ภาคผนวก

ภาคผนวก ก การทดลองเบื้องต้น (Preliminary study)

การศึกษาสภาวะการงอกที่เหมาะสมของข้าวกล้องมะลิและข้าวกล้องมันปู

การวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร และทำการทดลองเบื้องต้น (preliminary study) เพื่อหาสภาวะและวิธีการเพื่อใช้ในกระบวนการงอกข้าวกล้องหอมมะลิและข้าวกล้องมันปูที่เหมาะสมที่สุด เริ่มจากการทดลองครั้งที่ 1 ได้ทดลองแช่ข้าวกล้องหอมมะลิและข้าวกล้องมันปูในน้ำกลั่น ในขวดรูปชมพู่ขนาด 500 มิลลิลิตร โดยมีอัตราส่วนข้าวต่อน้ำ เท่ากับ 1 : 2 ปิดฝาด้วยอะลูมิเนียมฟอยด์ นำขวดปรับปริมาตรนั้นไว้ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่ 30, 35, 40, 45, 50, 55 และ 60 องศาเซลเซียส ทิ้งไว้เป็นเวลา 0 – 24 ชั่วโมง ตามวิธีของ Balogun, Bird and Rowe (2006) ที่ทำการทดลองแช่เมล็ดข้าวฟ่างโดยการผันแปรอุณหภูมิ ผลการศึกษาในครั้งนี้ พบว่าการเพิ่มอุณหภูมิสูงในการแช่เมล็ดเพียงอย่างเดียว เป็นผลให้เมล็ดของข้าวกล้องหอมมะลิและข้าวกล้องมันปูเสื่อมเสียคือเมล็ดข้าวกลายเป็นเมล็ดข้าวสุก บานออก โดยเริ่มมีการเสื่อมเสียของเมล็ดตั้งแต่อุณหภูมิ 40 – 60 องศาเซลเซียส นั้นไม่มีการงอกทั้งของข้าวกล้องหอมมะลิ และข้าวกล้องมันปู ส่วนที่อุณหภูมิ 30 – 35 องศาเซลเซียสนั้นไม่มีการงอกเช่นเดียวกัน แต่เมล็ดข้าวมีการพองตัวออกเล็กน้อยจากการดูดซึมน้ำของเมล็ด เมื่อเวลาในการแช่ผ่านไป 5 ชั่วโมง แต่เมื่อหลังจากนั้นเมล็ดข้าวจะเสียสภาพในที่สุด จึงไม่เลือกใช้การผันแปรอุณหภูมิสำหรับการงอกเมล็ดข้าวกล้องหอมมะลิและข้าวกล้องมันปู โดยเลือกการงอกที่อุณหภูมิห้องเพื่อประหยัดพลังงาน

การทดลองครั้งที่ 2 เป็นการศึกษาที่ผู้วิจัยทดลองรวมการแช่และการเพาะของข้าวกล้องหอมมะลิและข้าวกล้องมันปูที่อุณหภูมิห้อง และมีการควบคุมแสงสว่างโดยให้เวลาการแช่เมล็ดในที่มีแสงสว่าง ส่วนการเพาะเมล็ดอยู่ในที่มืดในขวดรูปชมพู่เช่นเดียวกัน แต่ไม่มีการควบคุมปริมาณน้ำในการแช่เมล็ด ซึ่งดัดแปรมาจากวิธีของ Martinez, et al. (2006) เริ่มจากการแช่เมล็ดของข้าวกล้องหอมมะลิ และข้าวกล้องมันปู เริ่มตั้งแต่ 3, 6, 12 และ 24 ชั่วโมง และนำมาเพาะต่อในที่มืดโดยรินน้ำออกจากขวดรูปชมพู่ที่ปิดฝาด้วยอะลูมิเนียมฟอยด์เป็นเวลา 0, 3, 6, 12, 24 และ 48 ชั่วโมง พบว่าสำหรับข้าวกล้องหอมมะลินั้นเริ่มมีการงอกของเมล็ดโดยเปรียบเทียบกับระยะเวลาการเพาะควบคู่ด้วยนั้นที่เวลาแช่ 3 ชั่วโมงเริ่มมีการงอก แต่มีการงอกน้อยกว่าเมล็ดข้าวที่แช่เป็นเวลา 6 และ 12 ชั่วโมง ส่วนการแช่เมล็ดที่เวลา 24 ชั่วโมง สำหรับข้าวกล้องหอมมะลิถือว่าไม่เหมาะสมเนื่องจากเมล็ดมีการเสื่อมเสียเร็วขึ้น เกิดกลิ่นเน่าจากการหมัก สำหรับเวลาการเพาะที่เหมาะสมของข้าวกล้องหอมมะลิที่เปรียบเทียบไปควบคู่กับเวลาการเพาะนั้น พบว่าเมล็ดข้าวเริ่มมีการงอกเมื่อเวลาเพาะผ่านไป 6 ชั่วโมง และเกิดการเสื่อมเสียเมื่อเพาะถึงเวลา 24 ชั่วโมง ส่วนข้าวกล้องมันปูพบว่าการแช่เมล็ดเป็นเวลา 3 – 6 ชั่วโมงนั้นเมล็ดไม่เกิดการงอก อาจเป็นเพาะเมล็ดข้าว

กล้องมันปูมีเยื่อหุ้มเมล็ดที่หนากว่าข้าวกล้องหอมมะลิ พบว่าเมล็ดมีการงอกที่ดีเมื่อแช่เป็นเวลา 12 จนถึง 24 ชั่วโมง เมื่อเปรียบเทียบเวลาการเพาะที่ควบคู่กับเวลาแช่ พบว่าเมล็ดข้าวกล้องมันปูเริ่มมีการงอกของเมล็ด เมื่อเพาะเป็นเวลา 12 ชั่วโมง และเกิดการเสื่อมเสียเล็กน้อย คือเริ่มมีกลิ่นหมัก เมื่อเพาะจนถึง 48 ชั่วโมง

จากการทดลองในครั้งที่ 1 และ 2 ผู้ทำวิจัยจึงได้ปรับปรุงและเลือกสภาวะการงอกที่เหมาะสม โดยแบ่งระยะเวลาการแช่และระยะเวลการเพาะที่แตกต่างกันดังนี้ คือ

1. ข้าวกล้องหอมมะลิ ระยะเวลาแช่ 6 และ 12 ชั่วโมง
   ระยะเวลาเพาะ 0, 6, 12, 18 และ 24 ชั่วโมง
2. ข้าวกล้องมันปู ระยะเวลาแช่ 12 และ 24 ชั่วโมง
   ระยะเวลาเพาะ 0, 12, 24 และ 36 ชั่วโมง

รายละเอียดของกระบวนการได้แสดงไปแล้วในระเบียบวิธีวิจัย และทำการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดข้าว (% Germinate rate) ตามวิธีของ Adkarinayake และคณะ (2006) โดยการกำหนดจำนวนเมล็ดที่แน่นอนก่อน แล้วเป็นการนับจำนวนเมล็ดข้าวทั้งก่อน และหลังผ่านกระบวนการ เพื่อนำมาคำนวณเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ด

ภาคผนวก ข การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีกายภาพ คุณภาพการหุงต้มและการรับประทาน

วิธีวิเคราะห์สมบัติทางเคมีกายภาพ

ด้านกายภาพ

1. ขนาดและรูปร่างเมล็ด (Size and shape) การวัดขนาดเมล็ดข้าวสารก่อนการหุงสุกวัด โดยใช้เวอร์เนียร์ขนาด 0.01 – 150 มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร ขนาดและรูปร่างเมล็ดของข้าวกล้องหอมมะลิและข้าวกล้องมันปู ตามวิธีของ Dipti et al. (2002) ประกอบด้วย

1.1 ความยาวของเมล็ด (Length) เป็นวัดขนาดเมล็ดตามความยาว วัดจากระยะทางจากปลายยอดสุดของเมล็ดถึงโคนเมล็ด โดยคัดเลือกจากเมล็ดโดยการสุ่ม มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร วัดค่า 10 ซ้ำหาค่าเฉลี่ย

1.2 ความกว้างของเมล็ด (Breadth) วัดขนาดเมล็ดตามความกว้าง วัดจากระยะทางส่วนที่กว้างที่สุดระหว่างเปลือกใหญ่ถึงเปลือกเล็ก โดยคัดเลือกเมล็ดโดยการสุ่ม มีหน่วยเป็น มิลลิเมตร วัดค่า 10 ซ้ำหาค่าเฉลี่ย

1.3 อัตราส่วนระหว่างความยาวต่อความกว้าง (Length / Breadth Latio, L / B ratio) นำความยาวหารด้วยความกว้าง จากข้อ 1.1 และ 1.2 แล้วหาค่าเฉลี่ย

2. สีของเยื่อหุ้มเมล็ด (Pericarp color) การวิเคราะห์ค่าสีของเยื่อหุ้มเมล็ด ด้วยระบบวัดสีแบบฮันเตอร์ (Hunter color System) โดยนำเมล็ดข้าวทั้งข้าวกล้องหอมมะลิ และข้าวกล้องมันปู ใช้จำนวน 30 กรัม เรียงใส่กระบอกแก้วสำหรับใส่ตัวอย่าง วัดค่าสีโดยใช้เครื่อง Hunter Colorimeter ยี่ห้อ HUNTER LAB รุ่น DP 9000 ซึ่งบันทึกค่าในระบบ CIE Lab วัดค่า L*, a* และ b*

3. ความแข็ง (Hardness) โดยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส Instron Texture Analyzer มีหลักการดังนี้ คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของหัวตัด 6.5 เซนติเมตร ที่มีใบมีดแบบ Kramer shear cell ทำจากอะลูมิเนียม ซึ่งทนต่อการกัดกร่อน และง่ายต่อการทำความสะอาด ใบมีดจะตรงกับช่องทางด้านล่างของ cell bottom ใบมีดมีทั้งหมด 10 ใบ ขณะที่ใบมีดเคลื่อนที่ลงบนตัวอย่าง ขณะที่ตัวอย่างจะถูกบีบอัด เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างอย่างต่อเนื่อง เกิดการไหลไปทางด้านบนระหว่างใบมีด และด้านล่างผ่านช่องใน cell bottom ตัวอย่างจะถูกเฉือน แรงที่ระหว่างใบมีดสัมพันธ์กับเนื้อสัมผัสกับตัวอย่าง โดยแรงในหลายขั้นตอน คือ compression, extrusion และ shear โดยใช้แรง 100 กำหนดแรงกด 100 เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่างคือข้าวกล้องหอมมะลิ และข้าวกล้องมันปูที่ผ่านการหุงสุก ทำการวัดค่า 5 ซ้ำ ใช้ตัวอย่าง 100 กรัมต่อ 1 ซ้ำ

ด้านเคมี

4. ปริมาณโปรตีน (Protein content) : Kjeldahl Method จากวิธีการของ A.O.A.C (1990) มีหลักการดังนี้ คือย่อยตัวอย่างด้วยกรดซัลฟูริคเข้มข้น โดยมีโพแทสเซียมเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ที่อุณหภูมิสูง 400 องศาเซลเซียส จนกระทั่งไนโตรเจนถูกเปลี่ยนไปอยู่ในรูปแอมโมเนียซัลเฟต หลังจากนั้นให้เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น และให้ความร้อนเพื่อทำให้ไนโตรเจนระเหยออกมา ในรูปของแอมโมเนีย และถูกดักในสารละลายกรดบอริค จากนั้นไนเตรตหาความเข้มข้นของไนโตรเจนด้วยสารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริค คำนวณปริมาณของไนโตรเจนในตัวอย่างและแปลงเป็นปริมาณโปรตีนโดยการคูณ Conversion factor = 5.95

วิธีการวิเคราะห์

4.1 Digestion

$$\text{Organic nitrogen in food} \xrightarrow{\text{Conc. } H_2SO_4 + K_2SO_4/T400^{\circ}C} \text{Ammonium sulfate } [(NH_4)_2SO_4]$$

Conc. H_2SO_4 ใส่ลงไปเพื่อ Oxidize สารอินทรีย์ (Organic matter) ในตัวอย่าง จากนั้นรวมตัวกับ NH_3 ที่เกิดขึ้นจากขบวนการ oxidation ตัวอย่างในขั้นตอนการย่อย เกิดเป็นสารประกอบ $(NH_4)_2SO_4$ – K_2SO_4 ใส่ลงไปเพื่อเพิ่ม b.p. ของกรด H_2SO_4 ช่วยเร่งปฏิกิริยา Oxidation (1 กรัมของ H_2SO_4 จะช่วยเพิ่มอุณหภูมิของกรด H_2SO_4 ประมาณ $3^{\circ}C$) โดยทำการชั่งตัวอย่าง 0.5 – 1.0 กรัม จำนวน 3 ซ้ำ ถ่ายใส่หลอดย่อยตัวอย่าง (Digestion tube) ขนาด 250 มิลลิลิตร (ควรทำ Blank ควบคู่ไปด้วยทุกครั้ง ใช้น้ำกลั่นแทนตัวอย่าง) จากนั้นเติมตัวเร่งปฏิกิริยาจำนวน 10 กรัม เติมกรดซัลฟูริคเข้มข้น 10 มิลลิลิตร เติมสาร Antifoam ป้องกันการเดือดรุนแรงของกรดเข้มข้น ทำการย่อยตัวอย่างที่อุณหภูมิ 400 - 420°C ในเตาย่อย (Digestion block) ซึ่งต่อกับระบบกำจัดควันจากไอกรด ย่อยจนกระทั่งได้สารละลายไม่มีสี เมื่อย่อยเสร็จแล้วทิ้งให้หลอดย่อยเย็นลง (อย่าปล่อยให้สารละลายในหลอดเย็นจนกลายเป็นผลึก) และเติมน้ำกลั่นประมาณ 50 – 70 มิลลิลิตร (เพื่อช่วยในการละลายสารละลายผสมของ $(NH_4)_2$, H_2SO_4 & K_2SO_4 และลดความรุนแรงของปฏิกิริยาในขั้นตอนการกลั่นต่อไป) เติม methyl red จำนวน 2 หยด ลงในสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพู เขย่าเบาๆ และทิ้งให้เย็นลงจนถึงอุณหภูมิห้อง Catalyst tablets: โพแทสเซียมซัลเฟตอัดเม็ด (K_2SO_4 : Se = 3.5 g : 3.5 mg) หรือชนิดที่ใช้ Hg หรือ $CuSO_4$ แทน Se

4.2 Distillation

$$[(NH_4)_2SO_4] \xrightarrow{\text{Distill + Excess NaOH}} NH_3$$

(cooled and diluted) (collect distilled in excess boric acid solution)

โดยการเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 50 ลงในหลอดย่อยตัวอย่างในปริมาณที่ทำให้สารละลายที่ย่อยได้เปลี่ยนเป็นด่าง (ประมาณ 30 มิลลิลิตร) สังเกตจากสีของ Methyl red จะเปลี่ยนเป็นสีทอง จากนั้นกลั่นสารละลายในหลอดย่อย โดยใช้เครื่องกลั่น (Distillation unit) ที่มีระบบควบแน่นต่อเข้ากับเครื่องทำน้ำหล่อเย็นแบบหมุนเวียนและดักเก็บ Distillate ในสารละลายกรดอริค 4% ประมาณ 25 มิลลิลิตร ซึ่งเติมสารละลายอินดิเคเตอร์ผสม (ให้มีสีม่วงเมื่อเป็นกรด) (ขณะกลั่นปลายของท่อนำ Distillate ต้องจุ่มอยู่ในสารละลายกรดบอริคเสมอ) เมื่อกลั่นจนได้ปริมาตรของ Distillate ประมาณ 200 มิลลิลิตร ไนโตรเจนรูปของแอมโมเนียในตัวอย่างจะระเหยออกมา และเปลี่ยนสีกรดบอริคจากสีม่วงเป็นสีเขียว สารละลายอินดิเคเตอร์ที่ผสม : Methyl red 0.1% ใน 95% (v/v) เอธานอล และ Methylene blue 0.025% ใน 95% (v/v) เอธานอลผสมกันในอัตราส่วน 1 : 2 (3 หยด : 6 หยด) การเปลี่ยนสีของสารละลายอินดิเคเตอร์ผสมนี้เกิดขึ้นที่ pH 5.4

4.3 Titration

การไตเตรตสารละลาย Distilled ที่ได้ด้วยสารละลายกรดมาตรฐานไฮโดรคลอริคเข้มข้น 0.1 N (เตรียม Standardize หาความเข้มข้นที่แน่นอนตาม A.O.A.C.(1990) จนกระทั่งถึงจุดยุติที่สารละลายเริ่มเปลี่ยนกลับเป็นสีม่วง จดบันทึกปริมาตรกรดที่ใช้ในการไตเตรต (มีความละเอียด 0.01 มิลลิลิตร)

4.4 การคำนวณ

$$\% \text{ Nitrogen (N)} = \frac{14.01 \times [Vs - V_B]N}{10 \times W}$$

% Protein = % N X F

เมื่อ Vs = ปริมาตรกรด HCl ที่ใช้ไตเตรตตัวอย่าง

V_B = ปริมาตรกรด HCl ที่ใช้ไตเตรต blank

N = ความเข้มข้นสารละลายกรดมาตรฐาน HCl

F = Factor ที่ใช้แปลง % ไนโตรเจนเป็น % โปรตีน สำหรับข้าว F = 5.95 และข้าวสาลี F = 5.70

ปริมาณไนโตรเจนที่ได้จากการวิเคราะห์โดยวิธี Kjeldahl ไม่ใช่ส่วนของ Protein nitrogen เท่านั้นแต่รวมส่วนของ Non – protein nitrogen อย่างเช่น Nucleotides และ Creatinine ด้วย ในแง่ของคุณค่าทางโภชนาการ ส่วน Non – protein nitrogen นี้ถือเป็นส่วน Non – nutrient ควรนำไปหักออกจากค่าโปรตีนทั้งหมด อย่างไรก็ตามในอาหารทั่วไปสัดส่วนของปริมาณ Non – protein nitrogen เทียบกับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดมีค่าน้อยจนสามารถใช้รวมอยู่ในค่าปริมาณไนโตรเจนที่นำไปคำนวณหาค่าโปรตีนในอาหารได้

สิ่งที่มีผลต่อค่าปริมาณไนโตรเจนที่ได้จากการวิเคราะห์โดยวิธี Kjeldahl

1. ถ้าใช้ปริมาณตัวอย่างมากขึ้นควรเพิ่มปริมาณกรดซัลฟูริคเข้มข้นและตัวเร่งปฏิกิริยา และควรเพิ่มเวลาในการย่อย (Digestion) ให้มากขึ้น

2. อาหารแต่ละชนิดใช้เวลาในการย่อยต่างกัน ปกติจะอยู่ระหว่าง 1.8 – 2.25 ชั่วโมง ควรใช้เวลาในการย่อยให้เหมาะสมกับชนิดตัวอย่าง

3. ระยะเวลาในการย่อยที่นานเกินไปก่อให้เกิดการสูญหายไปของไนโตรเจนในตัวอย่างเนื่องจากเหลือปริมาณกรดซัลฟูริคหลังการย่อยไม่พียงพอที่จะจับกับไนโตรเจนในตัวอย่าง

5. ปริมาณความชื้น (Moisture content) ตามวิธี AOAC.1990 : Gravimetric method 925.10,(1990) มีหลักการดังนี้ คือ อบตัวอย่างในตู้อบความร้อน (Hot air oven) หรือในตู้อบสุญญากาศ (Vacuum oven) เพื่อระเหยน้ำในตัวอย่างที่อบ จนกระทั่งตัวอย่างมีน้ำหนักคงที่ น้ำหนักตัวอย่างที่หายไป (Weight loss on drying) หรือปริมาณความชื้น คำนวณได้จากค่าความแตกต่างของน้ำหนักตัวอย่างก่อนอบและหลังอบ

วิธีการวิเคราะห์

5.1 อบ Aluminum disk (แบบมีฝาปิด และก้นภาชนะแบนเรียบเพื่อเพิ่มพื้นที่สัมผัสความร้อน) ในตู้อบลมร้อนซึ่งควบคุมอุณหภูมิคงที่ 130°C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นใน Desiccators แล้วชั่งน้ำหนักที่แน่นอน (มีความละเอียด 0.1 มิลลิกรัม = W_1

กรณีตัวอย่างเป็นของแข็ง ชั่งตัวอย่างประมาณ 1 – 3 กรัม (มีความละเอียด 0.1 มิลลิกรัม = W_2) ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ ใส่ลงใน Aluminum dish ที่มีทรายขาว (Sea sand หรือ Quartz sand: ประมาณ 2 ช้อนชา) และแท่งแก้วที่อบหาน้ำหนักแน่นอนไว้แล้ว (W_1) บดตัวอย่างให้ละเอียดเป็นเนื้อเดียวกับทรายขาวด้วยแท่งแก้ว

5.2 นำตัวอย่างในข้อ 2 ไปใส่ในตู้อบลมร้อนที่ 105°C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง หรือจนกระทั่งน้ำหนักคงที่ในขณะอบให้เปิดฝา Aluminum dish เพื่อให้ตัวอย่างสัมผัสกับความร้อนโดยตรงและทั่วถึง นอกจากนี้ควรวางตัวอย่างทั้ง 3 ซ้ำ ไว้บนถาดหรือชั้นเดียวกันของตู้อบ

5.3 หลังอบเสร็จปิดฝา Aluminum dish เอาออกจากตู้อบใส่ใน desiccators ทิ้งให้เย็นแล้วนำมาชั่งน้ำหนัก (มีความละเอียด 0.1 มิลลิกรัม = W_3)

การคำนวณ

$$\text{ความชื้น (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักที่สูญเสียไป} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$

$$= \frac{(W_1 + W_2) - W_3 \times 100}{W_2}$$

6. กิจกรรมของเอนไซม์ α – อะไมเลส (α - Amylase activity)

ตามวิธีของ Whitaker, Voragen and Wong (2003) การวัดแอกติวิตีของเอนไซม์ α – อะไมเลส ในรูปของการเพิ่มของน้ำตาลรีดิวซ์ โดยกำหนดให้ 1 หน่วยเอ็นไซม์ (unit enzyme) หมายถึง ปริมาณเอนไซม์ α – อะไมเลสที่เปลี่ยนสับสเตรท (ตัวอย่างข้าว 10 เปอร์เซ็นต์ในสารละลายโดยน้ำหนัก) ไปเป็นน้ำตาลรีดิวซ์ 1 ไมโครกรัม

วิธีการวิเคราะห์

6.1 บดตัวอย่างข้าวกล้องหอมมะลิหรือข้าวกล้องมันปูให้เป็นแป้ง ซึ่งชั่งแป้งมา 10 กรัม ใส่ในขวดแก้วปริมาตรความจุ 100 มิลลิลิตร ปรับตัวอย่างแป้งข้าวในสารละลายโซเดียมฟอสเฟตบัฟเฟอร์ pH 7 บ่มทิ้งไว้ 60 นาที

6.2 ดึงตัวอย่างน้ำแป้ง 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลอง รวมกับ สารละลาย DNS 1 มิลลิลิตร และปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น 8 มิลลิลิตร

6.3 วัดความเข้มสีของตัวอย่างด้วย เครื่องสเปกโตโฟโตมิเตอร์ (UV / Vis Spectro photometer) ที่ความยาวคลื่น 547 นาโนเมตร (nm) หลังปรับเครื่องด้วย blank ให้ได้ค่าเป็นศูนย์

6.4 ทำ blank โดยสารลายสารละลาย DNS 1 มิลลิลิตร และปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น 9 มิลลิลิตร ในหลอดทดลอง

6.5 นำค่า absorbance ไปคำนวณหากิจกรรมของเอนไซม์ α - อะไมเลส มีหน่วยเป็น unit/ml.

วิธีการคำนวณ

เช่น ตัวอย่างอ่านค่าได้ 430.25 ppm นำมาคูณกับ 100 มิลลิลิตร ของน้ำแป้ง หารด้วย 10 กรัมตัวอย่าง

จะได้เป็น 1 กรัม ตัวอย่างมีมอลโทส เท่ากับ 43025 µg

การคำนวณหาค่ายูนิต (unit of enzyme)

เวลาบ่มตัวอย่างในสารละลาย 60 นาที สมมติได้มอลโทส 43025 µg

เวลาบ่ม 1 นาที สมมติได้มอลโทส 43025 / 60

หรือ 43025 / 60 x 360 (M ของ Maltose)

เท่ากับ 1.991 unit / g

การเขียนกราฟมาตรฐาน

1. สารละลายมอลโทส เพื่อทำกราฟมาตรฐาน โดยชั่งมอลโทส 0.100 กรัม ละลายและปรับด้วยน้ำกลั่นเป็น 100 มิลลิลิตร ได้ความเข้มข้นของสารละลายเท่ากับ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

2. จากนั้นปรับความเข้มข้นของสารละลายเป็น 0, 200, 400, 600, 800 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

3. ดึงสารละลายมอลโทสแต่ละความเข้มข้น 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลอง รวมกับ สารละลาย DNS 1 มิลลิลิตร และปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น 8 มิลลิลิตร

4. วัดความเข้มสีของตัวอย่าง ด้วยเครื่องสเปกโตโฟโตมิเตอร์ (UV / Vis Spectrophotometer) ที่ความยาวคลื่น 547 นาโนเมตร (nm) หลังปรับเครื่องด้วย blank ให้ได้ค่าเป็นศูนย์

ด้านเคมีกายภาพ

7. น้ำหนักข้าว 1,000 เมล็ด (Thousand kernel weight) ตามวิธีของ Gujral and Kumar (2003) ทำโดยคัดเลือกเมล็ดข้าวสารที่เต็มเมล็ดไม่มีการแตกหักมา 1,000 เมล็ดโดยการสุ่มชั่งด้วยเครื่องชั่งมีหน่วยเป็นกรัม ทำการวัด 10 ซ้ำ

8. ปริมาณอะไมโลส (Amylose content) ดัดแปลงมาจากวิธีของ Juliano (1971)

การเตรียมสารละลาย

8.1 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 2 นอร์มัล (N) โดยชั่งสารตัวอย่าง 80 กรัม ละลายในน้ำกลั่นประมาณ 800 มิลลิลิตร ในขวดแก้วปริมาตรขนาดความจุ 1,000 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ให้เย็น แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 1,000 มิลลิลิตร

8.2 สารละลายกรดเกลเซียลอะซิติกเข้มข้น 1 นอร์มัล (N) โดยการละลายกรดเกลเซียลอะซิติก ปริมาตร 60 มิลลิลิตร ในน้ำกลั่น ประมาณ 800มิลลิลิตร ในขวดแก้วปริมาตรขนาดความจุ 1,000 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 1,000 มิลลิลิตร

8.3 สารละลายไอโอดีน ทำโดยชั่งไอโอดีน 0.2000 กรัม และโพแทสเซียมไอโอไดด์ 2.000 กรัม ละลายในน้ำกลั่นประมาณ 80 มิลลิลิตร ในขวดแก้วปริมาตรสีชาขนาดความจุ 100 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ข้ามคืน หรือ จนไอโอดีนละลายหมด ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 100 มิลลิลิตร

วิธีวิเคราะห์

1. บดเมล็ดข้าวขาวด้วยเครื่องบดให้เป็นแป้ง ชั่งแป้งมา 0.1000 กรัม ใส่ในขวดแก้วปริมาตรขนาด ความจุ 100 มิลลิลิตร ที่แห้งสนิท

2. เติมเอทิลแอลกอฮอล์ 95% ปริมาตร 1 มิลลิลิตร เขย่าเบาๆ

3. เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ปริมาตร 9 มิลลิลิตร

4. ปั่นกวนตัวอย่างด้วยเครื่องปั่นกวนระบบแม่เหล็ก นาน 10 นาทีให้เป็นน้ำแป้งแล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 100 มิลลิลิตร

5. เตรียมขวดแก้วปริมาตรขนาดความจุ 100 มิลลิลิตร ชุดใหม่เติมน้ำกลั่นประมาณ 70 มิลลิลิตร สารละลายกรดเกลเซียลอะซิติก ปริมาตร 2 มิลลิลิตร และสารละลายไอโอดีน ปริมาตร 2 มิลลิลิตร

6. ดูดน้ำแป้งปริมาตร 5 มิลลิลิตร ใส่ในขวดแก้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 100 มิลลิลิตร แล้วตั้งทิ้งไว้ 10 นาที

7. วัดความเข้มของสีของสารละลายด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ โดยอ่านค่าเป็น absorbance ที่ความยาวคลื่นแสง 620 นาโนเมตร (nm) หลังปรับเครื่องด้วย blank ให้ได้ค่า absorbance เท่ากับ 0 (ศูนย์)

8. ทำสารละลาย blank โดยเติมสารละลายกรดเกลเซียลอะซิติก ปริมาตร 2 มิลลิลิตร และสารละลายไอโอดีน ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 100 มิลลิลิตร

9. นำค่า absorbance มาหาปริมาณอะไมโลส ซึ่งคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ โดยนำมาเทียบกับกราฟมาตรฐานที่เตรียมไว้

การเขียนเส้นกราฟมาตรฐาน

1. ชั่งอะไมโลส 0.0400 กรัม ใส่ในขวดแก้วปริมาตรขนาดความจุ 100 มิลลิลิตร ที่แห้งสนิท แล้วดำเนินการเช่นเดียวกับตัวอย่างตาม 4.2 – 4.4 เป็นสารละลายมาตรฐาน

2. เตรียมขวดแก้วปริมาตรขนาดความจุ 100 มิลลิลิตร จำนวน 5 ขวด เติมน้ำกลั่นขวดละ 70 มิลลิลิตร เติมสารละลายกรดเกลเซียลอะซิติก ปริมาตร 0.4 มิลลิลิตรในขวดที่ 1 ปริมาตร 0.8 มิลลิลิตร ในขวดที่ 2 ปริมาตร 1.2 มิลลิลิตร ในขวดที่ 3 ปริมาตร 1.6 มิลลิลิตรในขวดที่ 4 และ ปริมาตร 2.0 มิลลิลิตรในขวดที่ 5 ตามลำดับ แล้วเติมสารละลายไอโอดีนปริมาตร 2 มิลลิลิตรลงในแต่ละขวด

3. ดูดสารละลายมาตรฐานปริมาตร 1 2 3 4 และ 5 มิลลิลิตร ซึ่งเทียบเท่าปริมาณอะไมโลสร้อยละ 8 16 24 32 และ 40 ตามลำดับ ใส่ในขวดปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 100 มิลลิลิตร และวัดค่า absorbance ที่ 620 นาโนเมตร หลังปรับเครื่องด้วย blank ให้ได้ค่า absorbance เท่ากับ 0 นำ absorbance กับปริมาณอะไมโลสเขียนเป็นเส้นกราฟมาตรฐานนำเส้นกราฟมาตรฐานที่ได้จากมาใช้แปลงค่า absorbance ให้เป็นปริมาณ (ร้อยละ) อะไมโลส

9. ความจุของเมล็ด (Bulk density) เป็นการกำหนดน้ำหนักต่อความสูงของเมล็ดข้าวสารโดยเทใส่ในภาชนะที่มีสเกลบอกปริมาตร มีหน่วยเป็น g/ml. ทำการทดลอง 5 ซ้ำ ตามวิธีของ Singh et al. (2005)

10. ความคงตัวของแป้งสุก (Gel consistency) วัดระยะการไหลของน้ำแป้ง มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร ตามวิธีของ Yu and Wang (2007) มีวิธีการวิเคราะห์ดังนี้ คือ

10.1 ชั่งตัวอย่างแป้งข้าวจำนวน 0.1000 กรัม ในหลอดทดลอง

10.2 เติมสารละลายไทมอลบลู ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร

10.3 เติมสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 2 N ปริมาตร 2 มล.

10.4 ปั่นของเหลวในหลอดทดลองเพื่อให้แป้งกระจายตัว

10.5 นำไปต้มในน้ำเดือดทันที ปิดฝาหลอดด้วยลูกแก้ว ต้มนาน 8 นาที

10.6 นำขึ้นจากน้ำเดือด ปั่นของเหลวให้เข้ากัน

10.7 ทำให้เย็นโดยแช่หลดทดลองในน้ำเย็นจัดนาน 20 นาที

10.8 วางหลอดในแนวนอนบนกระดาษกราฟที่มีช่องแบ่งละเอียดถึง 1 มิลลิเมตร นาน 60 นาที แล้วจึงอ่านค่าระยะทางที่แป้งไหลไป (มิลลิลิตร)

11. ค่าการสลายตัวในด่าง (Alkali test) วิธีการวัดค่าสลายตัวในด่างทำได้โดยการสลายตัวของเมล็ดข้าวเต็มเมล็ด 10 เมล็ดในจานแก้วมีฝาปิด (petridish) ในสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1.7% ทำการทดลอง 5 ซ้ำ (Yu and Wang, 2007)

วิธีเคราะห์

11.1 สุ่มเมล็ดข้าวขาวเต็มเมล็ดมา 10 เมล็ด แบ่งใส่ในจานพลาสติกใส จำนวน 4 จานๆ ละ 25 เมล็ด แล้ววางบนพื้นราบสีดำ

11.2 เติมสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ลงในจานพลาสติก ประมาณจานละ 20 มิลลิลิตร ให้เมล็ดข้าวทุกเมล็ดจมอยู่ในสารละลาย และให้แต่ละเมล็ดอยู่ห่างกันพอสมควร แล้วปิดฝาทิ้งไว้ให้อยู่กับที่ที่อุณหภูมิห้อง โดยไม่ขยับเขยื่อนเป็นเวลา 23 ชั่วโมง

11.3 ตรวจเมล็ดข้าว โดยพิจารณาระดับการสลายของเมล็ดข้าวในด่างแต่ละเมล็ด ตามลักษณะการสลาย

ระดับการสลายของเมล็ดข้าว	ลักษณะของเมล็ดข้าวที่สลายในด่าง
1	ลักษณะของเมล็ดข้าวไม่เปลี่ยนแปลงเลย
2	เมล็ดข้าวพองตัว
3	เมล็ดข้าวพองตัวและมีแป้งกระจายออกมาจากบางส่วนของเมล็ดข้าว
4	เมล็ดข้าวพองตัวและมีแป้งกระจายออกมารอบเมล็ดข้าวเป็นบริเวณกว้าง
5	ผิวของเมล็ดข้าวปริทางขวางหรือทางยาว และมีแป้งกระจายออกมารอบเมล็ดเป็นบริเวณกว้าง
6	เมล็ดข้าวสลายตัวตลอดทั้งเมล็ด มีลักษณะเป็นเมือกขุ่นขาว
7	เมล็ดข้าวสลายตัวตลอดทั้งเมล็ดและมีลักษณะเป็นเมือกใส

12. ความหนืดของแป้งข้าว (Viscosity)

การวัดการเปลี่ยนแปลงความหนืดด้วยเครื่อง Rapid Visco Analyzer (RVA) ตามวิธีของ กล้าณรงค์ และเกื้อกูล (2550, หน้า 50 - 51) มีหลักการดังนี้คือ

RVA เป็นเครื่องมือสำหรับประเมินคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่จะต้องพิจารณาความหนืดขณะที่ให้ความร้อน คุณสมบัติพิเศษคือมีความสามารถในการเปลี่ยนระดับอุณหภูมิสามารถทำให้ร้อนและเย็นได้อย่างแม่นยำและรวดเร็ว สามารถรักษาอุณหภูมิให้คงที่ได้ จึงทำให้สามารถหา

pasting curve ได้ภายใน 13±2 นาที เนื่องจากมีกลไกการส่งผ่านความร้อนที่ดีกว่า และใช้ปริมาณตัวอย่างน้อย ค่าที่เครื่องแสดงผลอ่านได้บนจอคอมพิวเตอร์ ในหน่วย % หรือ RVU ดังนี้

1. peak time : เวลาที่เกิด peak ของความหนืด มีหน่วยเป็นนาที
2. pasting temperature : อุณหภูมิที่เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงความหนืด หรือมีค่าความหนืดเพิ่มขึ้น 2 RVU ในเวลา 20 วินาที มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส
3. peak temperature : อุณหภูมิที่เกิด peak มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส
4. holding strength : ความหนืดที่ต่ำสุดระหว่างทำความเย็น มีหน่วยเป็น RVU
5. breakdown : ความแตกต่างของความหนืดสูงสุดและความหนืดต่ำสุด มีหน่วยเป็น RVU

final viscosity : ความหนืดสุดท้ายของการทดลอง มีหน่วยเป็น RVU

setback from peak : ผลต่างของความหนืดสุดท้ายกับความหนืดที่จุด peak มีหน่วยเป็น RVU

setback from trough : ผลต่างของความหนืดสุดท้ายกับความหนืดต่ำสุด มีหน่วยเป็น RVU

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างมาจำนวนหนึ่ง โดยจำนวนของตัวอย่างขึ้นอยู่กับชนิดของตัวอย่างและความชื้นในกรณีตัวอย่างที่ไม่ละเอียด ให้บดตัวอย่างด้วยแฮมเมอร์มิลล์ แล้วร่อนด้วยตะแกรงละเอียดขนาด 0.8 มม. ก่อน

2. กรณีที่ตัวอย่างมีความชื้น 14 เปอร์เซ็นต์ ให้ตวงน้ำกลั่นปริมาตร 25.00 ± 0.05 ml. ใส่ลงแคนของเครื่อง RVA ปริมาณของตัวอย่างและน้ำที่ใช้ควรคำนึงถึงค่าความชื้นของตัวอย่างด้วยโดยสามารถคำนวณได้จากสูตร สำหรับความชื้น 14 % ดังนี้

$$M_2 = \frac{(100 - 14) \times M_1}{(100 - M_1)}$$

$$W_2 = 25.0 + M_1 - M_2$$

เมื่อ M_1 = น้ำหนักตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับแป้งแต่ละชนิด

M_2 = น้ำหนักที่ถูกต้อง

W_2 = ปริมาณน้ำที่ถูกต้อง

3. ใส่ตัวอย่างแป้งลงในแคนที่มีน้ำอยู่ ใส่พาย (paddle) ลงในแคน หมุนพายไปมาแรง ๆ และดึงขึ้นลงเพื่อกวนตัวอย่างไม่ให้จับเป็นก้อนที่ผิวน้ำ หรือติดอยู่ที่พาย

4. นำแคนที่ใส่พายเข้าเครื่อง RVA กดมอเตอร์เพื่อให้ RVA ทำงานจากกราฟการเปลี่ยนแปลงความหนืดต่อเวลาที่ได้ อ่านและบันทึกค่าต่าง ๆ ดังนี้

อุณหภูมิ (°C) ที่ทำให้แป้งพองตัว (pasting temperature)

ความหนืด (RVU) เมื่อแป้งเย็นตัว (final viscosity)

ความหนืด (RVU) เมื่อแป้งพองตัวสูงสุด (peak viscosity)

ความหนืด (RVU) เมื่อแป้งยุบตัว (breakdown)

ความหนืด (RVU) เมื่อแป้งคืนตัว (setback)

ความหนืด (RVU) เมื่อแป้งคงตัว (trough)

วิธีวิเคราะห์ทางคุณภาพการหุงต้มและการรับประทาน ตามวิธีของ Gujral and Kumar (2003)

13. ระยะเวลาในการหุงสุก (Cooking time) โดยนำตัวอย่างข้าวเต็มเมล็ดจำนวน 50 เมล็ด เติมน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร แล้วนำหลอดทดลองต้มในอ่างน้ำที่ควบคุมอุณหภูมิ ระหว่าง 90 – 95 องศาเซลเซียส เมล็ดข้าวจะถูกนำขึ้นมาทดสอบในครั้งแรกเมื่อเวลาผ่านไป 5 นาที และจากนั้นทุก ๆ 30 วินาที โดยการกดบนแผ่นแก้ว 2 แผ่นประกบกัน ถ้าเมล็ดยังไม่สุกดี จะมีลักษณะเป็นไตสีขาวขุ่น ระยะเวลาในการหุงสุกมีหน่วยเป็นนาที วัดจากเวลาที่ใช้ในการให้ความร้อนแก่ข้าวจนกระทั่งไม่มีลักษณะเป็นไตสีขาวขุ่น ทำการทดลอง 5 ซ้ำ

14. ปริมาตรที่เพิ่มขึ้น (% Volume expansion) ใช้การวัดปริมาตรผลต่างของเมล็ดข้าว เปรียบเทียบกับปริมาตรของข้าวหลังผ่านการหุงสุก มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ ทำการทดลอง 5 ซ้ำ มีวิธีการดังนี้คือ

14.1 ชั่งตัวอย่างข้าวหนัก 100 กรัม จากนั้นนำไปวัดปริมาตรของข้าวสารในกระบอกตวง (Cylinder) จดปริมาตรไว้ (V_{UC})

14.2 ทำการหุงข้าวโดยใช้อัตราส่วนข้าวต่อน้ำเป็น 1 : 2 โดยใส่ในขวดปรับปริมาตรต้มในอ่างน้ำที่ควบคุมอุณหภูมิ ระหว่าง 90 – 95 องศาเซลเซียส จนกระทั่งข้าวสุก

14.3 เมื่อข้าวสุก ทำการรินน้ำออก ทำการวัดระดับปริมาตรโดยใช้กระบอกตวงอีกครั้ง จดปริมาตรไว้ (V_C)นำมาคำนวณหา % Volume expansion

$$\% \text{ Volume expansion} = \frac{V_C - V_{UC}}{V_{UC}} \times 100$$

เมื่อ V_C = **ปริมาตรของข้าวสุก (มล.)**

V_{UC} = **ปริมาตรของข้าวสาร (มล.)**

15. **เปอร์เซ็นต์การดูดน้ำ (%Water uptake) ใช้ข้าวจำนวน 10 เมล็ด เปรียบเทียบน้ำหนัก** ข้าวสารกับข้าวหลังจากหุงสุก คำนวณการดูดน้ำของข้าวสุกคิดเป็น มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ ทำ 5 ซ้ำ มีวิธีการดังนี้ คือ

15.1 คัดเลือกเมล็ดข้าว ที่มีลักษณะเต็มเมล็ดจำนวน 10 เมล็ด (W_{UC})

15.2 ทำการหุงข้าวโดยใช้อัตราส่วนข้าวต่อน้ำเป็น 1 : 2 โดยใส่หลอดทดลองต้มในอ่างน้ำที่ควบคุมอุณหภูมิ ระหว่าง 90 – 95 องศาเซลเซียส

15.3 เมื่อข้าวสุก ทำการรินน้ำออก ชั่งน้ำหนัก (W_C) นำมาคำนวณหา % Water Uptake

$$\% \text{ Water Uptake} = \frac{W_C - W_{UC}}{W_{UC}} \times 100$$

เมื่อ W_{UC} = น้ำหนักของข้าวสาร (กรัม)

W_C = น้ำหนักของข้าวสุก (กรัม)

16. เปอร์เซ็นต์การยืดตัวด้านยาวของเมล็ด (%Elongation) ใช้ข้าวจำนวน 10 เมล็ด ทำการทดลอง10 ซ้ำ มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ มีวิธีการดังนี้ คือ

16.1 คัดเลือกเมล็ดข้าว ที่มีลักษณะเต็มเมล็ดจำนวน 10 เมล็ด วัดขนาดด้วยเวอร์เนีย ตามแนวด้านยาวของเมล็ด(E_{UC})

16.2 ทำการหุงข้าวโดยใช้อัตราส่วนข้าวต่อน้ำเป็น 1 : 2 โดยใส่หลอดทดลองต้มในอ่างน้ำที่ควบคุมอุณหภูมิ ระหว่าง 90 – 95 องศาเซลเซียส

16.3 เมื่อข้าวสุกทำการรินน้ำออก วัดขนาดด้วยเวอร์เนียอีกครั้ง ตามแนวด้านยาว **ของเมล็ด(E_C) นำมาคำนวณหา % Elongation**

$$\% \text{ Elongation} = \frac{E_C - E_{UC}}{E_{UC}} \times 100$$

เมื่อ E_{UC} = **ความยาวของข้าวสาร (กรัม)**

E_C = ความยาวของข้าวสุก (กรัม)

17. เปอร์เซ็นต์การยืดตัวด้านกว้างของเมล็ด(% Width expansion) ใช้ข้าวจำนวน 10 เมล็ด ทำ 10 ซ้ำ มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ มีวิธีการดังนี้ คือ

17.1 คัดเลือกเมล็ดข้าว ที่มีลักษณะเต็มเมล็ดจำนวน 10 เมล็ด วัดขนาดด้วยเวอร์เนีย ตามแนวด้านกว้างของเมล็ด(w_{UC})

17.2 ทำการหุงข้าวโดยใช้อัตราส่วนข้าวต่อน้ำเป็น 1 : 2 โดยใส่หลอดทดลองต้มในอ่างน้ำที่ควบคุมอุณหภูมิ ระหว่าง 90 – 95 องศาเซลเซียส

17.3 เมื่อข้าวสุกทำการรินน้ำออก วัดขนาดด้วยเวอร์เนียอีกครั้ง ตามแนวด้านกว้างของเมล็ด(w_C) นำมาคำนวณหา % Width Expansion

$$\% \text{ Width Expansion} = \frac{w_C - w_{UC}}{w_{UC}} \times 100$$

เมื่อ w_{UC} = ความกว้างของข้าวสาร (กรัม)

w_C = ความกว้างของข้าวสุก (กรัม)

ภาคผนวก ค การศึกษาทางจุลชีววิทยา

การศึกษาทางจุลชีววิทยา แบ่งเป็นวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และรา

1. การหาปริมาณจุลินทรีย์ในอาหารโดยวิธีนับจำนวนโคโลนี

วิธีนับจำนวนโคโลนีเป็นวิธีหาปริมาณจุลินทรีย์ที่มีชีวิต ทำให้ทราบว่าตัวอย่างอาหารนั้นๆ มีจุลินทรีย์ที่อาจเจริญเพิ่มจำนวนได้มากน้อยเพียงใด เป็นตัววัดและบ่งบอกการเสื่อมเสียของอาหาร

วิธีปฏิบัติ

1.1 ชั่งตัวอย่าง 25 กรัม ใส่ในถุงพลาสติกปลอดเชื้อ เติมสารละลายเปปโตนปริมาตร 225 มิลลิลิตร ลงในถุง นำไปตีผสมเป็นเวลา 60 วินาที จะได้ตัวอย่างความเจือจาง 10^{-1}

1.2 ใช้ปิเปตถ่ายตัวอย่างปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดบรรจุสารละลายเปปโตน 9 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องปั่นผสม จะได้ตัวอย่างความเจือจาง 10^{-2}

1.3 เจือจางตัวอย่างโดยวิธีเดียวกับข้อ 2 เป็นลำดับ จนได้ตัวอย่างความเจือจาง ที่ต้องการ

1.4 นำตัวอย่างความเจือจางที่เหมาะสม 3 ระดับ (เช่น 10^{-2}, 10^{-3} และ 10^{-4}) มาปฏิบัติดังนี้

วิธีพอร์เพลท

ถ่ายตัวอย่างจากแต่ละความเจือจางลงในจานเพาะเชื้อที่ปลอดเชื้อ 2 จาน ๆ ละ 1 มล. เทอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ลงในจานเพาะเชื้อที่มีตัวอย่าง จานละประมาณ 15 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันโดยการหมุนจาน รอจนวุ้นแข็งตัวบ่มจาน (โดยวางจานแบบคว่ำ) เพื่อเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมงนับจำนวนโคโลนีจากแต่ละจานเพาะเชื้อ หาค่าเฉลี่ยจำนวนโคโลนีในแต่ละ 1 จาน และคำนวณค่า CFU ต่อกรัมของตัวอย่าง

2. การนับจำนวนยีสต์และราในอาหารโดยวิธีนับจำนวนโคโลนี

2.1 ชั่งตัวอย่าง 25 กรัม และทำการเจือจางด้วยสารละลายเปปโตน จนได้ตัวอย่างความเจือจางตามต้องการ

2.2 เลือกตัวอย่างที่มีค่าความเจือจางที่เหมาะสม 3 ระดับ (เช่น 10^{-1}, 10^{-2} และ 10^{-3}) มาปฏิบัติดังนี้

วิธีสเปรดเพลท

ถ่ายตัวอย่าง จากแต่ละค่าเจือจางลงบนผิวของอาหาร Rose Bengal agar ในจานเพาะเชื้อ 2 จานๆ ละ 0.1 มิลลิลิตร ใช้แท่งแก้วปลอดเชื้อ (เผาด้วยเปลวไฟ ทิ้งให้เย็น) เกลี่ยตัวอย่าให้ทั่วผิวหน้าของอาหารแต่ละจาน บ่มเพาะเชื้อ (ไม่ต้องคว่ำจาน) ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 - 5 วัน นับจำนวนโคโลนีในจานเพาะเชื้อ หาค่าเฉลี่ยจำนวนโคโลนีใน 1 จาน และคำนวณค่า CFU ต่อกรัมของตัวอย่าง

ภาคผนวก ง การศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัส

วิธีการศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัส ประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การฝึกฝนผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัส

1.1 การทดสอบความสามารถในการรับรสอาหาร

เตรียมสารละลายทั้ง 4 ได้แก่ รสหวาน รสเปรี้ยว รสเค็ม และรสขม ที่ระดับความเข้มข้นที่เริ่มรู้สึกได้ ดังนี้

รสหวาน	น้ำตาล	ความเข้มข้น	1.00 %
รสเปรี้ยว	กรดซิตริก	ความเข้มข้น	0.05 %
รสเค็ม	โซเดียมคลอไรด์ (เกลือแกง)	ความเข้มข้น	0.10 %
รสขม	คาเฟอีน (กาแฟ)	ความเข้มข้น	0.05 %

ทำการสุ่มตัวเลข 3 หลักจากตารางเลขสุ่ม สำหรับแต่ละตัวอย่างและผู้ตัดสินโดยเขียนตัวเลขที่ได้ลงในสติกเกอร์และติดที่แก้วใส่ตัวอย่าง และเขียนลงในแบบทดสอบ นำเสนอตัวอย่างสารละลายทั้ง 4 ให้ผู้ทดสอบชิม พร้อมกับแบบทดสอบปากกา น้ำเปล่า แก้วบ้วนปาก และกระดาษทิชชู ตรวจแบบทดสอบว่าผู้ทดสอบตอบถูกทั้งหมดหรือไม่ ถ้าผู้ทดสอบตอบไม่ถูกให้ทำซ้ำจนกว่าจะตอบได้อย่างถูกต้อง

1.2 การทดสอบหาความเข้มข้นระดับต่ำสุดที่เริ่มรู้สึกรับรส

เตรียมสารละลายน้ำตาล กรดซิตริก โซเดียมคลอไรด์ (เกลือแกง) และคาเฟอีน (กาแฟ) ให้มีความเข้มข้น ต่าง ๆ ดังนี้ เตรียม stock solution ของสารละลายน้ำตาล

1. ชั่งน้ำตาล 50 กรัม ใส่ลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 250 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้ได้ 250 มิลลิลิตร ได้สารละลายน้ำตาลที่มีความเข้มข้น เท่ากับ 20 กรัม / 100 มิลลิลิตร

2. การเจือจาง stock solution ที่เตรียมไว้ เพื่อให้ได้ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ กัน จำนวน 100 มล. ดังตาราง 23

ตาราง 23 ปริมาตรของ stock solution ที่ใช้เพื่อเตรียมสารละลายน้ำตาลความเข้มข้นระดับต่าง ๆ กัน

ลำดับสารละลายน้ำตาล	ปริมาตร stock solutionที่ใช้ (มล.)	ความเข้มข้นของสารละลายน้ำตาลที่ได้ (กรัม / 100 มล.)
1	0.00	0.00
2	1.25	0.05
3	2.50	0.10
4	3.75	0.15
5	5.00	0.20
6	6.25	0.25
7	7.50	0.30
8	8.75	0.35
9	10.00	0.40
10	11.25	0.45
11	12.50	0.50
12	13.75	0.55
13	15.00	0.60
14	20.00	0.80
15	25.00	1.00

การเตรียม stock solution ของสารละลายโซเดียมคลอไรด์

1. ชั่งโซเดียมคลอไรด์ 25 กรัม ใส่ลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 250 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้ครบ 250 มิลลิลิตร ได้สารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้น 10 กรัม / 100 มิลลิลิตร

2. การเจือจาง stock solution นำ stock solution ที่ได้มาปรับปริมาตร ต่าง ๆ กัน เพื่อเจือจางให้มีความเข้มข้นระดับต่าง ๆ กัน จำนวน 100 มิลลิลิตร ดังตาราง 24

ตาราง 24 ปริมาตรของ stock solution ที่ใช้เพื่อเตรียมสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ กัน

ลำดับสารละลายโซเดียมคลอไรด์	ปริมาตรstock solution ที่ใช้ (มล.)	ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่ได้ (กรัม / 100 มล.)
1	0.00	0.00
2	1.00	0.02
3	2.00	0.04
4	3.00	0.06
5	4.00	0.08
6	5.00	0.10
7	6.00	0.12
8	6.50	0.13
9	7.00	0.14
10	7.50	0.15
11	8.00	0.16
12	9.00	0.18
13	10.00	0.20
14	11.00	0.22
15	12.00	0.24

การเตรียม stock solution ของสารละลายกรดซิตริก

1. ชั่งกรดซิตริกโมโนไฮเดรต 2.5 กรัมในขวดปรับปริมาตรขนาด 250 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้ครบ 250 มิลลิลิตร ได้สารละลายกรดซิตริกที่มีความเข้มข้น 1 กรัม / 100 มิลลิลิตร

2. การเจือจาง stock solution นำ stock solution ที่เตรียมไว้ เจือจางให้มีความเข้มข้นระดับต่าง ๆ กัน จำนวน 100 มิลลิลิตร ดังตาราง 25

ตาราง 25 ปริมาตรของ stock solution ที่ใช้เพื่อเตรียมสารละลายกรดซิตริกความเข้มข้นระดับต่าง ๆ กัน

ลำดับสารละลายกรดซิตริก	ปริมาตร stock solution ที่ใช้ (มล.)	ความเข้มข้นของสารละลายกรดซิตริกที่ได้ (กรัม / 100 มล.)
1	0.00	0.000
2	2.50	0.005
3	5.00	0.010
4	6.00	0.012
5	6.50	0.013
6	7.50	0.015
7	8.00	0.016
8	9.00	0.018
9	10.00	0.020
10	11.50	0.022
11	12.50	0.025
12	13.00	0.026
13	14.00	0.028
14	15.00	0.030
15	16.00	0.032

การเตรียม stock solution ของสารละลายคาเฟอีน (กาแฟ)

1. ชั่งคาเฟอีนซึ่งในที่นี้เปลี่ยนเป็นกาแฟ 1.25 กรัม ใส่ลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 250 มิลลิลิตรปรับปริมาตรให้ครบ 250 มิลลิลิตร ได้สารละลายกาแฟที่มีความเข้มข้น 0.5 กรัม / 100 มิลลิลิตร

2. การเจือจาง stock solution นำ stock solution ที่เตรียมไว้ เจือจางให้มีความเข้มข้นระดับต่าง ๆ กัน จำนวน 100 มิลลิลิตร ดังตาราง 26

ตาราง 26 ปริมาตรของ stock solution ที่ใช้เพื่อเตรียมสารละลายคาเฟอีน (กาแฟ) ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ กัน

ลำดับสารละลายคาเฟอีน	ปริมาตร stock solution ที่ใช้ (มล.)	ความเข้มข้นของสารละลายคาเฟอีน (กาแฟ) ที่ได้ (กรัม / 100 มล.)
1	0.00	0.0000
2	3.00	0.0030
3	3.40	0.0034
4	3.60	0.0036
5	3.80	0.0038
6	4.00	0.0040
7	4.20	0.0042
8	4.40	0.0044
9	4.60	0.0046
10	4.80	0.0048
11	5.00	0.0050
12	5.20	0.0052
13	5.40	0.0054
14	6.00	0.0060
15	8.00	0.0080

เสนอตัวอย่างของสารละลายแต่ละชุด โดยเรียงจากความเข้มข้นต่ำสุด แล้วค่อย ๆ เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ให้แก่ผู้ทดสอบ คนละ 12 มิลลิลิตร ต่อตัวอย่าง ผู้ทดสอบชิมตัวอย่างสารละลายในแต่ละชุดจากความเข้มข้นต่ำแล้วค่อย ๆ เพิ่มขึ้น ให้ผู้ทดสอบบันทึกลำดับของสารละลายที่เริ่มรู้สึกลงในแบบทดสอบหาความเข้มข้นเฉลี่ยที่ผู้ทดสอบเริ่มรู้สึกในแต่ละรสได้

2. การฝึกบรรยายคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส

การฝึกบรรยายคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส โดยมีผู้ประเมินที่ผ่านการฝึกฝนในครั้งที่ 1 โดยที่ผู้ประเมินแต่ละคนจะต้องเสนอคำศัพท์ (lexicon) ที่ใช้อธิบายลักษณะต่าง ๆ ของตัวอย่างข้าวสุกให้ได้มากที่สุด จากตัวอย่าง 4 ตัวอย่าง คือ ข้าวกล้องหอมมะลิควบคุม (ข้าวกล้องหอมมะลิที่ไม่ผ่านการงอก) ข้าวกล้องหอมมะลิงอกที่สภาวะสูงสุด (12 ; 24) ข้าวกล้องมันปูควบคุม (ข้าวกล้องมันปูที่ไม่ผ่านการงอก) ข้าวกล้องมันปูงอกที่สภาวะสูงสุด (24 ; 36) แล้วจึงมีการตกลงกันระหว่างผู้ทำวิจัยและผู้ประเมิน ในการคัดเลือกคุณลักษณะ และตัวอย่างมาตรฐาน (standard reference) ที่เหมาะสมมาเพื่อการเปรียบเทียบใช้ในการประเมินตัวอย่างข้าวกล้องหอมมะลิ และข้าวกล้องมันปูงอก

3. การสร้างคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส

คุณลักษณะที่ใช้ในการประเมินตัวอย่างของข้าวกล้องหอมมะลิ และข้าวกล้องมันปูงอก ที่ผ่านการตกลงกันระหว่างผู้ทำวิจัยและผู้ประเมินแล้วมาทำการทดลองให้คะแนนของแต่ละคุณลักษณะจากตัวอย่าง 4 ตัวอย่าง คือ ข้าวกล้องหอมมะลิควบคุม (ข้าวกล้องหอมมะลิที่ไม่ผ่านการงอก)- ข้าวกล้องหอมมะลิงอกที่สภาวะสูงสุด (12 ; 24) ข้าวกล้องมันปูควบคุม (ข้าวกล้องมันปูที่ไม่ผ่านการงอก) ข้าวกล้องมันปูงอกที่สภาวะสูงสุด (24 ; 36) อีกครั้ง แต่ในครั้งนี้มีตัวอย่างมาตรฐาน (standard reference) ในระหว่างการประเมินตัวอย่างเพื่อให้เห็นชัดเจนขึ้นของคุณลักษณะนั้น ๆ แสดงดังตาราง 27 และ 28 เพื่อให้มีความเข้าใจตรงกันถึงคำจำกัดความ และหลักเกณฑ์การให้คะแนน (scoring) ของแต่ละคุณลักษณะ

4. การคัดเลือกผู้ทดสอบชิม

การคัดเลือกผู้ทดสอบชิมในงานวิจัยนี้แบ่งเป็นการคัดเลือก 2 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 จากการทดสอบความสามารถในการรับรสอาหาร และทดสอบหาความเข้มข้นระดับต่ำสุดที่เริ่มรู้สึกรับรส ในการทดสอบจะทำการคัดเลือกผู้ประเมิน (panelist) ที่มีคุณสมบัติเหมาะสม จำนวน 10 คน โดยที่ผู้ทดสอบต้องตอบให้ถูกของรสอาหารทั้ง 4 รส สามารถแยกแยะความแตกต่างของรสอาหารที่ถูกต้องได้ และรับรู้รสในระดับที่ใกล้เคียงกันกับผู้ประเมินส่วนมาก จากนั้นจะเป็นการคัดเลือกในครั้งที่ 2 โดยการสร้างคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส กับผู้ประเมินที่ผ่านการคัดเลือกจากครั้งที่ 1

และผ่านการฝึกบรรยายคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส จนถึงขั้นตอนการเปรียบเทียบ และอธิบายลักษณะต่าง ๆ ของตัวอย่างข้าวที่นำเสนอ แล้วทำการคัดเลือกผู้ประเมินที่มีคุณสมบัติที่เหมาะสมจำนวนไม่ต่ำกว่า 8 คนเพื่อทำการทดสอบกับตัวอย่างจริง

ตาราง 27 คุณลักษณะ คำอธิบาย และตัวอย่างมาตรฐาน สำหรับการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส ข้าวกล้องหอมมะลิก่อนและหลังผ่านการงอก

คุณลักษณะ	คำอธิบาย	ตัวอย่างมาตรฐาน อ่อน (weak)	ปานกลาง (moderate)	เข้ม (strong)
ลักษณะปรากฏ				
1. สีครีม (cream color)	ความเข้มของตัวอย่างที่เห็นได้โดยตาเปล่า	กระดาษสีครีม	กระดาษสีเหลือง	กระดาษสีน้ำตาล
2. การพองตัว (swelling)	ลักษณะของเมล็ดข้าว ที่มีการขยายตัวทั้งด้านกว้างและด้านยาวหลังผ่านการหุงสุก	ข้าวขาวหุงข้าวต่อน้ำเท่ากับ 1 : 0.7	ข้าวขาวหุงข้าวต่อน้ำเท่ากับ 1 : 2	ข้าวขาวหุงข้าวต่อน้ำเท่ากับ 1 : 4
3.การเกาะตัว (adhesiveness)	ลักษณะการติดกัน ระหว่างเมล็ดหลังหุงสุก	ข้าวขาวหุงข้าวต่อน้ำเท่ากับ 1 : 0.7	ข้าวขาวหุงข้าวต่อน้ำเท่ากับ 1 : 2	ข้าวขาวหุงข้าวต่อน้ำเท่ากับ 1 : 4
กลิ่น				
4. กลิ่นรำ (brany smell)	ความเข้มของกลิ่นตัวอย่างข้าวที่ลักษณะเหมือนกลิ่นรำ	รำข้าวผสมกับข้าวขาวหุงสุก 20 %	รำข้าวผสมกับข้าวขาวหุงสุก 50 %	รำข้าวผสมกับข้าวขาวหุงสุก 70 %
5.กลิ่นไหม้ (burny smell)	ความเข้มของกลิ่นตัวอย่างข้าวที่ลักษณะเหมือนกลิ่นไหม้	Popcorn อบด้วยไมโครเวฟนาน 1 นาที	Popcorn อบด้วยไมโครเวฟนาน 3 นาที	Popcorn อบด้วยไมโครเวฟนาน 5 นาที
6. กลิ่นข้าวสาร (whiterice smell)	ความเข้มของกลิ่นตัวอย่างข้าวที่ลักษณะเหมือนกลิ่นข้าวสาร	ข้าวขาวใหม่	ข้าวกล้องหอมมะลิใหม่	ข้าวกล้องหอมมะลิเก่า
รสชาติ				
7.รสจืด (first bite)	ความรู้สึกแรกถึงรสจืดเมื่อแรกเคี้ยว	ข้าวกล้องหอมมะลิหุงข้าวต่อน้ำเท่ากับ 1:2	ข้าวกล้องหอมมะลิหุงข้าวต่อน้ำเท่ากับ 1:3	ข้าวกล้องหอมมะลิหุงข้าวต่อน้ำเท่ากับ 1:4

ตาราง 27 (ต่อ)

คุณลักษณะ	คำอธิบาย	ตัวอย่างมาตรฐาน อ่อน (weak)	ปานกลาง (moderate)	เข้ม (strong)
8.รสหวาน (sweetness)	ความรู้สึกถึงรสหวานเมื่อเคี้ยวข้าวไประยะเวลาหนึ่ง	สารละลายน้ำตาล 0.5 %	สารละลายน้ำตาล 0.9 %	สารละลายน้ำตาล 1.3 %
ลักษณะสัมผัส				
9. ความนุ่ม (softness)	แรงที่ใช้กดลงของฟันในการเคี้ยวครั้งแรก ที่รู้สึกถึงความอ่อนนุ่ม	ข้าวเหนียวหุงต่อน้ำเท่ากับ 1 : 2	ข้าวเหนียวหุงต่อน้ำเท่ากับ 1 : 4	ข้าวเหนียวหุงต่อน้ำเท่ากับ 1 : 6
10. ความเหนียว (stickiness)	แรงที่ใช้แยกตัวอย่างที่เหนียวติดฟันขณะเคี้ยว	แผ่นปอเปี๊ยะแช่น้ำ 10 นาที	เส้นก๋วยเตี๋ยวเซียงไฮต้มสุก	เส็กเล็ก(เส้นจีน) ต้มสุก
11.ปริมาณเม็ดแป้ง (starch granule ; rough)	ปริมาณเม็ดแป้งที่รู้สึกได้ขณะเคี้ยวตัวอย่าง	เม็ดสาคูต้ม 2 นาที	เม็ดสาคูต้ม 6 นาที	เม็ดสาคูต้ม 10 นาที
12.กากใยหลังกลืน (residue)	ความรู้สึกถึงกากใยที่ติดฟัน ปาก และลิ้น	ถั่วลิสงต้มสุก	ถั่วลิสงอบแห้ง	ถั่วลิสงทอด

ตาราง 28 คุณลักษณะ คำอธิบาย และตัวอย่างมาตรฐาน สำหรับการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส ข้าวกล้องมันปูก่อนและหลังผ่านการงอก

คุณลักษณะ	คำอธิบาย	ตัวอย่างมาตรฐาน อ่อน (weak)	ปานกลาง (moderate)	เข้ม (strong)
ลักษณะปรากฏ				
1. สีแดง (red color)	ความเข้มของตัวอย่างที่เห็นได้โดยตาเปล่า	กระดาษสีชมพู	กระดาษสีแดง	กระดาษสีแดงถึงดำ
2. % การพองตัว (swelling)	ลักษณะของเมล็ดข้าวที่มีการขยายตัวทั้งด้านกว้างและด้านยาวหลังผ่านการหุงสุก	ข้าวขาวหุงข้าวต่อน้ำเท่ากับ 1 : 0.7	ข้าวขาวหุงข้าวต่อน้ำเท่ากับ 1 : 2	ข้าวขาวหุงข้าวต่อน้ำเท่ากับ 1 : 4
3.การเกาะตัวของเมล็ด (adhesiveness)	ลักษณะการติดกันระหว่างเมล็ดลังหุงสุก	ข้าวขาวหุงข้าวต่อน้ำเท่ากับ 1 : 0.7	ข้าวขาวหุงข้าวต่อน้ำเท่ากับ 1 : 2	ข้าวขาวหุงข้าวต่อน้ำเท่ากับ 1 : 4
กลิ่น				
4. กลิ่นรำ (brany smell)	ความเข้มของกลิ่นตัวอย่างข้าวที่ลักษณะเหมือนกลิ่นรำ	รำข้าวผสมกับข้าวหุงสุก 20 %	รำข้าวผสมกับข้าวหุงสุก 50 %	รำข้าวผสมกับข้าวหุงสุก 70 %
5.กลิ่นไหม้ (burny smell)	ความเข้มของกลิ่นตัวอย่างข้าวที่ลักษณะเหมือนกลิ่นไหม้	Popcorn อบด้วยไมโครเวฟนาน 1 นาที	Popcorn อบด้วยไมโครเวฟนาน 3 นาที	Popcorn อบด้วยไมโครเวฟนาน 5 นาที
6. กลิ่นน้ำปลา (fish sauce smell)	ความเข้มของกลิ่นตัวอย่างข้าวที่ลักษณะเหมือนกลิ่นน้ำปลา	สารละลายน้ำปลา 0.3 % กับข้าวหุงสุก	สารละลายน้ำปลา 0.6 % กับข้าวหุงสุก	สารละลายน้ำปลา 1.2 % กับข้าวหุงสุก
รสชาติ				
7. รสจืด (first blte)	ความรู้สึกแรกถึงรสจืดเมื่อแรกเคี้ยว	ข้าวกล้องหอมมะลิหุงข้าวต่อน้ำเท่ากับ 1 : 2	ข้าวกล้องหอมมะลิหุงข้าวต่อน้ำเท่ากับ 1 : 3	ข้าวกล้องหอมมะลิหุงข้าวต่อน้ำเท่ากับ 1 : 4
8.รสหวาน (sweetness)	ความรู้สึกถึงรสหวานเมื่อเคี้ยวข้าวไประยะเวลาหนึ่ง	สารละลายน้ำตาล 0.5 %	สารละลายน้ำตาล 0.9 %	สารละลายน้ำตาล 1.3 %

ตาราง 28 (ต่อ)

คุณลักษณะ	คำอธิบาย	ตัวอย่างมาตรฐาน อ่อน (weak)	ปานกลาง (moderate)	เข้ม (strong)
ลักษณะสัมผัส				
9. ความนุ่ม (softness)	แรงที่ใช้กดลงไปของฟันในการเคี้ยวครั้งแรก รู้สึกได้ถึงความอ่อนนุ่ม	ข้าวเหนียวหุงต่อน้ำเท่ากับ 1 : 2	ข้าวเหนียวหุงต่อน้ำเท่ากับ 1 : 4	ข้าวเหนียวหุงต่อน้ำเท่ากับ 1 : 6
10. ความเหนียว (stickiness)	แรงที่ใช้แยกตัวอย่างที่เหนียวติดฟันขณะเคี้ยว	แผ่นปอเปี๊ยะแช่น้ำ 10 นาที	เส้นก๋วยเตี๋ยวเซียงไฮ้ต้มสุก	เส็กเล็ก(เส้นจัน) ต้มสุก
11. ปริมาณเม็ดแป้ง(starch granule;rough)	ปริมาณเม็ดแป้งที่รู้สึกได้ขณะเคี้ยวตัวอย่าง	เม็ดสาคูต้ม 2 นาที	เม็ดสาคูต้ม 6 นาที	เม็ดสาคูต้ม 10นาที
12.กากใยขณะเคี้ยว(residue)	ความรู้สึกถึงกากใยที่ติดฟัน ปาก และลิ้น	ถั่วลิสงต้มสุก	ถั่วแดงต้มสุก	popcorn

5. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

5.1 ขั้นตอนการหุงต้ม

ตัวอย่างข้าวกล้องหอมมะลิ และข้าวกล้องมันปู ก่อนและหลังผ่านกระบวนการงอก นำมาทำการหุงต้มโดยการปรับอัตราส่วน ข้าว : น้ำ ให้เหมาะสมของแต่ละตัวอย่างข้าว เมื่อได้อัตราส่วนอัตราส่วน ข้าว : น้ำ (w / w) ที่เหมาะสม (ตาราง 29) ทำการหุงด้วยหม้อหุงข้าวไฟฟ้า (SHARP ขนาด 1 ลิตร รุ่น KSH – 106 / KSH – 111) เป็นเวลา 15 นาที และอุ่นต่อประมาณ 20 นาที ซึ่งได้ตัวอย่างข้าวกล้องหุงสุกทั้ง 2 ชนิดดังภาพที่ 30 และ 31 ทำการเสิร์ฟท์ เพื่อทำการทดสอบด้านประสาทสัมผัสในขั้นต่อไป

ตาราง 29 อัตราส่วนข้าวต่อน้ำที่เหมาะสมสำหรับหุงข้าวกล้องหอมมะลิและข้าวกล้องมันปู ก่อนและหลังผ่านการงอกแต่ละสภาวะด้วยการหุงแบบหม้อหุงข้าวไฟฟ้า

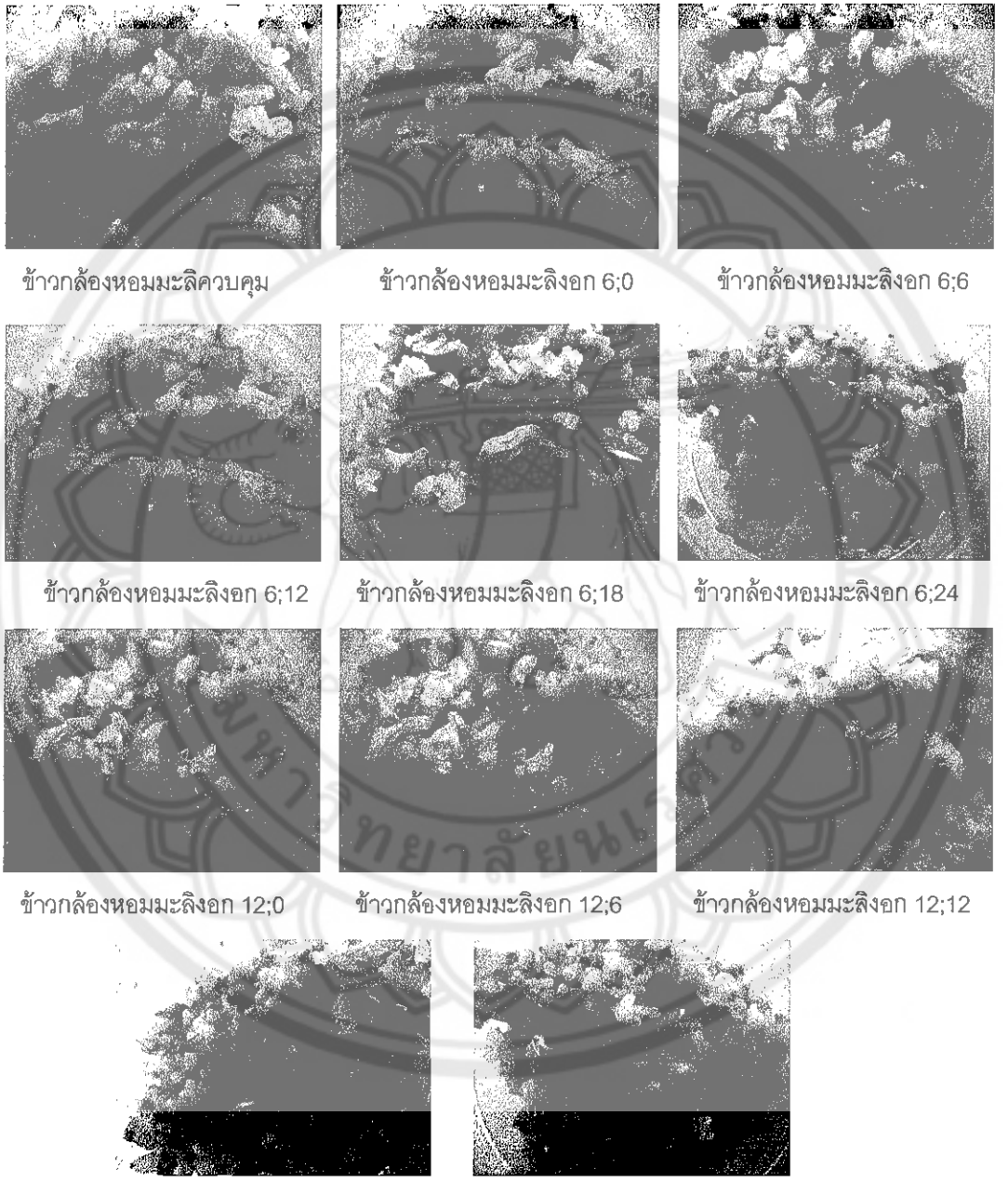
ระยะเวลา แช่ (ชม.)	ระยะเวลา เพาะ(ชม.)	อัตราส่วน ข้าว : น้ำ	ระยะเวลา แช่ (ชม.)	ระยะเวลา เพาะ (ชม.)	อัตราส่วน ข้าว : น้ำ
ตัวอย่างควบคุม (ข้าวกล้องหอมมะลิ)		1 : 3	ตัวอย่างควบคุม (ข้าวกล้องมันปู)		1 : 3.5
6	0	1 : 2	12	0	1 : 3.5
	6	1 : 2		12	1 : 2.5
	12	1 : 1.75		24	1 : 2
	18	1 : 1.5		36	1 : 1
	24	1 : 1.5	24	0	1 : 2.5
12	0	1 : 1.5		12	1 : 2
	6	1 : 1.45		24	1 : 2
	12	1 : 1.3		36	1 : 1
	18	1 : 1.25			
	24	1 : 1.2			

หมายเหตุ : ในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสตัดตัวอย่างออก 5 สภาวะ คือ 6 ; 24 และ 12 ; 24 (ข้าวกล้องหอมมะลิ) 12 ; 36, 24 ; 24 และ 24 ; 36 (ข้าวกล้องมันปู) เนื่องจากเป็นสภาวะที่มีระยะเวลา ในการงอกสูงสุดมีส่วนที่งอกออกมาจากจมูกข้าวยาวเกินไป และมีกลิ่นหมักแรง

5.2 ขั้นตอนการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

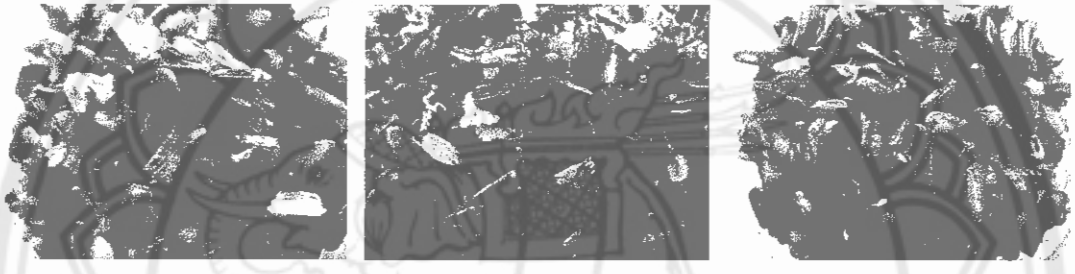
การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของตัวอย่างข้าวกล้องหอมมะลิ และข้าวกล้องมันปูงอกเป็นการทดสอบโดยการใช้วิธี Quantitative descriptive method (QDA) แบบ line scaling ที่มีความยาว 100 มิลลิเมตร ตามแบบรายงานผลกับผู้ประเมินที่ผ่านการฝึกฝนแล้วประมาณ 8 คน โดยที่ผู้ทำวิจัยทำการเสิร์ฟท์ตัวอย่างข้าวควบคุม และตัวอย่างมาตรฐาน (standard reference) ควบคู่ไปกับตัวอย่างข้าวงอก (ภาพ 30 และ 31) ซึ่งเมื่อผู้ประเมินแต่ละคนได้รับตัวอย่างข้าวงอกแล้ว ทำการให้คะแนน (scoring) โดยการทำรหัสตัวอย่างบน line scaling ของแต่ละคุณลักษณะ ผลของการประเมินจะแสดงเป็นคะแนนของคำศัพท์ที่อธิบายลักษณะต่าง ๆ

ของข้าวงอกหุงสุก ซึ่งเป็นผลที่ได้มาจากการตกลงและเป็นที่ยอมรับ (consensus) ของกลุ่มผู้ประเมินทั้งหมด

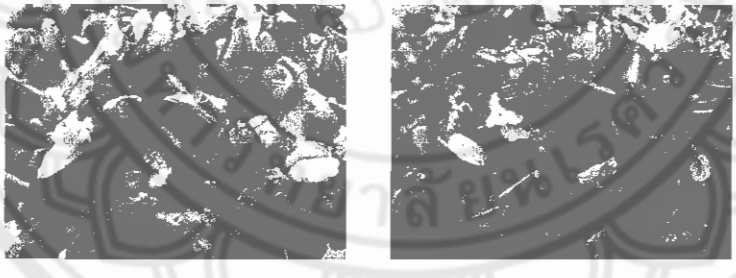


ภาพ 30 ข้าวกล้องหอมมะลิแต่ละสภาวะ (หุงสุก) ก่อนและหลังผ่านกระบวนการงอก

ข้าวกล้องมันปูควบคุม ข้าวกล้องมันปูงอก 12;0 ข้าวกล้องมันปูงอก 12;12



ข้าวกล้องมันปูงอก 12;24 ข้าวกล้องมันปูงอก 12;36 ข้าวกล้องมันปูงอก 24;0



ข้าวกล้องมันปูงอก 24;24 ข้าวกล้องมันปูงอก 24;36

ภาพ 31 ข้าวกล้องมันปูแต่ละสภาวะ (หุงสุก) ก่อนและหลังผ่านกระบวนการงอก

แบบรายงานผลการทดสอบเชิงพรรณนา

แบบรายงานผลการทดสอบเชิงพรรณนา

ชื่อผู้ประเมิน.....**วันที่**.....**เวลา**.....

ผลิตภัณฑ์ ข้าวกล้องมันปูงอก

คำแนะนำ : กรุณาชิมผลิตภัณฑ์เปรียบเทียบ (อ่อน/ปานกลาง/เข้ม) ที่เสนอในแต่ละลักษณะ (attribute) ตามลำดับที่เสนอจากซ้ายไปขวา และชิมตัวอย่าง**ข้าว 7 ตัวอย่าง**ที่เสนอ จากซ้ายไปขวาเช่นกัน คือ R_1 – R_7และทำเครื่องหมาย R_1 - R_7พร้อมทั้งเขียนคะแนน ลงบนเส้นให้ตรงกับลักษณะของตัวอย่างที่เสนอ กรุณาบ้วนปากก่อนชิมตัวอย่างทุกครั้ง

1. Appearance

1.1 สีน้ำตาลแดง

1 (อ่อน) 5 (ปานกลาง) 9 (เข้ม)

1.2 % การพองตัว

1 (อ่อน) 5 (ปานกลาง) 9(เข้ม)

1.3 การเกาะตัวของเมล็ด

1 (อ่อน) 5 (ปานกลาง) 9(เข้ม)

2. Smell

2.1 กลิ่นรำข้าว

1 (อ่อน) 5 (ปานกลาง) 9(เข้ม)

2.2 กลิ่นไหม้

1 (อ่อน) 5 (ปานกลาง) 9(เข้ม)

2.3 กลิ่นน้ำปลา

1 (อ่อน) 5 (ปานกลาง) 9(เข้ม)

3. Flavor

3.1 รสจืด (first bite)

1 (อ่อน) 5 (ปานกลาง) 9(เข้ม)

3.2 รสหวาน

1 (อ่อน) 5 (ปานกลาง) 9(เข้ม)

4. *Texture*

4.1 ความนุ่ม

1 (อ่อน) 5 (ปานกลาง) 9(เข้ม)

4.2 ความเหนียว

1 (อ่อน) 5 (ปานกลาง) 9(เข้ม)

4.3 ปริมาณเม็ดแป้ง

1 (อ่อน) 5 (ปานกลาง) 9(เข้ม)

4.4 residue ขณะเคี้ยว

1 (อ่อน) 5 (ปานกลาง) 9(เข้ม)

มหาวิทยาลัยนเรศวร

แบบรายงานผลการทดสอบเชิงพรรณนา

ชื่อผู้ประเมิน.....**วันที่**.....**เวลา**.....

ผลิตภัณฑ์ ข้าวกล้องหอมมะลิงอก

คำแนะนำ : กรุณาชิมผลิตภัณฑ์เปรียบเทียบ (weakest/moderate/strongest) ที่เสนอในแต่ละลักษณะ (attribute) ตามลำดับที่เสนอจากซ้ายไปขวา และชิมตัวอย่าง**ข้าว 11 ตัวอย่าง**ที่เสนอจากซ้ายไปขวาเช่นกัน คือ B_1 – B_{11} และทำเครื่องหมาย B_1 - B_{11} พร้อมทั้งเขียนคะแนน ลงบนเส้นให้ตรงกับลักษณะของตัวอย่างที่เสนอ กรุณาบ้วนปากก่อนชิมตัวอย่างทุกครั้ง

1. Appearance

1.1 สีน้ำตาลแดง

1 (อ่อน) 5 (ปานกลาง) 9 (เข้ม)

1.2 % การพองตัว

1 (อ่อน) 5 (ปานกลาง) 9(เข้ม)

1.3 การเกาะตัวของเมล็ด

1 (อ่อน) 5 (ปานกลาง) 9(เข้ม)

2. Smell

2.1 กลิ่นรำข้าว

1 (อ่อน) 5 (ปานกลาง) 9(เข้ม)

2.2 กลิ่นไหม้

1 (อ่อน) 5 (ปานกลาง) 9(เข้ม)

2.3 กลิ่นไหม้

1 (อ่อน) 5 (ปานกลาง) 9(เข้ม)

3. Flavor

3.1 รสจืด (first bite)

1 (อ่อน) 5 (ปานกลาง) 9(เข้ม)

3.2 รสหวาน

1 (อ่อน) 5 (ปานกลาง) 9(เข้ม)

4. Texture

4.1 ความนุ่ม

1 (อ่อน) 5 (ปานกลาง) 9(เข้ม)

4.2 ความเหนียว

1 (อ่อน) 5 (ปานกลาง) 9(เข้ม)

4.3 ปริมาณเม็ดแป้ง

1 (อ่อน) 5 (ปานกลาง) 9(เข้ม)

4.4 residue หลังกลืน

1 (อ่อน) 5 (ปานกลาง) 9(เข้ม)

มหาวิทยาลัยนเรศวร

ข้อมูลสำหรับอาสาสมัครผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย

ชื่อโครงการศึกษา ผลของการงอกที่มีต่อสมบัติทางเคมีกายภาพ คุณภาพการหุงต้ม และคุณภาพการรับประทานของข้าวกล้องหอมมะลิ และข้าวกล้องมันปู

ข้าว *(Oryza sativa L.)* **เป็นธัญพืชชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ และยังเป็น**อาหารหลักของคนไทย แม้ว่าประเทศไทยส่งออกข้าวได้ปริมาณมากเป็นอันดับหนึ่ง แต่ในระยะหลังมีประเทศผู้ส่งออกข้าวรายใหม่ ๆ เพิ่มขึ้นโดยมีประเทศคู่แข่งที่สำคัญ คือ สหรัฐอเมริกา จีน และเวียดนาม จึงทำให้ราคาข้าวในตลาดโลกของไทยตกต่ำ (กมลรัตน์, 2546) ดังนั้นอนาคตของข้าวไทยจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมุ่งเน้นการผลิตข้าวให้มีคุณภาพสูงเพื่อแข่งขันในการส่งออก (คณาจารย์ภาควิชาพืชไร่ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2542) ข้าวกล้อง (Brown rice) คือ ข้าวที่ผ่านการกะเทาะเปลือก (แกลบ) ออกเท่านั้นโดยใช้เครื่องจักร ไม่ได้ผ่านกระบวนการขัดสี ซึ่งยังมีจมูกข้าว และเยื่อหุ้มเมล็ดอยู่ จมูกข้าวเป็นส่วนที่มีคุณค่าทางอาหารสูง และเป็นประโยชน์ต่อร่างกาย ดังนั้นเมื่อนำข้าวกล้องมาสีและขัด ก็จะได้เป็นข้าวขาว ด้วยเหตุนี้ข้าวขาวที่รับประทานกันอยู่ทั่ว ๆ ไป จึงเหลือแค่เนื้อเมล็ด คือ ได้รับสารอาหารพวกคาร์โบไฮเดรตเสียส่วนใหญ่ ทำให้ขาดสารอาหารอื่น ๆ (กมลรัตน์, 2546) ข้าวมันปู เป็นข้าวพันธุ์หนึ่งที่มีเยื่อหุ้มเมล็ด (pericarp) ข้าวเป็นสีมันปู คือ สีแดงแบบมันปูมักจะรู้จักในชื่อของ ข้าวแดง (Red rice) นับว่าเป็นข้าวกล้องชนิดหนึ่ง (ข้าวเพื่อสุขภาพชีวิต, 2549) ประโยชน์จากการรับประทานข้าวกล้องมันปู คือ ช่วยในการป้องกันโรคหัวใจ แขนขาไม่มีกำลัง ระบบย่อยอาหารที่ไม่ปกติ และโรคโลหิตจางในผู้หญิง. ดังนั้นข้าพเจ้าจึงใคร่ขอเชิญท่านเข้าเป็นอาสาสมัครผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย ท่านจะได้มีโอกาสและเวลาอ่านข้อมูล ด้านล่างก่อน หากท่านมีข้อสงสัยใดๆ ท่านมีสิทธิ์ที่จะสอบถามผู้วิจัยได้ นอกจากนี้ท่านจะได้รับเอกสาร ข้อมูลสำหรับอาสาสมัครผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยฉบับนี้ หากท่านตัดสินใจเข้าร่วมงานวิจัย ท่านจะได้รับสำเนาใบยินยอมที่ท่านลงลายมือชื่อกำกับเก็บไว้ 1 ฉบับ ข้าพเจ้ารู้สึกยินดีที่ท่านได้สละเวลาอ่านข้อมูล ดังต่อไปนี้

การศึกษานี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร

งานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดที่จะทำให้ข้าวกล้อง และข้าวกล้องมันปูงอกส่วนของจมูกข้าวออกมา โดยมีสมมติฐานว่ากระบวนการงอกสามารถปรับปรุงคุณภาพข้าวในด้านต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วให้ดีขึ้น ซึ่งจะส่งผลทางอ้อมคือ เพิ่มความน่ารับประทาน และเพิ่มประโยชน์ของข้าวกล้องและข้าวกล้องมันปูงอก ทั้งในการนำไปบริโภคโดยตรง หรือนำไปแปรรูปเป็นแป้งข้าว หรือนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ ต่อไป อันจะส่งผลให้ผู้บริโภคหันมาสนใจการรับประทานข้าวกล้อง และข้าวกล้องมันปูเพิ่มมากขึ้น

โดยการศึกษาในครั้งนี้จะเน้นการศึกษาไปที่กระบวนการงอก และข้อมูลคุณภาพข้าวทางด้านเคมี กายภาพ การหุงต้ม และการรับประทานของข้าวกล้องงอกและข้าวกล้องมันปูงอก ท่านจะได้ประโยชน์อะไรจากการศึกษานี้

ท่านจะได้รับการฝึกฝนให้รู้จักกับคุณลักษณะในด้านต่าง ๆ ของข้าวกล้องหอมมะลิ และข้าวกล้องมันปูงอกที่ผ่านการหุงสุก หลังจากการฝึกฝนแล้วท่านจะได้เป็นผู้ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่ผ่านการฝึกฝนแล้ว ซึ่งถือว่าเป็น ผู้ประเมินที่มีประสิทธิภาพและมีความแม่นยำ

ขั้นตอนการผลิตและการควบคุมการผลิต เพื่อความปลอดภัยของอาสาสมัครผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย

ข้าวกล้องหอมมะลิ และข้าวกล้องมันปูงอกที่อาสาสมัครผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยในระหว่างการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสนั้น คือ ข้าวกล้องหอมมะลิสายพันธุ์ 105 และข้าวกล้องหอมมะลิแดงสายพันธุ์ 105 (ข้าวกล้องมันปู) ที่ซื้อมาจาก ต.เขาทราย อ.ทับคล้อ จ.พิจิตร โดยวางแผนการทดลองเพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการงอกของข้าวกล้องหอมมะลิและข้าวกล้องมันปู ทำการศึกษา 2 ปัจจัย คือ เวลาที่ใช้ในการแช่ และเวลาที่ใช้ในการเพาะ แบ่งเป็น 2 แผนการทดลอง แผนการทดลองที่ 1 เป็นสภาวะที่เหมาะสมในการงอกของข้าวกล้องหอมมะลิ 6 ระดับ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ที่อุณหภูมิห้อง วางแผนการทดลองแบบ 2x5 Factorial in CRD ได้แก่ เวลาที่ใช้ในการแช่ 2 ระดับ (6 และ 12 ชั่วโมง) และเวลาที่ใช้ในการเพาะ 5 ระดับ (0, 6, 12, 18 และ 24 ชั่วโมง) แผนการทดลองที่ 2 เป็นสภาวะที่เหมาะสมในการงอกของข้าวกล้องมันปู 6 ระดับ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ที่อุณหภูมิห้อง วางแผนการทดลองแบบ 2x4Factorial in CRD ได้แก่ เวลาที่ใช้ในการแช่ 2 ระดับ (12 และ 24 ชั่วโมง) และเวลาที่ใช้ในการเพาะ 4 ระดับ (0,12, 24 และ 36ชั่วโมง) วิธีการคือ นำข้าวกล้องหอมมะลิ และข้าวกล้องมันปูล้างทำความสะอาด แล้วแช่เมล็ดข้าวในน้ำ (น้ำประปา) ในอัตราส่วนเมล็ดข้าว : น้ำ เป็น 1:3 (Loreti et al., 2003) ตามเวลาที่ใช้ในการแช่ที่กำหนดข้างต้น และนำมาเพาะต่อโดยรินน้ำที่แช่ออก จากนั้นนำตัวอย่างมาเพาะต่อโดยเก็บไว้ในผ้าขาวบางในที่มืดตามเวลาที่ใช้ในการเพาะที่กำหนดข้างต้นเช่นกันที่อุณหภูมิห้อง เมื่อถึงเวลาที่กำหนดนำตัวอย่างอบให้แห้งด้วยตู้อบลมร้อนจนมีความชื้นประมาณ 12 – 14 เปอร์เซ็นต์ และเก็บไว้ในถุงปิดสนิทในห้องเย็นเพื่อทำการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีกายภาพ คุณภาพการหุงต้ม คุณภาพการรับประทาน และลักษณะทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องหอมมะลิ และข้าวกล้องมันปู สุดท้ายคือนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง โดยการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสเป็นการทดสอบเชิงลึก โดยใช้การทดสอบเชิงพรรณนา (Descriptive method) ทำโดยการ

คัดเลือกและฝึกฝนผู้ประเมิน (panelist) โดยมีผู้ประเมินที่ผ่านการฝึกฝนประมาณ 8 - 10 คน ผู้ประเมินแต่ละคนจะต้องเสนอคำศัพท์ (lexicon) ที่ใช้อธิบายลักษณะ ต่าง ๆ ของข้าวหุงสุกให้ได้มากที่สุด จากนั้น ทำการคัดเลือกคำศัพท์ที่เป็นที่ยอมรับของสมาชิกในกลุ่ม ในขั้นตอนการฝึกฝนจะมีตัวอย่างมาตรฐาน (standard reference) เพื่อฝึกผู้ประเมินแต่ละคนให้มีความเข้าใจตรงกันถึงคำจำกัดความและหลักเกณฑ์การให้คะแนน (scoring) ของแต่ละคุณลักษณะ ผลของการประเมินจะแสดงเป็นคะแนนของคำศัพท์ที่อธิบายลักษณะต่าง ๆ ของข้าวหุงสุก ซึ่งเป็นผลที่ได้มาจากการตกลงและเป็นที่ยอมรับ (consensus) ของกลุ่มผู้ประเมินทั้งหมด ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบแบบพรรณนา จะสามารถอธิบายอย่างละเอียดถึงลักษณะของข้าวกล้องหุงสุกที่ผ่านและไม่ผ่านการงอก โดยมีสมมุติฐานการวิจัยว่าข้าวที่ผ่านการงอกจะมีลักษณะที่น่ารับประทานกว่าข้าวกล้องไม่ผ่านการงอก เช่น ลักษณะทางเนื้อสัมผัส (textural properties) และ ความนุ่ม เป็นต้น นอกจากนี้ ผลการทดสอบยังสามารถอธิบายเปรียบเทียบลักษณะเมื่อหุงสุกของข้าวกล้องงอกและข้าวกล้องมันปูงอกที่เตรียมโดยสภาวะการงอกที่ต่าง ๆ กัน โดยข้อมูลที่ได้ จะสามารถสะท้อนถึงเหตุผลที่ผู้บริโภคนิยมหรือไม่นิยมบริโภคข้าวกล้องหรือข้าวกล้องมันปู อันจะเป็นแนวทางในการปรับปรุงคุณภาพของข้าวดังกล่าว เพื่อให้มีสมบัติด้านการหุงต้มและรับประทาน และสมบัติทางประสาทสัมผัสที่ดีขึ้น

ท่านจะต้องปฏิบัติตัวอย่างไร

ท่านจะถูกร้องขอให้ลงลายมือชื่อในใบยินยอมการเข้าร่วมโครงการวิจัย แสดงว่าท่านตกลงโดยความสมัครใจที่จะเข้าร่วมงานวิจัยนี้ สำหรับการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค จะทำการทดสอบ ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการหุงสุกโดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 10 คน ท่านจะได้ทดสอบชิมตัวอย่างข้าวงอกทั้งหมด 20 ตัวอย่าง โดยแบ่งออกเป็น 2 วัน ช่วงเช้า 5 ตัวอย่าง และช่วงบ่าย 5 ตัวอย่าง สำหรับ ผู้ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสจะได้รับการฝึกฝนให้รู้จักกับคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสทางด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และคุณภาพโดยรวม ในการฝึกฝนให้รับรู้รสชาติ ท่านจะได้ชิมตัวอย่างมาตรฐานและตัวอย่างอาหารซึ่งเป็นตัวอย่างที่บริโภคได้โดยไม่ทำให้เกิดอันตรายต่อร่างกาย ท่านจะต้องฝึกชิมตัวอย่างมาตรฐานและตัวอย่างอาหารจนกระทั่งท่านมีความแม่นยำในการตัดสิน และมีความคิดเห็นไปในทางเดียวกันกับผู้ประเมินท่านอื่นๆ จากนั้นท่านจะได้ทดสอบชิมตัวอย่างข้าวงอก ในห้องทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยภายในห้องจะแบ่งเป็นช่องเล็ก ๆ เฉพาะสำหรับผู้ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส 1 คน ท่านจะได้รับ ปากกา แบบรายงานผลการทดสอบ น้ำ 1 แก้ว และตัวอย่างข้าวงอก จากนั้นท่านต้องชิมตัวอย่างข้าวงอกเพื่อประเมินคุณภาพ ทางประสาทสัมผัส ในระหว่างการประเมินนั้นท่านต้องเงียบและห้ามปรึกษาผู้

ประเมินท่านอื่น ๆ และท่านจะต้องไม่รับประทานอาหารอื่น ๆ ภายในเวลา 1 ชั่วโมง ก่อนมาทดสอบชิมตัวอย่างข้าวงอก และหากท่านไม่สบายโปรดติดต่อผู้วิจัย จะเป็นพระคุณอย่างสูง

ท่านจะทำอย่างไรหากท่านไม่ต้องการเข้าร่วมการศึกษา หรือหากท่านเปลี่ยนใจระหว่างเข้าร่วมศึกษา

ท่านไม่จำเป็นต้องเข้าร่วมการศึกษานี้ หากท่านไม่สมัครใจจะเข้าร่วมการศึกษาแล้ว ท่านสามารถจะถอนตัวได้ตลอดเวลา การตัดสินใจของท่านจะไม่มีผลต่อการวิจัยในอนาคต หากท่านไม่ต้องการเข้าร่วมการศึกษาหรือต้องการหยุดการศึกษา ณ เวลาใดก็ตาม ท่านก็สามารถจะถอนตัวได้ตลอดเวลา โดยข้อมูลที่เปิดเผยจะยังเก็บรักษาไว้เป็นเรื่องลับเฉพาะ

หากท่านมีคำถามเกี่ยวกับการศึกษานี้ท่านสามารถติดต่อใครได้บ้าง

ท่านสามารถติดต่อบุคคลดังต่อไปนี้ หากท่านมีคำถามหรือมีความวิตกกังวล

นางสาววรรณวิไล ฤทธิเดช

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร อ. เมือง จ. พิษณุโลก 65000 โทรศัพท์ 08 - 17864823

ผศ.ดร.สุดารัตน์ เจียมยั่งยืน

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร อ. เมือง จ. พิษณุโลก 65000

โทรศัพท์ (055) 261000-4 (ต่อ 2733) โทรสาร (055) 261987, 261040

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ดร. ปริตา ธนสุกาญจน์

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร อ. เมือง จ. พิษณุโลก 65000

โทรศัพท์ (055) 261000-4 (ต่อ 2743) โทรสาร (055) 261987, 261040

จธ.-01

หนังสือแสดงความยินยอมการเข้าร่วมในโครงการวิจัย

INFORMED CONSENT FORM

ข้าพเจ้านาย/นาง/นางสาว.....

ที่อยู่.....

บัตรประจำตัวประชาชน/ข้าราชการเลขที่.....

ขอให้ความยินยอมของตนเอง ที่จะเข้าเกี่ยวข้องในการวิจัยเรื่อง ผลของการงอกที่มีต่อสมบัติทางเคมีกายภาพ คุณภาพการหุงต้ม และคุณภาพการรับประทาน ของข้าวกล้องหอมมะลิและข้าวกล้องมันปู ซึ่งผู้วิจัยได้แก่ นางสาววรรณวิไล ฤทธิเดช ผศ. ดร. สุดารัตน์ เจียมยั่งยืน (อาจารย์ที่ปรึกษา) ดร. ปริตา ธนสุกาญจน์ (อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม) ได้อธิบายต่อข้าพเจ้าเกี่ยวกับโครงการวิจัยครั้งนี้แล้ว (ตามรายละเอียดที่แนบมากับหนังสือยินยอมนี้)

ผู้วิจัยมีความยินดีที่จะให้คำตอบต่อคำถาม ประการใดที่ข้าพเจ้าอาจจะมีได้ตลอดระยะเวลาการเข้าร่วมโครงการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยรับรองว่าจะเก็บข้อมูลของข้าพเจ้าเป็นความลับ และจะเปิดเผยได้เฉพาะในรูปที่เป็นสรุปผลโครงการวิจัย และผู้วิจัยจะปฏิบัติในสิ่งที่ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกายหรือจิตใจแก่ข้าพเจ้าตลอดโครงการวิจัยนี้ และรับรองว่าหากเกิดอันตรายใด ๆ จากโครงการวิจัยดังกล่าว ข้าพเจ้าจะได้รับการรักษาอย่างเต็มที่ โดยไม่เสียค่าใช้จ่ายใด ๆ

ข้าพเจ้ายินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัยโดยสมัครใจ และสามารถที่จะถอนตัวจากโครงการวิจัยนี้เมื่อใดก็ได้ โดยไม่มีผลกระทบใด ๆ ต่อข้าพเจ้า และในกรณีที่เกิดข้อข้องใจหรือปัญหาที่ข้าพเจ้าต้องการปรึกษากับผู้วิจัย ข้าพเจ้าสามารถติดต่อกับผู้วิจัย นางสาววรรณวิไล ฤทธิเดช ผศ. ดร. สุดารัตน์ เจียมยั่งยืน (อาจารย์ที่ปรึกษา) ดร. ปริตา ธนสุกาญจน์ (อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม) **ภาควิชาอุสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โทรศัพท์** 0 – 5526 – 1000 - 4 **ต่อ** 2742 **หรือ** 09 - 7077020 **โทรสาร** 0 – 5526 - 1987

ลงนาม.....**ผู้ยินยอม**

ลงนาม.....**ผู้วิจัย**

ลงนาม.....**พยาน**

เอกสารรับรองโครงการวิจัยในมนุษย์
คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ชื่อโครงการ	ผลของการงอกที่มีสมบัติทางเคมีกายภาพ คุณภาพการหุงต้ม และคุณภาพการรับประทานของข้าวกล้องหอมมะลิ และข้าวกล้องมันปู Effects of germination on physicochemical properties,cooking and eating qualities of brown rice and red rice
ชื่อหัวหน้าโครงการ	นางสาววรรณวิไล ฤทธิเดช
ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.สุดารัตน์ เจียมยั่งยืน
เลขที่โครงการ/รหัส	50 02 02 0061
สังกัดหน่วยงาน/คณะ	คณะเกษตรศาสตร์ ฯ
การรับรอง	ขอรับรองโครงการวิจัยดังกล่าวข้างบนนี้ได้ผ่านการพิจารณาและรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ครั้งที่ 11/2550 เมื่อวันที่ 20 พฤศจิกายน 2550
ประเภทการรับรอง	รับรองแบบเร่งรัด

วิบูลย์ วัฒนาธร

ลงนาม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิบูลย์ วัฒนาธร)
ประธานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์