

บทนำ

แป้ง เป็นพอลิเมอร์ธรรมชาติที่มีการใช้ประโยชน์ไม่เฉพาะในอุตสาหกรรมอาหาร ยาและเคมีภัณฑ์ เท่านั้น แต่ในปัจจุบันยังครอบคลุมไปถึงอุตสาหกรรมหลักอื่นๆ เช่น ด้านพลังงาน ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอลเพื่อเป็นส่วนผสมในเชื้อเพลิง (โอบาส บัญเสียง, 2550) เป็นต้น ส่งผลให้ความต้องการใช้แป้งที่ในกลุ่มที่มีการผลิตในเชิงพาณิชย์ (commercial starches) เช่น แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวโพด แป้งข้าวเจ้า แป้งถั่วเขียว มีเพิ่มมากขึ้น ในขณะเดียวกัน มีพืชที่เป็นแหล่งของแป้งอีกจำนวนหนึ่งที่ว่ายังไม่มีการผลิตในเชิงพาณิชย์ (non-commercial starches) แต่มีแป้งเป็นส่วนประกอบหลักและมีศักยภาพในการผลิตและพัฒนาเพื่อใช้ประโยชน์ได้ เนื่องจากวัตถุดิบมีการเพาะปลูกอยู่ในประเทศอยู่แล้ว เช่น ถั่วเขียว ถั่วเหลือง ถั่วลิสง ถั่วเขียว ถั่วเหลือง ถั่วลิสง หรือบางชนิดได้จากวัตถุดิบที่เป็นวัสดุเหลือทิ้งทางอุตสาหกรรมเกษตร เช่น เมล็ดขนุน เมล็ดทุเรียน เป็นต้น วัตถุดิบเหล่านี้ส่วนใหญ่ใช้เป็นอาหารโดยผ่านการปรุงอย่างง่าย (เช่น ต้ม นึ่ง เผา ย่าง) โดยไม่จำเป็นต้องแยกแป้งออกมา ในปัจจุบันมีการศึกษาเพื่อแยกแป้งจากวัตถุดิบเหล่านี้ เพื่อใช้ประโยชน์ในทางอาหาร เช่น ใช้เป็นวัตถุดิบ (หรือทดแทนแป้งหลักบางส่วน) ในการทำเค้ก ลูกก็ ขนมนึ่ง เป็นต้น เนื่องจากข้อมูลด้านคุณค่าทางโภชนาการ แต่ในด้านการศึกษาทางเภสัชกรรม พบว่าแป้งส่วนใหญ่ยังมีการศึกษาไม่มาก และหลายชนิดยังไม่มีรายงานการศึกษาทางด้านนี้ โดยเฉพาะข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณแป้งต้านทานการย่อย (resistant starch, RS) ซึ่งเป็นส่วนองค์ประกอบของแป้งที่กำลังได้รับความสนใจอย่างกว้างขวางในเชิงสุขภาพว่ามีประโยชน์ต่อร่างกายในลักษณะเดียวกับกากใยอาหาร (dietary fiber) ที่ช่วยส่งเสริมสุขภาพและป้องกันโรคต่างๆ ได้ ก็ยังไม่มีรายงานในแป้งที่ไม่ใช่แป้งเชิงพาณิชย์หลายชนิด ในขณะที่ในหลายชนิดที่มีการรายงานไว้ก็ยังไม่มีความแน่นอนเนื่องจากความไม่สม่ำเสมอของวัตถุดิบ วิธีการเตรียม และความแม่นยำของวิธีการที่ใช้ นอกจากนี้ การใช้ประโยชน์จากแป้งเหล่านี้ในทางเภสัชกรรมจำเป็นต้องมีข้อมูลสมบัติเชิงหน้าที่และสมบัติทางเคมีกายภาพที่เกี่ยวข้องเป็นพื้นฐานเพื่อประกอบการวางแผนการพัฒนาการใช้ประโยชน์

1



ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

แป้ง เป็นสารประกอบอินทรีย์กลุ่มคาร์โบไฮเดรตที่ได้จากธรรมชาติ ประกอบด้วยอะตอมของคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน ในอัตราส่วน 6:10:5 โดยมีสูตรเคมีทั่วไปคือ $(C_6H_{12}O_5)_n$ แป้งเป็นพอลิเมอร์ของน้ำตาลกลูโคส ซึ่งจะประกอบด้วยหน่วยย่อยของน้ำตาลกลูโคสมาเชื่อมต่อกันด้วยพันธะกลูโคซิดิกชนิดแอลฟา แป้งพบเป็นองค์ประกอบหลักในพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งพืชที่มีหัวหรือรากที่ใช้สะสมอาหาร และธัญพืชที่มีการสะสมแป้งไว้ในส่วนของเมล็ด

ชีวสังเคราะห์ของแป้งเกิดขึ้นในส่วนของพืชที่มีสีเขียว โดยคลอโรพลาสต์จะทำหน้าที่จับพลังงานจากแสงอาทิตย์เพื่อใช้ในปฏิกิริยาการเปลี่ยนคาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศและน้ำให้เป็นกลูโคสและออกซิเจน กระบวนการสังเคราะห์แสงทำให้เกิดน้ำตาลกลูโคสที่จะถูกนำมาต่อให้เป็นพอลิเมอร์ที่มีสายยาวขึ้นโดยเอนไซม์ที่มีอยู่ในพืชแต่ละชนิด เกิดเป็นแป้ง องค์ประกอบหลักภายในเม็ดแป้งมี 2 ส่วนได้แก่ อะมิโลส (amylose) และอะมิโลเพคติน (amylopectin) ซึ่งในพืชแต่ละชนิดจะพบองค์ประกอบทั้งสองนี้ในสัดส่วนของที่แตกต่างกันไป และเป็นเอกลักษณ์ในแป้งของพืชหลายชนิด นอกจากนี้ยังมีส่วนประกอบอื่นๆ ที่พบได้ภายในเม็ดแป้ง ได้แก่ ไขมัน โปรตีน เถ้า และฟอสฟอรัส อะมิโลสเป็นพอลิเมอร์เชิงเส้นที่ประกอบด้วยกลูโคสประมาณ 2,000 หน่วย เชื่อมต่อกันด้วยพันธะกลูโคซิดิกชนิดแอลฟา-1,4 (α -1,4) น้ำหนักโมเลกุลของอะมิโลสอยู่ในช่วง 10^5 ถึง 10^6 ดาลตัน ซึ่งอะมิโลสในแป้งแต่ละชนิดจะมีน้ำหนักโมเลกุลที่แตกต่างกันไป อะมิโลสสามารถรวมตัวเป็นสารประกอบเชิงซ้อนกับไอโอดีน และสารประกอบอินทรีย์อื่นๆ สารประกอบเชิงซ้อนเหล่านี้จะไม่ละลายในน้ำ โดยอะมิโลสจะพันเป็นเกลียวล้อมรอบสารประกอบอินทรีย์ นอกจากนี้อะมิโลสที่รวมตัวกับไอโอดีนจะให้สีน้ำเงิน ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะที่บ่งบอกถึงแป้งที่มีองค์ประกอบของอะมิโลส ส่วนอะมิโลเพคตินเป็นพอลิเมอร์เชิงกิ่งของกลูโคส ส่วนที่เป็นเส้นตรงของกลูโคสเชื่อมต่อกันด้วยพันธะกลูโคซิดิกชนิด α -1,4 และส่วนที่เป็นกิ่งสาขาที่เป็นพอลิเมอร์กลูโคสสายสั้น เชื่อมต่อกันด้วยพันธะกลูโคซิดิกชนิด α -1,6

แป้งที่ได้จากพืช สามารถแบ่งออกได้เป็นกลุ่มๆ ได้แก่

1. แป้งจากหัว ราก หรือ เหง้า (tuber starch) คือ แป้งที่มีการสะสมอยู่ในส่วนลำต้นใต้ดินหรือรากของพืช เช่น มันสำปะหลัง มันเทศ เผือก ขมิ้น กลอย เป็นต้น
2. แป้งจากธัญพืช (cereal starch) คือแป้งที่พบอยู่ในส่วนเมล็ดหรือเยื่อหุ้มเมล็ดของธัญพืชต่างๆ ได้แก่ เช่น ข้าว ข้าวโพด ข้าวสาลี เม็ดเดือย
3. แป้งจากเมล็ดพืชตระกูลถั่ว (legume seed starch) เช่น ถั่วเขียว ถั่วเหลือง
4. แป้งจากเมล็ดพืชอื่นๆ เช่น ขนุน ทูเรียน

นอกจากนี้แล้วในปัจจุบันยังมีการสกัดแป้งจากส่วนอื่นของพืชได้อีก เช่น แป้งจากผลกล้วย (ดิบ) เป็นต้น



โดยทั่วไปแป้งที่ได้จากพืชต่างชนิดกันจะมีสมบัติทางเคมีกายภาพที่แตกต่างกัน เช่น ขนาดรูปร่าง ในขณะที่ความแตกต่างอีกส่วนหนึ่งเกี่ยวข้องกับโดยตรงกับปริมาณอะมิโลส (หรือสัดส่วนของอะมิโลสต่ออะมิโลเพคติน) ในแป้งแต่ละชนิดที่มีความแตกต่างกัน จากการค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับแป้ง พบว่ามีการศึกษาแป้งที่ได้จากแหล่งต่างๆ และรายงานค่าตัวเลขปริมาณอะมิโลส ซึ่งสรุปได้ดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ชนิดของแป้ง แหล่งที่มา และค่าปริมาณร้อยละของอะมิโลส

ชนิดของแป้ง	แหล่งที่มาของแป้ง	ร้อยละของอะมิโลส
ข้าวโพด (corn หรือ maize)	เมล็ดแก่ของ <i>Zea mays</i>	22-28
ข้าวสาลี (wheat)	เมล็ดแก่ของ <i>Triticum aestivum</i>	17-27
บาร์เลย์ (barley)	เมล็ดแก่ของ <i>Hordeum vulgare</i>	24-27
มันฝรั่ง (potato)	หัว/เหง้าของ <i>Solanum tuberosum</i>	23-31
กล้วย (banana)	ผลของ <i>Musa spp.</i>	18-87
มันเทศ (sweet potato)	หัวของ <i>Ipomoea batatas</i> Lamk	41.8
กลอย (yam)	หัวของ <i>Dioscorea esculenta</i>	12
พุทธรักษา (canna)	เหง้าของ <i>Canna edulis</i> Ker-Gawler	25-40
ขนุน (jackfruit)	เมล็ดของ <i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	52.5
ขมิ้น (turmeric)	หัว/เหง้าของ <i>Curcuma longa</i>	22.3
เผือก (taro)	หัวของ <i>Colocasia esculenta</i> Scholt	21.4
โอ๊ต (oat)	เมล็ดแก่ของ <i>Avena sativa</i>	23-24
ข้าวเจ้า (rice)	เมล็ดแก่ของ <i>Oryza sativa</i>	16-17
ข้าวเหนียว (glutinous rice)	เมล็ดแก่ของ <i>Oryza sativa</i> (var. <i>glutinous</i>)	0-5
มันสำปะหลัง (cassava)	หัว/เหง้าของ <i>Manihot esculenta</i>	17-22
ถั่วเขียว (mungbean)	เมล็ดแก่ของ <i>Vigna radiata</i> Linn. Wilczek	30-40
น้อยหน่า (sweetsop)	ผลของ <i>Annona squamosa</i> L.	19.3
มันสาครู (arrowroot)	รากของ <i>Maranta arundinacea</i>	18
ปาล์มสาครู (sago)	ลำต้นของ <i>Metroxylon sagu</i>	24-56

แหล่งที่มา: ดัดแปลงจาก กล้าณรงค์ (2542) และอรอนงค์ และคณะ (2551)

แป้ง เป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตหลักในอาหารของมนุษย์ แป้งออกได้เป็น 2 กลุ่มหลักคือ กลุ่มที่ย่อยได้ หรือ glycaemic starch และกลุ่มที่ต้านทานการย่อย หรือ resistant starch แป้งกลุ่มที่ย่อย



ได้คือพวกที่สามารถถูกสลายเป็นกลูโคสโดยเอนไซม์ในระบบย่อยอาหาร ซึ่งประกอบด้วยกลุ่มที่ย่อยได้อย่างรวดเร็ว (rapidly digestible starch, RDS) และกลุ่มที่ย่อยอย่างช้าๆ (slowly digestible starch, SDS) ตัวอย่างของ RDS ได้แก่ มันฝรั่งบด ที่จะถูกไฮโดรไลซ์เป็นกลูโคสได้ใน 20 นาที ส่วนแป้งดิบของข้าวสาลี ซึ่งจะถูกละลายเป็นกลูโคสในเวลาระหว่าง 20-100 นาที เป็นตัวอย่างของ SDS ในขณะที่แป้งอีกกลุ่มหนึ่งคือ แป้งต้านทานการย่อย (RS) จะไม่ถูกย่อยในลำไส้เล็ก แต่จะถูกย่อยในลำไส้ใหญ่โดยแบคทีเรีย จึงแสดงสมบัติที่คล้ายคลึงกับใยอาหารซึ่งมีประโยชน์ต่อสุขภาพในด้านการควบคุมและป้องกันโรคต่างๆ เช่น เนื้องอก หัวใจ และเบาหวาน นอกจากนี้ RS ยังแสดงสมบัติเชิงหน้าที่ที่น่าสนใจเมื่อเติมลงในผลิตภัณฑ์บางชนิด เช่น เพิ่มความกรอบ การพอง ช่วยทำให้สี กลิ่น และความรู้สึกเมื่อรับประทานของผลิตภัณฑ์ดีขึ้น (Mitra et al., 2007)

แป้งต้านทานการย่อย แบ่งตามคุณลักษณะทางกายภาพและเคมีออกได้เป็น 4 กลุ่ม คือ RS1 (physically inaccessible to digestion by entrapment in a non-digestible matrix), RS2 (ungelatinized starch), RS3 (retrograded starch), RS4 (chemically-modified starch) จากการวิจัยพบว่า RS เป็นโมเลกุลเส้นตรงของ α -1,4-D-glucan ที่ได้จากส่วนของอะมิโลสที่เกิดการคืนตัว (retrograded) และมีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ (1.2×10^5 Da)

แป้งต้านทานการย่อย ไม่สามารถถูกย่อยได้เนื่องจากเหตุผลต่อไปนี้

1. โครงสร้างโมเลกุลที่อัดแน่นจำกัดการเข้าถึงของเอนไซม์กลุ่มอะมิเลส ซึ่งอธิบายธรรมชาติการต้านทานการย่อยของแกรนูลแป้งดิบ เช่น แป้งที่อยู่ในส่วนเมล็ดหรือเหง้า ที่เอนไซม์ไม่สามารถเข้าถึงได้ทางกายภาพ

2. แกรนูลแป้งมีการจัดเรียงโครงสร้างในลักษณะที่ป้องกันเอนไซม์ไม่ให้ย่อยมันได้ เช่น มันฝรั่งดิบ กล้วยดิบ แป้งข้าวเจ้าอะมิโลสสูง

3. แกรนูลแป้งถูกทำให้เปลี่ยนแปลงโดยความร้อนในสภาวะที่มีน้ำมากเกินไปหรือกระบวนการเกิดเป็นเจล ซึ่งทำให้โมเลกุลถูกเข้าถึงโดยเอนไซม์ได้ อย่างไรก็ตาม หากเจลแป้งถูกทำให้เย็นลง จะเกิดเป็นผลึกแป้งที่มีความต้านทานต่อการย่อย เรียกว่าแป้งคืนรูป (retrograded starch) ซึ่งพบได้ในปริมาณร้อยละ 5 ในอาหารหลายชนิด เช่น คอร์นเฟลก มันฝรั่งสุกที่ทิ้งไว้ให้เย็น เป็นต้น

4. แป้งบางชนิดถูกดัดแปรทางเคมีด้วยปฏิกิริยาอีเทอร์ฟิเคชัน เอสเทอร์ฟิเคชัน หรือเชื่อมขวาง ทำให้ไม่สามารถถูกย่อยได้ด้วยเอนไซม์

ในช่วงสองทศวรรษที่ผ่านมา แป้งต้านทานการย่อยได้รับความสนใจด้วยคุณสมบัติเชิงหน้าที่ที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ โดยเป็นแหล่งของคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ถูกย่อยที่มีมากที่สุด และอาจมีความสำคัญในระดับเดียวกับกลุ่มพอลิแซคคาไรด์ที่ไม่ใช่แป้ง (NSP) ในการส่งเสริมสุขภาพของลำไส้ และป้องกันการอักเสบของลำไส้ และมะเร็งลำไส้ใหญ่ มีรายงานผลทางสรีรวิทยาของแป้งต้านทานการย่อยที่มีการพิสูจน์แล้วว่าส่งผลดีต่อสุขภาพ (Fuentes-Zaragoza et al., 2010) อาทิ

การป้องกันการเกิดมะเร็งลำไส้

เมื่อแป้งต้านทานการย่อยถูกย่อยโดยแบคทีเรียในลำไส้ใหญ่ จะมีการสร้างกรดบิวทีริกและกลีโบรินที่เรตในปริมาณมาก ซึ่งมีหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ชี้ว่าสารกลุ่มบิวทีริกซึ่งเป็นแหล่ง



พลังงานหลักของเซลล์อพิทีเรียลของลำไส้ใหญ่ มีฤทธิ์ยับยั้งการเกิดเซลล์เนื้อร้ายในหลอดทดลอง ผ่านการยับยั้ง G1 ในวัฏจักรเซลล์จึงช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดมะเร็งลำไส้

ฤทธิ์ลดระดับน้ำตาลในเลือด

เมแทบอลิซึมของแป้งต้านทานการย่อยเกิดขึ้นหลังจากการบริโภคแล้ว 5-7 ชั่วโมง ต่างจาก แป้งที่ผ่านการปรุงสุกตามปกติที่ถูกย่อยในระยะเวลาอันสั้น การย่อยในช่วงเวลา 5-7 ชั่วโมงนี้จะลด ปริมาณน้ำตาลและอินซูลินในเลือด และมีศักยภาพในการเพิ่มช่วงเวลาของความอึด มีรายงานการ วิจัยพบว่า แป้งต้านทานการย่อยชนิด RS3 มีผลลดระดับกลูโคสและอินซูลินในซีรัมมากกว่าที่ได้รับ จากคาร์โบไฮเดรตชนิดอื่น (น้ำตาลเดี่ยว โอลิโกแซคคาไรด์ แป้งทั่วไป) ในขณะที่แป้งต้านทานการ ย่อยชนิด RS4 แสดงผลที่หลากหลายขึ้นกับชนิดหรือโครงสร้างของการตัดแปร ซึ่งมีผลต่อระบบการ ดูดซึมในลำไส้ แป้งต้านทานการย่อยจึงมีประโยชน์ในการใช้ทดแทนคาร์โบไฮเดรตชนิดอื่นในการ ผลิตอาหาร เพื่อลดค่า GI value โดยรวมของผลิตภัณฑ์ได้ (Nugent, 2005)

คุณสมบัติการเป็นพรีไบโอติก

พรีไบโอติก คือองค์ประกอบของอาหารที่ย่อยไม่ได้ ซึ่งส่งผลดีต่อสุขภาพของผู้บริโภคโดยการ ช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตหรือการทำงานของแบคทีเรีย (โพรไบโอติก) ในระบบทางเดินอาหาร ทำให้มีฤทธิ์ช่วยส่งเสริมสุขภาพ มีรายงานการผลการวิจัยพบว่า แป้งต้านทานการย่อยมีคุณสมบัติเป็นพรีไบโอติกที่ส่งเสริมการเติบโตของแบคทีเรียในกลุ่ม บิฟิโดแบคทีเรีย

ฤทธิ์ลดระดับโคเลสเตอรอลในเลือด

การทดลองในหนู พบว่าแป้งต้านทานการย่อยมีผลลดระดับไขมันหลายชนิดในเลือด เช่น total lipid, total cholesterol, LDL, HDL, VLDL, triglycerides แป้งต้านทานการย่อยจึงมีศักยภาพในการ ใช้ในอาหารเพื่อสุขภาพในกลุ่มผู้ที่มีภาวะโรคหัวใจและหลอดเลือด

การยับยั้งการสะสมของไขมัน

มีรายงานผลวิจัยว่า แป้งต้านทานการย่อยมีผลปรับเปลี่ยนกระบวนการออกซิเดชันของไขมัน และมีศักยภาพในการเป็นสารทำให้อึด รวมทั้งการเป็นองค์ประกอบในกระบวนการจัดการน้ำหนักตัว ซึ่งน่าจะเป็นผลจากการที่แป้งต้านทานการย่อยช่วยเพิ่มการเคลื่อนที่และการใช้ไขมันสะสมอันเป็นผล โดยตรงจากการลดการหลั่งอินซูลิน

การศึกษาวิจัยแป้งจากแหล่งใหม่ๆ ที่ไม่ใช่จากแหล่งที่มีการผลิตเชิงพาณิชย์ มีการดำเนินการ และเผยแพร่ในวงวิชาการอย่างต่อเนื่อง โดยกลุ่มวิจัยทั้งในและต่างประเทศ รวมทั้งคณะผู้วิจัยเอง แต่ ส่วนใหญ่จะมุ่งเน้นการรายงานกระบวนการสกัด องค์ประกอบ สมบัติทางเคมีกายภาพ และสมบัติเชิง หน้าที่พื้นฐานของแป้งที่แยกได้ (Kittipongpatana & Kittipongpatana, 2011; Li & Corke, 1999; Madineni et al., 2012; Moorthy, 2002; Yuan et al., 2007) ในขณะที่สมบัติเชิงหน้าที่ด้านเภสัช กรรม รวมถึงปริมาณแป้งต้านทานการย่อยยังมีรายงานค่อนข้างน้อยในกลุ่มแป้งแหล่งใหม่เหล่านี้

แป้งกล้วยเป็นแป้งที่มีรายงานการศึกษามากที่สุดในกลุ่มนี้ โดย Zhang และคณะ (2005) ได้ เขียนบทความทบทวนข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแป้งกล้วยทั้งในส่วนการผลิต สมบัติทางเคมีกายภาพ และ

การย่อยไว้อย่างละเอียด อย่างไรก็ตาม เนื่องจากกล้วยเป็นวัตถุดิบที่มีอยู่มากในท้องถิ่น มีหลากหลายสายพันธุ์ และอายุของกล้วยมีผลต่อสมบัติของแป้งที่แยกได้ อีกทั้งยังไม่มีการผลิตแป้งกล้วยออกมาจำหน่ายอย่างแพร่หลายในเชิงพาณิชย์ แป้งกล้วยจึงยังจัดอยู่ในกลุ่มแป้งที่ไม่ใช่เชิงพาณิชย์ที่มีศักยภาพในการพัฒนาเพื่อใช้ประโยชน์ในทางอาหารและเภสัชกรรม

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อสกัดแยกแป้งจากแหล่งพืชที่มีศักยภาพในการนำมาใช้ประโยชน์ทางเภสัชกรรม ที่ไม่ใช่กลุ่มของแป้งเชิงพาณิชย์
2. เพื่อศึกษาปริมาณแป้งด้านทานการย่อยในแป้งที่สกัดได้
3. เพื่อศึกษาสมบัติเชิงหน้าที่และสมบัติอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องของแป้งที่สกัดได้
4. เพื่อประเมินศักยภาพของแป้งที่สกัดได้ ในการเป็นสารช่วยทางเภสัชกรรมและ/หรือวัตถุดิบอาหาร

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้กระบวนการสกัดแยกแป้งและข้อมูลปริมาณแป้งจากพืชชนิดต่างๆ ที่ไม่ใช่แหล่งของแป้งเชิงพาณิชย์
2. ได้ข้อมูลปริมาณแป้งด้านทานการย่อยในแป้งที่ไม่ใช่กลุ่มของแป้งเชิงพาณิชย์
3. ทราบสมบัติเชิงหน้าที่และสมบัติที่เกี่ยวข้องของแป้งที่สกัดได้
4. ได้ข้อมูลสำหรับประกอบการวางแผนเพื่อพัฒนาและใช้ประโยชน์แป้งที่ไม่ใช่กลุ่มของแป้งเชิงพาณิชย์ ในด้านเภสัชกรรมและ/หรืออาหาร