บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาสมบัติทางเคมีกายภาพของแป้ง(flour)และสตาร์ช(starch) จากกระจับ ได้แบ่งการทดลองเป็น 2 ส่วน โดยส่วนแรกเป็นการศึกษาผลของวิธีการโม่ต่อสมบัติทางเคมีกายภาพของแป้งจากกระจับและส่วนที่ 2 เป็นการศึกษาการสกัดสตาร์ชและสมบัติทางเคมีกายภาพของสตาร์ชจากกระจับ โดยสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1. กระจับที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการทดลองเป็นกระจับพันธุ์เขาแหลม *Trapa bispinosa* Roxb. ซึ่งมีการปลูกกันมากในประเทศไทย ส่วนที่ใช้ผลิตแป้ง คือ เมล็ด พบว่ามีปริมาณผลผลิตเฉลี่ยของน้ำหนักเมล็ดกระจับต่อน้ำหนักกระจับทั้งเปลือกเป็น 34.77 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดกระจับมีองค์ประกอบหลักเป็นคาร์โบไฮเดรตและโปรตีน โดยมีองค์ประกอบทางเคมี ดังนี้ ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใย และคาร์โบไฮเดรต คือ 60.12(เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก) 11.24, 0.36, 3.33, 1.09 และ 83.71 (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง)

2. การศึกษาผลของวิธีการโม่ต่อสมบัติทางเคมีกายภาพของแป้งจากกระจับ มีปัจจัยที่ศึกษา คือ การเตรียมวัตถุดิบ ได้แก่ การแช่แข็งและการลวก การโม่ ได้แก่ การโม่แห้งและการโม่เปียกและชนิดของเครื่องโม่ ได้แก่ Stone mill และ Ball mill พบว่า การโม่แห้งร่วมกับการโม่ด้วย Ball mill ให้แป้งที่มีปริมาณผลผลิตและปริมาณเถ้าสูงกว่าวิธีการโม่แบบอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ในขณะที่การโม่เปียกให้แป้งที่มีปริมาณความชื้นสูงกว่าการโม่แห้งอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่า การลวกวัตถุดิบมีผลให้แป้งกระจับที่ได้ขาวกว่าการแช่แข็งและการโม่แห้งมีผลให้แป้งขาวกว่าการโม่เปียก ส่วนแป้งที่โม่ด้วย Ball mill จะให้แป้งที่มีขนาดอนุภาคที่ละเอียดกว่าการโม่ด้วย Stone mill แต่แป้งที่ได้มีค่าการดูดซับน้ำมันต่ำกว่า ในขณะที่การเตรียมวัตถุดิบโดยการลวกมีผลให้แป้งที่ได้มีค่าการดูดซับน้ำสูงกว่าการแช่แข็ง และยังพบว่าทั้ง 3 ปัจจัยที่ศึกษามีผลต่อความสามารถในการย่อยแป้งด้วยเอนไซม์ glucoamylase อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยในแต่ปัจจัย พบว่า การลวก การโม่แห้ง และการโม่ด้วย Ball mill ให้แป้งที่ถูกย่อยด้วยเอนไซม์ได้ดีกว่า แสดงว่าเม็ดสตาร์ชอาจถูกทำลายหรือเกิดการเจลาติไนซ์มากกว่า ดังนั้นจึงส่งผลให้วิธีการโม่ ที่มีการเตรียมวัตถุดิบโดยการลวกร่วมกับการโม่แห้งและการโม่ด้วย Ball mill ให้แป้งที่มีสมบัติด้านความหนืดและค่าความแข็งแรงของเจลต่ำสุด ในขณะที่วิธีการโม่โดยการเตรียม

วัตถุดิบโดยการแช่แข็งร่วมกับการโม่เปียกและโม่ด้วย Stone mill ให้แป้งที่มีค่าความแข็งแรงของเจลและสมบัติด้านความหนืดสูงสุด

3. แป้งกระจับที่ผลิตได้จากวิธีการโม่ที่แตกต่างกัน ส่งผลให้แป้งจากกระจับที่ได้มีสมบัติทางเคมีและกายภาพที่แตกต่างกัน ดังนั้น การเลือกวิธีการโม่เพื่อผลิตแป้งกระจับ จึงขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการนำแป้งไปใช้ประโยชน์ด้วย โดยทั่วไปสามารถนำแป้งไปใช้ประโยชน์ได้ทั้งการใช้ประกอบอาหารในรูปของแป้ง(flour) หรือนำไปสกัดเป็นสตาร์ช(starch)

การใช้ในรูปของแป้ง(flour) จะพิจารณาจากวิธีการผลิตที่ให้ปริมาณผลผลิตแป้งสูง แป้งที่ได้มีคุณค่าทางอาหารสูง แป้งมีสีขาวหรือมีสีเฉพาะตามต้องการ รวมถึงมีสมบัติเชิงหน้าที่ (functional properties) ที่ใช้ในสูตรอาหารได้ เช่น มีค่าการดูดซับน้ำและค่าการดูดซับน้ำมันสูง เนื่องจากสูตรอาหารส่วนใหญ่ประกอบด้วยน้ำและน้ำมัน โดยสมบัติทางเคมีกายภาพของแป้งจากกระจับมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวิธีการโม่ที่แตกต่างกัน ตั้งแต่ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ การโม่ และชนิดของเครื่องโม่ที่ใช้

การนำแป้งไปใช้สกัดเป็นสตาร์ช วิธีการผลิตแป้งต้องไม่มีผลไปทำลายเม็ดสตาร์ชหรือทำให้สตาร์ชเกิดการเจลาติไนซ์ ซึ่งในการทดลองสามารถตรวจสอบโดยศึกษาถึงความสามารถในการย่อยแป้งด้วยเอนไซม์ glucoamylase โดยถ้าเม็ดสตาร์ชถูกทำลายหรือเกิดการเจลลาติไนซ์สูง ความสามารถในการย่อยด้วยเอนไซม์ glucoamylase ก็สูงขึ้น และส่งผลให้ค่าความแข็งแรงของเจลและสมบัติด้านความหนืดเมื่อวัดด้วย RVA ต่ำลงด้วย ดังนั้นในการทดลองจึงได้เลือกวิธีการโม่ที่ส่งผลต่อการทำลายเม็ดสตาร์ชหรือวิธีที่มีผลให้แป้งเกิดเจลาติไนซ์ได้ต่ำสุด ซึ่งพิจารณาจากค่าความสามารถในการย่อยเอนไซม์ที่ต่ำและค่าความแข็งแรงของเจลและสมบัติด้านความหนืดสูงสุด คือ วิธีการโม่แบบที่มีการเตรียมวัตถุดิบโดยการแช่แข็ง ร่วมกับการโม่เปียกและโม่ด้วย Stone mill

4. การสกัดสตาร์ชจากเมล็ดกระจับสดและแป้งกระจับ สารละลายที่ใช้สกัด คือ น้ำ และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์(0.2 เปอร์เซ็นต์) พบว่า การสกัดสตาร์ชจากเมล็ดกระจับสดด้วยน้ำให้ปริมาณผลผลิตสตาร์ชสูงสุดและสตาร์ชที่สกัดได้ขาวที่สุด สตาร์ชที่ได้มีความบริสุทธิ์สูง พบว่ามีปริมาณโปรตีนต่ำและปริมาณสตาร์ชสูง 0.11 และ 98.18 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ สตาร์ชจากกระจับมีปริมาณอะมิโลส 29.62 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง ซึ่งใกล้เคียงกับสตาร์ชมันฝรั่งแต่ต่ำกว่าสตาร์ชถั่วเขียว เม็ดสตาร์ชมีลักษณะ Birefringence ชัดเจน มีไฮลัมอยู่ตรงกลาง

แสดงถึงการจัดเรียงตัวของโมเลกุลภายในเม็ดสตาร์ชจากกึ่งกลาง ออกมาตามแนวรัศมีของเม็ดสตาร์ช การกระจายขนาดอนุภาคอยู่ในช่วง 15.19-69.02 μm และโครงสร้างผลึกจาก X-ray diffraction เป็นผลึกแบบ C เช่นเดียวกับสตาร์ชถั่วเขียว สตาร์ชมีกำลังการพองตัวและการละลายต่ำ โดยมีรูปแบบการพองตัว 2 ขั้นตอน เมื่อศึกษาสมบัติด้านความหนืด ด้วย Brabender viscoamylograph พบว่า มีลักษณะกราฟแบบสตาร์ชที่มีการพองตัวน้อย(Restricted swelling starches) เช่นเดียวกับสตาร์ชถั่วเขียว และเมื่อเปรียบเทียบสมบัติด้านความหนืดของสตาร์ชจากกระจับและสตาร์ชจากถั่วเขียวที่ความเข้มข้น 6 7 และ 8 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักแห้ง พบว่า เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสตาร์ชทั้ง 2 ชนิด ค่า set back มีแนวโน้มสูงขึ้น ในขณะที่ ค่า pasting temperature มีแนวโน้มลดลง และที่ความเข้มข้นเท่ากันสตาร์ชจากกระจับมี pasting temperature สูงกว่าสตาร์ชถั่วเขียว แต่มีค่า set back ต่ำกว่าสตาร์ชถั่วเขียว