

I GEORGOFILI

Atti della Accademia dei Georgofili



Anno 2019
Serie VIII – Vol. 16
(195° dall'inizio)

Firenze, 2020

Con il contributo di



**FONDAZIONE
CR FIRENZE**

Copyright © 2020
Accademia dei Georgofili
Firenze
<http://www.georgofili.it>

Proprietà letteraria riservata

Direttore responsabile: Paolo Nanni

Edizioni Polistampa
Via Livorno, 8/32 - 50142 Firenze
Tel. 055 737871 (15 linee)
info@polistampa.com - www.polistampa.com
Sede legale: Via Santa Maria, 27/r - 50125 Firenze

ISBN 978-88-596-2097-6

Servizi redazionali, grafica e impaginazione
SOCIETÀ EDITRICE FIORENTINA

Giornata di studio: <i>La nuova PAC</i>	»	233
<i>Sintesi</i>	»	234
GEORG MIRIBUNG, <i>Lo sviluppo rurale nell'ambito della nuova Politica Agricola Comune (PAC): una prima analisi</i>	»	242
Giornata di studio: <i>I proverbi in agricoltura e sul clima</i> (Sintesi)	»	261
Mostra: <i>Intreccio di radici</i> (Sintesi)	»	266
Giornata di studio: <i>Il bergamotto di Reggio Calabria. Produzione e valorizzazione</i> (Sintesi)	»	267
Giornata di studio: <i>Riflessioni dell'uso del rame per la protezione delle piante</i> (Sintesi).....	»	273
Mostra: <i>Floralia. Mostra di ricami, merletti, trapuntature per un recupero delle Arti Minori</i> (Sintesi)	»	282
PAOLO TESSARI, <i>Alimenti funzionali nella terapia del diabete</i> (Sintesi)	»	283
Giornata di studio: <i>Alternative ecocompatibili ai prodotti di sintesi per la difesa delle colture: opinioni a confronto</i> (Sintesi).....	»	285
Giornata di studio: <i>Cereali e salute. Cereali per la dieta mediterranea: innovazioni e prospettive dal campo alla tavola</i>	»	299
<i>Sintesi</i>	»	300
PHILIP J. WHITE, <i>Biofortification of Edible Crops</i>	»	313
MASSIMO BLANDINO, <i>Soluzioni agronomiche e di prima trasformazione per raggiungere gli obiettivi nutrizionali e sanitari nei cereali</i>	»	325
LAURA ERCOLI, ELISA PELLEGRINO, <i>Biofortification in Tuscany: nutritional and nutraceutical aspects of old wheat genotypes and transferability to bread</i>	»	333
LUANA PAULESU, ROBERTA ROMAGNOLI, FRANCESCA IETTA, <i>Profilo infiammatorio in ratti alimentati con grani biofortificati</i>	»	341
MARIA CRISTINA MESSIA, ELISA DE ARCANGELIS, <i>Aspetti tecnologici e regolatori per lo sviluppo di alimenti funzionali a base di cereali</i>	»	349
MARCO MANCINI, SIMONE ORLANDINI, <i>Esperienze di gestione agronomica nelle filiere frumenticole toscane</i>	»	356
Giornata di studio: <i>La sostenibilità in agricoltura</i>	»	363
<i>Sintesi</i>	»	364
PIETRO PICCAROLO, <i>Relazione introduttiva</i>	»	373
BRUNO RONCHI, MARCELLO MELE, GIOVANNI BITTANTE, AGOSTINO SEVI, GIUSEPPE PULINA, <i>Intensificazione sostenibile dei sistemi zootecnici</i>	»	376
PIERO CRAVEDI, STEFANIA TEGLI, <i>La sostenibilità in agricoltura: strategie e mezzi per la difesa antiparassitaria delle colture</i>	»	393
MARCO MASI, <i>Salute e sicurezza: elementi di innovazione e di sostenibilità in agricoltura</i>	»	412
DANIELA ROMANO, STEFANIA DE PASCALE, FRANCESCO FERRINI, <i>Le sfide della sostenibilità per l'ortofloricoltura e il vivaismo ornamentale</i>	»	418
RAFFAELLO GIANNINI, GIOVANNI BERNETTI, RAFFAELE CAVALLI, ORAZIO CIANCIO, PAOLO GROSSONI, ORAZIO LA MARCA, GIOVANNI SANESI, GIUSEPPE SCARASCIA MUGNOZZA, LUCA UZIELLI, <i>Foreste e verde urbano: un percorso tra sostenibilità e criticità. Quale sostenibilità nella gestione forestale?</i>	»	436

MASSIMO BLANDINO¹

Soluzioni agronomiche e di prima trasformazione per raggiungere gli obiettivi nutrizionali e sanitari nei cereali

¹ Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, Università degli Studi di Torino; AI-STECC, Associazione Italiana di Scienza e Tecnologia dei Cereali

INTRODUZIONE

Pur evidenziando da una buona capacità produttiva, la filiera dei cereali in Italia, che rappresenta una quota marginale se paragonata a quella mondiale, si caratterizza oggi per una bassa competitività, dovuta a costi di produzione strutturalmente più elevati dei Paesi competitori e una storica insufficiente capacità di autoapprovvigionamento (40%). Tuttavia, il recente scenario di evoluzione delle filiere agroalimentari in atto, vede sempre più centrale il ruolo del consumatore, che diventa l'elemento fondamentale di traino dell'orientamento degli obiettivi produttivi e di trasformazione e che richiede una continua capacità di innovare e di fornire prodotti alimentari speciali. Il sistema produttivo cerealicolo nazionale si presenta pertanto più dinamico e pronto a intercettare le nuove esigenze e orientamenti produttivi rispetto ai Paesi grandi produttori delle *commodities* agricole. In particolare, anche nell'ambito delle filiere dei prodotti da forno, c'è una crescente attenzione alla produzione di prodotti che soddisfino le nuove esigenze, soprattutto salutistiche (prodotti *healthy* o funzionali) e di maggior sostenibilità ambientale.

NUOVE FILIERE AD ALTO VALORE NUTRIZIONALE NEI PRODOTTI DA FORNO

La richiesta di prodotti da forno a più alto valore salutistico trova oggi rispondenza in differenti soluzioni quali l'agricoltura biologica, i prodotti *free-from* e soprattutto la ricerca di una superiore garanzia di tracciabilità delle materie prime, con strumenti quali l'indicazione geografica. L'ottenimento di prodotti a superiore valore nutrizionale si fonda sempre più però sulla valorizzazione

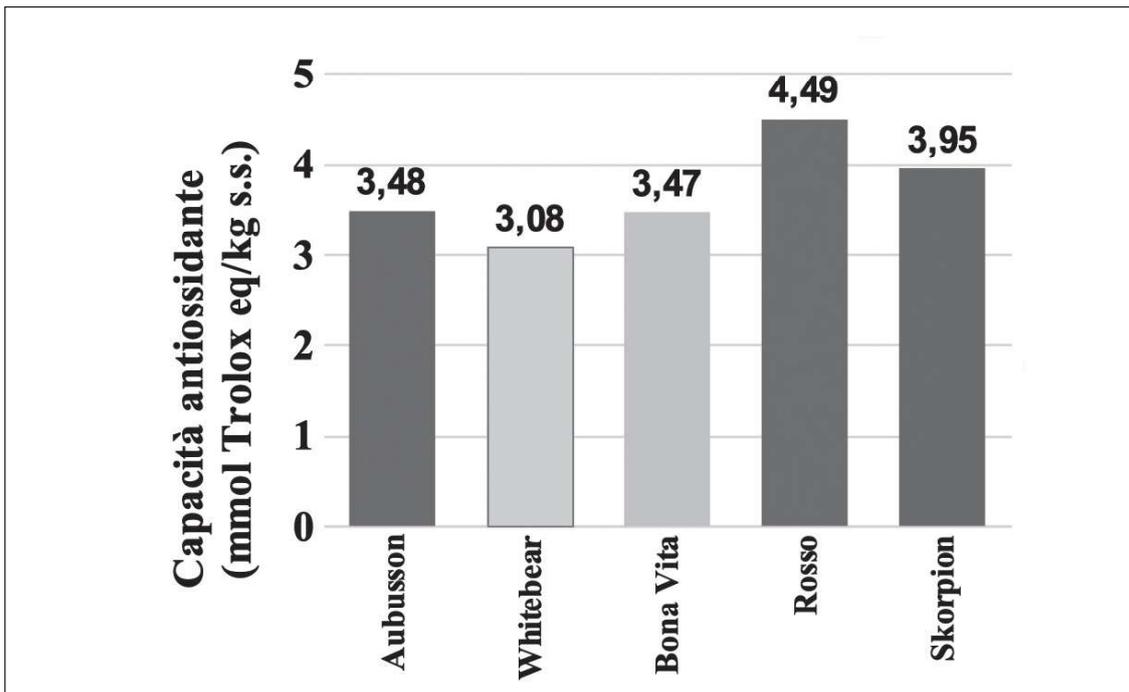


Fig. 1 Confronto tra varietà di frumento pigmentato con granella blu (cv. Skorpion), viola (cv. Rosso), endosperma giallo (cv. BonaVita) rispetto a varietà convenzionali con granella rossa (cv. Abusson) o bianca (cv. Whitebear) per la capacità antiossidante valutata con metodo DPPH.

Dati medi di 2 anni (2014-15 e 2015-16) e 2 località (Carmagnola, TO e Cussanio, CN)
Lettere differenti indicano differenze significative per $P < 0.05$

dei composti ad azione antiossidante e bioattiva presenti naturalmente nella granella dei cereali, valorizzati con un crescente impiego di farine integrali o semi-integrali, il cui consumo è in decisa crescita, e dall'utilizzo di cereali speciali, in miscela con la farina di frumento, nella logica del multi-cereale. Cereali minori (orzo, segale, avena...), antichi (farri, vecchie varietà di frumento) e pseudocereali (grano saraceno, quinoa, amaranto...) sono tra le tipologie a cui il mercato si è orientato per soddisfare questa esigenza salutistica. Tuttavia, soprattutto per le difficoltà di gestione agronomica e tecnologica, il settore produttivo guarda con attenzione a varietà di frumento tenero innovative caratterizzate da un superiore contenuto in composti bioattivi ma da capacità produttive paragonabili a quelle delle varietà convenzionali e caratteristiche reologiche delle farine adeguate alla destinazione d'uso. Anche a seguito del successo delle filiere analoghe nel riso, riscuotono un particolare interesse i frumenti pigmentati, caratterizzati dalla presenza di antociani negli strati corticali (Giordano et al., 2017), o nuovi genotipi quali il *Tritordeum*, ottenuti dall'incrocio tra frumento e un oro selvatico (Giordano et al., 2019). Si osserva (fig. 1 e tab. 1) come la composizione della granella di queste varietà pre-

COLTURA	CV	SPA (MG FAE/KG DW)		CWBPA (MG FAE/KG DW)		LUTEINA (MG/KG)		β -GLUCANI (%)	
Fumento	Aubusson	1162	b	224	b	1.89	b	0.52	b
Fumento	Bologna	1121	b	227	b	1.53	b	0.85	a
<i>Tritordeum</i>	Aucan	1374	a	246	b	4.96	a	0.69	b
<i>Tritordeum</i>	Bulel	1415	a	328	a	5.38	a	0.61	b

Tab. 1 *Confronto tra varietà di frumento tenero e Tritordeum per il contenuto in acidi fenolici solubili (SPA) e legati alla parete cellulare (CWBPA), in luteina e β -glucani. Dati medi di 2 anni (2017-18 e 2018-19) e 2 località (Carmagnola, TO e Cigliano, VC). Lettere differenti in ciascuna colonna indicano differenze statisticamente significative ($P < 0.05$)*

senti un contenuto in alcuni composti bioattivi superiore e questo determini una capacità antiossidante superiore delle farine da essere derivate rispetto a quelle di frumenti teneri convenzionali. La gestione colturale (concimazione, trattamento fungicida) e le condizioni pedoclimatiche evidenziano anche su queste nuove tipologie varietali un effetto significativo e fondamentale nel determinarne la capacità produttiva e le caratteristiche tecnologiche (contenuto in proteina e caratteri reologici), mentre, ancorché questi fattori possono influenzare anche il contenuto in alcuni composti bioattivi, le caratteristiche salutistiche e nutrizionali dipendono per oltre 80% dalla scelta della varietà.

Tuttavia, dal momento che molti di questi composti bioattivi sono localizzati negli strati tegumentali della cariosside, la piena valorizzazione in filiera di questi genotipi innovativi richiede un impiego in prodotti integrali o semi-integrali e pertanto un'attenta valutazione dei rischi sanitari collegati alla loro coltivazione.

INNOVAZIONI NEL CONTROLLO DEI CONTAMINANTI NATURALI IN CAMPO

L'accumulo di contaminanti naturali negli strati più esterni della granella è fortemente collegato al genotipo e la suscettibilità all'accumulo di micotossine e metalli pesanti deve essere considerata con attenzione nell'ambito della selezione varietale. Tuttavia, la combinazione tra i fattori agronomici, quali la rotazione colturale, la gestione dei residui della coltura precedente, la suscettibilità varietale e l'applicazione di fungicidi in fioritura per il controllo della fusariosi della spiga, in percorsi agronomici integrati impatta fortemente sulla contaminazione da micotossine e la possibilità di intervenire in campo con tecniche preventive e di controllo diretto per minimizzare i rischi sanitari nei cereali è ben noto (Blandino et al., 2012). Tuttavia, la sfida di fornire oggi prodotti sicuri e in grado di rispondere ai vincoli legislativi in termini

TRATTAMENTO	PRODUZIONE	SEVERITÀ	SEVERITÀ	DON	
	GRANELLA	COMPLESSO SEPTORIOSI	FHB	T	N (µG/KG)
	(T/HA)	(%)	(%)		
Testimone non trattato	6.7 c	43.1 a	5.1 a	7.1 a	1532
Spirulina sp.	6.9 bc	38.2 a	3.3 b	7.1 a	1479
Nannochloropsis sp.	6.9 bc	39.3 a	3.1 b	7.0 ab	1336
Tebuconazolo	7.3 ab	28.9 b	3.1 b	6.7 abc	1155
Protioconazolo	7.7 a	17.6 c	1.1 c	5.7 bc	874
Tebuconazolo + Protioconazolo	7.5 a	17.7 c	1.3 c	5.5 c	767

Tab. 2 *Effetto dell'applicazione in fioritura di estratti dalle microalghe Spirulina e Nannochloropsis sulla produzione di granella, la severità del complesso della septoriosi e della fusariosi della spiga (FHB) alla maturazione cerosa, e il contenuto in deossinivalenolo (DON) nella granella di frumento tenero.*

Dati medi di 2 anni e 4 ripetizioni. Sperimentazioni condotte a Buriasco (TO) nel 2015-2016.

Lettere differenti in ciascuna colonna indicano differenze statisticamente significative ($P < 0.05$).

di contaminanti anche per prodotti alimentari integrali e la contemporanea necessità di venire incontro alle nuove esigenze di sostenibilità della filiera produttiva richieste dal consumatore (meno impiego di fitofarmaci, impiego di tecniche agronomiche conservative per la lavorazione del terreno alternative all'aratura) richiedono una valutazione di soluzioni innovative di lotta e prevenzione e la messa a punto di percorsi agronomici in grado di soddisfare le differenti e spesso apparentemente contrastanti richieste del mercato. Tra le soluzioni oggi più studiate c'è l'impiego di biocompetitori per l'applicazione sui residui colturali in assenza di aratura, che possano competere con l'inoculo dei funghi responsabili della contaminazione da micotossine nella granella e l'impiego di sostanze naturali con attività antifungina alternativi ai prodotti di sintesi. Per sottolineare la difficoltà di individuare soluzioni pienamente efficaci nel complesso quadro delle esigenze produttive, sanitarie e qualitative si riporta a titolo di esempio uno studio in cui sono stati confrontati l'applicazione di estratti algali rispetto a trattamenti con fungicidi di sintesi con differenze capacità di controllo delle patologie responsabili di perdite produttive e qualitative del frumento (tab. 2). L'applicazione di un fungicida fortemente efficace nel controllo degli agenti della fusariosi della spiga (miscela di tebuconazolo + protioconazolo), l'applicazione di estratti dalle microalghe alla fioritura del frumento non ha permesso un paragonabile vantaggio produttivo, e soprattutto un'adeguata capacità di controllo della severità delle malattie fogliari (complesso della septoriosi). L'applicazione in campo eviden-

zia una significativa capacità di questi estratti naturali nel contenere i sintomi della fusariosi della spiga rispetto a un testimone non trattato, con un'efficace simile a quella della s.a. fungicida tebuconazolo, sebbene inferiore rispetto a quella osservata con l'impiego di prothioconazolo (tab. 2). Tuttavia, l'impiego di questi composti in pieno campo non ha permesso una significativa riduzione della contaminazione della granella in campo (Scaglioni et al., 2019).

SOLUZIONI DI PRIMA TRASFORMAZIONE PER MINIMIZZARE I RISCHI SANITARI MA VALORIZZARE IL VALORE SALUTISTICO DELLA MATERIA PRIMA

Le potenzialità nutrizionali dei frumenti, e in particolare dei frumenti pigmentati, sono strettamente legate alla procedura di frazionamento impiegata per la loro lavorazione. Infatti, i composti bioattivi non si distribuiscono uniformemente all'interno della cariosside (Sovrani et al., 2012), e in particolare, alcuni di questi, come gli acidi fenolici, gli antociani e la fibra dietetica totale, tendono a concentrarsi prevalentemente negli strati più esterni. Pertanto, l'impiego di un processo molitorio convenzionale, che determina la rimozione degli strati più esterni della cariosside, causa inevitabilmente una riduzione del valore nutrizionale della farina raffinata (Siebenhandl et al., 2007).

Per tale motivo, negli ultimi anni la decorticatura e altre tecniche di *dry-fractioning* delle componenti della cariosside sono stati proposti come strategia alternativa per la valorizzazione dei prodotti cerealicoli (Hemery et al., 2007). Un'attenta regolazione del processo di decorticatura, infatti, permette di selezionare frazioni cruscali intermedie ricche in composti bioattivi, allontanando allo stesso tempo le frazioni più esterne, generalmente caratterizzate da una maggiore concentrazione in contaminanti e potenzialmente più deleterie per il processo panificatorio (Blandino et al., 2015).

La decorticatura progressiva si dimostra una modalità di lavorazione della granella di frumento tenero adatta a valorizzare le componenti di interesse positive della crusca, con l'ottenimento di ingredienti funzionali ricchi in fibra e altri composti bioattivi, che possono rispondere ai claims salutistici, ma riducendo i rischi sanitari connessi alla presenza di contaminanti. Questa tecnologia è volta ad allontanare con il primo passaggio di decorticatura le componenti più contaminate e con fibra più grossolana, per valorizzare il profilo nutrizionale della frazione ottenuta dal secondo passaggio (fig. 2).

Le informazioni raccolte sulla composizione delle frazioni cruscali consentono di ottimizzare il processo industriale di decorticatura della granella:

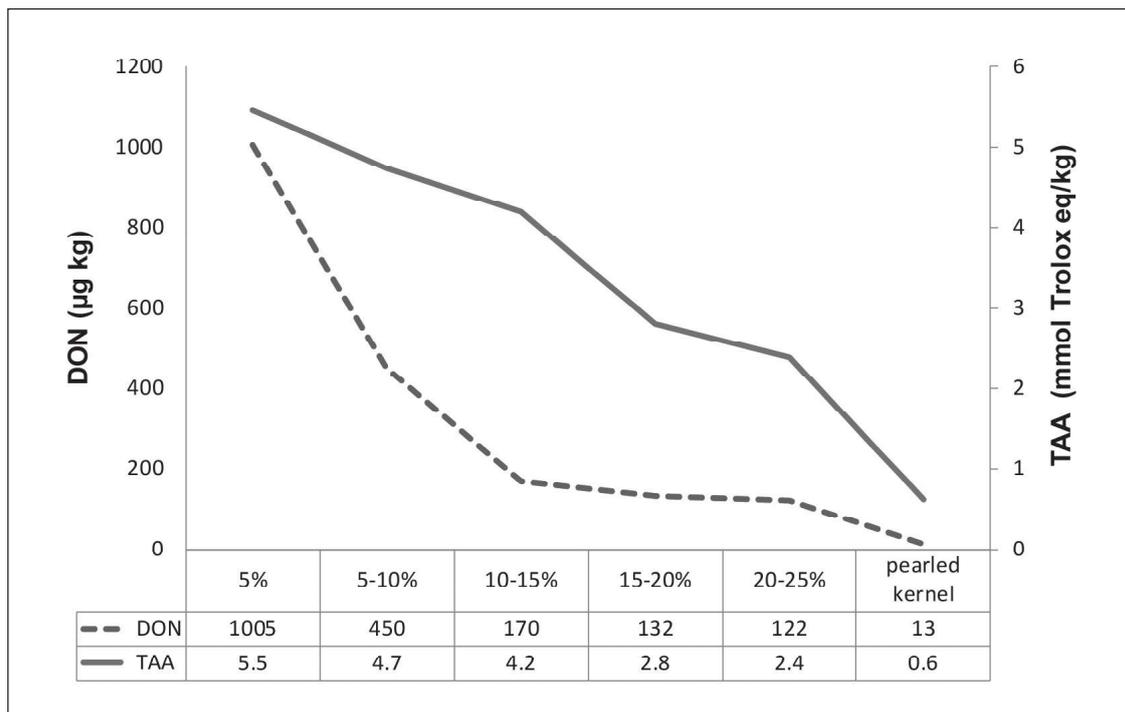


Fig. 2 *Contenuto in deossivalenolo (DON) e capacità antiossidante totale (TAA) nelle frazioni cruscali a seguito dell'adozione di tecniche di decorticatura progressiva della cariosside intera*

le frazioni da valorizzare quali ingredienti funzionali nonché le modalità di regolazione più idonee possono infatti essere regolate in funzione delle caratteristiche sanitarie e nutrizionali della materia prima.

CONCLUSIONI

Il consumatore e l'industria di trasformazione richiedono oggi con superiore attenzione prodotti da forno ad alto valore nutrizionale, caratterizzati da un elevato contenuto in composti bioattivi e da un impiego di materie prime innovative e speciali. Tali requisiti possono essere un'opportunità per il settore produttivo per valorizzare filiere di *specialty* a maggior valore aggiunto. La coltivazione di selezionate varietà di frumenti pigmentati o nuove specie come il *Tritordeum* rappresentano oggi l'innovazione di maggiore interesse in questo contesto, dal momento che l'impiego di varietà ad alto contenuto in composti bioattivi e caratteristiche di colore e composizione che possano darne visibilità al consumatore e permettere una superiore riconoscibilità sono il fattore che maggiormente incide sul valore nutrizionale delle granelle. L'innovazione necessaria è quella di un'attenta scelta varietale, che riesca a

selezionare varietà di alto profilo nutrizionale, con ridotto rischio di accumulo dei contaminanti, ma anche dotate di buone performance produttive e una qualità reologica adeguata alla specifica destinazione d'uso.

L'applicazione di un attento processo di *dry-fractioning*, attraverso la decorticatura superficiale progressiva, rappresenta un'ulteriore metodologia per valorizzare la potenzialità nutrizionale della granella di questi cereali, al fine di proporre al mercato frazioni corticali selezionate di alto valore nutrizionale e sanitario.

Le innovazioni nella tecnica agronomica richiedono l'individuazione di soluzioni di basso impatto ambientale, in grado di integrarsi con le tecniche agronomiche ordinarie per permettere una maggior rispetto del pre-requisito sanitario e un più attento raggiungimento degli obiettivi tecnologici e qualitativi richiesti.

RIASSUNTO

In Italia, più che in altri Paesi produttori di cereali, si sta assistendo a un progressivo processo di specializzazione nella produzione delle *commodities* agricole, con l'obiettivo di ottenere una materia prima e un semilavorato di superiore valore d'uso e quindi maggiormente remunerato dal mercato e dalla filiera produttiva rispetto a produzioni indifferenziate. Questo processo, necessario in contesti produttivi dove l'agricoltura è meno estensiva e i superiori costi di coltivazione non permettono di competere economicamente con i grandi Paesi esportatori, richiede però lo sviluppo di percorsi colturali e di soluzioni di prima trasformazione (essiccazione, stoccaggio e molitura) dedicate e specifiche al fine di valorizzare la qualità tecnologica, nutrizionale e sanitaria richiesta dalla destinazione d'uso. Con la progressiva espansione delle produzioni in filiera l'agrotecnica, un tempo svincolata da normative e disciplinari, è sempre più guidata in tutto il suo processo verso esigenze precise di impiego per valorizzare un mirato valore d'uso della produzione, in funzione delle nuove esigenze dei consumatori. Prendendo ad esempio alcune filiere di recente interesse per gli aspetti salutistici e nutrizionali (frumenti pigmentati, *Tritordeum*) e le innovazioni che le hanno recentemente caratterizzate, il presente contributo vuole illustrare l'evoluzione della gestione della coltivazione e del post-raccolta nei cereali e il legame che incorre con la ricerca di una superiore qualità tecnologica e nutrizionale e una minimizzazione dei rischi sanitari.

ABSTRACT

Agronomic and first processing solutions to achieve nutritional and health objectives in cereals. In several cereal growing areas, but in with more evidence in Italy, there is a progressive process of specialization in the agricultural commodity production, with the aim of obtaining raw materials with a higher end-use value and therefore more remunerated by the market and the supply chain, compared to undifferentiated quality level.

This process is necessary in growing areas where agriculture is less extensive and the higher cultivation costs do not allow to compete economically with the large exporting countries and it requires the development of dedicated cultivation cropping systems and first transformation solutions (drying, storage and milling) in order to enhance the technological, nutritional and sanitary quality required by the specific end-use.

With the progressive expansion of production within the supply chain context, the crop technique is increasingly guided throughout its process towards precise requirements to enhance a targeted production end-use value. Taking as an example some recent supply chains for healthy aspects (pigmented wheat, *Tritordeum*) and the main innovation that have been introduced, the presentation aims to illustrate the evolution of the management in cultivation and post-harvest of cereals and the link between the supply chain management and the technological and nutritional quality enhancement and the minimization of health risks.

BIBLIOGRAFIA

- BLANDINO M., HAIDUKOWKI M., PASCALE M., PLIZZARI L., SCUDELLARI D., REYNERI A. (2012): *Integrated strategies for the control of Fusarium head blight and deoxynivalenol contamination in winter wheat*, «Field Crop. Res.», 133, pp. 139-149.
- BLANDINO M., SOVRANI V., MARINACCIO F., REYNERI A., ROLLE L., GIACOSA S., LOCATELLI M., BORDIGA M., TRAVAGLIA F., COISSON, J.D., ARLORIO M. (2013): *Nutritional and technological quality of bread enriched with an intermediated pearled fraction*, «Food Chemistry», 141, pp. 2549-2557.
- GIORDANO D., LOCATELLI M., TRAVAGLIA F., BORDIGA M., REYNERI A., COISSON J.D., BLANDINO M. (2017): *Bioactive compound and antioxidant activity distribution in roller-milled and pearled fractions of conventional and pigmented wheat varieties*, «Food Chem.», 233, pp. 483-491.
- GIORDANO D., REYNERI A., LOCATELLI M., COISSON J.D., BLANDINO M. (2019): *Distribution of bioactive compounds in pearled fractions of tritordeum*, «Food Chem.», 301 (125228), pp. 1-11.
- HEMERY Y., ROUAU X., LULLIEN-PELLERIN V., BARRON C., ABECASSIS J. (2007): *Dry processes to develop wheat fractions and products with enhanced nutritional quality*, «Journal of Cereal Science», 46, pp. 327-347.
- SCAGLIONI P.T., SCARPINO V., MARINACCIO F., VANARA F., BADIALE FURLONG E., BLANDINO M. (2019): *Impact of microalgal phenolic extracts on the control of Fusarium graminearum and deoxynivalenol contamination in wheat*, «World Mycotoxin Journal», 12 (4), pp. 367-378.
- SIEBENHANDL S., GRAUSGRUBER H., PELLEGRINI N., DEL RIO D., FOGLIANO V., PERNICE R., BERGHOFER E. (2007): *Phytochemical profile of main antioxidants in different fractions of purple and blue wheat, and black barley*, «Journal of Agricultural and Food Chemistry», 55, pp. 8541-8547.
- SOVRANI V., BLANDINO M., SCARPINO V., REYNERI A., COISSON J. D., TRAVAGLIA F., LOCATELLI M., BORDIGA M., MONTELLA R., ARLORIO M. (2012): *Bioactive compound content, antioxidant activity, deoxynivalenol and heavy metal contamination of pearled wheat fractions*, «Food Chemistry», 135, pp. 39-46.