

# 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

# Indice

## RELAZIONI ORALI

<b>Filiere sementiere biologiche regolamentate di popolazioni evolutive di frumenti: una importante risorsa per il settore biologico - il progetto Breed4Bio .....</b>	<b>2</b>
<i>S. Folloni, M. Marchini, S. Grando, C. Piazza, V. Moschini, C. Gretter, A. Lo Fiego, M. Petitti, A. Sommovigo</i>	
<b>Strategie agronomiche, molitorie e di trasformazione per attenuare il rischio di contaminazione da acrilamide nei prodotti da forno .....</b>	<b>7</b>
<i>M. Blandino, V. Scarpino, F. Travaglia, M. Loscalzo, V. Landolfi, J.D. Coisson, A.M. Colombo, M. Cortassa, A. Valente, M. Arlorio</i>	
<b>Effetto delle condizioni ambientali e del genotipo sul contenuto e sulle caratteristiche molecolari degli arabinoxilani dell'orzo e del malto .....</b>	<b>12</b>
<i>E. Bravi, G. Perretti, V. Sileoni, V. Alfeo, O. Marconi</i>	
<b>Frumenti e mais pigmentati: selezione varietale, gestione colturale e molitoria per l'ottenimento di farine ricche in composti antiossidanti.....</b>	<b>17</b>
<i>C. Sardella, F. Vanara, B. Burešová, P. Martinek, M. Blandino</i>	
<b>Impiego di grani pigmentati per lo sviluppo di prodotti alimentari tracciabili ad alto valore aggiunto naturalmente ricchi di molecole bioattive: il progetto PIGRANI .....</b>	<b>22</b>
<i>P. De Vita, S. Esposito, S. Moscaritolo, F. Sestili, S. Palombieri, M. Volpato, F. Manni, L. Tommasi, L. Bonassisa, E. De Maio, M.C. Messia, E. Marconi</i>	
<b>Impronta del carbonio della <i>Pizza Napoletana Verace</i>.....</b>	<b>27</b>
<i>A. Falciano, A. Cimini, P. Masi, M. Moresi</i>	
<b>L'indirizzo interpretativo dell'Autorità Garante della Concorrenza e del Mercato sulle regole di etichettatura dell'alimento pasta.....</b>	<b>32</b>
<i>D. Monci</i>	
<b>Approcci biotecnologici per migliorare le proprietà nutrizionali e di texture di grano saraceno.....</b>	<b>37</b>
<i>S. Iametti, M. Gardella, M. Rollini, A. Barbiroli, M. Di Nunzio, A. Marti</i>	
<b>Nuovi approcci metodologici allo studio delle interazioni tra proteine in matrici complesse: applicazioni al network proteico di cereali.....</b>	<b>41</b>
<i>D. Emide, A. Barbiroli, F. Bonomi, S. Iametti</i>	
<b>Studio dei fenomeni coinvolti nella lievitazione degli impasti per pizza .....</b>	<b>46</b>
<i>C. Covino, A. Sorrentino, P. Di Pierro, P. Masi</i>	
<b>Miglioramento delle caratteristiche nutrizionali del pane attraverso l'aggiunta di farina di ceci maltati.....</b>	<b>51</b>
<i>A. Cimini, A. Poliziani, M. Moresi</i>	
<b>Pani funzionali di grano duro ottenuti mediante parziale sostituzione della semola con sfarinati integrali di cereali minori e legumi .....</b>	<b>56</b>
<i>A. Spina, P. De Vita, L. Padalino, V. Giannone, L. Lecce, M.A. Del Nobile, V. Giovanniello, M. Canale, D.B.M. Ficco</i>	
<b>Valutazione qualitativa e nutrizionale di pani funzionali, arricchiti con estratti essiccati di <i>Portulaca oleracea</i> L. e <i>Opuntia ficus indica</i> Mill.....</b>	<b>61</b>
<i>F. Sciacca, N. Virzì, M. Palumbo, S. Licciardello, A. Pesce, E. Li Puma, A. Leonardi, V. Di Stefano, M. G. Melilli</i>	
<b>Pane da farine composite di frumento e pannello di canapa (<i>Cannabis sativa</i> subsp. <i>sativa</i>): un'opportunità qualitativa? .....</b>	<b>66</b>
<i>E. Carini, A. Di Fazio, L. Del Vecchio, M. Chiodetti, M. Cirlini</i>	

## **Strategie agronomiche, molitorie e di trasformazione per attenuare il rischio di contaminazione da acrilamide nei prodotti da forno**

*M. Blandino<sup>1\*</sup>, V. Scarpino<sup>1</sup>, F. Travaglia<sup>2</sup>, M. Loscalzo<sup>3</sup>, V. Landolfi<sup>1</sup>, J.D. Coisson<sup>2</sup>, A.M. Colombo<sup>3</sup>, M. Cortassa<sup>1</sup>, A. Valente<sup>3</sup>, M. Arlorio<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>DISAFA, Università di Torino, Largo Paolo Braccini 2, 10095 Grugliasco (TO).

<sup>2</sup>DSF, Università del Piemonte Orientale "A. Avogadro", Largo Donegani 2/3, 28100 Novara (NO).

<sup>3</sup>Molini Valente S.p.A. Regione Mulini, 26, 15023 Felizzano (AL).

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

### **Abstract**

Free asparagine (ASN) is the main precursor of acrylamide (AA). The ACRYSAFE project was aimed at identifying agronomic and milling solutions suitable for obtaining flours with low ASN content, in order to minimize AA levels in the biscuit-making. Samples of grains and flours obtained from specific experimental trials were analyzed for the ASN content with a spectrophotometric enzymatic method. On a selection of the most representative samples, biscuits were made according to a model recipe and analyzed for the determination of the AA content with a QuEChERS LC-MS/MS method. An integrated approach, that takes into account the choice of varieties, the proper agronomic (particularly the nitrogen fertilization) and milling management, in addition to the formulation and optimization of the technological process, is therefore fundamental for the correct control of the occurrence of this contaminant.

### **Riassunto**

L'asparagina libera (ASN) è il principale precursore dell'acrilamide (AA), sostanza per la quale è ipotizzato un rischio sanitario. Il progetto ACRYSAFE è stato finalizzato ad individuare le soluzioni agronomiche e molitorie atte all'ottenimento di farine con bassi contenuti in ASN, in grado di attenuare i livelli di AA nella produzione dei biscotti. Campioni di granelle e farine ottenute da specifiche prove sperimentali sono stati analizzati per il contenuto in ASN con un metodo enzimatico spettrofotometrico. Su una selezione dei campioni più rappresentativi sono stati realizzati dei biscotti modello, analizzati per la determinazione del contenuto in AA con un metodo QuEChERS LC-MS/MS.

Un approccio integrato di filiera che prenda in considerazione la scelta varietale, la gestione agronomica e le opportune modalità di macinazione, in aggiunta alla formulazione ed all'ottimizzazione del processo tecnologico di trasformazione dei prodotti alimentari, risulta pertanto fondamentale per la corretta gestione di questo contaminante tecnologico, come già dimostrato per altre matrici alimentari.

### **Introduzione**

L'acrilammide (AA) è un composto carbonilico  $\alpha,\beta$ -insaturo che può formarsi durante la cottura di alimenti a partire dall'amminoacido libero asparagina (ASN), suo diretto precursore. Nei prodotti da forno l'ASN presente nelle farine in presenza di zuccheri riducenti forma AA nel contesto delle reazioni di Maillard in fase di cottura, in funzione delle temperature ed al grado di umidità del prodotto.

Dato il potenziale cancerogeno dell'AA (classificata nella categoria 2A° dallo IARC, EFSA, 2015), nel 2017 la Commissione Europea ha stabilito dei livelli di riferimento e pubblicato linee guida per la sua mitigazione (Reg. UE 2017/2158), con l'intento di ridurre la presenza nei prodotti alimentari. In particolare, nel regolamento è stato raccomandato un limite di AA di 350  $\mu\text{g}/\text{kg}$  e di 150  $\mu\text{g}/\text{kg}$  nei biscotti destinati rispettivamente all'alimentazione umana e degli infanti. Sebbene opportuni interventi tecnologici di gestione del processo di panificazione possano



limitare la produzione di AA, l'impiego di materie prima a basso contenuto di ASN sembrerebbe essere la strategia più efficace nel garantire la sicurezza dei prodotti da forno. Il progetto ACRYSAFE è stato finanziato dalla Regione Piemonte (Bando Prisme, POR 2014 -2020) con l'obiettivo di individuare le strategie agronomiche e molitorie per limitare il contenuto di ASN nelle materie prime e verificarne il contributo nel limitare il contenuto di AA, con particolare riferimento alla produzione di biscotti.

## Materiali e Metodi

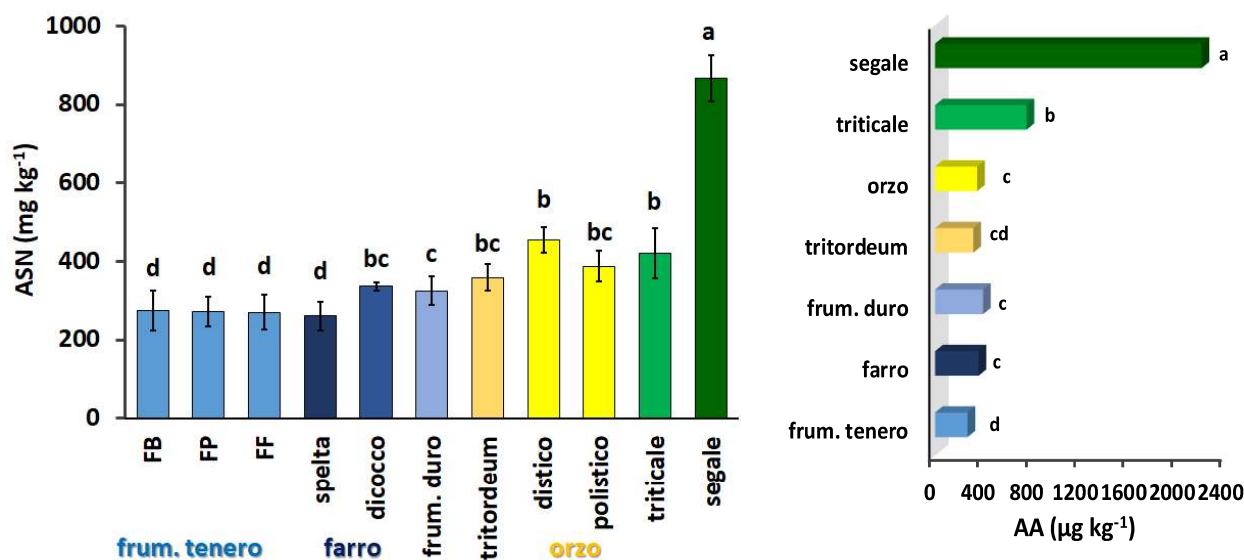
Campioni di granelle e farine (raffinate e integrali) sono stati raccolti nell'ambito di specifiche prove sperimentali di pieno campo condotte in Piemonte e da campionamenti del processo molitorio eseguiti presso un molino industriale e sono stati analizzati per il contenuto in ASN con un metodo enzimatico spettrofotometrico (KIT K-ASNAM, Megazyme). Il dettaglio di ciascuna sperimentazione è riportato di seguito, con la presentazione dei risultati.

Su una selezione dei campioni più rappresentativi sono stati realizzati dei biscotti, utilizzando una ricetta modello con olio di girasole, zucchero, sale, vanillina, bicarbonato di ammonio e di sodio ed acqua, con una cottura a 180°C per 27 min, e analizzati per la determinazione del contenuto in AA con un metodo QuEChERS LC-MS/MS.

I dati raccolti sono stati oggetto di analisi della varianza (test REGW-F,  $p \leq 0.05$ ).

## Risultati

L'influenza del genotipo e dell'ambiente sul contenuto di ASN è stata valutata nel 2020 e 2021 su 20 varietà di frumento tenero biscottiero, a confronto con 3 varietà panificabili e di forza, e di altri cereali minori quali segale, triticale, farro, frumento duro, orzo e tritordeum. La segale e il triticale hanno presentato i maggiori contenuti di ASN nelle farine e di AA nei biscotti, mentre in media i farri e i frumenti hanno fatto osservare i valori minori (Fig. 1).



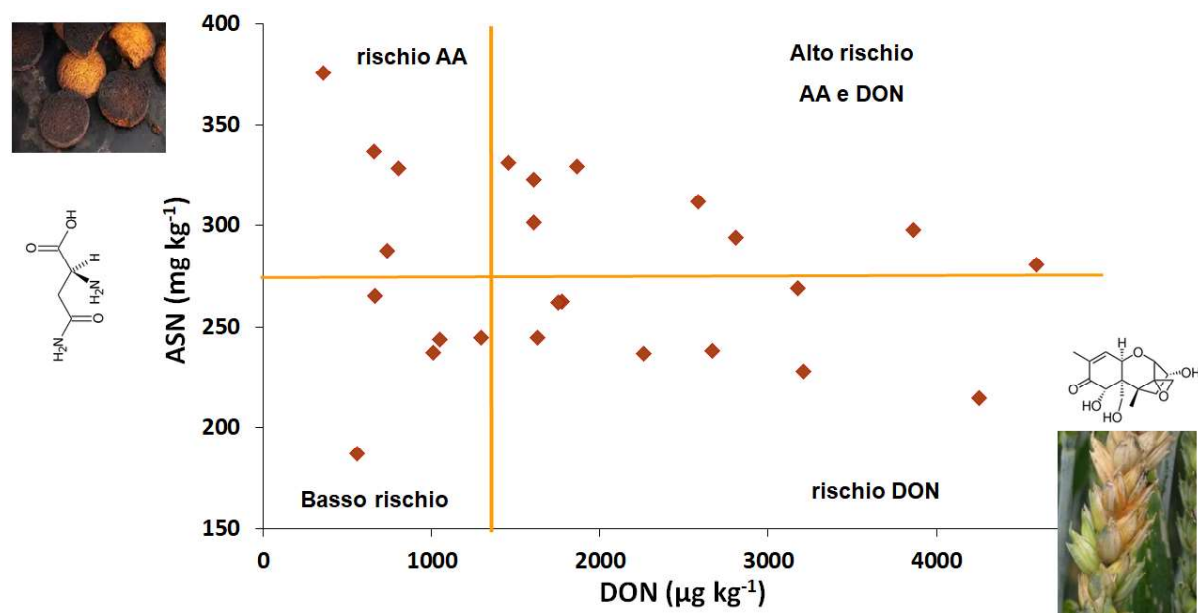
**Figura 1.** Confronto tra specie di cereali vernini per la concentrazione di asparagina libera (ASN) nella granella e per il contenuto in acrilamide (AA) in biscotti.

I dati di ASN riportati si riferiscono alla media di 2 anni (2020 e 2021), diverse varietà e 3 ripetizioni. Il numero di varietà a confronto è pari a 20 per i frumenti teneri biscottieri (FB), 4 per i frumenti teneri panificabili (FP), 2 per i frumenti di forza (FF), 1 farro dicocco, 1 farro spelta, 2 frumenti duri, 2 tritordeum, 1 orzo distico, 1 orzo polistico, 2 triticale, 2 segali.

I dati di AA si riferiscono a biscotti realizzati con la farina integrale di ciascun cereale, coltivati nel 2020. I valori riportati si riferiscono alla media di almeno 2 cultivar per ciascun cereale e 3 ripetizioni.

Lettere differenti si riferiscono a differenze statisticamente significative per  $p < 0,01$ .

Focalizzandosi in particolare sulle varietà di frumento tenero biscottiero, e prendendo in considerazione 20 varietà commerciali e di prossima commercializzazione coltivate nel 2020 e 2021 a Cigliano (VC), si sono individuate varietà con minori contenuti dell'amminoacido precursore in entrambi gli anni di coltivazione. Considerando però il rischio sanitario in maniera più olistica, ovvero prendendo in considerazione anche l'accumulo nelle farine della micotossina deossinivalenolo (DON), 5 varietà si sono caratterizzate per un basso accumulo di ASN e di DON (Fig. 2).



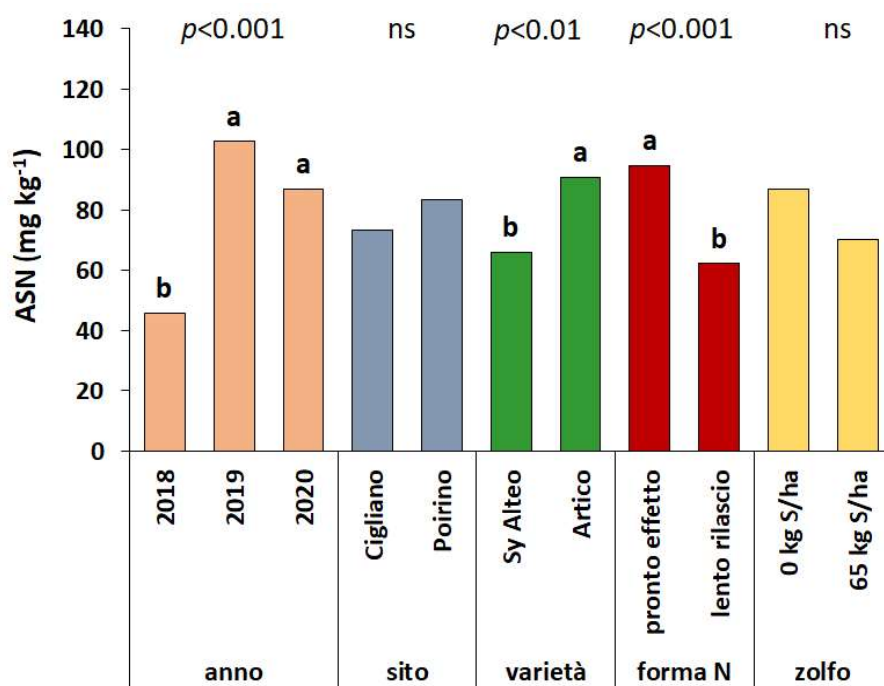
**Figura 2.** Contenuto di asparagina libera (ASN) e deossinivalenolo (DON) nella granella di varietà di frumento tenero da biscotto.

I dati per ciascuna varietà si riferiscono alla media di 2 anni (2020 e 2021) e 3 ripetizioni.

In una sperimentazione di campo triennale, sono stati confrontati in 2 località (Cigliano, su suoli sciolti e superficiali e Poirino, su suoli profondi e con una maggior dotazione di azoto) 2 varietà di frumento biscottiero (Sy Alteo e Artico) e differenti strategie di concimazione azotata, con un apporto complessivo di 130 kg N/ha. In particolare, sono stati confrontati con un disegno sperimentale fattoriale 2 tipologie di concimi (a pronto effetto, con un frazionamento di nitrato ammonico tra accestimento e levata e lento rilascio, con la distribuzione solo all'accestimento di azoto nitrico e ammoniacale stabilizzato con l'inibitore della nitrificazione 3,4 DMPP) e l'apporto contemporaneo di zolfo (S).

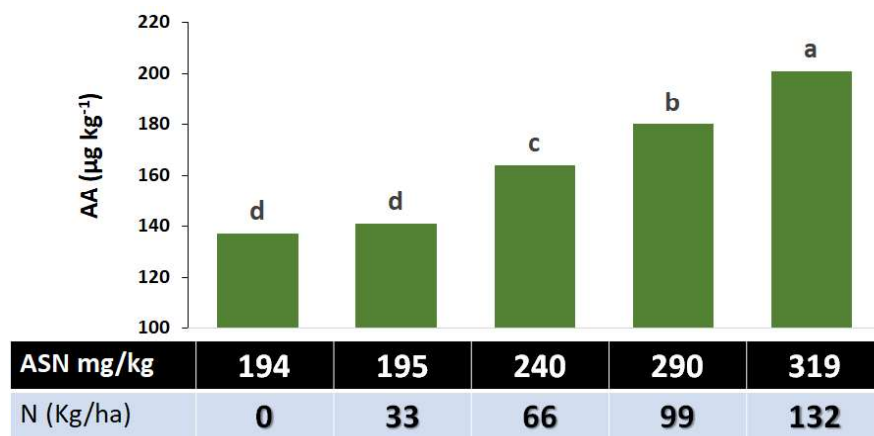
I fattori che hanno maggiormente influenzato il contenuto di ASN nella farina raffinata sono stati l'anno di coltivazione e la strategia di concimazione. (Fig. 3) In particolare l'impiego di un concime a lento rilascio ha ridotto il contenuto di ASN del 38% rispetto al più frequente intervento frazionato dell'azoto con concimi a pronto effetto. Un significativo effetto è stato confermato anche dal confronto varietale, mentre non si sono differenziate le località di coltivazione o l'impiego dello zolfo.

Nella località di Cigliano sono inoltre state confrontate 10 dosi di concimazione azotata, ripartite tra accestimento e levata, sulla varietà di frumento panificabile Aubusson. Il contenuto di ASN nella granella è aumentato significativamente con il crescere delle dosi di azoto distribuita in levata, mentre al contrario la concimazione in accestimento non ha evidenziato un effetto significativo. L'accumulo di ASN nelle farine a seguito di distribuzioni più elevate di azoto è stato confermato dalla maggior produzione di AA durante la realizzazione dei biscotti (Fig. 4).



**Figura 3.** Effetto dell'anno di coltivazione, della località, della varietà, e delle tipologie di concimi azotati (N) e solfatici (S) sul contenuto in asparagina libera (ASN) nella farina raffinata.

Per ciascun fattore, i dati si riferiscono alla media degli altri fattori a confronto e 3 ripetizioni. Lettere differenti si riferiscono a differenze statisticamente significative. Il valore di significatività  $p$  è riportato in figura. ns: non significativo.



**Figura 4.** Effetto della dose di azoto (N) distribuita in levata sul contenuto di asparagina libera (ASN) nella granella e di acrilammide (AA) nei biscotti.

I dati d si riferiscono alla media di 2 concimazioni in accestimento (33 e 66 kg N/ha), 3 anni e 3 ripetizioni. Lettere differenti si riferiscono a differenze statisticamente significative per  $p < 0,001$ .

In un impianto industriale è inoltre stata studiata la distribuzione dell'ASN nelle frazioni molitorie a seguito di macinazione a cilindri di 2 lotti industriali di frumenti da biscotto. La farina raffinata (tipo 0) ha un contenuto di ASN inferiore di 2.7 volte rispetto alla granella di partenza (Tab. 1). Il germe ha presentato la più alta concentrazione di ASN, seguito da cruschetto e farinaccio. La



crusca, evidenzia un contenuto in ASN, ma anche di glucosio e saccarosio inferiori a cruschello e farinaccio, risultando un sottoprodotto molitorio con minor rischio della produzione di AA. Sebbene la maggiore concentrazione di ASN si sia ritrovata nel germe, questo sottoprodotto è caratterizzato da una bassa resa molitoria, e quindi contribuisce in modo limitato all'apporto totale di ASN (1%), che risulta maggiore nel cruschello (36%).

**Tabella 1.** Contenuto delle frazioni molitorie in asparagina libera (ASN) e in zuccheri riducenti.

<b>Frazione</b>	<b>Ceneri</b> (g/100g)	<b>Glucosio</b> (g/100g)	<b>Saccarosio</b> (g/100g)	<b>ASN</b> (mg/kg)	<b>Resa molitoria</b> (%)	<b>Bilancio di massa ASN</b> (%)
Farina	0,6 e	0,1 c	0,3 d	121 d	78,8	26
Crusca	6,4 a	0,7 b	1,7 c	1067 c	8,2	24
Cruschello	5,0 b	1,1 a	1,8 c	1408 b	9,4	36
Farinaccio	3,6 d	1,0 a	2,2 b	1308 b	3,6	13
Germe	4,7 c	0,5 b	10,3 a	4271 a	0,1	1

Le medie nella stessa colonna seguite da lettere diverse differiscono in modo significativo tra loro ( $p < 0.001$ ). I dati riportati si riferiscono alla media di 2 lotti industriali e 3 ripetizioni.

### Conclusione

Un approccio integrato di filiera che prenda in considerazione la scelta varietale, la gestione agronomica, soprattutto in merito alla dose e alla forma di azoto in levata e le opportune modalità di macinazione, in aggiunta alla formulazione ed all'ottimizzazione del processo tecnologico di trasformazione dei prodotti alimentari, risulta pertanto fondamentale per la corretta gestione di questo contaminante tecnologico, come già dimostrato per altre matrici alimentari.

### Bibliografia

EFSA 2015. Scientific Opinion on acrylamide in food. *EFSA Journal*, 13(6):4104, 1-321. DOI: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2015.4104>

UE 2017. Regolamento della Commissione (UE) 2017/2158 del 20 novembre 2017 che istituisce misure di attenuazione e livelli di riferimento per la riduzione della presenza di acrilammide negli alimenti. *Gazzetta ufficiale dell'Unione europea* L304/24. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/HTML/?uri=CELEX:32017R2158&from=IT>

## 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