การใช้ประโยชน์แป้งทนย่อยเพื่อเป็นส่วนผสมเชิงหน้าที่ในผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ

Utilization of resistant starch as-a functional ingredient in health food products

ปารมี ชุมศรี[1*]
Paramee Chumsri[1*]

บทคัดย่อ

แป้งทนย่อย คือ รูปแบบของแป้งที่ทนต่อการย่อยอาหารในลำไส้เล็ก จึงจัดเป็นใยอาหารชนิดหนึ่ง แป้งทนย่อยสามารถแบ่งออกเป็น 5 ชนิด ซึ่งบางชนิดเกิดขึ้นตามธรรมชาติในอาหาร เช่น กล้วย มันฝรั่ง ธัญพืช และพืชตระกูลถั่ว บางชนิดดัดแปลงเป็นทางการค้า และเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์อาหาร อย่างไรก็ตามในช่วงทศวรรษที่ผ่านมานั้นมีการใช้แป้งทนย่อยเป็นส่วนผสมสูงขึ้น ซึ่งเริ่มต้นจากกลุ่มประเทศออสเตรเลีย แต่ตอนนี้เริ่มแพร่หลายไปทั่วโลก โดยเฉพาะอาหารที่อุดมด้วยแป้งทนย่อยเป็นส่วนผสม เช่น ขนมปัง และผลิตภัณฑ์อาหารเช้าจากธัญพืช หรือแม้กระทั่งบุคคลที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก ซึ่งแป้งทนย่อย เป็นแหล่งใยอาหารที่ได้รับการยอมรับเมื่อเร็ว ๆ นี้ และจัดเป็นส่วนประกอบของเส้นใยอาหารที่ใช้ในลำไส้ใหญ่ซึ่งประโยชน์ต่อสุขภาพ

คำสำคัญ: แป้งทนย่อย ส่วนผสมอาหาร ผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพ

Received: 4 December 2020; Accepted: 10 February 2021

[1] สาขาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
[1] Division food science and nutrition, Faculty of science technology, Nakhon Si Thammarat Rajabhat University
* Corresponding author: pkwan708@yahoo.com

Abstract

Resistant starch (RS) is a form of starch that resists digestion in the small intestine and, as such, is classified as a type of dietary fibre. RS can be categorised as one of five types (RS1–5), some of which occur naturally in foods such as bananas, potatoes, grains and legumes and some of which are produced or modified commercially, and incorporated into food products. However, it has only been in the past decade that the use of ingredients with a high resistant starch content has occurred in foods, initially in Australia but now throughout the world. Foods containing these resistant starch-rich ingredients include not only staple foods, such as bread and breakfast cereals, but also foods designed for those with special physiological or medical needs, or for individuals who are seeking to manage energy intake and control weight. Which Resistant starch is a recently recognized source of fibre and is classified as a fibre component with partial or complete fermentation in the colon, producing various beneficial effects on health.

Keywords: Resistant starch, functional ingredient, health food products

บทนำ

ปัจจุบันผู้บริโภคส่วนใหญ่ ให้ความสำคัญกับสุขภาพมากขึ้น จึงมีความต้องการของผู้บริโภคเพิ่มขึ้นสำหรับผลิตภัณฑ์อาหารที่มีคุณภาพสูงได้นำไปสู่การใช้เทคโนโลยีและผลิตภัณฑ์ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพมากขึ้น เนื่องจากการมีสุขภาพที่ดีส่งผลต่อการมีสุขภาพจิตใจที่ดีด้วย ดังนั้นผู้บริโภคส่วนใหญ่จึงให้ความใส่ใจเรื่องอาหารมากขึ้น รวมทั้งความต้องการผลิตภัณฑ์อาหารเสริมหรือผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพในรูปแบบต่างๆ ที่สะดวกในการบริโภค (ready to eat) เป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่เป็นที่นิยมในปัจจุบันมากขึ้น

แป้งทนย่อยเป็นผลิตภัณฑ์อาหารทางสุขภาพที่มีความสนใจจากผู้บริโภคในยุคปัจจุบันเพิ่มมากขึ้น เพราะเป็นทางเลือกของผู้บริโภคที่ต้องการบริโภคแป้งแต่ทนต่อการย่อย แป้งทนย่อยมีคุณสมบัติเป็นแป้งที่ไม่ถูกย่อยและไม่ถูกดูดซึมในกระเพาะอาหารและลำไส้เล็ก แต่สามารถผ่านเข้าไปจนถึงบริเวณลำไส้ใหญ่ เพื่อเป็นอาหารจุลินทรีย์หรือพรีไบโอติก (prebiotics) สำหรับกระตุ้นการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์บางชนิดที่มีประโยชน์ต่อลำไส้ใหญ่ เช่น Amylolytic gut bacteria, Butyrogenic bacteria and Methanogenic Archaea (Birt et al., 2013) ผลิตภัณฑ์แป้งทนย่อยยังสามารถลดปริมาณน้ำตาลในเลือด ผลิตภัณฑ์แป้งทนย่อยจึงเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวานที่ต้องการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด (Farvid et al., 2021) และนอกจากนี้แป้งทนย่อยยังเป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นทางเลือกสำหรับผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนักได้ดีอีกด้วย (Redpath et al., 2021)

1.ประเภทของแป้งทนย่อย

แป้งทนย่อยแบ่งออกเป็น 5 ประเภท ด้วยกัน ดังนี้

1.1 แป้งที่มีลักษณะทางกายภาพขัดขวางการทำงานของเอนไซม์ (Physically inaccessible in cell walls) เม็ดแป้งจะถูกห่อหุ้มอยู่ภายในผนังเซลล์ที่แข็งแรง ทำให้เอนไซม์ไม่สามารถย่อยแป้งได้ แหล่งของแป้งชนิดนี้ ได้แก่ เมล็ดข้าว เมล็ดพืชตระกูลถั่ว แต่ถ้าผนังเซลล์ถูกทำลายโดยกระบวนการย่อยเชิงกล เช่น การบด การเคี้ยว ทำให้เอนไซม์เข้าไปย่อยแป้งได้ (Wepner et al., 1999)

1.2 เม็ดแป้งดิบที่ทนต่อการทำงานของเอนไซม์ (Native starch/Ungelatinized granule) เป็นแป้งที่ยังไม่ผ่านกระบวนการทำให้สุก เนื่องจากเม็ดสตาร์ชถูกห่อหุ้มอยู่ในร่างแหของโปรตีน หรือถูกตรึงอยู่ภายในเซลล์หุ้มเมล็ดพืช ทำให้เอนไซม์ไม่สามารถเข้าไปทำปฏิกิริยาได้ ซึ่งแป้งทนย่อยประเภทนี้สามารถเกิดขึ้นได้เองตามธรรมชาติ โดยส่วนใหญ่พบ

ในเมล็ดพืช เช่น ถั่วหรือเมล็ดธัญพืชที่ผ่านการโม่ การบดโดยเหลือส่วนของเมล็ดสตาร์ชติดอยู่กับผนังเซลล์ อาหารที่ทำจากสตาร์ชชนิดนี้ทนต่อความร้อนในการทำอาหารปกติและสามารถใช้เป็นส่วนผสมในอาหารได้หลากหลาย แป้งประเภทนี้พบมากในกล้วยดิบ มันฝรั่งดิบ และแป้งข้าวโพดที่มีอะไมโลสสูงเป็นต้น (Sajilata et al., 2006)

1.3 แป้งคืนตัว (Retrograded starch) ประกอบด้วยเม็ดแป้งจากพืชบางชนิดที่มีส่วนผสมของแป้งดิบ แป้งที่ผ่านกระบวนการเจลาติไนซ์ด้วยความร้อนมีผลทำให้พันธะไฮโดรเจนในเม็ดแป้งถูกทำลาย เมื่อถูกทำให้เย็นตัวลง จะเกิดการจัดเรียงตัวของอะไมโลสใหม่ ด้วยพันธะไฮโดรเจนเกลียวคู่ ซึ่งเป็นผลึกที่มีความหนาแน่นยิ่งขึ้น ทำให้แป้งคืนตัว มีการทนต่อการย่อยโดยเอนไซม์ในระบบทางเดินอาหาร เช่น มันฝรั่งที่ต้มแล้วทำให้เย็น เปลือกขนมปังคอร์นเฟลคส์ (Mermelstein, 2009)

1.4 แป้งที่มีการดัดแปรโครงสร้างโมเลกุลของเม็ดแป้งโดยการใช้สารเคมี (Chemically modified starch) เพื่อให้แป้งทนต่อการย่อยโดยเอนไซม์ในระบบทางเดินอาหาร เช่น ไดสตาร์ช-ฟอสเฟตเอสเทอร์ (distarch phosphate ester) ที่เกิดจากการนำแป้งมาทำปฏิกิริยากับสารครอสลิงค์ (Kim et al., 2008)

1.5 สารประกอบเชิงซ้อนของอะไมโลสและไขมัน (Amylose-lipid complex) ซึ่งเกิดจากแป้งที่มีอะไมโลสที่ต้องการอุณหภูมิที่สูงขึ้นสำหรับการเกิดเจล และมีความเสถียรต่อความร้อนสูงและสามารถทนต่อการย่อยของเอนไซม์ได้ (Siswoyo and Morita, 2003)

2.แป้งที่ย่อยได้ (Digestible Starch) สามารถแบ่งย่อยได้อีกเป็น 3 ประเภท คือ (DeSesso and Jacobson, 2001)

2.1 แป้งที่ถูกย่อยได้เร็ว (rapidly digestible starch) จะถูกย่อยและดูดซึมที่ลำไส้เล็กภายในเวลา 20 นาที

2.2 แป้งที่ถูกย่อยได้ช้า (slowly digestible starch) คือ แป้งที่ถูกย่อยได้ช้า โดยถูกย่อยภายในเวลา 20 นาที ถึง 120 นาที

2.3 แป้งที่ทนต่อการย่อย (resistant starch) คือ แป้งที่ทนต่อการย่อย โดยแป้งไม่ถูกไฮโดรไลซ์หลังจากบ่ม 120 นาที

3. ประโยชน์ของแป้งทนย่อยที่มีผลต่อสุขภาพ

3.1 ผลของแป้งทนย่อยต่อระดับน้ำตาลในเลือด

โรคทางเดินอาหารส่วนใหญ่เกิดจากการรับประทานอาหารที่ไม่เหมาะสม ผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้ความสนใจอาหารที่มีส่วนผสมของใยอาหาร แป้งทนย่อยจึงเป็นทางเลือกใหม่ที่เป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตที่ผู้บริโภคให้ความสำคัญเนื่องจากให้พลังงาน 8 กิโลจูลต่อกรัม เมื่อเปรียบเทียบกับแป้งทั่วไปให้พลังงาน 15 กิโลจูลต่อกรัม (Chen et al., 2017) ซึ่งให้พลังงานต่ำครึ่งหนึ่งของแป้งทั่วไป แป้งทนย่อยมีประโยชน์ต่อสุขภาพมากมาย เช่น ลดปริมาณระดับน้ำตาลในเลือด และเป็นส่วนผสมสำคัญในผลิตภัณฑ์อาหารกลุ่มพรีไบโอติก หรือกลุ่มอาหารที่ไม่ได้รับการย่อยในระบบทางเดินอาหารส่วนบน โดยจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหารลดกิจกรรมการย่อย ในกลุ่มประเทศฝั่งยุโรปได้กำหนดปริมาณแป้งทนย่อยที่ได้รับในแต่ละวันจำนวน 3-6 กรัม/วัน และในออสเตรเลีย จำนวน 5-7 กรัม/วัน (Dysseler and Hoffem, 1994)

ดัชนีน้ำตาลที่วิเคราะห์ได้จากอาหารจำพวกแป้งขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น อัตราส่วนระหว่างอะไมโลสต่ออะไมโลเพคติน โครงสร้างของเม็ดแป้ง กระบวนการเกิดเจลาติไนซ์ของแป้ง ปริมาณน้ำและอุณหภูมิในการแปรรูปอาหาร ดังนั้นปัจจัยที่มีผลต่อค่าดัชนีน้ำตาลจึงขึ้นอยู่กับปริมาณแป้งทนย่อยด้วย ปริมาณกลูโคสเป็นข้อมูลที่อ้างอิงค่าดัชนีน้ำตาล พบว่าแป้งจากพืชตระกูลถั่ว ผลิตภัณฑ์จากมันฝรั่งหรือข้าวบางชนิดและซีเรียลอาหาร อยู่ในช่วงประมาณ 10 ถึง 100 ดังนั้น อาหารที่มีปริมาณแป้งทนย่อยเป็นส่วนผสมจะช่วยลดอัตราการย่อยอาหารอย่างช้าๆ การใช้แป้งทนย่อยเพื่อปรับปรุงผลิตภัณฑ์อาหารให้มีดัชนีน้ำตาลในเลือดต่ำเพื่อให้ผู้บริโภคที่ต้องการควบคุมปริมาณน้ำตาลในเลือดสามารถบริโภคได้ โดยเฉพาะผู้ป่วยที่เป็นโรคเบาหวาน (Fuentes-Zaragoza et al., 2010)

3.2 ผลของแป้งทนย่อยต่อการควบคุมน้ำหนัก

งานวิจัยศึกษาการใช้แป้งทนย่อยสำหรับผู้บริโภคเพศชายที่มีน้ำหนักเกิน โดยให้รับประทาน

อาหารมื้อเช้า และมื้อกลางวัน ที่มีแป้งทนย่อยจำนวน 48 กรัมต่อวัน แทนปริมาณแป้งที่เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์อาหารเช้า พบว่า ผู้บริโภคเพศชายมีน้ำหนักลดลง (Al-Mana et al.,2018) แป้งทนช่วยลดการใช้พลังงานและเพิ่มความอิ่มหลังตอนกลางวัน แป้งทนย่อยจึงช่วยในการควบคุมความอยากอาหารลดน้ำหนักของร่างกาย ลดการสะสมไขมันที่ส่งผลให้น้ำหนักตัวลดลง (Eroglu and Buyuktuncer, 2017) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาโดยให้ผู้บริโภครับประทานแป้งทนย่อยจากแป้งกล้วยจำนวน 24 กรัม ที่การละลายในน้ำ 240 มิลลิลิตร ติดต่อกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์ โดยใช้ผู้ทดสอบ จำนวน 28 คน โดยเปรียบเทียบกับผู้ทดสอบที่รับประทานน้ำนมถั่วเหลือง 24 กรัมที่ละลายในน้ำ 240 มิลลิลิตร พบว่า ค่า BMI ลดลง 0.6 kg/m^2 แต่ไม่สามารถเปลี่ยน เปอร์เซ็นต์ไขมัน แต่อาจลดมวลของร่างกายได้ (Zhang et al., 2013) นอกจากนี้มีการศึกษาผลของแป้งทนย่อยต่อน้ำหนักตัวของผู้บริโภคที่เป็นภาวะโรคอ้วน โดยให้รับประทานติดต่อกันเป็นเวลา 12 เดือน พบว่า น้ำหนักลดลง 4.4 กิโลกรัม ค่า BMI ลดลง 1.42 kg/m^2 และเส้นรอบเอวลดลง 3.8 เซนติเมตร โดยเปรียบเทียบกับกลุ่มผู้บริโภคอาหารที่มีใยอาหารสูง พบว่า น้ำหนักลดลง 2.4 กิโลกรัม ค่า BMI ลดลง 0.61 kg/m^2 และเส้นรอบเอวลดลง 3.1 เซนติเมตร (Dodevska et al., 2016)

3.3 ผลของแป้งทนย่อยต่อระดับคลอเลสเตอรอล

ผู้บริโภคที่รับประทานแป้งทนย่อยที่ใส่ทดแทนลงไปในอาหารเมื่อเทียบกับอาหารที่มีเส้นใยสูงเป็นเวลา 12 เดือน ระดับคลอเลสเตอรอลในร่างกายลดลง (Robertson, 2012) สอดคล้องกับการศึกษาการผลิตแป้งทนย่อยจากแป้งถั่ว พบว่า ช่วยลดระดับคลอเลสเตอรอลรวมในเลือด โดยทำการทดลองในหนูแฮมสเตอร์ที่กินอาหารที่มีแป้งมันสำปะหลังอัดขึ้นรูป 9.9% เส้นใยข้าวโอ๊ตและแป้งมันสำปะหลังอัดเม็ดที่มีส่วนผสมของแป้งทนย่อย 9.7% พบว่า ระดับคลอเลสเตอรอลในเลือดของหนูทดลองมีปริมาณลดลงเช่นกัน (Fuentes-Zaragoza et al., 2010)

3.4 ผลของแป้งทนย่อยต่อการยับยั้งมะเร็งลำไส้

Bingham et al., (2003) ทำการทดลองในกลุ่มประชากรโดยการให้บริโภคอาหารที่มีปริมาณเส้นใยอาหารในระดับต่ำ และแหล่งอาหารที่มีปริมาณใยอาหารมากกว่ากลุ่มแรก พบว่าการบริโภคใยอาหารสูงสามารถลดความเสี่ยงของมะเร็งลำไส้ใหญ่และทวารหนักได้มากขึ้นถึง 40% จึงเป็นการช่วยลดความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งลำไส้ใหญ่ได้

4. การประยุกต์ใช้แป้งทนย่อยในผลิตภัณฑ์อาหาร

แป้งทนย่อยเป็นวัตถุดิบที่น่าสนใจมากสำหรับกลุ่มนักพัฒนาผลิตภัณฑ์และนักโภชนาการ เนื่องจากมีประโยชน์ต่อสุขภาพโดยเฉพาะการทนต่อการย่อยในร่างกายมนุษย์ นอกจากนี้แป้งทนย่อยยังมีคุณสมบัติทางด้านเคมีกายภาพที่น่าสนใจ เช่น การพองตัว การเพิ่มความหนืด และความสามารถในการอุ้มน้ำทำให้มีประโยชน์ในอาหารหลากหลายชนิด แป้งทนย่อยมีขนาดอนุภาคที่เล็กลักษณะสีขาวเนื้อละเอียดและยังให้การพัฒนาคุณสมบัติที่ดีในการแปรรูปและความกรอบ การขยายตัวและปรับปรุงเนื้อสัมผัสในผลิตภัณฑ์ อาหารที่มีแป้งทนย่อยเป็นส่วนผสมจะมีปริมาณอะไมโลสสูง (Aparicio-Saguilán et al., 2007) ในอุตสาหกรรมอาหารมีการประยุกต์ใช้แป้งทนย่อยในผลิตภัณฑ์อาหารหลายอย่าง เช่น ผลิตภัณฑ์ขนมอบ ขนมปัง มัมฟิน ผลิตภัณฑ์ธัญพืช เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ เพราะแหล่งของแป้งทนย่อยเป็นแหล่งของใยอาหาร ปริมาณในการเติมแป้งทนย่อยคือเติมแทนที่แป้งที่ใช้เป็นส่วนผสมในประมาณที่กำหนด (Yue and Waring, 1998) ในปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์แป้งทนย่อยทางการค้าแพร่หลายมากขึ้น เริ่มต้นมีแป้งทนย่อยวางขายตั้งแต่ปี 1990 ปัจจุบันมีบริษัทต่างๆ ผลิตแป้งทนย่อยจำหน่ายในชื่อทางการค้าต่างๆ (Shin et al., 2003) การเติมแป้งทนย่อยในผลิตภัณฑ์ขนมปัง พาสต้า และเครื่องดื่ม มีการปรับคุณสมบัติเนื้อสัมผัสและประโยชน์ต่อสุขภาพ (Premavalli et al., 2006) นอกจากนี้มีการประยุกต์ใช้แป้งทนย่อยชนิดที่3 ในผลิตภัณฑ์ขนมเพื่อให้มีความกรอบและลักษณะปรากฏที่ดีขึ้น นอกจากนี้มีการเติมแป้งทนย่อยที่ผลิตจากแป้งกล้วย ในผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวทำให้เนื้อสัมผัสเส้นก๋วยเตี๋ยวดีขึ้น (Vernaza et al., 2011) ตัวอย่างแป้งทนย่อยที่ผลิตทางการค้าเพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆ แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แป้งทนย่อยที่ผลิตทางการค้าใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆ

ชื่อทางการค้า	**ชนิดแป้งทนย่อย**	**ปริมาณแป้งทนย่อย(RS) หรือปริมาณเส้นใยทั้งหมด (TDF)**	**ประโยชน์ต่อสุขภาพ**	**ชื่อบริษัทผู้ผลิต**
Hi maize	RS2	30–60% TDF	คุณสมบัติของพรีไบโอติก ลดค่า pH ของอุจจาระ เพิ่มระดับของกรดไขมันสายสั้น (โดยเฉพาะบิวทิลเรทซึ่งอาจลดความเสี่ยงมะเร็ง)เพิ่มการทำงานของลำไส้โดยไม่รุนแรงฤทธิ์เป็นยาระบาย เพิ่มลำไส้จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์	National Starch and Chemicals Co., USA.
CrystaLean	RS3	19.2–41% RS	พรีไบโอติก. เพิ่มสัดส่วนของบิวทิลเรท. เพิ่มจำนวนเซลล์ในลำไส้ใหญ่ มีปริมาณใยอาหารที่สามารถละลายน้ำได้และ ดัชนีน้ำตาลต่ำ	Opta Food Ingredients Inc., USA.
Novelose 240	RS2	47% RS	ลดการตอบสนองต่อระดับน้ำตาลในเลือดเมื่อใช้แทนแป้ง	National Starch and Chemicals Co.,USA.
Novelose 260	RS2	60% RS	ลดการตอบสนองต่อระดับน้ำตาลในเลือดเมื่อใช้แทนแป้ง	National Starch and Chemicals Co.,USA
Novelose 300	RS3	< 30% TDF	ลดการตอบสนองต่อระดับน้ำตาลในเลือดเมื่อใช้แทนแป้ง	National Starch and Chemicals Co.,USA
C*Actistar	RS3	53% RS	พรีไบโอติกมีประโยชน์ต่อสุขภาพ แหล่งของ butyrate รองรับภูมิคุ้มกันระบบ การตอบสนองต่อระดับน้ำตาลในเลือดลดลงต่ำ ให้พลังงานต่ำ	Cerestar (a Cargill company)
Fibersym^{TM} HA	RS4	> 70% TDF	ลดระดับน้ำตาลในเลือดและการตอบสนองของอินซูลิน	MGP Ingredients, Inc. (Atchison, Kans.) and Cargill
Fibersym^{TM} 80ST	RS4	80% TDF	ลดระดับน้ำตาลในเลือดและการตอบสนองของอินซูลิน	MGP Ingredients, Inc. (Atchison, Kans.) and Cargill
Nutriose FB	-	85% TDF	ให้พลังงานต่ำ	Roquette, Freres, France
Fibersol 2	-	90% TDF	พรีไบโอติก ควบคุมปริมาณน้ำตาลในเลือด	ADM/Matsutani National Starch and Chemicals Co., USA.

ที่มา : Sharma et al., (2008)

จากตารางแสดงให้เห็นได้ว่า อุตสาหกรรมอาหารให้ความสำคัญต่อการผลิตที่ใช้นวัตกรรมเพื่อสุขภาพเพื่อตอบสนองต่อความต้องการที่เพิ่มขึ้นของผู้บริโภค เนื่องจากผู้บริโภคให้ความสนใจผลิตภัณฑ์คาร์โบไฮเดรตที่มีดัชนีน้ำตาลในเลือดต่ำกำลังได้รับความสนใจเนื่องจากมีประโยชน์ต่อสุขภาพ มีการใช้แป้งทนย่อยเพื่อปรับปรุงผลิตภัณฑ์อาหารให้มีดัชนีน้ำตาลในเลือดต่ำเพื่อให้ผู้บริโภคที่ต้องการควบคุมปริมาณน้ำตาลในเลือดสามารถบริโภคได้ โดยเฉพาะผู้ป่วยที่เป็นโรคอ้วน โรคเบาหวาน ลดความเสี่ยงต่อโรคหัวใจและหลอดเลือด (Bednar et al., 2001)

นอกจากนี้มีวิเคราะห์ปริมาณแป้งทนย่อยและดัชนีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบปริมาณแป้งทนย่อยและดัชนีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆ

ผลิตภัณฑ์อาหาร	**ปริมาณแป้งทนย่อย (กรัม/100 กรัม)**	**ดัชนีน้ำตาล**
เมล็ดข้าวและผลิตภัณฑ์ธัญพืช		
บักวีต	1.8	51
ขนมปังขาว	1.2	69
ขนมปังโฮลวีท	1.0	72
ลูกเดือย	1.7	71
ข้าวกล้อง	1.7	66
ข้าวขาว	1.2	72
เส้นสปาเก็ตตี้ (แป้งโฮลวีท)	1.4	42
เส้นสปาเก็ตตี้ (แป้งสาลี)	1.1	50
อาหารเช้าธัญพืช		
ยี่ห้อ Kellogg's	0.7	51
ยี่ห้อ Cornflakes	3.2	80
มูสลี่ (ข้าวโอ้ต)	3.3	66
ข้าวต้ม (ข้าวโอ้ต)	0.2	49
ข้าวสาลีฝอย (Shredded wheat)	1.2	67
ธัญพืชอัดแท่ง (wheatabix)	0.1	75
ผักต่างๆ		
ถั่วปากอ้า	1.2	79
มันฝรั่ง	1.3	80
มันฝรั่งหวาน	0.7	48
ข้าวโพดหวาน	0.3	59
มันเทศ	1.5	1.5
ถั่วต่างๆ		
ถั่วอบ	1.2	40
ถั่วแดง	2.0	29
ถั่วลูกไก่	2.6	36
ถั่วเลนทิล	3.4	29

ที่มา: Birt et al., (2013)

ตารางที่ 3 ปริมาณแป้งทนย่อยที่พบในผลิตภัณฑ์อาหารของประเทศสหรัฐอเมริกา

ผลิตภัณฑ์	ปริมาณแป้งทนย่อย (ต่อ 100 กรัม)
ขนมปังขาวม้วน	0.87
ขนมปังโรล	0.87
ขนมปังผสมธัญพืช	0.97
โจ๊ก	0.17
อาหารเช้าซีเรียวบิสกิตข้าวสาลี	1.12
อาหารเช้าซีเรียวจากรำข้าว	1.22
ข้าวขาว	1.2
ข้าวกล้อง	1.7
เส้นพาสต้าจากไข่	0.88
เส้นพาสต้าจากข้าวสาลี	1.1
เส้นพาสต้าจากแป้งโฮวีท	1.4
กล้วยสุก	1.23
กล้วยเขียว	8.50
มันฝรั่งหวาน	0.08
ถั่วเขียว	0.14
ข้าวโพดหวานกระป๋อง	0.30
เมล็ดถั่ว	0.77
ถั่วอบ	1.40
มันฝรั่งแผ่น	0.21

ที่มา : Lockyer และ Nugent, (2017)

นอกจากนี้พบว่า ประเทศสหรัฐอเมริกาได้มีพบปริมาณแป้งทนย่อยในกลุ่มผลิตภัณฑ์อาหาร ดังแสดงในตารางที่ 3 ดังนี้

ปัจจุบันพบว่ามีการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆที่มีการเติมแป้งทนย่อยในกลุ่มผลิตภัณฑ์มากขึ้น ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มอาหารดังนี้

4.1 ผลิตภัณฑ์ขนมอบ

ปัจจุบันมีการค้นพบการพัฒนาการดัดแปรเซลลูโลสเพื่อใช้เป็นสารเติมแต่งในการผลิตแป้งขนมปัง โดยใช้ทดแทนแป้งสาลี 30% ของส่วนผสมทั้งหมด ทำให้แป้งโดของขนมปังมีคุณสมบัติการเป็นแป้งทนย่อยได้มากขึ้น (Arp et al., 2021) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาการปรับปรุงอะไมโลสในแป้งข้าวโพดเพื่อให้มีคุณสมบัติเป็นแป้งทนย่อย โดยการเปลี่ยนโครงสร้างแป้งสาลีให้มีปริมาณอะไมโลสสูง เพื่อใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังเพื่อสุขภาพ การจากวิจัยพบว่า แป้งทนย่อยดังกล่าวสามารถย่อยได้ต่ำกว่าปริมาณคาร์โบไฮเดรตและมีดัชนีน้ำตาลในเลือดที่ลดลง และมีลักษณะทางประสาทสัมผัสที่ยอมรับได้ ขนมปังชนิดนี้จึงเป็นทางเลือกสำหรับผู้บริโภคที่ต้องการควบคุมปริมาณน้ำตาลในเลือด (Arp et al., 2018)

4.2 ผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยว

จากการทดลองผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวจากแป้งทนย่อยกล้วยดิบ พบว่า เป็นแหล่งแป้งทนย่อยที่มีใยอาหารสูง เมื่อเปรียบเทียบกับแป้งข้าวโพดและแป้งมันสำปะหลัง โดยแป้งกล้วยมีปริมาณดัชนีน้ำตาลต่ำกว่าแป้งทั้งสองชนิดดังกล่าว และสามารถทนต่อการย่อยในลำไส้ได้ดีกว่า (Srikaeo et al., 2011) นอกจากนี้มีการศึกษาการปรับปรุงแป้งทนย่อยโดยการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวจากแป้งข้าวโพดโดยการปรับปรุงคุณสมบัติให้สามารถทนย่อยจากเอนไซม์ได้มากขึ้น พบว่า เมื่อมีการปรับปรุงการผลิตสามารถเพิ่มปริมาณแป้งทนย่อยจาก 18% เพิ่มขึ้นปริมาณแป้งทนย่อยเป็น 28% จึงสามารถทนต่อการย่อยได้มากขึ้น (Lin et al., 2019)

4.3 ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต

การพัฒนาแป้งทนย่อยที่ทำจากแป้งมันสำปะหลังนำมาใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต พบว่า แป้งมันสำปะหลังที่มีปริมาณแป้งทนย่อยในโยเกิร์ตในสัดส่วน 0, 0.1%, 0.5% และ 1% ใช้แป้งข้าวโพด (0.6%) เป็นตัวควบคุม แล้วนำผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 21 วัน จากผลการทดลองพบว่าแป้งทนย่อยในโยเกิร์ตในสัดส่วน 0.5% และ1% มีปริมาณแป้งที่ทนต่อโยเกิร์ตสูงถึง 3.40 กรัม / 100 กรัม และ 5.58 กรัม / 100 กรัม ในวันแรกและ 1.92 กรัม / 100 กรัม และ 4.47 กรัม/ 100 กรัม ในวันที่ 21 ตามลำดับ ซึ่งจากการทดลองจะเห็นว่าปริมาณแป้งทนย่อยในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตลดลง เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตที่เติมแป้งทนย่อยลงไปนั้นมีคุณสมบัติที่ดีกว่าผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตที่ไม่เติมแป้งทนย่อย (MwizERwA et al., 2017)

ปัจจุบันมีการค้นพบการผลิตผลิตภัณฑ์ซินไบโอติกโยเกิร์ตที่เติมแป้งทนย่อยจากแป้งสาคูโดยการพัฒนาสายพันธุ์ใหม่ลงไปเพื่อให้ป้องกันการเกิดโรคเบาหวาน ช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือด และทนต่อการย่อยในลำไส้เล็กได้มากขึ้น โยเกิร์ตซินไบโอติกที่พัฒนาขึ้นใหม่นี้อาจเป็นทางเลือกสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน (Miller et al., 2021)

สรุป

แป้งทนย่อยจัดเป็นอาหารที่มีใยอาหารสูงและเป็นอาหารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ เพราะผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้ความสนใจอาหารสุขภาพมากขึ้น นักโภชนาการจึงมีการคิดค้นแป้งที่สามารถทนต่อการย่อยในลำไส้เล็กได้ และได้พัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น เส้นก๋วยเตี๋ยว เส้นพาสต้า ขนมปัง ผลิตภัณฑ์ซีเรียวอาหารเช้า เพื่อให้สะดวกในการบริโภคมากขึ้น ดังนั้นผลิตภัณฑ์อาหารที่มีส่วนผสมของแป้งทนย่อยจึงเป็นที่นิยมมากขึ้นแพร่หลาย เพราะสามารถลดระดับน้ำตาลในเลือดได้ สำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวานที่ต้องการควบคุมปริมาณน้ำตาลแต่ยังต้องการบริโภคแป้ง และนอกจากนี้แล้วแป้งทนย่อยยังสามารถบริโภคได้ง่าย มีจำหน่ายทั่วไปตามท้องตลาดและราคาไม่แพงมากนักเมื่อเทียบกับประโยชน์ที่ได้รับและผลิตภัณฑ์อาหารเสริมสุขภาพชนิดอื่นๆ ที่วางขายทั่วไป ผลิตภัณฑ์อาหารที่มีส่วนผสมของแป้งทนย่อยจึงเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคในยุคปัจจุบันเพิ่มมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

Al-Mana, N.M., and M.D. Robertson. 2018. Acute effect of resistant starch on food intake, appetite and satiety in overweight/obese males. Nutrients. 10(12), 1993.

Aparicio-Saguilán, A., S.G. Sáyago-Ayerdi, A. Vargas-Torres, J. Tovar, T.E. Ascencio-Otero, and L.A. Bello-Pérez. 2007. Slowly digestible cookies prepared from resistant starch-rich lintnerized banana starch. Journal of Food Composition and Analysis. 20(3–4), 175–181.

Arp, C.G., M.J. Correa, and C. Ferrero. 2018. High-amylose resistant starch as a functional ingredient in breads: a technological and microstructural approach. Food and Bioprocess Technology. 11(12), 2182–2193.

Arp, C.G., M.J. Correa, and C. Ferrero. 2021. Improving quality: Modified celluloses applied to bread dough with high level of resistant starch. Food Hydrocolloids. 112, 106302.

Bednar, G.E., A.R. Patil, S.M. Murray, C.M. Grieshop, N.R. Merchen, and G.C. Fahey Jr. 2001. Starch and fiber fractions in selected food and feed ingredients affect their small intestinal digestibility and fermentability and their large bowel fermentability in vitro in a canine mode. The Journal of Nutrition. 131(2), 276–286.

Bingham, S.A., N.E. Day, R. Luben, P. Ferrari, N. Slimani, T. Norat, F. Clavel-Chapelon, E. Kesse, A. Nieters, and H. Boeing. 2003. Dietary fibre in food and protection against colorectal cancer in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC): an observational study. The Lancet. 361(9368), 1496–1501.

Birt, D.F., T. Boylston, S. Hendrich, J.-L. Jane, J. Hollis, L. Li, J. McClelland, S. Moore, G.J. Phillips, and M. Rowling. 2013. Resistant starch: promise for improving human health. Advances in Nutrition. 4(6), 587–601.

Chen, Y., Q. Yang, X. Xu, L. Qi, Z. Dong, Z. Luo, X. Lu, and X. Peng. 2017. Structural changes of waxy and normal maize starches modified by heat moisture treatment and their relationship with starch digestibility. Carbohydrate Polymers. 177, 232–240.

DeSesso, J.M., and C.F. Jacobson. 2001. Anatomical and physiological parameters affecting gastrointestinal absorption in humans and rats. Food and Chemical Toxicology. 39(3), 209–228.

Dodevska, M.S., S.S. Sobajic, P.B. Djordjevic, V.S. Dimitrijevic-Sreckovic, V.V. Spasojevic-Kalimanovska, and B.I. Djordjevic. 2016. Effects of total fibre or resistant starch-rich diets within lifestyle intervention in obese prediabetic adults. European Journal of Nutrition. 55(1), 127–137.

Dysseler, P., and D. Hoffem. 1994. Estimation of resistant starch intake in Europe. In: Proceedings of the Concluding Plenary Meeting of EURESTA. EURESTA, Wageningen, Netherlands.

Eroglu, E.I., and Z. Buyuktuncer. 2017. The effect of various cooking methods on resistant starch content of foods. Nutrition & Food Science. 47(4), 522-533.

Farvid, M.S., R.M. Tamimi, E.M. Poole, W.Y. Chen, B.A. Rosner, W.C. Willett, M.D. Holmes, and A.H. Eliassen. 2021. Postdiagnostic Dietary Glycemic Index, Glycemic Load, Dietary Insulin Index, and Insulin Load and Breast Cancer Survival. Cancer Epidemiology and Prevention Biomarkers. 30(2), 335–343.

Fuentes-Zaragoza, E., M.J. Riquelme-Navarrete, E. Sánchez-Zapata, and J.A. Pérez-Álvarez. 2010. Resistant starch as functional ingredient: A review. Food Research International. 43(4), 931–942.

Kim, M.J., S.J. Choi, S.I. Shin, M.R. Sohn, C.J. Lee, Y. Kim, W.I. Cho, and T.W. Moon. 2008. Resistant glutarate starch from adlay: Preparation and properties. Carbohydrate Polymers. 74(4), 787–796.

Lin, D., W. Zhou, Z. Yang, Y. Zhong, B. Xing, Z. Wu, H. Chen, D. Wu, Q. Zhang, and W. Qin. 2019. Study on physicochemical properties, digestive properties and application of acetylated starch in noodles. International Journal of Biological Macromolecules. 128, 948–956.

Lockyer, S., and A.P. Nugent. 2017. Health effects of resistant starch. Nutrition Bulletin. 42(1), 10–41.

Mermelstein, N.H. 2009. Laboratory: analyzing for resistant starch. Food Technology (Chicago). 63(4), 80–84.

Miller, B., R. Mainali, R. Nagpal and H. Yadav. 2021. A Newly Developed Synbiotic Yogurt Prevents Diabetes by Improving the Microbiome—Intestine—Pancreas Axis. International Journal of Molecular Sciences. 22(4), 1647.

MwizERwA, H., G. O. Abong, M. W. Okoth, M. P. Ongol, C. Onyango and P. Thavarajah. 2017. Effect of resistant cassava starch on quality parameters and sensory attributes of yoghurt. Current Research in Nutrition and Food Science Journal. 5(3), 353-367.

Premavalli, K. S., S. Roopa and A. S. Bawa. 2006. Resistant starch: A functional dietary fibre. Indian Food Industry. *25*(2), 40-45.

Redpath, T. L., M. B. E. Livingstone, A. A. Dunne, A. Boyd, C. W. le Roux, A. C. Spector, and R. K. Price. 2021. Methodological issues in assessing change in dietary intake and appetite following gastric bypass surgery: A systematic review. Obesity Reviews. 22(6), 1-19.

Robertson, M. D. 2012. Dietary-resistant starch and glucose metabolism. Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care. 15(4), 362-367.

Sajilata, M. G., R. S. Singhal and P. R. Kulkarni. 2006. Resistant starch–a review. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 5(1), 1-17.

Sharma, A., B.S. Yadav, and Ritika. 2008. Resistant Starch: Physiological Roles and Food Applications. Food Reviews International. 24(2), 193–234.

Shin, M., K. Woo, and P.A. Seib. 2003. Hot-Water Solubilities and Water Sorptions of Resistant Starches at 25°C. Cereal Chemistry. 80(5), 564–566.

Siswoyo, T.A., and N. Morita. 2003. Thermal Properties of Partially Hydrolyzed Starch–Glycerophosphatidylcholine Complexes with Various Acyl Chains. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 51(10), 3162–3167.

Srikaeo, K., S. Mingyai, and P.A. Sopade. 2011. Physicochemical properties, resistant starch content and enzymatic digestibility of unripe banana, edible canna, taro flours and their rice noodle products. International Journal of Food Science & Technology. 46(10), 2111–2117.

Vernaza, M. G., M. A. Gularte and Y. K. Chang. 2011. Addition of green banana flour to instant noodles: rheological and technological properties. Ciência e Agrotecnologia. 35(6), 1157-1165.

Wepner, B., E. Berghofer, E. Miesenberger, K. Tiefenbacher, and P.N.K. Ng. 1999. Citrate Starch — Application as Resistant Starch in Different Food Systems. Starch - Stärke. 51(10), 354–361.

Yue, P., and S. Waring. 1998. Resistant starch in food applications. Cereal Foods World. 43(9), 690-695.

Zhang, Y.-B., W.-H. Chen, J.-J. Guo, Z.-H. Fu, C. Yi, M. Zhang, and X.-L. Na. 2013. Soy isoflavone supplementation could reduce body weight and improve glucose metabolism in non-Asian postmenopausal women—A meta-analysis. Nutrition. 29(1), 8–14.