ภาคผนวก

ภาคผนวก ก การวิเคราะห์ทางกายภาพ

1. ขนาดและรูปร่างเมล็ด (Size and shape) การวัดขนาดเมล็ดข้าวสารก่อนการหุงสุก วัดโดยใช้เวอร์เนียร์ขนาด 0.01-150 มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร ขนาดและรูปร่างเมล็ดของข้าว ตามวิธีของ Dipti, et al. (2002) ประกอบด้วย

1.1 ความยาวของเมล็ด (Length) เป็นการวัดขนาดเมล็ดตามความยาว วัดจากระยะทางจากปลายยอดสุดของเมล็ดถึงโคนเมล็ด โดยคัดเลือกจากเมล็ดโดยการสุ่ม มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร วัดค่า 10 ซ้ำแล้วหาค่าเฉลี่ย

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

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

2 การวัดสี โดยใช้เครื่อง Hunter Lab ยี่ห้อ HUNTER LAB Model DP 9000 S/N 90905 ระบบ CIE L*a*b* วัดสีโดยนำส่วนผิวของข้าวจัดเรียงในกระบอกแก้วสำหรับใส่ตัวอย่างจนเต็มพอดีนำไปวัดค่าสี ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

3 การยืดตัวของข้าวสุก (Grain elongation during cooking)

เครื่องมือ

1. ตะแกรงโลหะทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร สูง 10 เซนติเมตร
2. Vernier ที่อ่านได้ละเอียดถึง 0.01 มิลลิเมตร
3. ภาชนะต้มน้ำ
4. ภาชนะแช่เมล็ดข้าว
5. จานพลาสติกพร้อมฝาปิด

วิธีวิเคราะห์

1. สุ่มเมล็ดข้าวสารเต็มเมล็ด 20 เมล็ด
2. วัดความยาวของข้าวสาร 10 เมล็ด หาค่าเฉลี่ย
3. นำข้าวสาร 20 เมล็ด ใส่ในตะแกรง
4. แช่ในน้ำนาน 30 นาที แล้วต้มในน้ำเดือด 10 นาที
5. ยกตะแกรงให้สะเด็ดน้ำ เทข้าวในจานพลาสติกที่มีฝาปิด
6. เลือกเมล็ดที่ตรง 10 เมล็ด เพื่อวัดความยาว

7. คำนวณหาอัตราการยืดตัวของข้าวสุก

$$\text{อัตราการยืดตัว} = \frac{\text{ขนาดความยาวของข้าวสุก}}{\text{ขนาดความยาวของข้าวสาร}}$$

อัตราปกติ = < 1.9

อัตรายืดตัว = >1.9

4 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

5 ปริมาตรที่เพิ่มขึ้น (% Volume expansion) ใช้การวัดปริมาตร ผลต่างของเมล็ดข้าวเปรียบเทียบกับปริมาตรของข้าวหลังผ่านการหุงสุก มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ ทำการทดลอง 5 ซ้ำ มีวิธีการดังนี้คือ

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

5.2 ทำการหุงข้าวโดยใช้อัตราส่วนข้าวต่อน้ำเป็น 1 : 2 โดยใส่ในขวดปรับปริมาตรต้มในอ่างน้ำที่ควบคุมอุณหภูมิ ระหว่าง 90-95 องศาเซลเซียส จนกระทั่งข้าวสุก

5.3 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.)

6 เปอร์เซ็นต์การดูดน้ำ (% Water uptake) ใช้ข้าวจำนวน 10 เมล็ด เปรียบเทียบน้ำหนักข้าวสารกับข้าวหลังจากหุงสุก คำนวณการดูดน้ำของข้าวสุก มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ ทำ 5 ซ้ำ มีวิธีการดังนี้ คือ

6.1 คัดเลือกเมล็ดข้าว ที่มีลักษณะเต็มเมล็ดจำนวน 10 เมล็ด (W_{UC})

6.2 ทำการหุงข้าวโดยใช้อัตราส่วนข้าวต่อน้ำเป็น 1 : 2 โดยใส่หลอดทดลองต้มในอ่างน้ำที่ควบคุมอุณหภูมิ ระหว่าง 90-95 องศาเซลเซียส

6.3 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)

ภาคผนวก ข การวิเคราะห์ทางเคมีและเคมีกายภาพ

1. ความคงตัวของแป้งสุก (Gel Consistency)

1.1 เครื่องมือ

1.1.1 เครื่องปั่นผสมของเหลวในหลอดทดลอง (test tube mixer)

1.1.2 อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (water bath)

1.1.3 เครื่องชั่ง ที่ชั่งได้ละเอียดถึง 0.0001 กรัม

1.1.4 หลอดทดลองขนาด 13*100 มิลลิเมตร

1.1.5 เครื่องบดเมล็ดข้าวที่บดละเอียด 80-100 เมซ (mesh)

1.2 สารเคมี

1.2.1 เอทิลแอลกอฮอล์ (Ethyl alcohol:C_2H_5OH) 95% ที่มี thymol blue ร้อยละ 0.025 (0.125 กรัม ใน ethanal 500 มิลลิลิตร)

1.2.2 โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (Potassium hydroxide; KOH) ร้อยละ 85 เตรียม 0.2 N KOH (ละลาย 12.88 กรัม KOH ในน้ำกลั่นที่ผ่านการต้มให้เดือดแล้วปิดฝาทิ้งไว้ให้เย็น เติมน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร)

1.3 วิธีวิเคราะห์

1.3.1 บดเมล็ดข้าวด้วยเครื่องบด ชั่งแป้ง 0.1000 กรัม (ที่มีความชื้นร้อยละ 12) ใส่ในหลอดทดลองขนาด 13*100 มิลลิเมตร

1.3.2 เติมเอทิลแอลกอฮอล์ ร้อยละ 95 ที่มี thymol blue ร้อยละ 0.025 ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร

1.3.3 เติม 0.2 N KOH ปริมาตร 2 มิลลิลิตร

1.3.4 ปั่นของเหลวในหลอดนาน 2-3 วินาทีด้วย test tube mixer เพื่อให้แป้งละลายตัว

1.3.5 ปิดหลอดทดลองด้วยลูกแก้ว ต้มให้เดือดนาน 8 นาที ให้น้ำแป้งในหลอดสูงขึ้น 2 ส่วน 3 ของหลอด

1.3.6 ปั่นสารละลายอีกครั้งด้วย test tube mixer เพื่อให้แป้งผสมกัน 2-3 นาที

1.3.7 ทำให้แป้งเย็นโดยแช่หลอดทดลองในน้ำเย็นจัดนาน 20 นาที

1.3.8 นำหลอดทดลองไปวางในแนวนอนบนกระดาษกราฟ นาน 30 นาที

1.3.9 อ่านระยะทางที่แป้งสุกไหล

ตาราง 11 การอ่านค่า Gel Consistency

ระยะทางแป้งไหล (มิลลิเมตร)	ความคงตัวแป้งสุก	ข้าวสุก
ต่ำกว่า 35	แข็ง	แข็ง
36-40	ค่อนข้างแข็ง	ค่อนข้างแข็ง
41-60	ปานกลาง	ปานกลาง
มากกว่า 61	อ่อน	อ่อน

ที่มา: กรมวิชาการเกษตร (2545)

2. การทดสอบการสลายเมล็ดในด่าง (Alkalai Test)

2.1 เครื่องมือ

2.1.1 เครื่องชั่ง ที่ชั่งได้ละเอียดถึง 0.0001กรัม

2.1.2 ตู้อบ (oven)

2.1.3 จานพลาสติกใสพร้อมฝา

2.2 สารเคมี

2.2.1 KOH ร้อยละ 1.7 โดยชั่ง KOH จำนวน 19.54 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 2,000 มิลลิลิตร

2.3 วิธีการ

2.3.1 สุ่มเมล็ดข้าวสารเต็มเมล็ด 25 เมล็ด ใส่จานพลาสติกใส วางบนพื้นสีเข้ม

2.3.2 เติมสารละลาย KOH ร้อยละ 1.7 ปริมาตร 27 มิลลิลิตร (ให้ข้าวสารทั้งเมล็ดจมอยู่ในสารละลาย) จัดเมล็ดข้าวสารให้เป็นระเบียบ ปิดฝาทิ้งไว้ 23 ชั่วโมง

2.3.3 อ่านค่าการสลายตัวของเมล็ด โดยพิจารณาระดับการสลายของเมล็ดข้าวในด่างตามลักษณะการละลายดังนี้

ตาราง 12 ระดับคะแนนและลักษณะการสลายตัวของเมล็ด

ระดับคะแนน	ลักษณะการสลายตัวของเมล็ด
1	เมล็ดไม่เปลี่ยนแปลง
2	เมล็ดพองตัว
3	เมล็ดพองตัว มีแป้งกระจายจากเมล็ดแต่ไม่รอบ
4	เมล็ดพองตัว มีแป้งกระจายโดยรอบและกว้าง
5	เมล็ดแตกปริทางขวางหรือทางยาว แป้งกระจายโดยรอบกว้าง
6	เมล็ดสลายรวมกับแป้งที่กระจายออกมา
7	เมล็ดสลายตัวหมด แป้งใส

ที่มา: กรมวิชาการเกษตร (2545)

ตาราง 13 การประเมินค่าการสลายแป้งในด่าง (Alkali Spreading Value)

ค่าการสลายแป้งในด่าง (Alkali Spreading Value)	อุณหภูมิแป้งสุก (Gelatinization temperature)	อุณหภูมิ (°C)
1 – 3	สูง	74.5 – 79
4 – 5	ปานกลาง	70 – 74
6 - 7	ต่ำ	ต่ำกว่า 70

ที่มา: กรมวิชาการเกษตร (2545)

3. การวิเคราะห์หาปริมาณอะไมโลส

3.1 สารเคมี

3.1.1 สารละลาย Iodine ชั่ง Potassium iodine 40 กรัม Iodine 4 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 2,000 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ 24 ชั่งโมง เก็บขวดไว้ในที่ทึบแสง

3.1.2 NaOH 1 นอร์มอล ใช้ NaOH 80 กรัม ละลายในน้ำกลั่นที่ต้มเดือด ทิ้งไว้ให้เย็น 2,000 มิลลิลิตร

3.1.3 Acetic acid เจือจาง ใช้ acetic acid 115 มิลลิลิตร ในน้ำกลั่น 2,000 มิลลิลิตร

3.2 วิธีการ

3.2.1 ชั่งแป้ง 0.1000 กรัม ใส่ขวด 100 มิลลิลิตร (Flask)

3.2.2 เติมเอทิลแอลกอฮอล์ด้วยปิเปต 1 มิลลิลิตร เขย่าเบาๆ อย่าให้แป้งติดผนังขวด

3.2.3 เติม NaOH 1 นอร์มอล 9 มิลลิลิตร

3.2.4 ทิ้งไว้ให้แป้งละลาย

3.2.5 นำมาต้มในสารละลายคงตัว 10 นาที (คนให้เข้ากันโดยไม่ใช้ความร้อน 10 นาที)

3.2.6 เติมน้ำกลั่นให้ครบ 100 มิลลิลิตร ปิดจุกเขย่าสารละลายให้ทั่วและทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง

3.2.7 นำขวด 100 มิลลิลิตรใหม่มาใส่น้ำกลั่น ½ ขวด

3.2.8 เติมกรด Acetic acid 1 มิลลิลิตร

3.2.9 เติมสารละลายแป้งด้วยปิเปต 5 มิลลิลิตร

3.2.10 เติม Iodine 2 มิลลิลิตร

3.2.11 เติมน้ำกลั่น ให้ครบ 100 มิลลิลิตร

3.2.12 วัดความเข้มของสีที่คลื่นแสง 620 นาโนเมตร ปรับค่า blank ให้เป็น 0 ค่าจะออกมาเป็น Absorbance

3.2.13 นำไปแทนค่าสมการจะได้ปริมาณอะไมโลส

การเทียบค่าอะไมโลส

ข้าวอะไมโลสต่ำ (Low)	มีอะไมโลส	< 20%	ข้าวเหนียวนุ่ม
ข้าวอะไมโลสปานกลาง (Intermediate)	"	20 – 25 %	ข้าวสุกนุ่ม
ข้าวอะไมโลสสูง (High)	"	25 – 34%	ข้าวร่วนแข็ง

4. การวิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำแป้งด้วยเครื่อง Brabender viscoamylograph

4.1 อุปกรณ์

4.1.1 Brabender viscoamylograph มีหน่วยเป็น brabender unit (BU) พร้อม cartridge ที่มีความไว 700 cm.g (1000BU = 6.85×10^3 dyne-cm torgue)

4.1.2 เครื่องชั่ง ที่ชั่งได้ละเอียดถึง 0.0001 กรัม

4.1.3 เครื่องบดแป้งให้ละเอียด 40 เมช (mesh)

4.2 วิธีการ

4.2.1 ชั่งแป้งข้าวสาร 50 กรัม ผสมกับน้ำกลั่น 300 มิลลิกรัม คนให้เป็นเนื้อเดียวกัน (ใช้ blender ช่วยปั่นให้เข้ากันนาน 90 นาที)

4.2.2 เทน้ำแป้งลงในกระบอกของเครื่อง Brabender และล้างแป้งออกให้หมดโดยใช้น้ำ 150 มิลลิลิตร (ปริมาตรน้ำทั้งหมด 450 มิลลิลิตร หรือน้ำแป้งมีความเข้มข้นร้อยละ 10)

4.2.3 ติดตั้งอุปกรณ์รับแรงหนืดจากน้ำแป้งส่งไปยัง cartridge ในกระบอกของเครื่อง

4.2.4 ตั้งโปรแกรมการเพิ่มอุณหภูมิจาก 30 องศาเซลเซียส เป็น 95 องศาเซลเซียส ด้วยอัตราการเพิ่มอุณหภูมิ 1.5 องศาเซลเซียส/นาที (45 นาที) (heating) และเคี่ยวแป้งต่อไปที่ 95 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที (cooking) หลังจากนั้นค่อยลดอุณหภูมิลงในอัตรา 1.5 องศาเซลเซียส/นาที จนกระทั่งน้ำแป้งมีอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส (30 นาที) (cooling) จากนั้นเครื่องทำการบันทึกข้อมูลเป็นเส้นกราฟ

การอ่านค่า

- Gelatinization temperature: อุณหภูมิที่ viscosity เริ่มเบนสูงขึ้น -3 องศาเซลเซียส (ลดลง 3 องศาเซลเซียส)

- Peak viscosity: ความหนืดสูงสุดหลังจากแป้งสุก (จุดที่อัตราการพองตัวสมดุลกับอัตราการ แตกตัว)

- Final viscosity ที่ 95 องศาเซลเซียส: ความหนืดสุดท้าย ที่ 95 องศาเซลเซียส ก่อนการปรับอุณหภูมิลง

- Final viscosity ที่ 50 องศาเซลเซียส: ความหนืดสุดท้าย ที่ 50 องศาเซลเซียส

- Setback value = Final viscosity ที่ 50 องศาเซลเซียส - Peak viscosity

- Consistency = Final viscosity ที่ 50 องศาเซลเซียส - Final viscosity ที่ 95 องศาเซลเซียส

- Breakdown value = Peak viscosity - Final viscosity ที่ 95 องศาเซลเซียส

การประเมิน

Gelatinization temperature		= อุณหภูมิแป้งสุก
Peak viscosity		= ความสามารถในการพองตัวของแป้งเมื่อสุก
Setback value		= คาดคะเนความแข็งกระด้างของข้าวสุก
	ค่า + มาก	= แข็งมาก
	ค่า + น้อย	= ข้าวอ่อน
	ค่า -	= ข้าวนุ่มเหนียว
Consistency		= คาดคะเนการเปลี่ยนแปลงของข้าวเมื่อเย็นลง (ค่าสูงแสดงว่าแข็งกระด้างมาก)
Breakdown value		= แสดงการแตกสลายของแป้งเมื่อต้มสุก ช่วยลดความแข็งของข้าวสุกลง

5. **ปริมาณโปรตีน** (Protein content) : Kjeldahl Method จากวิธีการของ A.O.A.C (1995)

การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนมีหลักการดังนี้ คือย่อยตัวอย่างด้วยกรดซัลฟูริคเข้มข้น โดยมีโพแทสเซียมเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่อุณหภูมิสูง 400 องศาเซลเซียส จนกระทั่งไนโตรเจนถูกเปลี่ยนไปอยู่ในรูปแอมโมเนียซัลเฟต หลังจากนั้นให้เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น และให้ความร้อนเพื่อทำให้ไนโตรเจนระเหยออกมา ในรูปของแอมโมเนีย และถูกดักในสารละลายกรดบอริค จากนั้นไตเตรตหาความเข้มข้นของไนโตรเจนด้วยสารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริค คำนวณปริมาณของไนโตรเจนในตัวอย่างและแปลงเป็นปริมาณโปรตีนโดยการคูณ Conversion factor = 5.95

5.1 วิธีการวิเคราะห์

5.1.1 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 $(NH_4)_2SO_4$ ส่วน K_2SO_4 ใส่ลงไปเพื่อเพิ่ม b.p. ของกรด H_2SO_4 ช่วยเร่งปฏิกิริยา Oxidation (1 กรัมของ H_2SO_4 จะช่วยเพิ่มอุณหภูมิของกรด H_2SO_4 ประมาณ 3 องศาเซลเซียส)

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 องศาเซลเซียส ในเตาย่อย (Digestion block) ซึ่งต่อกับระบบกำจัดควันจากไอกรด ย่อยจนกระทั่งได้สารละลายไม่มีสี เมื่อย่อยเสร็จแล้วทิ้งให้หลอดย่อยเย็นลง (อย่าปล่อยให้สารละลายในหลอดเย็นจนกลายเป็นผลึก) และเติมน้ำกลั่นประมาณ 50-70 มิลลิลิตร (เพื่อช่วยในการละลายสารละลายผสมของ $(NH_4)_2$, H_2SO_4 และ K_2SO_4 และลดความรุนแรงของปฏิกิริยาในขั้นตอนการกลั่นต่อไป) เติม methyl red จำนวน 2 หยด ลงในสารละลาย เปลี่ยนเป็นสีชมพู เขย่าเบาๆ และทิ้งให้เย็นลงจนถึงอุณหภูมิห้อง Catalyst tablets: โพแทสเซียมซัลเฟตอัดเม็ด (K_2SO_4 : Se = 3.5 g : 3.5 mg) หรือชนิดที่ใช้ Hg หรือ $CuSO_4$ แทน Se

5.1.2 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 ในสารละลายกรดบอริคร้อยละ 4 ประมาณ 25 มิลลิลิตร ซึ่งเติมสารละลายอินดิเคเตอร์ผสม (ให้มีสีม่วงเมื่อเป็นกรด) (ขณะกลั่นปลายของท่อนำ Distillate ต้องจุ่มอยู่ในสารละลายกรดบอริคเสมอ) เมื่อกลั่นจนได้ปริมาตรของ Distillate ประมาณ 200 มิลลิลิตร ไนโตรเจนรูปของแอมโมเนียในตัวอย่างจะระเหยออกมา และเปลี่ยนสีกรดบอริคจากสีม่วงเป็นสีเขียว สารละลายอินดิเคเตอร์ที่ผสม : Methyl red ร้อยละ 0.1 ในเอธานอลร้อยละ 95 (v/v) และ Methylene blue ร้อยละ 0.025 ในเอธานอลร้อยละ 95 (v/v) ผสมกันในอัตราส่วน 1 : 2 (3 หยด : 6 หยด) การเปลี่ยนสีของสารละลายอินดิเคเตอร์ผสมนี้เกิดขึ้นที่ pH 5.4

5.1.3 Titration

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

5.1.4 การคำนวณ

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

$$\% \text{ Protein} = \% N \times F$$

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. ระยะเวลาในการย่อยที่นานเกินไปก่อให้เกิดการสูญหายไปของไนโตรเจนในตัวอย่าง เนื่องจากเหลือปริมาณกรดซัลฟูริคหลังการย่อยไม่พียงพอที่จะจับกับไนโตรเจนในตัวอย่าง

6. 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

6.1 วิธีการวิเคราะห์

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

กรณีตัวอย่างเป็นของแข็งชั่งตัวอย่างประมาณ 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

6.1.2 นำตัวอย่างในข้อ 2 ไปใส่ในตู้อบลมร้อนที่ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง หรือจนกระทั่งน้ำหนักคงที่ในขณะอบให้เปิดฝา Aluminum dish เพื่อให้ตัวอย่างสัมผัสกับความร้อนโดยตรงและทั่วถึง นอกจากนี้ควรวางตัวอย่างทั้ง 3 ซ้ำ ไว้บนถาดหรือชั้นเดียวกันของตู้อบ

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

การคำนวณ

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

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

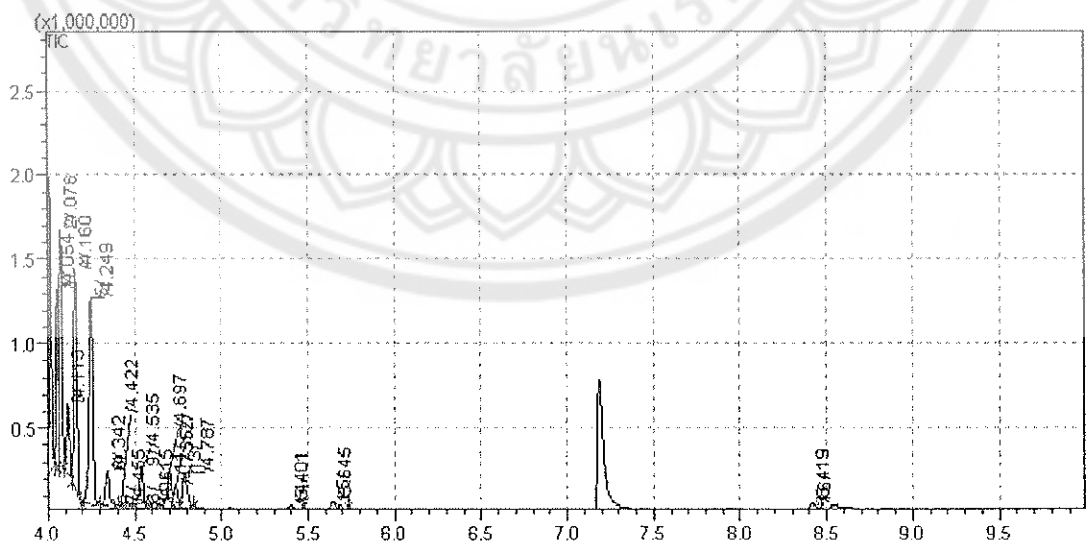
7. การวิเคราะห์เชิงคุณภาพของ 2AP ในสารสกัดจากใบเตยโดยเครื่อง GC-MS

สารสกัดที่ได้จากการสกัดตัวอย่างใบเตยนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบด้วยเทคนิค GC-MS ที่มีคอลัมน์แบบ capillary ชนิด HP-5MS ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.25 มิลลิเมตร ยาว 60 เมตร เคลือบด้วยวัฏภาคคงที่ คือ ร้อยละ 5 ของ Biphenyl ร้อยละ 95 ของ dimethyl

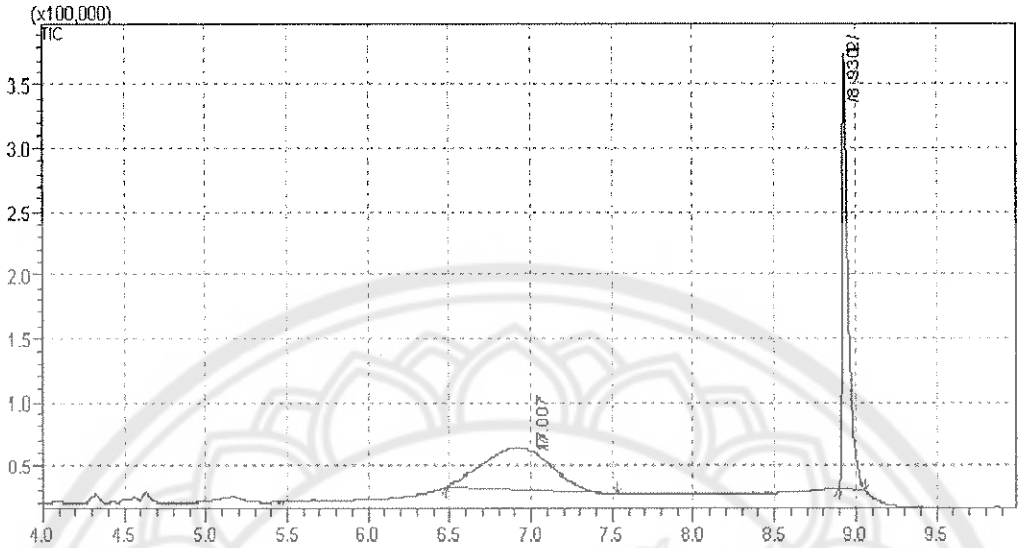
polysiloxane หนา 0.25 ไมโครเมตร สภาวะของ GC-MS ในการแยกและวิเคราะห์สารสกัดจากใบเตยมีดังนี้

เครื่อง GC-MS รุ่น QP2010 Plus ผลิตโดยบริษัท

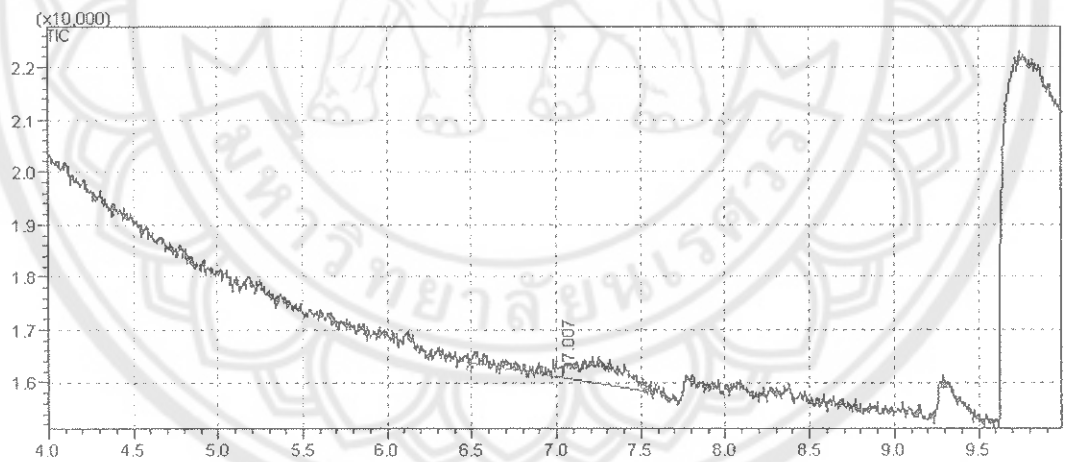
- อุณหภูมิของตัวนำสารเข้า 250 °C
- โปรแกรมอุณหภูมิของคอลัมน์
  - อุณหภูมิเริ่มต้น 50 °C
  - อุณหภูมิที่สอง 70 °C
  - อัตราการเพิ่มอุณหภูมิ 1 °C/min
  - อุณหภูมิสุดท้าย 200 °C
  - อัตราการเพิ่มอุณหภูมิ 2 °C/min
- อัตราการไหลของก๊าซฮีเลียม 1 mL/min
- ปริมาตรสารที่ฉีด 1.0 ไมโครลิตร
- Split ratio 20 : 1
- อุณหภูมิของส่วนเชื่อมต่อ 230 °C
- พลังงานเฉลี่ยของอิเล็กตรอน 70 eV
- อุณหภูมิของแหล่งผลิตไอออน 230 °C
- ช่วงมวลต่อประจุ 29-550 amu



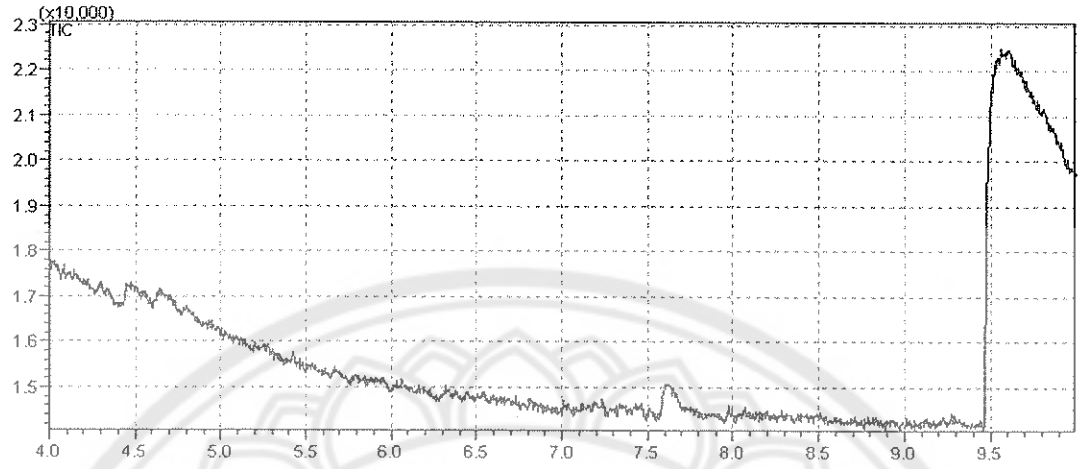
ภาพ 32 โครมาโตแกรมของสารมาตรฐาน (2AP)



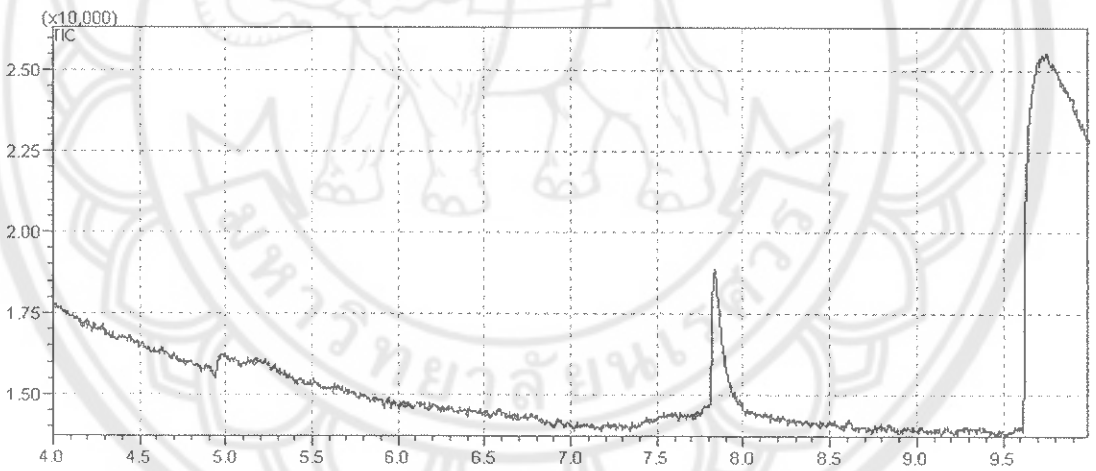
ภาพ 33 โครมาโตแกรมของสารสกัดจากใบเตย



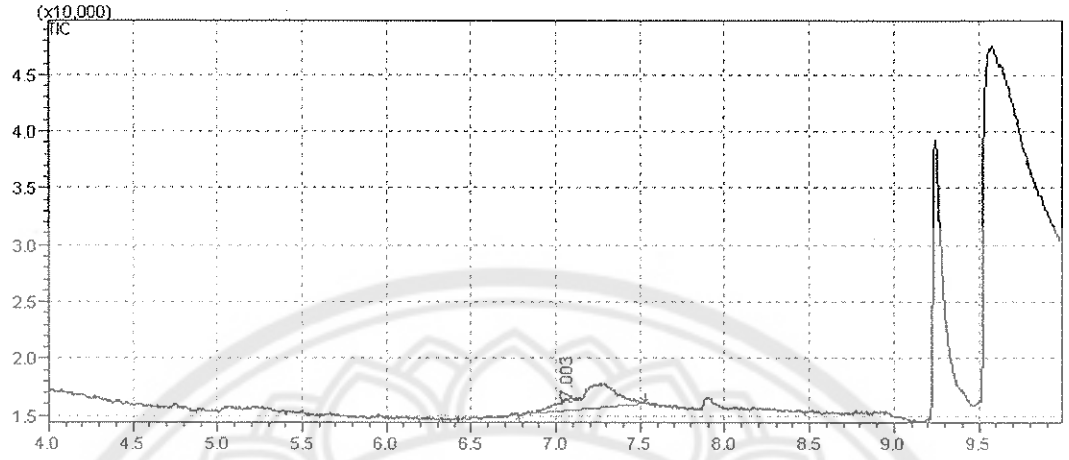
ภาพ 34 โครมาโตแกรมของข้าวพันธุ์ชาวดอกมะลิ105



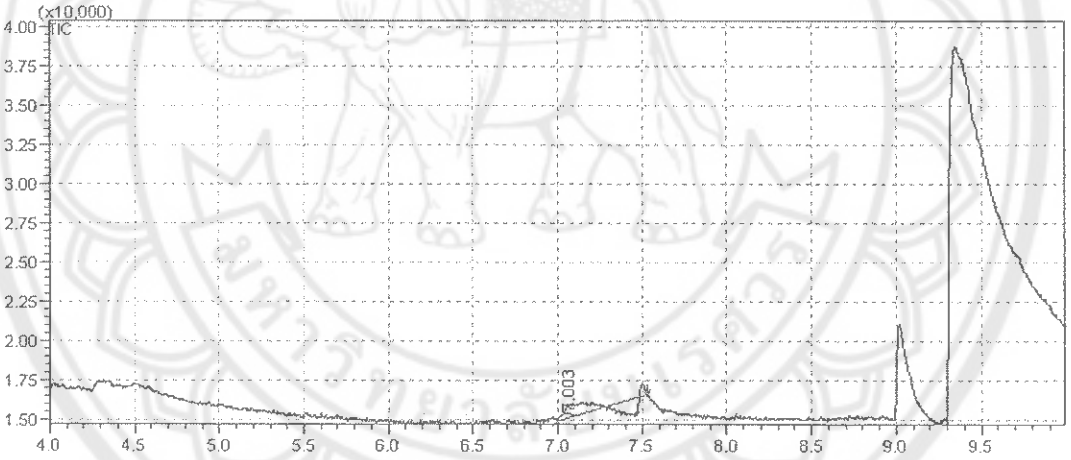
ภาพ 35 โครมาโตแกรมของข้าวพันธุ์พิษณุโลก2



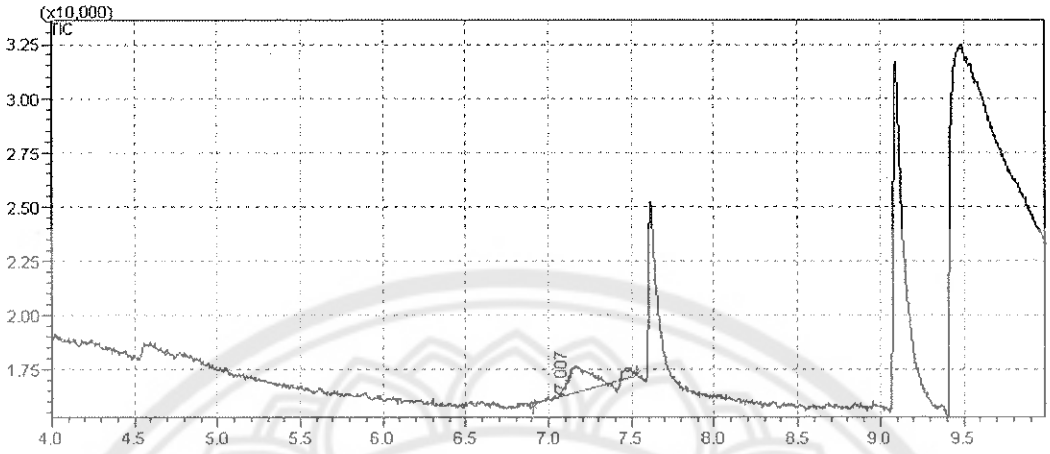
ภาพ 36 โครมาโตแกรมของข้าวพันธุ์ชัยนาท1



ภาพ 37 โครมาโตแกรมของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 + สารสกัดจากใบเตย



ภาพ 38 โครมาโตแกรมของข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 + สารสกัดจากใบเตย



ภาพ 39 โครมาโตแกรมของข้าวพันธุ์ชัยนาท1 + สารสกัดจากใบเตย

ภาคผนวก ค การศึกษาทางจุลชีววิทยา

1. การหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในอาหารโดยวิธีนับจำนวนโคโลนี

วิธีนับจำนวนโคโลนีเป็นวิธีหาปริมาณจุลินทรีย์ที่มีชีวิต ทำให้ทราบว่าตัวอย่างอาหารนั้นๆ มีจุลินทรีย์ที่อาจเจริญเพิ่มจำนวนได้มากน้อยเพียงใด เป็นตัววัดและบ่งบอกการเสื่อมเสียของอาหาร

1.1 วิธีปฏิบัติ

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

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

1.1.3 เจือจางตัวอย่างโดยวิธีเดียวกับข้อ 1.2 เป็นลำดับ จนได้ตัวอย่างความเจือจาง ที่ต้องการ

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

1.2 วิธีพอร์เพลท (pour plate)

ถ่ายตัวอย่างจากแต่ละความเจือจางลงในจานเพาะเชื้อที่ปลอดเชื้อ 2 จานๆ ละ 1 มิลลิลิตร เทอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ลงในจานเพาะเชื้อที่มีตัวอย่าง จานละประมาณ 15 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันโดยการหมุนจาน รอจนวุ้นแข็งตัว บ่มจาน (โดยวางจานแบบคว่ำ) เพื่อเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง นับจำนวนโคโลนีจากแต่ละจานเพาะเชื้อ หาค่าเฉลี่ยจำนวนโคโลนีในแต่ละ 1 จาน และคำนวณค่า CFU ต่อกรัมของตัวอย่าง

2. การนับจำนวนยีสต์และราในอาหารโดยวิธีนับจำนวนโคโลนี

2.1 วิธีปฏิบัติ

2.1.1 ชั่งตัวอย่าง 25 กรัม และทำการเจือจางด้วยสารละลายเปปโตนจนได้ตัวอย่างความเจือจางตามต้องการ

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

2.2 วิธีสเปรดเพลท (spread plate)

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

ภาคผนวก ง การศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัส

วิธีการศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

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) ให้มีความเข้มข้นต่างๆ ดังนี้

เตรียม stock solution ของสารละลายน้ำตาล

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

1.2.2 การเจือจาง stock solution ที่เตรียมไว้ เพื่อให้ได้ความเข้มข้นระดับต่างๆ กันจำนวน 100 มิลลิลิตร ดังตาราง 14

ตาราง 14 ปริมาตรของ stock solution ที่ใช้เพื่อเตรียมสารละลายน้ำตาลความเข้มข้นระดับต่างๆ กัน

ลำดับสารละลายน้ำตาล	ปริมาตร stock solution ที่ใช้ (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 15

ตาราง 15 ปริมาตรของ stock solution ที่ใช้เพื่อเตรียมสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นระดับต่างๆ กัน

ลำดับสารละลายโซเดียมคลอไรด์	ปริมาตร stock 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 เจือจางให้มีความเข้มข้นระดับต่างๆ กัน จำนวน 100 มิลลิลิตร ดังตาราง 16

ตาราง 16 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 ใส่ลงในขวดปรับปริมาตรขนาด250 มิลลิลิตรปรับปริมาตรให้ครบ 250 มิลลิลิตร ได้สารละลายกาแฟที่มีความเข้มข้น 0.5 กรัม / 100 มิลลิลิตร

2. การเจือจาง stock solution นำ stock solution ที่เตรียมไว้ เจือจางให้มีความเข้มข้นระดับต่าง ๆ กัน จำนวน 100 มิลลิลิตร ดังตาราง 17

ตาราง 17 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

1. เสนอตัวอย่างของสารละลายแต่ละชุด โดยเรียงจากความเข้มข้นต่ำสุด แล้วค่อย ๆ เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ให้แก่ผู้ทดสอบ คนละ 12 มิลลิลิตร ต่อตัวอย่าง ผู้ทดสอบชิมตัวอย่างสารละลายในแต่ละชุด จากความเข้มข้นต่ำแล้วค่อย ๆ เพิ่มขึ้น ให้ผู้ทดสอบบันทึกลำดับของสารละลายที่เริ่มรู้สึกลงในแบบทดสอบหาความเข้มข้นเฉลี่ยที่ผู้ทดสอบเริ่มรู้สึกในแต่ละรสได้

2. การฝึกบรรยายคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส

การฝึกบรรยายคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส โดยมีผู้ประเมินที่ผ่านการฝึกฝนในครั้งที่ 1 โดยที่ผู้ประเมินแต่ละคนจะต้องเสนอคำศัพท์ (lexicon) ที่ใช้อธิบายลักษณะต่างๆ ของตัวอย่างข้าวหุงสุกให้ได้มากที่สุด จากตัวอย่างข้าว 3 พันธุ์ คือ ข้าวขาวดอกมะลิ105 ข้าวชัยนาท1 และข้าวพิษณุโลก2 แล้วจึงมีการตกลงกันระหว่างผู้ทำวิจัยและผู้ประเมินในการคัดเลือกคุณลักษณะ และตัวอย่างมาตรฐาน (standard reference) ที่เหมาะสม เพื่อใช้ในการประเมิน

3. การสร้างคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส

คุณลักษณะที่ใช้ในการประเมินตัวอย่างของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 ข้าวชัยนาท1 และข้าวพิษณุโลก2 ที่ผ่านการตกลงกันระหว่างผู้ทำวิจัยและผู้ประเมินแล้วมาทำการทดลองให้คะแนนของแต่ละคุณลักษณะ จากตัวอย่าง 9 ตัวอย่าง คือ ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 ที่เก็บในหม้อหุงข้าว ถุงพลาสติกและกล่องพลาสติก ข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 ที่เก็บในหม้อหุงข้าว ถุงพลาสติกและกล่องพลาสติก และข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ที่เก็บในหม้อหุงข้าว ถุงพลาสติกและกล่องพลาสติก อีกครั้ง แต่ในครั้งนี้มีตัวอย่างมาตรฐาน (standard reference) ในระหว่างการประเมินตัวอย่างเพื่อให้เห็นชัดเจนขึ้นของคุณลักษณะนั้นๆ แสดงดังตาราง 18 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 และอธิบายลักษณะต่างๆ ของตัวอย่างข้าวที่นำเสนอ แล้วทำการคัดเลือกผู้ประเมินที่มีคุณสมบัติที่เหมาะสมจำนวนไม่ต่ำกว่า 8 คนเพื่อทำการทดสอบกับตัวอย่างจริง

ตาราง 18 คุณลักษณะ คำอธิบาย และตัวอย่างมาตรฐาน สำหรับการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของข้าว 3 พันธุ์ หลังการหุงต้ม

คุณลักษณะ	คำอธิบาย	ตัวอย่างมาตรฐาน		
		อ่อน (weak)	ปานกลาง (moderate)	เข้ม (strong)
1. กลิ่นใบเตย	ความเข้มของกลิ่นตัวอย่างข้าวที่ลักษณะเหมือนกลิ่นใบเตย	ใบเตยหั่นฝอย จำนวน 5 กรัม	ใบเตยหั่นฝอย จำนวน 10 กรัม	ใบเตยหั่นฝอย จำนวน 15 กรัม
2. กลิ่นสาบ	ความเข้มของกลิ่นตัวอย่างข้าวที่ลักษณะเหมือนกลิ่นข้าวเก่า	ข้าวสารพันธุ์ชัยนาท1 เก็บนาน 6 เดือน จำนวน 10 กรัม	ข้าวสารพันธุ์ชัยนาท1 เก็บนาน 6 เดือน จำนวน 30 กรัม	ข้าวสารพันธุ์ชัยนาท1 เก็บนาน 6 เดือน จำนวน 50 กรัม
3. กลิ่นไข่ต้ม	ความเข้มของกลิ่นตัวอย่างข้าวที่ลักษณะเหมือนกลิ่นไข่ต้ม	ไข่ขาวต้มสุก จำนวน 5 กรัม	ไข่ขาวต้มสุก จำนวน 10 กรัม	ไข่ขาวต้มสุก จำนวน 15 กรัม
4. กลิ่นข้าวเหนียว	ความเข้มของกลิ่นตัวอย่างข้าวที่ลักษณะเหมือนกลิ่นข้าวเหนียว	ข้าวเหนียวนึ่งสุก จำนวน 5 กรัม	ข้าวเหนียวนึ่งสุก จำนวน 10 กรัม	ข้าวเหนียวนึ่งสุก จำนวน 15 กรัม

ผลิตภัณฑ์..... ครั้งที่.....

ชื่อ สกุลผู้ทดสอบ..... วันที่ทดสอบ.....

กรุณาทดสอบผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 ตัวอย่างนี้ แล้วประเมินความชอบของท่านตามลักษณะดังต่อไปนี้ โดยให้คะแนนที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านที่สุด

1 = ไม่ชอบมากที่สุด	4 = ไม่ชอบเล็กน้อย	7 = ชอบปานกลาง
2 = ไม่ชอบมาก	5 = เฉยๆ	8 = ชอบมาก
3 = ไม่ชอบปานกลาง	6 = ชอบเล็กน้อย	9 = ชอบมากที่สุด

ลำดับการชิม	.....	.....	.....	.....
ท่านชอบ**กลิ่น**ของตัวอย่างมากน้อยเพียงใด	____	____	____	____

ข้อเสนอแนะ_____

_____

_____

_____

แบบทดสอบการรับรู้ทางด้านประสาทสัมผัส

ชื่อผู้ทดสอบ..... วันที่.....

1. กรุณาระบุรสชาติที่ท่านรับรู้

ตัวอย่างที่ 1 มีรสชาติ .....
ตัวอย่างที่ 2 มีรสชาติ .....
ตัวอย่างที่ 3 มีรสชาติ .....
ตัวอย่างที่ 4 มีรสชาติ .....

2. กรุณาระบุรสชาติในแต่ละตัวอย่าง พร้อมทั้งระบุระดับความเข้มข้นต่ำสุดที่ท่านสามารถรับรู้รสชาตินั้นๆ ได้

ตัวอย่าง A มีรสชาติ ..... ระดับความเข้มข้นต่ำสุดที่รับรู้คือ .....

ตัวอย่าง B มีรสชาติ ..... ระดับความเข้มข้นต่ำสุดที่รับรู้คือ .....

ตัวอย่าง C มีรสชาติ ..... ระดับความเข้มข้นต่ำสุดที่รับรู้คือ .....

ตัวอย่าง D มีรสชาติ ..... ระดับความเข้มข้นต่ำสุดที่รับรู้คือ .....

แบบรายงานผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

(สำหรับสภาวะการเก็บที่อุณหภูมิห้องโดยบรรจุในหม้อหุงข้าว)

ชื่อผู้ทดสอบ..... ชั่วโมงที่..... วันที่.....

1. กลิ่นใบเตย

2. กลิ่นสาบ

3. กลิ่นไข่ต้ม

4. กลิ่นข้าวเหนียว

แบบรายงานผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

(สำหรับสภาวะการเก็บที่อุณหภูมิตู้เย็นโดยบรรจุในถุงพลาสติก)

ชื่อผู้ทดสอบ..... ชั่วโมงที่..... วันที่.....

1. กลิ่นใบเตย

2. กลิ่นสาบ

3. กลิ่นไข่ต้ม

4. กลิ่นข้าวเหนียว

แบบรายงานผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

(สำหรับสภาวะการเก็บที่อุณหภูมิตู้เย็นโดยบรรจุในกล่องพลาสติก)

ชื่อผู้ทดสอบ..... ชั่วโมงที่..... วันที่.....

1. กลิ่นใบเตย

2. กลิ่นสาบ

3. กลิ่นไข่ต้ม

4. กลิ่นข้าวเหนียว

ข้อมูลสำหรับอาสาสมัครผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย

ชื่อโครงการวิจัย การปรับปรุงกลิ่นหลังการหุงต้มของข้าวพันธุ์ชัยนาท1 และ พันธุ์พิษณุโลก2 ให้ใกล้เคียงข้าวขาวดอกมะลิ105

หากท่านมีส่วนร่วมในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส ผู้วิจัยขอความกรุณาให้อาสาสมัครในครั้งนี้ ได้มีโอกาส และเวลาในการอ่าน ข้อมูลข้างล่างนี้ หรือทางผู้ทำวิจัยเองได้อ่านและอธิบายให้ท่านทราบ หากท่านมีข้อข้องใจเกี่ยวกับการศึกษานี้ท่านสามารถถามเพื่อให้เกิดความเข้าใจ หรือหากท่านไม่มั่นใจในความปลอดภัยท่านสามารถออกจากการทดสอบได้ตลอดเวลา ท่านจะได้รับสำเนาใบยินยอมที่ท่านลงลายมือชื่อกำกับเมื่อท่านตัดสินใจเข้าร่วมการศึกษา ทางเรารู้สึกยินดีเป็นอย่างยิ่งที่ท่านเสียสละเวลาในการอ่านข้อมูลต่อไปนี้

การศึกษานี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร

1. การศึกษากรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์สำหรับปรับปรุงกลิ่นของข้าวพันธุ์ชัยนาท1 และพันธุ์พิษณุโลก2 ให้ใกล้เคียงข้าวขาวดอกมะลิ105 หลังการหุงต้มโดยใช้สารสกัดจากใบเตยมาปรับปรุงกลิ่น

2. การศึกษาสมบัติทางกายภาพ เคมี และ เคมีกายภาพ ของข้าวขาวดอกมะลิ105 ข้าวพันธุ์ชัยนาท1 และพันธุ์พิษณุโลก2 ทั้งก่อนและหลังการหุงต้ม

3. การศึกษาสมบัติทางกายภาพ เคมี และ เคมีกายภาพ หลังการหุงต้มเมื่อใช้ผลิตภัณฑ์สำหรับปรับปรุงกลิ่นในข้าวพันธุ์ชัยนาท1 และพันธุ์พิษณุโลก2

4. ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์สำหรับปรับปรุงกลิ่นหลังการหุงต้มของข้าวพันธุ์ชัยนาท1 และพันธุ์พิษณุโลก2 ให้ใกล้เคียงข้าวขาวดอกมะลิ105 ทดสอบด้านประสาทสัมผัสโดยใช้การทดสอบเชิงพรรณนาและผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 10-12 คน

ท่านจะได้ประโยชน์อะไรจากการศึกษานี้

ท่านจะได้รับการฝึกฝนให้รู้จักกับคุณลักษณะในด้านต่างๆ ของการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส หลังจากการฝึกฝนแล้วท่านจะได้เป็นผู้ประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสที่ผ่านการฝึกฝนแล้วซึ่งถือว่าเป็นผู้ประเมินที่มีประสิทธิภาพและมีความแม่นยำ

ท่านจะต้องปฏิบัติตัวอย่างไร

ท่านจะถูกขอร้องให้ลงลายมือชื่อลงในใบยินยอม แสดงว่าท่านตกลงโดยความสมัครใจที่จะเข้าร่วมการศึกษานี้ และท่านจะได้ทดสอบทางประสาทสัมผัสในการทดลองนี้โดยทำการชิมเพื่อทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของข้าวพันธุ์ชัยนาท1 และ พิษณุโลก2 หลังการหุงต้มที่ผ่านการเติมกลิ่นลงไปเพื่อให้ใกล้เคียงข้าวหอมมะลิโดยใช้ การทดสอบเชิงพรรณนาและผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 10-12 คน ในห้องทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยภายในห้องจะแบ่งเป็นช่องเล็ก ๆ เฉพาะสำหรับผู้ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส 1 คน ท่านจะได้รับ ปากกา แบบรายงานผลการทดสอบ น้ำ 1 แก้ว และตัวอย่างข้าว จากนั้นท่านต้องชิมตัวอย่างเพื่อประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในระหว่างการประเมินนั้นท่านต้องเงียบและห้ามปรึกษาผู้ประเมินท่านอื่น ๆ ซึ่งในขั้นตอนการแปรต่างๆนั้นจะกระทำที่ ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร ซึ่งเป็นสถานที่ที่มีความสะอาด และมีเครื่องมือในการแปรรูปทุกชิ้นอยู่ในสภาพที่สะอาด และพร้อมใช้งานอยู่เสมอ ดังนั้น ผลิตภัณฑ์ที่อาสาสมัครผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยจะได้ทดสอบชิมในระหว่างการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสนั้น มีความปลอดภัยสูงมาก

ท่านจะทำอย่างไรหากท่านไม่ต้องการเข้าร่วมการศึกษา หรือหากท่านเปลี่ยนใจระหว่างเข้าร่วมศึกษา

ถ้าท่านไม่สมัครใจท่านไม่จำเป็นต้องเข้าร่วมงานวิจัยนี้ กรณีที่ท่านสมัครใจเข้าร่วมงานวิจัยแล้ว หากท่านเปลี่ยนใจไม่ทดสอบชิมต่อไปท่านสามารถถอนตัวได้ตลอดเวลาโดยที่ไม่มีผลกระทบต่อตัวท่านและข้อมูลทุกอย่างที่เกี่ยวกับตัวท่านจะถูกเก็บไว้เป็นความลับ

หากท่านมีคำถามเกี่ยวกับการศึกษานี้ท่านสามารถติดต่อใครได้บ้าง

ท่านสามารถติดต่อบุคคลดังต่อไปนี้ หากท่านมีคำถามหรือมีความวิตกกังวล

1. นาย คุณากร ขัติศรี (ผู้วิจัย) โทรศัพท์ 089-7577614
2. ผศ. ดร. เหรียญทอง สิงห์จานุสงค์ (อาจารย์ที่ปรึกษา)
3. ดร.ปวีนา น้อยทัพ (อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม)
4. ดร. อาภรณ์ จรัญรัตนศรี (อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม)

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร อ. เมือง จ. พิษณุโลก 65000 โทรศัพท์ 0-5596-2749

จธ.-01

หนังสือแสดงความยินยอมการเข้าร่วมในโครงการวิจัย

INFORMED CONSENT FORM

ข้าพเจ้านาย/นาง/นางสาว.....

ที่อยู่.....

บัตรประจำตัวประชาชน/ข้าราชการเลขที่.....

ขอให้ความยินยอมของตนเอง ที่จะเข้าเกี่ยวข้องในการวิจัยเรื่อง การปรับปรุงกลิ่นหลังการหุงต้มของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 และ พันธุ์พิษณุโลก 2 ให้ใกล้เคียงข้าวขาวดอกมะลิ 105 ซึ่งผู้วิจัยได้แก่ นายคุณากร ขัติศรี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เหรียญทอง สิงห์จานุสงค์ (อาจารย์ที่ปรึกษา) ดร. ปวีนา น้อยทัพ และ ดร. อาภรณ์ จรัญรัตนศรี (อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม) ได้อธิบายต่อข้าพเจ้าเกี่ยวกับโครงการวิจัยครั้งนี้แล้ว (ตามรายละเอียดที่แนบมากับหนังสือยินยอมนี้)

ผู้วิจัยมีความยินดีที่จะให้คำตอบต่อคำถามประการใดที่ข้าพเจ้าอาจจะมีได้ตลอดระยะเวลาการเข้าร่วมโครงการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยรับรองว่าจะเก็บข้อมูลของข้าพเจ้าเป็นความลับและจะเปิดเผยได้เฉพาะในรูปที่เป็นสรุปผลโครงการวิจัย และผู้วิจัยจะปฏิบัติในสิ่งที่ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกายหรือจิตใจแก่ข้าพเจ้าตลอดโครงการวิจัยนี้ และรับรองว่าหากเกิดอันตรายใดๆ จากโครงการวิจัยดังกล่าว ข้าพเจ้าจะได้รับการรักษาอย่างเต็มที่ โดยไม่เสียค่าใช้จ่ายใดๆ

ข้าพเจ้ายินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัยโดยสมัครใจและสามารถที่จะถอนตัวจากโครงการวิจัยนี้เมื่อใดก็ได้ โดยไม่มีผลกระทบใดๆต่อข้าพเจ้า และในกรณีที่เกิดข้อข้องใจหรือปัญหาที่ข้าพเจ้าต้องการปรึกษากับผู้วิจัย ข้าพเจ้าสามารถติดต่อกับผู้วิจัยคือนายคุณากร ขัติศรี ผู้ช่วยศาสตราจรย์ ดร. เหรียญทอง สิงห์จานุสงค์ (อาจารย์ที่ปรึกษา) ดร. ปวีนา น้อยทัพ (อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม) และ ดร. อาภรณ์ จรัญรัตนศรี (อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม) ได้ที่ ภาควิชาอุสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โทรศัพท์ 0-5596-2749 หรือ โทรสาร 0-5596-2703

ลงนาม.....ผู้ยินยอม

ลงนาม.....ผู้วิจัย

ลงนาม.....พยาน

เอกสารรับรองโครงการวิจัยในมนุษย์
คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ชื่อโครงการ	การปรับปรุงกลิ่นหลังการหุงต้มของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 และ พันธุ์พิษณุโลก 2 ให้ใกล้เคียงข้าวขาวดอกมะลิ 105 improvement of odour after cooking of Chai Nat 1 and Phitsanulok 2 rice to be similar to Khao Dawk mali 105 rice
ชื่อหัวหน้าโครงการ	ผศ.ดร.เหรียญทอง สิงห์จานุสงค์
ชื่อผู้ร่วมวิจัย	นายคุณากร ขัติศรี
เลขที่โครงการ/รหัส	50 02 04 0040
สังกัดหน่วยงาน/คณะ	เกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
การรับรอง	ขอรับรองโครงการวิจัยดังกล่าวข้างบนนี้ได้ผ่านการพิจารณาและรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ครั้งที่ 10/2550 เมื่อวันที่ 22 ตุลาคม 2550
ประเภทการรับรอง	รับรองแบบเร่งรัด

ลงนาม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิบูลย์ วัฒนาธร)
ประธานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

ภาคผนวก จ ตารางแสดงความเข้มด้านกลิ่นต่าง ๆ ในแต่ละบรรจุภัณฑ์

ตาราง 19 ความเข้มด้านกลิ่นใบเตยในข้าวทั้งสามพันธุ์ที่เก็บไว้ในหม้อหุงข้าว

ชั่วโมงที่	คะแนนความเข้ม		
	ขาวดอกมะลิ105	พิษณุโลก2	ชัยนาท1
0	3.90^{a}±1.12	4.32^{a}±1.75	4.01^{a}±1.76
1	3.64^{b}±1.09	3.61^{b}±2.10	3.58^{b}±1.67
2	3.32^{b}±0.71	3.55^{b}±1.75	3.28^{bc}±1.60
3	2.63^{b}±1.05	3.50^{b}±1.89	3.47^{b}±1.94
4	2.41^{b}±1.02	3.39^{b}±1.65	3.00^{c}±1.75
5	2.34^{b}±0.39	3.11^{bc}±1.23	2.95^{c}±1.47
6	1.97^{c}±0.71	2.32^{d}±0.55	2.60^{d}±1.34
7	2.01^{c}±0.89	2.23^{d}±0.71	2.51^{d}±1.20
8	2.04^{c}±1.03	2.21^{d}±1.26	2.47^{d}±1.60
9	1.91^{c}±0.58	2.13^{d}±1.15	2.30^{d}±1.08
10	1.75^{cd}±0.28	2.12^{d}±0.91	2.18^{de}±0.75
11	1.66^{cd}±0.13	2.13^{d}±0.64	1.88^{e}±0.35
12	1.61^{cde}±0.11	2.10^{d}±0.59	1.83^{e}±0.40

a-e อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตาราง 20 ความเข้มด้านกลิ่นสาบในข้าวทั้งสามพันธุ์ที่เก็บไว้ในหม้อหุงข้าว

ชั่วโมงที่	คะแนนความเข้ม		
	ขาวดอกมะลิ105	พิษณุโลก2	ชัยนาท1
0	2.07^{ab}±0.62	2.34^{ab}±.75	2.57^{ab}±1.31
1	2.03^{ab}±0.78	2.36^{ab}±0.80	2.60^{ab}±1.22
2	2.01^{ab}±0.54	2.23^{ab}±0.62	2.45^{abc}±1.26
3	1.94^{ab}±0.65	2.09^{ab}±1.22	2.31^{abc}±1.32
4	1.92^{ab}±0.40	1.99^{ab}±0.55	2.21^{abc}±1.07
5	1.93^{ab}±0.52	1.99^{ab}±0.71	2.13^{abc}±0.61
6	1.89^{ab}±0.50	1.97^{ab}±0.71	1.80^{abc}±0.32
7	1.83^{ab}±0.37	1.92^{ab}±0.60	1.75^{abc}±0.27
8	1.82^{ab}±1.09	1.77^{ab}±0.23	1.76^{abc}±0.24
9	1.79^{ab}±0.37	1.77^{ab}±0.47	1.90^{abc}±0.56
10	1.75^{ab}±0.34	1.68^{ab}±0.12	1.70^{bc}±0.15
11	1.69^{b}±0.17	1.64^{b}±0.05	1.67^{d}±0.11
12	1.68^{b}±0.11	1.62^{b}±0.10	1.65^{d}±0.09

a-d อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตาราง 21 ความเข้มด้านกลิ่นไข่ต้มในข้าวทั้งสามพันธุ์ที่เก็บไว้ในหม้อหุงข้าว

ชั่วโมงที่	คะแนนความเข้ม		
	ขาวดอกมะลิ105	พิษณุโลก2	ชัยนาท1
0	3.24^{a}±1.17	3.69^{a}±2.78	4.17^{a}±2.21
1	2.48^{b}±0.86	2.30^{b}±0.93	2.43^{b}±0.76
2	2.40^{b}±1.10	2.54^{b}±1.15	2.58^{b}±0.92
3	2.50^{b}±1.46	2.42^{b}±1.06	2.53^{b}±0.95
4	2.60^{b}±1.65	2.05^{b}±0.65	2.63^{b}±1.09
5	2.25^{b}±0.76	2.09^{b}±0.82	2.26^{b}±0.81
6	2.18^{bc}±0.95	2.11^{b}±0.79	2.12^{bc}±0.75
7	2.13^{bc}±0.94	1.90^{c}±0.40	2.05^{bc}±0.57
8	2.03^{c}±0.60	2.16^{b}±0.88	2.31^{b}±0.89
9	1.88^{c}±0.45	2.13^{b}±0.84	2.17^{bc}±0.81
10	1.74^{cd}±0.28	1.68^{d}±0.09	1.74^{d}±0.17
11	1.66^{d}±0.13	1.64^{d}±0.05	1.66^{d}±0.08
12	1.65^{d}±0.11	1.59^{d}±0.09	1.65^{d}±0.10

a-d ชักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตาราง 22 ความเข้มด้านกลิ่นข้าวเหนียวในข้าวทั้งสามพันธุ์ที่เก็บไว้ในหม้อหุงข้าว

ชั่วโมงที่	คะแนนความเข้ม		
	ขาวดอกมะลิ105	พิษณุโลก2	ชัยนาท1
0	3.01^{a}±1.86	3.27^{a}±2.01	3.29^{a}±2.36
1	2.50^{ab}±1.24	2.71^{ab}±1.35	2.50^{ab}±1.20
2	2.09^{bc}±0.64	2.04^{bc}±0.47	2.36^{ab}±1.34
3	2.17^{bc}±0.60	1.97^{bc}±0.48	2.34^{ab}±1.34
4	2.17^{bc}±0.76	1.92^{bc}±0.56	2.24^{ab}±1.36
5	2.15^{bc}±0.70	1.90^{bc}±1.21	2.17^{ab}±1.50
6	2.12^{bc}±0.82	1.89^{bc}±0.57	2.16^{ab}±1.08
7	1.88^{bc}±0.21	1.86^{bc}±0.62	1.94^{b}±0.65
8	1.82^{bc}±0.32	1.80^{bc}±0.47	1.90^{b}±0.68
9	1.70^{bc}±0.11	1.72^{bc}±0.90	1.82^{b}±0.40
10	1.63^{c}±0.05	1.64^{c}±0.05	1.70^{b}±0.12
11	1.61^{c}±0.03	1.64^{c}±0.05	1.62^{b}±0.06
12	1.60^{c}±0.06	1.62^{c}±0.04	1.65^{b}±0.10

a-b อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตาราง 23 ความเข้มด้านกลิ่นใบเตยในข้าวทั้งสามพันธุ์ที่เก็บไว้ในถุงพลาสติก

ชั่วโมงที่	คะแนนความเข้ม		
	ขาวดอกมะลิ105	พิษณุโลก2	ชัยนาท1
0	4.04^{a}±1.27	4.32^{a}±1.75	4.16^{a}±1.17
1	3.93^{a}±1.29	4.12^{ab}±1.28	3.63^{ab}±1.40
2	3.91^{a}±1.16	3.91^{ab}±1.00	3.06^{bc}±1.26
3	3.67^{ab}±1.10	3.52^{b}±1.25	2.09^{bc}±1.22
4	3.43^{bc}±1.40	3.40^{b}±1.60	3.12^{bc}±1.78
5	2.71^{c}±0.81	3.18^{bc}±1.20	3.29^{bc}±1.62
6	2.58^{c}±0.39	2.78^{c}±1.14	2.93^{c}±1.29
7	2.57^{c}±1.14	2.61^{c}±0.90	2.71^{c}±1.43
8	2.27^{d}±1.29	2.48^{cd}±1.04	2.59^{d}±1.37
9	1.85^{e}±0.62	2.41^{cd}±0.82	2.57^{d}±1.50
10	1.78^{e}±0.31	2.23^{de}±0.62	2.43^{d}±1.04
11	1.68^{ef}±0.13	1.84^{f}±0.25	2.09^{e}±0.68
12	1.63^{f}±0.05	1.69^{f}±0.12	1.85^{e}±0.36

a-f อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตาราง 24 ความเข้มด้านกลิ่นสาบในข้าวทั้งสามพันธุ์ที่เก็บไว้ในถุงพลาสติก

ชั่วโมงที่	คะแนนความเข้ม		
	ขาวดอกมะลิ105 ^{ns}	พิษณุโลก2	ชัยนาท1
0	2.01±0.22	2.34^{a}±0.75	2.26^{a}±1.05
1	2.00±0.49	2.40^{a}±0.35	2.18^{a}±1.42
2	1.92±0.48	2.36^{a}±0.51	2.06^{ab}±0.99
3	1.85±0.43	2.26^{ab}±0.69	2.05^{ab}±0.63
4	1.86±0.53	2.18^{ab}±1.59	2.00^{ab}±0.36
5	1.85±0.48	2.15^{ab}±0.81	1.97^{ab}±0.54
6	1.87±1.05	2.18^{ab}±0.75	1.95^{ab}±0.60
7	1.80±1.31	2.09^{ab}±0.93	1.96^{ab}±1.22
8	1.82±0.42	2.07^{ab}±0.74	1.88^{ab}±0.40
9	1.87±0.43	1.96^{ab}±0.61	1.86^{ab}±0.37
10	1.77±0.29	1.89^{b}±0.41	1.79^{ab}±0.30
11	1.67±0.12	1.80^{b}±0.32	1.70^{bc}±0.16
12	1.70±0.28	1.69^{c}±0.17	1.63^{c}±0.07

a-c อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ns ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตาราง 25 ความเข้มด้านกลิ่นไข่ต้มในข้าวทั้งสามพันธุ์ที่เก็บไว้ในถุงพลาสติก

ชั่วโมงที่	คะแนนความเข้ม		
	ขาวดอกมะลิ105	พิษณุโลก2	ชัยนาท1
0	3.14^{a}±1.64	3.69^{a}±2.78	3.80^{a}±1.22
1	3.04^{a}±0.95	3.45^{a}±1.76	3.69^{a}±1.57
2	2.90^{a}±1.45	3.19^{ab}±1.42	3.32^{ab}±1.66
3	2.90^{a}±1.79	3.08^{ab}±1.21	3.21^{ab}±1.13
4	2.86^{ab}±1.14	3.07^{ab}±1.33	3.20^{ab}±1.68
5	2.85^{ab}±1.31	2.99^{ab}±1.69	2.99^{bc}±1.41
6	2.81^{ab}±1.24	2.96^{ab}±0.83	2.65^{c}±0.94
7	2.87^{bc}±0.68	2.94^{ab}±1.50	2.52^{c}±1.85
8	2.80^{bc}±1.05	2.69^{bc}±1.44	2.46^{c}±1.37
9	2.13^{bc}±0.73	2.35^{bc}±0.90	2.16^{cd}±1.14
10	1.80^{c}±0.30	2.13^{cd}±0.77	2.01^{cd}±0.51
11	1.68^{c}±0.13	1.83^{cd}±0.33	1.79^{d}±0.23
12	1.62^{c}±0.04	1.66^{d}±0.13	1.70^{d}±0.19

a-d อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตาราง 26 ความเข้มด้านกลิ่นข้าวเหนียวในข้าวทั้งสามพันธุ์ที่เก็บไว้ในถุงพลาสติก

ชั่วโมงที่	คะแนนความเข้ม		
	ขาวดอกมะลิ105	พิษณุโลก2	ชัยนาท1 [ns]
0	2.16[a]±0.75	3.27[a]±2.01	2.80±1.12
1	2.10[a]±0.60	2.31[b]±1.08	2.77±1.44
2	2.27[a]±0.85	2.21[b]±0.67	2.64±1.65
3	2.20[a]±0.95	2.25[b]±1.01	2.54±1.63
4	2.13[ab]±2.15	2.14[b]±2.15	2.52±1.75
5	2.12[ab]±1.15	2.05[bc]±0.64	2.35±1.28
6	2.01[ab]±0.86	1.98[bc]±0.62	2.33±1.32
7	1.96[ab]±0.83	2.05[bc]±0.74	2.20±1.36
8	1.90[b]±0.50	2.04[bc]±0.70	2.18±1.07
9	1.81[b]±0.34	2.00[bc]±0.71	2.11±1.27
10	1.77[b]±0.35	1.97[bc]±0.62	2.04±0.88
11	1.74[b]±0.28	1.84[cd]±0.42	2.18±0.29
12	1.73[b]±0.29	1.71[d]±0.16	1.75±0.28

a-d อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ns ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตาราง 27 ความเข้มด้านกลิ่นใบเตยในข้าวทั้งสามพันธุ์ที่เก็บไว้ในกล่องพลาสติก

ชั่วโมงที่	คะแนนความเข้ม		
	ขาวดอกมะลิ105	พิษณุโลก2	ชัยนาท1
0	4.05^{a}±1.98	4.32^{a}±1.75	4.14^{a}±1.22
1	3.94^{a}±2.43	4.29^{a}±1.46	3.94^{a}±1.27
2	3.97^{a}±1.70	4.05^{ab}±1.46	3.07^{b}±1.25
3	3.90^{a}±1.95	3.62^{b}±1.48	2.85^{b}±1.48
4	3.18^{ab}±1.60	3.38^{b}±1.54	2.74^{b}±1.30
5	3.26^{bc}±0.81	3.12^{b}±1.64	2.79^{b}±1.33
6	3.10^{bc}±1.65	2.93^{bc}±1.15	2.73^{b}±1.24
7	3.04^{c}±0.96	2.83^{bc}±1.46	2.70^{b}±1.46
8	3.04^{c}±0.70	2.79^{bc}±1.31	2.71^{b}±1.15
9	2.99^{c}±0.57	2.54^{c}±1.15	2.50^{c}±1.48
10	2.38^{d}±0.26	2.46^{cd}±0.76	2.29^{d}±0.74
11	1.97^{e}±0.10	2.12^{d}±0.48	1.91^{e}±0.36
12	1.73^{f}±0.05	0.37^{e}±0.31	1.73^{e}±0.16

a-f อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตาราง 28 ความเข้มด้านกลิ่นสาบในข้าวทั้งสามพันธุ์ที่เก็บไว้ในกล่องพลาสติก

ชั่วโมงที่	คะแนนความเข้ม		
	ขาวดอกมะลิ105 ^{ns}	พิษณุโลก2	ชัยนาท1
0	2.25±1.12	2.34^{a}±0.75	2.35^{a}±1.16
1	2.19±1.02	2.29^{a}±0.99	2.30^{a}±2.62
2	2.26±1.07	2.22^{ab}±1.17	2.27^{a}±1.72
3	2.12±0.91	2.19^{ab}±1.03	2.21^{a}±1.16
4	2.05±0.91	2.18^{ab}±0.59	2.18^{ab}±1.29
5	2.06±0.84	2.16^{ab}±1.63	2.17^{ab}±0.88
6	1.99±0.75	2.11^{ab}±0.81	1.77^{c}±0.19
7	1.89±0.54	2.60^{ab}±0.93	1.75^{c}±1.21
8	1.77±0.34	1.75^{c}±0.24	1.76^{c}±0.34
9	1.76±0.25	1.82^{bc}±0.28	1.79^{c}±0.32
10	1.76±0.29	1.74^{c}±0.18	1.75^{c}±0.27
11	1.67±0.13	1.68^{c}±0.10	1.68^{cd}±0.12
12	1.62±0.04	1.64^{c}±0.07	1.64^{d}±0.05

a-d อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ns ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตาราง 29 ความเข้มด้านกลิ่นไข่ต้มในข้าวทั้งสามพันธุ์ที่เก็บไว้ในกล่องพลาสติก

ชั่วโมงที่	คะแนนความเข้ม		
	ขาวดอกมะลิ105	พิษณุโลก2	ชัยนาท1
0	$3.88^{a}\pm1.25$	$3.99^{a}\pm2.78$	$4.28^{a}\pm2.01$
1	$3.74^{a}\pm1.93$	$4.00^{a}\pm2.33$	$4.16^{a}\pm2.28$
2	$3.49^{ab}\pm1.95$	$3.96^{a}\pm1.54$	$3.43^{ab}\pm1.80$
3	$3.16^{b}\pm1.62$	$3.89^{ab}\pm2.09$	$3.28^{b}\pm1.12$
4	$3.01^{b}\pm1.40$	$3.65^{b}\pm1.12$	$3.11^{b}\pm1.22$
5	$3.00^{b}\pm1.26$	$3.54^{b}\pm1.14$	$3.11^{b}\pm1.49$
6	$2.55^{bc}\pm1.43$	$2.88^{c}\pm1.23$	$2.89^{bc}\pm1.12$
7	$2.41^{c}\pm1.01$	$2.79^{c}\pm1.24$	$2.73^{bc}\pm1.58$
8	$2.37^{c}\pm1.10$	$2.61^{cd}\pm1.28$	$2.71^{bc}\pm1.05$
9	$2.31^{c}\pm1.08$	$2.39^{d}\pm1.22$	$2.53^{c}\pm1.39$
10	$1.90^{d}\pm0.42$	$2.15^{d}\pm0.69$	$1.84^{d}\pm0.36$
11	$1.69^{e}\pm0.14$	$1.79^{e}\pm0.20$	$1.72^{d}\pm0.15$
12	$1.62^{e}\pm0.04$	$1.64^{e}\pm0.07$	$1.65^{d}\pm0.05$

a-e อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$)

ตาราง 30 ความเข้มด้านกลิ่นข้าวเหนียวในข้าวทั้งสามพันธุ์ที่เก็บไว้ในกล่องพลาสติก

ชั่วโมงที่	คะแนนความเข้ม		
	ขาวดอกมะลิ105	พิษณุโลก2	ชัยนาท1
0	3.24^{a}±1.42	3.27^{a}±2.01	3.14^{a}±1.42
1	3.21^{a}±0.88	2.96^{ab}±1.68	3.05^{a}±2.03
2	3.10^{a}±1.35	2.89^{ab}±1.38	2.72^{ab}±1.78
3	2.44^{b}±1.24	2.84^{ab}±0.80	2.45^{b}±1.63
4	2.37^{b}±0.61	2.78^{ab}±1.89	2.39^{b}±1.38
5	2.20^{bc}±1.23	2.42^{bc}±1.34	2.16^{bc}±1.54
6	2.17^{bc}±1.20	2.12^{cd}±1.54	2.12^{bc}±0.91
7	1.96^{c}±0.50	2.09^{cd}±0.91	2.11^{bc}±1.02
8	1.75^{cd}±0.29	1.98^{cd}±0.68	2.08^{bc}±1.18
9	1.79^{cd}±0.23	1.90^{cd}±0.88	1.81^{d}±1.22
10	1.68^{d}±0.13	1.82^{cd}±0.38	1.76^{d}±0.29
11	1.62^{d}±0.04	1.71^{d}±0.18	1.68^{d}±0.13
12	1.60^{d}±0	1.63^{e}±0.07	1.63^{e}±0.05

a-e อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)