



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

AGRONOMIA ANIMALI ALIMENTI RISORSE NATURALI E
AMBIENTE

Corso di laurea in Scienze e Tecnologie Alimentari

FIBRE ALIMENTARI VEGETALI: RUOLO FUN-
ZIONALE E INDUSTRIALE NEL PANORAMA
EUROPEO

Relatore

Prof. Simone Vincenzi

Laureanda/o

Riccardo Conte

Matricola n. 1201770

A.A. 2021/2021

SOMMARIO

RIASSUNTO	1
ABSTRACT	2
CAPITOLO I	3
DEFINIZIONE E NORMATIVA EUROPEA	
1.1 Etichettatura delle fibre in UE	4
1.2 Assunzione di fibre: effetti sulla salute	5
1.3 Assunzione raccomandata di fibre	5
1.4 Assunzione di fibre nei paesi europei	6
1.5 Carico di malattie legate alla bassa assunzione di fibre	6
1.6 Politiche attuate in materia di assunzione di fibre	7
CAPITOLO II	8
CLASSIFICAZIONE	
2.1 Classificazione delle fibre vegetali alimentari e rispettive fonti	8
2.2 Solubilità	9
2.2.1 Fibre alimentari solubili	10
2.2.2 Fibre alimentari insolubili	11
2.3 Viscosità	11
2.4 Capacità di legare i lipidi	13
CAPITOLO III	14
APPLICAZIONI INDUSTRIALI E PROVENIENZA DELLE PRINCIPALI DIETARY FIBRE CON RIFERIMENTI ALL'INDUSTRIA DEI PRODOTTI CARNEI	
3.1 Campo di applicazione delle <i>Dietary Fibre</i>	14
3.2 Panoramica generale sulla produzione mondiale della carne	14
3.3 Ruolo degli ingredienti funzionali nei prodotti carnei	15
3.4 Proprietà funzionali delle fibre alimentari	17
3.5 Principali fibre alimentari utilizzate nel processamento della carne	19
3.6 Fonti di derivazione delle Fibre Alimentari	20
3.6.1 Cereali	20
3.6.2 Legumi	22
3.6.3 Frutta e verdura	22

3.7 Utilizzo delle Fibre Alimentari solubili nei prodotti carnei _____	23
CAPITOLO IV _____	25
RUOLO DELLE FIBRE ALIMENTARI VEGETALI NELL'INDUSTRIA DELLA CARNE	
4.1 Funzionalità ed esempi di prodotti a base di carne con l'aggiunta di fibre alimentari _____	25
4.2 Carne macinata e prodotti a base di carne macinata fine _____	28
4.3 Nuggets di pollo e articoli di pollame impanati _____	28
4.4 Carni marinate e/o sottoposte a siringatura _____	29
CAPITOLO V _____	31
RELAZIONE DI LABORATORIO: ANALISI FIBRE	
5.1 Obiettivi _____	31
5.2 Studio delle proprietà reologiche delle fibre alimentari in acqua _____	32
5.3 Studio del potere emulsionante delle fibre alimentari e applicazioni in un sistema complesso _____	41
CONCLUSIONI _____	47
BIBLIOGRAFIA _____	48

RIASSUNTO

Le fibre alimentari vegetali, anche dette “dietary fiber”, naturalmente presenti in fonti quali cereali, legumi e verdure, giocano un importante ruolo fisiologico per la salute umana, come abbassare il colesterolo e la pressione sanguigna, migliorare il controllo del glucosio nel sangue nei pazienti diabetici, favorire la perdita di peso ed abbassare il rischio di cancro. Inoltre, le fibre alimentari sono utilizzate come ingredienti funzionali ai prodotti alimentari poiché possiedono caratteristiche utili a trattenere acqua, modificare la viscosità, formare gel e legare particelle di grasso.

L’elaborato nasce anche dalla volontà dell’azienda I.T.ALI. s.r.l. (I.T.ALI. s.r.l. *Ingredienti e Tecnologie Alimentari*) di prevedere, analizzare sperimentalmente e registrare il comportamento fisico in sistemi acquosi delle principali fibre alimentari presenti sul mercato, idonee a centrare gli obiettivi sopra elencati. Lo scopo, quindi, è di fornire una precisa definizione di cosa siano le fibre sia a livello normativo che a livello tecnologico, fornendo esempi di applicazioni industriali e valutando ed approfondendo i risultati ottenuti.

ABSTRACT

Dietary fibres are vegetable fibres naturally found in cereal, legumes and vegetable sources. They play an important physiological role in human health, such as lowering cholesterol and blood pressure, improving a better glucose control in diabetic patients, facilitating weight loss and reducing the risk of cancer. Furthermore, dietary fibres are used as functional ingredients in food products since they possess useful perks such as the property to retain water, modify viscosity, form gels and bind lipid cells.

The essay is conducted in collaboration with I.T.ALI. s.r.l, that has recognized the importance to predict, analyse through experiments, and record physical behaviour, in aqueous systems, of the main dietary fibres, placed on the market. The purpose of the research project is therefore to provide a precise definition of dietary fibres both in terms of legislation and technology, putting on view industrial applications, evaluating and investigating the results obtained.

CAPITOLO I

DEFINIZIONE E NORMATIVA EUROPEA

In Unione Europea (UE), il regolamento 1169/2011, oltre ad indicare quali informazioni relative agli alimenti devono giungere ai consumatori, definisce la fibra come <<polimeri di carboidrati costituiti da tre o più unità monomeriche, che non sono né digeriti né assorbiti nell'intestino tenue umano e appartengono alle seguenti categorie:

- polimeri di carboidrati commestibili presenti naturalmente negli alimenti consumati;
- polimeri di carboidrati commestibili ottenuti da materie prime alimentari con mezzi fisici, enzimatici o chimici e che hanno un effetto fisiologico benefico dimostrato da prove scientifiche generalmente accettate;
- polimeri di carboidrati sintetici commestibili che hanno un effetto fisiologico benefico dimostrato da prove scientifiche generalmente accettate>>¹.

Simile all'UE è la definizione degli Stati Uniti (USA) fornita dal *Food and Drug Administration* (FDA). La FDA si riferisce alle fibre come: <<carboidrati solubili e insolubili non digeribili (con 3 o più unità monomeriche) inclusa la lignina, i quali sono intrinseci nelle piante; carboidrati isolati o sintetici non digeribili (con 3 o più unità monomeriche), riconosciute dalla FDA per avere effetti fisiologici benefici per la salute umana>>².

Le definizioni dell'UE e degli Stati Uniti differiscono dalla definizione del Codex Alimentarius sul numero di monomeri che costituiscono il polimero di carboidrato; mentre l'UE e gli Stati Uniti riconoscono tre o più unità monomeriche, la definizione del Codex ne specifica dieci o più, lasciando alle autorità nazionali la facoltà di decidere se includere come fibra anche carboidrati con 3-9 monomeri.

La fibra alimentare è spesso indicata come fibra di polisaccaridi non amilacei (NSP) - “*Non-starch-polysaccharides*”) o come fibra AOAC (*acronimo di Association of Official Agricultural Chemists*). “La fibra NSP comprende solo i polisaccaridi dei componenti delle pareti cellulari vegetali caratteristici degli alimenti vegetali, come cereali integrali, frutta e verdura. La fibra AOAC comprende la quantità totale di polisaccaridi non digeribili, contemplando anche gli amidi di lignina e resistenti, misurati con una serie di metodi sviluppati dall'Associazione dei chimici analitici”³. In effetti, la fibra AOAC include fibre NSP ma comprende anche carboidrati non

¹ Commissione Europea, *Dietary Fibre*, https://knowledge4policy.ec.europa.eu/health-promotion-knowledge-gateway/dietary-fibre_en [visitato 04/2022]

² Food and Drug Administration, *What is FDA's definition for dietary fiber that can be declared on the Nutrition and Supplement Facts labels?*, https://www.fda.gov/food/food-labeling-nutrition/questions-and-answers-dietary-fiber#define_dietary_fiber [visitato 04/2022]

³ Commissione Europea, *Dietary Fibre*, https://knowledge4policy.ec.europa.eu/health-promotion-knowledge-gateway/dietary-fibre_en [visitato 04/2022]

digeribili (naturalmente presenti e isolati da alimenti e/o sintetizzati) che possono essere aggiunti come ingredienti agli alimenti. In generale, le cifre relative alla fibra AOAC sono superiori alla fibra NSP. In quanto tale, il contenuto di fibre riportato negli alimenti può variare a seconda della definizione e/o del metodo utilizzato per quantificarlo.

A titolo di esempio, sia l'Organizzazione per l'alimentazione e l'agricoltura (FAO) delle Nazioni Unite che l'Organizzazione mondiale della sanità (OMS) fanno riferimento alla fibra NSP come fibra alimentare ed esprimono le loro raccomandazioni di assunzione di conseguenza. D'altro canto, l'Autorità europea per la sicurezza alimentare (EFSA) utilizza la fibra AOAC come base per le raccomandazioni di assunzione.

Infine, una terminologia spesso riscontrata in letteratura è la classificazione della fibra alimentare in solubile e insolubile. Questa distinzione è stata effettuata sulla base dei diversi effetti fisiologici dei due tipi di fibre.

1.1 Etichettatura delle fibre in UE

Il Regolamento UE n. 1169/2011 consente la dichiarazione volontaria del tenore di fibre sull'etichetta nutrizionale, seguendo le norme precedentemente discusse. Come indicato in precedenza, la definizione di fibra alimentare che può essere dichiarata nell'UE sull'etichetta comprende anche i carboidrati che non sono naturalmente presenti in un alimento, se tuttavia questi ultimi hanno un effetto fisiologico benefico dimostrato da prove scientifiche generalmente accettate e, per i carboidrati che soddisfano questi criteri, si basa in gran parte sui metodi di misurazione proposti dall'AOAC.

Un documento di orientamento di accompagnamento per le autorità competenti specifica i metodi analitici per la determinazione del tenore di fibre da dichiarare sull'etichetta. Inoltre, il documento di orientamento specifica che “gli Stati membri sono responsabili di garantire la conformità dell’etichetta seguendo la normativa europea in materia di etichettatura e in particolare per quanto riguarda i componenti non presenti naturalmente negli alimenti consumati⁴”.

Il contenuto energetico degli alimenti figura tra le informazioni obbligatorie che devono essere riportate nella sezione relativa alla dichiarazione nutrizionale sulle etichette. <<La fibra, analogamente a carboidrati, grassi e proteine, è una fonte di energia metabolica per il corpo umano che fornisce in media 8 kJ (2 kcal) per grammo. Questa quantità di energia deve essere contabilizzata nel calcolo del contenuto energetico totale degli alimenti>>⁵.

⁴ Commissione Europea, *Dietary Fibre*, https://knowledge4policy.ec.europa.eu/health-promotion-knowledge-gateway/dietary-fibre_en [visitato 04/2022]

⁵ Ibidem

A norma del regolamento (CE) n. 1924/2006, le indicazioni nutrizionali sono consentite per le fibre come di seguito indicato:

- Fonte di fibre: <<L'indicazione che un alimento è una fonte di fibre e qualsiasi altra indicazione che possa avere lo stesso significato per il consumatore può essere fatta solo se il prodotto contiene almeno 3 g di fibre per 100 g o almeno 1,5 g di fibre per 100 kcal>>⁶.
- Alto contenuto di fibre: <<L'indicazione che un prodotto alimentare è ad alto contenuto di fibre e qualsiasi altra indicazione che possa avere lo stesso significato per il consumatore può essere fatta solo se il prodotto contiene almeno 6 g di fibre per 100 g o almeno 3 g di fibre per 100 kcal>>⁷.

1.2 Assunzione di fibre: effetti sulla salute

Secondo le principali organizzazioni alimentari e sanitarie “i benefici per la salute associati alle fibre alimentari sono molteplici, ad esempio per quanto riguarda la salute gastrointestinale e la riduzione del rischio di malattie non trasmissibili come le malattie cardiovascolari, il diabete di tipo 2, il cancro del colon-retto e la riduzione del rischio di aumento di peso. Tra le principali fonti alimentari di fibre figurano cereali integrali, legumi, frutta, ortaggi e patate”⁸.

La valutazione del ruolo specifico delle fibre alimentari nella riduzione del rischio di malattie e di altri risultati per la salute è complicata dall'esistenza di altri nutrienti nelle diete ricche di fibre che possono anche esercitare un ruolo protettivo e altri fattori confusi. Ad esempio, le fibre si trovano in molti alimenti che presentano anche una minore densità di energia (ad esempio, la maggior parte in frutta e verdura), un basso indice glicemico (ad esempio legumi, ortaggi, cereali integrali, alcuni frutti) e che sono fonti di un'ampia varietà di micronutrienti e composti bioattivi (legumi, frutta, verdura, cereali integrali, semi, frutta a guscio).

Approfondimento: Analisi degli effetti sulla salute legati all'assunzione di fibre redatta dalla Commissione Europea e dalle organizzazioni legate all'alimentazione e alla salute (https://knowledge4policy.ec.europa.eu/health-promotion-knowledge-gateway/dietary-fibre-health-effects-1_en).

1.3 Assunzione raccomandata di fibre

Negli adulti, le quantità raccomandate di fibre alimentari per la promozione di un adeguato effetto lassativo e per la prevenzione delle malattie come il diabete di tipo 2, il cancro del colon-retto, la

⁶ Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea, 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, L 404/24, [visitato 04/2022]

⁷ Ibidem

⁸ EFSA, *Scientific Opinion on establishing Food-Based Dietary Guidelines*, <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2010.1460>, [visitato 04/2022]

CVD (cardiovascular disease) o il sovrappeso e l'obesità variano da 25 a 38 grammi al giorno. Nei bambini, le quantità raccomandate variano a seconda del fabbisogno energetico delle diverse fasce di età. I valori di assunzione raccomandati sono espressi nella maggior parte dei casi come assunzione adeguata (AI) di fibra AOAC, salvo diversa indicazione; alcune organizzazioni sanitarie raccomandano inoltre l'assunzione di fibre in base al fabbisogno energetico (grammi di fibra per MJ o grammi per 1000kcal). La maggior parte delle organizzazioni alimentari e sanitarie incoraggiano il rispetto delle raccomandazioni attraverso una dieta ricca di ortaggi, frutta e cereali integrali⁹.

1.4 Assunzione di fibre nei paesi europei

Nell'UE, i cereali integrali, i legumi, i prodotti ortofrutticoli e le patate sono le principali fonti di fibre alimentari. Secondo i dati delle relazioni nazionali raccolte nella relazione 2009 sulla nutrizione e la salute in Europa (ENH), l'assunzione giornaliera di fibre alimentari varia ampiamente tra i diversi paesi europei e all'interno dei gruppi di popolazione. I dati più recenti delle indagini sugli alimenti e sulla nutrizione (*link*) confermano i dati EHN 2009¹⁰.

Nonostante le diverse metodologie utilizzate per la valutazione del consumo alimentare nelle indagini e la mancanza di dati comparabili tra i paesi, sembra ragionevole concludere che molti cittadini dell'UE non soddisfano le dosi raccomandate di fibre alimentari¹¹.

1.5 Carico di malattie legate alla bassa assunzione di fibre

La fibra non è un componente indispensabile nell'alimentazione umana; tuttavia la scarsa assunzione di fibre è un fattore di rischio per la salute. Il più recente studio Global Burden of Disease (GBD) (Studio GBD 2017) afferma che secondo le stime dell'UE, nel 2017 le diete a basso contenuto di fibre rappresentano circa 97.000 decessi e oltre 1.440.000 anni di DALY "Attesa di Vita Corretta per Disabilità" è una misura della gravità globale di una malattia, espressa come il numero di anni persi a causa della malattia, per disabilità o per morte prematura (DALY: "Disability Adjusted Life Years"), principalmente causati da malattie cardiache ischemiche (circa 75.000 decessi e 1.077.000 DALY) e dal cancro del colon e del retto (22.000 decessi e 366.000 DALY) (strumento GBD 2017). Nello studio GBD, l'esposizione alla dieta a basso contenuto di fibre è definita da un consumo medio giornaliero inferiore a 23,5 grammi al giorno con assunzione di fibre da fonti quali: frutta, verdura, cereali, legumi e legumi¹².

⁹ EFSA, *Scientific Opinion on Dietary Reference Values for carbohydrates and dietary fibre*, <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2010.1462> [visitato 04/2022]

¹⁰ Panoramica dell'assunzione di fibre alimentari nei paesi europei (https://knowledge4policy.ec.europa.eu/health-promotion-knowledge-gateway/dietary-fibre-overview-3_en) [visitato 04/2022]

¹¹ Elmadfa I (ed), *European Nutrition and Health Report 2009*. Forum Nutr. Basel, Karger, 2009, vol 62, pp 12–13, <https://doi.org/10.1159/000242367>, [visitato 04/2022]

¹² Global Burden of Diseases, *Global, regional, and national comparative risk assessment of 84 behavioural*,

Tabella DALY: (https://knowledge4policy.ec.europa.eu/health-promotion-knowledge-gateway/dietary-fibre-dalys_en).

Tabella Mappa di Mortalità (2019): morti/100.000 abitanti attribuibili ad una dieta con scarsa presenza di fibre (https://knowledge4policy.ec.europa.eu/health-promotion-knowledge-gateway/dietary-fibre-deaths_en).

1.6 Politiche attuate in materia di assunzione di fibre

Alcune politiche hanno l'obiettivo di migliorare l'alimentazione nella popolazione e, tra queste, alcune includono indicazioni esplicite su come conseguire l'assunzione di fibre raccomandate. La tabella 4 elenca alcune politiche attuate in tutto il mondo che riguardano l'assunzione di fibre e contengono indicazioni esplicite per soddisfare le dosi raccomandate. Anche le politiche volte ad aumentare il consumo di frutta e verdura e gli alimenti integrali possono aumentare l'assunzione di fibre alimentari.

Approfondimento: Esempi di politiche, di paesi membri UE, volte ad aumentare l'assunzione di fibre (https://knowledge4policy.ec.europa.eu/health-promotion-knowledge-gateway/dietary-fibre-policies-4_en).

CAPITOLO II

CLASSIFICAZIONE

2.1 Classificazione delle fibre vegetali alimentari e rispettive fonti

Sottogruppo	Classe di poli/oligosaccaridi	Molecola	Fonte principale	Solubilità in acqua
NSP (MU \geq 10)	Cellulosa Emicellulosa (eteroxilani)	Legame $\beta(1-4)$ unità di glucosio Arabinoxilani	Strati esterni dei cereali Endosperma amidaceo dei cereali (frumento, segale, orzo)	Insolubile Varia in base alla fonte;
		Eteroxilani (1 \rightarrow 4)- β -D-xilani catena altamente sostituita con unità di arabinosio, acido glucuronico e corte catene contenenti arabinosio, xilosio, galattosio	Strati esterni dei cereali Endosperma amidaceo dei cereali (frumento, segale, orzo, mais, sorgo, riso)	Insolubile
	Mannani	Mannani (catene lineari)	Dattero, chicco di caffè verde, endosperma di Palme, Aloe Vera	Insolubile
		Galattomannani (mannani sostituiti con legami α -1,6 di residui di galattosio)	Leguminose (gomma di Guar)	Solubile influenzata dalla lunghezza della catena
		Glucomannani (mannani con legame lineare β -(1 \rightarrow 4) intervallati con residui di glucosio)	Gigli, piante di iris e pareti di cellule fungine	Solubile
	Pectine	Catene di unità di acido galatturonico unite da legami α (1-4)	Frutta e scorza (mela, limone, etc), barbabietola, endosperma di riso, legumi, colza, tracce in crusca di mais e frumento	Solubile
	Inulina e fruttani	Polimero del β -D-fruttosio, in cui i monomeri sono uniti con legami β -2,1-glicosidici	Radice di chicoria, carciofo,	Solubile
RO (Resistant Oligosaccharides) (MU<10)	β -Frutto-oligosaccaridi (FOS)	Costituiti da 3-5 unità di monosaccaridi (D-glucosio e D-fruttosio)	Per idrolisi enzimatica dall'inulina	Solubile
RS (Resistant Starch) (MU \geq 10)	Amilosio (elica)	1-6 glucosio (in Amilopectina)		Insolubile
Sostanze associate (non carboidrati)	Lignina	Polimero complesso di alcol aromatici	Parete cellulare di piante (es. alga rossa)	Insolubile

Tab. 2.1 Classificazione delle fibre alimentari in relazione alla composizione chimica, principali risorse alimentari, e proprietà.

La tabella presenta la classificazione delle fibre alimentari secondo la struttura chimica, le principali fonti nonché le proprietà fisico-chimiche come l'idrosolubilità e la viscosità e le proprietà fisiologiche, come la fermentabilità.

La fibra alimentare è spesso suddivisa in oligosaccaridi (MU unità monomeriche: 3–9) (RO resistant oligosaccharides) e polisaccaridi, inclusi NSP (non-starch-polysaccharides) e RS (resistant-starch), con un numero minimo di unità monomeriche MU di 10. La fibra alimentare comprende anche “sostanze associate”.

RS e "sostanze associate" sono per lo più insolubili in acqua, RO sono per lo più solubili mentre la solubilità di NSP dipende dal numero di monomeri, dalla composizione dei monomeri e dai legami coinvolti nel polimero. Quando solubili, alcuni NSP, come la gomma di guar ad alto peso molecolare o i β -glucani, alcune pectine o lo psyllium, sono anche viscosi o gelificanti.

Una semplice classificazione, comunemente utilizzata, differenzia fibre "solubili" e "insolubili" sulla base della capacità di essere completamente disperse se aggiunte in acqua. Entrambe le fibre possono condividere molte proprietà fisiche come la capacità di legare acqua e la capacità di legare cationi.

Le fibre alimentari solubili tipicamente includono componenti come emicellulosa (e.g. xyloglucani, galattomannani), pectine, gomme e mucillagini. D'altro canto, cellulosa, lignina e fibra amido resistente (RS) sono considerati esempi di fibre alimentari insolubili. Molte delle fibre possono avere un comportamento sia solubile che insolubile; bisogna tenere in considerazione la fonte vegetale di provenienza e il grado di processamento in post-raccolta. Tutte queste fibre differiscono nei loro componenti monosaccaridici e nei legami glicosidici che li connettono insieme come mostrato nella (Tab. 2.1)¹³.

In termini di linee guida nutrizionali, la fibra alimentare è spesso considerata come un'unica entità. Tuttavia, da una prospettiva fisico-chimica, è noto che le fibre possano associarsi con una ampia gamma di strutture molecolari differenti. Perciò, queste variano sostanzialmente nelle loro proprietà fisiche e chimiche.

2.2 Solubilità

La struttura molecolare del polisaccaride è il fattore responsabile della sua solubilità in acqua. I polisaccaridi sono polimeri composti da unità monomeriche come ad esempio: glucosio, galattosio, mannosio, xilosio, arabinosio, etc. Le unità monosaccaridiche presenti nella catena polisaccaridica subiscono cambiamenti strutturali in soluzione. Si trasformano in una struttura ad anello e subiscono reazioni chimiche intramolecolari reversibili tra il gruppo -CHO e i gruppi -OH, che portano alla formazione della struttura emiacetale. L'emiacetale può reagire con i gruppi -OH di altre unità monosaccaridiche e formare un legame glicosidico. Quando il monosaccaride si unisce al D-glucosio, il legame glicosidico può essere costruito tra il primo carbonio di una molecola di glucosio e il primo, secondo, terzo, quarto o sesto carbonio di un'altra molecola di glucosio, che può eventualmente formare strutture diverse. Quindi, la determinazione della struttura dei polisaccaridi può essere definita attraverso il tipo di monosaccaridi presenti e anche attraverso il tipo di legami tra le unità monosaccaridiche. Tuttavia, la solubilità del polisaccaride dipende maggiormente dal tipo di legami presenti nelle unità monosaccaridiche rispetto al tipo di

¹³ Williams, B.A., Mikkelsen, D., Flanagan, B.M. *et al.* "Dietary fibre": moving beyond the "soluble/insoluble" classification for monogastric nutrition, with an emphasis on humans and pigs. *J Animal Sci Biotechnol*, <https://doi.org/10.1186/s40104-019-0350-9>

unità monosaccaridiche. Ciò può essere meglio compreso considerando l'esempio della cellulosa e dei β -glucani dell'orzo, che sono entrambi composti dalle stesse unità monomeriche ma hanno diversi tipi di legami tra le unità monomeriche di glucosio. A causa della differenza nei tipi di legami presenti, entrambi mostrano diverse proprietà di solubilità in acqua. La cellulosa è insolubile in acqua mentre il β -glucano è solubile. Le molecole cellulosiche contengono legami β -(1,4) mentre il β -glucano ha legami sia β -(1,4) che β -(1,3). Ciò differenzia le loro diverse solubilità. Tipi simili di legami sono responsabili della struttura cristallina delle catene di cellulosa legate tramite legami a idrogeno, i quali determinano il comportamento insolubile della cellulosa. I β -glucani non sono in grado di formare una struttura cristallina ordinata a causa della loro struttura irregolare, che li rende solubili in acqua e li classifica nella categoria delle fibre alimentari solubili. Anche la struttura ramificata dei polisaccaridi è responsabile del loro comportamento idrosolubile, ad esempio gli arabinoxilani, non sono in grado di formare strutture cristalline ordinate e quindi sono di natura solubile in acqua. La carica elettrostatica sui polisaccaridi dovuta alla presenza di gruppi carichi, come COO^- o SO_3^- , aumenta ulteriormente la solubilità in acqua a causa della forza repulsiva elettrostatica tra i gruppi carichi; questo li rende incapaci di formare strutture ordinate attraverso l'impaccamento delle molecole, ne sono un esempio pectine e carragenine. Pertanto, è chiaro che diverse caratteristiche strutturali dei polisaccaridi sono responsabili del loro comportamento di solubilità: ramificazione, presenza di gruppi ionizzanti, tipo di legame e non uniformità nella struttura. La solubilità delle fibre alimentari, perciò, non solo influenza le funzioni fisiologiche nel metabolismo umano, ma anche le capacità fisiche e quindi tecnologiche nei prodotti alimentari¹⁴.

2.2.1 Fibre alimentari solubili

Come detto sopra, la solubilità dei polimeri dipende da numerosi fattori e proprietà molecolari. Molti polimeri categorizzati come solubili in realtà possono risultare poco solubili in acqua e possono sia aggregarsi oppure comportare una separazione di fase nel tempo. In sintesi, la solubilità dei polimeri sembra aumentare quando le strutture molecolari del polimero diventano più ramificate e con una maggiore diversità di legami.

Gli oligosaccaridi solubili sono diventati molto popolari come potenziali prebiotici, in parte perché non alterano la viscosità o la texture del cibo grazie al loro basso peso molecolare, e in parte perché sono solitamente fermentescibili. Si trovano normalmente anche in molti tessuti vegetali sotto forma di fruttani, tipo nei cereali, cipolle, cicoria e topinambur.

I beta-glucani a legame misto (mixed-linkage) sono polimeri non cellulosici che si trovano in modo massivo nei chicchi dei cereali, in particolare di orzo, avena e segale.

Gli arabinoxilani, d'altra parte, sono eteroxilani, i quali sono abbondantemente presenti nella

¹⁴ Deepak Mudgil, Sheweta Barak, Chapter 2 - *Classification, Technological Properties, and Sustainable Sources*, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816495-2.00002-2>

parete cellulare di cereali ed erbe, in particolare nel grano, e anche nel genus *Plantago*. Gli arabinoxilani sono genericamente molto viscosi in soluzioni acquose.

Le pectine invece sono polisaccaridi strutturali presenti nella parete cellulare di molta frutta e verdura, e sono estraibili in una forma viscosa e solubile. Presentano una struttura estremamente eterogenea, condividendo alcuni caratteri come la presenza di acido galatturonico nella catena polisaccaridica¹⁵.

2.2.2 Fibre alimentari insolubili

Una delle prime fibre insolubili vegetali commercialmente disponibile è stata la cellulosa in polvere. La cellulosa è il maggior componente strutturale della parete primaria della cellula di quasi tutti i prodotti vegetali. È fortemente insolubile in acqua, e non può essere degradata dagli enzimi digestivi umani, ma è fermentato in misura variabile dai batteri dell'intestino, in particolare dai ruminanti, ma anche dai monogastrici compresi gli umani. Nella parete cellulare dei vegetali, la cellulosa è anche legata mediante legami crociati a pectine solubili o emicellulosa, che diventano così a loro volta insolubili.

La cellulosa è uno dei più importanti polisaccaridi. È un polimero, ovvero è costituita da un gran numero di molecole di glucosio unite grazie a un legame glicosidico β -(1-4). Le catene non sono ramificate, sono disposte parallelamente le une alle altre e si legano fra loro per mezzo di legami idrogeno, formando fibrille, cioè catene molto lunghe, difficili da dissolvere. Queste fibrille localmente sono molto ordinate al punto da raggiungere una struttura cristallina, la quale è idrofobica, ossia non assorbe acqua.

2.3 Viscosità

La viscosità è la resistenza fornita dal fluido al proprio flusso ed è considerata una delle caratteristiche più importanti relative alla fibra alimentare solubile. Quando disperse in fase acquosa, le fibre alimentari solubili (ad es. β -glucano, gomma di guar, psillio, pectine, ecc.) portano alla formazione di soluzioni viscosi. Le interazioni fisiche, come gli intrecci di molecole di polisaccaridi in soluzioni acquose, sono la causa principale della natura viscosa dei polisaccaridi in soluzione. Le caratteristiche delle soluzioni di polisaccaridi possono essere facilmente descritte comprendendo il concetto di spazio o volume occupato dal polimero nelle soluzioni acquose. Per lo più, i polisaccaridi si trovano in soluzione con conformazioni spaziali disordinate denominate anche “bobine casuali”, il che significa che le molecole di polisaccaridi hanno forme fluttuanti casuali, causate da moti browniani. Nelle soluzioni diluite, le molecole di polisaccaridi si muovono liberamente grazie alla presenza di una buona quantità di volume libero

¹⁵Williams, B.A., Mikkelsen, D., Flanagan, B.M. *et al.* “Dietary fibre”: moving beyond the “soluble/insoluble” classification for monogastric nutrition, with an emphasis on humans and pigs. *J Animal Sci Biotechnol* (2019), doi: <https://doi.org/10.1186/s40104-019-0350-9>

presente tra le molecole di polisaccaridi. In caso di soluzioni concentrate, le molecole di polisaccaridi non hanno spazio libero o volume; si sovrappongono, si compenetrano e si intrecciano tra loro. Questo aumento di concentrazione di polisaccaridi si traduce in una maggiore viscosità della soluzione. Quindi, la concentrazione di polisaccaridi è un fattore importante che influenza la viscosità delle soluzioni di polisaccaridi.

Un esempio di fibra alimentare avente tali proprietà è la gomma di guar. È un prodotto ampiamente utilizzato, sotto forma di polvere, come additivo nell'industria alimentare, farmaceutica, della carta, tessile e dei cosmetici. Le applicazioni industriali della gomma di guar sono possibili grazie alla sua capacità di formare legami idrogeno con la molecola d'acqua. Viene utilizzato principalmente come addensante e stabilizzante. L'endosperma dei semi di guar è una fonte di gomma idrosolubile che viene utilizzata come stabilizzante, emulsionante e addensante in vari prodotti alimentari.

Il seme di guar è composto da diversi strati, vale a dire la buccia esterna (16–18%), il germe (43–46%) e l'endosperma (34–40%). La parte germinale del suo seme è prevalentemente proteica e l'endosperma prevalentemente da galattomannani. La gomma di guar è costituita principalmente dai polisaccaridi ad alto peso molecolare dei galattomannani che sono una catena lineare di unità β -D-mannopiranosiliche unite tramite legami (1 \rightarrow 4) con residui di α -D-galattopiranosile legati tramite legami (1 \rightarrow 6) come catene laterali. Questi gruppi di galattosio e mannosio costituiscono la porzione di galattomannano dell'endosperma del seme.

Il guar è un polisaccaride con uno dei pesi molecolari più elevati di tutti i polimeri solubili in acqua presenti in natura. L'effetto viscosizzante può variare enormemente a seconda del peso molecolare del galattomannano. Il peso molecolare medio della gomma di guar varia, a seconda del metodo di estrazione utilizzato, ma questi sono in genere compresi tra 0,25 e 5,0 milioni.

Le proprietà biologiche dei galattomannani e di altri polisaccaridi simili dipendono dal loro comportamento in un mezzo acquoso. La gomma di guar si gonfia e/o si dissolve in solvente polare per dispersione e forma forti legami idrogeno. Nei solventi non polari forma solo deboli legami a idrogeno. Il tasso di dissoluzione della gomma di guar e lo sviluppo della viscosità generalmente aumenta con la diminuzione della dimensione delle particelle, la diminuzione del pH e l'aumento della temperatura. I tassi di idratazione sono ridotti in presenza di sali disciolti e altri agenti che legano l'acqua come il saccarosio.

La caratteristica più significativa della gomma di guar è la sua capacità di idratarsi rapidamente nei sistemi acquosi per fornire soluzioni altamente viscosi. La gomma di guar forma una dispersione colloidale viscosa quando completamente idratata, che è un sistema reologico tissotropico. Le soluzioni diluite con una concentrazione inferiore all'1% di gomma di guar sono meno tissotropiche delle soluzioni con una concentrazione dell'1% o superiore¹⁶.

¹⁶ Mudgil, D., Barak, S., & Khatkar, B. S. (2014). *Guar gum: processing, properties and food applications-A Review. Journal of food science and technology*, 409–418. <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0522-x>

2.4 Capacità di legare i lipidi

I componenti delle fibre alimentari hanno la capacità di legare i lipidi nella loro struttura. La porosità nella struttura delle fibre alimentari è il fattore più importante responsabile della capacità di legare i lipidi. Un'applicazione in campo alimentare riguarda la capacità delle fibre di legare o meno i grassi. La struttura porosa dei componenti delle fibre alimentari consente infatti di legare i grassi nei pori. Tecnicamente, questa capacità può essere ridotta mediante semplici operazioni di pretrattamento, ponendo ad esempio la fibra in pre-ammollo. Prima di aggiungere olio agli ingredienti contenenti fibre alimentari, la loro pre-immersione in acqua aiuta a ridurre l'assorbimento di olio da parte delle fibre a causa dell'occupazione dei pori da parte delle molecole d'acqua. Questo processo ha un effetto molto significativo per i prodotti alimentari fritti, in quanto porta ad una riduzione del contenuto di grassi che è importante dal punto di vista salutistico. L'aggiunta di fibre alimentari ai prodotti a base di carne sminuzzata e ai prodotti a base di carne emulsionati porta ad un'emulsione più efficiente attraverso la ritenzione delle molecole di grasso. Questa proprietà delle fibre alimentari è importante anche nella formulazione di prodotti a base di carne a basso contenuto di grassi; le molecole di fibra legano infatti la bassa quantità di grasso presente nella formulazione e portano a prodotti finali con *texture* migliorate¹⁷.

¹⁷ Ibidem

CAPITOLO III

APPLICAZIONI INDUSTRIALI E

PROVENIENZA DELLE PRINCIPALI *DIETARY FIBRE* CON RIFERIMENTI

ALL'INDUSTRIA DEI PRODOTTI CARNEI

3.1 Campo di applicazione delle *Dietary Fibre*

Per essere accettabile, una fibra alimentare aggiunta ad un prodotto alimentare deve performare in modo soddisfacente come ingrediente. Da un punto di vista funzionale, le DF possono determinare una moltitudine di caratteristiche se inserite nel sistema di un alimento. Contribuiscono alla modifica e al miglioramento della *texture* e delle caratteristiche sensoriali e alla *shelf-life*, grazie alla capacità di legare acqua, formare gel, avere caratteristiche similari ai grassi, essere antiaderenti, anti-agglomeranti e avere capacità addensanti.

Le DF possono essere aggiunte ad alimenti quali: prodotti da forno, carni, prodotti caseari, prodotti caseari congelati, pasta, zuppe, bevande. Molto comune risulta l'aggiunta nei prodotti da forno per prolungarne la freschezza sfruttando la capacità di trattenere l'acqua così riducendo le perdite economiche. Le fibre, infatti, possono modificare il volume degli impasti, l'elasticità, la morbidezza e la stabilità del prodotto finito. L'utilizzo di DF come sostituti nei prodotti da forno aumenta inoltre la qualità nutrizionale in quanto rende possibile diminuire il contenuto in grassi senza perdita di qualità¹⁸.

Per quanto concerne l'industria della carne, sta avendo un crescente successo l'utilizzo di fibre poiché è stata dimostrata la capacità di legare l'acqua e le molecole di grasso e comportare una migliore resa dopo la cottura.

I prodotti caseari sono anch'essi coinvolti: l'utilizzo di inulina, ad esempio, migliora il corpo, la sensazione in bocca e riduce l'attività di sineresi in prodotti come yogurt e altri prodotti fermentati¹⁹.

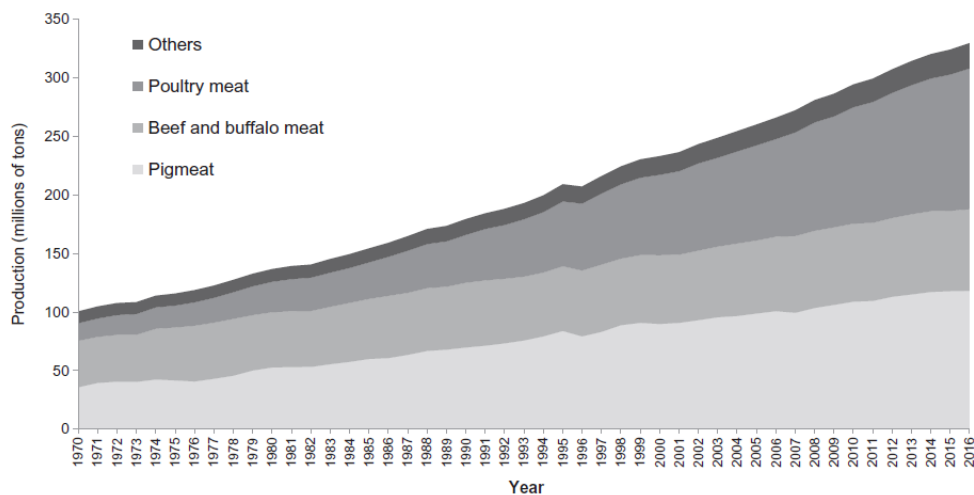
3.2 Panoramica generale sulla produzione mondiale della carne

La domanda di prodotti carnei è aumentata durante l'ultimo decennio a causa dell'aumento della popolazione, dell'aumento dei redditi e dell'urbanizzazione. In particolare, la carne di pollo ha mostrato una crescita repentina. Nel 2016 la produzione totale annua di carne si stima sia stata di 350 milioni di tonnellate. I paesi che dominano il mercato della carne risultano essere gli Stati Uniti, Brasile e Cina. Inoltre, lo scambio di carne nel mondo è significativamente cambiato rispetto a 40 anni fa. Nel 1970, la carne di pollo ammontava a solo il 15% della produzione di

¹⁸ Yanglar, Filiz. (2013), *The application of dietary fibre in food industry: Structural features, effects on health and definition, obtaining and analysis of dietary fibre: A review*. DOI: 10.9734/IJBCRR/2017/36561

¹⁹ Ibidem

carne mondiale; dal 2017 lo *share* è approssimativamente triplicato, giungendo a circa il 37%. In comparazione, la carne di bovino è quasi dimezzata, attestando uno scambio del 22%. Lo scambio di carne di maiale invece mostra una certa costanza negli anni; si genera uno scambio di circa il 35%-40%. Entro il 2027, la produzione di carne mondiale si prospetta aumentare, raggiungendo le 367 milioni di tonnellate.



Tab. 3.1 Evoluzione della produzione globale di carne dal 1970 al 2016 (FAOSTAT).

Il pollame sta diventando il motore della crescita della produzione della carne, in risposta all'aumento della domanda mondiale. Si tratta di una proteina più facilmente disponibile rispetto alla carne rossa, presentando minori costi di produzione. La domanda di carne di pollo è cresciuta rapidamente, tanto da superare la carne di maiale nel 2016. Ci si aspetta inoltre che nel prossimo decennio la produzione di carne di pollo superi il 45% della produzione totale.

Recentemente, l'industria della carne sta introducendo prodotti più attrattivi con nuove formulazioni, specialmente indirizzati al consumatore che dispone di un tempo limitato per la preparazione del pasto. Parliamo di prodotti *ready to eat* e *ready to cook*. Attualmente, negli Stati Uniti, quasi la metà dell'industria del pollame processa meccanicamente la materia prima²⁰.

3.3 Ruolo degli ingredienti funzionali nei prodotti carnei

Il cambiamento della domanda dei consumatori e della competizione nel mercato ha innescato il bisogno di migliorare la qualità e l'immagine dei prodotti carnei. Questo non solo per prevenire la perdita di scambi a causa della percezione negativa della carne ma anche per ottenere una diversificazione tramite lo sviluppo di prodotti funzionali e con benefici per la salute. Negli scorsi

²⁰ Federica Balestra, Maurizio Bianchi, Massimiliano Petracci, Department of Agricultural and Food Sciences, Alma Mater Studiorum, University of Bologna, Chapter 10, *Applications in Meat Products*, <http://dx.doi.org/10.1016%2FB978-0-12-816495-2.00010-1>

decenni, l'industria della carne è stata decisamente attiva per quanto concerne l'introduzione di nuovi prodotti. Il continuo successo del marketing dei prodotti carnei si basa proprio sull'innovazione e la consistente produzione di lavorazioni di alta qualità industriale.

Sulla base della destinazione finale del muscolo della carne e del grado di riduzione applicato al muscolo stesso, i prodotti carnei processati possono essere raggruppati in quattro categorie:

1. Muscoli interi, come ad esempio prodotti marinati/siringati, tagli, o carcasse dove il design del prodotto e la distribuzione intra ed extra cellulare dell'acqua rimane intatta;
2. Prodotti formati/ricomposti ottenuti da bocconcini o pezzi di carne legati insieme, come ad esempio rolls o prosciutti;
3. Prodotti macinati a base di carne macinata grossolana, come hamburger e salsicce in cui la struttura fibrosa della carne è ancora rilevabile in una certa misura;
4. Prodotti emulsionati come wurstel, ottenuti da un impasto di carne finemente tritato in cui la struttura della fibra della carne non è intatta;

Le proprietà funzionali della carne cruda dipendono principalmente dalla composizione chimica, la quale varia in base al tipo di muscolo, al genotipo, all'età e dalla nutrizione dell'animale, il quale ha un forte impatto sulla qualità della carne processata. Allo stesso modo, la qualità della carne cruda può variare in base ai processi pre-macello, post-mortem, etc. In queste fasi possono accumularsi difetti o anomalie.

Errori di processo possono portare ad alterazione del colore, rammollimenti, formazione di essudati, carne acida, e destrutturazione dei tessuti compromettendo la capacità di legare l'acqua, che si traduce poi, dopo cottura, in un prodotto tenace e non succoso. Questi effetti sono principalmente dovuti alle tecnologie utilizzate per aumentare la resa muscolare, che portano ad un'alterazione del metabolismo nel muscolo post-mortem, con alterazione del tasso di glicolisi ed eccessivo abbassamento del pH. Nel maiale un aumento di questi fenomeni è stato associato anche ai livelli di stress prima della macellazione.

È possibile utilizzare approcci integrati per gestire queste problematiche e alleviare le loro conseguenze sulle proprietà funzionali dei prodotti a base di carne lavorata. L'impiego di ingredienti funzionali per ottimizzare le proprietà della carne lavorata può ridurre l'effetto della naturale variabilità della qualità nell'origine della carne. Allo stesso tempo, può fornire maggiore flessibilità ai produttori di carne lavorata per introdurre un'ampia gamma di prodotti per soddisfare le richieste dei consumatori. Al fine di sviluppare cibi più sani, è possibile utilizzare diverse strategie per aumentare nella carne e nei prodotti a base di carne la presenza di composti benefici e limitare quelli con implicazioni negative per la salute. Vari tipi di ingredienti e additivi vengono utilizzati dai trasformatori di carne per soddisfare i diversi requisiti tecnologici e per soddisfare le aspettative dei consumatori. Sebbene l'acqua sia una componente importante della carne magra, viene comunemente aggiunta anche in molti prodotti a base di carne trasformata e, come tale, diventa un ingrediente. L'acqua svolge un ruolo funzionale importante nelle carni

lavorate, il quale è probabile sia modificato se altri ingredienti vengono aggiunti. Gli ingredienti aggiunti includono una varietà di sali inorganici e composti organici di origine vegetale, animale e microbica che svolgono ruoli diversi. Questi includono potenziatori della funzionalità delle proteine della carne (es. cloruro di sodio, fosfati), riempitivi (es. amidi e farine), leganti ed estensori (es. proteine vegetali e animali), gomme (es. carragenina), sali di stagionatura (es. nitrati/ nitriti), edulcoranti (es. destrosio, solidi di sciroppo di mais), antiossidanti (es. acido ascorbico, tocoferoli), antimicrobici (es. lattati, acetati), esaltatori di sapidità (es. proteine idrolizzate, glutammato di sodio), coloranti (es. rosso cocciniglia), spezie e aromi. Le proteine vegetali e animali, gli amidi o gli amidi modificati, gli idrocolloidi e le gomme da soli o accoppiati con altri comuni riempitivi economici (pangrattato, fiocchi di patate, farine di cereali, proteine testurizzate e farine ricche di proteine), sono gli ingredienti più utilizzati nell'industria della carne. Tuttavia, a causa delle crescenti richieste di mercato per formulazioni percepite più naturali e indicazioni nutrizionali, è emersa anche una nuova tendenza negli ingredienti alimentari. Questa nuova tendenza, spesso riassunta sotto l'egida del “clean label”, prevede un utilizzo limitato di additivi chimici.

Le preoccupazioni per la sostenibilità sono nate a causa della crescente consapevolezza nell'opinione pubblica dell'inquinamento ambientale, causato soprattutto dalla produzione e lavorazione delle carni. L'uso delle fibre alimentari, per le loro proprietà tecnologiche e benefiche per la salute, apre interessanti possibilità nello sviluppo di prodotti a base di carne funzionale. In questo contesto, le fibre vegetali funzionali offrono consistenza e funzionalità nutritiva significative. I moderni consumatori, sempre più preoccupati per il proprio benessere, preferiscono che gli alimenti siano oltre che gustosi e attraenti, abbiano anche proprietà benefiche. I prodotti a base di carne sono noti come preziose fonti di aminoacidi essenziali, grassi, alcune vitamine e minerali e alcuni nutrienti minori. Il profilo nutrizionale dei prodotti a base di carne potrebbe essere migliorato con l'aggiunta di ingredienti potenzialmente salutari.

La fibra alimentare come ingrediente funzionale può essere incorporata ai prodotti a base di carne per migliorarne la percezione. Non sussistono particolari problemi di sostenibilità per quanto riguarda l'uso delle fibre alimentari nel settore della carne perché sono solitamente ottenute da fonti che includono anche sottoprodotti e materiali rinnovabili. L'aggiunta di fibre alimentari nella formulazione del prodotto è utile per migliorare le proprietà funzionali della carne.

In questo contesto, il resto del capitolo tratta delle principali fibre alimentari utilizzate nell'industria della carne per trattenere l'umidità e modificarne la consistenza. Esaminiamo anche le loro implicazioni sulla qualità dei prodotti e il loro utilizzo in base alle attuali tendenze del mercato.

3.4 Proprietà funzionali delle fibre alimentari

Da un punto di vista tecnologico, l'utilizzo di fibre vegetali di diversa origine botanica per

migliorare la qualità dei prodotti a base di carne è una tendenza promettente. A causa dei vantaggi percepiti, l'integrazione di fibre alimentari negli alimenti è in aumento.

Le fibre presentano proprietà multifunzionali:

1. migliorano la capacità di ritenzione idrica e trattengono l'acqua aggiunta in più agendo come una sorta di diluente (ad esempio, nelle pastelle di carne per polpette o salsicce);
2. migliorano la composizione e la formatura dei prodotti a base di carne sminuzzata (cioè hamburger e polpette impanate);
3. migliorano la stabilità dell'emulsione e la ritenzione di grasso delle carni emulsionate (es. wurstel e prodotti in stile bolognese), inoltre è un potente strumento per modulare la consistenza e le proprietà sensoriali del prodotto finito per ottenere il profilo desiderato (es. ai wurstel o aumentare la tenerezza e la succosità degli hamburger di carne magra)²¹.

Inoltre, alcune frazioni solubili possono essere utili per la formulazione di prodotti a base di carne a basso contenuto di grasso a causa del loro comportamento “grasso mimetico”.

Negli ultimi decenni, i produttori di fibre hanno offerto nuovi prodotti su misura per le applicazioni di carne lavorata e hanno promosso metodi aggiuntivi per arricchire nutrizionalmente le carni lavorate.

Oltre agli aspetti nutritivi, motore di questo cambiamento è rappresentato dall'economia. Un elevato legame d'acqua e una significativa ritenzione idrica possono aiutare a ridurre le perdite di cottura o lo spurgo nelle confezioni sottovuoto. Alcune fibre alimentari possono essere incorporate nei prodotti a base di carne come agenti volumizzanti non calorici perché provengono da sottoprodotti agricoli comuni che sono relativamente economici e la loro incorporazione nei prodotti a base di carne può ridurre i costi di produzione complessivi (ad esempio, crusca di cereali). Insieme ai benefici per la salute e la nutrizione, la fibra alimentare ha varie proprietà funzionali che influenzano la qualità e le caratteristiche dei prodotti alimentari.

Inoltre, le fibre alimentari sono state utilizzate dall'industria della carne per le loro proprietà gelificanti. Molte fibre solubili (ad es. Carragenine, pectine e composti simili) formano gel. La capacità di gelificazione della fibra può contribuire all'aumento dello spessore o della viscosità dei prodotti, stabilizzando o modificando così la struttura fisica dei prodotti a base di carne e contribuendo a ridurre al minimo il restringimento e migliorare la densità del prodotto. A causa della loro capacità di formare soluzioni altamente viscosi, le fibre sono state utilizzate come addensanti nei sistemi a base di carne, come le gomme di origine vegetale che sono le più utilizzate. Le fibre possono aiutare a modificare le proprietà strutturali nella lavorazione della carne, comprese le carni ricostituite. I gel termo-irreversibili, che formano alginato di sodio in presenza di ioni calcio, vengono utilizzati per legare pezzi di carne tritati o tagliati a dadini e

²¹ Federica Balestra, Maurizio Bianchi, Massimiliano Petracci, Department of Agricultural and Food Sciences, Alma Mater Studiorum, University of Bologna, Chapter 10.3, *Applications in Meat Products*, <http://dx.doi.org/10.1016%2FB978-0-12-816495-2.00010-1>

realizzare prodotti a base di carne ricostituiti.

La riduzione del grasso nelle carni lavorate è un'altra area in cui le proprietà funzionali delle fibre possono apportare importanti contributi nutrizionali. La riduzione del grasso è stata generalmente considerata una strategia importante per produrre prodotti più sani. Questo aspetto è particolarmente rilevante per l'industria della carne poiché alcuni prodotti a base di carne contengono elevate percentuali di grasso e spesso si presume che esso sia un fattore di rischio per la salute dei consumatori. Poiché il grasso non è solo un semplice riempitivo calorico nascosto in una matrice proteica, una strategia di sostituzione del grasso per le carni lavorate deve quindi affrontare la diversa influenza del grasso sulla struttura, sulla consistenza e sulla sensazione in bocca.

La riduzione del grasso nei prodotti a base di carne si basa solitamente su due criteri principali: l'utilizzo di materie prime a base di carne più magre e la riduzione della densità del grasso (diluizione) aggiungendo acqua a livelli superiori rispetto ai prodotti tradizionali e aggiungendo altri ingredienti con contenuto calorico scarso o nullo. L'uso di fibre alimentari, da sole o in combinazione, come sostitute dei grassi non solo riduce il contenuto di grassi, ma migliora anche le caratteristiche nutrizionali del prodotto riducendo anche il contenuto calorico. Possono essere utilizzate anche combinazioni di fibre e altri ingredienti con proprietà uniche e complementari per sfruttare gli effetti sinergici, in termini di legame d'acqua, cremosità e struttura.

3.5 Principali fibre alimentari utilizzate nel processamento della carne

Una pletera di fibre vegetali è disponibile sul mercato come singola fonte vegetale (ad es. bambù, grano, pisello, patata, agrumi) nonché miscele di fibre, sviluppate per ottenere prestazioni migliori sfruttando le sinergie tra diverse frazioni di fibre. Le proprietà funzionali delle fibre vegetali sono fortemente influenzate dalla fonte vegetale (es. bambù, pisello, carota), dalla parte botanica utilizzata per l'estrazione (es. buccia/buccia vs parte interna), dallo stato fisico (es. dimensione del granulo/lunghezza della fibra) e tecnologia di produzione. Ogni prodotto commerciale ha in una certa misura un comportamento funzionale speciale, e quindi non è facile trovare prodotti commerciali diversi aventi la stessa impronta di proprietà funzionali.

Le fibre più comuni disponibili sul mercato includono:

- Fibre di cellulosa purificata insolubile, ottenute principalmente da bambù, grano, avena e canna da zucchero, ottenute estraendo e purificando le parti cellulosiche e macinando questo materiale a diverse dimensioni delle particelle (cioè da 30 a 200 μm).
- Fibre cellulosiche insolubili “non purificate” ottenute con una semplice macinazione di bucce di legumi (es. bucce di piselli) o crusche di cereali (es. avena, riso, crusca di frumento) macinate o finemente micronizzate (per ottenere un materiale finissimo con 10-20 μm di dimensione delle particelle).
- Fibre insolubili con un contenuto minore di fibre solubili e amido nativo residuo, ottenute da

pisello (previa rimozione di amido e proteine) e patata (ottenute dai sottoprodotti della produzione di amido e composte sia da pareti cellulari interne che da buccia di patata).

- Fibre di agrumi (cioè da limone, arancia, lime, mandarino) con diversi livelli di fibre solubili residue (principalmente pectina) a seconda della tecnologia di produzione e della materia prima utilizzata per la loro fabbricazione (es. cellule di succo, albedo, segmento, o bucce esterne).
- Fibre di carota ottenute come sottoprodotto della produzione del succo di carota e composte da un mix di frazioni insolubili e solubili.
- Buccia di psyllium (*Plantago ovata*), ottenuta macinando finemente (cioè a 80-100 mesh) la buccia di semi di psillio in modo da ottenere una fibra solubile molto ricca di frazioni di mucillagini.
- Inulina e fruttoligosaccaridi (FOS) estratti commercialmente da radici di cicoria e agave per produrre una famiglia di prodotti con comportamento tecnologico variabile (cioè, da catene corte con comportamento gelificante debole a catene più lunghe con comportamento gelificante più forte, utilizzato per la sostituzione del grasso e il miglioramento della sensazione in bocca).
- Altre fibre derivate da soia, barbabietola, mela e altre verdure²².

3.6 Fonti di derivazione delle Fibre Alimentari

Vari tipi di fibre sono state studiate singolarmente o in combinazione con altri ingredienti per formulare principalmente prodotti a base di carne macinata. Questi prodotti includono hamburger e salsicce, prodotti macinati grossolani/ristrutturati (es. salumi e arrostiti ristrutturati), parti marinate o iniettate, prodotti a base di carne emulsionati come wurstel e prodotti “alla bolognese” nonché prodotti a base di carne a ridotto contenuto di grassi. Fibra alimentare e ingredienti ricchi di fibre ottenuti da cereali (ad es. avena, riso, grano), frutta (come mela, limone, arancia), legumi (ad es. soia, piselli), radici (come carota, barbabietola da zucchero, konjac) e i tuberi (patate) sono stati utilizzati come ingredienti nella produzione di prodotti a base di carne essenzialmente per scopi tecnologici.

3.6.1 Cereali

Le fonti di fibre alimentari più utilizzabili per i prodotti a base di carne sono ottenute da cereali, come avena, grano, segale e riso. A causa dei potenziali benefici per la salute della fibra di avena, contenente β -glucani, c'è un crescente interesse verso il suo utilizzo come ingrediente funzionale nei comuni prodotti a base di carne. Le caratteristiche funzionali della fibra d'avena, in particolare la capacità di trattenere l'acqua, potrebbero potenzialmente avvantaggiare i prodotti a base di carne diminuendo le perdite di cottura e riducendo il contenuto di grassi, come nei wurstel e nella mortadella magra, senza perdita di accettabilità sensoriale. Quando si considera la fibra d'avena,

²² Federica Balestra, Maurizio Bianchi, Massimiliano Petracci, Department of Agricultural and Food Sciences, Alma Mater Studiorum, University of Bologna, Chapter 10.4, *Applications in Meat Products*, <http://dx.doi.org/10.1016%2FB978-0-12-816495-2.00010-1>

è importante distinguere tra crusca d'avena macinata, fibra d'avena insolubile raffinata estratta da bucce d'avena e beta-glucano purificato. A seguito del regolamento (CE) n. 1924/2006: <<È stato dimostrato che il beta-glucano dell'avena abbassa/riduce il colesterolo nel sangue. L'abbassamento del colesterolo nel sangue può ridurre il rischio di malattie cardiache (coronariche). Per sostenere l'indicazione, gli alimenti dovrebbero fornire almeno 3 g di β -glucano di avena al giorno>>²³. Includendo la giusta quantità di questa fibra, un produttore di carne potrebbe sfruttare non solo l'indicazione generale sul contenuto di fibre, ma anche uno specifico effetto benefico per la salute.

La capacità di assorbimento d'acqua della fibra di avena varia dal 250% a oltre l'800%, a seconda del livello di estrazione applicato nel processo di produzione. La fibra di avena è disponibile nei colori dal marrone chiaro al bianco. Le versioni più estratte hanno pochissimo gusto. La crusca d'avena sembra essere un vero e proprio sostituto del grasso nella carne macinata e nei salumi di maiale a causa della capacità della crusca d'avena di guadagnare acqua e competere per la definizione delle particelle nella carne macinata in termini di consistenza e colore. Il calo della perdita di cottura è dovuto alla natura assorbente del β -glucano, un componente della crusca d'avena che è idrofilo e lega l'acqua.

L'orzo è un'altra eccellente fonte di fibra alimentare insolubile/solubile, che include il β -glucano. La crusca di frumento, nota come la migliore fonte di fibra alimentare insolubile, è stata utilizzata per sostituire parzialmente il grasso nella produzione di diversi prodotti a base di carne come polpette (tipo manzo), diminuendo così i livelli di colesterolo e migliorandone la resa di cottura e la consistenza. Nello sviluppo di prodotti a base di carne, la fibra di grano lega l'acqua per dare un'emulsione molto stabile, che rimane tale per tutto il periodo di lavorazione e conservazione del prodotto. Questa proprietà consente di aggiungere acqua all'emulsione per lo sviluppo di prodotti a base di carne a basso contenuto di grassi.

Un'altra fonte di crusca incorporata nei prodotti a base di carne è ottenuta dalla segale e dalla crusca di riso. Generalmente quando la crusca viene aggiunta ai prodotti a base di carne, influisce sulla loro struttura poiché la sua composizione è completamente diversa da quella della carne. Durante il trattamento termico, la crusca subisce cambiamenti nella composizione chimica e nelle proprietà funzionali come la capacità di trattenere acqua e olio, aumentare la densità. È stato dimostrato che il trattamento termico della crusca di frumento causa un aumento della fibra solubile e una diminuzione della fibra insolubile (dal 2,7% nella crusca al 5,6% nella crusca estrusa al forno a microonde²⁴).

²³ 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

²⁴ Talukder, Suman, *Effect of Dietary Fiber on Properties and Acceptance of Meat Products: A Review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition* (2015), DOI: [10.1080/10408398.2012.682230](https://doi.org/10.1080/10408398.2012.682230)

3.6.2 Legumi

La soia e i piselli sono entrambi legumi e hanno proprietà molto simili rispetto alle fibre che ne derivano. Le fibre estratte dai baccelli di soia e piselli sono più corte rispetto alle lunghe strutture filiformi dell'avena e della fibra di grano. Di conseguenza, la capacità di assorbimento d'acqua da parte della fibra di soia e pisello tende ad essere inferiore a quella dell'avena e della fibra di grano. La fibra interna del pisello è identificata come un ingrediente in grado di trattenere l'acqua ed è prodotta dalla parete cellulare interna dei piselli. Contiene circa il 48% di fibra con un contenuto di amido residuo dal 20% al 40%. Inoltre, questa fonte è stata utilizzata in forma secca per ridurre il contenuto di grasso nelle polpette di manzo, il che ha portato a una migliore tenerezza e resa di cottura²⁵.

3.6.3 Frutta e verdura

Frutta e verdura sono buone fonti di fibre alimentari, rendendo gli scarti di frutta e verdura una valida opzione per recuperare la fibra alimentare. Le frazioni di fibre alimentari dei sottoprodotti di frutta e verdura hanno un grande potenziale nella preparazione di prodotti a base di carne come alimenti funzionali che promuovono la salute. Le industrie del succo di mela e pera producono tonnellate di materiale di scarto che contengono preziose fonti di fibre e possono essere utilizzate come prezioso ingrediente alimentare. Questi materiali comprendono principalmente sostanze cellulosiche ed emicellulosiche, insieme a lignina e pectina. Se utilizzati nei prodotti alimentari, hanno una grande capacità di trattenere l'acqua. La fibra alimentare degli agrumi contiene un'elevata percentuale di fibra alimentare solubile, rispetto alle fonti alternative convenzionali di fibre come i cereali. Come fibra vegetale, la fibra di carota è una fibra relativamente nuova per quanto riguarda l'applicazione nei prodotti a base di carne. La sua elevata capacità di assorbimento d'acqua lo rende utile per molte applicazioni sulla carne, ma come molte miscele di fibre solubili e insolubili, gli assorbimenti di olio sono relativamente modesti. Introdotta nella produzione alimentare come fonte di fibre alimentari, la fibra di barbabietola da zucchero è prodotta dalla polpa della barbabietola raccolta dal processo di estrazione del saccarosio. In generale, l'introduzione della fibra di barbabietola da zucchero ha aumentato significativamente il livello di fibra alimentare totale e la capacità di trattenere l'acqua²⁶.

²⁵ Federica Balestra, Maurizio Bianchi, Massimiliano Petracci, Department of Agricultural and Food Sciences, Alma Mater Studiorum, University of Bologna, Chapter 10.4.2.2, *Applications in Meat Products*, Doi: <http://dx.doi.org/10.1016%2FB978-0-12-816495-2.00010-1>

²⁶ Federica Balestra, Maurizio Bianchi, Massimiliano Petracci, Department of Agricultural and Food Sciences, Alma Mater Studiorum, University of Bologna, Chapter 10.4.2.3, *Applications in Meat Products*, <http://dx.doi.org/10.1016%2FB978-0-12-816495-2.00010-1>

3.7 Utilizzo delle Fibre Alimentari solubili nei prodotti carnei

La funzionalità e l'applicazione delle fibre solubili nei prodotti a base di carne è largamente considerata dall'industria della carne. Lo sviluppo di nuove fonti di fibre alimentari ha aperto nuove prospettive nel campo dei prodotti a base di carne fresca arricchiti con fibre.

L'inulina è spesso utilizzata come ingrediente funzionale nei prodotti a base di carne e pollame. L'inulina è un'oligosaccaride che appartiene a un gruppo di carboidrati noti come fruttani. L'inulina è una fibra solubile estratta con un processo di lavaggio dalle radici di cicoria. Un'altra fonte commerciale di inulina è l'agave, che di solito è disponibile come ingrediente biologico poiché l'agave può crescere facilmente nel suo ambiente naturale senza l'uso di sostanze chimiche. Comunemente, l'inulina viene utilizzata come prebiotico, sostituto del grasso o dello zucchero, modificatore della consistenza oppure per lo sviluppo di alimenti funzionali, grazie al suo ruolo benefico nella salute gastrica²⁷. L'ampio uso dell'inulina nel settore alimentare si basa sulle sue caratteristiche tecnico-funzionali. Gli sviluppatori di prodotti per la salute sono interessati all'inulina perché risponde contemporaneamente a una serie di esigenze dei consumatori.

Inulina e FOS hanno mostrato proprietà prebiotiche, in particolare effetto bifidogenico, migliorando la crescita di batteri vantaggiosi, principalmente bifidobatteri²⁸. L'inulina ha una struttura lineare costituita principalmente da unità di fruttosio legate dal legame glicosidico β -(2,1) e viene aggiunta ai prodotti a base di carne principalmente per la sostituzione del grasso perché forma una rete stabile che può imitare alcune proprietà strutturali della frazione lipidica in prodotti a ridotto contenuto di grasso. Con questa modalità di sostituzione del grasso, è possibile ottenere proprietà strutturali e sensoriali accettabili perché possono formare un gel particolato in presenza di acqua, e quindi modificare la consistenza del prodotto e fornire una sensazione in bocca simile a quella del grasso. Le proprietà gelificanti dell'inulina, indipendentemente dalla struttura, dipendono dalla temperatura, dalla concentrazione e dal grado di polimerizzazione. In generale, il gel di inulina fornisce una consistenza cremosa spalmabile che imita la sensazione orale di grasso nei prodotti.

Con l'uso di sostituti del grasso nei prodotti a base di carne, viene resa disponibile una vasta gamma di prodotti a base di carne con ridotto contenuto di grassi, offrendo una sensazione in bocca succosa e cremosa, con una maggiore compattezza grazie al controllo dell'acqua. L'aggiunta di inulina ai prodotti a base di carne come le salsicce potrebbe essere un'attrazione per i consumatori attenti alla salute.

Psyllium, un materiale mucillaginoso preparato da bucce di semi di piante del genere *Plantago*, è un'ottima fonte di fibra solubile. La fibra alimentare di *psyllium* è stata ampiamente utilizzata

²⁷Shoab, Muhammad; Shehzad, Aamir; Omar, Mukama; Rakha, Allah; Raza, Husnain; Sharif, Hafiz Rizwan; Shakeel, Azam; Ansari, Anum; Niazi, Sobia (2016). *Inulin: properties, health benefits and food applications*. *Carbohydrate Polymers*, Doi: 10.1016/j.carbpol.2016.04.020

²⁸Yousefi, Mojtaba; Khorshidian, Nasim; Hosseini, Hedayat (2018). *An overview of the functionality of inulin in meat and poultry products*. *Nutrition & Food Science*, doi: 10.1108/NFS-11-2017-0253

come integratore farmacologico per controllare il peso e regolare i livelli di glucosio nei pazienti diabetici. Esistono ancora altri utilizzi di questo polisaccaride a causa delle sue speciali proprietà fisico-chimiche e reologiche. È interessante notare che il polisaccaride di *psyllium* può formare un gel quando viene disciolto in soluzioni acquose e quindi può essere utilizzato come potente agente gelificante nello sviluppo di prodotti a base di carne. Nella produzione degli analoghi della carne da proteine vegetali, l'aggiunta di mucilloide di *psyllium* aiuta a modificare la consistenza per conferire una masticabilità simile alla carne²⁹.

²⁹ Federica Balestra, Maurizio Bianchi, Massimiliano Petracci, Department of Agricultural and Food Sciences, Alma Mater Studiorum, University of Bologna, Chapter 10.4.2.4, *Applications in Meat Products*, <http://dx.doi.org/10.1016%2FB978-0-12-816495-2.00010-1>

CAPITOLO IV

RUOLO DELLE FIBRE ALIMENTARI VEGETALI NELL'INDUSTRIA DELLA CARNE

4.1 Funzionalità ed esempi di prodotti a base di carne con l'aggiunta di fibre alimentari

Negli ultimi decenni sono stati condotti molti studi sull'uso delle fibre alimentari come ingredienti funzionali alternativi nella formulazione dei prodotti a base di carne (**Tab. 4.1**). La maggior parte degli studi mira a migliorare il profilo nutrizionale dei prodotti a base di carne riducendo il contenuto di grassi e colesterolo e migliorando la percezione dei consumatori sostituendo gli ingredienti “non *clean*”.

Dalla letteratura e dall'esperienza pratica, le principali problematiche tecniche relative all'uso delle fibre nei prodotti a base di carne possono essere riassunte come segue:

- (i) per la carne macinata e i prodotti a base di carne macinata (ad es. salsicce, hamburger e polpette), la fibra viene utilizzata per migliorare la capacità di ritenzione idrica durante la lavorazione e la durata di conservazione dei prodotti crudi, nonché per migliorare le caratteristiche sensoriali dopo la cottura ovvero per aumentare la succosità e la tenerezza;
- (ii) per le crocchette e polpette di pollo, possono essere utilizzati diversi tipi di fibre per aumentare la capacità di trattenere l'acqua, migliorare il “morso” nelle formulazioni a base di carni disossate meccanicamente, aumentare la succosità e la tenerezza dei prodotti magri e ritardare la migrazione dell'acqua dalla matrice della carne cotta al sistema di rivestimento;
- (iii) per le carni marinate o iniettate, vengono utilizzate principalmente fibre fini con una buona capacità di dispersione (es. agrumi e inulina) sempre per aumentare la capacità di trattenere l'acqua, la succosità, la tenerezza dopo la cottura;
- (iv) per i prodotti a base di carne emulsionati, come wurstel e prodotti tipo mortadella, vengono utilizzate fibre complesse insolubili/solubili (es. agrumi, patate, piselli, carote) così da aumentare la resa di cottura e l'emulsione dei grassi; inoltre vengono utilizzate fibre semplici insolubili come fibre di bambù o di grano con una lunghezza della fibra fino a 200 μm che ritardano la coalescenza dei grassi nella pastella di carne e migliorano il “morso” dopo la cottura³⁰.

I prodotti a base di carne di manzo macinata sono molto popolari in tutto il mondo, con un consumo in aumento. Tuttavia, questi prodotti forniscono grandi quantità di grassi saturi e

³⁰ Federica Balestra, Maurizio Bianchi, Massimiliano Petracci, Department of Agricultural and Food Sciences, Alma Mater Studiorum, University of Bologna, Chapter 10.5, *Applications in Meat Products*, <http://dx.doi.org/10.1016%2FB978-0-12-816495-2.00010-1>

colesterolo associati a diverse malattie croniche. Per questo motivo, l'industria della carne bovina è molto interessata allo sviluppo di prodotti a basso contenuto di grassi. Il comparto della produzione e della commercializzazione delle carni valuta la miscelazione di fibre alimentari come strategia di formulazione per prodotti a basso contenuto di grassi e colesterolo.

Nel complesso, è stato ampiamente dimostrato che le fibre alimentari ottenute dai cereali e legumi possono essere utilizzati proficuamente per la produzione di carne macinata di manzo e vitello a basso contenuto di grassi e di colesterolo. Tuttavia, la riduzione del grasso può influenzare in modo significativo l'accettabilità sensoriale e le proprietà strutturali dei prodotti. I principali *target* di lavoro, che si pone l'industria, riguardano il mantenimento del colore originale del prodotto, della trama, del gusto e dell'accettabilità da parte del consumatore.

Inoltre, fibre alimentari ottenute come sottoprodotti di frutta e ortaggi, patate e come pure l'inulina sono state impiegate per migliorare il profilo nutrizionale e ridurre i costi dei prodotti a base di carne bovina.

L'uso delle fibre alimentari è stato ampiamente valutato anche nei prodotti a base di carne di maiale con lo stesso scopo di migliorare la qualità nutrizionale e di salute percepita. Proprio come sui prodotti a base di carne bovina, molti studi sono stati condotti su prodotti a base di carne di maiale macinata come polpette e in particolare salsicce, che sono molto popolari in Europa, Nord America e Cina. Nel complesso, si pongono molteplici sfide nel mantenere una qualità sensoriale accettabile quando l'aggiunta di fibre supera il 5%–10%, anche se migliorano la capacità di ritenzione idrica e riducono le perdite di cottura.

Molte applicazioni delle fibre alimentari sono state studiate in prodotti a base di carne che presentano emulsioni (wurstel e mortadella), che sono comunemente prodotti utilizzando carne di maiale. Nei prodotti emulsionati, l'incorporazione di fibre alimentari è stata proposta come una efficace strategia per la sostituzione dei grassi che normalmente trovano spazio nella ricetta del prodotto, mentre, come previsto, l'impatto maggiore è stato sulle proprietà di *texture* (soprattutto durezza, gommosità ed elasticità).

Sono stati condotti molti studi anche su prodotti a base di carne di pollo macinata con proprietà salutari migliorate, con un limitato contenuto di acidi grassi saturi e colesterolo. Nel complesso, i vantaggi sulle proprietà tecnologiche e sensoriali concordano con quelli ottenuti in prodotti analoghi a base di carne bovina e suina³¹.

³¹ Ibidem

GRUPPO	FONTE DI FIBRA	PRODOTTO CARNEO	RUOLO	RIFERIMENTI
Cereali	Avena (beta-glucani)	Polpette di manzo	Migliora la resa di cottura, la ritenzione dell'acqua e del grasso (succosità)	Pinero, M. P., Parra, K., Huerta-Leidenz, N., Arenas de Moreno, L., Ferrer, M., Araujo, S., et al. (2008). Effect of oat's soluble fibre (β -glucan) as a fat replacer on physical, chemical, microbiological and sensory properties of low-fat beef patties. <i>Meat Science</i> , 80(3), 675–680.
Legumi	Pisello	Salsicce di maiale	Riduce la cottura e le perdite di spurgo, modifica la trama (minore durezza ed elasticità del prodotto) e colore (minore lucentezza), complessivamente inferiore accettabilità sensoriale	Pietrasik, Z., & Janz, J. A. M. (2010). Utilization of pea flour, starch-rich and fiber-rich fractions in low fat bologna. <i>Food Research International</i> , 43(2), 602–608.
		Burger di manzo	Aumenta la ritenzione di acqua, la resa in cottura e le qualità sensoriali al morso	Besbes, S., Attia, H., Deroanne, C., Makni, S., & Blecker, C. (2008). Partial replacement of meat by pea fiber and wheat fiber: effect on the chemical composition, cooking characteristics and sensory properties of beef burgers. <i>Journal of Food Quality</i> , 31(4), 480–489.
		Burger di pollo	Lieve impatto sul colore, aumenta la capacità di rigonfiamento e presenta una moderata capacità emulsionante	Huber, E., Francio, D. L., Biasi, V., Mezzomo, N., & Ferreira, S. R. S. (2016). Characterization of vegetable fiber and its use in chicken burger formulation. <i>Journal of Food Science and Technology</i> , 53(7), 3043–3052.
		Polpette di maiale	Aumenta la ritenzione di acqua, la resa in cottura e le qualità sensoriali al morso	Kehlet, U., Pagter, M., Aaslyng, M. D., & Raben, A. (2017). Meatballs with 3% and 6% dietary fibre from rye bran or pea fibre—effects on sensory quality and subjective appetite sensations. <i>Meat Science</i> , 125, 66–75.
		Nuggets di pollo	Modifica il colore (riduce la lucentezza) e la consistenza (conferisce minore durezza e maggiore coesione), diminuisce complessivamente accettabilità sensoriale se il tasso di fibra è maggiore dell'8%	Verma, A. K., Banerjee, R., & Sharma, B. D. (2015). Quality characteristics of low fat chicken nuggets: effect of salt substitute blend and pea hull flour. <i>Journal of Food Science and Technology</i> , 52(4), 2288–2295.
Frutta e verdura	Barbabietola	Prodotti di pollo cucinati	Modifica texture (superiore gommosità), mentre colore non si modifica	Cava, R., Ladero, L., Cantero, V., & Rosario Ramírez, M. (2012). Assessment of different dietary fibers (tomato fiber, beet root fiber, and inulin) for the manufacture of chopped cooked chicken products. <i>Journal of Food Science</i> , 77(4), C346–C352.
	Carota	Salsicce di maiale secche fermentate	Comporta una variazione di colore durante la stagionatura, modifica la texture (aumenta la durezza del prodotto), riduce l'accettabilità sensoriale del prodotto in bocca se aggiunta in percentuali maggiori del 3-5%	Eim, V. S., Simal, S., Rossello, C., & Femenia, A. (2008). Effects of addition of carrot dietary fibre on the ripening process of a dry fermented sausage (sobrassada). <i>Meat Science</i> , 80(2), 173–182.
	Inulina	Manzo tritato	Modifica la texture (riduce la consistenza)	Rodriguez Furlan, L. T. R., Padilla, A. P., & Campderro's, M. E. (2014). Development of reduced fat minced meats using inulin and bovine plasma proteins as fat replacers. <i>Meat Science</i> , 96(2), 762–768.
		Salsicce di maiale	Diminuisce la perdita di liquidi durante la cottura e migliora la stabilità dell'emulsione, modifica sensoriale (maggiore compattezza)	Keenan, D. F., Resconi, V. C., Kerry, J. P., & Hamill, R. M. (2014). Modelling the influence of inulin as a fat substitute in comminuted meat products on their physico-chemical characteristics and eating quality using a mixture design approach. <i>Meat Science</i> , 96(3), 1384–1394.
	Patata	Salsicce di manzo	Limita le perdite di liquidi durante la cottura, modifica la texture (diminuisce la durezza del prodotto, aumenta l'elasticità e la coesione della carne)	Ktari, N., Smaoui, S., Trabelsi, I., Nasri, M., & Salah, R. B. (2014). Chemical composition, techno-functional and sensory properties and effects of three dietary fibers on the quality characteristics of Tunisian beef sausage. <i>Meat Science</i> , 96(1), 521–525.
		Burger di pollo	Leggero impatto sul colore (diminuisce la lucentezza), favorisce l'emulsione	Huber, E., Francio, D. L., Biasi, V., Mezzomo, N., & Ferreira, S. R. S. (2016). Characterization of vegetable fiber and its use in chicken burger formulation. <i>Journal of Food Science and Technology</i> , 53(7), 3043–3052.

Tab. 4.1 Esempi di utilizzo delle principali fibre vegetali nell'industria della carne.

4.2 Carne macinata e prodotti a base di carne macinata fine

Le fibre vegetali sono l'ingrediente funzionale perfetto per prodotti a base di carne macinata (es. salsicce, hamburger, polpette e pani) e prodotti a base di carne tritata fine (es. arrostiti ristrutturati da carne macinata o tritata fine). La fibra, infatti, è perfettamente inglobata nella matrice della carne durante la lavorazione su una frusta o un tritacarne. Questa forma una sorta di rete tra le particelle di carne che fungono da spugna, gelificante e collante. L'obiettivo principale da raggiungere durante la produzione di prodotti a base di carne macinata è quello di favorire la ritenzione del succo di carne che viene naturalmente espulso durante il periodo di conservazione a causa del danno cellulare, il quale comporta una naturale formazione di gocciolamenti.

Un altro obiettivo importante risulta quello di ottenere un prodotto per cui le particelle di carne siano aggregate in modo tale che quest'ultimo risulti resistente durante la lavorazione, il confezionamento e la potenziale manipolazione da parte del consumatore finale (es. impanatura). Infine, quando si utilizza un macinato di carne secco magro (es. petto di pollo, lombo di maiale, manzo molto magro), l'uso di fibre può aiutare a migliorare la succosità e la sensazione in bocca dopo la cottura aumentando la friabilità e la tenerezza.

Per i prodotti a base di carne macinata fine (es. arrostiti ristrutturati), la funzionalità più importante è rappresentata dalla capacità di ritenzione idrica/miglioramento della resa e legatura tra le carni tritate al fine di avere una fetta uniforme ed omogenea dopo la cottura. Per questo tipo di applicazione, fibre bilanciate complesse con frazioni insolubili e solubili o amido residuo, che possono favorire la capacità di trattenere l'acqua durante la cottura e la conservabilità, migliorano anche le caratteristiche sensoriali dopo la cottura. A questo scopo possono essere utilizzate anche fibre di agrumi, carote, piselli e patate, da sole o accoppiate, con fibre insolubili di bambù o altre fonti.

La quantità di fibra aggiunta alla pastella di carne varia generalmente dallo 0,5% al 2% in base al tipo di fibra, ricetta, tipo di carne e funzionalità richiesta. Per i prodotti a base di carne macinata fresca come hamburger, polpette e pani, è molto comune utilizzare fibre vegetali con altri ripieni come pangrattato, fiocchi di patate, farine o proteine testurizzate per abbassare i costi delle ricette.

4.3 Nuggets di pollo e articoli di pollame impanati

Le crocchette di pollo e le polpette di pollo sono una famiglia di prodotti eterogenei con diverse problematiche tecniche da soddisfare durante la formulazione.

Alcuni dei principali fattori da considerare durante la formulazione delle crocchette di pollo sono:

- (i) tipo di carne (vale a dire, da carne grassa e fine disossata meccanicamente a carne magra e fibrosa del petto);
- (ii) tecnologia di produzione (es. cottura a convezione vs forno a vapore; fritti e non);
- (iii) costo di formulazione target (da prodotti a base di carne disossati meccanicamente molto economici a prodotti a base di carne bianca di petto di

prima qualità).

Molti tipi di fibre possono essere utilizzati per aumentare la capacità di trattenere l'acqua, migliorare il “morso” nelle formulazioni a base di carne disossate meccanicamente o aumentare la succosità e la tenerezza dei prodotti magri (ad esempio, prodotti a base di carne del petto). Un altro effetto collaterale benefico delle fibre negli articoli impanati è quello di ritardare la migrazione dell'umidità dalla carne cotta al sistema di rivestimento (impanatura) durante il periodo di conservazione, per non intaccare la croccantezza del prodotto finale e non favorire la crescita superficiale di muffe, aumentando la *shelf-life*.

Fibre insolubili con granulometria da media a lunga (cioè da 90 a 200 μm) possono essere utilizzate per migliorare la *texture* e stabilizzare i grassi in quei prodotti a base di carne disossati meccanicamente dove è necessario creare ulteriore fibrosità nella matrice della carne. Sono utilizzati come ingredienti per aumentare la succosità, la tenerezza e la sensazione in bocca di bocconcini di pollo formulati con carni magre (cioè petto di carne). Alcune fibre, particolarmente fini e facilmente disperdibili in acqua, come l'inulina, possono essere aggiunte ai muscoli di petto di pollo interi marinati impanati o a parti tagliate come il filetto interno o fette di petto di carne disperdendo la fibra direttamente nella salamoia.

4.4 Carni marinate e/o sottoposte a siringatura

Le carni marinate e iniettate sono una categoria di prodotti a base di carne che comprende muscoli interi (carne di maiale di alta qualità, prosciutto cotto o petto intero di tacchino), parti di muscoli (cioè pezzi o fette) e parti tagliate che vengono arricchiti con una salamoia mediante un semplice processo di burattatura (massaggio) o iniezione seguita da burattatura. In entrambe le tecnologie c'è la possibilità di aggiungere una fase di intenerimento (vale a dire, utilizzando aghi o lame) per accelerare la raccolta della salamoia e migliorare l'estrazione e la tenerezza delle proteine.

Un'altra tipologia di prodotto a base di carne che può essere considerata in questa categoria è rappresentata dai prodotti ristrutturati dove grossi pezzi di carne o carne macinata grossolana (es. piastra di macinazione con foro da 50 mm) vengono burattati e insaccati prima della cottura in modo da ottenere prosciutti e arrostiti ricostituiti (involtini di prosciutto di maiale o tacchino ristrutturati).

Tradizionalmente, gli amidi di cottura, la carragenina, le proteine animali (es. caseinato di sodio o collagene di maiale), le proteine vegetali (es. proteine isolate di soia o piselli) o altri idrocolloidi sono gli ingredienti più utilizzati per questa applicazione poiché non modificano troppo il prodotto ma gelificano durante la cottura della carne, trattenendo l'acqua (prosciutti cotti ristrutturati). Le fibre vegetali non venivano tradizionalmente applicate a causa del loro comportamento addensante in condizioni di freddo che possono aumentare eccessivamente la viscosità della salamoia. Inoltre, le fibre espanse possono avere una dimensione delle particelle tale da determinare problemi durante l'iniezione, intasando l'ago. Le moderne tecniche di

micronizzazione e le nuove fibre disponibili hanno reso possibili nuove applicazioni nelle carni marinate e iniettate. Alcuni esempi di fibre utilizzate nella carne marinata o iniettata includono fibre insolubili micronizzate (cioè 30–40 μm) derivate da bambù, grano o avena nonché fibre con un residuo di amido nativo come le fibre interne di piselli o patate³².

³² Federica Balestra, Maurizio Bianchi, Massimiliano Petracci, Department of Agricultural and Food Sciences, Alma Mater Studiorum, University of Bologna, Chapter 10.5, *Applications in Meat Products*, <http://dx.doi.org/10.1016%2FB978-0-12-816495-2.00010-1>

CAP V

RELAZIONE DI LABORATORIO: ANALISI FIBRE

5.1 Obiettivi

Sono state condotte due prove di laboratorio: la prima ha avuto come obiettivo l'analisi del comportamento reologico in acqua, a pH differenti, di un numero definito di fibre mentre la seconda ha previsto l'osservazione della capacità emulsionante di un numero selezionato delle fibre utilizzate nell'esperimento precedente. Le prove sono state sviluppate nel laboratorio dell'azienda I.T.ALI. s.r.l. di Reggio Emilia (<https://italisrl.com/>).

Le fibre costituiscono materia prima fondamentale nella maggior parte delle miscele alimentari prodotte in azienda. Lo scopo è stato quello di definire le capacità, delle fibre alimentari elencate, di reagire in ambiente acquoso e di emulsionare al fine di apprendere quali possano essere le più vantaggiose in campo alimentare e quali invece possano essere sostituibili o intercambiabili, traendone un eventuale beneficio sul piano dell'economia della produzione. L'obiettivo risulta essere l'ottenimento di dati rilevanti, necessari a comprendere quali fibre possano avere una favorevole applicazione industriale come la capacità di trattenere un maggiore quantitativo d'acqua, presentare una consistenza omogenea, conferire particolare texture. Si procede a visionare quali dei campioni possano mostrare comportamenti analoghi e quindi possano essere utilizzati come sostituti. L'obiettivo di queste analisi ha evidenti ricadute sul piano commerciale: identificare quali fibre riescano ad esprimere un medesimo comportamento, ma con un costo minore, determina un vantaggio competitivo rilevante nel mercato.

Lo studio ha previsto l'analisi di 17 fibre totali. Di seguito vengono descritte le prove realizzate.

Strumenti	Sostanze chimiche e fibre
Becker 400mL;	Acido citrico;
Becker 600mL;	Acqua;
Minipimer;	Olio di vinaccioli;
Spatola da laboratorio;	Proteina di pisello
Cucchiari;	FIBRE:
Bilancia da laboratorio;	BAMBU' BF 90 (UNICELL)
Bagno termostatico;	BAMBU' BF 30 (UNICELL)
	INULINA (Fibruline S20)
	CAVAMAX W6 (Wacker)
	AVENA 300microg HB (ABS Food)
	PISELLO (ABS Food)
	PISELLO (Swelite C)
	PSYLLIUM 99% (JYOT)
	GUAR
	PATATA KF 200Plus (Vitacel)
	PATATA 500 (Vitacel)
	BEET (Nordic Sugar)
	AGRUMI Herbacel AQ Plus (herbafood)
	CAROTA (Unipektin)
	Carota, Pomodoro, Arancia (Packtin)

Tab. 5.1 Materiali (le caratteristiche commerciali sono visionabili nelle rispettive schede tecniche).

Riferimenti alle immagini rintracciabili al link Drive: (<https://drive.google.com/drive/folders/1nSpQSwYZ7rDPjT-LDdpkiVb1Zrva-u7c?usp=sharing>).

5.2 Studio delle proprietà reologiche delle fibre alimentari in acqua

Procedimento

Fase 1

Sono state ottenute inizialmente 4 soluzioni utilizzando 1 parte di fibra e X parti di acqua di rubinetto, seguendo un rapporto di diluizione crescente:

RAPPORTO FIBRA/ACQUA	FIBRA	ACQUA
1:2	100g	200g
1:5	50g(*)	250g(*)
1:10	25g(*)	250g(*)
1:20	15g(*)	300g(*)

Tab. 5.2 Rapporto fibra/acqua delle soluzioni ottenute sperimentalmente.

(*) In mancanza di sufficiente quantità di campione di fibra alimentare, sono state diminuite le quantità del rapporto 1:5, 1:10, 1:20 utilizzando rispettivamente 25g, 12.5g, 7.5g della fibra di interesse.

Fase 2

Le soluzioni sono state parzialmente esportate in due recipienti differenti: metà del contenuto di una soluzione in un bicchiere di plastica e la restante parte in un becker.

I campioni presenti nei bicchieri sono stati organizzati in un'area predisposta (a temperatura ambiente) del laboratorio mentre i becker sono stati inseriti in un bagno termostatico al fine di osservare il comportamento della fibra sottoposta a calore. Il bagno termostatico è stato impostato secondo un programma di 95°C per 15 minuti. Per ogni diluizione sono stati dunque prodotti 2 campioni (uno “a freddo” e uno “a caldo”) per un totale di 8 campioni utilizzando acqua di rubinetto.

Fase 3

Lo stesso iter è stato ripetuto utilizzando acqua a pH compresi in range di (5.5/6), (4.5/5), (3/3.5). Il pH ricercato è stato ottenuto preventivamente tramite pH-metro, acidificando il mezzo con acido citrico. In totale, per ogni campione di fibra alimentare miscelata in acqua di rubinetto, sono stati ottenuti 8 campioni mentre 24 campioni sono stati ottenuti utilizzando acqua a differente pH.

Fase 4

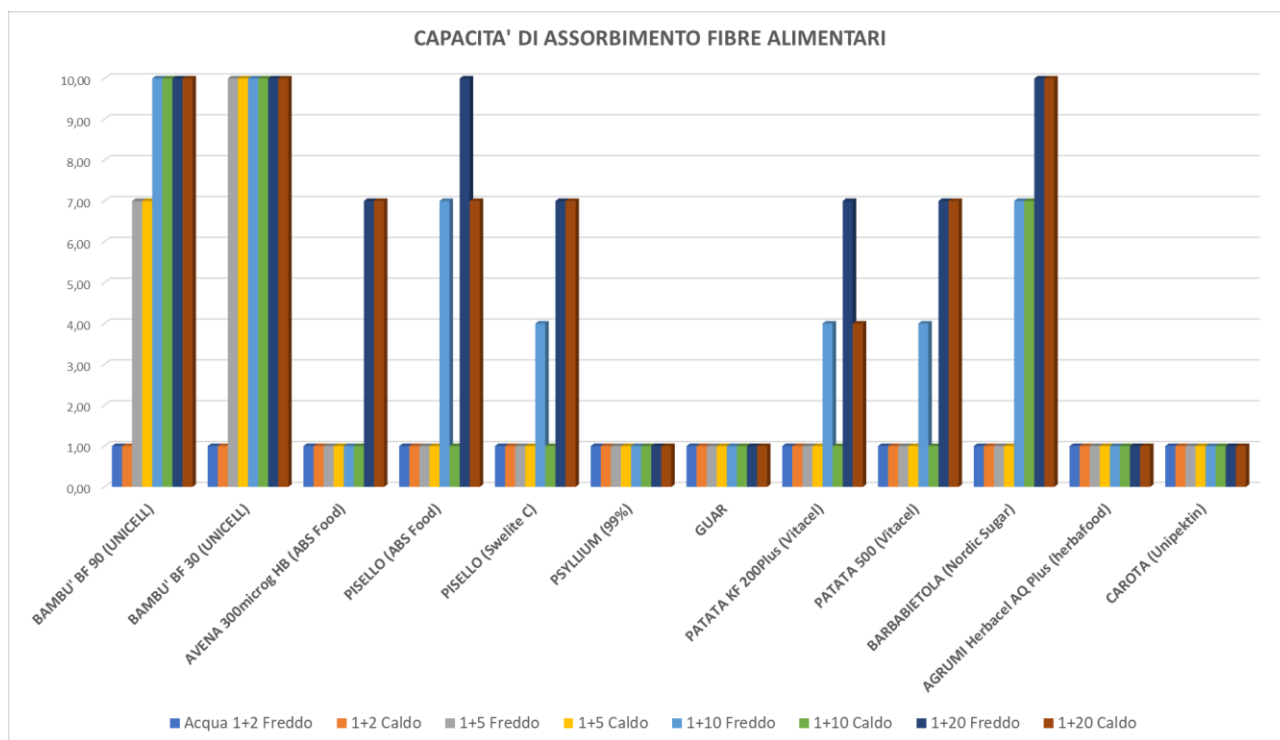
I campioni sono stati lasciati sostare per un tempo di 48 ore. In questo intervallo di tempo sono stati raccolti dati (vedi **Tab. 5.3**) al tempo zero, a 24h e al termine delle 48h.

CAMPIONI	Acqua 1+2 Freddo	1+2 Caldo	1+5 Freddo	1+5 Caldo	1+10 Freddo	1+10 Caldo	1+20 Freddo	1+20 Caldo
BAMBU' BF 90 (UNICELL)	N	N	M	M	A	A	A	A
BAMBU' BF 30 (UNICELL)	N	N	A	A	A	A	A	A
INULINA (Fibruline S20)	CS	CS	CS	CS	CS	CS	CS	CS
CAVAMAX® W6 (Wacker)	X	X	X	X	X	X	X	X
AVENA 300microg HB (ABS Food)	N	N	N	N	N	N	M	M
PISELLO (ABS Food)	N	N	N	N	M	N	A	M
PISELLO (Swelite C)	N	N	N	N	B	N	M	M
PSYLLIUM (99%)	N	N	N	N	N	N	N	N
GUAR	N	N	N	N	N	N	N	N
PATATA KF 200Plus (Vitacel)	N	N	N	N	B	N	M	B
PATATA 500 (Vitacel)	N	N	N	N	B	N	M	M
BARBABIETOLA (Nordic Sugar)	N	N	N	N	M	M	A	A
AGRUMI Herbacel AQ Plus (herbafood)	N	N	N	N	N	N	N	N
CAROTA (Unipektin)	N	N	N	N	N	N	N	N
CAMPIONI PACKTIN								
Carota	N	N	N	N	N	N	N	N
Pomodoro	N	N	N	N	NV	NV (si formano due fasi semi/buccetta)	A	M
Arancia	N	N	N	N	M	B	A	M

Tab. 5.3 Risultati rappresentativi al tempo t di 24h (al tempo t₁ di 48h i campioni mantengono le stesse caratteristiche).

N=No sineresi	B=Basso (velo leggero)	M=Medio (buona visibilità)	A=Alto (liquido abbondante)	CS=Completamente solubile	NV=Non valutabile	X=Deposito cristallino sul fondo
------------------	------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	------------------------------	----------------------	--

Legenda: Sineresi nel campione



Tab. 5.4 Capacità di assorbimento delle fibre alimentari: ad ogni lettera presente nella tab. 5.3 è stato correlato un punteggio; ogni punteggio definisce quanto influisce il fenomeno di sineresi, dopo 24h dall'inizio dell'esperimento, sui campioni testati. I punteggi partono da 1 per i campioni in cui non si verifica sineresi fino al valore massimo 10 per cui nel campione, il fenomeno, si verifica in modo determinante.

Sineresi	Punteggio
N	1
B	4
M	7
A	10

La fibra di bambù 90µm presenta un profilo molto simile alla fibra di 30µm se non per il campione che presenta la diluizione (1+5), la quale, come visibile in **tabella 5.4**, trattiene meglio l'acqua, verificandosi un minore fenomeno di sineresi. Allo stesso modo, anche i due campioni di pisello e i due campioni di patata, si comportano rispettivamente in modo simile, differenziandosi a diluizioni maggiori.

Altre somiglianze si possono riscontrare in campioni quali avena, Swelite e patata. L'avena però, rispetto alle altre tesi, sembra trattenere meglio l'acqua fino al rapporto (1+10), sia "a caldo" che "a freddo". La fibra di patata 200plus invece mantiene una migliore prestazione nei campioni "a caldo", vedendosi attestare un punteggio pari a 4 nella tesi a diluizione maggiore (1+20) "a caldo". D'altra parte, è possibile notare come psyllium e guar possiedano caratteristiche molto simili. Le due fibre, sia per capacità di legare l'acqua sia per consistenza, sembrano essere predisposte per utilizzi affini.

Agrumi e carota sembrerebbero presentare capacità di trattenimento dell'acqua coerenti. La fibra

di carota assorbe acqua formando un gel simile a quello della fibra di agrumi. Mostrano un profilo compatto e omogeneo facilmente intercambiabile. Infine, agrumi e carota, pur presentando caratteristiche di assorbimento simili a guar e psyllium, non condividono lo stesso tipo di consistenza. Guar e psyllium al tatto sono particolarmente gommosi al contrario di carota e agrumi, i quali si distinguono per la loro delicatezza di struttura.

Le caratteristiche principali che le fibre rivelano in acqua sono descritte nel paragrafo successivo.

- Bambù 30/90 μm

Le fibre di bambù sono fibre naturali insolubili ottenute dalle piante di bambù mature. Combinano la forza del bambù con i benefici della fibra alimentare per fornire una fibra naturale unica per molte applicazioni alimentari. Sono state analizzate due lunghezze standard di fibra: 30 e 90 micron. I prodotti si presentano come polveri fibrose di colore bianco e sono privi di sapore e odore. Le fibre “Unicell Bamboo Fiber BF” sono ampiamente utilizzate per aumentare la freschezza di carne e prodotti ittici, nonché per aumentare la resa dell'impasto nei prodotti da forno.

Entrambe le granulometrie presentano un colore bianco. La lunghezza maggiore della fibra b90 permette di legare meglio l'acqua rispetto alla fibra b40. Questo lo si può osservare nei rapporti superiori a 1:2. Il rapporto 1:2 mostra come il bambù riesca ad assorbire tutta l'acqua. Si può inoltre vedere come al diminuire della quantità di fibra corrisponda una diminuzione della capacità legante della stessa. Infatti, nel rapporto 1:20 il fenomeno di sineresi è molto evidente.

Il pH non comporta cambiamenti nel campione.

I campioni sottoposti a calore non presentano particolari alterazioni.

Dopo 48 ore non si nota alcuna sostanziale modifica.

- Inulina

L'inulina è una fibra solubile. Tutti i rapporti hanno evidenziato tale caratteristica. Il rapporto 1:2 a differenza degli altri campioni ha una consistenza densa e torbida. Dei restanti campioni, quelli “a freddo” risultano limpidi e trasparenti mentre quelli “a caldo” presentano un colore tendente al giallo. Questo non avviene invece nei campioni a più bassi pH.

I campioni cotti sono solubilizzati molto più velocemente, senza lasciare deposito sul fondo del becker.

Dopo 48 ore non si nota alcuna sostanziale modifica.

- Cavamax®

Il prodotto commerciale Cavamax® è una fibra alimentare chimicamente composta da alfadestrine. L'alfadestrina è un oligosaccaride ciclico presente in natura. La molecola è composta da sei unità di α -D-glucosio collegate legami glicosidici alfa-(1,4) per formare un anello.

L'alfadestrina è un prodotto per uso industriale fabbricato biotecnologicamente mediante

degradazione enzimatica di materie prime vegetali al 100%, come amido di mais e patate. La molecola ad anello è stabile in ambiente alcalino e in soluzioni acide fino a pH 2,5 – 3,0 circa. L'alfadestrina nativa è una polvere incolore, non igroscopica che può resistere a temperature fino a circa 220°C.

La particolarità delle alfadestrine è la loro struttura tridimensionale a forma di anello con una cavità vuota. Tutti i suoi gruppi idrossilici si trovano all'esterno della molecola, il che spiega la natura idrofila della superficie esterna. L'interno contiene solo atomi di ossigeno glicosidico e atomi di idrogeno legati direttamente agli atomi di carbonio. La cavità è quindi idrofobica e considerevolmente meno polare dell'esterno. Pertanto, la cavità interna può ospitare una molecola lipofila. L'esterno idrofilo, invece, garantisce la compatibilità nei sistemi acquosi. In virtù della sua particolare forma, l'alfadestrina è in grado di attrarre e incapsulare molecole selezionate, come i trigliceridi. Insieme alle code di acidi grassi, questo porta all'accumulo di una struttura simile a un tensioattivo con proprietà stabilizzanti l'emulsione.

Non si contraddistingue per una buona capacità di trattenere l'acqua. Il prodotto si sedimenta sul fondo formando uno strato insolubile. La fibra solubilizza parzialmente nel rapporto 1:20. Il calore non sembra favorire la solubilizzazione. Il Cavamax® in acqua non sembra avere delle caratteristiche particolarmente applicabili in acqua. Funziona in modo ottimale invece nelle emulsioni. Questa caratteristica rende limitato il suo utilizzo a quei prodotti sottoposti ad una azione meccanica favorevole alla formazione dell'emulsione.

Il pH non comporta cambiamenti del campione.

Dopo 48 ore non si nota alcuna sostanziale modifica.

- Avena

Al tempo zero, il rapporto 1:2 sia “a freddo” che “a caldo” rendono il campione umido e denso a differenza del campione di bambù il quale trattiene completamente l'acqua formando granuli. All'aumentare della presenza di acqua rispetto alla fibra, aumenta il fenomeno di sineresi.

Il campione 1:2 dopo 24h presenta una maggiore resistenza alla pressione. In particolare, il campione “a caldo” non si sfalda facilmente; sottoposto ad una forza si modifica ma una volta sottratto a tale forza torna nello stadio iniziale. Questa capacità diminuisce all'aumentare della diluizione. Potrebbe rappresentare un valido sostituto della fibra di pisello seppur, al momento, il prezzo di mercato della fibra di avena risulti troppo spropositato per un suo utilizzo (prezzi previsti: 14€/kg per avena contro 2€/kg del pisello).

Il pH non comporta rilevanti cambiamenti del campione.

Dopo 48 ore non si nota alcuna sostanziale modifica.

- Pisello

La fibra presa in considerazione presenta una granulometria compresa tra i 150 e i 200 micrometri. Il campione 1:2 “a caldo” e “a freddo” acquisiscono la totalità dell'acqua assumendo un aspetto

granuloso e umido. Il campione 1:5 “a caldo / a freddo” gelatinizza. Anche il campione 1:10 “a caldo” gelatinizza mentre “a freddo” no, comportando sineresi. Anche nel campione 1:20 si può notare fenomeno di sineresi.

Il pH non comporta rilevanti cambiamenti del campione.

Dopo 48 ore non si nota alcuna sostanziale modifica.

- Pisello (Swelite™)

La fibra di pisello funzionale sembrerebbe trattenere l’acqua lievemente meglio della fibra di pisello non funzionale. Come nel pisello non funzionale il campione 1:2 assorbe completamente l’acqua formando granuli umidi. I campioni “a caldo” 1:5, 1:10 e 1:20 si comportano in modo simile rispetto alla precedente fibra. I medesimi campioni “a freddo” invece sembrerebbero trattenere meglio l’acqua limitando il fenomeno di sineresi. Risulta essere una fibra molto simile a quella dell’avena, come sottolineato precedentemente. Al contrario dell’avena però, la resistenza alla pressione, notata nel campione 1:5, in questo caso risulta lievemente inferiore. Il campione di Swelite™ infatti si sgretola più facilmente se sottoposto ad una pressione.

Il pH non comporta rilevanti cambiamenti del campione.

Dopo 48 ore non si nota alcuna sostanziale modifica.

- Psyllium

Deriva da una pianta erbacea annuale (*Plantago psyllium* L.), dal fusto eretto semplice o leggermente ramificato, fistoloso. Alta fino a 30 cm.

Per quanto concerne l’analisi, tutti i test assorbono completamente l’acqua gelatinizzando in tempi molto brevi. Il campione 1:2 forma granuli. I campioni a diluizioni maggiori invece risultano sempre più deformabili pur mantenendo il gel compatto.

Il pH non comporta rilevanti cambiamenti del campione.

Dopo 48 ore non si nota alcuna sostanziale modifica.

- Guar

Guar è il nome di una pianta erbacea annuale (*Cyamopsis tetragonolobus*, fam. Leguminose) di origine indiana, ma coltivata anche in diverse altre parti del mondo, come il vicino Pakistan, la Cina e gli Stati Uniti. Alta non più di due metri, produce bacelli contenenti 5-9 semi dai quali si ricava la famosa gomma di guar. Una volta raccolti, questi semi vengono fatti essiccare, sbucciati per separare l’albume dai tegumenti esterni, quindi macinati. Il risultato di questo processo di lavorazione è una polvere idrosolubile, di colore bianco-avorio e commercializzata con il nome di colla o farina di guar.

Il comportamento risulta molto simile a quello della fibra di psyllium. Il campione 1:2 forma granuli. “A freddo” i granuli tendono ad essere più compatti rispetto al campione “a caldo” che invece si sfalda facilmente. Gli altri rapporti formano tutti gel. A diluizioni maggiori il gel diventa

sempre meno resistente alla pressione, sfaldandosi più facilmente. Tutti i rapporti assumono le caratteristiche di gel compatti, escluso il campione 1:20 che si presenta con una consistenza densa e fluida.

Il pH non comporta rilevanti cambiamenti del campione.

Dopo 48 ore non si nota alcuna sostanziale modifica.

- Patata 200Plus e Patata 500

La differenza sostanziale tra i due campioni di fibra è la lunghezza della stessa: la fibra di patata 200Plus presenta una lunghezza massima di 200µm mentre quella di patata 500 una lunghezza massima di 500µm.

Non si notano sostanziali differenze tra i due campioni. Il campione 1:2 assorbe completamente l'acqua formando granuli. Anche il rapporto 1:5 forma granuli ma più compatti rispetto al precedente. I campioni "a caldo" trattengono più acqua rispetto ai campioni "a freddo". Il rapporto 1:10 "a caldo" forma un gel che si sfalda facilmente assumendo una consistenza sabbiosa e umida. I restanti campioni trattengono con difficoltà l'acqua manifestandosi evidenti fenomeni di sineresi.

Il pH non comporta rilevanti cambiamenti del campione.

Dopo 48 ore non si nota alcuna sostanziale modifica.

- Barbabietola

Il rapporto 1:2 assorbe completamente l'acqua formando granuli. Il campione 1:5 "a caldo" trattiene efficacemente l'acqua così come il campione "a freddo". Entrambi sono di consistenza densa e pastosa. All'aumentare della diluizione, la fibra trattiene sempre meno acqua comportando sineresi.

Il pH non comporta rilevanti cambiamenti del campione.

Dopo 48 ore non si nota alcuna sostanziale modifica.

- Agrumi

Il campione 1:2 trattiene completamente l'acqua formando granuli. I campioni a rapporti maggiori riescono a trattenere l'acqua formando un gel sempre meno compatto all'aumentare della diluizione.

Il pH non comporta rilevanti cambiamenti del campione.

Dopo 48 ore non si nota alcun sostanziale modifica.

- Carota (Unipektin)

Il campione 1:2 trattiene completamente l'acqua formando granuli. I campioni a rapporti maggiori riescono a trattenere l'acqua formando un gel sempre meno compatto all'aumentare della diluizione.

Il pH non comporta rilevanti cambiamenti del campione.

Dopo 48 ore non si nota alcun sostanziale modifica.

Sono state descritte le proprietà reologiche delle fibre analizzate in acqua. Le qualità di una fibra alimentare, in ambito industriale, vengono essenzialmente valutate in relazione alla capacità della fibra di trattenere l'acqua del prodotto alimentare in cui è inserita. In questo senso è stato evidenziato il "punto di rottura" della fibra, ovvero il punto a maggiore diluizione per cui la fibra riesce a trattenere la totalità di acqua inserita nel campione (**Tab. 5.5**). Le fibre alimentari che attestano un "punto di rottura" a bassi rapporti sono: bambù, pisello non funzionale, barbabietola e le fibre solubili quali inulina e Cavamax®. Queste ultime trattengono acqua solo con un rapporto 1:5 se non inferiore. Iniziano a trattenere acqua a rapporti maggiori fibre come avena, pisello funzionale e patata. In questo caso, il "punto di rottura" si stabilisce a rapporti di 1:10. Infine, le fibre che più trattengono la frazione liquida sono psyllium, guar, agrumi, e carota. La capacità legante si stabilisce a rapporti di 1:20 se non superiori.

Fibre alimentari	Punto di rottura (freddo)	Punto di rottura (caldo)
BAMBU' BF 90 (UNICELL)	1:2+	1:2+
BAMBU' BF 30 (UNICELL)	1:2+	1:2+
INULINA (Fibruline S20)	Non trattiene	Non trattiene
CAVAMAX W6 (Wacker)	Non trattiene	Non trattiene
AVENA 300microg HB (ABS Food)	1:10+	1:10+
PISELLO (ABS Food)	1:5	1:10
PISELLO (Swelite C)	1:10	1:10
PSYLLIUM (99%)	1:20+	1:20+
GUAR	1:20+	1:20+
PATATA KF 200Plus (A.D.E.A.)	1:10-	1:10-
PATATA 200	1:10-	1:10-
BEET (Nordic Sugar)	1:5+	1:5+
AGRUMI Herbacel AQ Plus (herbafood)	1:20+	1:20+
CAROTA (Unipektin)	1:20+	1:20+

Tab. 5.5 "Punto di rottura":

5.3 Studio del potere emulsionante delle fibre alimentari e applicazioni in un sistema complesso

Le emulsioni sono dispersioni di due liquidi immiscibili. Sono interessanti in molte importanti applicazioni pratiche nel settore alimentare, cosmetico, petrolifero, agricolo, chimico, farmaceutico e in molte altre industrie di processo.

Esistono due tipi di emulsioni: tipo olio in acqua (O / W), dove l'olio forma la fase dispersa (goccioline) e l'acqua forma la fase continua; e del tipo acqua in olio (W / O), dove l'acqua forma la fase dispersa e l'olio forma la fase continua. Senza un efficace stabilizzatore interfacciale, le emulsioni sono sistemi instabili e si separano facilmente in fasi olio e acqua quando l'agitazione meccanica viene interrotta.

Le fibre possono poi svolgere una funzione utile nell'emulsione per due motivi:

- aumentando la viscosità del sistema viene rallentato il fenomeno di coalescenza e separazione della fase oleosa;
- l'olio viene trattenuto dalle fibre;

Aree di applicazione:

- Prodotti alimentari, condimenti, sughetti e altre salse, condimenti per dolci montati, burro di arachidi e gelato sono anche esempi di emulsioni di vari grassi e oli commestibili. Oltre ad influenzare la forma fisica dei prodotti alimentari, le emulsioni influiscono sul gusto perché gli oli emulsionati ricoprono la lingua, conferendo la tipica sensazione di cremosità in bocca.
- Margarina è una emulsione di acqua in olio. Più precisamente è formata da una fase lipidica, da una acquosa e da alcuni costituenti minori (coloranti di origine naturale, antimicrobici, emulsionanti e conservanti). La frazione acquosa è costituita da acqua o latte (in Italia non è consentita l'aggiunta di questo ingrediente), mentre quella lipidica contiene oli e grassi vegetali come olio di arachide, di vinaccioli, di germe di mais, di soia, di girasole, di colza.
- Crema è un'emulsione concentrata di grasso di latte in fase acquosa; la concentrazione dipende dal tipo di crema.
- Gelato è un prodotto molto complesso costituito da goccioline di grasso di latte, ma anche da cristalli di zucchero, cristalli di ghiaccio e microbolle d'aria.
- La maionese è un'emulsione di olio disperso in acqua contenuta nel tuorlo ovvero un sistema colloidale costituito da due liquidi immiscibili in cui uno di essi si trova sotto forma di piccolissime gocce (fase dispersa) in un altro liquido che agisce da fase continua, detta anche fase disperdente o veicolo.

Procedimento

Le fibre utilizzate nel seguente esperimento sono state selezionate in relazione alle conclusioni della precedente analisi.

FIBRE ALIMENTARI
CAVAMAX W6 (Wacker) [1:5:7]/[1:5:7:1]
CAVAMAX W6 (Wacker) [1:7:7]/[1:7:7:1]
AVENA 300microg HB (ABS Food) [1:5:7]/[1:5:7:1]
PISELLO (Swelite C) [1:5:7]/[1:5:7:1]
PSYLLIUM (99%) [1:5:7]/[1:5:7:1]
GUAR [1:5:7]/[1:5:7:1]
PATATA KF200Plus (A.D.E.A) [1:5:7]/[1:5:7:1]
PATATA KF200Plus (A.D.E.A) [1:7:7]/[1:7:7:1]
AGRUMI Herbacel AQ Plus (herbafood) [1:5:7]/[1:5:7:1]

Tab. 5.6 Fibre alimentari relative al secondo studio

Fase 1

Nella prima fase dell'esperimento è stato realizzato un sistema costituito da: fibra, olio di vinaccioli ed acqua. Il sistema prevede un rapporto:

RAPPORTO (fibra+olio+acqua)	FIBRA	OLIO	ACQUA
1:5:7	20g	100g	140g
1:7:7	20g	140g	140g

Tab. 5.7 Rapporti tra componenti del sistema sperimentale.

Inizialmente è stato testato il rapporto 1:5:7 per tutte le fibre. Alcune hanno mostrato degli interessanti risultati, riuscendo a trattenere in modo ottimale la fase lipidica. In questo senso, per tali fibre, è stato previsto un ulteriore test utilizzando un rapporto con quantità maggiore di olio, secondo un rapporto 1:7:7.

L'emulsione è stata realizzata in becker da 600mL aggiungendo inizialmente fibra e acqua e successivamente olio. In contemporanea il sistema è stato agitato mediante *minipimer* per un tempo di 2-3 minuti. Una volta ottenuto il nuovo composto, questo è stato in parte inserito in un bicchiere di plastica utile per la prova "a freddo". La parte rimasta nel becker è stata posta in bagno termostatico secondo un programma a 95°C per 15 minuti.

Il becker (prova "a caldo") a questo punto è stato affiancato al corrispettivo campione "a freddo". È stata quindi valutata la capacità emulsionante dei composti ottenuti.

Fase 2

La seconda fase ha previsto l'aggiunta di una proteina (proteina di pisello). L'obiettivo in questo caso è stato quello di creare un sistema complesso che potesse simulare un prodotto alimentare come: salse, maionese, creme, ecc.

I rapporti utilizzati per le fibre sono stati:

RAPPORTO (fibra+olio+acqua+proteina)	FIBRA	OLIO	ACQUA	PROTEINA
1:5:7:1	20g	100g	140g	20g
1:7:7:1	20g	140g	140g	20g

Tab. 5.8 Rapporti tra componenti del secondo sistema sperimentale.

Il procedimento è stato condotto secondo le stesse modalità dell'analisi precedente.

I dati raccolti sono riassunti nella tabella (**Tab. 5.9**):

Fibre Alimentari	EMULSIONE FREDDO	EMULSIONE FREDDO + PROTEINA	EMULSIONE CALDO	EMULSIONE CALDO + PROTEINA
CAVAMAX W6 (Wacker) [1:5:7]/[1:5:7:1]	[+]	[+]	[-]	[+]
CAVAMAX W6 (Wacker) [1:7:7]/[1:7:7:1]	[+]	[+]	[-]	[+]
AVENA 300microg HB (ABS Food) [1:5:7]/[1:5:7:1]	[+]	[+]	[+/-]	[+/-]
PISELLO (Swelite C) [1:5:7]/[1:5:7:1]	[+/-]	[+]	[+/-]	[+]
PSYLLIUM (99%) [1:5:7]/[1:5:7:1]	[-]	[-]	[-]	[-]
GUAR [1:5:7]/[1:5:7:1]	[-]	[-]	[-]	[-]
PATATA KF200Plus (Vitacel) [1:5:7]/[1:5:7:1]	[+]	[+]	[+]	[+]
PATATA KF200Plus (Vitacel) [1:7:7]/[1:7:7:1]	[+]	[+]	[+]	[+]
AGRUMI Herbacel AQ Plus (herbafood) [1:5:7]/[1:5:7:1]	[+/-]	[+/-]	[+/-]	[+/-]

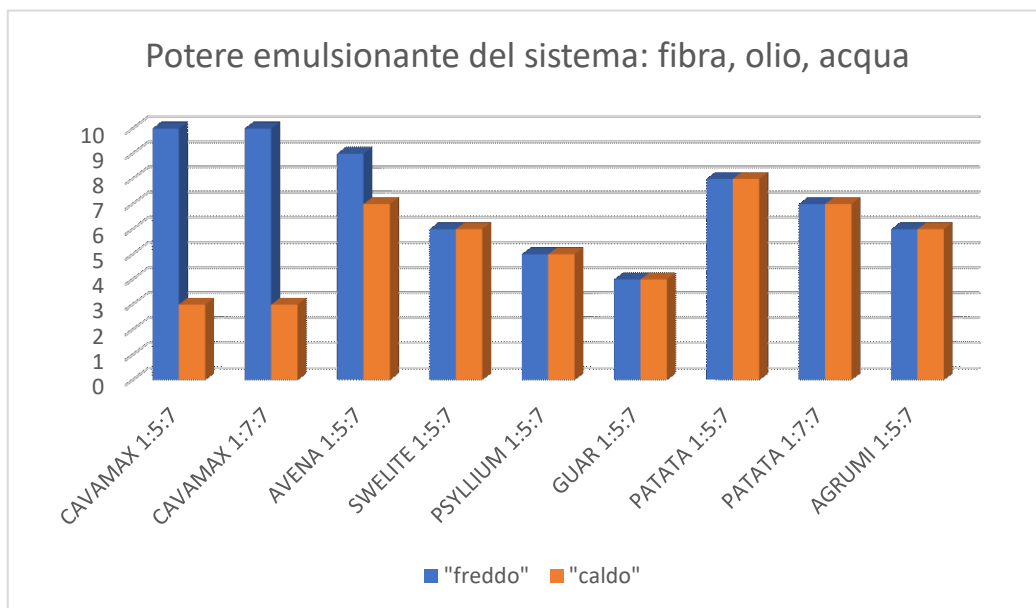
Tab. 5.9 Differenti rapporti di fibre alimentari e relativa capacità emulsionante.

LEGENDA
1:5:7 - 1:7:7 (fibra + olio di vinaccioli + acqua)
1:5:7:1 - 1:7:7:1 (fibra + olio di vinaccioli + acqua + proteina di pisello)
[+] = Emulsiona
[+/-] = Emulsiona parzialmente
[-] = Non emulsiona

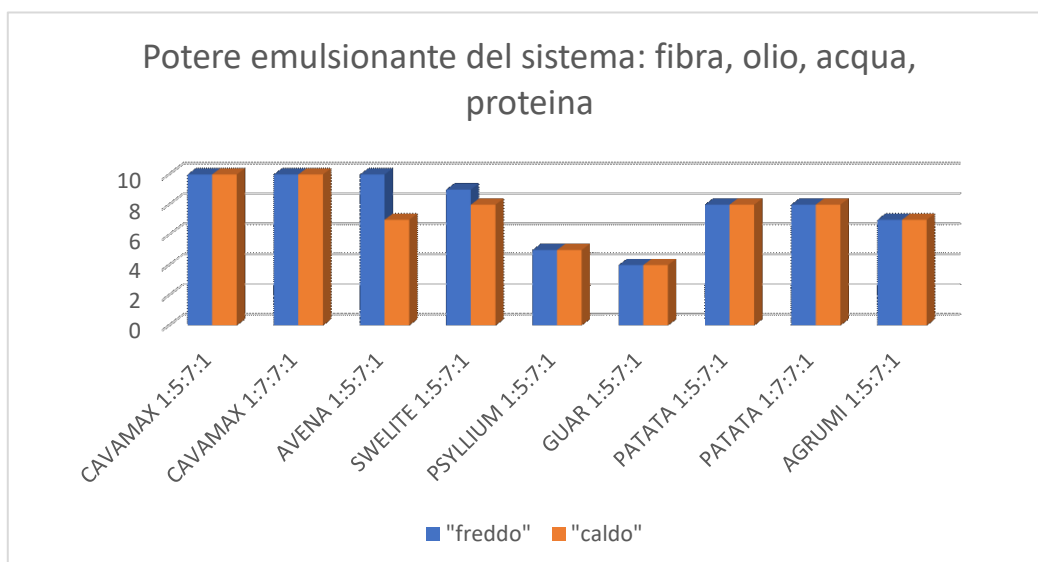
Conclusioni

Il ruolo delle proteine nella formazione e stabilizzazione delle emulsioni è determinante in quanto, disponendosi sulla superficie all'interfaccia tra la fase dispersa e la fase continua, abbassano la tensione superficiale e quindi la tendenza delle emulsioni a separarsi nelle due fasi distinte.

Quando un liquido a bassa polarità, come l'olio di vinaccioli, viene mescolato con acqua, le forze all'interfaccia limitano il contatto tra i due liquidi. Quando i due liquidi immiscibili sono forzati ad interagire tramite un'azione meccanica, il risultato sarà la formazione di un numero di goccioline sferiche nella fase dispersa. Il sistema, se lasciato sostare per un sufficiente tempo, tornerà nella situazione iniziale. Il sistema può anche essere stabilizzato aggiungendo composti parzialmente solubili sia nella fase lipidica che nella fase acquosa. Queste molecole svolgono l'azione di emulsionanti. In questo caso, la proteina di pisello svolge tale azione interagendo con entrambe le fasi grazie al comportamento anfotero.



Tab. 5.10 Comparazione del potere emulsionante dei sistemi composti da fibra, olio, acqua, nelle condizioni "a freddo" e "a caldo" (*).



Tab. 5.11 Comparazione del potere emulsionante dei sistemi composti da fibra, olio, acqua, proteina, nelle condizioni “a freddo” e “a caldo” (*).

Punteggio	Descrizione
1-3	Non emulsiona
4-5	Minima capacità emulsionante
6-7	Emulsione parziale in presenza di un consistente strato di particelle d’olio non emulsionate
8-9	Emulsione in presenza di un lieve strato di particelle d’olio non emulsionate
10	Emulsiona completamente

Le fibre utilizzate hanno manifestato differenti capacità di stabilizzare l’emulsione:

- Cavamax®

Ha dato i migliori risultati tra le fibre analizzate, in particolare nelle emulsioni “a freddo”. L’emulsione sottoposta a calore invece vede la fase lipidica e la fase acquosa separarsi. Aggiungendo la proteina la situazione cambia. Possiamo notare come il campione 1:5:7:1 riesca a stabilizzare l’emulsione anche ad elevate temperature. Il Cavamax® ha mostrato ottimi risultati tanto che, aggiungendo una maggiore frazione di olio al rapporto, è stata dimostrata la capacità della fibra di mantenere stabile l’emulsione.

- Avena

Ha mostrato un discreto comportamento sia in presenza che in assenza della proteina. L’emulsione “a freddo” viene mantenuta. Il campione “a caldo” con e senza proteina invece sembra sostenere l’emulsione solo parzialmente. Si può notare sineresi superficiale.

- Pisello (Swelite™)

Senza proteina, ha mostrato una ridotta capacità di mantenere l’emulsione (sia “a freddo” che “a caldo”). In presenza della proteina il sistema viene mantenuto discretamente e nemmeno il calore ne limita la stabilità.

- Psyllium

Fibra che gelifica in tempi estremamente rapidi se immersa in soluzioni acquose. L'emulsione non si sostanzia in quanto l'olio non viene trattenuto in tutte le modalità previste sperimentalmente. Il fenomeno di sineresi è fortemente presente. Si formano due fasi caratterizzate da ammassi gelificati di prodotto circondati dall'olio di vinaccioli.

- Guar

Ha dimostrato di presentare caratteristiche molto simili alla fibra di psyllium. Tutti i campioni non hanno dato prova di poter stabilizzare l'emulsione.

- Patata

La fibra di patata risulta favorire l'emulsione in tutte le modalità approfondite. L'aspetto dell'emulsione sembrerebbe essere grezzo ma efficace tanto che è stato condotto lo stesso esperimento ma aumentando la frazione di olio. Anche in questo caso l'emulsione risulta stabile nelle quattro modalità di esperimento.

- Agrumi

L'ultima fibra testata è la fibra di agrumi. La fibra non sembra stabilizzare completamente l'emulsione né "a caldo" né "a freddo". Si nota un evidente rilascio di olio soprattutto nei rapporti 1:5:7 (privi di proteina). Il rapporto 1:5:7:1 invece sembra mantenere meglio le fasi pur non stabilizzando l'emulsione.

CONCLUSIONI

I consumatori pongono sempre più cura e attenzione ai prodotti che acquistano, soprattutto se destinati al consumo alimentare. La continua enfasi posta sull'importanza delle fibre vegetali nella dieta occidentale e sulla necessità di prodotti a ridotto contenuto calorico, spinge l'industria alimentare ad investire sempre maggiori risorse per sviluppare prodotti arricchiti di fibre alimentari. Le ricette che prevedono l'aggiunta di fibre alimentari risultano essere una alternativa efficace per esaltare gli aspetti nutrizionali e fisiologici dell'alimento ma anche per migliorarne l'aspetto e la funzionalità, influenzando le proprietà reologiche del prodotto finale.

La forte concorrenza tra gli attori della produzione alimentare e le aspettative dei consumatori, relative alla qualità del prodotto e al prezzo atteso, hanno reso la gestione dei costi un interminabile argomento di discussione. Ciò esercita un'enorme pressione sulla filiera della produzione nel gestire le richieste di prezzo e qualità delle catene di supermercati e del consumatore finale.

Nel comparto delle carni, in cui solitamente si utilizzano riempitivi ed estensori, le fibre trovano un'ampia applicazione. In questo panorama, i trasformatori cercano ingredienti con la capacità di trattenere acqua e che consentano loro di sviluppare prodotti che siano allo stesso tempo convenienti e di alta qualità. Questo ha portato le fibre alimentari sotto i riflettori. L'ampia gamma di fibre a disposizione dei trasformatori offre soluzioni tecnicamente valide che ottimizzano ed ampliano la gamma dei prodotti a base di carne.

La sfida dell'industria della produzione e della trasformazione risulta quella di ottenere nuovi prodotti mantenendo od aumentando l'appeal organolettico riconosciuto dal consumatore. Questo obiettivo potrà essere raggiunto ottenendo maggiori informazioni relative alle capacità funzionali delle fibre vegetali così da sviluppare un largo spettro di prodotti, facilmente applicabili agli obiettivi produttivi.

Un goal da raggiungere sarà anche quello di fornire un'efficace etichettatura per validare e promuovere i nuovi "food claim". Gli organi legislativi hanno un ruolo importante nel fornire ai consumatori una etichettatura chiara sulla natura delle fibre utilizzate. Tuttavia, in che misura i prodotti arricchiti di fibre alimentari imprimeranno una decisa crescita in questa direzione, dipenderà dai risultati che la ricerca porterà a sostegno della percezione dei benefici alla salute umana e dagli sforzi dell'industria nella formulazione e promozione di prodotti che presenteranno tali vantaggi presso il consumatore finale.

BIBLIOGRAFIA

Balestra, Bianchi, Petracci, Department of Agricultural and Food Sciences, Alma Mater Studiorum, University of Bologna, Chapter 10, *Applications in Meat Products*, <http://dx.doi.org/10.1016%2FB978-0-12-816495-2.00010-1>

Deepak Mudgil, Sheweta Barak, Chapter 2 - *Classification, Technological Properties, and Sustainable Sources*, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816495-2.00002-2>

Elmadfa I (ed), *European Nutrition and Health Report 2009*. Forum Nutr. Basel, Karger, 2009, vol 62, pp 12–13, <https://doi.org/10.1159/000242367>

Mudgil, D., Barak, S., & Khatkar, B. S. (2014). *Guar gum: processing, properties and food applications-A Review. Journal of food science and technology*, 409–418. <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0522-x>

Shoaib, Muhammad; Shehzad, Aamir; Omar, Mukama; Rakha, Allah; Raza, Husnain; Sharif, Hafiz Rizwan; Shakeel, Azam; Ansari, Anum; Niazi, Sobia (2016). *Inulin: properties, health benefits and food applications. Carbohydrate Polymers*, Doi: 10.1016/j.carbpol.2016.04.020

Williams, B.A., Mikkelsen, D., Flanagan, B.M. *et al.* “Dietary fibre”: moving beyond the “soluble/insoluble” classification for monogastric nutrition, with an emphasis on humans and pigs. *J Animal Sci Biotechnol*, <https://doi.org/10.1186/s40104-019-0350-9>

Yangilar, Filiz. (2013), *The application of dietary fibre in food industry: Structural features, effects on health and definition, obtaining and analysis of dietary fibre: A review*. DOI: 10.9734/IJBCRR/2017/36561

Yousefi, Mojtaba; Khorshidian, Nasim; Hosseini, Hedayat (2018). *An overview of the functionality of inulin in meat and poultry products. Nutrition & Food Science*, doi: 10.1108/NFS-11-2017-0253

Talukder, Suman, *Effect of Dietary Fiber on Properties and Acceptance of Meat Products: A Review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition* (2015), DOI: [10.1080/10408398.2012.682230](https://doi.org/10.1080/10408398.2012.682230)

Commissione Europea, *Dietary Fibre*, https://knowledge4policy.ec.europa.eu/health-promotion-knowledge-gateway/dietary-fibre_en

EFSA, *Scientific Opinion on establishing Food-Based Dietary Guidelines*, <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2010.1460>

EFSA, *Scientific Opinion on Dietary Reference Values for carbohydrates and dietary fibre*, <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2010.1462>

Food and Drug Administration, *What is FDA's definition for dietary fiber that can be declared on the Nutrition and Supplement Facts labels?*, https://www.fda.gov/food/food-labeling-nutrition/questions-and-answers-dietary-fiber#define_dietary_fiber

Global Burden of Diseases, *Global, regional, and national comparative risk assessment of 84 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks for 195 countries and territories, 1990–2017*, [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)32225-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)32225-6)

Riferimenti legislativi

Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea, 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. 1924/2006 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 20 dicembre 2006 relativo alle indicazioni nutrizionali e sulla salute fornite sui prodotti alimentari

Product Specification

VIDOFIBRES KF 15 C (Carrot Fibre)

Description	VIDOFIBRES KF 15 C is a dietary fibre produced from high-quality carrots. Typical application is in clean-label food. The carrot fibre provides stabilization, water binding, structure and freshness.
Declaration	Vegetable fibre (carrot fibre)
Country of Origin Manufacturing Site Compliance	Switzerland 8264 Eschenz, Switzerland The product does not consist of, nor contain, nor is produced from GMOs as defined in Regulation (EC) 1829 / 2003 and 1830 / 2003. The product complies with the standards of EEC food legislation, Swiss food laws and FAO/WHO's.

Physical / Chemical	Water holding capacity	Approx. 15 g water / g fibre
	Moisture	< 12.0 %
	Minerals and ash	< 4.0 %
	pH value (1 % in water)	4.0 – 6.0
Particle Size	VIDOFIBRES KF 15 C	min 90 % < 0.150 mm
Sensory Aspects	Powder colour	typical
	Flavour (1% in water dispersed)	typical
	Transparency (1% in water dispersed)	typical

Product Sheet **Fibruline® S20**



Tel +32(0) 69 44 66 00
Fax +32(0) 69 44 66 22

Email
sales@cosucra.com

visit our website :
<http://www.cosucra.com>

Fibruline®, chicory inulin, is a soluble dietary fibre extracted from chicory roots by a natural process. It's a naturally-sourced food ingredient. Fibruline® S20 is a fine granulated white powder, offering a high solubility with a neutral impact on the viscosity of most food applications. Belonging to the fructan group, inulin is non-digestible oligosaccharide built up of fructose units with β-1 bonds, mostly ending by a glucose unit.

Guaranteed specifications (Analytical methods available on request)

Dry matter (D.M.) 96 +/- 1%

Composition based on D.M

Ash max 0.2%
Total carbohydrates min 99.7%
Inulin min 90%
Free fructose, glucose & sucrose max 10%

Microbiology (expressed in CFU)

Bacillus cereus max 100/g
Enterobacteriaceae absent/1g
E. Coli absent/1g
Moulds max 20/g
Salmonella absent/100g
S. Aureus absent/1g
Aerobic plate count max 1000/g
Aero thermo count max 2000/g
Yeasts max 20/g

Characteristics

Heavy metals (Pb, Cd, Hg, As) max 0.5 ppm

Typical data (indicative values)

General Characteristics

Average DP (degree of polymerisation)	<10	pH (30% in water)	~ 6.0
Colour	white	Solubility	≥ 200 g/l
Density - Tapped	~ 0.55 kg/l	Stability	Heat stable, at pH<3.5, hydrolysis risk increases significantly
Dispersibility	~ 1% lumps	Taste	neutral / slightly sweet
Granulometry	< 500 µm		

Labelling

(Chicory) inulin, Chicory (dietary) fibre, Chicory (Vegetable) fibre, (Chicory) Fructo-Oligosaccharide, (Chicory) Oligofructose.

Nutrition Labelling (values expressed per 100g commercial product)

Caloric Value (energy)	208 kcal (1), 840kJ	Fat	0 g (2)
Carbohydrates	8 g (96 g) (3)	of which saturated	0 g (2)
of which sugars	8 g	Protein	0 g (2)
Dietary Fibre	88 g (4)	Salt	0.2 g

(1) Based on a caloric value of 2kcal/g for pure inulin/oligofructose, conformed to EU directive 2008/100 & subject to local regulations, (2) Non detectable, (3) Including dietary fibre, (4) According to the full implementation of the Directive 2008/100/EC regarding dietary fibre definition, dimers (DP2) are excluded from the scope of this definition.

Method of analysis

Inulin and oligofructose (fructan) level in food products can be analysed by the following method: AOAC 997.08.

Certification

KOSHER & HALAL (on demand) certified ingredient.
Does not contain GMO's or GMO-derived components. Not produced using GMO-based technology (not concerned by EC 1829/2003 and EC 1830/2003).

SOLUTIONS



- Fibre enrichment
- Calorie reduction
- Gut health
- Calcium absorption

APPLICATIONS

- Dairy
- Bakery
- Confectionery
- Savoury
- Powder blends
- Beverages

PRODUCTS

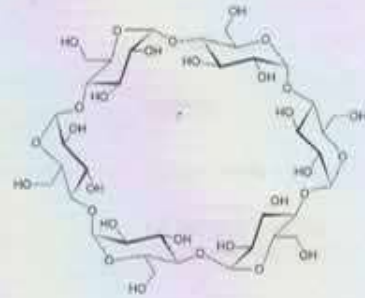
- Fibruline® Instant, native inulin
- Fibruline® S20, soluble inulin
- Fibruline® DS2, desugared inulin
- Fibrulose® F97, oligofructose
- Fibruline® XL, long chain inulin
- Fibrulose® L85, liquid

CAVAMAX[®] W6 FOOD (NON-GMO)

Cyclodextrins & Complexes

Alpha-Cyclodextrin

CAVAMAX[®] W6 FOOD (non-GMO) is a food grade alpha-cyclodextrin from Wacker Chemie AG. With 6 glucose units CAVAMAX[®] W6 FOOD (non-GMO) has the smallest cavity of the native cyclodextrins. The ring-shaped oligosaccharide is produced enzymatically from plant starch. Through its unique properties, CAVAMAX[®] W6 FOOD (non-GMO) provides several useful functionalities, e.g. emulsifying and foam stabilizing, for creating innovative food solutions. Synonyms: alpha-cyclodextrin, cyclohexaamylose, cyclomaltohexaose



CAS No. 10016-20-3 | INCI Cyclodextrin | Empirical formula C₃₆H₆₀O₃₀ | Molecular weight 972.84

Properties

- Vegan
- Sustainable plant-based raw materials
- No allergen labeling required
- Clean label (no E-number)
- EU Health Claim
- Novel Food Ingredient (EU)
- Non-GMO grade
- Highly versatile
- Enables innovative "free from" solutions

Technical data

Specification

Property	Condition	Value	Method
Arsenic	-	max. 1.3 ppm	Titration
Cyclodextrin content	-	min. 98 %	USP/NF
Heavy metals	-	max. 5 ppm	USP/NF
Lead	-	max. 0.5 ppm	USP/NF
Loss on drying	-	max. 11.0 %	halogen dryer
Microorganisms	-	max. 1000 /g	MICROBIOLOGICAL PHOTOMETRIC TEST
Reducing Substances	-	max. 0.5 %	USP
Residual complexant (1-decanol)	-	max. 20 ppm	GC
Residue on ignition	-	max. 0.1 %	USP/NF
Salmonella/E.Coli	-	0 in 10g	MICROBIOLOGICAL PHOTOMETRIC TEST
Specific rotation [α] _{25/D}	-	145 - 151 °	FCC

General Characteristics

Property	Condition	Value	Method
Solubility in water	25 °C	145 g/l	-

These figures are only intended as a guide and should not be used in preparing specifications.

All the information provided is in accordance with the present state of our knowledge. Nonetheless, we disclaim any warranty or liability whatsoever and reserve the right, at any time, to effect technical alterations. The information provided, as well as the product's fitness for an intended application, should be checked by the buyer in preliminary trials. Contractual terms and conditions always take precedence. The disclaimer of warranty and liability also applies particularly in foreign countries with respect to third parties' rights.

Compliance

Full compliance info plus certificates can be downloaded from the product website.

- ✓ Halal
- ✓ Kosher certified
- ✓ FSSC 22000
- ✓ JECFA

✓ US FDA: Generally Recognized as Safe (GRAS)

✓ Novel Food (EU)

✘ No registration for food additives in the EU

Applications

- Icings & Frostings
- Coconut Milk Powder
- Egg-Free Bakery
- Masking
- Mayonnaise & Sauces

Application details

CAVAMAX® W6 FOOD (non GMO) offers a vegan alternative for stabilizing oil-in-water emulsions and food foams. This enables the creation of innovative food solutions, such as egg-free bakery and heat-stable icings with vegetable oils instead of solid fats.

Packaging and storage

Packaging

Units of 25 kg (pallet scheme 40x25 kg), 1000 kg, bulk

Storage

Storage at room temperature in sealed containers under dry conditions is recommended. CAVAMAX® W6 FOOD (non GMO) has a shelf life of at least 36 months when stored in unbroken original packaging in dry storage areas. The best use before date of each batch is shown on the product label. Storage beyond the date specified on the label does not necessarily mean that the product is no longer usable. In this case, however, the properties required for the intended use must be checked for quality assurance reasons.

Safety notes

Comprehensive instructions are given in the corresponding Material Safety Data Sheets. They are available on request from WACKER subsidiaries or may be printed via WACKER web site <http://www.wacker.com>.

QR Code CAVAMAX® W6 FOOD (NON-GMO)



Product Specification

UNICELL® BF 30

Bamboo fiber Unicell® BF 30 is concentrated, natural bamboo fiber of white color and neutral taste and flavor.

Sensory Properties	
Appearance	White powder
Consistency	Loose
Taste	Neutral
Odor	Neutral
Sensory sensations	Smooth delicate powder, odorless and tasteless
Physic - chemical analysis	
Content of dietary fiber of which:	min 98% in dry mass
• soluble dietary fiber	max 1%
Ash	max 0.3%
Loss on drying	max 8%
pH value (10% suspension)	5-8
Gluten content	Absent
Loose bulk density	220 - 270 g/l
Microbiological analysis	
Standard plate count	≤ 10000 cfu/g
Yeasts and moulds	≤ 200 cfu/g
Salmonella	Absent in 25 g
E.coli	Absent in 25 g

Heavy metals	
Pb (Lead)	≤ 2.0 ppm
Cd (Cadmium)	≤ 1.0 ppm
Hg (Mercury)	≤ 1.0 ppm
As (Arsenic)	≤ 1.0 ppm
Sieve analysis	
>32 µm	max 5%
Nutritional value according to EU regulation 1169/2011	
Energy (1)	770 kJ / 192 kcal
Fat	0 g
of which:	
saturates	0 g
Carbohydrate (2)	0,1 g
of which:	
sugars	< 0,1 g
Fibre	96 g
Protein	0 g
Salt (3)	0,19 g
(1) calculated using fibre conversion factors (8 kJ/g, 2 kcal/g)	
(2) available carbohydrates only	
(3) salt = sodium x 2,5	

Declaration

- InterFiber hereby declares that all products currently released for testing, respectively accepted in trade, do not contain any genetically modified organisms (GMO). Our guarantee is based on the fact that raw materials have been developed through conventional breeding work, without using genetic modification techniques, and knowledge that the whole production process is free from GMOs.
- Unicell® BF 30 does not contain any allergens named in the Regulation (EU) 1169/2011. There are some cereal-based gluten-free products present in the production site, no other allergens are present.
- Ionizing irradiation is not applied in the production process.
- Unicell® BF 30 contains no food additives.

Shelf life, storage conditions

- Minimum shelf life of the product in original packaging: 60 months.
- The product should be stored in a dry and ventilated place, and protected against the influence of external factors.

Packaging

- Standard packaging: 20 kg bag
- Pallet: 600 kg (30 bags)

Product Specification

UNICELL® BF 90

Bamboo fiber Unicell® BF 90 is concentrated, natural bamboo fiber of white color and neutral taste and flavor.

Sensory Properties	
Appearance	White powder
Consistency	Loose
Taste	Neutral
Odor	Neutral
Sensory sensations	Smooth delicate powder, odorless and tasteless
Physic – chemical analysis	
Content of dietary fiber of which:	min 98% in dry mass
• soluble dietary fiber	max 1%
Ash	max 0.3%
Loss on drying	max 8%
pH value (10% suspension)	5-8
Gluten content	Absent
Loose bulk density	180 – 230 g/l
Microbiological analysis	
Standard plate count	≤ 10000 cfu/g
Yeasts and moulds	≤ 200 cfu/g
Salmonella	Absent in 25 g
E.coli	Absent in 25 g

Heavy metals	
Pb (Lead)	≤ 2.0 ppm
Cd (Cadmium)	≤ 1.0 ppm
Hg (Mercury)	≤ 1.0 ppm
As (Arsenic)	≤ 1.0 ppm
Sieve analysis	
>32 µm	max 45%
>100 µm	max 5%
Nutritional value according to EU regulation 1169/2011	
Energy (1)	770 kJ / 192 kcal
Fat	0 g
of which:	
saturates	0 g
Carbohydrate (2)	0,1 g
of which:	
sugars	< 0,1 g
Fibre	96 g
Protein	0 g
Salt (3)	0,19 g
(1) calculated using fibre conversion factors (8 kJ/g, 2 kcal/g)	
(2) available carbohydrates only	
(3) salt = sodium x 2,5	

Declaration

- InterFiber hereby declares that all products currently released for testing, respectively accepted in trade, do not contain any genetically modified organisms (GMO). Our guarantee is based on the fact that raw materials have been developed through conventional breeding work, without using genetic modification techniques, and knowledge that the whole production process is free from GMOs.
- Unicell® BF 90 does not contain any allergens named in the Regulation (EU) 1169/2011. There are some cereal-based gluten-free products present in the production site, no other allergens are present.
- Ionizing irradiation is not applied in the production process.
- Unicell® BF 90 contains no food additives.

Shelf life, storage conditions

- Minimum shelf life of the product in original packaging: 60 months.
- The product should be stored in a dry and ventilated place, and protected against the influence of external factors.

Packaging

- Standard packaging: 20 kg bag
- Pallet: 600 kg (30 bags)

Product Sheet SWELITE™ C



Tel +32(0) 69 44 66 00
Fax +32(0) 69 44 66 22

Email
sales@cosucra.com

visit our website :
<http://www.cosucra.co>

SWELITE™ is one of the resulting ingredients from the fractionation of yellow pea, mainly composed of inner fibre with starch.

SWELITE™ C is a high valuable functional ingredient with high water retention and multiple technical benefits.

SWELITE™ C is neutral in colour and flavor and can be incorporated in a wide range of meat, poultry, fish and vegetarian applications.

Guaranteed specifications (Analytical methods available on request)

Dry matter (D.M.) min 88%

Composition based on D.M

Fiber 48 +/- 3%
Starch min 36%
Proteins max 7%
Ash max 2%
Total carbohydrates 93 +/- 3%

Microbiology (expressed in CFU)

Enterobacteriaceae max 20/g
E. Coli max 20/g
L. Monocytogenes absent/25g
Moulds max 250cfu/g
Salmonella absent/250g
Aerobic plate count max 10.000/g
Yeasts max 50cfu/g

Characteristics

Arsenic max 0.1 ppm
Cadmium max 0.1 ppm
Gluten max 20 ppm
Mercury max 0.1 ppm
Lead max 0.2 ppm

Typical data (indicative values)

General Characteristics

Colour	white	Taste	neutral
Density - Tapped	0.38 kg/l	Water holding capacity	10 +/- 1 g/g
Granulometry	~ 80% < 500 µm		

Proposed labelling

"Pea fibre, pea starch" or "fractionated pea product".

Nutrition Labelling (values expressed per 100g commercial product)

Caloric Value (energy)	268 kcal, 1121 kJ	Fat	0.3 g
Carbohydrates	40 g	Protein	4 g
of which sugars	0 g	Salt	1.2 g
Dietary Fibre	45 g		

Certification

KOSHER & HALAL (on demand) certified ingredient.

Does not contain GMO's or GMO-derived components. Not produced using GMO-based technology (not concerned by EC 1829/2003 and EC 1830/2003).

Allergens

No labelling required according to EC legal requirements for Allergen Labelling (CE) N°1169/2011. In conformity with regulation (EC) N°828/2014 repealing regulation (EC) N°41/2009 concerning the composition and labelling of foodstuffs suitable for people intolerant to gluten.

Safety

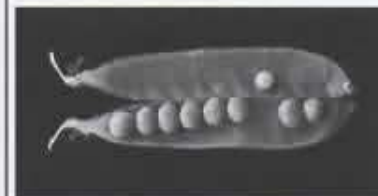
Food grade, suitable for human consumption. Free from any harmful or toxic substances. This product is manufactured in an FSSC22000 certified company. Certification recognized by Global Food Safety Initiative (GFSI).

Shelf-life

3 years in original sealed bag under dry conditions (max 30°C, max 60% R.H.).

SOLUTIONS

Natural



- Clean label
- GMO free (*)

(*) peas are not included in the EU GMO's register

Technological

Swelite™

- Water Binding :

SWELITE™C has a good water retention capacity, helping to keep the same texture as the reference product. In restructured products such as burgers and nuggets, SWELITE™C helps to reduce cooking losses.

- Texture improvement :

SWELITE™C provides a smooth texture in spreadable products and a tender texture in emulsified or restructured products.

- Water and fat binding :

SWELITE™C easily binds 5 parts of water and 5 parts of pork or poultry fat.



Fibrex 595

Product Specification | PS 230484-5.11EN
Valid from: October 23, 2013

SAP QM no: 3402
Page 1 / 2

Description

Finely milled sugar beet fibre

Compliance

The product is Kosher. Certificate is available on request.

The product is Halal. Certificate is available on request.

The product does not contain or consist of GMOs and is not produced from or contain ingredients produced from GMOs as defined in Regulations (EC) No 1829/2003 and 1830/2003.

The product does not contain any allergens as listed in Directive 2000/13, annex IIIa (as amended).

Storage conditions

Shelf life in unbroken packaging: 8 years

Keep dry, relative humidity < 65 %

Packaging/Material no

Fibrex 595/22 kg, 660 kg/pallet

Fibrex is delivered on Europallets in 2-sheet Semiclupac or Duplex bags, (1x90g/m2 + 1x80g/m2).

- 90141Fibrex 595, 5 kg
- 90139Fibrex 595, 22kg/bag, 990 kg/pallet
- 90140Fibrex 595, Big bag
- 90142Fibrex 595, 22 kg/bag, 660 kg/pallet

Additional information

Produced in: Sweden

Ingredients

Sugar beet pulp

Physical chemical

Dry matter	min 90 %
Particles <0.125 mm	min 97 %
Particles >0.125 mm	max 3 %
Total dietary fibre	min 62 %
Insoluble dietary fibre	min 40 %
Soluble dietary fibre	min 18 %
Water holding capacity ¹	3.4-4.1 g water/g

¹ The water holding capacity is thermostable
¹ 1 = OK, 0 = not OK

Microbiology

Analysis according to NMKL methods:

Total plate count	< 1000 CFU/g
Yeasts	< 100 CFU/g
Moulds	< 100 CFU/g
Enterobacteriaceae	< 10 CFU/g
E.coli	negative
Salmonella	negative
Bacillus cereus	< 100 CFU/g
Clostridium perfringens	< 10 CFU/g

Nutrition

per 100 g

Energy ¹	800 / 200 kJ / kcal
Protein	8 g
Carbohydrate	5.5 g
of which sugars	5.5 g
Fat	1 g
of which saturated	< 1 g
Fibre ²	67 g
of which	
- Hemicellulose (42%)	
- Cellulose (28%)	
- Pectin (27%)	
- Lignin (3%)	
Sodium	0.05 g
Minerals	4 g

¹ The energy value is corrected according to Commission Directive 2008/100/EC and Codex Alimentarius.
² According to AOAC 45.4.07/NMKL 129. Some hemicelluloses, particularly arabinose are exceptionally soluble in alcohol

Whilst care is taken to ensure accuracy, legal liability is excluded to the extent permitted by applicable legislation. Due to unavoidable uncertainty in sampling and analytical results, deviations from specified data might occur occasionally. This specification is valid without any signature and it may be updated without prior notice.



OAT FIBER 300 µm HB

Fibra di avena fine

Descrizione <i>Description</i>	Fibra vegetale derivata dall'avena. Le sue caratteristiche fisiche e multifunzionali ne consentono l'applicazione in molteplici campi nell'industria alimentare.		Vegetable fiber from oat. Its multifunctional characteristics give oat fiber a wide range of application in the food industry.
Applicazione <i>Application</i>	Grazie alle sue proprietà specifiche trova applicazione in tutte le formulazioni alimentari in cui sia richiesto: <ul style="list-style-type: none"> • Arricchimento in fibra • Azione legante e di barriera ad acqua e grassi • Agente testurizzante • Assorbimento d'acqua • Agente anti-impaccante 		Thanks to its specific properties finds application in all the food formulations in which are required: <ul style="list-style-type: none"> • Fiber enrichment • Binding action and water and fats barrier • Texturing agent • Water absorption • Anticaking agent
Caratteristiche Organolettiche <i>Organoleptic Characteristics</i>	Polvere fine di colore beige-giallo chiaro. Sapore e odore tipico.		Beige-yellowish powder. Typical flavor and taste.
Composizione <i>Composition</i>	100 %	Fibra di avena	Oat fiber
Origine <i>Origin</i>	CE CE	Origine materia prima Paese di produzione	Raw material origin Country of production
Proprietà Chimico-Fisiche <i>Analytical Data</i>	6.5-9.5 % ≥ 8.0 % 100 % 70 %	Umidità β-gliucani Granulometria <670 µm <275 µm	Moisture β-glucans Particle size <670 µm <275 µm
Valori Nutrizionali (per 100 gr di prodotto) <i>Nutritional Values</i> (per 100 gr of product)	350 Kcal 1465 KJ 20.00 g 9.00 g 1.80 g 33.00 g 1.50 g 29.00 g 0.005 g	Valore energetico Proteine Grassi Acidi grassi saturi Carboidrati Zuccheri Fibre alimentari Sale	Energy value Protein Fat Saturated FA Carbohydrate Sugar Dietary fiber Salt
		*Soggetti a variazioni naturali	*Subject to the natural variation
Microbiologia <i>Microbiological</i>	≤ 1x10 ⁵ Ufc/g ≤ 1x10 ⁵ Ufc/g ≤ 1x10 ² Ufc/g <50 Ufc/g Neg. /25g	Carica batterica totale Muffe e Lieviti Coliformi E. coli Salmonella	Total plate count Molds & Yeast Coliforms E.coli Salmonella
Confezione <i>Packaging</i>	20 Kg	Sacchi in carta	Paper bags
Stoccaggio e conservazione <i>Storage and shelf life</i>	12 Mesi/ months	Conservare nella sua confezione originale in luogo fresco e asciutto (Temp. <25°C e U.R. <65%), al riparo dalla luce solare diretta.	Product to be stored in its original packaging in well ventilated and dry area (Temp. <25°C and RH <65%), protected from direct sunlight.
Etichettatura consigliata <i>Recommended labelling</i>	Fibra di avena		Oat fiber

Codice: 1001076	Revisione: 01	Data: 18/04/2019	Pagina: 1 di 3
Redatta da:	CQ	Approvata da:	RGQ



VITACEL

Potato Fiber

CAREMOI

Ingredients and Solutions

CAREMOI S.p.A.
Via E. Mattei, 10
20034 Nova Milanese (MI) - Italia
Tel. +39 0362 364507 r.a.
Fax +39 0362 364566
info@caremoi.it
www.caremoigroup.com

Description

VITACEL Potato Fiber is a food ingredient for dietary fiber enrichment in foodstuffs - **Source of fibre:** 3 g/100 g or 1.5 g/100 kcal resp. **High fibre:** 6 g/100 g or 3 g/100 kcal - according to Annex "Nutrition claims and conditions applying to them" in Reg. (EC) No 1924/2006 and Codex Alimentarius. To determine the total dietary fiber content in the final food item a cumulative analytics or a recipe-based calculation has to be applied. We recommend the declaration "potato fiber".

Please consider country-specific regulations for food.

Chemical and physical properties

Dietary fiber content (acc. to AOAC-method)*	~	65 % i.d.s.
of which: insoluble dietary fiber	~	55 %
soluble dietary fiber	~	10 %
Loss on drying	max.	12 %
Oxide ash (850 °C, 4 h)	max.	5 %
pH-value (10 % suspension)		5 - 7
Bulk density (in accordance with DIN EN ISO 60)		150 g/l - 300 g/l
Average particle size / particle range		80 µm - 250 µm

Microbiological analysis

Total plate count	max.	5 x 10 ⁴ cfu/g
Yeasts and moulds	max.	5 x 10 ² cfu/g
E.coli		negative in 1 g

Sensory properties

Appearance	beige
Flavour, Odour	typically potato

Allergen

Please refer to the allergen list of VITACEL KF 200 PLUS.

Storage

Store at room temperature in dry conditions. In original and unopened bags, best before at least 2 years starting with production date

General remarks

Specifications are based upon typical results from reference samples and because of the nature of the raw material there may occur some natural variations.

(*monitoring)

Release date: 2019-02 / G1 / 1 page



J. RETTENMAIER & SÖHNE GMBH + CO KG
Fibers designed by Nature
Holzmühle 1
D-73494 Rosenberg

Telephone: +49 7967 152-0
Telefax: +49 7967 152-222
E-Mail: food@irs.de
www.irs.de



MP01-07 rev00

GARZANTI
SPECIALTIES

Azienda con sistema ISO 22000 certificato

TECHNICAL DATA SHEET FOR FOOD USE

PRODUCT NAME: PSYLLIUM HUSK PWD 99% 100 MESH

PART USED	Plantago seeds, plantago ovata, forskal
BOTANICAL NAME	<i>Plantago Ovata</i>
COMPOSITION	100% Husk of Plantago Ovata
COUNTRY OF ORIGIN	India

PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES	SPECIFICATIONS
APPEARANCE	Pale to medium buff coloured husk powder
ODOUR	Weak characteristic
TASTE	Very mucilaginous

ANALYTICAL QUALITY	SPECIFICATIONS
SIEVE ANALYSIS (material retain on 100 mesh)	5% max.
MOISTURE	12% max.
SWELL VOLUME	Not less than 40 ml/g
PSYLLIUM MUCILLOID CONTENT	99% min.
TOTAL ASH	4% max.
ACID INSOLUBLE ASH	1% max.
LIGHT EXTRANEIOUS MATTER	1% max.
INSECT FRAGMENTS INCLUDING MITES	Max.100 insects fragments/25g

Specification

Herbacel AQ Plus Citrus - F

Article No	BCAQ1F		
Manufacturer	Herbafood Ingredients GmbH, 14542 Werder (Havel), Germany		
Customer	H & F Office Italy		
Description	<p>Herbacel AQ Plus Citrus - F is a citrus fibre which is obtained from freshly harvested citrus fruits which are gently dried after the juice and oils are extracted.</p> <p>The fine cream coloured powder with neutral smell and taste as well as very high water binding capacity is dispersible in cold and hot systems.</p>		
Ingredients	citrus fibre		
General Quality Parameters	moisture (2h, 105°C)	max.	10 %
	particle size (< 250µm) (sieve analysis)	≥	90 %
	water binding capacity (AACC 56-20 mod.)		25 ± 2.5 g/g
Nutritional Information per 100g*	energy	approx.	860 kJ
		approx.	215 kcal
	fat (Weibull-Stoldt)	≤	1 g
	of which saturates	≤	1 g
	carbohydrate	≤	1 g
	of which sugars (Luff-Schoorl)	≤	1 g
	fibre (AOAC 991.43 mod)	approx.	90 g
	protein (Kjeldahl)	approx.	5 g
	salt	approx.	1.3 g
Microbiological Data	aerobic total plate count	max.	1 000 cfu/g
	yeasts and moulds	max.	100 cfu/g
	salmonella	negative in	25 g
Heavy Metals	The product complies with Regulation (EC) No 1881/2006 as amended setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs (OJ L 364/5).		
Pesticides	The product complies with Regulation (EC) No 396/2005 as amended on maximum residue levels of pesticides in or on food and feed of plant and animal origin and amending Council Directive 91/414/EEC (OJ L 70/1).		