



# 13° Convegno AISITEC

## FILIERE CEREALICOLE RIGENERATIVE

Cambiamenti climatici e nuove esigenze  
qualitative e nutrizionali



## POSTERS

**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 POSTERS**

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 GEORGOFILI

*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, Lorian 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*
- 7<sup>a</sup> 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

## POSTERS

### **Sessione A: “Produzione primaria”**

- A1 Volta B., Castellucci A., Matteo Ruggeri M.  
Il progetto LIFE Agrestic come esempio di agricoltura rigenerativa
- A2 Messina B., Russo G., Toscano G., Nocente F., Gazza L.  
Progetto Co.S.Mo.: trasferimento tecnologico per l’implementazione della filiera del grano monococco in Sicilia
- A3 Colombatto P., Maruccia S., Cecire R., Celi L., Reyneri A., Blandino M.  
Introduzione delle colture di copertura sull’accumulo di carbonio nel suolo e sulla produttività e qualità del frumento tenero di forza in successione
- A4 Maruccia S., Giorni P., Colombatto P., Abate A., Reyneri A., Bertuzzi T., Blandino M.  
Controllo delle patologie del frumento con l’applicazione di bio-fungicidi: effetto sulla produttività e sul contenuto in micotossine da *Fusarium* e *Alternaria*
- A5 Scapino M., Meloni R., Garolini D., Devit N., Blandino M.  
La coltivazione del frumento ibrido per l’ottimizzazione dell’utilizzo dell’azoto ed il miglioramento della produttività e sostenibilità dei sistemi cerealicoli
- A6 Mondillo A., De Angelis B., Trotta N., Frusciante E. L.  
Il contributo della certificazione sementiera nella filiera del frumento duro
- A7 De Angelis B., Mondillo A., Trotta N., Frusciante E. L.  
La certificazione delle sementi di cereali e il suo ruolo nelle filiere rigenerative
- A8 Iori A., Pecchioni N., Vaccino P., Virzì N., De Vita P., Belocchi A., Fornara M., Licciardello S., Mascheroni S., Mazzon V., Paone S., Pesce A., Troccoli A., Cassetta C., Groli E., Mameli L., Mottola N., Petrini A., Randazzo B., Ravaglia S., Viola P.  
Fitopatie del frumento e comportamento delle varietà
- A9 Virzì N., D’Angelo D., Leonardi A., Licciardello S., Li Puma E., Lo Scalzo A., Pesce A., Sciacca F., Pecchioni N., Palumbo M.  
Orzo da malto e cambiamenti climatici. Le varietà idonee per gli ambienti caldo-aridi - Risultati parziali del progetto INNO.MALTO
- A10 Prodi A., Tini F., Balmas V., Infantino A., Onofri A., Cappelletti E., Ofensou S., Sulyok M., Montanari M., Iraci Capuccinello D., Virzì N., Alberti I., Covarelli L., Beccari G.  
Presenza di metaboliti secondari fungini in cariossidi di frumento duro coltivato in Italia e loro correlazione con la comunità fungina ad esse associata
- A11 Fantozzi E., Trivero F., Simonelli C.  
Aspetti normativi delle analisi dei metalli nel riso: cadmio e arsenico inorganico (regole decisionali con incertezza di misura)

- A12 Fantozzi E., Trivero F., Carnia A., Simonelli C.  
Aspetti normativi relativi alla qualità del granello di riso: il DLgs 131/2017 e la norma ISO 7301
- A13 Trivero F., Fantozzi E., Cattaneo C., Carnia A., Simonelli C.  
Applicazione dell'analisi di identificazione varietale genetica all'analisi delle diverse varietà di riso
- A14 Sansoni F., Sena L., Marco Canella M., Vaccino V.  
L'importanza dei dati storici: 20 anni di studio sulla collezione di riso del CREA-CI
- A15 Martinengo S., Martin M., Schiavon M., Romani R., Said-Pullicino D., Seyfferth A., Celi L.  
L'importanza dei processi rizosferici nella gestione della fertilizzazione fosfatica in risaia
- A16 Morcia C., Ghizzoni R., Terzi V., Teja Gogam R., Turfani V., Narducci V., Raffo A.  
A monte della riduzione di acrilammide in prodotti cerealicoli: esplorazione della variabilità allelica del gene asparagina sintasi in frumenti a diverso livello di ploidia
- A17 Meloni R., Farbo A., Borgogno-Mondino E., Reyneri A., Blandino M.  
Applicazione del telerilevamento satellitare per la valutazione della qualità e sanità dei cereali
- A18 Masiello M., Somma S., Abi Saad C., Blandino M., Haidukovski M., Hugo K., Pollmann B., Bernasconi L., Moretti A.  
Efficacia dei fungicidi contenenti prothioconazolo contro le principali specie di *Fusarium* associate al Fusarium Head Blight

### ***Sessione B: "Trasformazione"***

- B1 Cimini A., Morgante L., Moresi M.  
Cottura degli spaghetti: induzione o microonde?
- B2 Russo D., Pasqualone A., Marti A.  
Relazione tra materia prima, temperature d'essiccazione e qualità della pasta integrale
- B3 Pasini F., Marzocchi S., Ravagli C., Caboni M. F.  
Problemi e sfide nella macinazione della farina integrale: il caso della pasta integrale
- B4 Fратиanni A., Vitone C., Ianiri G., Falasca L., Trivisonno M. C., Panfili G.  
Uso di piante spontanee edibili per la produzione di pasta funzionale
- B5 Turfani V., Narducci V., Ritota M., De Arcangelis E., Antonazzi F., Lelli L., Gabrielli P., Buonocore P., Trivisonno M. C., Ruggeri S.  
Prodotti da forno ad elevata qualità nutrizionale e sostenibilità ambientale
- B6 Tomassini E., Toumi O., Conte P., Fadda C., Piga A.  
Valutazione dell'idoneità tecnologica, nutrizionale, sensoriale e di shelf-life nell'utilizzo di acqua di mare alimentare come ingrediente innovativo in panificazione

- B7 Iacovino S., Cuomo F., Trivisonno M. C., Messia M. C., Marconi E.  
Caratterizzazione di sfarinati di frumento tenero con diverso grado di raffinazione mediante metodi reologici empirici e fondamentali
- B8 Quiquero M., Viegas O., Marconi E., Cuomo F., Messia M. C.  
Valutazione del contenuto di idrocarburi policiclici aromatici in pizza napoletana
- B9 Guarino V., Scarpino V., Vanara F., Blandino M.  
Ruolo della stabilizzazione termica delle frazioni cruscali di frumento tenero sul contenuto in acrilammide
- B10 Sergiacomo A., Bresciani A., Gallio F., Varetto P., Marti A.  
Avena germinata nei prodotti da forno: dagli aspetti reologici degli impasti alle caratteristiche fisiche dei biscotti
- B11 Romano A., Ferranti P.  
Impiego di proantocianidine (OPCs) per la produzione di un prodotto da forno
- B12 Schouten M. A., Glicerina V., Angeloni S., Cortese M., Rocculi P., Tappi S., Caprioli G., Vittori S., Romani S.  
Influenza delle modalità di cottura sulla formazione di acrilammide nei biscotti
- B13 Lombardi S. J., Testa B., Rosati S., Giorgione S., Vergalito F.  
Studio di caratteristiche tecnologiche di FLAB in vista di un possibile impiego nella preparazione di prodotti da forno
- B14 Lombardi S. J., Testa B., Rosati S., Giorgione S., Vergalito F.  
Biotecnologie per la valorizzazione di sottoprodotti del frutto di carrubo (*Ceratonia siliqua*)
- B15 De Arcangelis E., De Gara L., Marconi E.  
Caratterizzazione chimico-nutrizionale di sottoprodotti industriali della maltazione
- B16 Trivero F., Fantozzi E., Carnia A., Simonelli C.  
Il riso dalla tradizione all'innovazione: dal risotto al sushi
- B17 Bresciani A., Marti A.  
Riformulazione di prodotti a base di cereali con frazioni di lenticchia rossa
- B18 Bertuzzi T., Giorni P.  
Distribuzione di moniliformina nella molitura e fiocatura di mais
- B19 Marchini M., Mazzoli I., Bassi F., Ben Salem M., Mamula N., El Amil R., Bahri N., Djellakh F., Bouslamti A., Ben Ghanem H., Mrabet R.  
MountainHER: un progetto PRIMA per rafforzare l'economia delle montagne ed il ruolo delle associazioni femminili nei Paesi del Mediterraneo, attraverso prodotti alimentari a base di cereali da filiera agro-ecologica

***Sessione C: “Risorse genetiche e cereali minori: dalla produzione primaria alla trasformazione”***

- C1 Galassi E., Natale C., Nocente F., Taddei F., Gosparini E., Arcangeli A., Del Frate V., Cecchini C., Galaverna G., Gazza L.  
Approcci agronomici rigenerativi: caratterizzazione tecnologica di linee di frumento perenne coltivate in Italia
- C2 Natale C., Galassi E., Nocente F., Taddei F., Naso M., Cacciatori P., Folloni S., Visioli G., Ceccarelli S., Galaverna G., Gazza L.  
Popolazioni evolutive di frumento: un approccio di agricoltura rigenerativa per filiere sostenibili e di qualità
- C3 Giannelli G., Vèdère C., Rumpel C., Gazza L., Folloni S., Galaverna G., Visioli G.  
Popolazioni evolutive di frumento coltivato su diverse precessioni in regime biologico stimolano processi del suolo e biodiversità microbica
- C4 Balconi C., Torri A., Goritschnig S., Redaelli R.  
Attività del CREA per la valorizzazione del germoplasma italiano di mais attraverso un network internazionale
- C5 Cimini A., Morgante L., Moresi M.  
Analisi comparativa dell'impatto ambientale di ingredienti ad alto amido resistente
- C6 Sardella C., Vanara F., Scapino M., Scarpino V., Pedrazzani C., Dall'Asta C., Blandino M.  
Valutazione delle risposte agronomiche e qualitative di farri e varietà storiche e moderne di frumento tenero coltivate in ambienti non marginali
- C7 Belocchi A., Galassi E., Taddei F., Cammerata A., Gosparini E., Mazzon V., Iori A.  
Caratterizzazione agronomica e qualitativa di accessioni di *Triticum spelta*
- C8 Martina M., Milani A. M., Comino C., Spagnolo S., Migliorini P., Portis E.  
Strategie di sequenziamento di nuova generazione per lo studio della variabilità genetica nei mais piemontesi
- C9 Nocente F., Galassi E., Taddei F., Natale C., Cacciatori P., Sereni L., Gazza L.  
Prodotti innovativi a base di cereali minori: cous cous e malto da grano monococco
- C10 Taddei F., Gazza L., Nocente F., Galassi E., Natale C., Cacciatori P., Belocchi A., Mazzon V., Pagano M., Ceccarelli D., Ciorba R., Ciccoritti R.  
Progetto soul - innovazione nella filiera del sorgo ad uso alimentare nel Lazio: sostenibilità, coltivazione, trasformazione e recupero funzionale degli scarti di trasformazione
- C11 Scarpino V., Vanara F., Blandino M.  
Effetto dei processi di estrusione per la produzione di snack e pasta sul contenuto di fumonisine libere e coniugate e delle principali micotossine normate ed emergenti in farine di mais

- C12 Pozzi V., Sansoni F., Sena L., Vaccino P.  
Grani storici lombardi: germoplasma da caratterizzare e da valorizzare
- C13 Sciacca F., Zappalà A., Licciardello S., Li Puma E., Leonardi A., Pesce A., Palumbo M., Pecchioni N., Virzì N.  
Valorizzazione di antiche popolazioni siciliane di *Triticum*: valutazione qualitativa e nutrizionale di nuovi prodotti a base di cereali
- C14 Galgano F., Scarpa T., Tramutola A., Di Cairano M., Lomonaco A., Condelli N., Reale A.  
Caratterizzazione di farine per la produzione di pane a ridotto contenuto di FODMAPs
- C15 De Flaviis R., Santarelli V., Sacchetti G.  
Applicazione di una metodologia statistica di selezione a intervalli per il monitoraggio dello stress climatico sulla produzione di composti volatili nel frumento
- C16 Reale A., Galgano F., Nazzaro S., Marena P., Di Renzo T.  
Ruolo della fermentazione microbica nella riduzione di fodmaps in impasti per panificazione: potenziale strategia per la gestione della sindrome dell'intestino irritabile
- C17 Gaeta I., Messia M. C., Marconi E., Trivisonno M. C., Falasca L., De Vita P.  
Caratterizzazione di sfarinati ottenuti dalla macinazione di frumenti pigmentati e produzione di alimenti ad alto valore dietetico nutrizionale



## **POSTERS**



## **A1. Il progetto LIFE Agrestic come esempio di agricoltura rigenerativa**

*Benedetta Volta, Alessia Castellucci, Matteo Ruggeri*

*Horta srl, Via Egidio Gorra 55, 29122 Piacenza (PC)*

L'agricoltura rigenerativa si basa sull'integrazione di tre principi base:

- esercitare il minimo disturbo meccanico al suolo
- realizzare una copertura vegetale permanente
- impiegare avvicendamenti colturali diversificati, nelle colture annuali, o associazioni vegetali, nelle colture perenni

Questo tipo di agricoltura agisce su diverse aree di impatto: salute e fertilità del suolo, sequestro del carbonio, biodiversità, acqua, input dei sistemi colturali ed economia agricola.

Per rispettare appieno i principi sopracitati, è necessario adottare pratiche agronomiche che influenzino più aree contemporaneamente: l'impiego di colture di copertura tra due colture da reddito, ad esempio, ha effetti su fertilità e salute del suolo, sulla biodiversità e sul sequestro di carbonio.

Le principali pratiche di agricoltura rigenerativa vengono studiate nel progetto europeo LIFE Agrestic (Reduction of Agricultural GRreenhouse gases EmiSsions Through Innovative Cropping systems), il cui obiettivo è quello di promuovere l'adozione di sistemi colturali innovativi con un alto potenziale di mitigazione del cambiamento climatico e un uso più efficiente delle risorse.

Il progetto ha realizzato tre siti dimostrativi (Ravenna al Nord, Pisa al Centro e Foggia al Sud) in cui sono stati testati su scala aziendale dei sistemi colturali efficienti (ECS), rispetto a quelli convenzionali (CCS). Gli ECS sono caratterizzati dall'introduzione di legumi da granella nella rotazione, dalla realizzazione di colture di copertura (catch crops) e dalla gestione delle colture attraverso l'uso di sistemi di supporto alle decisioni (DSS).

Dopo quattro anni di rotazioni complete è stato possibile effettuare una prima analisi dei risultati: la gestione innovativa nel frumento duro, ad esempio, ha portato a un risparmio di azoto distribuito del 20% a Ravenna e del 52% a Foggia e una riduzione dell'impronta carbonica rispettivamente del 14% e del 48%, senza effetti negativi sulle performance di produttività e parametri qualitativi richieste dall'industria molitoria.

Sono poi stati analizzati i costi colturali e le Produzioni Lorde Vendibili: a vantaggio dell'ECS, la bulatura dell'erba medica nel frumento duro ha permesso di realizzare un'ottima copertura del suolo a fronte di una gestione agronomica semplice e relativamente poco costosa.

Inoltre, questa tecnica ha permesso di organizzare fino a 2,5 t/ha di carbonio ed è emersa anche la tendenza del carbonio organico nel suolo (SOC) a essere più stabile nella gestione innovativa.

La misurazione delle emissioni di GHG (N<sub>2</sub>O e CO<sub>2</sub>) dal suolo è stata realizzata a Ravenna e a Foggia attraverso un prototipo con otto camere automatiche, grazie alle quali è stato sviluppato un modello in grado di simulare le dinamiche del carbonio nel suolo. Gli algoritmi di tale modello considerano il tipo di suolo, la sua eventuale copertura, le principali variabili meteorologiche e gli input di carbonio (residui colturali e fertilizzanti). L'output finale corrisponde alle oscillazioni giornaliere di SOC in t/ha, da cui si ricava la quantità stoccata o persa dopo uno o più anni di simulazione.

## **A2. Progetto Co.S.Mo.: trasferimento tecnologico per l'implementazione della filiera del grano monococco in Sicilia**

*Bernardo Messina<sup>1</sup>, Giuseppe Russo<sup>1</sup>, Giuseppe Toscano<sup>2</sup>, Francesca Nocente<sup>3</sup>, Laura Gazza<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>*Consorzio di Ricerca "Gian Pietro Ballatore", Viale della Libertà 203, 90143 Palermo;*

<sup>2</sup>*Università Politecnica delle Marche, Via Brecce Bianche snc, 60131 Ancona (AN);*

<sup>3</sup>*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)*

La Sicilia è un'area particolarmente vocata alla coltivazione dei cereali ed in particolare del frumento duro, cereale strategico per l'agricoltura italiana. Nonostante la filiera del frumento duro sia ben rappresentata sull'intero territorio regionale, diverse sono le criticità che interessano i singoli segmenti. Gli agricoltori devono infatti confrontarsi con un mercato in cui il frumento duro fa registrare prezzi contenuti e sostenere costi di produzione così elevati da rendere la coltura non sempre redditizia. Tutto ciò ha determinato una significativa riduzione della superficie, che dai 338 mila ettari del 2008 è passata ai 282 mila ettari del 2023 (ISTAT). Negli anni gli impianti di molitura si sono ridotti e per la produzione di pasta secca oggi in Sicilia sono rimasti solamente quattro impianti. In questo contesto, risulta di fondamentale importanza fornire ai cerealicoltori la possibilità di diversificare la produzione aziendale, introducendo negli ordinamenti colturali nuove specie adattabili alle condizioni pedoclimatiche della regione. Al fine di creare le condizioni per ampliare le scelte colturali in Sicilia, l'Assessorato Regionale all'Agricoltura, nell'ambito della Sottomisura 16.1 del PSR Sicilia 2014-2022, ha finanziato il progetto "Co.S.Mo. – Cooperazione per lo sviluppo in Sicilia della filiera del grano monococco". Il progetto, che ha come capofila il Consorzio di Ricerca "Ballatore" e tra i partner il CREA-IT di Roma e nove aziende della filiera cerealicola regionale, ha previsto le seguenti azioni:

- **introduzione del grano monococco negli ordinamenti colturali;**
- **impiego della paglia del grano monococco per la produzione di bricchette;**
- **produzione di malto di grano monococco** e valutazione dell'attitudine a produrre birra;
- **produzione di sfarinati di grano monococco** con molini a pietra e a cilindri, valutazione dell'attitudine panificatoria, pastificatoria e degli aspetti merceologici, nutrizionali e salutistici;
- **produzione di sfarinato di grano monococco per cous cous.**

Sette campi dimostrativi, di circa 3 ettari ciascuno, sono stati realizzati per due cicli colturali (2021 e 2022), presso le aziende agricole partner di progetto, con lo scopo di collaudare la tecnica colturale in ambienti con caratteristiche pedoclimatiche differenti. Le produzioni dei campi sono state molite utilizzando diversi diagrammi di macinazione e gli sfarinati sono stati utilizzati per la valutazione dell'attitudine pastificatoria, panificatoria e per la produzione di cous cous, e analizzati per parametri merceologici, tecnologici e nutrizionali. Grazie alla messa a punto di un prototipo di micromalteria da laboratorio è stato possibile maltare la granella di monococco e valutarne l'attitudine alla produzione della birra utilizzando un impianto artigianale di un partner di progetto. La paglia, infine, è stata utilizzata, previa caratterizzazione chimico-fisica, per valutare l'attitudine alla produzione di bricchette.

**Parole chiave:** grano monococco, birra, cous cous, malto, bricchette.

### **Bibliografia essenziale**

B. Messina, M. Ventimiglia, G. Russo, 2018. *Indagine sulle abitudini di consumo dei prodotti derivati dai cereali e sulla disponibilità all'acquisto di derivati del grano monococco e dell'avena nella Città Metropolitana di Palermo*. Atti dell'11 Convegno AISTEC "I CEREALI per un sistema agroalimentare di qualità". Roma 22-24 Novembre 2017. Pp. 317-320.

Nocente, E. Galassi, F. Taddei, C. Natale, L. Gazza (2024). *Preliminary evaluation of minor cereals as non-traditional brewing raw materials*. *Beverages*, 10, 2. <https://doi.org/10.3390/beverages10010002>.

### **A3. Introduzione delle colture di copertura sull'accumulo di carbonio nel suolo e sulla produttività e qualità del frumento tenero di forza in successione**

*Paolo Colombatto, Stefano Maruccia, Riccardo Cecire, Luisella Celi,  
Amedeo Reyneri, Massimo Blandino*

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

La necessità di operare una transizione ecologica nel settore agroalimentare richiede la messa a punto di sistemi cerealicoli più resilienti e in grado di contribuire alla mitigazione del cambiamento climatico, aumentando il carbonio stoccato nei suoli e riducendo l'uso di pesticidi e di fertilizzanti di sintesi. Le colture di copertura (CC) potrebbero svolgere un ruolo importante nella conservazione del suolo e nel miglioramento della sostenibilità dei sistemi agricoli.

Un esperimento di campo della durata di 3 anni (2020-2023) è stato condotto a Villafranca P.te (TO), confrontando diverse CC intercalari al frumento tenero. Le CC confrontate sono state: sorgo sudanese [S] (*Sorghum x drummondii*), una miscela di sorgo e vigna (*Vigna unguiculata*) [SV] e una miscela di vigna e niger (*Guizotia abyssinica*) [VN]. Le CC sono state confrontate con un testimone lasciato al naturale inerbimento da parte della flora spontanea [NT] e con un testimone di suolo nudo, senza produzione di biomassa nel periodo intercolturale [T]. Ogni anno è stata quantificata la biomassa prodotta dalle CC e al termine dell'esperimento è stato quantificato il contenuto delle frazioni di carbonio organico nel suolo. Ogni anno, per il frumento di forza in successione si è impostato un disegno sperimentale fattoriale con 4 repliche, confrontando le 5 tesi relative alle CC e 3 diversi livelli di concimazione (0, 90, 150 kg N/ha). Il grano è stato trebbiato e sono stati misurati la resa in granella, il peso ettolitrico, il peso dei mille semi e il contenuto proteico.

L'impiego del sorgo come CC ha fornito biomassa significativamente più elevata (+94%) in confronto alle altre, ma anche un rapporto C/N più alto (+77%), il quale suggerisce un tasso di mineralizzazione inferiore. La produzione del frumento è stata influenzata in modo significativo dalla diversa precessione culturale in modo inversamente proporzionale alla quantità di biomassa prodotta dalle CC (-22% per le tesi S e SV in confronto a T), oltre che dai diversi livelli di N. Il peso ettolitrico e il peso dei mille semi non sono stati influenzati dalla diversa concimazione N, mentre il peso ettolitrico è risultato superiore per le tesi con CC (+1.3%). Il contenuto proteico è aumentato significativamente in funzione dell'apporto di N, mentre tutti i trattamenti CC hanno ridotto la qualità panificatoria rispetto al testimone (-7.7%). La sperimentazione sottolinea come l'impiego di CC sia una strategia funzionale per l'accumulo di carbonio nei terreni agrari, ma nel breve periodo possa determinare una perdita di produttività e qualità del frumento, che deve essere limitata con la corretta scelta della specie di CC da impiegare e un'opportuna concimazione N.

**Parole chiave:** cover crop, agricoltura rigenerativa, carbonio organico, contenuto proteico

#### **A4. Controllo delle patologie del frumento con l'applicazione di bio-fungicidi: effetto sulla produttività e sul contenuto in micotossine da *Fusarium* e *Alternaria***

*Stefano Maruccia*<sup>1</sup>, *Paola Giorni*<sup>2</sup>, *Paolo Colombatto*<sup>1</sup>, *Alessio Abate*<sup>3</sup>, *Amedeo Reyneri*<sup>1</sup>,  
*Terenzio Bertuzzi*<sup>3</sup>, *Massimo Blandino*<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>*Università Cattolica del Sacro Cuore, Dipartimento di Scienze delle Produzioni Vegetali Sostenibili (DIPROVES), Via Emilia Parmense 84, 29122 Piacenza (PC);*

<sup>3</sup>*Università Cattolica del Sacro Cuore, Dipartimento di Scienze animali, della nutrizione e degli alimenti (DIANA), Via Emilia Parmense 84, 29122 Piacenza (PC)*

La richiesta di ridurre l'uso di fitofarmaci chimici in agricoltura è sempre più attuale. Lo scopo di questa attività di ricerca è stato quello di valutare l'impatto di alcuni bio-fungicidi disponibili in commercio e applicati alla fioritura del frumento sul controllo delle malattie della foglia e della spiga, la capacità produttiva, i parametri qualitativi e il contenuto in micotossine. In ogni esperimento sono stati messi a confronto rispetto a un testimone non trattato (NT) e un trattamento con un fungicida di sintesi di riferimento (protioconazolo) i seguenti 5 bio-fungicidi:

- sostanze naturali, miscela di rame e zolfo;
- microrganismi competitori, *Phytium oligandrum* (ceppo M1, Polyversum®, Gowan) e *Bacillus subtilis* (ceppo QST713, Serenade Max®, Bayer);
- elicitori, chitosano cloridrato (Chitosano®, Agrilete) e bicarbonato di potassio (Mallen®, Certis).

Nel 2022, con una bassa pressione delle malattie per le ridotte piogge, i bio-fungicidi hanno mostrato una buona capacità di contenimento del complesso della septoria e della fusariosi (-70% e -45% rispetto a NT). Il DON è stato ridotto in media del 51%, con valori al di sotto dei limiti di legge (536 ppb), tuttavia il fungicida di sintesi ha portato a un contenimento significativamente superiore e pari al 75%. Nel 2023, con elevate piogge nel mese di maggio, l'effetto dei bio-fungicidi sul contenimento delle malattie fogliari è significativo, in particolare l'impiego di rame e zolfo ha ridotto la severità del complesso della septoriosi dell'85%, mentre *P. oligandrum* ha minimizzato la severità della fusariosi del 76%. Tuttavia, i bio-fungicidi non hanno permesso una riduzione del contenuto in DON, rispetto al testimone NT, il quale risulta sempre superiore al limite di legge. Tra le micotossine di *Alternaria*, TEN e TEA presentano una contaminazione media di 478 e 120 ppb nel 2022 e di 10 ppb e 56 ppb nel 2023, con una riduzione significativa del 60% solo con l'applicazione del fungicida di sintesi.

La sperimentazione ha messo in evidenza come i prodotti di difesa alternativi ai fungicidi di sintesi forniscano una capacità di controllo delle patologie del frumento ancora parziale, soprattutto per la minimizzazione del rischio da micotossine. La definizione di programmi di difesa efficaci richiederà un'attenta valutazione delle innovazioni disponibili e un loro opportuno inserimento nei sistemi colturali, ridisegnandone l'impostazione per rispondere alle richieste di percorsi agronomici più sostenibili, ma competitivi in termini produttivi, qualitativi ed economici.

**Parole chiave:** controllo biologico, frumento, deossinivalenolo, micotossine da *Alternaria*.

## **A5. La coltivazione del frumento ibrido per l'ottimizzazione dell'utilizzo dell'azoto ed il miglioramento della produttività e sostenibilità dei sistemi cerealicoli**

*Mattia Scapino, Raffaele Meloni, Daniele Garolini, Nicolo Devit, Massimo Blandino*

*Università di Torino, Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari,  
Largo Paolo Braccini 2, 10095 Grugliasco (TO)*

I genotipi ibridi, a differenza delle cultivar convenzionali costituite da linee pure autoimpollinanti, derivano dall'incrocio tra parentali con caratteri genici differenti che porta alla manifestazione del fenomeno dell'eterosi ed un conseguente elevato vigore vegetativo. D'altra parte, la tecnologia di produzione degli ibridi comporta un superiore costo della semente, con la conseguente necessità di ridurre la densità di semina e rendere necessario un adeguamento della tecnica colturale. La presente attività di ricerca si pone l'obiettivo di mettere a confronto un genotipo ibrido di frumento tenero con una varietà convenzionale e determinare la corretta strategia di concimazione azotata (N) al fine di massimizzarne le potenzialità produttive in un'ottica di riduzione degli input agronomici e di maggiore sostenibilità, con specifica attenzione all'impronta carbonica.

Lo studio è stato condotto durante la stagione colturale 2022-23. I trattamenti sono stati una combinazione fattoriale di 2 genotipi di frumento tenero (ibrido e convenzionale) e 20 differenti combinazioni di concimazione N, suddivisa tra l'inizio dell'accestimento e l'inizio della levata secondo un disegno sperimentale a blocchi randomizzati. La resa in granella è stata ottenuta mediante trebbiatura dell'intera parcella sperimentale, misurando le componenti della produzione: densità spighe, cariossidi per spiga, peso 1000 semi. A seguito della raccolta, pesatura e analisi del contenuto di N delle paglie, sono stati stimati *Harvest Index* e la *Nitrogen Use Efficiency* (NUE), nonché il *global warming potential* con approccio *Life Cycle Assessment* (LCA). Sulla granella sono stati valutati il peso ettolitrico e il contenuto di proteine.

Il genotipo ibrido, grazie all'alto indice di accestimento, ha recuperato l'iniziale svantaggio legato alla ridotta dose di seme (-33%) rispetto al genotipo convenzionale, mostrando una densità spighe alla raccolta di poco inferiore (-6%). Dal momento che le altre componenti della produzione (cariossidi per spiga e peso delle cariossidi) sono risultate superiori, ha mostrato un vantaggio produttivo medio del +4% rispetto al genotipo convenzionale, arrivando a rese superiori anche del +10% con bassi livelli di N. Sebbene il contenuto proteico della granella sia risultato di poco inferiore rispetto al genotipo convenzionale (in media -0.8%), la resa in proteine per unità di superficie è risultata simile tra ibrido e varietà convenzionale. Inoltre, la migliore NUE a bassi livelli di concimazione N, e il conseguente minore fabbisogno di N di sintesi, il principale input agronomico responsabile dell'emissione di gas clima-alteranti in agricoltura, ha portato ad un incremento della sostenibilità ambientale del frumento ibrido, per una riduzione dell'impronta carbonica.

I dati raccolti sottolineano come i genotipi ibridi di frumento rappresentano un'opportunità concreta per affrontare le sfide dell'agricoltura moderna (e.g. i cambiamenti climatici) evidenziando una migliore stabilità produttiva ed efficienza d'uso degli input agronomici, permettono al contempo di incrementare la sostenibilità ambientale dei sistemi colturali.

**Parole chiave:** frumento, genotipi ibridi, eterosi, fertilizzazione, impronta carbonica

## **A6. Il contributo della certificazione sementiera nella filiera del frumento duro**

*Antonio Mondillo, Berardino De Angelis, Nikita Trotta, Elisabetta Laura Frusciante*

*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)*

Il materiale sementiero maggiormente certificato in Italia è quello del frumento duro (*Triticum durum* Desf.) con 174.945,49 tonnellate nell'annata 2022-23. Il principale derivato del frumento duro è la semola con cui si predilige produrre l'alimento base della dieta mediterranea, ovvero la pasta. La produzione mondiale di pasta sfiora i 17 milioni di tonnellate e l'Italia è prima al mondo tra i Paesi produttori con 3,6 milioni di tonnellate nel 2022 (+3,2% sul 2021) e un fatturato che sfiora 7 miliardi di euro. Gli italiani sono i principali consumatori al mondo di questo alimento con 23 kg pro-capite all'anno e un totale di 1,3 milioni di tonnellate consumate nel 2022. Il 25% della pasta consumata nel mondo e il 75% di quella consumata in Europa sono prodotti in Italia (U.I.F. e Ipo). La pasta è un'ottima fonte energetica e una discreta risorsa di proteine, vitamine e sali minerali, 100 grammi di pasta forniscono mediamente: 82-83 g. di carboidrati complessi se raffinata e 66-67 g. se integrale; 13,5 g. di proteine vegetali; 1,2 g. di lipidi con un valore energetico di 341 kcal. È fonte di sali minerali come potassio, ferro, calcio, fosforo e zinco.

L'importanza di questo prodotto alimentare si è concretizzata in filiere alimentari grazie alla legge n. 289 del 27 dicembre 2002 che ha istituito per l'appunto i contratti di filiera, prevedendo l'attuazione di disciplinari di produzione con criteri rigidi e nel pieno rispetto dell'ambiente. La base di tutto è l'impiego di materiale sementiero puro, sano e tracciabile. Qualità che può essere raggiunta solo se sottoposto all'intero processo di certificazione ad opera del Centro di ricerca Difesa e Certificazione del Crea quale organismo delegato dal Masaf (Ministero dell'agricoltura, della sovranità alimentare e delle foreste). Il "seme" di frumento duro certificato e controllato sanitarmente permette l'uso di un prodotto perfettamente legale e tracciabile, consente un considerevole risparmio di prodotto all'atto della semina, produce una granella che fornisce derivati più sani, infatti controllare il diffondersi di gravi malattie in campo, quali carbone, fusariosi, carie ed elmintosporiosi fa diminuire, in molti casi, la presenza di micotossine nelle derrate alimentari e, infine sostiene un'agricoltura ecosostenibile grazie all'impiego di varietà che meglio si adattano ai cambiamenti climatici, pedologici e alimentari. La certificazione è ammessa solo su varietà iscritte al Registro Nazionale delle Varietà Agrarie e per poter avere una certezza su quanto mettiamo in tavola e quanto può aiutarci a migliorare i suoli e gli ambienti sarebbe buona prassi utilizzare seme controllato e certificato.

**Parole chiave:** frumento, certificazione, germinabilità, purezza

### **Bibliografia essenziale**

Norme per la produzione a scopo di commercializzazione e la commercializzazione di prodotti sementieri, G.U. n. 16/L-2021; Mondillo Antonio, "Frumento duro, dalle origini delle civiltà alle varietà moderne", Ambiente Risorse Salute n. 99/2004; [www.crea.gov.it](http://www.crea.gov.it); [www.quotidiano.net](http://www.quotidiano.net); [www.lamolisansa.it](http://www.lamolisansa.it)

## **A7. La certificazione delle sementi di cereali e il suo ruolo nelle filiere rigenerative**

*Berardino De Angelis, Antonio Mondillo, Nikita Trotta, Elisabetta Laura Frusciante*

*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)*

L'area sementi del Centro di ricerca Difesa e Certificazione del Crea effettua, su delega del Masaf (Ministero dell'Agricoltura, della Sovranità Alimentare e delle Foreste) la certificazione ufficiale dei prodotti sementieri. Questa avviene attraverso un processo tecnico-amministrativo suddiviso in varie fasi quali: visite in campo alle colture porta-seme, controlli in stabilimento durante le fasi di selezione meccanica e confezionamento, campionamento, analisi delle sementi in laboratorio e controlli a posteriori della coltura commercializzata.

L'uso del seme certificato fornisce la certezza di ciò che si semina in termini di: identità specifica e varietale, purezza, germinabilità e stato sanitario. Una buona germinabilità permette di scegliere una giusta densità di semina che consente di risparmiare prodotto rispetto al seme non certificato e di ottenere una maggiore produttività. Il controllo dello stato sanitario e dell'incidenza di erbe infestanti consentono di avere in commercio un prodotto sano che, insieme alla conoscenza delle caratteristiche delle varietà utilizzate, potrà permettere di organizzare una protezione più efficace del seme riducendo l'utilizzo di prodotti di sintesi come diserbanti, fertilizzanti e antiparassitari. La ricerca e il miglioramento genetico consentono di ottenere varietà appositamente selezionate che possono essere utilizzate per il recupero di ambienti marginali e per un migliore adattamento ai cambiamenti ambientali e climatici (siccità, salinità, caldo, ecc.).

Il seme certificato è un prodotto pronto all'uso commercializzato in idonee confezioni, consente di operare nella legalità e assicura la tracciabilità, favorendo il rispetto delle norme di eco-condizionalità.

La certificazione contribuisce ad assicurare produzioni più sostenibili in quanto l'agricoltore ha la possibilità di poter usufruire di varietà che meglio si adattano ai diversi ambienti. Una filiera basata su questi presupposti consente, senza inficiare le rese produttive, anzi esaltandole, la razionalizzazione dell'utilizzo dei prodotti di sintesi e delle risorse idriche. Inoltre, accanto all'utilizzo di seme certificato, per affrontare le sfide ambientali e di sostenibilità sono auspicabili anche altre operazioni come le rotazioni per una diversificazione delle colture e l'utilizzo di pratiche come la semina su sodo che favoriscono il mantenimento delle proprietà del suolo.

**Parole chiave:** certificazione, sementi, tracciabilità, filiere, ambiente

### **Bibliografia essenziale**

Norme per la produzione a scopo di commercializzazione e la commercializzazione di prodotti sementieri, G.U. n. 16/L-2021; [www.crea.gov.it](http://www.crea.gov.it)

## A8. Fitopatie del frumento e comportamento delle varietà

*Angela Iori<sup>1</sup>, Nicola Pecchioni<sup>2</sup>, Patrizia Vaccino<sup>3</sup>, Nino Virzi<sup>4</sup>, Pasquale De Vita<sup>2</sup>, Andreina Belocchi<sup>1</sup>, Mauro Fornara<sup>1</sup>, Stefania Licciardello<sup>4</sup>, Stefania Mascheroni<sup>5</sup>, Valerio Mazzon<sup>1</sup>, Silvana Paone<sup>2</sup>, Anastasia Pesce<sup>4</sup>, Antonio Troccoli<sup>2</sup>, Cosimo Cassetta<sup>6</sup>, Eder Groli<sup>7</sup>, Lucia Mameli<sup>8</sup>, Nicola Mottola<sup>6</sup>, Antonella Petrini<sup>9</sup>, Biagio Randazzo<sup>10</sup>, Stefano Ravaglia<sup>7</sup>, Paola Viola<sup>11</sup>*

<sup>1</sup>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);

<sup>2</sup>Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (CREA), Centro di ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali, S.S. 673 km 25+200, 71122 Foggia (FG);

<sup>3</sup>Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (CREA), Centro di ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali, S.S. 11 per Torino km 2,5-13100, Vercelli (VC);

<sup>4</sup>Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (CREA), Centro di ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali, Corso Savoia 190, 95024 Acireale (CT);

<sup>5</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>6</sup>ARSARP Agenzia Regionale per lo Sviluppo Agricolo, Rurale e della Pesca, Via G. Vico 4, 86100 Campobasso (CB);

<sup>7</sup>Società italiana sementi spa, Via Mirandola 5, 40068 San Lazzaro di Savena (BO);

<sup>8</sup>Agenzia regionale per la ricerca in agricoltura (AGRIS), S.S. 291 Sassari\_Fertilia Km 18,600 Bonassai (SS);

<sup>9</sup>Centro Ricerche e Sperimentazione per il Miglioramento vegetale (CERMIS), Contrada Abbadia di Fiastra 2, 62029 Tolentino (MC);

<sup>10</sup>Associazione agricola Randazzo (ASAR), Contr. Loreto Snc, 90023 Ciminna (PA);

<sup>11</sup>Apsovsementi spa, Strada Torremenapace 40, 27058 Voghera (PV)

Il CREA-Centro di ricerca Ingegneria e Trasformazioni agroalimentari (CREA-IT) di Roma organizza ogni anno la Rete nazionale prove epidemiologiche per saggiare il comportamento delle varietà di frumento duro e tenero verso le principali fitopatie e monitorare l'evoluzione spazio-temporale dei patogeni fungini. Questi ultimi possono influenzare negativamente la risposta delle cultivar e compromettere la produzione, la qualità e la salubrità della granella e dei prodotti di trasformazioni.

Nell'ambito dello studio sono stati elaborati i dati fitopatologici registrati per oltre un ventennio su numerose varietà di entrambe le specie di frumento, saggiate in 10-12 località rappresentative delle principali aree cerealicole del nostro Paese.

Tra le principali malattie, il complesso della septoriosi ha colpito entrambe le specie, in particolare le varietà di frumento duro, con attacchi elevati, rappresentando uno dei maggiori problemi in Italia. La ruggine gialla generalmente nota per le infezioni su frumento tenero in aree con condizioni climatiche fresco umide, sorprendentemente, negli ultimi anni è stata rilevata in forma epidemica sui genotipi di frumento duro, soprattutto in Sicilia. La ruggine bruna è risultata costantemente presente nel nostro territorio, raggiungendo gravità di attacco consistenti sui frumenti. La ruggine nera rappresenta una grave minaccia per il frumento a livello globale ed è ricomparsa nei nostri ambienti in forma epidemica ormai da qualche anno. Le infezioni di oidio negli ultimi anni sono state piuttosto contenute su frumento tenero, rispetto a quanto registrato sul duro. Lo studio, inoltre, ha permesso di individuare le cultivar migliori, fornendo informazioni utili sul comportamento, resistente o suscettibile, delle varietà saggiate nei diversi anni.

**A9. Orzo da malto e cambiamenti climatici.**  
**Le varietà idonee per gli ambienti caldo-aridi - Risultati parziali del progetto**  
**INNO.MALTO**

*Nino Virzi<sup>1</sup>, Dario D'Angelo<sup>2</sup>, Antonio Leonardi<sup>1</sup>, Stefania Licciardello<sup>1</sup>,  
Ezio Li Puma<sup>1</sup>, Alessia Lo Scalzo<sup>1</sup>, Anastasia Pesce<sup>1</sup>, Fabiola Sciacca<sup>1</sup>,  
Nicola Pecchioni<sup>1</sup>, Massimo Palumbo<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. Corso Savoia 190, 95024 Acireale (CT);

<sup>2</sup>Ente di Sviluppo Agricolo (ESA) - SOPAT 47, Piazza Ing. G. Panvini 17, 94100 Enna (EN)

La coltivazione italiana dell'orzo da malto è concentrata nelle regioni centro-meridionali, grazie alla presenza delle principali malterie industriali italiane. Il nostro Paese è fortemente deficitario ed il 68 % del malto utilizzato è di provenienza estera. Tale scenario induce a ipotizzare buone prospettive di crescita per l'ordeicoltura da birra italiana, sia per il crescente aumento del fabbisogno industriale sia per lo sviluppo di filiere locali destinate a produzioni "artigianali". Negli ambienti caldo-aridi siciliani, sempre più soggetti agli effetti dei cambiamenti climatici, l'orzo presenta numerosi vantaggi rispetto ad altre colture, che si traducono in maggiore produttività, minori costi di produzione e benefici ambientali. Nell'ambito della Sottomisura 16.1 del PSR Sicilia 2014-2022, al fine di favorire lo sviluppo della filiera cereali-malto-birra attraverso l'impiego di malto contraddistinto da una forte caratterizzazione locale e da elevate proprietà qualitative, è stato avviato il progetto "INNO.MALTO - Caratterizzazione di un malto tipico siciliano attraverso l'introduzione di metodi di coltivazione e di trasformazione delle materie prime innovative". Da molti anni il Centro Cerealicoltura e Colture Industriali di Acireale del CREA, partner del progetto Inno.Malto, conduce in Sicilia sperimentazioni sull'orzo distico da malto. Il lavoro di caratterizzazione agronomica e qualitativa realizzato nel poliennio 2018-2023 è stato messo a servizio del progetto per individuare genotipi dotati di buona adattabilità agli ambienti siccitosi ed evidenziare le potenzialità della coltura ordeicola in Sicilia. Un *pool* di varietà di orzo da malto ha mostrato ottima stabilità produttiva ed una più spiccata adattabilità all'aridocoltura, producendo mediamente il 13% in più delle rese medie delle varietà di orzo da zootecnia e il 29% in più della varietà di frumento duro Iride, adottata come testimone di riferimento. Sulle varietà in valutazione sono stati riscontrati generalmente ottimi valori del peso dei 1000 semi, buon peso ettolitrico e contenuto proteico equilibrato, tutte caratteristiche importanti per la produzione di un buon malto. Inoltre, le condizioni ambientali siciliane hanno favorito l'ottenimento di produzioni di ottime caratteristiche igienico-sanitarie e di elevata qualità maltaria.

**Parole chiave:** orzo distico, cambiamenti climatici, malto, birra agricola

**Bibliografia essenziale**

Annual Report 2022, Assobirra (<https://www.assobirra.it/annual-report-assobirra/>).

Virzi N., Palumbo M., 2017. *Scelta varietale e tecniche colturali per l'orzo da birra nel Sud Italia*. Atti del Workshop "Filiera del luppolo e della birra artigianale nell'Italia meridionale", Nocera Terinese (CZ), 15 luglio 2017: 41-58.

Virzi N., Li Puma E., Licciardello S., Sciacca F., Leonardi L., Pesce A., Lo Scalzo A.M., Zappalà A., D'Angelo D., Gianinetti A., Faccini N., Cattivelli L., Baronchelli M., Palumbo M., 2022. *Speciale Cereali. Le varietà di orzo da malto per lo sviluppo della filiera della birra artigianale siciliana*. Agrisicilia, 9: 27-31.

## A10. Presenza di metaboliti secondari fungini in cariossidi di frumento duro coltivato in Italia e loro correlazione con la comunità fungina ad esse associata

Antonio Prodi<sup>1</sup>, Francesco Tini<sup>2</sup>, Virgilio Balmas<sup>3</sup>, Alessandro Infantino<sup>4</sup>, Andrea Onofri<sup>2</sup>, Eleonora Cappelletti<sup>1</sup>, Safa Ofensou<sup>3</sup>, Michael Sulyok<sup>5</sup>, Massimo Montanari<sup>6</sup>, Domenica Iraci Capuccinello<sup>7</sup>, Nino Virzi<sup>8</sup>, Ilaria Alberti<sup>9</sup>, Lorenzo Covarelli<sup>2</sup>, Giovanni Beccari<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Università di Bologna, Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari, Alma Mater Studiorum, Viale Fanin 40, 40127 Bologna (BO);

<sup>2</sup>Università di Perugia, Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Alimentari, Borgo XX Giugno 74, 06121 Perugia (PG);

<sup>3</sup>Università degli Studi di Sassari, Dipartimento di Agricoltura, Viale Italia 39 a, 071100 Sassari (SS);

<sup>4</sup>Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (CREA), Centro di ricerca Difesa e Certificazione, Via Bertero 22, Roma (RM);

<sup>5</sup>University of Natural Resource and Life Sciences, Vienna, Department of Agrobiotechnology (IFA-Tulln), Institute of Bionalytics and Agro-Metabolomics, Tulln, Austria;

<sup>6</sup>Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (CREA), Centro di ricerca Cerealicoltura e colture industriali, Via di Corticella 133, 40128 Bologna (BO);

<sup>7</sup>Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (CREA), Centro di ricerca Difesa e Certificazione, Via di Corticella 133, 40128 Bologna (BO);

<sup>8</sup>Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (CREA), Centro di ricerca Cerealicoltura e colture industriali, C.so Savoia 190, Acireale (CT);

<sup>9</sup>Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (CREA), Centro di ricerca Cerealicoltura e colture industriali, Viale Amendola 82, 45100 Rovigo (RO)

La presente indagine è stata condotta su 70 campioni di frumento duro provenienti da tre diverse macroaree di coltivazione italiane: nord, centro e sud. I campioni sono stati sottoposti ad analisi micologica (mediante due diverse tecniche diagnostiche) e alla quantificazione, mediante analisi LC/MS-MS, dei metaboliti secondari fungini, tra i quali le micotossine maggiormente note e regolamentate a livello comunitario. La comunità fungina associata ai campioni oggetto della presente indagine è risultata essere appartenente ai seguenti generi: *Acremonium*, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Epicoccum*, *Fusarium*, *Gliocladium*, *Microdochium*, *Penicillium* e *Rhizopus*. Tra questi, i generi *Alternaria* e *Fusarium* hanno mostrato l'incidenza più elevata. L'analisi LC/MS-MS ha evidenziato come i metaboliti secondari fungini maggiormente presenti all'interno delle cariossidi di frumento duro erano quelli biosintetizzati dai funghi appartenenti ai generi *Fusarium* e *Alternaria*. Le zone di coltivazione del centro e del nord Italia hanno presentato i livelli più alti di metaboliti secondari prodotti dal genere *Fusarium*. In particolare, il deossinivalenolo è stato riscontrato nei campioni provenienti dal centro e dal nord, mentre, livelli molto più contenuti, sono stati ritrovati al sud. Una distribuzione simile è stata rilevata anche per il nivalenolo. Le enniatine, invece, sono risultate essere particolarmente presenti nei campioni provenienti dal centro Italia. Quest'ultima macroarea, si è contraddistinta anche per i livelli più alti di metaboliti secondari prodotti dal genere *Alternaria* (alternariolo, altertossin-I, macrosporina e tentoxina).

**Parole chiave:** frumento duro, cariossidi, micoflora, micotossine

### Bibliografia essenziale

Different diagnostic approaches for characterization of the fungal community and *Fusarium* species complex composition of Italian durum wheat grain and correlation with secondary metabolite accumulation. J. Sci. Food Agric. 2023; 103: 4503-4521

## **A11. Aspetti normativi delle analisi dei metalli nel riso: cadmio e arsenico inorganico (regole decisionali con incertezza di misura)**

*Erika Fantozzi, Francesca Trivero, Cinzia Simonelli*

*Ente Nazionale Risi, Laboratorio di Chimica Merceologia e Biologia Molecolare, Centro Ricerche sul Riso, Strada per Ceretto 4, 27030 Castello d'Agogna (PV)*

Cadmio e arsenico sono rispettivamente un metallo bivalente e un semimetallo tossico nella sua forma inorganica, in grado di simulare i comportamenti di altri elementi (zinco e fosforo) coinvolti in processi biologici essenziali per l'organismo. Per questo motivo risulta fondamentale regolamentare il contenuto di questi metalli pesanti negli alimenti. A tal proposito la Commissione Europea ha emanato due regolamenti che stabiliscono i tenori massimi di cadmio e arsenico inorganico negli alimenti ad uso umano, tra cui il riso. Per quanto riguarda il cadmio è stato emanato nel 2006 il regolamento (CE) n.1881/2006, nel quale veniva stabilito inizialmente il limite di 0,20 mg/kg. Tale limite è stato successivamente abbassato a 0,15 mg/kg a seguito del regolamento (UE) 2021/1323. Nel 2014, grazie al regolamento (CE) n. 488/2014 è stato stabilito che il limite di cadmio nel riso per quanto riguarda gli alimenti a base di cereali e alimenti per lattanti e bambini (baby-food) dovesse essere di 0,040 mg/kg. Analogamente, con il regolamento (UE) 2015/1006, la Commissione Europea ha varato i limiti massimi consentiti per l'arsenico inorganico, ovvero 0,20 mg/kg e 0,10 mg/kg per il baby-food. Anche in questo caso nel 2023, la Commissione Europea ha emanato un nuovo regolamento (UE) 2023/465 per abbassare il limite a 0,15 mg/kg per il riso lavorato e 0,25 mg/kg per il riso parboiled e semigreggio. Il Laboratorio di Chimica, Merceologia e Biologia Molecolare del Centro Ricerche sul Riso (Ente Nazionale Risi) effettua la determinazione di cadmio e arsenico inorganico tramite prove certificate da Accredia, l'Ente di Accreditamento Italiano. Nel caso del cadmio si procede attuando il metodo normato UNI EN 14083:2003, relativa alla determinazione degli elementi in traccia in prodotti alimentari mediante spettrometria ad assorbimento atomico con forno di grafite (GF-AAS), previa digestione del campione con forno a microonde. Per l'arsenico inorganico, si utilizza il metodo normato UNI CEN/TS 16731:2014. In questo caso la determinazione dell'elemento in tracce viene effettuata tramite spettrometria ad assorbimento atomico con formazione di idruri (HG-AAS) in seguito ad estrazione acida e pre-riduzione del campione da sottoporre ad analisi. Per i campioni che risultano avere una concentrazione, associata ad un'incertezza estesa, di Cd e i-As prossima ai limiti di legge, il Laboratorio, qualora venga chiesta una verifica di conformità, applica le regole decisionali sancite dai documenti tecnici.

**Parole chiave:** riso, cadmio, arsenico, normative, incertezza

### **Bibliografia essenziale**

Regolamento (CE) N. 1881/2006 - Tenori massimi di alcuni contaminanti nei prodotti alimentari.

Regolamento (UE) N. 2015/1006 - Modifica del regolamento (CE) N. 1881/2006.

UNI EN 14083:2003 "Determinazione di elementi in tracce - Determinazione di piombo, cadmio, cromo e molibdeno mediante spettrometria ad assorbimento atomico con forno di grafite dopo digestione sotto pressione".

UNI CEN/TS 16731:2014 "Determinazione dei composti dell'arsenico reagenti all'idruro nel riso mediante spettrometria ad assorbimento atomico (AAS-idruro) in seguito di estrazione acida".

## **A12. Aspetti normativi relativi alla qualità del granello di riso: il DLgs 131/2017 e la norma ISO 7301**

*Erika Fantozzi, Francesca Trivero, Aldo Carnia, Cinzia Simonelli*

*Ente Nazionale Risi, Laboratorio di Chimica Merceologia e Biologia Molecolare, Centro Ricerche sul Riso, Strada per Ceretto 4, 27030 Castello d'Agogna (PV)*

Il 2017 è stato un anno di svolta nel mercato del riso in quanto è stata introdotta la nuova Legge del Mercato Interno, ovvero il Decreto Legislativo 131/2017, pubblicato nella GU n. 209 del 7-9-2017 (DLgs 131/2017).

La filosofia con cui è stato redatto tale documento è fare chiarezza ed essere di supporto ai Consumatori nella scelta delle varietà di riso, nel complesso panorama italiano in cui, ad oggi, se ne annoverano oltre 300 iscritte al Registro detenuto da Ente Nazionale Risi (ENR).

Il DLgs 131/2017 considera *in primis* le varietà storiche italiane (Arborio, Roma o Baldo, Carnaroli, Ribe, Vialone nano, S. Andrea). Se esse seguono un preciso percorso di filiera, la cui garanzia è sancita dai controlli di ENR, possono essere confezionate con la dicitura CLASSICO e all'interno del pacchetto si è certi vi sia esclusivamente quella specifica varietà. Nel corso dei decenni sono state sviluppate varietà morfologicamente simili alle classiche, ma che risultano differenti, ad esempio, per tratti fisiologici della cariosside o agronomici in campo. Sono le varietà similari alle classiche, definite TRADIZIONALI. Il DLgs 131/2017 prevede che tali *cultivar* rispettino specifiche caratteristiche del granello (lunghezza, larghezza, rapporto lunghezza/larghezza, consistenza, perla) per poter essere inserite nei gruppi definiti dalle capostipiti. Infine, vi sono le varietà GENERICHE, ovvero a granello: lungo A, lungo B, medio e tondo, definito tramite i parametri lunghezza, rapporto lunghezza/larghezza.

Il DLgs 131/2017 definisce inoltre le caratteristiche qualitative che il riso lavorato, semigreggio parboiled e non, deve possedere per poter essere commercializzato, dopo essere stato sottoposto a controllo qualitativo tramite analisi condotta secondo le modalità descritte nella norma ISO 7301.

**Parole chiave:** riso, varietà classiche, varietà tradizionali, varietà generiche

### **Bibliografia essenziale**

UNI ISO 7301:2021 "Riso - Specifiche".

DLgs 131/2017 Disposizioni concernenti il mercato interno del riso, in attuazione dell'articolo 31 della legge 28 luglio 2016, n. 154.

Simonelli C., Sciorati F., Cormegna M. (2020) "Storia del riso: un cereale millenario tra i diversi continenti". La Rivista di Scienze dell'Alimentazione, Anno 48, n°3.

Speciale Analisi, Ed. 2023. Ente Nazionale Risi ([www.enterisi.it](http://www.enterisi.it))

Tinarelli A. (1999): "Appunti di Merceologia - Il Riso nelle sue caratteristiche e Qualità". Ed. Saviolo.

### **A13. Applicazione dell'analisi di identificazione varietale genetica all'analisi delle diverse varietà di riso**

*Francesca Trivero, Erika Fantozzi, Chiara Cattaneo, Aldo Carnia, Cinzia Simonelli*

*Ente Nazionale Risi, Laboratorio di Chimica Merceologia e Biologia Molecolare,  
Centro Ricerche sul Riso, Strada per Ceretto 4, 27030 Castello d'Agogna (PV)*

La Legge del Mercato Interno (DLgs 131/2017) prevede un Registro delle varietà di riso, detenuto e aggiornato annualmente da Ente Nazionale Risi, nel quale sono riportati tutti i caratteri morfologici caratterizzanti le singole varietà. Per legge, inoltre, non è consentito commercializzare miscele costituite da varietà diverse (presenza di altre varietà tollerata nel campione  $\leq 5\%$ ). L'analisi di riconoscimento morfologico su riso lavorato, tuttavia, non sempre permette l'identificazione visiva univoca della varietà di appartenenza. In particolar modo è estremamente complicato discriminare morfologicamente tra loro, o rispetto alla rispettiva varietà classica, le varietà tradizionali appartenenti ad uno stesso gruppo (S. Andrea, Ribe, Carnaroli, Roma o Baldo, Arborio e Vialone Nano).

È per questo motivo che il Laboratorio di Chimica, Merceologia e Biologia Molecolare del Centro Ricerche dell'Ente Nazionale Risi, nel corso degli ultimi anni, ha sviluppato, validato ed accreditato un metodo per l'identificazione varietale genetica delle varietà Classiche e Tradizionali basato sullo studio di specifici marcatori molecolari seguendo come linea guida la norma internazionale ISO 13495 – Principi di selezione e criteri di validazione per i metodi di identificazione varietale usando specifici acidi nucleici.

Il focus dello sviluppo dell'analisi è stato di riuscire a discriminare sotto il profilo genetico 30 varietà (6 classiche, 23 tradizionali e una varietà appartenente al gruppo Tondi) mediante l'utilizzo di marcatori molecolari, nello specifico gli SNP (Polimorfismi a Singolo Nucleotide), ovvero variazioni puntiformi nella sequenza genetica.

L'analisi di sequenziamento Illumina ha consentito di confrontare le informazioni genetiche delle 30 varietà con il genoma di riferimento di riso (Nipponbare) e ottenere così 15000 SNP. Grazie ad un'attenta analisi bioinformatica, sono stati selezionati 301 SNP in grado di discriminare tutte e 30 le varietà indagate, rendendo così possibile la costituzione di una "libreria genetica" di confronto.

Per verificare il corretto potere discriminatorio dei marcatori molecolari, le stesse 30 varietà sono state nuovamente sequenziate e i risultati bioinformatici sono stati confrontati con il set di 301 SNP precedentemente creato, confermandone l'efficacia.

Il metodo è stato quindi validato, in accordo con i principi indicati nella norma ISO 13495 e, a partire da inizio 2023, accreditato Accredia.

Le prospettive di sviluppo dell'analisi nel prossimo biennio (2024-2025) riguarderanno l'ampliamento delle varietà discriminabili a partire da quelle appartenenti al gruppo Tondi.

Un obiettivo interessante da sviluppare nel prossimo futuro sarà l'identificazione delle singole varietà presenti in miscela e la relativa abbondanza percentuale, implementando così al carattere qualitativo dell'analisi anche quello quantitativo.

**Parole chiave:** riso, identificazione varietale, marcatori molecolari, sequenziamento

#### **Bibliografia essenziale**

DECRETO LEGISLATIVO 4 agosto 2017, n. 131, Disposizioni concernenti il mercato interno del riso, in attuazione dell'articolo 31 della legge 28 luglio 2016, n. 154. (17G00145).

ISO 13495:2013, Foodstuffs, Principles of selection and criteria of validation for varietal identification methods using specific nucleic acid.

Registro Varietale D.L. 131/2017.

#### A14. L'importanza dei dati storici: 20 anni di studio sulla collezione di riso del CREA-CI

*Francesca Sansoni<sup>1</sup>, Lorenzo Sena<sup>1,2</sup>, Marco Canella<sup>1</sup>, Patrizia Vaccino<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, Strada Statale 11 per Torino km 2,5, 13100 Vercelli (VC);

<sup>2</sup>Università degli studi di Modena e Reggio Emilia Dipartimento di Scienze della Vita, Via Mendola 2, 42122 Reggio Emilia (RE)

Il riso (*Oryza sativa*) rappresenta un alimento base per metà della popolazione mondiale (Gutaker *et al.*, 2020) e uno dei cereali più coltivati al mondo. L'Italia è leader in Europa, coprendo circa il 64% della produzione di riso della UE (dato Enterisi).

Il Centro di Ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali del CREA (CREA-CI), sede di Vercelli, trova il suo punto fondante nella ricerca sul riso fin dalla sua nascita, nel 1908. L'Istituto rappresenta uno dei pochi centri di ricerca focalizzati sul riso a livello nazionale. Diverse varietà sono state sviluppate in questa sede, tra cui molte, come Vialone Nano e Roma, hanno tutt'ora grande valore commerciale. Presso il Centro è mantenuta una collezione costituita da 708 varietà, italiane ed internazionali, in prevalenza dalla specie *Oryza sativa*. Sono inoltre incluse alcune accessioni delle specie selvatiche *O. glaberrima* e *O. rufipogon*. Tale collezione rappresenta una fonte di biodiversità di fondamentale importanza per lo sviluppo di nuove varietà in prospettiva delle nuove sfide in campo agricolo (McCouch *et al.*, 2013).

Durante i cicli di rigenerazione dei materiali nel corso degli anni, sulle accessioni sono stati raccolti numerosi dati morfo-fisiologici e agronomici, che sono andati a costituire un archivio storico di oltre 11.000 dati complessivi. Alla luce delle crescenti necessità di uniformare sulla base di principi FAIR (*Findable, Accessible, Interoperable, Reusable*) i protocolli operativi e i dati raccolti dalle varie banche del germoplasma internazionali, è stata avviata la gestione standardizzata di tali dati "storici".

Il dataset complessivo comprende informazioni su 39 tratti fenotipici, distribuiti in 205 esperimenti condotti dal 2002 al 2023 in 17 località del vercellese. Per il presente lavoro sono state selezionate solo prove comparabili tra loro e svolte in condizioni standard, per garantire la rappresentatività dei dati. Il risultato ottenuto consiste in un dataset di 6.592 osservazioni, relative a 675 genotipi. A partire dal dataset completo, sono stati presi in considerazione tratti agronomici quali altezza della pianta, data di fioritura, e suscettibilità a malattie fungine, come brusone (*Pyricularia oryzae*) e mal del collo (*Magnaporthe grisea*). Le analisi sono state svolte mediante linguaggio di programmazione R. Sui dati sono state effettuate le analisi descrittiva e multivariata. Per ogni tratto fenotipico è stata inoltre calcolata l'ereditabilità.

L'altezza della pianta e il peso dei mille semi sono risultati i tratti con ereditabilità più alta. Alcune correlazioni confermano l'atteso: le malattie mostrano correlazione negativa rispetto alla produzione e alla data di fioritura; le varietà provenienti dal Centro-America sembrano discostarsi molto dalle restanti.

Questo lavoro, integrato con i dati genetici, è alla base di studi quali analisi di associazione (GWAS) e predizione genomica (GS).

**Parole chiave:** *Oryza sativa*, germoplasma, dati storici, R script, riso

#### **Bibliografia essenziale**

Gutaker, R.M., Groen, S.C., Bellis, E.S. et al. Genomic history and ecology of the geographic spread of rice. *Nat. Plants* 6, 492–502 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41477-020-0659-6>

McCouch, S., Baute, G., Bradeen, J. et al. Feeding the future. *Nature* 499, 23–24 (2013). <https://doi.org/10.1038/499023a>

## **A15. L'importanza dei processi rizosferici nella gestione della fertilizzazione fosfatica in risaia**

*Sara Martinengo<sup>1,2</sup>, Maria Martin<sup>1</sup>, Michela Schiavon<sup>1</sup>, Marco Romani<sup>3</sup>,  
Daniel Said-Pullicino<sup>1</sup>, Angelia Seyfferth<sup>2</sup>, Luisella Celi<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>*University of Delaware, Department of Plant and Soil Sciences, 531 S College Ave, Newark, DE 19716, United States;*

<sup>3</sup>*Ente Nazionale Risi, Centro di Ricerca sul Riso, Strada per Ceretto 4, 27030 Castello D'Agogna (PV)*

Il fosforo (P) è il nutriente che risente maggiormente della coltivazione del riso in sommersione, a causa del suo stretto legame con gli ossidi di ferro (Fe). A livello rizosferico, il Fe(II), rilasciato in soluzione in seguito alla dissoluzione riduttiva degli ossidi, riprecipita con l'ossigeno rilasciato dalle radici del riso, formando placche di Fe sulla superficie radicale che possono trattenere diverse forme di P inorganico ed organico. Tuttavia, il ruolo di tali placche nei processi che determinano la disponibilità di P per la pianta è ampiamente dibattuto. Inoltre, la necessità di aumentare la sostenibilità degli agroecosistemi ha portato alla crescente applicazione di tecniche di risparmio idrico nella coltivazione del riso, come l'alternanza di periodi di asciutta e sommersione. L'introduzione di periodi di asciutta durante il ciclo culturale può modificare il rilascio di Fe(II) e P in soluzione, variando i processi di formazione ed evoluzione delle placche di Fe e le conseguenti dinamiche di ritenzione/rilascio del P. Questo lavoro si è pertanto proposto di valutare a) le variazioni nella formazione e nella struttura delle placche di Fe in seguito all'adozione di tecniche di risparmio idrico, b) le forme di P trattenute da queste superfici e il loro ruolo nel determinare la disponibilità del nutriente per la pianta. In una prova di mesocosmo (volume approssimativo 1 m<sup>3</sup>) si è confrontato l'effetto dell'alternanza asciutta-sommersione rispetto alla tradizionale sommersione continua. Per ogni mesocosmo 2 piante di riso sono state campionate nelle principali fasi di sviluppo della coltura per valutare la quantità di placche di Fe formate a livello radicale, il grado di cristallinità, le forme di P trattenute e le conseguenze sulla disponibilità del nutriente per la pianta. I risultati ottenuti mostrano che l'applicazione di tecniche di risparmio idrico diminuisce la quantità di placche di Fe depositate a livello radicale, tuttavia l'aumento del rapporto molare P:Fe nella soluzione tellurica ha favorito la formazione di co-precipitati Fe-P a scarso ordine cristallino rispetto a quella di ossidi cristallini con P adsorbito in superficie osservata in condizioni di sommersione continua. La variazione della struttura delle placche e del meccanismo di ritenzione del P è risultata determinante per la disponibilità di nutriente. Infatti, in condizioni di alternanza asciutta-sommersione è stato osservato un maggiore rilascio di P dalla placca, favorendone l'assorbimento da parte della pianta. In conclusione, l'ipotesi che le tecniche di risparmio idrico potessero diminuire la disponibilità del P è stata contraddetta dai risultati, perché la maggior dinamicità del ciclo del nutriente a livello rizosferico permette il mantenimento delle potenzialità produttive.

## **A16. A monte della riduzione di acrilammide in prodotti cerealicoli: esplorazione della variabilità allelica del gene asparagina sintasi in frumenti a diverso livello di ploidia**

*Caterina Morcia<sup>1</sup>, Roberta Ghizzoni<sup>1</sup>, Valeria Terzi<sup>1</sup>, Ravi Teja Gogam<sup>1</sup>, Valeria Turfani<sup>2</sup>,  
Valentina Narducci<sup>2</sup>, Antonio Raffo<sup>2</sup>*

*Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (CREA), Centro di ricerca Genomica e Bioinformatica, Via San Protaso 302, 29017 Fiorenzuola d'Arda (PC);  
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)*

L'asparagina, nella sua forma libera (solubile, non proteica) è una importante molecola di trasporto e stoccaggio dell'azoto nelle piante, che ne determinano l'accumulo anche in condizioni di stress per il contenimento dei radicali liberi. L'asparagina libera è però anche il precursore dell'acrilammide (C<sub>3</sub>H<sub>5</sub>NO), contaminante cancerogeno che si forma durante la frittura, torrefazione, cottura al forno, tostatura e lavorazione ad alta temperatura di cereali ed altre materie prime vegetali. L'asparagina viene sintetizzata mediante il trasferimento di un amino gruppo dalla glutammina all'aspartato in una reazione catalizzata dall'asparagina sintetasi. Nelle *Triticeae* questo enzima è codificato da una famiglia genica che comprende da due a cinque geni per genoma diploide. Studi precedenti (Oddy et al., 2021) hanno evidenziato come alcune accessioni di frumenti a basso contenuto in asparagina libera siano portatrici di una delezione nei geni *ASN* localizzati nel genoma B. Saggi PCR sono stati sviluppati con lo scopo di evidenziare in modo veloce e a basso costo la presenza della delezione, a sua volta predittiva di basso contenuto in asparagina libera. Nell'ambito del progetto PRO-MITIGATION la presenza/assenza di tale delezione è stata valutata in un ampio pool di frumenti. I marcatori molecolari impiegati hanno consentito di evidenziare una consistente variabilità allelica in una collezione di germoplasma di frumenti italiani a diverso livello di ploidia ed appartenenti a diverse finestre temporali di breeding.

**Parole chiave:** Asparagina, Acrilammide, Frumento, Marcatori molecolari, PCR

### **Bibliografia essenziale**

Oddy, J., Alarcón-Reverte, R., Wilkinson, M., Ravet, K., Raffan, S., Minter, A., Mead, A., Elmore, J.S., de Almeida, I.M., Cryer, N.C. and Halford, N.G., 2021. Reduced free asparagine in wheat grain resulting from a natural deletion of TaASN-B2: investigating and exploiting diversity in the asparagine synthetase gene family to improve wheat quality. *BMC Plant Biology*, 21:302. <https://doi.org/10.1186/s12870-021-03058-7>

## **A17. Applicazione del telerilevamento satellitare per la valutazione della qualità e sanità dei cereali**

*Raffaele Meloni, Alessandro Farbo, Enrico Borgogno-Mondino,  
Amedeo Reyneri, Massimo Blandino*

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

Il telerilevamento ottico è una tecnica di analisi non distruttiva che si basa sull'osservazione di specifiche lunghezze d'onda dello spettro elettromagnetico e sulla loro combinazione per generare indici spettrali. Gli indici più diffusi risultano essere l'NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), l'NDRE (*Normalized Difference Red-Edge Index*) e l'NDWI (*Normalized Difference Water Index*) i quali permettono di valutare rispettivamente lo sviluppo, lo stato nutrizionale e il contenuto idrico della coltura. Nell'ultimo decennio, l'accesso a tali indici su larga scala è stato reso possibile grazie alle diverse costellazioni di satelliti che scansionano ad intervalli regolari l'intera superficie terrestre.

La disponibilità di tali informazioni in breve tempo e su superfici elevate si adatta ad un'applicazione su colture intensive quali i cereali. In un'ottica di gestione della filiera, l'utilizzo dell'indice appropriato può rappresentare uno strumento utile per la valutazione di aspetti produttivi (stime di resa), qualitativi e sanitari (micotossine) durante lo sviluppo della coltura, in modo tale da canalizzare il prodotto in fase di conferimento verso la corretta destinazione d'uso.

La ricerca, condotta in 3 annate agrarie (dal 2021 al 2023) ha considerato sia frumento sia mais, monitorando più di 200 appezzamenti per coltura distribuiti nella pianura piemontese. La resa e i parametri qualitativi (proteine e peso ettolitrico per il frumento, peso ettolitrico per il mais) sono stati rilevati per ciascun appezzamento. Il contenuto di deossinivalenolo (DON) nel frumento è stato misurato in 50 appezzamenti, mentre le fumonisine e le aflatossine sono state valutate in 80 situazioni agronomiche a mais.

L'analisi dei dati ha riguardato la correlazione tra i diversi indici vegetazionali nel corso del ciclo colturale e i parametri produttivi, qualitativi e sanitari considerando anche le differenze intrinseche dovute al genotipo (precocità) e la classe merceologica di destinazione. Inoltre gli indici sono stati testati sia in specifici momenti chiave del ciclo colturale sia considerando l'andamento dell'indice stesso e quindi l'integrale della curva definita dall'indice nel tempo. Quest'ultimo confronto ha fornito i risultati di correlazione migliore con i parametri produttivi e qualitativi: entrambi gli indici NDVI e NDRE presentano una relazione stretta con la produzione di granella e la proteina del frumento, mentre il peso ettolitrico, più fortemente collegato al genotipo, non presenta relazioni significative. L'indice NDWI è risultato avere la una più elevata capacità predittiva su mais, in particolare per quanto riguarda la produzione di granella e il contenuto di micotossine. Infine, si evidenzia un incremento della capacità predittiva degli indici sulla qualità delle produzioni, andando ad analizzare le singole classi commerciali.

Il telerilevamento può rappresentare uno strumento importante di gestione non solo agronomica delle colture, ma anche della gestione delle filiere produttive, fornendo indicazioni agli operatori dei centri di raccolta per operare le opportune segregazioni di partite con differenti livelli qualitativi e sanitari.

**Parole chiave:** Telerilevamento, Produzione, Proteine, Micotossine

## **A18. Efficacia dei fungicidi contenenti protioconazolo contro le principali specie di *Fusarium* associate al Fusarium Head Blight**

Mario Masiello<sup>1</sup>, Stefania Somma<sup>1</sup>, Charlie Abi Saad<sup>1</sup>, Massimo Blandino<sup>2</sup>, Miriam Haidukovski<sup>1</sup>, Kalla Hugo<sup>3</sup>, Bernardo Pollmann<sup>3</sup>, Luca Bernasconi<sup>3</sup>, Antonio Moretti<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari (ISPA-CNR), Via Amendola 122/O, 70126 Bari (BA);

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

<sup>3</sup>Adama Italia, Via Zanica 19K, 24050 Grassobbio (BG)

Il frumento può essere colpito da diversi patogeni fungini durante l'intero ciclo vegeto-produttivo. Tra le malattie fungine più importanti del frumento, vi è la Fusariosi della Spiga (Fusarium Head Blight - FHB), malattia causata da diverse specie di *Fusarium*, in particolare, soprattutto *F. graminearum* e *F. culmorum*. La FHB rappresenta anche un problema legato alla sicurezza alimentare dovuto all'accumulo nelle cariossidi di micotossine prodotte dalle specie di *Fusarium* che le colonizzano. Le micotossine, prodotti del metabolismo secondario fungino, possiedono attività tossica verso uomo ed animali e, in particolare, i tricoteceni sono prodotti dalle specie del genere *Fusarium*, sono classificati in tipo A e B, e sono forti inibitori della sintesi proteica. Le principali specie produttrici di tricoteceni di tipo A, come le molto tossiche tossine T-2 e HT-2, sono *F. langsethiae* e *F. sporotrichiodes*, mentre le principali specie produttrici di tricoteceni di tipo B quali deossinivalenolo (DON), nivalenolo e relative forme acetilate, le più diffuse nel frumento, sono *F. graminearum*, e *F. culmorum*.

L'attività di due fungicidi contenenti protioconazolo o protioconazolo e difenoconazolo è stata valutata *in vitro*, sulla crescita micelica e sulla sintesi di tricoteceni, ed in pieno campo, su piante di frumento artificialmente inoculate con *F. graminearum* e *F. culmorum*.

Gli esperimenti *in vitro*, utilizzando concentrazioni crescenti di fungicida (fino a 100 mg/L), hanno dimostrato che i due formulati erano entrambi attivi. Infatti, fino a 10 giorni di incubazione, tutti i ceppi saggiati sono stati completamente inibiti, quando coltivati su terreno addizionato con 10 mg/L di protioconazolo. Inoltre, tutti i ceppi hanno mostrato un valore CE50 compreso tra 1 e 10 mg/L. Per la miscela dei due, è stata osservata una risposta diversa tra e all'interno delle specie di *Fusarium*, sebbene tutti i ceppi siano stati completamente inibiti alla concentrazione più alta utilizzata. Per ciascun ceppo fungino, è stato osservato un valore CE50 sempre uguale o inferiore a quello del protioconazolo, suggerendo un possibile effetto sinergico delle due molecole quando utilizzate insieme. Una risposta variabile tra le specie è stata rilevata nella produzione di DON *in vitro*, con una risposta più efficace nei confronti di *F. culmorum* rispetto a *F. graminearum*.

L'applicazione dei due fungicidi in campo, in fase di fioritura, sebbene le condizioni climatiche non abbiano consentito un notevole sviluppo della malattia, ha portato ad una notevole riduzione della contaminazione di DON nella granella, con la miscela più efficace nell'influenzare positivamente le rese produttive grazie all'incremento significativo del peso ettolitrico della granella.

**Parole chiave:** Protioconazolo, difenoconazolo, deossinivalenolo, *Fusarium graminearum*, *Fusarium culmorum*

## B1. Cottura degli spaghetti: induzione o microonde?

*Alessio Cimini, Lorenzo Morgante, Mauro Moresi*

*Università della Tuscia, Dipartimento per l'Innovazione nei sistemi Biologici,  
Agroalimentari e Forestali, Via S. C. de Lellis, 01100 Viterbo (VT)*

La preparazione della pasta richiede una quantità considerevole di energia, contribuendo significativamente all'impronta di carbonio dalla produzione al consumo di pasta secca (Barilla, 2017; Cimini et al., 2020a). Secondo dati di riferimento, cuocere 1 kg di pasta per 9 min con un rapporto acqua/pasta di 10 L/kg richiederebbe 2,25 kWh/kg (EPD®, 2022; UNAFITA, 2018). Recentemente, è emerso un dibattito su quali siano i metodi migliori per cuocere la pasta. Alcuni suggeriscono di cuocerla a fuoco spento o di utilizzare meno acqua, mentre altri promuovono l'uso del forno a microonde (MW).

È stato sviluppato un cuocitore eco-sostenibile (EPC) che utilizza una piastra ad induzione commerciale controllata da un microcontrollore programmabile (Arduino®) per adattare la potenza erogata alle esigenze del processo (Cimini et al., 2020b). Utilizzando questo EPC, il consumo specifico di energia è risultato essere  $1,48 \pm 0,11$  kWh/kg o  $0,93 \pm 0,07$  kWh per un rapporto acqua/pasta (WPR) di 10 o 3 L/kg.

Questo studio ha confrontato la qualità di cottura di spaghetti commerciali tramite misure dinamometriche e i consumi energetici associati all'uso dell'EPC e di un forno a microonde. La cottura degli spaghetti in un forno a microonde casalingo con un cuoci-pasta con coperchio per MW ha richiesto 15-18 min con un consumo energetico specifico di circa 2,1 o 2,6 kWh/kg per WPR di 5 o 10 L/kg. Al contrario, la cottura nell'EPC ha richiesto circa 14 o 12 min con un consumo energetico di  $1,53 \pm 0,02$  o  $0,92 \pm 0,01$  kWh/kg per rapporti acqua/pasta di 10 o 5 L/kg. In conclusione, la cottura con il cuocipasta ecosostenibile utilizzando un rapporto acqua/pasta di 5 L/kg è nettamente più sostenibile non solo della cottura a microonde, ma anche delle condizioni operative suggerite dall'Unione Italiana Food (Horecanews, 2024).

**Parole chiave:** consumo energetico; cuocitore ecosostenibile, forno a micro-onde; rapporto acqua/pasta; Texture Profile Analysis.

### Bibliografia essenziale

Barilla (2017) *Barilla durum wheat semolina pasta in paperboard box*. <https://www.environdec.com/library/?Epd=7699> (accesso 15.02.2024).

Cimini A, Cibelli M, Moresi M (2020a) Environmental impact of pasta. In Galanakis C (Ed.) *Environmental Impact of Agro-Food Industry and Food Consumption*. Chp. 5. Academic Press, San Diego, CA, USA, pp. 101-127. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821363-6.00005-9>

Cimini A, Cibelli M, Moresi M (2020b) Development and assessment of a home eco-sustainable pasta cooker. *Food and Bioproducts Processing*, 122, 291–302.

Horecanews (2024) *Senza coperchio, meno acqua e cottura passiva: i consigli dei pastai di Unione Italiana Food per una cottura più green*. <https://horecanews.it/senza-coperchio-meno-acqua-e-cottura-passiva-i-consigli-dei-pastai-di-unione-italiana-food-per-una-cottura-piu-green> (accesso 14.02.2024).

## **B2. Relazione tra materia prima, temperature d'essiccazione e qualità della pasta integrale**

*Davide Russo<sup>1</sup>, Antonella Pasqualone<sup>2</sup>, Alessandra Marti<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Università degli Studi di Milano, Dipartimento di Scienze per gli Alimenti, la Nutrizione e l'Ambiente (DeFENS), Via Celoria 2, 20133 Milano (MI);*

*<sup>2</sup>Università degli Studi di Bari, Dipartimento Di Scienze Del Suolo, Della Pianta e Degli Alimenti (Di.S.S.P.A.), Via Amendola 165/a, 70126 Bari (BA)*

La relazione tra la qualità della semola, il processo produttivo e la qualità in cottura della pasta secca è da sempre un tema d'interesse per l'industria alimentare e il consumatore. Obiettivo del presente lavoro è stato la valutazione dell'effetto della materia prima (campione A - proteine: 14,2% proteine; ceneri: 2.4%; grassi: 3.9%; fibra: 1.2%; carboidrati: 68.4%; campione B – proteine: 13.2%; ceneri: 1.5%; grassi: 2.6%; fibra: 0.9%; carboidrati: 70%) e del ciclo di essiccazione (E50: 50°C per 21 ore; E85: 85°C per 6 ore) sulla qualità della pasta di semola integrale. La caratterizzazione della frazione proteica delle materie prima ha evidenziato per il campione A un maggior assorbimento d'acqua (61,2% vs 58,7%, valutato mediante Farinografo) durante la fase d'impastamento e la capacità di formare il reticolo glutinico che fa registrare una minore consistenza al test al GlutoPeak (46.5 vs 58.5 GPU). Per tutti gli altri indici reologici considerati (ad esempio tempo di sviluppo, stabilità, e energia di aggregazione), le due semole integrali mostrano un comportamento simile. Per quanto riguarda la componente amido, il campione A presenta una minore tendenza alla gelatinizzazione (viscosità massima: 486 vs 817 UB) e retrogradazione (setback: 603 vs 1083 UB), valutazione effettuata mediante il MicroVisco-Amilografo.

La caratterizzazione della pasta mostra come né la tipologia della materia prima né la temperatura di essiccazione influenzano la resistenza alla rottura dello spaghetti crudo (1,38 N vs 1,32 N, per E85 e E50).

Dopo cottura, la pasta prodotta da semola A cuoce in meno tempo (valore determinato mediante metodo AACCC 66-50), assorbe meno acqua e rilascia una maggiore quantità di solidi nell'acqua di cottura, indipendentemente dal processo di essiccazione. Infine, per quanto riguarda la consistenza del prodotto cotto, la forza massima (misurata strumentalmente) è influenzata dalla materia prima ma non dal processo di essiccazione.

Ulteriori studi potranno approfondire la relazione tra qualità della materia prima, processo di essiccazione e qualità sensoriale e nutrizionale della pasta integrale.

Questo studio è parte del Progetto PRIN 2022 (Grant Number 2022SCYHWK) “Combined Approaches to expLOre the Impact of wholemeal semolina and pasta processing on MEtabolic RespOnses (CALIMERO)”.

**Parole chiave:** semola integrale, pasta secca, essiccazione

### **B3. Problemi e sfide nella macinazione della farina integrale: il caso della pasta integrale**

*Federica Pasini<sup>1,2</sup>, Silvia Marzocchi<sup>1</sup>, Cesare Ravagli<sup>1</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>*Università di Bologna, Centro Interdipartimentale di Ricerca Industriale,  
Via Q. Bucci 336, 47521 Cesena (FC)*

Gli alimenti a base di cereali hanno un ruolo rilevante nella dieta umana, fornendo gran parte del fabbisogno energetico e nutrizionale, principalmente proteine e carboidrati. Molti studi epidemiologici confermano i benefici dati dal consumo di cereali integrali, poiché molti nutrienti importanti per la salute umana (fibra alimentare, composti fenolici, folati e altre sostanze fitochimiche) si trovano negli strati esterni della cariosside del grano [1].

Al giorno d'oggi, la definizione di “cereale integrale”, come ingrediente, è abbastanza consolidata e molti enti internazionali concordano sul fatto che un cereale integrale deve includere la crusca, il germe e l'endosperma nelle proporzioni originali del chicco di grano [2]; meno chiara e coerente è la definizione di alimento integrale. Esistono diverse opinioni e standard governativi su quando un alimento si qualifica come “integrale”. È importante definire dei livelli minimi, significativi dal punto di vista nutrizionale, di cereali integrali usati come ingredienti negli alimenti definiti integrali, fornendo informazioni chiare nella confezione del prodotto sulla quantità di tali ingredienti e/o sulla loro parziale sostituzione. Inoltre, nei mulini moderni, le varie frazioni di macinazione vengono separate per essere poi ricombinate in una fase successiva al fine di ottenere farina integrale con la stessa proporzione di crusca, germe ed endosperma presente nel chicco di grano originale. Tuttavia, la ricombinazione può avvenire tra frazioni di varietà e lotti diversi, causando inevitabili fluttuazioni nei rapporti tra endosperma, crusca e germe nella farina e nei prodotti integrali finali.

Per questi motivi, lo scopo dello studio è stato quello di mostrare e dimostrare la grande variabilità quali-quantitativa della “pasta integrale” attualmente presente sul mercato italiano. A differenza degli studi precedenti, i campioni di pasta integrale commerciale sono stati caratterizzati per la loro frazione lipidica, concentrata principalmente nel germe del chicco [3,4]. I dati ottenuti hanno mostrato una grande variabilità nella composizione lipidica e nello stato ossidativo dei campioni di pasta integrale analizzati, suggerendo una diversa quantità e qualità della farina integrale usata come ingrediente. Inoltre, i risultati supportano la necessità di fornire biomarcatori per una valutazione dei rapporti tissutali dei cereali nella farina ricombinata, al fine di fornire al consumatore informazioni chiare al riguardo.

**Parole chiave:** pasta integrale, farina integrale, frazione lipidica, germe di grano

#### **Bibliografia essenziale**

1. Barrett E.M. et al. Whole grain, bran and cereal fibre consumption and CVD: A systematic review. *Br. J. Nutr.* 2019; 121: 914-937.
2. van der Kamp J.W. et al. The HEALTHGRAIN definition of ‘whole grain’. *Food Nutr. Res.* 2014; 58:22100.
3. Marzocchi S. et al. Lipid process markers of durum wheat debranning fractions. *Foods* 2023; 12:3036.
4. Marzocchi S. et al. Wheat Germ and Lipid Oxidation: An Open Issue. *Foods* 2022; 11:1032.

## **B4. Uso di piante spontanee edibili per la produzione di pasta funzionale**

*Alessandra Fratianni, Caroline Vitone, Giuseppe Ianiri, Luisa Falasca,  
Maria Carmela Trivisonno, Gianfranco Panfili*

*Università degli Studi del Molise, Dipartimento Agricoltura, Ambiente e Alimenti (DiAAA),  
Via Francesco De Sanctis, 86100 Campobasso (CB)*

Secondo la FAO, le piante spontanee edibili, dette anche alimurgiche (WEPs-Wild Edible Plants), sono “piante che crescono spontaneamente in popolazioni che si autosostengono in ecosistemi naturali o seminaturali e possono esistere indipendentemente dall’azione umana diretta”. In Italia, l’uso delle piante alimurgiche è sempre stato una caratteristica delle culture locali e esse vengono ampiamente utilizzate in diverse ricette tradizionali. Dati recenti suggeriscono che le WEPs possiedono un grande potenziale come fonte di fibra, elementi minerali e composti bioattivi, come flavonoidi, proantocianidine, flavonoli, vitamina C, tocoli (vitamina E), caroteni (vitamina A) e xantofille che, grazie alla loro attività antiossidante, svolgono un ruolo chiave nel ridurre il rischio di sviluppare diverse malattie degenerative nell’uomo. In questo contesto, se gli alimenti, oltre alle loro caratteristiche nutrizionali, apportano anche benefici alla salute, possono essere considerati “alimenti funzionali”. La pasta, per la sua diffusione e popolarità, rappresenta una matrice ideale per l’incorporazione di ingredienti o materie prime non convenzionali per la realizzazione di alimenti funzionali. Lo scopo di questo lavoro è stato quello di produrre pasta arricchita a partire da diverse WEPs, considerando i loro contenuto in composti bioattivi. Sono state valutate le caratteristiche nutrizionali, tecnologiche e sensoriali dei prodotti finali realizzati, con particolare attenzione al contenuto in fibra, tocoli e carotenoidi. Utilizzando formulazioni bilanciate e tecnologie appropriate, le paste arricchite realizzate si sono rivelate un buon alimento alternativo, con elevate qualità nutrizionali, sensoriali e salutistiche.

**Parole chiave:** piante alimurgiche, pasta, tocoli, carotenoidi, fibra, alimenti funzionali

### **Bibliografia essenziale**

- Bianchi, F., Tolve, R., Rainero, G., Bordiga, M., Brennan, C.S. & Simonato, B. (2021). Technological, nutritional and sensory properties of pasta fortified with agro-industrial by-products: a review. *International Journal of Food Science & Technology*, 56, 4356–4366
- Clemente-Villalba, J., Burlo, F., Hernández, F. & Carbonell-Barrachina, A.A. (2023). Valorization of wild edible plants as food ingredients and their economic value. *Foods*, 12, 1012.
- Fratianni, A., Vitone, C., D’Agostino, A., Trivisonno, M.C., Falasca, L., & Panfili, G. (2024). Development of functional pasta enriched with green leafy vegetables: impact on liposoluble compounds, nutritional, technological and sensorial quality. *International Journal of Food Science and Technology*, 59, 1121-1128.

## **B5. Prodotti da forno ad elevata qualità nutrizionale e sostenibilità ambientale**

*Valeria Turfani<sup>1</sup>, Valentina Narducci<sup>1</sup>, Mena Ritota<sup>1</sup>, Elisa De Arcangelis<sup>2</sup>,  
Francesca Antonazzi<sup>1</sup>, Susanna Lelli<sup>1</sup>, Paolo Gabrielli<sup>1</sup>, Pasquale Buonocore<sup>1</sup>,  
Maria Carmela Trivisonno<sup>3</sup>, Stefania Ruggeri<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (CREA), Centro di Ricerca per gli Alimenti e la Nutrizione, Via Ardeatina 546, 00178 Roma (RM);

<sup>2</sup>Università Campus Bio-Medico di Roma, Via Álvaro del Portillo 21, 00128 Roma (RM);

<sup>3</sup>Università degli Studi del Molise, Via Francesco De Sanctis 1, 86100 Campobasso (CB)

Il progetto “Sviluppo di PRODotti da FORNO ad alta valenza salutistica, ambientale e di sicurezza d'uso per la valorizzazione della filiera cerealicola laziale” (PRO-FORNO) mira al miglioramento della qualità dei prodotti da forno grazie all'impiego di sfarinati integrali di frumento tenero caratterizzati da un'elevata qualità nutrizionale e sostenibilità ambientale (utilizzo dei sottoprodotti di macinazione).

Nell'ambito del progetto, la granella di una varietà di frumento panificabile, Providence, è stata decorticata a quattro livelli (6%, 9%, 12% e 15%) e tutti i prodotti e sottoprodotti della decorticazione sono stati analizzati per determinarne il contenuto in asparagina, fruttani, folati, composti fenolici, minerali, fibra e alchilresorcinoli.

È stata selezionata la granella decorticata al 12%, che presentava, rispetto alla granella intera, un ridotto contenuto di fruttani (-9%) e di asparagina (-34%) pur mantenendo un buon contenuto di folati e di altre sostanze bioattive. Il sottoprodotto di decorticazione risultava arricchito in folati (più del doppio rispetto alla granella intera), oltre che in composti bioattivi. In un'ottica di sostenibilità sia la granella decorticata che il sottoprodotto sono stati utilizzati per la produzione rispettivamente: un pane e un maritozzo, dolce tipico della Regione Lazio.

Lo sfarinato ottenuto dalla granella decorticata è stato utilizzato per la produzione di un pane a lievitazione naturale e, per confronto, di un pane lievitato con lievito di birra. L'utilizzo del lievito naturale con un tempo di lievitazione di 24 ore ha ridotto i fruttani dell'83% rispetto allo sfarinato di partenza mentre la panificazione con lievito di birra (*Saccharomyces cerevisiae*) li ha ridotti del 75%. Il lievito naturale si è dimostrato quindi più efficace per portare il pane ad avere un contenuto in fruttani inferiore a 0.3 g/porzione (50g), limite raccomandato per un prodotto adatto ai pazienti che soffrono di Sindrome dell'Intestino Irritabile.

Lo sfarinato ottenuto dallo scarto della decorticazione è stato miscelato al 30% con una farina manitoba e la miscela è stata utilizzata per produrre un dolce lievitato tipico del Lazio, il “maritozzo”, caratterizzato da un ottimo contenuto in folati e con un buon contenuto in fibra.

**Parole chiave:** asparagina, fruttani, folati, lievito naturale, pane, sostenibilità

### **Bibliografia essenziale**

Giordano D., Reyneri A. & Blandino M. (2016). Folate distribution in barley (*Hordeum vulgare* L.), common wheat (*Triticum aestivum* L.) and durum wheat (*Triticum turgidum durum* Desf.) pearled fractions. *J.Sci.Food.Agr.* 96(5), 1709-1715.

Menezes L.A.A, Molognoni L., de Sà Ploêncio L.A., Costa F.B.M., Daguer H. & Dea Lindner J.D. (2019). Use of sourdough fermentation to reducing FODMAPs in breads. *Eur.FoodRes.Tech.* 245, 1183-1195.

## **B6. Valutazione dell'idoneità tecnologica, nutrizionale, sensoriale e di shelf-life nell'utilizzo di acqua di mare alimentare come ingrediente innovativo in panificazione**

*Emanuele Tomassini, Oumayma Toumi, Paola Conte, Costantino Fadda, Antonio Piga*

*Università degli Studi di Sassari, Dipartimento di Agraria, Viale Italia 39, 07100 Sassari (SS)*

La scarsità d'acqua per uso umano e l'insicurezza alimentare sono due fenomeni intrinsecamente connessi, aggravati, da un lato, dagli effetti del cambiamento climatico sul ciclo idrologico, dall'altro, dalla pressione demografica attuale (Pereira, 2017). Ne consegue l'esigenza di esplorare fonti alternative a questa risorsa, da impiegare lungo tutta la filiera agro-alimentare. Circa il 97% di tutta l'acqua disponibile sulla Terra proviene dal mare. Inoltre, l'acqua di mare, ricca di sali minerali benefici per la salute umana (Mohd Nani *et al.*, 2016), può essere efficacemente impiegata in formulazioni alimentari a basso contenuto di sodio in sostituzione del sale comune (Santagata *et al.*, 2021). L'obiettivo di questo studio consiste nell'esplorare l'influenza dell'uso dell'acqua di mare per uso alimentare, quale ingrediente innovativo, sulla qualità del pane comune. Partendo da una formulazione di base con farina di frumento tenero tipo 00 e acqua distillata con aggiunta dell'1,8% di sale, si è studiato l'effetto della sostituzione parziale (50%) e totale (100%) dell'acqua salata con acqua di mare sulle proprietà viscoelastiche ed estensibili dell'impasto, nonché sulle caratteristiche nutrizionali, il volume specifico, la consistenza e il colore del pane, sul quale è stata valutata la shelf-life e si è proceduto all'analisi sensoriale. Attualmente, i test previsti dall'esperimento e la consecutiva elaborazione statistica dei dati sono in fase di svolgimento. I risultati saranno presentati in occasione del 13° Convegno AISTEC dal titolo "FILIERE CEREALICOLE RIGENERATIVE Cambiamenti climatici e nuove esigenze qualitative e nutrizionali" che si terrà a Torino, presso l'Auditorium del Complesso Aldo Moro dell'Università degli Studi di Torino dal 19 al 21 giugno 2024.

**Parole chiave:** acqua di mare, pane, qualità tecnologica, shelf-life

### **Bibliografia essenziale**

Mohd Nani S.Z., Majid F.A.A., Jaafar A.B., Mahdzir A., Musa M.N., Potential health benefits of deep-sea water: a review. *Evidence-based Complement Altern Med*, Article ID 6520475 (2016).

Santagata, G.; Zannini, D.; Mallardo, S.; Boscaino, F.; Volpe, M.G., Nutritional and Chemical-Physical Characterization of Fresh Pasta *Gnocchi* Prepared with Sea Water as New Active Ingredient. *Foods* 10(11), 2585 (2021).

Pereira, L.S. Water, Agriculture and Food: Challenges and Issues. *Water Resour Manage* 31, 2985–2999 (2017).

## **B7. Caratterizzazione di sfarinati di frumento tenero con diverso grado di raffinazione mediante metodi reologici empirici e fondamentali**

*Silvio Iacovino<sup>1</sup>, Francesca Cuomo<sup>1</sup>, Maria Carmela Trivisonno<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)*

I benefici associati al consumo di alimenti funzionali orientano i consumatori moderni a prediligere prodotti derivanti da sfarinati integrali o poco raffinati. Infatti, negli strati esterni delle cariossidi costituenti la crusca, che viene rimossa durante la raffinazione, sono presenti grandi quantità di fibra, proteine, minerali e vitamine [1]. Gli impasti rappresentano i principali prodotti intermedi nella trasformazione degli sfarinati di cereali, per cui occorre una buona conoscenza delle loro caratteristiche reologiche e del grado di raffinazione per ottenere prodotti finiti con elevati standard qualitativi. Accanto ai metodi empirici convenzionalmente utilizzati per valutare le proprietà reologiche delle farine, un interessante approccio è rappresentato dalla reologia fondamentale basata sull'utilizzo di test dinamici condotti deformando gli impasti in regime oscillatorio [2]. L'utilità di combinare la reologia fondamentale con quella empirica risiede nella necessità di superare i limiti che alcuni metodi convenzionali presentano quando vengono analizzate alcune tipologie di sfarinati richiedendo modifiche/adattamenti dei metodi di analisi ufficiali [3].

Il presente studio dimostra come le due reologie siano tra loro correlabili, permettendo di sfruttare l'approccio fondamentale laddove quello empirico risulti inefficace. Grazie alle correlazioni individuate è stato possibile estrapolare, anche in sfarinati addizionati di crusca, indici propri della reologia empirica altrimenti non determinabili con i metodi ufficiali [4].

**Parole chiave:** Impasti; Proprietà viscoelastiche; Reologia empirica; Reologia fondamentale; Crusca.

### **Bibliografia essenziale**

1. Navrotskyi, S. et al. " Journal of Cereal Science 89 (2019): 102790;
2. Masi, P. et al. Bread staling. CRC Press, 2018. 75-92;
3. Tietze, S. Trends in Food Science & Technology 57 (2016): 1-10;
4. Iacovino, S. et al. Food Hydrocolloids 148 (2024): 109446.

## B8. Valutazione del contenuto di idrocarburi policiclici aromatici in pizza napoletana

Michela Quiquero<sup>1</sup>, Olga Viegas<sup>2,3</sup>, Emanuele Marconi<sup>4</sup>,  
Francesca Cuomo<sup>1</sup>, Maria Cristina Messia<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>Università di Porto LAQV/REQUIMTE, Laboratorio di Bromatologia e Idrologia,  
Dipartimento di Scienze Chimiche, Facoltà di Farmacia, 4099-313 Porto, Portogallo;

<sup>3</sup>Università di Porto, Facoltà di Scienze della Nutrizione e dell'Alimentazione,  
4200-465 Porto, Portogallo;

<sup>4</sup>Università Campus Bio-Medico di Roma, Facoltà Dipartimentale di Scienze e Tecnologie  
per l'Uomo e l'Ambiente (STUA), Via Álvaro del Portillo 21, 00128 Roma (RM)

Gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) sono un gruppo di composti organici caratterizzati da una struttura di atomi di carbonio e idrogeno che formano due o più anelli aromatici fusi e che generalmente si presentano in miscele complesse. Alcuni IPA ad alto peso molecolare sono considerati cancerogeni e genotossici mentre altri, non definiti cancerogeni, possono diventarlo in sinergia tra loro (Bolaños et al., 2010). Si formano attraverso la pirolisi o la combustione incompleta di materiali organici, durante i processi industriali e altre attività umane come l'affumicatura, la frittura, l'essiccazione, la cottura al forno, l'arrostimento e la cottura alla brace. Secondo l'EFSA, gli alimenti sono la principale via di esposizione umana agli IPA e i prodotti a base di cereali, tra cui il pane e altri prodotti da forno, costituiscono una delle principali fonti di esposizione, a causa del loro elevato consumo (EFSA, 2008).

In particolare, la pizza napoletana STG, nel rispetto delle norme di cottura previste dal disciplinare di produzione, viene cotta in forni a legna ad una temperatura superiore a 430°C. Le alte temperature di lavoro e i fumi prodotti dalla combustione del legno, rendono possibile la contaminazione della pizza da IPA, ma ad oggi non sono disponibili dati in letteratura.

In questo studio è stata valutata la formazione di IPA in pizza napoletana cotta in forno a legna e in forno elettrico. Gli impasti sono stati realizzati con sfarinati a diverso grado di raffinazione, e le pizze preparate con e senza topping di salsa al pomodoro.

Dallo studio è emerso che la cottura e le materie prime, principalmente la farina, sono responsabili della formazione di IPA a basso peso molecolare nella pizza. Gli IPA ad alto peso molecolare per cui sono previsti limiti di legge negli alimenti a base di cereali non sono stati riscontrati nel prodotto in esame per cui l'utilizzo di una o dell'altra tipologia di forno non incide su un potenziale danno per la salute.

**Parole chiave:** idrocarburi policiclici aromatici, pizza napoletana, forno a legna.

### Bibliografia essenziale

European Food Safety Authority, EFSA. (2008). Polycyclic aromatic hydrocarbons in food. Scientific opinion of the panel on contaminants in the food chain adopted on 9 June 2008. *The EFSA Journal*, 724, 1-114.

Plaza- Bolaños, P., Frenich, A. G., Vidal J. L. M. (2010). Polycyclic aromatic hydrocarbons in food and beverages. Analytical methods and trends. *Journal of Chromatography A*, 1217 (6303-6326).

## **B9. Ruolo della stabilizzazione termica delle frazioni cruscali di frumento tenero sul contenuto in acrilammide**

*Valentina Guarino, Valentina Scarpino, Francesca Vanara, Massimo Blandino*

*Università di Torino, Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari,  
Largo Paolo Braccini 2, 10095 Grugliasco (TO)*

L'impiego di farina di frumento integrale nella formulazione dei prodotti da forno è di interesse per l'ottenimento di alimenti più ricchi in fibre alimentari, consentendo di perseguire obiettivi di miglioramento del profilo nutrizionale, ricombinando la farina raffinata ed i sottoprodotti della molitura a cilindri come crusca, cruschetto e germe. Tali prodotti sono interessanti nutrizionalmente, ma possono presentare maggiori concentrazioni di contaminanti e precursori di sostanze tossiche. In particolare, negli strati cruscali della cariosside si concentra l'asparagina libera (ASN), principale precursore dell'acrilammide (AA), un contaminante di processo classificato come probabilmente cancerogeno per l'uomo dall' IARC. È inoltre noto come l'elevato contenuto di acidi grassi insaturi ed enzimi quali lipasi, lipossigenasi e perossidasi possano limitare la conservabilità di questi sottoprodotti. A livello industriale crusca, cruschetto e germe vengono quindi stabilizzati tramite trattamenti termici che consentono l'inattivazione enzimatica, ma possono comportare la formazione di contaminanti come l'AA.

Lo scopo del lavoro è indagare gli effetti del termotrattamento con un impianto industriale a radiofrequenza sulla formazione di AA in crusca, cruschetto e germe, confrontando due temperature a 110°C e 125°C. Questi sottoprodotti crudi e termotrattati sono stati impiegati nella formulazione di biscotti integrali, verificando il contributo sull'accumulo complessivo di AA nei prodotti finiti.

L'attività lipasica residua (mg di acido oleico/100g) è elevata nel cruschetto (54) mentre non si distingue significativamente tra crusca e germe. Il termotrattamento comporta la riduzione di tali valori con differenze non significative tra le temperature a confronto.

Il germe è il sottoprodotto a più alto contenuto in ASN (3424 mg/kg s.s.) seguito da cruschetto (1216 mg/kg) e crusca (973 mg/kg). L'esecuzione del termotrattamento aumenta significativamente in tutti i sottoprodotti la concentrazione di AA, raggiungendo la concentrazione più elevata nel cruschetto trattato a 125°C (418 µg/kg).

I biscotti formulati con i sottoprodotti molitori termotrattati hanno sempre mostrato un contenuto di AA superiore rispetto alle corrispondenti formulazioni con i sottoprodotti crudi. L'impiego cruschetto termotrattato a 125°C ha presentato il contenuto più elevato di AA, superiore del 41% superiore alla formulazione con cruschetto trattato a 110°C e dell'66% a quella della crusca trattata a 125°C. L'inclusione della crusca indipendentemente dal trattamento termico subito, anche quando rimacinata, è risultata essere più sicura del cruschetto trattato a 110°C, combinando quindi vantaggi nutrizionali, sanitari e tecnologici.

Dallo studio si è quindi evidenziato un effetto additivo nell'accumulo di AA quando si utilizzano sottoprodotti stabilizzati con un termotrattamento per la produzione di biscotti integrali, aumentando quindi il rischio sanitario connesso. Crusca e germe sono interessanti per l'ottenimento di farine integrali ricombinate ed il corretto controllo delle condizioni di termotrattamento sono quindi fondamentali per perseguire gli obiettivi di aumento della *shelf-life* di queste matrici, limitando l'accumulo di AA.

**Parole chiave:** termotrattamento, cruschetto, crusca, germe, asparagina, acrilammide

## **B10. Avena germinata nei prodotti da forno: dagli aspetti reologici degli impasti alle caratteristiche fisiche dei biscotti**

*Alessio Sergiacomo<sup>1</sup>, Andrea Bresciani<sup>1</sup>, Francesca Gallio<sup>2</sup>,  
Paolo Varetto<sup>2</sup>, Alessandra Marti<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Università degli Studi di Milano, Dipartimento di Scienze degli Alimenti, della Nutrizione e dell'Ambiente (DeFENS), Via G. Celoria 2, 20133 Milano (MI);*

*<sup>2</sup>Soremartec Italia S.r.l., P.le Ferrero 1, 12051 Alba (CN)*

Nonostante le sue peculiari proprietà nutrizionali, l'avena è considerata un cereale minore, le cui applicazioni nel settore alimentare sono spesso circoscritte a specifici segmenti, come cereali per la prima colazione e bevande vegetali. Con l'obiettivo di promuovere l'utilizzo dell'avena nei prodotti da forno di largo consumo, questo studio ha indagato gli effetti dell'utilizzo di avena germinata sulle proprietà reologiche degli impasti e sulle caratteristiche qualitative dei biscotti. L'avena è stata germinata per 48 e 72 ore in una camera climatica in condizioni controllate (T=22°C; UR=90%). Dopo essere stata essiccata (50°C per 16 h) le cariossidi sono state macinate per produrre la farina. L'effetto della germinazione sul comportamento dell'amido è stato valutato utilizzando il Micro-Visco-Amilografo®. L'avena tal quale e germinata è stata utilizzata in miscela con della farina di frumento tenero al 10, 20 e 30%, e sono state valutate le proprietà di aggregazione del glutine mediante il GlutoPeak®, le proprietà di impastamento mediante il Farinografo® e le proprietà di estensibilità con l'Alveografo. Sulla base dei risultati è stata selezionata la miscela più promettente e sono stati prodotti e caratterizzati dei biscotti.

La germinazione ha comportato una diminuzione delle proprietà di gelatinizzazione e retrogradazione dell'amido. Durante la fase d'impastamento, l'impasto arricchito in avena germinata ha mostrato un comportamento più simile al frumento rispetto che all'avena tal quale. Inoltre, l'utilizzo di avena germinata ha determinato una riduzione della tenacità e forza dell'impasto e della stabilità, senza compromettere l'estensibilità. Gran parte di questi indici sembrano non essere influenzati dalla percentuale di arricchimento, lo studio è quindi proseguito valutando l'effetto delle miscele al 20% sulle caratteristiche dei biscotti.

L'uso di avena non ha influenzato né le dimensioni né il volume dei biscotti, ma ha avuto un impatto significativo sulla durezza utilizzando avena germinata per 72 ore nella formulazione. Ulteriori studi saranno utili per indagare l'accettabilità da parte dei consumatori e le caratteristiche nutrizionali del prodotto sviluppato.

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:** germinazione; avena; biscotti.

## **B11. Impiego di proantocianidine (OPCs) per la produzione di un prodotto da forno**

*Annalisa Romano, Pasquale Ferranti*

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

Oggigiorno molecole bioattive come i polifenoli, derivanti da sottoprodotti del settore agro alimentare, sono aggiunte sempre più spesso alla formulazione dei prodotti da forno (pane, muffin, biscotti, grissini, frittelle) per lo sviluppo di alimenti funzionali (Difonzo et al., 2023). Le proantocianidine dei semi e buccia d'uva (OPCs) sono composti polifenolici, composti principalmente da dimeri, oligomeri e polimeri di catechina, epicatechina e loro esteri dell'acido gallico) con un grado di polimerizzazione generalmente compreso tra 2 e 15 (Romano et al., 2017). Le OPCs svolgono un ruolo positivo per la salute umana, in particolare nella capacità di scavenger dei radicali, nell'attività antitumorale e nella protezione cardiovascolare antibatterici, ipolipemizzanti e di miglioramento del sonno (Jiang et al., 2023).

Obiettivo del presente studio è stato valutare l'aggiunta delle OPCs sia tal quali che incapsulate in impasti di frumento tenero durante la fase di lievitazione di un prodotto da forno.

A tale scopo l'efficienza del rivestimento della maltodestrina con gomma arabica sull'incapsulamento dei composti fenolici estratti dalla vinaccia è stata investigata. In particolare, sono stati determinati la microstruttura delle OPCs tal quali e incapsulate tramite l'utilizzo del microscopio elettronico a scansione (SEM), l'efficienza di incapsulamento e la funzionalità (attività antiossidante e biodisponibilità) mediante saggi spettrofotometrici e analisi di spettrometria di massa (MALDI-TOF-MS). Successivamente sono stati preparati impasti sia con l'aggiunta delle OPCs tal quali che con le OPCs incapsulate in due diverse matrici (OPC-A e OPC-B, rispettivamente) da confrontare con un impasto di controllo. L'effetto dell'impiego delle OPCs sulla fase di lievitazione del processo di panificazione è stato valutato mediante un protocollo di analisi dell'immagine, che ha permesso di studiare la cinetica di variazione del volume nel tempo degli impasti. Il contenuto del materiale di rivestimento ha avuto un impatto significativo ( $p > 0,05$ ) sulla morfologia delle particelle delle sospensioni atomizzate. L'analisi SEM dei campioni era discriminante ( $p < 0.05$ ), in particolare i campioni con le OPCs mostravano una struttura più densa e senza fratture. La caratterizzazione MALDI-TOF-MS dei campioni incapsulati ha mostrato l'integrità dei componenti OPCs nelle microcapsule senza modifiche rispetto alle OPCs originali. Durante la fase di lievitazione, i risultati ottenuti hanno evidenziato che solo i campioni con le capsule senza le OPCs erano significativamente diverso ( $p < 0.05$ ) in termini di variazione di volume, in particolare mostravano un volume finale minore.

In conclusione, i risultati ottenuti mostrano una fattibile applicazione delle microcapsule con le OPCs nel settore dei prodotti da forno.

**Parole chiave:** proantocianidine, polifenoli, lievitazione, incapsulamento, microstruttura

### **Bibliografia essenziale**

- Difonzo G., Troilo M., Allegretta I., Pasqualone A., Caponio F. (2023). Grape skin and seed flours as functional ingredients of pizza: Potential and drawbacks related to nutritional, physicochemical and sensory attributes. *LWT*, 175, 114494.
- Jiang T., Wang H., Xu P., Yao Y., Ma Y., Wei Z., Niu X., Shang Y., Zhao D. (2023). Effect of grape seed proanthocyanidin on the structural and physicochemical properties of bread during bread fermentation stage. *Current Research in Food Science*, 7, 100559.
- Romano A., Masi P., Pucci E., Oliviero V., Ferranti P. (2017). Encapsulated proanthocyanidins as novel ingredients. *Chemical Engineering Transactions*, 57, 1885-1890.

## **B12. Influenza delle modalità di cottura sulla formazione di acrilammide nei biscotti**

*Maria Alessia Schouten<sup>1</sup>, Virginia Glicerina<sup>2</sup>, Simone Angeloni<sup>3</sup>, Manuela Cortese<sup>3</sup>, Pietro Rocculi<sup>1,4</sup>, Silvia Tappi<sup>1,4</sup>, Giovanni Caprioli<sup>3</sup>, Sauro Vittori<sup>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 degli Studi di Torino, Dipartimento di Scienze Agrarie Forestali e Alimentari, Largo Paolo Braccini 2, 10095 Grugliasco (TO);*

<sup>3</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>4</sup>*Università di Bologna Alma Mater Studiorum, Centro Interdipartimentale per la Ricerca Industriale Agroalimentare - CIRI Agrofood, Via Q. Bucci 336, 47521 Cesena (FC)*

L'acrilamide (AA) è un composto alimentare indesiderabile classificato come "probabilmente cancerogeno per gli esseri umani" (Gruppo 2A) a causa dei suoi effetti tossicologici (IARC, 1994). L'AA si forma principalmente durante il trattamento termico di alcuni alimenti in condizioni di bassa umidità a partire dall'asparagina e dagli zuccheri riducenti, come parte della reazione di Maillard. Negli ultimi anni, le autorità e le normative sono diventate più restrittive riguardo al contenuto di AA consentito negli alimenti e nelle bevande incoraggiando le aziende alimentari ad utilizzare strategie nei processi di lavorazione per la sua mitigazione e il suo monitoraggio (Commissione Europea, 2017; 2019).

Lo scopo di questo lavoro è stato quello di studiare l'influenza di diverse modalità di cottura sulla formazione di AA e su alcune caratteristiche qualitative (perdita di peso, umidità,  $a_w$ , texture e colore) di biscotti cotti in forno in modalità statica (S) e ventilata (V) a 175 °C per 18, 20, 22, 24, 26 minuti. Ciò anche al fine di individuare, ad entrambe le condizioni di cottura, la combinazione tempo/temperatura ottimale per avere il minor sviluppo di AA e al contempo caratteristiche qualitative accettabili nel prodotto finito.

Entrambi le tipologie di cottura hanno promosso un aumento progressivo nel tempo dei livelli di AA nei biscotti ma sempre al di sotto del limite di riferimento stabilito dal Regolamento della Commissione (UE) 2017/2158, che per "biscotti e cialde" è fissato a 350 µg/kg.

Tuttavia, la modalità di cottura per convezione prevalente nel forno ventilato ha promosso una maggiore formazione di AA nei biscotti cotti a queste condizioni ai tempi di 20 e 22 min rispetto a quelli cotti in forno statico.

**Parole chiave:** acrilammide, asparagina, biscotto, modalità di cottura, forno.

### **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.

Commissione Europea (2019). Raccomandazione (UE) 2019/1888 della Commissione, del 7 novembre 2019, sul monitoraggio della presenza di acrilammide in determinati alimenti.

### **B13. Studio di caratteristiche tecnologiche di FLAB in vista di un possibile impiego nella preparazione di prodotti da forno**

Silvia Jane Lombardi<sup>1</sup>, Bruno Testa<sup>1</sup>, Sebastiano Rosati<sup>1,2</sup>,  
Siria Giorgione<sup>1</sup>, Franca Vergalito<sup>1</sup>

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

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

Lo studio ha inteso valutare l'attitudine alla lievitazione di colture microbiche a base di ceppi batterici compatibili con la preparazione di prodotti da forno a ridotto contenuto di oligo e monosaccaridi fermentabili e polioli (FODMAP). Composti, questi ultimi, scarsamente digeribili che possono esercitare effetti sia positivi sia negativi sul sistema gastrointestinale. Se da un lato sono considerati prebiotici in quanto contribuiscono a mantenere il microbiota intestinale in eubiosi, dall'altro canto, l'assunzione di FODMAP è stata associata all'insorgenza dei sintomi dell'IBS (Sindrome dell'Intestino Irritabile) e di altri disturbi intestinali funzionali. I prodotti da forno rappresentando una delle principali fonti di FODMAP (Loponen & Gänzle, 2018), sono allo studio varie strategie biotecnologiche per la riduzione del contenuto di FODMAP e rispondenti alle esigenze di pazienti con IBS (Nyyssölä, 2020). La fermentazione potrebbe consentire la diminuzione dei livelli di FODMAP (Loponen & Gänzle, 2018), ma l'entità della riduzione dipende dalle specie microbiche presenti. Infatti, oltre i lieviti solo poche specie di batteri lattici (LAB), quali i LAB fruttifili (FLAB), sono in grado di idrolizzare i fruttani. Agli FLAB appartiene *Apilactobacillus kunkeei* che è oggetto di numerosi studi per un suo possibile impiego sia come starter nella produzione di alimenti fermentati di origine vegetale sia come probiotico (Molina et al., 2022; Vergalito et al., 2020). Con lo scopo di selezionare ceppi di *A. kunkeei* idonei alla preparazione di prodotti da forno a ridotto contenuto di FODMAP sono state valutate alcune caratteristiche di interesse tecnologico (capacità acidificante, proteolitica e lipolitica) e di sicurezza (produzione di ammine biogene antibiotico-resistenza) ceppi di *A. kunkeei*, confrontandole con quelle espresse da ceppi di *Lp. plantarum* e *Lim. fermentum* specie spesso associate ai prodotti da forno. I risultati hanno evidenziato che i ceppi di *A. kunkeei*, sono in possesso di caratteristiche di interesse tecnologico compatibili con il processo di panificazione, nello specifico, hanno mostrato prestazioni acidificanti e proteolitiche prorogabili, e in alcuni casi superiori, a quella espressa da specie che notoriamente popolano il microbiota degli impasti acidi.

**Parole chiave:** FODMAP, *Apilactobacillus kunkeei*, starter

#### **Bibliografia essenziale**

- Loponen, J., & Gänzle, M. G. (2018). Use of sourdough in low FODMAP baking. *Foods*, 7(7), 96.
- Molina, G. E. S., Shetty, R., Xiao, H., Wätjen, A. P., Tovar, M., & Bang-Berthelsen, C. H. (2022). Development of a novel lactic acid bacteria starter culture approach: From insect microbiome to plant-based fermentations. *LWT*, 167, 113797.
- Nyyssölä, A., Ellilä, S., Nordlund, E., & Poutanen, K. (2020). Reduction of FODMAP content by bioprocessing. *Trends in Food Science & Technology*, 99, 257-272.
- Vergalito, F., Testa, B., Cozzolino, A., Letizia, F., Succi, M., Lombardi, S. J., ... & Iorizzo, M. (2020). Potential application of *Apilactobacillus kunkeei* for human use: Evaluation of probiotic and functional properties. *Foods*, 9(11), 1535.

## **B14. Biotecnologie per la valorizzazione di sottoprodotti del frutto di carrubo (*Ceratonia siliqua*)**

Silvia Jane Lombardi<sup>1</sup>, Bruno Testa<sup>1</sup>, Sebastiano Rosati<sup>1,2</sup>,  
Siria Giorgione<sup>1</sup>, Franca Vergalito<sup>1</sup>

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

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

Lo studio pone l'attenzione sulla valorizzazione, in chiave moderna e sostenibile, della *Ceratonia siliqua*, specie arborea nota come carrubo, i cui semi e baccelli appaiono tra i prodotti più interessanti nelle avanguardie delle tecnologie alimentari. Il fermento intorno al frutto della carruba è da ascrivere alle politiche strategiche che convergono sulla possibilità di legare lo sviluppo delle aree rurali mediterranee, alla coltivazione di *Ceratonia siliqua*.

L'impiego industriale dei semi ha determinato l'incremento del sottoprodotto rappresentato dalla polpa dei baccelli il cui riutilizzo genererebbe una virtuosa economia circolare (Brassesco *et al.*, 2021). Di interesse è l'impiego di sfarinati di baccelli di carruba nella preparazione di prodotti da forno (Issaoui *et al.*, 2021) in quanto ne migliora la disponibilità di aminoacidi essenziali, fibra, minerali, vitamine e composti antiossidanti (Ikram *et al.*, 2023; Martić *et al.*, 2022). Con lo scopo di individuare uno starter idoneo alla lievitazione di un impasto di farina di polpa di carruba in sostituzione parziale di quella di frumento è stata valutata l'attitudine fermentativa di un lievito commerciale e del ceppo di *Saccharomyces cerevisiae* 41CM, isolato da mosto d'uva. In dettaglio sono stati utilizzati due impasti sperimentali, il primo contenente il 20% di farina di carrube e l'80% di farina di grano tenero di tipo 1, e l'altro contenente il 10% di farina di carrube e il 90% di farina grano tenero di tipo 1. Come controllo è stato preparato un impasto solo con farina di grano tenero di tipo 1. *S. cerevisiae* 41CM ha mostrato una migliore e più veloce attività fermentativa degli impasti contenenti farina di polpa di carruba rispetto al lievito commerciale, in particolare nell'impasto contenente il 10% di farina di carrube e il 90% di farina tipo 1. I risultati hanno evidenziato la compatibilità del nuovo ceppo di lievito nella fermentazione dell'impasto con impiego di farina di polpa di carruba sottolineando l'importanza della scelta degli agenti lievitanti in funzione delle caratteristiche delle materie prime.

**Parole chiave:** Carruba, *Ceratonia siliqua*, prodotti da forno, *Saccharomyces cerevisiae*.

### **Bibliografia essenziale**

Brassesco, M. E., Brandão, T. R., Silva, C. L., & Pintado, M. (2021). Carob bean (*Ceratonia siliqua* L.): A new perspective for functional food. *Trends in Food Science & Technology*, 114, 310-322.

Ikram, A., et al. (2023). Nutritional, biochemical, and clinical applications of carob: A review. *Food Science & Nutrition*, 00, 1–14.

Issaoui, M., Flamini, G., & Delgado, A. (2021). Sustainability opportunities for Mediterranean food products through new formulations based on carob flour (*Ceratonia siliqua* L.). *Sustainability*, 13(14), 8026.

Martić, N., et al. (2022). Hepatoprotective effect of carob pulp flour (*Ceratonia siliqua* L.) extract obtained by optimized microwave-assisted extraction. *Pharmaceutics*, 14(3), 657

## **B15. Caratterizzazione chimico-nutrizionale di sottoprodotti industriali della maltazione**

*Elisa De Arcangelis<sup>1</sup>, Laura De Gara<sup>1</sup>, Emanuele Marconi<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup>*Facoltà Dipartimentale di Scienze e Tecnologie per lo Sviluppo Sostenibile e One Health, Università Campus Bio-Medico di Roma, Via Alvaro del Portillo, 21, 00128 Roma (RM);*

<sup>2</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 valorizzazione di sottoprodotti delle filiere agroalimentari rappresenta una strategia per implementare il concetto di *circular economy* e, al contempo, fornire prodotti innovativi ad alto valore dietetico-nutrizionale. I sottoprodotti della maltazione rappresentano dal 3 al 5% del malto totale prodotto e sono rappresentati dalle radichette di malto d'orzo. Esse sono allontanate dal malto attraverso l'operazione di degerminazione, a seguito della fase di essiccamento. Questo materiale, a livello industriale, viene successivamente convertito in pellet, riunendo in misura minore anche altri prodotti di scarto quali, ad esempio, polveri, frammenti di glume e di malto.

In questo studio sono stati caratterizzati da un punto di vista chimico-nutrizionale entrambi i materiali ottenuti dalla lavorazione industriale del malto d'orzo, le radichette ottenute subito dopo la fase di degerminazione, e il pellet.

I prodotti sono stati sottoposti ad analisi chimiche secondo metodi ufficiali (ceneri, proteine, amido, beta-glucani), valutando ulteriormente il profilo amminoacidico, il tenore in arabinoxilani e zuccheri tramite HPAEC-PAD.

I risultati indicano che entrambi i sottoprodotti della maltazione rappresentano materiali ad elevato tenore in fibra e con un profilo amminoacidico ottimale. Differenze emergono nel tenore proteico e nel livello di zuccheri semplici, che risultano più elevati nelle radichette, e ulteriormente in relazione al tenore di arabinoxilani solubili.

**Parole chiave:** arabinoxilani, malto, orzo, radichette di malto, sostenibilità

**Ringraziamenti:** Elisa De Arcangelis è finanziata da PON "Ricerca e innovazione" 2014-2020

## **B16. Il riso dalla tradizione all'innovazione: dal risotto al sushi**

*Francesca Trivero, Erika Fantozzi, Aldo Carnia, Cinzia Simonelli*

*Ente Nazionale Risi, Laboratorio di Chimica Merceologia e Biologia Molecolare,  
Centro Ricerche sul Riso, Strada per Ceretto 4, 27030 Castello d'Agogna (PV)*

Il riso è un alimento di grande versatilità e oggi, in Italia, i piatti tipici della tradizione a base riso vengono affiancati da preparazioni etniche o della cucina *fusion* a cui le innumerevoli varietà riescono ad adattarsi. Bastano pochi parametri analitici (dimensionalità del granello, amilosio, consistenza, collosità e gel time) per creare una carta di identità del riso lavorato e per trovare le tipologie più adatte ai diversi impieghi.

I risi glutinosi o *waxy*, a bassissimo contenuto di amilosio ed elevatissima collosità, sono ottimali nella cucina cinese o giapponese per i dolci. Le varietà italiane a granello tondo, a basso contenuto di amilosio, con o senza perla, sono l'ideale per minestre o dolci. Se poi questa tipologia presenta un granello cristallino, basse proteine, ottimo candore ed assenza di grani fessurati, diventa vocata per il più tipico dei piatti nipponici: il *sushi*. Di contro, varietà ad alto contenuto di amilosio, con granello lungo e affusolato (lungo B), a termine cottura rimangono ben sgranate e sono l'ideale per la preparazione di insalate. Possono inoltre possedere la peculiarità della presenza dell'aromaticità! Infine il risotto, piatto tipico per eccellenza della tradizione del nord Italia, che trova l'ingrediente principale nel riso a medio contenuto di amilosio; la presenza di perla garantisce un risultato eccellente dovuto all'assorbimento dei condimenti.

Oltre ai risi lavorati, i risi integrali sono sempre più apprezzati e diffusi nella cucina italiana; possono anche presentare un pericarpo pigmentato (nero o rosso) con presenza di antociani e flavonoidi (antiossidanti), ottimi per insalate. Anche in Italia inizia a farsi strada un nuovo utilizzo del riso legato alla produzione del *sakè* con varietà a granello glutinoso o tondo perlato. Anche le *pokè house* stanno riscuotendo un grande interesse ed hanno fatto entrare nella nostra quotidianità un piatto hawaiano che non ha una vera e propria tradizione legata a specifiche varietà utilizzate, ma che in Italia ha trovato grande versatilità di impiego grazie alle molteplici tipologie di riso coltivate nel territorio.

**Parole chiave:** risotto, sushi, sakè, pokè, minestre

### **Bibliografia essenziale**

L. Galassi et al. (2017) "Analisi sensoriale e chimico-merceologiche di varietà di riso da risotti". Atti del VI Convegno Nazionale Società Italiana Scienze Sensoriali, Prato (PO), 2017, pp. 291-296.

C. Simonelli et al. (2023) "Varietà di riso da sushi: caratteristiche e alternative italiane". La Rivista di Scienze dell'Alimentazione – Journal of Food Science and Nutrition, Anno 52, n° maggio-dicembre, pp. 45-58.

C. Simonelli et al. "Valutare i risi aromatici". L'Assaggio, n°55, autunno 2016.

C. Simonelli, M. Cormegna (2014) "La carta di identità del riso". Intersezioni, novembre 2014.

C. Simonelli et al. (2013) "Cooking time and gelatinization time of rice Italian varieties". The Journal of Food Science and Nutrition, Anno 42, n° 2.

## **B17. Riformulazione di prodotti a base di cereali con frazioni di lenticchia rossa**

*Andrea Bresciani, 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 legumi per la riformulazione di prodotti a base di cereali è in costante crescita. I legumi, infatti, sono una materia prima che garantisce all'industria alimentare la possibilità di soddisfare le esigenze del consumatore moderno, sempre più attento a tematiche legate alla salute e alla sostenibilità. Per limitare l'impatto negativo che i legumi hanno sulla struttura e sulla qualità complessiva dei prodotti, sono stati proposti diversi approcci tecnologici e biotecnologici per modificare la composizione e/o la funzionalità di queste materie prime. Tra gli approcci più utilizzati vi è il loro impiego sotto forma di concentrato o isolato proteico; tuttavia, il processo di produzione di isolati/concentrati proteici non è sostenibile in quanto utilizza elevate quantità di energia e solventi; viceversa, la classificazione ad aria potrebbe essere un'alternativa più sostenibile a questo processo. Il processo di classificazione porta alla formazione di due frazioni con densità e composizione chimica diverse: una frazione ricca in proteine e una ricca in carboidrati. In questo lavoro sono state studiate le proprietà funzionali (nello specifico le interazioni con acqua e olio) e reologiche (nello specifico le proprietà d'impastamento, di gelatinizzazione dell'amido e di gelificazione delle proteine) di entrambe le frazioni ottenute dal processo di classificazione a partire dallo sfarinato di lenticchie rosse. Nello specifico la frazione alta in proteine mostra un'elevata consistenza farinografica mentre la frazione alta in carboidrati, grazie al maggior contenuto di amido, mostra elevata viscosità per quanto riguarda lo studio della gelatinizzazione e retrogradazione dell'amido.

La caratterizzazione delle frazioni ha permesso di individuare le applicazioni più adatte per ciascuna di esse: le frazioni sono state utilizzate al 30% per la riformulazione di pane e pasta fresca senza glutine. L'aggiunta della frazione ricca in proteine ha comportato un miglioramento delle proprietà nutrizionali del prodotto in quanto ha aumentato la quantità di proteine ma ha peggiorato la struttura del pane; questo, infatti, è caratterizzato da bassi valori di volume specifico e consistenza della mollica troppo elevata. Nel caso della pasta l'utilizzo di carboidrati derivanti da legumi potrebbe comportare un vantaggio dal punto di vista nutrizionale in quanto aumenterebbe la quota di amido resistente e lentamente digeribile; per quanto riguarda la qualità tecnologica, l'utilizzo della frazione alta in carboidrati ha comportato un aumento dell'assorbimento d'acqua in cottura e delle perdite di sostanza organica migliorando però la consistenza del prodotto finito.

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:** legumi, classificazione ad aria, pane, pasta

## **B18. Distribuzione di moniliformina nella molitura e fiocatura di mais**

*Terenzio Bertuzzi<sup>1</sup>, Paola Giorni<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Università Cattolica del Sacro Cuore, Dipartimento di scienze animali, degli alimenti e della nutrizione (DIANA), Via Emilia Parmense 84, 29122 Piacenza (PC);*

<sup>2</sup>*Università Cattolica del Sacro Cuore, Dipartimento di scienze delle produzioni vegetali sostenibili (DIPROVES), Via Emilia Parmense 84, 29122 Piacenza (PC)*

La moniliformina (MON) è una micotossina emergente spesso presente nel mais e nei suoi derivati a concentrazioni non trascurabili. Pochi lavori hanno studiato la sua distribuzione durante il processo di molitura; a questo scopo, 5 lotti di mais a diverso livello di concentrazione di MON sono stati processati presso un mulino con degerminazione semi-umida per valutare la distribuzione di MON nei prodotti finiti (grits medio e fine), negli scarti di pulitura e nei sottoprodotti (farina, crusca e germe). L'analisi per la sua determinazione è stata effettuata mediante LC-MS/MS e colonna HILIC dopo estrazione e purificazione. Una rilevante riduzione, vicina al 70%, è stata ottenuta dopo le fasi di pulitura, effettuate mediante setacciatura, spazzolatura e selezione ottica. Le successive fasi di molitura hanno mostrato una limitata riduzione dal mais pulito agli spezzati a diversa granulometria senza rilevarne differenze. Elevati livelli sono stati trovati nei campioni di crusca con un incremento medio rispetto al mais pulito pari a  $3.9 \pm 2.0$ , mentre il germe ha mostrato contaminazioni significativamente più basse, con valori di circa un terzo rispetto al mais pulito. Per l'intero processo, la riduzione percentuale di MON è stata di  $80.9 \pm 9.3\%$  e  $81.0 \pm 6.7\%$  per i grits fine e medio. Considerando la quantità di MON presente nel mais pulito e le percentuali medie di resa delle varie frazioni, la distribuzione di MON è stata pari al  $39.1 \pm 8.9\%$  nel grits medio,  $7.1 \pm 2.9\%$  in quello fine,  $30.1 \pm 9.1\%$  nella farina,  $8.5 \pm 4.3\%$  nella crusca,  $2.0 \pm 1.0\%$  nel germe, raggiungendo un bilancio totale di MON del  $86.9 \pm 6.5\%$ . Il processo di fiocatura ha rilevato una riduzione molto bassa, vicino al 10%, mostrando come questa micotossina è stabile a temperature vicino a  $100^\circ\text{C}$ . Lo studio rileva come nel processo di molitura una quantità rilevante di MON, vicina al 50%, rimane nei prodotti finali (grits), mentre le fasi di pulitura sono molto efficaci nel ridurre la contaminazione.

## **B19. MountainHER: un progetto PRIMA per rafforzare l'economia delle montagne ed il ruolo delle associazioni femminili nei Paesi del Mediterraneo, attraverso prodotti alimentari a base di cereali da filiera agro-ecologica**

*Mia Marchini<sup>1</sup>, Iliara Mazzoli<sup>1</sup>, Filippo Bassi<sup>2</sup>, Mondher Ben Salem<sup>3</sup>, Natalija Mamula<sup>4</sup>, Rola El Ami<sup>5</sup>, Nouredine Bahri<sup>6</sup>, Faiza Djellakh<sup>7</sup>, Amae Bouslamti<sup>8</sup>, Hajer Ben Ghanem<sup>3</sup>, Rachid Mrabet<sup>6</sup>*

<sup>1</sup>*Open Fields, Strada Madonna dell'Aiuto 7/a, 43126 Parma (PR);*

<sup>2</sup>*ICARDA, Station Exp. INRA-Quich Rue Hafiane Cherkaoui, Rabat, Marocco;*

<sup>3</sup>*INRA-T, Rue Hédi Karray TN-2049 Ariana, Tunisia;*

<sup>4</sup>*PINS, Ivana Gorana Kovačića 3, 51 311 Skrad, Croazia;*

<sup>5</sup>*LARI, Bekaa, Tal Amara, Libano;*

<sup>6</sup>*INRA, 245X+JX9, Av. Abbasr, Rabat 10000, Marocco;*

<sup>7</sup>*ITGC, 2, avenue des Frères Ouadek. BP 200 Hassen BADI,*

*El Harrach CP 16200, Algeri, Algeria;*

<sup>8</sup>*Oxfam, 12 Rue Hamza, Rabat, Marocco*

**Il problema.** Le comunità rurali montane del Mediterraneo risentono di un relativo isolamento dai mercati, di politiche di marketing insufficienti e di particolari criticità climatiche. Ciò ostacola l'accesso ai margini di profitto che potrebbero derivare dalla vendita dei prodotti locali. Si verificano pertanto, soprattutto nella regione del Medio Oriente e del Nord Africa, un'emigrazione maschile verso i centri urbani e una femminilizzazione sia del lavoro che della gestione agricola. Queste donne devono tuttavia affrontare limitazioni nell'accesso alle competenze e nella capacità decisionale. Pregiudizi di genere continuano a ostacolare le possibilità di successo delle donne nel settore agricolo anche in Europa.

**L'opportunità.** Recentemente si è osservata un'amplificazione della domanda di prodotti alimentari tradizionali e locali. I prodotti montani sono percepiti come più sani e naturali. La creazione di associazioni (spesso cooperative) in grado di produrre e valorizzare tali prodotti può generare opportunità di occupazione per le donne e altre persone vulnerabili.

**Il progetto.** Sei comunità montane ad elevata componente femminile (in Algeria, Croazia, Italia, Libano, Marocco e Tunisia) sono state attivate come "laboratori viventi" per la sperimentazione e l'implementazione prototipale di filiere agro-ecologiche per la realizzazione di prodotti a base di grano duro ed orzo. La **proposta di valore** è imperniata sull'origine, sul valore sociale e su una coltivazione rispettosa dell'ambiente. Sono attualmente in corso non solo la validazione di pratiche sostenibili adeguate alle condizioni locali e tali da tutelare le rese, ma anche la trasmissione delle relative competenze. L'approccio olistico coinvolge anche il marketing, con test di concetto, di prodotto, di commercializzazione, la creazione di strumenti di calcolo e di business plan. Una prima indagine CAWI, attuata in tutti e sei i Paesi, ha fornito input per la comunicazione. In particolare, il Workpackage 2 riguarda la ricerca partecipata per la selezione varietale, con addestramento alla produzione di sementi locali; il WP3 seleziona e verifica pratiche agro-ecologiche, con produzione di fertilizzanti da economia circolare; il WP4 è impegnato nella rimozione delle barriere al ruolo femminile; con il WP5 si sta procedendo alla definizione dei prodotti e alle relative analisi nutrizionali; il WP6 accentra le attività di marketing, il WP7 coordina le attività di disseminazione, rivolte non solo alle istituzioni e alle cooperative agricole, ma anche a potenziali clienti del catering e della ristorazione.

**Parole chiave:** agro-ecologia, montagna, circolarità, valorizzazione

### **Bibliografia essenziale**

Policy Department for Citizens' Rights and Constitutional Affairs, Directorate General for Internal Policies of the Union, "The professional status of rural women in the EU", PE 608.868 - May 2019.

Dina Najjar, Guidelines for Facilitating Women's adoption of Improved Cereal Varieties in Sex-segregated Cultures [Guideline], PE 608.868 - May 2019.

## **C1. Approcci agronomici rigenerativi: caratterizzazione tecnologica di linee di frumento perenne coltivate in Italia**

*Elena Galassi<sup>1</sup>, Chiara Natale<sup>1</sup>, Francesca Nocente<sup>1</sup>, Federica Taddei<sup>1</sup>, Ester Gosparini<sup>1</sup>,  
Alessandra Arcangeli<sup>1</sup>, Viviana Del Frate<sup>1</sup>, Cristina Cecchini<sup>1</sup>,  
Gianni Galaverna<sup>2</sup>, Laura Gazza<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>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);

<sup>2</sup>Università di Parma Dipartimento di Scienze degli Alimenti e del Farmaco,  
Parco Area delle Scienze 17/a, Parma (PR)

I cereali sono la base dell'alimentazione umana e tra questi, dopo riso e mais, il grano è il più coltivato al mondo con 219 milioni di ettari, di cui 24 milioni nei paesi del bacino del Mediterraneo e circa 1,8 in Italia (FAOSTAT, 2022). Siccità, conflitti e prezzi elevati, stanno aggravando l'insicurezza alimentare in molti Paesi (FAO, 2023). Il progetto CHANGE-UP finanziato nell'ambito del Programma PRIMA, tra i cui obiettivi c'è quello di ridisegnare i sistemi agricoli per l'area del Mediterraneo allo scopo di renderli maggiormente resilienti ai cambiamenti climatici, riguarda lo sviluppo e la caratterizzazione di linee di grano perenne coltivate in Italia, Algeria, Tunisia e Marocco, come nuova strategia verso l'implementazione della produzione agricola sostenibile, della sicurezza alimentare e della qualità ambientale. Nel presente studio sono stati esaminati per le loro proprietà tecnologiche e reologiche (peso 1000 semi, peso ettolitrico, contenuto proteico, test alveografici e di sedimentazione SDS, indice di glutine), quattro genotipi di grano perenne (235a, 20238, Ok72 e 11955), ottenuti dall'incrocio di grano tenero (*T. aestivum*) e grano duro (*T. durum*) con varie specie di *Thinopyrum*, coltivati a Montelibretti (Roma) e selezionati in studi precedenti per le buone performances agronomiche e la qualità nutrizionale. Per tutte le analisi sono stati usati come controllo un frumento duro annuale, cv Ardente, e la specie perenne *Thinopyrum intermedium* (Kernza®). In media, le linee perenni hanno presentato un peso 1000 semi pari a circa la metà di quello del frumento duro di controllo, ma con un contenuto proteico più elevato, e buoni valori di peso ettolitrico solo per i genotipi Ok72 e 11955. La linea 235a ha mostrato le migliori prestazioni in termini di qualità del glutine (W alveografico, SDS e indice di glutine). L'identificazione dei genotipi perenni, più adatti alle mutevoli condizioni dell'area mediterranea, con caratteristiche nutrizionali e tecnologiche di buona qualità, consentirà lo sviluppo di nuovi prodotti utili per aumentare la sicurezza e la diversità alimentare con un potenziale impatto positivo sulla salute umana e degli agroecosistemi.

**Parole chiave:** frumenti perenni, *Thinopyrum*, qualità tecnologica, filiere rigenerative

### **Bibliografia essenziale**

FAO. 2023. Crop Prospects and Food Situation - Quarterly Global Report No. 2, July 2023. Rome.

<https://doi.org/10.4060/cc6806en>

## **C2. Popolazioni evolutive di frumento: un approccio di agricoltura rigenerativa per filiere sostenibili e di qualità**

*Chiara Natale<sup>1,2</sup>, Elena Galassi<sup>1</sup>, Francesca Nocente<sup>1</sup>, Federica Taddei<sup>1</sup>, Marta Naso<sup>1</sup>, Pierino Cacciatori<sup>1</sup>, Silvia Folloni<sup>3</sup>, Giovanna Visioli<sup>4</sup>, Salvatore Ceccarelli, Gianni Galaverna<sup>4</sup>, Laura Gazza<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*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);*

<sup>2</sup>*Università di Roma Campus Bio-Medico, Via Álvaro del Portillo 21, 00128 Roma (RM);*

<sup>3</sup>*Open Fields S.r.L, Str. Madonna dell' Aiuto 7/a, 43126 Parma (PR);*

<sup>4</sup>*Università di Parma, Parco Area delle Scienze 11/a, 43124 Parma (PR)*

I cambiamenti climatici hanno provocato una produzione altalenante dei cereali ed una conseguente vulnerabilità delle condizioni socio-economiche delle popolazioni rurali. Risulta pertanto fondamentale migliorare la produzione e la resilienza, considerando però che i sistemi agricoli intensivi basati sull'ottimizzazione della produttività delle monoculture sono oggi ampiamente criticati per il loro impatto negativo sull'ambiente e sulla biodiversità agro-alimentare. In questo contesto si sta affermando la coltivazione sperimentale di popolazioni evolutive, un insieme di genotipi diversi della stessa specie sottoposti a cicli di semina e raccolta, affidandosi alla selezione naturale per l'evoluzione e il conseguente adattamento ad un determinato luogo. Questa strategia sarà in grado di limitare le perdite di raccolto causate da condizioni climatiche estreme e da attacchi di patogeni, garantendo agli agricoltori un profitto, seppure minimo, grazie alla capacità intrinseca delle popolazioni evolutive di adattarsi continuamente alle condizioni in cui crescono. Nell'ambito del progetto CHANGE-UP, finanziato dal programma PRIMA, due diverse popolazioni evolutive di grano tenero (Li Rosi e Floriddia) sono state seminate in rotazione colturale con diverse specie di leguminose, presso l'azienda sperimentale di Montelibretti (Roma) del CREA-IT e presso due aziende agricole di Parma. I campioni sono stati valutati per le loro caratteristiche agronomiche (resa, altezza delle piante, numero di tillers, presenza di fitopatie), merceologiche e tecnologiche (peso 1000 semi, peso ettolitrico, contenuto proteico, test alveografici e di sedimentazione SDS, indice di glutine) e nutrizionali (amido totale, amido resistente, fibra dietetica totale, capacità antiossidante). Per quanto riguarda le analisi tecnologiche, le popolazioni evolutive cresciute su precessione di leguminose hanno mostrato valori di W alveografico, test SDS e contenuto in glutine più alti rispetto a quelli cresciuti su precessione grano, nonostante entrambe le popolazioni coltivate nelle tre aziende siano caratterizzate da uno scarso indice di glutine. Le due popolazioni evolutive cresciute a Montelibretti hanno mostrato valori di amido totale, amido resistente e fibra dietetica totale e peso 1000 semi, più alti sulla precessione cece rispetto al trifoglio. Al contrario valori più elevati sono stati riscontrati nella precessione trifoglio per quanto riguarda i parametri di resa agronomica, contenuto proteico e capacità antiossidante totale. In generale, se coltivate su precessioni di leguminose le popolazioni evolutive risultavano essere più ricche in amido resistente, capacità antiossidante totale e fibra dietetica totale. In conclusione, i risultati del primo anno di sperimentazione mostrano che le popolazioni evolutive hanno buone caratteristiche sia tecnologiche che nutrizionali, evidenziandone, quindi, la potenzialità come materia prima per lo sviluppo di filiere cerealicole rigenerative.

**Parole chiave:** popolazioni evolutive, cerealicoltura rigenerativa, sostenibilità, precessioni, qualità

### **C3. Popolazioni evolutive di frumento coltivato su diverse precessioni in regime biologico stimolano processi del suolo e biodiversità microbica**

*Gianluigi Giannelli<sup>1,5</sup>, Charlotte Védère<sup>2</sup>, Cornelia Rumpel<sup>2</sup>, Laura Gazza<sup>3</sup>,  
Silvia Folloni<sup>4</sup>, Gianni Galaverna<sup>1</sup>, Giovanna Visioli<sup>5</sup>*

<sup>1</sup>*Università di Parma, Dipartimento di Scienze degli Alimenti e del Farmaco (S.A.F),  
Parco Area delle Scienze 11/A, 43124 Parma (PR);*

<sup>2</sup>*C.N.R.S., UMR Sorbonne U, CNRS, IRD, INRA, UPEC, Paris, Francia;*

<sup>3</sup>*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);*

<sup>4</sup>*Open Fields s.r.l., Strada Madonna Dell'Aiuto 7/A, 43126 Parma (PR);*

<sup>5</sup>*Università di Parma, Dipartimento di Scienze Chimiche, della Vita e della Sostenibilità  
Ambientale (S.C.V.S.A.), Parco Area delle Scienze 27/A, 43124 Parma (PR)*

L'intensa produzione agricola sta causando un sempre maggiore degrado delle risorse naturali e perdita di biodiversità, con conseguenti impatti negativi sui servizi ecosistemici essenziali. In particolare, le colture convenzionali sono minacciate dai cambiamenti climatici che incidono fortemente sui rendimenti agricoli. Pertanto, è necessario adottare pratiche agricole sostenibili che potrebbero ridurre gli impatti agricoli sul clima e migliorare la resilienza dell'agricoltura. Le popolazioni evolutive di frumento (EPs) possiedono un elevato grado di diversità genetica, mantenendo quindi una capacità più elevata rispetto alle monocolture di adattarsi a vari stress. Le EPs sono adatte a pratiche agricole sostenibili grazie alla loro capacità di produrre rendimenti buoni e stabili anche quando la disponibilità di risorse diminuisce o quando le condizioni climatiche diventano estreme. Un aspetto importante ma ancora inesplorato dell'adattamento delle EPs alla crescita in ambienti con scarse risorse è l'interazione tra il loro sistema radicale e i microrganismi del suolo, fondamentale per i processi del suolo e il benessere delle piante. Lo scopo di questo lavoro è stato quello di indagare se diverse modalità di coltivazione di EPs in regime biologico possano condizionare i processi che avvengono a livello di suolo e di rizosfera, migliorando la qualità del suolo in un'ottica di agricoltura rigenerativa. A tal fine, sono state determinate le caratteristiche chimiche e microbiche dei suoli e delle rizosfere di due EPs Furat Li Rosi Furat Floriddia coltivate in due siti italiani (Parma e Roma) in seguito a diverse precessioni (legumi e grano). L'analisi di spettroscopia ad infrarossi è stata utilizzata per ottenere un'impronta digitale sulla qualità della sostanza organica (OM) del suolo e rizosfera nei diversi sistemi colturali. Inoltre, sono state determinate le attività enzimatiche, la biomassa microbica, l'EL-FAME del suolo (esteri metilici e acidi grassi) e le concentrazioni di C, e N per correlare le attività microbiche alla qualità dell'OM e alle caratteristiche chimiche del suolo. I risultati dimostrano che le EPs possono influenzare la composizione della sostanza organica del suolo attraverso l'alterazione del funzionamento microbico a seconda del sito e del sistema di coltivazione, suggerendo anche possibili variazioni nella resa nonché variazioni nelle caratteristiche nutrizionali e tecnologiche delle EPs.

**Parole chiave:** agricoltura rigenerativa, biodiversità del suolo, resilienza, servizi ecosistemici

#### **C4. Attività del CREA per la valorizzazione del germoplasma italiano di mais attraverso un network internazionale**

*Carlotta Balconi<sup>1</sup>, Alessio Torri<sup>1</sup>, Sandra Goritschnig<sup>2</sup>, Rita Redaelli<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, Via Stezzano 24, 24126 Bergamo (BG);*

<sup>2</sup>*ECPGR, Alliance of Bioversity International and CIAT,  
Via di San Domenico 1, 00153 Roma (RM)*

Le risorse genetiche di mais conservate presso le Banche del germoplasma dei vari paesi hanno grande valore strategico, non solo per i programmi di salvaguardia della biodiversità esistente, ma anche perché costituiscono una preziosa sorgente di nuovi geni, alleli e caratteri importanti come potenziali fonti di resistenza a stress ambientali, biotici e abiotici, o di particolari caratteristiche di qualità.

Nell'ambito degli ultimi due trienni del “Programma per la conservazione, caratterizzazione, uso e valorizzazione delle risorse genetiche vegetali per l'alimentazione e l'agricoltura” – RGV-FAO (Legge 6 aprile 2004, n. 101), rispettivamente 2020-2022 (D.M. MiPAAF n. 9037962 del 03.08.2020), e 2023-2025 (D.M. Masaf n. 50045 del 01.02.2023) il CREA di Bergamo ha previsto l'inserimento di attività in raccordo con l'iniziativa internazionale, EVA – Network Europeo di Valutazione delle Risorse Genetiche di Mais (2020-2024 - <https://www.ecpgr.cgiar.org/eva>), al fine di implementare lo scambio e la valorizzazione di accessioni italiane con istituzioni internazionali. Il network EVA dedicato al mais, è coordinato dall'ECPGR (European Cooperative Programme for Plant genetic Resources) con lo scopo creare un'interazione tra partnership privata e pubblica, coinvolge nove nazioni (Francia, Spagna, Portogallo, Italia, Germania, Croazia, Romania, Svizzera e Serbia), nove banche del germoplasma, nove istituti di ricerca e nove compagnie sementiere e si propone di scambiare, genotipizzare, valutare e moltiplicare circa 500 accessioni di mais in 20 siti sperimentali. La raccolta di dati si focalizza principalmente su varietà locali proposte da ciascun partner; i dati raccolti confluiscono nel database europeo EURISCO delle risorse genetiche. L'interscambio di materiali e dati attraverso i diversi stati europei contribuisce all'arricchimento delle risorse genetiche da cui attingere per lo sviluppo di programmi di miglioramento genetico mirati e condotti dalle singole nazioni. I materiali vengono scambiati tra i partner mediante il protocollo “Standard Material Transfer Agreement” definito dal Trattato-FAO.

Nella stagione agronomica 2023 il CREA di Bergamo ha partecipato per il terzo anno alla sperimentazione nell'ambito EVA network, seminando presso la propria azienda 59 landraces di mais originarie di Spagna, Serbia e Croazia, a confronto con sei varietà italiane conservate presso la Banca del germoplasma e 3 ibridi commerciali utilizzati quali testimoni di raccordo tra le diverse prove collegiali. Valutazioni morfologiche e qualitative sono state effettuate sui materiali raccolti.

**Parole chiave:** mais, germoplasma, valorizzazione, network europeo

*Ricerca sviluppata nell'ambito di:*

*“Programma per la conservazione, caratterizzazione, uso e valorizzazione delle risorse genetiche vegetali per l'alimentazione e l'agricoltura RGV-FAO”, triennio 2020-2022 finanziato dal “MiPAAF (D.M. n. 9037962 del 03.08.2020); triennio 2023-2025 finanziamento dal Masaf (D.M. n. 50045 del 01.02.2023)*

*Bioversity International EVA-Maize-CREA - Agreement No LoA N°: L20HQ169 - 2020*

*Bioversity International - Lumpsum Funding CREA Agreement No: L23ROM203 - 2023*

## C5. Analisi comparativa dell'impatto ambientale di ingredienti ad alto amido resistente

*Alessio Cimini, Lorenzo Morgante, Mauro Moresi*

*Università della Tuscia, Dipartimento per l'Innovazione nei sistemi Biologici,  
Agroalimentari e Forestali, Via S. C. de Lellis, 01100 Viterbo (VT)*

L'amido resistente (RS) è essenziale per la salute del colon, poiché funge da fibra solubile e stimola la produzione di acidi grassi a catena corta, come il butirrato. Oltre alla riduzione dei livelli di glucosio nel sangue e alla soppressione dell'appetito, fornisce supporto nella gestione di condizioni gastrointestinali come la rettocolite ulcerosa e la malattia di Crohn.

Recenti studi (Botticella et al., 2018; Vetrani et al., 2018) hanno portato allo sviluppo di varietà di frumento tenero con un tenore di amilosio superiore al 70%, producendo farine con oltre il 10% in RS e il 54% di amilosio su base secca. Queste farine sono state con successo impiegate nella produzione di alimenti a basso indice glicemico, tra cui noodles, pane, fette biscottate, cereali soffiati, pasta secca e fresca (Cimini et al., 2022).

La maltazione di 3 legumi tipici dell'Alto Lazio (Ceci del solco dritto di Valentano, fagioli del Purgatorio di Gradoli e lenticchie di Onano) ha permesso di ridurre il contenuto di oligosaccaridi e acido fitico, responsabili di flatulenza e malassorbimento dei metalli (Cimini et al., 2023, 2024). Fra questi, i fagioli del Purgatorio maltati e decorticati hanno prodotto uno sfarinato con un 22% di RS su base secca.

Entrambi gli sfarinati ad alto contenuto di RS sono ideali per alimenti funzionali con un contenuto finale di RS  $\geq 14\%$  di amido totale e benefici per il metabolismo del glucosio post-prandiale, in linea con il Regolamento della Commissione Europea 432/2012.

Questo studio presenta un'analisi ambientale comparativa tra questi sfarinati, impiegando un software di Analisi del Ciclo di Vita e la metodologia standard ReCiPe 2016, al fine di identificare la fonte alimentare più sostenibile e sensibilizzare i consumatori sulle implicazioni ambientali delle proprie scelte alimentari.

**Parole chiave:** amido resistente, caratterizzazione ambientale complessiva; sfarinato di frumento tenero ad alto amilosio; sfarinato di fagioli del Purgatorio di Gradoli maltati e decorticati.

### **Bibliografia essenziale**

Botticella E, Sestili F, Sparla F, Moscatello S, Marri L, Cuesta-Seijo JA, Falini G, Battistelli A, Trost P, Lafiandra D (2018) Combining mutations at genes encoding key enzymes involved in starch synthesis affects the amylose content, carbohydrate allocation and hardness in the wheat grain. *Plant Biotechnology Journal*, 16, 1723-1734.

Cimini A, Poliziani A, Antonelli G, Sestili F, Lafiandra D, Moresi M (2022) Characterization of fresh pasta made of common and high-amylose wheat flour mixtures. *Foods*, 11, 2510.

Cimini A, Poliziani A, Morgante L, Moresi M. (2023) Assessment of the malting process of Purgatory bean and Solco Dritto chickpea seeds. *Foods*, 12(17), 3187.

Cimini A, Poliziani A, Morgante L, Moresi M. (2024) Antinutrient removal in yellow lentils by malting. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 104, 508–517.

Vetrani, C.; Sestili, F.; Vitale, M.; Botticella, E.; Giacco, R.; Griffo, E.; Costabile, G.; Cipriano, P.; Tura, A.; Pacini, G.; Rivellese, A.A.; Lafiandra, D.; Riccardi, G. (2018) Metabolic response to amylose-rich wheat-based rusks in overweight individuals. *European Journal of Clinical Nutrition*, 72(6), 904-912.

## C6. Valutazione delle risposte agronomiche e qualitative di farri e varietà storiche e moderne di frumento tenero coltivate in ambienti non marginali

*Claudia Sardella<sup>1</sup>, Francesca Vanara<sup>1</sup>, Mattia Scapino<sup>1</sup>, Valentina Scarpino<sup>1</sup>,  
Clara Pedrazzani<sup>2</sup>, Chiara Dall'Asta<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 di Parma, Dipartimento di Scienze degli Alimenti e del Farmaco,  
Viale delle Scienze 11/a, 43121 Parma (PR)*

Le specie antiche e le varietà storiche di frumento sono state oggetto di interesse crescente da parte del mercato, per motivi legati al mantenimento della biodiversità e alla diversificazione alimentare, nonché alla produzione di specialità dalle caratteristiche riconoscibili e apprezzabili da parte del consumatore moderno. Farri e varietà storiche di frumento tenero sono colture tipicamente adottate in areali marginali o in sistemi a basso input, dove il limitato differenziale produttivo rispetto a varietà moderne maggiormente competitive permette di ottenere buone marginalità economiche. Tuttavia, la continua domanda del mercato e, in particolare, della filiera industriale, supporta un'espansione di tali colture anche in aree cerealicole non marginali. Con l'obiettivo di rispondere alle richieste della filiera è stato condotto uno studio che ha visto la coltivazione di diverse specie antiche di *Triticum* (farro monococco, dicocco e spelta) e di varietà storiche di frumento tenero in sistemi di produzione non marginali, e la loro caratterizzazione da un punto di vista agronomico, qualitativo, sanitario e salutistico. I genotipi analizzati sono stati confrontati con varietà moderne di frumento tenero rappresentative di tre categorie commerciali (biscottiere, panificabili, di forza) adottando la stessa gestione agronomica. Il lavoro ha inoltre valutato parametri agronomici e reologici di genotipi storici e moderni di frumento tenero in funzione di tre dosi di concimazione azotata, con l'obiettivo di fornire ulteriori indicazioni alla filiera.

I risultati ottenuti in quattro diversi esperimenti hanno messo in evidenza le difficoltà relative alla gestione agronomica sia dei farri sia delle varietà storiche, e non hanno supportato le proprietà salutistiche spesso rivendicate per le vecchie varietà in termini di contenuto in composti bioattivi (acidi fenolici, alchilresorcinoli), proprietà antiossidanti e contenuto di peptidi immunotossici del glutine. Inoltre, l'applicazione di concimazioni azotate crescenti ha evidenziato ulteriormente la minore variabilità riscontrata nelle varietà storiche, e la loro limitata risposta agronomica e reologica a migliori condizioni produttive, al contrario delle varietà moderne, che possono quindi essere selezionate in funzione di specifici obiettivi qualitativi e tecnologici. Le varietà di recente introduzione (sia farri vestiti sia frumento tenero) si sono distinte per una maggiore variabilità sia a livello agronomico che sanitario e qualitativo. Il progressivo miglioramento genetico di tutte le specie di *Triticum* può quindi consentire di ottenere sia rese soddisfacenti che buone prestazioni tecnologiche, nonché una adeguata qualità sanitaria e un buon contenuto di composti dalle apprezzate proprietà salutistiche.

**Parole chiave:** farri, varietà storiche, deossinivalenolo, composti bioattivi, Mixolab<sup>®</sup>.

## C7. Caratterizzazione agronomica e qualitativa di accessioni di *Triticum spelta*

Andreina Belocchi, Elena Galassi, Federica Taddei, Alessandro Cammerata,  
Ester Gosparini, Valerio Mazzon, Angela Iori

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)

Nell'ambito del programma internazionale "Risorse Genetiche Vegetali" (RGV) della FAO, il Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria – Centro di ricerca Ingegneria e Trasformazioni agroalimentari (CREA-IT) di Roma si occupa da vari anni della conservazione, moltiplicazione e caratterizzazione di numerose accessioni di *Triticum spelta*.

Il farro spelta (o gran farro) è un cereale antico, comparso nell'area della Mezzaluna fertile circa 8000 anni fa, e viene utilizzato per produrre biscotti, pane, pasta e birra.

Nell'ambito della ricerca sono state valutate le principali caratteristiche fenologiche e morfologiche di diversi genotipi di spelta, sia a semina autunnale che a semina di fine inverno, ed è stato saggiato il comportamento, resistente o suscettibile, delle accessioni verso le fitopatie che colpiscono i cereali, studiando anche l'evoluzione nel tempo dei principali patogeni fungini. In particolare, sui genotipi sono stati rilevati: data di spigatura, altezza delle piante, peso 1000 spighe, produzione e peso delle 1000 cariossidi; in alcune annate, sono state effettuate anche analisi qualitative: contenuto in proteine, test SDS, Gluten Index, colore (indice di giallo) ed è stata determinata la capacità antiossidante totale (TAC). Per accertare il mantenimento in purezza delle accessioni ed escludere la presenza di contaminazioni, causate da altre specie del genere *Triticum*, sono state condotte indagini di laboratorio, in particolare, analisi elettroforetiche delle proteine di riserva (SDS-PAGE).

I rilievi agronomici e le analisi qualitative hanno fornito informazioni utili per la caratterizzazione dei genotipi, evidenziando una certa variabilità nel materiale in studio. Le analisi elettroforetiche delle proteine di riserva non hanno rilevato differenze nei profili proteici all'interno dei singoli campioni, ma solo tra le diverse accessioni, accertando la purezza dei genotipi. Il monitoraggio fitopatologico ha permesso di rilevare la risposta delle accessioni in prova verso le principali malattie fungine (ruggine gialla, ruggine bruna, ruggine nera, complesso della septoriosi e fusariosi della spiga) che colpiscono l'apparato aereo dei cereali. La maggior parte dei genotipi di *T. spelta* saggiati ha mostrato un buon comportamento verso le principali fitopatie, risultando resistenti o moderatamente resistenti verso i principali patogeni fungini epigei.

La ricerca condotta in vari anni, oltre a permettere la conservazione delle accessioni per contrastare l'erosione genetica, ha consentito di acquisire informazioni utili per il miglioramento genetico; l'osservazione del comportamento resistente di vari genotipi verso le fitopatie è importante, considerando la comparsa nel nostro Paese di nuovi patogeni/razze di patogeni fungini (*Puccinia striiformis* e *Puccinia graminis*, agenti causali rispettivamente della ruggine gialla e della ruggine nera) che sono risultati molto aggressivi su altre specie di cereali (frumento tenero e duro).

**Parole chiave:** (*Triticum spelta*, accessioni, patologie fungine, caratteristiche agronomiche, analisi qualitative)

## C8. Strategie di sequenziamento di nuova generazione per lo studio della variabilità genetica nei mais piemontesi

*Matteo Martina<sup>1</sup>, Anna Maria Milani<sup>1</sup>, Cinzia Comino<sup>1</sup>, Sandra Spagnolo<sup>2</sup>, Paola Migliorini<sup>2</sup>, Ezio Portis<sup>1</sup>*

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

<sup>2</sup>Università degli Studi di Scienze Gastronomiche, Piazza Vittorio Emanuele 9, Fraz. Pollenzo, 12042 Bra (CN)

Negli ultimi anni, i progressi nelle tecnologie di sequenziamento di nuova generazione (Next-Generation Sequencing - NGS) hanno rivoluzionato la nostra capacità di esaminare e acquisire rapidamente informazioni genetiche complesse, aprendo nuove prospettive in numerosi ambiti di ricerca, dalla genomica alla medicina personalizzata. In questo studio, abbiamo utilizzato il protocollo K-seq (Ziarsolo et al. 2021), basato su tecnologie NGS, adattandolo per lo studio del genoma del mais. Questo protocollo si basa sull'amplificazione di regioni genomiche attraverso due passaggi di amplificazione utilizzando oligonucleotidi di ridotta lunghezza, progettati sulla base di insiemi di *k-meri* identificati *in silico* sulla sequenza genomica disponibile. Tali amplificazioni consentono di rilevare numerosi polimorfismi genetici.

Questa ricerca è stata condotta nell'ambito del "Progetto GER-MAIS": Germoplasma degli ecotipi di mais piemontesi, finanziato dalla Regione Piemonte (PSR 2014-2024 - Op. 10.2.1). Il progetto si è incentrato sullo sviluppo di strategie ottimali per la conservazione del germoplasma di mais locale e per l'individuazione di validi criteri di selezione che permettano di stabilizzarne le produzioni dal punto di vista quali-quantitativo, nell'ottica di una loro valorizzazione come prodotti tipici di nicchia, marchi DOP e marchi IGP.

Nella prima fase del progetto, il protocollo K-seq è stato ottimizzato analizzando un sottoinsieme di genotipi campionati entro dieci ecotipi locali piemontesi. Sette ecotipi, denominati 'Ottofile giallo', 'Ottofile rosso', 'Ottofile bianco', 'Ostenga', 'Nostrano dell'Isola', 'Pignoletto giallo' e 'Pignoletto rosso', erano già stati identificati in precedenza (Portis et al. 2011), mentre 'Ottofile nero', 'Pignoletto nero' e 'Quarantina' sono stati qui selezionati per la prima volta. Complessivamente, sono stati generati circa 23 milioni di *reads* (PE150), allineate al genoma di riferimento per identificare circa 2,9 milioni di marcatori SNP (*single nucleotide polymorphism*). Dopo il filtraggio, questo numero è stato ridotto a circa 10 mila marcatori utilizzati per la costruzione di un dendrogramma UPGMA che riporta le relazioni filogenetiche esistenti tra i dieci ecotipi in analisi.

Circa 30 piante, coltivate in campi isolati, sono state quindi selezionate all'interno di ciascun ecotipo e, sulla base dei dati molecolari raccolti, sono stati identificati i genotipi più rappresentativi. La nostra attenzione si è concentrata sui genotipi che mostravano caratteristiche distintive e capaci di includere la maggior parte della variabilità genetica, con l'obiettivo di facilitare e ottimizzare la loro conservazione *in situ* ('on-farm') ed *ex situ* presso la Banca del Germoplasma del DISAFA - Università di Torino.

**Parole chiave:** agrobiodiversità; protocollo K-seq; NGS (Sequenziamento di nuova generazione); genetica delle popolazioni

### **Bibliografia essenziale**

Portis et al. (2011). Recupero e valorizzazione di ecotipi piemontesi di mais da polenta. Atti 8° Convegno AISTEC, pp. 44-48;

Ziarsolo et al (2021). K-seq, an affordable, reliable, and open Klenow NGS-based genotyping technology. *Plant Methods*, 17, 1-11.

## C9. Prodotti innovativi a base di cereali minori: cous cous e malto da grano monococco

*Francesca Nocente, Elena Galassi, Federica Taddei, Chiara Natale,  
Pierino Cacciatori, Lorian Sereni, Laura Gazza*

*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)*

Il grano monococco (*Triticum monococcum*) è il più antico cereale ad essere stato coltivato dall'uomo. Sebbene nel tempo la sua coltivazione sia stata abbandonata, perché sostituito dai più produttivi grani tenero e duro, negli ultimi anni si è assistito ad un rinnovato interesse per questo frumento grazie alla sua "rusticità" e ad alcune caratteristiche nutrizionali, quali un elevato contenuto proteico e un glutine molto debole; il monococco è inoltre ricco di luteina, fruttani, ferro e zinco. Considerando le potenzialità di questo cereale, nell'ambito del progetto Cosmo "Cooperazione per lo sviluppo in Sicilia della filiera del grano Monococco" (PSR Sicilia 2014-2020), sono stati messi a punto i processi tecnologici per la produzione di cous cous e di malto. Per la produzione di malto e di cous cous sono state utilizzate le varietà di monococco Norberto, a cariosside vestita, e Hammurabi, a cariosside nuda. La produzione di malto per birra ha previsto uno studio preliminare per valutare l'attitudine alla maltazione del monococco. In particolare, sono stati analizzati alcuni parametri che influenzano il processo di maltazione e di produzione della birra quali: peso ettolitrico, peso mille semi, contenuto in proteine ed in amido, attività amilasica, capacità ed energia germinativa. Inoltre, sono stati messi a punto differenti protocolli di maltazione per le due varietà, poiché, essendo una nuda ed una vestita, hanno richiesto tempi di macerazione, di germinazione e di essiccamento differenti. Entrambe le varietà sono risultate adatte alla produzione di malto da birra, sebbene la ridotta attività amilasica riscontrata in questo cereale, rispetto a quella dell'orzo, ne indichi un suo potenziale utilizzo per la produzione di birre a basso grado alcolico. Le due varietà Norberto e Hammurabi sono state inoltre utilizzate per la produzione di cous cous. Il processo tecnologico ha richiesto l'applicazione del processo di parboilizzazione della granella di monococco per aumentarne la durezza della cariosside ed ottenere, conseguentemente, uno sfarinato con una granulometria adatta alla formazione dei granelli di cous cous. Lo sfarinato unito all'acqua è stato sottoposto a diversi passaggi di *rolling* (incoccamento) e setacciamento con setacci di diverse dimensioni che hanno portato alla formazione dei granelli di cous cous di monococco. Il cous cous ottenuto è stato quindi sottoposto a precottura a vapore e successivo essiccamento per la produzione di cous cous di monococco precotto.

**Parole chiave:** monococco, cous cous, malto, parboilizzazione

## **C10. Progetto soul - innovazione nella filiera del sorgo ad uso alimentare nel Lazio: sostenibilità, coltivazione, trasformazione e recupero funzionale degli scarti di trasformazione**

*Federica Taddei<sup>1</sup>, Laura Gazza<sup>1</sup>, Francesca Nocente<sup>1</sup>, Elena Galassi<sup>1</sup>, Chiara Natale<sup>1</sup>, Pierino Cacciatori<sup>1</sup>, Andreina Belocchi<sup>1</sup>, Valerio Mazzon<sup>1</sup>, Mauro Pagano<sup>2</sup>, Danilo Ceccarelli<sup>3</sup>, Roberto Ciorba<sup>3</sup>, Roberto Ciccioritti<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>*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);*

<sup>2</sup>*Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (CREA), Centro di ricerca Ingegneria e Trasformazioni agroalimentari, Via della Pascolare 16, 00015 Monterotondo (RM);*

<sup>3</sup>*Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (CREA), Centro di ricerca Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura, Via di Fioranello 52, 00134 Roma (RM)*

Gli effetti del cambiamento climatico (aumento delle temperature, distribuzione disomogenea delle piogge e aumento di eventi estremi) nel settore agricolo stanno influenzando significativamente le rese incidendo di fatto sulla possibilità di accesso al cibo da parte della popolazione mondiale. Il settore cerealicolo è particolarmente esposto a tale problematica soprattutto per quanto riguarda le colture primaverili-estive. Il sorgo, grazie anche alla sua rusticità, potrebbe rappresentare una valida alternativa alla coltivazione di altre specie primaverili-estive quali il mais, consentendo di raggiungere il duplice obiettivo della tolleranza agli stress abiotici e della sostenibilità ambientale.

A tal proposito, il progetto SOUL, di durata biennale e finanziato dalla Regione Lazio nell'ambito dei Piani di Sviluppo Rurale 2014-2020 (misura 16, sottomisura 16.2) si prefigge lo scopo di sviluppare una filiera del sorgo ad uso alimentare nella Regione Lazio al fine di porre le basi per il miglioramento della competitività dei produttori agricoli regionali. Il progetto è articolato in 6 azioni che riguardano rispettivamente: i) il coordinamento, ii) la coltivazione del sorgo in regime convenzionale e biologico, con la valutazione delle caratteristiche vegeto-produttive, iii) la trasformazione, iv) l'impostazione di una filiera circolare al fine di un corretto utilizzo degli scarti di produzione, v) la caratterizzazione biochimica e nutrizionale della granella e dei prodotti della trasformazione, vi) la divulgazione, diffusione e valorizzazione dei risultati del progetto. Il CREA nell'ambito del progetto SOUL metterà a disposizione delle aziende partners il *know how* in termini di individuazione degli ibridi più promettenti, delle tecniche colturali da adottare e delle trasformazioni. Sarà quindi ottimizzata la molitura delle cariossidi comparando processi tradizionali con processi innovativi. Gli sfarinati così ottenuti saranno utilizzati per la preparazione prodotti da forno e pasta con un potenziale nutrizionale e sensoriale di rilievo. Verranno anche effettuate prove di birrificazione al fine di ampliare i possibili impieghi della granella. Il progetto è stato ideato tenendo conto delle strategie internazionali, come l'Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile, il Quadro strategico 2022-31 della FAO e il *Green Deal* europeo che mirano ad ottenere sistemi agroalimentari più efficienti e sostenibili. Pertanto, è previsto anche lo studio per il recupero e riutilizzo dei sottoprodotti ottimizzando processi di *green extraction*, al fine di ottenere estratti titolati dagli scarti dell'intera filiera da poter utilizzare come materia prima in nuovi processi. Ulteriori prove riguarderanno il possibile impiego degli scarti per fini energetici e produzione di ammendanti.

**Parole chiave:** sorgo, qualità, sostenibilità, sicurezza alimentare

### **Bibliografia essenziale**

Taddei et al 2021,

<https://www.pianetapsr.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/2498>

## **C11. Effetto dei processi di estrusione per la produzione di snack e pasta sul contenuto di fumonisine libere e coniugate e delle principali micotossine normate ed emergenti in farine di mais**

*Valentina Scarpino, Francesca Vanara, Massimo Blandino*

*Università di Torino, Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari,  
Largo Paolo Braccini 2, 10095 Grugliasco (TO)*

Negli ultimi decenni, il mais è stato ampiamente utilizzato nelle formulazioni *gluten-free*. Tuttavia, il mais è spesso contaminato dalle fumonisine, nonché da altre micotossine principali ed emergenti, quali deossinivalenolo (DON), deossinivalenolo-3-glucoside (DON-3-G), moniliformina (MON) e aflatossine. I processi di estrusione possono promuovere la coniugazione delle fumonisine libere alla matrice alimentare. L'obiettivo di questo lavoro è stato di valutare diverse materie prime sottoposte ad un processo di estrusione e la loro interazione rispetto alla concentrazione delle forme libere e coniugate di fumonisine e delle principali micotossine normate ed emergenti. La prova ha previsto un confronto fattoriale di 5 tipologie di ibridi di mais per la composizione dell'amido (convenzionale, alto amilosio, *waxy* e le loro miscele 50% - 50%), due granulometrie delle farine (fioretto e fumetto) e 2 processi di cottura-estrusione (*dry*, per la produzione di snack e *wet*, per la produzione di pasta). Le farine e i prodotti estrusi sono stati analizzati attraverso un metodo multi-micotossina HPLC-ESI-TQ-MS/MS.

Le materie prime si sono differenziate per il contenuto delle micotossine rilevate, evidenziando una maggiore suscettibilità dell'ibrido *waxy* rispetto all'ibrido convenzionale: fumonisine libere (+2.8 volte), MON (+1.5), DON (+1.5), DON-3-G (+1.6), aflatossina B<sub>1</sub> (+8.6). Inoltre, già nelle materie prime non trasformate sono state quantificate le fumonisine coniugate, che rappresentano il 19% in media delle fumonisine totali.

I due processi di estrusione hanno influenzato in modo differente il contenuto di micotossine presenti nelle matrici. Il processo di estrusione *dry* è stato più efficace nel ridurre il contenuto delle fumonisine totali (27% vs 10%) e libere (50% vs 48%), e di MON (24% vs 18%) rispetto al *wet*, ad eccezione del DON (15% vs 22%). Quest'ultimo processo, tuttavia, ha presentato un maggiore fenomeno di mascheramento delle tossine, determinando nella pasta cruda un contenuto di fumonisine coniugate 2.1 volte superiore rispetto a quello osservato negli snack. Il contenuto di DON-3-G è invece aumentato (+14%) nel processo di estrusione *dry* e ridotto (-7%) nel *wet*. L'azione della cottura della pasta ha ridotto le fumonisine libere del 26% nella pasta, mentre le forme coniugate non sono state influenzate. Analogamente, tutte le altre micotossine rilevate hanno subito una riduzione durante la cottura: MON (-64%), DON (-22%), DON-3-G (-7%) e aflatossina B<sub>1</sub> (-7%).

In conclusione, le fumonisine modificate sono già presenti nelle materie prime, ma il loro contenuto aumenta durante i processi di estrusione e questo può aumentare l'esposizione dei consumatori alle fumonisine, per cui occorre considerare il rischio dovuto alla co-contaminazione di diverse micotossine. Il processo di trasformazione e l'interazione con le caratteristiche delle farine utilizzate (tipologia di amido, granulometria) esercita un ruolo fondamentale nel determinare il contenuto totale di queste micotossine nei prodotti a base di mais.

**Parole chiave:** fumonisine, micotossine modificate, deossinivalenolo, moniliformina, aflatossina

## C12. Grani storici lombardi: germoplasma da caratterizzare e da valorizzare

*Virginia Pozzi<sup>1</sup>, Francesca Sansoni<sup>1</sup>, Lorenzo Sena<sup>1,2</sup>, Patrizia Vaccino<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, Strada Statale 11 per Torino km 2,5, 13100 Vercelli (VC);*

<sup>2</sup>*Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, Dipartimento di Scienze della Vita, Sede Agraria, Via Amendola 2, Pad. Besta, 42122 Reggio Emilia (RE)*

Il frumento tenero (*Triticum aestivum*) è il cereale più coltivato a livello mondiale. In Italia, nel 2023, la produzione si è attestata a 30,81 milioni di quintali su una superficie coltivata di 598.000 ettari (fonte Istat).

Negli ultimi venti anni si è assistito ad un graduale aumento dell'interesse verso le varietà "antiche" (più propriamente "storiche"), risalenti all'inizio del secolo scorso, quindi antecedenti alla rivoluzione verde, con l'obiettivo di creare delle filiere a forte valenza territoriale costituite da agrotecnica biologica, macinazione a pietra e lavorazione artigianale degli impasti. Spesso però si osserva la presenza sul mercato di farine e prodotti da forno riportanti la presenza di "grani antichi" senza alcuna certificazione in merito. Quindi la caratterizzazione di varietà storiche può essere importante per l'istituzione di una rigorosa filiera controllata.

Nel contesto del progetto Transfer, finanziato dalla Regione Lombardia, 40 accessioni di frumento tenero storicamente coltivate in Lombardia dalla fine del XIX fino all'inizio del XX secolo, selezionate dalla collezione della banca del germoplasma del CREA-CI di Vercelli, sono state analizzate per le loro caratteristiche agronomiche e qualitative. Le accessioni sono state seminate nell'autunno 2022 in parcelle costituite da due file di 2 metri di lunghezza, in cinque differenti ambienti localizzati tra Lombardia e Piemonte. In tutte le località sono stati registrati i tratti agronomici più importanti (data di spigatura, data di fioritura, altezza della pianta, allettamento e suscettibilità alle più comuni malattie fungine). Dopo la raccolta, sono stati acquisiti i tratti morfologici relativi alla spiga (ad es. forma, lunghezza e colore) e sono state analizzate le biometrie della granella utilizzando il software *WinSeedle*<sup>®</sup>. Il materiale è stato poi caratterizzato per contenuto proteico e della durezza della cariosside mediante spettroscopia NIR, volume di sedimentazione in SDS e attività  $\alpha$ -amilasica mediante test di Hagberg. Inoltre, è stata determinata la composizione in gliadine e glutenine ad alto e basso peso molecolare. I dati raccolti sono stati sottoposti ad analisi statistiche utilizzando il programma RStudio.

I risultati preliminari hanno permesso l'identificazione di alcuni genotipi interessanti, sia per caratteristiche agronomiche che qualitative. Al fine di confermare i risultati e di incrementare il materiale per effettuare analisi qualitative complesse (test alveografico e farinografico, prova di panificazione), nell'attuale annata agraria è stata predisposta un'ulteriore prova in campo, nelle medesime località, con parcelle di maggiore superficie.

Un'ulteriore attività è in corso utilizzando dati di genotipizzazione pregressi ai fini di individuare marcatori molecolari di semplice utilizzo e costo ridotto per la caratterizzazione univoca delle accessioni, favorendone la tracciabilità lungo la filiera.

Questo studio è finanziato dalla Regione Lombardia nell'ambito del Programma di sviluppo rurale 2014-2020, Operazione 10.2.01 "Conservazione della biodiversità animale e vegetale".

**Parole chiave:** Frumento tenero, varietà storiche, biodiversità, caratterizzazione qualitativa, tracciabilità.

### **C13. Valorizzazione di antiche popolazioni siciliane di *Triticum*: valutazione qualitativa e nutrizionale di nuovi prodotti a base di cereali**

*Fabiola Sciacca, Antonino Zappalà, Stefania Licciardello, Ezio Li Puma, Antonio Leonardi, Anastasia Pesce, Massimo Palumbo, Nicola Pecchioni, Nino Virzì*

*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)*

Il territorio siciliano rappresenta una delle poche zone dell'Europa meridionale nella quale è ancora diffusa la coltivazione di antiche popolazioni locali di frumenti duro e tenero. La loro produzione, negli anni, era stata tralasciata a causa della scarsa produttività, ma le peculiari proprietà qualitative e organolettiche le rendono, oggi, oggetto di interesse da parte dei consumatori, sempre più interessati ai prodotti tipici locali. In questo contesto, la sede di Acireale del Centro di ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali del CREA ha continuato a coltivare e mantenere in collezione le *landraces* siciliane di frumenti e a studiarne le caratteristiche morfologiche, qualitative e tecnologiche. In particolare, nell'ambito del progetto "IN.TE.GRA. - INnovazioni TEcnologiche GRani Antichi", finanziato dal P.S.R. Sicilia 2014/20, è stata condotta una valutazione merceologica, qualitativa e biochimica di quattro popolazioni siciliane di frumento duro, quali Timilia, Margherito, Russello e Farro Lungo e due di frumento tenero, Romano e Maiorca per individuare, tra queste, quelle più idonee alla realizzazione di nuovi prodotti a base di cereali ad alto valore nutrizionale: il "*bulgur*", e miscele di sfarinati, idonei alla realizzazione di panetti per pizza. Il *bulgur*, originario della Turchia e dalle origini antichissime, si ottiene da grano duro spezzato, che subisce un particolare processo di lavorazione; tra l'altro, trattandosi di un cereale integrale, risulta ricco di sostanze nutritive. Tra le accessioni di frumento duro considerate, la *landrace* Margherito è risultata la più idonea alla sua produzione, grazie al contenuto proteico, risultato il più elevato tra i genotipi valutati. Riguardo le miscele predisposte per la realizzazione di panetti per pizza, sono state considerate due diverse percentuali di integrazione: al 50 e al 70% di semola/farina. La mix al 50% ottenuta dalla combinazione tra la semola di Margherito e la farina di Romano ha fatto registrare il più alto valore di indice di glutine, pari a 47,5%. Nella combinazione al 70% di frumento duro e 30 di frumento tenero, la miscela Timilia/Romano ha mostrato un valore di indice di glutine, pari a 49%. Anche le miscele Margherito/Maiorca e Perciasacchi/Romano hanno riportato, comunque, valori di indice di glutine idonei alla formulazione di panetti per pizza.

**Parole chiave:** *landraces*, *bulgur*, miscele, panetti per pizza

#### **Bibliografia essenziale**

Zappalà A., Sciacca F., Palumbo M., Pesce A., Bizzini M., Licciardello S., Li Puma E., Leonardi A., Spina G., Barbera A., Virzì N., 2022. Realizzazione di nuovi prodotti a base di cereali ad elevato valore nutrizionale. Il progetto "IN.TE.GRA. - INnovazioni TEcnologiche GRani Antichi". In: Atti del 12° Convegno AISTEC "Cereali e Scienza: resilienza, sostenibilità e innovazione" (ISBN: 978-88-906680-7-4), Portici (NA), 15-17 giugno 2022: 373-376.

## C14. Caratterizzazione di farine per la produzione di pane a ridotto contenuto di FODMAPs

*Fernanda Galgano<sup>1</sup>, Teresa Scarpa<sup>1</sup>, Antonella Tramutola<sup>1</sup>, Maria Di Cairano<sup>1</sup>,  
Angela Lomonaco<sup>1</sup>, Nicola Condelli<sup>1</sup>, Anna Reale<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Università degli Studi della Basilicata, Scuola SAFE, Viale dell'Ateneo Lucano 10,  
85100 Potenza (PZ);*

<sup>2</sup>*Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Istituto di Scienze dell'Alimentazione,  
Via Roma 64, 83100 Avellino (AV)*

Negli ultimi anni si è assistito ad un crescente interesse verso una dieta a basso contenuto di oligosaccaridi fermentabili, disaccaridi, monosaccaridi e polioli (FODMAPs) come un promettente approccio terapeutico per ridurre i sintomi associati alla sindrome dell'intestino irritabile (IBS).

La sindrome IBS è un disturbo gastrointestinale cronico e debilitante che colpisce circa il 23% della popolazione mondiale. A causa dell'alta incidenza di ansia e depressione nei disturbi funzionali, l'IBS è associato a una diminuzione della qualità della vita. Le opzioni terapeutiche farmacologiche per l'IBS sono ancora insoddisfacenti; pertanto, l'interesse dei medici e pazienti per interventi dietetici è in aumento negli ultimi anni (Gralnek et al., 2000). Lo sviluppo di prodotti a basso contenuto di FODMAPs rappresenta pertanto una sfida importante per l'industria alimentare. Tra i vari prodotti alimentari associati all'assunzione di FODMAPs, quelli a base di cereali rappresentano un problema. Infatti, anche se il loro contenuto in FODMAPs è limitato, il loro grande uso nella dieta può rappresentare un fattore importante nell'insorgenza dei sintomi da IBS (Biesiekierski et al., 2011). Negli ultimi anni sono stati sviluppati diversi approcci al fine di ridurre il contenuto dei FODMAPs negli alimenti trasformati, tra cui i prodotti da forno. La selezione accurata degli ingredienti, l'uso di enzimi, l'impiego di batteri lattici o lieviti opportunamente selezionati, l'impiego di lievito madre nel processo di panificazione, rappresentano delle strategie, utilizzate da sole o in combinazione, per ridurre il contenuto di FODMAPs nei prodotti a base di cereali (Galgano et al., 2023). Questo studio preliminare ha riguardato la caratterizzazione reologica ed in fruttani totali, proteine, ceneri, di farine per la produzione di pane a ridotto contenuto di FODMAPs. Sono state valutate 16 campioni di farine, 8 di grano tenero e 8 di grano duro, fornite da differenti produttori, allo scopo di scegliere la farina con le migliori caratteristiche tecnologiche ed il più basso contenuto in fruttani da usare successivamente in panificazione, previo trattamento biotecnologico per ridurre ulteriormente il contenuto di tali nutrienti.

**Parole chiave:** carboidrati fermentescibili; farine; fruttani; FODMAPs; sindrome dell'intestino irritabile (IBS)

### **Bibliografia essenziale**

- Biesiekierski J.R., et al. (2011). *J. Human Nutr. Diet.*, 24, 154.  
Galgano F. et al. (2023). *Foods*, 12, 856.  
Gralnek I.M. et al. (2000). *Gastroenterol.*, 119, 654.

### **Ringraziamenti**

Le attività di ricerca sono state finanziate dall'Unione Europea – *Next Generation EU* nell'ambito del PNRR, nel Progetto BREADS4IBS, “Biotechnological strategies to formulate bread with low fodmaps content for consumers with irritable bowel syndrome: technological, nutritional, sensory and clinical aspects” (Missione 4, Componente 2, Investimento 1.1 Fondo per il programma nazionale e progetti di rilevante interesse nazionale-PRIN).

## **C15. Applicazione di una metodologia statistica di selezione a intervalli per il monitoraggio dello stress climatico sulla produzione di composti volatili nel frumento**

*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)*

Gli eventi climatici estremi associati al riscaldamento globale stanno influenzando sempre più la qualità delle coltivazioni, tra cui il frumento (White et al., 2006; Zhang et al., 2022). Valutare l'impatto di questi eventi in funzione alla fase fenologica della pianta è estremamente importante. Obiettivo di questo studio è la valutazione dell'impatto della temperatura in specifici periodi prima della raccolta sul 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. I dati climatici sono stati monitorati tramite stazioni metereologiche.

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 a intervalli (iPLS). Questa tecnica, sviluppata per gli spettri NIR, è capace di analizzare dati multidimensionali, con variabili collineari, interferenti o rumorose.

I risultati indicano che il secondo e il terzo mese precedente alla raccolta sono cruciali per la formazione dei composti volatili. Questo è il periodo che va dalla fioritura alla maturazione fisiologica del grano ed è molto delicato per quanto riguarda gli stress termici. Anche il nono e ottavo mese precedente la raccolta che coincidono con i periodi più freddi dell'anno sono risultati importanti. Il mese precedente alla raccolta invece è quello meno influente.

A conoscenza degli autori questo studio rappresenta il primo tentativo di usare la iPLS per predire l'accumulo dei volatili in funzione della serie temporale di temperature registrate in campo dalla semina alla raccolta.

**Parole chiave:** Cambiamento climatico, Stress ambientali, Composti organici volatili, 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.
- White, M. A., Diffenbaugh, N. S., Jones, G. V., Pal, J. S., & Giorgi, F. (2006). Extreme heat reduces and shifts United States premium wine production in the 21st century. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103(30), 11217-11222.
- Zhang, T., van der Wiel, K., Wei, T., Screen, J., Yue, X., Zheng, B., ... & Yang, X. (2022). Increased wheat price spikes and larger economic inequality with 2° C global warming. *One Earth*, 5(8), 907-916.

## **C16. Ruolo della fermentazione microbica nella riduzione di fodmaps in impasti per panificazione: potenziale strategia per la gestione della sindrome dell'intestino irritabile**

Anna Reale<sup>1</sup>, Fernanda Galgano<sup>2</sup>, Stefania Nazzaro<sup>1</sup>, Pasquale Marena<sup>1</sup>, Tiziana Di Renzo<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>Università degli Studi della Basilicata, Scuola SAFE,  
Viale dell'Ateneo Lucano 10, 85100 Potenza (PZ)

La sindrome dell'intestino irritabile (IBS) è un disturbo gastrointestinale molto diffuso che interessa circa il 6-10% della popolazione (Padhy et al., 2015). I sintomi dell'IBS sono associati al consumo di alcuni componenti alimentari, i FODMAPs, (oligosaccaridi, disaccaridi, monosaccaridi e polioli fermentescibili) che si trovano in molti alimenti, tra cui prodotti lattiero-caseari, frutta, cereali, legumi e verdure (Liljebo et al. 2020). I FODMAPs sono carboidrati indigeribili, scarsamente assorbiti e osmoticamente attivi, che possono essere fermentati nell'intestino crasso da microrganismi intestinali, innescando una serie di effetti, quali produzione di gas, richiamo di acqua nell'intestino, causando gonfiore, dolore addominale e diarrea.

Ad oggi la dieta a basso contenuto di FODMAPs rappresenta un ruolo chiave nella gestione dell'IBS, e pertanto sono allo studio diverse strategie per la produzione di alimenti con un contenuto ridotto di FODMAPs (Galgano et al., 2023). Negli ultimi anni sono stati realizzati studi che hanno messo in evidenza il grande potenziale dei batteri lattici nella riduzione dei FODMAPs durante la fermentazione degli impasti di grano (Acín Albiac et al., 2020). Tuttavia sono ancora tanti gli aspetti da approfondire in merito alle specie microbiche maggiormente idonee nel ridurre i FODMAPs, ai tempi e alle temperature di fermentazione, alle concentrazioni di inoculo microbico e ai processi di panificazione utilizzati.

Pertanto, obiettivo del presente studio è stato quello di caratterizzare e selezionare batteri lattici per la capacità di degradare i FODMAPs durante la fermentazione di impasti per panificazione. A tal fine differenti specie di batteri lattici della collezione dell'Istituto di Scienze dell'Alimentazione-CNR, Avellino, sono stati valutati per la capacità di degradare fruttani, fruttosio, glucosio e mannitolo in impasti modello di farina di grano tenero durante 24h di fermentazione a 28°C.

**Parole chiave:** batteri lattici; fruttani; lieviti; sindrome dell'intestino irritabile (IBS)

### **Bibliografia essenziale**

Acín Albiac M. et al. (2020). *Microb Cell Fact.*, 19:182.

Galgano F. et al. (2023). *Foods*, 12, 856.

Liljebo T. et al. (2020). *BMC Nutr* 6, 47.

Padhy S.K. et al. (2015). *J. Neurosci. Rural. Pract.*, 6, 568.

### **Ringraziamenti**

Le attività di ricerca sono state finanziate dall'Unione Europea – *Next Generation EU* nell'ambito del PNRR, nel Progetto BREADS4IBS, “Biotechnological strategies to formulate bread with low fodmaps content for consumers with irritable bowel syndrome: technological, nutritional, sensory and clinical aspects” (Missione 4, Componente 2, Investimento 1.1 Fondo per il programma nazionale e progetti di rilevante interesse nazionale-PRIN), e nell'ambito del Progetto SUS-MIRRI.IT “Strengthening the MIRRI Italian Research Infrastructure for Sustainable Bioscience and Bioeconomy”, code n. IR0000005 (Missione 4, Componente 2, Investimento 3.1 Fondo per la realizzazione di un sistema integrato di infrastrutture di ricerca e innovazione).

## **C17. Caratterizzazione di sfarinati ottenuti dalla macinazione di frumenti pigmentati e produzione di alimenti ad alto valore dietetico nutrizionale**

*Ilenia Gaeta<sup>1</sup>, Maria Cristina Messia<sup>1</sup>, Emanuele Marconi<sup>2</sup>, Maria Carmela Trivisonno<sup>1</sup>, Luisa Falasca<sup>1</sup>, Pasquale De Vita<sup>3</sup>*

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

<sup>2</sup>*Università Campus Bio-Medico di Roma, Facoltà Dipartimentale di Scienze e Tecnologie per l'Uomo e l'Ambiente (STUA), 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 Cerealicoltura e Colture Industriali, SS 673 km 25,200, 71122 Foggia (FG)*

Gli antociani sono una classe di composti pigmentanti, appartenenti ai polifenoli, responsabili delle colorazioni comunemente rinvenibili in frutta e verdura. La sintesi degli antociani è considerata un possibile meccanismo di difesa contro l'eccessiva esposizione luminosa, tipica delle specie erbacee coltivate in pieno campo. Attualmente impiegati nell'industria alimentare per scopi diversi, agli antociani vengono attribuite diverse capacità fisiologiche, tra cui l'azione antiossidante e il contributo alla prevenzione di patologie cardiache o il diabete. In un contesto in cui i consumatori mostrano un crescente interesse per la correlazione tra salute e cibo, il frumento pigmentato emerge come una materia prima chiave nella realizzazione di alimenti che oltre ad apportare nutrienti siano in grado di veicolare sostanze capaci di fornire un giovamento al nostro organismo (Dangi et al., 2023). Tuttavia, i problemi legati alla sensibilità degli antociani alle condizioni dei processi tecnologici richiedono l'identificazione di parametri operativi adeguati a garantirne la loro preservabilità.

Nell'ambito della sperimentazione, linee pigmentate di frumento, tenero e duro, sono state selezionate e campionate dal Centro di Ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali (CREA-CI, Foggia). Alla caratterizzazione chimico-fisica della granella mediante metodi ufficiali ICC e AACC, è seguita la macinazione utilizzando impianti pilota. Sulle frazioni di macinazione è stato valutato il contenuto di antociani e sulla base dei risultati ottenuti, è stata effettuata una opportuna ricombinazione che ha tenuto conto della distribuzione degli antociani fortemente concentrata negli strati più esterni della cariosside, tipicamente allontanati con la macinazione convenzionale.

Gli sfarinati ottenuti dalla ricombinazione sono stati utilizzati con successo per la preparazione di alimenti ad alto valore nutrizionale e funzionale.

**Parole chiave:** frumento pigmentato, antociani, alimenti funzionali

### **Bibliografia essenziale**

Dangi P, Chaudhary N, Paul A, Sharma A, Dutta I, and Razdan R (2023). In *Pigmented Cereals and Millets: Bioactive Profile and Food Applications*, ed. S. P. Bangar, S. Maqsood, and A. K. Siroha, The Royal Society of Chemistry. *Food Chem Funct Anal*, ch. 1, 38: 1-26.

## LISTA DEGLI AUTORI

**A**bate A.; 26  
Abi Saad C.; 40  
Alberti I.; 32  
Angeloni S.; 52  
Antonazzi F.; 45  
Arcangeli A.; 60

**B**ahri N.; 59  
Balconi C.; 63  
Balmas V.; 32  
Bassi F.; 59  
Beccari G.; 32  
Belocchi A.; 30; 66; 69  
Ben Ghanem H.; 59  
Ben Salem M.; 59  
Bernasconi L.; 40  
Bertuzzi T.; 26; 58  
Blandino M.; 15; 25; 26; 27; 39; 40; 49; 65;  
70  
Borgogno-Mondino E.; 39  
Bouslamti A.; 59  
Bresciani A.; 50; 57  
Buonocore P.; 45

**C**aboni M. F.; 43  
Cacciatori P.; 61; 68; 69  
Cammerata A.; 66  
Canella M.; 36  
Cappelletti E.; 32  
Caprioli G.; 52  
Carnia A.; 34; 35; 56  
Cassetta C.; 30  
Castellucci A.; 23  
Cattaneo C.; 35  
Ceccarelli D.; 69  
Ceccarelli S.; 61  
Cecchini C.; 60  
Cecire R.; 15; 25  
Celi L.; 15; 25; 37  
Ciccoritti R.; 69  
Cimini A.; 41; 64  
Ciorba R.; 69

Colombatto P.; 15; 25; 26  
Comino C.; 67  
Condelli N.; 73  
Conte P.; 46  
Cortese M.; 52  
Covarelli L.; 32  
Cuomo F.; 47; 48

**D'**Angelo D.; 31  
Dall'Asta C.; 65  
De Angelis B.; 28; 29  
De Arcangelis E.; 45; 55  
De Flaviis R.; 74  
De Gara L.; 55  
De Vita P.; 30; 76  
Del Frate V.; 60  
Devit N.; 27  
Di Cairano M.; 73  
Di Renzo T.; 75  
Djellakh F.; 59

**E**l Amil R.; 59

**F**adda C.; 46  
Falasca L.; 44; 76  
Fantozzi E.; 33; 34; 35; 56  
Farbo A.; 39  
Ferranti P.; 51  
Folloni S.; 61; 62  
Fornara M.; 30  
Fратиanni A.; 44  
Frusciante E. L.; 28; 29

**G**abrielli P.; 45  
Gaeta I.; 76  
Galassi E.; 60; 61; 66; 68; 69  
Galaverna G.; 60; 61; 62

Galgano F.; 73; 75  
Gallio F.; 50  
Garolini D.; 27  
Gazza L.; 24; 60; 61; 62; 68; 69  
Ghizzoni R.; 38  
Giannelli G.; 62  
Giorgione S.; 53; 54  
Giorni P.; 26; 58  
Glicerina V.; 52  
Gogam R. T.; 38  
Goritschnig S.; 63  
Gosparini E.; 60; 66  
Groli E.; 30  
Guarino V.; 49

**H**aidukovski M.; 40  
Hugo K.; 40

**I**acovino S.; 47  
Ianiri G.; 44  
Infantino A.; 32  
Iori A.; 30; 66  
Iraci Capuccinello D.; 32

**L**elli S.; 45  
Leonardi A.; 31; 72  
Li Puma E.; 31; 72  
Licciardello S.; 30; 31; 72  
Lo Scalzo A.; 31  
Lombardi S. J.; 53; 54  
Lomonaco A.; 73

**M**ameli L.; 30  
Mamula N.; 59  
Marchini M.; 59  
Marconi E.; 47; 48; 55; 76  
Marena P.; 75  
Marti A.; 42; 50; 57  
Martin M.; 37  
Martina M.; 67  
Martinengo S.; 37

Maruccia S.; 15; 25; 26  
Marzocchi S.; 43  
Mascheroni S.; 30  
Masiello M.; 40  
Mazzoli I.; 59  
Mazzon V.; 30; 66; 69  
Meloni R.; 27; 39  
Messia M. C.; 47; 48; 76  
Messina B.; 24  
Migliorini P.; 67  
Milani A. M.; 67  
Mondillo A.; 28; 29  
Montanari M.; 32  
Morcia C.; 38  
Moresi M.; 41; 64  
Moretti A.; 40  
Morgante L.; 64  
Morgante L.; 41  
Mottola N.; 30  
Mrabet R.; 59

**N**arducci V.; 38; 45  
Naso M.; 61  
Natale C.; 60; 61; 68; 69  
Nazzaro S.; 75  
Nocente F.; 24; 60; 61; 68; 69

**O**fensou S.; 32  
Onofri A.; 32

**P**agano M.; 69  
Palumbo M.; 31; 72  
Panfili G.; 44  
Paone S.; 30  
Pasini F.; 43  
Pasqualone A.; 42  
Pecchioni N.; 30; 31; 72  
Pedrazzani C.; 65  
Pesce A.; 30; 31; 72  
Petrini A.; 30  
Piga A.; 46  
Pollmann B.; 40  
Portis E.; 67

Pozzi V.; 71  
Prodi A.; 32  
Pullicino D. S.; 37

**Quiquero M.**; 48

**Raffo A.**; 38  
Randazzo B.; 30  
Ravagli C.; 43  
Ravaglia S.; 30  
Reale A.; 73; 75  
Redaelli R.; 63  
Reyneri A.; 15; 25; 26; 39  
Ritota M.; 45  
Rocculi P.; 52  
Romani M.; 37  
Romani S.; 52  
Romano A.; 51  
Rosati S.; 53; 54  
Ruggeri M.; 23  
Ruggeri S.; 45  
Rumpel C.; 62  
Russo D.; 42  
Russo G.; 24

**Sacchetti G.**; 74  
Sansoni F.; 36; 71  
Santarelli V.; 74  
Sardella C.; 65  
Scapino M.; 27; 65  
Scarpa T.; 73  
Scarpino V.; 49; 65; 70  
Schiavon M.; 37  
Schouten M. A.; 52  
Sciacca F.; 31; 72  
Sena L.; 36; 71  
Sereni L.; 68  
Sergiacomo A.; 50

Seyfferth A.; 37  
Simonelli C.; 33; 34; 35; 56  
Somma S.; 40  
Spagnolo S.; 67  
Sulyok M.; 32

**Taddei F.**; 60; 61; 66; 68; 69  
Tappi S.; 52  
Terzi V.; 38  
Testa B.; 53; 54  
Tini F.; 32  
Tomassini E.; 46  
Torri A.; 63  
Toscano G.; 24  
Toumi O.; 46  
Tramutola A.; 73  
Trivero F.; 33; 34; 35; 56  
Trivisonno M. C.; 44; 45; 47; 76  
Troccoli A.; 30  
Trotta N.; 28; 29  
Turfani V.; 38; 45

**Vaccino P.**; 30; 36; 71  
Vanara F.; 49; 65; 70  
Varetto P.; 50  
Védère C.; 62  
Vergalito F.; 53; 54  
Viegas O.; 48  
Viola P.; 30  
Virzi N.; 30; 31; 32; 72  
Visioli G.; 61; 62  
Vitone C.; 44  
Vittori S.; 52  
Volta B.; 23

**Zappalà A.**; 72



## NOTE

## NOTE

