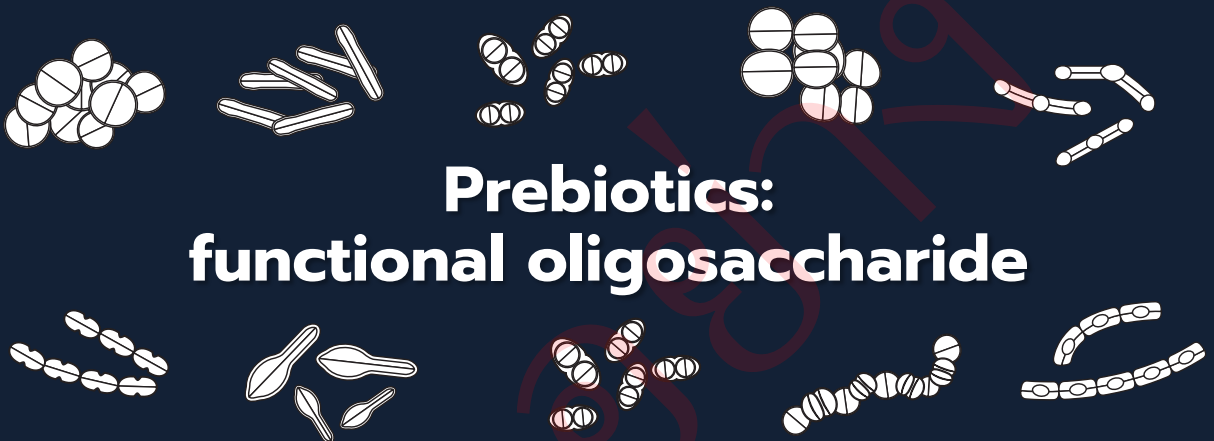




สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

พรีไบโอติก: ฟังก์ชันนัลโอลิโกแซ็กคาไรด์

ฉบับพิมพ์ครั้งที่ 2 แก้ไขปรับปรุง



**Prebiotics:
functional oligosaccharide**



ดร.จารุณี ควรพิบูลย์

หนังสือที่ได้รับทุนสนับสนุนการเขียนตำราจากมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ พ.ศ. 2564

สารบัญ

สารบัญรูป	(9)
สารบัญตาราง	(13)
การใช้คำย่อ	(14)
กิตติกรรมประกาศ	(16)
คำนำ	(17)

ตอนที่ 1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับโครงสร้าง	
และการผลิตพรีไบโอติกโพลีแซ็กคาไรด์โดยใช้เอนไซม์	1

บทที่ 1 คาร์โบไฮเดรตและอนุพันธ์	2
บทนำ	2
1.1 การจำแนกชนิดของคาร์โบไฮเดรต	3
1.2 โครงสร้าง คุณสมบัติ และหน้าที่ของโมโนแซ็กคาไรด์	5
1.3 โครงสร้าง คุณสมบัติ และหน้าที่ของโอลิโกแซ็กคาไรด์	11
1.4 โครงสร้าง คุณสมบัติ และหน้าที่ของพอลิแซ็กคาไรด์	13
1.5 อนุพันธ์คาร์โบไฮเดรต	16
บทสรุป	23
เอกสารอ้างอิง	25

บทที่ 2 พรีไบโอติกและโพรไบโอติก	30
บทนำ	30
2.1 ทางเดินอาหารมนุษย์กับจุลินทรีย์ในทางเดินอาหาร	31
2.2 พรีไบโอติก	38
2.3 โพรไบโอติก	45
2.4 ซินไบโอติก	55
บทสรุป	56
เอกสารอ้างอิง	58

บทที่ 3	การผลิตพรีไบโอติกโพลิโกลแซ็กคาไรด์โดยใช้เอนไซม์	66
	บทนำ	66
	3.1 พรุทโพลิโกลแซ็กคาไรด์และอินูลิน	69
	3.2 กาแล็กโทโพลิโกลแซ็กคาไรด์	74
	3.3 มอลโทโพลิโกลแซ็กคาไรด์	81
	3.4 ไฮโลโพลิโกลแซ็กคาไรด์	86
	3.5 แล็กโทซูโครส	89
	บทสรุป	93
	เอกสารอ้างอิง	95
ตอนที่ 2	พรีไบโอติกยอदनนิยมและการศึกษาวิจัยในมนุษย์	104
บทที่ 4	ไอโซมอลโทโพลิโกลแซ็กคาไรด์	105
	บทนำ	105
	4.1 การผลิตไอโซมอลโทโพลิโกลแซ็กคาไรด์	107
	4.2 การใช้ประโยชน์	115
	4.3 ผลกระทบทางสรีรวิทยา	116
	บทสรุป	127
	เอกสารอ้างอิง	129
บทที่ 5	อินูลินและพรุทโพลิโกลแซ็กคาไรด์	137
	บทนำ	137
	5.1 คุณลักษณะและผลทางชีวภาพของพรุทแทน	138
	5.2 ผลของพรุทแทนต่อโรคระเพาะอาหารและลำไส้	147
	5.3 ผลของพรุทแทนต่อกระบวนการเมแทบอลิซึมของแร่ธาตุและวิตามิน	152
	5.4 ความสามารถในการทนทานต่อการย่อยของพรุทแทน	156
	5.5 ผลของพรุทแทนต่อระดับคอเลสเตอรอลในเลือด	157
	บทสรุป	157
	เอกสารอ้างอิง	158

บทที่ 6	คาร์โบไฮเดรตพรีไบโอติกชนิดใหม่	170
	บทนำ	170
	6.1 แล็กทูโลส	173
	6.2 โพลีออล	177
	6.3 โอลิโกแซ็กคาไรด์ที่ย่อยไม่ได้	187
	6.4 พอลิแซ็กคาไรด์	200
	6.5 สิ่งที่สามารถเกิดขึ้นเร็ว ๆ นี้	205
	บทสรุป	208
	เอกสารอ้างอิง	210
ตอนที่ 3	บทบาททางชีวภาพของพรีไบโอติก และบทสรุป	227
บทที่ 7	พรีไบโอติกและเมแทบอลิซึมของไขมัน	228
	บทนำ	228
	7.1 เมแทบอลิซึมของคอเลสเตอรอล	230
	7.2 เมแทบอลิซึมของกรดน้ำดี	233
	7.3 โพรไบโอติกกับเมแทบอลิซึมของไขมัน	234
	7.4 พรีไบโอติกกับเมแทบอลิซึมของไขมัน	237
	7.5 พรีไบโอติกและการผลิตกรดไขมันสายสั้นเพื่อสุขภาพ	241
	7.6 ผลของพรีไบโอติกต่อเมแทบอลิซึมของไขมัน	249
	บทสรุป	252
	เอกสารอ้างอิง	254
บทที่ 8	ผลของพรีไบโอติกต่อการป้องกันมะเร็ง	268
	บทนำ	268
	8.1 กระบวนการก่อมะเร็งในโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่และไส้ตรง	269
	8.2 ศักยภาพในการต้านมะเร็งของโพรไบโอติกและพรีไบโอติก	272
	บทสรุป	285
	เอกสารอ้างอิง	286

บทที่ 9	บทบาทของพรีไบโอติกในการป้องกันโรกระบบทางเดินอาหาร	297
	บทนำ	297
	9.1 โรคทางเดินอาหารอักเสบเฉียบพลัน	299
	9.2 โรคทางเดินอาหารอักเสบจากเชื้อเอสเชอริเชีย โคไล	300
	9.3 โรคทางเดินอาหารอักเสบที่เกี่ยวข้องกับเชื้อซาลโมเนลลา	304
	9.4 โรคทางเดินอาหารอักเสบที่เกี่ยวข้องกับเชื้อคลอสตริเดียม ดิฟฟิไซล์	307
	9.5 โรคทางเดินอาหารอักเสบเฉียบพลันจากเชื้อเอชไพโลไร	310
	9.6 การติดเชื้อโรตาไวรัส	312
	9.7 อาการท้องร่วงที่เกี่ยวข้องกับเชื้อเอชไอวี/โรคเอดส์	314
	9.8 โรคลำไส้แปรปรวนและโรคลำไส้อักเสบ	315
	9.9 โรคกระเพาะอาหารอักเสบเรื้อรังและโรคแผลเปื่อยเพปติก	317
	9.10 โรคมะเร็งลำไส้	319
	9.11 โรคลำไส้ใหญ่อักเสบเป็นแผล	321
	9.12 โรคโครห์น	325
	9.13 โรคลำไส้ใหญ่อักเสบชนิด Pseudomembranous colitis	327
	บทสรุป	329
	เอกสารอ้างอิง	331
บทที่ 10	พรีไบโอติก: อดีต ปัจจุบัน และอนาคต	347
	บทนำ	347
	10.1 พรีไบโอติก: อดีต	348
	10.2 พรีไบโอติก: ปัจจุบัน	352
	10.3 พรีไบโอติก: อนาคต	356
	บทสรุป	361
	เอกสารอ้างอิง	364
	ดัชนี	369
	ประวัติผู้นิพนธ์	378

คำนำ

พรีไบโอติก: ฟังก์ชันโพลิโกลีโคแซ็กคาไรด์ เป็นตำราวิชาการที่ได้เรียบเรียงลำดับเนื้อหาให้ง่ายต่อการติดตาม และทำความเข้าใจ เหมาะสำหรับนิสิต นักศึกษาแพทย์ นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา อาจารย์ นักวิจัย และประชาชนทั่วไปที่มีความสนใจติดตามความก้าวหน้าในการศึกษาเรื่องพรีไบโอติก สามารถใช้ประกอบการเรียนการสอน หรือใช้ค้นคว้าหาความรู้เกี่ยวกับพรีไบโอติกในงานวิจัย สำหรับเนื้อหาของตำราเล่มนี้ ผู้นิพนธ์ได้เรียบเรียงเกี่ยวกับอาหารฟังก์ชันโพลิโกลีโคแซ็กคาไรด์ซึ่งเป็นสิ่งที่ร่างกายไม่สามารถย่อยและดูดซึมได้ที่ลำไส้เล็ก ซึ่งอาหารฟังก์ชันเหล่านี้สามารถเข้าสู่ลำไส้ใหญ่ได้ในรูปที่ไม่เปลี่ยนแปลง และจะถูกย่อยสลายโดยแบคทีเรียโพรไบโอติก ทำให้กระตุ้นการเจริญและการทำงานของแบคทีเรีย พรีไบโอติกพบได้ใน หัวหอม กระเทียม ถั่วเหลือง ถั่วแดง ไฟเบอร์ในผักและผลไม้ต่างๆ เป็นต้น เนื้อหาในเล่มแบ่งเป็น 10 บท โดยผู้นิพนธ์พยายามที่จะรวบรวมและสรุปข้อมูลที่สำคัญตั้งแต่อดีตมาประกอบกับงานวิจัยในยุคปัจจุบัน เนื้อหาในตอนแรกแบ่งเป็น 3 บทเป็นส่วนของพื้นฐานวิทยาศาสตร์ (basic science) ของพรีไบโอติก เป็นความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับโครงสร้างและการผลิตพรีไบโอติก โอลิโกแซ็กคาไรด์โดยใช้เอนไซม์ เนื้อหาส่วนที่ 2 แบ่งเป็น 3 บท เกี่ยวข้องกับพรีไบโอติก ยอดนิม และการศึกษาวิจัยในมนุษย์ เน้นใช้ข้อมูลจากงานวิจัยของผู้นิพนธ์ที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการผลิตไอโซมอลโทโอลิโกแซ็กคาไรด์ อินูลินและฟรุกโทโอลิโกแซ็กคาไรด์ และคาร์โบไฮเดรตพรีไบโอติกชนิดใหม่ๆ ตลอดจนการนำไปใช้ประโยชน์ ส่วนสุดท้ายของตำราเล่มนี้แบ่งเป็น 4 บท เป็นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับบทบาททางชีวภาพของพรีไบโอติกด้านเมแทบอลิซึมของไขมัน ผลของพรีไบโอติกต่อการป้องกันมะเร็ง บทบาทของพรีไบโอติกในการป้องกันโรคระบบทางเดินอาหาร และบทสรุปของพรีไบโอติกจากอดีตจนถึงอนาคต

พรีไบโอติก: อดีต ปัจจุบัน และอนาคต (Prebiotics: past, present and future)

บทนำ

พรีไบโอติก (prebiotics) จัดเป็นฟังก์ชันนัลฟู้ดชนิดหนึ่ง ซึ่งไม่สามารถถูกย่อยและดูดซึมได้ที่ลำไส้เล็ก จึงผ่านเข้าสู่ลำไส้ใหญ่โดยไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงใดๆ พรีไบโอติกทำหน้าที่เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยและส่งเสริมการเจริญที่เฉพาะเจาะจงกับจุลินทรีย์ที่มีผลดีต่อสุขภาพ (probiotics) เช่น แล็กโทบาซิลลัส บิฟิโดแบคทีเรีย แต่ทำให้จุลินทรีย์ชนิดที่มีผลเสียต่อสุขภาพลดจำนวนลง ดังนั้นพรีไบโอติกจึงส่งผลดีต่อสุขภาพของผู้บริโภค เช่น ช่วยบรรเทาอาการท้องผูก ลดการติดเชื้อในระบบทางเดินอาหาร ป้องกันภาวะภูมิไวเกิน ลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือด เพิ่มการดูดซึมแคลเซียม และลดความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งลำไส้ใหญ่ ตามที่ได้เคยบรรยายไว้ในบทที่ 2 (ข้อ 2.2.4) พรีไบโอติกตามธรรมชาติพบได้ในอาหารหลายชนิด เช่น ในผัก ผลไม้ และธัญพืชบางชนิด ในทางการค้าพรีไบโอติกส่วนใหญ่โดยเฉพาะโอลิโกแซ็กคาไรด์พรีไบโอติกผลิตขึ้นจากการสังเคราะห์ด้วยเอนไซม์จากแบคทีเรีย เช่น เอนไซม์ทรานสกลูโคซิเดส ไซโคลเดกซ์ทรินไกลโคซิลทรานสเฟอเรส แอมิโลมอสเทส และเดกซ์แทรนซูเครส เป็นต้น (ยกเว้นแล็กทูโลสเป็นการสังเคราะห์ขึ้นด้วยวิธีทางเคมี) ซึ่งให้ปริมาณผลผลิตที่สูงกว่า และสามารถควบคุมความยาวของสายโอลิโกแซ็กคาไรด์ได้ ปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิด เช่น เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ นมเปรี้ยว นมผงสำหรับเลี้ยงทารก นิยมเติมพรีไบโอติกและโพรไบโอติกร่วมกัน โดยเรียกชื่อใหม่ว่า ซินไบโอติก ซึ่งมีส่วนสำคัญในการปรับสมดุลของจุลินทรีย์ใน

ระบบทางเดินอาหาร โดยในบทสรุปนี้ เป็นการกล่าวถึงประวัติและวิวัฒนาการของพรีไบโอติกในอาหารของมนุษย์ รวมทั้งประเด็นต่างๆ เกี่ยวกับงานวิจัย แนวโน้มความต้องการ และมูลค่าทางการตลาดของพรีไบโอติกทั้งในอดีต ปัจจุบัน และอนาคต

10.1 พรีไบโอติก: อดีต

การพบฟรุกแทนปริมาณมากในพืชพรรณของโลกช่วยยืนยันได้เป็นอย่างดีว่าบรรพบุรุษของเราในสมัยไพลโอซีน (pliocene) และไพลสโตซีน (pleistocene epoch) เมื่อหลายล้านปีก่อนได้รับประทานอินูลินและโอลิโกฟรุกโทสพรีไบโอติกเป็นอาหาร เมื่อบรรพบุรุษของเราย้ายถิ่นฐานจากป่าฝนไปยังป่าสะวันนาที่แห้งแล้งของแอฟริกาที่อยู่ในเขตกึ่งร้อน หัวพืชใต้ดินที่เกิดจากต้น เหง้า หัวที่เกิดจากเหง้า และหัวที่เกิดจากกาบใบซึ่งหลายชนิดอุดมไปด้วยพรีไบโอติก เป็นแหล่งพลังงานที่คุ้นเคยและสำคัญ แหล่งพลังงานหลายๆ ชนิดเหล่านี้ทำหน้าที่เป็นอาหารหลักสำหรับเหล่าคนล่าสัตว์คนเก็บเกี่ยวพืชผล และกลุ่มที่ทำการเกษตรสมัยใหม่ที่ยังคงอาศัยอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นเขตกึ่งร้อน อย่างไรก็ตาม ส่วนประกอบที่ไม่สามารถย่อยได้และพืชที่อยู่ในพืชที่พบในแหล่งอาหารใต้ดินหลายๆ ชนิดคงจำกัดบทบาทการเป็นอาหารหลักของพืชเหล่านี้ในสมัยแรก จนกระทั่งเริ่มมีการปรับเปลี่ยนทางเทคโนโลยี เช่น มีการนำไฟมาใช้ในการประกอบอาหาร และการเรียนรู้จากประสบการณ์ทางภูมิปัญญาก็ช่วยในการจำแนกแยกแยะส่วนประกอบต่างๆ ของพืชได้ว่าส่วนใดสามารถรับประทานได้อย่างปลอดภัยหรือมีพิษ เป็นต้น¹ อย่างไรก็ตาม เมื่อสิ่งมีชีวิตกลุ่มแรกๆ ในจีนส์โฮโมอย่างมนุษย์เราเริ่มมีวิวัฒนาการต่างๆ จนกระทั่งกลายเป็นกลุ่มที่มีบทบาทสำคัญในหมู่สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม การนำอาหารที่มีพรีไบโอติกมารับประทานจึงกลายเป็นทางเลือกที่เป็นประโยชน์ต่อประชากรที่มีความต้องการดูแลสุขภาพ

ความเข้าใจบทบาทของพรีไบโอติกในสมัยโบราณและบทบาทที่เกี่ยวกับวิวัฒนาการในอาหารของมนุษย์มีน้อยมาก ความก้าวหน้าอย่างต่อเนื่องในความเข้าใจของเราต่อประโยชน์ของพรีไบโอติกที่มีต่อสุขภาพผ่านการศึกษาวิจัยทั้งในแบบ *in vivo* และ *in vitro* ในสมัยใหม่ ได้รับประโยชน์จากความเข้าใจลึกซึ้งมากขึ้นจากช่วงเวลาต่างๆ ที่ได้จากโบราณคดี ปัจจุบันนี้ในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญทางโภชนาการและการแพทย์เริ่มตระหนักมากขึ้นเรื่อยๆ ถึงประเด็นอาหารสมัยก่อนประวัติศาสตร์หรืออาหารของคนล่าสัตว์และคนเก็บเกี่ยวอาหาร อาจเป็นต้นแบบสำหรับการพัฒนาอาหารที่ใช้ประโยชน์ในการรักษาโรค เพื่อลดความเสี่ยงของการเกิดโรคในอารยธรรมสมัยใหม่^{2, 3} ดังที่เห็นได้จากหลักฐานทางโบราณคดี พรีไบโอติกเป็นส่วนหนึ่งของอาหารสำหรับมนุษย์มานานแล้ว และในบางพื้นที่และช่วงเวลามีปริมาณมากกว่าที่มนุษย์ในสมัยใหม่ได้รับประทานกัน⁴

เมื่อมองลึกลงไปในแง่ของหลักฐาน แทบไม่มีหลักฐานที่เป็นรูปธรรมที่แสดงว่าบรรพบุรุษของพวกเราสมัยโบราณรับประทานพืชเป็นอาหาร เนื่องจากบันทึกทางโบราณคดีก็เก็บรักษาส่วนต่างๆ ของพืชอินทรีย์ไว้ได้ไม่มากนัก เราต้องเดินทางไปอีกหลายล้านปี จนกระทั่งถึงสมัยยุคหินเก่าตอนปลาย (ประมาณ 40,000–12,000 ปีก่อน) ของยุโรปตะวันตก และลุ่มน้ำเมดิเตอร์เรเนียน และจนถึงสมัยโฮโลซีนตอนต้น (ประมาณ 10,000 ปีก่อน) ของอเมริกาเหนือ ก่อนที่จะเริ่มมีหลักฐานชัดเจนทั้งทางตรงและทางอ้อมในเรื่องการรับประทานอาหารที่มีพรีไบโอติก การค้นคว้าวิจัยทางโบราณคดีขนาดใหญ่ในอเมริกาเหนือหลายทศวรรษบันทึกเรื่องการใช้ประโยชน์ของพืชที่อุดมไปด้วยพรีไบโอติกอย่างกว้างขวาง เช่น วานหางจระเข้ (*Agave spp.*) ต้นโซทอล (*Dasyllirion spp.*) ต้นคามัส (เช่น *Camassia quamash*, *Camassia leichtlinii*) และต้นหอม (*Allium spp.*) ขณะที่พืชที่มีอินูลินจำนวนมากเป็นที่รู้จักว่าเป็นแหล่งอาหารของมนุษย์สมัยก่อนประวัติศาสตร์และสมัยประวัติศาสตร์ในอเมริกาเหนือ พืชเหล่านี้มีหลักฐานเก่าแก่ที่สุดที่แสดงว่ามีการรับประทานพรีไบโอติกในอเมริกาย้อนหลังไปกว่า 9,000 ปี⁵ ในเขตโลเวอร์เพคอส (the Lower Pecos region) ของทะเลทรายชิฮัวฮวน (Chihuahuan desert) ในเท็กซัสตะวันตกตามชายแดนสหรัฐฯ และเม็กซิโก ถ้าที่มีการทับซ้อนหลายชั้นแสดงให้เห็นการใช้ประโยชน์ของวานหางจระเข้ โซทอล และต้นหอมที่ย้อนกลับไปถึง 9,200 ปี อยู่ในสภาพแห้งและถูกเก็บรักษาไว้ด้วยชะง่อนหินขนาดใหญ่ที่พบได้ในถ้ำหลายๆ แห่งและที่พิกในเขตนั้น พบมูลของมนุษย์และซากพืชขนาดใหญ่ที่บ่งชี้ว่าอาหารที่มีพรีไบโอติกที่ปรุงด้วยการอบในหลุม (เช่น วานหางจระเข้ โซทอล และต้นหอม) มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อเศรษฐกิจของทะเลทรายเขตนั้น⁶ ส่วนทางตะวันออกของเขตโลเวอร์เพคอสบริเวณตะวันตกของที่ราบสูงเอ็ดเวิร์ดส์ (the Edwards plateau) ของเท็กซัสตอนกลาง แหล่งขุดค้นวิลสัน-ลีโอนาร์ด (Wilson-Leonard site) ที่ถูกฝังลึกแสดงให้เห็นเตาดินเสริมด้วยหินที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางสองเมตร ซึ่งใช้สำหรับการปรุงหัวพืชที่เกิดจากกาบใบของต้นคามัส (*Camassia spp.*) ซึ่งมีลักษณะเหมือนหอมหัวใหญ่และมีคุณค่าทางโภชนาการ มีการค้นพบหัวต้นคามัสที่ดำเกียมระหว่างขุดเตาดังกล่าว และพบว่าถูกสร้างขึ้นประมาณ 8,200 ปี ก่อนปัจจุบัน⁷ ถึงแม้จะไม่ขุดพบหัวต้นคามัสที่ไหม้เกรียมเมื่อขุดค้นลึกลงไปกว่าเดิม แต่ส่วนล่างของเตาที่ทำจากหินก็มีอายุประมาณ 9,410-9,900 ปีก่อนปัจจุบัน บ่งบอกร่องรอยชัดเจนว่ามีการใช้พรีไบโอติกในสมัยก่อนที่แหล่งขุดค้นสเติเกอร์วอลต์ (Stigewalt site) ทางตะวันออกเฉียงใต้ของแคนซัส พบซากของเตาหินขนาดใหญ่ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่าสองเมตร และหัวหอมไหม้เกรียม (*Allium spp.*) ที่มีอายุย้อนไปประมาณ 8,810-7,910 ปีก่อนปัจจุบัน⁸ เหมือนกับเตาขนาดใหญ่ที่ค้นพบที่แหล่งขุดค้นวิลสัน-ลีโอนาร์ด (Wilson-Leonard site) ที่ตอนกลางของเท็กซัส มีการค้นพบหลุมที่ขุดด้วยมือที่เรียงรายด้วยหินที่ทำให้เตาร้อนก่อน ดูเหมือนว่าจะมีความเกี่ยวข้องกับการทำอาหารที่มีพรีไบโอติก และจะพบรูปแบบเหมือนกันนี้ไปทั่วทางตะวันตกเฉียงใต้ของอเมริกา ซึ่งพบหลุมสำหรับย่างต้นหางจระเข้

(ที่เรียกกันว่าหลุม *mescal*) หลายพันหลุมกระจายอยู่ทั่ว⁹ ทางตะวันตกเฉียงเหนือของอเมริกาที่พบเตาเรียงรายด้วยหินขนาดใหญ่ ที่ใช้สำหรับปรุงหัวคามัส (*camas bulbs*) ที่กินได้ปริมาณถึง 1,500 กิโลกรัมในการเผาครั้งเดียว¹⁰

ทางตะวันตกเฉียงใต้ของอเมริกา มีสภาพพื้นผิวที่เหมาะสมและมีการสะสมของดินอย่างช้าๆ ทับถมกันทำให้เหมาะกับการรักษาสภาพเตาหินที่ใช้ประกอบอาหารในอดีต ทำให้นักโบราณคดีสามารถขุดพบสภาพเตาหินที่มีการใช้งานเตาซ้ำหลายครั้ง และการสะสมของซากเตาในเวลาต่อมา (หินทำอาหารที่ถูกทิ้ง) ตลอดหลายฤดูกาล ทำให้สามารถวางแผนที่เครื่องมือที่ใช้ทำอาหารหลายพันชิ้น ซึ่งมักมีขนาดสูงกว่า 1 เมตร และมีเส้นผ่าศูนย์กลางนับสิบเมตร เมื่อปะติดปะต่อเรื่องราวจากการตรวจหาอายุจากคาร์บอนกัมมันตรังสีของเครื่องมือหินที่ใช้ทำอาหารนับร้อยชิ้นทั่วบริเวณตอนใต้ของอเมริกาเหนือ⁹ พบว่ามีการรับประทานอาหารที่มีฟรีไบโอดีทเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องโดยเริ่มตั้งแต่ว่า 9,000 ปีก่อน และมีการเพิ่มปริมาณมากขึ้นอย่างชัดเจนเมื่อราว 1,250 ปีก่อน การเพิ่มขึ้นของการบริโภคอาหารที่มีฟรีไบโอดีททางตอนใต้ของอเมริกาเหนือ (โดยเฉพาะทางตะวันตกเฉียงใต้ของอเมริกา) เกิดขึ้นในเวลาใกล้เคียงกับการพึ่งพาพืชที่ได้จากการเพาะปลูก เช่น ข้าวโพด (*Zea mays*) ฟัก (*Cucurbita* sp.) และ ถั่ว (*Cucurbita* sp.) และการเติบโตขนาดใหญ่ของประชากรมนุษย์ ดังนั้นขณะที่ผู้บริโภคเริ่มเปลี่ยนไปรับประทานอาหารที่ได้จากพืชเพาะปลูกที่อุดมไปด้วยแป้ง อาหารที่มีฟรีไบโอดีทก็ยังคงมีบทบาทสำคัญในภูมิภาคของเศรษฐกิจทางโภชนาการ ดังที่เราได้เห็นตัวอย่างจากแถบทวีปอเมริกาเหนือ การใช้เทคโนโลยีการทำอาหารเตาหิน (แม้จะไม่พบซากพืชที่รักษาไว้ได้) อาจนำมาใช้เป็นเครื่องบ่งชี้การใช้ประโยชน์ของอาหารที่มีฟรีไบโอดีทในบันทึกทางโบราณคดี แม้จะค้นพบว่าอาหารจำนวนมากถูกปรุงให้สุกด้วยเตาหิน แต่เตาหินขนาดใหญ่ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางกว่า 1 เมตร ก็มีความเกี่ยวข้องกับอาหารที่มีฟรีไบโอดีทหลายชนิด

ทั่วยุโรปตะวันตก พบว่ามีซากเครื่องมือทำอาหารขนาดใหญ่ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันนี้ที่เวลส์ อังกฤษ สกอตแลนด์ ไอร์แลนด์และสแกนดิเนเวีย ซึ่งคนในท้องถิ่นเรียกกันว่า *fulacht fiadh* การพัฒนาในเมืองใหญ่เมื่อไม่นานมานี้นำไปสู่การขุดเนินดินเหล่านี้ ซึ่งมีความสูงมากกว่า 1 เมตร และเส้นผ่าศูนย์กลางหลายเมตร ซึ่งแสดงว่ามีการใช้เตาเผาลักษณะนี้หลายสิบหลายร้อยครั้ง ขณะที่สภาพดินที่มีความชื้นทำลายหลักฐานของพืชต่างๆ ที่ถูกปรุงในเครื่องมือทำอาหารเหล่านี้ แต่ยังสามารถตรวจหาอายุซากโบราณนี้จากคาร์บอนกัมมันตรังสีของถ่านไม้ที่ใช้ในเตาหินจำนวนไม่มากนักได้อยู่ และพบว่าเนินดินส่วนมากถูกสร้างขึ้นภายใน 6,000 ปีที่ผ่านมา พบเนินดินที่เรียงรายด้วยหินเพื่อใช้ทำอาหารขนาดต่างๆ กัน ซึ่งย้อนกลับไปถึงช่วงเวลาใกล้เคียงกันกับการพบลักษณะสภาพทางโบราณคดีที่คล้ายคลึงกันทางตอนใต้ของทวีปออสเตรเลียด้วย¹¹

ตราบจนปัจจุบัน หลักฐานเก่าแก่ที่สุดของเทคโนโลยีหินที่ใช้ทำอาหารในยุโรปได้มาจากแหล่งขุดค้นบริเวณถ้ำอาบริพาตู (cave site of Abri Pataud) ในเขตดอร์ด็องญ (Dordogne region) ทางตอนใต้ของฝรั่งเศส จากการขุดค้นด้วยความร่วมมือของทีมงานอเมริกันและฝรั่งเศสระหว่าง ค.ศ. 1958 ถึง 1964 พบเตาหินที่ใช้ทำอาหารที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางกว่า 1 เมตรหลายชิ้น และมีอายุย้อนไปราว 33,000-18,000 ปีก่อน¹² แม้จะไม่มีทางรู้ว่ามีเนื้อเยื่อของพืชที่มีพรีไบโอติกถูกปรุงในเครื่องมือเก่าแก่เหล่านี้หรือไม่ เนื่องจากไม่มีรายงานหลักฐานโดยตรงในรูปของวัตถุที่เป็นพืช แต่อนุมานได้ว่าการใช้งานสำหรับการปรุงผักจากการที่พบเครื่องมือคล้ายคลึงกันนี้ทั่วโลก และยังมีรายงานการพบเครื่องมือสำหรับทำอาหารที่เรียงรายด้วยหินภายในคล้ายคลึงกันนี้ซึ่งมีอายุย้อนไปประมาณ 30,500 ปีก่อนปัจจุบันบนเกาะทานะกาชิม่า (Tanegashima island) ของประเทศญี่ปุ่นด้วย¹³

ในปี ค.ศ. 2004 มีรายงานการค้นพบตัวอย่างที่แสดงการใช้ประโยชน์ของต้นไม้อำพวกหญ้าและธัญพืชที่มีพรีไบโอติกบางชนิดที่เก่าแก่ที่สุด เนื่องจากสถานการณ์น้ำที่ลดลงที่แหล่งขุดค้นโอฮาลาที่สอง (Ohala II site) ริมทะเลแกลลิลี (Galilee sea) ในประเทศอิสราเอล ชิ้นส่วนของพืชกว่า 90,000 ชิ้นจาก 142 หน่วยอนุกรมวิธาน ที่พบมีอายุย้อนไปราว 23,000 ปีก่อนปัจจุบัน¹⁴ ในบรรดาพืชตระกูลหญ้าที่มีเมล็ดเล็กๆ หลายชนิดที่พบ (เช่น *Alopecurus utriculatus/arundinaceus*, *Bromus pseudobrachystachys*, *Hordeum glaucum*, *Hordeum marinum*, *Puccinella cf. convolute*) มีข้าวบาร์เลย์ป่า (*Hordeum spontaneum*) และเอมเมอร์วิท (*Triticum dicoccoides*) อยู่ด้วย ซึ่งเป็นต้นตระกูลของพืชที่นำมาเพาะปลูกเป็นอาหาร สิ่งที่น่าสนใจในบริเวณเดียวกันนี้คือ มีการพบพื้นเตาที่มีลักษณะคล้ายเตาขนาดเล็กในลุ่มน้ำตื้นๆ ที่มีหินที่ดำเกรียมเรียงเป็นรูปวงกลมซึ่งตีความกันว่าน่าจะใช้เป็นเตาอบขนมปังเนื่องจากมีความเกี่ยวข้องกับเครื่องมือหินที่ใช้เก็บเกี่ยวหญ้าเมล็ดเล็กๆ ข้าวบาร์เลย์ และข้าวสาลี^{15, 16}

จากการศึกษาในปัจจุบัน เห็นได้ชัดว่าบรรพบุรุษของเรารับประทานพืชที่มีพรีไบโอติกในปริมาณที่แตกต่างกัน ความเกี่ยวข้องที่น่าสนใจระหว่างเทคโนโลยีเครื่องมือหินที่ใช้ทำอาหารและพรีไบโอติกเป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นถึงการรับประทานพืชพรีไบโอติกปริมาณมากในช่วงเริ่มต้น การที่ไม่สามารถนำเนื้อเยื่อพืชพรีไบโอติกกลับมาพิสูจน์ได้โดยตรง จึงได้แต่คาดการณ์กันว่าบรรพบุรุษของเรามีการใช้พืชพรีไบโอติกเป็นอาหารอยู่เสมอ ผ่านทางกิจกรรมการออกหาอาหารประจำวัน และหลักฐานบางชิ้นที่แสดงว่ามีการใช้หินทำอาหารในยุคหินเก่าตอนกลาง¹⁷ ต้องรอจนกระทั่งเริ่มยุคหินเก่าตอนปลาย (ประมาณ 40,000 ปีก่อน) ซึ่งมีสิ่งของตกแต่ง เครื่องมือที่มีการตกแต่งให้สวยงาม สิ่งที่ใช้เก็บอาหารอย่างประณีต เสื้อผ้าที่มีการตัดเย็บอย่างหยาบๆ ศิลปะ และการเพิ่มจำนวนประชากรอย่างชัดเจน¹⁸ การใช้อาหารที่ทำจากพืชที่มีพรีไบโอติกจึงเริ่มมีบทบาทสำคัญในวิวัฒนาการทางอาหารของมนุษย์ชัดเจนมากขึ้น

พรีไบโอติก: ฟังก์ชันน้ำตาลโอลิโกแซ็กคาไรด์ (Prebiotics: functional oligosaccharide)

พรีไบโอติก (prebiotic) พบในอาหารหลายชนิด โดยเฉพาะในผัก เช่น รากชิคอรี่ หัวอาร์ทิโชก กระเทียม หอมหัวใหญ่ หน่อไม้ฝรั่ง ผลไม้ เช่น กัลวลย แอปเปิ้ล และเมล็ดธัญพืชบางชนิด มีการผสมสารที่เป็นพรีไบโอติกลงในอาหาร ได้แก่ ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ นม น้ำนม อาหารทารก โยเกิร์ต พาสต้า ขนมอบ ซอส อาหารเช้าธัญพืช (breakfast cereal) ชุปขนมขบเคี้ยวแบบต่างๆ เป็นต้น

ปัจจุบันสารพรีไบโอติกใช้เป็นส่วนประกอบของอาหารที่ได้รับความนิยม และมีความสนใจที่จะเป็นส่วนหนึ่งในอาหารของประชากรโลกที่กำลังมีการเปลี่ยนแปลง รวมทั้งได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นทำให้การตลาดด้านอาหารเกี่ยวกับพรีไบโอติกเติบโตอย่างรวดเร็ว เนื่องจากพรีไบโอติกมีความสำคัญในการเป็นสารอาหารช่วยเสริมแบคทีเรียที่มีคุณสมบัติเป็นพรีไบโอติกให้มีชีวิตทำหน้าที่รักษาสสมดุลจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหาร เสริมสร้างความแข็งแรงให้กับระบบย่อยอาหาร ส่งผลให้ผู้บริโภคมีสุขภาพที่ดี

ดร.จารุณี คอวพิบูลย์

รองศาสตราจารย์ ประจำสาขาชีวเคมี สถาบันวิทยาศาสตร์พรีคลินิก คณะแพทยศาสตร์
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ISBN 978-616-602-033-5



9 786166 020335

ราคา 410 บาท
หมวดแพทยศาสตร์

<http://thammasatpress.tu.ac.th>