

LINEE GUIDA PER PROFESSIONISTI SULLA PRODUZIONE DI PRODOTTI DA FORNO FUNZIONALI PER SOGGETTI CON DISTURBI DIGESTIVI

Documento edito nell'ambito del progetto "Let's produce new functional bakery products for people with digestive disorders" (FBforPDD) Project Reference: 2019-1-RO01- KA202-063170

"Il sostegno della Commissione europea alla realizzazione di questa pubblicazione non costituisce un'approvazione dei contenuti, che riflettono esclusivamente le opinioni degli autori, e l'Agenzia nazionale e la Commissione non possono essere ritenute responsabili per l'uso che può essere fatto delle informazioni in essa contenute".

Coordinatore del progetto

ROMPAN THE ROMANIAN EMPLOYERS' ASSOCIATION OF THE MILLING, BAKERY AND FLOUR BASED PRODUCTS INDUSTRY

Ec. Aurel POPESCU – President of Rompan

PhD. Daniela Victorita VOICA – Guide Development Coordinator

Partner coinvolti

KERRY INGREDIENTS LIMITED - Irlanda

Bill SHERIDAN – Strategic Marketing Director

SZEGEDI TUDOMANYEGYETEM - Ungheria

Prof. László ROVÓ - University Rector

Andrea VASAS PhD - Associate professor

Tivadar KISS PhD - Assistant professor – Coordinatore per la compilazione del capitolo 6

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BARI ALDO MORO - Italia

Prof. Stefano BRONZINI - University Rector

Prof. Luigi RICCIARDI - Rector's delegate

Prof. Pasquale FILANNINO – Coordinatore per la compilazione del capitolo 5

BANAT'SUNIVERSITY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND VETERINARY MEDICINE “KING MICHAELI OF ROMANIA” FROM TIMISOARA - Romania

Prof. Cosmin Alin POPESCU - University Rector

Prof. Isidora RADULOV – Scientific Vice-Rector

Prof. Ersilia ALEXA – Coordinatore per la compilazione del capitolo 3

«CAROL DAVILA» UNIVERSITY OF MEDICINE AND PHARMACY BUCHAREST - Romania

Prof. univ. dr. Viorel JINGA - University Rector

Assoc. Prof. Maria NIȚESCU – Coordinatore per la compilazione del capitolo 1

Gli autori della guida:

ROMPAN THE ROMANIAN EMPLOYERS' ASSOCIATION OF THE MILLING, BAKERY AND FLOUR BASED PRODUCTS INDUSTRY, BUCHAREST - Romania

PhD. Eng. Daniela Victorita Voica - Vicepresident

Eng. Virgil Pavel - Vicepresident

Eng. Dana Avram

Partner 1 KERRY INGREDIENTS LIMITED – Irlanda

Martina Foschia, PhD, Senior Scientist Bakery

Partner 2 SZEGEDI TUDOMANYEGYETEM - Ungheria

Andrea Vasas PhD, associate professor

Tivadar Kiss PhD, assistant professor

Balázs P. Szabó PhD, associate professor

Partner 3 UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BARI ALDO MORO - Italy

Prof. Maria De Angelis

Prof. Pasquale Filannino

Prof. Fabio Minervini

Prof. Erica Pontonio

Prof. Stefania Pollastro

Prof. Francesco Faretra

Prof. Enrico De Lillo

Prof. Rita Milvia De Miccolis Angelini

PhD. Donato Gerin

PhD. Giuseppe Celano

Partner 4 BANAT'S UNIVERSITY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND VETERINARY MEDICINE "KING MICHAEL I OF ROMANIA" FROM TIMISOARA - Romania

Prof. Ersilia Alexa

Prof. Mariana-Atena Poiană

Lecturer Monica Negrea

Lecturer Ileana Cocan

Partner 5 "CAROL DAVILA" UNIVERSITY OF MEDICINE AND PHARMACY BUCHAREST - Romania

Assoc. Prof. Maria Nițescu

Lecturer Dr. Bogdan Cristea

Student Cristina Daniela Voica

Assist. Prof. Mirela Nedelescu Balázs

INDICE

Capitolo 1 L'importanza del consumo di prodotti da forno funzionali

- 1.1. I benefici derivanti dal consumo di prodotti da forno funzionali
- 1.2. L'impatto dei cereali e dei loro derivati sullo stato di salute dell'organismo
 - 1.2.2. Il valore nutrizionale dei cereali e dei loro derivati
 - 1.2.3. Raccomandazioni per il consumo di cereali e derivati nei Paesi partner del progetto
- 1.3. Il ruolo della fibra alimentare nella promozione della salute e nella prevenzione delle malattie croniche non trasmissibili
- 1.4. I vantaggi derivanti dal consumo di prodotti da forno funzionali

Bibliografia

Capitolo 2. Tipologie di prodotti da forno funzionali

- 2.1. Tipologie di prodotti da forno funzionali
- 2.2. Analisi dell'assortimento dei prodotti da forno funzionali

Bibliografia

Capitolo 3. Prodotti da forno funzionali di nuova concezione in risposta ai disturbi digestivi

- 3.1. Prodotti da forno funzionali per i disturbi digestivi
- 3.2. Prodotti da forno funzionali innovativi per disturbi digestivi

Bibliografia

Capitolo 4. Tecnologia di produzione per prodotti da forno con aggiunta di fibra solubile

- 4.1. Fibra alimentare: descrizione, benefici per la salute, funzionalità e applicazioni in panificazione
- 4.2. Applicazione delle fibre di Acacia (Emulgold) nel pane bianco

Bibliografia

Capitolo 5. Tecnologie per la produzione di prodotti da forno con l'aggiunta di probiotici per la regolazione delle funzionalità dell'apparato digerente

5.1. Microbiota intestinale e disturbi del tratto digerente

5.2. Ruolo e applicazione delle colture probiotiche nella panificazione

5.2.1. Microincapsulamento di cellule per l'incorporazione di probiotici in prodotti da forno

5.2.2. Probiotici sporigeni

5.2.3. GanedenBC30 (*Bacillus coagulans* GBI-30, 6086)

Bibliografia

Capitolo 6. Tecnologia per la produzione di prodotti da forno a basso contenuto di zuccheri e grassi

6.1. Principali ingredienti dell'impasto

6.2. Ruolo dello zucchero e dei grassi nella tecnologia

6.2.1. Strategie per sostituire lo zucchero nei prodotti da forno

6.2.2. Strategie di sostituzione dei grassi nei prodotti da forno

6.2.3. Effetto dei sostituti dello zucchero sulla qualità del prodotto

6.2.4. Effetto dei sostituti dei grassi sulla qualità del prodotto

6.3. Linee guida tecnologiche per la produzione

6.3.1. Tecnologie per la produzione di prodotti a basso contenuto di zucchero

6.3.2. Tecnologie per la produzione di prodotti a basso contenuto di grassi

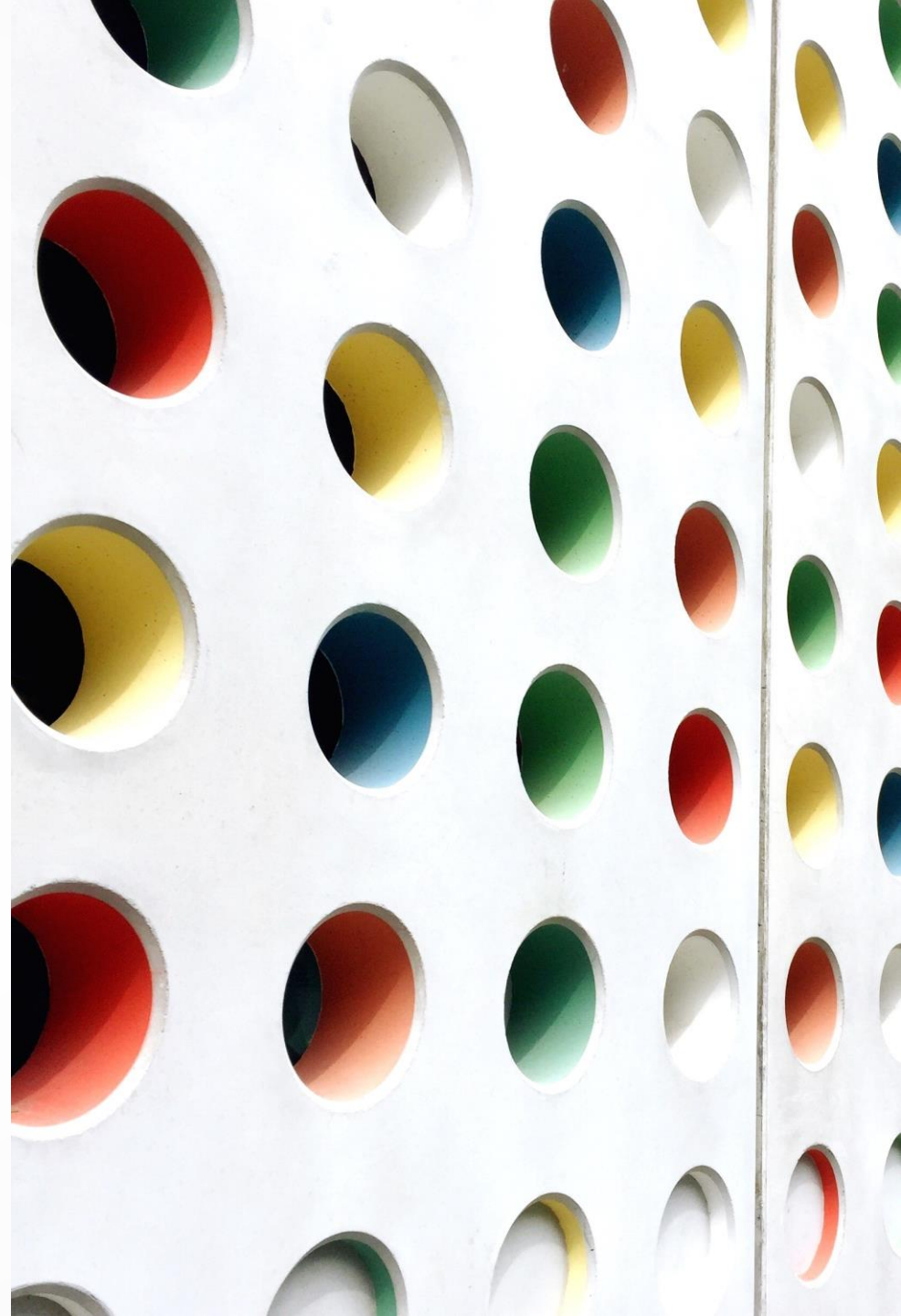
6.4. Principali additivi per la sostituzione di zuccheri e grassi (schede informative)

Bibliografia

CAPITOLO 1.



**L'importanza del consumo di
prodotti da forno funzionali**



1.1. I benefici derivanti dal consumo di prodotti da forno funzionali

Gli alimenti funzionali sono alimenti naturali o trasformati che contengono composti biologicamente attivi, di cui è stato dimostrato uno specifico beneficio per la salute (Bultosa, G., 2016; Ashwell, M., 2002). Sono alimenti naturalmente ricchi in sostanze funzionali o a cui vengono aggiunti ingredienti per ottenere effetti benefici sulla salute. Ad esempio, gli alimenti di origine vegetale come frutta, verdura, erbe, cereali, noci e legumi contengono vitamine, minerali, fibre alimentari, acidi grassi omega-3, composti fenolici e molecole antiossidanti che svolgono un ruolo funzionale nell'organismo umano le malattie croniche, tra cui il cancro, le malattie cardiovascolari o del tratto gastrointestinale (Arshad, M.S. et al., 2021; Banwo, K. et al., 2021; Lau, T. et al., 2022). Inoltre, gli alimenti di origine animale, i frutti di mare e altri alimenti di origine acquatica sono ricchi in composti biologicamente attivi come acidi grassi polinsaturi, peptidi bioattivi e molecole antiossidanti che possono essere utilizzati come ingredienti funzionali nei prodotti da forno (Kadam, S.U., Prabhasankar, P., 2010).



Un'altra categoria di alimenti funzionali è costituita da quelli che vengono privati di alcuni componenti per poter essere consumati da persone affette da specifiche patologie o intolleranze (ad esempio, i prodotti senza glutine per i celiaci).

A seconda degli interventi effettuati sull'alimento per aumentarne gli effetti benefici per lo stato di salute, rientrano nella categoria degli alimenti funzionali i seguenti tipi di alimenti:

- alimenti naturali in cui il contenuto di uno dei componenti è stato potenziato naturalmente grazie a particolari condizioni di coltivazione/processo;
- alimenti a cui è stato aggiunto un componente per fornire benefici per lo stato di salute (ad esempio, l'aggiunta di batteri probiotici selezionati con comprovate proprietà benefiche per la salute o per migliorare la funzionalità e il benessere dell'intestino).

1.1. I benefici derivanti dal consumo di prodotti da forno funzionali

- alimenti dai quali è stato rimosso un componente in modo ridurre l'impatto negativo dell'alimento sullo stato di salute (ad esempio, riduzione degli acidi grassi saturi, riduzione degli zuccheri);
- alimenti in cui la natura di uno o più componenti è stata modificata per migliorarne l'impatto sullo stato di salute (ad esempio, le proteine idrolizzate negli alimenti per lattanti per ridurre la probabilità di allergicità);
- alimenti in cui la biodisponibilità di uno o più componenti è stata aumentata per garantire un maggiore assorbimento di un componente benefico;
- e qualsiasi combinazione delle tipologie precedentemente elencate.



I benefici per la salute derivanti dal consumo di alimenti funzionali sono numerosi e possono riguardare (Ashwell, 2002; Wu et al, 2017; Green et al, 2020):

- lo sviluppo e la crescita;
- la regolazione dei processi metabolici di base (bilancio energetico e obesità, diabete, sindrome da insulino-resistenza);
- la difesa dallo stress ossidativo;
- la fisiologia cardiovascolare (abbassamento della pressione sanguigna, dei lipidi nel sangue, dei livelli di omocisteina);
- la fisiologia gastrointestinale (promozione della salute dell'intestino);
- le prestazioni cognitive e mentali, compresi l'umore e la vigilanza;
- le prestazioni fisiche e la forma fisica.

1.2. L'impatto dei cereali e dei loro derivati sullo stato di salute dell'organismo

1.2.1. Il valore nutrizionale dei cereali e dei loro derivati

I cereali sono piante erbacee della famiglia delle *Graminaceae* coltivate fin dall'antichità per i loro semi e costituiscono un alimento fondamentale per le popolazioni di tutto il mondo. Insieme ai cereali, anche gli pseudo-cereali (grano saraceno, quinoa, sesamo, amaranto), i cui semi sono simili a quelli prodotti dalle *Graminaceae*, svolgono un importante ruolo nella dieta attraverso l'apporto di macronutrienti, fibre alimentari, elementi minerali, vitamine e sostanze fitochimiche.

I cereali principali utilizzati nell'alimentazione umana sono rappresentati da grano, mais, riso, avena, segale, miglio, sorgo, e triticale e di questi, riso, mais e grano sono i più coltivati a livello globale (Nugent, A.P et al, 2019).



Nel gruppo dei cereali e derivati è possibile distinguere diverse categorie di prodotti:

- cereali raffinati e loro derivati (farina bianca, riso bianco, pane bianco, pasta di farina bianca, prodotti da forno/pasticceria preparati con farina bianca, cereali raffinati per la prima colazione, ecc;);
- cereali integrali e loro derivati (farina integrale, riso integrale, pane integrale, pasta integrale, cereali integrali per la prima colazione, ecc;);
- derivati dei cereali arricchiti con nutrienti che sono stati eliminati durante la lavorazione (ad esempio, vitamine, fibre aggiunte al pane bianco);
- derivati dei cereali arricchiti con nutrienti/micronutrienti che non derivano dai cereali (ad esempio, cereali da colazione arricchiti con ferro).

Dal punto di vista nutrizionale, i cereali e i loro derivati si distinguono per l'elevato contenuto in carboidrati e proteine, fibre alimentari, vitamine ed elementi minerali (Poole, N. et al, 2020), oltre che per la presenza di numerose sostanze bioattive con ruoli importanti per la salute (Benincasa, P. et al, 2019). I carboidrati presenti nei cereali sono di due tipi: digeribili (amido) e non digeribili (fibra alimentare e amido resistente).

Il contenuto in carboidrati digeribili varia dal 40 al 78% (40% nel pane integrale, 50% nel pane, 75-78% nella farina di frumento e nella farina di mais, 77% nel riso). Di questi carboidrati, il più presente è l'amido, che si trova in una percentuale del 95-98%, mentre il resto è costituito da carboidrati con basso peso molecolare (mono e disaccaridi), che hanno un ruolo importante durante i processi fermentativi.



1.2. L'impatto dei cereali e dei loro derivati sullo stato di salute dell'organismo

1.2.1. Il valore nutrizionale dei cereali e dei loro derivati

I **carboidrati non digeribili** sono rappresentati soprattutto da cellulosa, pentosani e lignina. Sono presenti soprattutto nel rivestimento della cariosside. Pertanto, se il prodotto è troppo raffinato (decorticato o con poca crusca), la maggior parte della fibra viene persa.

Nel pane bianco la quantità di fibra può essere da 2 a 6 volte inferiore rispetto a quella del pane integrale.

Nell'avena e nell'orzo sono presenti quantità importanti di fibre solubili chiamate beta-glucani.

Le **proteine** dei derivati dei cereali hanno un valore nutrizionale inferiore rispetto alle proteine di origine animale perché contengono aminoacidi essenziali limitanti (lisina) o non contengono tutti gli aminoacidi essenziali, come nel caso del mais (la zeina, la principale proteina del mais, è povera di triptofano, isoleucina, lisina e valina).



Nella granella dei cereali, le proteine sono localizzate principalmente nello strato aleuronico e nel germe, per questo motivo, la raffinazione causerà anche una riduzione del contenuto in proteine (nella farina bianca la percentuale di proteine è del 10,33% rispetto al 13,7% presente nella farina integrale) (U.S. Department of Agriculture, 2003).

I **lipidi** nei cereali sono concentrati nel germe (quindi sono presenti in piccole quantità) e sono rappresentati da acidi grassi insaturi (oleico, linoleico e linolenico) con effetto antiaterogeno. Una maggiore quantità di lipidi è contenuta nel germe di mais. Nell'olio di germe sono presenti anche grandi quantità di vitamina E.

Elementi minerali

Nei cereali e nei loro derivati sono presenti molti elementi minerali, sia macroelementi (fosforo-P, calcio-Ca, magnesio-Mg, potassio-K, sodio-Na) sia microelementi (zinco-Zn, ferro-Fe, selenio-Se, manganese-Mn, rame-Cu).

1.2. L'impatto dei cereali e dei loro derivati sullo stato di salute dell'organismo

1.2.1. Il valore nutrizionale dei cereali e dei loro derivati

La principale forma di accumulo di fosforo nei cereali è rappresentata dall'acido fitico e dai fitati. L'assenza di fitasi nell'apparato digerente dell'uomo riduce l'utilizzo del fosforo (Ozturk, I. et al, 2012) e la capacità dei fitati di legare i cationi li colloca nella categoria delle sostanze antinutrizionali più note nella dieta umana (Ikram, A. et al., 2021). La formazione di sali insolubili con cationi mono e bivalenti (K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Fe^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+}) riduce la bioaccessibilità di questi nutrienti essenziali. La maggior parte dell'acido fitico si trova nella crusca e nel germe, quindi più alta è la percentuale di crusca nella farina, maggiore sarà il contenuto in fitati.

Nel processo di panificazione, il contenuto di fitati diminuisce grazie all'azione delle fitasi presenti nella farina, che si attivano sotto l'influenza del calore e dell'umidità. Inoltre, la fermentazione dei semi e dell'impasto dei cereali favorisce l'attività fitasica, riducendo così il contenuto di fitati e aumentando la biodisponibilità di fosforo e minerali (Azeke, M.A et al., 2011). Gli alimenti di questo gruppo possono contribuire in modo sostanziale ad un apporto equilibrato di minerali.



Le vitamine

I cereali sono una buona fonte di vitamina A (in forma di provitamine A), di vitamine del complesso B (tranne la vitamina B12), di vitamina E e di quantità ridotte di vitamina K. Non contengono vitamine C e D.

La vitamina A è presente nei cereali sotto forma di carotene e carotenoidi (β carotene, β -criptoxantina, luteina e zeaxantina) (Trono, D., 2019). I carotenoidi si trovano principalmente nell'endosperma. La macinazione e la degerminazione non influenzano in modo significativo il contenuto di carotenoidi.

1.2. L'impatto dei cereali e dei loro derivati sullo stato di salute dell'organismo

1.2.1. Il valore nutrizionale dei cereali e dei loro derivati



Vitamine del complesso B

I cereali sono una buona fonte di vitamine del complesso B, ad eccezione della vitamina B12. Queste vitamine si trovano soprattutto nel rivestimento e nel germe, quindi le farine integrali hanno un contenuto maggiore di vitamine B rispetto a quelle raffinate.

Una quantità di 100 g di pane integrale può fornire tra il 10 e il 24% del fabbisogno giornaliero di vitamine B, mentre la stessa quantità di pane bianco può fornire solo tra l'1 e il 10% del fabbisogno. Nel caso del riso, 100 g di riso integrale cotto forniscono tra l'1 e il 10% del fabbisogno giornaliero di vitamine B, mentre il riso bianco cotto fornisce tra lo 0 e il 7% del fabbisogno.

Vitamina E

I cereali contengono tocoferolo e tocotrienolo. Questi composti si trovano principalmente nello strato lipidico del germe, per cui la degerminazione e la macinazione determinano la perdita del 90-95% del contenuto di vitamina E.

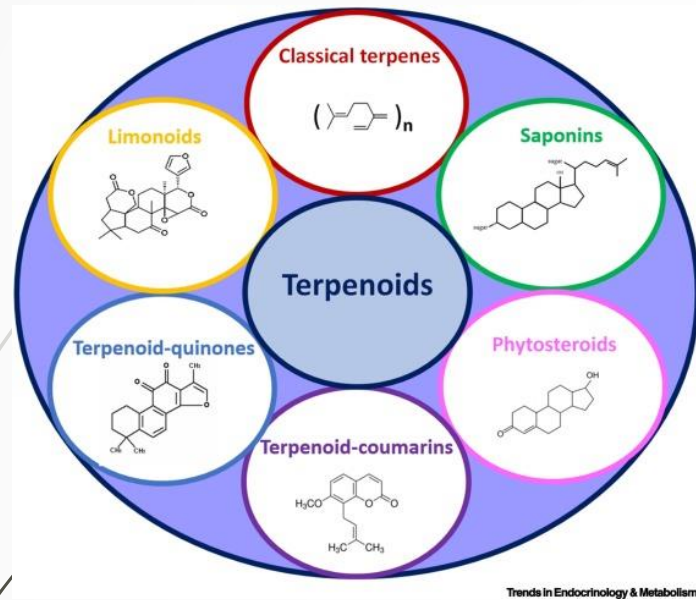
La fortificazione dei prodotti derivati dei cereali con vitamine del gruppo B (B2, B9, B12) e vitamina K mediante l'impiego di batteri e lieviti, così come la fortificazione diretta con vitamine A, B1, B2, B3, B6, B9, B12, D ed E rappresentano due metodi per prevenire la carenza di micronutrienti (Garg, M. et al., 2021).

La biofortificazione è una soluzione a lungo termine per migliorare la qualità nutrizionale dei cereali e può essere ottenuta attraverso pratiche agricole, ingegneria genetica e biotecnologie. Questo metodo consente di biofortificare direttamente le colture di cereali con le vitamine A, B1, B2, B3, B6, B9, B12, C ed E (Garg, M. et al, 2018).



1.2. L'impatto dei cereali e dei loro derivati sullo stato di salute dell'organismo

1.2.1. Il valore nutrizionale dei cereali e dei loro derivati



Composti bioattivi

Oltre ai terpenoidi (che comprendono anche la vitamina E), nei cereali sono presenti altre sostanze antiossidanti, come i composti fenolici, i carotenoidi (luteina) e i lignani (Capurso, C., 2021), noti anche come composti bioattivi. Nel frumento, l'acido fenolico più abbondante è l'acido ferulico, concentrato soprattutto nella crusca, nello strato aleuronico e nel germe. Secondo i dati presenti in letteratura, la crusca contiene 15-18 volte più composti fenolici dell'endosperma (Fardet, A., 2010). Maggiore è la quantità di cereali integrali nel pane, più alto sarà il contenuto di sostanze antiossidanti.

Numerose evidenze scientifiche supportano l'ipotesi di effetti benefici del consumo di cereali integrali al di là dell'apporto di nutrienti di base; il loro effetto protettivo contro le malattie cardiovascolari, il cancro e il diabete di tipo 2 è stato dimostrato con studi epidemiologici (Călinoiu, L.F., 2018).

1.2. Il ruolo dei cereali e dei loro derivati nella salute umana

1.2.2. Benefici derivanti dal consumo di cereali e loro derivati

I cereali e i loro derivati sono prodotti di base nell'alimentazione delle popolazioni di tutto il mondo.

Tra i vantaggi più importanti derivanti dal consumo di cereali ricordiamo:

- grazie all'elevato contenuto di carboidrati rappresentano la più importante fonte di energia, coprendo il 30-50% del fabbisogno calorico. Contengono principalmente amido ma anche fibra alimentare, i cereali sono da preferire ai prodotti zuccherati contenenti carboidrati semplici per quanto riguarda gli effetti sulla salute.
- i cereali e i loro derivati rappresentano una buona fonte di proteine nelle diete vegane e vegetariane, durante i periodi di digiuno religioso e soprattutto nei Paesi poveri dove la dieta è povera di alimenti di origine animale, principale fonte di proteine.
- grazie al contenuto naturale di vitamine ed elementi minerali dei cereali integrali e alla fortificazione dei derivati dei cereali raffinati, i cereali contribuiscono all'assunzione di questi micronutrienti (Fe, Mg, Ca, vitamine del complesso B, vitamina A, vitamina E). Inoltre, apportano un'importante quantità di sostanze antiossidanti e bioattive, con numerosi effetti benefici per il mantenimento della salute.



- attraverso l'assunzione di fibra alimentare solubile (prevalente nell'avena e nell'orzo) e insolubile (presente soprattutto nel frumento), i cereali contribuiscono al mantenimento della salute sia direttamente, attraverso gli effetti funzionali della fibra, sia indirettamente attraverso il microbiota intestinale.
- durante la germinazione dei cereali sono sintetizzati fitormoni a cui è attribuita, in un contesto di dieta aterogena, la capacità di abbassare il livello di ipercolesterolemia e di prevenire l'aterosclerosi (Andersson, A.A.M. et al., 2014).
- grazie al loro valore nutrizionale e alla loro densità energetica, i cereali e i loro derivati svolgono un ruolo importante nella dieta delle persone sia sane che affette da patologie.

1.2. Il ruolo dei cereali e dei loro derivati nella salute umana

1.2.2. Benefici derivanti dal consumo di cereali e loro derivati

- i cereali e i loro derivati, soprattutto quelli a base di cereali integrali, sono un alimento base delle diete più apprezzate, come la dieta mediterranea e la dieta per fermare l'ipertensione (DASH).
- il pane bianco è raccomandato insieme a quello integrale per i bambini in crescita e le donne in gravidanza, gli anziani e le persone con un'alimentazione scorretta, grazie all'eliminazione dei fitati in eccesso e al maggiore apporto di energia e micronutrienti.
- inoltre, il pane bianco è indicato negli episodi acuti di malattie in cui vi è un'intolleranza alla fibra, come gastrite, ulcere gastriche e duodenali, enterocolite e colite ulcero-emorragica, nonché nelle sindromi da malassorbimento.
- i cereali integrali e i loro derivati sono raccomandati per i giovani e gli adulti sani, nonché nella terapia nutrizionale delle malattie metaboliche (obesità, sindrome metabolica, diabete di tipo 2, dislipidemia, iperuricemia, steatosi epatica), delle malattie digestive di cui al punto precedente durante il periodo di remissione, delle malattie cardiovascolari, del cancro, delle malattie autoimmuni, delle infezioni croniche, delle malattie allergiche, delle malattie neurodegenerative, e durante l'assunzione di antibiotici



1.2. Il ruolo dei cereali e dei loro derivati nella salute umana

1.2.3. Raccomandazioni per il consumo di cereali e derivati nei Paesi partner del progetto

Tabella n. 1.1. Sintesi delle raccomandazioni per il consumo di cereali e derivati nei Paesi partner del progetto
https://knowledge4policy.ec.europa.eu/health-promotion-knowledge-gateway/food-based-dietary-guidelines-europe-table-1_en

Paese	Raccomandazioni quantitative	Raccomandazioni qualitative	Dimensione della porzione
<u>Irlanda</u>	3-5 porzioni al giorno di cereali e pane integrali, patate, pasta e riso.	<ul style="list-style-type: none"> - I cereali integrali sono da preferire (attenzione al differente apporto calorico: alcuni tipologie contengono più calorie di altre). - Gustare ogni pasto. - Il numero di porzioni dipende dall'età, dalla taglia, dal sesso e dall'intensità delle attività. 	<ul style="list-style-type: none"> - 2 fette sottili di pane integrale, - 1,5 fette di pane integrale o 1 pita, 1/3 di tazza di porridge di avena disidratata o 1/2 tazza di muesli non zuccherato, - 1 tazza di cereali da colazione in fiocchi, 1 tazza di riso cotto, pasta, noodles o couscous, - 2 patate medie o 4 piccole, - 1 tazza di batata o platano.
	Note: patate incluse		
<u>Italia</u>	<ul style="list-style-type: none"> - 3-5 porzioni di pane al giorno, 2 volte al giorno - 2-4 biscotti/ 2,5 biscotti cracker - 1-2 porzioni/giorno di pasta o riso* + 1-2 porzioni di pasta fresca*. * se in minestra, è mezza porzione 	<ul style="list-style-type: none"> Consumare regolarmente pane, pasta, riso e altri cereali (preferibilmente integrali), evitando condimenti troppo grassi. Quando è possibile, scegliere prodotti a base di farine integrali e non semplicemente con aggiunta di crusca o altre fibre (leggere le etichette). 	<ul style="list-style-type: none"> 1 panino piccolo ("Rosetta") 1 fetta media di pane (50 g) 2-4 biscotti 2,5 cracker (20 g) 1 porzione media di pasta o riso* (80 g) 1 porzione piccola di pasta fresca* (fatta con le uova) (120 g). *se in minestra, è mezza porzione
	Note: patate incluse (numero di porzioni a seconda del fabbisogno energetico giornaliero: 1.700 kcal, 2.100 kcal o 2.600 kcal).		
<u>Ungheria</u>	3 porzioni di cereali al giorno, di cui 1 integrale	<ul style="list-style-type: none"> Sostituire i cereali raffinati con pane, panini, pasta, biscotti o biscotti integrali, cereali e riso integrale. Anche la pasta di grano duro può essere una buona scelta. 	<ul style="list-style-type: none"> - 1 prodotto di pasticceria (ad es. biscotto o ciambella) - 1 fetta media di pane/pasticceria - 12 cucchiaini (200 g) di pasta/riso cotto - 3 cucchiaini di cereali/muesli.
	Note: patate incluse		
<u>Romania</u>	6-11 porzioni	<ul style="list-style-type: none"> Pane, cereali, riso e pasta. Preferibilmente di tipo non raffinato, con una bassa quantità di SFA o zuccheri aggiunti. Consumare grandi quantità di cereali: questo gruppo dovrebbe essere la base della vostra dieta. 	<ul style="list-style-type: none"> - 1 fetta di pane - 1/2 tazza di cereali, riso o pasta (cotti) - 1 biscotto

1.3. Il ruolo della fibra alimentare nella promozione della salute e nella prevenzione delle malattie croniche non trasmissibili



Tra il 1950 e il 1970, studi osservazionali indipendenti hanno rivelato gli effetti benefici derivanti dal consumo di fibre. Il primo lavoro pubblicato è stato quello di Eben Hipsley nel 1953, che ha sottolineato come la tossiemia gravidica sia meno comune nelle donne che hanno una dieta ricca di fibre. Successivamente, nel 1970, Burkitt e Trowell evidenziarono gli importanti effetti metabolici delle fibre alimentari e il loro ruolo nella prevenzione di malattie cardiovascolari, diabete e cancro (Kendall, C.W.C. et al., 2010).

Nel 2015, sulla base di studi e relazioni che dimostrano la protezione apportata dal consumo di fibre alimentari contro le malattie coronariche, l'Accademia statunitense di nutrizione e dietetica ha raccomandato un consumo giornaliero totale di fibre pari a 14 g per 1000 kcal, rispettivamente tra 19 e 30 g/die per bambini e adolescenti, 25 g per le donne e 38 g per gli uomini. Questa raccomandazione è rilevante anche per la protezione da altre malattie croniche non trasmissibili, come il diabete mellito di tipo 2, diverse tipologie di cancro, disturbi immunitari. Il consumo di fibra alimentare può ridurre l'incidenza del cancro del colon-retto, oltre a migliorare la salute generale dell'intestino.

Numerose prove scientifiche associano l'effetto benefico dei cereali integrali all'elevato contenuto di fibre (Huang, T. et al, 2015).

I derivati dei cereali integrali contengono una maggiore quantità di fibra alimentare. Il pane integrale ha un contenuto del 10% di polisaccaridi non amidacei (NPS), mentre il pane bianco ne contiene solo il 3%. Questa differenza è dovuta al fatto che la farina integrale è ottenuta dalla macinazione del chicco intero, quindi contiene tutti i suoi componenti: crusca, germe ed endosperma, che, nel caso dei prodotti da forno raffinati, ottenuti dalla farina bianca, non rientrano nel processo di lavorazione (Nițescu, M. et al., 2017). Rispetto al pane bianco, il pane integrale può contenere tre volte più fibra alimentare, vitamine e oligoelementi, ed è più povero di calorie rispetto al pane bianco, che ha un contenuto di amido maggiore. Tra i cereali, l'avena e l'orzo contengono le quantità più importanti di fibra alimentare, soprattutto β -glucani, di tipo viscoso, solubili in acqua.



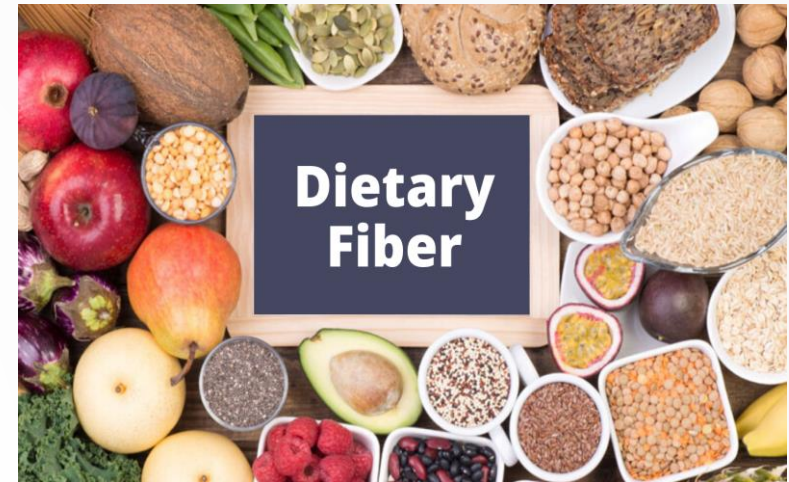
1.3. Il ruolo della fibra alimentare nella promozione della salute e nella prevenzione delle malattie croniche non trasmissibili

Fibra alimentare e obesità (Nițescu M. et al., 2019)

Le evidenze sui benefici di una dieta ricca di fibra alimentare al fine di mantenere un peso ottimale e prevenire l'obesità sono molto numerose. È stata sottolineata anche l'importanza delle fibre anche per il controllo del peso nelle persone con eccesso ponderale (Brownlee, I.A. et al., 2017).

Sono stati descritti diversi meccanismi che spiegano gli effetti favorevoli della fibra alimentare nel controllo del peso (Bozzetto, L. et al., 2018):

- le fibre solubili e insolubili aumentano la viscosità intraluminale nell'intestino tenue e formano una barriera meccanica; in questo modo si verifica una diminuzione dell'assorbimento di glucosio e acidi grassi e il rallentamento del transito intestinale, che porta all'aumento dell'ossidazione lipidica e alla riduzione delle riserve di tessuto adiposo;
- la diminuzione dell'assorbimento del glucosio provoca una risposta insulinica ridotta, che previene l'ipoglicemia reattiva postprandiale. Questo fa sì che la sensazione di fame non compaia troppo presto e che l'assunzione di cibo diminuisca.



Le fibre alimentari influenzano il peso anche attraverso effetti ormonali. Questi effetti sono mediati dall'insulina e dagli ormoni gastrointestinali (CCK, GIP, GLP-1), che influenzano la sazietà e l'omeostasi del glucosio, indipendentemente dalla risposta glicemica;

- le fibre alimentari fermentescibili alterano la flora microbica intestinale. Così, una dieta ricca di fibre aumenta le specie batteriche appartenenti alle classi tassonomiche *Bacteroidetes* e *Actinobacteria*, caratteristiche delle persone magre, e riduce le specie delle classi *Firmicutes* e *Proteobacteria*, caratteristiche delle persone obese.
- attraverso la fermentazione della fibra a livello del colon compaiono acidi grassi saturi a catena corta (acetico, propionico, butirrico) che contribuiscono alla regolazione del peso corporeo, ritardando lo svuotamento gastrico, aumentando la sazietà e migliorando la sensibilità insulinica, modulando così l'ossidazione del glucosio e degli acidi grassi.

1.3. Il ruolo della fibra alimentare nella promozione della salute e nella prevenzione delle malattie croniche non trasmissibili

Studi osservazionali hanno dimostrato una relazione inversamente proporzionale tra la quantità di fibre nella dieta e la circonferenza addominale (Davis, J.N. et al., 2009).

È importante sottolineare che, negli studi epidemiologici, gli effetti benefici del consumo di fibre sul peso e sulla riduzione del tessuto adiposo addominale sono stati osservati sia nel caso della fibra alimentare totale sia per la fibra di cereali (Du, H. et al., 2010).

Per quanto riguarda gli studi clinici, i risultati sono meno coerenti rispetto a quelli ottenuti negli studi epidemiologici. In diversi studi è stato osservato che non ci sono differenze statisticamente significative nella perdita di peso quando si consumano cereali integrali rispetto a quelli raffinati.

Fibra alimentare, insulino-resistenza e diabete (Nițescu M. et al., 2019)

Le prove scientifiche sui benefici della fibra alimentare in relazione all'insulino-resistenza sono scarse e i risultati di alcuni studi sono incoerenti.

Uno studio epidemiologico trasversale condotto negli Stati Uniti, l'Insulin Resistance Atherosclerosis Study (Liese, A.D. et al., 2003) ha evidenziato una relazione diretta tra il consumo di fibre integrali e la sensibilità all'insulina. Gli studi clinici randomizzati hanno dato risultati opposti, con il consumo di cereali integrali che non altera in modo significativo la resistenza all'insulina.

I possibili meccanismi con cui le fibre alimentari alterano l'insulino-resistenza sono rappresentati dalla produzione di acidi grassi a catena corta attraverso la fermentazione a livello del colon e dall'effetto prebiotico che alcune fibre hanno.

Se valutiamo la relazione tra l'assunzione di fibre e il rischio di diabete, l'evidenza è simile alla relazione tra fibre e insulino-resistenza. In questo caso, gli studi epidemiologici mostrano una relazione inversa tra il consumo di fibre integrali e il rischio di diabete (The InterAct Consortium, 2015). Un altro studio, Predimed (Martinez-Gonzalez, M.A. et al., 2015), ha dimostrato l'esistenza di una relazione inversa tra la dieta mediterranea (ricca di cereali integrali, verdura e frutta) e l'incidenza del diabete di tipo 2, dopo un follow-up di quasi 4 anni.



1.3. Il ruolo della fibra alimentare nella promozione della salute e nella prevenzione delle malattie croniche non trasmissibili



Fibra alimentare e malattie cardiovascolari (Nițescu M. et al., 2019)

Negli ultimi due decenni, numerosi studi osservazionali hanno richiamato l'attenzione sull'effetto benefico delle fibre alimentari nella prevenzione delle malattie coronariche (Soliman, G.A., 2019).

I benefici per la salute si verificano con un consumo di 12-33 g/die di fibra negli alimenti e di 42,5 g/die di fibra dagli integratori (Dahl, W.J., Stewart, M.L., 2008).

L'effetto protettivo diretto delle fibre alimentari nell'eziologia delle malattie coronariche consiste nella riduzione dei lipidi plasmatici (le fibre alimentari viscoso e solubili riducono il colesterolo totale e il colesterolo LDL e forse anche i trigliceridi). Tra le fibre, i polisaccaridi solubili non amidacei sembrano essere efficaci, non quelli insolubili, né gli amidi resistenti (solide evidenze scientifiche hanno dimostrato l'effetto ipocolesterolemizzante della crusca d'avena, delle pectine e delle gomme naturali o sintetiche) (Threapleton, D.E. et al., 2013).

I meccanismi che spiegano questi effetti sono legati alla digestione e all'assorbimento dei grassi. È noto l'effetto della fibra solubile nel rallentare l'assorbimento dei grassi e del colesterolo, l'inibizione diretta della sintesi del colesterolo epatico da parte del propionato formato dalla fermentazione dei polisaccaridi solubili non amidacei nell'intestino crasso, e l'aumento dell'escrezione fecale di acidi biliari non assorbiti nell'ileo distale e di steroli neutri. Tuttavia, gli studi epidemiologici di coorte non hanno dimostrato alcun legame tra fibre solubili e viscoso e rischio coronarico. È vero il contrario: esistono evidenze epidemiologiche consistenti che sottolineano il beneficio di una maggiore assunzione di fibra grezza sul rischio coronarico, sebbene gli studi clinici non abbiano dimostrato alcun effetto metabolico (Davis, J.N. et al., 2009).

È stato ipotizzato che forse altri composti presenti nei cereali spiegano questo effetto (lignani, fitosteroli, antiossidanti ecc.) (Jonson, I.T., 2005).



1.3. Il ruolo della fibra alimentare nella promozione della salute e nella prevenzione delle malattie croniche non trasmissibili

Si ritiene che anche altri effetti fisiologici della fibra alimentare contribuiscano alla protezione cardiovascolare. Tra questi, la diminuzione dell'AT, soprattutto negli anziani e negli ipertesi, e la riduzione dei marcatori infiammatori (proteina C-reattiva).

Riferendosi strettamente alla relazione tra l'assunzione di fibre da cereali integrali e crusca e il rischio cardiovascolare, un'analisi sistematica pubblicata di recente (Barrett, E.M. et al, 2019) ipotizza che nel caso dei cereali integrali, l'effetto benefico di protezione cardiovascolare sarebbe dovuto ad altri costituenti come la vitamina E, il magnesio e i composti bioattivi (fitoestrogeni). Confrontando il consumo di cereali integrali con quello di crusca, è stata osservata una riduzione leggermente superiore del rischio di malattie cardiovascolari nel consumo di crusca (Barrett, E.M. et al, 2019). Sia nel caso dei cereali integrali che della crusca, anche il rischio di HTA e di malattie coronariche è risultato basso (Flint, A.J. et al, 2009).

Fibre alimentari e cancro (Nițescu M. et al., 2019)

I dati ottenuti negli studi epidemiologici dimostrano che l'alimentazione svolge un ruolo importante nella prevenzione del cancro. Tra i fattori dietetici, la fibra alimentare sembra avere un effetto protettivo nello sviluppo del cancro, in particolare del cancro del colon-retto (CR) e del cancro al seno (McRae, M.P., 2018).

Studi caso-controllo sull'incidenza del cancro del colon-retto condotti negli Stati Uniti hanno rilevato che un'assunzione di 13 g di fibre al giorno dagli alimenti può ridurre il rischio di questa tipologia di cancro del 31%. Un'analisi separata delle fonti di fibra alimentare ha rivelato una riduzione significativa del rischio (10% per ogni 10 g di fibra) nel caso dei cereali, mentre per le fibre di legumi, frutta e verdura non è stata riscontrata alcuna riduzione significativa (Dahl, W.J., Stewart, M.L., 2015).

In Europa, lo studio prospettico EPIC - The European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (500.000 persone in 10 Paesi ad alta incidenza di cancro del colon-retto), ha dimostrato che coloro che consumavano in media 33 g di fibre al giorno, avevano un'incidenza di cancro del colon-retto inferiore del 25% rispetto a coloro che consumavano 12 g di fibre al giorno. Gli autori sostengono che raddoppiare l'apporto di fibre in coloro che ne consumano poco (12 g/die) può ridurre l'incidenza del cancro del 40% (Dahl, W.J., Stewart, M.L., 2008).



1.3. Il ruolo della fibra alimentare nella promozione della salute e nella prevenzione delle malattie croniche non trasmissibili

I meccanismi attraverso i quali le fibre alimentari esercitano un effetto protettivo contro il cancro del colon-retto sono numerosi; tutte le categorie di fibre hanno effetti benefici. Le fibre alimentari insolubili aumentano il volume della massa fecale, e grazie a questa proprietà diminuiscono il tempo di transito intestinale e il contatto degli agenti cancerogeni con la mucosa intestinale si riduce. Allo stesso tempo, si verifica anche una diluizione degli agenti cancerogeni. Legando gli acidi biliari primari e secondari, ma anche altri agenti mutageni, la fibra insolubile diminuisce la concentrazione di mutageni liberi nell'intestino.



L'amido resistente, insieme alle fibre solubili e insolubili, altera la flora fecale e aumenta il numero di batteri. In secondo luogo, riduce la concentrazione di acidi biliari che hanno un potenziale cancerogeno, così come la concentrazione di ammoniaca colonica citotossica.

Un altro meccanismo, soprattutto grazie all'amido resistente, è quello di diminuire il pH fecale producendo acidi grassi a corta catena. In questo modo, vengono inibite le specie batteriche sensibili al pH, potenzialmente patogene, che potrebbero produrre composti potenzialmente cancerogeni. Inoltre, diminuisce l'assorbimento di composti alcalini tossici (ammine) e la solubilità degli acidi biliari.

La fermentazione dell'amido resistente, ma anche di altri polisaccaridi non amidacei, producendo butirrato, promuove il fenotipo normale delle cellule, ritarda la crescita delle cellule maligne e favorisce la riparazione del DNA (il butirrato è il substrato preferito dalle cellule del colon, fornendo il 70% dell'energia necessaria per esse).

Per quanto riguarda la relazione tra l'assunzione di fibre alimentari totali e il cancro al seno, una revisione pubblicata nel 2018, che ha incluso 4 meta-analisi, ha mostrato che l'incidenza del cancro aumenta dal 7% nelle persone con il più alto apporto di fibre al 15% nelle persone con l'apporto più basso (McRae, M.P., 2018).

Sono stati ipotizzati diversi meccanismi attraverso i quali le fibre alimentari proteggono dal cancro al seno e dell'endometrio, essendo noto il coinvolgimento dell'esposizione prolungata agli estrogeni nell'insorgenza di entrambi i tipi di cancro.

1.3. Il ruolo della fibra alimentare nella promozione della salute e nella prevenzione delle malattie croniche non trasmissibili

Sembra che le fibre alimentari leghino gli estrogeni nel colon e ne aumentino l'eliminazione fecale, riducendo così la loro concentrazione nel sangue.

D'altra parte, le fibre riducono l'attività di un enzima, la β -glucuronidasi, che idrolizza gli estrogeni coniugati prima di essere assorbiti nel colon. Anche altri composti che si uniscono alla fibra negli alimenti, come lignani, acidi fenolici e molecole antiossidanti, hanno effetti protettivi contro il cancro al seno e all'endometrio.

Un altro meccanismo è spiegato dall'effetto delle fibre nel prevenire l'aumento di peso. Il fatto che il tessuto adiposo non si accumuli più, fa sì che gli adipociti secernino meno estrogeni, essendo la sintesi di questi ormoni proporzionale alle dimensioni delle cellule adipose.



1.4. I vantaggi derivanti dal consumo di prodotti da forno funzionali

I benefici del consumo di cereali integrali sono ben noti: sono la principale fonte di fibre, vitamine del complesso B (tiamina, riboflavina), elementi minerali e sostanze polifenoliche.

L'apporto di fibra del pane e dei derivati dei cereali varia da Paese a Paese: negli Stati Uniti e in Spagna, il 32-33% dell'apporto di fibre proviene dai cereali, mentre nei Paesi Bassi e in Irlanda i cereali forniscono il 48-49% dell'apporto totale di fibre (Gebbski, J. et al., 2019). In alcuni Paesi il pane è la principale fonte di fibre (11-30% dell'apporto totale), mentre il resto dei prodotti cerealicoli contribuisce in modo minore (cereali per la colazione 5-8%, pasticceria 3-11% e pasta 1-4%) (Stephen et al., 2017).

Il consumo di alimenti ricchi di cereali integrali e fibre fornisce solo il 7% dell'apporto totale di fibre. Nella dieta americana, il 39% delle fibre proviene da derivati dei cereali che non contengono cereali integrali, mentre gli alimenti contenenti cereali raffinati sono ampiamente consumati (Kranz, S. et al, 2017).



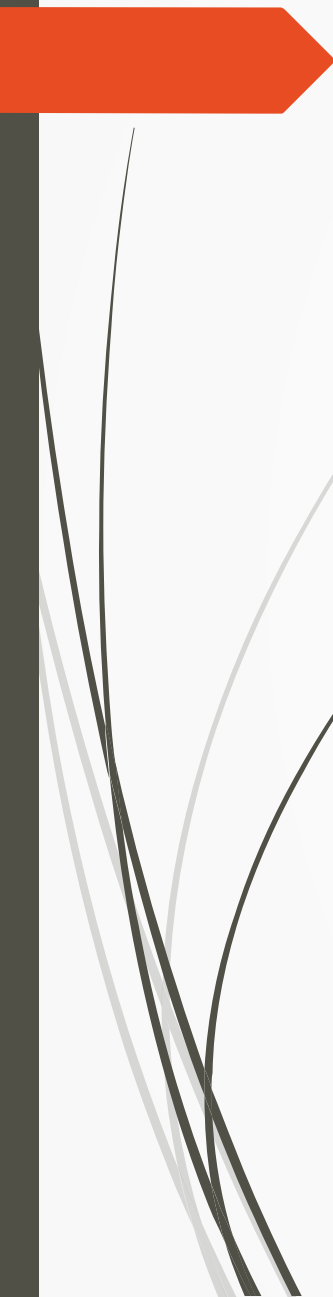
Partendo dall'idea di ridurre la carenza di fibre nella dieta, nel 2009 il Codex Alimentarius, dopo lunghe consultazioni con esperti e autorità di tutto il mondo, ha dato una definizione completa di fibra alimentare in cui ha incluso, oltre alla fibra naturalmente presente nelle piante, la fibra isolata da materie prime vegetali e la fibra sintetizzata industrialmente che ha dimostrato di esercitare effetti fisiologici benefici. È stata accettata l'ipotesi che, analogamente alle vitamine, le fibre variano per struttura, funzioni e apporto necessario e che ciascuna frazione, se presente in quantità adeguate, contribuisce al mantenimento di uno stato di salute ottimale.

L'arricchimento degli alimenti con fibra può portare ad un aumento dell'assunzione di fibra, pur mantenendo il valore calorico della dieta al livello raccomandato.

In un contesto in cui il pane bianco e semplice è ancora un alimento molto consumato e preferito, arricchirlo di fibre può essere un modo per favorire l'assunzione di fibra da parte della popolazione. La riformulazione del pane ai fini dell'arricchimento con fibra (amido resistente e crusca) deve considerare soprattutto l'impatto sulla qualità sensoriale, in modo da essere percepito positivamente dal consumatore. Finché i consumatori vedranno una relazione negativa tra gusto e salute, il loro interesse per un'alimentazione sana sarà limitato (Grunert et al, 2010, Gebbski, J. et al., 2019).

Bibliografia

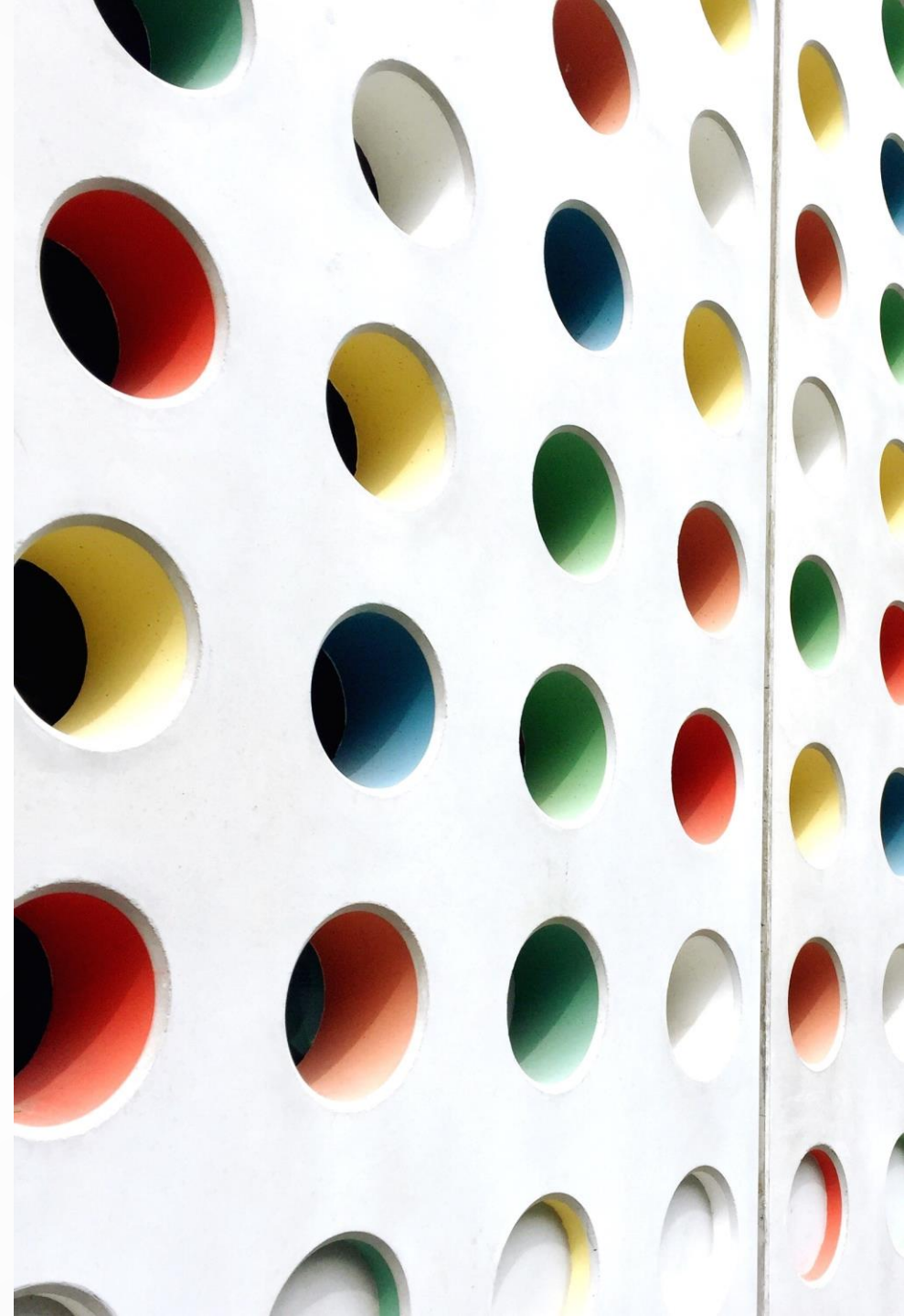
1. Andersson, A.A.M., Dimberg, L., Landberg, PA L. Recent findings on certain bioactive components in whole grain wheat and rye. *J.Cereal.Sci.*59,3, 294311(2014).<https://doi.org/10.1016/j.jcs.2014.01.003>
2. Arshad, M.S., Khalid, W., Ahmad, R.S. et. al. Functional Foods and Human Health: An Overview. In *Functional Foods - Phyto-chemicals and Health Promoting Potential* (eds.Arshad, M.S., Ah-mad,M.H.) Intech Open, (2021). <https://doi.org/10.5772/intechopen.99000>
3. Ashwell, M. Concepts of functional foods, ILSI Europe Concise Monograph Series. (2002). ISBN 1-57881-145-7
4. Azeke, M.A., Egielewa, S.J., Eigbogbo, M.U., Ihimire, I.G. Effect of germination on the phytase activity, phytate and total phosphorus contents of rice (*Oryza sativa*), maize (*Zea mays*), millet (*Panicum miliaceum*), sorghum (*Sorghum bicolor*) and wheat (*Triticum aestivum*). *J Food Sci Technol.* 48, 724, (2011). <https://doi.org/10.1007/s13197-010-0186-y>
5. Banwo, K., Olojede, A.O., Adesulu-Dahunsi, A.T. et al. Functional importance of bioactive compounds of foods with Potential Health Benefits: A review on recent trends. *Food Biosci.* 43, 101320,(2021). <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101320>
6. Barrett, E.M., Batterham, M.J., Ray, S., Beck, E.J. Whole grain, bran and cereal fiber consumption and cardiovascular disease: a systematic review. *Br J Nutr.* 121, 914 (2019). <https://doi.org/10.1017/S000711451900031X>
7. Benincasa, P., Falcinelli B., Lutts S., et al. Sprouted Grains: A Comprehensive Review. *Nutrients.* 11, 421 (2019).<https://doi.org/10.3390/nu11020421>
8. Bourré, J.M., Bégat, A., Leroux, M.C., Mousques-Cami, V.,Pérardel, N., Souply, F. Valeurnutritionnelle (macro etmicronutriments) de farines et painsfrançais. *Medicine and nutrition.* 44, 49-76. (2008). <https://doi.org/10.1051/mnut/2008442049>
9. Bozzetto, L., Costabile, G., Della Pepa, G., et al. Dietary Fiber as a Unifying Remedy for the Whole Spectrum of Obesity-Associated Cardiovascular Risk. *Nutrients.* 10, 943(2018). <https://doi.org/10.3390/nu10070943>
10. Brownlee, I. A., et al., Dietary fiber and weight loss: Where are we now?, *Food Hydrocolloids.* 68, 186-191, (2017). <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodhyd.2016.08.029>
11. Bultosa, G. Functional Foods: Dietary Fibers, Prebiotics, Probiotics, and Synbiotics, In *Encyclopedia of Food Grains* (Second Edition), 2, 11(2016). <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-394437-5.00245-x>
12. Capurso, C. Whole-Grain Intake in the Mediterranean Diet and a Low Protein to Carbohydrates Ratio Can Help to Reduce Mortality from Cardiovascular Disease, Slow Down the Progression of Aging, and to Improve Lifespan: A Review. *Nutrients.*13, 2540 (2021).<https://doi.org/10.3390/nu130825>
13. Călinoiu, L.F.,Vodnar, D.C. Whole Grains and Phenolic Acids: A Review on Bioactivity, Functionality, Health Benefits and Bio-availability. *Nutrients.* 10, 1615 (2018).<https://doi.org/10.3390/nu10111615>
14. Dahl, W.J., Stewart, M.L. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Health Implications of Dietary Fiber. *J Am Diet Assoc.* 115, 11 (2015). <https://doi.org/10.1016/j.jand.2015.09.003>
15. Dahl, W.J., Stewart, M.L. Position of the American Dietetic Association Health Implications of Dietary Fiber. *J Am Diet Assoc.* 108, 1716 (2008).
16. Davis, J.N., Alexander, K.E., Ventura, E.E. Inverse relation between dietary fiber intake and visceral adiposity in overweight Latino youth. *Am J Clin Nutr.* 90, 1160(2009).<https://doi.org/10.3945/ajcn.2009.28133>
17. Du, H., van der A, D.L., Boshuizen, H.C., et al. Dietary fiber and subsequent changes in body weight and waist circumference in European men and women. *Am J ClinNutr.* 91(2) 329–336 (2010).<https://doi.org/10.3945/ajcn.2009.28191>
18. Fardet, A. New hypotheses for the health-protective mechanisms of whole-grain cereals: what is beyond fiber? *Nutr Res Rev.* 23, 65-134, (2010), <https://doi.org/10.1017/S0954422410000041>
19. Flint, A.J., Hu, F.B., Glynn, R.J., et al. Whole grains and incident hypertension in men. *Am J ClinNutr.* 90, 493(2009). <https://doi.org/10.3945/ajcn.2009.27460>
20. Garg, M., Sharma, A., Vats, S., et al. Vitamins in Cereals: A Critical Review of Content, Health
21. Garg, M., Sharma, N., Sharma, S., et al. Biofortified crops generated by breeding, agronomy, and transgenic approaches are improving lives of millions of people around the world. *Front Nutr.* 5, 12(2018).<https://doi.org/10.3389/fnut.2018.00012>
22. Gębski, J., MarzenaJezewska-Zychowicz, M., Szlachciuk, J., Kosicka-Gębska, M. Impact of nutritional claims on consumer preferences for bread with varied fiber and salt content. *Food Quality and Preference* 76, 91 (2019). <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2019.03.012>
23. Green, M., Arora, K., Prakash, S. Microbial Medicine: Prebiotic and Probiotic. *Functional Foods to Target Obesity and Metabolic Syndrome.* *Int J Mol Sci.* 21, 2890 (2020).<https://doi.org/10.3390/ijms21082890>
24. Grunert, K. G., Fernández-Celemín, L., Wills, J. M., et al. Use and understanding of nutrition information on food labels in six European countries. *J Public Health.* 18(3), 261(2010).<https://doi.org/10.1007/s10389-009-0307-0>
25. European Commission. Food-Based Dietary Guidelines in Europe.https://knowledge4policy.ec.europa.eu/health-promotion-knowledge-gateway/food-based-dietary-guidelines-europe-table-1_en (accesat 01 feb.2022)
26. Huang, T., Xu, M., Lee, A., et al. Consumption of whole grains and cereal fiber and total and cause-specific mortality: Prospective analysis of 367,442 individuals. *BMC Med.* 13, 59(2015).<https://doi.org/10.1186/s12916-015-0294-7>
27. Ikram, A., Saeed, F., Afzaal, M., et al. Nutritional and end-use perspectives of sprouted grains: A comprehensive review. *Food SciNutr.* 9, 4617–4628, (2021). <https://doi.org/10.1002/fsn3.2408>
28. Ingredient. Annual Report, 2018. Disponibil la: <https://ir.ingredientincorporated.com/>
29. Jonson, I.T. *Enciclopedia of Human Nutrition*, Second Edition, Academic Press, (2005). eBook ISBN-9780080454283, 578-585.
30. Kadam, S.U., Prabhasankar, P. Marine foods as functional ingredients in bakery and pasta products. *Food Res Int.* 43:1975-1980,(2010). <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.06.007>
31. Kendall, C.W.C., Esfahani, A., Jenkins, DJA. The link between dietary fiber and human health. *Food Hydrocolloids.* 24, 42(2010).<https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2009.08.002>
32. Kranz, S., Dodd, K., Juan, W., et al. Whole grains contribute only a small proportion of dietary fiber to the US diet. *Nutrients.* 9(2), 153 (2017).<https://doi.org/10.3390/nu9020153>
33. Lau, T., Clayton, T., Harbourne, N. et al. Sweet corn cob as a functional ingredient in bakery products. *Food Chemistry: X.* 13, 100180 (2022). <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2021.100180>
- Liese, A.D., Roach, A.K., Sparks, K.C., et al. Whole-grain intake and insulin sensitivity: The Insulin Resistance Atherosclerosis Study. *Am J Clin Nutr.* 78, 965(2003).<https://doi.org/10.1093/ajcn/78.5.965>

- 
34. Martinez-Gonzalez, M.A., Salas-Salvado, J., Estruch, R., et al. Benefits of the Mediterranean diet: Insights from the PREDIMED study. *Prog Cardiovasc Dis.* 58, 50(2015). <https://doi.org/60.10.1016/j.pcad.2015.04.003>
 35. McRae, M.P. The Benefits of Dietary Fiber Intake on Reducing the Risk of Cancer: An Umbrella Review of Meta-analyses. *J Chiropr Med.* 17, 2 (2018). <https://doi.org/10.1016/j.jcm.2017.12.001>
 36. Mounjouenpou, P., Roger, Ponka, R., Ngono, E.S.N.N., et al. Physico-chemical and nutritional characterization of cereals brans enriched breads. *Scientific African.* 7(2), e0025110 (2019). <https://doi.org/1016/j.sciaf.2019.e00251>
 37. Nițescu, M, Nedelescu, M. Roles of dietary fibers in the prevention of noncommunicable diseases. *Journal of School and University Medicine.* 6(1), 14(2019).
 38. Nugent, A.P., Thielecke, F. Wholegrains and health: Many benefits but do contaminants pose any risk? *NutrBull.* 44, 107 (2019). <https://doi.org/10.1111/nbu.12379>
 39. McRae, M.P. The Benefits of Dietary Fiber Intake on Reducing the Risk of Cancer: An Umbrella Review of Meta-analyses. *J Chiropr Med.* 17, 2 (2018). <https://doi.org/10.1016/j.jcm.2017.12.001>
 40. Ozturk, I., Sagdic, O., Hayta, M., et al. Alteration in α -tocopherol, some minerals, and fatty acid contents of wheat through sprouting. *Chemistry of Natural Compounds.* 47(6), 876 (2012). <https://doi.org/10.1007/s10660-0-012-0092-9>
 41. Poole, N., Donovan, J., Erenstein, Q. Agri-nutrition research: revisiting the contribution of maize and wheat to human nutrition and health. *Food Policy.* 16:101976, (2020). <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2020.101976>
 42. Soliman, G.A. Dietary Fiber, Atherosclerosis, and Cardiovascular Disease. *Nutrients.* 23;11(5), 1155 (2019). <https://doi.org/10.3390/nu11051155>
 43. Stephen, A. M., Champ, M. M. J., Cloran, S. J., et al. Dietary fiber in Europe: Current state of knowledge on definitions, sources, recommendations, intakes and relationships to health. *Nutr Res Rev.* 30(2), 149(2017). <https://doi.org/10.1017/S095442241700004X>
 44. Tessari, P., Lante, A.A Multifunctional Bread Rich in Beta Glucans and Low in Starch Improves Metabolic Control in Type 2 Diabetes: A Controlled Trial. *Nutrients* 9(3), 297 (2017). <https://doi.org/10.3390/nu9030297>
 45. The InterAct Consortium (2015). Dietary fiber and incidence of type 2 diabetes in eight European countries: The EPIC-InterAct study and a meta-analysis of prospective studies. *Diabetologia,* 58, 1394-1408. <https://doi.org/10.1007/s00125-015-3585-9>
 46. Threapleton, D.E., Greenwood, D.C., Evans, C.E.L., et al. Dietary fiber intake and risk of cardiovascular disease: systematic review and meta-analysis. *BMJ.* 347, f6879(2013). <https://doi.org/10.1136/bmj.f6879>
 47. Torres, J.D., Dueik, V., Carre, D., Bouchon, P. Effect of the Addition of Soluble Dietary Fiber and Green Tea Polyphenols on Acrylamide Formation and In Vitro Starch Digestibility in Baked Starchy Matrices. *Molecules,* 24, 3674, (2019). <https://doi.org/10.3390/molecules24203674>
 48. Trono D. Carotenoids in Cereal Food Crops: composition and retention throughout grain storage and food processing. *Plants.* 8, 551 (2019). <https://doi.org/10.3390/plants8120551>
 49. Wu, Y., Zhang, Q., Ren, Y., Ruan, Z. Effect of probiotic *Lactobacillus* on lipid profile: A systematic review and meta-analysis of randomized, controlled trials. *PLoS ONE.* 12(6): e0178868(2017). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0178868>

CAPITOLO 2.



**Tipologie di prodotti da forno
funzionali**



2.1. Tipologie di prodotti da forno funzionali



PARTE GENERALE

Per soddisfare il fabbisogno nutrizionale di una persona è necessario fornire una quantità sufficiente di nutrienti attraverso una dieta adeguata.

Attualmente esistono dati sufficienti a sostegno del fatto che alcuni ingredienti e alimenti abbiano effetti fisiologici e psicologici benefici, oltre a fornire i nutrienti di base.

Oggi la scienza della nutrizione è passata dai concetti classici di evitare la carenza di nutrienti al concetto di nutrizione "positiva" o "ottimale".

Ultimamente la ricerca si è spostata maggiormente sull'identificazione dei componenti biologicamente attivi degli alimenti che hanno il potenziale di ottimizzare il benessere fisico e mentale per ridurre il rischio di malattie.

Negli anni '80 in Giappone è apparso per la prima volta il concetto di alimenti funzionali. Questa categoria di alimenti è stata sviluppata appositamente per promuovere la salute e ridurre le malattie.

NORMATIVA

Gli alimenti funzionali non sono ancora stati ben definiti dalla legislazione europea e sono generalmente considerati alimenti destinati al consumo nell'ambito di una normale dieta e contenenti componenti biologicamente attivi che contribuiscono a migliorare lo stato di salute e a ridurre il rischio di malattie.

- **REGOLAMENTO (CE) N. 1924/2006** del Parlamento Europeo e del Consiglio del 20 dicembre 2006 relativo alle indicazioni nutrizionali e sulla salute fornite sui prodotti alimentari.

- **REGOLAMENTO (CE) N. 1925/2006** del Parlamento europeo e del Consiglio del 20 dicembre 2006 sull'aggiunta di vitamine e minerali e di talune altre sostanze agli alimenti.

- **REGOLAMENTO (CE) N. 41/2009** della Commissione del 20 gennaio 2009 sulla composizione e l'etichettatura degli alimenti adatti alle persone intolleranti al glutine.

- **Regolamento di esecuzione (UE) n. 828/2014** della Commissione del 30 luglio 2014 relativo alle prescrizioni riguardanti l'informazione dei consumatori sull'assenza di glutine o sulla sua presenza in misura ridotta negli alimenti.

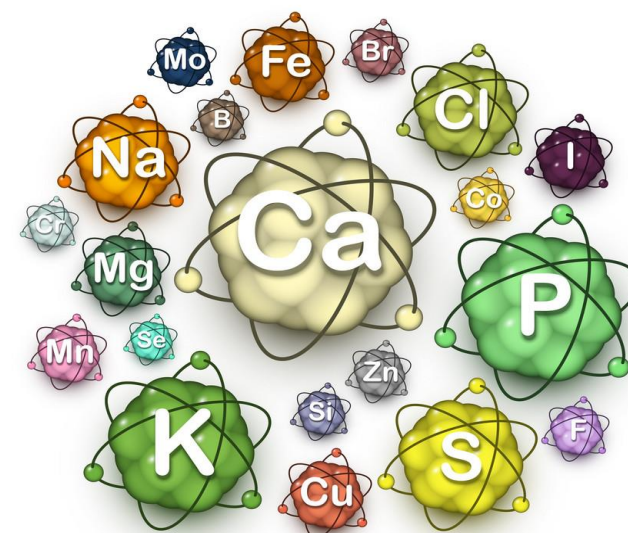
2.2. Analisi dell'assortimento dei prodotti da forno funzionali

I prodotti alimentari sono stati creati per le persone che soffrono di determinate patologie.

Sono anche denominati prodotti per un'alimentazione particolare - PARNUTS.

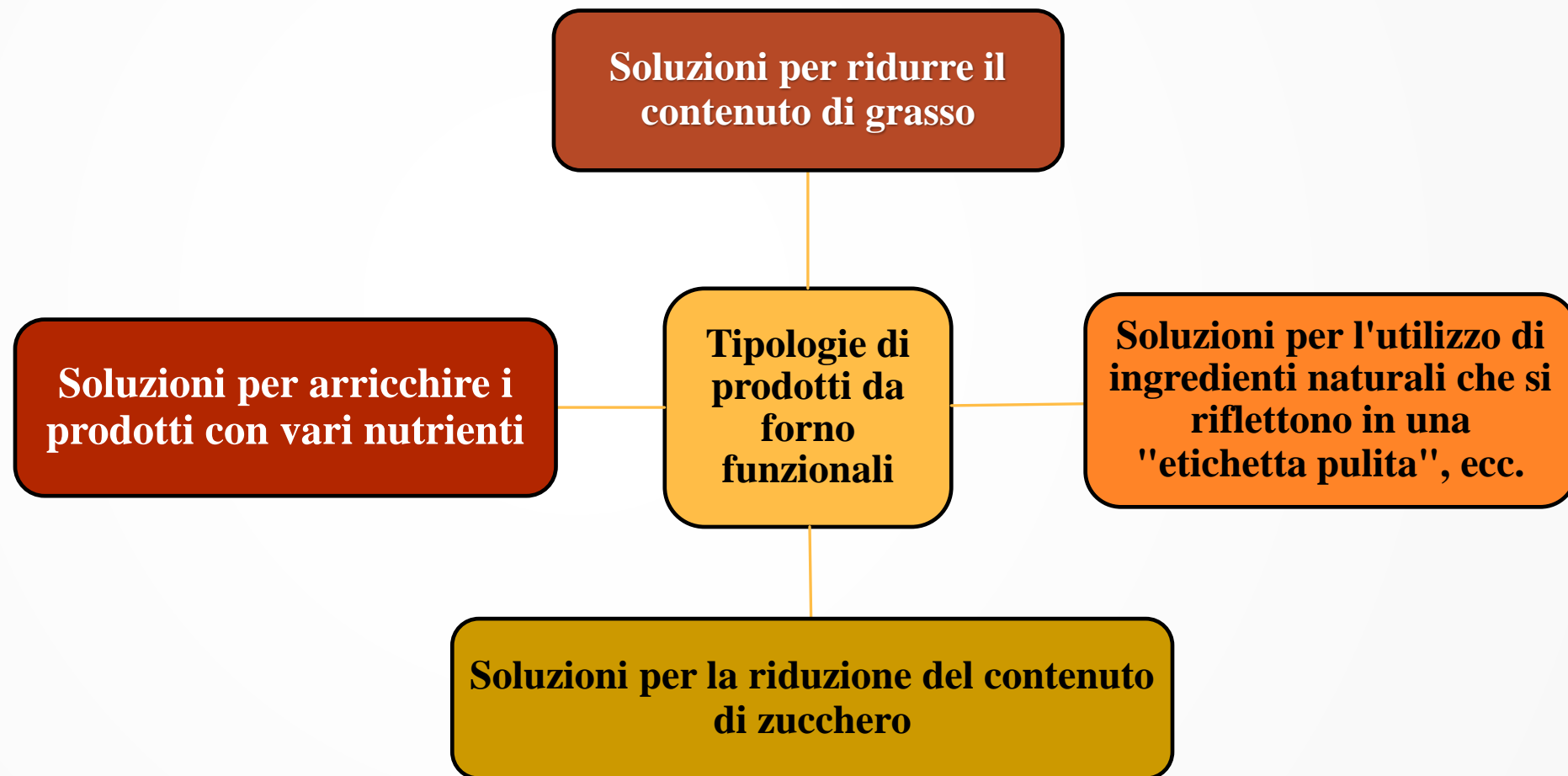
La loro composizione è adattata per soddisfare le esigenze di persone affette da specifiche patologie.

Fanno parte di questa categoria i prodotti da cui sono stati eliminati alcune componenti (prodotti da forno senza sale, senza glutine, a bassa acidità) e alcuni prodotti da forno in cui sono state aggiunte sostanze aggiuntive (fibre alimentari, microelementi, vitamine, ecc.) (Rumeus I., 2016).



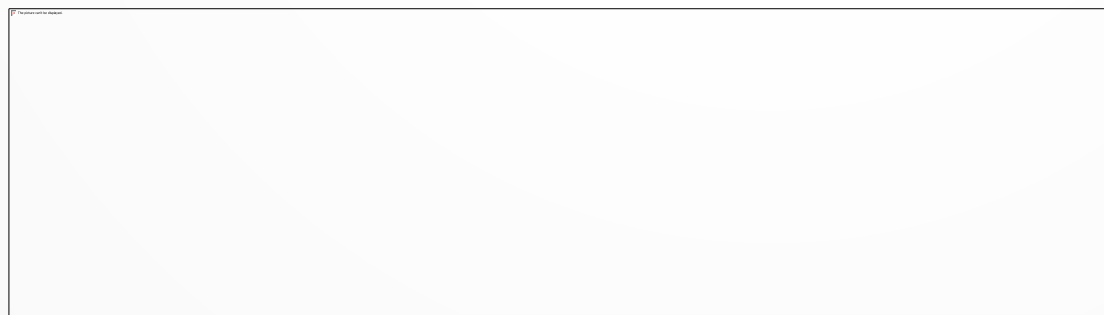
2.2. Analisi dell'assortimento dei prodotti da forno funzionali

Per soddisfare le esigenze dei consumatori in merito a varie condizioni di salute, gli specialisti del settore dei prodotti da forno stanno prendendo in considerazione le seguenti tendenze dal punto di vista tecnologico:



2.2. Analisi dell'assortimento dei prodotti da forno funzionali

Domanda	La riduzione dello zucchero aiuta a ridurre l'apporto di calorie di un prodotto da forno a basso contenuto di zucchero?
Risposta	La riduzione della quantità di zuccheri non riduce necessariamente il numero di calorie. Questo perché le fibre utilizzate per sostituire lo zucchero sono carboidrati e quindi hanno un contenuto calorico simile a quello dello zucchero. Una riduzione calorica elevata può essere ottenuta riducendo il contenuto di grassi, perché i grassi hanno un contenuto calorico più elevato.
Domanda	Le proposte di nuove formulazioni comportano limiti di processo?
Risposta	La ricerca condotta nei laboratori di panificazione porta allo sviluppo di nuove soluzioni, che permettono di sviluppare nuovi processi tecnologici.
Domanda	Lo sviluppo di soluzioni innovative si basa anche su un'etichetta pulita?
Risposta	Sì, le soluzioni mirano a sviluppare prodotti con l'etichetta il più possibile pulita e, laddove sono presenti codici "E", cercano di limitarsi a quelli che di solito si trovano già negli ingredienti.



2.2. Analisi dell'assortimento dei prodotti da forno funzionali

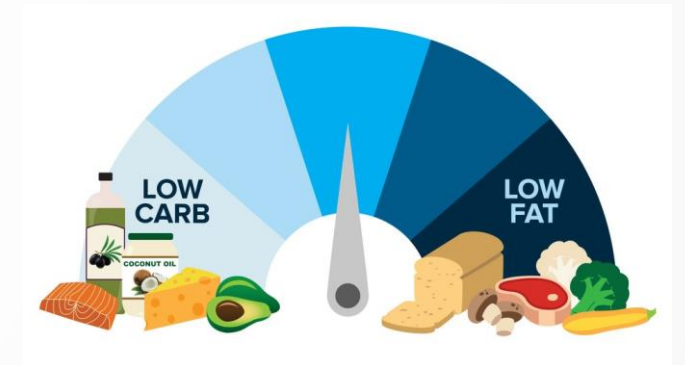


A) Prodotti privi di allergeni



B) Prodotti fortificati con diversi composti (fibre, vitamine, minerali, ecc.)

Tipologie di prodotti da forno funzionali



C) Prodotti a basso contenuto di sale, zucchero, grassi, ecc.

A) Prodotti privi di allergeni

A1) Prodotti senza glutine

A2) Prodotti da forno funzionali per persone celiache

A3) Prodotti senza lattosio



Romania



Italia

Ungheria

A) Prodotti privi di allergeni



L'allergene è un antigene che provoca reazioni allergiche nel corpo umano. La maggior parte degli allergeni sono proteine, spesso con catene laterali di carboidrati (glicoproteine), ma meno spesso sono allergeni di carboidrati puri, piccole molecole (isocianati, anidridi o formaldeide) e alcuni metalli (ad esempio cromo e nichel).

A1) **Prodotti senza glutine**

L'intolleranza al glutine o celiachia è una patologia genetica autoimmune causata da una sensibilità al glutine. Nel caso delle persone affette da questa intolleranza, il consumo di glutine produce una reazione immunitaria tossica. Questa reazione provoca danni al rivestimento dell'intestino tenue, infiammazioni e malassorbimento di nutrienti importanti come grassi, calcio e ferro.

Circa l'1% della popolazione mondiale è affetto da celiachia, ma in molte persone non viene diagnosticata, anche se sono stati fatti molti progressi.



A) Prodotti privi di allergeni

A2) Prodotti da forno funzionali per persone celiache

La celiachia, nota anche come enteropatia sensibile al glutine, è una reazione autoimmune dell'organismo al consumo di glutine, una proteina che si trova naturalmente nei cereali come grano, orzo e segale. La reazione autoimmune danneggia i villi intestinali, che rivestono le pareti interne dell'intestino tenue, causando un malassorbimento cronico di vari nutrienti, soprattutto minerali e vitamine (Koskimaa et al., 2020).



A3) Prodotti senza lattosio

Una delle forme più comuni di intolleranza alimentare è l'intolleranza al lattosio. È caratterizzata dall'incapacità di digerire e assorbire il lattosio. Si manifesta con sintomi gastrointestinali causati dal consumo di latte e dei suoi derivati.

Il lattosio non può essere assorbito dall'intestino in quanto tale, ma deve essere scomposto dalla lattasi dell'organismo umano. I problemi si verificano quando questo enzima manca nell'organismo e il processo di scissione non può più avvenire.

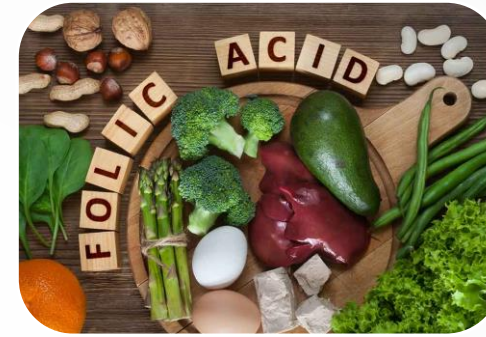
B) Prodotti da forno fortificati



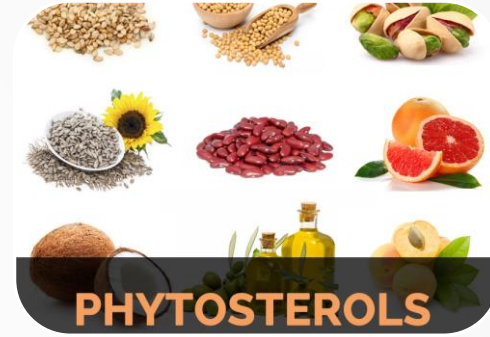
B1) Prodotti arricchiti in vitamine



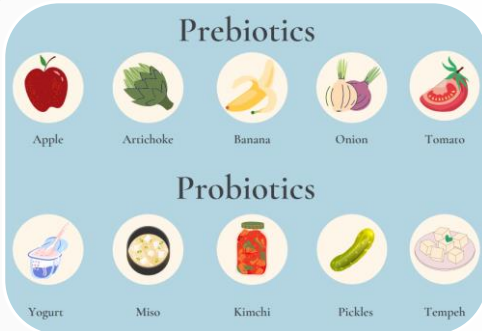
B2) Prodotti arricchiti in minerali



B3) Prodotti da forno funzionali addizionati con acido folico



B4) Prodotti da forno funzionali fortificati con fitosteroli



B5) Prodotti da forno fortificati con probiotici / prebiotici / simbiotici



B6) Prodotti arricchiti con carboidrati



B7) Prodotti fortificati con fibra



B8) Prodotti fortificati con proteine

B) Prodotti da forno fortificati

I prodotti arricchiti sono prodotti funzionali per i quali sono stati dimostrati effetti benefici sulla salute, oltre al soddisfacimento del fabbisogno nutrizionale di base. È importante che la fortificazione non influisca negativamente sulle proprietà organolettiche del prodotto (Markovics E., 2007).



B2) Prodotti fortificati con minerali

I minerali nel nostro organismo favoriscono il corretto funzionamento degli enzimi e dei processi di trasmissione degli stimoli. I prodotti da forno sono spesso arricchiti con minerali come Fe, Ca e P. La quantità di ferro richiesta dall'organismo è bassa, ma necessaria per gli enzimi emoglobina, citocromo, perossidasi e catalasi ([https://www.news-medical.net/health/What-is-Phenylketonuria-\(PKU\).aspx](https://www.news-medical.net/health/What-is-Phenylketonuria-(PKU).aspx)).

La dose giornaliera di Ca e P è di 800 mg, la più alta tra i minerali (Markovics E., 2007).



B1) Prodotti fortificati con vitamine

Le vitamine sono composti biologici vitali ed essenziali per l'organismo. L'arricchimento con vitamine aumenta l'assunzione di vitamine essenziali per il corpo umano. I prodotti da forno normalmente sono fortificati con vitamine del gruppo B, come le vitamine B1, B2, B3, B6 e B9. I complessi B sono i più utilizzati a questo scopo (Markovics E., 2007).



B3) Functional bakery products with added folic acid

Except β - glucan, and other ingredients, characterized by beneficial properties for health can be added to bread and bakery products. These ingredients are either substances that are not contained in conventional products, or substances that already exist but in small quantities - often too small to influence people's health and well-being.

B) Prodotti da forno fortificati



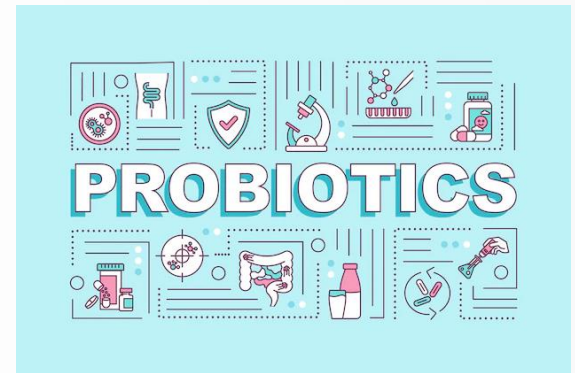
B4) Prodotti da forno funzionali arricchiti con fitosteroli

I fitosteroli (steroli vegetali) sono alcuni dei composti che costituiscono le membrane delle cellule vegetali. La loro struttura chimica è simile a quella del colesterolo e la loro assunzione può provocare una riduzione dei livelli di colesterolo nel sangue.

B5) Vantaggi del consumo di prodotti da forno fortificati con probiotici / prebiotici / simbiotici

Il termine "probiotico" deriva dalla parola greca "pro bios" che significa "per la vita" ed è associato ai batteri che hanno effetti benefici sulla salute umana e animale.

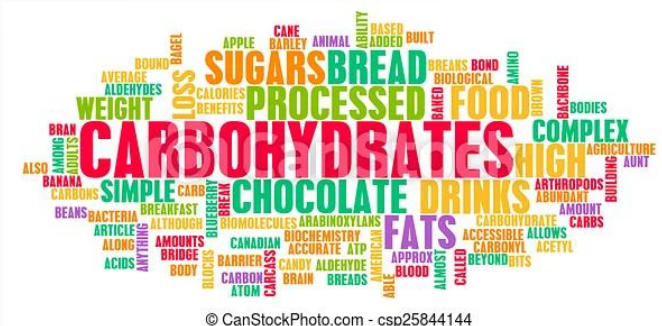
La prima menzione dei probiotici è stata fatta da Elie Meltchnikoff, che ha introdotto il concetto di "probiotico" da lui evidenziato nei longevi contadini bulgari che consumavano quotidianamente prodotti caseari fermentati.



B6) Prodotti fortificati con carboidrati

I carboidrati, compresi i mono e disaccaridi, sono un'importante fonte di energia per il nostro organismo grazie alla loro facile e rapida digeribilità ([https://www.news-medical.net/health/What-is-Phenylketonuria-\(PKU\).aspx](https://www.news-medical.net/health/What-is-Phenylketonuria-(PKU).aspx)).

Durante l'esercizio fisico, i carboidrati rappresentano una rapida fonte di energia.



B) Prodotti da forno fortificati

B7) Prodotti fortificati con fibre

Le fibre alimentari (ad esempio cellulosa, emicellulosa, pectina e altri polisaccaridi immagazzinati) sono carboidrati complessi e indigeribili. La digestione della cellulosa negli alimenti ricchi di fibre aiuta a intensificare i movimenti intestinali, riducendo così il tempo necessario per attraversare il tratto intestinale.



B8) Prodotti fortificati con proteine

Le proteine sono componenti fondamentali per il funzionamento del nostro organismo, aiutano a catturare l'acqua, a trasferire le sostanze nutritive, partecipano ai processi metabolici e sono un'importante fonte di energia (Markovics E., 2007). La diffusione di prodotti fortificati con proteine tra i prodotti da forno può essere utile, oltre che estremamente di moda.

B) Prodotti fortificati (con vitamine, minerali, fibre, proteine, carboidrati)



Romania



Irlanda



Italia



Ungheria

C) Prodotti a contenuto ridotto (di carboidrati, grassi, sale)



Carboidrati



**Prodotti a ridotto
contenuto di
carboidrati, sale e
grassi**

Grassi

Sale



C) Prodotti a contenuto ridotto (di carboidrati, grassi, sale)

Gli alimenti a basso contenuto di grassi sono alimenti funzionali in cui la riduzione quantitativa di sostanze con un'assunzione eccessiva ha un effetto negativo sulla salute. Nell'industria dei prodotti da forno sono nati prodotti a basso contenuto di carboidrati, di sale o di grassi.



C1) Prodotti da forno a basso contenuto di carboidrati

I prodotti a basso contenuto di carboidrati sono preferiti soprattutto dai consumatori con problemi metabolici, ma anche da chi è a dieta.

La forma più grave di disturbo del metabolismo dei carboidrati è il diabete, in cui si distinguono il tipo 1 e il tipo 2 (<https://cukorbetegseg-inzulin.hu/cukorbetegseg-fajtai>).

C2) Prodotti da forno a basso contenuto di sale

Nel contesto attuale, la concentrazione di sale negli alimenti è diventata un vero problema. A causa dell'elevata quantità di sale assunta con la dieta si possono verificare problemi come l'ipertensione arteriosa che può portare a ictus e malattie cardiache.



C3) Prodotti da forno a basso contenuto di grassi

I grassi forniscono al nostro corpo energia e molecole essenziali per costruire e preservare le membrane, sono inoltre importanti per la sintesi di ormoni e vitamine (Fenyvessy J., Forgács J., 2000).

Un'assunzione eccessiva di grassi e il loro conseguente accumulo nell'organismo può portare a obesità e complicazioni.

Per evitare ciò si sono diffusi alimenti a basso contenuto di grassi. Nel settore della panificazione, la produzione di questa tipologia di prodotti è ancora in fase sperimentale.

C) Prodotti a contenuto ridotto (di carboidrati, grassi, sale)



Ungheria



Romania

Bibliografia

- Szabó P. Balázs (2017): A hazai sütőipar helyzete napjainkban, Jelenkori társadalmi és gazdasági folyamatok, XII. 1-2., 2017
- Ahmad, I, Swaroop, A., Bagchi, D. An overview of gluten-free foods and related disorders. In Nutraceutical and Functional Food Regulations in the United States and around the World. Elsevier, 2019.
- Alldrick, A. J. (2007). The Bakery: A potential leader in functional food applications. Functional Food News. <http://www.functionalfoodnet.eu/images/site/assets/5-bread.pdf>
- Alldrick, A. J. (2007). The Bakery: A potential leader in functional food applications. Functional Food News. <http://www.functionalfoodnet.eu/images/site/assets/5-bread.pdf>
- Brites, L., Schmiele, M., Steel, C.J. Gluten-Free Bakery and Pasta Products in Alternative and Replacement Foods. Handbook of Food Bioengineering, 2018, 385-410
- Coté, J., Dion, J., Burguière, P., Casavant, L., Van Eijk, J. (2013). Probiotics in bread and baked products: a new product category. Cereal Foods World. 58(6):293-296.
- Da Rosa Machado, C., Cruz Silveira Thys, R. (2019). Cricket powder (*Gryllus assimilis*) as a new alternative protein source for gluten-free breads. Innovative Food Science & Emerging Technologies. Volume 56, 102180.
- De Almada, C.N., Almada, C.N., Martinez, R.C.R., Sant'Ana A.S. (2016). Paraprobiotics: evidences on their ability to modify biological responses, inactivation methods and perspectives on their application in foods. Trends Food Sci. Technol. 58:96–114
- De Prisco, A., Mauriello, G. (2016). Probiotication of foods: A focus on microencapsulation tool. Trends in Food Science & Technology. 48:27-39.
- Dr. Laszlo Mihaela, medic specialist Medicina Interna si Gastroenterologie, Spital Regina Maria Cluj , <https://www.reginamaria.ro/articole-medicale/ce-este-intoleranta-la-lactoza>, 2019
- Dr.habil Fenyvessy József, Jankóné dr.Forgács Judit (2000): Általános élelmiszeripari technológia, Szegedi Tudományegyetem, Szeged
- Dr.habil Fenyvessy József, Jankóné dr.Forgács Judit (2000): Általános élelmiszeripari technológia, Szegedi Tudományegyetem, Szeged
- Dr.MarkovicsErzsébet (2007): Élelmiszeripari adalékanyagok és tápérték-növelő anyagok, Juhász Gyula Felsőoktatási Kiadó, Szeged
- Dr.MarkovicsErzsébet (2007): Élelmiszeripari adalékanyagok és tápérték-növelő anyagok, Juhász Gyula Felsőoktatási Kiadó, Szeged
- European Commission. Commission Implementing Regulation (EU) No 828/2014 of 30 July 2014 on the requirements for the provision of information to consumers on the absence or reduced presence of gluten in food. Official Journal L 228, 31.7.2014, p. 5–8.
- FAO/WHO. (2006). Probiotics in food. Health and nutritional properties and guidelines for evaluation. Rome, pp. 12-19.
- Fernandes Drub, T., Garcia dos Santos, T., et al. (2021). Sorghum, millet and pseudocereals as ingredients for gluten-free whole-grain yeast rolls. International Journal of Gastronomy and Food Science. 23:100293.
- Gibson, G. R. (2004). From probiotics to prebiotics and a healthy digestive system.
- Gobbetti, M., De Angelis, M., Di Cagno, R., Calasso, M., Archetti, G., & Rizzello, C. G. (2019). Novel insights on the functional/nutritional features of the sourdough fermentation. International journal of food microbiology, 302, 103-113..
- Gobbetti, M., Pontonio, E., Filannino, P., Rizzello, C. G., De Angelis, M., & Di Cagno, R. (2018). How to improve the gluten-free diet: The state of the art from a food science perspective. Food Research International, 110, 22-32.
- Gobbetti, M., Pontonio, E., Filannino, P., Rizzello, C. G., De Angelis, M., & Di Cagno, R. (2018). How to improve the gluten-free diet: The state of the art from a food science perspective. Food Research International, 110, 22-32.
- Gobbetti, M., Rizzello, C.G., Di Cagno, R., De Angelis, M. (2018). How the sourdough may affect the functional features of leavened baked goods. Food Microbiology. 37:30-40
- Granato, D., Barba, F.J., Bursac Kovačević, D. Lorenzo,J.M., Cruz, A.G., Putnik, P. (2020). Functional Foods: Product Development, Technological Trends, Efficacy Testing, and Safety. Annual Review of Food Science and Technology. 11:1, 93-118.
- <https://cukorbetegseg-inzulin.hu/cukorbetegseg-fajtai>
- <https://cukorbetegseg-inzulin.hu/cukorbetegseg-fajtai>
- <https://federatiaromanadiabet.ro/cutas%CC%A6-ancut%CC%A6a-alimentele-functionale/>
- <https://glutenerzekeny.hu/akkor-mitol-puffadok-gabonaallergia-glutenerzekenyseg-coliakia/>
- <https://glutenerzekeny.hu/akkor-mitol-puffadok-gabonaallergia-glutenerzekenyseg-coliakia/>
- <https://glutenerzekeny.hu/mit-ehet-es-mit-nem-egy-glutenerzekenyosszefoglalo-tablazit/>
- <https://glutenerzekeny.hu/mit-ehet-es-mit-nem-egy-glutenerzekenyosszefoglalo-tablazit/>
- [https://www.news-medical.net/health/What-is-Phenylketonuria-\(PKU\).aspx](https://www.news-medical.net/health/What-is-Phenylketonuria-(PKU).aspx)
- [https://www.news-medical.net/health/What-is-Phenylketonuria-\(PKU\).aspx](https://www.news-medical.net/health/What-is-Phenylketonuria-(PKU).aspx)
- https://www.ogyei.gov.hu/stop_so_nemzeti_socskento_program/
- https://www.ogyei.gov.hu/stop_so_nemzeti_socskento_program/


6.1. Main ingredients
dough

Bibliografia

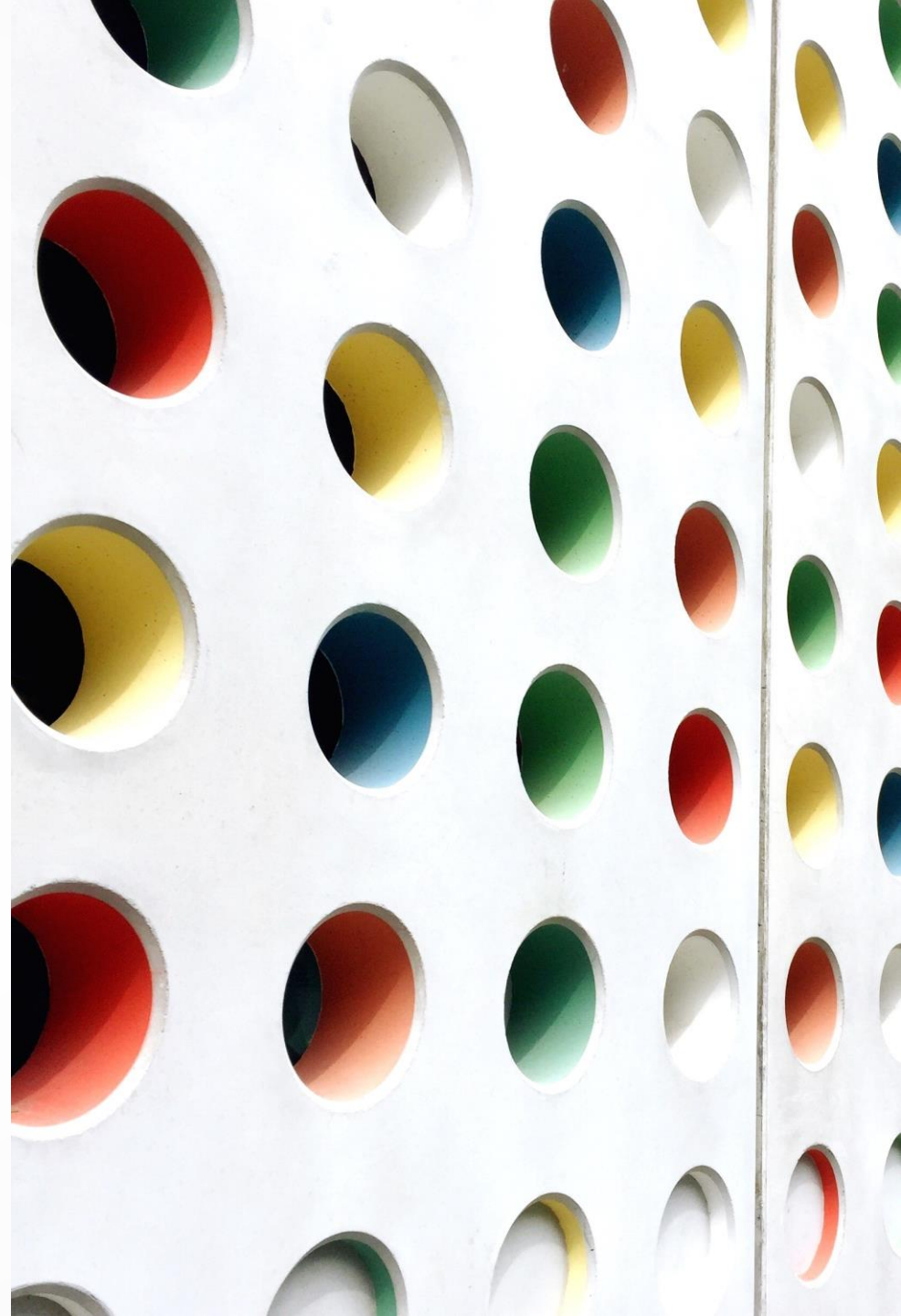
- Irina Rumeus (Catedra de Inginerie și Științe Aplicate Uiversitatea de Stat "Bogdan Petriceicu Hașdeu" din Cahul), Maria Turtoi (Universitatea "Dunărea de Jos" din Galați). Inovații – ca factor al sporirii calității produselor de panificație, 2016
- Journal of Food Science, 69, M141–M143.
- Kailasapathy K. (2002). Microencapsulation of probiotic bacteria: technology and potential applications. *Curr Issues Intest Microbiol.* 3(2):39-48.
- Koehler, P., Wieser, H., Konitzer, K. (2014b). Gluten-Free Products in Celiac Disease and Gluten. *Multidisciplinary Challenges and Opportunities*, Pages 173-223
- Koskimaa, S., Kivela, L., Arvola, T. et al. (2020). Clinical characteristics and long-term health in celiac disease patients diagnosed in early childhood: Large cohort study. *Digestive and Liver Disease.* 52:1315-1322
- Lilly, S.M., Stillwell, R.H. (1965). Probiotics: growth-promoting factors produced by microorganisms. *Science.* 147 (3659): 747-748.
- Longoria-García,S., Cruz-Hernández, M. A., Belmares-Cerda, R. E. et al. Potential functional bakery products as delivery systems for prebiotics and probiotics health enhancers. *Journal of Food Science and Technology.* 2018; 55:833–845.
- Marta Brodowska, Dominika Guzek, Agnieszka Wierzbicka. Modern technological solutions used in the production of bakery products with high biological value – - *Advances in Science and Technology Research Journal*, Volume 8, No. 22, June 2014, pp.83-92, DOI: 10.12913/22998624.1105181
- Mitropoulou, G., Nedovic, V., Goyal, A., Kourkoutas, Y. (2013). Consumption of synbiotic bread decreases triacylglycerol and VLDL levels while increasing HDL levels in serum from patients with type-2 diabetes. *Journal of Nutrition and Metabolism.* Volume 2013, Article ID 716861, 15 pages.
- - Neffe-Skocińska, K., Rzepkowska, A., Szydłowska, A., Kołożyn-Krajewska, D. 2018. Trends and Possibilities of the Use of Probiotics in Food Production in Alternative and Replacement Foods. *Handbook of Food Bioengineering.* pp. 65-94
- Novik, G., Savich, V. Beneficial microbiota. *Probiotics and pharmaceutical products in functional nutrition and medicine.* 2020; 22: 8-18.
- Ozyurt V.H., Ötles S. (2014). Properties of probiotics and encapsulated probiotics in food. *Acta Sci.Pol. Technol. Aliment.* 13 (4), 413-424 DOI: 10.17306/J.AFS.2014.4.8
- Patent No. 10240139B2. Giuliani, G., Benedusi, A., Di Cagno, R., Rizzello, C. G., De Angelis, M., Gobbetti, M., & Cassone, A. (2019). Process of microbic biotechnology for completely degrading gluten in flours. U.S. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Patent No. 9560854B2. Giuliani, G., Benedusi, A., Di Cagno, R., De Angelis, M., Luisi, A., & Gobbetti, M. (2017). Mixture of lactic bacteria for the preparation of gluten free baked products. U.S.. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Regulation (EU) No 1169/2011 of the European Parliament and of the Council of 25 October 2011 on the provision of food information to consumers, amending Regulations (EC) No 1924/2006 and (EC) No 1925/2006 of the European Parliament and of the Council, and repealing Commission Directive 87/250/EEC, Council Directive 90/496/EEC, Commission Directive 1999/10/EC, Directive 2000/13/EC of the European Parliament and of the Council, Commission Directives 2002/67/EC and 2008/5/EC and Commission Regulation (EC) No 608/2004 (1)
- DIRECTIVEShakeri,H., Hadaegh, H., Abedi, F. et al. (2014). Consumption of Synbiotic Bread Decreases Triacylglycerol and VLDL Levels While Increasing HDL Levels in Serum from Patients with Type-2 Diabetes. *Lipids.* 49(7):695-701.
- Sharma, N., Bhatia, S., Chunduri, V. et. al. (2020). Pathogenesis of Celiac Disease and Other Gluten Related Disorders in Wheat and Strategies for Mitigating Them. *Frontiers in Nutrition.* 7:6. Doi: 10.3389/fnut.2020.00006
- Szabó P. Balázs (2017): A hazai sütőipar helyzete napjainkban, Jelenkori társadalmi és gazdasági folyamatok, XII. 1-2., 2017
- Xu, J., Zhang, Y., Wang, W., Li, Y. (2020). Advanced properties of gluten-free cookies, cakes, and crackers: A review. *Trends in Food Science & Technology.* 103:200-213.
- Zorzi, C.Z., Garske, R.P., Hickmann Flores, S., Cruz Silveira Thys, R. (2020). Sunflower protein concentrate: A possible and beneficial ingredient for gluten-free bread. *Innovative Food Science and Emerging Technologies.* 66:102539.

6.1. Main ingredients
dough

CAPITOLO 3.



Prodotti da forno funzionali di nuova concezione in risposta ai disturbi digestivi



3.1 Prodotti da forno funzionali per i disturbi digestivi

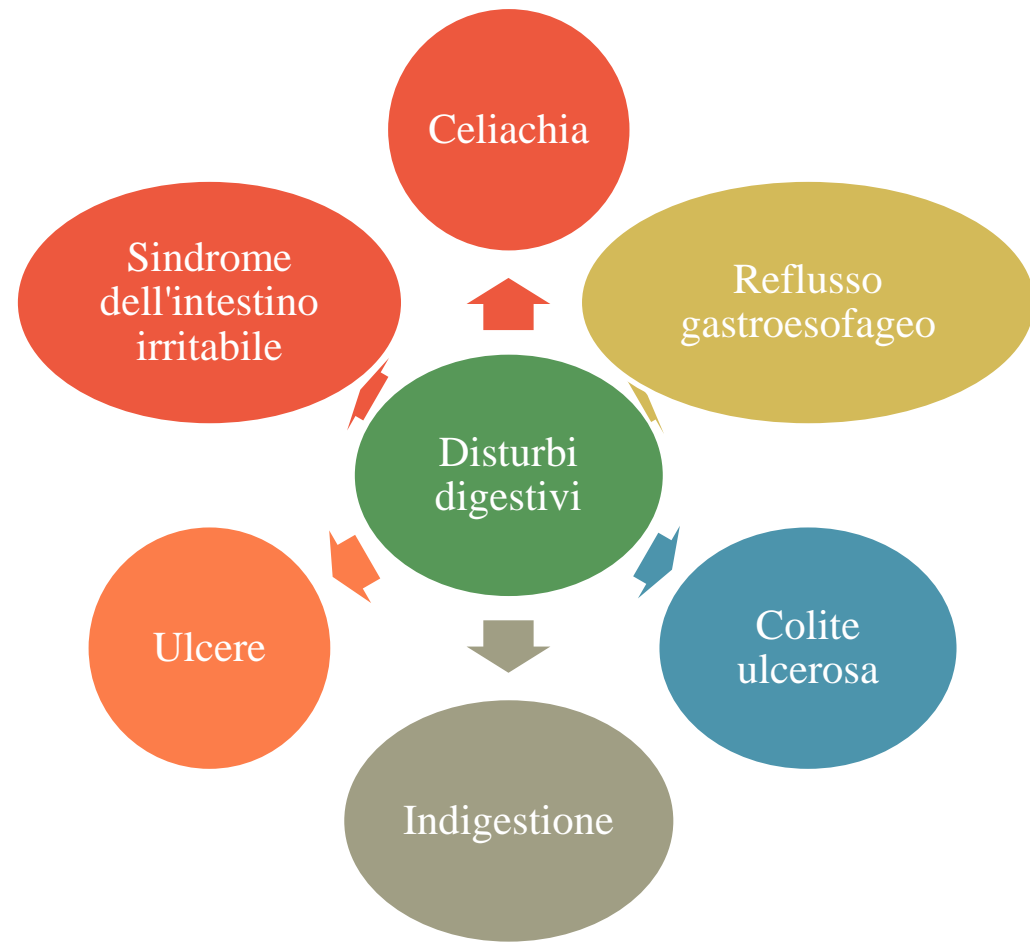


Figura 3.1. Disturbi digestivi

Prodotti da forno funzionali per il reflusso gastroesofageo

Tabella 3.1. La dieta consigliata e le tipologie di prodotti consigliate per il reflusso gastroesofageo

Prodotti	Ricette	Osservazioni
<u>Prodotti integrali</u>	60% di farina integrale (di grano, segale o farro) e fino al 40% di altra farina di grano, segale o farro.	La tecnologia prevede l'utilizzo di lievito madre o di un sostituto del lievito madre.
<u>Pane di crusca</u>	10 kg di crusca di cereali o legumi corrispondenti per 100 kg di farina totale	Il contenuto di amido della crusca non deve superare il 15% della sostanza secca.
<u>Pane Graham</u>	90% di farina di grano Graham e fino al 10% di altra farina di grano o segale.	
<u>Pane ad alto contenuto di fibre</u>	10-20% di mele, piselli e avena in sostituzione della farina di grano.	Durante il processo si deve tenere conto che le fibre alimentari influiscono sulla capacità di assorbimento dell'acqua da parte dell'impasto.
<u>Pane ad alto contenuto di vitamine</u>	Aggiunta di una piccola quantità di vitamine	Le vitamine sono sostanze instabili
<u>Prodotti di pasticceria a basso contenuto di grassi</u>	Prodotti a base di acqua e latte	

Prodotti da forno funzionali per malattie ulcerose, sindrome dell'intestino irritabile e indigestioni

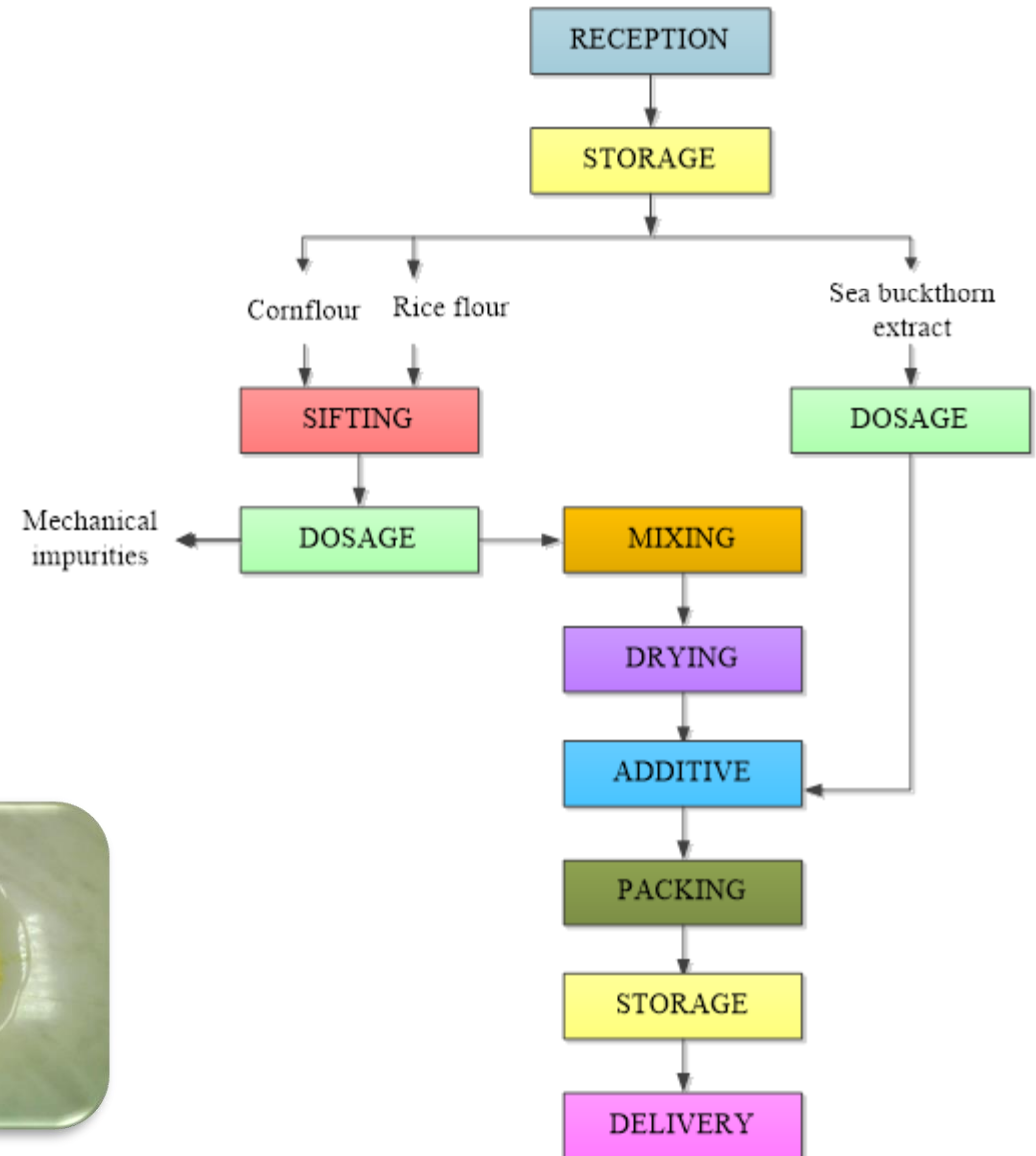
Tabella 3.2. La dieta consigliata e le tipologie di prodotti consigliati per malattie ulcerose, sindrome dell'intestino irritabile e indigestioni

Disturbi dell'apparato digerente	Prodotti	Osservazioni
➤ Colite ulcerosa	Matzo: pane sottile, non lievitato, preparata solo con acqua e farina di frumento.	Si tratta di un processo di breve durata che non prevede la lievitazione. L'intero processo tecnologico dura 16-18 minuti. Infornare a 220 °C per 2-3 minuti.
➤ Indigestione	Prodotti di pasticceria a base di cereali, acqua e latte (almeno il 3% di latte scremato in polvere). Prodotti caratteristici: croissant, Kaiser Roll e pane Challah	Struttura debole
	Prodotti ottenuti con edulcoranti artificiali (uso del sorbitolo) per ridurre il contenuto di carboidrati	I sostituti dello zucchero non partecipano alle reazioni di Maillard e non influiscono sulla caramellizzazione (colorazione della buccia) e sulla formazione del sapore.
	Prodotti ottenuti con edulcoranti naturali: zucchero di barbabietola (saccarosio), zucchero di frutta (glucosio), zucchero d'uva (fruttosio), zucchero di malto (maltosio), zucchero invertito (una miscela di glucosio e fruttosio), zucchero di latte (lattosio), sciroppo di amido e miele.	
➤ Ulcere	Pane bianco	Tecnologia di panificazione basata sull'utilizzo del lievito madre
	Pane semi-integrale prodotto con l'85% di farina di frumento semintegrale e il 15% di farina di segale chiara.	Contenuto in sale: massimo 2,35%, Pane dalla crosta lucida e croccante e dalla struttura morbida ed elastica.
	Alimenti ad alto contenuto di fibre (frutta e verdura fresca, pane, tortillas o panini integrali / panini di avena, orzo, popcorn con burro o altri additivi)	
	Biscotti a ridotto contenuto di grassi	Struttura debole a causa del basso contenuto di glutine
➤ Sindrome dell'intestino irritabile	Dieta ricca in fibre	

3.2. Prodotti da forno funzionali innovativi per disturbi digestivi

1. PREMISCELA SENZA GLUTINE A BASE DI FARINA DI MAIS E DI RISO CON AGGIUNTA DI UVETTA E FICHI

Materie prime: farina di riso, farina di mais, uvetta e fichi disidratati.
(Alexa E., 2010b)



Specifiche tecniche - Premiscela senza glutine

Nome commerciale: Premix senza glutine

Descrizione: premix senza glutine con estratto di olivello spinoso

Peso: 500 g ± 5%.

Composizione: farina di mais, farina di riso, estratto di olivello spinoso.

Tabella 3.3. Proprietà organolettiche (secondo le specifiche tecniche del produttore)

Proprietà	Condizioni di ammissibilità
Aspetto	Uniforme "grigio"
Colore	Da giallo ad arancione-giallo
Sapore	Normale, leggermente dolce, né amaro né acido, nessun crepitio dovuto a impurità minerali (sabbia, terra, ecc.).
Odore	Piacevole, specifico della farina sana, senza odore di muffa, calore o altre sostanze estranee.

Table 3.4. Proprietà fisico-chimiche (secondo le specifiche tecniche del produttore)

Proprietà	Valore	
Umidità (%)	16,5	
Finezza	Residui su setaccio metallico n. 22 % massimo	-
	Residui su setaccio metallico n. 24 % massimo	2
	Passaggio attraverso il setaccio metallico no. 34 % massimo	10
	Passaggio attraverso il setaccio metallico no. 55 % massimo	-

Table 3.5. Proprietà microbiologiche (secondo le specifiche tecniche del produttore)

Proprietà	Valore
Lieviti e muffe, max./g	assente
<i>E. coli</i> , max./g	1
Salmonella, /25 g	assente
Stafilococchi coagulasi-positivi, /25 g	assente
<i>Bacillus cereus</i> , max/g	1

Condizioni di stoccaggio: lo stoccaggio dei prodotti finiti deve avvenire in condizioni ottimali, che ne garantiscano la qualità fino all'introduzione nel processo produttivo. A tal fine sono importanti i seguenti fattori: temperatura e umidità relativa dell'aria e luce. I parametri ottimali sono una temperatura di 18-20°C, un'umidità relativa del 65-70% e l'assenza di luce.

Metodo di trasporto: nastri di trasporto. La durata di conservazione è di 3 mesi.

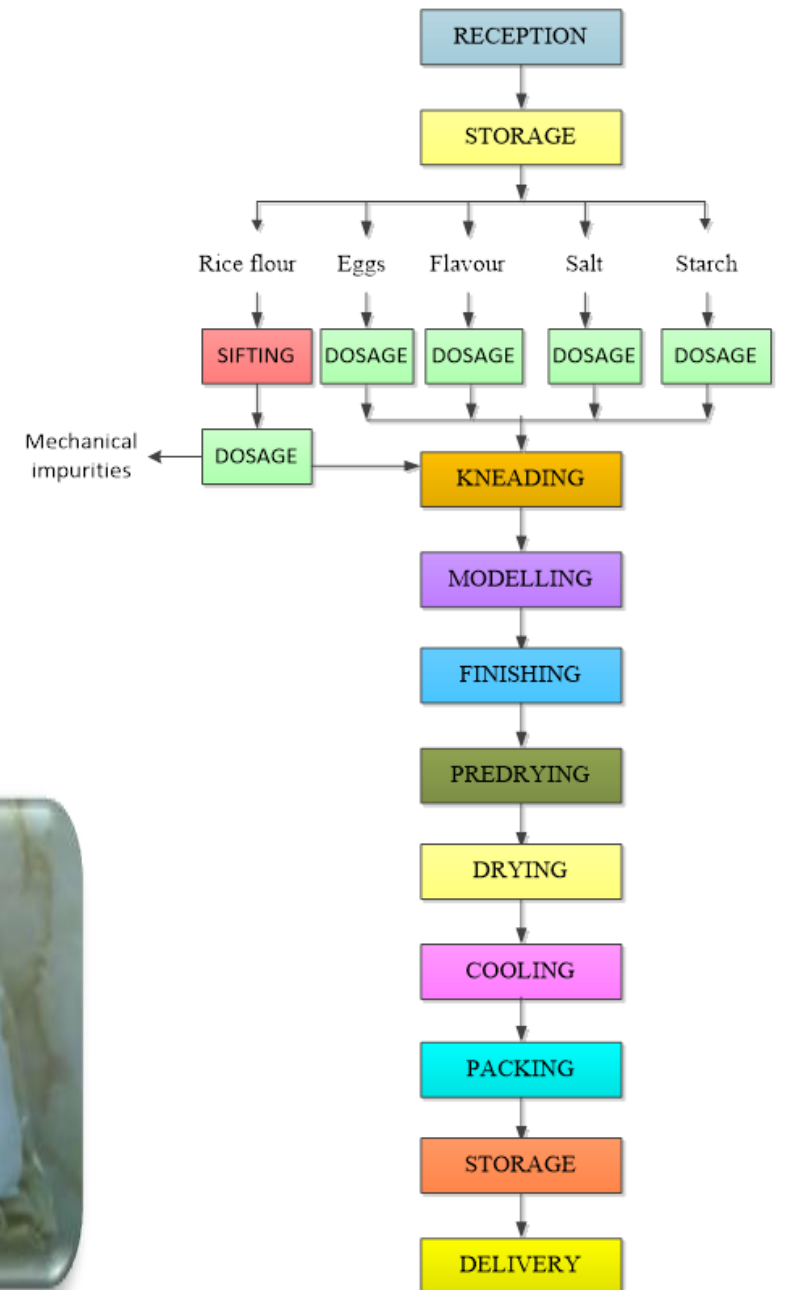
La *shelf-life* si riferisce al prodotto conservato e trasportato nelle condizioni previste dal produttore e viene registrata a partire dalla data di confezionamento.

Categoria di consumatori: persone con intolleranza al glutine (celiachia).

Presentazione: confezionato in sacchetti di carta da 500 o 1000 g. Dopo il riempimento, il sacchetto viene incollato all'imboccatura ed etichettato. Stabilità durante l'uso del prodotto: il prodotto, conservato nelle condizioni prescritte, ha una stabilità entro il periodo di conservazione e oltre, circa 3 mesi. Il mancato rispetto delle condizioni di conservazione raccomandate riduce la durata di conservazione, poiché il prodotto può risultare instabile (Alexa E., 2010a).

2. PASTA SENZA GLUTINE OTTENUTA DA FARINA DI RISO

Materie prime: farina di riso, amido di mais, uova, acqua.



Specifiche tecniche - Pasta senza glutine

Nome commerciale: pasta senza glutine

Descrizione: pasta senza glutine ottenuta da farina di riso miscelata con amido di mais.

Peso: 500 g ± 5%.

Composizione: farina di riso, amido di mais, uova, acqua

Tabella 3.6. Proprietà organolettiche (secondo le specifiche tecniche del produttore)

Proprietà	Condizioni di ammissibilità
Aspetto	Superficie liscia, senza tracce di farina, opaca/traslucida, con aspetto vitreo in sezione
Colore	Uniforme, da bianco giallastro a giallo-arancio
Sapore	Normale, caratteristico, né amaro né acido
Odore	Piacevole, specifico, senza odore di muffa, calore o altri odori estranei.

Tabella 3.7. Proprietà fisico-chimiche (secondo le specifiche tecniche del produttore)

Proprietà	Valore
Umidità (%)	7
Acidità, grado massimo	4
Aumento del volume in ebollizione, % massima	250
Carico minimo di flessione N (gf)	3,5 (350)

Tabella 3.8. Proprietà microbiologiche (secondo le specifiche tecniche del produttore)

Proprietà	Valore
Lieviti e muffe, max./g	assente
<i>E. coli</i> , max./g	1
Salmonella, /25 g	assente
Stafilococchi coagulasi-positivi, /25 g	assente
<i>Bacillus cereus</i> , max/g	1

Condizioni di stoccaggio: lo stoccaggio dei prodotti finiti deve avvenire in ambienti con un'umidità relativa dell'aria massima del 60-65% a una temperatura di 10-20°C, evitando brusche variazioni di temperatura, che portano alla condensazione dell'acqua sulla superficie dei prodotti.

Metodo di trasporto: nastri di trasporto.

La *shelf-life* è di 12 mesi. La durata di conservazione si riferisce al prodotto conservato e trasportato nelle condizioni previste dal produttore e viene registrata a partire dalla data di confezionamento.

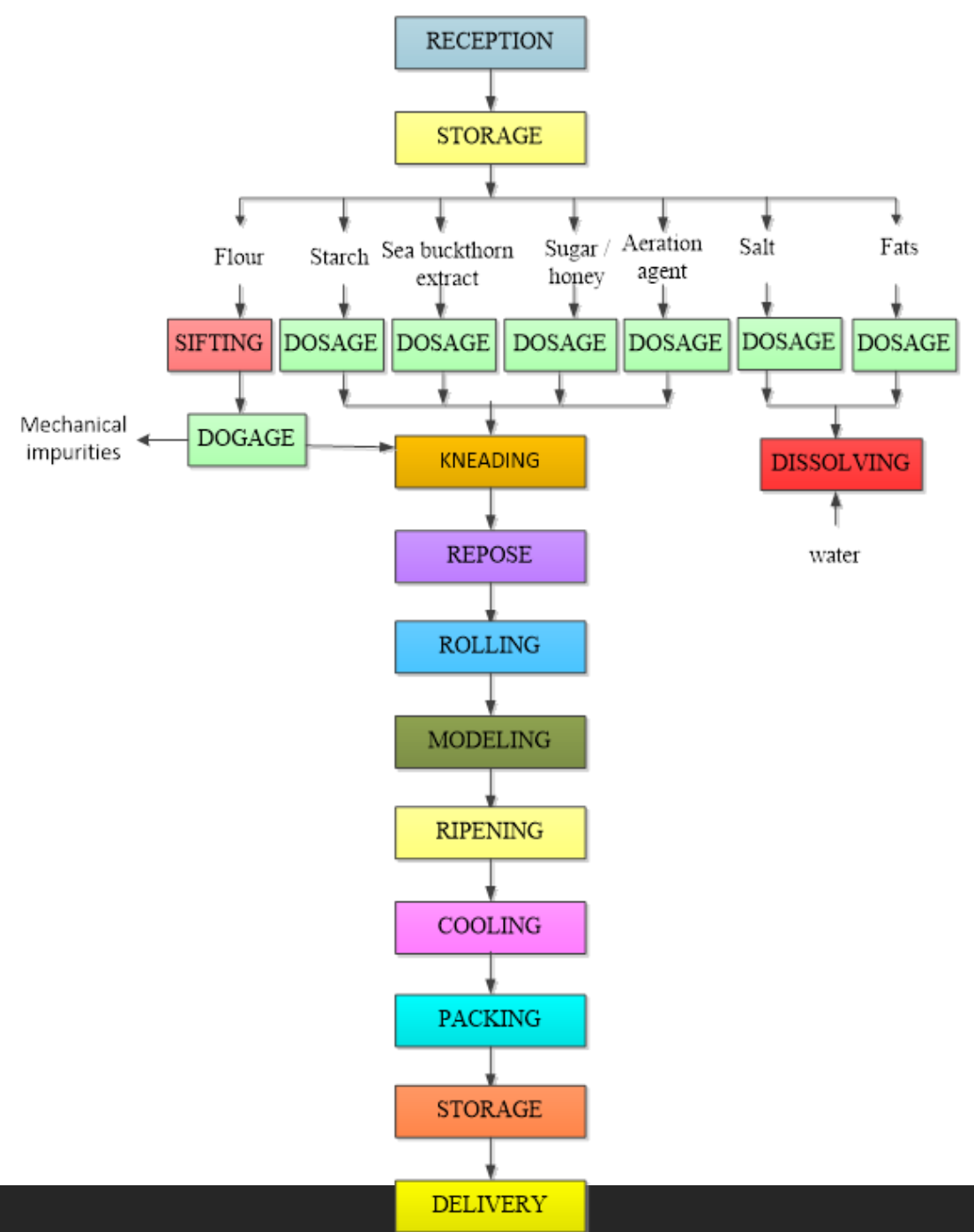
Categoria di consumatori: persone con intolleranza al glutine (celiachia).

Presentazione: per la pasta vengono realizzati un imballaggio di presentazione e un imballaggio protettivo contro gli urti meccanici che possono intervenire durante il trasporto. L'imballaggio di presentazione è costituito da: scatole di cartone; carta pergamena, cellophane o sacchetti di plastica; sfuso. L'imballaggio per la protezione meccanica è realizzato inserendo scatole, buste, sacchetti in scatole di legno e cartone ondulato.

Stabilità all'uso del prodotto: il prodotto conservato nelle condizioni prescritte ha una stabilità entro il periodo di conservazione e oltre, circa 12 mesi. Il mancato rispetto delle condizioni di conservazione raccomandate riduce la durata di conservazione, poiché il prodotto può risultare instabile (Alexa E., 2010b).

3. BISCOTTI SENZA GLUTINE OTTENUTI DA FARINA DI RISO ED ESTRATTO DI OLIVELLO SPINOSO

Materie prime: farina di riso, gherigli di noce, estratto di olivello spinoso, uova, grasso vegetale, agenti lievitanti, edulcoranti/zucchero.



Descrizione del prodotto: biscotti senza glutine

Nome commerciale: biscotti senza glutine

Descrizione: biscotti senza glutine ottenuti da farina di riso con aggiunta di frutta.

Peso: 5 g ± 5%.

Composizione: farina di riso, amido di mais, agenti aeranti, estratto di olivello spinoso, noce macinata, uova, zucchero.

Proprietà	Condizioni di ammissibilità
Aspetto	Round, flattened
Colore	Diametro 5 cm
Sapore	Piacevole, noci
Odore	Piacevole, caratteristico, tipico dei dolci, senza sapore aspro o amaro, senza crepitii dovuti a impurità minerali (sabbia, terra, ecc.).
Aspetto	Piacevole, fruttato, caratteristico, senza odori estranei (muffa, rancido, stantio, ecc.)

Tabella 3.11. Proprietà fisico-chimiche (secondo le specifiche tecniche del produttore)

Condizioni di ammissibilità	Condizioni di ammissibilità
Umidità nel cuore del prodotto (%)	2,5
Proteine (%)	8,5
Grassi (%)	15
Carboidrati (%)	16
Glutine (%)	assente
Valore energetico, kJ/kg	1857
Acidità (gradi)	max. 6
Porosità (%)	min. 62 – 63
Sale (%)	max. 1,4

Tabella 3.12. Proprietà microbiologiche (secondo le specifiche tecniche del produttore)

Condizioni di ammissibilità	Condizioni di ammissibilità
Lieviti e muffe, max./g	100
<i>E. coli</i> , max./g	1
Salmonella, /25 g	assente
Stafilococchi coagulasi-positivi, /25 g	assente
<i>Bacillus cereus</i> , max/g	1

Condizioni di conservazione: i biscotti devono essere conservati in modo da garantire il mantenimento del gusto, della consistenza, della tenerezza, del colore e della forma. A tal fine sono importanti i seguenti fattori: temperatura e umidità relativa dell'aria e luce. I parametri ottimali sono la temperatura di 18-20°C, l'umidità relativa del 65-70% e l'assenza di luce. La conservazione avviene in imballaggi che li proteggono dalla luce.

Metodo di trasporto: i prodotti sono raccolti con nastri trasportatori.

La *shelf-life* è di 6 mesi. La durata di conservazione si riferisce al prodotto conservato e trasportato nelle condizioni previste dal produttore e viene registrata a partire dalla data di confezionamento.

Categoria di consumatori: persone con intolleranza al glutine (celiachia).

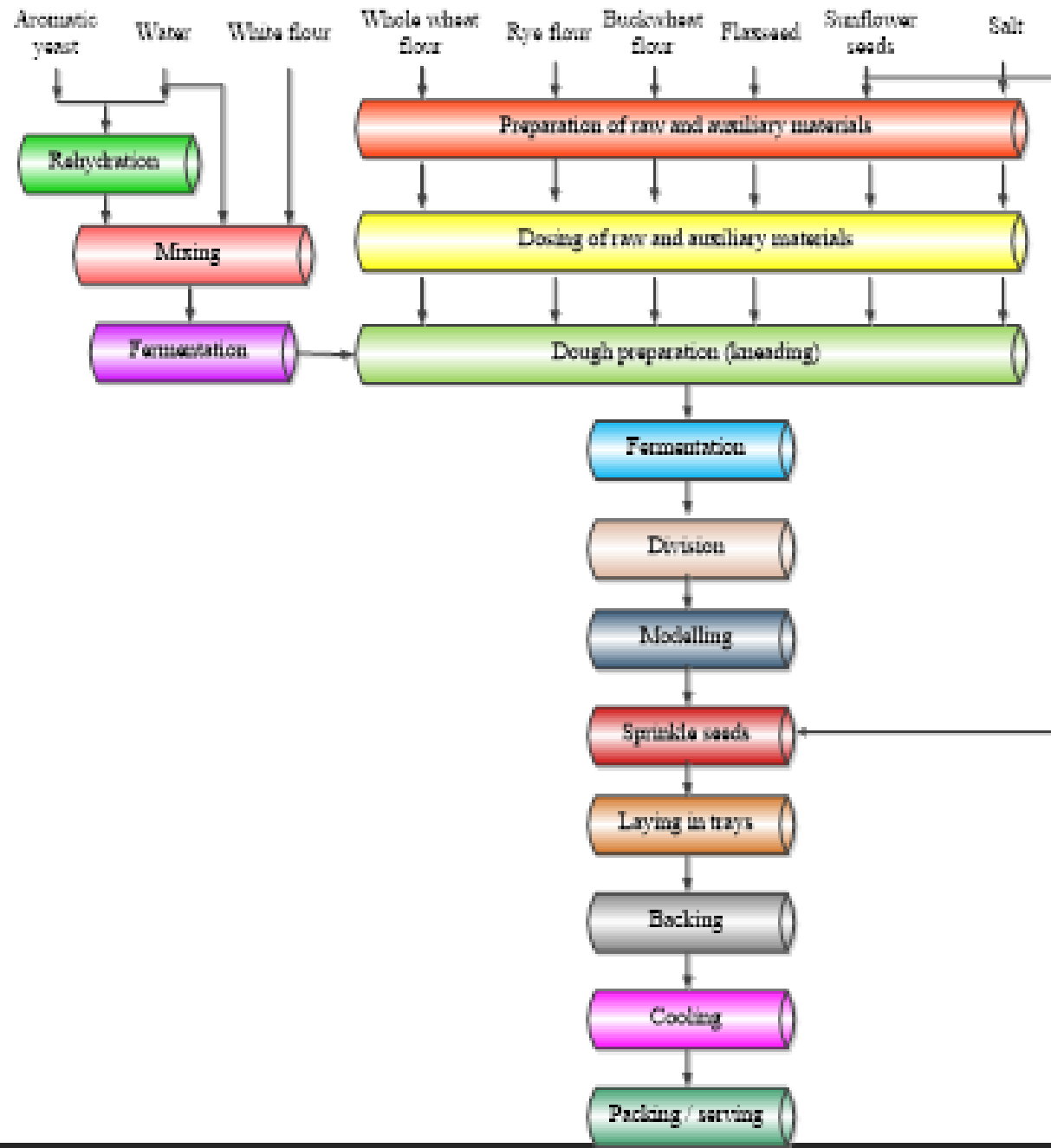
Presentazione: è confezionato in sacchetti, in scatole di cartone o in un involucro che viene inserito in scatole di cartone o casse di legno.

Stabilità al momento dell'uso: il prodotto, conservato nelle condizioni prescritte, ha una stabilità entro il periodo di conservazione e oltre, circa 6 mesi. Il mancato rispetto delle condizioni di conservazione raccomandate riduce la durata di conservazione, poiché il prodotto può risultare instabile (Alexa E., 2010a).

4. PANE SENZA GLUTINE A BASE DI RISO, MIGLIO, FARINA E MIX DI SEMI

Descrizione del prodotto: Il pane senza glutine a base di farina di riso, miglio, lino e mix di semi è un prodotto che fa parte della gamma di prodotti senza glutine, destinati a chi soffre di celiachia, ma anche a chi vuole adottare uno stile di vita sano.

Materie prime e additivi: farina di miglio, farina di riso, farina di lino, gomma di xantano, lievito secco, sale marino, zucchero di canna, olio d'oliva, semi di lino, semi di chia, semi di girasole.
<https://www.usab-tm.ro/utilizatori/tpa/file/student%20fest/2019/catalog%20student%20fest%202018%20final.pdf>

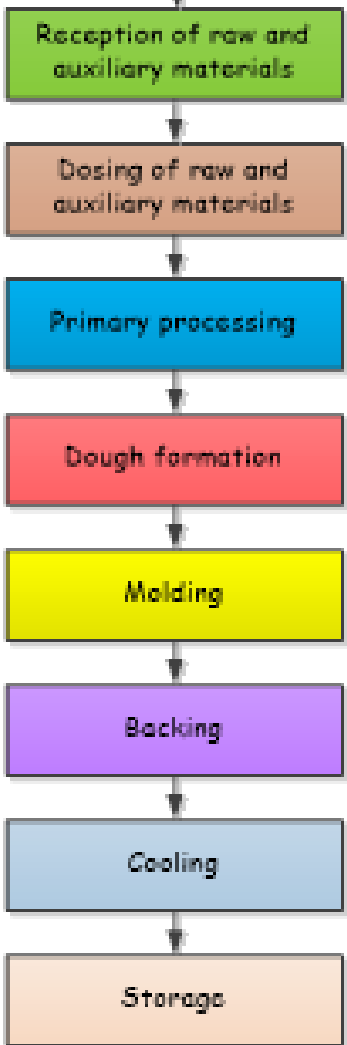


5. MUFFIN SENZA GLUTINE CON FARINA DI RISO, MANDORLA E MIRTILLI

Descrizione del prodotto:

I muffin senza glutine con farina di mandorle e mirtilli rientrano nell'ampia gamma di prodotti appositamente studiati per le persone intolleranti al glutine, per i diabetici, ma possono essere consumati anche da tutti coloro che vogliono adottare un'alimentazione sana ed equilibrata dal punto di vista nutrizionale.

Materie prime e additivi: farina di mandorle, farina di riso, mirtilli, sciroppo d'acero, olio di mandorla, uova, lievito in polvere, amido (<https://www.usab-tm.ro/utilizatori/tpa/file/student%20fest/2019/catalog%20student%20fest%202018%20final.pdf>).

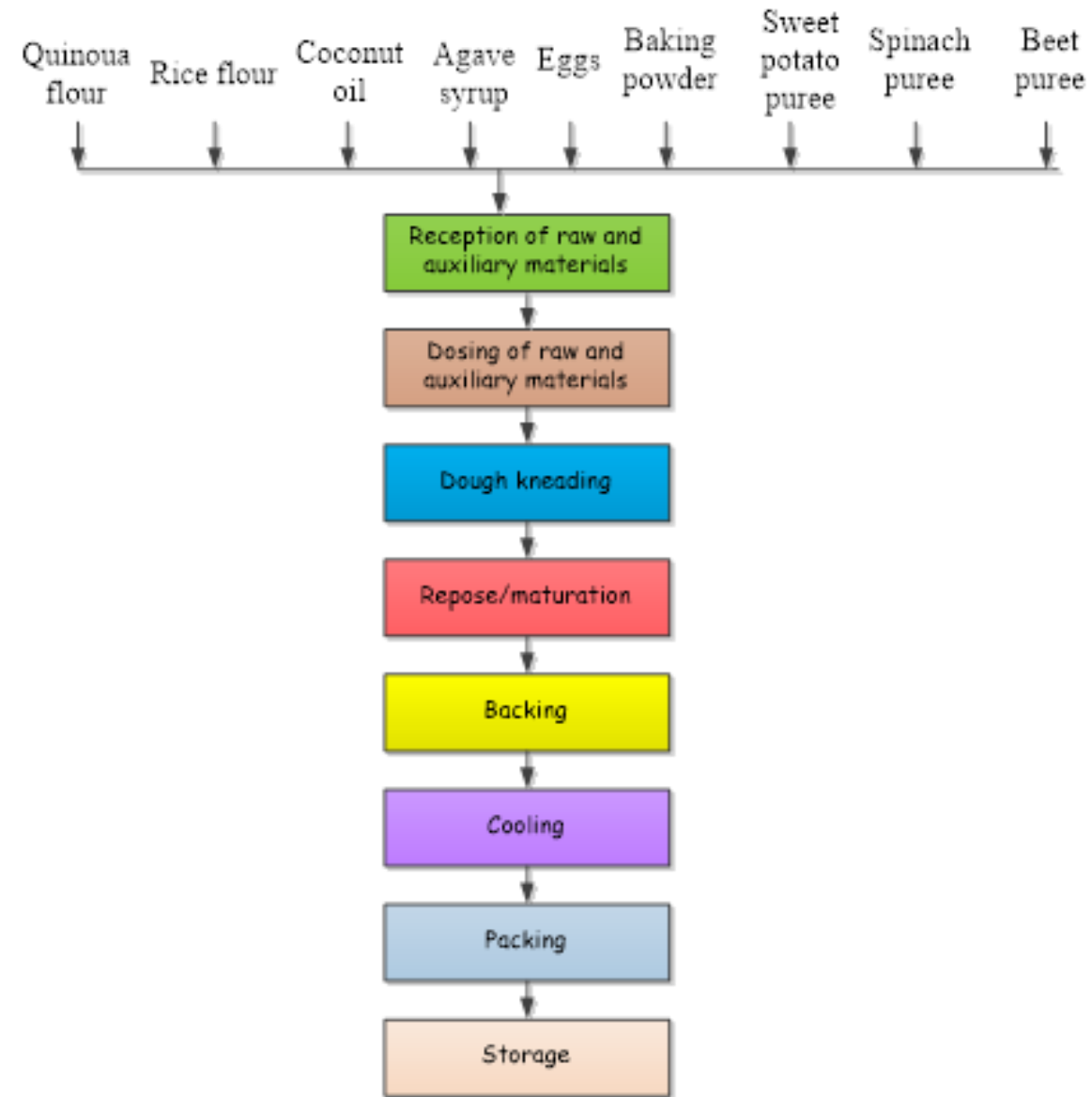


6. MUFFIN SENZA GLUTINE CON FARINA DI RISO E QUINOA, CON AGGIUNTA DI PATATE DOLCI, SPINACI E BARBABIETOLE

Descrizione del prodotto:

I muffin senza glutine a base di farina di riso e quinoa con l'aggiunta di purea di patate dolci, spinaci e barbabietole sono dolci senza glutine ottenuti dal desiderio di essere consumati dal maggior numero possibile di persone: da chi è costretto a escludere il glutine dalla dieta e dai bambini piccoli (che sono più sensibili agli allergeni alimentari), fino a chi vuole adottare uno stile di vita nutrizionalmente equilibrato.

Materie prime e additivi: farina di riso, farina di quinoa, olio di cocco, sciroppo d'agave, uova, lievito in polvere, purea di patate dolci, purea di spinaci, purea di barbabietola (<https://www.usab-tm.ro/utilizatori/tpa/file/student%20fest/2017/catalog%20student%20fest%202017.pdf>)



7. MUFFIN SENZA GLUTINE CON FARINA DI CASTAGNE, TENDE CONFETTATE E PURE DI CASTAGNE

Materie prime e ausiliarie: farina di castagne, farina di riso integrale, latte di cocco, uova, estratto di stevia, scaglie di cocco, ribes candito, olio di cocco, essenza di vaniglia, lievito in polvere, mascarpone, panna montata, purea di castagne.

Dati nutrizionali (g/100 g di prodotto): grassi: 20,98 g
proteine: 15,72 g; ceneri: 2,86 g; carboidrati totali: 50,81 g;
fibra alimentare: 9,63 g; valore energetico: 780 Kcal
([https://www.usab-
tm.ro/utilizatori/tpa/file/student%20fest/2017/catalog%20studen
t%20fest%202017.pdf](https://www.usab-tm.ro/utilizatori/tpa/file/student%20fest/2017/catalog%20student%20fest%202017.pdf)).



Bibliografia:

Alexa Ersilia, 2010 a. *Alimente făinoase dietetice-tehnologii de obținere, materii prime și metode de analiză*, Editura Solness, Timișoara, ISBN 978-973-729-232-2.

Alexa Ersilia, 2010 b. *Manual prezentare produse*. Implementarea sistemelor tehnologice moderne de obținere a alimentelor făinoase dietetice, ISBN 978-973-729-231-5.

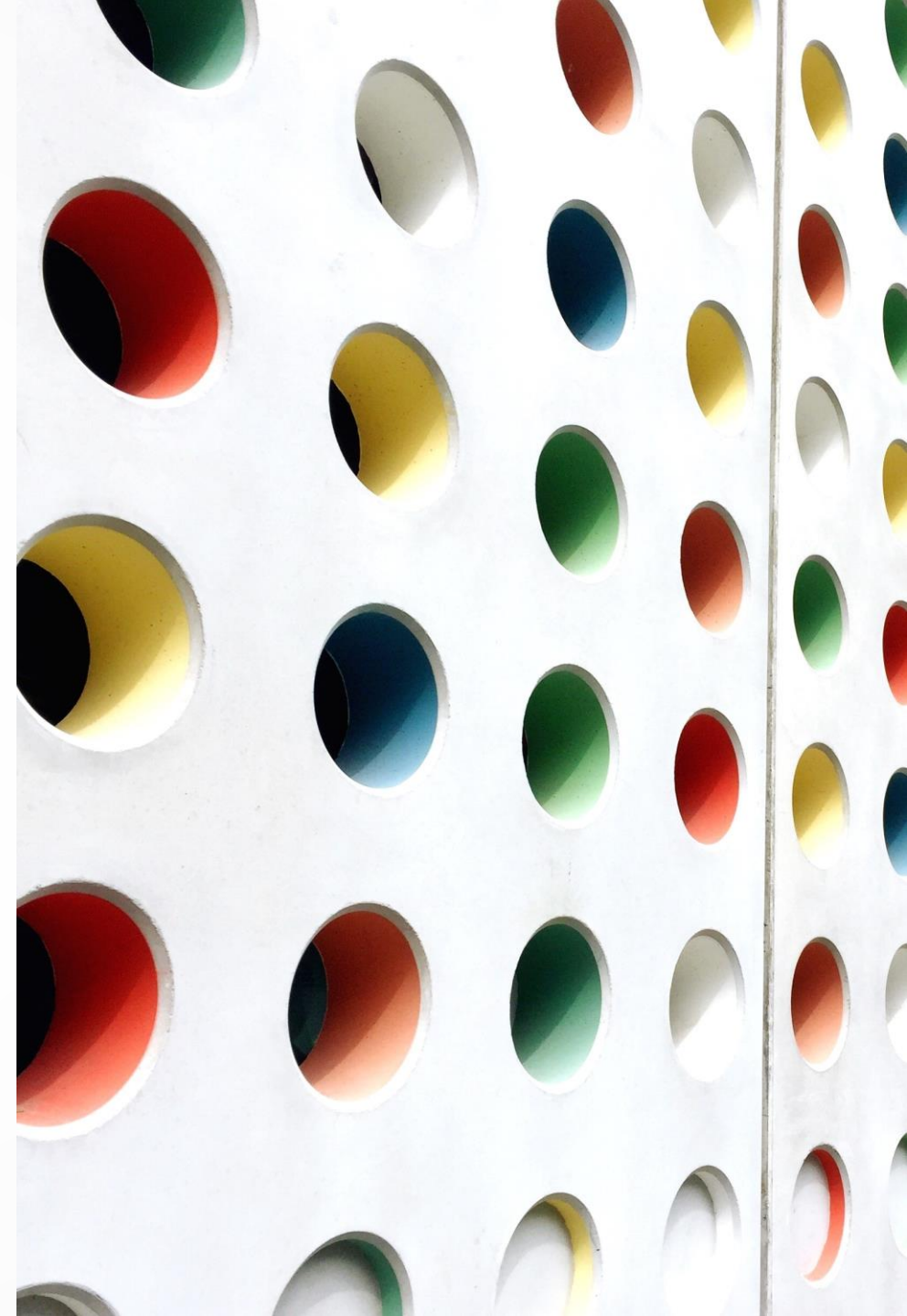
***<https://www.usab-tm.ro/utilizatori/tpa/file/student%20fest/2017/catalog%20student%20fest%202017.pdf>

***<https://www.usab--tm.ro/utilizatori/tpa/file/student%20fest/2019/catalog%20student%20fest%202018%20final.pdf>

CAPITOLO 4.



**Tecnologia di produzione per
prodotti da forno con
aggiunta di fibra solubile**



INTRODUZIONE

Il consumo di fibra alimentare è associato dai consumatori a diversi benefici per la salute dell'organismo umano. Sebbene i consumatori siano consapevoli dei loro benefici, pochi consumano la dose giornaliera raccomandata.

Ad esempio, gli europei occidentali consumano solo il 60-70% della dose giornaliera raccomandata e l'80% dei britannici non sa quale sia la quantità di fibre alimentari che dovrebbe consumare quotidianamente.



Figura 4.1. Numero globale di lanci di nuovi prodotti contenenti fibre nel periodo 2012-2014 (proiezione)

Global Number of New Product Launches Containing Fibre 2012-2014(projected)



4.1. Fibra alimentare: descrizione, benefici per la salute, funzionalità e applicazioni in panificazione

Alcuni carboidrati di origine vegetale identificati come fibre alimentari non sono digeriti nell'intestino tenue, a differenza di altri carboidrati come amido, monosaccaridi, ecc. Carboidrati solubili e insolubili non digeribili (con 3 o più unità monomeriche) e lignina sono componenti intrinseche delle piante; la FDA ha associati alcuni carboidrati non digeribili estratti o sintetici ad effetti fisiologici benefici per la salute umana (Dietary Fibre, 2020).



Per mantenere l'organismo umano in salute e ridurre il rischio di malattie croniche (come quelle cardiovascolari, il diabete di tipo 2 e il cancro al colon) (Slavin, 2013; Soliman, 2019), l'assunzione raccomandata dall'Organizzazione Mondiale della Sanità è di almeno 25-29 grammi di fibre al giorno (Boseley, 2019). L'apporto medio di fibre è di circa 20 grammi al giorno. Attualmente, l'assunzione di fibre è inferiore alle raccomandazioni indicate (Boseley, 2019).

Un veicolo idoneo all'assunzione di fibre alimentari è rappresentato dai prodotti da forno consumati quotidianamente. Tuttavia, esistono alcune sfide da vincere relative all'aggiunta di fibre nel pane, legate agli effetti negativi sulla lavorabilità, sulla reologia dell'impasto e sulla qualità dei prodotti (Foschia, Peressini, Sensidoni, & Brennan, 2013).



4.1. Fibra alimentare: descrizione, benefici per la salute, funzionalità e applicazioni in panificazione

L'aggiunta di fibre può influire sulla qualità del pane, perché ne influenza il volume e la consistenza. La presenza di un alto livello di fibre nel pane può influire significativamente sulle proprietà sensoriali del pane, compromettendone la consistenza, il colore della crosta, il colore del cuore, il gusto, l'aroma e l'accettabilità generale (Kohajdová, Karovičová, & Jurasová, 2012; Bhise, Kaur, & Aggarwal, 2013; Jingwen, Yonghui, Yong, Donghai, & Weiqun, 2021).



Le fibre utilizzate nei prodotti da forno possono essere suddivise in tre categorie. La prima categoria deriva da cereali e sottoprodotti dei cereali, come grano, avena, orzo e riso. La seconda categoria deriva da matrici non cerealicole, come noci, piselli, arance, barbabietole da zucchero, patate e mele. Gli idrocolloidi come le gomme (gomma di guar, gomma arabica), la cellulosa e gli oligosaccaridi rappresentano l'ultima categoria.

Inulina

Negli alimenti trasformati l'inulina è ampiamente utilizzata. Il suo utilizzo principale è come sostituto di grassi o zuccheri per ottenere le caratteristiche desiderate nel prodotto. A parità di peso, l'inulina fornisce il 25-30% dell'energia fornita dai carboidrati digeribili (Shoab, et al., 2016). A seconda della sua struttura, la fibra può offrire diverse funzionalità e può essere lineare o altamente ramificata. L'inulina altamente ramificata è in grado di sviluppare una rete tipo-gel che può modificare la consistenza del prodotto e fornire una sensazione in bocca simile al grasso. Si comporta quindi come un idrocolloide ed è adatta a sostituire i grassi in diverse matrici alimentari (Paciulli, et al., 2020; Samakradhamrongthai, et al., 2021).

Foods High in Inulin



4.1. Fibra alimentare: descrizione, benefici per la salute, funzionalità e applicazioni in panificazione

Fibre di agrumi

Si possono ottenere da diversi sottoprodotti agro-industriali e da frutti come limoni, lime, arance e pompelmi. La fibra è presente nella polpa e nella buccia dei frutti. Le fibre di arancia sono più utilizzate e più popolari perché sono più disponibili.

Le fibre di agrumi presentano vantaggi legati all'elevato contenuto di fibra alimentare rispetto alle fonti alternative (ad esempio, i cereali). La pectina e la cellulosa sono le fibre solubili più presenti. Le fibre di agrumi hanno un altro vantaggio, dato dalla presenza della pectina, che comporta la capacità di gelificare, addensare ed emulsionare.



Fibra di frumento

Nel frumento si trovano fibre insolubili. Sono utilizzate perché hanno un colore e un sapore neutro. La consistenza e la stabilità dei prodotti arricchiti di fibre sono migliorate dall'aggiunta di fibre di grano. Gli ingredienti non interagiscono con le fibre. Esiste ancora una proprietà speciale, la capillarità, che può consentire la ritenzione dell'acqua indipendente dalla temperatura (Fibra di grano VITACEL premiata con il marchio di qualità ECARF, 2007).

Fibra solubile di mais

La fibra ottenuta dal mais può essere etichettata come maltodestrina o come fibra solubile di mais. Può essere facilmente mescolata con la fibra insolubile e ha effetti prebiotici (Allgeyer, Miller, & Lee, 2010). Grazie al suo sapore dolce e al basso contenuto calorico, la fibra di mais solubile può essere utilizzata come sostituto dello zucchero.



4.1. Fibra alimentare: descrizione, benefici per la salute, funzionalità e applicazioni in panificazione

Fibra di acacia

Gomma d'acacia o gomma arabica sono i nomi con cui sono conosciute le fibre di acacia. Nell'industria dolciaria la gomma d'acacia è stata utilizzata come stabilizzante, emulsionante, legante e addensante (Phillips, Ogasawara, & Ushida, 2008). È composta da un complesso di polisaccaridi ed è una gomma naturale ricavata dalla linfa indurita di due specie di acacia: *Acacia senegal* e *Acacia Seyal*. Entrambe le specie sono utilizzate in varie applicazioni, soprattutto come emulsionante.



La fibra Emulgold™ è uno degli ingredienti utilizzati. Si tratta di una gomma di acacia selezionata (Phillips, Ogasawara, & Ushida, 2008) proveniente dagli alberi di acacia che offre diversi vantaggi come la capacità di ridurre l'indice glicemico del prodotto, l'effetto sazietà, l'effetto prebiotico, il basso valore calorico e la bassa cariogenicità (Calame, Thomassen, Hull, Viebke, & Siemensma, 2011). Pertanto, è l'ingrediente giusto per soddisfare le esigenze dei consumatori in materia di prodotti arricchiti. Le fibre di acacia sono state applicate con successo nella produzione di pane bianco, modificando solo lievemente la ricetta tradizionale. Nei test condotti si è verificata una riduzione dell'acqua nella formulazione e un prolungamento del tempo di impasto che hanno portato a ottenere un prodotto simile al campione di controllo (senza l'aggiunta di fibre) per quanto riguarda il volume, la consistenza, la lavorabilità dell'impasto e il gusto. Rispetto al controllo è stato ottenuto un pane più morbido che ha mantenuto una consistenza umida durante il periodo di conservazione.

L'applicazione di fibre di acacia per la produzione di pane bianco e panini per hamburger ha dato i migliori risultati grazie al minimo impatto sul volume specifico, sulla compattezza e sulla struttura. Per ottenere i migliori risultati e un prodotto di alta qualità sono importanti: la quantità di acqua nella ricetta, un tempo di impastamento prolungato e la solubilità della fibra di acacia.

Nei biscotti, la fibra di acacia non ha influito sull'impasto del prodotto finito. In alcuni casi, sono stati ottenuti biscotti più duri e croccanti, ai limiti dell'accettabilità. Utilizzando l'inulina si sono ottenuti risultati migliori per quanto riguarda le proprietà sensoriali. Pertanto, l'inulina può essere preferita ad altre tipologie di fibra.



4.2. Applicazione delle fibre di Acacia (Emulgold) nel pane bianco

La fibra di acacia (Emulgold™) è stata utilizzata nel pane bianco per ottenere un prodotto "ad alto contenuto di fibre" (6g/100 nel prodotto finale). Ne è stato valutato l'impatto sulla lavorabilità e la reologia dell'impasto e sulla qualità del prodotto.

Le proprietà di idratazione della miscela "farina di frumento e fibra di acacia" sono state confrontate con quelle della farina di frumento pura, mediante analisi del farinogramma eseguito a 30°C per 30 minuti. È stato utilizzato a tal fine il Mixolab (Chopin Technologies).



Figura 4.2. Mixolab 2 (Chopin Technologies).



Applicazione nel pane bianco

Gli effetti della fibra di acacia sono stati studiati confrontando un campione controllo e un campione ad alto contenuto di fibre (T1). Nel campione T1 la quantità di acqua è stata ridotta del 9,3% rispetto al campione controllo. Questa modifica è stata ritenuta utile in seguito all'analisi farinografica con il Mixolab. Il farinogramma ha mostrato una diminuzione della capacità di idratazione dal 54% al 49% a un contenuto di umidità del 14%.

Nei test è stata utilizzata una farina di frumento con le seguenti caratteristiche: 10,7% di proteine, 2% di fibre e 15,5% di umidità. L'Emulgold™ utilizzato nei test ha il seguente contenuto: 1% di proteine, 85% di fibre e 9% di umidità.

4.2. Applicazione delle fibre di Acacia (Emulgold) nel pane bianco

Tabella 4.1: Ricetta campione controllo e campione ad alto contenuto di fibre (T1)

Ingredienti	ppm	Controllo		T1	
		%	g	%	g
Farina di frumento		100	3100	100	3000
Acqua		57.00	1767	51.70	1551
Lievito		3.50	108.5	3.50	105
Sale		1.40	43.4	1.40	42
Grasso alimentare		1.00	31	1.00	30
Acido ascorbico	60		0.186		0.18
Enzimi	55		0.1705		0.1705
Propionato di calcio		0.4	12.4	0.4	12
Fibra di acacia				8.15	244.5
TOTALE			5063		4985

Per ottenere un elevato contenuto di fibre, è stato aggiunto l'8,15% di fibra di acacia (Emulgold™, Kerry ingredients, Irlanda).

Produzione del pane bianco in cassetta

Tutti gli ingredienti sono stati mescolati in un mixer a spirale (Kemper, Germania).

L'impasto di riferimento è stato mescolato per 9 minuti (miscelazione 500/1500), mentre il T1 per 10 minuti e 45 s (miscelazione 500/2000).

4.2. Applicazione delle fibre di Acacia (Emulgold) nel pane bianco

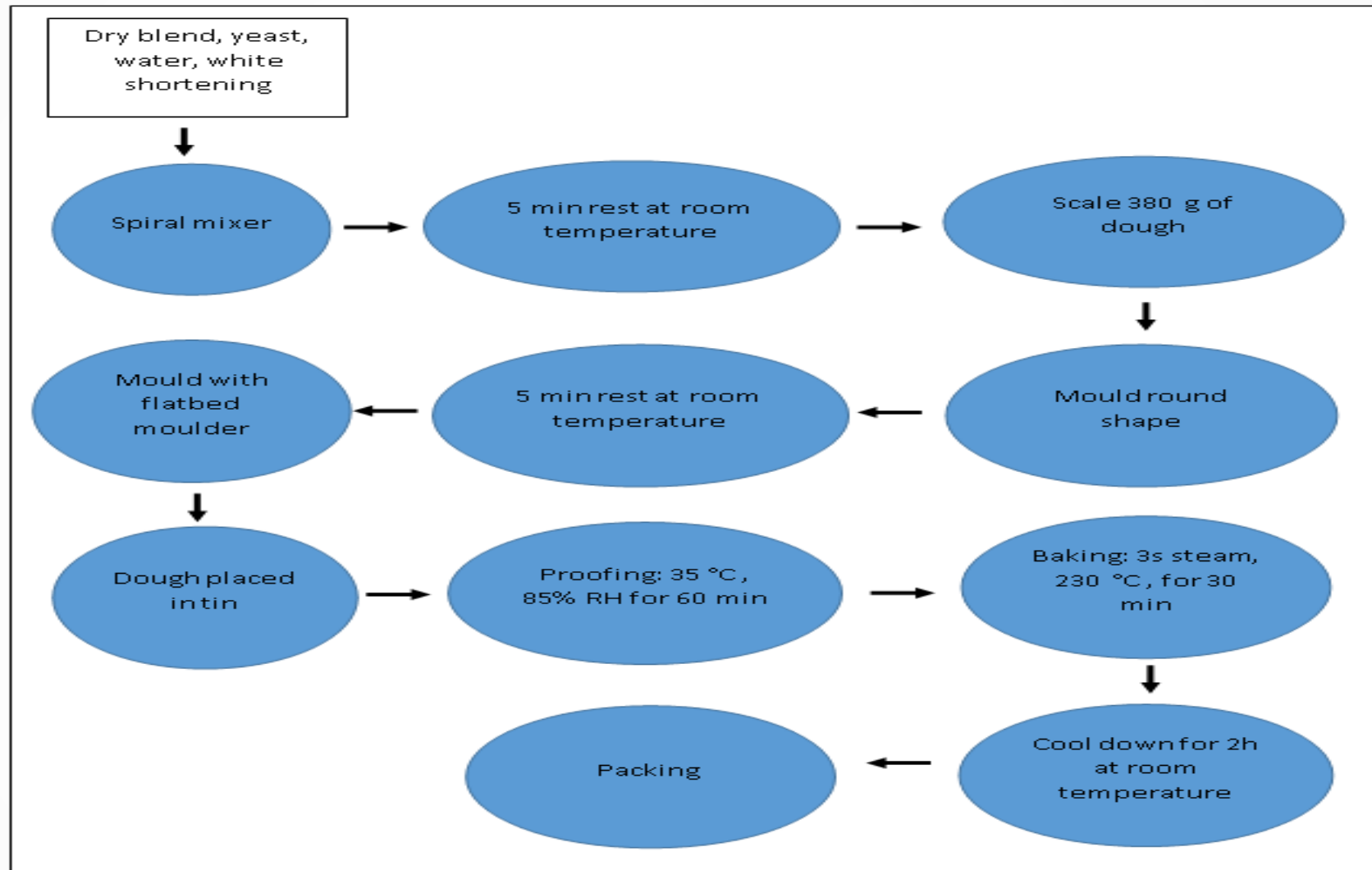


Figura 4.3. Produzione del pane bianco in cassetta

4.2. Applicazione delle fibre di Acacia (Emulgold) nel pane bianco

Misurazioni della qualità del pane

Sono state effettuate diverse misurazioni per valutare la qualità dei prodotti da forno, tra cui il contenuto di umidità (AACC Standard 44-154A) e l'attività dell'acqua (mod. Aqualab CX-2, Decagon Devices Inc.TM, Washington, USA) durante il periodo di conservazione.

Per valutare la compattezza e la resilienza della mollica (la capacità della mollica di recuperare la forma originaria dopo l'applicazione di una forza di compressione) è stato utilizzato un analizzatore di struttura (TA.XT Plus, Stable Micro System, UK; Figura 4.4.a) dotata di una cella di carico da 5 kg.

Nei test è stata utilizzata una sonda da 35 mm e a due fette di pane (spessore di 12,5 mm per ogni fetta) è stata applicata una doppia compressione a 1 mm/s fino al 50% della loro altezza originale. Tra le due compressioni è stato applicato un intervallo di 30 secondi.

L'analisi è stata effettuata durante l'intero periodo di conservazione del prodotto (giorno+1, giorno+4, giorno+11).

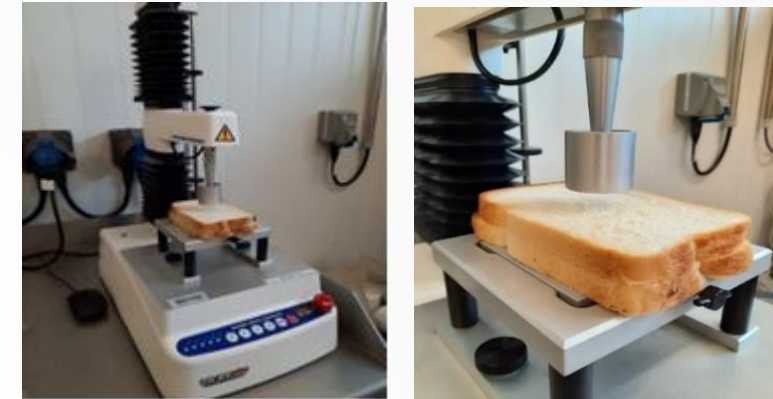


Figura 4.4. a) Analizzatore di struttura (TA.XT Plus, Stable Micro System, Regno Unito); b) Sonda da 35 mm

Tabella 4.2. Parametri di produzione

	Controllo	T1
Tempo di cottura (min)	30	30
Tempo di lievitazione (min)	60	60
pH	6	5.8
Temperatura dell'impasto (°C)	25	27

4.2. Applicazione delle fibre di Acacia (Emulgold) nel pane bianco

Qualità del pane

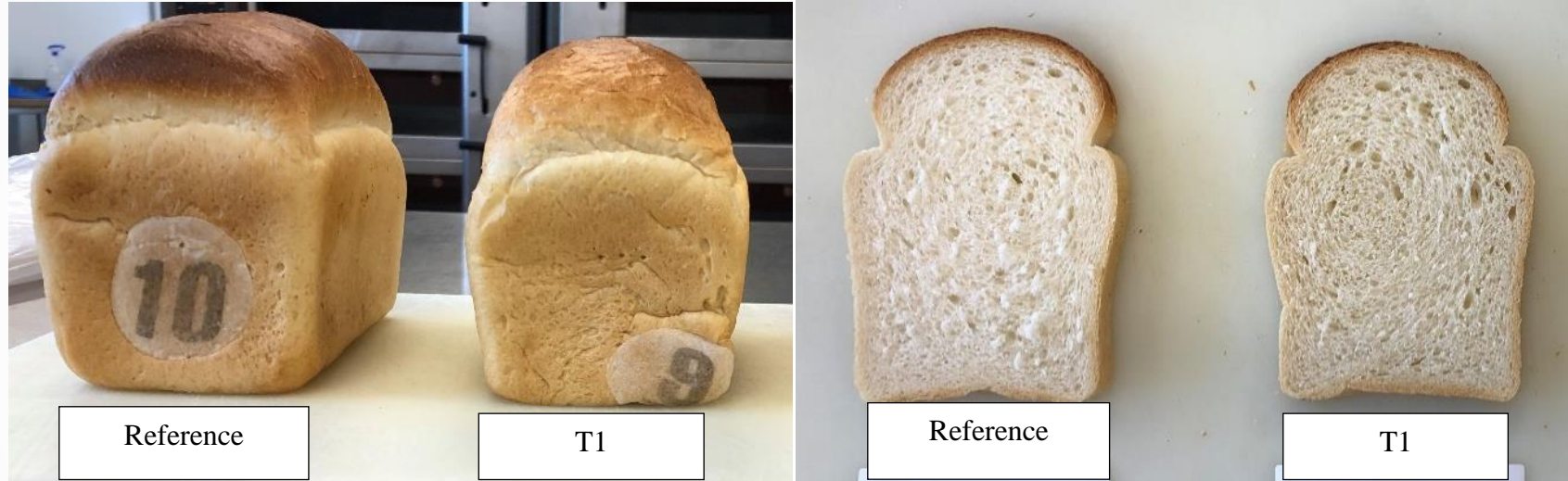


Figura 4.5: Immagini delle pagnotte e delle fette di pane del pane controllo (Reference) e ad alto contenuto di fibre (T1).

4.2. Applicazione delle fibre di Acacia (Emulgold) nel pane bianco

Conclusioni

L'aggiunta di fibra di acacia non ha avuto effetti negativi sulla reologia dell'impasto, sulla lavorabilità, sulla consistenza, sull'aspetto e sul gusto del prodotto.

Tuttavia, sono state apportate alcune modifiche alla ricetta utilizzata e al processo. Il contenuto di acqua è stato modificato e il tempo di impastamento è stato prolungato per ottenere un prodotto finale con le stesse caratteristiche qualitative.

Nei campioni di pane il contenuto di fibra alimentare totale è stato valutato in base al metodo enzimatico gravimetrico AOAC 991.43 (Lee, Prosky, & DeVries, 1992).

I risultati ottenuti hanno confermato la validità dell'indicazione "ad alto contenuto di fibre" (Tabella 4.3).

Tabella 4.3. *Profilo nutrizionale dei pani controllo e T1 (ad alto contenuto di fibre).*

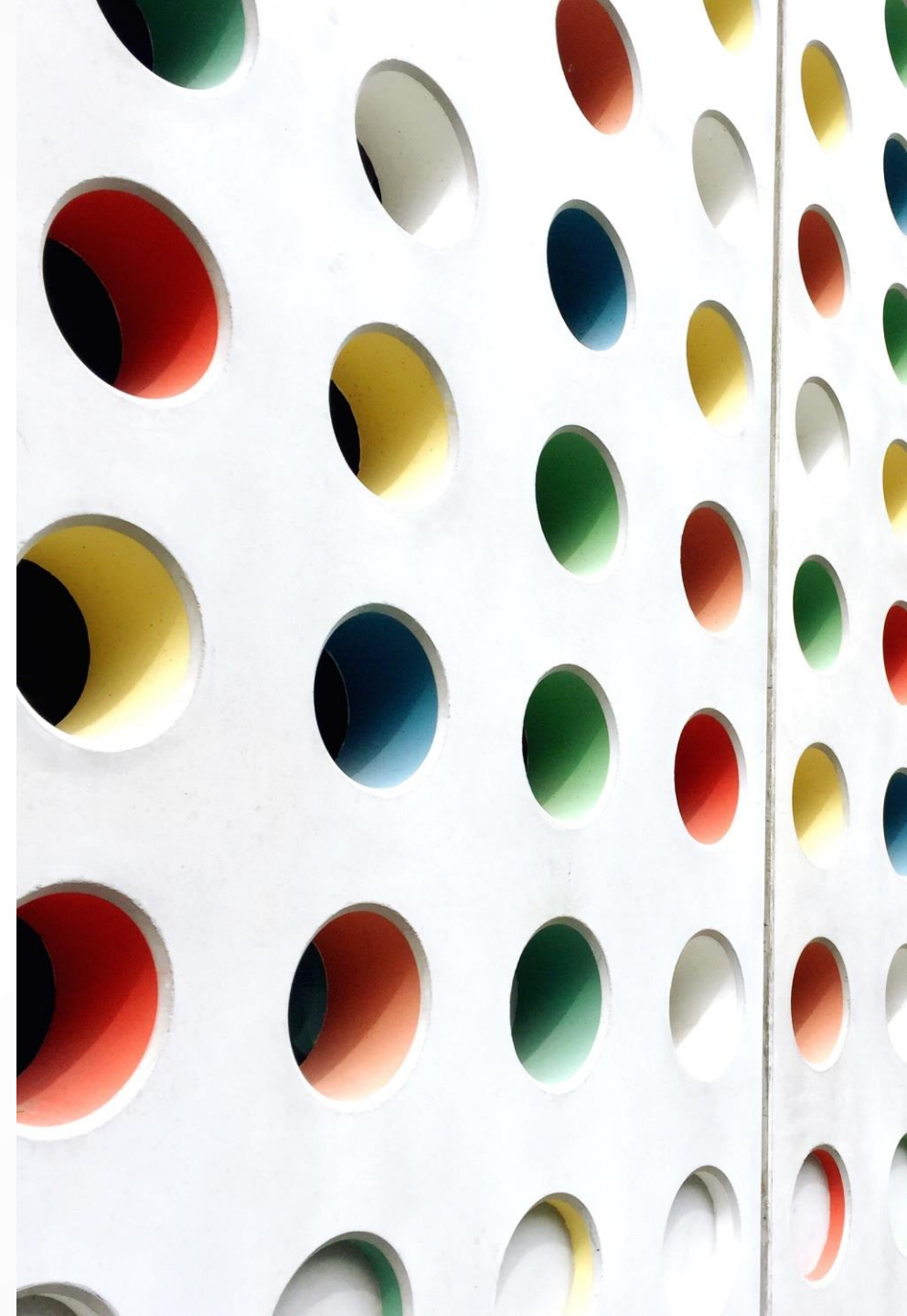
Profilo nutrizionale (100g)	Energia (Kcal)	Lipidi (g)	Proteine (g)	Carboidrati (g)	Fibre (g)
Controllo	258	1,6	8,0	50,6	1,6
T1 (ad alto contenuto di fibre; Emulgold™)	247	1,5	7,8	52,9	6

Bibliography

- A. Skendi, C.G. Biliaderis, Papageorgiou, M., & Izydorczyk, M. (2010). Effects of two barley β -glucan isolates on wheat flour dough and bread properties. *Food Chemistry*, 119, 1159-1167.
- Allgeyer, L., Miller, M., & Lee, S.-Y. (2010). Sensory and microbiological quality of yogurt drinks with prebiotics and probiotics. *Journal of Dairy Science*, 93(10), 4471-4479.
- Almeida, E., Chang, Y., & Steel, C. (2013). Dietary fibre sources in bread: influence on technological quality. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, 50, 545-553.
- BAKERpedia. (2020, April 29). Inulin, baking ingredients. Retrieved from BAKERpedia: <https://bakerpedia.com/ingredients/inulin/#:%7E:text=Inulin%20can%20be%20used%20as,hydration%20and%20dough%20handling%20properties>
- Bhise, S., Kaur, A., & Aggarwal, P. (2013). Change in baking and sensory properties of wheat bread and muffins with addition of grapes. *HortFlora Research Spectrum*, 2(1), 20-24.
- Boseley, S. (2019, January 10). High fibre diets cut heart disease risk landmark study finds. Retrieved from The Guardian: <https://www.theguardian.com/lifeandstyle/2019/jan/10/high-fibre-diets-cut-heart-disease-risk-landmark-study-finds>
- Calame, W., Thomassen, F., Hull, S., Viebke, C., & Siemensma, A. (2011). Evaluation of satiety enhancement, including compensation, by blends of gum arabic. *Appetite*, 57(2), 359-364.
- Foschia, M., Peressini, D., Sensidoni, A., & Brennan, C. (2013). The effects of dietary fibre addition on the quality of common cereal products. *Journal of Cereal Science*, 58(2), 216-227.
- Gómez, M., Oliete, B., Rosell, C., Pando, V., & Fernández, E. (2008). Studies on cake quality made of wheat-chickpea flour blends. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, 41, 1701-1709.
- Jin, Q., Li, X., Cai, Z., Zhang, F., Yadav, M., & Zhang, H. (2017). A comparison of corn fiber gum, hydrophobically modified starch, gum arabic and soybean soluble polysaccharide: Interfacial dynamics, viscoelastic response at oil/water interfaces and emulsion stabilization mechanisms. *Food Hydrocolloids*, 70, 329-344.
- Jingwen, X., Yonghui, L., Yong, Z., Donghai, W., & Weiqun, W. (2021). Influence of antioxidant dietary fiber on dough properties and bread qualities: A review. *Journal of Functional Foods*, 80.
- Kohajdová, Z., Karovičová, J., & Jurasová, M. (2012). Influence of carrot pomace powder on the rheological characteristics of wheat flour dough and on wheat rolls quality. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 11(4), 381-387.
- Lebesi, D., & Tzia, C. (2011). Effect of the addition of different dietary fiber and edible cereal bran sources on the baking and sensory characteristics of cupcakes. *Food and Bioprocess Technology*, 4, 710-722.
- Lee, S., Prosky, L., & DeVries, J. (1992). Determination of total, soluble and insoluble fiber foods. *Journal of AOAC INTERNATIONAL*, 75, 395-416.
- Marín, F., Soler-Rivas, C., Benavente-García, O., Castillo, J., & Pérez-Alvarez, J. (2007). By-products from different citrus processes as a source of customized functional fibres. *Food Chemistry*, 100(2), 736-741.
- Paciulli, M., Littardi, P., Carini, E., Paradiso, V., Castellino, M., & Chiavaro, E. (2020). Inulin-based emulsion filled gel as fat replacer in shortbread cookies: Effects during storage. *LWT-Food Science and Technology*, 133, 109888.
- Peressini, D., & Sensidoni, A. (2009). Effect of soluble dietary fibre on rheological and breadmaking properties of wheat doughs. *Journal of Cereal Science*, 49, 190-201.
- Phillips, G., Ogasawara, T., & Ushida, K. (2008). The regulatory and scientific approach to defining gum arabic (*Acacia senegal* and *Acacia seyal*) as a dietary fibre. *Food Hydrocolloids*, 22(1), 24-35.
- Samakradhamrongthai, R., Jannu, T., Supawan, T., Khawsud, A., Aumpa, P., & Renaldi, G. (2021). Inulin application on the optimization of reduced-fat ice cream using response surface methodology. *Food Hydrocolloids*, 119, 106873.
- Shoaib, M., Shehzad, A., Omar, M., Rakha, A., Raza, H., Sharif, H., . . . Niazi, S. (2016). Inulin: properties, health benefits and food applications. *Carbohydrate Polymers*, 147, 444-454.
- Slavin, J. (2013). Fiber and Prebiotics: Mechanisms and Health Benefits. *Nutrients*, 5(4), 1417-1435.
- Soliman, G. (2019). Dietary fiber, atherosclerosis, and cardiovascular disease. *Nutrients*, 11(5), 1155.
- Sudha, M., Baskaran, V., & Leelavathi, K. (2007). Apple pomace as a source of dietary fiber and polyphenols and its effect on the rheological characteristics and cake making. *Food Chemistry*, 104, 686-692.
- VITACEL Wheat Fibre Awarded with the ECARF Seal of Quality. (2007, December 5). Retrieved from Foodingredientsfirst: <https://www.foodingredientsfirst.com/news/vitacel-wheat-fibre-awarded-with-the-ecarf-seal-of-quality.html>

CAPITOLO 5.

**Tecnologie per la produzione
di prodotti da forno con
l'aggiunta di probiotici per la
regolazione delle funzionalità
dell'apparato digerente**

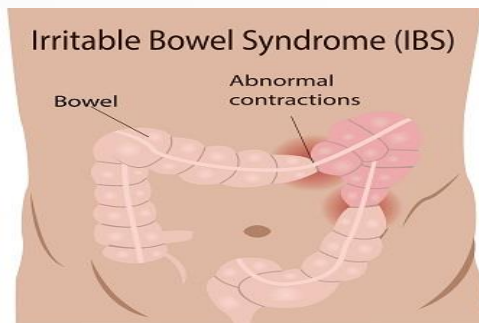


INTRODUZIONE

Innovazioni nel settore della panificazione basate sulla fortificazione con probiotici per regolare le funzionalità del sistema digerente

5.1. Microbiota intestinale e disturbi del tratto digerente

Negli ultimi anni, un'ampia letteratura scientifica ha evidenziato il legame tra le alterazioni del microbiota intestinale e i sintomi associati allo sviluppo e al decorso clinico di diverse malattie gastrointestinali, tra cui la sindrome dell'intestino irritabile e la celiachia (Cristofori, Indrio, Miniello, De Angelis, & Francavilla, 2018; De Angelis et al., 2021). In questa sede, abbiamo fornito una panoramica concisa della relazione tra microbiota intestinale e malattie gastrointestinali, concentrandoci sugli approcci basati sui microrganismi per migliorare i sintomi delle patologie (Figura 1) (Pecora, Persico, Gismondi, Fornaroli, Iuliano, De Angelis, & Esposito, 2020). Oltre alla somministrazione orale di lattobacilli e/o *Bifidobacterium* tradizionali, i ricercatori stanno valutando l'efficacia di nuovi candidati probiotici, in particolare specie che formano spore e che possono conservare la loro vitalità nelle condizioni del tratto gastrointestinale (Francavilla et al., 2019; De Angelis et al., 2021).

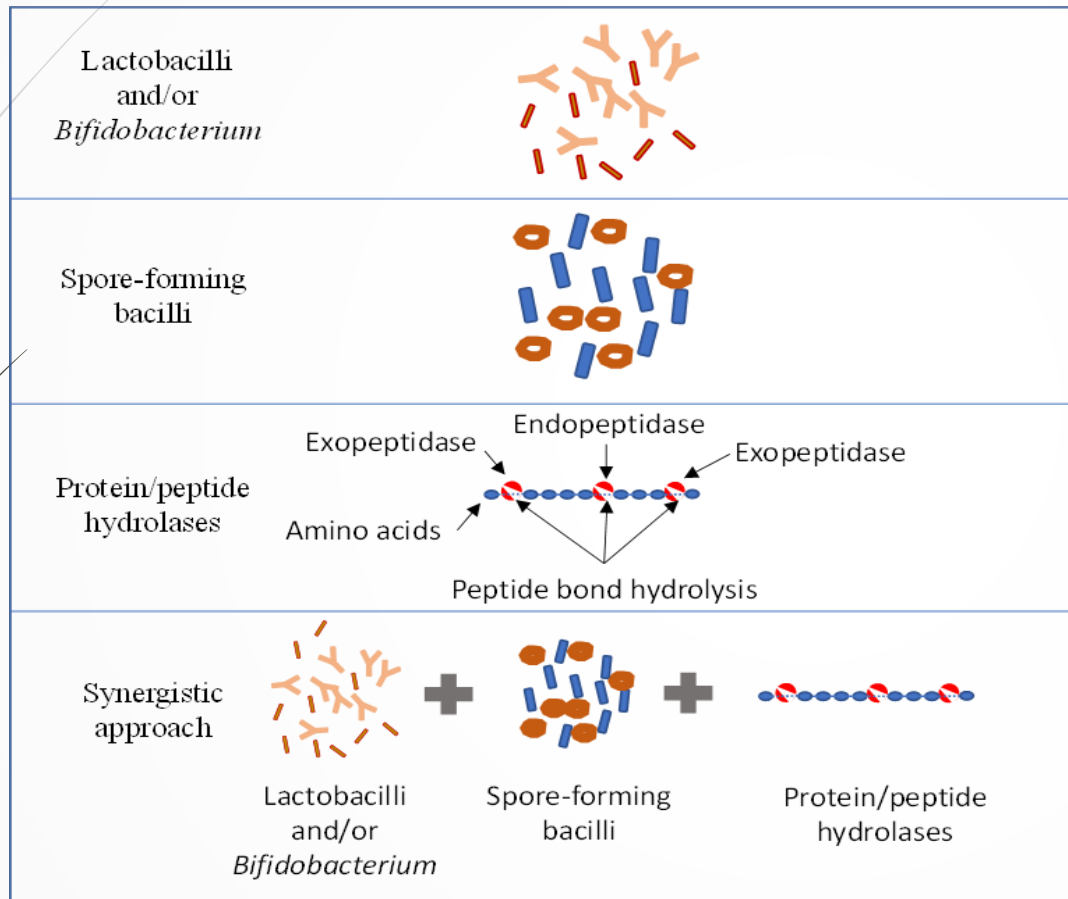


Secondo un recente studio, la somministrazione orale di una combinazione multispecie di lattobacilli e *Bifidobacterium* permette di alleviare i sintomi della sindrome dell'intestino irritabile (IBS) dei pazienti celiaci (CD) sottoposti a una rigorosa dieta priva di glutine (Francavilla et al., 2019; De Angelis et al., 2021). Sebbene non siano state fornite prove concrete della sopravvivenza microbica e dell'effettiva degradazione del glutine in condizioni gastrointestinali, il trattamento ha portato a un cambiamento benefico nella composizione del microbiota intestinale.

Tuttavia, per la traduzione clinica di queste preparazioni microbiche, è importante dimostrare la loro sopravvivenza nelle condizioni gastrointestinali, associarli all'attività contro gli epitopi del glutine, nonché ampliare la gamma di microrganismi probiotici candidati (Francavilla, Cristofori, Vacca, Barone, De Angelis, 2020). Un'ulteriore opzione è l'uso di idrolasi proteiche/peptidiche (ad es. glutanasi) purificate da fonti microbiche (ad es. *Bacillus stearothermophilus*, *Bacillus thermoproteolyticus*, *Bacillus licheniformis*, *Streptomyces griseus* e *Aspergillus niger*) o matrici vegetali (Serena, Kelly, & Fasano, 2019).

GENERAL

5.1. Microbiota intestinale e disturbi del tratto digerente



I limiti di questo approccio possono essere ricondotti alle limitate evidenze sulla loro efficacia nelle condizioni gastrointestinali e al rischio di idrolisi parziale del glutine, che può portare a un aumento degli epitopi tossici anziché a una loro diminuzione (Krishnareddy, Stier, Recanati, Lebwohl, & Green, 2017). Recentemente è stato proposto un approccio sinergico che combina la somministrazione orale di batteri selezionati (da un ampio pool di *Bacillus* spp., lattobacilli, *Pediococcus* spp. e *Weissella* spp.) ed enzimi proteolitici commerciali (De Angelis et al., 2021). Due consorzi microbici (Consortio 4: *Lactiplantibacillus plantarum* DSM33363 e DSM33364, *Lacticaseibacillus paracasei* DSM33373, *Bacillus subtilis* DSM33298 e *Bacillus pumilus* DSM33301; e Consortio 16: *Lactiplantibacillus plantarum* DSM33363 e DSM33364, *Lacticaseibacillus paracasei* DSM33373, *Limosilactobacillus reuteri* DSM33374, *Bacillus megaterium* DSM33300, *Bacillus pumilus* DSM33297 e DSM33355), contenenti enzimi commerciali (*Aspergillus oryzae* E1, *Aspergillus niger* E2, *Bacillus subtilis* Veron HPP e Veron PS proteasi) hanno permesso di convertire il glutine in peptidi non tossici e non immunogeni in condizioni gastrointestinali (De Angelis et al., 2021).

Figura 5.1. Principali approcci basati sull'utilizzo dei microrganismi per migliorare i sintomi associati a disturbi gastro-intestinali.

5.2. Ruolo e applicazione delle colture probiotiche nella panificazione

Fino a questo punto abbiamo descritto il potenziale dei microrganismi probiotici nel migliorare i sintomi dei disturbi dell'apparato digerente. Da un'analisi preliminare, i prodotti da forno possono essere un buon veicolo per l'assunzione di microrganismi probiotici, in quanto sono alimenti di base consumati da persone di diverse fasce di età e in varie occasioni. Inoltre, i prodotti da forno contengono prebiotici che possono favorire la crescita dei microrganismi probiotici.

Tabella 5.1. Tecnologie di cottura per varie tipologie di prodotti da forno (adattato da Arepally, Reddy, Goswami, & Coorey, 2022).

Prodotto da forno	Tecnologia
Pane	Convezione
	Microonde
	Infrarossi + microonde
	Cottura a vapore
Pan bread	Essiccazione + convezione
Biscotti	Convezione
	Microonde
	Convezione + microonde
	Cottura a vapore + cottura a convezione
	Cottura sottovuoto
Prodotti dolciari	Convezione + vuoto
	Convezione
	Convezione + vuoto

In realtà, la fortificazione dei prodotti da forno con colture probiotiche pone diverse sfide. Infatti, l'efficacia delle formulazioni probiotiche dipende dalla vitalità dei microrganismi, che deve rimanere elevata durante la lavorazione, la conservazione, fino al consumo e durante il transito nel tratto gastrointestinale superiore. L'ostacolo principale è rappresentato dalle alte temperature di cottura (solitamente comprese tra 160 e 250°C), che possono ridurre significativamente la vitalità dei microrganismi probiotici. Oltre alle combinazioni temperatura/tempo, altri fattori che possono influenzare la vitalità dei probiotici sono il tipo di ingredienti (ad esempio, grano, orzo, miglio, avena, riso, sorgo, quinoa, mais, frutta, ecc.) e la tecnologia di cottura (ad esempio, forno convenzionale, microonde, microonde a infrarossi, vapore e sottovuoto), nonché qualsiasi altra condizione di lavorazione (Tabella 5.1) (Arepally, Reddy, Goswami, & Coorey, 2022; Cappelli, Lupori, & Cini, 2021). Pertanto, ogni prodotto da forno ha una propria unicità che richiede uno studio specifico per sviluppare una formulazione probiotica (Figura 5.2).

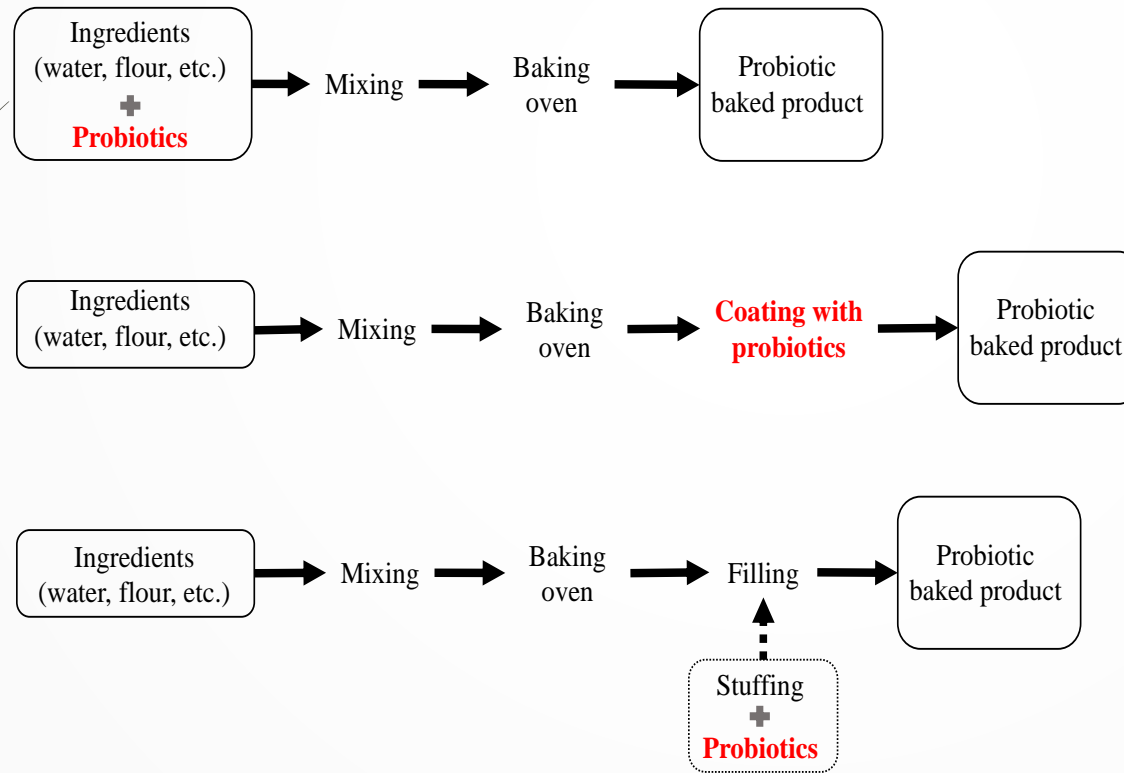


Figura 5.2. Illustrazione schematica dei metodi di applicazione dei probiotici ai prodotti da forno: (i) probiotici aggiunti all'impasto; (ii) probiotici applicati sulla superficie del prodotto da forno; probiotici aggiunti al ripieno del prodotto da forno (adattato da Arepally, Reddy, Goswami, & Coorey, 2022).

5.2.1. Microincapsulamento di cellule per l'incorporazione di probiotici in prodotti da forno

Per proteggere le colture probiotiche dalle molteplici sollecitazioni che incontrano durante la cottura e per garantire un'elevata vitalità fino all'assunzione da parte del consumatore, la microincapsulamento è stata proposta come una valida soluzione tecnologica. La microincapsulamento consiste nell'intrappolare le cellule microbiche all'interno di un materiale disperso, al fine di proteggere le cellule e controllarne il rilascio (Frakolaki, Giannou, Kekos, & Tzia, 2021; Camelo-Silva, Verruck, Ambrosi, & Di Luccio, 2022). Ciò avviene generalmente attraverso processi fisico-chimici o meccanici. Lo strato protettivo deve essere costituito da un supporto o da un materiale commestibile. Inoltre, l'uso di matrici contenenti sostanze prebiotiche (ad esempio fibre, acidi fenolici, flavonoidi e betacianine, ecc.) può contribuire a migliorare la vitalità dei probiotici durante e dopo l'incapsulamento.

L'efficacia del trattamento di microincapsulamento dipende dalle caratteristiche dello strato esterno e dalla tecnologia di incapsulamento. Le tecnologie di incapsulamento più comunemente utilizzate includono l'essiccazione a spruzzo, la refrigerazione a spruzzo, l'estrusione, la liofilizzazione e l'emulsione (Tabella 5.2) (Frakolaki, Giannou, Kekos, & Tzia, 2021). La scelta della tecnologia dipende dalla capacità di proteggere le cellule microbiche e dalla facilità di applicazione.

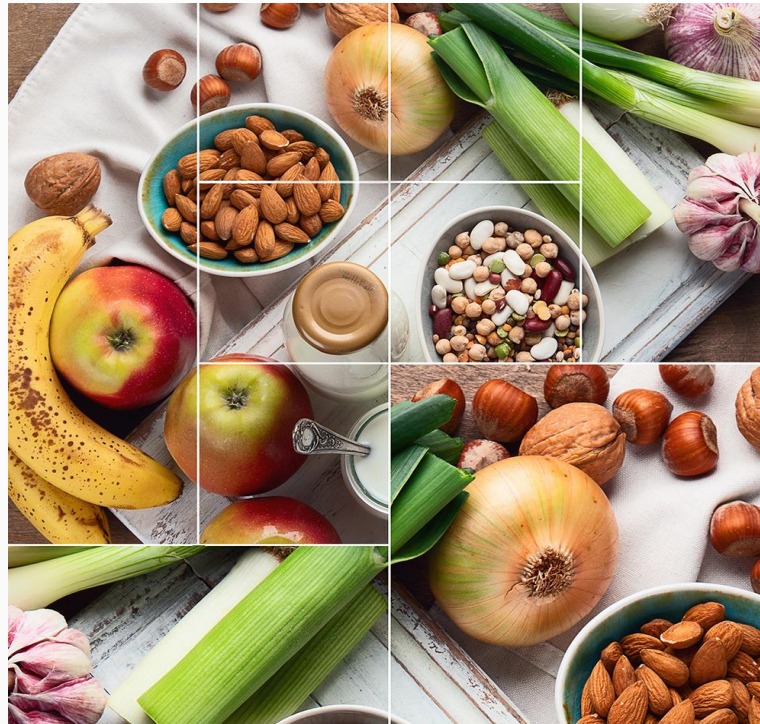


Tabella 5.2.a Microincapsulamento di probiotici e incorporazione in prodotti da forno (adattata da Frakolaki, Giannou, Kekos, & Tzia, 2021; Camelo-Silva, Verruck, Ambrosi, & Di Luccio, 2022).

Specie	Tecnologia di incapsulamento	Matrice di incapsulamento	Prodotto	Riferimento
<i>Lactiplantibacillus plantarum</i>	Emulsificazione	Alginato, maltodestrina, pectina, olio di canola, tween 80	Cupcake	Dong, Luan, & Thuy 2020
<i>Lactiplantibacillus plantarum</i>	Emulsificazione	Latte scremato o rivestimento κ-carragenano con latte scremato, olio vegetale, tween 80	Cupcake	Dong, Luan, Thuy, 2020
<i>Lacticaseibacillus casei</i>	Emulsificazione	Alginato di calcio, amido resistente	Torte farcite	Khosravi Zanjani, Babak, Sharifan, Mohammadi, Bakhoda, & Madanipour. 2012.
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	Emulsificazione	Alginato, gelatina di pesce	Pane	Hadidi, Majidiyan, Jelyani, Moreno, Hadian, & Mousavi Khanegah, 2021
<i>Lactobacillus acidophilus</i> , <i>Lacticaseibacillus casei</i>	Emulsificazione	Alginato di calcio, amido resistente di mais, chitosano	Pane per hamburger	Seyedain-Ardabili, Sharifan, & Tarzi 2016
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	Spray drying	Proteine isolate del siero di latte, CMC, pectina, inulina, sciroppo d'agave	Pane	Altamirano-Fortoul et al. 2012

Table 5.2.b Microincapsulamento di probiotici e incorporazione in prodotti da forno (adattata da Frakolaki, Giannou, Kekos, & Tzia, 2021; Camelo-Silva, Verruck, Ambrosi, & Di Luccio, 2022).

Specie	Tecnologia di incapsulamento	Matrice di incapsulamento	Prodotto	Riferimento
<i>Lactobacillus acidophilus</i> , <i>Lacticaseibacillus casei</i>	Emulsificazione	Alginato di calcio, amido resistente di mais, chitosano	Pane per hamburger	Seyedain-Ardabili, Sharifan, & Tarzi 2016
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	Spray drying	Proteine isolate del siero di latte, CMC, pectina, inulina, sciroppo d'agave	Pane	Altamirano-Fortoul et al. 2012
<i>Limosilactobacillus reuteri</i>	Spray drying	Sodio alginato, chitosano	Soufflé al cioccolato	Malmo, La Storia, & Mauriello 2013
<i>Saccharomyces boulardii</i> , <i>Lactobacillus acidophilus</i> , <i>Bifidobacterium bifidum</i>	Spray chilling + spray drying or spray drying + spray chilling	Gomma arabica, β -ciclodestrina, olio di palma idrogenato	Torte	Arslan-Tontul, Erbas, & Gorgulu, 2019
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	Granulazione e rivestimento a letto fluido	Primo strato: xantano, alginato; secondo strato: chitosano, gellano	Pane	Mirzamani, Bassiri, Tavakolipour, Azizi, & Kargozari, 2021
<i>Lacticaseibacillus rhamnosus</i>	Estrusione	WPI	Biscotti	Reid et al. 2007

5.2.2. Probiotici sporigeni

Le colture di *Bacillus* gram-positivi, aerobi, non patogeni, sporigeni hanno dimostrato una maggiore resistenza ai processi di lavorazione degli alimenti e alle condizioni gastrointestinali rispetto ai ceppi probiotici di lattobacilli e *Bifidobacterium*, soprattutto grazie alla loro capacità di formare spore. Pertanto, *Bacillus* spp. può rappresentare una valida soluzione biotecnologica per la fortificazione dei prodotti da forno con colture probiotiche, a condizione che siano riconosciute come sicure e che le loro proprietà probiotiche siano supportate da prove scientifiche. Le spore di *Bacillus* spp. sono altamente resistenti alle alte temperature di cottura, ai bassi valori di pH, alle carenze di nutrienti e alle alte concentrazioni di zucchero. Presentano inoltre una forte stabilità gastrica e possono essere conservate in condizioni non refrigerate. Inoltre, queste spore non compromettono le proprietà nutrizionali e sensoriali del prodotto da forno. In questo contesto, ricercatori e produttori di integratori/additivi alimentari hanno selezionato e commercializzato ceppi di *Bacillus* probiotici che formano spore, adatti alla fortificazione dei prodotti da forno (Tabella 5.3).

Tabella 5.3. Ceppi di *Bacillus* sporigeni con presunte proprietà probiotiche sfruttate nei prodotti da forno.

Ceppi probiotici	Prodotti	Riferimenti
<i>Bacillus subtilis</i> R0179	Pane, biscotti, torte, focaccine, muffin, pizza, ciambelle, croissant, pretzel morbidi, tortillas, brownies, barrette a base di cereali, cracker, waffle, cereali per la colazione, ecc.	GRAS Notice (GRN) No. 1007 Part 2
<i>Bacillus coagulans</i> GBI-30	Muffin, pane, barrette di cereali, ecc.	GRAS Notice (GRN) No. 660
<i>Bacillus subtilis</i> ActiBio®-BS	Pane, torte, muffin, ecc.	Registration no: 3590758 FDA no: 16806073982
<i>Bacillus coagulans</i> 15BN ActiBio®-BC	Pane, torte, muffin, ecc.	Registration no: 3590758 FDA no: 16806073982

5.2.3. GannedenBC30 (*Bacillus coagulans* GBI-30, 6086)

GannedenBC30 (*Bacillus coagulans* GBI-30, 6086) è un ingrediente probiotico adatto alla fortificazione di prodotti da forno grazie alla sua robustezza e praticità.

È già utilizzato nella formulazione di oltre 1.000 prodotti alimentari, bevande e mangimi commercializzati da diversi marchi. Si basa su spore che rimangono vitali anche in caso di processi di produzione e condizioni gastrointestinali difficili, per cui è particolarmente adatto alla fortificazione dei prodotti da forno. La sua applicazione e la sua efficacia probiotica sono supportate da un'ampia letteratura. In particolare, può sostenere la salute dell'apparato digerente, il sistema immunitario e l'assorbimento delle proteine (Figura 5.3) (Kalman et al., 2009; Hun, 2009; Dolin, 2009; Jensen et al., 2010; Kimmel et al., 2010; Maathuis et al., 2010; Nyangale et al., 2015; Jäger et al., 2016; Gepner et al., 2017; Keller et al., 2017; Anaya-Loyola et al., 2019; Stecker et al., 2020).

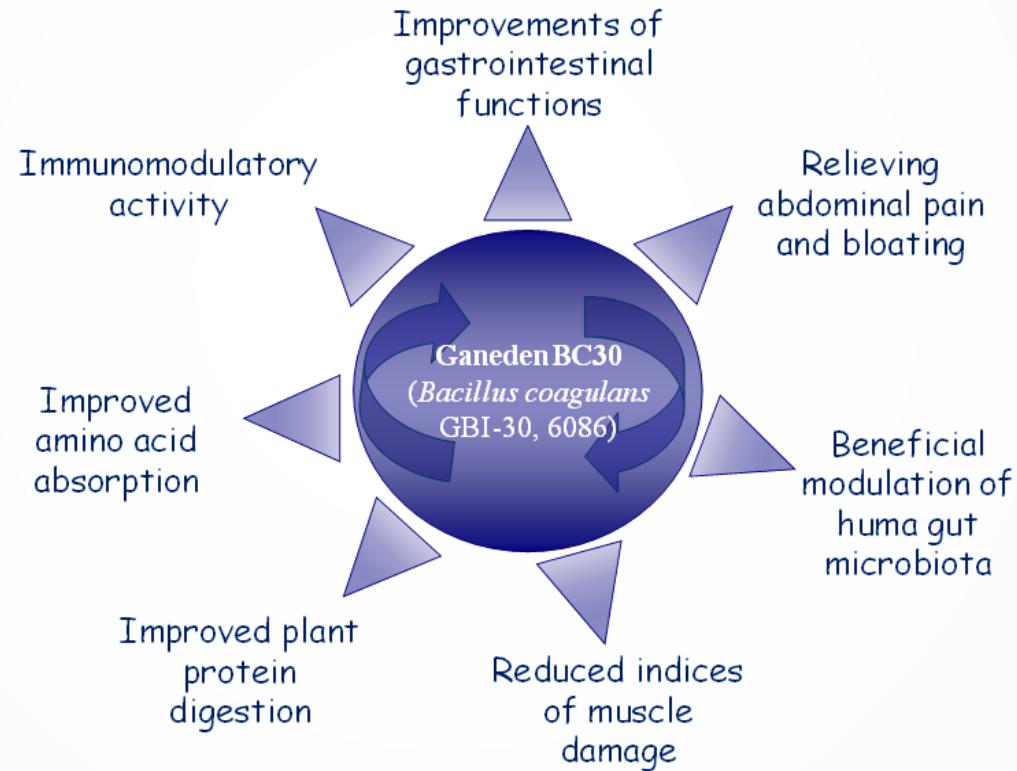


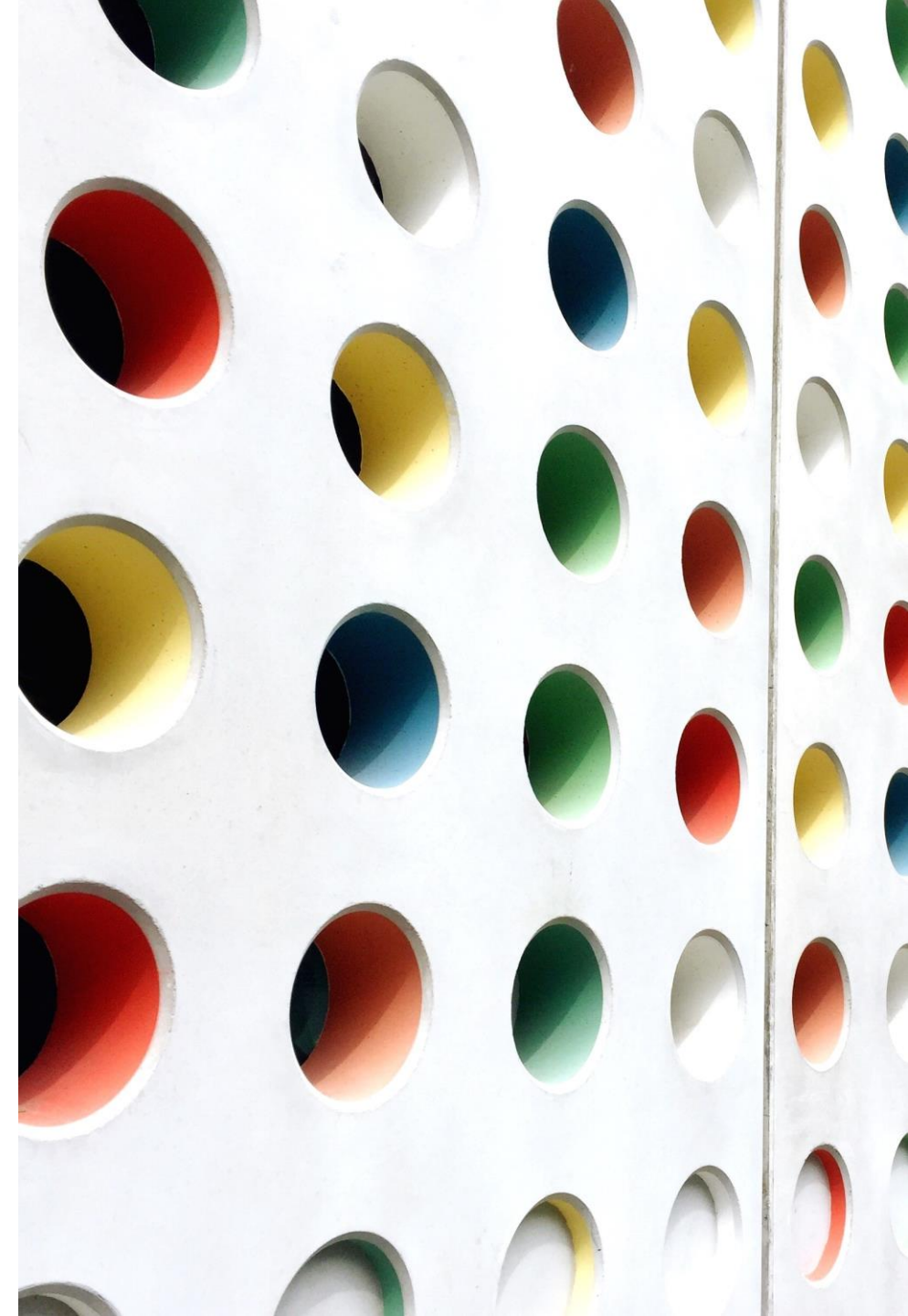
Figura 5.3. Proprietà funzionali di GannedenBC30 (*Bacillus coagulans* GBI-30, 6086).

Bibliografia

- Pecora, F., Persico, F., Gismondi, P., Fornaroli, F., Iuliano, S., De'Angelis, G. L., & Esposito, S. (2020). Gut Microbiota in Celiac Disease: Is There Any Role for Probiotics?. *Frontiers in Immunology*, 11, 957.
- Cristofori, F., Indrio, F., Miniello, V. L., De Angelis, M., & Francavilla, R. (2018). Probiotics in celiac disease. *Nutrients*, 10(12), 1824.
- De Angelis, M., Siragusa, S., Vacca, M., Di Cagno, R., Cristofori, F., Schwarm, M., Pelzer, S., Flügel, M., Speckmann, B., Francavilla, R., Gobbetti, M. (2021). Selection of Gut-Resistant Bacteria and Construction of Microbial Consortia for Improving Gluten Digestion under Simulated Gastrointestinal Conditions. *Nutrients*, 13, 992.
- Francavilla, R., Piccolo, M., Francavilla, A., Polimeno, L., Semeraro, F., Cristofori, F., Castellaneta, S., Barone, M., Indrio, F., Gobbetti, M. and De Angelis, M. (2019) Clinical and microbiological effect of a multispecies probiotic supplementation in celiac patients with persistent IBS-type symptoms: A randomized, double-blind, placebo-controlled, multicenter trial. *Journal of Clinical Gastroenterology*, 53, e117.
- Francavilla, R.; Cristofori, F.; Vacca, M.; Barone, M.; De Angelis, M. (2020). Advances in understanding the potential therapeutic applications of gut microbiota and probiotic mediated therapies in celiac disease. *Expert Rev. Gastroenterol. Hepatol.*, 14, 323–33.
- Serena, G., Kelly, C. P., & Fasano, A. (2019). Nondietary therapies for celiac disease. *Gastroenterology Clinics*, 48(1), 145-163.
- Krishnareddy, S., Stier, K., Recanati, M., Lebwohl, B., & Green, P. H. (2017). Commercially available glutenases: a potential hazard in coeliac disease. *Therapeutic advances in gastroenterology*, 10(6), 473-481.
- Arepally, D., Reddy, R. S., Goswami, T. K., & Coorey, R. (2022). A Review on Probiotic Microencapsulation and Recent Advances of their Application in Bakery Products. *Food and Bioprocess Technology*, 1-23.
- Cappelli, A., Lupori, L., & Cini, E. (2021). Baking technology: A systematic review of machines and plants and their effect on final products, including improvement strategies. *Trends in Food Science & Technology*, 115, 275-284.
- Frakolaki, G., Giannou, V., Kekos, D., & Tzia, C. (2021). A review of the microencapsulation techniques for the incorporation of probiotic bacteria in functional foods. *Critical reviews in food science and nutrition*, 61(9), 1515-1536.
- Camelo-Silva, C., Verruck, S., Ambrosi, A., & Di Luccio, M. (2022). Innovation and Trends in Probiotic Microencapsulation by Emulsification Techniques. *Food Engineering Reviews*, 1-29.
- Hadidi, M., Majidiyan, N., Jelyani, A. Z., Moreno, A., Hadian, Z., & Mousavi Khanegah, A. (2021). Alginate/fish gelatin-encapsulated *Lactobacillus acidophilus*: A study on viability and technological quality of bread during baking and storage. *Foods*, 10(9), 2215.
- Mirzamani, S. S., Bassiri, A. R., Tavakolipour, H., Azizi, M. H., & Kargozari, M. (2021). Survival of fluidized bed encapsulated *Lactobacillus acidophilus* under simulated gastro-intestinal conditions and heat treatment during bread baking. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 15(6), 5477-5484.
- Muzzafar, A., & Sharma, V. (2018). Microencapsulation of probiotics for incorporation in cream biscuits. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 12(3), 2193–2201.
- Zhang, L., Chen, X. D., Boom, R. M., & Schutyser, M. A. (2018). Survival of encapsulated *Lactobacillus plantarum* during isothermal heating and bread baking. *LWT- Food Science and Technology*, 93, 396–404.
- Arslan-Tontul, S., Erbas, M., & Gorgulu, A. (2019). The Use of probiotic-loaded single-and double-layered microcapsules in cake production. *Probiotics and antimicrobial proteins*, 11(3), 840-849.
- Dong, L. M., Luan, N. T., & Thuy, D. T. K. (2020). Enhancing the viability rate of probiotic by co-encapsulating with prebiotic in alginate microcapsules supplemented to cupcake production. *Microbiology and Biotechnology Letters*, 48(2), 113-120.
- Dong, L. M., Luan, N. T., Thuy, D. T. K. (2020). The viability of encapsulated *Lactobacillus plantarum* during cupcake baking process, storage, and simulated gastric digestion. *J. Journal of microbiology, biotechnology and food sciences*, 9(6), 1157-1161.
- Seyedain-Ardabili, M., Sharifan, A. and Tarzi, B. G. 2016. The production of synbiotic bread by microencapsulation. *Food Technology and Biotechnology*, 54(1), 52–9.
- Altamirano-Fortoul, R., R. Moreno-Terrazas, A. Quezada-Gallo, and C. M. Rosell. 2012. Viability of some probiotic coatings in bread and its effect on the crust mechanical properties. *Food Hydrocolloids*, 29(1), 166–74.
- Malmo, C., A. La Storia, and G. Mauriello. 2013. Microencapsulation of *Lactobacillus reuteri* DSM 17938 cells coated in alginate beads with chitosan by spray drying to use as a probiotic cell in a chocolate soufflé. *Food and Bioprocess Technology*, 6(3), 795–805.
- Reid, A. A., C. P. Champagne, N. Gardner, P. Fustier, and J. C. Vuilleumard. 2007. Survival in food systems of *Lactobacillus rhamnosus* R011 microentrapped in whey protein gel particles. *Journal of Food Science*, 72(1), M031–37.
- Khosravi Zanjani, M. A. K., G. T. Babak, A. Sharifan, N. Mohammadi, H. Bakhoda, and M. M. Madanipour. 2012. Microencapsulation of *Lactobacillus casei* with calcium alginate-resistant starch and evaluation of survival and sensory properties in cream-filled cake. *African Journal of Microbiology Research* 6 (26):5511–7.
- Côté, J., Dion, J., Burguière, P., Casavant, L., & Eijk, J. V. (2013). Probiotics in bread and baked products: a new product category. *Cereal Foods World*, 58(6), 293-296.
- GRAS Notice (GRN) No. 1007 Part 2. <https://www.fda.gov/media/155853/download>
- GRAS Notice (GRN) No. 660. <https://www.fda.gov/media/100025/download>
- Kalman, D. S., Schwartz, H. I., Alvarez, P., Feldman, S., Pezzullo, J. C., & Krieger, D. R. (2009). A prospective, randomized, double-blind, placebo-controlled parallel-group dual site trial to evaluate the effects of a *Bacillus coagulans*-based product on functional intestinal gas symptoms. *BMC gastroenterology*, 9(1), 1-7.
- Hun, L. (2009). *Bacillus coagulans* significantly improved abdominal pain and bloating in patients with IBS. *Postgraduate medicine*, 121(2), 119-124.
- Dolin, B. J. (2009). Effects of a proprietary *Bacillus coagulans* preparation on symptoms of diarrhea-predominant irritable bowel syndrome. *Methods and findings in experimental and clinical pharmacology*, 31(10), 655-659.
- Kimmel, M., Keller, D., Farmer, S., & Warrino, D. E. (2010). A controlled clinical trial to evaluate the effect of GenedenBC (30) on immunological markers. *Methods and findings in experimental and clinical pharmacology*, 32(2), 129-132.
- Anaya-Loyola, M. A., Enciso-Moreno, J. A., López-Ramos, J. E., García-Marín, G., Álvarez, M. Y. O., Vega-García, A. M., ... & Pérez-Ramírez, I. F. (2019). *Bacillus coagulans* GBI-30, 6068 decreases upper respiratory and gastrointestinal tract symptoms in healthy Mexican scholar-aged children by modulating immune-related proteins. *Food Research International*, 125, 108567.
- Jensen, G. S., Benson, K. F., Carter, S. G., & Endres, J. R. (2010). GenedenBC 30™ cell wall and metabolites: anti-inflammatory and immune modulating effects in vitro. *BMC immunology*, 11(1), 1-14.
- Maathuis, A., Keller, D., & Farmer, S. (2010). Survival and metabolic activity of the GenedenBC30 strain of *Bacillus coagulans* in a dynamic in vitro model of the stomach and small intestine. *Beneficial microbes*, 1(1), 31-36.
- Stecker, R. A., Moon, J. M., Russo, T. J., Ratliff, K. M., Mumford, P. W., Jäger, R., Purpura, M., & Kerksick, C. M. (2020). *Bacillus coagulans* GBI-30, 6086 improves amino acid absorption from milk protein. *Nutrition & Metabolism*, 17(1), 1-11.
- Keller, D., Van Dinter, R., Cash, H., Farmer, S., & Venema, K. (2017). *Bacillus coagulans* GBI-30, 6086 increases plant protein digestion in a dynamic, computer-controlled in vitro model of the small intestine (TIM-1). *Beneficial microbes*, 8(3), 491-496.
- Jäger, R., Shields, K. A., Lowery, R. P., De Souza, E. O., Partl, J. M., Hollmer, C., Purpura, M., & Wilson, J. M. (2016). Probiotic *Bacillus coagulans* GBI-30, 6086 reduces exercise-induced muscle damage and increases recovery. *PeerJ*, 4, e2276.
- Gepner, Y., Hoffman, J. R., Shemesh, E., Stout, J. R., Church, D. D., Varanoske, A. N., Zelicha, H., Shelef, I., Chen, Y., Frankel, H., & Ostfeld, I. (2017). Combined effect of *Bacillus coagulans* GBI-30, 6086 and HMB supplementation on muscle integrity and cytokine response during intense military training. *Journal of Applied Physiology*, 123(1), 11-18.
- Nyangale, E. P., Farmer, S., Cash, H. A., Keller, D., Chernoff, D., & Gibson, G. R. (2015). *Bacillus coagulans* GBI-30, 6086 modulates *Faecalibacterium prausnitzii* in older men and women. *The Journal of nutrition*, 145(7), 1446-1452.

CAPITOLO 6.

**Tecnologia per la
produzione di prodotti
da forno a basso
contenuto di zuccheri e
grassi**



6.1. Principali ingredienti dell'impasto

Gli ingredienti principali dell'impasto sono farina, zucchero e grassi. Tutti questi ingredienti sono nutraceutici ad alto contenuto energetico. La farina contiene carboidrati digeribili (ad esempio glucosio), mentre lo zucchero più comune è il saccarosio (disaccaride di fruttosio e glucosio). I grassi sono esteri di glicerolo e acidi grassi saturi e insaturi. Nei grassi, oltre ai trigliceridi, si trovano molti altri composti, ad esempio le vitamine liposolubili e i colesteroli.

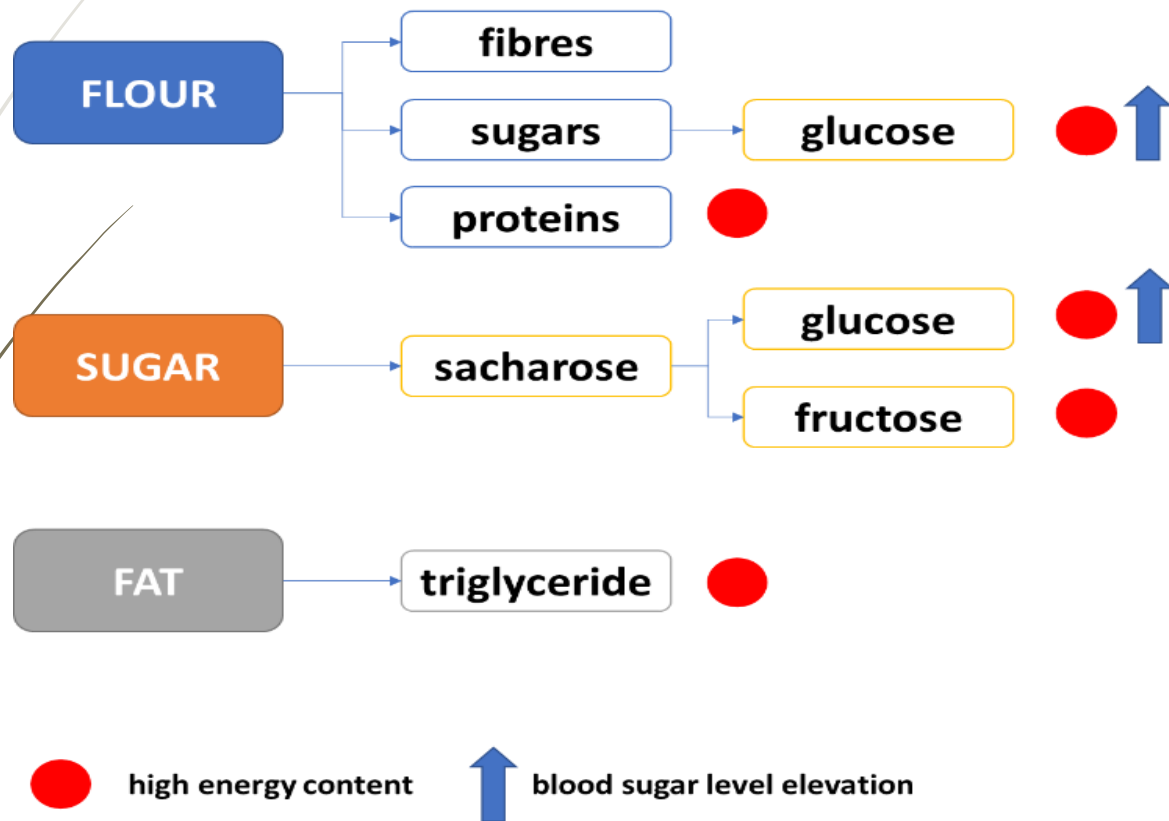


Figura 6.1. Principali ingredienti dell'impasto

Gli zuccheri e i grassi sono una buona fonte di energia. La quantità e la qualità adeguate di questi ingredienti svolgono un ruolo cruciale come carburante per i consumatori senza alcuna condizione di salute. Tuttavia, questi composti possono essere limitati o ristretti nel caso di consumatori con problemi di salute specifici (ad esempio, obesità, diabete, malattie cardiovascolari).

Gli zuccheri che si trasformano in glucosio durante la digestione contribuiscono all'innalzamento della glicemia, pertanto le persone affette da diabete o da insulino-resistenza dovrebbero considerare l'assunzione di una quantità ridotta di questi composti. Tutti i tipi di zuccheri e grassi sono un'elevata fonte di energia; pertanto, è necessario limitarne l'assunzione nel caso di consumatori affetti da obesità. I grassi, soprattutto quelli ad alto contenuto di acidi grassi trans, sono un fattore di rischio per le persone predisposte a problemi di salute cardiovascolare o per i consumatori già affetti da queste condizioni di salute.

La sostituzione o la riduzione della quantità di questi ingredienti potrebbe ridurre il rischio di sviluppare problemi di salute e anche questi prodotti potrebbero avere effetti benefici sulla salute.



6.2. Ruolo dello zucchero e dei grassi nella tecnologia

Sostituire o ridurre la quantità di zuccheri e grassi per ottenere effetti benefici sulla salute potrebbe sembrare un passo logico; tuttavia, il ruolo di questi ingredienti non si limita solo alla fonte di energia e alla fornitura di dolcezza, ma sono importanti nella tecnologia di cottura. L'amido, a temperature più elevate, va incontro a gelatinizzazione, che viene ridotta dall'aggiunta di zuccheri, a causa dell'elevata affinità dello zucchero con l'acqua (Struck, Jaros, Brennan & Rohm, 2014). Inoltre, lo zucchero influenza il colore dei prodotti, l'aroma e la durata di conservazione (Sahin, Zannini, Coffey & Arendt, 2019).

Il grasso o l'olio alterano la struttura delle proteine e dell'amido, evitando che le particelle di glutine e di amido aderiscano l'una all'altra; di conseguenza, i prodotti da forno mostrano una consistenza tenera e ben aerata. Ulteriori contributi dei grassi alla qualità dei prodotti da forno sono: consistenza, sensazione al palato, sapore, lubrificazione, incorporazione di aria e prolungamento della durata di conservazione (Ghotra, Dyal & Narine, 2022).



6.2.1. Strategie per sostituire lo zucchero nei prodotti da forno



Lo zucchero non è solo un agente di carica e fornisce dolcezza ai prodotti, ma ha un ruolo cruciale nella tecnologia, come la regolazione della gelatinizzazione dell'amido alla giusta temperatura, il contributo al sapore dei prodotti, l'influenza sul colore del prodotto e la durata di conservazione. Allo stesso tempo, gli zuccheri tradizionalmente utilizzati (ad esempio il saccarosio) sono anche fonte di glucosio a rapido assorbimento e hanno un elevato contenuto energetico, il che rappresenta un forte svantaggio in diverse condizioni di salute, tra cui obesità, diabete e insulino-resistenza.

Gli agenti sostitutivi dello zucchero devono avere un contenuto limitato di energia e glucosio, ma devono possedere tutte le proprietà necessarie nella tecnologia di cottura. Gli agenti più comuni che vengono utilizzati come sostituti dello zucchero e agenti di carica sono il polidestrosio, l'oligofruztosio e la maltodestrina (Sahin, Zannini, Coffey & Arendt, 2019).

Sebbene questi componenti abbiano proprietà utili nella tecnologia alimentare, non sono in grado di fornire la percezione di dolcezza dello zucchero. Poiché l'uso dei dolcificanti artificiali è strettamente limitato solo agli usi nutrizionali (Regolamento UE n. 1129/2011, 2011), sono necessari altri mimetici dello zucchero per fornire la dolcezza attesa. I polioli sono zuccheri ridotti prodotti tramite fermentazione. I polioli forniscono un sapore dolce, non interferiscono con i livelli di insulina e non hanno effetti cancerogeni, tuttavia questi composti potrebbero esercitare un effetto lassativo. Il miele potrebbe essere un'opzione per la sostituzione parziale dello zucchero, poiché il contenuto di zucchero è glucosio-fruttosio 1:1, quindi è ricco di energia e non interferisce con l'insulina.



6.2.2. Strategie di sostituzione dei grassi nei prodotti da forno



Il grasso ha un ruolo cruciale nella tecnologia di panificazione. Nella formulazione, il grasso forma un rivestimento idrofobico sui granuli di farina e impedisce l'adesione del glutine all'amido. I grassi conferiscono al prodotto da forno una consistenza tenera e ben aerata; inoltre, forniscono una sensazione al palato, sapore e lubrificazione, e infine prolungano la durata di conservazione del prodotto.

Poiché i grassi apportano calorie all'organismo e il loro uso eccessivo può provocare un accumulo di peso corporeo, le persone affette da obesità cercano di evitare i grassi e vi è la necessità di ridurre la quantità.

Poiché il grasso svolge un ruolo tecnologico cruciale, la sua sostituzione non è affatto semplice. Ulteriori problemi potrebbero derivare dalla sostituzione dei grassi con oli di oliva o altri oli vegetali. Esistono margarine a ridotto contenuto di grassi, ma i consumatori sono più esigenti nel mantenere il contenuto di grassi il più basso possibile.

La riduzione dei grassi può essere ottenuta con diversi prodotti in grado di imitare alcune caratteristiche dei grassi. I polisaccaridi a catena lunga (ad esempio, amidi, maltodestrine, idrocolloidi) e le fibre alimentari possono essere utilizzati per sostituire parte (ma non tutto) il grasso nella formulazione. Il polidestrosio può essere utilizzato nei biscotti. Fornisce una buona reologia dell'impasto e una buona consistenza se combinato con glicerolo monostearato e gomma di guar o con amido resistente (Aggrarwal, Sabikhi & Kumar, 2016; Sudha, Srivastava, Vetricmani & Leelavathi, 2007; Moriano, Cappa & Alamprese, 2018). L'inulina viene solitamente applicata nei dolci, ma presenta alcuni svantaggi sui prodotti, poiché le pastelle hanno una bassa viscosità apparente, una perdita di volume e una maggiore porosità della mollica (Rodríguez-García, Slavador & Hernando; Punia, Siroha, Sandhu & Kaur, 2019).

I prodotti da forno a basso contenuto di grassi, in particolare le paste frolle e i bignè, mancano di un buon agente sostitutivo dei grassi.



6.2.3. Effetto dei sostituti dello zucchero sulla qualità del prodotto

Tabella 6.1. Agenti di carica per la sostituzione dello zucchero

Agente	Applicazione	Effetto sul prodotto	Riferimento bibliografico
Polidestrosio	torta ad alto rapporto in zuccheri torta chiffon plumcake muffin biscotti	contribuisce all'imbrunimento, abbassa il volume specifico, aumenta la dimensione media delle bolle d'aria nell'impasto della torta, diminuisce la viscosità e la viscoelasticità dell'impasto, diminuisce la temperatura di presa, aumenta la fragilità dei biscotti	(Hicsasmaz, Yazgan, Bozoglu & Katnas, 2003; Martínez-Cervera, Sanz, Salvador & Fiszman, 2012; Zoulias, Oreopoulou & Kounalaki, 2022)
Oligofruztosio	pan di Spagna pasta frolla biscotti	contribuisce alla doratura, mantiene il volume specifico, aumenta la compattezza della mollica, diminuisce la forza di distacco dei biscotti, diminuisce la durezza dell'impasto dei biscotti.	(Ronda, Gomez, Blanco & Caballero, 2005; Gallagher, O'Brien, Scannell & Arendt, 2003)
Maltodestrina	biscotti	contribuisce alla stesura e alla doratura dei biscotti	(Pourmohammadi, Habibi Najafi, Majzoobi, Koocheki & Farahnak, 2017)

6.2.4. Effetto dei sostituti dei grassi sulla qualità del prodotto

Tabella 6.2. Sostituti del grasso

Sostituti del grasso	Applicazione	Effetto sul prodotto	Riferimento bibliografico
Polidestrosio	biscuits	n combinazione con il monostearato di glicerolo e la gomma di guar o con l'amido resistente, si ottengono una buona reologia dell'impasto e una buona consistenza.	(Aggarwal, Sabikhi & Kumar, 2016; Sudha, Srivastava, Vetrmani & Leelavathi, 2007; Moriano, Cappa & Alamprese, 2018)
Inulina	amido modificato di fagioli mung	batters with low apparent viscosity, volume loss, higher crumb porosity	(Rodríguez-García, Salvador & Hernando; Punia, Siroha, Sandhu & Kaur, 2019)
modified mung bean starch		volume and hardness of the cakes increased with an increase in the level of modified starch	

6.3. Linee guida tecnologiche per la produzione

6.3.1. Tecnologie per la produzione di prodotti a basso contenuto di zucchero

Energy content: 1,385 kJ/100 g

Honey% Ingredients (kg)	0% (100% sugar)	25%	50%	75%	100%
Flour	1	1	1	1	1
Sugar	1.0	0.75	0.5	0.25	0.0
Honey	0.0	0.25	0.5	0.75	1.0
Lossening agent	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015
Flavouring	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015

Sostituzione parziale dello zucchero con il miele

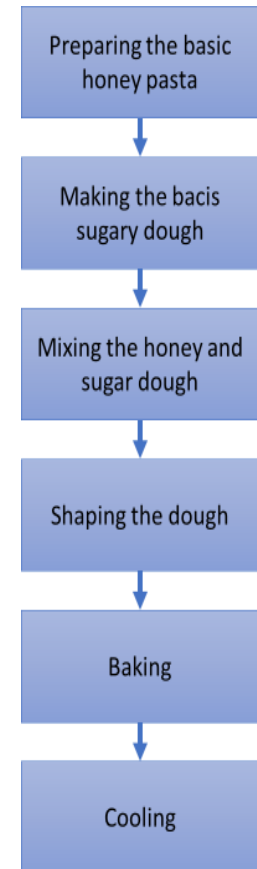


Figura 6.2. Diagramma di produzione del pan di Spagna con parziale sostituzione dello zucchero (miele).

Sostituzione dello zucchero

Ingredienti	Pan di Spagna con eritriolo	Pan di Spagna con xilitolo	Pan di Spagna con stevia
Farina (g)	80 g	80 g	80 g
Uova (unità)	6	6	6
Dolcificante (g)	120 g	80 g	0.27 g



Figura 6.3. Pan di Spagna con eritritolo (A), xilitolo (B) e Stevia (C)

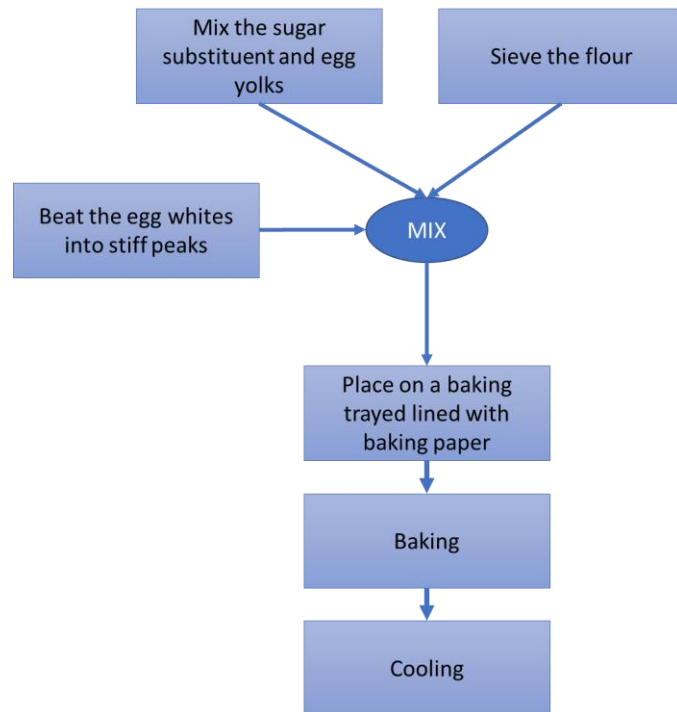
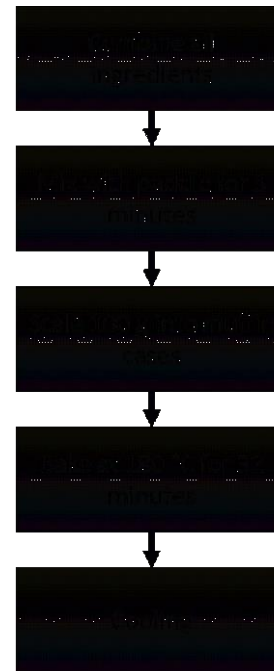


Figura 6.4. Diagramma di produzione del pan di Spagna a ridotto contenuto di zucchero

Muffin con Tastesense™ (30% riduzione di zucchero)



Ingredienti:	total	100
• Farina di grano tenero		22.5
• zucchero		16.5
• Siero in polvere		1.32
• lievito		0.88
• salr		0.36
• glutine		0.36
• destrosio		0.18
• Monogliceridi distillati(E471)		0.36
• uova		18.9
• olio vegetale		18.4
• acqua		12.1
• amido di frumento		7.9
• Tastesense™		0.1

Figura 5. Diagramma di flusso della produzione di muffin con ridotto contenuto in zuccheri

6.3.2. Tecnologie per la produzione di prodotti a basso contenuto di grassi

Dolci (riduzione di grasso 8%)

Ingredienti calcolati in percentuale di farina

	Ridotto contenuto di grasso	Controllo
Farina BL55	100	100
Lievito	5	5
Sale	1	1
Zucchero	10	10
Margarina	8	11
Polvere di latte	3	3
Uova	1,5	1,5
Additivo	0,5	0,5

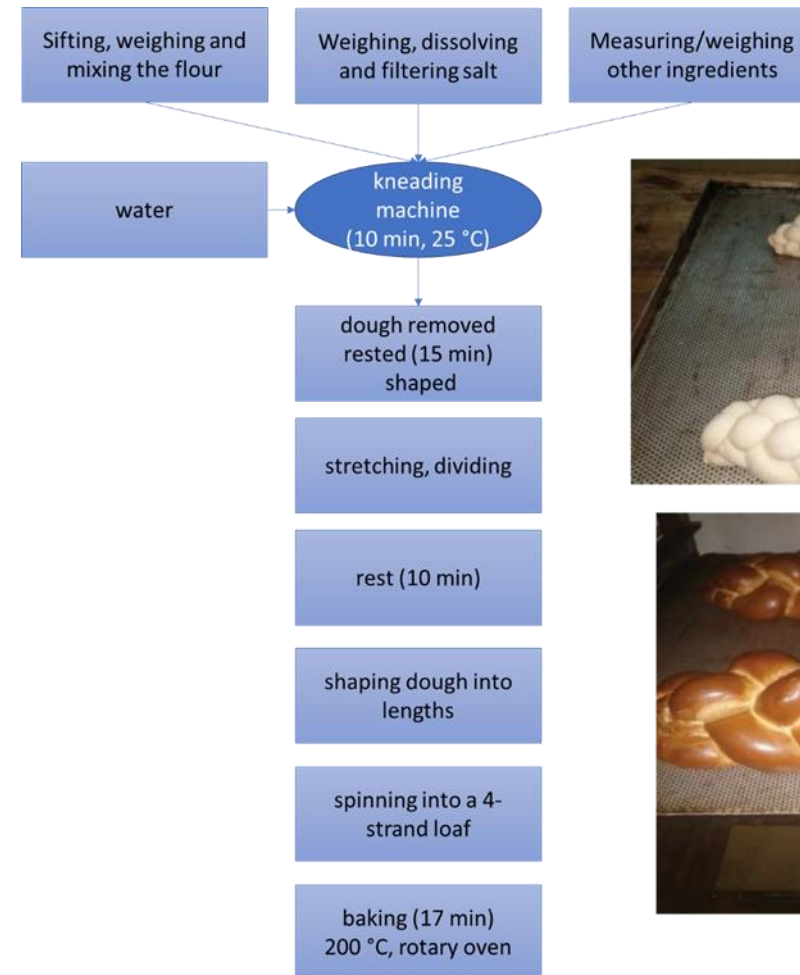


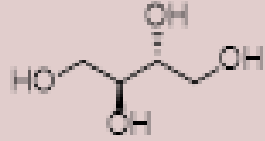
Figura 6.6. Diagramma di flusso della produzione di dolci.

Wafer

	A ridotto contenuto di grasso	Controllo
Farina BL55	1 kg	1 kg
Zucchero a velo	0.5 kg	0.5 kg
Olio di oliva/ margarina	0.45 kg	0.45 kg
Latte	1 L	1 L

6.4. Principali additivi per la sostituzione di zuccheri e grassi (schede informative)

Eritritolo	
Numero E	E968
Numero CAS	149-32-6
Formula	$C_4H_{10}O_4$
Peso molecolare (g/mol)	122.12
Solubilità (in 1 L di acqua)	37-43 g
Dolcezza rispetto al saccarosio (%)	60-70
Calorie (kcal/g)	0,2
Indice glicemico	1



Chemical structure of Erythritol: OCC(O)C(O)CO

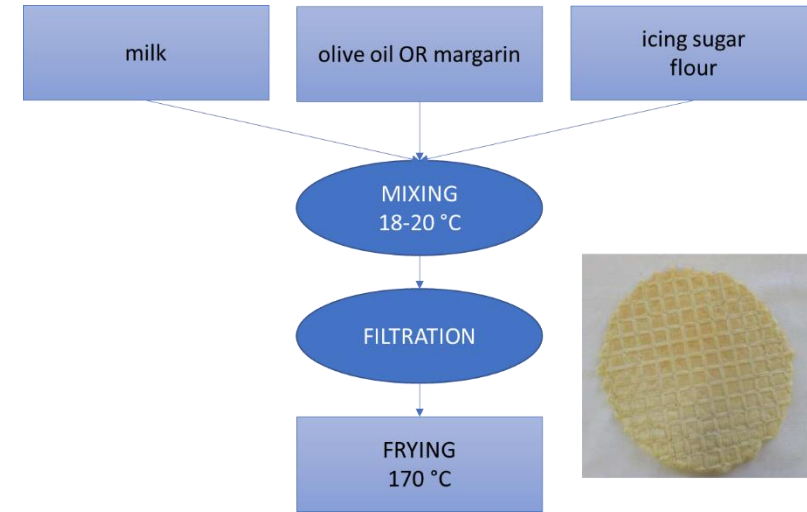
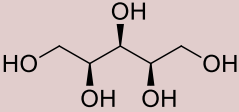


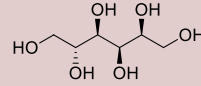
Figura 6.7. Diagramma di flusso della produzione di prodotti in cialda con olio d'oliva

Xilitolo	
Numero E	E967
Numero CAS	87-99-0
Formula	$C_5H_{12}O_5$
Peso molecolare (g/mol)	152.15
Solubilità (in 1 L di acqua)	~100 g
Dolcezza rispetto al saccarosio (%)	~98%
Calorie (kcal/g)	2,4
Indice glicemico	12

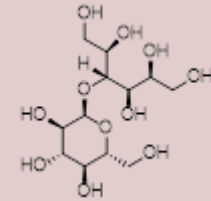


Chemical structure of Xylitol: OCC(O)C(O)C(O)CO

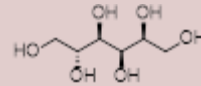
Sorbitolo	
Numero E	E420
Numero CAS	50-70-4
Formula	$C_6H_{14}O_6$
Peso molecolare (g/mol)	182,17
Solubilità (in 1 L di acqua)	2350 g
Dolcezza rispetto al saccarosio (%)	55
Calorie (kcal/g)	1,68
Indice glicemico	4



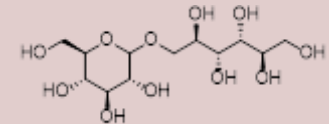
Maltitolo	
Numero E	E965
Numero CAS	585-88-6
Formula	$C_{12}H_{24}O_{11}$
Peso molecolare (g/mol)	344,31
Solubilità (in 1 L di acqua)	1,750 g
Dolcezza rispetto al saccarosio (%)	75-90
Calorie (kcal/g)	2,4
Indice glicemico	35



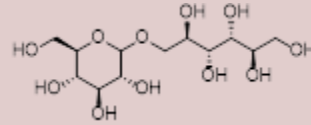
Mannitolo	
Numero E	E421
Numero CAS	69-65-8
Formula	$C_6H_{14}O_6$
Peso molecolare (g/mol)	182,17
Solubilità (in 1 L di acqua)	216 g
Dolcezza rispetto al saccarosio (%)	60-70
Calorie (kcal/g)	1,6
Indice glicemico	2



Isomalto	
Numero E	E953
Numero CAS	64519-82-0
Formula	$C_{12}H_{24}O_{11}$
Peso molecolare (g/mol)	344,31
Solubilità (in 1 L di acqua)	240 g
Dolcezza rispetto al saccarosio (%)	55
Calorie (kcal/g)	2,0
Indice glicemico	2



Lattitolo	
Numero E	E966
Numero CAS	585-86-4
Formula	$C_{12}H_{24}O_{11}$
Peso molecolare (g/mol)	344.31
Solubilità (in 1 L di acqua)	377 g
Dolcezza rispetto al saccarosio (%)	30-40
Calorie (kcal/g)	2.4
Indice glicemico	3



Polidestrosio	
Polimero sintetico del glucosio	
Numero E	E1200
Numero CAS	68424-04-4
Solubilità (in 100 g di acqua)	400 g
Dolcezza rispetto al saccarosio (%)	10
Calorie (kcal/g)	1,0
Indice glicemico	4-7

Oligofruztosio (fructooligosaccaridi - FOS)	
Numero CAS	308066-66-2
Dolcezza rispetto al saccarosio (%)	30-60
Calorie (kcal/g)	1,0
Indice glicemico	0

Maltodestrine	
Numero CAS	9050-36-6
Dolcezza rispetto al saccarosio (%)	0-5
Calorie (kcal/g)	39
Indice glicemico	85-110

Inulina	
Numero CAS	9005-80-5
Dolcezza rispetto al saccarosio (%)	104 g
Calorie (kcal/g)	10
Indice glicemico	3,9
Numero CAS	14

Bibliografía

Aggarwal, D., Sabikhi, L., & Kumar, M. (2016). Formulation of reduced-calorie biscuits using artificial sweeteners and fat replacer with dairy–multigrain approach. *NFS Journal*, 2, 1-7.

Gallagher, E., O'Brien, C., Scannell, A., & Arendt, E. (2003). Evaluation of sugar replacers in short dough biscuit production. *Journal of Food Engineering*, 56, 261-263.

Ghotra, B. S., Dyal, S. D., & Narine, S. S. (2002). Lipid shortenings: a review. *Food Research International*, 35(2), 1015-1048.

Hicsasmaz, Z., Yazgan, Y., Bozoglu, F., & Katnas, Z. (2003). Effect of polydextrose substitution on the cell structure of the high-ratio cake system. *LWT - Food Science and Technology*, 36(4), 441-450.

Martínez-Cervera, S., Sanz, T., Salvador, A., & Fiszman, S. (2012). Rheological, textural and sensorial properties of low-sucrose muffins reformulated with sucralose/polydextrose. *LWT - Food Science and Technology*, 45(2), 213-220.

Moriano, M., Cappa, C., & Alamprese, C. (2018). Reduced-fat soft-dough biscuits: Multivariate effects of polydextrose and resistant starch on dough rheology and biscuit quality. *Journal of Cereal Science*, 81, 171-178.

Pourmohammadi, K., Habibi Najafi, M., Majzoubi, M., Koocheki, A., & Farahnaki, A. (2017). Evaluation of dough rheology and quality of sugarfree biscuits: Isomalt, maltodextrin, and stevia. *Carpathian Journal of Food Science and Technology*, 9(4), 119-130.

Punia, S., Siroha, A., Sandhu, K., & Kaur, M. (2019). Rheological and pasting behavior of OSA modified mungbean starches and its utilization in cake formulation as fat replacer. *International Journal of Biological Macromolecules*, 128, 230-236.

Rodríguez-García, J., Salvador, A., & Hernando, I. (n.d.). Replacing Fat and Sugar with Inulin in Cakes: Bubble Size Distribution, Physical and Sensory Properties. *Food Bioprocess Technol*, 7, 964–974.

Ronda, F., Gomez, M., Blanco, C., & Caballero, P. (2005). Effects of polyols and nondigestible oligosaccharides on the quality of sugar-free sponge cakes. *Food Chemistry*, 90(4), 549-555.

Sahin AW, Zannini E, Coffey A, Arendt EK. Sugar reduction in bakery products: Current strategies and sourdough technology as a potential novel approach. *Food Research International* 2019, 126, 108583.

Sudha, M., Srivastava, A., Vetrmani, R., & Leelavathi, K. (2007). Fat replacement in soft dough biscuits: Its implications on dough rheology and biscuit quality. *Journal of Food Engineering*, 80(3), 922-930.

Zoulias, E., Oreopoulou, V., & Kounalaki, E. (2002). Effect of fat and sugar replacement on cookie properties. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82(14), 1637-1644.