

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias



Una Institución Adventista

**Potencialidad de la fibra dietaria: Sus propiedades funcionales,
métodos de obtención y aplicaciones en la industria
alimentaria peruana**

Trabajo para obtener el Grado Académico de Bachiller en Ingeniería de
Industrias Alimentarias

Autor:

Mabel Surichaqui Piuca

Asesor:

MSc. Daniel Sumire Qqenta

Lima, diciembre de 2020

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

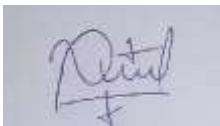
MSc. Daniel Sumire Qqenta, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“Potencialidad de la fibra dietaria: Sus propiedades funcionales, métodos de obtención y aplicaciones en la industria alimentaria peruana”** constituye la memoria que presenta la estudiante Mabel Surichaqui Piuca para aspirar al Grado Académico de Bachiller en Ingeniería de Industrias Alimentarias, cuyo trabajo de investigación ha sido realizado en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en la ciudad de Lima, a los 5 días del mes de enero del año 2021.



MSc. Daniel Sumire Qqenta

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

En Lima, Ñaña, Villa Unión, a 23 día(s) del mes de diciembre del año 2020, siendo las 8:30 horas,

se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión campus Lima, bajo la dirección del (de la) presidente(a):

Ms Sc. Sílvia Pilco Quesadael(la) secretario(a):

Ing. Joel Jerson Coaquira Quispe y los demás miembros:

Mtr. Angel Gonzalo Apaza Payahuanca Ing. Guido Fulgencio Anglas Hurtado

..... y el(la) asesor(a) MSc. Daniel Sumire Oquenta

..... con el propósito de administrar el acto académico de sustentación del trabajo de

investigación titulado: Potencialidad de la fibra dietaria: Sus propiedades funcionales, métodos de obtención y

aplicaciones en la industria alimentaria peruana

..... de los (las) egresados (as): a) Mabel Surichaqui Piuca

b)

..... conducente a la obtención del grado académico de Bachiller en

Ingeniería de Industrias Alimentarias

(Denominación del Grado Académico de Bachiller)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando a la candidato(a)/s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por la candidato(a)/s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Candidato/a (a): Mabel Surichaqui Piuca

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
APROBADO	17	B+	Muy Bueno	Sobresaliente

Candidato/a (b):

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó a la candidato(a)/s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.



Presidente/a



Secretario/a



Asesor/a



Miembro



Miembro



Candidato/a (a)



Candidato/a (b)

POTENCIALIDAD DE LA FIBRA DIETARIA: SUS PROPIEDADES FUNCIONALES, MÉTODOS DE OBTENCIÓN Y APLICACIONES EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA PERUANA

Surichahui Piuca Mabel, Sumire Qquenta Daniel

E.P. Ingeniería de Industrias Alimentarias, Universidad Peruana Unión

Resumen

El objetivo de esta revisión es informar los beneficios del consumo de fibra dietética en la salud humana, las propiedades funcionales, los métodos de obtención y su aplicabilidad en la industria alimentaria. La fibra dietética son polisacáridos resistentes a las enzimas digestivas pero son fermentadas parcial o totalmente en el intestino grueso, de acuerdo a su solubilidad en agua están divididos en fibra dietética soluble (FDS) y fibra dietética insoluble (FDI). Sus aportaciones en la salud son valoradas por sus propiedades funcionales porque disminuye el riesgo de muchas enfermedades no transmisibles como son hipercolesterolemia, síndrome del intestino irritable, sobrepeso, la diabetes tipo 2, algunos cánceres, el asma, la enfermedad hemorroidal, y tiene propiedad antioxidantes y prebiótico para la microbiótica intestinal; así también las propiedades de la fibra dietaria dependen de métodos de extracción, composición química, estructura, tamaño de sus partículas que influyen sobre las propiedades de hidratación y retención de agua, propiedades de retención de aceite, formación de gel, adsorción de glucosa y capacidad de hinchamiento. Todas estas propiedades tienen un efecto sobre el procesamiento de los alimentos y también sobre la salud de los consumidores. El método de extracción enzimática ultrasónica mejora el rendimiento de fibra dietaria en cada materia prima y la estrategia elegida puesto que nuestro país tiene una gran biodiversidad de alimentos y plantas nativas, existe un enorme potencial para encontrar las proporciones ideales de FDS y FDI en la materia prima escogidas. En la industria alimentaria, la aplicabilidad de la fibra es importante en el procesamiento de alimentos, mejorando los aspectos nutricionales, texturales, reológicas y sensoriales; usado como ingrediente funcional y también como aditivo alimentario en productos horneados, lácteos, pastas, helados, bebidas, tofu, etc. Es posible continuar estudiando y realizar aplicaciones empleando fibra dietaria en la industria de alimentos peruanos y en su gastronomía por su gran diversidad de alimentos que posee para beneficio de la salud pública de nuestras poblaciones.

Palabras clave: fibra dietética, salud, método de obtención, industria alimentaria, lupinus mutabilis.

Abstract

The objective of this review is to report the benefits of dietary fiber consumption in human health, the functional properties, the methods of obtaining it and its applicability in the food industry. Dietary fiber are polysaccharides resistant to digestive enzymes but they are partially or totally fermented in the large intestine, according to their solubility in water they are divided into soluble dietary fiber (FDS) and insoluble dietary fiber (FDI). Its contributions to health are

valued for its functional properties because it reduces the risk of many non-communicable diseases such as hypercholesterolemia, irritable bowel syndrome, overweight, type 2 diabetes, some cancers, asthma, hemorrhoidal disease, and has antioxidant properties and prebiotic for intestinal microbials; thus also the properties of dietary fiber depend on extraction methods, chemical composition, structure, particle size that influence the hydration and water retention properties, oil retention properties, gel formation, glucose adsorption and capacity. of swelling. All these properties have an effect on food processing and also on the health of consumers. The ultrasonic enzymatic extraction method improves the performance of dietary fiber in each raw material and the chosen strategy since our country has a great biodiversity of native foods and plants, there is enormous potential to find the ideal proportions of FDS and FDI in the matter chosen cousin. In the food industry, the applicability of fiber is important in food processing, improving the nutritional, textural, rheological and sensory aspects; used as a functional ingredient and also as a food additive in baked goods, dairy products, pasta, ice cream, beverages, tofu, etc. It is possible to continue studying and making applications using dietary fiber in the Peruvian food industry and in its gastronomy due to its great diversity of foods that it has for the benefit of the public health of our populations.

Keywords: dietary fiber, health, method of obtaining, food industry, lupinus mutabilis.

I. Introducción

En la actualidad, las enfermedades no transmisibles tales como el cáncer, la diabetes y la enfermedad pulmonar crónica son la principal causa de muertes en el mundo (OMS, 2020b). El aumento de estas enfermedades ha sido impulsado por una dieta poco saludable y una ingesta baja en fibra dietética. Las personas que consumen altos niveles de fibra dietética combatirán las enfermedades no transmisibles teniendo un menor riesgo de mortalidad en comparación de aquellos que consumen menos fibra (Mayor, 2019). En la población general, se recomienda un consumo diario de fibra dietética de 20 a 35 g (Camerotto *et al.*, 2019), de los cuales el 80% debe ser fibra dietética insoluble y el 20% fibra dietética soluble (Ortiz y Anzola, 2017) con la finalidad de tener una mejor salud, disminuir el riesgo de aumento de peso, diabetes tipo 2, enfermedades cardiovasculares, reducción del colesterol en sangre y la reducción de la cardiopatía coronaria (Stephen *et al.*, 2017). La ingesta de fibra dietética se puede lograr sustituyendo los alimentos con bajo contenido de fibra dietética y alimentos ultraprocesados por alimentos naturales enteros (frutas, verduras, nueces, semillas y granos integrales) y agregados durante la reformulación y producción de alimentos (Dahl y Stewart, 2015; Viuda *et al.*, 2010).

La fibra dietética son polisacáridos no digeribles que están compuestos de carbohidratos complejos, en función de su solubilidad en agua se dividen en fibra dietética soluble (FDS) y

fibra dietética insoluble (FDI) (Prasad y Bondy, 2018). Las fibras dietéticas solubles se derivan de la pulpa interna de los alimentos, incluyen pectina, oligosacáridos y hemicelulosa soluble (Hua *et al.*, 2019), forman un gel viscoso en el tracto digestivo y son altamente fermentadas por bacterias en el colon en gases y ácidos grasos de cadena corta, se encuentran en frutas, legumbres, semillas, verduras y la mayor parte en los tubérculos (Akbar y Shreenath, 2020), mientras que las fibras dietéticas insolubles provienen de la piel exterior de los alimentos, se caracterizan por ser insolubles en agua, están compuestos de celulosa, hemicelulosa insoluble y lignina (Alba *et al.*, 2018), producen mezclas de baja viscosidad, no pueden ser fermentadas completamente por la microbiota colónica y constituyen la mayor parte de las heces, siendo los cereales y alimentos a base de granos fuente de fibra dietética insoluble (Bader *et al.*, 2019).

La industria alimentaria al incluir la fibra dietética en sus productos reduce el riesgo de enfermedades que aquejan a los consumidores (Cassidy *et al.*, 2018). Así mismo, mejora la textura, el sabor y el color de los alimentos y sus características nutricionales (Zheng *et al.*, 2018). Los subproductos de la industria alimentaria tienen el potencial para ser aprovechados como una fuente rica de fibra dietética, debido a su bajo costo, amplia disponibilidad y por supuesto por su beneficio a la salud (Elleuch *et al.*, 2011), es por ello que muchos estudios demuestran que la fibra dietética de los subproductos del tomate, cacao, maracuyá, naranja, yuca y otros poseen distintas aplicaciones en el procesamiento de los alimentos (de Souza *et al.*, 2018; Li *et al.*, 2017) y podrían ser un ingrediente dietético muy importante en productos funcionales (Zheng *et al.*, 2019).

Por lo tanto, el objetivo de esta revisión es proporcionar información de los beneficios de la ingesta de fibra dietética en la salud, las propiedades funcionales, los métodos de obtención y su aplicación en la industria alimentaria peruana. (ver figura 1 esquema de la fibra dietaria)

II. Desarrollo

2.1 Definición de la fibra dietética

La fibra dietética son polímeros de carbohidratos con diez o más unidades monoméricas resistentes a la digestión y la absorción en el intestino delgado del hombre, pero son fermentadas parcial o total en el intestino grueso (Jakobek y Matic, 2018), se clasifican dependiendo de su solubilidad en agua (fibra soluble e insoluble) (Veronese *et al.*, 2018), también según la fuente principal de alimento, la estructura química, la viscosidad en agua y

la fermentabilidad (Makki *et al.*, 2018). La fibra dietética está compuesta principalmente de fracciones de fibra soluble (beta glucano, inulina, fructooligosacáridos, pectina, gomas entre otros) e insoluble (lignina, celulosa, algunas hemicelulosas, etc) (Happi *et al.*, 2008). El Codex Alimentarius (2009) clasifica a la fibra dietética en:

- a) Polímeros de carbohidratos comestibles presentes naturalmente en las frutas, verduras, cereales y legumbres.
- b) Polímeros de carbohidratos comestibles obtenidos de alimentos por medios físicos, químicos y enzimáticos
- c) Polímeros de carbohidratos sintéticos

En la tabla 1 se aprecia el contenido de fibra dietética total, fibra dietética soluble e insoluble de diversos alimentos sin procesar, estas fibras se encuentran en la cáscara, la pulpa, la raíz y en la hoja de los alimentos.

Tabla 1. Contenido de fibra dietética de alimentos consumidos en Perú, expresados en g/100g de peso seco

Alimento	Fuente de FD	FDI	FDS	FDT	Referencias
Frutas					
Granada	Cáscara	34.18	22.04	56.22	Younis y Essam (2018)
Guanábana	Pulpa	9.31	10.49	19.82	Moreno <i>et al.</i> (2014)
Higo	Entera	8.74	3.47	12.21	Caliskan (2015)
Mandarina	Cáscara	28.57	9.23	37.82	Saikia y Mahanta (2015)
Mango	Cáscara	25.35	15.16	40.51	Tejada <i>et al.</i> (2017)
Manzana	Pulpa	36.50	14.60	51.10	Sudha <i>et al.</i> (2007)
Maracuyá	Cáscara	38.48	22.0	61.32	Coelho <i>et al.</i> (2017)
Melón	Cáscara	31.21	3.64	34.62	Mallek <i>et al.</i> (2016)
Naranja	Cáscara	47.09	3.72	50.81	Tejada <i>et al.</i> (2017)
Piña	Cáscara	36.3	5.90	42.2	Ling <i>et al.</i> (2011)
Plátano	Cáscara	30.34	7.3	37.64	Agama <i>et al.</i> (2015)
Sandía	Cáscara	32.45	15.03	47.48	Saikia y Mahanta (2015)
Tamarindo	Pulpa	15.0	4.29	19.30	Tril <i>et al.</i> (2014)
Tuna	Cáscara	32.55	8.48	41.03	Tejada <i>et al.</i> (2017)
Uva	Cáscara	27.29	0.72	28.01	Deng <i>et al.</i> (2011)
Verduras y hortalizas					
Alcachofa	P.C.	12.8	62.6	75.5	Kalala <i>et al.</i> (2017)
Ají cristal	P.C.	43.34	6.13	49.97	Arroyo (2017)
Apio	Hoja/tallo	11.51	20.58	32.09	Wang <i>et al.</i> (2019)

Tabla 1 (continúa)

Berenjena	P.C.	28.83	10.36	39.19	Scorsatto <i>et al.</i> (2017)
Brócoli	P.C.	31.2	4.8	36.0	Kalala <i>et al.</i> (2017)
Cebolla	P.C.	11.5	35.7	47.2	Kalala <i>et al.</i> (2017)
Col	Hoja	33.54	7.35	40.89	Tanongkankit <i>et al.</i> (2012)
Espárrago	P.C.	24.6	10.1	34.6	Kalala <i>et al.</i> (2017)
Espinaca	Hoja	17.86	9.45	27.31	Fizah y Al (2020)
Orégano	Hoja	31.4	5.0	36.3	Kalala <i>et al.</i> (2017)
Pepino	Piel	43.40	3.58	46.98	Rodriguez <i>et al.</i> (1992)
Perejil	Hoja	n.d.	n.d.	30.41	Hadidy y Mostafa (2019)
Pimiento	P.C.	48.97	5.77	55.64	Arroyo (2017)
Tomate	Cáscara/Pulpa	23.88	2.53	26.41	Valerga <i>et al.</i> (2020)
Zanahoria	Pulpa	83.12	2.07	85.19	Yu <i>et al.</i> (2018)
Zapallo	Pulpa	11.25	7.49	21.95	Bemfeito <i>et al.</i> (2020)
Cereales					
Arroz	Cáscara	27.4	5.7	33.1	Zhao <i>et al.</i> (2020)
Avena	Cáscara	29.9	19.4	49.4	Zhao <i>et al.</i> (2020)
Cañihua	Cáscara	15.6	2.3	18.7	Ligarda <i>et al.</i> (2012)
Kiwicha	Cáscara	8.5	1.9	10.9	Ligarda <i>et al.</i> (2012)
Maíz	Cáscara	60.9	7.6	68.6	Zhao <i>et al.</i> (2020)
Quinua	Cáscara	24.5	2.1	26.6	Padrón <i>et al.</i> (2015)
Sorgo	Cáscara	40.21	1.17	41.38	Aguiar <i>et al.</i> (2015)
Trigo	Cáscara	53.0	5.0	58.0	Zitterman (2003)
Leguminosas					
Arveja	Semilla	10.88	4.92	15.58	Millar <i>et al.</i> (2019)
Frijol	Semilla	21.46	5.78	27.24	Dueñas <i>et al.</i> (2015)
Garbanzo	Semilla	18.0	4.0	22.0	Kishor <i>et al.</i> (2017)
Haba	Semilla	22.7	2.0	24.7	Mattila <i>et al.</i> (2018)
Lenteja	Semilla	24.46	2.40	26.86	Dueñas <i>et al.</i> (2015)
Soya	Semilla	32.6	2.9	35.5	Pisarikova y Zraly (2010)
Tarwi	Semilla	42.0	5.5	47.5	Mattila <i>et al.</i> (2018)
Tubérculos					
Camote	P.C.	3.87	2.99	6.85	Kim <i>et al.</i> (2017)
Mashua	P.C.	4.8	2.0	6.8	Pacheco <i>et al.</i> (2020)
Olluco	P.C.	14	6.4	21	Pacheco <i>et al.</i> (2020)
Papa morada	P.C.	13.4	3.65	17.05	Gumul <i>et al.</i> (2020)
Pituca	P.C.	11.8	5.6	17.4	Tanya <i>et al.</i> (1997)
Yacón	P.C.	8.68	1.68	10.4	Castro <i>et al.</i> (2013)
Otro					
Comino	Semilla	25.32	8.01	33.32	Ma y Mu (2016)

FD, Fibra dietética; FDI, Fibra dietética insoluble; FDS, Fibra dietética soluble; FDT, Fibra dietética total; n.d., No determinado; P.C., Parte comestible

En la figura 1, se observa que el Perú tiene una biodiversidad de alimentos, de los cuales se puede obtener fibra dietaria y aplicarlos en productos saludables para beneficio en la salud de la población.

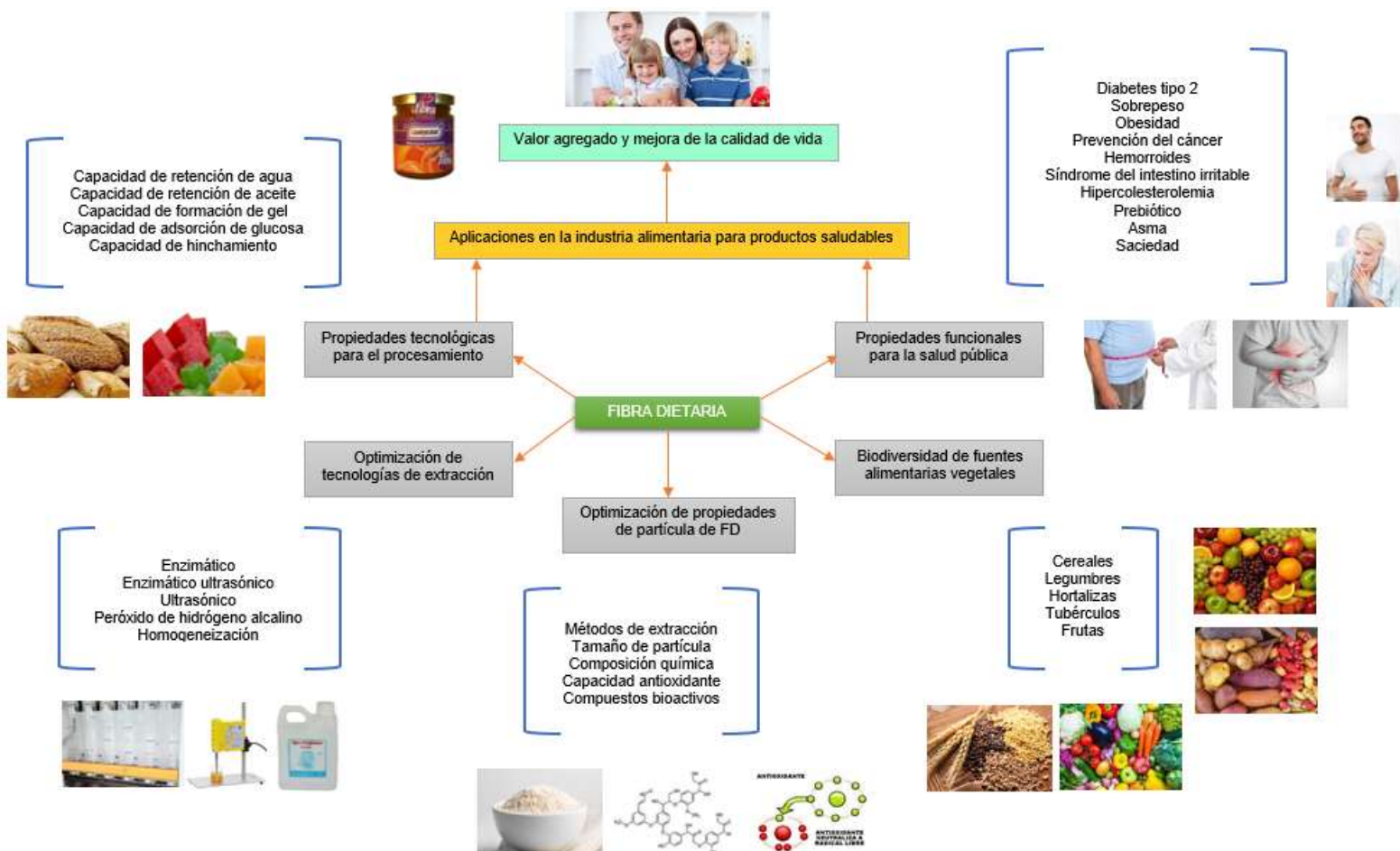


Figura 1. Beneficios de la fibra dietética en la salud pública por la industria alimentaria peruana

2.2 Ingesta recomendada de fibra dietética

La ingesta dietética recomendada diaria en hombres de 19 a 50 es de 38 g diarios y en mujeres de 25 g diarios, para hombres mayores a los 51 años son de 31 g diarios y en mujeres 21 g diarios. En niños de 1 a 3 años se recomienda 19 g diarios y de 4 a 8 años 25 g diarios, de 9 a 13 años son 31 g diarios, de 14 a 18 años 38 g diarios, en el caso de las niñas de 9 a 18 años son 23 g diarios, se ha demostrado que la fibra dietética trae muchos beneficios a la salud (Soliman, 2019).

2.3 Fibra dietética en la salud

El consumo adecuado de fibra dietética disminuye el riesgo de estreñimiento, cáncer colorrectal y diversas enfermedades crónicas entre estas las cardiovasculares y la diabetes (Ruiz *et al.*, 2019). En la siguiente información se detalla las contribuciones de la fibra dietética en la salud.

2.3.1 Síndrome del intestino irritable

El síndrome del intestino irritable (SII) es causado por una ingesta deficiente de fibra dietética (Salhy *et al.*, 2017), es por ello que los médicos recomiendan a los pacientes que aumenten su ingesta de fibra dietética de 20 a 35 g/día con la finalidad de regular las heces y reducir el dolor abdominal y el meteorismo (Furnari *et al.*, 2015). La suplementación con fibra dietética de cadena larga, soluble y fermentable (como el *Plantago psyllium*) alivia los síntomas del SII (Shah y Lacy, 2016).

2.3.2 Diabetes tipo 2

La diabetes, es uno de los problemas de salud más comunes y costosos, registrados con 463 millones de personas en etapa adulta en el año 2019 a nivel mundial (IDF, 2020), se estima que para el 2045 aumente a 693 millones de personas (Cho *et al.*, 2018). La dieta es una de las principales formas de disminuir el riesgo de la diabetes, el cual consiste en una alta ingesta de fibra dietética (Weickert y Pfeiffer, 2008). Los efectos se deben a las características viscosas y formadoras de gel de la FDS (Papathanasopoulos y Camilleri, 2010). Los pacientes que consumen mayores cantidades de fibra dietética de cereales pueden reducir la incidencia de evolucionar la diabetes tipo 2 (Mcrae, 2018). Rosida *et al.* (2016) hallaron que la harina de ñame de agua con un alto contenido de fibra dietética al ser administrada en ratas diabéticas redujo su nivel de glucosa en sangre. Un estudio realizado por Arun *et al.* (2017) demostraron que la inflorescencia del plátano como fuente rica en fibra dietética, posee propiedades de unión a la glucosa y el colesterol. Adicionalmente, el estudio atribuye que la inflorescencia del plátano es un factor importante para la promoción de alimentos funcionales y nutracéuticos y en consecuencia tratar la diabetes y sus complicaciones asociadas.

2.3.3 Hipercolesterolemia

La forma en que se reduce el colesterol está dada por las propiedades físicas de la fibra soluble. La Administración de Alimentos y Medicamentos de los EE.UU. (FDA) y la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) establecen que se requiere una dosis mínima de 3

g diarios de β -glucano de avena o cebada para la reducción de los niveles de colesterol en sangre y la disminución del riesgo de padecer la enfermedad coronaria. Así mismo, la ingesta de β -glucano de avena al día podría disminuir los niveles plasmáticos de colesterol total y LDL del 5 al 10% en personas normocolesterolémicos o hipercolesterolémicos (Othman *et al.*, 2011). Existen pruebas que evidencian la capacidad de las fibras solubles para disminuir el colesterol a diferencia de las insolubles (Castellanos *et al.*, 2014). Luo *et al.* (2017) informan que el suplemento de fibra dietética de la cáscara de los brotes de bambú al administrarse en ratones redujo los niveles de colesterol total, los triglicéridos y el colesterol de lipoproteínas de baja densidad, sin embargo aumenta favorablemente el colesterol de lipoproteínas de alta densidad o colesterol bueno.

2.3.4 Microbiota intestinal y efectos prebióticos

La fibra dietética trae muchos beneficios en la salud a través de sus efectos fisiológicos en el intestino, además su función como prebiótico fortalece las bacterias intestinales (Gong y Yang, 2012). En un ensayo aleatorio que tuvo la suplementación dietética de 5 g diarios de inulina mostraron un crecimiento de bifidobacterias y un ligero crecimiento de lactobacilos (Ramnani *et al.*, 2010). En un análisis aleatorizado con muestra a 40 mujeres, se vio que la suplementación con dextrina de trigo de 8 g diarios por un periodo de 14 días hay un aumento de los bacteroides que es predominante de una flora intestinal normal y disminuye la cantidad de bacterias patógenas (Lefranc *et al.*, 2012). La fibra dietética puede ser sustrato para el proceso de la fermentación produciendo compuestos (ácidos grasos de cadena corta), biomasa y energía, lo que fortalece el mantenimiento de la microflora intestinal (Williams *et al.*, 2017).

2.3.5 Sobrepeso, obesidad y saciedad

Se ha demostrado que el β -glucano de avena disminuye la grasa abdominal y la obesidad (Chang *et al.*, 2013). Guerin *et al.* (2011) hallaron que la suplementación con dextrina de trigo/maíz disminuye el peso corporal, el índice de masa corporal (IMC), la grasa corporal, la reducción de la ingesta de energía y ayuda a mejorar la saciedad. Por otra parte, los alimentos con contenido de fibra dietética insoluble pueden promover la saciedad, es decir una mayor duración en las comidas (Wu *et al.*, 2020). La ingestión de fibra dietética se ha referido positivamente con el control del peso (Fuller *et al.*, 2016).

2.3.6 Prevención del cáncer

Algunos tipos de fibras pueden prevenir el cáncer o poseer funciones antioxidantes (Fardet, 2010). La fibra dietética soluble e insoluble se ha relacionado con la reducción del riesgo de distintos tipos de cáncer como el colon, la mama y la próstata, el mecanismo a través del cual la fibra dietética previene el cáncer se da por el atrapamiento de componentes tóxicos dañinos para la producción de ácidos grasos de cadena corta en el intestino posterior y la regulación de proteínas implicadas en el crecimiento del cáncer (Antunes *et al.*, 2020). He *et al.* (2019a) comprobó que una mayor ingesta de fibra de cereales y cereales integrales está asociada con un menor riesgo de cáncer colorrectal con una confiabilidad del 95%.

2.3.7 Asma

El asma es una enfermedad inflamatoria donde las vías respiratorias se inflaman y hoy en día afecta a 339 millones de personas en el mundo (OMS, 2020a), la suplementación con fibra dietética soluble brinda una terapia complementaria y su prevención, además un mayor consumo de fibra dietética soluble puede ser atractivamente beneficioso para mitigar los síntomas inflamatorios y llevar a una mejora de la enfermedad (Williams *et al.*, 2019).

2.3.8 Enfermedad hemorroidal

Una ingesta regular de fibra dietética de fuentes de alimentos o laxantes de mucílago, reduce la media parte del sangrado y el riesgo de la recaída de la enfermedad hemorroidal, su eficacia es aproximadamente en tres meses (Dalibon, 2019).

2.4 Propiedades funcionales

Las propiedades funcionales están relacionados con los métodos de procesamiento de alimentos, la composición química, los métodos de extracción, la estructura y el tamaño de las partículas (Martínez *et al.*, 2012), las fibras dietéticas también proporcionan beneficios a la salud (Olive y Komarek, 2017). Aquí se describe las propiedades funcionales de la fibra dietética como la hidratación y la capacidad de retención de agua, la capacidad de retención de aceite, las propiedades de formación de gel, la capacidad de adsorción de glucosa y la capacidad de hinchamiento (Cui *et al.*, 2011; Borderías *et al.*, 2005; Dong *et al.*, 2018), estas propiedades sugieren que la fibras dietéticas se usen como ingrediente en productos alimenticios (Karaman *et al.*, 2017).

2.4.1 Hidratación y capacidad de retención de agua

La hidratación de la fibra se da cuando la fibra tiene contacto con el agua y comienza a absorber moléculas de agua debido a la naturaleza hidrófila. La tasa de hidratación está influenciada por el peso molecular, la estructura química, la morfología y el tamaño de partícula de la fibra (Cui *et al.*, 2011). Las fibras dietéticas con mayor capacidad de hidratación pueden ser usadas como un ingrediente funcional para prevenir la sinéresis y modificar la viscosidad y la textura en productos como jaleas y panes (Mudgil y Barak, 2013).

La capacidad de retención de agua (CRA) se refiere a la habilidad de la fibra dietética para retener agua cuando se expone a ciertas condiciones de fuerza externa, por ejemplo la centrifugación (Aguedo *et al.*, 2012). En la salud, promueve el funcionamiento de la peristalsis intestinal y acelera la descarga de toxinas. La alta capacidad de retención de agua de la fibra dietética es causada por la abundancia de grupos hidrófilos en la estructura química, pues las fibras dietéticas con alto CRA pueden mejorar la suavidad de los alimentos y la sensación en la boca, funcionar como alternativas de las grasas y alargar la vida útil (Cui *et al.*, 2011). Una fibra dietética soluble de alta capacidad de retención de agua puede modificar la viscosidad y evitar que se encojan algunos alimentos (Elleuch *et al.*, 2011).

2.4.2 Capacidad de retención de aceite

La capacidad de la fibra dietética para retener aceite juega un rol importante en las aplicaciones alimentarias ya que previene la pérdida de grasa durante la cocción (Anderson y Berry, 2001) y ayuda a eliminar el exceso de grasa del cuerpo (Gan *et al.*, 2019). Elleuch *et al.* (2008) encontraron que la FD de pulpa de dátiles posee una mayor capacidad para retener el aceite en comparación con la fibra de otras frutas, por lo tanto el empleo de la fibra dietética de dátil puede ser apropiado en productos que requieran propiedades emulsionantes. Las fibras con alta capacidad de retención de aceite permiten estabilizar los alimentos de alto contenido graso, también la conservación del sabor y el rendimiento de productos alimenticios en especial los cárnicos (Mrabet *et al.*, 2016), por otro lado, mejora las características sensoriales de los alimentos y extiende la vida útil en alimentos ricos en grasa (Huang *et al.*, 2020).

2.4.3 Capacidad de formación de gel

La capacidad de formación de gel es la capacidad de las fibras dietéticas en espesarse luego de mezclarse con el líquido. El nivel de espesamiento y la capacidad de formar gel son

afectados por el contenido químico de las fibras dietéticas, además dependen de la concentración de fibra dietética soluble, el pH, la temperatura y la presencia de iones (Borderías *et al.*, 2005). Algunas fibras dietéticas tienen un comportamiento gelificante en diferentes concentraciones, el agar forma un gel en concentraciones bajas del 0.04% y la estabilidad del gel puede verse afectada por la concentración del agar y su peso molecular, mientras que el aumento de estas dos últimas daría un gel más firme.

2.4.4 Capacidad de adsorción de glucosa

La fibra dietética tiene la capacidad de unirse a la glucosa en el jugo intestinal, en consecuencia reduce la glucosa sérica postprandial (Wang K. *et al.*, 2020). Dong *et al.* (2019) encontraron que la fibra dietética de la cáscara de mijo era efectiva en la adsorción de glucosa, también que la fibra dietética soluble presenta una inhibición alta en la hidrólisis del almidón a fin de ser de utilidad para el control de la glucosa en sangre postprandial. La fibra dietética soluble con mayor viscosidad puede atrapar las moléculas de glucosa dentro de su red, es decir forma una fuerte barrera y así retrasa la difusión de glucosa (Chau *et al.*, 2005; Zheng *et al.*, 2019; Saikia y Mahanta, 2015). Se dice que la celulosa (FDI) puede absorber eficientemente la glucosa (Chau *et al.*, 2003).

2.4.5 Capacidad de hinchamiento

La capacidad de hinchamiento (CH) mide el volumen total después de la inmersión en agua durante un periodo de tiempo (Karaman *et al.*, 2017). CH como capacidad de hidratación se ve influenciada por la estructura química, la afiliación entre moléculas, la porosidad y los parámetros de procesamiento (Resende *et al.*, 2019). En las propiedades tecnológicas, aumentan el volumen a granel y disminuyen las calorías de los alimentos enriquecidos con fibra (Luo *et al.*, 2017). Un alto valor de la capacidad de hinchamiento de la fibra dietética puede aumentar la sensación de la saciedad, lo que lleva a prevenir la obesidad (Zhang *et al.*, 2017).

2.5 Métodos de obtención de fibra dietética

Existen diferentes métodos para la extracción de fibra dietética de los alimentos, a continuación se muestran los métodos de obtención empleados por los autores:

2.5.1 Enzimático (EN), enzimático ultrasónico (EN-US) y ultrasonidos (US)

En la extracción de la fibra dietética de quinua, mijo y amaranto, Kurek *et al.* (2018) emplearon

tres métodos de extracción como el enzimático, enzimático asistido con ultrasonidos y ultrasonidos. Primeramente las harinas se desgrasan con etanol al 96% por 90 minutos y se dejan secar. La extracción enzimática se basa en mezclar 10 g de harina seca con 80 ml de tampón fosfato (pH 6.8) con el fin de solubilizar la fibra dietética soluble, después se introduce 1 % de Termamyl SC (Novozymes), se lleva a un baño de agua a 75°C con agitación hasta tener una prueba de yodo negativa, la suspensión se enfría a 60°C y se ajusta a un pH 7.5, a continuación se añade 200 µL de proteasa (Subtilisina A de *Bacillus licheniformis*) a la suspensión para digerir la proteína y se deja por un tiempo de 30 minutos en un baño de agua con agitación, la suspensión se centrifuga (80000 fcr/10 min), luego el sedimento se seca al vacío y el sobrenadante se deja para su recuperación en fibra dietética soluble. En la extracción enzimática asistida con ultrasonido se lleva a cabo de forma parecida al enzimático, pues antes de añadir Termamyl, la suspensión de harina se somete a ultrasonido (150 W y frecuencia de 37 kHz) a 50°C por 7 minutos, esto en un baño de agua. En la extracción ultrasónica, combinar 10 g de harina seca con 80 ml de tampón fosfato (20 Mm, pH 6.8) para solubilizar la fibra dietética soluble, la mezcla pasa al ultrasonido (150 W y frecuencia de 37 kHz) a 50°C por 7 minutos en un baño de agua, obtenido la suspensión centrifugar a 8000 fcr (fuerza centrífuga relativa) durante 10 min y seca el sedimento al vacío. De los resultados de Kurek *et al.* (2018) se enfatiza que el método exitoso para una mayor extracción de fibra dietética total fue la extracción enzimática ultrasónica (EN-US), porque el rendimiento osciló en 94.22% para harina de mijo, esto se debería a que el mijo tiene una mayor cantidad de fibra dietética que la quinua y el amaranto.

2.5.2 Fibra tratada con peróxido de hidrógeno alcalino y homogeneización

Huang *et al.* (2020) obtuvieron fibra dietética a partir de cáscara de cítricos, los autores aplicaron dos procedimientos: fibra cítrica tratada con peróxido de hidrógeno alcalino (FC-PHA) y fibra cítrica tratada con homogeneización (FC-H). Para la fibra cítrica con PHA, se mezcla 20 g de polvo de cáscara de cítrico con 400 ml de solución de peróxido de hidrógeno al 1% y se ajusta a un pH alcalino de 11.5 con una solución de NaOH 1M. La suspensión se agita mediante un agitador magnético en un baño de agua a 50°C por 3 horas, dejar enfriar hasta temperatura ambiente y ajustar el pH a 7 con una solución de ácido clorhídrico 1M, luego la suspensión mezclar con etanol (1: 2, v/v) por 30 minutos y centrifugar a 8000 fcr por 10 minutos. El precipitado rescatar, dispersar en una placa y llevar a un horno de aire forzado a 65°C por 6 horas. Seguidamente, la FC-PHA triturar y pasar en una malla medida 80. Por otro lado, la fibra cítrica tratada con homogeneización está basada en mezclar 20 g de muestra

de polvo de cáscara de cítrico con 500 ml de agua desionizada, agitar la suspensión por 30 minutos, después homogeneizar en un homogeneizador a 6000 rpm durante 9 minutos y ajustar a un pH 7 con una solución de ácido clorhídrico 1M, mezclar la suspensión con etanol (1: 2, v/v) por 30 minutos y centrifugar a 8000 fcr por 10 minutos, el precipitado recoger, dispersar en una placa y poner en un horno de aire forzado con ventilador a 65°C por 6 horas. Finalmente, la fibra cítrica homogeneizada triturar y pasar por una malla medida 80. La FC-H obtuvo mayor rendimiento de fibra dietética total del 82.83%.

2.6 Aplicaciones de la fibra dietética en la industria de alimentos

En los productos alimenticios la fibra dietética soluble (FDS) puede contribuir en las propiedades texturales, la gelificación, el espesamiento y la emulsión (Abdul y Luan, 2000), mientras que la fibra dietética insoluble actúa como un ingrediente funcional y otras aplicaciones en la industria alimentaria (He *et al.*, 2019b; Wang N. *et al.*, 2020). Esta sección presenta las aplicaciones de la fibra dietética en el campo de la industria de alimentos.

La fibra dietética encontrada en los productos de consumo, mostrados en la tabla 2, fue hallada por los autores.

Tabla 2. Contenido de fibra dietética en productos alimenticios

Producto	Tipo de residuo	FDI (%)	FDS (%)	FDT (%)	Referencias
Lácteo					
Yogur bebible	Cáscara/semilla de maracuyá	4.0	1.3	5.3	Viva <i>et al.</i> (2018)
Queso	Semilla de uva	n.d.	n.d.	4.65	Pasini <i>et al.</i> (2019)
Helado	Cáscara de pitahaya	n.d.	n.d.	3.47	Utpott <i>et al.</i> (2020)
Mantequilla	Cáscara de maní	8.59	1.21	9.55	Ma <i>et al.</i> (2014)
Horneado y pasta					
Pan de trigo	Semilla de manzana	7.24	1.59	8.83	Puric <i>et al.</i> (2020)
Pan sin gluten	Cáscara de café	9.84	1.52	11.36	Rios <i>et al.</i> (2020)
Galleta	Poso de café	11.4	1.3	12.7	Vázquez <i>et al.</i> (2018)
Spaghetti	Cáscara de tomate	13.64	6.11	19.75	Padalino <i>et al.</i> (2017)
Barra de granola	Tallo de agave	2.72	5.51	9.65	Zamora <i>et al.</i> (2014)
Palito de pan	Rizoma de loto	5.32	1.01	6.34	Thanushree <i>et al.</i> (2017)
Macarrón	Cáscara de mango	10.6	5.18	15.8	Ajila <i>et al.</i> (2009)
Pizza	Cáscara de calabaza	6.74	0.36	7.10	Butke <i>et al.</i> (2018)
Magdalena	Semilla de calabaza	8.22	2.89	11.11	Palacio <i>et al.</i> (2018)
Panetón	Cáscara de camote	1.87	0.48	2.24	Wendler <i>et al.</i> (2018)
Brownie de chocolate	Semilla de jocote	10.44	6.81	17.25	Machado <i>et al.</i> (2020)
Extruido					
Ext. de amaranto	Cáscara de café	n.d.	n.d.	16.1	Beltrán <i>et al.</i> (2020)
Ext. de arroz	Cáscara de maracuyá	3.91	2.20	6.12	Alonso <i>et al.</i> (2019)
Conserva					
Mermelada	Cáscara de naranja	1.59	0.25	1.83	Teixeira <i>et al.</i> (2020)
Bebida					
Jugo de naranja	Albedo de naranja	n.d.	n.d.	1.4	Bosch <i>et al.</i> (2019)
B. láctea de cabra	Pulpa de guayaba	n.d.	n.d.	0.84	Buriti <i>et al.</i> (2014)
B. fermentada simbiótica	Pulpa de yacón	n.d.	n.d.	0.35	Aguiar <i>et al.</i> (2013)
Confitería					
Chocolate	Hoja de col rizada	4.4	4.18	8.59	Carvalho <i>et al.</i> (2018)
Gelatina	Cáscara de plátano	8.85	3.96	12.70	Hye <i>et al.</i> (2010)
Caramelo	Cáscara de arroz	1.65	0.34	1.99	Florindo <i>et al.</i> (2016)
Otro					
Sopa deshidratada	Tallo de pijuayo	8.37	1.32	9.69	Los <i>et al.</i> (2018)

FDI, Fibra dietética insoluble; FDS, Fibra dietética soluble; FDT, Fibra dietética total; n.d., No determinado

La tabla 3 indica cómo la fibra dietaria influencia en las propiedades de textura, la propiedad

reológica, la aceptabilidad de los atributos sensoriales, el valor nutricional porque disminuye el contenido de energía, la vida útil, además de fortalecer el producto con fibra dietaria respecto al convencional.

Tabla 3. Influencia de la fibra dietaria en productos alimentarios procesados

Producto alimentario	Influencia de la FD	Fuente de FD	Fuente Bibliográfica
Lácteo Helado	Sustituto de grasa Esponjamiento Comportamiento reológico Aceptabilidad sensorial	Cáscara de pitahaya	Utpott <i>et al.</i> (2020)
Yogur probiótico	Reducción de la sinéresis Textura: firmeza, cohesión, índice de viscosidad	Cáscara de manzana	Jovanovic <i>et al.</i> (2020)
Queso primosale	Friabilidad, adhesividad	Bráctea externa y tallo de alcachofa	Costa <i>et al.</i> (2018)
Mantequilla	Firmeza, capacidad de untar Aceptabilidad general	Albedo de naranja y hueso de pera	Goksel y Dogan (2016)
Horneado y pasta Pan de trigo	Mejorador: disminución de la dureza, adhesión, cohesión Aceptabilidad sensorial	Vaina de guisante y haba	Belghith <i>et al.</i> (2016)
Pan sin gluten	Elasticidad de la miga Calidad sensorial Vida útil	Cáscara de café	Rios <i>et al.</i> (2020)
Pan sangak	Textura suave, retardo en el envejecimiento Aceptabilidad sensorial	Cáscara de manzana	Jannati <i>et al.</i> (2018)
Galleta	Disminución del esparcimiento Aceptabilidad sensorial	Pulpa de zanahoria y remolacha	Parveen <i>et al.</i> (2017)
Spaghetti	Calidad de cocción aceptable, textura, color	Cáscara de uva	Ungureanu <i>et al.</i> (2020)
Barra de cereal	Resistencia a la rotura Estabilidad higroscópica Aceptabilidad sensorial	Cáscara de maracuyá	Quaresma <i>et al.</i> (2009)
Macarrón	Firmeza Pérdida de cocción Aceptabilidad sensorial	Cáscara de mango	Ajila <i>et al.</i> (2009)

Tabla 3 (continúa)

Pizza	Intención de compra Aceptabilidad sensorial	Cáscara de calabaza	Butke <i>et al.</i> (2018)
Magdalena	Firmeza, masticabilidad Índice de pardeamiento Aceptabilidad sensorial	Semilla de calabaza	Palacio <i>et al.</i> (2018)
Pastel	Elasticidad, humedad Disminución de la pérdida por horneado	Cáscara de café	Ates y Elmaci (2018)
Extruído Snack extruído	Expansión del producto Humedad, deseabilidad	Cáscara de manzana	Singha y Muthukumarappan (2018)
Ext. de maíz	Índice de expansión Disminución de los aportes de energía	Cáscara de manzana	Pratiwi <i>et al.</i> (2018)
Conserva Mermelada	Viscosidad, incremento en el módulo de corte	Cáscara de plátano	Rajendran y Thampi (2019)
Bebida Bebida espesa	Estabilidad física Aceptabilidad sensorial	Pulpa de soya	Chen <i>et al.</i> (2010)
Leche fermentada	Supervivencia y crecimiento de <i>L. casei</i> y <i>L. acidophilus</i> Aceptabilidad sensorial	Albedo de limón y naranja	Sendra <i>et al.</i> (2007)
Confitería Gelatina	Dureza, masticabilidad, adhesividad Reducción de la sinéresis	Cáscara de plátano	Radzi (2020)
Caramelo blando	Textura: dureza, adhesividad, masticabilidad Aceptación sensorial	Cáscara de uva	Altinok <i>et al.</i> (2019)
Otro Salchicha de pollo	Capacidad de almacenamiento Aceptabilidad organoléptica Seguridad microbiológica	Cáscara de manzana Cáscara de tomate Cáscara de maíz	Yadav <i>et al.</i> (2015)
Nuggets de pollo	Textura aceptable Retención de agua	Cáscara de trigo	Pathera <i>et al.</i> (2017)

Tabla 3 (continúa)

Sopa deshidratada	Disminución de la solubilidad en agua, vida útil Aceptabilidad sensorial	Tallo de pijuayo	Los <i>et al.</i> (2018)
Chocolate untable	Capacidad de unión de aceite Estabilidad de emulsión Agente de carga no calórico Aceptabilidad sensorial	Semilla de dátil	Bouaziz <i>et al.</i> (2016)

FD, Fibra dietética

2.6.1. Fibra dietética en productos de confitería

La fibra dietética soluble de trigo tiene la capacidad de actuar como agente de carga en caramelos gomosos, además al combinarse con sacarosa se puede obtener caramelos de goma que satisfagan las expectativas de los consumidores (Gok *et al.*, 2020), las fibras dietéticas solubles se usan en la reformulación de dulces (Cappa *et al.*, 2014).

Los productos de confitería carecen de valor nutricional, en contraste a ello Romo *et al.* (2019) desarrollaron caramelos gomosos enriquecidos con polvo de cáscara de piña y papaya con alto contenido en fibra dietética, en efecto los subproductos mejoraron el color y la textura respecto a los de sin el polvo, también redujeron el contenido calórico y su preferencia fue similar a los caramelos convencionales. Rao *et al.* (2016) hallaron que los caramelos cristalinos duros preparados con polvo de cáscara de limón eran los más aceptables, además proporcionaba un contenido rico en fibra dietética y vitamina C y en la salud contrarrestaría a diversas afecciones como la diabetes y la obesidad.

2.6.2 Complementación de los productos de panificación con fibra dietética

La complementación de la fibra dietética en los productos de panadería mejora el color, las características microestructurales, la vida de anaquel (Ahlborn *et al.*, 2005) y la humedad en la corteza y la miga, pues a un aumento en la adición de fibra dietética se tiene la capacidad de retención de agua (Arslan *et al.*, 2017).

Sabanis *et al.* (2009) señalan que la adición de fibra de cereales tales como el trigo, la cebada, la avena y el maíz a 6g/100g y 3g/100g mejora los parámetros sensoriales del pan debido a su efecto texturizante y su relación con la grasa que da una sensación en la boca, liberación del sabor y la percepción de la textura. Además, el pan tuvo una miga uniforme y poros de

aire de un tamaño mediano. Phimolsiripol *et al.* (2012) mencionan que la adición de salvado de arroz por su alto contenido en fibra dietética soluble produce panes con una miga blanda y un mayor contenido de fibra dietética. Las fibras dietéticas de subproductos de frutas y hortalizas al introducir en la formulación de productos panaderos reduce el contenido de calorías, mejora la actividad antioxidante ya que se asocia con los compuestos fenólicos y carotenoides, y por último aumenta la funciones fisiológicas (Quiles *et al.*, 2016).

La firmeza de la miga es afectada por el tipo de fibra, el nivel de adición y la interacción con los productos panaderos (Ahlborn *et al.*, 2005), por ejemplo al añadir inulina con un menor grado de polimerización disminuye el envejecimiento de la miga, esto podría deberse a la acción de la inulina en formar geles suaves, caso contrario sucede cuando hay un alto grado de polimerización (Ziobro *et al.*, 2013).

2.6.3 Incorporación de la fibra dietética en productos lácteos

2.6.3.1 Yogur

La fibra dietética insoluble de cereales como la avena y el trigo enriquecido en el yogur origina un contenido bajo en grasa (Tomic *et al.*, 2017). En el caso de la fibra dietética soluble como la inulina puede mejorar la aceptabilidad general y la cremosidad del yogur (Crispín *et al.*, 2014; Guggisberg *et al.*, 2009).

La fibra de naranja acelera la fermentación, lo cual está relacionado con los ácidos orgánicos adicionados al alimento que precipitan rápidamente las micelas de caseína, también podría actuar como un estabilizador en el yogur (Kieserling *et al.*, 2019). La fibra de naranja en concentraciones del 1% mejora la textura y disminuye la sinéresis (García *et al.*, 2006).

2.6.3.2 Tofu

Un menor tamaño de partículas de fibra dietética de soya mejora el color de la cuajada del tofu. La fibra dietética de tamaño nanométrico se puede emplear para tofu de característica suave con la finalidad de lograr un color mucho más blanco y un alto contenido en fibra dietética total sin percibir una sensación arenosa al momento de ser consumido (Ullah *et al.*, 2019). Wei *et al.* (2017) informan que la adición de fibra dietética de soya en polvo alrededor de 10 micrómetros cubierto con quitosano y pectina proporciona buenas cualidades texturales y sensoriales.

2.6.3.3 Helado

La fibra dietética tiene antecedentes como agente texturizante en la fabricación de helados, tal es el caso de la FD de naranja que mejora las características texturales y sensoriales en el helado a base de limón (de Moraes *et al.*, 2014). Dervisoglu y Yazici (2006) informan que la combinación de fibra cítrica y el emulsionante dan resultados positivos en las propiedades sensoriales, físicas y químicas del helado. Por otro lado, Soukoulis *et al.* (2009) en su estudio que consiste en evaluar el efecto de las diversas fuentes de fibra dietética (fibra de avena, fibra de trigo, fibra de manzana e inulina de cadena larga) sobre las propiedades reológicas y los fenómenos de cristalización de hielo en mezclas de helado, encontraron que las fibras dietéticas tienen la capacidad para controlar la cristalización y recristalización en productos lácteos congelados. Akalin *et al.* (2018) indican que la fabricación de helado probiótico con fibra de trigo conserva los atributos sensoriales y la supervivencia probiótica, también tiene el potencial en mejorar las características reológicas y texturales.

2.6.4 Fibra dietética como aditivo alimentario

La fibra dietética soluble es usado ampliamente como espesante y emulsionante en productos que contienen almidón (salsas de aderezo, panificación, yogur, confitería, jarabe de glucosa, etc) para controlar el flujo de agua y mejorar la calidad y el rendimiento en el almacenamiento (Liu *et al.*, 2019), también porque aporta viscosidad y forma geles, su incorporación es fácil en alimentos y bebidas procesados (Spotti y Campanella, 2017).

La pectina, una fibra soluble extraída de las cáscaras de frutas y sus subproductos, es utilizada en diversos alimentos como estabilizador, emulsionante, gelificante y agente espesante, en el caso de su característica como emulsionante están la mayonesa, el requesón y el yogur bajos en grasa y las bebidas lácteas acidificadas (Vanitha y Khan, 2019). En la gelificación, las pectinas de alto metoxilo forman geles en un pH de 2 a 3.5, son usadas en mermeladas con un contenido de azúcar mayor al 55%, gelatinas de confitería, pastas de frutas, entre otros, mientras que las pectinas de bajo metoxilo forman geles en un rango de pH de 2 a 6, no necesitan azúcar por lo que es importante para la producción de alimentos bajos en calorías, tales como jaleas, conservas, mermeladas y postres lácteos (Chassaing *et al.*, 2015). Por otro lado, las gomas tienen funciones como: espesantes, estabilizadores, emulsionantes y texturizantes, debido a su funcionalidad tecnológica y alta palatabilidad (Olive y Komarek, 2017).

2.6.5 Fibra dietética como sustituto

La fibra dietética soluble de la cáscara de cacao es una alternativa para reemplazar el aceite en la producción de muffins de chocolate, las ventajas son que concede humedad y características texturales tiernas y quebradizas, además reduce el endurecimiento durante el almacenamiento y brinda un color agradable (Martínez *et al.*, 2010). De igual manera, la inulina una fibra dietética soluble actúa como un excelente sustituto de grasas proporcionando aumento en la viscosidad y capacidad de retención de agua y forma geles, debido a estas atribuciones es un potencial para ser aplicado en formulaciones de productos alimenticios (Ilievska *et al.*, 2020). Utpott *et al.* (2020) aplicaron el polvo de cáscara de pitahaya roja como sustituto de grasa en helados de fresa, los resultados dieron a conocer que el polvo era una fuente rica en fibra dietética soluble y al ser añadido en los helados de fresa redujo la grasa al 73.5%, así mismo, mejoró el comportamiento reológico, en lo sensorial se tuvo una alta aceptabilidad general, siendo este producto un indicativo muy bueno en el valor nutricional.

Vemos hoy en día que la etiqueta limpia es una de las tendencias en el mercado alimenticio, pero los productos de tomate (salsa, pasta, bebida) incluyen aditivos en su formulación (ejemplo: goma xantano, guar, tragacanto) (Diantom *et al.*, 2017), para influenciar en sus características reológicas. Diantom *et al.* (2019) extrajeron la fibra dietética de la cáscara de papa y sustituyeron el xantano por la fibra de cáscara de papa en diferentes productos de tomate, comprobaron que la fibra es una opción factible porque crea una estructura consistente en el producto y además de sostener la declaración de etiqueta limpia.

2.6.6 Productos funcionales

Francis *et al.* (2019) obtuvieron concentrados de fibra a partir de subproductos de espárrago por el método ultrasónico, los autores mencionan que el concentrado de fibra tuvo alto contenido de fibra dietética y compuestos antioxidantes, bajo contenido de azúcar y color claro, por lo que estas características son ideales para su incorporación en diversos productos funcionales. La fibra dietética de orujo de uva está siendo usado como ingrediente funcional y texturizador natural en la industria alimentaria (Zhu *et al.*, 2014).

III. Conclusión

De las declaraciones detalladas anteriormente, se concluye que la fibra dietética definida como polímeros de carbohidratos resistentes a las enzimas digestivas intestinales humanas, juega un rol importante en el fortalecimiento de la salud y la prevención de diversas

enfermedades. Las propiedades funcionales influyen en las características de los alimentos y en la salud. El método más conveniente es el enzimático ultrasónico por la obtención de un alto rendimiento pero depende de la fuente de materia prima. La fibra dietética tiene muchas aplicaciones en la industria alimentaria tanto la soluble e insoluble, pues mejora la textura, el color y reduce el contenido calórico en caramelos gomosos, en productos de panadería tiene la capacidad de retención de agua dando mayor vida útil, en productos lácteos proporciona atractivas cualidades sensoriales, reológicas y texturales, también es usado como aditivo (espesante, emulsionante, estabilizante, gelificante) y en la sustitución está centrada en el reemplazo de grasas y de xantano. Es un hecho trascendente aprovechar los subproductos de la industria alimentaria para la obtención de fibra dietética, así habrá un equilibrio con el medio ambiente y la generación de ingresos económicos.

IV. Referencias

Abdul, H. A. & Luan, Y. S. (2000). Functional properties of dietary fibre prepared from defatted rice bran. *Food Chemistry*. doi: 10.1016/S0308-8146(99)00145-4.

Agama, A., E., Sañudo, B., J, Vélez, De La R., González, A., G. & Bello, P. L. (2015). Potential of plantain peels flour (*Musa paradisiaca L.*) as a source of dietary fiber and antioxidant compound. *CyTA - Journal of Food*. doi: 10.1080/19476337.2015.1055306.

Aguedo, M., Kohonen, S., Rabetafika, N., Vanden, B., Sterckx, J., Blecker, C. & Paquot, M. (2012). Composition of by products from cooked fruit processing and potential use in food products. *Journal of Food Composition and Analysis*. doi: 10.1016/j.jfca.2012.04.005.

Aguiar, M., Magalhaes, S., Barboza, N., Souza, A., Cardoso, S. & Da Cruz, G. (2013). Physicochemical, sensory, and microbiological evaluation and development of symbiotic fermented drink. *Food Science Technology*. doi: 10.1590/S0101-20612013000400030.

Aguiar, É., da Silva, R., Alvez, S., Joy, C., Beserra, C., Vieira, V. & Maróstica, M. (2015). *Sorghum* flour fractions: Correlations among polysaccharides, phenolic compounds, antioxidant activity and glycemic index. *Food Chemistry*. doi: 10.1016/j.foodchem.2015.02.023.

Ahlborn, G. J., Pike, O. A., Hendrix, S. B., Hess, W. M. & Huber, C. S. (2005). Sensory, mechanical, and microscopic evaluation of staling in low protein and gluten free breads. *Cereal Chemistry*. doi: 10.1094/cc-82-0328.

Ajila, C., Aalami, M., Leelavathi, K. & Prasada, U. (2009). Mango peel powder: A potential source of antioxidant and dietary fiber in macaroni preparations. *Innovate Food Science and Emerging Technologies*. doi: 10.1016/j.ifset.2009.10.004.

Akalın, A. S., Kesenkas, H., Dinkci, N., Unal, G., Ozer, E. & Kınık, O. (2018). Enrichment of probiotic ice cream with different dietary fibers: Structural characteristics and culture viability. *Journal of Dairy Science*. doi: 10.3168/jds.2017-13468.

- Akbar, A. & Shreenath, A. (2020). High fiber diet. National Center for Biotechnology Information.
- Alba, K., MacNaughtan, W., Laws, A., Foster, T., Campbell, G. & Kontogiorgos, V. (2018). Fractionation and characterisation of dietary fibre from blackcurrant pomace. *Food Hydrocolloids*. doi: 10.1016/j.foodhyd.2018.03.023.
- Alonso, P., Caliarì, M., Soares, M., Soares, K., Fleury, L., Goncalves, L. & Siqueira, M. (2019). Use of agricultural by products in extruded gluten-free breakfast cereals. *Food Chemistry*. doi: 10.1016/j.foodchem.2019.124956.
- Altinok, E., Palabiyik, I., Gunes, R., Said, O., Konar, N. & Kurulyat, S. (2019). Valorisation of grape byproducts as a bulking agent in soft candies: Effect of particle size. *LWT*. doi: 10.1016/j.lwt.2019.108776.
- Anderson, E. T. & Berry, B. W. (2001). Effects of inner pea fiber on fat retention and cooking yield in high fat ground beef. *Food Research International*. doi: 10.1016/s0963-9969(01)00089-8.
- Antunes, R. M., Villeta, C. J., Gutiérrez, U. J. & Serna, S. S. (2020). Dietary fiber and cancer. *Science and Technology of Fibers in Food Systems*. doi: 10.1007/978-3-030-38654-2_11.
- Arroyo, B. M. (2017). Efecto del tratamiento térmico en las propiedades reológicas de salsas de ajíes nativos del Perú (*Capsicum spp.*). Universidad Nacional Agraria la Molina.
- Arslan, M., Rakha, A., Khan, M. & Zou, X. (2017). Complementing the dietary fiber and antioxidant potential of gluten free bread with guava pulp powder. *Journal of Food Measurement and Characterization*. doi: 10.1007/s11694-017-9578-2.
- Arun, K., Thomas, S., Reshmitha, T., Akhil, G. & Nisha, P. (2017). Dietary fibre and phenolic rich extracts from *Musa paradisiaca* inflorescence ameliorates type 2 diabetes and associated cardiovascular risks. *Journal of Functional Foods*. doi: 10.1016/j.jff.2017.02.001.
- Ates, G. & Elmaci, Y. (2018). Physical, chemical and sensory characteristics of fiber enriched cakes prepared with coffee silverskin as wheat flour substitution. *Journal of Food Measurement and Characterization*. doi: 10.1007/s11694-018-9988-9.
- Bader, H., Saaeed, F., Asif, M., Niaz, B., Rohi, M., Adnan, M., Tufail, T., Anbreen, F. & Muhammad, F. (2019). Modification of barley dietary fiber through thermal treatments. *Food Science & Nutrition*. doi: 10.1002/fsn3.1026.
- Belghith, L., Chaari, F., Maaloul, M., Kallel, F., Abdelkafi, L., Ellouz, S. & Ghribi, D. (2016). Wheat bread enrichment by pea and broad bean pods fibers: Effect on dough rheology and bread quality. *LWT*. doi: 10.1016/j.lwt.2016.06.070.
- Beltrán, M., Guatemala, G., Padilla, E., Corona, R., Mondragón, P. & Arriola, E. (2020). Evaluation of the use of a coffee industry by-product in a cereal based extruded food product. *Foods*. doi: 10.3390/foods9081008.
- Bemfeito, C., Carneiro, J., Carvalho, E., Coli, P., Pereira, R. & Vilas, E. (2020). Nutritional and functional

potential of pumpkin (*Cucurbita moschata*) pulp and pequi (*Caryocar brasiliense Camb.*) peel flours. *Journal of Food Science and Technology*. doi: 10.1007/s13197-020-04590-4.

Borderías, A. J., Sanchez, A. L. & Pérez, M. M. (2005). New applications of fibers in foods: Addition to fishery products. *Trends in Food Science & Technology*. doi: 10.1016/j.tifs.2005.03.011.

Bosch, N., Marqués, R., Gurrea, A., Grau, C., Morillas, C., Hernández, A. & Bañuls, C. (2019). Effect of fibre enriched orange juice on postprandial glycaemic response and satiety in healthy individuals: an acute, randomised, placebo controlled, double blind, crossover study. *Nutrients*. doi: 10.3390/nu11123014.

Bouaziz, M. A., Abbes, F., Mokni, A., Blecker, C., Attia, H., & Besbes, S. (2016). The addition effect of Tunisian date seed fibers on the quality of chocolate spreads. *Journal of Texture Studies*. doi: 10.1111/jtxs.12225.

Buriti, F., Freitas, S., Egito, A. & Dos Santos, K. (2014). Effects of tropical fruit pulps and partially hydrolysed galactomannan from *Caesalpinia pulcherrima* seeds on the dietary fibre content, probiotic viability, texture and sensory features of goat dairy beverages. *LWT - Food Science and Technology*. doi: 10.1016/j.lwt.2014.04.022.

Butke, W., Romeiro, M., Aparecida, L., Do Santos, F. & Novello, D. (2018). Addition of pumpkin skin flour in pizza changes the physicochemical and sensory acceptability of children. *International Journal of Development Research*.

Caliskan, O. (2015). Mediterranean Figs (*Ficus carica L.*) Functional Food Properties. *The Mediterranean Diet*. doi: 10.1016/b978-0-12-407849-9.00056-7.

Camerotto, C., Cupisti, A., Alessandro, C., Muzio, F. & Gallieni, M. (2019). Dietary fiber and gut microbiota in renal diets. *Nutrients*. doi: 10.3390/nu11092149.

Cappa, C., Lavelli, V. & Mariotti, M. (2014). Fruit candies enriched with grape skin powders: Physicochemical properties. *LWT - Food Science and Technology*. doi: 10.1016/j.lwt.2014.07.039.

Carvalho, J., Romoff, P. & Lannes, S. (2018). Improvement of nutritional and physicochemical properties of milk chocolates enriched with kale (*Brassica oleracea var. acephala*) and grape (*Vitis vinifera*). *Food Science and Technology*. doi: 10.1590/fst.15018.

Cassidy, Y. M., Mccorley, E. M. & Allsopp, P. J. (2018). Effect of soluble dietary fibre on postprandial blood glucose response and its potential as a functional food ingredient. *Journal of Functional Foods*. doi: 10.1016/j.jff.2018.05.019.

Castellanos, J. A., del Bosque, P. L. & Tejero, M. E. (2014). Combined effect of plant sterols and dietary fiber for the treatment of hypercholesterolemia. *Plant Foods Hum Nutr*. doi: 10.1007/s11130-014-0419-8.

Castro, A., Céspedes, G., Carballo, S., Bergenståhl, B. & Tornberg, E. (2013). Dietary fiber, fructooligosaccharides, and physicochemical properties of homogenized aqueous suspensions of yacon (*Smallanthus sonchifolius*). *Food Research International*. doi: 10.1016/j.foodres.2012.10.048.

Chassaing, K., Koren, O., Goodrich, J., Poole, A., Srinivasan, S., Ley, R. & Gewirtz, A. (2015). Dietary emulsifiers impact the mouse gut microbiota promoting colitis and metabolic syndrome. *Nature*. doi: 10.1038/nature14232.

Chau, C. F., Huang, Y. A. & Lee, M. H. (2003). In vitro hypoglycemic effects of different insoluble fiber rich fractions prepared from the peel of *Citrus Sinensis L. cv. liucheng*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. doi: 10.1021/jf034449y.

Chau, C. F., Wang, Y. T., Wen, Y. L. (2005) Different micronization methods significantly improve the functionality of carrot insoluble fibre. *Food Chemistry*. doi: 10.1016/j.foodchem.2005.11.034.

Chen, W., Duizer, L., Corredig, M. & Douglas, H. (2010). Addition of soluble soybean polysaccharides to dairy products as a source of dietary fiber. *Journal of Food Science*. doi: 10.1111/j.1750-3841.2010.01688.x.

Cho, N., Shaw, J., Karunga, S., Huang, Y., da Rocha, F., Ohlrogge, A. & Malanda, B. (2018). IDF Diabetes Atlas: Global estimates of diabetes prevalence for 2017 and projections for 2045. *Diabetes Research and Clinical Practice*. doi: 10.1016/j.diabres.2018.02.023.

Coelho, E. M., de Azevêdo, L. C., Viana, A. C., Ramos, I. G., Gomes, R. G., Lima, M. Dos S. & Umsza, M. A. (2017). Physicochemical properties, rheology and degree of esterification of passion fruit (*Passiflora edulis f. flavicarpa*) peel flour. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. doi: 10.1002/jsfa.8451.

Costa, C., Lucera, A., Marinelli, V., Del Nobile, A. & Conte, A. (2018). Influence of different by products addition on sensory and physicochemical aspects of *Primosale cheese*. *J Food Sci Technol*. doi: 10.1007/s13197-018-3347-z.

Crispín, I. G., Lobato, C. C., Espinosa, A., H., Alvarez, R., J. & Vernon, C., E. (2014). Effect of inulin and agave fructans addition on the rheological, microstructural and sensory properties of reduced fat stirred yogurt. *Food Science and Technology*. doi: 10.1016/j.lwt.2014.06.042.

Cui, S. W., Nie, S. & Roberts, K. T. (2011). Functional Properties of Dietary Fiber. *Comprehensive Biotechnology*. doi: 10.1016/b978-0-08-088504-9.00315-9.

Dahl, W. J. & Stewart, M. L. (2015). Position of the academy of nutrition and dietetics: health implications of dietary fiber. *Journal of the Academic of Nutrition Dietetics*. doi:10.1016/j.jand.2015.09.003.

Dalibon, P. (2019). La maladie hémorroïdaire. *Actualités Pharmaceutiques*. doi: 10.1016/j.actpha.2019.01.019.

De Moraes, C. T., Ramos, D. R., De Oliveira, R. A., Rech, R. & Hickmann, F. S. (2014). Orange fibre as a novel fat replacer in lemon ice cream. *Food Sci. Technol*. doi: 10.1590/fst.2014.0057.

De Souza, C., Jonathan, M., Saad, S., Schols, H. & Venema, K. (2018). Characterization and in vitro digestibility of by-products from Brazilian food industry: cassava bagasse, orange bagasse and passion fruit peel. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*. doi: 10.1016/j.bcdf.2018.08.001.

Deng, Q., Penner, M. & Zhao, Y. (2011). Chemical composition of dietary fiber and polyphenols of five

different varieties of wine grape pomace skins. *Food Research International*. doi: 10.1016/j.foodres.2011.05.026.

Dervisoglu, M. & Yazici, F. (2006). Note. The effect of citrus fibre on the physical, chemical and sensory properties of ice cream. *Food Sci. Technol. Int.* doi: 10.1177/1082013206064005.

Diantom, A., Boukid, F., Carini, E., Curti, E. & Vittadini, E. (2019). Can potato fiber efficiently substitute xanthan gum in modulating chemical properties of tomato products?. *Food Hydrocolloids*. doi: 10.1016/j.foodhyd.2019.105508.

Diantom, A., Curti, E., Carini, E. & Vittadini, E. (2017). Effect of added ingredients on water status and physicochemical properties of tomato sauce. *Food Chemistry*. doi: 10.1016/J.foodchem.2017.01.160.

Dong, J., Yang, M., Shen, R., Zhai, Y., Yu, X. & Wang, Z. (2018). Effects of thermal processing on the structural and functional properties of soluble dietary fiber from whole grain oats. *Food Science and Technology International*. doi: 10.1177/1082013218817705.

Dong, J., Wang, L., Lü, J., Zhu, Y. & Shen, R. (2019). Structural, antioxidant and adsorption properties of dietary fiber from foxtail millet (*Setaria italica*) bran. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. doi: 10.1002/jsfa.9611.

Dueñas, M., Sarmiento, T., Aguilera, Y., Benitez, V., Mollá, E., Esteban, R. & Martín, C. (2015). Impact of cooking and germination on phenolic composition and dietary fibre fractions in dark beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and lentils (*Lens culinaris* L.). *LWT - Food Science and Technology*. doi: 10.1016/j.lwt.2015.10.025.

Elleuch, M., Bedigian, D., Roiseux, O., Besbes, S., Blecker, C. & Attia, H. (2011). Dietary fibre and fibre rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review. *Food Chemistry*. doi: 10.1016/j.foodchem.2010.06.077.

Elleuch, M., Besbes, S., Roiseux, O., Blecker, C., Deroenne, N., Driera, E. & Attia, H. (2008). Date flesh: Chemical composition and characteristics of dietary fibre. *Food Chemistry*. doi: 10.1016/j.foodchem.2008.04.036.

Fardet, A (2010). New hypotheses for the health protective mechanisms of whole-grain cereals: what is beyond fibre?. *Nutr Res Rev*. doi: 10.1017/S0954422410000041.

Fizah, M. & Al, S. (2020). Using extrusion to prepare snacks food high nutrition value fortified with soybean and spinach for children. *Alexandria Science Exchange Journal*. doi: 10.21608/ASEJAIQJSAE.2020.94865.

Florindo, C., Caliar, M., Soares, M., Duarte, R., Del Pino, A. & Costa, M. (2016). Physicochemical and sensory properties of sugar cane candies with roasted peanut and extruded rice bran. *Journal of Food and Nutrition Research*. doi: 10.12691/jfnr-4-3-6.

Francis, P. J., Julio, I. I. & Cervejeira, B. B. (2019). Fiber concentrates from asparagus by-products: Microstructure, composition, functional and antioxidant properties. *Food Science and Technology*. doi: 10.1590/1413-7054201943007319.

Fuller, S., Beck, E., Salman, H. & Tapsell, L. (2016). New Horizons for the Study of Dietary Fiber and Health: A Review. *Plant Foods for Human Nutrition*. doi: 10.1007/s11130-016-0529-6.

Furnari, M., de Bortoli, N., Martinucci, I., Bodini, G., Revelli, M., Marabotto, E., Moscatelli, A., del Nero, L., Savarino, E., Giannini, E. & Savarino, V. (2015). Optimal management of constipation associated with irritable bowel syndrome. *Therapeutics and Clinical Risk Management*. Italy. doi: 10.2147/TCRM.S54298.

Gan, J., Huang, Z., Yu, Q., Peng, G., Chen, Y., Xie, J., Nie, S. & Xie, M. (2019). Microwave assisted extraction with three modifications on structural and functional properties of soluble dietary fibers from grapefruit peel. *Food Hydrocolloids*. doi: 10.1016/j.foodhyd.2019.105549.

García, P. F., Sendra, E., Lario, Y., Fernández, L. J., Sayas, B. E. & Pérez, A. J. (2006). Rheology of orange fiber enriched yogurt. *Milchwissenschaft*. Scopus.

Gok, S., Toker, O., Palabiyik, I. & Konar, N. (2020). Usage possibility of mannitol and soluble wheat fiber in low calorie gummy candies. *LWT - Food Science and Technology*. doi: 10.1016/j.lwt.2020.109531.

Goksel, S. & Dogan, M. (2016). Incorporation of dietary fiber concentrates from fruit and vegetable wastes in butter: Effects on physicochemical, textural, and sensory properties. *Eur. Food Res. Technol.* doi: 10.1007/s00217-016-2637-9.

Gong, J. & Yang, C. (2012). Advances in the methods for studying gut microbiota and their relevance to the research of dietary fiber functions. *Food Res Int.* doi: 10.1016/j.foodres.2011.12.027.

Guerin, D. L., Li, S., Pochat, M., Wils, D., Mubasher, M., Reifer, C. & Miller, L. E. (2011). Effects of NUTRIOSE® dietary fiber supplementation on body weight, body composition, energy intake, and hunger in overweight men. *Int J Food Sci Nutr.* doi: 10.3109/09637486.2011.569492.

Guggisberg, D., Cuthbert, J., Piccinali, P., Bütikofer, U. & Eberhard, P. (2009). Rheological, microstructural and sensory characterization of low fat and whole milk set yoghurt as influenced by inulin addition. *International Dairy Journal*. doi: 10.1016/j.idairyj.2008.07.009.

Gumul, D., Korus, J., Surma, M. & Ziobro, R. (2020). Pulp obtained after isolation of starch from red and purple potatoes (*Solanum tuberosum L.*) as an innovative ingredient in the production of gluten free bread. *Plos One*. doi: 10.1371/journal.pone.0229841.

Hadidy, E. & Mostafa, O. (2019). Effect of conventional and microwave drying techniques on flat and curly parsley quality cultivated in Egypt. *Egypt. J. Agric. Res.* doi: 10.21608/ejar.2019.68696.

Happi, E., T., Robert, C., Ronkart, S. N., Wathelet, B. & Paquot, M. (2008). Dietary fibre components and pectin chemical features of peels during ripening in banana and plantain varieties. *Bioresource Technology*. doi: 10.1016/j.biortech.2007.08.030.

He, K., Zhang, X., Li, Y., Li, B. & Liu, S. (2019b). Water insoluble dietary fibers from *Flammulina velutipes* used as edible stabilizers for oil in water Pickering emulsions. *Food Hydrocolloids*. doi: 10.1016/j.foodhyd.2019.105519.

He, X., Wu, K., Zhang, X., Nishihara, R., Cso, Y., Fuchs, C., Giovannucci, E., Ogino, S., Chan, A. & Song, M. (2019a). Dietary intake of fiber, whole grains and risk of colorectal cancer: an updated analysis according to food sources, tumor location and molecular subtypes in two large US cohorts. *International Journal of Cancer*. doi: 10.1002/ijc.32382.

Hua, M., Lu, J., Qu, D., Liu, C., Zhang, L., Li, S., Chen, J. & Sun, Y. (2019). Structure physicochemical properties and adsorption function of insoluble dietary fiber from ginseng residue: a potential functional ingredient. *Food Chemistry*. doi: 10.1016/j.foodchem.2019.01.114.

Huang, J., Liao, J., Qi, J., Jiang, W. & Yang, X. (2020). Structural and physicochemical properties of pectin rich dietary fiber prepared from citrus peel. *Food Hydrocolloids*. doi: 10.1016/j.foodhyd.2020.106140.

Hye, L. E., Jung, Y. H., Sun, H. M. & Ho, B. D. (2010). Development of banana peel jelly and its antioxidant and textural properties. *Food Science and Biotechnology*. doi: 10.1007/s10068-010-0063-5.

International Diabetes Federation (IDF) (2020). Worldwide toll of diabetes. Obtenido de <https://www.diabetesatlas.org/en/sections/worldwide-toll-of-diabetes.html>.

Ilievska, N., Pavlova, V., Kirovska, V., Ilievska, J. & Pavlovska, M. (2020). Nutritional and health benefits of inulin functional food and prebiotic. *Journal of Hygienic Engineering and Design*.

Jakobek, I. & Matic, P. (2018). Non covalent dietary fiber polyphenol interactions and their influence on polyphenol bioaccessibility. *Trends in Food Science & Technology*. doi: 10.1016/j.tifs.2018.11.024.

Jannati, N., Hojjatoleslami, M., Hosseini, E., Reza, H. & Siavoshi, M. (2018). Effect of apple pomace powder on rheological properties of dough and sangak bread texture. *Carpathian Journal of Food Science and Technology*.

Jovanovic, M., Petrovic, M., Miocinovic, J., Zlatanovic, S., Lalicic, J., Mitic, D. & Gorjanovic, S. (2020). Bioactivity and sensory properties of probiotic yogurt fortified with apple pomace flour. *Foods*. doi: 10.3390/foods9060763.

Kalala, G., Kambashi, B., Everaert, N., Beckers, Y., Richel, A., Pachikian, B., Neyrink, A., Delzene, N. & Bindelle, J. (2017). Characterization of fructans and dietary fibre profiles in raw and steamed vegetables. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. doi: 10.1080/09637486.2017.1412404.

Karaman, E., Yilmaz, E. & Baris, N. (2017). Physicochemical, microstructural and functional characterization of dietary fibers extracted from lemon, orange and grapefruit seeds press meals. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*. doi: 10.1016/j.bcdf.2017.06.001.

Kieserling, K., Vu, T., Drusch, S. & Schalow, S. (2019). Impact of pectin rich orange fibre on gel characteristics and sensory properties in lactic acid fermented yoghurt. *Food Hydrocolloids*. doi: 10.1016/j.foodhyd.2019.02.051.

Kim, S., Seo, D., Park, J., Kim, S., Choi, Y., Nam, J., Hun, J., Cheon, S., Ok, M. & Hwang, J. (2017). Food composition of raw, boiled, and roasted sweet potatoes. *Korean J. Community Living Sci*. doi: 10.7856/kjcls.2017.28.1.59.

Kishor, K., David, J., Tiwari, S., Singh, A. & Shankar, B. (2017). Nutritional composition of chickpea (*Cicer arietinum*) milk. International Journal Chemical Studies.

Kurek, M. A., Karp, S., Wyrwicz, J. & Niu, Y. (2018). Physicochemical properties of dietary fibers extracted from gluten-free sources: quinoa (*Chenopodium quinoa*), amaranth (*Amaranthus caudatus*) and millet (*Panicum miliaceum*). Food Hydrocolloids. doi: 10.1016/j.foodhyd.2018.07.021.

Lefranc, M. C., Guérin, D. L., Wils, D., Neut, C., Miller, L. & Saniez, D. M. (2012). Impact of a resistant dextrin on intestinal ecology: how altering the digestive ecosystem with NUTRIOSE®, a soluble fibre with prebiotic properties, may be beneficial for health. J Int Med Res. doi: 10.1177/147323001204000122.

Li, N., Feng, Z., Niu, Y. & Yu, L. (2017). Structural, rheological and functional properties of modified soluble dietary fiber from tomato peels. Food Hydrocolloids. doi: 10.1016/j.foodhyd.2017.10.034.

Ligarda, C., Repo, C., Encina, C., Herrera, I. & Quinde, A. (2012). Extracción con soluciones neutra y alcalina para el aislamiento de fibra soluble e insoluble a partir de salvado de quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*), kiwicha (*Amaranthus caudatus L.*) y cañihua (*Chenopodium pallidicaule Aellen.*). Rev Soc Quím Perú.

Ling, H., Jen, C. & Jian, F. (2011). Preparation and physicochemical properties of fiber rich fraction from pineapple peels as a potential ingredient. Journal of Food and Drug Analysis. doi: 10.38212/2224-6614.2179.

Liu, X., Liu, S., Xi, H., Xu, J., Deng, D. & Huang, G. (2019). Effects of soluble dietary fiber on the crystallinity, pasting, rheological, and morphological properties of corn resistant starch. LWT - Food Science and Technology. doi: 10.1016/j.lwt.2019.01.059.

Los, P., Silva, D., De Sousa, R., Cervejeira, B., Cardoso, T. & Godoy, E. (2018). Viability of peach palm by-product, *Spirulina platensis*, and spinach for the enrichment of dehydrated soup. Pesquisa Agropecuaria Brasileira. doi: 10.1590/s0100-204x2018001100008.

Luo, X., Wang, Q., Zheng, B., Lin, L., Chen, B., Zheng, Y. & Xiao, J. (2017). Hydration properties and binding capacities of dietary fibers from bamboo shoot shell and its hypolipidemic effects in mice. Food and Chemical Toxicology. doi: 10.1016/j.fct.2017.02.029.

Ma, M. & Mu, T. (2016). Effects of extraction methods and particle size distribution on the structural, physicochemical, and functional properties of dietary fiber from deoiled cumin. Food Chemistry. doi: 10.1016/j.foodchem.2015.07.095.

Ma, Y., Kerr, W., Swanson, R., Hargrove, J. & Pegg, R. (2014). Peanut skins fortified peanut butters: Effect of processing on the phenolics content, fibre content and antioxidant activity. Food Chemistry. doi: 10.1016/j.foodchem.2013.08.125.

Machado, D., Alves, I., Ramirez, E. & Damiani, C. (2020). Red mombin (*Spondias purpurea L.*) seed flour as a functional component in chocolate brownies. Journal of Food Science and Technology. doi: 10.1007/s13197-020-04574-4.

Makki, K., Deehan, E. C., Walter, J. & Bäckhed, F. (2018). The Impact of Dietary Fiber on Gut Microbiota in Host Health and Disease. *Cell Host & Microbe*. doi: 10.1016/j.chom.2018.05.012.

Mallek, A., Bahloul, N. & Kechaou, N. (2016). Characterization, phenolic compounds and functional properties of *Cucumis melo L.* peels. *Food Chemistry*. doi: 10.1016/j.foodchem.2016.10.117.

Martínez, C. S., Salvador, A., Muguerza, B., Moulay, L. & Fiszman, S. M. (2010). Cocoa fibre and its application as a fat replacer in chocolate muffins. *LWT - Food Science and Technology*. doi:10.1016/j.lwt.2010.06.035.

Martínez, R., Torres, P., Meneses, M. A., Figueroa, J. G., Pérez, A. J. & Viuda, M. M. (2012). Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of mango, guava, pineapple and passion fruit dietary fiber concentrate. *Food Chemistry*. doi: 10.1016/j.foodchem.2012.05.057.

Mattila, P., Mäkinen, S., Eurola, M., Jalava, T., Pihlava, J., Hellström, J. & Pihlanto, A. (2018). Nutritional value of commercial protein-rich plant products. *Plant Foods for Human Nutrition*. doi: 10.1007/s11130-018-0660-7.

Mayor, S. (2019). Eating more fibre linked to reduced risk of non-communicable diseases and death, review finds. *Research News*. doi: 10.1136/bmj.l159.

McRae, M. P. (2017). Dietary fiber intake and type 2 diabetes mellitus: An umbrella review of metaanalysis. *Journal of Chiropractic Medicine*. doi: 10.1016/j.jcm.2017.11.002.

Millar, K., Gallagher, E., Burke, R., McCarthy, S. & Barry, R. (2019). Proximate composition and anti-nutritional factors of fava bean (*Vicia faba*), green pea and yellow pea (*Pisum sativum*) flour. *Journal of Food Composition and Analysis*. doi: 10.1016/j.jfca.2019.103233.

Moreno, H., Sáyago, A., García, G., Mata, M. & Montalvo, G. (2014). Effect of the application of 1-Methylcyclopropene and wax emulsions on proximate analysis and some antioxidants of soursop (*Annona muricata L.*). *The Scientific World Journal*. doi: 10.1155/2014/896853.

Mrabet, A., Hammadi, H., Rodríguez, G., Jiménez, A. & Sindic, M. (2016). Date palm fruits as a potential source of functional dietary fiber: A Review. doi: 10.3136/fstr.25.1.

Mudgil, D. & Barak, S. (2013). Composition, properties and health benefits of indigestible carbohydrate polymers as dietary fiber: A review. *International Journal of Biological Macromolecules*. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2013.06.044.

Olive, Y. & Komarek, A. (2017). Dietary fibre basics: Health, nutrition, analysis, and applications. *Food Quality and Safety*. doi: 10.1093/fqsafe/fyx007.

Organización Mundial de la Salud (OMS) (2020a). Asthma. Obtenido de <https://www.who.int/news-room/facts-in-pictures/detail/asthma>.

Organización Mundial de la Salud (OMS) (2020b). Noncommunicable diseases. Obtenido de https://www.who.int/health-topics/noncommunicable-diseases#tab=tab_1.

Ortiz, B. & Anzola, C. (2017). Estudio del efecto fisiológico del consumo de arepas enriquecidas con

pectina extraída de la cáscara de curuba (*Passiflora tripartita* var. *Mollissima*). Universidad Nacional de Colombia. doi: 10.15446/rev.colomb.quim.v47n2.65812.

Othman, R. A., Moghadasian, M. H. & Jones, P. J. (2011). Cholesterol lowering effects of oat B-glucan. *Nutr Rev.* doi: 10.1111/j.1753-4887.2011.00401.x.

Pacheco, M., Hernández, O., Moreno, F. & Villamiel, M. (2020). Andean tubers grown in Ecuador: New sources of functional ingredients. *Food Bioscience.* doi: 10.1016/j.fbio.2020.100601.

Padalino, L., Conte, A., Lecce, L., Likyova, D., Sicari, V., Pellicanò, T., Poiana, M. & Del Nobile, M. (2017): Functional pasta with tomato by product as a source of antioxidant compounds and dietary fibre. *Czech J. Food Sci.* doi: 10.17221/171/2016-CJFS.

Padrón, P. C., Oropeza, G. R. & Montes, H. A. (2015). Semillas de quinua (*Chenopodium quinoa Willdenow*): composición química y procesamiento. Aspectos relacionados con otras áreas. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos.*

Palacio, M. I., Etcheverría, A. I. & Manrique, G. D. (2018). Development of gluten free muffins utilizing squash seed dietary fiber. *Journal of Food Science and Technology.* doi: 10.1007/s13197-018-3213-z.

Papathanasopoulos, A. & Camilleri, M. (2010). Dietary fiber supplements: effects in obesity and metabolic syndrome and relationship to gastrointestinal functions. *Gastroenterology.* doi: 10.1053/j.gastro.2009.11.045.

Parveen, H., Bajpai, A., Bhatia, S. & Singh, S. (2017). Analysis of biscuits enriched with fibre by incorporating carrot and beetroot pomace powder. *The Indian Journal of Nutrition and Dietetics.* doi: 10.21048/ijnd.2017.54.4.15754.

Pasini, C., Inocencio, P., Sousa, J., Gómez, A., Da Silva, M. & Granato, D. (2019). Phenolic rich Petit Suisse cheese manufactured with organic bordeaux grape juice, skin, and seed extract: technological, sensory, and functional properties. *LWT - Food Science and Technology.* doi: 10.1016/j.lwt.2019.10849.

Pathera, A., Riar, C., Yadav, S. & Sharma, D. (2017). Effect of dietary fiber enrichment and different cooking methods on quality of chicken nuggets. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources.* doi: 10.5851/kosfa.2017.37.3.410.

Phimolsiripol, Y., Mukprasirt, A. & Schoenlechner, R. (2012). Quality improvement of rice-based gluten free bread using different dietary fibre fractions of rice bran. *Journal of Cereal Science.* doi: 10.1016/j.jcs.2012.06.001.

Pisarikova, B. & Zraly, Z. (2010). Dietary fibre content in lupine (*Lupinus albus* L.) and soya (*Glycine max* L.) seeds. *Acta Vet. Brno.* doi: 10.2754/avb201079020211.

Prasad, K. N. & Bondy, S. C. (2018). Dietary Fibers and Their Fermented Short Chain Fatty Acids in Prevention of Human Diseases. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre.* doi: 10.1016/j.bcdf.2018.09.001.

Pratiwi, M., Jae, B., Rasco, B. & Ganjyal, G. (2018). Fiber rich food processing byproducts enhance the expansion of cornstarch extrudates. *Journal of Food Science.* doi: 10.1111/1750-3841.14290.

Purić, M., Rabrenović, B., Rac, V., Pezo, L., Tomašević, I. & Demin, M. (2020). Application of defatted apple seed cakes as a by-product for the enrichment of wheat bread. *LWT - Food Science and Technology*. doi: 10.1016/j.lwt.2020.109391.

Quaresma, I., Freitas, B., Santos, A. & Da Silva, R. (2009). Obtencao de barra de cereais adicionada do residuo industrial de maracuja. *Alim. Nutr.*

Quiles, A., Grant, M., Struck, S., Rohm, H. & Hernando, I. (2016). Fiber from fruit pomace: A review of applications in cereal based products. *Food Reviews International*. doi: 10.1080/87559129.2016.1261299.

Radzi, H. (2020). Incorporation of banana peel fiber in jelly as a functional food precursor. *Malaysian Academic Library Institutional Repository*.

Rajendran, N. & Thampi, H. (2019). Extraction and characterization of pectin from banana peel. *Carpathian Journal of Food Science and Technology*. doi: 10.34302/2019.11.4.4.

Ramnani, P., Gaudier, E., Bingham, M., van Bruggen, P., Tuohy, K. M. & Gibson, G. R. (2010). Prebiotic effect of fruit and vegetable shots containing Jerusalem artichoke inulin: a human intervention study. *British Journal of Nutrition*. doi: 10.1017/S000711451000036X.

Rao, N., Sharma, M. & Sharma A. (2016). Development of products rich in dietary fiber and antioxidant prepared from lemon peel. *Global Journal of Biology, Agriculture & Health Sciences*.

Resende, L., Franca, A. & Oliveira, L. (2019). Buriti (*Mauritia Flexuosa L. f.*) fruit by-products flours: Evaluation as source of dietary fibers and natural antioxidants. *Food Chemistry*. doi: 10.1016/j.foodchem.2018.07.079.

Rios, M., Dehond, A., Dehond, M., Herrer, T., Velasco, D., Gómez, S., Callejo, M. & Del Castillo, M. (2020). Effect of coffee cascara dietary fiber on the physicochemical, nutritional and sensory properties of a gluten free bread formulation. *Molecules*. doi: 10.3390/molecules25061358.

Rodriguez, M., Redondo, A. & Villanueva, M. (1992). Study of dietary fibre content in cucumber by gravimetric and spectrophotometric methods. *Food Chemistry*. doi: 10.1016/0308-8146(92)90216-o.

Romo, Z., Pérez, C. & Tecante, A. (2019). Physicochemical and sensory properties of gummy candies enriched with pineapple and papaya peel powders. *Food and Nutrition Sciences*. doi: 10.4236/fns.2019.1011094.

Rosida, R., Harijono, H., Teti, E. & Endang, S. (2016). Hypoglycemic effect of modified water yam flour (*Dioscorea alata*) on diabetic wistar rats (*Rattus norvegicus*). *Journal of Food and Nutrition Research*. doi: 10.12691/jfnr-4-1-4.

Ruiz, L. M., Barrientos, R. L., García, L. P., Valdés, M. E., Zamora, N. J., Rodríguez, M. R., Salcedo, P. E., Bañuelos, P. J. & Vargas R, J. (2019). Nutritional and Bioactive Compounds in Mexican Lupin Beans Species: A Mini-Review. *Nutrients*. doi: 10.3390/nu11081785.

Sabanis, D., Lebesi, D. & Tzia, C. (2009). Effect of dietary fibre enrichment on selected properties of

gluten free bread. *LWT - Food Science and Technology*. doi: 10.1016/j.lwt.2009.03.010.

Saikia, S. & Mahanta, C. (2015). In vitro physicochemical, phytochemical and functional properties of fiber rich fractions derived from by-products of six fruits. *Journal of Food Science and Technology*. doi: 10.1007/s13197-015-2120-9.

Salhy, M., Otterasen, Y. S., Mazzawi, T. & Gundersen, D. (2017). Dietary fiber in irritable bowel syndrome (Review). *International journal of Molecular Medicine*. doi: 10.3892/ijmm.2017.3072.

Scorsatto, M., De Catro, P., Ribeiro, D., Sabally, K., Rosa, G. & Moraes, D. (2017). Assessment of bioactive compounds, physicochemical composition, and in vitro antioxidant activity of eggplant flour. *International Journal of Cardiovascular Sciences*. doi: 10.5935/2359-4802.20170046.

Sendra, E., Fayos, P., Lario, Y., Fernández, J., Sayas, E. & Pérez, J. (2007). Incorporation of citrus fibers in fermented milk containing probiotic bacteria. *Food Microbiology*. doi: 10.1016/j.fm.2007.09.003.

Shah, S. L. & Lacy, B. E. (2016). Dietary interventions and irritable bowel syndrome: A review of the evidence. *Current Gastroenterology Reports*. doi: 10.1007/s11894-016-0517-x.

Singha, P., & Muthukumarappan, K. (2018). Single screw extrusion of apple pomace enriched blends: Extrudate characteristics and determination of optimum processing conditions. *Food Science and Technology International*. doi: 10.1177/1082013218766981.

Soliman, A G. (2019). Dietary Fiber, Atherosclerosis, and Cardiovascular Disease. Department of Environmental, Occupational and Geospatial Health Sciences. *Nutrients*. New York. doi: 10.3390/nu11051155.

Soukoulis, C., Lebesi, D. & Tzia, C. (2009). Enrichment of ice cream with dietary fibre: Effects on rheological properties, ice crystallization and glass transition phenomena. *Food Chem*. doi: 10.1016/j.foodchem.2008.12.070.

Spotti, M. J. & Campanella, O. H. (2017). Functional modifications by physical treatments of dietary fibers used in food formulations. *Current Opinion in Food Science*. doi: 10.1016/j.cofs.2017.10.003.

Stephen, A. M., Champ, M. M. & Cloran, S. J. (2017). Dietary fibre in Europe: Current state of knowledge on definitions, sources, recommendations, intakes and relationships to health. *Nutr Res Rev*. doi: 10.1017/S095442241700004X.

Sudha, M., Baskaran, V., Leelavathi, K. (2007). Apple pomace as a source of dietary fiber and polyphenols and its effect on the rheological characteristics and cake making. *Food Chemistry*. doi: 10.1016/j.foodchem.2006.12.016.

Tanongkankit, Y., Chiewchan, N. & Devahastin, S. (2012). Physicochemical property changes of cabbage outer leaves upon preparation into functional dietary fiber powder. *Food and Bioprocess Processing*. doi: 10.1016/j.fbp.2011.09.001.

Tanya, A., Mbofung, C. & Keshinro, O. (1997). *Plant Foods for Human Nutrition*. doi: 10.1023/a:1007923413490.

Teixeira, F., Aparecida, B., Nunes, G., Machado, J., Aparecida, L., Oliveira, G., Vilela, J., Menegassi, B., Murino, B., Schwarz, K., Freitas, E. & Novello, D. (2020). Addition of range peel in orange jam: evaluation of sensory, physicochemical, and nutritional characteristics. *Molecules*. doi: 10.3390/molecules25071670.

Tejada, O., García, A., Serna, S. & Welti, C. (2017). The dietary fiber profile of fruit peels and functionality modifications induced by high hydrostatic pressure treatments. *Food Science and Technology International*. doi: 10.1177/1082013217694301.

Thanushree, M., Sudha, M. & Crassina, K. (2017). Lotus (*Nelumbo nucifera*) rhizome powder as a novel ingredient in bread sticks: rheological characteristics and nutrient composition. *Journal of Food Measurement and Characterization*. doi: 10.1007/s11694-017-9561-y.

Tomic, N., Dojnov, B., Miocinovic, J., Tomasevic, I., Smigic, N., Djekic, I. & Zoran, V. (2017). Enrichment of yoghurt with insoluble dietary fiber from triticale a sensory perspective. *Food Science and Technology*. doi: 10.1016/j.lwt.2017.02.008.

Tril, U., Fernández, L., Álvarez, J. & Viuda, M. (2014). Chemical, physicochemical, technological, antibacterial and antioxidant properties of rich fibre powder extract obtained from tamarind (*Tamarindus indica L.*). *Industrial Crops and Products*. doi: 10.1016/j.indcrop.2014.01.047.

Ullah, I., Hu, Y., You, J., Yin, T., Xiong, S., Din, Z., Huang, Q. & Liu, R. (2019). Influence of okara dietary fiber with varying particle sizes on gelling properties, water state and microstructure of tofu gel. *Food Hydrocolloids*. doi: 10.1016/j.foodhyd.2018.11.006.

Ungureanu, M., Dimian, M. & Mironeasa, S. (2020). Development and quality evaluation of gluten-free pasta with grape peels and whey powders. *LWT*. doi: 10.1016/j.lwt.2020.109714.

Utpott, M., Ramos, de A. R., Galarza, V. C., Nunes, P., A., Tischer, B., de Oliveira, R. A., & Hickmann, F. S. (2020). Characterization and application of red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) peel powder as a fat replacer in ice cream. *Journal of Food Processing and Preservation*. doi: 10.1111/jfpp.14420.

Valerga, L., Quintero, N., Concellón, A. & Puppo, M. (2020). Artichoke, eggplant and tomato flours as nutritional ingredients for wheat dough: hydration properties. *Journal of Food Science and Technology*. doi: 10.1007/s13197-019-04231-5.

Vanitha, T. & Khan, M. (2019). Role of Pectin in Food Processing and Food Packaging. *IntechOpen*. doi: 10.5772/intechopen.83677.

Vázquez, K., Martínez, N., Rebollo, M., Del Castillo, M., Gaytán, M. & Campos, R. (2018). In vitro health promoting properties of antioxidant dietary fiber extracted from spent coffee (*Coffea arabica L.*) grounds. *Food Chemistry*. doi: 10.1016/j.foodchem.2018.04.064.

Veronese, N., Solmi, M., Caruso, M. G., Giannelli, G., Osella, A. R., Evangelou, E., Maggi, S., Fontana, L., Stubbs, B. & Tzoulaki, I. (2018). Dietary fiber and health outcomes: an umbrella review of systematic reviews and meta-analyses. *The American Journal of Clinical Nutrition*. doi: 10.1093/ajcn/nqx082.

Viuda, M., M., Ruiz, N. Y., Fernández, L. J. & Pérez, Á. J. (2010). Effect of added citrus fiber and spice essential oils on quality characteristics and shelf life of mortadella. *Meat Sci*. doi:

10.1016/j.meatsci.2010.03.007.

Viva, N., Costa, A., Mendes, P., Charles, D., Granato, D. & Canniatti, S. (2018). Potentials and pitfalls on the use of passion fruit by products in drinkable yogurt: physicochemical, technological microbiological, and sensory aspects. *Beverages*. doi: 10.3390/beverages4030047.

Wang, K., Li, M., Wang, Y., Liu, Z., & Ni, Y. (2020). Effects of extraction methods on the structural characteristics and functional properties of dietary fiber extracted from kiwifruit (*Actinidia deliciosa*). *Food Hydrocolloids*. doi: 10.1016/j.foodhyd.2020.106162.

Wang, N., Huang, S., Zhang, Y., Zhang, F. & Zheng, J. (2020). Effect of supplementation by bamboo shoot insoluble dietary fiber on physicochemical and structural properties of rice starch. *LWT - Food Science and Technology*. doi: 10.1016/j.lwt.2020.109509.

Wang, N., Xu, Y., Chao, H., Zhang, M., Zhou, Y. & Wang, M. (2019). Effects of celery powder on wheat dough properties and textural, antioxidant and starch digestibility properties of bread. *Journal of Food Science and Technology*. doi: 10.1007/s13197-019-04204-8.

Wei, F., Ye, F., Li, S., Wang, L., Li, J. & Zhao, G. (2017). Layer by layer coating of chitosan/pectin effectively improves the hydration capacity, water suspendability and tofu gel compatibility of okara powder. *Food Hydrocolloids*. doi: 10.1016/j.foodhyd.2017.10.024.

Weickert, M. O. & Pfeiffer, A. F. (2008). Metabolic effects of dietary fiber consumption and prevention of diabetes. *The Journal of Nutrition*. doi: 10.1093/jn/138.3.439.

Wendler, T., De Fátima, L., Da Cruz, V., Jordó, C., Freitas, E. & Novello, D. (2018). Aproveitamento da casca de batata doce na produção de panetone: Caracterização físicoquímica e aceitabilidade sensorial entre crianças. Universidade Estadual do Centro Oeste, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

Williams, B. A., Grant, L. J., Gidley, M. J. & Mikkelsen, D. (2017). Gut fermentation of dietary fibres: Physico chemistry of plant cell walls and implications for health. *International Journal of Molecular Sciences*. doi: 10.3390/ijms18102203.

Williams, L., Scott, A. & Wood, L. (2019). Soluble fibre as a treatment for inflammation in asthma. *Journal of Nutrition & Intermediary Metabolism*. doi: 10.1016/j.jnim.2019.100108.

Wu, W., Hu, J., Gao, H., Chen, H., Fang, X., Mu, H., Han, Y. & Liu, R. (2020). The potential cholesterol lowering and prebiotic effects of bamboo shoot dietary fibers and their structural characteristics. *Food Chemistry*. doi: 10.1016/j.foodchem.2020.127372.

Yadav, S., Malik, A., Pathera, A., Islam, R. & Sharma, D. (2015). Development of dietary fibre enriched chicken sausages by incorporating corn bran, dried apple pomace and dried tomato pomace. *Nutrition & Food Science*. doi: 10.1108/NFS-05-2015-0049.

Younis, E. & Essam, M. (2018). Improvement of functional and technological characteristics of spaghetti by the integration of pomegranate peels powder. *American Journal of Food Technology*. doi: 10.3923/ajft.2018.1.7.

Yu, G., Bei, J., Zhao, J., Li, Q. & Cheng, C. (2018). Modification of carrot (*Daucus carota Linn. var.*

Sativa Hoffm.) pomace insoluble dietary fiber with complex enzyme method, ultrafine comminution, and high hydrostatic pressure. Food Chemistry. doi: 10.1016/j.foodchem.2018.03.037.

Zamora, V., Bello, L., Ortíz, R., Tovar, J. & Sáyago, S. (2014). Granola bars prepared with agave tequilana ingredients: Chemical composition and in vitro starch hydrolysis. LWT - Food Science and Technology. doi: 10.1016/j.lwt.2013.12.016.

Zhang, W., Zeng, G., Pan, Y., Chen, W., Huang, W., Chen, H. & Li, Y. (2017). Properties of soluble dietary fiber polysaccharide from papaya peel obtained through alkaline or ultrasound assisted alkaline extraction. Carbohydrate Polymers. doi: 10.1016/j.carbpol.2017.05.030.

Zhao, J., Bai, Y., Zhang, G., Liu, L. & Lai, C. (2020). Relationship between dietary fiber fermentation and volatile fatty acids concentration in growing pigs. Animals. doi: 10.3390/ani10020263.

Zheng, Y. & Li, Y. (2018). Physicochemical and functional properties of coconut (*Cocos nucifera* L.) cake dietary fibres: Effects of cellulase hydrolysis, acid treatment and particle size distribution. Food Chemistry. doi: 10.1016/j.foodchem.2018.03.012.

Zheng, Y., Wang, Q., Huang, J., Fang, D., Zhuang, W., Luo, X., Zuo, X., Zheng, B. & Cao, H. (2019). Hypoglycemic effect of dietary fibers from bamboo shoot shell: An in vitro and in vivo study. Food and Chemical Toxicology. doi: 10.1016/j.fct.2019.03.008.

Zhu, F., Du, B., Zheng, L. & Li, J. (2014). Advance on the bioactivity and potential applications of dietary fibre from grape pomace. Food Chemistry. doi: 10.1016/j.foodchem.2014.07.057.

Ziobro, R., Korus, J., Juszczak, L. & Witczak, T. (2013). Influence of inulin on physical characteristics and staling rate of gluten free bread. Journal of Food Engineering. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2012.10.049.

Zitterman, A. (2003). Dietary fiber/bran. Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition. doi: 10.1016/b0-12-227055-x/00346-1.