

Dossier scientifico sulle caratteristiche e i benefici del grano khorasan KAMUT®

*Dalla ricerca in ambito nazionale e internazionale un quadro
aggiornato delle più recenti e significative evidenze scientifiche*

A cura della Dottoressa Alessandra Bordoni,

Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari dell'Università di Bologna



Milano, 18 febbraio 2014

DOSSIER SCIENTIFICO SULLE CARATTERISTICHE E I BENEFICI DEL GRANO KHORASAN KAMUT®

INDICE

- *Introduzione*
- *I cereali*
- *Il grano khorasan KAMUT®*
- *Caratteristiche nutrizionali del grano khorasan KAMUT®*
- *Caratteristiche tecnologiche del grano khorasan KAMUT®*
- *Attività prebiotica del grano khorasan KAMUT®*
- *Il grano khorasan KAMUT® come ingrediente di prodotti funzionali*
- *Effetti positivi del grano khorasan KAMUT®: gli studi sull'animale*
- *Effetti positivi del grano khorasan KAMUT®: gli studi sull'uomo*
- *Facciamo chiarezza: grano khorasan KAMUT® e morbo celiaco*
- *Grano khorasan KAMUT®, ipersensibilità al frumento e sindrome dell'intestino irritabile*
- *Conclusioni*
- *Bibliografia*
- *Profilo biografico di Alessandra Bordoni*

INTRODUZIONE

Questo Dossier scientifico sulle caratteristiche e i benefici del grano khorasan KAMUT® intende dare un quadro della letteratura scientifica su questo prezioso cereale, che sempre più frequentemente è consumato sulla tavola degli italiani sotto molteplici forme (pasta, pane, biscotti, pizza, grissini, solo per citarne alcuni), insieme agli altri cereali, alimenti chiave indispensabili per un'alimentazione corretta e sana.

L'intento è quello di fornire una panoramica sintetica, aggiornata e facilmente consultabile delle evidenze scientifiche più recenti, focalizzando l'attenzione su alcuni tra gli studi più importanti pubblicati su riviste internazionali o nazionali indicizzate fino a gennaio 2014.

Kamut Enterprises of Europe è fortemente impegnata a rispondere agli accresciuti bisogni di informazione sul grano khorasan KAMUT® da parte di consumatori e media, attraverso una continua attività di educazione. Ci auguriamo con questo Dossier di poter dare un ulteriore contributo alla comprensione delle proprietà e delle caratteristiche di questo antico grano.

KAMUT® è un marchio registrato di Kamut Enterprises of Europe bvba e di Kamut International Ltd, utilizzato per contraddistinguere e commercializzare la pura e antica varietà del grano khorasan, coltivata rigorosamente secondo il metodo dell'agricoltura biologica, per garantirne al consumatore l'elevata qualità e le caratteristiche specifiche a beneficio di questa e delle future generazioni.

Alla Dottoressa Alessandra Bordoni dell'Università di Bologna va il nostro più caloroso ringraziamento per l'impegno profuso e la preziosa collaborazione che hanno reso possibile questo approfondimento scientifico.

Rebecca Rossi

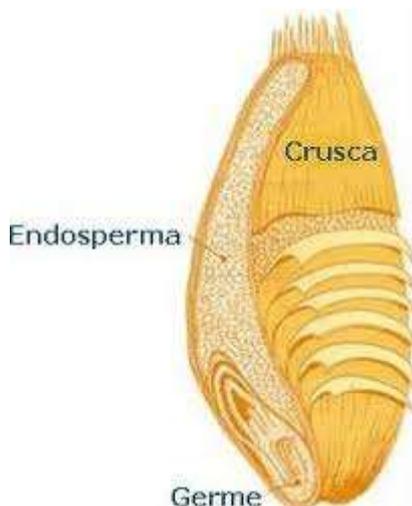
Regional Director Promotion Italy & Spain

Kamut Enterprises of Europe

I CEREALI

I cereali sono semi di piante appartenenti alla famiglia delle graminacee (quali frumento, segale, riso, avena e orzo), che da migliaia di anni costituiscono la base dell'alimentazione umana. I cereali sono considerati basilari per l'alimentazione sia per le loro caratteristiche nutrizionali che per le loro proprietà tecnologiche, che ne permettono il vasto utilizzo da parte dell'industria alimentare. Non ultimo, i chicchi dei cereali possono essere conservati per lunghi periodi.

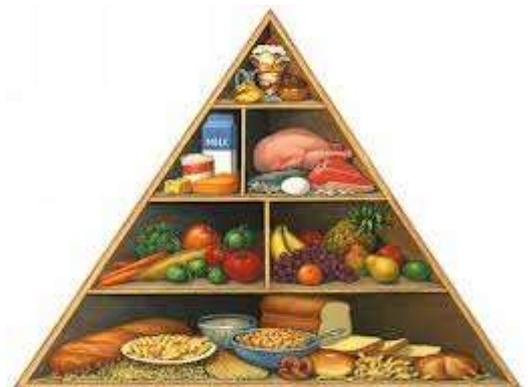
In nutrizione **gli alimenti sono suddivisi in sette gruppi sulla base dei nutrienti di cui sono fonte principale**. I cereali e un tubero (patata), costituiscono il terzo gruppo degli alimenti, caratterizzato dall'essere la principale fonte alimentare di un carboidrato complesso, l'amido. Questo non è ovviamente l'unico nutriente presente nei cereali, che contengono anche una buona quantità di proteine, che sono però considerate a basso valore biologico perché carenti di un aminoacido essenziale per l'uomo. Gli alimenti a base di cereali contengono inoltre vitamine del gruppo B e alcuni minerali, nonché fibra alimentare, se vengono prodotti utilizzando farine di cereali integrali.



In epoca preindustriale, i cereali venivano generalmente consumati interi, ossia erano presenti tutte le sezioni di cui è composto il chicco: la crusca esterna, il germe interno e l'endosperma (figura 1). Gli avanzamenti nei processi di molitura e lavorazione hanno consentito la separazione e la rimozione su larga scala della crusca (parte esterna del chicco, ricca di fibre) e del germe (ricco di micronutrienti), e la produzione di farine raffinate ottenute principalmente dall'endosperma, ricco di amido. Le farine raffinate sono divenute rapidamente popolari perché i prodotti da forno che le contengono hanno una consistenza più soffice e si conservano più a lungo. La crusca e il germe, tuttavia, contengono sostanze nutritive importanti, che vanno perse con la raffinazione. Per questo motivo si

raccomanda il consumo di cereali integrali, che comprendono tutte e tre le componenti del chicco.

In un'alimentazione equilibrata la maggiore percentuale di energia introdotta deve derivare dall'amido; non stupisce, quindi, che nella piramide alimentare (figura 2) i prodotti a base di cereali si trovino nel gradino più basso, ad indicare che sono quelli che devono essere consumati con maggiore frequenza. Sulla base di studi epidemiologici, è stato scientificamente evidenziato che **il consumo regolare di alimenti a base di cereali, in particolare se integrali, ha effetti positivi sulla salute,** in quanto contribuisce alla **corretta regolazione dei livelli di glicemia ed alla gestione dell'obesità**. E' inoltre correlato ad una **minore mortalità cardiovascolare negli anziani,** e ad una



riduzione dell'incidenza del cancro del colon-retto (Sahyoun et al, 2006; Gil et al, 2011; Truswell AS, 2002).

Il meccanismo attraverso cui i **cereali integrali** esercitano i loro effetti maggiormente protettivi non è completamente noto, ma è chiaramente dimostrato che essi **contengono maggiori quantità rispetto ai cereali raffinati di molte sostanze di cui è nota l'attività salutistica**: in primo luogo le fibre alimentari, le vitamine e i minerali, ma anche altre molecole bioattive quali acidi grassi polinsaturi n-3, oligosaccaridi prebiotici, fitosteroli, ed una serie di composti ad attività antiossidante. Molto probabilmente, più che il singolo componente, è l'insieme sinergico degli stessi che rende gli alimenti a base di cereali integrali importanti per la salute dell'uomo (Slavin et al, 2011).

Il frumento (o grano) è il cereale più comune nei paesi occidentali, ed è ritenuto uno dei componenti principali della corretta alimentazione. Esso fornisce su scala mondiale un'importante **fonte di carboidrati complessi (amido), proteine, vitamine, minerali e fibre (Shewry PR, 2009), nonché una varietà di componenti definiti come "bioattivi"**. Le varietà di grano comunemente utilizzate sono il *Triticum turgidum durum* (o grano duro), utilizzato per produrre la pasta, e il *Triticum aestivum* (o grano tenero), utilizzato per produrre il pane, originatesi migliaia di anni fa per ibridizzazione naturale tra progenitori. Nelle ultime decadi, è stato ottenuto un enorme numero di varietà, in particolare di grano duro, attraverso la selezione artificiale, generalmente basata sulla resa elevata in campo, la resistenza alle malattie e le qualità tecnologiche della farina derivata. Questa cosiddetta "green revolution" e la diffusione di nuove specie di grano hanno fatto sì che, nel secolo scorso, alcune varietà locali e antiche di questo cereale siano state in buona parte dimenticate, se non perdute. Al contrario, per preservare la variabilità genetica sarebbe estremamente importante sviluppare e mantenere le colture locali, comprese le cultivar antiche, che non sono state assoggettate a selezione e miglioramenti genetici artificiali.

In tempi recenti, alcuni di questi "grani antichi" non assoggettati a miglioramenti genetici estensivi sono stati reintrodotti proprio per evitare che alcune specie, spesso cresciute solo a livello locale, andassero perse, e quindi per mantenere una biodiversità. Un esempio è il **grano khorasan KAMUT®**, considerato un antico progenitore del grano duro moderno.

I consumatori sono sempre più consapevoli dei benefici dell'utilizzo dietetico di specie di cereali diverse dal frumento moderno. La crescente sensibilità verso gli alimenti che sono considerati naturali e salutistici ha ulteriormente aumentato l'interesse verso i cereali alternativi, interesse legato anche al fatto che alcuni di essi si è supposto siano meglio tollerati dai soggetti che soffrono di ipersensibilità o allergia, e quindi possano essere introdotti nella dieta di questi ultimi (Molberg et al, 2005; Spaenij-Dekking et al, 2005).

Tra i "cereali alternativi" sono considerate coltivazioni antiche o minori il grano khorasan KAMUT®, l'orzo, il farro, la segale, il miglio, l'avena e il sorgo, ma anche i cosiddetti pseudo-cereali (es.: la quinoa, l'amaranto, il grano saraceno), coltivazioni distanti evolutivamente dai cereali. **L'uso dei cereali antichi e degli pseudo-cereali è di grande interesse nutrizionale perché la loro composizione è considerata maggiormente positiva per la salute, in particolare rispetto ad alcuni componenti minori quali fibre, amido resistente, minerali, vitamine e fenoli** (Wijngaard HH & Arendt E, 2006).

IL GRANO KHORASAN KAMUT®

KAMUT® è marchio registrato di Kamut Enterprises of Europe bvba e di Kamut International Ltd, utilizzato per contraddistinguere e commercializzare una specifica e antica varietà di grano e per garantirne l'origine da agricoltura biologica e determinate caratteristiche. Il nome latino di questo cereale, utilizzato anche in botanica, è *Triticum turgidum ssp. turanicum*, mentre il nome generico è grano khorasan. Esso è, tra i grani antichi, quello che ha avuto il maggiore incremento di consumo (Kantor et al, 2001) negli ultimi decenni.

Il progetto KAMUT® prende vita alla fine degli anni '80 dopo che per alcuni anni la famiglia Quinn, agricoltori da generazioni, aveva sperimentato la coltivazione di alcune quantità di semi di grano khorasan, riscontrandone la straordinarietà rispetto ad altri tipi di grano moderno.

I requisiti cui deve rispondere il grano khorasan KAMUT®:

- essere l'antica varietà di grano khorasan, mai ibridato né incrociato
- essere coltivato solo come i cereali biologici certificati
- avere un contenuto di proteine tra il 12 e il 18%
- essere incontaminato da varietà di grano moderne al 99%
- essere privo di segni di malattia al 98%
- contenere tra i 400 e i 1000 ppb di selenio
- non essere utilizzato in prodotti il cui nome può essere frainteso o risultare equivoco nel rispetto delle quantità percentuali
- non essere mescolato con grano moderno nella produzione di pasta.

La coltivazione di questa antica sottospecie di grano a marchio KAMUT® è completamente indipendente dagli attuali programmi di coltura a scala industriale e dai moderni programmi di ibridazione.

Il grano khorasan KAMUT® è genealogicamente simile al grano duro, ma le sue origini sono più antiche ed è nativo dell'area della Mezzaluna Fertile, regione dal terreno per l'appunto fertile e dal clima secco.

I Quinn identificarono le aree più idonee alla coltivazione nelle grandi praterie del Nord America (parte centro settentrionale degli Stati Uniti, nel nord est del Montana e nel nord ovest del Nord Dakota) e in Canada (a sud est della regione Alberta e nel sud del Saskatchewan). Il clima in queste regioni, caldo e secco, corrisponde a quello del paese d'origine ed è quindi adatto a un prospero raccolto di grano khorasan KAMUT®.

L'Europa è il maggiore consumatore di grano khorasan KAMUT® e in particolare l'Italia è il maggiore importatore (circa il 70% del prodotto importato in Europa); qui la farina dell'antico cereale viene largamente utilizzata dall'industria alimentare, che la trasforma in numerosi alimenti esportati in tutta l'Unione Europea (Canavari et al, 2010).

Il grano khorasan KAMUT® è coltivato secondo le regole dell'agricoltura biologica. Questo cereale **si differenzia dal grano comune sia per alcune caratteristiche nutrizionali e proprietà tecnologiche, che per pratiche colturali all'interno del sistema dell'agricoltura biologica, seguendo un rigoroso sistema di controllo qualità.**

CARATTERISTICHE NUTRIZIONALI DEL GRANO KHORASAN KAMUT®

Il grano khorasan KAMUT® è apparso sul mercato italiano in tempi relativamente recenti, pertanto non esistono dati inerenti la sua composizione in nutrienti nelle maggiori banche dati italiane di composizione degli alimenti.

La composizione del grano khorasan KAMUT® è però presente nella banca dati di composizione degli alimenti dell'USDA (<http://ndb.nal.usda.gov/>) ed è riportata in tabella 1, in comparazione alla composizione del grano tenero e del grano duro.

Dati sulla composizione del grano khorasan KAMUT®, o di alimenti prodotti a partire da esso, sono anche ricavabili da alcune ricerche scientifiche; ad esempio i risultati dello studio di Gregorini et al (2009) confermano che il **contenuto in proteine del grano khorasan KAMUT® è superiore a quello del grano moderno**.

Nello studio di Sofi et al (2012) è stato evidenziato che la **farina a base di grano khorasan KAMUT®** di origine canadese **utilizzata per la ricerca conteneva una elevata quantità di minerali**. In particolare, **potassio e magnesio** erano **presenti in quantità superiori** rispetto alla farina di grano usata come controllo, e queste differenze compositive si sono rispecchiate in un aumento del potassio e del magnesio ematici nei soggetti alimentati con prodotti a base di questo grano antico.

Il pane preparato con farina di grano khorasan KAMUT® di provenienza americana ha evidenziato un **contenuto di selenio circa 10 volte superiore rispetto a quello di un pane preparato con farina di frumento integrale** nella ricerca di Gianotti et al (2011). I due tipi di pane hanno inoltre evidenziato differenze nel contenuto di sostanze fenoliche bioattive e antiossidanti, che è apparso maggiore nel pane a base di farina di grano khorasan KAMUT®.

I composti fenolici sono una famiglia di molecole che ha recentemente assunto una notevole importanza in nutrizione umana poiché questi metaboliti delle piante, una volta introdotti insieme agli alimenti di origine vegetale, sono in grado di esercitare effetti positivi per la salute. I composti fenolici sono di moltissimi tipi, con struttura a diversa complessità, dai fenoli semplici ai flavonoidi e tannini; l'efficacia preventiva e protettiva nell'uomo delle diverse classi di fenoli è a tutt'oggi oggetto di innumerevoli studi e, in linea generale, si ritiene che la presenza in un alimento di una grande varietà di queste molecole rappresenti un tratto positivo.

Il contenuto di sostanze fenoliche di farine integrali di grano khorasan KAMUT® e di altri grani antichi e moderni è stato valutato da Dinelli et al (2009). Sebbene non siano state evidenziate differenze nel contenuto totale di fenoli, il profilo delle diverse farine è apparso differente. La farina di grano khorasan KAMUT® presenta infatti un profilo fenolico estremamente vario, molto maggiore rispetto ai grani moderni, e comprendente anche una certa quantità di isoflavoni, lignani, stilbeni e alcune proantocianidine.

	Grano Khorasan KAMUT®	Grano tenero	Grano duro (crudo)
Acqua (g/100 g)	11.07	10.42	10.94
Energia (Kcal/100 g)	337	340	339
Proteine (g/100g)	14.54	10.69	13.68
Grassi (g/100g) di cui	2.13	1.99	2.47
saturi (g/100g)	0.196	0.368	0.454
monoinsaturi (g/100g)	0.213	0.227	0.344
polinsaturi (g/100g)	0.621	0.837	0.978
Carboidrati (g/100g)	70.58	75.36	71.13
Fibre totali	11.1	12.7	n.d.
Zuccheri	7.84	0.41	n.d.
Colesterolo	0	0	0
Vitamina C (mg/100 g)	0	0	0
Tiamina (mg/100 g)	0.566	0.410	0.419
Riboflavina (mg/100 g)	0.184	0.107	0.121
Niacina (mg/100 g)	6.375	4.766	6.738
Vitamina B6 (mg/100 g)	0.259	0.378	0.419
Folati (µg/100 g)	n.d.	41	43
Vitamina B12 (µg/100 g)	n.d.	0	0
Vitamina A (µg/100 g)	1	0	0
Vitamina E (mg/100 g)	0.61	1.01	n.d.
Vitamina D (µg/100 g)	n.d.	0	0
Vitamina K (µg/100 g)	1.8	n.d	n.d.
Calcio (mg/100 g)	22	34	34
Ferro (mg/100 g)	3.77	5.37	3.52
Magnesio (mg/100 g)	130	90	144
Fosforo (mg/100 g)	364	402	508
Potassio (mg/100 g)	403	435	431
Sodio (mg/100 g)	5	2	2
Zinco (mg/100 g)	3.68	3.46	4.16

Tabella 1. Composizione chimica ed energetica del grano khorasan KAMUT®, del grano tenero e del grano duro (fonte: USDA Food Composition database (<http://ndb.nal.usda.gov/>)).

CARATTERISTICHE TECNOLOGICHE DEL GRANO KHORASAN KAMUT®

Le caratteristiche organolettiche e nutrizionali dei prodotti a base di cereali dipendono, ovviamente, dalle caratteristiche delle farine di partenza. La resa tecnologica di una farina è estremamente importante per il risultato finale, in particolare nei prodotti da forno, e quindi uno dei primi limiti al possibile utilizzo di farine diverse da quella di grano è dato dalla inadeguatezza delle caratteristiche tecnologiche.

Diversi sono gli studi volti a **definire l'idoneità del grano khorasan KAMUT® per la produzione di pane, tutti con risultati positivi** (Grausgruber et al, 2004; Pasqualone et al, 2006; Piergiovanni et al, 2009). Quindi la farina di **grano khorasan KAMUT®** è idonea alla panificazione, e porta ad ottenere un prodotto finale che ha evidenziato **un maggiore contenuto di carotenoidi** rispetto al pane di farro, di grano tenero e di grano duro, e un **più elevato contenuto di proteine** rispetto al pane di frumento (Pasqualone et al, 2011).

E' possibile **l'utilizzo della farina di grano khorasan KAMUT®** anche nella preparazione di **prodotti da forno**, in totale o parziale sostituzione di quella di frumento, al fine di **ottenere alimenti aventi migliori caratteristiche nutrizionali (elevato contenuto di proteine, minerali, fibre ed antiossidanti)**. Infatti gli impasti di farina di grano khorasan KAMUT® possiedono caratteristiche meccaniche e reologiche simili a quelle dell'impasto di grano; ugualmente, il pane prodotto con farine miste di diversi cereali antichi, tra cui il khorasan KAMUT®, ha evidenziato caratteristiche sia tecnologiche che sensoriali comparabili con quelle del pane di frumento (Angioloni A & Collar C, 2011).

Sebbene la sostituzione della farina di grano con quella di grano khorasan KAMUT® nella preparazione di tortillas modifichi alcuni parametri quali l'attività dell'acqua (Serventi et al, 2008), **le caratteristiche chimico-fisiche del prodotto finito sono apparse immutate anche a lungo termine (180 giorni) di conservazione** (Carini et al, 2010).

Anche per quanto riguarda la produzione di biscotti, la farina di grano khorasan KAMUT® pare in grado di sostituire quella di grano tenero anche per il 50% senza determinare alterazioni delle caratteristiche qualitative tecnologiche del prodotto (Kaur Chandi et al, 2013).

Il gradimento dei consumatori verso i prodotti a base grano khorasan KAMUT® è evidenziato nello studio di Holmer et al (2012), in cui 5 snack contenenti ingredienti salutistici come farina integrale, frutta a bacche, frutta secca sono stati offerti in ordine casuale a **243 bambini danesi e svedesi** in età scolare. **Gli snack a base di grano khorasan KAMUT®/zucca e avena/mirtilli rossi sono apparsi i più graditi in entrambe le nazioni**. Questi risultati sono molto importanti, perché è noto che le scelte alimentari dei bambini sono guidate principalmente dalle loro preferenze; per aiutarli a compiere scelte alimentari opportune per la loro salute è quindi importante formulare prodotti che, oltre ad essere salutari, vanno anche incontro ai loro gusti. In quest'ottica, l'utilizzo di farina di grano khorasan KAMUT® pare essere una buona strategia.

Naturalmente **è importante che il prodotto finito non abbia solo buone caratteristiche organolettiche, ma che abbia anche mantenuto il più possibile**

intatte le caratteristiche nutrizionali. I chicchi dei cereali maturi contengono molti enzimi aventi funzioni essenziali e specifiche per il germoglio e nelle prime fasi di vita della pianta; alcuni di questi enzimi sono attivi anche durante le diverse fasi di utilizzazione dei cereali da parte dell'industria alimentare, e possono influenzare fortemente sia la qualità che il valore nutrizionale del prodotto finito, in quanto possono determinare una degradazione di alcuni componenti nutrizionalmente importanti. E' quindi **fondamentale** utilizzare **varietà di grano con basse attività enzimatiche**, al fine di **preservare il valore nutrizionale degli alimenti** mantenendo **buone qualità tecnologiche**. **Il grano khorasan KAMUT®**, così come il grano tenero, **sembra possedere il livello di attività enzimatica più idoneo** (Hidalgo et al, 2013).

ATTIVITÀ PREBIOTICA DEL GRANO KHORASAN KAMUT®

L'intestino umano è popolato da molte specie batteriche diverse, che svolgono importanti funzioni metaboliche (Mai V & Draganov PV, 2009). L'interazione tra i nutrienti introdotti con la dieta e alcune delle specie che compongono il cosiddetto microbiota intestinale, in particolare i Bifidobatteri ed i Lattobacilli, è fondamentale per la salute (Vaughan et al, 2005).

Le fibre dietetiche resistono alla digestione, in quanto l'organismo umano non possiede gli enzimi idonei per spezzarle in molecole più piccole, e passano quindi intatte nel colon, dove svolgono la loro attività positiva. Le fibre dietetiche definite "insolubili" come la cellulosa e la lignina vengono scarsamente fermentate dai batteri intestinali e rimangono quindi tal quali: esse vanno ad aumentare il volume delle feci, favorendo così l'evacuazione e la regolarizzazione della funzione intestinale.

Al contrario le **fibre dietetiche solubili**, composte principalmente dall'amido resistente e dai polisaccaridi non amidacei, vengono fermentate dai batteri del colon. Queste fibre, **all'interno del nostro apparato gastro-intestinale, sono in grado di idratarsi e formare un gel** che contrasta **l'assorbimento di nutrienti quali glucosio e colesterolo**. Inoltre le fibre solubili possono essere utilizzate come "alimento" dalla flora microbica intestinale, che le **fermenta producendo acidi grassi a corta catena** (propionato, acetato e butirato) che si ritiene abbiano **un ruolo importante** nella **prevenzione dei tumori del colon-retto** (Astbury SM & Corfe BM, 2012). **L'azione delle fibre solubili sembra quindi in buona parte legata al loro effetto prebiotico** (Roberfroid et al, 2010). E' detto prebiotico "qualsiasi ingrediente alimentare che, venendo fermentato nell'intestino, determina cambiamenti specifici, sia di composizione che di attività, del microbiota intestinale, determinando così benefici per la salute ed il benessere dell'ospite" (Gibson et al, 2004).

In uno studio recente (Marotti et al, 2012) è stato evidenziato che le **fibre alimentari contenute nel grano khorasan KAMUT® sono in grado di promuovere la crescita di alcuni ceppi batterici positivi (probiotici)**. In questa ricerca è stata valutata la capacità di due ceppi probiotici (un bifidobatterio ed un lattobacillo) di fermentare le fibre solubili derivate da 7 tipi di grano moderno e da 3 grani antichi. Tra tutti i grani testati il

grano khorasan KAMUT® è apparso la specie più promettente per la promozione della crescita sia dei Lattobacilli che dei Bifidobatteri a livello del tratto gastrointestinale.

IL GRANO KHORASAN KAMUT® COME INGREDIENTE DI PRODOTTI FUNZIONALI

L'interesse dell'industria alimentare alla produzione di alimenti in grado di migliorare la qualità nutrizionale della dieta e di proteggere il consumatore dal rischio di malattie correlate all'alimentazione è in rapido aumento.

In particolare, **un grande interesse è incentrato sui cosiddetti alimenti funzionali, ossia prodotti che, "oltre ad un effetto strettamente nutrizionale, sono anche in grado di influenzare in maniera positiva una o più funzioni dell'organismo, in modo da migliorare in maniera significativa lo stato di salute e di benessere e/o a ridurre il rischio di malattia"** (Riccardi et al, 2005).

In quest'ottica, il grano khorasan KAMUT® può essere utilizzato come sostituto di altri ingredienti al fine di ottenere un prodotto a valore nutrizionale aggiunto, come evidenziato nello studio di Scazzina et al, 2008.

La funzionalità del grano khorasan KAMUT® è legata non solo a un maggiore contenuto di nutrienti o di fenoli antiossidanti, ma anche di altre molecole, quali ad esempio i peptidi bioattivi. I peptidi bioattivi sono piccoli frammenti di proteine che esercitano effetti positivi sulle funzioni dell'organismo umano (Kits DD & Weiler K. 2003). Essi corrispondono a piccole parti di una proteina alimentare di maggiori dimensioni, e vengono rilasciati durante la digestione dell'alimento o durante la sua fermentazione. Diversi studi hanno evidenziato un'ampia gamma di funzioni biologiche di questi peptidi bioattivi: immuno-modulatoria, anti-ipertensiva, anti-infiammatoria, ipocolesterolemizzante, ecc. Alcuni peptidi bioattivi hanno una spiccata attività antiossidante (Sarmadi BH & Ismail A, 2010).

Nei prodotti da forno **la fermentazione acida dell'impasto sembra determinare la formazione di peptidi bioattivi.** Coda et al (2012) hanno verificato l'effetto della fermentazione acida ad opera di lattobacilli di impasti di farine derivate da diversi cereali, e hanno evidenziato che **l'impasto di farina di grano khorasan KAMUT® è tra quelli a maggiore attività antiossidante.**

Altri composti presenti negli alimenti che stanno destando **molto interesse per i loro effetti fisiologici** sono i **benzoxazinoidi**, che vengono essudati dalle radici di alcune piante quali la segale e il grano. **La farina integrale di grano khorasan KAMUT®, quando sottoposta a trattamento termico, presenta un'elevata concentrazione di benzoxazinoidi:** in particolare il **DIBOA** (2,4-diidrossi-1,4-benzoxazin-3-one) (Pederson et al, 2011) è conosciuto da tempo come **inibitore della crescita di cellule neoplastiche** in vitro (Habib et al, 1995). Un altro importante benzoxazinoide è **MBOA**, di cui è noto **l'effetto inibitorio sulla liberazione di istamina durante le reazioni allergiche** (Otsuka et al, 1988), e **l'effetto antidepressivo sull'uomo** (Rosenfeld et al,

2003). Nello studio di Pederson et al (2011) la concentrazione di **MBOA nella farina di grano khorasan KAMUT®** sottoposto a trattamento termico, è apparsa **5 volte superiore rispetto alla segale e quasi 10 volte superiore rispetto alla cultivar di grano moderno** esaminata.

EFFETTI POSITIVI DEL GRANO KHORASAN KAMUT®: GLI STUDI SULL'ANIMALE

Lo studio di Gianotti et al (2011) ha valutato e comparato gli **effetti di una dieta composta esclusivamente di pane di grano duro integrale o di pane di farina di grano khorasan KAMUT®**, utilizzando il ratto come modello sperimentale. Il pane di farina di grano khorasan KAMUT® era stato preparato sia tramite fermentazione tradizionale che fermentazione acida, e gli animali sono stati mantenuti a questa dieta esclusiva per 7 settimane. **Lo scopo era verificare se una alimentazione a base di grano integrale, e in particolare di grano khorasan KAMUT®, potesse migliorare la risposta allo stress ossidativo indotto.** I risultati dello studio hanno evidenziato che una **dieta a base di questo cereale antico** è in grado di **fornire una combinazione di nutrienti e componenti bioattivi che aumentano la capacità dell'organismo di difendersi da uno stress ossidativo.**

Questi dati sono stati confermati da Benedetti et al (2012) che, sulla base di un analogo disegno sperimentale, **hanno evidenziato che una dieta a base di pane di grano khorasan KAMUT® è in grado, nel ratto, di aumentare l'attività dei principali enzimi antiossidanti contenenti selenio e la concentrazione di glutatione, α -tocoferolo e β -carotene, tutte molecole implicate nella difesa dallo stress ossidativo.** Quindi è apparso confermato un **miglioramento dello stato ossidativo conseguente all'utilizzo di una dieta a base di pane di grano khorasan KAMUT®.** Inoltre, **l'esame istologico del fegato ha evidenziato nei ratti alimentati con frumento uno stato infiammatorio, che non era invece presente nei ratti nutriti con pane di grano khorasan KAMUT®.**

La capacità antiossidante ed antinfiammatoria del grano khorasan KAMUT® è stata riportata anche utilizzando alimenti non fermentati. Infatti lo studio di Carnevali et al (2014) ha seguito lo stesso disegno sperimentale dei precedenti, ma alimentando gli animali con pasta a base di grano khorasan KAMUT® o frumento invece che con pane. I risultati di questo studio sono apparsi sovrapponibili a quanto già riportato da Gianotti et al (2011) e da Benedetti et al (2012), a conferma della elevata potenzialità antiossidante ed antinfiammatoria di questo grano antico.

EFFETTI POSITIVI DEL GRANO KHORASAN KAMUT®: GLI STUDI SULL'UOMO

Gli studi su soggetti umani non sono ancora numerosi ma riportano alcuni dati molto interessanti e promettenti.

Scazzina et al (2008) hanno evidenziato che l'indice glicemico di tortillas di grano khorasan KAMUT®, soia e carote è significativamente più basso rispetto a quello di tortillas preparate con la ricetta standard. **L'Indice Glicemico (IG) di un alimento misura l'innalzamento della glicemia conseguente al consumo dell'alimento stesso; diete ad alto IG sono associate a maggiore incidenza di steatosi epatica (Valtueña et al, 2006), mentre diete a basso IG sono associate a migliori performance fisiche e cognitive (Kirwan et al, 2001, Papanikolaou et al, 2006).** Da questi risultati preliminari si evincerebbe che **il grano khorasan KAMUT® possa contribuire, insieme ad altri ingredienti, a ridurre l'IG di prodotti a base di cereali.**

Di particolare interesse uno studio sull'uomo che ha utilizzato grano khorasan KAMUT® (Sofi et al, 2012). Questo trial clinico ha valutato gli effetti della sostituzione dei prodotti a base di grano tradizionale (pane, pasta e crackers) con prodotti equivalenti ma a base di questo grano antico nella dieta di 22 soggetti (14 femmine e 8 maschi). Lo studio ha previsto due fasi di intervento di 8 settimane ognuna, separate da un intervallo di altre 8 settimane.

Al termine della fase di dieta a base di grano khorasan KAMUT® è stata osservata una significativa riduzione dei livelli di colesterolemia, totale ed LDL, e di glicemia. Inoltre, sono apparsi significativamente **ridotti alcuni indici di stress ossidativo**, così come sono apparsi **sensibilmente diminuiti i livelli di citochine pro-infiammatorie** circolanti. Infine, l'utilizzo dei prodotti a base di farina di grano khorasan KAMUT® nella dieta ha determinato un **aumento dei livelli di potassio e magnesio ematici**, in accordo con il maggiore contenuto di questi ed altri minerali nella farina stessa.

Pur sottolineando la necessità di consolidare i dati con ulteriori evidenze scientifiche, questi risultati appaiono estremamente promettenti; se confermati con nuovi studi, sarà possibile affermare che **in soggetti sani, una dieta comprendente prodotti a base di grano khorasan KAMUT® in sostituzione a quelli a base di frumento è in grado di ridurre lo stato ossidativo e lo stato infiammatorio, e di diminuire i livelli di colesterolemia e glicemia.**

FACCIAMO CHIAREZZA: GRANO KHORASAN KAMUT® E MORBO CELIACO

La malattia celiaca (CD) è una malattia cronica immuno-mediata dell'intestino, scatenata dall'esposizione al glutine in soggetti geneticamente predisposti (Ludvigsson et al, 2013). Negli anni recenti è apparso chiaro che essa è molto più comune di quanto si pensasse in passato: in Europa, Sud America, Australasia e USA circa lo 0.5-1% della popolazione ne è

affetto, e si ritiene che in una alta proporzione di individui la malattia celiaca non venga diagnosticata, poiché la sintomatologia con cui si presenta è estremamente varia (Martucci et al, 2002).

L'unica terapia possibile per la celiachia è l'esclusione del glutine dalla dieta per tutta la durata della vita. Questo è peraltro molto difficile, perché il glutine è presente in moltissimi prodotti alimentari oltre al pane, alla pasta ed ai prodotti da forno: zuppe, salse, prodotti a base di carne, patatine, caramelle, gelati, ecc., ed anche usato come eccipiente in farmaci ed integratori (van den Broeck et al, 2010a).

Il glutine rappresenta l'80% delle proteine del grano, e la letteratura scientifica più recente ha evidenziato che **tutte le varianti di grano questo cereale, incluso il khorasan KAMUT®**, lo contengono, e pertanto devono essere **escluse nella dieta dei celiaci**.

GRANO KHORASAN KAMUT®, IPERSENSIBILITÀ AL FRUMENTO E SINDROME DELL'INTESTINO IRRITABILE

In letteratura esiste un solo studio che indaga il tema delle allergie ai frumenti e al grano khorasan KAMUT®. Esso è stato effettuato su un gruppo di pazienti con allergia diagnosticata al grano tenero e al grano duro, e ha evidenziato un'analogia allergenicità tra frumento e grano khorasan KAMUT® (Simonato et al, 2002).

Occorre tenere però in considerazione un'altra situazione patologica, che non può essere descritta né come malattia celiaca né come allergia al frumento. Infatti la prevalenza di celiachia è circa 1:100 nei paesi occidentali (Green & Cellier, 2007), ma una percentuale molto maggiore (circa 15-20%) della popolazione si considera affetta da "ipersensibilità al grano", che presenta sintomi sovrapponibili a quelli della celiachia.

Questi soggetti vengono solitamente classificati come affetti da "sindrome dell'intestino irritabile"; recentemente è stato coniato il nuovo termine "sensibilità al glutine non celiaca" per indicare i soggetti che presentano una precisa sintomatologia dopo il consumo di prodotti a base di grano, senza conferme diagnostiche sierologiche o istologiche di celiachia o allergia al frumento. Peraltro questa nuova terminologia è inesatta, dal momento che a tutt'oggi non è affatto dimostrato che il fattore scatenante di questa condizione sia proprio il glutine (Lundin & Alaedini, 2012).

La "sensibilità al glutine non celiaca" è stata dimostrata essere una precisa condizione clinica solo molto recentemente (Carroccio et al. 2012), ed è stato ipotizzato che non tanto, o non solo, il glutine ma anche altri componenti quali fruttani o carboidrati non glicemici possano essere la causa scatenante la sintomatologia (Shepherd, Parker, Muir, & Gibson, 2008).

Nello studio di Carnevali et al (2013) alcuni ratti sono stati alimentati con una dieta composta esclusivamente di pasta di grano duro integrale o di pasta di grano khorasan KAMUT®, del tutto analoghe ai prodotti utilizzati per uso umano. Dopo 7 settimane di dieta in tutti i ratti alimentati con pasta di grano duro si è osservata una alterazione nella morfologia della mucosa duodenale, con appiattimento dei villi che apparivano anche di forma inusuale. A ciò si associava un'infiltrazione di linfociti a livello della mucosa, e un

aumento di volume dei follicoli linfatici a livello della milza e dei linfonodi. Tutti questi sono segnali di un forte stato infiammatorio, e rispecchiano in maniera assai ravvicinata l'aspetto istologico degli organi esaminati in presenza di "sensibilità al glutine non celiaca". Al contrario, nei ratti alimentati con pasta a base di grano khorasan KAMUT[®] le caratteristiche istologiche di duodeno, milza e linfonodi sono apparse assolutamente normali. Queste osservazioni, che dovranno essere suffragate da ulteriori evidenze scientifiche, sono importanti perché potrebbero spiegare la migliore tolleranza soggettiva dei prodotti a base di grano khorasan KAMUT[®] in persone sensibili al grano.

CONCLUSIONI

A cura della Dottoressa Alessandra Bordoni

La relazione esistente tra il nostro modo di alimentarci, ossia la nostra dieta, e la nostra salute è ormai assodata, e riconosciuta non solo dal mondo scientifico ma anche da quello della produzione e dai consumatori.

Lo svilupparsi di studi e ricerche volti a verificare l'efficacia preventiva e protettiva di nutrienti e componenti degli alimenti ha permesso di chiarire molti aspetti della complessa relazione tra alimentazione e benessere, ma spesso vengono dimenticate alcune cose, in primo luogo che la nostra dieta è composta da alimenti, e non da singole molecole.

Quindi, se da un lato è utilissimo dimostrare che un certo componente ha un effetto positivo nella prevenzione di una malattia, è poi importante individuare quali alimenti lo contengono, per modificare la nostra dieta in modo da introdurre regolarmente una quantità idonea di quel componente.

Bisogna poi tener conto che, negli alimenti, quel componente non è presente da solo, ma insieme a molte altre molecole, e questo potrebbe modificare il suo effetto sia in senso positivo e sinergico, sia in senso negativo.

L'interesse della comunità scientifica, e anche del consumatore, verso il grano khorasan KAMUT[®] è in gran parte legato alle due precedenti considerazioni. Infatti, il grano khorasan KAMUT[®] sembra avere una azione positiva grazie all'insieme delle sostanze che lo compongono, e non legata ad un singolo elemento. Un fortunato esempio naturale di sinergia, quindi, che spiega almeno in parte tutta una serie di evidenze positive, spesso empiricamente rilevate dagli stessi consumatori.

Queste evidenze si combinano ad un'altra peculiarità del grano khorasan KAMUT[®]: la sua versatilità. In quanto cereale, il grano khorasan KAMUT[®], può essere infatti trasformato dando origine a numerosi prodotti diversi. Inoltre, poiché la dieta umana è basata sui cereali, una farina di cereali come quella di grano khorasan KAMUT[®] può essere facilmente introdotta ogni giorno, sottoforma di una grande molteplicità di prodotti.

Oltre all'indubbio valore aggiunto del grano khorasan KAMUT[®] come prodotto biologico, di ottimo sapore e versatile, le potenzialità che questo cereale può esprimere sono quindi numerose.

La strada da percorrere è ancora lunga ma vi sono elementi di grande interesse che stimolano ad approfondire sempre di più la conoscenza scientifica su questo grano antico che promette di essere considerato in futuro un "alimento funzionale".

BIBLIOGRAFIA

Angioloni A & Collar C (2011) Nutritional and functional added value of oat, Kamut, spelt, rye and buckwheat versus common wheat in breadmaking. *J Sci Food Agric* 91: 1283-1292.

Astbury SM & Corfe BM (2012) Uptake and metabolism of the short-chain fatty acid butyrate, a critical review of the literature. *Curr Drug Metab* 13: 815-821.

Benedetti S, Primiterra M, Tagliamonte MC, Carnevali A, Gianotti A, Bordoni A, Canestrari F (2012) Counteraction of oxidative damage in the rat liver by an ancient grain (Kamut brand khorasan wheat). *Nutrition* 28: 436-441.

Canavari M, Lombardi P, Spadoni R (2010) Evaluation of the Potential Interest of Italian Retail Distribution Chains for Kamut-Based Products. *J Food Prod Marketing* 16: 39-59.

Carini E, Curti E, Vittadini E (2010) Effect of Long-Term Storage on Water Status and Physicochemical Properties of Nutritionally Enhanced Tortillas. *Food Biophys* 5:300–308.

Carroccio A, Mansueto P, Iacono G, Soresi M, D'Alcamo A, Cavataio F, Brusca I, Florena AM, Ambrosiano G, Seidita A, Pirrone G, Rini GB (2012) Non celiac wheat sensitivity diagnosed by double-blind placebo-controlled challenge: exploring a new clinical entity. *Am J Gastroenterol* 107: 1898-1906.

Carnevali C, Gianotti A, Benedetti S, Tagliamonte MC, Primiterra M, Laghi L, Danesi F, Valli V, Ndaghijimana M, Capozzi F, Canestrari F, Bordoni A (2014) Role of Kamut® brand khorasan wheat in the counteraction of non-celiac wheat sensitivity and oxidative damage. *Food Res Int*, doi: 10.1016/j. foodres. 2014.01.065.

Coda R, Rizzello CG, Pinto D, Gobbetti M (2012) Selected lactic acid bacteria synthesize antioxidant peptides during sourdough fermentation of cereal flours. *Appl Environ Microbiol* 78: 1087-1096.

Colomba MS & Gregorini A (2012) Are Ancient DurumWheats Less Toxic to Celiac Patients? A Study of α -Gliadin from Graziella Ra and Kamut. *The ScientificWorld Journal* Volume 2012, Article ID 837416, doi:10.1100/2012/837416

Dinelli G, Carretero AS, Di Silvestro R, Marotti I, Fu S, Benedettelli S, Ghiselli L, Gutiérrez AF (2009). Determination of phenolic compounds in modern and old varieties of durum wheat using liquid chromatography coupled with time-of-flight mass spectrometry. *J Chromatogr A*. 1216: 7229-40.

Gianotti A, Danesi F, Verardo V, Serrazanetti DI, Valli V, Russo A, Riciputi Y, Tossani N, Caboni MF, Guerzoni ME, Bordoni A (2011) Role of cereal type and processing in whole grain in vivo protection from oxidative stress. *Front Biosci (Landmark Ed)* 16: 1609-1618.

Gibson GR, Probert HM, Van Loo J, Rastall RA, Roberfroid MB (2004) Dietary modulation of the human colonic microbiota: updating the concept of prebiotics. *Nutr Res Rev* 17: 259–275.

Gil A, Ortega RM, Maldonado J (2011) Whole grain cereals and bread: a duet of the Mediterranean diet for the prevention of chronic diseases. *Public Health Nutr* 14: 2316–2322.

Grausgruber H, Sailer C, Ghambashidze G, Bolyos L, Ruckenbauer P. (2004). Genetic variation in agronomic and qualitative traits of ancient wheats. In: Vollmann J., Grausgruber H. and Ruckenbauer P. (eds), *Genetic Variation for Plant Breeding*, Wien, Austria: University of Natural Resources and Applied Life Sciences, pp. 19-22.

Green PH & Cellier C (2007) Celiac disease. *New Eng J Med* 515: 1731-1743.

Gregorini A, Colomba M, Ellis HJ, Ciclitira PJ (2009) Immunogenicity characterization of two ancient wheat alpha-gliadin peptides related to coeliac disease. *Nutrients* 1: 276-290.

Habib FK, Ross M, Lewenstein A, Zhang X, Jatou JC. (1995) Identification of a prostate inhibitory substance in a pollen extract. *Prostate* 26: 133–139.

Hidalgo A, Brusco M, Plizzari L, Brandolini A (2013) Polyphenol oxidase, alpha-amylase and beta-amylase activities of *Triticum monococcum*, *Triticum turgidum* and *Triticum aestivum*: A two-year study. *J Cereal Sci* 58: 51-58

Holmer A, Hausner H, Reinbach HC, Bredie WL, Wendin K (2012) Acceptance of Nordic snack bars in children aged 8-11 years. *Food Nutr Res.* 2012;56-10484 - <http://dx.doi.org/10.3402/fnr.v56i0.10484>.

Kantor LS, Variyam JN, Allshouse JE, Putnam JJ, Lin BH (2001). Choose a variety of grains daily, especially whole grains: a challenge for consumers. *J Nutr* 131: 473s-486s.

Kaur Chandi, G., Lok, C.W., Jie, N.Y., Seetharaman, K. (2013) Functionality of Kamut and Millet flours in macro wire cut cookie systems. *J Food Sci Technol*, in press.

Kirwan JP, Cyr-Campbell D, Campbell WW, Scheiber J, Evans WJ (2001) Effects of moderate and high glycemic index meals on metabolism and exercise performance. *Metabolism* 50: 849-855.

Kits DD & Weiler K (2003). Bioactive proteins and peptides from food sources. Applications of bioprocesses used in isolation and recovery. *Curr Pharm Des* 9: 1309 –1323.

Ludvigsson JF, Leffler DA, Bai JC, Biagi F, Fasano A, Green PH, et al (2013) The Oslo definitions for coeliac disease and related terms. *Gut* 62: 43-52.

Lundin KE & Alaedini A (2012) Non-celiac Gluten Sensitivity. *Gastrointestinal Endosc Clin North Am*: 22, 723-734.

Maki M & Collin P (1997) Coeliac disease. *Lancet* 349: 1755–1759.

Mai V & Draganov PV (2009) Recent advances and remaining gaps in our knowledge of associations between gut microbiota and human health. *World J Gastroenterol* 15: 81–85.

Marotti I, Bregola V, Aloisio I, Di Gioia D, Bosi S, Di Silvestro R et al (2012) Prebiotic effect of soluble fibers from modern and old durum-type wheat varieties on *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* strains. *J Sci Food Agric* 92: 2133–2140.

Martucci S, Biagi F, Di Sabatino A, Corazza GR (2002) Coeliac disease. *Digest Liver Dis* 34, S150-153.

Maslowski KM, Vieira AT, Ng A, Kranich J, Sierro F, Yu D, Schilter HC, Rolph MS, Mackay F, Artis D, Xavier RJ, Teixeira MM, Mackay CR (2009) Regulation of inflammatory responses by gut microbiota and chemoattractant receptor GPR43. *Nature*, 461, 1282-1286.

Molberg O, Uhlen AK, Jensen T, Flaete NS, Fleckenstein B, Arentz-Hansen H, Raki M, Lundin KE, Sollid LM (2005) Mapping of gluten T-cell epitopes in the bread wheat ancestors: implications for celiac disease. *Gastroenterol* 128: 393-401.

Otsuka H, Hirai Y, Nagao T, Yamasaki K (1988) Anti-inflammatory activity of benzoxazinoids from roots of *Coix lachryma-jobi* var. *Ma-yuen*. *J Nat Products* 51: 74–79.

Papanikolaou Y, Palmer H, Binns MA, Jenkins DJ, Greenwood CE (2006) Better cognitive performance following a low-glycaemic-index compared with a high-glycaemic-index carbohydrate meal in adults with type 2 diabetes. *Diabetologia* 49: 855–862.

Pasqualone A, Piergiovanni AR, Laghetti G, Volpe N, Simeone R (2006). Panificazione da frumenti alternativi: valutazione di pane ottenuto da grano Kamut_ e da spelta. *Tecnica Molitoria* 57: 1075-1080.

Pasqualone A, Piergiovanni AR, Caponio F, Paradiso VM, Summo C, Simeone R (2011) Evaluation of the technological characteristics and bread-making quality of alternative wheat cereals in comparison with common and durum wheat. *Food Sci Technol Int* 17: 135-142.

Pedersen HA, Laursen B, Mortensen A, Fomsgaard IS (2011) Bread from common cereal cultivars contains an important array of neglected bioactive benzoxazinoids. *Food Chemistry* 127 (2011) 1814–1820

Piergiovanni AR, Simeone R, Pasqualone A (2009). Composition of whole and refined meals of Kamut under Southern Italian conditions. *Chem. Engin. Transact.* 17: 891-896.

Riccardi G, B. Capaldo, O. Vaccaro (2005) Functional foods in the management of obesity and type 2 diabetes. *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care* 8: 630–635.

Roberfroid M, Gibson GR, Hoyles L, McCartney AL, Rastall R, Rowland I, *et al* (2010) Prebiotic effects: metabolic and health benefits. *Br J Nutr* 104: S1–S63.

Rosenfeld MJ, Berger PJ, Negus NC (2003). US Patent No. 6 667 308.

Sahyoun NR, Jacques PF, Zhang XL, Juan Wand McKeown NM (2006) Wholegrain intake is inversely associated with the metabolic syndrome and mortality in older adults. *Am J Clin Nutr* 83:124–133.

Sarmadi BH & Ismail A (2010) Antioxidative peptides from food proteins: a review. *Peptides* 31: 1949–1956

Scazzina F, Del Rio D, Serventi L, Carini E, Vittadini E (2008) Development of Nutritionally Enhanced Tortillas. *Food Biophys* 3:235–240.

Serventi L, Carini E, Curti E, Vittadini E (2009) Effect of formulation on physicochemical properties and water status of nutritionally enhanced tortillas. *J Sci Food Agric* 89: 73–79.

Shepherd SJ, Parker FC, Muir JG, Gibson PR (2008) Dietary triggers of abdominal symptoms in patients with irritable bowel syndrome: randomized placebo controlled evidence. *Clin Gastroenterol Hepatol* 6: 765-771.

Shewry PR (2009) Wheat. *J Exp Bot* 60: 1537–1553.

Simonato B, Pasini G, Giannattasio M, Curioni A (2002) Allergenic potential of kamut wheat. *Allergy* 57: 653–654.

Slavin JL, Jacobs D, Marquart L (2001) Grain processing and nutrition. *Critical Rev Biotechnol* 21: 49-66.

Sofi F, Whittaker A, Cesari F, Gori AM, Fiorillo C, Becatti M, Marotti I, Dinelli G, Casini A, Abbate R, Gensini GF, Benedettelli S (2013) Characterization of Khorasan wheat (Kamut) and impact of a replacement diet on cardiovascular risk factors: cross-over dietary intervention study. *Eur J Clin Nutr* 67: 190-195.

Spaenij-Dekking L, Kooy-Winkelaar Y, van Veelen P, Drijfhout JW, Jonker H, van Soest L, Smulders MJ, Bosch D, Gilissen LJ, Koning F (2005) Natural variation in toxicity of wheat: potential for selection of nontoxic varieties for celiac disease patients. *Gastroenterol* 129: 797-806.

Stallknecht GF, Gilbertson KM, Ranney JE (1996). Alternative wheat cereals as food grains: einkorn, emmer, spelt, kamut and triticale. In: Janick J. (ed.), *Progress in New Crops*, Alexandria, VA, USA: ASHS Press, pp. 156_170.

Suligoj T, Gregorini A, Colomba M, Ellis HJ, Ciclitira PJ (2013) Evaluation of the safety of ancient strains of wheat in coeliac disease reveals heterogeneous small intestinal T cell responses suggestive of coeliac toxicity. *Clin Nutr.* 32: 1043-1049.

Truswell AS (2002) Cereal grains and coronary heart disease. *Eur J Clin Nutr* 56: 1–14.

Valtueña S, Pellegrini N, Franzini L, Bianchi MA, Ardigò D, Del Rio D, Piatti P, Scazzina F, Zavaroni I, Brighenti F (2008) Food selection based on total antioxidant capacity can modify antioxidant intake, systemic inflammation, and liver function without altering markers of oxidative stress. *Am J Clin Nutr* 87: 1290-1297.

van den Broeck HC, de Jong HC, Salentijn EMJ, Dekking L, Bosch D, Hamer RJ, et al (2010a) Presence of celiac disease epitopes in modern and old hexaploid wheat varieties: wheat breeding may have contributed to increased prevalence of celiac disease. *Theor Appl Genet* 121: 1527-1539).

van den Broeck H, Chen H, Lacaze X, Dusautoir J-C, Gilissen L, Smulders M, et al (2010b) In search of tetraploid wheat accessions reduced in celiac disease-related gluten epitopes. *Mol Biosystems* 6: 2206-2213.

Vaughan EE, Heilig J, Ben-Amor K and de Vos WM (2005) Diversity, vitality and activities of intestinal lactic acid bacteria and bifidobacteria assessed by molecular approaches. *FEMS Microbiol Rev* 29:477–490.

Wijngaard HH & Arendt E (2006) Buckwheat. *Cereal Chem* 83: 391–401.

PROFILO BIOGRAFICO DI ALESSANDRA BORDONI

Alessandra Bordoni è laureata in Medicina e Chirurgia, specializzata in Scienza dell'Alimentazione e Dottore di Ricerca in Biochimica.

Svolge attività di ricerca presso la sede di Cesena del Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari dell'Università di Bologna, dove è responsabile del laboratorio di Nutrizione Umana.

I suoi studi sono sempre stati volti a chiarire l'efficacia di componenti di alimenti, di alimenti o di regimi alimentari nella prevenzione di patologie ed nel mantenimento della salute e del benessere nell'uomo. Alessandra Bordoni è autore di circa 150 pubblicazioni tra lavori *in extenso* su riviste nazionali ed internazionali e capitoli di libri.

E' docente di Scienza dell'Alimentazione e di Nutrizione Umana presso i corsi di laurea di Scienze e Tecnologie Alimentari dell'Università di Bologna.

Ha partecipato come responsabile della sezione Lipidi all'ultima revisione dei Livelli di Assunzione Raccomandata di Nutrienti per la popolazione Italiana (LARN 2012,) ed è attualmente coordinatore generale del progetto europeo PATHWAY-27 (www.pathway27.eu)