บทความวิชาการ

Resistant Starch ….แป้งที่มีบทบาทต่อสุขภาพ

โดย อ.จิรนาถ บุญคง[1]

บทนำ

แป้งเป็นคาร์โบไฮเดรตชนิดหนึ่ง ที่สามารถถูกย่อยสลายด้วยเอนไซม์ และได้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายเป็นกลูโคส ซึ่งสามารถดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือด เพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานของมนุษย์ องค์ประกอบพื้นฐานทางเคมีของแป้ง ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ อะไมโลส (amylose) และอะไมโลเพกติน (amylopectin) ซึ่งมีความแตกต่างกันทั้งในแง่โครงสร้าง คุณสมบัติทางเคมี-กายภาพ รวมถึงขั้นตอนการถูกย่อยสลายโดยเอนไซม์ในร่างกาย นอกจากนี้ยังมีแป้งสุขภาพอีกกลุ่มหนึ่งที่ไม่สามารถถูกย่อยสลายด้วยเอนไซม์ในลำไส้เล็กของคนเรา เรียกแป้งกลุ่มนี้ว่า resistant starch ซึ่งเป็นอาหารเพื่อสุขภาพประเภทหนึ่งที่มีการนำมาใช้อย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมอาหาร อาทิ เช่น นำมาใช้เป็นส่วนประกอบของอาหาร ปรับปรุงเนื้อสัมผัสและกลิ่นรสของอาหาร รวมถึงพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพที่มีเส้นใยอาหารสูง ดังนั้นจึงมีความจำเป็นในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับเคมีพื้นฐานของแป้ง การย่อยและดูดซึมอาหารจำพวกแป้ง เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของการย่อยอาหารที่มีส่วนประกอบของแป้งทั่วไปกับอาหารที่มีส่วนประกอบของ resistant starch ความหมายและประเภทของ resistant starch คุณประโยชน์ต่อสุขภาพจากการบริโภคอาหารที่มีส่วนประกอบของ resistant starch รวมถึงการประยุกต์ใช้ในทางอาหาร

การย่อยและดูดซึมอาหารจำพวกแป้ง

แป้งเป็นคาร์โบไฮเดรตที่ประกอบด้วยโพลิเมอร์พื้นฐาน 2 ชนิด คือ อะไมโลส และอะไมโลเพกติน โดยอะไมโลสเป็นโพลิเมอร์เชิงเส้น ที่ประกอบด้วยกลูโคสไม่เกิน 6,000 หน่วย เชื่อมต่อกันด้วยพันธะ α-1,4 กลูโคซิดิก ส่วนอะไมโลเพกตินเป็นโพลิเมอร์เชิงกิ่งที่ประกอบด้วยโพลิเมอร์เชิงเส้นของกลูโคส 10-60 หน่วย เชื่อมต่อกันด้วยพันธะ α-1,4 กลูโคซิดิก และโพลิเมอร์เชิงเส้นของกลูโคส 15-45 หน่วยที่เชื่อมต่อกันด้วยพันธะ α-1,6 กลูโคซิดิก [1]

การย่อยแป้งโดยทั่วไป ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้ [2]

1. การเจลาติไนเซชัน (gelatinization) เป็นขั้นตอนที่ทำให้เม็ดแป้งพองตัว โดยเม็ดแป้งจะดูดซึมน้ำขณะที่ได้รับความร้อน ทำให้เม็ดแป้งพองตัว เรียกอุณหภูมิช่วงนี้ว่า อุณหภูมิการเกิดเจล (gelatinization temperature)

2. การเกิดลิเคอแฟคชัน (Liquefaction) เป็นขั้นตอนการลดความหนืดของแป้งที่เกิดเจล โดยการย่อยโมเลกุลของแป้งแบบสุ่มของลูกโซ่กลูโคส ทำให้แยกเป็นสายสั้นๆ มีขนาดโมเลกุลเล็กลง และมีความหนืดลดลง

3. การเกิดแซคคาริฟิเคชัน (Saccharification) เป็นขั้นตอนการย่อยแป้งให้เป็นโมเลกุลของน้ำตาล ภายหลังการย่อยจะได้น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว น้ำตาลโมเลกุลคู่ หรือน้ำตาลโมเลกุลสูงกว่า ผลผลิตที่ได้คือ กลูโคส มอลโตส หรือมอลโตไตรโอส

เอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยแป้ง ซึ่งแหล่งของเอนไซม์สามารถผลิตได้จากจุลินทรีย์หลายชนิดด้วยกัน โดยเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยแป้ง แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม แสดงในตารางที่ 1

jboonkong@hotmail.com
[1]ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม
[1]Department of Food Technology, Faculty of Science, Siam University

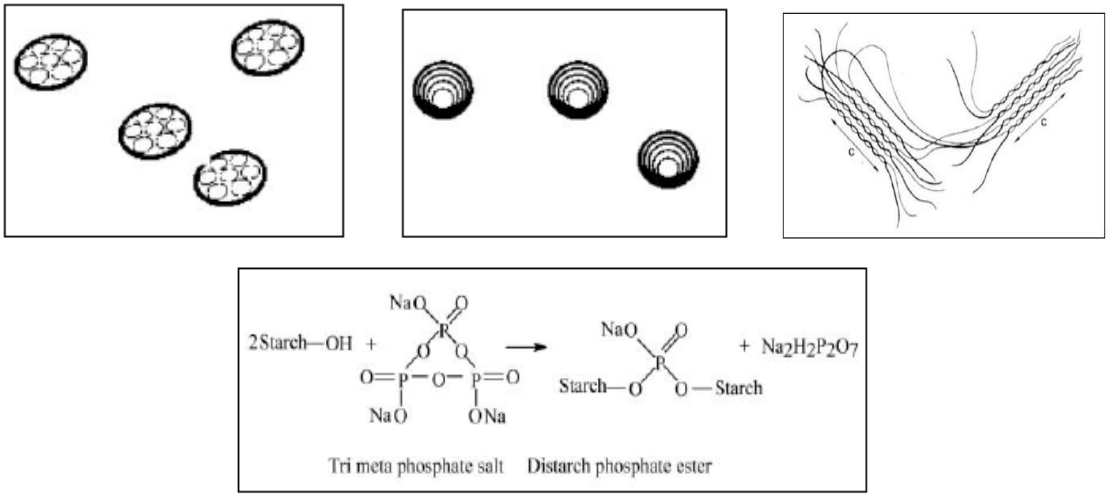
ตารางที่ 1 เอนไซม์ : แหล่งของจุลินทรีย์และสมบัติบางประการ

แหล่งของจุลินทรีย์	น้ำหนักโมเลกุล	อุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำงาน
1. α-amylase		
Bacillus subtilis	41,000	-
B. lichenifomis	62,000	70
2. β-amylase		
B. cereus	35,000	50
B. cirulans	53-63,000	60
3. Glucoamylase		
Aspergillus awamori	83,700-88,000	60
A. niger	99,000	-
A. Oryzae I	76,000	60
Penicillium oxalicum I	84,000	55-60
Rhizopus delemar	100,000	40
4. Pullulanase		
B. Polymyxa	48,000	60
Streptomyces sp. No. 280	-	5

ที่มา : [3]

ความหมายและประเภทของแป้งที่ไม่สามารถถูกย่อยสลายด้วยเอนไซม์

แป้งที่ไม่สามารถถูกย่อยสลายด้วยเอนไซม์ หรือแป้งที่ทนต่อการย่อยสลายด้วยเอนไซม์ (resistant starch) หมายถึง แป้งและผลิตภัณฑ์ของแป้งที่ไม่ถูกย่อยด้วยเอนไซม์ในลำไส้เล็ก ไม่สามารถดูดซึมภายในลำไส้เล็กของมนุษย์ได้ [4, 5] สามารถแบ่งโดยใช้เกณฑ์ความสามารถในการถูกย่อยสลาย ได้ 4 ประเภท ตามรูปที่ 1 และ ตารางที่ 2



รูปที่ 1 ประเภทของแป้งที่ไม่สามารถถูกย่อยสลายด้วยเอนไซม์ RS_1-RS_4 ตามลำดับ [6]

jboonkong@hotmail.com
[1]ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม
[1]Department of Food Technology, Faculty of Science, Siam University

ตารางที่ 2 ประเภทของแป้งที่ไม่สามารถถูกย่อยสลายด้วยเอนไซม์

ประเภทของแป้ง	ลักษณะของแป้ง	แหล่งของแป้ง
1. ประเภทที่ 1 (RS_1)	แป้งที่มีลักษณะทางกายภาพขัดขวางการทำงานของเอนไซม์ (physically inaccessible)	เมล็ดธัญพืชที่ผ่านการบดเพียงบางส่วน พืชตระกูลถั่ว (legumes) และผัก
2. ประเภทที่ 2 (RS_2)	เม็ดแป้งดิบที่ทนต่อการทำงานของเอนไซม์ (raw or ungelatinized starch) เป็นแป้งที่ยังไม่ผ่านกระบวนการทำให้สุก	เม็ดแป้งกล้วยดิบ เม็ดแป้งมันฝรั่งดิบ และแป้งที่มีอะไมโลสสูง
3. ประเภทที่ 3 (RS_3)	แป้งคืนตัว (reteograded starch)	อาหารที่ให้ความร้อนจนเกิดเจลาทิไนซ์ เมื่อถูกทำให้เย็นตัวลง จะเกิดการจัดเรียงตัวของอะไมโลสใหม่ เช่น มันฝรั่งที่ต้มแล้วทำให้เย็น เปลือกขนมปังคอร์นเฟลคส์
4. ประเภทที่ 4 (RS_4)	แป้งที่มีโครงสร้างเกิดจากการดัดแปรโดยใช้สารเคมีในการครอสลิงค์ (crosslinked starch) ทำให้โครงสร้างแป้งเกิดพันธะแบบใหม่	ไดสตาร์ชฟอสเฟตเอสเทอร์ (distarch phosphate ester)

ที่มา : [6]

จากตารางที่ 2 แป้งที่ไม่สามารถถูกย่อยได้ด้วยเอนไซม์ (resistant starch ; RS) เป็นทางเลือกหนึ่งที่มีบทบาทต่อการดูแลสุขภาพ ดังนั้น resistant starch จึงมีคุณสมบัติเทียบเท่ากับเส้นใย มีประโยชน์ต่อระบบขับถ่ายและระบบหมุนเวียนเลือด โดย resistant starch จะไม่ถูกย่อยสลายโดยเอนไซม์ในลำไส้เล็ก แต่จะผ่านมาถึงลำไส้ใหญ่และถูกหมักโดยจุลินทรีย์ ได้เป็นกรดไขมันสายสั้นๆ ซึ่งมีผลช่วยให้สุขลักษณะของปลายลำไส้ใหญ่ดีขึ้น ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ก่อโรค เพิ่มปริมาณของของเหลวและปรับสภาวะความเป็นกรด-ด่างภายในลำไส้ใหญ่ให้ต่ำลง และมีบทบาทในการป้องกันมะเร็งลำไส้ใหญ่ได้

แหล่งอาหารของ Resistant starch

แป้งเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญ สามารถพบอยู่ทั่วไปตามส่วนต่างๆของพืช เช่น ในผล ในเมล็ด ในหัว เป็นต้น แหล่งของ resistant starch สามารถพบได้ในมันฝรั่ง พืชตระกูลถั่ว และกล้วย [4, 5] ซึ่งมีปริมาณ resistant starch อยู่ระหว่าง 7-11% ของปริมาณสตาร์ชทั้งหมด มีรายงานวิจัยที่ศึกษาปริมาณ resistant starch ในอาหารไทยที่มีส่วนประกอบของแป้ง 29 ชนิด ซึ่งผลการวิจัยพบว่าแหล่งของ resistant starch พบมากในพืชตระกูลถั่ว และกล้วย ซึ่งส่วนหนึ่งของผลการวิจัยแสดงในตารางที่ 3 ทั้งนี้ resistant starch จะมีคุณสมบัติการอุ้มน้ำไม่มากจึงใช้เป็นแหล่งเส้นใยสำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นต่ำ เช่น คุกกี้ ขนมปังกรอบ และผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปธัญชาติ เป็นต้น

jboonkong@hotmail.com
[1]ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม
[1]Department of Food Technology, Faculty of Science, Siam University

ตารางที่ 3 ปริมาณ digestible starch และ resistant starch ของอาหารไทยที่มีส่วนประกอบของแป้ง

Samples	Digestible starch	Resistant starch
Legumes, raw		
Mungbeans	21.4±2.0	22.9 ±0.0
Mungbean starch (commercial)	48.8±2.7	50.3±1.2
Black beans	21.5±5.2	18.3±0.2
Red beans	23.2±4.4	10.3±1.2
Common cultivars		
Kluai Namwa	56.6±5.8	25.8 ±2.7
Kluai Hom	57.7±1.1	37.1±0.5
Kluai Kai	52.2±4.1	24.7±2.5
Kluai Lepmurnang	57.0±0.2	31.2±0.8
Kluai Hugmuk	61.4±2.3	27.3±2.8

ที่มา : [7]

บทบาทของ Resistance starch ต่อสุขภาพ

เนื่องจากคุณสมบัติที่สำคัญของ resistant starch คือไม่สามารถถูกย่อยได้โดยเอนไซม์ในลำไส้เล็ก ดังนั้น resistant starch จึงมีคุณสมบัติเทียบเท่ากับเส้นใยอาหาร (dietary fiber) ซึ่งมีประโยชน์ต่อระบบขับถ่ายและระบบหมุนเวียนเลือด โดย resistant starch ที่ไม่ถูกย่อยสลายโดยเอนไซม์ในลำไส้เล็ก จะผ่านมาถึงส่วนของลำไส้ใหญ่ และถูกหมักโดยจุลินทรีย์ภายในลำไส้ใหญ่ ได้เป็นกรดไขมันสายสั้นๆ เช่น acetate, propionate และ butyrate ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อจุลินทรียกลุ่มโปรไบโอติก (probiotic microorganism) [6] นอกจากนี้กรดไขมันที่เกิดขึ้นดังกล่าวสามารถถูกดูดซึมภายในลำไส้ใหญ่และขนส่งไปยังตับ กรดไขมันจะไปยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค เพิ่มปริมาณของเหลว และปรับสภาวะความเป็นกรด-ด่างในลำไส้ใหญ่ให้ต่ำลง โดยมีรายงานถึงบทบาทของกรดไขมัน butyrate ซึ่งช่วยปรับสภาวะลำไส้ใหญ่ส่วนปลาย (rectum) ให้ดีขึ้น ซึ่งจะยับยั้งการเจริญของ transformed cell ซึ่งมีบทบาทในการป้องกันมะเร็งลำไส้ใหญ่ [8, 9] ยับยั้งการสะสมไขมันโดยมีการทดลองให้ผู้ทดสอบเพศชาย จำนวน 12 คน บริโภคอาหารที่มีส่วนประกอบของ resistant starch พบว่ามีอัตราการเกิดออกซิเดชันของลิปิด (lipid oxidation) เพิ่มขึ้น ส่งผลต่อการลดการสะสมไขมันในร่างกายได้ [10] นอกจากนี้การบริโภคอาหารที่มีส่วนประกอบของ resistant starch อย่างต่อเนื่อง จะช่วยป้องกัน หรือลดสภาวะโรคอ้วน มีบทบาทในการลดคอเลสเตอรอลในเส้นเลือด ลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคไขมันอุดตันในเส้นเลือด โรคหัวใจ และโรคเบาหวานอีกด้วย [11]

Resistant starch ทางการค้า และการใช้ในทางอาหาร

อุตสาหกรรมอาหารมีการใช้ resistant starch อย่างแพร่หลาย โดยใช้เป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์อาหารแทนการใช้เส้นใยอาหารจากแหล่งอื่นๆ เนื่องจาก resistant starch มีค่าการอุ้มน้ำต่ำ สามารถใช้เป็นแหล่งใยอาหารในผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นต่ำ เช่น คุกกี้ ขนมปังกรอบ ผลิตภัณฑ์ธัญชาติสำเร็จรูป เป็นต้น ดังนั้นการใช้

jboonkong@hotmail.com
[1]ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม
[1]Department of Food Technology, Faculty of Science, Siam University

resistant starch ในอาหารดังกล่าว จะไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรสชาติและเนื้อสัมผัสของอาหารเหมือนกับการใช้ใยอาหารจากแหล่งอื่นๆ นอกจากนี้การใช้ resistant starch เป็นส่วนประกอบของอาหาร จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณ butyrate สูงขึ้น จึงมีประโยชน์มากกว่า ซึ่ง resistant starch ทางการค้าที่มีจำหน่ายได้แก่ กลุ่ม Hi-maize Novelose และ CrystaLean ซึ่งรายละเอียดแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 resistant starch ทางการค้าและการประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร

Type	Feature/Function	Application
Hi-maize 240®	-resistant starch (RS_2) and dietary fiber	Baked goods and low moisture foods
Hi-maize 260®	-low glycaemix index and insulin response when substituted for flour	
	-promotes digestive health	
Novelose 330®	-resistant starch (RS_2/RS_3) and dietary fiber	Extruded snack and cereals product
Hi-maize 220®	-use in most low moisture foods system	
	-improved texture and expansion in extruded application	
CrystaLean®	-resistant starch (RS_3 ; retrograded maltodextrin) and dietary fiber	Baked goods and low moisture foods Extruded snack and cereals product

ที่มา : [6, 11, 12]

แป้งทางการค้าที่มีการผลิตและจำหน่ายในปัจจุบัน ผลิตโดยบริษัท National Starch and Chemical และบริษัท Opta Food Ingradients ซึ่งการเลือกชนิดและปริมาณการใช้ resistant starch ทางการค้าควรเลือกใช้ให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ที่ต้องการปรับปรุงคุณลักษณะตามความต้องการของผู้ใช้

สำหรับการใช้ resistant starch ในทางอาหารหรืองานวิจัยด้านอาหารและโภชนาการ พบว่ามีรายงานวิจัยการผลิตพาสต้าที่มีอัตราการย่อยคาร์โบไฮเดรตต่ำและมีปริมาณ resistant starch สูงโดยใช้แป้งกล้วยดิบทดแทนแป้งสาลี [13] นอกจากนี้แป้งกล้วยหอมดิบมีสมบัติในการดูดซึมน้ำและพองตัวช้า แต่เมื่อได้รับความร้อนสูงจะพองตัวและให้ความหนืดสูงมาก ต้านทานแรงกวน คล้ายกับสมบัติของสตาร์ชดัดแปรชนิดเชื่อมข้าม (crossinked starch) เมื่อนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์คุกกี้และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับทางด้านความกรอบ กลิ่นรสและความชอบโดยรวมไม่แตกต่างจากคุกกี้ที่ผลิตจากแป้งสาลี [14] โดยปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้ resistant starch ในผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆ อาทิเช่น การใช้แป้งกล้วยในผลิตภัณฑ์คุกกี้ พาสต้า และสปาเก็ตตี้ ซึ่งการบริโภคแป้ง resistant starch ชนิด Cross - Linked (RS_4XL) เทียบกับการบริโภคแป้งทั่วไป ผลการศึกษาพบว่าปริมาณ resistant starch เพิ่มขึ้น และ %hydrolysis ลดลง ในขณะเดียวกันค่า Glycaemic Index จะลดลงด้วย

ความสัมพันธ์ของปริมาณ Resistant starch กับค่าดัชนีน้ำตาล (Glycaemic Index) และการตอบสนองต่ออินซูลิน

ค่าดัชนีน้ำตาล หรือดัชนีไกลซิมิก (Glycaemic Index ;GI) คือ ดัชนีที่ใช้ตรวจวัดคุณภาพของอาหาร

jboonkong@hotmail.com
[1]ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม
[1]Department of Food Technology, Faculty of Science, Siam University

ประเภทคาร์โบไฮเดรต ซึ่งหลังจากการรับประทานและเข้าสู่ระบบการย่อยและดูดซึมของร่างกายสามารถเพิ่มระดับน้ำตาลในเลือดได้มากหรือน้อยโดยเปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน คือ น้ำตาลกลูโคส ซึ่งการรับประทานอาหารที่มีค่า Glycaemic Index สูงจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของน้ำตาลกลูโคสในกระแสเลือดอย่างรวดเร็วและสูงมาก ในขณะที่การรับประทานอาหารที่มีค่า Glycaemic Index ต่ำ จะมีน้ำตาลเข้าสู่กระแสเลือดอย่างช้าๆ และสม่ำเสมอ ทำให้ร่างกายสามารถควบคุมปริมาณน้ำตาลในเลือดให้อยู่ในระดับปกติได้ง่าย

ประเภทของอาหารที่มีค่า Glycaemic Index สูง ได้แก่ ขนมปังขาว ข้าวเมล็ดสั้น มันฝรั่ง ลูกเกด ผลไม้อบแห้ง กล้วยสุก แครอท ผลไม้ที่มีรสหวาน ส่วนอาหารที่มีค่า Glycaemic Index ปานกลางได้แก่ อาหารประเภทเส้น ถั่วคั่ว ถั่วฝักเขียว ไอศกรีม มันเทศ น้ำส้มคั้น บลูเบอรี่ ข้าวโพดหวาน ข้าวโพดคั่ว ซุปถั่ว และข้าวกล้อง และอาหารที่มีค่า Glycaemic Index ต่ำ ได้แก่ ถั่วชนิดต่างๆ ผักและอาหารที่มีเส้นใยสูง กล้วยดิบ มะเขือเทศ แอปเปิ้ล ธัญพืชที่มีน้ำตาลต่ำ และโยเกิร์ตไขมันต่ำ

มีการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ resistant starch กับ Glycaemic Index พบว่า มีความผกผันกัน หมายความว่า resistant starch สามารถช่วยลดการตอบสนองต่อระดับน้ำตาลและระดับฮอร์โมนอินซูลินในกระแสเลือดได้ ดังนั้นอาหารที่มีค่า Glycaemic Index ต่ำจะมีปริมาณ resistant starch สูงนั่นเอง ซึ่งการจัดแบ่งประเภทและแหล่งของอาหารที่มีค่า Glycaemic Index ต่างๆ แสดงในตารางที่ 5

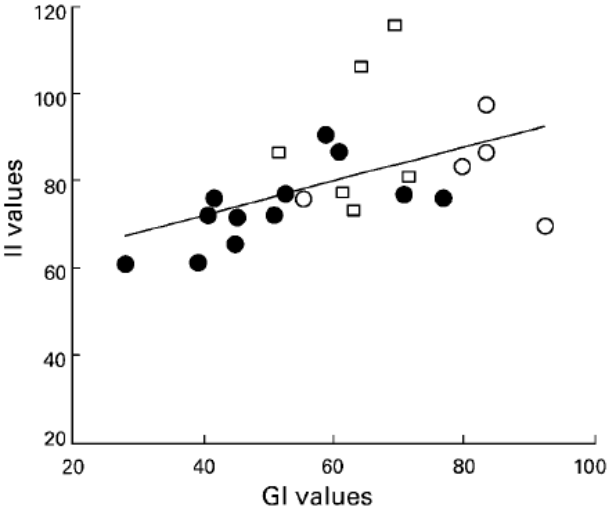
ตารางที่ 5 ประเภทและแหล่งอาหารที่มีค่าดัชนีน้ำตาล (Glycaemic Index) ต่างๆ

อาหาร	แหล่งของอาหาร	ค่าดัชนีน้ำตาล (GI)
อาหารที่มีค่าดัชนีน้ำตาลสูง (High GI Food)	ขนมปังขาว คอร์นเฟลก ข้าวเมล็ดสั้น มันฝรั่งอบ มันฝรั่งทอด ไอศกรีม ผลไม้อบแห้ง ผลไม้ที่มีรสหวาน	$\geq$ 70
อาหารที่มีค่าดัชนีน้ำตาลปานกลาง (Medium GI Food)	อาหารประเภทเส้น ถั่วคั่ว ถั่วฝักเขียว มันเทศ ข้าวโพดหวาน ข้าวโพดคั่ว ข้าวกล้อง โฮลวีต	56-69
อาหารที่มีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำ (Low GI Food)	ถั่วชนิดต่างๆ ผัก ธัญพืชที่มีน้ำตาลต่ำ โยเกิร์ตไขมันต่ำ เกรฟฟรุต แอปเปิ้ล มะเขือเทศ	$\leq$ 55

ที่มา : [15]

การบริโภคอาหาร Glycaemic Index ต่ำจะเกิดผลดีต่อสุขภาพหลายประการ เช่น ทำให้ระดับอินซูลินโดยรวมต่ำลง ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างค่า Glycaemic Index กับ Insulinaemic Index Values แสดงดังรูปที่ 2 นอกจากนี้การบริโภคอาหารประเภทนี้จะทำให้รู้สึกอิ่มนานกว่า ยืดเวลาของความอยากอาหาร ซึ่งการลดระดับอินซูลินจะส่งผลต่อการลดระดับไขมัน สามารถควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด ควบคุมระดับคอเลสเตอรอล ลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวใจและโรคเบาหวาน [15] ซึ่งคุณประโยชน์ดังกล่าวมีความสอดคล้องกับคุณประโยชน์ของการบริโภคอาหารที่มีปริมาณ resistant starch สูงเช่นเดียวกัน

jboonkong@hotmail.com
[1]ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม
[1]Department of Food Technology, Faculty of Science, Siam University



รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Glycaemix index(GI) และ Insulinaemic Index Values (II) ของ cereal products 20 ชนิด
ที่มา : [16]

resistant starch จัดเป็นแป้งที่มีบทบาทต่อสุขภาพ เหมาะสำหรับผู้บริโภคที่ใส่ใจต่อสุขภาพ ผู้ที่มีปัญหาในระบบการขับถ่าย และผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนักตัวในเหมาะสม และที่สำคัญเป็นทางเลือกใหม่ผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์อาหารและผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร ที่จะเลือกใช้แป้ง resistant starch เป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์สำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน ซึ่งจะช่วยให้ผู้ป่วยสามารถรักษาระดับน้ำตาลในเลือดได้คงที่ และช่วยให้เกิดสุนทรียภาพในการรับประทานอาหารเช่นเดียวกับผู้บริโภคทั่วไป

เอกสารอ้างอิง

[1] กล้าณรงค์ ศรีรอต และเกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. 2546. เทคโนโลยีของแป้ง. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 303 หน้า.

[2] พักตร์ประไพ ประจำเมือง และวิชัย ลีลาวัชรมาศ. 2546. เอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยแป้ง. วารสารศูนย์บริการวิชาการ. มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ปีที่ 11. ฉบับที่ 4. หน้า 28-31.

[3] Nigam, P. and Singh, D. 1995. Enzyme and microbial system involved in starch process. Enzyme and Microbial Technology. 17 : 770-778.

[4] เกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ และ กล้าณรงค์ ศรีรอต. 2544. แป้งไทย...ดีอย่างไร. ข่าวสารวิชาการในวงการแป้ง. ปีที่ 1 ฉบับที่ 1. หน้า 2-5.

[5] เกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ และ กล้าณรงค์ ศรีรอต. 2544. แป้งไทย...ดีอย่างไร. ข่าวสารวิชาการในวงการแป้ง. ปีที่ 1 ฉบับที่ 2. หน้า 4-5.

[6] Sajilata, M.G., Singhal, R.S., and Kullarni, P.R. 2006, Resistant starch : A review. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 5 (1) : 1-17.

[7] Vatanasuchart, N., Niyomwit, B. and Wongkrajang, K. 2009. Resistant starch contents and the in vitro starch digestibility of Thai starchy foods. Kasetsart J. (Nat. Sci.) 43 : 178-186.

[8] Alexander, R. J. (1995). Resistant starch-newingredient for the food industry. Cereal Foods World, 40(6) : 455-458.

jboonkong@hotmail.com
[1]ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม
[1]Department of Food Technology, Faculty of Science, Siam University

[9] Ferguson, L.R., Tasman-Jones, C., Englyst, H., and Harris, P.J. 2000. Comparative effects of three resistant starch preparations on transit time and short-chain fatty acid production in rats. Nutrition and Cancer, 36 : 230-237.

[10] Higgins, J.A., Danna, H.R., Donahoo, W.T., Brown, I.L., Bell, M.L., and Bessesen, D.H. 2004. Resistant starch consumption promotes lipid oxidation. Nutrition & Metabolism, 1 : 1-8

[11] กุหลาบ สิทธิสวนจิ. 2553. แป้งทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์: แป้งเพื่อสุขภาพ. ก้าวทันโลกวิทยาศาสตร์. ปีที่ 10 (2) : 70 -77.

[12] Warning, S. 1998. Resistant starch in food application. Available from http:// www. Foodstarch.com/products_services/pdfs/resistance.pdf

[13] Maribel Ovando-Martinez, Sonia Savyago-Ayerdi, Edith Agama-Acevedo, Isabel Goni, Luis A. Bello-Prez . 2009. Unripe banana flour as an ingredient to increase the undigestible carbohydrates of pasta. Arch. Food Chemistry 113 : 121–126

[14] น้ำฝน ศรีตระจิตต์. 2549. แป้งกล้วยหอมดิบ : การผลิต สมบัติทางฟิสิกส์ เคมีเชิงฟิสิกส์บางประการ และผลิตภัณฑ์. วารสารวิจัยและพัฒนาวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์. ปีที่ 1 ฉบับที่ 2. หน้า 4-15.

[15] วิภา สุโรจนะเมธากุล. 2549. ค่าดัชนีไกลเซมิกของอาหาร. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. วารสารอาหาร. ปีที่ 36 ฉบับที่ 3. หน้า 183-187.

[16] Klaus, N. Englyst, Sophie Vinoy, Hans N. Englyst and Vincent Lang. 2003. Glycaemix index of cereal products explained by their content of rapidly and slowly of aviable glucose. British Journal of Nutrition. 89 : 329-339

jboonkong@hotmail.com

[1]ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

[1]Department of Food Technology, Faculty of Science, Siam University