

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีดำเนินงานวิจัย

วัตถุดิบ

วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลองเป็นข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัท SMTC

วิธีการวิเคราะห์

สารเคมี

สารเคมีที่ใช้วิเคราะห์สมบัติทางเคมี

- กรดซัลฟูริก ความเข้มข้นร้อยละ 95-97 (sulfuric acid (H_2SO_4), AR grade)
- โซเดียมไฮดรอกไซด์ (sodium hydroxide (NaOH), AR grade)
- กรดบอริก ความเข้มข้นร้อยละ 99.8 (boric acid , AR grade)
- สารเร่งปฏิกิริยา (kjeltabs Cu3.5)
- โมดิฟายด์ เมทิลเรด-เมทิลีนบลู อินดิเคเตอร์ (modified methyl red-methylene blue indicator)
- ฟีนอล์ฟทาลีน อินดิเคเตอร์ (phenolphthaline indicator)
- เมทานอล (methanol , AR grade)
- อีเทอร์ (ether, AR grade)
- สารละลายเปอร์คลอริก ความเข้มข้นร้อยละ 65 (perchloric acid ($HClO_4$), AR grade)
- ไอโอดีน (iodine(I_2), AR grade)
- โพตัสเซียมไอโอดาไต์ (potassium iodide (KI), AR grade)
- โพตัสเซียมไฮดรอกไซด์ (potassium hydroxide (KOH), AR grade)
- ไทมอลบลู อินดิเคเตอร์ (thymol blue indicator)
- กราเซียล อะซิติก เอซิด ความเข้มข้นร้อยละ 100 (glacial acetic acid (CH_3COOH), AR grade)

วัสดุและเครื่องมือ

วัสดุและเครื่องมือในการเตรียมตัวอย่างแป้งข้าวเหนียว

- เครื่องบดข้าว (Retsch ultra centrifugal mill ZM) พร้อม ตะแกรงวงแหวน รูเปิดขนาด 0.25มิลลิเมตร

วัสดุและเครื่องมือในการเตรียมผลิตภัณฑ์

- อุปกรณ์เครื่องครัว
- กล่องพลาสติกขนาด 8X4 นิ้ว
- เครื่องชั่งสารอย่างหยาบ Satorius B 3108
- ตู้อบ (hot-air-oven) WTB Binder รุ่น E53
- ตู้อบลมร้อนแบบถาด (tray dryer) type HA-20 ของบริษัท Kan Seng Lec Machinery
- เครื่องนวดแป้ง (pasta machine) ATLAS
- ตู้ปมแบบเย็น (refrigerated incubator) SANYO
- เครื่องสไลด์เนื้อ (meat slicer) SAVERIN

วัสดุและเครื่องมือในการวิเคราะห์ทางเคมี

- ตู้อบไฟฟ้า วิเคราะห์หาปริมาณความชื้น (WTB binder)
- เครื่องย่อยโปรตีน (Buchi B-426)
- เครื่องกลั่นหาโปรตีน (Buchi B-426)
- เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Satorius :A200s)
- เครื่องหมุนเหวี่ยง (centrifuge)(Verifuge K.)
- เครื่อง spectrophotometer (Jasco SSE-343,V-530)
- magnetic stirrer (Framo-Gerteetechine:M22/1)
- vortex mixer (Framo-Gerteetechinc:M22/1)
- จานเลี้ยงเชื้อ (pertri dish) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร
- หลอดทดลอง ขนาด 13x 100 มิลลิเมตร (pyrex no.9820)
- ลูกแก้วใช้ปิดปากหลอดทดลอง

วัสดุและเครื่องมือในการวิเคราะห์ทางกายภาพ

- เครื่อง SEM (scanning electron microscope) รุ่น JSM-6400
- เครื่อง brabender visco-amylgraph type 80124
- เครื่องชั่งละเอียด 1 ตำแหน่ง (Satorius :A200s)

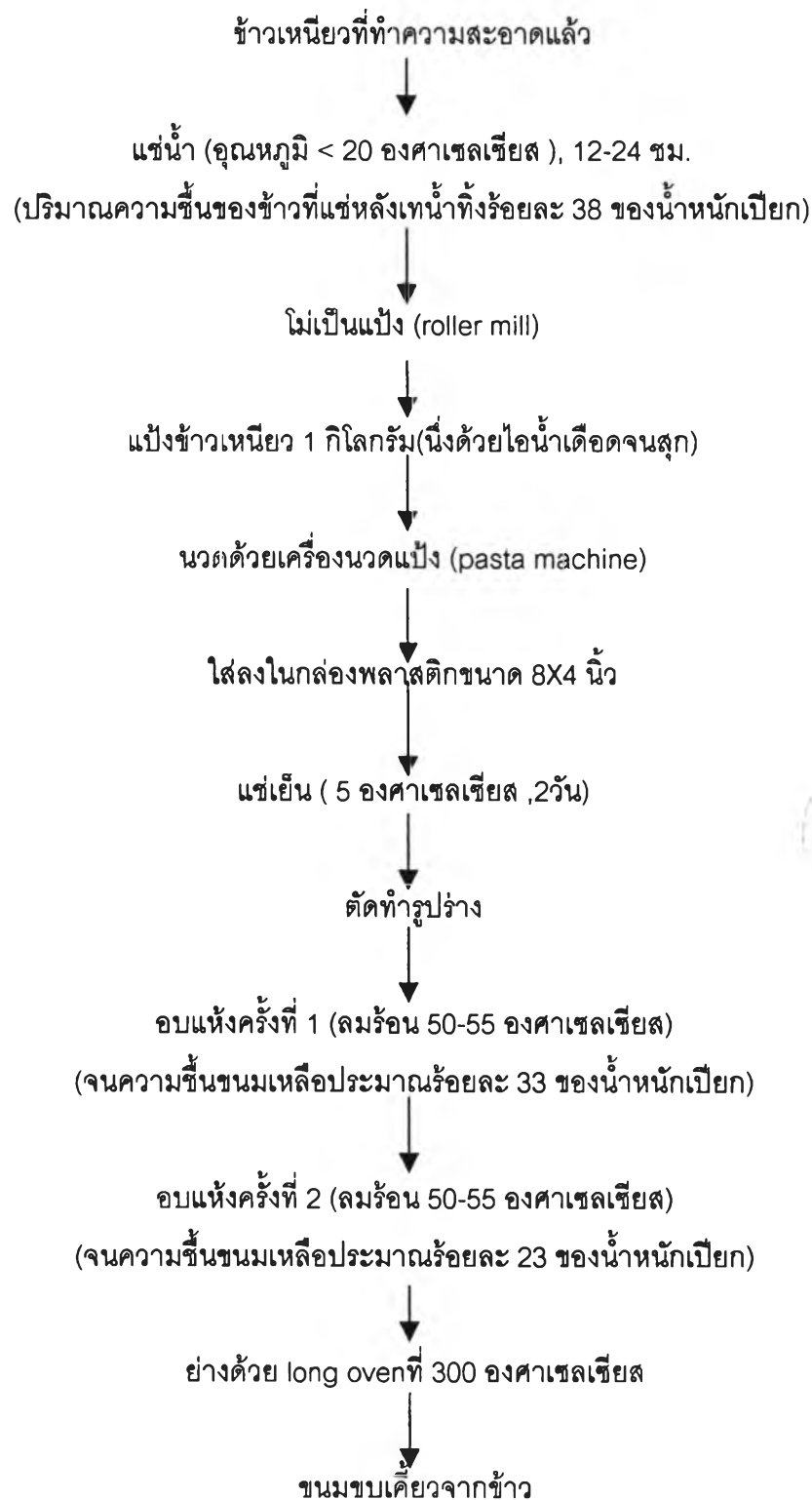
- เครื่องร่อน (Ro-tap,testing sieve shaker model B,serial no.806 W.S. Tyler-Incorporated Engineering Inc. Menter Ohio.)
- ชุดอุปกรณ์ของระบบทำสุญญากาศ (suction)
- กระปุกพลาสติก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 นิ้ว พร้อมฝา

วัสดุและเครื่องมือในการวิเคราะห์สมบัติของผลิตภัณฑ์

- เครื่อง texture analyser รุ่น TA.XT2 พร้อมหัววัด cylinder probe(P/2) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร
- เม็ดแมงลัก

ขั้นตอนการวิจัย

3.1 กระบวนการผลิตขนมขบเคี้ยวจากข้าวในห้องปฏิบัติการ โดยกระบวนการผลิตเป็นไปตามรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการผลิตขนมขบเคี้ยวจากข้าวในห้องปฏิบัติการ

3.2 ศึกษาสมบัติทางเคมีกายภาพของวัตถุดิบ

วิเคราะห์สมบัติทางเคมีกายภาพของข้าวเหนียวพันธุ์ กข6 โดยนำข้าวเหนียวมาบดให้ละเอียด แล้วร่อนผ่านตะแกรงขนาด 0.25 มิลลิเมตร แบ่งข้าวเหนียวที่ได้นำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีกายภาพของข้าวดังนี้

- ปริมาณความชื้น (moisture content) โดยวิธี hot air oven method ตามวิธี AOAC(1995)
- ปริมาณโปรตีน (protein content) โดยวิธี kjeldahl method ตามวิธี AOAC(1995)
- ปริมาณอะไมโลส (amylose content) โดยวิธี calorimetry ตามวิธีของ Juliano(1976)
- ปริมาณไขมัน (fat content) ตามวิธี AOAC (1995)
- ปริมาณเส้นใย (crude fiber) ตามวิธี AOAC (1995)
- ปริมาณเถ้า (total ash) ตามวิธี AOAC (1995)
- คาร์โบไฮเดรต จากการคำนวณ (ตามภาคผนวก ก)
- ค่าการย่อยสลายด้วยด่าง (alkaline spreading value) ตามวิธีของ Little และคณะ(1958)
- ค่าความคงตัวของแป้งสุก (gel consistency) ตามวิธีของ Cagampang และคณะ (1973)
- รูปแบบการเปลี่ยนแปลงความหนืดในแป้งข้าวเหนียวด้วย brabender visco amylograph ตามวิธีของ Halick และ Kelly (1959)

3.3 ศึกษาผลของเวลาในการแช่ข้าวต่อลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์

นำข้าวเหนียวพันธุ์ กข6 มาแช่น้ำที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส โดยแปรเวลาในการแช่ข้าว เป็น 6 ระดับคือ 1 3 5 7 9 และ 11 ชั่วโมง นำข้าวที่ได้มาไม่แช่เป็นแป้ง หลังจากนั้นนำแป้งที่ได้ไปผลิตผลิตภัณฑ์ตามกระบวนการผลิตในข้อ 3.1 ผลิตภัณฑ์ที่ได้นำมาศึกษาคุณสมบัติด้านต่าง ๆ ดังนี้

3.3.1 การศึกษาลักษณะทางกายภาพ

- ปริมาตรการพองตัว (volume expansion) และความหนาแน่น (bulk density) ตามวิธีของ (Noomhorm และคณะ, 1997) โดยการนำผลิตภัณฑ์หลังย่าง 20 ขึ้นมาวัดปริมาตร โดยวิธีแทนที่ด้วยเม็ดแมงลัก (seed displacement) แล้วเอาปริมาตรที่ได้มาคำนวณปริมาตรการพองตัวและความหนาแน่นจาก

$$\begin{aligned} \text{ปริมาตรการพองตัว} &= \frac{\text{ปริมาตรของผลิตภัณฑ์หลังย่าง 20 ขึ้น}}{\text{ปริมาตรของผลิตภัณฑ์ก่อนย่าง 20 ขึ้น}} \\ \text{ค่าความหนาแน่น} &= \frac{\text{น้ำหนักแห้งของผลิตภัณฑ์ก่อนย่าง 20 ขึ้น}}{\text{ปริมาตรของผลิตภัณฑ์หลังย่าง 20 ขึ้น}} \end{aligned}$$

- ความแข็ง (hardness) โดยวัด compression force ด้วยเครื่อง texture analyser ใช้เข็มขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 มม. วัดตัวอย่างครั้งละ 1 ชิ้น วัด 20 ครั้งต่อ 1 ซ้ำ แล้วหาค่าเฉลี่ย

3.3.2 การประเมินผลทางประสาทสัมผัส

ให้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนแล้ว 6 คนซึ่งเป็นพนักงานในแผนกควบคุมคุณภาพและพัฒนาผลิตภัณฑ์ของบริษัท SMTC ที่ถูกฝึกให้รู้จักผลิตภัณฑ์และให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดตามแบบสอบถามโดยไม่คำนึงถึงความชอบส่วนตัวในด้านต่อไปนี้ (ดังภาคผนวก ง)

- ความกรอบ (crunchiness)
- ลักษณะการละลายในปาก (melting in mouth)
- ลักษณะความหยาบของผลิตภัณฑ์ (grain texture)
- กลิ่นหอมของข้าว (odor)
- การยอมรับรวม (total acceptance)

วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ในข้อ 3.3.1 แบบ completely randomized design ทำการทดลอง 3 ซ้ำ และแบบ randomized complete block สำหรับข้อ 3.3.2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างตัวอย่างด้วยวิธี duncan' s new multiple range test

3.3.3 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างผลึกภายในเม็ดแป้งด้วย DSC

นำตัวอย่างแป้งที่ได้จากขั้นตอนหลังผ่านการแช่เย็น (ดังภาคผนวก ค1-2) จากระยะเวลาในการแช่ข้าวต่างกัน (ตามวิธีของ Watanabe และคณะ,1999) มาศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างผลึกภายในเม็ดแป้งด้วยเครื่อง DSC

ประเมินผลโดยเลือกระยะเวลาแช่ข้าวที่ทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาตรการพองตัวสูง มีค่าความหนาแน่นต่ำ และมีคะแนนของการประเมินผลทางประสาทสัมผัสสูงที่สุด เพื่อใช้ในการศึกษาต่อไป

3.4 ศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาในการนึ่งแป้งข้าวเหนียวต่อลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์

นำข้าวเหนียวพันธุ์ กข6 มาแช่น้ำโดยใช้เวลาที่เหมาะสมจากข้อ 3.3 มาบดให้เป็นแป้ง นำแป้งที่ได้หนึ่งในรังถึงโดยเสียบเทอร์โมมิเตอร์ตรงจุดกึ่งกลางก้อนแป้ง โดยแปรอุณหภูมิจุดกึ่งกลางก้อนแป้งเป็น 3 ระดับคือ 70 80 และ 90 องศาเซลเซียส และเวลาที่ใช้ในการนึ่ง โดยแปรเวลาเป็น 3 ระดับคือ 10 20 และ 30 นาที นำแป้งที่นึ่งแล้วไปผลิตผลิตภัณฑ์โดยใช้กระบวนการผลิตในข้อ 3.1 ผลิตภัณฑ์ที่ได้นำมาศึกษาคุณสมบัติด้านต่าง ๆ ดังนี้

3.4.1 การศึกษาลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ เช่นเดียวกับข้อ 3.3.1

3.4.2 การประเมินผลทางประสาทสัมผัส เช่นเดียวกับข้อ 3.3.2

วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ในข้อ 3.4.1 แบบ factorial ขนาด 3X3 ทำการทดลอง 3 ซ้ำ และแบบ randomized complete block สำหรับข้อ 3.4.2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างตัวอย่างด้วยวิธี duncan' s new multiple range test

3.4.3 การศึกษาลักษณะโครงสร้างภายในก่อนแบ่งด้วยกล้อง SEM

โดยนำตัวอย่างแบ่งที่ผ่านการนึ่งที่อุณหภูมิจุดกึ่งกลางก่อนแบ่งและเวลาต่างกัน (ดังภาคผนวก ค) มาศึกษาลักษณะโครงสร้างภายในก่อนแบ่ง และลักษณะผลึกของเม็ดแป้ง โดยใช้กำลังขยาย 2000 เท่า

3.4.4 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างผลึกภายในเม็ดแป้งด้วย DSC

โดยนำตัวอย่างแบ่งหลังผ่านการนึ่งที่อุณหภูมิและเวลาต่างกัน (ดังภาคผนวก ค1-2) มาศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างผลึกภายในเม็ดแป้งด้วยเครื่อง DSC

วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ในข้อ 3.4.1 แบบ factorial ขนาด 3X3 ทำการทดลอง 3 ซ้ำ และแบบ randomized complete block สำหรับข้อ 3.4.2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างตัวอย่างด้วยวิธี duncan' s new multiple range test

ประเมินผลโดยเลือกภาวะที่เหมาะสมในการนึ่งซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาตรการพองตัวสูงมีค่าความหนาแน่นต่ำ และมีคะแนนของการประเมินผลทางประสาทสัมผัสสูงที่สุด เพื่อใช้ในการศึกษาต่อไป

3.5 ศึกษาผลของเวลาในการนวดข้าวต่อลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์

นำแป้งข้าวเหนียวหนึ่งที่ใช้ภาวะที่เหมาะสมในข้อ 3.4 มาศึกษาผลของการนวดโดยใช้เครื่องนวดแป้ง (pasta machine) โดยแปรเวลาในการนวดเป็น 6 ระดับคือ 0 2 4 6 8 และ 10 นาที นำแป้งที่นวดแล้วไปผลิตผลิตภัณฑ์ตามกระบวนการผลิตในข้อ 3.1 ผลิตภัณฑ์ที่ได้นำมาศึกษาคุณสมบัติด้านต่าง ๆ ดังนี้

3.5.1 การศึกษาลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ เช่นเดียวกับข้อ 3.3.1

3.5.2 การประเมินผลทางประสาทสัมผัส เช่นเดียวกับข้อ 3.3.2

วางแผนและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ในข้อ 3.5.1 แบบ completely randomized design ทำการทดลอง 3 ซ้ำ และแบบ randomized complete block สำหรับข้อ 3.5.2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างตัวอย่างด้วยวิธี duncan' s new multiple range test

3.5.3 การศึกษาลักษณะโครงสร้างภายในก้อนแป้ง (โมจิ) ด้วยกล้อง SEM

โดยนำตัวอย่างแป้ง (โมจิ) ที่ผ่านการนวดที่ระยะเวลาต่างกันมาศึกษาลักษณะโครงสร้างภายในของก้อนแป้ง และลักษณะผลึกของเม็ดแป้ง โดยใช้กำลังขยาย 200 เท่า และ 2000 เท่า

ประเมินผลโดยเลือกระยะเวลาในการนวดซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาตรการพองตัวสูงมีค่าความหนาแน่นต่ำ และมีคะแนนของการประเมินผลทางประสาทสัมผัสสูงที่สุด เพื่อใช้ในการศึกษาต่อไป

3.6 ศึกษาผลของเวลาในการแช่เย็นแป้งข้าวต่อลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์

นำแป้งหนึ่งซึ่งผ่านการนวดที่ใช้ภาวะที่เหมาะสมในข้อ 3.5 มาศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการแช่เย็นแป้ง (โมจิ) โดยแปรอุณหภูมิที่ใช้ในการแช่เย็นแป้งเป็น 4 ระดับคือ 10 5 0 และ -5 องศาเซลเซียส และเวลาที่ใช้ในการแช่เย็นแป้ง โดยแปรเวลาเป็น 3 ระดับคือ 1 2 และ 3 วัน นำแป้งที่ผ่านการแช่เย็นแล้วไปผลิตผลิตภัณฑ์ตามกระบวนการผลิตในข้อ 3.1 ผลิตภัณฑ์ที่ได้นำมาศึกษาคุณสมบัติด้านต่าง ๆ ดังนี้

3.6.1 การศึกษาลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ เช่นเดียวกับข้อ 3.3.1

3.6.2 การประเมินผลทางประสาทสัมผัส เช่นเดียวกับข้อ 3.3.2

วางแผนและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ในข้อ 3.6.1 แบบ factorial ขนาด 4X3 ทำการทดลอง 3 ซ้ำ และแบบ randomized complete block สำหรับข้อ 3.6.2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างตัวอย่างด้วยวิธี duncan's new multiple range test

3.6.3 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างผลึกภายในเม็ดแป้งด้วย DSC เช่นเดียวกับข้อ 3.3.3

ประเมินผลโดยเลือกระยะเวลาในการแช่เย็นแป้งซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาตรการพองตัวสูงมีค่าความหนาแน่นต่ำ และมีคะแนนของการประเมินผลทางประสาทสัมผัสสูงที่สุด เพื่อใช้ในการศึกษาต่อไป

3.7 ศึกษาผลของขนาดอนุภาคของแป้งข้าวเหนียวต่อลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์

นำภาวะกระบวนการผลิตที่ใช้ภาวะที่เหมาะสมในข้อ 3.6 มาศึกษาผลของขนาดอนุภาคโดยแปรขนาดอนุภาคเป็น 4 ระดับคือ 20-30 mesh 30-40 mesh 40-50 mesh และ 50-60 mesh นำแป้งที่ได้ไปผลิตผลิตภัณฑ์ตามกระบวนการผลิตในข้อ 3.1 ผลิตภัณฑ์ที่ได้นำมาศึกษาคุณสมบัติด้านต่าง ๆ ดังนี้

3.7.1 การศึกษาลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ เช่นเดียวกับข้อ 3.3.1

3.7.2 การประเมินผลทางประสาทสัมผัส เช่นเดียวกับข้อ 3.3.2

วางแผนและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ในข้อ 3.7.1 แบบ completely randomized design ทำการทดลอง 4 ซ้ำ และแบบ randomized complete block สำหรับข้อ 3.7.2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างตัวอย่างด้วยวิธี duncan' s new multiple range test

3.7.3 การศึกษาลักษณะโครงสร้างภายในของเม็ดแป้งด้วยกล้อง SEM เช่นเดียวกับข้อ 3.5.3