น้ำตาลพรีไบโอติกส์ (Prebiotics) และการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารคนและอาหารสัตว์

ดร.ไพโรจน์ วงศ์พุทธิสิน
อาจารย์
สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

น้ำตาล (sugar) เป็นเครื่องปรุงรสอาหารสำคัญที่อยู่คู่ครัวทั่วโลก หากปราศจากความหวานของน้ำตาลแล้ว แทบจะทำให้ขาดอรรถรสในการกินอาหารเลยทีเดียว นอกจากน้ำตาลจะให้ความหวานแล้ว ยังให้พลังงานแก่ร่างกายมนุษย์เพื่อใช้ดำรงชีวิตบนโลกใบนี้อีกด้วย ดังนั้นชีวิตมนุษย์เราจึงขาดน้ำตาลไม่ได้ แล้วน้ำตาลชนิดไหนล่ะ ที่ท่านชื่นชอบและนิยมนำมาปรุงอาหาร? ที่ผู้เขียนตั้งคำถามเช่นนี้ ก็เพราะทราบเช่นเดียวกับทุกท่านว่า มันมีน้ำตาลมากมายหลายชนิดเหลือเกินที่วางขายอยู่ในท้องตลาด รสชาติ กลิ่น สี และราคาก็แตกต่างกันไป แล้วแต่ท่านจะพอใจซื้อหาน้ำตาลชนิดใดมาบริโภค

น้ำตาลที่ถูกผลิตขึ้นและวางขายในท้องตลาดมีอย่างหลากหลาย ซึ่งก็ผลิตได้จากวัตถุดิบที่แตกต่างกัน และที่ผู้บริโภคเรารู้จักกันเป็นอย่างดีคือน้ำตาลทราย (sugar cane) ซึ่งได้มาจากอ้อย น้ำตาลมะพร้าว (coconut sugar) ที่เมื่อถูกแปรรูปแล้วเรียกว่าเป็นน้ำตาลปี๊บและน้ำตาลปึก และน้ำตาลโตนด (palmyra sugar) ก็เป็นน้ำตาลอีกหนึ่งชนิดที่คนไทยคุ้นเคยที่ซึ่งผลิตได้มาจากน้ำหวานของตาล ส่วนในต่างประเทศก็มีน้ำตาลจากหัวบีท (beet root) ใช้บริโภคเพิ่มขึ้นมาอีกด้วย นอกเหนือไปจากนี้แล้วหลายท่านก็มักจะได้ยินชื่อเรียกน้ำตาลอีกหลายชนิดในชีวิตประจำวัน แต่แท้ที่จริงแล้วน้ำตาลเหล่านี้ก็ผลิตได้จากวัตถุดิบหลักดังที่แนะนำไว้แล้ว เพียงแต่กระบวนการผลิตทำให้เกิดเป็นรูปร่างและสีที่แตกต่างกันไป เช่น น้ำตาลทรายขาว (plantation or mill white sugar) น้ำตาลทรายดิบ (raw sugar) น้ำตาลทรายสีรำ (brown sugar) น้ำตาลทรายแดง (soft brown sugar) น้ำตาลไอซิ่ง (icing sugar) น้ำตาลป่นละเอียด (caster sugar) น้ำตาลปอนด์ (cube sugar) และน้ำตาลกรวด (crystalline sugar) เป็นต้น แต่ลึกยิ่งไปกว่านั้น นักวิทยาศาสตร์เราได้แบ่งชนิดของน้ำตาลออกเป็นกลุ่มๆ โดยไม่ได้ใช้เกณฑ์ด้านแหล่งวัตถุดิบหรือลักษณะที่มองเห็น แต่ใช้โครงสร้างทางเคมีของน้ำตาลเป็นเกณฑ์การจัดจำแนก ทำให้เราได้ยินชื่อน้ำตาลแปลกๆ อีกมายมายให้เกิดความฉงน เช่น น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว (monosaccharides) น้ำตาลโมเลกุลคู่ (disaccharides) โอลิโกแซคคาไรด์ (oligosaccharide) น้ำตาลแอลกอฮอล์ (sugar alcohol) และน้ำตาลรีดิวซ์ (reducing sugar) เป็นต้น

เอาล่ะครับ เกริ่นมาเสียยืดยาว มาพูดถึงพระเอกของเรากันดีกว่า นั่นคือน้ำตาลพรีไบโอติกส์ (prebiotic sugars) ว่ามันคืออะไรกันแน่? ผลิตมาจากไหน? รูปร่างหน้าตาเป็นอย่างไร? และอร่อยหรือเปล่า? น้ำตาลพรีไบโอติกส์ ชื่อนี้อาจฟังดูไม่คุ้นหูสักเท่าใดนัก แต่จริงๆ แล้วมันคือกลุ่มของน้ำตาลที่ให้ประโยชน์แก่ร่างกายผู้บริโภคในการกระตุ้นการเจริญของแบคทีเรียที่มีประโยชน์ชนิดต่าง ๆ ในลำไส้ แล้วเมื่อแบคทีเรียเหล่านี้แข็งแรงแล้วก็จะส่งผลดีด้านต่าง ๆ แก่ร่างกายผู้บริโภค น้ำตาลพรีไบโอติกส์มีหลายชนิดมาก ผลิตได้จากวัถตุดิบตามธรรมชาติ และรวมถึงการสังเคราะห์โดยใช้เอนไซม์จากจุลินทรีย์ด้วย ส่วนในแง่รสชาตินั้นหลายท่านคงอาจผิดหวังเล็กน้อย เพราะน้ำตาลพรีไบโอติกส์ส่วนใหญ่แทบไม่มีความหวานเลย แต่ประโยชน์ที่ผู้บริโภคจะได้รับนั้นกลับมีอย่างมหาศาล ซึ่งจะได้ให้รายละเอียดเชิงลึกต่อไป ซึ่งบางครั้ง ผู้เขียนอาจจำเป็นต้องใช้ภาษาและคำศัพท์เชิงวิทยาศาสตร์ในการอธิบายเนื้อหาบางช่วงบางตอน ทั้งนี้ก็เพื่อความถูกต้องในเชิงวิชาการและเป็นสากล ผู้เขียนจึงต้องขออภัยท่านผู้อ่านไว้ ณ ที่นี้

1. นิยามของน้ำตาลพรีไบโอติกส์

การจะทำความรู้จักกับน้ำตาลพรีไบโอติกส์นั้น เราจำเป็นต้องรู้จักคำว่าโปรไบโอติกส์ (probiotics) เสียก่อนครับ โดยโปรไบโอติกส์คือ จุลินทรีย์ที่มีชีวิตและอาศัยอยู่ในทางเดินอาหารของคนและสัตว์ โดยเมื่อกินเข้าไปในปริมาณที่เหมาะสม

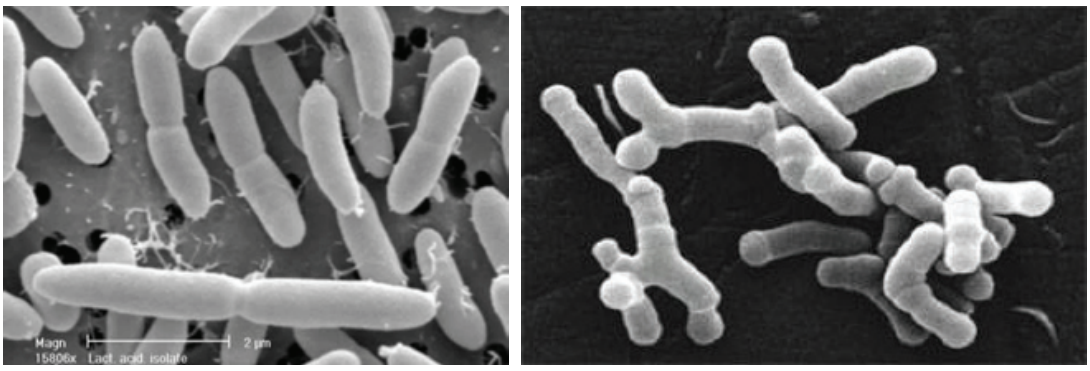
แล้วจะให้ประโยชน์ต่อสุขภาพของผู้บริโภคได้ จุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติเหล่านี้ ยกตัวอย่างเช่น แบคทีเรียกลุ่ม *Lactobacillus sp.* และ *Bifidobacterium* sp. (ภาพที่ 1) เป็นอย่างไรบ้างครับ รู้สึกคุ้น ๆ กันหรือเปล่าครับ เพราะมันก็คือแบคทีเรียที่อยู่ในโยเกิร์ตและน้ำเปรี้ยวนั่นเอง โปรไบโอติกส์ให้ประโยชน์แก่ร่างกายมากมายดังที่มีผลรายงานวิจัยรับรอง ได้แก่ ลดอาการท้องเสียจากไวรัส แบคทีเรียและยาปฏิชีวนะ ลดอาการท้องผูกและโรคลำไส้แปรปรวน กระตุ้นภูมิคุ้มกันของร่างกาย ช่วยลดอาการแพ้แลคโตสในนม ลดความเสี่ยงในการเป็นมะเร็งและช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือด เป็นต้น เราจึงควรบริโภคโปรไบโอติกส์เป็นประจำเพื่อให้มีปริมาณเพียงพอในร่างกายและให้ประโยชน์กับเรา

แต่ในปี ค.ศ. 1995 ศาสตราจารย์ Glenn R. Gibson แห่งมหาวิทยาลัย Reading ประเทศอังกฤษ และศาสตราจารย์ Marcel B. Roberfroid แห่งมหาวิทยาลัย Catholique de Louvain ประเทศเบลเยียม (ภาพที่ 2) ได้มีข้อกังวลและระบุว่าโปรไบโอติกส์ต้องเผชิญปัจจัยที่หลากหลายในทางเดินอาหารที่ทำให้เชื้อรอดชีวิตน้อยลง ไม่ว่าจะเป็นสภาวะกรดรุนแรงในกระเพาะอาหาร น้ำดีจากตับ และไบคาร์บอเนท (bicarbonate) จากลำไส้เล็กส่วนต้น สิ่งเหล่านี้ทำให้โปรไบโอติกส์ตายไปเป็นจำนวนมาก อีกทั้งเมื่อรอดชีวิตมายังลำไส้ใหญ่แล้ว ยังต้องมีการแย่งสารอาหาร (compete for nutrients) กับจุลินทรีย์ชนิดอื่น ๆ ในลำไส้อีก โปรไบโอติกส์จึงเจริญเติบโตได้อย่างจำกัด และบริโภคได้รับประโยชน์จากโปรไบโอติกส์ที่บริโภคลงไปน้อยลง ดังนั้นเพื่อเพิ่มอัตราการรอดชีวิตของโปรไบโอติกส์ในทางเดินอาหาร นักวิจัยทั้งสองจึงเสนอให้เปลี่ยนมาบริโภคสารอาหารบางกลุ่มที่ซึ่งไม่ถูกย่อยหรือดูดซึมในทางเดินอาหาร (ทั้งคนและสัตว์) แต่มีเพียงโปรไบโอติกส์เท่านั้นที่สามารถดูดซึมไปใช้เป็นอาหารเพื่อการเจริญเติบโตได้ สารอาหารที่กล่าวถึงนี้คือสารพรีโบโอติกส์นั่นเอง และเป็นที่สังเกตว่าสารพรีไบโอติกส์ส่วนใหญ่ที่นักวิจัยค้นพบนั้นเป็นน้ำตาลและมีโครงสร้างเป็นน้ำตาลขนาดสายสั้นพอประมาณ ดังนั้นเราจึงเรียกน้ำตาลกลุ่มนี้ว่าเป็นน้ำตาลพรีไบโอติกส์

อาจกล่าวได้ว่า Gibson และ Roberfroid เป็นบิดาแห่งวงการศึกษาเรื่องพรีไบโอติกส์ พวกเขาได้นำเสนอสารอาหารชนิดนี้ให้เป็นที่รู้จักครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ. 1995 จากบทความเรื่อง “Dietary Modulation of the Human Colonic Microbiota: Introducing the Concept of Prebiotics” ในวารสาร The Journal of Nutrition และมีการปรับปรุงนิยามของคำว่าพรีไบโอติกส์อีกครั้งในปี ค.ศ. 2004 ว่าเป็น

“a selectively fermented ingredient that allows specific changes, both in the composition and/or activity in the gastrointestinal microflora that confers benefits upon host well being and health”

“ส่วนประกอบที่ถูกหมักอย่างเจาะจงที่ซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างจำเพาะ ทั้งต่อสัดส่วนและ/หรือกิจกรรมของจุลินทรีย์เจ้าถิ่นในระบบทางเดินอาหาร ส่งผลให้เกิดประโยชน์ ทำให้เจ้าบ้านมีสุขภาพที่ดี”



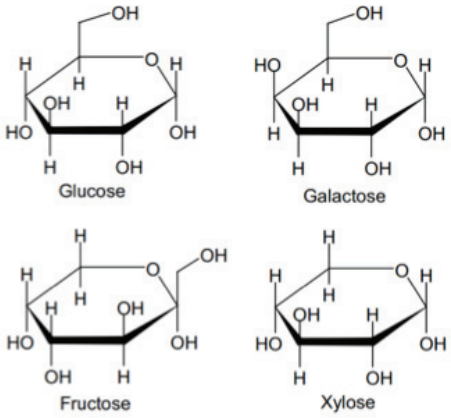
A B

ภาพที่ 1 แสดงลักษณะสัณฐานภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็คตรอนของ
Lactobacillus acidophilus (A) *Bifidobacterium longum* (B)
ที่มา: http://www.museevirtuel.ca/https://microbewiki.kenyon.edu/index.php/Bifidobacterium_longum
(เข้าถึงเมื่อวันที่ 28 มิถุนายน 2559)

ภาพที่ 2 Glenn R. Gibson และ Marcel B. Roberfroid

2. ตัวอย่างของน้ำตาลพรีไบโอติกส์

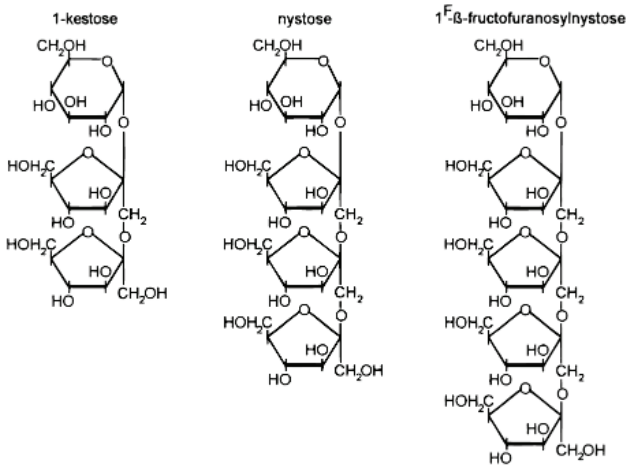
น้ำตาลที่มีคุณสมบัติเป็นสารพรีไบโอติกส์นี้ มักเป็นน้ำตาลที่มีขนาดโมเลกุลใหญ่พอประมาณ เรียกว่าน้ำตาลโอลิโกแซคคาไรด์ (oligosaccharides) โดยมีน้ำตาลหน่วยย่อยเรียงต่อกันประมาณ 3-10 หน่วย น้ำตาลพรีไบโอติกส์ที่ผลิตเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหารนั้น ส่วนใหญ่ประกอบขึ้นมาจากหน่วยย่อยที่เป็นน้ำตาลฟรุกโตส (fructose) กลูโคส (glucose) กาแลคโตส (galactose) และไซโลส (xylose) ดังภาพที่ 3 จากการเรียงตัวกันด้วยพันธะที่มีความเฉพาะนี้ ทำให้น้ำตาลพรีไบโอติกส์ทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์ทุกชนิดในทางเดินอาหารของคนและสัตว์ จึงไม่ถูกย่อยให้เป็นหน่วยเล็ก ๆ จึงไม่ถูกดูดซึมไปใช้โดยลำไส้แล้วหลงเหลือไปยังลำไส้ใหญ่เพื่อเป็นแหล่งอาหารให้กับแบคทีเรียโปรไบโอติกส์ต่อไป ซึ่งแบคทีเรียเหล่านี้มีเอนไซม์ที่ย่อยน้ำตาลพรีไบโอติกส์ให้มีขนาดเล็กลงได้



ภาพที่ 3 ตัวอย่างน้ำตาลหน่วยย่อยที่ใช้ประกอบกันเป็นน้ำตาลพรีไบโอติกส์
ที่มา: Mussatto and Mancilha, 2007.

2.1 น้ำตาลกลุ่มฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ (fructooligosaccharides) และอินูลิน (inulin)

ชื่อเรียกน้ำตาลกลุ่มนี้ค่อนข้างยาว ทำให้นิยมเรียกกันสั้นๆ ว่าน้ำตาล FOS เป็นสารพรีไบโอติกส์ที่เป็นที่รู้จักมากที่สุดและถูกนำมาผสมในอาหารทำให้อาหารกลายเป็นอาหารเพื่อสุขภาพขึ้นมาได้ บางครั้งน้ำตาลถูกเรียกว่าน้ำตาลโอลิโกฟรุกโตส (oligofructoses) เนื่องจากประกอบขึ้นมาจากการเอาน้ำตาลฟรุกโตสมาเรียงต่อกันด้วยพันธะเคมีที่เรียกว่า พันธะเบต้า (beta bond) ทำให้เกิดเป็นน้ำตาลชนิดใหม่ขึ้นมาหลายชนิดครับ (ภาพที่ 4) โดยชนิดที่ขนาดเล็กสุดมีชื่อว่าน้ำตาล 1-คีสโตส (1-kestose) ถัดมาเรียกว่าน้ำตาลนีสโตส (nystose) แต่ชนิดต่อมาไม่มีชื่อสามัญไว้เรียกแล้วครับแต่จะใช้ชื่อตามระบบว่า 1F-fructofuranosyl nystose และท่านผู้อ่านลองจินตนาการนะครับ หากยังคงมีน้ำตาลฟรุกโตสมาต่อสายให้ยาวขึ้นเรื่อยๆ เราก็จะได้น้ำตาล FOS ที่มีขนาดโมเลกุลใหญ่ขึ้น โดยหากมีจำนวนหน่วยน้ำตาลที่เรียงต่อกันประมาณ 10-60 หน่วยแล้ว เราก็จะไม่เรียกว่า FOS แต่จะเรียกว่าน้ำตาลอินูลินแทน น้ำตาล FOS และอินูลินนี้มีแคลอรีต่ำและไม่ทำให้ฟันผุ (noncariogenic) มีความหวานเพียง 16-31% เท่านั้นเมื่อเทียบกับน้ำตาลซูโครส (น้ำตาลทราย) แต่กลับมีความหนืดและความคงตัวที่สูงกว่าน้ำตาลซูโครสมาก



ภาพที่ 4 ลักษณะโครงสร้างทางเคมีของน้ำตาล FOS ชนิดต่างๆ
ที่มา: Campbell et al., 1997.

FOS และอินูลินพบได้ในพืชหลายชนิด เช่น หัวกระเทียม หอมหัวใหญ่ หอมแดง หอมแขก หน่อไม้ฝรั่ง หัวอาร์ติโช๊ค (artichoke) กล้วย มะเขือเทศ และแก่นตะวัน (Jerusalem artichoke) เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบได้ในน้ำผึ้งด้วย โดยมีชนิดและปริมาณแตกต่างกันไป จากข้อมูลนี้ทำให้ผู้เขียนย้อนคิดไปถึงภูมิปัญญาของชุมชนที่บอกว่าคนที่กินกล้วยทุกวันแล้วร่างกายจะแข็งแรง เป็นไปได้หรือไม่ที่คนเหล่านี้ได้รับน้ำตาลพรีไบโอติกส์เป็นประจำจึงทำให้โปรไบโอติกส์แข็งแรงดังนั้นร่างกายจึงแข็งแรงตามไปด้วย น้ำตาลกลุ่มนี้ที่วางขายในท้องตลาดมักถูกสกัดได้มาจากหัวแก่นตะวันและรากชิโครี่เป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากในหัวพืชมีน้ำตาล FOS และอินูลินสะสมอยู่มาก ตัวอย่างชื่อผลิตภัณฑ์ เช่น Ratilose, Raftiline, Frutafit®IQ และ Actilight 950P เป็นต้น ส่วนในประเทศไทยเราก็เริ่มเห็นผลิตภัณฑ์กลุ่มนี้ออกวางจำหน่ายบ้างแล้ว โดยเป็นลักษณะของผงแก่นตะวันบดบรรจุแคปซูลและชาแก่นตะวัน ซึ่งมีแหล่งปลูกอยู่ในจังหวัดเพชรบูรณ์และนครราชสีมา และจากข้อมูลว่าน้ำตาลพรีไบโอติกส์กลุ่มนี้พบมากในพืชตระกูลหัวหอมเช่นกัน ตัวผู้เขียนเองซึ่งอยู่ในฐานะนักวิจัยด้วย ก็มีความสนใจสกัดน้ำตาล FOS จากหัวหอมแล้วแปรรูปเป็นผงบรรจุแคปซูลและตั้งชื่อว่า ALLI-FOS (ภาพที่ 5) ผลิตภัณฑ์นี้แม้เป็นเพียงผลิตภัณฑ์ต้นแบบจากห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพทางอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ แต่ได้รับโอกาสให้นำไปประกวดในงาน The IX European Exhibition of Creativity and Innovation (EUROINVENT) ณ the Palace of Culture เมือง IASI ประเทศโรมาเนีย ระหว่างวันที่ 25-27 พฤษภาคม 2560 เป็นที่น่ายินดีที่ผลงานสิ่งประดิษฐ์นี้ได้รับรางวัลเหรียญทองจากคณะกรรมการ อีกทั้งได้รับรางวัลพิเศษจากสมาคมนวัตกรรมแห่งประเทศโปแลนด์และไต้หวัน แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพจากผลผลิตทางการเกษตรของไทยก็ได้รับการยอมรับจากประชาคมโลกเช่นกัน

ภาพที่ 5 ผลิตภัณฑ์ ALLI-FOS ที่มีส่วนประกอบของน้ำตาล FOS จากหัวหอม

2.2 น้ำตาลกลุ่มกาแลกโตโอลิโกแซคคาไรด์ (galactooligosaccharides)

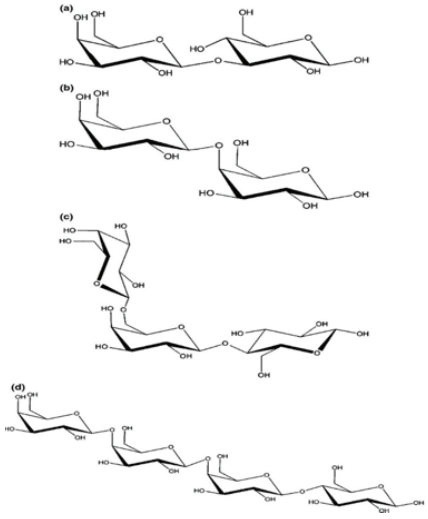
เราจะเรียกชื่อน้ำตาลกลุ่มนี้แบบย่อว่าน้ำตาล GOS ซึ่งโดยโครงสร้างแล้วประกอบขึ้นมาจากน้ำตาลกาแลคโตสเรียงต่อกันเป็นสายสั้นๆ พันธะเคมีที่เชื่อมต่อกันก็ยังคงเป็นแบบเบต้าเหมือนน้ำตาล FOS แต่ตำแหน่งที่เกิดพันธะมีหลากหลาย ทำให้เกิดเป็นชนิดน้ำตาลที่หลากหลายเช่นกัน (ภาพที่ 6) น้ำตาลกลุ่ม GOS นี้ถูกผลิตขึ้นโดยใช้น้ำตาลแลกโตส (น้ำตาลที่พบในน้ำนม) เป็นวัตถุดิบตั้งต้น จากนั้นใช้เอนไซม์ที่มีชื่อว่า beta-galactosidase (อีกชื่อคือ lactase) ช่วยในการเร่งปฏิกิริยาย้ายเอาน้ำตาลกาแลกโตสที่อยู่ในโมเลกุลของน้ำตาลแลกโตสมาต่อกันให้ยาวขึ้นกลายเป็นน้ำตาล GOS ที่มีขนาดความยาวต่างๆ กระบวนการนี้นักเอนไซม์วิทยา (enzymologist) เรียกว่าปฏิกิริยา transgalactosylation ทำให้เราเรียกน้ำตาล GOS ว่าเป็นน้ำตาลทรานส์-กาแลกโตโอลิโกแซคคาไรด์ (trans-galactooligosaccharides, TOS) ได้ด้วยเช่นกัน

บริษัทอาหารยักษ์ใหญ่ของโลกจากประเทศญี่ปุ่น อเมริกา และภาคพื้นยุโรป ได้ค้นคว้าและวิจัยกระบวนการผลิตน้ำตาล GOS เพื่อนำมาใช้ผสมอาหารโดยเฉพาะอย่างยิ่งอาหารเด็กอย่างมากมาย ดังแสดงตัวอย่างในตารางที่ 1 นักวิจัยพบว่าน้ำตาลกลุ่มนี้มีโครงสร้างและคุณสมบัติคล้ายกับน้ำตาลที่พบในน้ำนมสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม โดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำนมมนุษย์ ดังนั้นน้ำตาล GOS ที่สังเคราะห์ได้นี้ จึงถูกนำไปผสมในอาหารสำหรับเด็กและอาหารทารก ซึ่งมีรายงานว่า การเสริมน้ำตาล GOS ในอาหารทารกในปริมาณที่เหมาะสม จะให้คุณค่าในระดับเดียวกับน้ำนมแม่ที่ให้แก่ทารกด้วย

ตารางที่ 1 รายชื่อบริษัทผู้ผลิตน้ำตาล GOS

บริษัท	ประเทศ	ชื่อผลิตภัณฑ์ทางการค้า
Friesland Foods Domo	เนเธอร์แลนด์	Vivinal GOS
Yakult Honsha	ญี่ปุ่น	Oligomate
GTC Nutrition	อเมริกา	Purimune
Dairygold Food Ingredients	ไอร์แลนด์	Dairygold GOS
First milk ingredients	-	Promovita
Nissin Sugar Manufacturing Company	ญี่ปุ่น	Cup-oligo
Snow Brand Milk Products	ญี่ปุ่น	P7L
Clasado Ltd.	อังกฤษ	Bimuno

ที่มา: Sangwan et al., 2011.



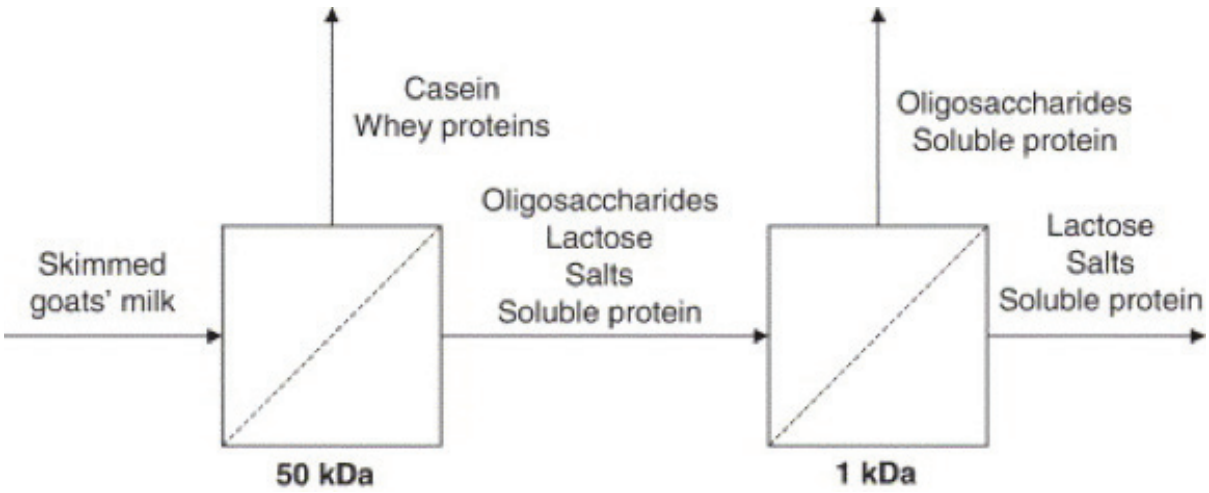
ภาพที่ 6 โครงสร้างของน้ำตาล GOS บางชนิด: β-D-Galp-(1⟶3)-D-Glc (a), β-D-Galp-(1⟶4)-D-Gal (b), β-D-Galp-(1⟶6)-Lac (c), β-D-Galp-(1⟶4)-D-Galp-(1⟶4)-Lac (d).
ที่มา: Intanon et al., 2014.

2.3 น้ำตาลโอลิโกแซคคาไรด์จากน้ำนมมนุษย์ (human milk oligosaccharides)

ทุกท่านคงเคยได้ยินการรณรงค์ส่งเสริมให้เลี้ยงลูกด้วยนมแม่จากภาครัฐกันอย่างแน่นอนครับ ประเด็นที่ทำให้ต้องส่งเสริมกันก็เนื่องจากว่าในน้ำนมแม่มีสารอาหารที่มีประโยชน์มากมายให้กับลูกน้อย แต่ท่านทราบหรือไม่ครับว่าน้ำนมแม่ไม่ได้มีเฉพาะโปรตีน ไขมัน และน้ำตาลแลกโตสเป็นสารอาหารหลักเท่านั้น แต่ยังมีน้ำตาลพรีไบโอติกส์เป็นส่วนประกอบด้วย เรียกกันโดยย่อว่าน้ำตาลกลุ่ม HMO โดยมีปริมาณมากถึง 7-12 กรัม/ลิตร ในขณะที่ในนมแพะ นมวัว และนมแกะมีปริมาณเพียง 0.25–0.30, 0.03–0.06 และ 0.02–0.04 กรัม/ลิตร ตามลำดับ น้ำตาล HMOs มีโครงสร้างคล้ายกับน้ำตาล GOS เป็นอย่างมาก เพราะน้ำตาลที่เป็นหน่วยย่อยคือน้ำตาลกาแลกโตสและเชื่อมต่อกันด้วยพันธะชนิดเบต้า แต่ก็มีความแตกต่างอยู่บ้างตรงที่มีน้ำตาลชนิดอื่น ๆ เป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย ได้แก่ น้ำตาลกลูโคส เอ็น-อะซิติลกลูโคซามีน (*N*-acetylglucosamine; GlcNAc) แอล-ฟูโคส (L-fucose; Fuc) และ กรดไซอะลิค (sialic acid หรือ N-acetylneuraminic acid) เรียงต่อกันด้วยความยาวประมาณ 3-14 หน่วย น้ำตาลเหล่านี้กระตุ้นการเจริญเติบโตของแบคทีเรียโปรไบโอติกส์กลุ่ม *Lactobacillus* sp. และ *Bifidobacterium* sp. ได้เป็นอย่างดี ดังนั้นจึงไม่แปลกใจเลย ที่การกินนมแม่จะช่วยให้ทารกมีสุขภาพที่แข็งแรงอย่างชัดเจน

ปัจจุบันยังมีความพยายามผลิตน้ำตาลกลุ่มนี้ในระดับอุตสาหกรรมเพื่อนำกลับมาผสมในอาหารสำหรับเด็กและทารก แต่ยังถือว่าไม่ประสบความสำเร็จมากนัก นักวิจัยบางกลุ่มทดลองนำน้ำนมแพะมากรองสองขั้นตอนด้วยเยื่อกรองที่มีรูพรุนขนาดเล็กประมาณ 50 kDa และ 1 kDa (ภาพที่ 7) โดยขั้นตอนแรกเป็นการกำจัดโปรตีนและสารที่มีขนาดโมเลกุลใหญ่กว่า 50 kDa ออกไป น้ำนมที่เหลือถูกนำมากรองต่ออีกขั้น ซึ่งส่วนที่ผ่านเยื่อกรองออกไปได้จะเป็นน้ำตาลที่มีขนาดเล็กมากกว่า 1 kDa และแร่ธาตุอื่นๆ แต่ในขณะที่น้ำตาล HMO มีขนาดโมเลกุลใหญ่กว่า 1 kDa จึงยังคงหลงเหลืออยู่ในน้ำนมนั้น ด้วยกระบวนการนี้เราก็จะได้น้ำตาล HMO ออกมา

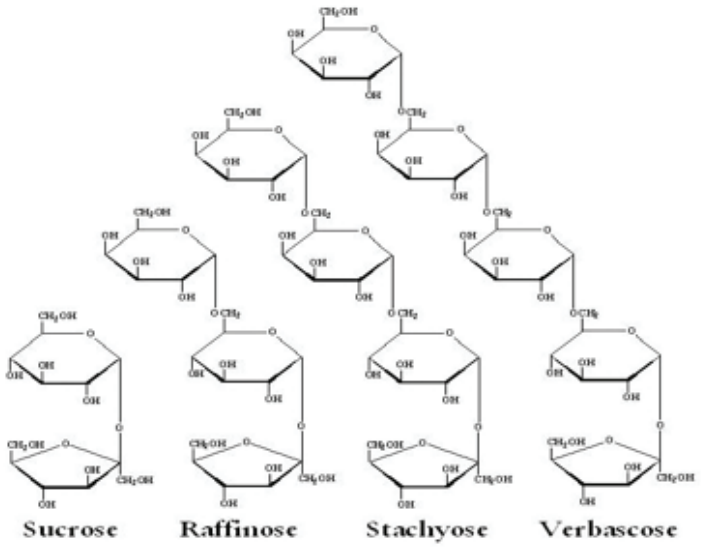
อีกหนึ่งแนวทาง ในการผลิตน้ำตาล HMO คือการสังเคราะห์จากน้ำตาลแลกโตสและน้ำตาลหน่วยย่อยชนิดอื่น ๆ เป็นวัตถุดิบตั้งต้น โดยมีเอนไซม์ beta-galactosidase และ beta-glucosidase ช่วยเร่งปฏิกิริยาการเชื่อมต่อ เอนไซม์เหล่านี้ผลิตมาจากแบคทีเรีย *Lactobacillus* sp., *Bifidobacterium* sp. และ *Streptococcus* sp. ซึ่งเป็นโปรไบโอติกส์ ปัจจุบันมีนักวิจัยหลายกลุ่มกำลังพัฒนากระบวนการนี้ให้สำเร็จเพื่อให้ผลิตได้จริงในทางการค้า หนึ่งในนั้นคือทีมวิจัยจาก Institute of Food Technology แห่งมหาวิทยาลัย University of Natural Resources and Life Science (BOKU) กรุงเวียนนา ประเทศออสเตรีย ซึ่งเมื่อประมาณสองปีที่แล้ว ผู้เขียนเองก็เคยมีโอกาสร่วมทำวิจัยกับทีมนี้เพื่อสังเคราะห์น้ำตาล HMO ด้วยเอนไซม์ beta-glucosidase จากแบคทีเรีย *Streptococcus thermophilus* ภายใต้ทุนวิจัยหลังปริญญาเอกจาก OeAD ซึ่งเป็นหน่วยงานให้ทุนของรัฐบาลออสเตรีย และพบว่าการผลิตน้ำตาล HMO ในทางการค้านั้น นับเป็นความท้าทายอย่างยิ่ง



ภาพที่ 7 แผนภาพแสดงขั้นตอนการแยกโอลิโกแซคคาไรด์จากหางนมแพะด้วย two-stage tangential ultrafiltration-nanofiltration system
ที่มา: Martinez-Ferez et al., 2006.

2.4 น้ำตาลโอลิโกแซคคาไรด์กลุ่มราฟิโนส (raffinose family oligosaccharides)

นักวิทยาศาสตร์เรียกชื่อน้ำตาลกลุ่มนี้ว่า RFO โดยน้ำตาลพรีไบโอติกส์กลุ่มนี้พบมากที่สุดในเมล็ดพืชตระกูลถั่วทุกชนิด และอีกเช่นกันที่ผู้เขียนจะต้องแนะนำให้รู้จักน้ำตาลกลุ่มนี้ถึงในระดับโครงสร้างเสียก่อน ซึ่งพบว่าโครงสร้างเริ่มต้นจากน้ำตาลซูโครส (กลูโคส+ฟรุกโตส) แล้วมีน้ำตาลกาแลกโตสมาเชื่อมต่อให้ยาวขึ้นทีละหน่วยด้วยพันธะเคมีชนิดแอลฟ่า (alpha) กลายเป็นน้ำตาลที่มีชื่อเรียกว่า น้ำตาลสตาชิโอส (stachyose) เวอร์บาสโคส (verbascose) และอะจูโคส (ajucose) ตามลำดับ (ภาพที่ 8) น้ำตาลกลุ่มนี้สามารถกระตุ้นการเจริญของโปรไบโอติกส์ได้หลายชนิด จึงเป็นสารพรีไบโอติกส์ที่ดี แต่ก็มีนักโภชนาการหลายคนที่ไม่ยอมรับเพราะระบุว่าเป็นสาเหตุให้เกิดแก๊สในลำไส้และท้องอืดหลังการบริโภคเข้าไป ท่านผู้อ่านอาจเคยมีประสบการณ์เหล่านี้มาบ้างแล้วหลังจากการกินถั่วไม่ว่าจะเป็นชนิดใด ๆ ประเด็นนี้คงต้องมีการถกเถียงระหว่างฝ่ายต่อต้านและสนับสนุนกันต่อไป อย่างไรก็ตาม ผู้เขียนมีข้อมูลจากงานวิจัยของตัวเองมาแบ่งปัน ซึ่งเกี่ยวกับน้ำตาล RFO ในเมล็ดถั่วหลายสายพันธุ์ในประเทศไทย โดยพบว่าเมล็ดถั่วเหลืองสายพันธุ์เชียงใหม่ 60 มีปริมาณน้ำตาล RFO สูงสุดเมื่อเทียบกับถั่วดำ ถั่วเขียว และถั่วลิสงของไทยจำนวน 11 สายพันธุ์ที่นำมาศึกษา น้ำตาลกลุ่มนี้ได้ถูกสกัดออกมาแล้วนำมาใช้เป็นส่วนผสมในไอศกรีมนม แล้วพบว่ารสชาติแทบไม่แตกต่างกับไอศกรีมสูตรปรกติ เพียงแต่จะมีสีที่อมเหลืองมากกว่า และที่สำคัญที่สุดคือไม่พบปัญหาอาการท้องอืดอย่างที่กังวลกัน ที่ผู้เขียนสามารถการันตีได้ก็เนื่องจากได้ทดสอบชิมด้วยในทุกขั้นตอนด้วยตนเอง อีกหนึ่งประสบการณ์เมื่อหลายปีมาแล้วช่วงระหว่างที่ทำวิจัยอยู่ที่ประเทศญี่ปุ่น ก็ได้มีโอกาสชิมไอศกรีมสูตรถั่วเหลือง ซึ่งคาดว่าน่าจะมีส่วนผสมของแป้งถั่วเหลืองด้วยอย่างแน่นอน โดยส่วนตัวแล้วรู้สึกชอบไอศกรีมสูตรนี้เป็นอย่างมาก มีกลิ่นหอมละมุนของแป้งถั่วเหลือง ไม่มีกลิ่นเหม็นเขียวของถั่วเลยแม้แต่น้อย



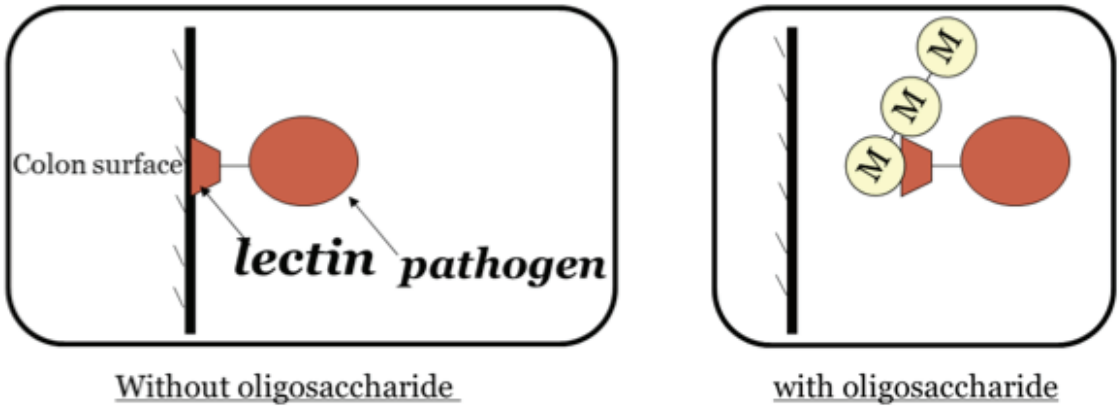
ภาพที่ 8 โครงสร้างทางเคมีของน้ำตาลกลุ่ม raffinose family oligosaccharides (RFOs)
ที่มา: Wongputtisin et al., 2015.

2.5 น้ำตาลพรีไบโอติกส์ชนิดอื่น ๆ

ที่เขียนบรรยายมาแล้วก่อนหน้านี้น่าจะเป็นน้ำตาลพรีไบโอติกส์ชนิดหลักๆ ที่ผู้เขียนใคร่อยากจะแนะนำให้ทุกท่านได้รู้จัก แต่ในความเป็นจริงแล้ว ยังมีน้ำตาลพรีไบโอติกส์อีกหลายชนิดที่ถูกผลิตขึ้นมาและนำเสนอให้เป็นที่รู้จักในวงการวิทยาศาสตร์การอาหาร แม้ส่วนใหญ่จะยังเป็นเพียงการผลิตในระดับห้องปฏิบัติการก็ตาม ยกตัวอย่างเช่น น้ำตาลไซโลโอลิโกแซคคาไรด์ (xylooligosaccharides, XOS) น้ำตาลแมนโนโอลิโกแซคคาไรด์ (mannooligosaccharides, MOS) น้ำตาลเพกติกโอลิโกแซคคาไรด์ (pecticoligosaccharides, POS) และน้ำตาลไคโตโอลิโกแซคคาไรด์ (chitooligosaccharides, COS) เป็นต้น แต่อีกสิ่งหนึ่งที่นับเป็นคุณค่าสำคัญของงานวิจัยเหล่านี้ นั่นคือเป็นการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรเพื่อลดปัญหาขยะในสิ่งแวดล้อมนั่นเอง โดยน้ำตาล XOS สามารถผลิตได้จากการย่อยฟางข้าวและชานอ้อย น้ำตาล MOS ได้จากการย่อยกากมะพร้าวและกากกาแฟ น้ำตาล POS ได้จากการย่อยเปลือกพืชตระกูลส้มและเลม่อน และน้ำตาล COS ได้จากการย่อยเศษเปลือกกุ้ง เป็นต้น

3. ประโยชน์ของน้ำตาลพรีไบโอติกส์ที่มีต่อผู้บริโภค

ในความเป็นจริงแล้ว สารพรีไบโอติกส์ไม่ได้ให้ประโยชน์แก่ร่างกายผู้บริโภคโดยตรง แต่ประโยชน์ที่ได้มานั้นเป็นผลดีจากการกระตุ้นโปรไบโอติกส์ในลำไส้ให้แข็งแรงต่างหาก จึงทำให้ร่างกายของเราได้รับประโยชน์ตามมา ประโยชน์ของโปรไบโอติกส์ต่อสุขภาพนั้นได้ถูกกล่าวไว้แล้วในหัวข้อก่อนหน้านี้ อย่างไรก็ตามเมื่อไม่นานมานี้ นักวิจัยพบว่าน้ำตาลพรีไบโอติกส์บางชนิดสามารถให้ประโยชน์แก่ผู้บริโภคโดยตรงได้ โดยพบว่าน้ำตาลพรีไบโอติกส์ช่วยป้องกันเชื้อโรคยึดเกาะบนผนังลำไส้ของคนและสัตว์ น้ำตาลที่มีคุณสมบัตินี้ ได้แก่ น้ำตาล GOS น้ำตาล HMO และน้ำตาล MOS กรณีของสองชนิดแรกนั้น นอกจากสามารถกระตุ้นการเจริญของโปรไบโอติกส์แล้ว ยังยับยั้งการยึดเกาะผนังลำไส้โดยเชื้อก่อโรคหลายสายพันธุ์ เช่น *Streptococcus pneumonia*, *Listeria monocytogenes*, *Vibrio cholera*, *Salmonella fyris*, HIV, *E. coli* และ *Campylobacter jejuni* เป็นต้น ในขณะที่กรณีของน้ำตาล MOS นั้น มีรายงานว่าสามารถเข้าจับกับโปรตีนชื่อเลคติน (lectin) ที่อยู่บนผนังเซลล์ของเชื้อ *Salmonella* sp., *E. coli* และ *Vibrio cholera* ซึ่งโดยปรกติแล้วเชื้อจะใช้ส่วนโปรตีนนี้ในการยึดเกาะกับผนังลำไส้แล้วเจริญเติบโตและก่อให้เกิดโรค ดังนั้น ในเมื่อเชื้อโรคไม่สามารถยึดเกาะลำไส้ได้จึงถูกร่างกายขับถ่ายออกไปพร้อมอุจจาระ (ภาพที่ 9)



ภาพที่ 9 กลไกป้องกันเชื้อก่อโรคเข้ายึดเกาะบนผนังลำไส้โดยน้ำตาลแมนโนโอลิโกแซคคาไรด์ (mannooligosacchairdes; MOS)

มีหลักฐานว่าเด็กที่บริโภคน้ำตาลอินูลินทั้งขนาดสายยาวและสั้น (FOSs) เป็นประจำทุกวันช่วยทำให้การดูดซึมแคลเซียมได้ดีขึ้น ส่งผลให้เพิ่มมวลกระดูกในช่วงวัยเจริญเป็นหนุ่มสาว ส่วนการทดลองในสัตว์ทดลอง เช่น หนูทดลอง ก็พบผลการทดลองเช่นเดียวกับการศึกษาในคน แต่พบข้อมูลเพิ่มเติมคือ เมื่อโปรไบโอติกส์กลุ่ม *Bifidobacterium* sp. และ *Lactobacillus* sp. เพิ่มจำนวนขึ้นในลำไส้ใหญ่ส่วนซีกัม (caecum) แล้ว SCFAs ที่ผลิตขึ้น (โดยเฉพาะอย่างกรดบิวทิริก) จะช่วยกระตุ้นการดูดซึมแคลเซียมและแมกนีเซียม ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อความหนาแน่นของเกลือแร่ในกระดูก ส่วนในการดูดซึมธาตุเหล็กนั้น ได้มีการศึกษาในลูกหมูที่เป็นโรคโลหิตจาง พบว่าอินูลินช่วยกระตุ้นการควบคุมของยีน (genes) ที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งธาตุเหล็กในเซลล์เยื่อบุลำไส้เล็กได้

นักวิจัยยังพบว่าพรีไบโอติกส์ช่วยในการควบคุมน้ำหนักตัวได้ ข้อมูลนี้น่าจะทำให้คุณสาว ๆ รู้สึกมีความหวังขึ้นมาบ้างไม่มากก็น้อย เพราะจากการศึกษาในหนูทดลองที่กินอินูลินทุกวันจะมีปริมาณไขมันที่ลดลง การลดลงนี้สอดคล้องกับปริมาณอาหารที่หนูกินเข้าไปแต่ละวันซึ่งลดลง นักวิจัยได้รายงานว่าอาหารที่มีพรีไบโอติกส์เป็นองค์ประกอบมีบทบาทสำคัญในการช่วยให้มีการหลั่งเปปไทด์ (peptide) หลายชนิด เช่น glucacon-like peptide (GLP), peptide YY (PYY) จาก endrocrine cell ของลำไส้ เปปไทด์เหล่านี้เป็นฮอร์โมนทำหน้าที่ควบคุมความอิ่ม การกินอาหาร และพลังงานให้คงที่ ผลการศึกษาในคนก็ให้ผลที่สอดคล้องกัน โดยอาสาสมัครที่ได้รับอินูลินสายสั้นเป็นประจำทุกวัน วันละ 16 กรัม จะมีระดับของเปปไทด์เหล่านี้เพิ่มขึ้น อาการหิวลดลง และกินอาหารลดลง

4. ตัวอย่างอาหารที่มีการเสริมพรีไบโอติกส์

ปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์อาหารที่เสริมน้ำตาลพรีไบโอติกส์ออกสู่ตลาดมากมาย โดยน้ำตาลในกลุ่ม FOS, อินูลิน, GOS และ TOS น่าจะเป็นพรีไบโอติกส์ที่ถูกนำมาใช้มากที่สุด โดยผสมในผลิตภัณฑ์นม น้ำผลไม้ ผลิตภัณฑ์เนื้อ อาหารเด็ก ขนมหวาน เป็นต้น ซึ่งพรีไบโอติกส์ที่ดีจะต้องทนต่อสภาวะต่าง ๆ ในกระบวนการผลิตอาหารชนิดนั้นๆ ให้ได้ด้วย ไม่ว่าจะเป็นความร้อน ความดัน สภาพความเป็นกรด-ด่างที่รุนแรง และจุลินทรีย์ในอาหาร เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อยังคงมีปริมาณเพียงพอในการทำหน้าที่เป็นสารพรีไบโอติกส์ในร่างกายผู้บริโภค และนอกจากนี้น้ำตาลพรีไบโอติกส์ต้องไม่ทำให้รสชาติและคุณสมบัติทั้งด้านกายภาพของอาหารเปลี่ยนแปลงไปจนผู้บริโภคไม่ยอมรับ ประเด็นนี้สำคัญเป็นอย่างมาก

ผู้เขียนขอเริ่มต้นยกตัวอย่างการออกแบบอาหารที่ผสมน้ำตาลพรีไบโอติกส์ซึ่งมาจากงานวิจัยของผู้เขียนเอง ซึ่งมีสองตัวอย่าง ได้แก่ หมูยอสูตรพรีไบโอติกส์ และไอศกรีมสูตรซินไบโอติกส์ (synbiotic icecream) (ภาพที่ 10) กรณีของหมูยอพรีไบโอติกส์นั้น เกิดจากแนวคิดต้องการยกระดับอาหารพื้นบ้านของไทยให้มีจุดขายเชิงโภชนาการ ในครั้งนั้นได้ทดลองผสมน้ำตาล FOS (ปริมาณ 5-10% โดยน้ำหนัก) ที่เตรียมได้จากหัวชิโครี่และหัวหอมลงในหมูยอ ผลการศึกษาพบว่าปริมาณน้ำตาล FOS จากทั้งสองแหล่งลดลงไปเพียงเล็กน้อยเมื่อผ่านความร้อนที่ 80 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาที ซึ่งเป็นสภาวะที่ใช้นึ่งหมูยอ ผลการทดลองครั้งนั้นยังพบว่าหมูยอทุกสูตรสามารถกระตุ้นการเจริญของเชื้อโปรไบโอติกส์สายพันธุ์ *L. acidophilus*, *L. lactis* และ *L. plantarum* ได้ และเมื่อทดสอบการกระตุ้นการเจริญของประชากรจุลินทรีย์ผสมจากทางเดินอาหารคนด้วยเทคนิค fecal slurry test ก็พบว่าหมูยอพรีไบโอติกส์ทุกสูตรสามารถส่งเสริมการเจริญของแบคทีเรียกรดแลกติก (lactic acid bacteria) โดยรวมได้ดี ส่งผลให้ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคกลุ่ม Salmonella-Shigella ได้ จึงสรุปได้ว่าหมูยอพรีไบโอติกที่เสริมด้วยน้ำตาล FOS จากพืชทั้งสองแหล่งนี้ มีศักยภาพที่จะพัฒนาให้เป็นผลิตภัณฑ์อาหารฟังก์ชั่นเพื่อผู้บริโภคต่อไปได้ และในขณะนี้กำลังอยู่ระหว่างการขยายผลเพื่อผลิตจริงในระดับอุตสาหกรรมโดยได้รับความร่วมมือจากผู้ประกอบการในจังหวัดเชียงใหม่ซึ่งทำธุรกิจผลิตอาหารพื้นเมืองสำหรับเป็นของฝาก

มาถึงกรณีของการผลิตไอศกรีมซินไบโอติกส์ ซึ่งในครั้งนั้น ผู้เขียนได้มอบหมายให้เป็นหัวข้อวิจัยของนักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ และปัจจุบันนักศึกษาท่านนั้นได้จบการศึกษาไปแล้ว ท่านผู้อ่านอาจจะแปลกใจว่า “ซินไบโอติกส์” คืออะไร? เพราะผู้เขียนยังไม่เคยกล่าวถึงคำ ๆ นี้เลยในบทความนี้ จริง ๆ แล้วซินไบโอติกส์คืออาหารที่มีส่วนผสมของทั้งโปรไบโอติกส์และพรีไบโอติกส์อยู่ด้วยกันครับ แต่มีเงื่อนไขว่าพรีไบโอติกส์ที่เติมลงไป จะต้องส่งเสริมการเจริญของโปรไบโอติกส์สายพันธุ์ที่ใช้อย่างเฉพาะเจาะจง ซึ่งเดิมผู้เขียนได้เคยทดลองทำไอศกรีมที่มีส่วนผสมเพียงโปรไบโอติกส์มาแล้ว แต่พบปัญหาว่าเชื้อที่เติมลงไปขณะที่ตีปั่นไอศกรีมนั้นมีอัตราการรอดชีวิตที่ต่ำมาก อันเนื่องมาจากความเย็นที่ระดับต่ำกว่าจุดเยือกแข็งของน้ำ (<0 องศาเซลเซียส) ทำให้น้ำภายในเซลล์เกิดการแข็งตัวเป็นผลึกน้ำแข็ง จึงทิ่มแทงเยื่อหุ้มเซลล์และผนังเซลล์ทำให้เชื้อตาย ต่อมาจึงได้ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมและพบว่าน้ำตาลพรีไบโอติกส์กลุ่ม RFO มีคุณสมบัติช่วยลดการเกิดผลึกน้ำแข็งภายในเซลล์ได้ นักศึกษาจึงได้สกัดน้ำตาล RFO จากเมล็ดถั่วเหลืองสายพันธุ์เชียงใหม่ 60 แล้วผสมร่วมลงไปสูตรการผลิตไอศกรีมโปรไบโอติกส์ ผลการทดลองที่ได้ออกมาเป็นที่น่าพอใจอย่างมาก เพราะอัตราการรอดชีวิตของโปรไบโอติกส์ระหว่างการตีปั่นผลิตไอศกรีมสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ไอศกรีมที่มีทั้งโปรไบโอติกส์และพรีไบโอติกส์ แต่เป็นที่น่าเสียดายที่งานวิจัยนี้ยังอยู่แค่ในระดับห้องปฏิบัติการเท่านั้น อย่างไรก็ตาม ผู้เขียนจะหาโอกาสต่อยอดศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตระดับอุตสาหกรรมและนำไปใช้ประโยชน์จริงให้ได้ต่อไป

นมผงเด็กเป็นอีกหนึ่งตัวอย่างอาหารผสมพรีไบโอติกส์ที่ถูกนำเสนอไว้ในยุคแรกๆ สูตรและอัตราส่วนผสมได้ถูกศึกษาวิจัยมาเป็นอย่างดี โดยน้ำตาล FOS และ GOS มักถูกนำมาใช้ แต่ในปัจจุบันนมผงพรีไบโอติกส์ได้ถูกพัฒนาให้เป็นนมผงซินไบโอติกส์แล้ว อีกทั้งยังมีการผสมสารอาหารที่มีประโยชน์อื่น ๆ ต่อพัฒนาการของเด็กลงไปด้วย เช่น วิตามินบี 12 โคลีน (Choline) กรดไขมันชนิด DHA และเลซิติน (lecithin) เป็นต้น

ช็อกโกแลตก็เป็นขนมที่ถูกพัฒนาให้มีจุดเด่นขึ้นได้ด้วยการเติมน้ำตาลพรีไบโอติกส์ลงไป โดยสารพรีไบโอติกส์ชนิดหลักที่ถูกนำมาเสริมคืออินูลินและโพลิเด็กโทรส (polydextrose) ส่วนน้ำตาล FOS และ GOS นั้น พบว่านำมาใช้น้อยมาก อินูลินและโพลิเด็กโทรสนอกจากจะใช้ประโยชน์เป็นสารพรีไบโอติกส์แล้ว ยังพบว่าช่วยเป็นสารให้ความหวาน (sweetener) และสารเพิ่มปริมาณ (bulking agent) ให้กับช็อกโกแลตด้วย อีกทั้งสารทั้งสองนี้ยังสามารถใช้เป็นสารทดแทนไขมันในสูตรช็อกโกแลตไขมันและแคลอรี่ต่ำด้วย ในท้องตลาดมีช็อกโกแลตสำหรับเด็กยี่ห้อ ActiVkids (ภาพที่ 11) เป็นสูตรซินไบโอติกส์ที่ไม่เปิดเผยว่ามีส่วนประกอบของพรีไบโอติกส์และโปรไบโอติกส์ชนิดใด แต่ระบุว่าขนมนี้มีส่วนช่วยในเรื่องการย่อยอาหาร กระตุ้นภูมิคุ้มกัน และให้ร่างกายแข็งแรงโดยส่งผลแบบ synergism

ภาพที่ 11 ผลิตภัณฑ์ช็อกโกแลตซินไบโอติกส์ยี่ห้อ ActiVkids
ที่มา: http://activhealth.com.sg/activkids
(วันที่เข้าถึง 11 กรกฎาคม 2559)

และผลิตภัณฑ์ชนิดสุดท้ายที่แนะนำในบทความนี้ คือ “Pleasant morning mum even today’s granules” เป็นผลิตภัณฑ์อาหารเสริมจากประเทศญี่ปุ่น ภายในเม็ดประกอบไปด้วยเชื้อ *Bifidobacterium* sp. และผงแก่นตะวันจากเมืองคุมาโมโต ซึ่งผู้อ่านก็คงเดาได้ทันทีว่าผงนี้จะมีน้ำตาลพรีไบโอติกส์ชนิดใดเป็นองค์ประกอบอยู่ (ภาพที่ 12)

ภาพที่ 12 ผลิตภัณฑ์ pleasant morning mum even today’s granules
http://global.rakuten.com/en/store/barny/item/10000216/
(วันที่เข้าถึง 11 กรกฎาคม 2559)

5. บทสรุป

แม้ชื่อของน้ำตาลพรีไบโอติกส์อาจจะฟังดูไม่คุ้นหูสักเท่าไหร่นักในหมู่ผู้บริโภค แต่ประโยชน์ของมันมีมากมายมหาศาลตอบโจทย์ได้เป็นอย่างดีต่อผู้บริโภคในยุคสมัยนี้ที่มักมีปัญหาเรื่องระบบทางเดินอาหารและระบบอื่น ๆ ของร่างกายด้วย แต่การบริโภคพรีไบโอติกส์เพื่อสุขภาวะที่ดีของตัวเรานั้น สามารถทำได้ง่าย ๆ เพียงกินอาหารตามธรรมชาติทั้งผักและผลไม้ชนิดที่ผู้เขียนแนะนำในบทความนี้ โดยไม่จำเป็นต้องหาซื้อผลิตภัณฑ์อาหารเสริมที่มีราคาแพงมาบริโภค แต่อย่างไรก็ตาม ผลิตภัณฑ์อาหารเสริมก็อาจมีความจำเป็นในผู้บริโภคบางรายที่มีวิถีชีวิตที่แตกต่างออกไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ที่อยู่ในสังคมเมืองที่ชีวิต

มีแต่ความรีบเร่ง ความเครียด และปัญหามลภาวะที่ปั่นทอนสุขภาพ ผลิตภัณฑ์อาหารพรีไบโอติกส์เหล่านี้และรวมทั้งอาหารเสริมเพื่อสุขภาพชนิดอื่น ๆ อาจจะช่วยตอบโจทย์เพื่อสุขภาพท่านได้ เราเรียกอาหารเพื่อสุขภาพเหล่านี้ว่าเป็นอาหารเชิงหน้าที่ (Functional foods) หรืออาหารโภชนเภสัช (Neutraceutical foods) ตลาดผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพเติบโตอย่างรวดเร็วซึ่งรวมถึงในประเทศไทยด้วย เป็นที่น่ายินดีที่รัฐบาลไทยได้จัดตั้งเมืองนวัตกรรมอาหาร (Food Innopolis) ขึ้นตามมติคณะรัฐมนตรี ปี 2558 เพื่อเป็นศูนย์กลางในการวิจัยทุกด้านที่เกี่ยวกับอุตสาหกรรมอาหารและนวัตกรรมอาหารเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของภาคอุตสาหกรรมอาหารของไทย อาหารเพื่อสุขภาพได้ถูกระบุไว้เป็นหนึ่งในกลุ่มเป้าหมายที่ถูกระบุอยู่ในแผนงานครั้งนี้ด้วย มหาวิทยาลัยแม่โจ้ก็เป็นสมาชิกหนึ่งใน 35 หน่วยงานจากทั่วประเทศ ที่ร่วมร่างนโยบายและขับเคลื่อนเมืองนวัตกรรมแห่งนี้ ผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่าการพัฒนานวัตกรรมอาหารเพื่อสุขภาพจะไม่หยุดนิ่ง เพื่อให้ได้อาหารที่เหมาะสมต่อกลุ่มผู้บริโภคที่หลากหลายในสังคมทั้งปัจจุบันและในอนาคต ■

MAEJO VISION

เอกสารอ้างอิง

Gibson, G.R., H.M. Probert, J.V. Loo, R.A. Rastall and Roberfroid, M.B. (2004). Dietary modulation of the human colonic microbiota: updating the concept of prebiotics. **Nutrition Research Reviews** 17: 259–275.

Gibson, G. R. and Roberfroid, M.B. (1995). Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. **The Journal of Nutrition** 125: 1401-1412.

Intanon, M., Arreola, S. L., Pham, N.H., Kneifel, W., Haltrich, D. and Nguyen, T-H. (2014). Nature and biosynthesis of galacto-oligosaccharides related to oligosaccharides in human breast milk. **FEMS Microbiology Letters** 353: 89-97.

Martinez-Ferez, A., Rudloff, S., Guadix, A., Henkel, C.A., Pohlentz, G., Boza, J.J., Guadix, E.M. and Kunz, C. (2006). Goat's milk as a natural source of lactose-derived oligosaccharides: Isolation by membrane technology. **International Dairy Journal** 16: 173-181.

Mussatto, S. and Mancilha, I.M. (2007). Non-digestible oligosaccharides: a review. **Carbohydrate polymers** 68: 587-597.

Sangwan, V., Tomar, S.K., Singh, R.R.B., Singh, A.K. and Ali, B. (2011). Galactooligosaccharides: novel components of designer foods. **Journal of Food Science** 76: 103-111.

Wongputtisin, P., R. Ramaraj, Y. Unpaprom, R. Kawaree and N., Pongtrakul. (2015). Raffinose family oligosaccharides in seed of *Glycine max* cv. Chiang Mai60 and potential source of prebiotic substances. **International Journal of Food Science and Technology** 5: 1750-1756.