra le proteine espresse nel germe di grano ritroviamo la WGA (wheat germ agglutinin), una lectina di ~18 kDa, prevalentemente espressa nel tessuto germinale, coinvolta nel sistema immunitario della pianta e ad oggi considerata l’unico biomarcatore del germe di grano. La WGA, e in generale le lectine, sono proteine globulari che legano zuccheri e/o glico-coniugati e sono ricche in cisteine coinvolte in ponti disolfuro. Esse sono resistenti al trattamento termico, a bassi valori di pH e agli enzimi digestivi<sup>1</sup>. Queste proteine sono considerate elementi anti-nutrizionali poiché influenzano l’integrità dell’epitelio intestinale, l’assorbimento di altre proteine ed inoltre inducono il rilascio di mediatori chimici, aumentando così il rischio di reazioni infiammatorie. Studi *in vitro* hanno inoltre dimostrato che la WGA possiede proprietà antifungine e antitumorali rendendola così di interesse per applicazioni in campo biomedico<sup>2</sup>. Un’analisi dettagliata della WGA è di interesse sia dal punto di vista nutrizionale che da quello tecnologico, in quanto questa proteina è un bio-marcatore dei prodotti whole-grain<sup>1,3</sup>. In letteratura sono riportati studi sulla WGA prevalentemente mediante tecniche immunochimiche, mentre pochi sono quelli effettuati sulla sequenza amminoacidica<sup>3</sup>. Scopo di questo studio è stato la caratterizzazione della WGA da germe di grano duro mediante analisi proteomica. L’approccio sperimentale ha previsto la purificazione della WGA mediante cromatografia per affinità, utilizzando una resina a base di glicoproteine, e successiva caratterizzazione mediante proteomica gel-based (SDS-PAGE) e gel-free (HPLC e spettrometria di massa). L’analisi LC-MS/MS ha permesso di identificare tre isoforme della WGA (WGA1, WGA2 e WGA3) e i peptidi proteotipici di ognuna di essa, ponendo quindi le basi per l’analisi non solo qualitativa (tecnologica) ma anche quantitativa (bioattività/nutrizionale) della WGA nel germe e nei prodotti trasformati.

*Questo studio è finanziato da On Foods-Research and innovation network on food and nutrition Sustainability, Safety and Security-Working ON Foods”-National Recovery and Resilience Plan (NRRP), 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; Award Number: Project code PE00000003, Concession Decree No. 1550 of 11 October 2022 adopted by the Italian Ministry of University and Research; Project PRR.AP022.022 Spoke 4 “FOOD QUALITY AND NUTRITION-PE10-ON Foods.*

**Parole chiave.** *Triticum durum*, germe, WGA, proteomica.

### **Bibliografia essenziale**

1. Di Stasio, L. *et al.*, (2024). *Journal of Food Composition and Analysis*, 125, 105781.
2. Balčiūnaitė-Murzienė, G., & Dzikašas, M. (2021). *Applied sciences*, 11(2), 884.

## **Marcatori molecolari diagnostici per i geni *Pp-1* e *Pp-3* che regolano la biosintesi degli antociani in frumento duro**

*Salvatore Esposito*<sup>1,2</sup>, *Samuela Palombieri*<sup>3</sup>, *Giuseppina Angione*<sup>1,4</sup>, *Ida Colella*<sup>1,3</sup>, *Fabio Fania*<sup>1,4</sup>, *Patrizio Spadanuda*<sup>1,4</sup>, *Chiara D'Attilia*<sup>3</sup>, *Francesco Sestili*<sup>3</sup>, *Pasquale De Vita*<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (CREA), Centro di Ricerca Cerealcoltura e colture industriali, SS 673 km 25+200, 71122 Foggia (FG);*

<sup>2</sup>*Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Istituto di Bioscienze e Biorisorse (IBBR/CNR), Via Università 133, 80055 Portici (NA);*

<sup>3</sup>*Università degli Studi della Tuscia, Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali (DAFNE), Via S.Camillo de Lellis, s.n.c., 01100 Viterbo (VT);*

<sup>4</sup>*Università degli Studi di Foggia, Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimenti, Risorse Naturali e Ingegneria (DAFNE), Via Napoli 25, 71121 Foggia (FG)*

I frumenti pigmentati sono caratterizzati dall'accumulo di antociani nel pericarpo; composti ai quali sono legate una serie di proprietà antiossidanti ed antinfiammatorie. Sebbene, i loci responsabili della colorazione antocianica (*Pp-B1* and *Pp-A3*) siano stati individuati nel frumento tenero, nel frumento duro i geni ed i rispettivi alleli funzionali non sono stati ancora ben caratterizzati. L'obiettivo del presente lavoro è stato quello di approfondire la conoscenza della base genetica della colorazione del pericarpo in frumento duro e sviluppare nuovi marcatori molecolari, allele-specifici, in grado di discriminare le linee pigmentate all'interno di un programma di miglioramento genetico. L'analisi è stata condotta sfruttando una popolazione segregante RIL F8:9, derivata dall'incrocio tra una varietà commerciale a cariosside gialla ed un genotipo pigmentato, e la sequenza del genoma di riferimento del frumento duro (Maccaferri et al., 2019). I risultati dello studio hanno permesso di localizzare ed identificare i geni causali dell'accumulo di antociani in frumento duro sul cromosoma 7B (*Pp-B1*) e 2A (*Pp-A3*). In particolare, il sequenziamento dell'esone 1 del gene *Pp-B1* ha evidenziato la presenza di un nuovo allele "non funzionale" diverso da quello descritto precedentemente in frumento tenero. Inoltre, le informazioni di sequenza dei due loci, hanno permesso il disegno e lo sviluppo marcatori molecolari specifici in grado di discriminare gli alleli funzionali nella popolazione RIL. I risultati sono stati successivamente validati su un *set* indipendente di linee di frumento duro a cariosside pigmentata. L'utilizzo di marcatori diagnostici in un programma di miglioramento genetico offre un vantaggio competitivo alle aziende sementiere interessate a sviluppare varietà di frumento duro ad alto contenuto di composti bioattivi (i.e. antociani), riducendo i tempi e i costi associati al processo di selezione.

**Parole chiave:** frumento duro, genoma, antociani, *Marker-Assisted Selection* (MAS)

### **Bibliografia essenziale**

Maccaferri, et al. 2019. Durum wheat genome highlights past domestication signatures and future improvement targets. *Nature Genetics* 51: 885-895.

## **Tecniche innovative di gestione dell'acqua in risaia: effetto sulla sostenibilità ambientale e sulla qualità della granella**

*Andrea Vitali<sup>1,2</sup>, Barbara Moretti<sup>1</sup>, Daniele Tenni<sup>2</sup>, Marco Romani<sup>2</sup>, Francesco Vidotto<sup>1</sup>, Maria Martin<sup>1</sup>, Luisella Celi<sup>1</sup>, Daniel Said-Pullicino<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*Università di Torino, Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari,  
Largo Paolo Braccini 2, 10095 Grugliasco (TO);*

<sup>2</sup>*Ente Nazionale Risi, Centro Ricerche sul Riso, Strada per Ceretto 4,  
27030 Castello d'Agogna (PV)*

La disponibilità idrica sempre più limitata dal cambiamento climatico impone lo sviluppo di nuove tecniche per salvaguardare la produzione risicola italiana. L'alternate wetting and drying (AWD), che prevede l'alternanza di periodi di sommersione e asciutta durante il ciclo colturale, è una pratica di irrigazione alternativa alla tradizionale sommersione continua ed offre molteplici benefici, come la riduzione del consumo di acqua, delle emissioni di metano (CH<sub>4</sub>) e della concentrazione di arsenico (As) nella granella, ma al contrario può ridurre la produzione, aumentare le emissioni di protossido di azoto (N<sub>2</sub>O) e l'assorbimento di cadmio (Cd) e nichel (Ni) (Linguist et al., 2015). L'obiettivo di questo studio è valutare gli effetti dell'applicazione dell'AWD sulla produzione, le emissioni di gas ad effetto serra, la resa alla lavorazione ed il contenuto di contaminanti inorganici nella granella, rispetto alla sommersione continua. Presso il Centro Ricerche sul Riso dell'Ente Nazionale Risi è stata condotta una sperimentazione in campo per confrontare la convenzionale sommersione continua con un sistema di irrigazione alternativo con semina in acqua seguita da una gestione AWD a partire dallo stadio fenologico di accestimento. Gli effetti della gestione idrica sono stati valutati in combinazione con tre diverse varietà di riso (Selenio, Cammeo e CL26). La produzione con AWD è risultata simile alla sommersione continua per tutte e tre le varietà. L'AWD ha ridotto le emissioni di gas serra del 35-60%, grazie alla minore emissione di CH<sub>4</sub> e a simili emissioni di N<sub>2</sub>O rispetto alla sommersione continua. I periodi di asciutta applicati con l'AWD non hanno influenzato negativamente i parametri qualitativi della granella, come la percentuale di granelli con danni o gessatura. Tuttavia è stata registrata una differente risposta varietale per la resa in grani interi, la quale è risultata significativamente maggiore con AWD in Selenio e CL26, mentre in Cammeo valori maggiori sono stati ottenuti con la sommersione continua. L'adozione di tecniche AWD ha influenzato significativamente il contenuto di contaminanti inorganici nel riso, determinando una riduzione dell'accumulo di As nella granella, ma un aumento dell'assorbimento e dell'accumulo di Cd e Ni rispetto alla sommersione continua. L'AWD è una valida alternativa alla sommersione continua per migliorare la sostenibilità agroambientale della coltivazione del riso in Italia, tuttavia è necessario porre attenzione all'aumento del contenuto di Cd e Ni nella granella per garantire la sicurezza alimentare in caso di applicazione di queste tecniche innovative.

**Parole chiave:** riso, irrigazione, sostenibilità, gas serra, contaminanti inorganici

### **Bibliografia essenziale**

Linguist B.A., Anders M.M., Adviento-Borbe M.A.A., Chaney R.L., Nalley L.L., da Rosa E.F.F., van Kessel C., 2015. Reducing greenhouse gas emissions, water use, and grain arsenic levels in rice systems. *Glob. Change Biol.* 21, 407-417.

## **I contaminanti inorganici nel riso italiano: stato dell'arte e prospettive**

*Maria Martin<sup>1</sup>, Daniele Tenni<sup>2</sup>, Luisella Celi<sup>1</sup>, Gian Maria Beone<sup>3</sup>,  
Maria Chiara Fontanella<sup>3</sup>, Marco Romani<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Università di Torino, Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari,  
Largo Paolo Braccini 2, 10095 Grugliasco (TO);*

*<sup>2</sup>Ente Nazionale Risi, Centro di Ricerca sul Riso, Strada per Ceretto 4,  
27030 Castello D'Agogna (PV);*

*<sup>3</sup>Università Cattolica del Sacro Curia di Piacenza, Dipartimento di Scienze e Tecnologie  
Alimentari per una Filiera Agroalimentare Sostenibile, Via E. Parmense 84,  
29122 Piacenza (PC)*

La tradizionale coltivazione del riso in suoli sommersi modifica sostanzialmente il ciclo biogeochimico e la disponibilità dei nutrienti e dei contaminanti presenti nel suolo. Tra i contaminanti inorganici più critici per la produzione risicola si annoverano arsenico inorganico (As<sub>i</sub>) e cadmio (Cd), le cui soglie di concentrazione nella granella sono normate da diversi anni. Recentemente, la crescente attenzione alla salute dei consumatori ha comportato una revisione delle soglie ammissibili che sono scese, nel riso bianco, da 0.20 a 0.15 mg/kg. Inoltre, è imminente l'introduzione di una soglia anche per il nichel (Ni) totale. La necessità di produrre un riso di qualità sempre più elevata, mantenendo al contempo la sostenibilità ambientale ed economica della coltura in un contesto di cambiamento climatico, rappresenta una grande sfida per la risicoltura italiana. Gli adattamenti delle pratiche agronomiche alle necessità di un uso razionale della risorsa idrica, così come l'introduzione di pratiche di agricoltura conservativa e rigenerativa impattano sicuramente la fitodisponibilità dei contaminanti, ma i non tutti i meccanismi che regolano le variazioni delle dinamiche di questi elementi sono state chiarite. Nella letteratura internazionale, la maggior parte degli studi riguarda pedoambienti e varietà diversi da quelli italiani, rendendo le informazioni difficilmente o solo parzialmente trasferibili alla realtà italiana. Per questa ragione, da diversi anni, un gruppo di lavoro che unisce l'Ente Nazionale Risi, l'Università di Torino e l'Università Cattolica di Piacenza studia il trasferimento dei contaminanti inorganici dai suoli al riso prodotto in Italia. I meccanismi che regolano la mobilità nel suolo e l'uptake di As e Cd da parte della pianta di riso sono stati almeno in parte chiariti, ed è stato possibile fornire alcune indicazioni ai risicoltori per diminuirne la concentrazione nella granella. Il comportamento del Ni nel sistema suolo-acqua-pianta in risaia è invece ancora poco noto e le osservazioni sperimentali raccolte fino ad ora sono di più difficile interpretazione.

Il presente contributo si propone di presentare un'ampia panoramica sulle ricerche svolte negli anni a questo riguardo, esponendo le dinamiche che regolano il trasferimento suolo-pianta e i risultati degli interventi sperimentati per limitare l'accumulo di As e Cd. Saranno inoltre presentati i meccanismi che condizionano la mobilità del Ni in suoli soggetti a sommersione periodica insieme ad alcuni dati preliminari del programma di ricerca in atto su questo elemento.

**Parole chiave:** Suolo, arsenico, cadmio, nichel

## Selezione di endofiti di riso da utilizzare in strategie di lotta biologica contro *Fusarium fujikuroi*

*Simone Bosco, Monica Mezzalama, Davide Spadaro*

*Università degli Studi di Torino, Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari (DISAFA) e Agroinnova, Centro Interdipartimentale per l'Innovazione in campo Agro-ambientale, Largo Paolo Braccini 2, 10095 Grugliasco (TO)*

Il riso è tra le più importanti colture agrarie nel mondo e l'Italia rappresenta il maggiore produttore in Europa [1]. La principale malattia trasmessa per seme di questa coltura è la fusariosi, causata dal fungo emibiotrofo *F. fujikuroi*. I sintomi principali comprendono clorosi fogliare e allungamento degli internodi, seguiti da necrosi del collo durante la fioritura [2]. Questa malattia ha guadagnato l'attenzione delle aziende sementiere in quanto l'unico fungicida di sintesi approvato per la concia delle sementi, fludioxonil, è un candidato alla sostituzione. Una soluzione promettente in alternativa alla lotta chimica è rappresentata dagli antagonisti microbici, spesso poco efficaci in condizioni di campo. I microrganismi endofiti, grazie al loro stile di vita basato sulla colonizzazione dei tessuti interni dell'ospite, possono potenzialmente garantire una maggiore efficacia di contenimento della malattia possedendo, oltre che conferendo all'ospite, una più ampia tolleranza agli stress abiotici [3]. Lo scopo del lavoro è stato quello di isolare, selezionare sulla base dell'efficacia dell'attività antagonista *in vivo* e caratterizzare *in vitro* endofiti di riso per individuare microrganismi promettenti da utilizzare in campo nella lotta contro la fusariosi. Sono stati isolati 135 microrganismi endofiti da cariocidi di 24 cultivar italiane di riso e dall'apparato epigeo di 6 cultivar tolleranti alla fusariosi. La selezione dei microrganismi per la valutazione dell'efficacia antagonista nei confronti di *F. fujikuroi* è avvenuta mediante trattamento su cariocidi degli endofiti, seguito da inoculazione artificiale in condizioni controllate di un ceppo virulento del patogeno, utilizzando una cultivar suscettibile alla fusariosi. Tra gli isolati, 18, di cui 7 funghi filamentosi e 11 batteri, hanno ridotto significativamente la gravità della malattia (del 35-40% rispetto al testimone) e sono stati sottoposti ad identificazione molecolare e crescita a 37°C per escludere, rispettivamente, patogeni di colture agrarie *off-target* e possibili patogeni opportunisti umani. Sono stati selezionati sei potenziali antagonisti appartenenti ai generi *Epicoccum*, *Microbacterium*, *Methylobacterium* e *Sphingomonas*. La percentuale di riduzione della crescita di *F. fujikuroi* *in vitro*, verificata mediante *dual culture* e metodo *sandwich*, è risultata limitata in tutti i ceppi (0,9-10,2%), tranne nel caso di *E. cateniforme* (24,9%). È stato, successivamente, verificato l'intervallo di tolleranza a stress termico e osmotico, rivelando che tutti gli endofiti selezionati sono mesofili (ottimo a 22-28°C) con ridotta tolleranza alle basse temperature e, nella maggior parte dei casi, e vitali anche ad elevate pressioni osmotiche (fino a -4 MPa in 4 ceppi su 6). Un'ulteriore prova di difesa biologica *in vivo* ha confermato l'efficacia di tutti i ceppi selezionati, suggerendo l'importanza della messa a punto di metodi di selezione sulla pianta ospite per evitare di scartare potenziali antagonisti non efficaci *in vitro*. I meccanismi specifici di antagonismo saranno elucidati mediante espressione genica e analisi del microbioma.

**Parole chiave:** riso, fusariosi, endofiti, antagonisti, concia

### **Bibliografia essenziale**

1. Kraehmer, H. et al. (2017). *Rice production worldwide*, 93-116.
2. Shakeel, Q. et al. (2023). *Frontiers in Microbiology*, 14, 1153437.
3. Collinge, D. B et al. (2019). *Endophytes for a growing world*, 31, 25.

## Ottimizzazione di gnocchi *gluten-free* a base di farina di ceci

*Valeria Imeneo, Carola Cappa, Cristina Alamprese*

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

Il crescente consumo di alimenti *gluten-free* ha comportato un maggiore interesse verso sfarinati senza glutine. Le farine di legumi sono considerate dei validi ingredienti poiché naturalmente *gluten-free* e con un interessante profilo nutrizionale [1]. L'applicazione di trattamenti termici opportunamente disegnati può modificare le proprietà tecno-funzionali delle farine di legumi, permettendo di evitare l'aggiunta di additivi nella formulazione del prodotto finale [2]. Lo scopo di questo lavoro è stato quello di sviluppare e ottimizzare una formulazione di gnocchi a base di farina di ceci. L'ottimizzazione della formulazione è stata realizzata applicando un disegno sperimentale *I-Optimal* a due fattori: quantità di acqua aggiunta (*range* 70-140%, rispetto al peso della farina) e tipologia di trattamento termico applicato allo sfarinato (turbo-cottura o estrusione-cottura). I 12 impasti ottenuti sono stati caratterizzati in termini di consistenza e lavorabilità, mediante test di estrusione e adesività condotti con dinamometro. Per l'ottimizzazione numerica, basata sulla funzione di desiderabilità, è stato considerato come obiettivo un intervallo di estrudibilità di 4100-6200 mJ, calcolato in base ai valori ottenuti dall'analisi di impasti prodotti con una miscela commerciale tradizionale (STD) o *gluten-free* (GF), a base di fiocchi e fecola di patate. Il valore di desiderabilità più alto (1.00) è stato ottenuto con la farina trattata per estrusione-cottura e l'84% di acqua aggiunta, che ha fatto registrare un valore di estrudibilità pari a  $5413 \pm 142$  mJ. Il campione di gnocchi ottimizzato (OPT\_C) è stato prodotto su scala artigianale e analizzato per le sue caratteristiche qualitative [3], confrontate poi con quelle degli gnocchi ottenuti con STD e GF. OPT\_C ha mostrato un contenuto di umidità pari a  $48.3 \pm 0.1\%$ , inferiore rispetto a STD ( $58.1 \pm 0.4\%$ ) e GF ( $57.9 \pm 0.8\%$ ), aspetto che potrebbe spiegare la maggiore consistenza di OPT\_C ( $363 \pm 15$  N) rispetto ai due riferimenti (130-216 N). Inoltre, OPT\_C ha mostrato un aumento di peso in cottura inferiore a STD e GF (2.4% vs. 6.7-10.9%) e perdite di solidi paragonabili a STD (2.5% vs. 2.6%), indici di una pasta fresca *gluten-free* di qualità. Dai risultati ottenuti è possibile affermare che la farina di ceci trattata per estrusione-cottura può essere utilizzata per la produzione di gnocchi *gluten-free*, fornendo al consumatore un prodotto alternativo e caratterizzato da buone proprietà qualitative e nutrizionali.

### Ringraziamenti

Studio finanziato dal progetto LOCALNUTLEG, nell'ambito dell'iniziativa PRIMA dell'Unione Europea.

**Parole chiave:** farina di legumi; *gluten-free*; trattamento termico; proprietà tecno-funzionali.

### Bibliografia essenziale

1. Foschia, M., Horstmann, S. W., Arendt, E. K., & Zannini, E. (2017). Legumes as functional ingredients in gluten-free bakery and pasta products. *Annual Review of Food Science and Technology*, 8, 75–96.
2. Pasqualone, A., Costantini, M., Labarbuta, R., & Summo, C. (2021). Production of extruded-cooked lentil flours at industrial level: Effect of processing conditions on starch gelatinization, dough rheological properties and techno-functional parameters. *LWT-Food Science and Technology*, 147, 111580.
3. Cappa, C., Laureati, M., Casiraghi, M.C., Erba, D., Vezzani, M., Lucisano, M., & Alamprese, C. (2021). Effects of red rice or buckwheat addition on nutritional, technological, and sensory quality of potato-based pasta. *Foods*, 10, 91.

## **Impatto della germinazione e del trattamento termico sulle proprietà di farine da lenticchie verdi per l'impiego nel settore dei prodotti da forno**

*Annalisa Romano, Lucia De Luca, Raffaele Romano*

*Università degli Studi di Napoli 'Federico II', Dipartimento di Agraria,  
Piazza Carlo di Borbone I, 80055 Portici (NA)*

L'uso della farina di lenticchie è di crescente interesse per lo sviluppo di nuovi prodotti da forno, grazie alla loro composizione e alle promettenti proprietà (Romano et al., 2023). Le lenticchie (*Lens culinaris Medik.*) verdi sono ricche di componenti essenziali per la salute umana come carboidrati (50 g/100 g), proteine (21-26 g/100 g), fibre alimentari (8,4 g/100 g), minerali, vitamine (principalmente vitamina B3/niacina) e composti fenolici. Le lenticchie sono solitamente utilizzate per il consumo sotto forma di semi interi o spezzati sottoposti a cottura o trasformate in vari ingredienti (ad esempio farina). Le tecnologie di processo degli sfarinati possono diversificare l'uso delle farine di legumi come ingrediente nei prodotti alimentari trasformati, alterandone le proprietà funzionali (Lin e Fernández-Fraguas, 2020).

Obiettivo del presente studio è stato valutare l'effetto del processo di germinazione e del trattamento termico sulla microstruttura, le proprietà chimico-fisiche, aromatiche, funzionali e tecnologiche di sfarinati ricavati dalle lenticchie verdi di Altamura IGP per il loro potenziale impiego nel settore dei prodotti da forno.

A questo scopo sono stati considerati la farina integrale (controllo, LF), la farina termo-trattata (TTF) e la farina germinata per 24 ore (GF) ottenute dalle lenticchie verdi di Altamura IGP. Le proprietà degli sfarinati in esame indagate sono state: la microstruttura tramite l'utilizzo del microscopio elettronico a scansione (SEM), le proprietà chimico-fisiche (contenuto di umidità, proteine, pH, parametri colorimetrici), le proprietà funzionali quali la capacità di assorbimento di acqua (WHC), di assorbimento d'olio (OHC) e di rigonfiamento dei granuli di amido (SI), aromatiche ovvero la determinazione dei principali composti organici volatili e le proprietà tecnologiche mediante la valutazione degli indici farinografici. Il contenuto di umidità, di proteine, di pH ed i risultati colorimetrici degli sfarinati discriminavano significativamente ( $p < 0.05$ ) i campioni. La WHC e l'OHC aumentavano in modo significativo ( $p \leq 0,05$ ) nei campioni TTF e GF, con LF che aveva i valori minori ( $p \leq 0,05$ ). Con l'aumento della temperatura, lo SI di tutti i campioni è aumentato a causa dell'assorbimento di acqua da parte principalmente dell'amido e delle fibre. Tra i campioni, TTF ha mostrato i valori di SI maggiori ( $p \leq 0,05$ ) rispetto a quelli di LF e GF a tutte le temperature in esame. I composti organici volatili erano significativamente influenzati dalla tipologia di sfarinato. I principali parametri farinografici (tempo di sviluppo e di stabilità, elasticità e grado di rammollimento) degli impasti mostravano differenze significative ( $p < 0.05$ ). In particolare, la farina GF mostrava i valori minori ( $p < 0.05$ ). In conclusione, i dati ottenuti forniscono nuove ed interessanti informazioni per l'impiego di sfarinati da lenticchie verdi processate nel settore dei prodotti da forno.

**Parole chiave:** lenticchie, farina termotrattata, germinazione, microstruttura, proprietà

### **Bibliografia essenziale**

Lin T., Fernández-Fraguas C. (2020). Effect of thermal and high-pressure processing on the thermo-rheological and functional properties of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) flours. *LWT*, 127, 109325.

Romano A., Romano R., De Luca L., Masi P. (2023). Potential of germination to improve the properties of lentils (*Lens Culinaris Medik.*). *Chemical Engineering Transactions*, 102, 199-204.

## **Riformulazione di prodotti a base di cereali con sfarinato di grillo (*Acheta domesticus*)**

*Andrea Bresciani, Costanza Jucker, Susanna Buratti, Alessandra Marti*

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

L'utilizzo di fonti proteiche alternative e sostenibili è tra le strategie da adottare per affrontare la richiesta di alimenti in grado di soddisfare le esigenze nutrizionali di una popolazione in costante crescita. In questo contesto, gli insetti, nello specifico il grillo, sono una buona fonte di proteine, aminoacidi essenziali, acidi grassi polinsaturi, minerali (ad esempio ferro, selenio e zinco) e vitamine (principalmente quelle del gruppo B). Lo scopo del presente lavoro è quello di valutare l'effetto che l'aggiunta di sfarinato di grillo ha sulle proprietà reologiche e funzionali degli impasti a base frumento; inoltre, è stato studiato l'effetto sulle caratteristiche del prodotto finito in termini di qualità tecnologica e sensoriale.

Nello specifico, sono state valutate le proprietà di idratazione (capacità di assorbimento d'acqua ed olio, indice di solubilità e capacità di rigonfiamento in acqua), le proprietà schiumogene ed emulsionanti ed il comportamento reologico (proprietà d'impastamento, d'aggregazione delle proteine formanti glutine e proprietà d'estensibilità degli impasti) di miscele di frumento arricchite in sfarinato di grillo al 5, 10, 15 e 20%. Infine, le miscele più promettenti sono state utilizzate per la produzione di pane, pasta fresca e biscotti; nello specifico per pasta fresca sono state sviluppate formulazioni contenenti il 5 e 10% di sfarinato di grillo, per i biscotti è stata usato il 5% di sfarinato di grillo mentre per il pane è stato prodotto utilizzando il 10 e 20% di sfarinato di grillo.

L'aggiunta di sfarinato di grillo ha determinato una riduzione delle proprietà emulsionanti e della capacità schiumogena migliorando però la stabilità della schiuma. I risultati relativi alle proprietà reologiche hanno evidenziato un indebolimento della maglia glutinica, con riduzione dell'estensibilità dell'impasto ed un aumento della sua "rigidità". Nel caso della pasta fresca, il miglior comportamento in cottura è stato ottenuto con un livello di sostituzione del 5%. Nel caso del pane, l'aggiunta del 10% di sfarinato di grillo sembra il migliore livello di sostituzione in quanto permette di ottenere un prodotto con volume specifico e struttura simile al controllo. Per quanto riguarda i biscotti, oltre all'aggiunta di grillo, è stato studiato l'effetto della formulazione e l'impatto di questa sulle proprietà strutturali e sensoriali del prodotto. Queste ultime sono state valutate mediante approcci d'analisi sensoriale strumentale che hanno messo in luce come l'aggiunta di nocciole mitighi le caratteristiche negative annesse all'utilizzo dello sfarinato di grillo.

Questo lavoro rientra 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.

**Parole chiave:** insetti, pasta, prodotti da forno

## **Effetto di alcuni ingredienti (semi essiccati e olive nere) sulla formazione di acrilammide in biscotti salati**

*Maria Alessia Schouten<sup>1</sup>, Agnese Santanatoglia<sup>2,3</sup>, Simone Angeloni<sup>2</sup>, Massimo Ricciutelli<sup>2</sup>, Laura Acquaticci<sup>2</sup>, Giovanni Caprioli<sup>2</sup>, Sauro Vittori<sup>2,3</sup>, Santina Romani<sup>1,4</sup>*

<sup>1</sup>*Università di Bologna Alma Mater Studiorum, Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari, Piazza G. Goidanich 60, 47521 Cesena (FC);*

<sup>2</sup>*Università di Camerino, ChIP-Chemistry Interdisciplinary Project, Scuola di Scienze del Farmaco e dei Prodotti della Salute, Via Madonna delle Carceri 9/B, 62032 Camerino (MC);*

<sup>3</sup>*Coffee Hub di ricerca e innovazione (RICH), Via E. Betti 1, 62020 Belforte del Chienti (MC);*

<sup>4</sup>*Università di Bologna Alma Mater Studiorum, Centro Interdipartimentale per la Ricerca Industriale Agroalimentare, Via Q. Bucci 336, 47521 Cesena (FC)*

I semi disidratati e le olive da tavola vengono frequentemente sottoposti a trattamenti termici e chimici per migliorarne le caratteristiche sensoriali e prolungarne la conservazione. Tuttavia, tali processi possono portare alla formazione di acrilammide (AA), un composto classificato come potenzialmente cancerogeno (Gruppo 2A) (IARC, 1994). Questi alimenti sono spesso consumati tal quali o impiegati come ingredienti di arricchimento in diversi prodotti da forno salati.

L'obiettivo di tale studio è stato quello di verificare come l'aggiunta di ingredienti quali semi di sesamo, semi di girasole e olive nere con e senza salamoia, in formulazioni di biscotti salati potesse influenzare la formazione di AA durante la cottura. I campioni di biscotti sono stati preparati incorporando il 10% di tali ingredienti in formulazione, e sono stati analizzati prima e dopo cottura per il contenuto in AA e per i principali parametri di qualità (umidità, attività dell'acqua, perdita di peso, pH, colore e consistenza). L'AA è stata misurata anche nei singoli ingredienti di arricchimento.

I risultati hanno evidenziato che tutti i biscotti salati arricchiti presentavano nella media concentrazioni di AA significativamente più elevate (+163%) rispetto a quelli di controllo (198,9 µg/kg). In particolare, i biscotti arricchiti con semi di girasole avevano un contenuto di AA molto più elevato del limite di riferimento di 400 µg/kg stabilito per i cracker dal Reg. (UE) 2017/2158 (Commissione Europea, 2017). Nonostante che tra i diversi ingredienti quello con il maggiore contenuto di AA fossero le olive nere, i biscotti ottenuti con questo ingrediente avevano un contenuto di AA inferiore rispetto a quelli arricchiti con i semi di sesamo e girasole. In conclusione, è emerso che risulta difficile predire il contenuto di AA nei prodotti da forno arricchiti sulla base dei livelli di tale composto negli ingredienti utilizzati. In formulazioni complesse, come quelle di alcuni prodotti da forno, è necessario considerare anche altri fattori, quali le interazioni tra i diversi componenti della ricetta durante le fasi di lavorazione del prodotto.

**Parole chiave:** acrilammide, biscotti, olive nere, semi di girasole, semi di sesamo.

### **Bibliografia essenziale**

IARC - Agenzia internazionale per la ricerca sul cancro (1994). *Acrylamide. International Agency for Research on Cancer. Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans: some industrial chemicals*, 60, 389-433.

Commissione Europea (2017). Regolamento (UE) 2017/2158 della Commissione, del 20 novembre 2017, che istituisce misure di attenuazione e livelli di riferimento per la riduzione della presenza di acrilammide negli alimenti.

## **Landraces italiane di mais come risorse genetiche per l'industria alimentare**

*Rita Redaelli<sup>1</sup>, Luca Nonna<sup>1</sup>, Carlotta Balconi<sup>1</sup>, Alessio Torri<sup>1</sup>, Alice Iosca<sup>2</sup>, Giulia Castorina<sup>2</sup>, Emanuela Pedrazzini<sup>3</sup>, Alessandra Marti<sup>4</sup>, Gabriella Consonni<sup>2</sup>*

- <sup>1</sup>*Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (CREA), Centro di ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali, Via Stezzano 24, 24126 Bergamo (BG);*
- <sup>2</sup>*Università di Milano, Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali - Produzione, Territorio, Agroenergia, Via Celoria 2, 20133 Milano (MI);*
- <sup>3</sup>*Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Biologia e Biotecnologia Agraria, Via A. Corti 12, 20133 Milano (MI);*
- <sup>4</sup>*Università di Milano, Dipartimento di Scienze per gli Alimenti, la Nutrizione e l'Ambiente (DeFENS) Via Celoria 2, 20133 Milano (MI)*

Le varietà locali, o landraces, delle specie coltivate sono considerate (forniscono) materie prime interessanti per la produzione di alimenti tradizionali, per le loro caratteristiche chimiche e sensoriali. Nell'ambito del Progetto PSR di Regione Lombardia "Varietà locali di mais: caratterizzazione per la reintroduzione nel territorio lombardo (VALOMAYS 2021-2023)", sono state prese in considerazione dieci *landraces* originarie della Lombardia conservate nella Banca del germoplasma della sede di Bergamo del CREA; quattro delle quali già iscritte nel registro varietà da conservazione. L'obiettivo del lavoro era quello di definire le caratteristiche morfologiche, chimiche e tecnologiche dei materiali in esame, in particolar modo di quelle non ancora registrate ma oggetto di interesse da parte di enti o associazioni.

Le varietà sono state riprodotte in purezza presso l'Azienda sperimentale CREA- Bergamo nel 2022 e nel 2023 mediante impollinazione controllata. La caratterizzazione si è focalizzata su diversi aspetti: i) analisi morfometrica della granella - peso, dimensioni e forma della cariosside, proporzione tra percentuale di endosperma vitreo e amilaceo; ii) composizione chimica della granella - proteine, lipidi, amido, fibra e ceneri – mediante Near Infrared Spectroscopy (NIRS); iii) profili elettroforetici delle diverse classi di proteine di riserva (SDS-PAGE); iv) proprietà viscoelastiche dell'amido, valutate al Micro-visco-amilografo (Brabender).

I risultati ottenuti hanno evidenziato una ben definita variabilità tra le landraces per i diversi parametri considerati. Nelle preparazioni alimentari, le informazioni sul rapporto tra endosperma vitreo e amilaceo forniscono importanti indicazioni rispetto ai diversi utilizzi dei materiali. Inoltre, la presenza di landraces con alti valori di viscosità suggerisce il loro possibile impiego per la produzione di pasta gluten-free.

*Ricerca sviluppata nell'ambito del PROGETTO PSR VALOMAYS - VArietà LOcali di MAIS: caratterizzazione per la reintroduzione nel territorio lombardo. PSR 2014-2020 LOMBARDIA - Operazione 10.2.01 - Conservazione della biodiversità animale e vegetale.*

**Parole chiave:** landraces, mais, proprietà viscoelastiche, proteine di riserva, composizione chimica.

## **Impatto dei fattori climatici sulla qualità e le caratteristiche aromatiche di varietà di frumento tradizionali e moderne**

*Riccardo De Flaviis, Veronica Santarelli, Giampiero Sacchetti*

*Università degli Studi di Teramo, Dipartimento di Bioscienze e Tecnologie Agro-Alimentari e Ambientali, Via R. Balzarini 1, 64100 Teramo (TE)*

I cambiamenti climatici associati al riscaldamento globale stanno influenzando sempre più la qualità delle coltivazioni, tra cui il frumento (Xiao et al., 2008; Zhang et al., 2022). Obiettivo di questo studio è la valutazione dell'impatto degli indici climatici, calcolati utilizzando i dati di temperatura, precipitazioni e radiazione solare, sulla qualità commerciale ed il profilo dei composti organici volatili (VOC) del frumento.

A questo scopo, sei varietà, di frumento tenero e duro, tra cui due tradizionali e quattro moderne, sono state coltivate per tre anni consecutivi in quattro campi sperimentali situati a tre altitudini diverse. La coltivazione in altitudine è infatti una strategia per contrastare il riscaldamento globale indotto dai cambiamenti climatici. I dati climatici sono stati monitorati tramite stazioni metereologiche e sono stati utilizzati per calcolare indici climatici associati col riscaldamento globale.

Infine i parametri di qualità commerciale ed i profili dei VOC dei grani raccolti sono stati analizzati. In particolare il profilo dei VOC è stato analizzato tramite SPME-GC-MS utilizzando un metodo ottimizzato per il frumento (De Flaviis et al., 2021).

I set di dati ottenuti dalle analisi condotte su frumento tenero e duro sono stati elaborati utilizzando una regressione mediante Proiezione su Strutture Latenti (PLS). I risultati indicano che i giorni estivi e le fluttuazioni diurne della temperatura sono gli indici climatici principalmente responsabili dei cambiamenti del profilo dei VOC sia nel frumento tenero che in quello duro, mentre i gradi giorno (GDD), i giorni aridi consecutivi (CDD) e la radiazione solare accumulata (ASR) hanno indotto risposte specie-specifiche.

In base all'analisi dei residui, l'effetto degli indici climatici sul profilo dei VOC è risultato differente tra varietà tradizionali e varietà moderne. In particolare per i frumenti duri, la varietà tradizionale (Senatore Cappelli) ha mostrato una differente risposta agli stress termici, descritti dagli indici escursione termica ( $\Delta T$ ) e gradi giorno, e alla radiazione solare accumulata (RAD). Per i frumenti teneri, invece, la varietà antica (Solina) ha mostrato una differente risposta all'escursione termica.

I terpeni rappresentano la classe chimica di VOC più influenzati dagli stress ambientali, e sono anche quelli che discriminano maggiormente le risposte delle varietà tradizionali e moderne agli stress.

**Parole chiave:** Cambiamento climatico, Stress ambientali, Composti organici volatili, Caratteristiche qualitative, Grani tradizionali.

### **Bibliografia essenziale**

De Flaviis, R., Sacchetti, G., & Mastrocola, D. (2021). Wheat classification according to its origin by an implemented volatile organic compounds analysis. *Food Chemistry*, 341: 128217.

Xiao G., et al. (2008). Impact of recent climatic change on the yield of winter wheat at low and high altitudes in semi-arid northwestern China. *Agriculture, Ecosystem and Environment*, 127: 37-42.

Zhang, T., et al. (2022). Increased wheat price spikes and larger economic inequality with 2° C global warming. *One Earth*, 5: 907-916.

## La caratterizzazione fenotipica di alcune linee di miglio per l'inserimento in filiere alimentari di nuova generazione

*Nikita Trotta<sup>1</sup>, Michele Mele<sup>1</sup>, Domenico Zito<sup>1</sup>, Pietro Paolo Adinolfi<sup>1</sup>, Maurizio Giannatiempo<sup>1</sup>, Elisabetta Laura Frusciante<sup>1</sup>, Gabriele Maria Cioffi<sup>2</sup>, Enrica De Falco<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (CREA), Centro di ricerca Difesa e Certificazione - S.S. 18 n. 242, 84091 Battipaglia (SA);

<sup>2</sup>Università degli Studi di Salerno, Dipartimento di Farmacia,  
Via Giovanni Paolo II n. 132, Fisciano (SA)

Il miglio (*Panicum miliaceum* L.) è una risorsa vegetale che può essere inserita validamente nelle filiere cerealicole rigenerative, in quanto agronomicamente interessante per il suo ciclo di vita molto breve, per la ridotta esigenza in termini di risorse idriche e nutrizionali, molto versatile alle differenti condizioni pedo-climatiche, adatta nei climi del Sud-Italia ed è una coltura migliorativa del suolo [1]. L'aspetto sfavorevole è la particolare sensibilità agli attacchi di *Fusarium spp.*, *Ustilago spp.* e *Sporisorium spp.*[2] che potrebbero essere tenuti però sotto controllo attraverso pre-trattamenti della semente, nonché controlli fitosanitari in campo ed in laboratorio. Dal punto di vista nutrizionale, sebbene utilizzata spesso nell'alimentazione zootecnica, gioca un ruolo molto importante nella nutrizione umana; in particolare, essendo priva di glutine, è un eccellente cereale da inserire nella dieta di chi soffre di celiachia [3].

L'inserimento della specie in una filiera alimentare di nuova generazione richiede la conoscenza di una vasta gamma di varietà per poter scegliere la più adatta ad una determinata destinazione finale e al tipo di ambiente da ripristinare e migliorare. Non esistono varietà ufficiali di miglio, per mancanza di un registro nazionale e comunitario di questa specie, per cui il presente lavoro si è posto l'obiettivo di recuperare a livello internazionale alcune linee di miglio, caratterizzarle fenotipicamente e segnalare quelle meritevoli di ulteriori processi di valorizzazione, al fine di fornire materiale genetico omogeneo, stabile, ben identificabile in specifiche filiere alimentari. I campioni di seme utilizzati nella ricerca, provenienti da U.S. National Plant Germplasm System (GRIN Global Project), sono stati seminati presso il Centro di ricerca Difesa e Certificazione del Crea, le relative piante sono state caratterizzate seguendo le direttive del protocollo UPOV-TG/248/1. I dati ottenuti sono stati elaborati mediante un'Analisi delle Coordinate Principali (PCO) applicando l'indice di similarità di "Gower". La variabilità del fenomeno è stata spiegata per il 52,37% dalle prime 4 coordinate e lo scatter plot prodotto dalla PCO ha evidenziato fra le 18 linee caratterizzate fenotipicamente, 12 linee omogenee e differenziabili da tutte le altre su cui proseguire lo studio fenotipico e iniziare quello agronomico e nutrizionale e 6, non omogenee e non distinguibili, da valutare successivamente.

**Parole chiave:** miglio, fenotipo, celiachia

### Bibliografia essenziale

1. De Falco E., et al., 2007. Valutazione quanti-qualitativa di cultivars di miglio (*Panicum miliaceum* L.) di differente origine coltivate in un'area pianeggiante del sud Italia. Bergamo
2. Director ICAR-Indian Institute of Millets, 2016. Disease of Millets Research Rajendranagar, Hyderabad - 500 030
3. Bergamo P., et al., 2011. Immunological evaluation of the alcohol-soluble protein fraction from gluten-free grains in relation to celiac disease. Mol. Nutr. Food Res.

## **Il fonio: prospettive e criticità di un cereale antichissimo e sostenibile**

*Simona Errico, Paola Sangiorgio, Raffaele Lamanna, Gerardo Baviello, Roberto Balducchi*

*Centro Ricerche ENEA, Dipartimento di Sostenibilità, circolarità e adattamento al cambiamento climatico dei Sistemi Produttivi e Territoriali; Divisione BIOTecnologie e Agroindustria; Laboratorio Bioprodotti e Bioprocessi (SSPT-BIOAG-PROBIO) - Trisaia - SS Jonica 106 - Km 419+500, 75026 Rotondella (MT)*

Il fonio bianco (*Digitaria exilis*) è una pianta erbacea originaria dell’Africa, probabilmente della savana guineana, ma è stato domesticato in Senegal e Ciad. È un cereale antichissimo coltivato da più di 5000 anni. In Africa occidentale viene coltivato anche a livello del mare e temperature di 25-30 °C ma più spesso a 600-1500 metri s.l.m. e temperature intorno a 20 °C. Ha un ciclo colturale molto breve (2-5 mesi). Per le popolazioni locali costituisce una fonte di sostentamento essenziale nei cosiddetti “periodi di fame”, cioè prima che le altre colture siano pronte per il raccolto, apporta calorie e nutrienti tipici dei cereali ma con un maggior contenuto di aminoacidi essenziali, in particolare metionina. Il fonio ha anche altre caratteristiche nutrizionali e proprietà interessanti, principalmente assenza di glutine, basso indice glicemico e una buona attività antiossidante, grazie alla presenza di composti fenolici. Questa coltura è interessante non solo per le sue caratteristiche nutrizionali; infatti, grazie alla sua grande biodiversità è una specie rustica, tollerante agli stress ambientali di natura biotica ed abiotica, quindi idonea alla coltivazione in regime di agricoltura biologica. Per il suo valore nutrizionale e per la sua sostenibilità, WWF e Knorr nel 2019 hanno inserito il fonio nella lista dei 50 alimenti del futuro (Future 50 Foods report). In Europa, dove è ancora poco conosciuto, con il Regolamento Europeo L 323/1 nel 2018 è stata autorizzata la commercializzazione dei chicchi decorticati come alimento tradizionale proveniente da un paese terzo.

Nei paesi di origine tutte le fasi di coltivazione e trasformazione sono molto impegnative perché eseguite ancora tutte manualmente. Il lavoro più gravoso e lungo, a causa delle piccolissime dimensioni della cariosside (circa 0.5 mm), è quello della decorticatura e della pulizia mediante ripetuti lavaggi del seme dalle impurità. Le sfide più grandi per questa coltura, anche per una eventuale introduzione in Italia, sono proprio la ricerca e lo sviluppo nel campo della meccanizzazione e del miglioramento genetico.

In questo ambito, nel progetto PROTEAGRI “tecnologie per la riduzione del gap PROTEico in sistemi AGRICOLI destinati alla alimentazione umana ed animale” finanziato dalla regione Basilicata, si stanno studiando alcuni aspetti di questa nuova pianta; gli obiettivi principali di queste ricerche riguardano:

- la possibilità di introduzione del fonio nei nostri ambienti;
- la valutazione dell’eventuale variazione delle caratteristiche nutrizionali rispetto agli ambienti originari;
- la valutazione delle caratteristiche chimiche e sensoriali;
- la preferenza dei consumatori italiani rispetto al fonio o a suoi derivati, nonché la loro propensione all’acquisto e consumo di prodotti da esso derivati.

## Valorizzazione del sorgo tramite processi fermentativi: selezione di *starter* autoctoni, caratterizzazione metabolomica dei fermentati e impiego in panificazione

*Michela Verni, Andrea Torreggiani, Elisa Brasili, Carlo Giuseppe Rizzello*

*Sapienza Università di Roma, Dipartimento di Biologia Ambientale,  
Piazza Aldo Moro 5, 00185 Roma (RM), Italia*

L'impiego globale e quasi esclusivo di poche specie cerealicole, le cui moderne *cultivar* sono frutto di processi selettivi basati su aumento delle rese e specifiche caratteristiche tecnologiche, ha portato all'abbandono progressivo di numerosi cereali minori, con severe conseguenze sulla biodiversità. Tuttavia, negli ultimi anni, alcuni di questi cereali, tra cui il sorgo (*Sorghum bicolor* L.), sono oggetto di rivalutazione, grazie al potenziale agronomico e nutrizionale. Grazie alla sua capacità di resistere all'elevata salinità e alla scarsa disponibilità di acqua, il sorgo è particolarmente adatto alle aree marginali dove entrambe le condizioni sono prevalenti. Inoltre, l'alto contenuto di fibre e il basso indice glicemico lo rendono un ingrediente attrattivo nella formulazione di una dieta sana ed equilibrata. Tuttavia, alcuni aspetti, tra cui la mancanza di glutine o la presenza di fattori anti-nutrizionali, ne ostacolano l'utilizzo su larga scala, relegandolo all'alimentazione animale.

È già stato dimostrato che processi fermentativi ispirati alla lievitazione naturale sono efficaci nel migliorare le proprietà nutrizionali, tecnologiche e sensoriali di cereali minori e grani antichi. Sulla base di queste premesse, questo studio aveva l'obiettivo di valutare l'impatto della fermentazione sulla qualità nutrizionale del sorgo. In una fase preliminare, tramite la tradizionale procedura di rifreschi, è stato ottenuto un lievito naturale di tipo I da farina di sorgo. Batteri lattici e lieviti isolati da farina e lievito naturale sono stati identificati mediante tecniche coltura-dipendenti. Le specie di batteri lattici dominanti sono risultate *Lactiplantibacillus plantarum*, *Weissella cibaria* e *Weissella paramesenteroides*, mentre i lieviti riscontrati appartenevano alle specie *Saccharomyces cerevisiae* e *Meyerozyma guilliermondii*. I batteri lattici sono stati utilizzati come *starter* per la fermentazione del sorgo e le loro caratteristiche pro-tecnologiche e funzionali (crescita, acidificazione, proteolisi, sintesi di esopolisaccaridi) sono state valutate mediante un approccio integrato comprendente l'impiego di tecniche cromatografiche e spettroscopiche. L'analisi metabolomica NMR ha evidenziato *pathway* metabolici specie e ceppo-specifici.

I ceppi autoctoni aventi capacità di produrre esopolisaccaridi sono stati selezionati come *starter* per ottenere, dal sorgo, un ingrediente fermentato con peculiari funzionalità tecnologiche, adatto alla fortificazione e al miglioramento della qualità di pani *gluten-free*. L'impiego del sorgo (25%) in miscela con il mais ha aumentato il contenuto di fibre del pane, mentre gli esopolisaccaridi sintetizzati *in situ* durante la fermentazione, hanno migliorato notevolmente le caratteristiche reologiche del pane rallentandone il raffermamento. Inoltre, il pane contenente sorgo fermentato ha mostrato un indice glicemico *in vitro* più basso rispetto al pane contenente solo farina di mais. I risultati ottenuti dimostrano come processi fermentativi guidati rappresentino la strategia più appropriata per valorizzare il potenziale di cereali minori quali il sorgo, contribuendo indirettamente alla sostenibilità a lungo termine delle filiere alimentari.

**Parole chiave:** sorgo, fermentazione, batteri lattici, alimenti funzionali, sostenibilità

## **Valorizzazione del grano saraceno nei prodotti a base di cereali**

*Andrea Bresciani, Alessio Sergiacomo, Matteo Miele, Alessandra Marti*

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

L'interesse verso l'utilizzo di colture minori è in forte crescita grazie anche al beneficio legato alla tutela della biodiversità; tra queste il grano saraceno rappresenta una coltura di grande rilevanza, considerando anche il suo utilizzo in diversi piatti della tradizione culinaria italiana. Nonostante abbia eccellenti proprietà nutrizionali, l'attuale applicazione del grano saraceno nei prodotti alimentari è ridotta a causa principalmente di limitazioni tecnologiche e sensoriali. Per cercare di mitigare alcuni effetti negativi dell'utilizzo di grano saraceno è possibile sfruttare il processo di germinazione, il quale rappresenta un metodo efficace per migliorare il profilo sensoriale, nutrizionale e le proprietà tecnologiche degli impasti. Sulla base dei risultati della letteratura scientifica, il grano saraceno è stato germinato su scala pilota per 48 e 72 ore e utilizzato per la riformulazione di cous-cous e prodotti da forno. Il primo è stato ottenuto su scala industriale con livelli di sostituzione pari al 25-50% mentre i prodotti da forno sono stati sviluppati in laboratorio con livelli d'integrazione del 10% e 30% nel caso di pane e snack, rispettivamente. Le percentuali d'integrazione sono state definite grazie allo studio delle proprietà reologiche e tecnologiche di impasti ottenuti da miscele di farina di frumento e grano saraceno con diversi livelli di integrazione (10%, 20% e 30%) e diversi tempi di germinazione (48h e 72h).

Grazie alla sua composizione, l'utilizzo di grano saraceno comporta un miglioramento delle caratteristiche nutrizionali ma un peggioramento delle proprietà reologiche degli impasti (minor aggregazione del glutine e minori proprietà d'impastamento). La germinazione sembra però avere un effetto mitigante; infatti, i risultati ottenuti sullo sviluppo dei prodotti da forno mostrano come l'utilizzo di grano saraceno porti ad un miglioramento delle proprietà di struttura e volume rispetto all'utilizzo di grano saraceno non germinato. Nel caso della produzione di cous-cous, l'utilizzo di grano saraceno germinato ha permesso di ottenere un prodotto caratterizzato da proprietà sensoriali, valutate mediante analisi sensoriale strumentale, migliori rispetto a quello ottenuto dal solo grano saraceno non germinato

A.S. ha ricevuto una borsa di dottorato nell'ambito del Programma Operativo Nazionale (PON) "Ricerca e Innovazione" 2014-2020, Asse IV "Istruzione e Ricerca per la ripresa" con riferimento all'Azione IV.4 "Dottorati di ricerca e contratti di ricerca su tematiche di innovazione" e all'Azione IV.5 "Dottorati di ricerca su tematiche green" DM 1061/2021.

A.B. e A.M. ringraziano il finanziamento ricevuto nell'ambito del Piano Nazionale di Rilancio e Resilienza (PNR), Missione 4-Componente 2 Investimenti, 1.3-Bando di gara n.341 del 15/03 2022 del Ministero dell'Università e della Ricerca finanziato dall'Unione Europea-NextGenerationEU. Codice Progetto: PE00000003, Decreto di concessione No. 1550 dell'11/10/2022 del Ministero dell'Università e della Ricerca, CUP D93C22000890001, Titolo del progetto "ON Foods-Research and innovation network on food and nutrition Sustainability, Safety and Security-Working ON Foods".

**Parole chiave:** grano saraceno, germinazione, cous-cous, prodotti da forno

## Digeribilità di prodotti da forno e pasta ottenuti da farina di tritordeum e grano tenero

*Giovanni D'Auria<sup>1</sup>, Massimo Blandino<sup>2</sup>, Claudia Sardella<sup>2</sup>, Chiara Nitride<sup>1</sup>,  
Luisa Pellegrino<sup>3</sup>, Tiziana Granato<sup>4</sup>, Pasquale Ferranti<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*Università degli Studi di Napoli 'Federico II', Dipartimento di Agraria,  
Via Università 100, 80055 Portici (NA);*

<sup>2</sup>*Università degli Studi di Torino, Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari,  
Largo Braccini 2, 10095 Grugliasco (TO);*

<sup>3</sup>*Università di Milano Dipartimento di Scienza per gli Alimenti la Nutrizione, l'Ambiente  
(DeFENS), Via Celoria 2, 20133 Milano (MI);*

<sup>4</sup>*R-Biopharm Italia S.r.l., Via Morandi 10, 20077 Melegnano (MI)*

Il tritordeum (x *Tritordeum martinii*) è un nuovo cereale ottenuto per ibridazione tra grano duro (*T. turgidum* spp. *durum* – padre) e un orzo selvatico (*H. chilense* – madre), che presenta un interessante contenuto in carotenoidi e altri composti bioattivi ad azione antiossidante, sebbene la scarsa tolleranza alle patologie, i rischi sanitari e la ridotta produttività ne limitino la diffusione nelle filiere alimentari. Ad oggi il tritordeum è stato poco studiato dal punto di vista nutrizionale, in particolare in riferimento alla composizione del glutine e dell'amido delle farine e dei prodotti alimentari derivati. Nell'ambito del progetto DEUM (POR FESR 2014-2020) sono state valutate le differenze in termini di digeribilità proteica e indice glicemico di differenti prodotti da forno (pane, pizza, grissini) e pasta fresca ottenuti con farina di tritordeum (cv. Bulel) a confronto con un testimone di frumento tenero (*T. aestivum* spp. *aestivum*, cv. Graindor). La digeribilità dei prodotti è stata valutata attraverso un modello di digestione in vitro standardizzato (INFOGEST) (Brodkorb et al., 2019). I prodotti della digestione duodenale sono stati analizzati con lo scopo di quantificare e monitorare la digeribilità delle proteine e dell'amido nei prodotti ottenuti sia con farine raffinate (tipo 0, previa macinazione a cilindri) che farine semi-integrali (macinato a pietra).

Tra i prodotti analizzati, la digeribilità proteica totale è risultata significativamente più elevata ( $p < 0.001$ ) nel pane e nella pasta ottenuti con tritordeum (+53% e +111%, rispettivamente) rispetto al frumento, mentre è risultata comparabile per gli altri prodotti da forno. D'altro canto, il carico glicemico è risultato significativamente più basso nel pane di tritordeum, in quanto il contenuto di malto-oligosaccaridi risultava significativamente minore ( $p < 0.05$ ).

Tutte queste prove supportano l'utilizzo della farina di tritordeum in prodotti da forno e pasta innovativi sulla base della migliore digeribilità proteica e del minor carico glicemico rispetto ai prodotti ottenuti con grano tenero.

**Parole chiave:** tritordeum, Bulel, Graindor, digeribilità, INFOGEST.

### Bibliografia essenziale

Brodkorb A., Egger L., Alming M., Alvito P., Assunção R., Ballance, S., Bohn T., Bourlieu-Lacanal C., Boutrou R., Carrière F., Clemente A., Corredig M., Dupont D., Dufour C., Edwards C., Golding M., Karakaya S., Kirkhus B., Le Feunteun S., ... Recio I. (2019). INFOGEST static in vitro simulation of gastrointestinal food digestion. *Nature Protocols*, 14(4), 991–1014. <https://doi.org/10.1038/s41596-018-0119-1>

## LISTA DEGLI AUTORI

**A**acquaticci L.; 33  
Adinolfi P. P.; 36  
Alamprese C.; 30  
Angelicola M.; 22  
Angeloni S.; 33  
Angione G.; 26  
Arcangeli A.; 18

**B**alconi C.; 34  
Balducchi R.; 37  
Baviello G.; 37  
Beone G. M.; 28  
Blandino M.; 23; 40  
Blasi E.; 20  
Bonacci S.; 24  
Bonarrigo M.; 20  
Bosco S.; 29  
Brasili E.; 38  
Bresciani A.; 32; 39  
Buratti S.; 32  
Buzzanca C.; 24

**C**aboni M. F.; 21  
Cappa C.; 30  
Caprioli G.; 33  
Cardenia V.; 19  
Carini E.; 17  
Castorina G.; 34  
Cattaneo C.; 17  
Cecchini C.; 18  
Celi L.; 27; 28  
Chiavaro E.; 17  
Cioffi G. M.; 36  
Colella I.; 26  
Consonni G.; 34  
Cuomo F.; 22

**D**'Auria G.; 40  
Dall'Asta M.; 17  
D'Attilia C.; 26  
De Caro S.; 25  
De Falco E.; 36

De Flaviis R.; 35  
De Luca L.; 31  
De Vita P.; 26  
Del Frate V.; 18  
Di Stasio L.; 25  
Di Stefano V.; 24

**E**rrico S.; 37  
Esposito S.; 26

**F**ania F.; 26  
Ferranti P.; 40  
Fontanella M. C.; 28  
Fratianni A.; 23  
Frusciante E. L.; 36

**G**alassi E.; 18  
Gazza L.; 18  
Giannatiempo M.; 36  
Glicerina V.; 19  
Gosparini E.; 18  
Granato T.; 40  
Greco Miani M.; 19

**I**meneo V.; 30  
Iosca A.; 34

**J**ucker C.; 32

**L**amanna R.; 37  
Laureati M.; 17  
Leonardi A.; 24  
Li Puma E.; 24  
Licciardello S.; 24

**M**amone G.; 25  
Marconi E.; 22; 25  
Marti A.; 32; 34; 39

Martin M.; 27; 28  
Marucci A.; 20  
Marzocchi S.; 21  
Masci S.; 20  
Mele M.; 36  
Melilli M. G.; 24  
Messia M. C.; 22; 25  
Metelli G.; 20  
Mezzalama M.; 29  
Miele M.; 39  
Moretti B.; 27  
Mortaro R.; 18

**N**atale C.; 18  
Nitride C.; 40  
Nocente F.; 18  
Nonna L.; 34

**P**alombieri S.; 26  
Palumbo M.; 24  
Panfili G.; 23  
Parenti O.; 17  
Pasini F.; 21  
Pecchioni N.; 24  
Pedrazzini E.; 34  
Pellegrino L.; 40  
Pesce A.; 24  
Pullicino D. S.; 27

**Q**uiquero M.; 22

**R**edaelli R.; 34  
Ricciutelli M.; 33  
Rizzello C. G.; 38  
Romani M.; 27; 28

Romani S.; 33  
Romano A.; 31  
Romano R.; 31  
Rosso A.; 23

**S**acchetti G.; 35  
Sangiorgio P.; 37  
Santanatoglia A.; 33  
Santarelli V.; 35  
Santi R.; 21  
Sardella C.; 23; 40  
Scarpino V.; 23  
Scazzina F.; 17  
Schouten M. A.; 33  
Sciacca F.; 24  
Sereni L.; 18  
Sergiacomo A.; 39  
Sestili F.; 20; 26  
Spadanuda P.; 26  
Spadaro D.; 29

**T**addei F.; 18  
Tatar H.; 19  
Tenni D.; 27; 28  
Torreggiani A.; 38  
Torri A.; 34  
Trivisonno M. C.; 22  
Trotta N.; 36

**V**anara F.; 23  
Verni M.; 38  
Vidotto F.; 27  
Virzi N.; 24  
Vitali A.; 27  
Vittori S.; 33

**Z**ito D.; 36

## NOTE

## NOTE

