

# Atti del 12° Convegno AISTEC

## CEREALI E SCIENZA:

resilienza, sostenibilità e innovazione

**15-17 giugno 2022**

Dipartimento di Agraria  
Università degli Studi di Napoli Federico II  
Reggia di Portici, Portici (NA)



A cura di

R. Acquistucci, M. Blandino, M. Carcea, M.G. D'Egidio, E. Marconi,  
M.A. Pagani, G. Panfili, G.G. Pinnavaia, R. Redaelli

**Atti del 12° CONVEGNO AISTEC**

**CEREALI E SCIENZA:  
resilienza, sostenibilità e innovazione**

**15-17 giugno 2022**

**Dipartimento di Agraria  
Università degli Studi di Napoli Federico II  
Reggia di Portici, Portici (NA)**

A cura di

**R. Acquistucci, M. Blandino, M. Carcea, M.G. D'Egidio, E. Marconi,  
M.A. Pagani, G. Panfili, G.G. Pinnavaia, R. Redaelli**

Volume interamente pubblicato dall'AISTEC

Gli autori sono responsabili del contenuto dei loro lavori

In copertina: Sfogliatrice-Sgranatrice per mais (1899) - Centro MUSA, Portici (NA)

© 2022 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)

ISBN: 978-88-906680-7-4

<b>Evoluzione del contenuto in folati totali in cereali e pseudocereali crudi e cotti e loro significato nella dieta.....</b>	<b>155</b>
<i>S. Ruggeri, V. Di Nardo, A. Aguzzi, E. Marconi</i>	
<b>Confronto produttivo, reologico, nutrizionale e sanitario di cereali minori a confronto con il frumento tenero.....</b>	<b>160</b>
<i>M. Blandino, L. Righetti, R. Meloni, M. Gozzi, M. Donna, C. Dall'Asta, C. Sardella</i>	
<b>Caratterizzazione di subunità gluteniniche ad alto peso molecolare (HMW-GS) in "varietà locali" di frumenti siciliani mediante analisi proteomiche.....</b>	<b>165</b>
<i>G. Visioli, G. Giannelli, C. Agrimonti, A. Spina, G. Pasini</i>	
<b>Selezione Assistita da Marcatori Molecolari (SAM): resistenza a <i>Pyricularia grisea</i> ....</b>	<b>170</b>
<i>L. Borgo, A. Carnia, C. Simonelli</i>	
<b>Cadmio e Arsenico nel riso: un monitoraggio sul territorio italiano .....</b>	<b>175</b>
<i>A. Cantalupi, C. Simonelli, M. Casali, M. Romani</i>	
<b>Frumento duro: risposta delle varietà al complesso della septoriosi in due ambienti del Lazio .....</b>	<b>179</b>
<i>A. Iori, A. Belocchi, M. Fornara, O. Basili, R. Mariotti, A. Arcangeli, F. Malagesi, F. Quaranta</i>	
<b>Utilizzo di biostimolanti per la produzione di frumento biologico sostenibile e di qualità in Emilia-Romagna - BettER-Bio .....</b>	<b>184</b>
<i>M. Marchini, S. Folloni, C. Piazza, E. Anchisi, L. Lucini</i>	
<b>Indagine sul microbiota fungino presente in cariossidi di orzo prodotte nelle regioni dell'Italia Nord orientale e centrale.....</b>	<b>189</b>
<i>M. Cali, E. Cappelletti, M. T. Senatore, A. Prodi, D. Iraci Capuccinello, I. Alberti, M. Montanari</i>	
<b>Selezione assistita da marcatori molecolari (sam) per le caratteristiche merceologiche e nutrizionali del riso .....</b>	<b>194</b>
<i>L. Borgo, A. Carnia, C. Simonelli</i>	
<b>Il Glifosato nella filiera cerealicola: accumulo, normativa, metodi analitici.....</b>	<b>198</b>
<i>M. Masci, T. Navigato, R. Caproni</i>	
<b>AGENT: dallo studio delle risorse genetiche contenute in un network di banche del germoplasma europee nuove prospettive per la sostenibilità.....</b>	<b>203</b>
<i>P. Vaccino, F. Sansoni, A. Volante, N. Pecchioni</i>	
<b>Le lavorazioni conservative in sostituzione dell'aratura: effetto sulla qualità tecnologica e sanitaria nei cereali .....</b>	<b>207</b>
<i>M. Blandino, L. Capo, M. Scapino, V. Scarpino, F. Vanara, A. Reyneri</i>	
<b>Valutazione dell'impatto delle infestanti su una coltura di campo tramite Smartphone.....</b>	<b>212</b>
<i>E. Romano, C. Bisaglia, M. Palumbo, N. Virzì, F. Sciacca, S. Saia, I. Pecorella, P. De Vita</i>	
<b>Valutazione della sostenibilità della produzione risicola: il ruolo del Life Cycle Assessment.....</b>	<b>217</b>
<i>G. Vinci, R. Ruggieri, M. Ruggeri</i>	
<b>DSS (Decision Support System) per una coltivazione sostenibile e di precisione del frumento.....</b>	<b>222</b>
<i>M. Ruggeri, P. Meriggi, V. Rossi</i>	
<b>Cereali e prodotti derivati nelle abitudini alimentari di un gruppo di adolescenti italiani durante la pandemia da Covid-19.....</b>	<b>227</b>
<i>M. Mattera, M. Zaccaria</i>	
<b>Valutazione del contenuto di acrilammide nella pizza napoletana STG.....</b>	<b>232</b>
<i>M. Quiquero, S. Iacovino, M. Angelicola, A. Reale, M. C. Messia</i>	

## **Confronto produttivo, reologico, nutrizionale e sanitario di cereali minori a confronto con il frumento tenero**

*M. Blandino<sup>1</sup>, L. Righetti<sup>2</sup>, R. Meloni<sup>1</sup>, M. Gozzi<sup>2</sup>, M. Donna<sup>1</sup>, C. Dall'Asta<sup>2</sup>, C. Sardella<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).

\*E-mail: [claudia.sardella@unito.it](mailto:claudia.sardella@unito.it)

### **Abstract**

The increasing demand for functional foods and nutraceuticals by consumers has led growers and processors to focus on cereal crops and derived products with higher nutritional value. The increasing utilization of semi-whole flours and minor cereals, in combination with wheat flour, parallels consumer demands regarding health and nutrition. The cultivation of these cereals as alternatives to bread wheat requires investigations related to yield profitability, sanitary risks, quality and nutritional characteristics. The present contribution aims at comparing varieties of minor cereals (barley, rye, triticale), old varieties (spelt and old wheat cultivars) and new species (tritordeum) with different bread wheat varieties as far as yield and physical kernel traits, rheological, nutritional, and sanitary parameters are concerned. For all the investigated traits a strong intra-species variability has been observed. For this reason, the use of cereals with high nutritional profile requires varietal selection to reach the highest performances in terms of quality and agronomic sustainability and to generate high added-value supply chains.

### **Riassunto**

Le filiere dei prodotti da forno sono oggi fortemente influenzate dalla crescente attenzione da parte del consumatore verso alimenti ad alto valore funzionale. Ciò ha determinato un maggior impiego di cereali speciali, nella logica del multi-cereale. Il maggior impiego di cereali alternativi al frumento tenero, come pseudocereali, cereali minori (orzo, segale, triticale) e antichi (farri, vecchie varietà di frumento) e nuove specie (tritordeum) richiede un'attenta verifica della loro produttività, sostenibilità agronomica e qualità. A tal fine il presente contributo pone a confronto varietà di cereali minori con il frumento tenero, per quanto riguarda i parametri produttivi, reologici, nutrizionali e sanitari. Per tutti i parametri analizzati si è evidenziata forte variabilità intraspecifica. La selezione varietale è perciò fondamentale per far sì che varietà dall'alto profilo nutrizionale e competitive dal punto di vista agronomico possano essere inserite in filiere alimentari avanzate.

### **Introduzione**

Il recente scenario di evoluzione delle filiere dei prodotti da forno, con un più centrale ruolo del consumatore nell'orientamento degli obiettivi produttivi e di trasformazione, richiede una continua capacità di innovare e di fornire prodotti alimentari speciali. In particolare, c'è una crescente attenzione verso prodotti che soddisfino le nuove esigenze, soprattutto salutistiche (prodotti *healthy* o funzionali) e di maggior sostenibilità ambientale. L'ottenimento di prodotti a superiore valore funzionale si fonda sempre più sulla valorizzazione dei composti ad azione antiossidante presenti naturalmente nella granella dei cereali, con un crescente impiego di farine semi-integrali e dall'utilizzo di cereali speciali, in miscela con la farina di frumento, nella logica del multi-cereale. Oltre a pseudocereali, cereali minori (orzo, segale, triticale) e antichi (farri, vecchie varietà di frumento) sono tra le tipologie a cui il mercato si è orientato per soddisfare questa esigenza salutistica. La maggiore coltivazione di cereali alternativi al frumento tenero richiede un'attenta verifica della competitività e dei limiti di tali cereali nell'ambito dell'intera

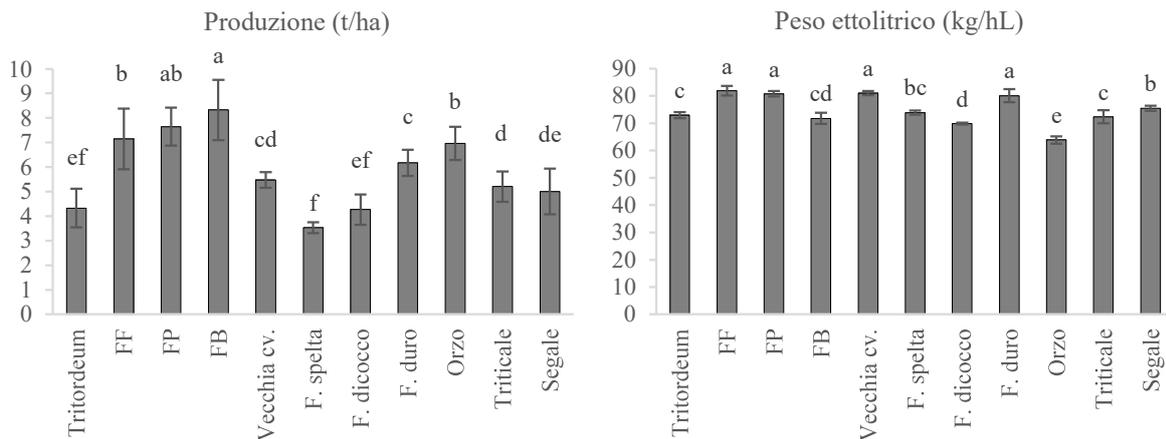
filiera produttiva. Lo scopo del presente contributo è quindi quello di confrontare un ampio numero di varietà di cereali vernini alternativi al frumento tenero, al fine di caratterizzarli dal punto di vista della produttività, della sostenibilità agronomica e degli aspetti qualitativi e nutrizionali.

### **Materiali e metodi**

La prova ha previsto un confronto inter- e intra- specie di varietà di cereali minori rispetto al frumento tenero, su campioni provenienti da un campo sperimentale a Cigliano (VC), nelle annate agrarie 2019-20 e 2020-21. Le cultivar in esame sono state sottoposte alla medesima gestione agronomica. Complessivamente, 7 varietà di frumento tenero (2 cultivar di forza, 2 panificabili, 2 biscottiere, una vecchia varietà) sono state utilizzate come controllo per il confronto di 3 varietà di tritordeum, 2 tipologie di farri (spelta e dicocco), 2 frumenti duri, 2 orzi, 2 triticales e 2 segali. A maturazione la granella è stata raccolta mediante trebbiatura parcellare e sono stati misurati i principali parametri produttivi. Umidità e peso ettolitrico sono stati ottenuti al momento della raccolta tramite GAC® (*Dickey-John Corporation*), previa pulitura della granella. Il peso di mille semi è stato determinato sulla base del peso di duecento cariossidi. Il contenuto proteico del macinato integrale è stato ottenuto tramite analisi spettroscopica nel vicino infrarosso (*NIR Systems 6500*). Il macinato integrale è stato analizzato per quanto riguarda la capacità antiossidante (saggio FRAP, *Ferric Reducing Antioxidant Power*) e il contenuto e il profilo in composti bioattivi. L'estrazione e la quantificazione di acidi fenolici solubili e legati è avvenuta tramite cromatografia liquida ad alta prestazione con rilevatore a diodi (HPLC/DAD), come descritto da Giordano *et al.* (2019). Carotenoidi e tocoli sono stati estratti e quantificati rispettivamente tramite HPLC/DAD e HPLC con rilevatore a fluorescenza (FLD), come descritto da Burešová *et al.* (2021). I risultati sono espressi sul peso secco. L'analisi dei  $\beta$ -glucani è avvenuta tramite kit *mixed-linkage* (*Megazyme*). La contaminazione da micotossine è stata valutata tramite cromatografia liquida abbinata a spettrometria di massa (LC-MS/MS). Sono state determinate le seguenti micotossine: deossinivalenolo (DON), deossinivalenolo-3-glucoside (DON-3G), enniatina B e alcaloidi dell'ergot (somma di ergometrina, ergometrinina, ergosinina, ergosina, ergotaminina, ergocornina, ergotamina, ergocorninina, ergocriptina, ergocristina, ergocristinina).

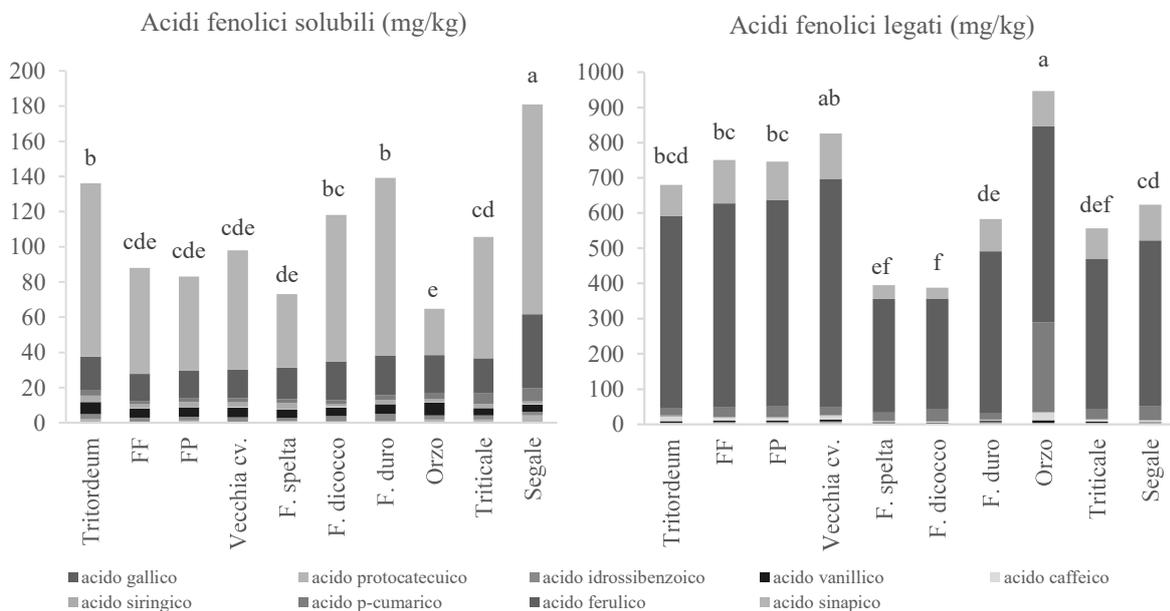
### **Risultati e discussione**

I livelli produttivi di orzo e frumento duro sono risultati paragonabili a quelli del frumento tenero (Fig. 1). Al contrario, tritordeum, segale, triticales e farro hanno presentato una produzione inferiore tra il 32% e il 47%. Tritordeum e frumento duro hanno presentato i più alti contenuti proteici. La vecchia varietà di frumento si è distinta tra i frumenti teneri per un elevato contenuto proteico, superiore anche ai frumenti di forza. Il peso ettolitrico è risultato più elevato nel frumento duro, leggermente superiore al frumento tenero seppur non in maniera statisticamente significativa (Fig. 1). Il frumento tenero ha presentato valori bassi per le varietà biscottiere ed elevati per le cultivar di forza. Per tritordeum, triticales, farro e orzo si sono evidenziati valori inferiori tra il 7% e il 19%. Il peso dei mille semi è risultato essere maggiore rispetto al frumento tenero in farro, frumento duro, orzo e triticales (tra +29% e +7%) e inferiore in segale e tritordeum (-16%).



**Figura 4.** Confronto produttivo dei cereali vernini. Media di 2 anni. FF: frumento tenero di forza; FP: frumento tenero panificabile; F. spelta: farro spelta; F. dicocco: farro dicocco; F. duro: frumento duro. Lettere differenti indicano differenze statisticamente significative per  $p(F) < 0.05$ .

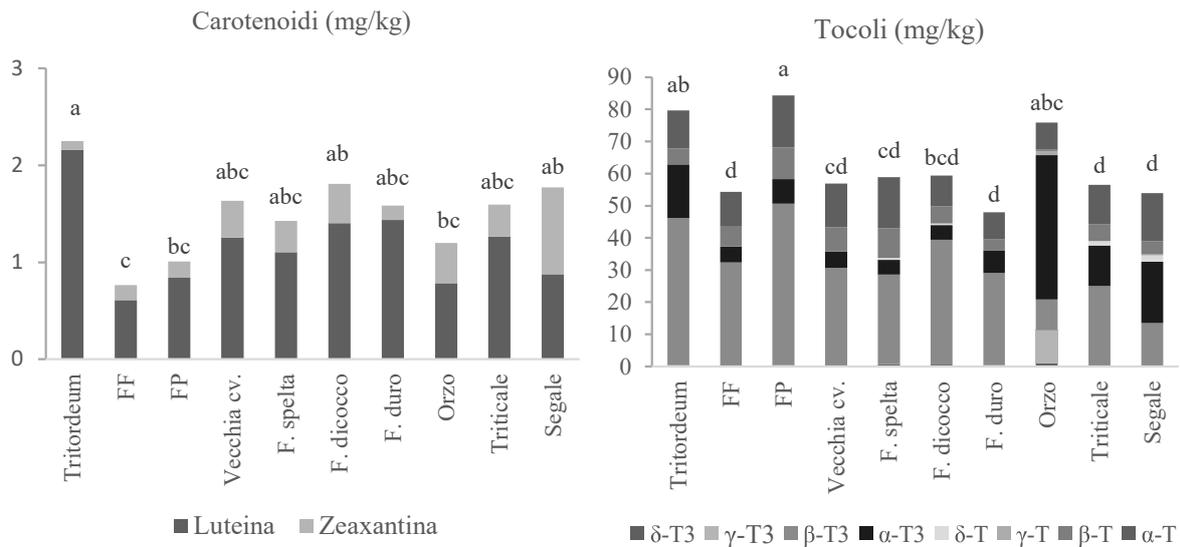
Per quanto riguarda il contenuto in composti bioattivi, gli acidi fenolici sono risultati essere maggiormente presenti in orzi e segali (Fig. 2). In particolare, l'orzo si è distinto per il contenuto più elevato in acidi fenolici legati alla parete cellulare (+24% rispetto al frumento tenero), mentre la segale per il maggiore quantitativo di acidi fenolici solubili, 2 volte superiore rispetto al controllo. Gli acidi fenolici più abbondanti sono risultati essere quelli legati alla parete cellulare e, tra questi, il ferulico ha rappresentato più del 75% degli acidi fenolici legati totali in tutte le specie di cereali vernini. Dal punto di vista compositivo, l'orzo si è distinto per valori significativamente maggiori di acido *p*-cumarico rispetto alle altre specie.



**Figura 5.** Confronto dei cereali vernini per il contenuto in acidi fenolici solubili e legati. Media di 2 anni. FF: frumento tenero di forza; FP: frumento tenero panificabile; F. spelta: farro spelta; F. dicocco: farro dicocco; F. duro: frumento duro. Lettere differenti indicano differenze statisticamente significative per  $p(F) < 0.05$ .

Per quanto riguarda il contenuto in carotenoidi (Fig. 3), il tritordeum, caratterizzato da una forte colorazione gialla della granella, si è distinto per un maggiore contenuto di tali composti rispetto a tutte le altre specie cerealicole in esame, 2 volte superiore rispetto al frumento tenero e maggiore

anche rispetto al frumento duro (+42%). Da un punto di vista compositivo, le varietà di tritordeum hanno presentato mediamente i più alti valori di luteina, carotenoide più abbondante in tutte le varietà, mentre la segale si è distinta per un maggiore quantitativo di zeaxantina. Anche l'analisi di tocoferoli e tocotrienoli ha evidenziato come il tritordeum si sia distinto sia rispetto al frumento tenero (+19%), sia rispetto al frumento duro (+66%), seguito dall'orzo. Inoltre, di quest'ultimo sono state registrate differenze a livello compositivo. Il composto più abbondante in tutte le varietà è risultato essere  $\beta$ -T3, a differenza dell'orzo, che ha presentato un alto contenuto di  $\alpha$ -T3 e quantitativi > LOD per  $\gamma$ -T.



**Figura 6.** Confronto dei cereali vernini per il contenuto in carotenoidi e tocoli. Media di 2 anni. FF: frumento tenero di forza; FP: frumento tenero panificabile; F. spelta: farro spelta; F. dicocco: farro dicocco; F. duro: frumento duro. Lettere differenti indicano differenze statisticamente significative per  $p(F) < 0.05$ .

L'orzo si è distinto per valori significativamente alti in  $\beta$ -glucani, 7 volte maggiori rispetto al frumento tenero, seguito da segale e farro spelta. Le altre varietà in esame hanno mostrato valori simili dal punto di vista statistico.

I più alti valori antiossidanti totali sono stati osservati negli orzi (3 volte maggiori rispetto alla media del frumento tenero), seguiti da segali (+41%), tritordeum (+26%) e triticale (+22%). Non sono stati evidenziati valori significativamente maggiori per quanto riguarda la vecchia varietà Verna rispetto alle altre varietà di frumento tenero.

Per quanto riguarda il contenuto in micotossine (Tab. 1), i livelli più alti di deossinivalenolo totale sono stati registrati nelle varietà di tritordeum, nelle cultivar di frumento biscottiero e di frumento duro. Inoltre, in tali varietà e in quelle di orzo è stata rilevata la maggior presenza della micotossina modificata deossinivalenolo 3-glucoside, mentre le forme acetilate del DON (AC-DON) non sono state ritrovate. È stata inoltre effettuata la conta degli sclerozi e sono stati analizzati a livello quantitativo e qualitativo gli alcaloidi dell'Ergot (somma di ergometrina, ergometrinina, ergosinina, ergosina, ergotaminina, ergocornina, ergotamina, ergocorninina, ergocriptina, ergocristina, ergocristinina). In particolare, le maggiori criticità si sono avute per tritordeum (2021) e segale (2020).

**Tabella 7.** Confronto tra le specie di cereali vernini per la contaminazione in micotossine del macinato integrale. FF: frumento tenero di forza; FP: frumento tenero panificabile; F. spelta: farro spelta; F. dicocco: farro dicocco; F. duro: frumento duro. Deossinivalenolo (DON), deossinivalenolo-3-glucoside (DON-3G), enniatina B e alcaloidi dell'ergot (somma di ergometrina, ergometrinina, ergosinina, ergosina, ergotaminina, ergocornina, ergotamina, ergocorninina, ergocriptina, ergocristina, ergocristinina). Dati medi di 2 anni, espressi in  $\mu\text{g}/\text{kg}$ . Medie seguite da lettere differenti indicano differenze statisticamente significative per  $p(F) < 0.05$ .

Specie	DON	DON-3G	Enniatina B	Alcaloidi dell'Ergot
Tritordeum	2485 a	268 a	1013 b	1144
FF	298 b	0 b	54 b	89
FP	969 b	9 b	236 b	16
FB	2190 a	96 b	309 b	0
Vecchia cv.	387 b	0 b	73 b	18
F. spelta	224 b	0 b	330 b	0
F. dicocco	590 b	0 b	262 b	0
F. duro	2125 a	235 a	2310 a	0
Orzo	328 b	56 b	657 b	0
Triticale	169 b	0 b	253 b	23
Segale	373 b	0 b	236 b	843

Per tutti i parametri produttivi e qualitativi si è evidenziata comunque una forte variabilità intraspecifica; pertanto, lo sviluppo di filiere avanzate ad alto valore salutistico richiede una attenta scelta varietale, per l'individuazione di cultivar agronomicamente produttive e di alto profilo qualitativo.

### Bibliografia

- Burešová B., Paznocht L., Kotíková Z., Giampaglia B., Martinek P., Lachman J. 2021. Changes in carotenoids and tocopherols of colored-grain wheat during unleavened bread preparation. *Journal of Food Composition and Analysis*, 103: 104108.
- Giordano D., Reyneri A., Locatelli M., Coisson J. D., Blandino M. 2019. Distribution of bioactive compounds in pearled fractions of tritordeum. *Food Chemistry*, 301: 125228.

## Lista degli autori

**A**grimonti C.; 165

Aguzzi A.; 155

Albanese G.; 280

Alberti I.; 189

Alfeo V.; 12

Allegra M.; 284; 289

Amenta M.; 284

Anchisi E.; 184

Angelicola M.; 86; 232

Annabi M.; 247

Arcangeli A.; 179; 318

Arlorio M.; 7

**B**alconi C.; 146

Barbera A.; 373

Barbiroli A.; 37; 41

Basili O.; 179

Beleggia R.; 91

Belocchi A.; 131; 179

Benbelkacem A.; 247

Bertola M.; 247

Bisaglia C.; 212

Bizzini M.; 284; 289; 373

Blandino M.; 7; 17; 111; 160; 207

Blangiforti S.; 151

Bonarrigo M.; 136

Bonassisa L.; 22

Bonomi F.; 41

Borgo L.; 170; 194

Borrelli G. M.; 358

Borriello A.; 101

Boscaino F.; 252

Botticella E.; 81; 91

Bravi E.; 12; 338; 353

Buonocore P.; 151

Burešová B.; 17

**C**abizza R.; 328

Caboni M.F.; 96; 343; 348

Cacciatori P.; 141

Caldara M.; 126

Cali M.; 189

Cammerata A.; 131

Canale M.; 56; 151; 284; 289

Cantale C.; 338

Cantalupi A.; 106; 175

Capo L.; 207

Caponio F.; 266

Cappelletti E.; 189

Caproni R.; 198

Carcea M.; 237; 293

Cardone G.; 363

Carini E.; 66

Carnia A.; 170; 194

Casali M.; 175

Cavella S.; 101

Cecchini C.; 323

Chiaravalle A. E.; 358

Chiodetti M.; 66

Cibelli M.; 308; 313

Ciccoritti R.; 71; 141

Cimini A.; 27; 51; 81; 308; 313

Cirlini M.; 66

Coisson J.D.; 7

Colombo A.M.; 7

Conte P.; 298; 303

Coppola R.; 271; 280

Cormegna M.; 242

Cortassa M.; 7

Costa C.; 323

Costantini M.; 266

Covino C.; 46; 262

Cuomo F.; 76

**D'**Angelo D.; 276

D'Auria G.; 111

Dahdah P.; 328

Dall'Asta C.; 160

De Angelis D.; 266

De Arcangelis E.; 81; 86

De Francesco G.; 338; 353

De Luise G.; 146

De Maio E.; 22

De Vita P.; 22; 56; 91; 116; 212; 358