

อนาคตและ:

ความก้าวหน้าของแป้งแปรรูป



ดร. เกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ
หน่วยปฏิบัติการเทคโนโลยีแปรรูปมันสำปะหลังและแป้ง
ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ

รศ. ดร. กล้านรงค์ ศรีวรรค
ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ
คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แป้ง

จัดเป็นสารประกอบจำพวกคาร์โบไฮเดรตชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญยิ่งต่อมนุษย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้ประโยชน์เพื่อเป็นอาหาร และเพื่อเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมต่างๆ ทั้งนี้เนื่องจากแป้งมีสมบัติทางหน้าที่ที่สำคัญหลายประการที่มีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์หลายชนิด ทั้งในผลิตภัณฑ์ที่เป็นอาหาร และที่ไม่ใช่อาหาร โดยมีการใช้แป้งเพื่อเป็นสารให้ความข้นหนืด สารช่วยในการเกาะติด สารช่วยให้ความคงตัว สารช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัส สารช่วยในการเคลือบ และให้ความมันวาว สารช่วยในการอุ้มน้ำ สารทดแทนไขมัน สารช่วยในการทำอิมัลชัน และสารช่วยในการทำฟิล์มและเจล เป็นต้น

แป้งแปรรูป คืออะไร

ในการใช้ประโยชน์แป้งในผลิตภัณฑ์ต่างๆ พบว่า แป้งดิบที่ได้จากธรรมชาติอาจมีสมบัติเฉพาะตัวที่บางครั้งไม่เป็นที่ต้องการต่อการใช้ในระดับอุตสาหกรรม หรือยังไม่เหมาะสมกับสภาวะบางอย่างในกระบวนการผลิต และ/หรือไม่เหมาะสมต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ รวมทั้งเมื่อเก็บรักษาไว้ ดังนั้นจึงมีการนำแป้งมาปรับเปลี่ยนสมบัติด้วยกระบวนการต่างๆ ได้แก่ กระบวนการทางเคมี กระบวนการทางกายภาพ และกระบวนการทางเทคโนโลยีชีวภาพ เพื่อปรับเปลี่ยนสมบัติทางเคมีฟิสิกส์ และหน้าที่ของแป้งให้มีความเหมาะสมต่อการใช้งานมากขึ้น โดยการแปรรูปแป้งอาจเป็นการปรับปรุงเพื่อเสริมสมบัติที่เป็นจุดเด่นของแป้งที่มีอยู่แล้ว และ/หรือเป็นการปรับปรุงเพื่อลดสมบัติที่เป็นข้อด้อยของแป้งที่มีอยู่ ได้แก่ การปรับเปลี่ยนสมบัติในการหุงต้ม การลดอัตราการคืนตัวของแป้ง การลดการเกิดเจลของแป้งเปียก การเพิ่มความสามารรถต่อการทนการแช่เยือกแข็งของแป้งเปียก การลดการสูญเสียน้ำของแป้งเปียกและเจล

การเพิ่มความใสและความมันวาวของแป้งเปียกและเจล การปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสของแป้งเปียกและเจล การปรับปรุงสมบัติการขึ้นฟิล์ม การเป็นกาว และการเป็นอิมัลซิไฟเออร์ การแปรรูปแป้งให้มีสมบัติที่เหมาะสมและหลากหลายมากขึ้น จะมีส่วนช่วยเสริมการพัฒนาอุตสาหกรรมปลายน้ำอื่นๆ ที่มีการใช้แป้งเป็นวัตถุดิบเพื่อช่วยในการปรับปรุงกระบวนการผลิต และ/หรือคุณภาพของผลิตภัณฑ์โดย

- ปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ทั้งในแง่ลักษณะของผลิตภัณฑ์และอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคต้องการ
- พัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่
- พัฒนาเทคโนโลยีการผลิต
- ลดต้นทุนการผลิตในการใช้ทดแทนวัตถุดิบอื่นที่มีราคาสูงกว่า

สำหรับแป้งแปรรูปสามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มหลักๆ ตามวิธีการที่ใช้ในการแปรรูปได้ดังนี้

1. การแปรรูปแป้งโดยวิธีทางเคมี (Chemical modification) แป้งแปรรูปทางการค้าโดยมากจะได้จากการแปรรูปด้วยวิธีทางเคมี ซึ่งจัดว่าเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมาก แป้งแปรรูปที่ได้หรือที่เรียกกันว่า แป้งตัดแปรทางเคมีจะมีหลายชนิดตามปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น การแปรรูปที่สำคัญในระดับอุตสาหกรรม ได้แก่

- การเกิดอนุพันธ์ (derivatization) โดยเกิดการแทนที่ในโมเลกุลของแป้งด้วยปฏิกิริยาเคมี ได้แก่ ปฏิกิริยาเอสเทอร์ริฟิเคชัน เช่น แป้งแอซิเตต ปฏิกิริยาอีเทอร์ริฟิเคชัน เช่น แป้งไฮดรอกซีโพรพิล และปฏิกิริยาครอสลิงกิง เช่น แป้งไดสตาร์ซฟอสเฟต

- การลดขนาดโมเลกุลแป้งโดยกรด (acid thinning) เช่น แป้งย่อยด้วยกรด (acid-modified starch หรือ thin-boiling starch)
- เดกซ์ทริไนเซชัน (dextrinization) เป็นการลดขนาดหรือเปลี่ยนการจับเกาะ (depolymerization/transglycosylation) โดยใช้ความร้อนหรือความร้อนกับกรด เช่น เดกซ์ทริโน
- ออกซิเดชัน (oxidation) ทำให้เกิดการฟอกสีและลดขนาดของโมเลกุลโดยปฏิกิริยาออกซิเดชัน เช่น แป้งออกซิไดซ์
- การย่อยสลายแป้งด้วยกรด เช่น มอลโทเด็กซ์ทริโน และ น้ำเชื่อมกลูโคส

2. การแปรรูปแป้งโดยวิธีทางกายภาพ (Physical modification) สมบัติของแป้งสามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อแป้งถูกกระทำด้วยวิธีทางกายภาพ เช่น ความร้อน แร่กลแรงเฉือน เป็นต้น แป้งแปรรูปด้วยวิธีทางกายภาพที่สำคัญในเชิงการค้า ได้แก่ แป้งพรีเจลาทีไนซ์ หรือแป้งอัลฟา

3. การแปรรูปแป้งโดยวิธีทางเทคโนโลยีชีวภาพ (Biotechnological modification) การแปรรูปแป้งโดยวิธีทางเทคโนโลยีชีวภาพที่สำคัญ คือ การใช้เอนไซม์ ซึ่งการย่อยแป้งด้วยเอนไซม์จะทำให้โมเลกุลของแป้งมีขนาดเล็กลง และสามารถควบคุมขนาดโมเลกุลที่ต้องการได้โดยควบคุมสภาวะในการย่อย ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์มอลโทเด็กซ์ทริโนที่มีความหลากหลาย และมีสมบัติทางหน้าที่ที่หลากหลายมากขึ้น นอกจากนี้แป้งสามารถถูกย่อยด้วยเอนไซม์จนได้เป็นน้ำตาลกลูโคสที่สามารถเปลี่ยนเป็นสารชนิดอื่น ๆ ได้อีกมากมายด้วยกระบวนการทางเคมี เช่น ซอร์บิทอล กระบวนการทางเอนไซม์ เช่น น้ำเชื่อมฟรักโทส ไฮโคลเด็กซ์ทริโน และกระบวนการหมัก เช่น เอทานอล กรดซิตริก และกรดแลคติก เป็นต้น

อนาคตและความก้าวหน้าของแป้งแปรรูป

อุตสาหกรรมแป้งแปรรูปจะยังเป็นอุตสาหกรรมที่สำคัญที่มีการขยายตัวและเติบโตอย่างต่อเนื่องทั้งในและต่างประเทศ ทั้งนี้เนื่องจากแป้งแปรรูปสามารถตอบสนองความต้องการของอุตสาหกรรมต่าง ๆ ได้ ทั้งอุตสาหกรรมที่มีการใช้แป้งโดยตรง และอุตสาหกรรมต่อเนื่องอื่น ๆ ที่มีการใช้แป้งเป็นวัตถุดิบ เนื่องจาก

1. แป้งแปรรูปจะเป็นวัตถุดิบที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรม นอกเหนือจากใช้เป็นอาหาร

ของมนุษย์และสัตว์ เนื่องจากแป้งเป็นวัตถุดิบที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติที่มีปริมาณมาก ราคาถูก ไม่มีพิษสามารถปลูกสร้างหมุนเวียนใหม่ได้ ย่อยสลายโดยวิธีทางชีวภาพได้ และสามารถถูกแปรรูปได้ จึงทำให้แป้งมีสมบัติทางหน้าที่ที่หลากหลาย และเป็นวัตถุดิบที่มีศักยภาพมากในการใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ

2. ความสามารถในการผลิตแป้งแปรรูปที่มีสมบัติจำเพาะเจาะจงต่อการใช้งานมากยิ่งขึ้น (Tailor-made starch) ในการนำแป้งไปใช้ประโยชน์ในระดับอุตสาหกรรม พบว่า อุตสาหกรรมจะมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เนื่องจากความก้าวหน้าของเทคโนโลยีและความต้องการของตลาดที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ทำให้รูปแบบการใช้ประโยชน์แป้งในอุตสาหกรรมมีการเปลี่ยนแปลงและมีความต้องการแป้งที่มีสมบัติใหม่แตกต่างไปจากเดิม นอกจากนี้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ อาจมีภาวะของกระบวนการผลิตและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการแตกต่างกัน เช่น ความร้อน ความเป็นกรด-ด่าง อัตราการกวน ปริมาณส่วนประกอบอื่น ๆ เป็นต้น ทำให้มีความต้องการแป้งที่มีสมบัติแตกต่างกัน ซึ่งสมบัติของแป้งสามารถปรับเปลี่ยนให้มีความหลากหลายได้มาก ขึ้นอยู่กับวิธีและภาวะที่ใช้ในการแปรรูปแป้ง เช่น ชนิดของสารเคมีที่ใช้ระดับการแปรรูป (Degree of substitution / Molar substitution / Dextrose Equivalent) การกระจายตัวของกลุ่มที่แทนที่ (Distribution of substitution groups) และภาวะที่ใช้ในการแปรรูป เป็นต้น รวมทั้งแป้งที่ได้จากการแปรรูปมากกว่า 1 วิธี เช่น แป้งที่ผ่านการแปรรูปด้วยปฏิกิริยาทางเคมี 2 ชนิด (แป้ง hydroxypropylated distarch phosphate สำหรับใช้เพิ่มความเหนียวของอาหาร แป้ง cationic cross-linked ที่เหมาะต่อการใช้ในขั้นตอน wet end ของกระบวนการผลิตกระดาษ) แป้งแปรรูปทางเคมีที่ผ่านการย่อยด้วยวิธีทางเอนไซม์ แป้งที่มีพันธะกรรมต่างกันที่ผ่านการแปรรูปทางเคมี และแป้งที่ผ่านการแปรรูปด้วยวิธีทางเคมีและกายภาพ ด้วยวิธีการผลิตที่ต่างกันจึงทำให้สามารถผลิตแป้งแปรรูปชนิดใหม่ที่มีสมบัติทางหน้าที่ที่หลากหลายและตอบสนองต่อความต้องการการใช้งานที่จำเพาะเจาะจงได้

3. ความสามารถในการพัฒนาเทคโนโลยีการแปรรูปแป้งที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ในกระบวนการแปรรูปแป้งโดยเฉพาะอย่างยิ่งด้วยวิธีทางเคมีจะนิยมทำเมื่อเม็ดแป้งอยู่ในสภาวะที่แขวนลอยในน้ำ ซึ่งกระบวนการแบบเปียกนี้จะทำให้เกิดของเสียจากกระบวนการผลิตมาก ดังนั้นอุตสาหกรรมการแปรรูปแป้งจึงมีการพัฒนาเทคโนโลยีการแปรรูปแป้งที่ให้อะไรเสียลดลง เพื่อลดต้นทุนการผลิต เช่น การผลิตแป้งแคทไอออนิกด้วยกระบวนการกึ่งแห้งซึ่งจะช่วยลดปริมาณการใช้น้ำ รักษา

สิ่งแวดลอม และลดต้นทุนการผลิต ทั้งนี้จำเป็นต้องคำนึงถึงผลของสารตกค้างอื่นและผลพลอยได้อื่นที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่มีต่อคุณภาพแป้ง นอกจากนี้ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีช่วยให้ผลผลิตแป้งแปรรูปเพิ่มสูงขึ้น ตลอดจนสามารถควบคุมกระบวนการผลิตให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสม่ำเสมอได้มากยิ่งขึ้น

4. ความก้าวหน้าด้านเทคโนโลยีชีวภาพ ในการใช้ประโยชน์แป้งสามารถจัดกลุ่มการแปรรูปแป้งได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ การแปรรูปเป็นอนุพันธ์ซึ่งมักเป็นการแปรรูปด้วยวิธีทางเคมี และการแปรรูปโดยการลดขนาดโมเลกุลของแป้งซึ่งมักเป็นการแปรรูปด้วยวิธีการใช้เอนไซม์ ซึ่งการแปรรูปด้วยวิธีการใช้เอนไซม์นับว่ามีความสำคัญมากยิ่งขึ้นเนื่องจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีชีวภาพ ทำให้สามารถนำแป้งมาผลิตเป็นสารให้ความหวาน รวมทั้งเป็นวัตถุดิบในการผลิตสารอื่นๆ ที่มีต้นทุนการผลิตที่แข่งขันได้ รวมทั้งสามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีมูลค่าเพิ่มได้มากมายเช่น

- พลังงานทดแทน (Alternative energy) ได้แก่ เอทานอล
- พลาสติกย่อยสลายได้ (Biodegradable plastics) ได้แก่ โพลีแลกติกแอซิด (NatureWorks™, Cargill Dow) โพลีไตรเมทิลีน เทเรพทาติก (Polytrimethylene terephthalic, Sorona®, Dupont) และโพลีไฮดรอกซีอัลคาโนเอท (Polyhydroxyalkanoate, Biopol™ ICI Plastics)

● อาหารเสริมสุขภาพ (Functional food) ที่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อสุขภาพของผู้บริโภค รวมทั้งมีส่วนช่วยในการป้องกันและรักษาโรคได้ ซึ่งผลิตภัณฑ์ในกลุ่มนี้ที่ได้จากการแปรรูปแป้งจะมีหลายชนิด เช่น มอลโทเดกซ์ทรินเพื่อใช้เป็นสารทดแทนไขมัน (Fat substitutes) แป้งที่แปรรูปด้วยการย่อยด้วยเอนไซม์และทำให้คืนตัว (Resistant starch) ที่สามารถใช้เป็นเส้นใยอาหารได้น้ำตาลที่ไม่สามารถย่อยได้ (Non-digestible oligosaccharides) เช่น Isomaltooligosaccharides และ Gentio-oligosaccharides ที่สามารถช่วยในการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในลำไส้ได้ แป้งแปรรูปที่มีขนาดโมเลกุลเล็กลงที่สามารถถูกเผาผลาญและให้พลังงานได้อย่างช้าๆ จึง



สามารถใช้เป็นแหล่งพลังงานในระยะเวลาที่นานขึ้นได้ เป็นต้น

● ส่วนประกอบในสูตรยา (Tablet excipient) แป้งสามารถนำมาผ่านการแปรรูปเพื่อใช้เป็นตัวจับกับตัวยาได้ (Encapsulating agent) เช่น ไฮโคลเดกซ์ทริน (Cyclodextrin) รวมทั้งแปรรูปเพื่อผลิตวิตามิน และยาปฏิชีวนะบางชนิดได้

5. ความหลากหลายทางชีวภาพ โดยทั่วไปธรรมชาติของแป้งดิบจะมีสมบัติที่แตกต่างกันตามชนิดและแหล่งที่มาของแป้ง และสมบัติของแป้งสามารถปรับเปลี่ยนได้ด้วยกระบวนการแปรรูป โดยเฉพาะอย่างยิ่งการแปรรูปทางเคมีที่มีประสิทธิภาพมาก อย่างไรก็ตามแป้งแปรรูปด้วยวิธีทางเคมีจะถูกจำกัดด้วยชนิดและปริมาณของสารเคมีตกค้างที่อนุญาตให้มีได้ในผลิตภัณฑ์อย่างถูกต้องตามกฎหมาย เมื่อคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้บริโภค และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ทำให้การพัฒนาแป้งแปรรูปทางเคมีจำกัดอยู่กับกลุ่มของสารเคมีที่ได้รับการรับรอง เช่น GRAS (Generally Recognized As Safe) และกลุ่มของแป้งดัดแปรที่จัดเป็น Food additive (Food modified starch) ตามกฎหมายของประเทศสหรัฐอเมริกา ดังนั้นอุตสาหกรรมแป้งบางแห่งจึงเริ่มให้ความสนใจในการพัฒนาการใช้ประโยชน์แป้งจากพืชแหล่งใหม่ๆ (New starch base) รวมทั้งพืชที่อาจมีพันธุกรรมแตกต่างไปจากเดิม ซึ่งในธรรมชาตินั้น นอกจากข้าวโพด ข้าวสาลี มันฝรั่ง มันสำปะหลัง และข้าวแล้ว ยังมีพืชอีกหลายชนิดที่มีแป้งสะสมอยู่ และสามารถใช้เป็นวัตถุดิบในการสกัดแป้ง แป้งจากแหล่งใหม่นี้อาจมีสมบัติแตกต่างจากแป้งทางการค้าทั่วไปที่มีอยู่ในปัจจุบันและ/หรืออาจมีสมบัติคล้ายคลึงกับแป้งแปรรูปทางเคมีบางชนิด ซึ่งจะเป็ประโยชน์ต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่สอดคล้องกับแนวโน้มด้านทัศนคติของผู้บริโภคที่ต้องการวัตถุดิบที่เป็นธรรมชาติมากขึ้น รวมทั้งการแปรรูปแป้งจากแหล่งใหม่ อาจให้แป้งที่มีสมบัติแตกต่างจากแป้งแปรรูปที่ได้จากแป้งที่มีอยู่ในปัจจุบัน อย่างไรก็ตามการพัฒนาแป้งจากพืชแหล่งใหม่นี้ยังคงมีข้อจำกัดในด้านของราคา ที่ต้องสามารถพัฒนาให้แข่งขันกับแป้งทางการค้าชนิดอื่นๆ ได้

จากสมบัติและลักษณะเฉพาะตัวหลายประการของแป้ง จึงทำให้แน่ใจได้ว่าความต้องการแป้ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งแป้งแปรรูปในอุตสาหกรรมต่างๆ ยังมีอยู่สูง แต่อย่างไรก็ตามเพื่อเป็นผู้นำในอุตสาหกรรมแป้งแปรรูปนั้นจำเป็นต้องทำอย่างเต็มที่ที่ผู้ผลิตแป้งแปรรูปควรมีการพัฒนาอย่างครบวงจรและต่อเนื่องทั้งเทคโนโลยีการผลิต แป้งแปรรูปที่มีประสิทธิภาพ การพัฒนาแป้งแปรรูปที่เหมาะสมกับความต้องการใช้ของอุตสาหกรรม รวมทั้งการประเมินคุณภาพด้านการใช้ประโยชน์ของแป้งในอุตสาหกรรมต่างๆ และการให้บริการเชิงเทคนิคของแป้งแปรรูปประกอบการใช้ประโยชน์ด้วย