วิชาการ

ผลิตภัณฑ์หมักจากน้ำนมพืชและคุณสมบัติเชิงหน้าที่

Fermented plant-based milk and functional properties

ดร.กานต์ธิดา วดีศิริศักดิ์ (Dr. Kanthida Wadeesirisak)

ฝ่ายจุลชีววิทยาประยุกต์ (Department of Applied Microbiology)
สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร (Institute of Food Research and Product Development)
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (Kasetsart University)

จุดเด่น

- น้ำนมทางเลือกจากพืช
- ทิศทางและงานวิจัยเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์หมักจากน้ำนมพืช
- คุณสมบัติเชิงหน้าที่ของผลิตภัณฑ์หมักจากน้ำนมพืช

Highlights

- Plant-based alternative milk
- Trend of fermented plant-based milk research
- Functional property of fermented plant-based milk product

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันโปรตีนทางเลือกกำลังได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะโปรตีนจากพืช ทำให้เกิดการวิจัยและพัฒนานวัตกรรมในอุตสาหกรรมอาหารที่มุ่งเน้นการศึกษากลุ่มผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเชิงหน้าที่ (functional beverage products) โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์อาหารที่ใช้น้ำนมจากพืชที่ไม่มีส่วนผสมของน้ำนมวัวหรือน้ำนมสัตว์ ซึ่งเหมาะกับผู้บริโภคที่มีอาการแพ้โปรตีน แพ้น้ำตาลแล็กโทส รวมถึงปัญหาอื่นที่มักพบในกลุ่มผู้บริโภคนมวัว เช่น ท้องอืด ท้องเสีย เป็นต้น ทำให้ผู้บริโภคมีการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมในการเลือกผลิตภัณฑ์อาหารมากขึ้น น้ำนมจากพืชหมักด้วยจุลินทรีย์ (fermented plant-based milks) เป็นอีกผลิตภัณฑ์หนึ่งที่ได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลาย สืบเนื่องจากผู้บริโภคให้ความสำคัญกับอาหารและคำนึงถึงคุณประโยชน์ของอาหารที่มีผลต่อคุณภาพชีวิตที่ดี คุณค่าทางโภชนาการของน้ำนมจากพืชอาจมีไม่ครบถ้วนเท่ากับนมวัว จึงมีการศึกษาการนำน้ำนมจากพืชมาผ่านกระบวนการหมักด้วยจุลินทรีย์เพื่อเพิ่มสมบัติเชิงหน้าที่ต่าง ๆ แต่ยังมีข้อจำกัดเรื่องรสชาติจึงต้องมีการพัฒนาคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นที่ยอมรับจากผู้บริโภคซึ่งถือเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญในแง่ของการพัฒนาผลิตภัณฑ์ น้ำนมจากพืชที่นิยมนำมาศึกษาเพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์จากพืช ได้แก่ น้ำนมถั่วเหลือง น้ำนมอัลมอนด์ น้ำนมข้าว น้ำนมข้าวโอ๊ต และน้ำนมจากมะพร้าว โดยผลิตภัณฑ์หมักจากน้ำนมพืชแต่ละชนิดนั้นมีคุณค่าทางโภชนาการ สมบัติทางเคมีกายภาพ และคุณลักษณะด้านประสาทสัมผัสที่แตกต่างกัน

ไปตามชนิดของพืช กระบวนการหมักและชนิดของจุลินทรีย์ ซึ่งการศึกษาวิจัยผลิตภัณฑ์หมักจากน้ำนมพืชนั้นต้องคำนึงถึงคุณค่าทางโภชนาการและคุณสมบัติเชิงหน้าที่อื่นที่ผู้บริโภคจะได้รับด้วย

คำสำคัญ : ผลิตภัณฑ์หมักจากน้ำนมพืช กระบวนการหมัก อาหารเชิงหน้าที่ โพรไบโอติก พรีไบโอติก
Keywords : fermented plant-based milk product, fermentation, functional food, probiotic, prebiotic

บทนำ

โดยทั่วไปแล้วผู้บริโภคจะพิจารณาอาหารตามหลักโภชนาการที่ควรได้รับรวมถึงวิตามินและแร่ธาตุตามความต้องการของผู้บริโภคที่มีความแตกต่างกันตามเพศและวัย แต่ในปัจจุบันผู้บริโภคคำนึงถึงสุขภาพมากขึ้นทำให้ในแวดวงอุตสาหกรรมอาหารมีการคิดค้นและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารต่าง ๆ ที่เป็นมากกว่าอาหารทั่วไป ทำให้เกิดกระแสความนิยมอาหารเพื่อสุขภาพ เช่น functional foods, super foods และ enriched foods เพื่อตอบสนองและดึงดูดความสนใจแก่ผู้บริโภคที่มีความต้องการอาหารพิเศษเหล่านี้ (Beltr *et al.*, 2016) ส่งผลดีต่อผู้บริโภคและภาคอุตสาหกรรมอาหาร ทำให้เกิดการคิดค้นและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารที่มีคุณภาพและตรงตามความต้องการของผู้บริโภค (Küster and Capilla, 2017)

เมล็ดธัญพืช (seed grains) เป็นแหล่งโปรตีนจากพืชที่นิยมใช้เป็นส่วนประกอบอาหารทดแทนโปรตีนจากเนื้อสัตว์ (Silagadze *et al.*, 2017) สาเหตุที่ผู้บริโภคเลือกใช้โปรตีนจากพืชอาจเพราะปัจจุบันพบสาเหตุการเกิดโรคจากวิถีการใช้ชีวิต สภาวะแวดล้อมที่เปลี่ยนไป รวมถึงผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของเศรษฐกิจ ทำให้น้ำนมจากพืชได้รับความนิยมมากขึ้น ผู้บริโภคมีความพยายามในการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการบริโภคให้เป็นไปในทิศทางที่ดีขึ้น โดยเฉพาะกลุ่มที่มีอาการแพ้นมวัว กลุ่มที่หลีกเลี่ยงอาหารที่มีคอเลสเตอรอล และกลุ่มที่ต้องการอาหารที่ให้พลังงานต่ำ (Palmett, 2017) รวมถึงกลุ่มคนที่มีปัญหาด้านสุขภาพ มีปัญหาการย่อยน้ำตาลแล็กโทสและแพ้โปรตีนจากนมวัว (Espin *et al.*, 2019)

น้ำนมจากพืช

โดยทั่วไปแล้วนมวัวถือเป็นแหล่งโปรตีนพื้นฐานที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย แต่เนื่องจากสภาวะแวดล้อมในปัจจุบันที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมาก โดยเฉพาะจำนวนประชากรโลก ทำให้เกิดภาวะขาดแคลนอาหาร สินค้าราคาแพง รวมถึงการเกิดอาการไม่พึงประสงค์หรือการแพ้นมวัว จึงมีการศึกษาแหล่งโปรตีนจากน้ำนมจากพืช ทั้งที่ได้จากเมล็ดพืช ผลหรือส่วนต่าง ๆ ของพืชที่มีความคล้ายกับนมจากสัตว์เพื่อเป็นแหล่งโปรตีนทางเลือกอีกทางหนึ่ง

ช่วงทศวรรษสุดท้ายของศตวรรษที่ 20 มีการกล่าวถึงน้ำนมจากพืชชนิดแรกที่ได้รับความสนใจ คือ น้ำนมถั่วเหลือง (soy milk) (Stall, 2017) CODEX Alimentarius ให้คำจำกัดความของคำว่า นม (milk) คือ น้ำนมที่ได้จากสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมโดยการรีดนมและไม่มีการเติมหรือการสกัดใด ๆ เพื่อใช้บริโภคในฟาร์มหรือนำไปผ่านกระบวนการแปรรูปต่อไป Royal Spanish Academy ให้คำจำกัดความของน้ำสีขาวที่ได้จากพืชบางชนิด จากผลหรือเมล็ดพืชนั้นว่า น้ำนมเช่นกัน (RAE, 2019) จึงมีการให้คำจำกัดความของคำว่า น้ำนมพืช คือ สารอิมัลชัน (emulsion) ที่ได้จากการสกัดหรือเจือจางส่วนของพืช เมล็ดพืช หรือผลของพืช (Dávila, 2017; Haraguchi *et al.*, 2019) มีการละลายเป็นเนื้อเดียวกันของของแข็งที่แขวนลอย

ในของเหลวที่มีลักษณะคล้ายนมวัว (Mäkinen *et al*., 2016) การอ้างอิงถึงการระบุรายละเอียดในผลิตภัณฑ์อาหารหรือการโฆษณาควรให้ข้อมูลผลิตภัณฑ์ที่ถูกต้องและเข้าใจตรงกันกับผู้บริโภค สร้างความเชื่อมั่นในคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่มาจากน้ำนมพืช ส่วนข้อมูลทางโภชนาการของนมวัวและน้ำนมพืชมีความแตกต่างกัน โดย USDA (2020) ให้ข้อมูลไว้ดังตารางที่ 1 ซึ่งน้ำนมพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการใกล้เคียงกับนมวัว ได้แก่ น้ำนมถั่วเหลือง น้ำนมอัลมอนด์ น้ำนมข้าวโอ๊ต น้ำนมข้าว และน้ำนมมะพร้าว (กะทิ) แต่รสชาติของน้ำนมพืชนั้นมีความแตกต่างจากนมวัว ซึ่งปัจจุบันพบน้ำนมจากพืชเหล่านี้มีจำหน่ายทางการค้าแล้ว (Plana and De Lecuona, 2017)

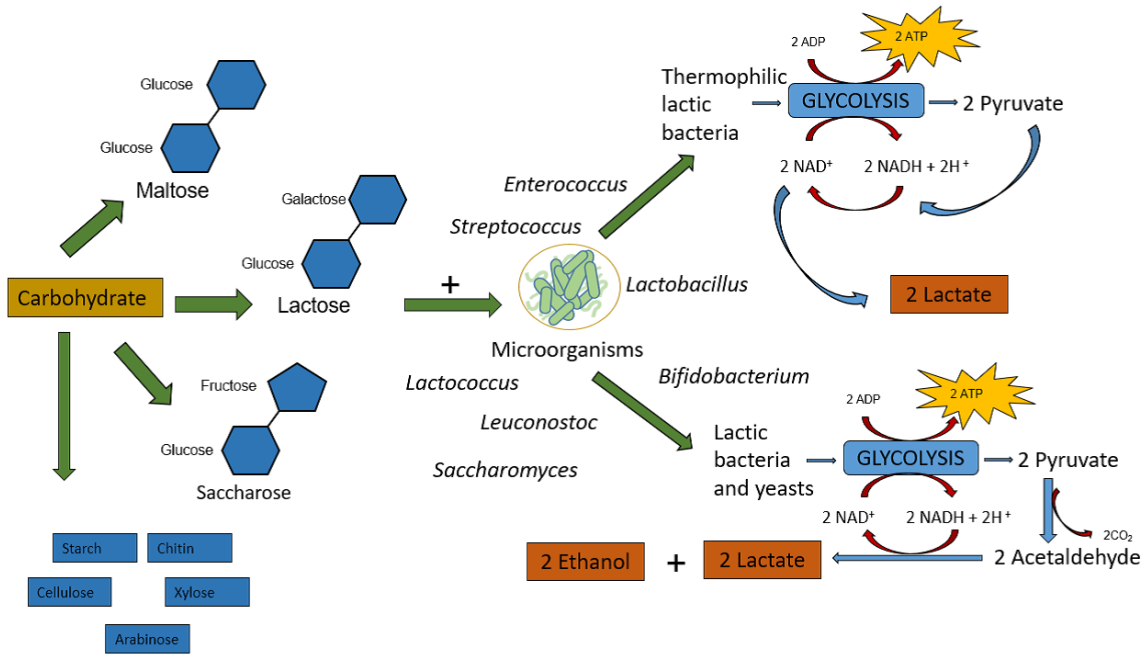
ตารางที่ 1 เปรียบเทียบข้อมูลทางโภชนาการของนมวัวและน้ำนมจากพืช

แหล่งน้ำนม	องค์ประกอบ					
	น้ำ (กรัม)	แคลอรี (กิโลแคลอรี)	ไขมัน (กรัม)	คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	ใยอาหาร (กรัม)	โปรตีน (กรัม)
นมวัว	88.13	61	3.25	4.8	0	3.15
ถั่วเหลือง	90.36	43	1.47	4.92	0.2	2.6
อัลมอนด์	93	41	3.73	1.24	0.8	1.66
ข้าวโอ๊ต	88	43	0.12	10.64	0.2	0.25
ข้าว	89.28	47	0.97	9.17	0.3	0.28
มะพร้าว	67.62	19	24	3.8	2.2	2.3

ที่มา : USDA (2020)

ผลิตภัณฑ์น้ำนมพืชหมัก

กระบวนการหมักที่ทำให้เกิดกรดแล็กติก (lactic acid fermentation) ในอาหารจากพืชเป็นที่รู้จักกันมานาน (Olveira and González, 2016) จนกระทั่งปัจจุบันยังคงมีการศึกษาและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะกระบวนการหมักน้ำนมจากพืชที่อุดมไปด้วยใยอาหารที่เหมาะสำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์สามารถปรับปรุงและส่งเสริมคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสต่าง ๆ ที่ดีขึ้นภายหลังผ่านกระบวนการหมัก (Santos *et al*., 2019) นมหมักได้จากกระบวนการหมักด้วยแบคทีเรียกลุ่มผลิตกรดแล็กติก (lactic acid bacteria) ซึ่งโพรไบโอติก (probiotic) เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ดี สามารถเจริญเติบโตในอาหารที่มีน้ำตาล hexose และ pentose สามารถผลิตกรดแล็กติกออกมาระหว่างกระบวนการหมัก รวมถึงมีการสร้างสารเมตาบอไลต์ (metabolite) เช่น acetaldehyde และ diacetyl ทำให้เกิดกลิ่นรสที่จำเพาะ มีการผลิตกรดแล็กติกทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความเป็นกรดด่าง (pH) อยู่ในช่วง 3.8-4.0 การเกิดกรดแล็กติกนี้มีส่วนช่วยในการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ ระหว่างกระบวนการหมักร่วมกับจุลินทรีย์อื่น (แบคทีเรียและยีสต์) มีการผลิตแอลกอฮอล์ในอาหารและเครื่องดื่ม รวมถึงการเกิดลักษณะคล้ายโฟม การเกิดคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และกรด (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 Metabolic pathway of lactic acid fermentation
ที่มา : Herrera-Sanchez *et al*. (2021)

โยเกิร์ตจากพืช เป็นผลิตภัณฑ์หลักที่ทำจากน้ำนมพืชที่มีจำหน่ายทางการค้า ซึ่งมีกระบวนการผลิตคล้ายกับการผลิตโยเกิร์ตจากนมวัว เริ่มจากการเตรียมน้ำนมจากพืช การคิดค้นและพัฒนาสูตร การฆ่าเชื้อแบบพาสเจอไรซ์ (pasteurization) การผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน (homogenization) การบ่ม (incubation) และการเก็บโดยการแช่เย็น (refrigeration) มาตรฐานผลิตภัณฑ์หมักจากนมต้องผ่านกระบวนการหมักด้วยจุลินทรีย์ *Streptococcus thermophilus* และ *Lactobacillus delbrueckii* sp. *bulgaricus* มีการสร้างกรดเพิ่มขึ้นทำให้ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ลดลง หรืออาจมีการเติมเชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus* และ *Bifidobacterium* อย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งสอง น้ำนมจากพืชที่ผ่านการหมักและให้รสสัมผัสใกล้เคียงกับโยเกิร์ตจากนมวัว เช่น น้ำนมจากมะพร้าว น้ำนมอัลมอนด์ และน้ำนมถั่ว แต่จะมีสัมผัสคล้ายครีมมีความข้นหนืดมากกว่าน้ำนมวัว เมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมักควรเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิต่ำ จะสามารถเพิ่มเนื้อสัมผัสที่ดีให้กับผลิตภัณฑ์ได้ ส่วนผลิตภัณฑ์จากข้าวโอ๊ตและข้าวเมื่อหมักแล้วจะมีลักษณะเหลวมากกว่าถึงแม้จะเก็บในอุณหภูมิต่ำ

ปัจจุบันนี้มีผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากน้ำนมพืชจำหน่ายในตลาดอาหารเพื่อสุขภาพจำนวนมากและเป็นการผลิตระดับครัวเรือน ผลิตภัณฑ์ที่รู้จักกันดีส่วนใหญ่จะเป็นโยเกิร์ตจากน้ำนมถั่วเหลือง ซึ่งเป็นที่ทราบกันดีว่าในน้ำนมถั่วเหลืองนั้นมีข้อจำกัดเรื่องกลิ่นและรสชาติไม่พึงประสงค์ ทำให้ได้รับความนิยมจากผู้บริโภคลดลง ซึ่งกลิ่นและรสที่ไม่พึงประสงค์นี้อาจมาจากสารประกอบ เช่น hexanal และ 2-pentifuran ที่มีในถั่วเหลือง แต่สามารถลดความเข้มข้นของสารเหล่านี้ได้ด้วยกระบวนการหมักและเกิดกลิ่นรสที่ดี ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคได้ (Harlé *et al*., 2020) นอกจากนี้ในน้ำนมถั่วเหลืองมีปริมาณน้ำตาล raffinose และ stachyose ที่ค่อนข้างสูงอาจทำให้เกิดปัญหาการย่อยในระบบทางเดินอาหารในผู้บริโภคบางกลุ่มได้ จึงทำให้มีการศึกษาและพบว่าระหว่างกระบวนการหมักด้วยจุลินทรีย์ที่ผลิตกรด

แล็กติกสามารถย่อยน้ำตาล raffinose และ stachyose ในน้ำนมถั่วเหลือง ส่งผลถึงรสชาติและกลิ่นรสที่ดีของโยเกิร์ตจากน้ำนมถั่วเหลืองได้ (Zhou *et al*., 2019) ปัญหาสำคัญในการผลิตโยเกิร์ตจากน้ำนมถั่วเหลืองอีกหนึ่งอย่างคือ ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำนมส่วนใหญ่ประกอบด้วยโปรตีนและแป้งต่าง ๆ เนื่องจากเป็นน้ำนมจากพืชจึงไม่มีส่วนประกอบของน้ำตาลแล็กโทส จึงจำเป็นต้องมีการเสริมสารอาหารให้แก่แบคทีเรียกลุ่มที่ผลิตกรดแล็กติกที่ใช้ในกระบวนการหมักโยเกิร์ต ยกตัวอย่างในกระบวนการหมักน้ำนมถั่วเหลือง กะทิ และน้ำนมอัลมอนด์นั้น มีการเติมน้ำตาล ไซรัป หรือแป้งมันสำปะหลังเพื่อเป็นแหล่งอาหารให้แบคทีเรียระหว่างกระบวนการหมัก (Amirah *et al*., 2020) ส่วนน้ำนมข้าวโอ๊ตเป็นน้ำนมที่ได้จากธัญพืชซึ่งเป็นแป้งชนิดหนึ่ง เมื่อนำมาทำน้ำนมได้นมที่มีรสชาติค่อนข้างดี เช่นเดียวกับน้ำนมข้าวซึ่งอาจไม่จำเป็นต้องเติมสารอาหารใดเพิ่มเนื่องจากมีส่วนประกอบของน้ำตาลจากธรรมชาติที่เพียงพออยู่แล้ว ทั้งนี้เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตที่มีรสสัมผัสและมีความข้นหนืดคล้ายโยเกิร์ต อาจมีการเติมเจลาติน วุ้น หรือแป้งต่าง ๆ ในส่วนผสมของน้ำนมพืชก่อนเข้าสู่กระบวนการหมักโยเกิร์ต (Grasso *et al*., 2020)

คีเฟอร์ (kefir) เป็นผลิตภัณฑ์หมักจากนม มีต้นกำเนิดจากแถบเทือกเขาคอเคซัส (Caucasus Region) เป็นการหมักที่อุณหภูมิห้องด้วยกระบวนการหมักง่าย ๆ ร่วมกับแบคทีเรียและยีสต์ในกระบวนการย่อยโปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต ยีสต์เป็นจุลินทรีย์ที่สร้างแอลกอฮอล์ คาร์บอนไดออกไซด์ และคุณสมบัติเชิงหน้าที่อื่น ๆ (Karagozlu *et al*., 2017) คีเฟอร์เป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ ได้แก่ การปรับรูปแบบการตอบสนองภูมิคุ้มกันร่างกาย (immunomodulation) การส่งเสริมระบบย่อยอาหาร การป้องกันการกลายพันธุ์ (antimutagenic) การต้านการเกิดมะเร็ง (anticancer) และสมบัติการต้านจุลินทรีย์ (antimicrobial properties) (Hikmetoglu *et al*., 2020) น้ำนมถั่วเหลืองและน้ำนมอัลมอนด์สามารถนำมาทำคีเฟอร์ได้ง่าย ส่วนน้ำนมมะพร้าวอาจต้องผ่านกระบวนการที่ซับซ้อนเนื่องจากมีส่วนของแข็งที่เป็นไขมันเป็นส่วนประกอบสูง (Lim *et al*., 2019)

นวัตกรรมของผลิตภัณฑ์น้ำนมพืชหมัก

ผลิตภัณฑ์น้ำนมพืชหมักนี้ ไม่ได้มีเพียงโยเกิร์ตเท่านั้น ซึ่งโยเกิร์ตเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมักนมด้วยแบคทีเรีย 2 สายพันธุ์ คือ *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* และ *Streptoccocus thermophilus* หากขาดเชื้อจุลินทรีย์ตัวใดตัวหนึ่งจะไม่ถือว่าเป็นโยเกิร์ต อ้างอิงจากประกาศมาตรฐานของ NMX-F-703COFOCALEC-2012 ผลิตภัณฑ์นมหมักต้องประกอบด้วยเชื้อจุลินทรีย์ที่มีชีวิตอยู่อย่างน้อย 10^6 โคโลนีต่อกรัม (CFU/g) จุลินทรีย์เหล่านี้ทำให้โปรตีนในน้ำนมจับตัวกันเป็นก้อนแข็งเรียกว่า ลิ่มน้ำนม (curd) (Fisberg and Machado, 2015) ในขณะที่ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 353 พ.ศ. 2556 เรื่อง “นมเปรี้ยว” (กระทรวงสาธารณสุข) กำหนดให้มีจุลินทรีย์คงเหลือในผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวที่ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อหลังการหมักไม่น้อยกว่า 10^7 โคโลนีต่อกรัม (CFU/g)

น้ำนมพืชหมักเป็นผลิตภัณฑ์หมักด้วยจุลินทรีย์ที่เริ่มต้นจากกระบวนการหมักแบบดั้งเดิมในระดับครัวเรือน สั่งสมประสบการณ์มาอย่างยาวนานสู่การขยายการผลิตระดับกึ่งอุตสาหกรรม นำไปสู่การพัฒนากระบวนการผลิตระดับอุตสาหกรรม ซึ่งแตกต่างจากน้ำนมพืชที่ไม่ผ่านกระบวนการหมักหรือน้ำนมพืชที่ไม่มีคุณสมบัติเชิงหน้าที่ใด ๆ มีรายงานการศึกษา

ผลิตภัณฑ์น้ำนมพืชหมักที่ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัส เช่น ผลิตภัณฑ์น้ำนมอัลมอนด์หมัก (Herrera-Sanchez, 2021) ผลิตภัณฑ์หมักจากน้ำนมข้าวโอ๊ต ข้าว และคีนัว เป็นต้น (Salous *et al*., 2020)

สมบัติเชิงหน้าที่ของน้ำนมพืชหมัก

อาหารเชิงหน้าที่ กรอบแนวคิดของอาหารเชิงหน้าที่เกิดในช่วงปี ค.ศ. 1980 มีการคิดค้นและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ โดยเริ่มเป็นที่รู้จักในประเทศแถบตะวันออก เนื่องจากพบว่าประชากรมีอายุเฉลี่ยสั้นลง ยารักษาโรคมีราคาสูงขึ้น มีผลกระทบต่อผู้บริโภคโดยตรง อาหารและยาจึงได้รับความสำคัญในแง่ของการกินอาหารเพื่อป้องกันและรักษาโรค โดยการออกแบบอาหารของ FOSHU (Food for Specified Health Use) (Aguirre, 2019) อาหารไม่ได้เป็นแหล่งโภชนาการเท่านั้น แต่ยังมีหน้าที่พิเศษในการเสริมสุขภาพหรือลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคต่าง ๆ ด้วยการเติมสารประกอบทางชีวภาพ (biologically active components) เช่น วิตามิน กรดไขมัน สารต้านอนุมูลอิสระ (Srikaeo, 2020)

Washington Institute of Medicine ให้คำจำกัดความคำว่า อาหารเชิงหน้าที่ คือ อาหารที่เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีผลกระทบที่ดีต่อสุขภาพ เป็นอาหารที่ผ่านการแปรรูปหรือมีส่วนผสมที่ทำให้อาหารมีหน้าที่ที่ส่งผลดีต่อสุขภาพ (Hilton, 2017) จากรายงานการศึกษาต่าง ๆ พบว่า กระบวนการหมัก (fermentation) เป็นกระบวนการที่สามารถเพิ่มคุณประโยชน์หรือคุณสมบัติเชิงหน้าที่ให้กับผลิตภัณฑ์อาหารหมักได้ เช่น วิตามิน แร่ธาตุ และสารไอโซฟลาโวน (isoflavone) ในน้ำนมถั่วเหลืองได้ รวมถึงการปรับรสชาติและเพิ่มความคงตัวของผลิตภัณฑ์ ซึ่งนำไปสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่และเสริมสร้างสุขภาพที่ดีให้กับผู้บริโภคอีกด้วย (Patrignani *et al*., 2020) ผลิตภัณฑ์อาหารเชิงหน้าที่มีหลากหลายซึ่งมีคุณสมบัติด้านหน้าที่ที่แตกต่างกันไป หนึ่งในผลิตภัณฑ์อาหารที่ได้รับความนิยมเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่มีโพรไบโอติก (probiotic) และพรีไบโอติก (prebiotic) เช่น ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต ชีส และนมหมักจากน้ำนมสัตว์หรือน้ำนมพืช (Srikaeo, 2020) โพรไบโอติกเป็นจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ในกลุ่มแบคทีเรีย *Bifidobacterium lactis*, *Lactobacillus casei*, *L rhamnosus*, *L. acidophilous*, *L. delbruekii* subsp. *bulgaricus*, *L. johnsonii*, *L. fermentum* และ *L. reuteri* ซึ่งแต่ละสายพันธุ์มีกลไกการทำงานและระบบเมแทบอลิซึมที่ต่างกัน เช่น อุณหภูมิในการเพาะเลี้ยง การเติมน้ำตาล ต้องมีการปรับให้มีสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อ และต้องมีจุลินทรีย์โพรไบโอติกที่มีชีวิตอยู่ในผลิตภัณฑ์ตามปริมาณที่กำหนด โดยมีจำนวนเซลล์ที่ยังมีชีวิตอยู่ (viable cell) 10^6-10^8 โคโลนีต่อกรัม (CFU/g) ต่อหนึ่งหน่วยบริโภค (Castillo-Escandón *et al*., 2019)

การทำงานของจุลินทรีย์โพรไบโอติก FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) ให้คำจำกัดความคำว่า โพรไบโอติก คือ จุลินทรีย์ดีที่มีชีวิต มีประโยชน์ต่อร่างกาย ส่งผลด้านสุขภาพที่ดีแก่ผู้บริโภค (Olveira and González, 2016) โพรไบโอติกที่นิยมใช้ในอาหารเป็นกลุ่มแบคทีเรียแล็กโทบาซิลลัส (*Lactobacillus* sp.) และไบฟิโดแบคทีเรียม (*Bifidobacterium* sp.) (Dupont, 2017) สำหรับพรีไบโอติก คือ สารอาหารที่ไม่ถูกย่อยในระบบทางเดินอาหาร แต่สามารถส่งเสริมการเจริญของจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ในระบบทางเดินอาหารได้ ก่อให้เกิดผลดีต่อสุขภาพของผู้บริโภค ซึ่งในผลิตภัณฑ์อาหารที่มีทั้งพรีไบโอติกและโพรไบโอติกนั้น จุลินทรีย์โพรไบโอติกจะใช้พรีไบโอติกเป็นสารอาหารเพื่อใช้ในการเจริญเติบโต เรียกผลิตภัณฑ์ที่

มีทั้งพรีไบโอติกและโพรไบโอติกนี้ว่า ซินไบโอติก (synbiotics) ซึ่งจุลินทรีย์เหล่านี้จะอยู่ในผลิตภัณฑ์อาหาร ไม่ว่าจะเป็นอาหารเสริมหรืออยู่ในยาเม็ดแคปซูลที่เป็นอาหารเสริมที่ต้องรับประทานแยกกับอาหาร แต่สิ่งสำคัญคือ ต้องอยู่ในรูปแบบที่ผู้บริโภคได้รับโพรไบโอติกที่ยังมีชีวิตอยู่และมีปริมาณขั้นต่ำตามที่กฎหมายกำหนด (Marteau and Seksik, 2020) และหลังจากผู้บริโภครับประทานเข้าไปแล้วต้องได้รับประโยชน์และส่งผลดีต่อสุขภาพอีกด้วย

โพรไบโอติกพบได้ในร่างกายมนุษย์ เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ ช่วยรักษาสภาวะสมดุลของร่างกาย ผลิตสารเมแทบอไลต์ที่เป็นประโยชน์และผลิตสารต้านจุลินทรีย์ต่าง ๆ ได้แก่ กรดอินทรีย์ และแบคเทอริโอซิน (bacteriocins) กระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันในร่างกายได้ นอกจากนี้กระบวนการหมักยังช่วยเสริมสร้างความสามารถในการย่อยโปรตีน การดูดซึมแร่ธาตุ และสารอาหารรองต่าง ๆ ได้ดี ระหว่างกระบวนการหมักจุลินทรีย์มีการสร้างวิตามิน สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ สารต้านอนุมูลอิสระ กรดไขมันไม่อิ่มตัวหรือสารยับยั้งการทำงานของสารต้านสารอาหาร (anti-nutritional factors) เช่น ไฟเตต (Rezac *et al*., 2018) เป็นต้น โดยเลือกสภาวะการเพาะเลี้ยงที่เหมาะสมและการเลือกใช้วัตถุดิบในการหมักต้องเป็นสารตั้งต้นที่ดีเมื่อผ่านกระบวนการหมักที่มีประสิทธิภาพและส่งเสริมคุณสมบัติเชิงหน้าที่ของอาหารหมักนั้นได้ โดยทั่วไปแล้วผลิตภัณฑ์จากน้ำนมสัตว์เป็นแหล่งของสารอาหารที่สำคัญสำหรับจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ ทำให้ผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ได้รับความสนใจและมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการใช้น้ำนมทางเลือกอื่น ทั้งจากพืช ผลไม้ หรือเมล็ดพืชต่าง ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของกลุ่มผู้บริโภคที่ไม่สามารถย่อยน้ำนมจากสัตว์หรือกลุ่มคนที่ไม่ต้องการบริโภคอาหารจากสัตว์มากขึ้น

น้ำนมถั่วเหลืองที่ผ่านกระบวนการหมักสามารถเพิ่มการสร้างวิตามิน แร่ธาตุ และสารไอโซฟลาโวน รวมถึงทำให้มีกลิ่นรสที่ดีขึ้นและสามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ที่หลากหลายมากขึ้น ส่วนคีเฟอร์เป็นหนึ่งในส่วนผสมที่ใช้ในกระบวนการหมักน้ำนมพืชโดยการหมักร่วมกับแบคทีเรียผลิตกรดแล็กติก ยีสต์และเชื้อรา ซึ่งเกิดจากสารโพลีแซคคาไรด์ เรียกว่าคีเฟอร์แรน (Kefiran) (Santos, 2019) ประกอบด้วยจุลินทรีย์ที่ชอบอุณหภูมิสูงจำนวนระหว่าง 2-7 สายพันธุ์ โดยจุลินทรีย์นี้เจริญเติบโตและทำงานได้ดีที่อุณหภูมิการหมักประมาณ 43 องศาเซลเซียส ทำให้เกิดการสร้างกลิ่นรสที่ดีในการหมัก เช่น การสร้างสาร acetaldehyde หรือ diacetyl ส่งเสริมคุณภาพอาหาร ส่งเสริมระบบภูมิคุ้มกัน และลดอาการภูมิแพ้ เสริมสร้างความแข็งแรงของผิวหนังในกรณีที่มีอาการสิวหรือโรคผิวหนังอักเสบรวมถึงสมบัติการต้านมะเร็ง (Castillo-Escandón *et al*., 2019)

ทั้งนี้การผลิตผลิตภัณฑ์น้ำนมพืชหมักนั้นขั้นตอนการแช่วัตถุดิบก่อนนำไปสกัดน้ำนมพืชมีผลต่อการเพิ่มปริมาณแร่ธาตุและวิตามิน (วิตามินบี 6 และวิตามินบี 12) ใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำและสารอาหารจากธรรมชาติซึ่งสารต่าง ๆ เหล่านี้ ต้องเตรียมเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในกระบวนการหมักโดยแบคทีเรียกลุ่มสร้างกรดแล็กติกจะยับยั้งการทำงานของสารต้านสารอาหารและเพิ่มปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียม และสังกะสี ให้มีปริมาณสูงขึ้น ส่งผลดีแก่แบคทีเรียซึ่งเป็นตัวช่วยในระบบย่อยอาหารและช่วยกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันของอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกาย (Paul *et al*., 2019)

การทำงานของพรีไบโอติก ข้อมูลการศึกษาในระยะ 5 ปี ที่ผ่านมา พบข้อมูลเกี่ยวกับการศึกษาประโยชน์ของการบริโภคพรีไบโอติกที่หลากหลาย พรีไบโอติกเป็นคาร์โบไฮเดรตชนิดหนึ่งที่ร่างกาย

มนุษย์ไม่สามารถย่อยได้เมื่ออยู่ในระบบทางเดินอาหารของร่างกายและเคลื่อนตัวสู่ลำไส้ใหญ่เพื่อเป็นอาหารให้จุลินทรีย์ประจำถิ่น (microflora) ที่มีความจำเพาะต่อการเจริญและการทำงานจุลินทรีย์ที่ดีโดยเฉพาะแบคทีเรียที่มีประโยชน์ภายในร่างกายมนุษย์ (microbiota) (Olveira and González, 2016) โดยทั่วไปผลิตภัณฑ์อาหารที่มีทั้งพรีไบโอติกและโพรไบโอติกนั้นมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้พรีไบโอติกในการส่งเสริมการอยู่รอดของจุลินทรีย์โพรไบโอติกในระบบทางเดินอาหาร ซึ่งคาร์โบไฮเดรตที่มีคุณสมบัติเป็นพรีไบโอติกต้องสามารถอยู่ในระบบทางเดินอาหารจนถึงลำไส้ใหญ่โดยไม่ถูกย่อยด้วยเอนไซม์ในระบบย่อยอาหารและเป็นอาหารสำหรับกลุ่มจุลินทรีย์ดีที่อยู่ในลำไส้ซึ่งส่วนใหญ่เป็นแบคทีเรียกลุ่มแล็กโทบาซิลลัสและไบฟิโดแบคทีเรียม

ร่างกายมนุษย์สามารถดูดซึมโอลิโกแซคคาไรด์จากน้ำนมถั่วเหลืองได้บางส่วน แต่ในกลุ่มของน้ำตาล raffinose และ stachyose มีคุณสมบัติเป็นพรีไบโอติก ไม่สามารถดูดซึมและย่อยด้วยเอนไซม์ที่มีอยู่ตามธรรมชาติในลำไส้เล็กของมนุษย์ได้ เป็นสาเหตุทำให้ผู้บริโภคมีอาการท้องอืด ท้องเสีย และอาการไม่พึงประสงค์ต่อร่างกาย (Rui *et al*., 2019) จึงเป็นเหตุผลว่าทำไมต้องมีกระบวนการหมักน้ำนมถั่วเหลืองด้วยจุลินทรีย์ เพื่อย่อยโอลิโกแซคคาไรด์ในน้ำนมถั่วเหลืองด้วยเอนไซม์อัลฟากาแล็กโตซิเดส (α-galactosidase) นอกจากนี้มีรายงานว่า การเติมไวน์น้ำผึ้ง (mead) น้ำอ้อย หรือน้ำมะพร้าวผสมกับน้ำนมพืชที่หมักร่วมกับโพรไบโอติกทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้อุดมไปด้วยโพรไบโอติกที่มีประโยชน์ สามารถป้องกันโรคระบบทางเดินอาหาร ป้องกันมะเร็งบางชนิด โรคเบาหวาน และอาการแพ้น้ำตาลแล็กโทส (Martínez *et al*., 2019)

คุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ มีกลไกหลากหลายชนิดที่แตกต่างกัน แต่คุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์นมหมัก คือ การยับยั้งการสร้างสาร peroxides หรือโครงสร้างอื่น ๆ ของสารอนุมูลอิสระที่จะสามารถเกิดขึ้นได้ในร่างกาย (Herrera-Sanchez *et al*,. 2021) Xiudong และคณะ (2019) รายงานว่าการหมักน้ำนมถั่วเหลืองร่วมกับชาหมักคอมบูชาสามารถเพิ่มปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระและยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ α-glucosidase และ α-amylase ระหว่างกระบวนการหมักซึ่งอาจเพราะมีปริมาณสารฟีนอลิก (phenolic) เฟอรูริก (ferulic) คลอโรจีนิก (chlorogenic) และกรดแอสคอร์บิก (ascorbic acid) ที่สูง ทำให้มีคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระในน้ำนมถั่วเหลืองสูงขึ้นด้วย ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากน้ำนมถั่วเหลืองเป็นอาหารเชิงหน้าที่ที่มีผลต่อการต้านการเกิดโรคต่าง ๆ ที่มีสาเหตุจากกระบวนการออกซิเดชัน (oxidation) (Chavan *et al*., 2018; Yamamoto *et al*., 2019) กระบวนการหมักทำให้มีการผลิตกรดฟีนอลิก ไอโซฟลาโวน อะไกลโคน (isoflavone aglycones) และคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระที่สูงขึ้น (Azi *et al*., 2020)

ส่วนข้าวโอ๊ตและผลิตภัณฑ์จากน้ำนมข้าวโอ๊ตที่ผ่านกระบวนการหมักจะมีสารต้านอนุมูลอิสระที่ดี เนื่องจากมีสารอาหารที่ดี ได้แก่ สารฟีนอลิก สาร avenanthramides สาร saponins (avenacoside A และ avenacoside) กรดไฟติก สารสเตอรอล และสารอื่น ๆ ที่มีประโยชน์อีกมาก (Paul *et al*., 2019) นอกจากนี้ยังมีการนำข้าวโอ๊ตผ่านกระบวนการหมักร่วมกับเชื้อราแดง (*Monascus anka*) ทำให้มีการผลิตสารประกอบฟีนอลิกเพิ่มมากขึ้น รวมถึงสารกลูโคซามีนซึ่งมีผลต่อการส่งเสริมสมบัติการกำจัดสาร

อนุมูลอิสระ (free radical scavenging property) ของข้าวโอ๊ต (Sethi *et al*., 2016) ส่วนในมะพร้าวนั้นมีทั้งส่วนประกอบที่เป็นใยอาหารที่ละลายน้ำได้และละลายน้ำไม่ได้ เมื่อผ่านกระบวนการหมักพบว่าสามารถเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและมีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระเพิ่มมากขึ้นแตกต่างกันไป (Azi *et al*., 2020)

การกระตุ้นการทำงานของโปรตีน (protein boost) มีรายงานผลการศึกษาผลิตภัณฑ์น้ำนมพืชหมักหรือโยเกิร์ตจากน้ำนมพืชเปรียบเทียบกับโยเกิร์ตจากนมวัวพบว่า โยเกิร์ตจากน้ำนมพืชมีปริมาณโปรตีนสูงขึ้น 0.6-4.6 กรัม ต่อโยเกิร์ต 100 กรัม โดยเฉพาะโยเกิร์ตจากน้ำนมถั่วเหลืองและน้ำนมอัลมอนด์ที่มีปริมาณโปรตีนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (Grasso *et al*., 2020) นอกจากนี้ยังมีรายงานว่า กระบวนการหมักด้วยแบคทีเรียกลุ่มผลิตกรดแล็กติกมีความเหมาะสมกับการย่อยโปรตีนในถั่วเหลือง และได้โปรตีนที่มีคุณภาพสูงกว่าโปรตีนในน้ำนมถั่วเหลืองที่ไม่ผ่านการหมัก (Rui *et al*., 2019) การเพิ่มโปรตีนในน้ำนมอัลมอนด์ด้วยโปรตีนจากรำข้าว และนำมาผ่านกระบวนการหมักด้วยเชื้อ *L. bulgaricus* และ *S. thermophilus* ที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ทำให้ได้โยเกิร์ตที่มีปริมาณโปรตีนสูงถึงร้อยละ 9 ซึ่งเป็นวิธีการเพิ่มปริมาณโปรตีนจากพืชอื่นส่งผลให้เกิดประโยชน์ทางโภชนาการต่อผู้บริโภคได้ (Herrera-Sanchez, 2021)

ประโยชน์ต่อสุขภาพ ถั่ว ธัญพืช และเมล็ดพืชที่ให้น้ำมัน มีประโยชน์ต่อสุขภาพ เนื่องจากพืชต่าง ๆ เหล่านี้อุดมไปด้วยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ สารอาหารหลัก สารอาหารรอง และสารพฤกษเคมี สินค้าและผลิตภัณฑ์อาหารจากพืชเหล่านี้จึงเป็นแหล่งสารอาหารที่ดีต่อสุขภาพ เมื่อนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการทำน้ำนมจากพืชและนำไปผ่านกระบวนการหมักด้วยจุลินทรีย์จึงเป็นกุญแจสำคัญที่ทำให้มีการเสริมสร้างการผลิตสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและสารอาหารต่าง ๆ ในปริมาณมากขึ้น ทำให้การบริโภคอาหารหมักจากน้ำนมพืชเกิดประโยชน์ต่อสุขภาพของผู้บริโภคมากขึ้นด้วย

ส่งเสริมระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย มีรายงานการศึกษาประโยชน์ของน้ำนมพืชหมักต่อร่างกายของผู้บริโภค เช่น การต้านการกลายพันธุ์ การเสริมศักยภาพของภูมิคุ้มกันร่างกาย (immunopotentiation) และการต้านการเกิดเซลล์มะเร็ง (antitumor) รวมถึงการต้านแบคทีเรียก่อโรค (pathogenic bacteria) ด้วยความหลากหลายของชนิดของน้ำนมพืชที่ผ่านกระบวนการหมักด้วยแบคทีเรียกลุ่มผลิตกรดแล็กติกจึงทำให้มีคุณสมบัติในการเสริมสร้างประโยชน์ที่ดีต่อผู้บริโภคที่แตกต่างกันด้วย (Domínguez *et al*., 2014) เช่น น้ำนมถั่วเหลืองที่อุดมไปด้วยสารไอโซ-ฟลาโวนที่มีประโยชน์ต่อร่างกายสูง เมื่อผ่านกระบวนการหมักทำให้มีคุณสมบัติในการป้องกันการเกิดมะเร็งเต้านม (Sidhu and Alkandari, 2020) ลดอาการวัยทอง (menopause) ภาวะที่สตรีเข้าสู่วัยหมดประจำเดือน โรคกระดูกพรุน (osteoporosis) และชะลอการเสื่อมของผิวหนัง ซึ่งในน้ำนมถั่วเหลืองมีฮอร์โมนไฟโตเอสโตรเจน (phytoestrogens) ได้แก่ เจนิสเตอีน (genistein) เดดเซอีน (daidzein) และไกลซีสเตอีน (glycythein) ซึ่งมีโครงสร้างโมเลกุลคล้ายกับกับฮอร์โมนเอสโตรเจน (estrogen) และมีประโยชน์ต่อสุขภาพด้านการต่อต้านโรคต่าง ๆ ทั้งโรคผิวหนัง มะเร็ง โรคกระดูกพรุน โรคหัวใจและหลอดเลือด และกลุ่มโรคที่เกิดการเสื่อมของเซลล์ประสาท (Feyza *et al*., 2020) อย่างไรก็ตามในส่วนของการตรวจสอบสารไอโซฟลาโวนที่ร่างกายดูดซึมเข้าไปนั้น มีรายงานของ Yamamoto และคณะ (2019) ว่าน้ำนมถั่วเหลืองที่ผ่านกระบวนการหมักด้วยแบคทีเรีย

กลุ่มผลิตกรดแล็กติกมีปริมาณสารไอโซฟลาโวนที่สูงและเพิ่มปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพด้วย

คอเลสเตอรอล น้ำนมพืชหมักสามารถลดปริมาณคอเลสเตอรอลในเลือดได้ โดยเฉพาะในน้ำนมอัลมอนด์ที่อุดมไปด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวและกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว ซึ่งเป็นคอเลสเตอรอลที่มีประโยชน์ที่อยู่ในร่างกายมนุษย์ และมีการศึกษาในผู้ป่วยที่บริโภคอัลมอนด์พบว่า มีการรักษาระดับคอเลสเตอรอลได้ดี (Nagino *et al*., 2018) นอกจากนี้ยังพบว่าสามารถลดระดับของคอเลสเตอรอลทั้งหมดในเลือดและลดปริมาณ Low-Density Lipoprotein (LDL) ในผู้ป่วยชายที่มีภาวะไขมันในเลือดสูง (Tiss *et al*., 2020) กระบวนการหมักน้ำนมถั่วเหลืองร่วมกับเชื้อ *L. plantarum* ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสารไอโซฟลาโวนให้อยู่ในรูป aglyconic isoflavones (Valdovinos *et al*., 2017) นอกจากนี้ยังพบว่า สารเบต้ากลูแคน (β-glucan) ในน้ำนมข้าวโอ๊ตมีผลในการลด LDL คอเลสเตอรอล และ apolipoprotein B (Shen *et al*., 2016) ซึ่งสารเบต้ากลูแคนเป็นใยอาหารที่ละลายน้ำได้ และใยอาหารอื่น ๆ ที่มีความจำเพาะที่สำคัญต่อระบบหายใจ ลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจได้

โรคเบาหวาน เป็นที่ทราบกันดีว่า น้ำตาล เป็นสาเหตุของการเกิดโรคเบาหวาน น้ำตาลจะถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายอย่างรวดเร็วและเป็นเหตุให้เกิดโรคอ้วน เมื่อบริโภคน้ำตาลในปริมาณมากเกินความจำเป็นของร่างกาย น้ำตาลนิยมใช้เป็นสารให้ความหวานในการผลิตโยเกิร์ต อย่างไรก็ตามการบริโภคน้ำตาลสูงกว่าปริมาณที่กำหนดอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดอาการเจ็บป่วยจากการใช้เป็นส่วนผสมอาหารในชีวิตประจำวันและเพิ่มความเสี่ยงในการเป็นโรคเบาหวานได้ จึงมีการใช้สารให้ความหวานทางเลือกอื่นเพื่อมาทดแทนน้ำตาล (Sung and Lim, 2019) ในปี ค.ศ. 2019 จำนวนผู้เสียชีวิตจากโรคเบาหวานทั่วโลกมีประมาณ 4.2 ล้านคน (Herrera-Sanchez, 2021) ทำให้เกิดการตื่นตัวในการนำถั่วต่าง ๆ มาใช้ในการประกอบอาหาร โดยเฉพาะอัลมอนด์ซึ่งเป็นแหล่งอาหารที่ดีต่อผู้บริโภคโดยเฉพาะกลุ่มคนที่เป็นโรคเบาหวาน อัลมอนด์มีใยอาหารสูง มีกรดไขมันไม่อิ่มตัว ซึ่งเป็นไขมันดีต่อร่างกาย มีวิตามินและแร่ธาตุ รวมถึงคุณสมบัติต่าง ๆ อีกมากมาย นอกจากนี้ยังพบว่า น้ำนมข้าวโอ๊ตหมักมีสารเบต้ากลูแคน ซึ่งมีผลต่อการลดความเสี่ยงในการเกิดโรคเบาหวานและโรคอ้วน โดยการลดการตอบสนองของระดับน้ำตาลในเลือดและลดระดับของคอเลสเตอรอลทั้งหมดในเลือด (Garcia, 2017) ผลิตภัณฑ์อาหารจากน้ำนมพืชหมักเหล่านี้ช่วยป้องกันและควบคุมโรคเบาหวาน นอกจากนี้มีรายงานการศึกษาในหนูทดลองพบว่าคีเฟอร์ที่ทำจากน้ำนมถั่วเหลืองส่งผลดีต่อหนูที่เป็นโรคอ้วนและมีภาวะน้ำตาลในเลือดสูงซึ่งเกิดจากการบริโภคอาหารที่มีไขมันและน้ำตาลฟรุกโตสสูง เป็นการยืนยันว่า กระบวนการหมักคีเฟอร์นี้ส่งเสริมความสามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์อัลฟา-อะไมเลสและเอนไซม์ไลเปสซึ่งมีผลดีต่อตับอ่อนในการย่อยน้ำตาลและไขมัน เพื่อลดระดับน้ำตาลในเลือดและลดระดับของคอเลสเตอรอลทั้งหมดในเลือด และส่งเสริมความสามารถในการยับยั้งได้สูงขึ้นเมื่อใช้เวลาในกระบวนการหมักน้ำนมถั่วเหลืองมากกว่า 16 ชั่วโมง (Tiss *et al*., 2020)

บทสรุป

โปรตีนทางเลือกกำลังได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายโดยเฉพาะโปรตีนจากพืช แต่ยังไม่สามารถระบุได้ชัดเจนว่า ผลิตภัณฑ์น้ำนมพืชหมักเป็นผลิตภัณฑ์มีประโยชน์มากกว่านมหมักจากนมสัตว์ หากแต่ว่าน้ำนมพืชหมักเป็นทางเลือกที่ดีสำหรับกลุ่ม

ผู้บริโภคที่แพ้น้ำตาลแล็กโทส (lactose intolerant) ซึ่งในบทความข้างต้นนี้แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของคุณสมบัติและประโยชน์ของน้ำนมพืชในแง่ของอาหารเชิงหน้าที่ ซึ่งขึ้นอยู่กับความแตกต่างของพืชที่ใช้เป็นวัตถุดิบและสภาวะที่เหมาะสมของกระบวนการหมัก ได้แก่ อุณหภูมิ เชื้อจุลินทรีย์ สภาวะแวดล้อม และระยะเวลาในการหมัก อย่างไรก็ตามน้ำนมถั่วเหลืองยังคงเป็นน้ำนมจากพืชมีคุณสมบัติเป็นอาหารเชิงหน้าที่ที่ดีกว่าพืชชนิดอื่น ส่วนน้ำนมมะพร้าวยังคงมีการศึกษาเพื่อบ่งชี้ถึงคุณประโยชน์ที่ชัดเจนมากขึ้น และยังคงต้องมีการศึกษาหน้าที่ของน้ำนมพืชหมักในแง่ของประโยชน์ที่มีต่อสุขภาพของผู้บริโภค สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพเชิงเดี่ยว (single active compound) หรือคุณสมบัติเชิงหน้าที่อื่นที่มีผลต่อผู้บริโภค อย่างไรก็ตามกลุ่มผลิตภัณฑ์น้ำนมพืชหมักนี้ยังจำเป็นต้องมีการคิดค้นและพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตที่ครอบคลุมความต้องการของผู้บริโภคที่หลากหลาย รวมถึงการยอมรับผลิตภัณฑ์ต้องมีผลลัพธ์ที่เป็นไปในทิศทางที่ดีหรือมีผลเป็นบวกได้รับการยอมรับในการทดสอบทางประสาทสัมผัสทั้งรสชาติและกลิ่นรสที่สามารถดึงดูดความสนใจของผู้บริโภคที่จะตัดสินในในการเลือกซื้อสินค้าในกลุ่มน้ำนมพืชหมักที่อุดมไปด้วยคุณสมบัติเชิงหน้าที่ที่ผู้บริโภคจะได้รับในระยะกลางจนถึงระยะยาว

เอกสารอ้างอิง

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง “นมเปรี้ยว”. (ฉบับที่ 357) พ.ศ. 2556. (2556, 24 กรกฎาคม). ราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 130, ตอนพิเศษ 87 ง.

Aguirre P. 2019. Functional foods, between the new and old corporalities. Aibr-Iberoamerican Anthropol. J. 14 : 95-120.

Amirah AS, Nor Syazwani S, Radhiah S, Anis Shobirin MH, Nor-Khaizura MAR, Wan Zunairah WI, *et al*. 2020. Influence of raisins puree on the physicochemical properties, resistant starch, probiotic viability and sensory attributes of coconut milk yogurt. Food Res 4(1) : 77-84.

Azi F, Tu C, Rasheed HA and Dong M. 2020. Comparative study of the phenolics, antioxidant and metagenomic composition of novel soy whey based beverages produced using three different water kefir microbiota. Int. J. Food Sci. Technol. 55(4) : 1689-1697.

Beltr R, Heredia DE and Europa E. 2016. Functional food. Nutrition 30 : 3-5.

Castillo-Escandón V, Fernández-Michel SG, Cueto- Wong MC and Ramos-Clamont Montfort G. 2019. Technological criteria and strategies for the evolution and survival of probiotics in fruits, cereals and their derivatives. TIP. J. Spec. Chem. Sci. 22 : 1-17.

Chavan M, Gat Y, Harmalkar M and Waghmare R. 2018. Development of nondairy fermented probiotic drink based on germinated and ungerminated cereals and legume. LWT- Food Sci. Technol. 91 : 339-344.

Dávila de Campagnaro E. 2017. Vegetable drinks and milk from other mammals. Arch Venez Puer Ped [online]. 2017, 80,(3) : p.96-101. ISSN 0004-0649.

Domínguez Gonzáleza KN, Cruz Guerrero AE, Márquez HG, Gómez Ruiz LC, García-Garibay M and Rodríguez Serrano GM. 2014. The antihypertensive effect of fermented milks. Argentine J Microbiol. 46(1) : 58-65.

Dupont C. 2017. Probiotiques et prébiotiques. Med Ther Pediatr. 5 : 49-53.

Espín Jaime B, Díaz Martín JJ, Blesa Baviera LC, Claver Monzón Á, Hernández Hernández A, García Burriel JI, *et al*. 2019. Non-IgE-mediated cow’s milk allergy : Consensus document of the Spanish Society of Paediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition (SEGHNP), the Spanish Association of Paediatric Primary Care (AEPAP), the Spanish Society of Extra-hospital Paediatric. Ann Pediatr. 90(3) : 193.e1-193.e11.

Feyza E, Tutuncu S and Ozcelik B.2020.Plant-based milk substitutes : Bioactive compounds, conventional and novel processes, bioavailability studies, and health effects. J. Funct. Foods. 70 : 103975.

Fisberg M and Machado R. 2015. History of yogurt and current patterns of consumption. Nutr Rev. 73(1): 4-7. doi: 10.1093/nutrit/nuv020. PMID: 26175483.

García NM. 2017. Vegetable Drinks. End Degree Artic, p. 1-20.

Grasso N, Alonso-Miravalles L and O'Mahony JA. 2020. Composition, physicochemical and sensorial properties of commercial plant-based yogurts. Foods. 9(3) : 252.

Haraguchi Y, Goto M, Kuda T, Fukunaga M, Shikano A, Takahashi H and Kimura B. 2019. Inhibitory effect of *Lactobacillus plantarum* Tennozu-SU2 and *Lactococcus lactis* subsp. lactis BF1 on *Salmonella Typhimurium* and Listeria monocytogenes during and post fermentation of soymilk. LWT 102 : 379-384.

Harlé O, Falentin H, Niay J, Valence F, Courselaud C, Chuat V, Maillard MB, Guédon É, Deutsch SM and Thierrya A. 2020. Diversity of the metabolic profiles of a broad range of lactic acid bacteria in soy juice fermentation. Food Microbiol. 89 : 103410.

Herrera-Sanchez N, RodrÃguez-Jasso RM, Loredo A, Belmares R and Cruz M. 2021. Comparative study of functional properties of fermented vegetable milks in health. Biomedical Journal of Scientific & Technical Research. 35 : 28047-28057.

Hikmetoglu M, Soğut E, Soğut O, Gokirmakli C and Guzel-Seydim ZB. 2020. Changes in carbohydrate profile in kefir fermentation. Bioact Carbohydrates Diet Fibre. 23(1) : 100220.

Hilton J. 2017. Growth patterns and emerging opportunities in nutraceutical and functional food categories: market overview. In : Bagchi D and Nair S. (eds.) Developing New Functional Food and Nutraceutical Products Academic Press. p. 1-28.

Karagozlu C, Unal G, Akalin AS, Akan E and Kinik O. 2017. The effects of black and green tea on antioxidant activity and sensory characteristics of kefir. Agro Food Ind Hi Tech. 28(2) : 77-80.

Küster BI and Capilla VI. 2017. Consumer attitudes in the election of functional foods. Spanish Journal of Marketing - ESIC, 21 : 65-79.

Lim XX, Koh WY, Uthumporn U, Maizura M and Wan RWI. 2019. The development of legume-based yogurt by using water kefir as starter culture. Int. Food Res. J. 26(4) : 1219-1228.

Liu AT, Chen S, Jena PK, Sheng L, Hu Y and Wan YY. 2021. Probiotics Improve Gastrointestinal Function and Life Quality in Pregnancy. Nutrients. 13(11) : 3931. doi: 10.3390/nu13113931. PMID: 34836186; PMCID: PMC8624890.

Mäkinen OE, Wanhalinna V, Zannini E and Arendt EK. 2016. Foods for special dietary needs : Non-dairy plant-based milk substitutes and fermented dairy-type products. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 56(3) : 339-349.

Marteau P and Seksik P. 2020. Unstable microbiota. EMC - AKOS – Trattato Di Med. 22 : 1-6.

Martínez MA, Wong Paz JE, Aguilar Zárate P and Muñiz-Márquez DB. 2019. Functional Value of Traditional Beverages with Possible Prebiotic Potential. Journal of bioprocess and chemical technology. 13(22) : 8-14.

Nagino T, Kaga C, Kano M, Masuoka N, Anbe M, Moriyama K, Maruyama K, Nakamura S, Shida K and Miyazaki K. 2018. Effects of fermented soymilk with *Lactobacillus casei* Shirota on skin condition and the gut microbiota : A randomised clinical pilot trial. Benef. Microbes. 9(2) : 209-218.

Olveira G and González Molero I. 2016. Updating of probiotics, prebiotics and symbiotics in clinical nutrition. Endocrinol. Nutr. 63(9) : 482-494.

Palmett Ríos HE. 2017. Cross-sectional study on healthy lifestyles and their relationship with HDL cholesterol in the adult population. Colomb. J. Cardiol. 24 : 523-531.

Patrignani F, D'Alessandro M, Vannini L and Lanciotti R. 2020. Use of functional microbial starters and probiotics to improve functional compound availability in fermented dairy products and beverages. In : Sustainability of the Food System, edited by N. Betoret and E. Betoret Academic. p. 167-180.

Paul AA, Kumar S, Kumar V and Sharma R. 2019. Milk Analog : Plant based alternatives to conventional milk, production, potential and health concerns. Crit. Rev. Food. Sci. Nutr. 60(4) : 1-19.

Plana MJ and De Lecuona I. 2017. Food information : ethical, legal and policy issues. University of Barcelona. Barcelona.

Rezac S, Kok CR, Heermann M and Hutkins R. 2018. Fermented foods as a dietary source of live organisms. Front. Microbiol. 9 : 1785.

Rui X, Zhang Q, Huang J, Li W, Chen X, Jiang M and Dong M. 2019. Does lactic fermentation influence soy yogurt protein digestibility : a comparative study between soymilk and soy yogurt at different pH. J. Sci. Food Agric. 99(2) : 861-867.

Salous A El, Arcos F, Nuñez P and Alex C. 2020. Sensory evaluation of three types of vegetable yogurt based on rice milk, quinoa and oats, sweetened with stevia, as a food alternative. Centro. Sur. Soc. Sci. J.

Santos DC dos, Oliveira Filho JG de, Santana ACA, Freitas BSM de, Silva FG, Takeuchi KP and Egea MB. 2019. Optimization of soymilk fermentation with kefir and the addition of inulin: Physicochemical, sensory and technological characteristics. LWT. 104 : 30-37.

Sethi S, Tyagi SK and Anurag RK. 2016. Plant-based milk alternatives an emerging segment of functional beverages : a review. J. Food Sci. Technol. 53(9) : 3408-3423.

Shen XL, Zhao T, Zhou Y, Shi X, Zou Y and Zhao G. 2016. Effect of oat β-glucan intake on glycaemic control and insulin sensitivity of diabetic patients : A meta-analysis of randomized controlled trials. Nutrients. 8(1) : 39.

Sidhu JS and Alkandari D. 2020. Overview of probiotics in cancer prevention and therapy. Elsevier Inc, pp. 261-282.

Silagadze MA, Pruidze EG, Gachechiladze ST, Pkhakadze GN and Khvadagiani KB. 2017. Obtaining and a comprehensive study of highly bioavailable functional food additives based on Georgian soya varieties. Ann. Agrar. Sci. 15(3) : 356-360.

Srikaeo K. 2020. Biotechnological tools in the production of functional cereal-based beverages. In A. M. Grumezescu and A. M. Holban (eds.), Biotechnological Progress and Beverage Consumption. p. 149-193. Academic Press. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816678-9.00005-9

Stall S and Adams G. 2017. Can Almond Milk Be Called Milk? J Ren Nutr. 27 : e15-e17.

Sung DE and Lim SY. 2019. Effects of quality and sensory characteristics of yogurt added with tagatose. Food Eng. Prog. 23 : 30-38.

Tiss M, Souiy Z, Abdeljelil N ben, Njima M, Achour L and Hamden K. 2020. Fermented soy milk prepared using kefir grains prevents and ameliorates obesity, type 2 diabetes, hyperlipidemia and Liver-Kidney toxicities in HFFD-rats. J. Funct. Foods. 67 : 103869.

USDA. 2020. Food Data Central. https://fdc.nal.usda.gov. [accessed 9 August 2022].

Valdovinos MA, Montijo E, Abreu AT, Heller S, González-Garay A, Bacarreza D, *et al*. 2017. Mexican consensus on probiotics in gastroenterology. Gastroenterol J. Mex. 82(2) : 156-178.

Xiudong X, Yiqiang D, Han W, Xiaoli L, Ying W, Liqing Y, *et al*. 2019. Kombucha fermentation enhances the health-promoting properties of soymilk beverage. ScienceDirect. J. Funct. Foods 62 : 103549.

Yamamoto N, Shoji M, Hoshigami H, Watanabe K, Watanabe K, Takatsuzu T, *et al*. 2019. Antioxidant capacity of soymilk yogurt and exopolysaccharides produced by lactic acid bacteria. Biosci Microbiota Food Heal 38(3) : 97-104.

Zhou Y, Li X, Hua Y, Kong X, Zhang C, Chen Y, *et al*. 2019. The absence of lipoxygenase and 7S globulin of soybeans and heating temperatures on the properties of soymilks and soy yogurts. LWT. 115 : 108431.