ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์คุณภาพของเมล็ดข้าว

1. ความกว้าง ยาว อัตราส่วนความยาวต่อความกว้างเมล็ด (Adair *et al.,* 1966)

อุปกรณ์

เวอร์เนียร์

วิธีการ

สุ่มข้าวสารวัดความกว้าง ยาว (มิลลิเมตร) ตัวอย่างละ 10 เมล็ด จำนวน 3 ซ้ำ คิดค่าเฉลี่ยแล้วคำนวณหาอัตราส่วนความยาวต่อความกว้าง

2. น้ำหนักเมล็ด (เครือวัลย์ อัตตะวิริยะสุข, 2534)

อุปกรณ์

เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง

วิธีการ

สุ่มข้าวสารตัวอย่างละ 100 เมล็ด ชั่งน้ำหนัก (กรัม) จำนวน 3 ซ้ำ คิดค่าเฉลี่ย แล้วคำนวณและรายงานผลในรูปน้ำหนักต่อ 100 เมล็ด

3. การยืดตัวของเมล็ดข้าวสุก (Juliano and Perez, 1984)

อุปกรณ์

เวอร์เนียร์

วิธีการ

สุ่มข้าวสารและข้าวสุกตัวอย่างละ 10 เมล็ด วัดความยาว (มิลลิเมตร) จำนวน 3 ซ้ำ คิดค่าเฉลี่ยแล้วคำนวณหาอัตราการยืดตัวของเมล็ด

$$\text{อัตราการยืดตัวของเมล็ด} = \frac{\text{ความยาวเฉลี่ยของข้าวสุก 10 เมล็ด}}{\text{ความยาวเฉลี่ยของข้าวสาร 10 เมล็ด}}$$

4. เนื้อสัมผัสข้าวสุก (Juliano, 1985)

อุปกรณ์

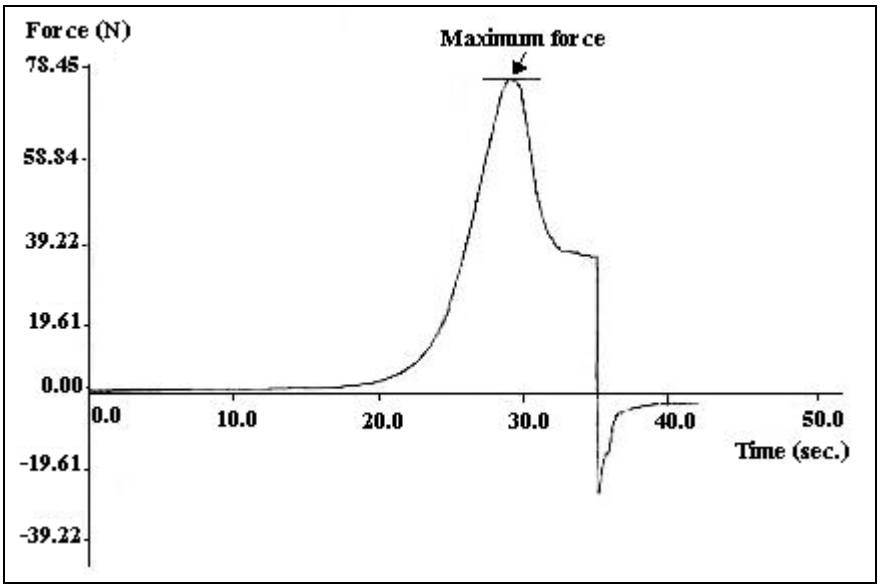
เครื่อง Texture analyzer รุ่น TA-XT2

วิธีการ

1. เลือกโปรแกรม Texture expert English
2. ใช้หัววัด 5-blade kramer shear ความเร็วของหัววัดขณะทดสอบ 2

มิลลิเมตร/วินาที, ความเร็วของหัววัดหลังการทดสอบ 10 มิลลิเมตร/วินาที กดตัวอย่างลงเป็นระยะทาง 70 มิลลิเมตร

3. ใส่ข้าวสุกจำนวน 50 กรัม ลงในเซลล์
4. อ่านค่า Maximum force (hardness) ดังภาพผนวกที่ 1



ภาพผนวกที่ 1 การอ่านค่า Maximum force (hardness) ของข้าวสุกจากเครื่อง Texture analyzer

5. ความชื้น (A.O.A.C, 2002)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ตู้อบลมร้อน (hot-air oven)
2. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง

3. เดซิกเคเตอร์ (desiccator)
4. เครื่องสับผสม (blender)
5. ภาชนะอะลูมิเนียมมีฝาปิด (moisture can)
6. ตะแกรงร่อนขนาด 100 mesh

วิธีการ

1. บดเมล็ดข้าวสารด้วยเครื่องสับผสมแล้วร่อนผ่านตะแกรง
2. ชั่งตัวอย่างประมาณ 2 กรัมให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนในภาชนะอะลูมิเนียมมีฝาปิดที่ผ่านการอบจนได้น้ำหนักคงที่
3. อบเปิดฝาในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 130˚ซ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
4. ปิดฝาทิ้งให้เย็นในเดซิกเคเตอร์ แล้วชั่งให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน
5. คำนวณปริมาณความชื้นจากสูตร

$$\text{ความชื้น (ร้อยละ)} = \frac{(B - C)}{A} \times 100$$

เมื่อ A = น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ
B = น้ำหนักตัวอย่างรวมภาชนะก่อนอบ
C = น้ำหนักตัวอย่างรวมภาชนะหลังอบ

6. ปริมาณอะมิโลส (Juliano, 1971)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่อง Spectrophotometer ยี่ห้อ Jasco รุ่น V530
2. เครื่องกวนแม่เหล็กไฟฟ้า (megnetic stirrer)
3. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง
4. เครื่องสับผสม (blender)
5. ตะแกรงร่อนขนาด 100 mesh
6. ขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร
7. Volumetric pipette ขนาด 1, 2, 3, 4, 5 มิลลิลิตร
8. ปิเปตขนาด 1-10 มิลลิลิตร

สารเคมี

1. สารละลายเอทธานอลร้อยละ 95
2. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1 โมลาร์
3. สารละลายกรดอะซิติกเข้มข้น 1 โมลาร์
4. สารละลายไอโอดีน (ไอโอดีน 0.2 กรัม และโปแตสเซียมไอโอไดด์ 2.0 กรัม ในสารละลาย 100 มิลลิลิตร)
5. อะมิโลสบริสุทธิ์

วิธีการ

<u>การเตรียมสารละลายมาตรฐานอะมิโลส</u>

1. ชั่งอะมิโลสบริสุทธิ์ 0.040 กรัม ใส่ในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร
2. เติมสารละลายเอทธานอลร้อยละ 95 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร เขย่าเบาๆ อย่าให้อะมิโลสเกาะผนังขวด
3. เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1 โมลาร์ ปริมาตร 9 มิลลิลิตร
4. กวนของเหลวในขวดด้วยเครื่องกวนแม่เหล็กไฟฟ้านาน 10 นาที
5. นำแท่งแม่เหล็กออกและล้างส่วนที่ติดมากลับไปในขวดด้วยน้ำกลั่นแล้ว

ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร เขย่าให้ละลายเข้ากัน

<u>การเตรียมตัวอย่าง</u>

1. บดเมล็ดข้าวด้วยเครื่องสับผสม แล้วร่อนผ่านตะแกรง
2. ชั่งตัวอย่าง 0.1000 กรัม ใส่ในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร
3. เติมสารตามขั้นตอนการเตรียมสารละลายมาตรฐานอะมิโลสข้อ 2-5

<u>การวิเคราะห์ตัวอย่าง</u>

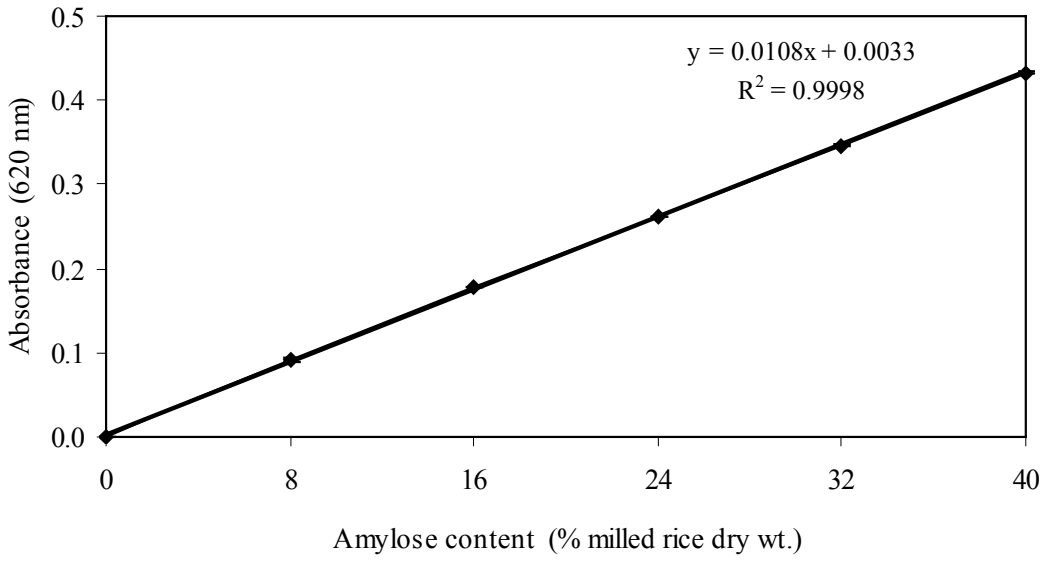
1. ปิเปตสารละลายจากการเตรียมตัวอย่าง ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร
2. เติมน้ำกลั่นประมาณ 70 มิลลิลิตร
3. ปิเปตสารละลายกรดอะซิติกเข้มข้น 1 โมลาร์ ปริมาตร 1 มิลลิลิตร
4. ปิเปตสารละลายไอโอดีน 2 มิลลิลิตร
5. ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 100 มิลลิลิตร เขย่าและตั้งทิ้งไว้ 20 นาที
6. ทำแบลงค์เช่นเดียวกับการวิเคราะห์ตัวอย่างแต่ไม่ใส่สารตัวอย่าง
7. วัดความเข้มสีของสารละลายโดยใช้ เครื่อง Spectrophotometer วัดค่าการ

ดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร โดยปรับค่าสารละลายแบลงค์เท่ากับศูนย์

8. นำค่าดูดกลืนแสงที่ได้ไปหาปริมาณอะมิโลส โดยเทียบจากกราฟมาตรฐาน

<u>การเตรียมกราฟมาตรฐาน</u>

1. ปิเปตสารละลายจากการเตรียมสารละลายมาตรฐานอะมิโลสปริมาตร 1, 2, 3, 4 และ 5 มิลลิลิตร ลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร
2. เติมน้ำกลั่นประมาณ 70 มิลลิลิตร
3. ปิเปตสารละลายกรดอะซิติกเข้มข้น 1 โมลาร์ ปริมาตร 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดที่มีสารละลายมาตรฐาน ตามลำดับ
4. ปิเปตสารละลายไอโอดีน 2 มิลลิลิตร
5. ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 100 มิลลิลิตร เขย่าและตั้งทิ้งไว้ 20 นาที
6. วัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐานที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร และเขียนกราฟระหว่างปริมาณอะมิโลส (กรัม/แป้งข้าว 100 กรัม) คิดเป็นร้อยละ 8, 16, 24, 32 และ 40 กับค่าดูดกลืนแสง (ภาพผนวกที่ 2)



ภาพผนวกที่ 2 กราฟมาตรฐานระหว่างปริมาณอะมิโลส (กรัม/แป้งข้าว 100 กรัม) กับค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร

Standard curve of amylose content at wavelength 620 nm

7. กิจกรรมจำเพาะของเอนไซม์ไลพอกซีจิเนส (ดัดแปลงจาก Theerakulkait and Barrett, 1995)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่อง Spectrophotometer ยี่ห้อ Jasco รุ่น V530
2. เครื่องหมุนเหวี่ยงควบคุมอุณหภูมิ ยี่ห้อ Sorvall รุ่น RC 5 B plus
3. เครื่องกวนแม่เหล็กไฟฟ้า (megnetic stirrer)
4. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง
5. เครื่องสับผสม (blender)
6. เครื่อง Vortex
7. บีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร
8. ปิเปตขนาด 1, 2, 5 มิลลิลิตร

สารเคมี

1. ไนโตรเจนเหลว
2. สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์เข้มข้น 0.2 โมลาร์ (pH 7.0)
3. สารละลายสับสเตรทเข้มข้น 0.1 โมลาร์: ปิเปตน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร, Tween-20 ปริมาตร 157.2 ไมโครลิตร และกรดลิโนเลอิก ปริมาตร 157.2 ไมโครลิตร กวนให้เข้ากันด้วยเครื่องกวนแม่เหล็กไฟฟ้า แล้วเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1 นอร์มาล จนได้สารละลายใส ปรับปริมาตรเป็น 200 มิลลิลิตรด้วยสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์เข้มข้น 0.2 โมลาร์ (pH 7.0)
4. สารละลาย Bovine serum albumin เข้มข้น 200, 400, 600, 800 และ 1,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.15 โมลาร์
5. สารละลายทดสอบโปรตีน: ละลาย Coomassie brilliant blue G-250 ปริมาณ 100 มิลลิกรัม ในสารละลายเอทธานอลเข้มข้นร้อยละ 95 ปริมาตร 50 มิลลิลิตร เติมกรดฟอสฟอริกเข้มข้นร้อยละ 85 ปริมาตร 100 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรเป็น 1,000 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น

วิธีการ

<u>การเตรียมตัวอย่าง</u>

แช่เมล็ดข้าวในไนโตรเจนเหลวและบดเป็นผงด้วยเครื่องสับผสม ในระหว่างบดจะเติมไนโตรเจนเหลวเป็นระยะๆ เพื่อป้องกันไม่ให้อุณหภูมิตัวอย่างขณะบดเกิน -35°ซ แล้วบรรจุข้าวผงที่ได้ในถุงไนลอนและนำไปเก็บที่อุณหภูมิ -20°ซ

<u>การสกัดเอนไซม์ไลพอกซีจิเนส</u>

1. ชั่งตัวอย่าง 40 กรัม ผสมกับสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์เข้มข้น 0.2โมลาร์ (pH 7.0) ที่แช่เย็นปริมาตร 60 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร

2. กวนให้เข้ากันด้วยเครื่องกวนแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นเวลา 30 นาที ขณะกวนให้

หล่อเย็นด้วยน้ำแข็งบดผสมเกลือเพื่อควบคุมอุณหภูมิในการสกัดให้ต่ำกว่า 4 ˚ซ

3. เหวี่ยงแยกด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยงควบคุมอุณหภูมิที่ 4˚ซ ที่ความเร็วรอบเท่ากับ 10,000 x g เป็นเวลา 45 นาที

4. ส่วนใสที่ได้คือสารละลายเอนไซม์ (crude extract)

<u>การวิเคราะห์กิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซีจิเนส</u>

1. ปิเปตสารละลายเอนไซม์ 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลอง

2. เติมสารละลายสับสเตรทเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ปริมาตร 2 มิลลิลิตร

3. วัดค่าการเปลี่ยนแปลงค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 234 นาโนเมตร โดย 1 หน่วยเอนไซม์ หมายถึง ความสามารถของเอนไซม์ในการใช้สับสเตรทแล้วได้สารซึ่งทำให้ค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 234 นาโนเมตร เปลี่ยนแปลงไป 0.001 ต่อนาที ที่อุณหภูมิ 25˚ซ (pH 7.0)

<u>การหาปริมาณโปรตีน</u> (Bradford, 1976)

1. ปิเปตสารละลายเอนไซม์ 0.1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลอง

2. ทำแบลงค์โดยใช้สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์เข้มข้น 0.2 โมลาร์ (pH 7) ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตรแทนสารละลายเอนไซม์

3. เติมสารละลายทดสอบโปรตีน ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วย

Vortex ปล่อยให้เกิดปฏิกิริยานาน 2 นาที

4. วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 595 นาโนเมตร โดยปรับค่าสารละลายแบลงค์เท่ากับศูนย์

5. นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปหาปริมาณโปรตีน โดยเทียบจากกราฟมาตรฐาน

<u>การเตรียมกราฟมาตรฐานของสารละลายโปรตีน</u>

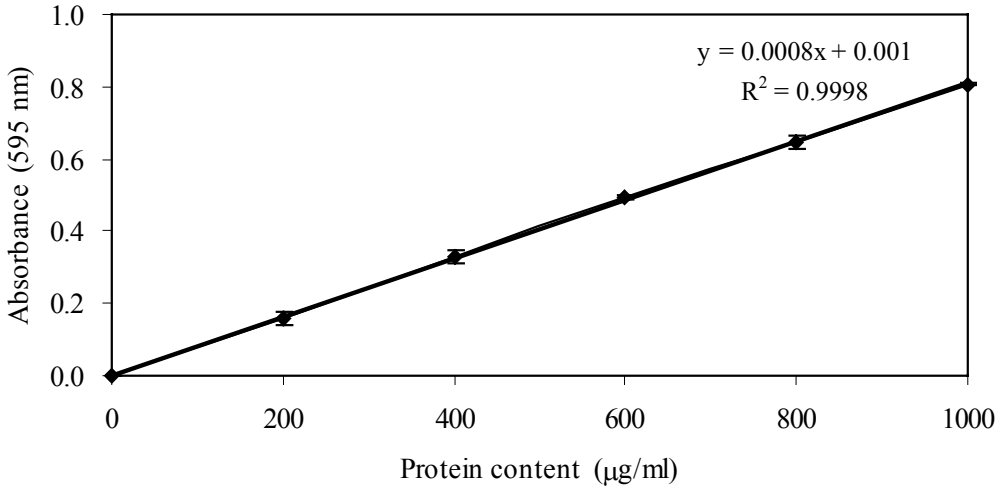
1. ปิเปตสารละลาย Bovine serum albumin เข้มข้น 200, 400, 600, 800 และ 1,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ เข้มข้น 0.15 โมลาร์ ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตรใส่ในหลอดทดลอง

2. เติมสารละลายทดสอบโปรตีน ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน

ด้วย

Vortex ปล่อยให้เกิดปฏิกิริยา 2 นาที

3. วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 595 นาโนเมตร และเขียนกราฟระหว่างปริมาณโปรตีน (ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) กับค่าการดูดกลืนแสง (ภาพผนวกที่ 3)



ภาพผนวกที่ 3 กราฟมาตรฐานระหว่างปริมาณโปรตีน (ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) กับค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 595 นาโนเมตร

Standard curve of protein content at wavelength 595 nm

<u>การคำนวณกิจกรรมจำเพาะของเอนไซม์ไลพอกซีจิเนส</u>

กิจกรรมจำเพาะของเอนไซม์ (หน่วย/มิลลิกรัมโปรตีน) = <u>หน่วยกิจกรรมของเอนไซม์</u> (หน่วย/มิลลิลิตร) / ปริมาณโปรตีน (มิลลิกรัม/มิลลิลิตร)

8. การเกิดเจลาติไนซ์ (Teo *et al*., 2000)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่อง Differential Scanning Calorimeter (DSC) ยี่ห้อ Perkin Elmer รุ่น

DSC7

2. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง
3. เครื่องสับผสม (blender)
4. ตะแกรงร่อนขนาด 100 mesh

วิธีการ

1. บดเมล็ดข้าวด้วยเครื่องบดแล้วร่อนผ่านตะแกรง (ตัวอย่างข้าวสุกจะถูก

นำไปแช่ในอะซิโตนแล้วกรอง อบแห้งในตู้อบไฟฟ้าอุณหภูมิ 40˚ซ นาน 24 ชั่วโมง)

2. ชั่งน้ำหนักประมาณ 2 มิลลิกรัม และเติมน้ำกลั่นประมาณ 6 มิลลิกรัม ให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนในถ้วยอะลูมิเนียม
3. ปิดผนึกถ้วยอะลูมิเนียมแล้วทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 1 ชั่วโมง
4. ตั้งช่วงอุณหภูมิในการทดสอบอยู่ระหว่าง 25-180˚ซ โดยใช้อัตราเร็วในการให้ความร้อน 10˚ซ ต่อนาที
5. อ่านช่วงอุณหภูมิเจลาติไนซ์และค่าพลังงานที่ใช้ในการเกิดเจลาติไนเซชัน

จากเทอร์โมแกรม (T_o = onset temperature, T_p = peak gelatinization temperature, T_c = conclusion temperature และ ΔH = melting enthalpy)

9. โครงสร้างผลึก (Kim *et al*., 2001)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่อง X-Ray Diffractometer (XRD) ยี่ห้อ PHILIPS รุ่น X'pert MPD
2. เครื่องสับผสม (blender)
3. ตะแกรงร่อนขนาด 100 mesh

วิธีการ

1. บดเมล็ดข้าวด้วยเครื่องบด แล้วร่อนผ่านตะแกรง (ตัวอย่างข้าวสุกจะถูกนำไปแช่ในอะซิโตนแล้วกรอง อบแห้งในตู้อบไฟฟ้าอุณหภูมิ 40˚ซ นาน 24 ชั่วโมง)
2. บรรจุแป้งข้าวในเซลล์ตัวอย่าง
3. ตั้งค่ามุม (2θ) อยู่ระหว่าง 4.00-38.97 ˚ (40 kV, 30 mA, λ_{Cu} = 1.5406 Å)

4. คำนวณร้อยละของผลึกจากสัดส่วนของพื้นที่ใต้กราฟต่อพื้นที่ทั้งหมด

10. โครงสร้างจุลภาค (Kato *et al*., 2000)

เครื่องมือและอุปกรณ์

เครื่อง Scanning Electron Microscope (SEM) ยี่ห้อ JEOL รุ่น JSM5800LV

สารเคมี

1. สารละลายกลูตารัลดีไฮด์ร้อยละ 2.5 ละลายในสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์เข้มข้น 0.2 โมลาร์ (pH 7.2)
2. สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์เข้มข้น 0.2 โมลาร์ (pH 7.2)
3. สารละลายซูโครสเข้มข้น 0.25 โมลาร์
4. สารละลายออสเมียมเตตราออกไซด์เข้มข้น 1.0 โมลาร์ ในสารละลายมิลโลนิคบัฟเฟอร์เข้มข้น 0.2 โมลาร์ (pH 7.3)
5. สารละลายเอทธานอลเข้มข้นร้อยละ 50, 70, 80, 90 และ Absolute ethanol (purity ≥ 99.5%)

วิธีการ

<u>การเตรียมตัวอย่าง</u>

1. แช่เมล็ดข้าวในสารละลายกลูตารัลดีไฮด์ร้อยละ 2.5 ละลายในสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์เข้มข้น 0.2 โมลาร์ (pH 7.2) นาน 3 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง
2. ล้างด้วยสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์เข้มข้น 0.2 โมลาร์ (pH 7.2) 2-3 ครั้ง
3. แช่ในสารละลายผสมระหว่างฟอสเฟตบัฟเฟอร์เข้มข้น 0.2 โมลาร์ (pH 7.2) และสารละลายซูโครสเข้มข้น 0.25 โมลาร์ ที่อุณหภูมิ 5 °ซ นาน 12 ชั่วโมง
4. แช่ในสารละลายออสเมียมเตตราออกไซด์เข้มข้น 1.0 โมลาร์ ในสารละลายมิลโลนิคบัฟเฟอร์เข้มข้น 0.2 โมลาร์ (pH 7.3)
5. แช่ในสารละลายเอทธานอลเข้มข้นร้อยละ 50, 70, 80, 90 และ Absolute ethanol ตามลำดับ โดยทำซ้ำ 2 ครั้งในแต่ละความเข้มข้น นานครั้งละ 15 นาที
6. ตัดเมล็ดข้าวตามขวางชิ้นละประมาณ 2 มิลลิเมตร
7. ทำแห้งด้วยวิธี Critical-point-dried in CO_2 แล้วฉาบผิวหน้าชิ้นตัวอย่างด้วยวิธี Ionspatter-coated with gold
8. นำตัวอย่างที่ผ่านการเตรียมตัวอย่างแล้วมาส่องผ่านกล้อง Scanning Electron

Microscope (SEM) ที่กำลังขยายเท่ากับ 40 และ 5000 เท่า เพื่อตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคทั้งในข้าวดิบและสุก โดยกำหนดค่า kV = 10

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์และโครมาโตแกรมสารที่ระเหยได้ในข้าวขาวดอกมะลิ 105

1. การวิเคราะห์ชนิดสารที่ระเหยได้ในข้าวขาวดอกมะลิ 105

1.1 วิธีการสกัดสารที่ระเหยได้ในข้าวสาร (ดัดแปลงจาก Mahatheeranont *et al.,* 2001)

1. แช่เมล็ดข้าวในไนโตรเจนเหลวและบดเป็นผงด้วยเครื่องสับผสม (blender) ในระหว่างบดจะเติมไนโตรเจนเหลวเป็นระยะๆ แล้วบรรจุข้าวผงที่ได้ในถุงไนลอนและนำไปเก็บที่อุณหภูมิ -20°ซ
2. ชั่งข้าวผง 10 กรัม ใส่ในขวดดูแรนขนาด 100 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นปริมาตร 40 มิลลิลิตร
3. กวนสารละลายด้วยเครื่องกวนแม่เหล็กไฟฟ้า เป็นเวลานาน 30 นาที
4. กรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 4 แยกเอาเฉพาะส่วนใสใส่ในขวดดูแรนขนาด 100 มิลลิลิตร
5. เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1 นอร์มาล ปริมาตร 2 มิลลิลิตร แล้วเติมไดคลอโรมีเทนทันที ปริมาตร 50 มิลลิลิตร (สกัดซ้ำ 2 ครั้ง)
6. กวนสารละลายด้วยเครื่องกวนแม่เหล็กไฟฟ้า เป็นเวลานาน 30 นาที ปล่อยให้แยกชั้นเพื่อปิเปตเอาเฉพาะส่วนที่เป็นตัวทำละลาย
7. แช่แข็งตัวทำละลายที่แยกได้ที่อุณหภูมิ -20 °ซ ข้ามคืนเพื่อกำจัดน้ำที่อยู่ใน

ส่วนตัวทำละลาย

8. กรองขณะเย็นผ่านกระดาษกรองเบอร์ 1
9. ระเหยเอาตัวทำละลายออกโดยใช้ก๊าซไนโตรเจนจนเหลือสารสกัดเข้มข้น

สุดท้ายมีปริมาตรเท่ากับ 0.1 มิลลิลิตร

10. นำสารที่สกัดได้มาวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC-MS (สภาวะของเครื่องดังแสดง

ในรายละเอียดในตารางภาคผนวกที่ 1)

1.2 วิธีการสกัดสารที่ระเหยได้ในข้าวสุก (ดัดแปลงจาก Mahatheeranont *et al.,* 2001)

1. แช่เมล็ดข้าวในไนโตรเจนเหลวและบดเป็นผงด้วยเครื่องสับผสม (blender) ในระหว่างบดจะเติมไนโตรเจนเหลวเป็นระยะๆ แล้วบรรจุข้าวผงที่ได้ในถุงไนลอนและนำไปเก็บที่อุณหภูมิ -20°ซ
2. ชั่งข้าวผง 10 กรัม ใส่ในขวดดูแรนขนาด 100 มิลลิลิตร
3. เติมน้ำกลั่นปริมาตร 40 มิลลิลิตร
4. กวนสารละลายด้วยเครื่องกวนแม่เหล็กไฟฟ้า เป็นเวลานาน 30 นาที
5. เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1 นอร์มาล ปริมาตร 2 มิลลิลิตร แล้วเติมไดคลอโรมีเทนทันที ปริมาตร 50 มิลลิลิตร (สกัดซ้ำ 2 ครั้ง)
6. กวนสารละลายด้วยเครื่องกวนแม่เหล็กไฟฟ้า เป็นเวลานาน 30 นาที ปล่อยให้แยกชั้นเพื่อปิเปตเอาเฉพาะส่วนที่เป็นตัวทำละลาย
7. แช่แข็งตัวทำละลายที่แยกได้ที่อุณหภูมิ -20°ซ ข้ามคืนเพื่อกำจัดน้ำที่อยู่ใน

ส่วนตัวทำละลาย

8. กรองขณะเย็นผ่านกระดาษกรองเบอร์ 1
9. ระเหยเอาตัวทำละลายออกโดยใช้ก๊าซไนโตรเจนจนเหลือสารสกัดเข้มข้น

สุดท้ายมีปริมาตรเท่ากับ 0.1 มิลลิลิตร

10. นำสารที่สกัดได้มาวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC-MS (สภาวะของเครื่องดังแสดง

ในรายละเอียดในตารางภาคผนวกที่ 1)

2. การวิเคราะห์ปริมาณสารที่ระเหยได้ในข้าวขาวดอกมะลิ 105

2.1 การเตรียมสารละลาย internal standard

วิธีการ

ชั่ง 2,4,6-trimethylpyridine ให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน ละลายในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก เข้มข้น 0.1 โมลาร์

2.2 วิธีการสกัดสารที่ระเหยได้ในข้าวสาร (ดัดแปลงจาก Wongpornchai *et al.,* 2001)

1. แช่เมล็ดข้าวในไนโตรเจนเหลวและบดเป็นผงด้วยเครื่องสับผสม (blender) ในระหว่างบดจะเติมไนโตรเจนเหลวเป็นระยะๆ แล้วบรรจุข้าวผงที่ได้ในถุงไนลอนและนำไปเก็บที่อุณหภูมิ -20°ซ

2. ปิเปตสารละลาย 2,4,6-trimethylpyridine เข้มข้น 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ใส่ในขวดดูแรนขนาด 100 มิลลิลิตร

3. ชั่งข้าวผง 10 กรัม ใส่ในขวดดูแรน

4. กวนสารละลายด้วยเครื่องกวนแม่เหล็กไฟฟ้า เป็นเวลานาน 30 นาที

5. กรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 4 แยกเอาเฉพาะส่วนใสใส่ในขวดดูแรนขนาด 100 มิลลิลิตร

ตารางภาคผนวกที่ 1 สภาวะการวิเคราะห์สารที่ระเหยได้ด้วยเครื่อง GC-MS

GC-MS condition for volatile compounds analysis

Condition	**RTX-5 column**
length of column (m)	30
diameter of column (mm)	0.25
film thickness (μm)	0.25 (5%-phenyl-methylpolysiloxane)
carrier gas	purified helium gas (99.999%)
flow rate of carrier gas (ml/min)	1.0
injection volume (μl)	1
mode of operation	splitless
injection temperature (°C)	200
oven temperature (°C)	50°C (held for 2 min) → 4°C/min → 200°C (held for 10 min) → 20°C/min → 300°C (held for 5 min)
interface temperature (°C)	300
inization energy	70eV
mass range (amu)	1) Scan mode (25-550 amu, 1.46 scans/s) 2) SIM mode (n-hexanal[a], 2AP[b], n-nonanal[c])
electron multiplier voltage (V)	2000
compound identification	positive identification[d]

Note: [a] n-hexanal (mass spectra = 44, 56, 72, 85, 100)

[b] 2AP (mass spectra = 43, 68, 69, 83, 111)

[c] n-nonanal (mass spectra = 41, 44, 57, 67, 82, 95, 98, 114)

[d] positively identified compounds were uniquely identified on the basis of the mass spectra from the Wiley275.l mass spectral database (Hewlett Packard Co.) performed by comparison its mass spectrum.

6. เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1 นอร์มาล ปริมาตร 2 มิลลิลิตร แล้วเติมไดคลอโรมีเทนทันที ปริมาตร 50 มิลลิลิตร (สกัดซ้ำ 2 ครั้ง)

7. กวนสารละลายด้วยเครื่องกวนแม่เหล็กไฟฟ้า เป็นเวลานาน 30 นาที ปล่อยให้แยกชั้นเพื่อปิเปตเอาเฉพาะส่วนที่เป็นตัวทำละลาย

8. แช่แข็งตัวทำละลายที่แยกได้ที่อุณหภูมิ -20°ซ ข้ามคืนเพื่อกำจัดน้ำที่อยู่ในส่วนตัวทำละลาย

9. กรองขณะเย็นผ่านกระดาษกรองเบอร์ 1

10. ระเหยเอาตัวทำละลายออกโดยใช้ก๊าซไนโตรเจนจนเหลือสารสกัดเข้มข้นสุดท้ายมีปริมาตรเท่ากับ 0.1 มิลลิลิตร

11. นำสารที่สกัดได้มาวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC-MS (สภาวะของเครื่องดังแสดงในรายละเอียดในตารางภาคผนวกที่ 1)

2.3 วิธีการสกัดสารที่ระเหยได้ในข้าวสุก (ดัดแปลงจาก Wongpornchai *et al.,* 2001)

1. แช่เมล็ดข้าวในไนโตรเจนเหลวและบดเป็นผงด้วยเครื่องสับผสม (blender) ในระหว่างบดจะเติมไนโตรเจนเหลวเป็นระยะๆ แล้วบรรจุข้าวผงที่ได้ในถุงไนลอนและนำไปเก็บที่อุณหภูมิ -20°ซ

2. ปิเปตสารละลาย 2,4,6-trimethylpyridine เข้มข้น 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ใส่ในขวดดูแรนขนาด 100 มิลลิลิตร

3. ชั่งข้าวผง 10 กรัม ใส่ในขวดดูแรน

4. กวนสารละลายด้วยเครื่องกวนแม่เหล็กไฟฟ้า เป็นเวลานาน 30 นาที

5. เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1 นอร์มาล ปริมาตร 2 มิลลิลิตร แล้วเติมไดคลอโรมีเทนทันที ปริมาตร 50 มิลลิลิตร (สกัดซ้ำ 2 ครั้ง)

6. กวนสารละลายด้วยเครื่องกวนแม่เหล็กไฟฟ้า เป็นเวลานาน 30 นาที ปล่อยให้แยกชั้นเพื่อปิเปตเอาเฉพาะส่วนที่เป็นตัวทำละลาย

7. แช่แข็งตัวทำละลายที่แยกได้ที่อุณหภูมิ -20°ซ ข้ามคืนเพื่อกำจัดน้ำที่อยู่ในส่วนตัวทำละลาย

8. กรองขณะเย็นผ่านกระดาษกรองเบอร์ 1

9. ระเหยเอาตัวทำละลายออกโดยใช้ก๊าซไนโตรเจนจนเหลือสารสกัดเข้มข้น

สุดท้ายมีปริมาตรเท่ากับ 0.1 มิลลิลิตร

10. นำสารที่สกัดได้มาวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC-MS (สภาวะของเครื่องดังแสดงในรายละเอียดในตารางภาคผนวกที่ 1)

การคำนวณปริมาณสารที่ระเหยได้จากสูตร

$$\text{Conc (c)} = \frac{\text{A (c)}}{\text{W (S)}} \times \frac{\text{W (IS)}}{\text{A (IS)}} \times \frac{1}{\text{RRF}}$$

เมื่อ Conc (c) = ความเข้มข้นของสารที่ระเหยได้ c (ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม)

A (c) = พื้นที่ใต้พีคของสารที่ระเหยได้ c

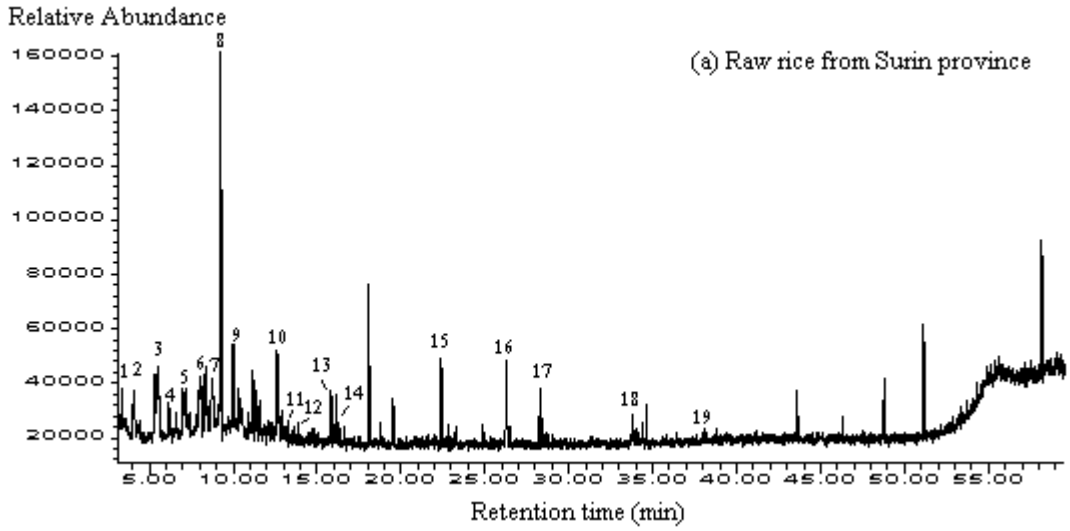
A (IS) = พื้นที่ใต้พีคของ internal standard

W (IS) = น้ำหนักของ internal standard (ไมโครกรัม)

W (S) = น้ำหนักของตัวอย่าง (ไมโครกรัม)

RRF = relative recovery factor

$$\text{RRF} = \frac{\text{พื้นที่ใต้พีคสารที่ระเหยได้ c / พื้นที่ใต้พีคของ internal standard (หลังสกัด)}}{\text{พื้นที่ใต้พีคสารที่ระเหยได้ c / พื้นที่ใต้พีคของ internal standard (ก่อนสกัด)}}$$

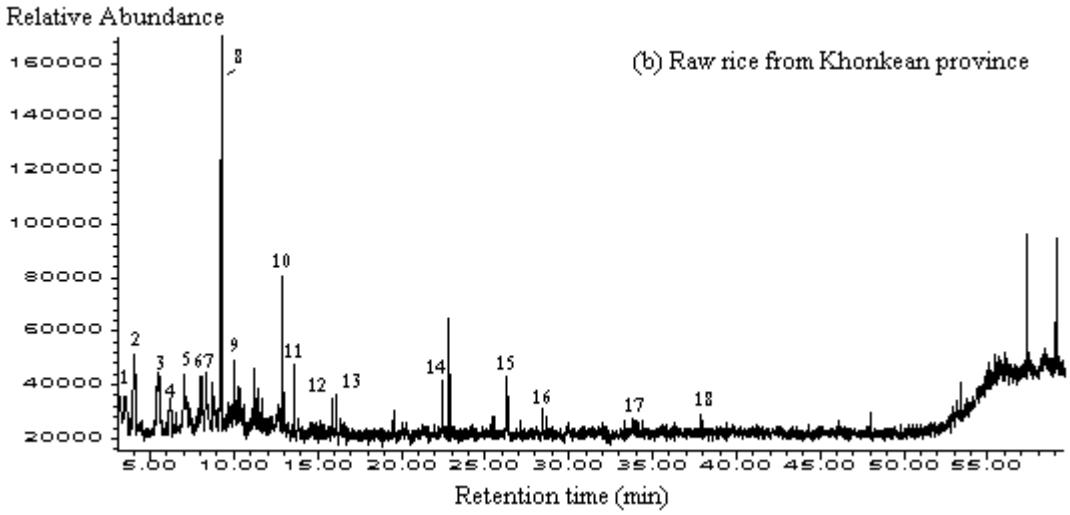


ภาพผนวกที่ 4 โครมาโตแกรมของสารที่ระเหยได้ในข้าวสารพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 จากจังหวัด

สุรินทร์ (a), จังหวัดขอนแก่น (b) และจังหวัดอำนาจเจริญ (c)

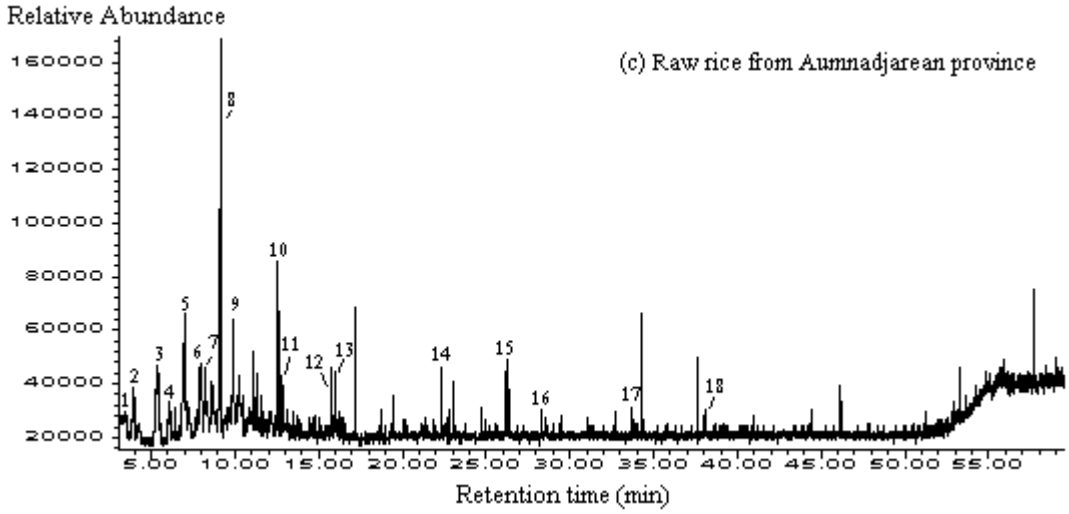
Chromatogram of volatile compounds in raw KDML 105 milled rice from Surin province (a), Khonkean province (b) and Aumnadjarean province (c)

Note: peak 1, toluene; peak 2, n-hexanal; peak 3, 2-hexanol; peak 4, xylene;
peak 5, 2-acetyl-1-pyrroline; peak 6, 2-ethyl-1-hexanol; peak 7, 3-methylnonane;
peak 8, n-decane; peak 9, 3,3-dimethyloctane; peak 10, n-undecane;
peak 11, n-nonanal; peak 12, cyclopropane; peak 13, 3-tetradecene;
peak 14, 5-tetradecene; peak 15, 1-tetradecene;
peak 16, 2,6-bis (1,1-dimethylethyl)-4-methyl-phenol;
peak 17, 1-hexadecene; peak 18, 1-octadecene;
peak 19, 1,2-benzenedicarboxylic acid



ภาพผนวกที่ 4 (ต่อ)

Note: peak 1, toluene; peak 2, n-hexanal; peak 3, 2-hexanol; peak 4, xylene;
peak 5, 2-acetyl-1-pyrroline; peak 6, 3,4,5-trimethyl-1-hexene;
peak 7, 3-methylnonane; peak 8, n-decane; peak 9, 3,3-dimethyloctane;
peak 10, n-undecane; peak 11, n-nonanal; peak 12, 1-dodecene;
peak 13, n-dodecane; peak 14, 1-tetradecene;
peak 15, 2,4-bis (1,1-dimethylethyl) phenol;
peak 16, 1-hexadecene; peak 17, 1-octadecene;
peak 18, 1,2-benzenedicarboxylic acid



ภาพผนวกที่ 4 (ต่อ)

Note: peak 1, toluene; peak 2, n-hexanal; peak 3, 2-hexanol; peak 4, xylene;

peak 5, 2-acetyl-1-pyrroline; peak 6, 3,4,5-trimethyl-1-hexene;

peak 7, 3-methylnonane; peak 8, n-decane; peak 9, 3,3-dimethyloctane;

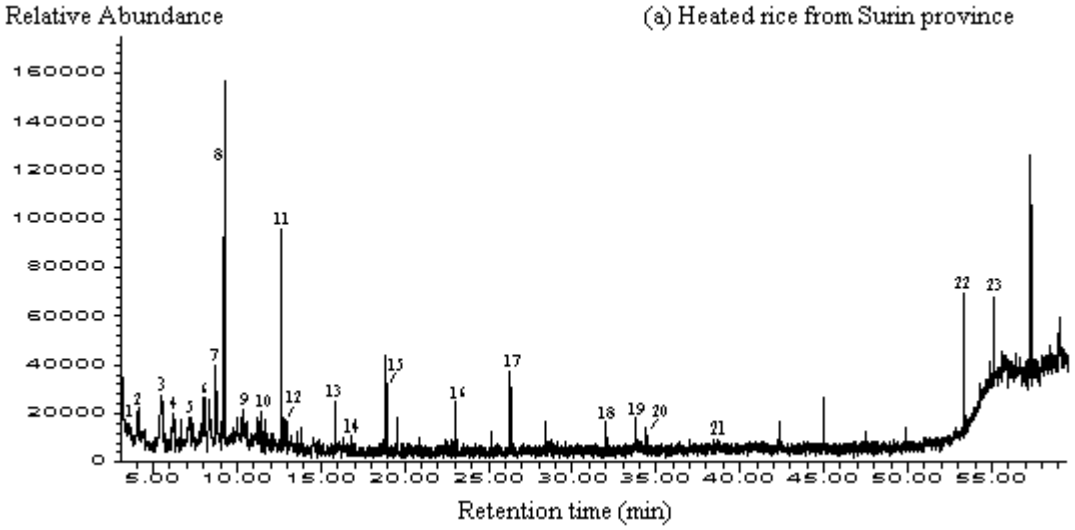
peak 10, n-undecane; peak 11, n-nonanal; peak 12, 1-dodecene;

peak 13, n-dodecane; peak 14, 1-tetradecene;

peak 15, 2,6-bis (1,1-dimethylethyl)-4-methyl- phenol;

peak 16, 1-hexadecene; peak 17, 1-octadecene;

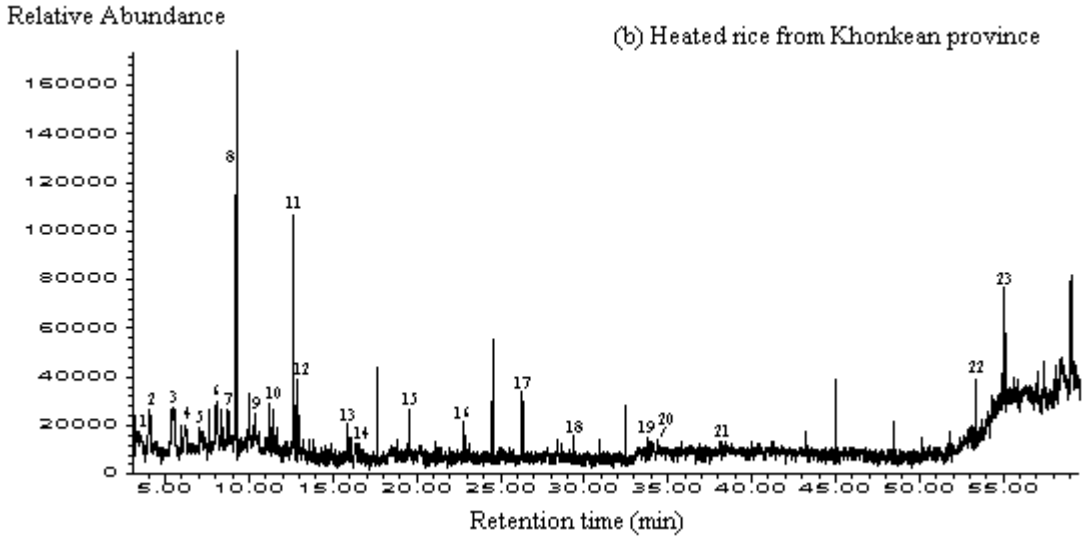
peak 18, 1,2-benzenedicarboxylic acid



ภาพผนวกที่ 5 โครมาโตแกรมของสารที่ระเหยได้ในข้าวขาวดอกมะลิ 105 สุกโดยการนึ่งด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 100°ซ นาน 30 นาที จากจังหวัดสุรินทร์ (a), จังหวัดขอนแก่น (b) และจังหวัดอำนาจเจริญ (c)

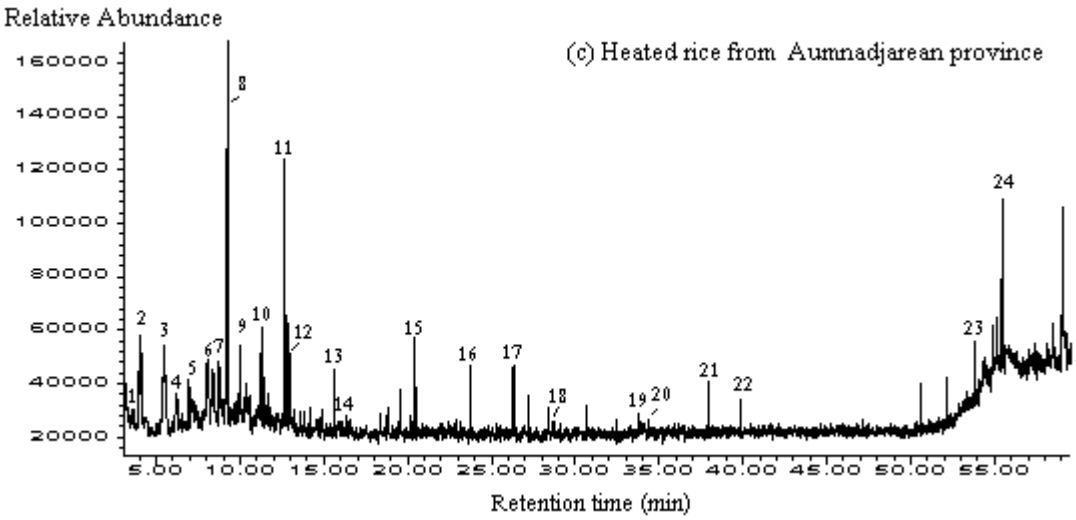
Chromatogram of volatile compounds in cooked KDML 105 milled rice steamed at 100°C for 30 min from Surin province (a), Khonkean province (b) and Aumnadjarean province (c)

Note: peak 1, toluene; peak 2, n-hexanal; peak 3, 2-butoxyethanol; peak 4, phenol;
peak 5, 2-acetyl-1-pyrroline; peak 6, 2-ethyl-1-hexanol;
peak 7, 3-methylnonane; peak 8, n-decane; peak 9, 3,3-dimethyloctane;
peak 10, n-decanal; peak 11, 1-undecene; peak 12, n-nonanal;
peak 13, 1-undecanol; peak 14, n-tridecene; peak 15, 3,3,6-trimethyldecane;
peak 16, 2,6,7-trimethyldecane;
peak 17, 2,6-bis (1,1-dimethylethyl)-4-methyl-phenol;
peak 18, 1-hexadecene; peak 19, 1-heptadecanol;
peak 20, trans-2-nonadecane; peak 21, 2,6,10,14-tetramethylpentadecane;
peak 22, 1,2-benzenedicarboxylic acid bis (2-methylpropyl) ester;
peak 23, 2,6,10,19,23-pentamethyl-2,6,10,14,18,22-tetracohexaene



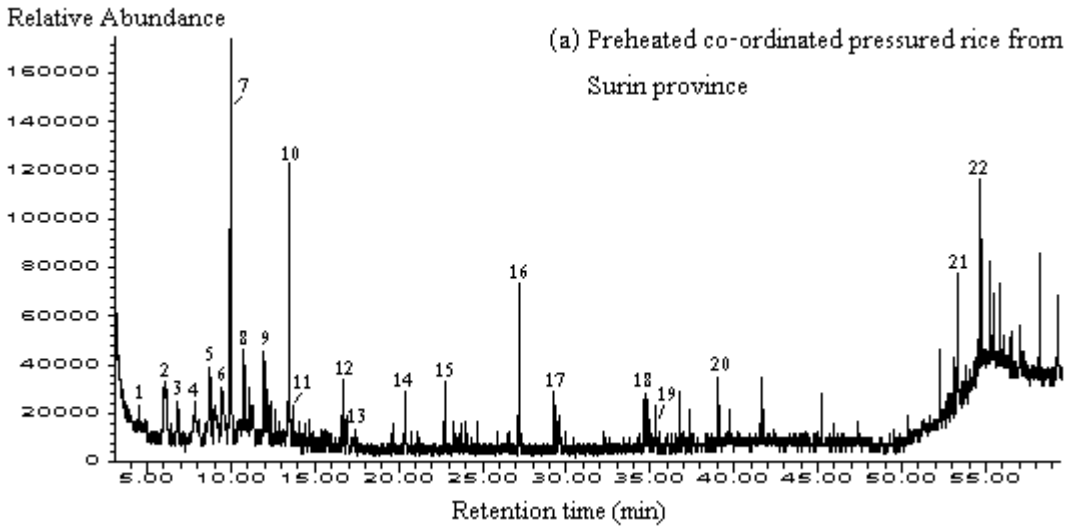
ภาพผนวกที่ 5 (ต่อ)

Note: peak 1, toluene; peak 2, n-hexanal; peak 3, o-xylene; peak 4, phenol;
peak 5, 2-acetyl-1-pyrroline; peak 6, 4-methylnonane; peak 7, 3-methylnonane;
peak 8, n-decane; peak 9, 3,3-dimethyloctane; peak 10, n-undecane;
peak 11, n-undecane; peak 12, n-nonanal; peak 13, 1-undecanol;
peak 14, n-tridecene; peak 15, 3-(1,1-dimethylethyl) phenol;
peak 16, 1-tetradecene; peak 17, 2,4-bis (1,1-dimethylethyl) phenol;
peak 18, 1-hexadecene; peak 19, 1-heptadecanol;
peak 20, trans-2-nonadecane; peak 21, 2,6,10,14-tetramethylpentadecane;
peak 22, 1,2-benzenedicarboxylic acid bis (2-methylpropyl) ester;
peak 23, 1,2-benzenedicarboxylic acid bis (2-methylhexyl) ester



ภาพผนวกที่ 5 (ต่อ)

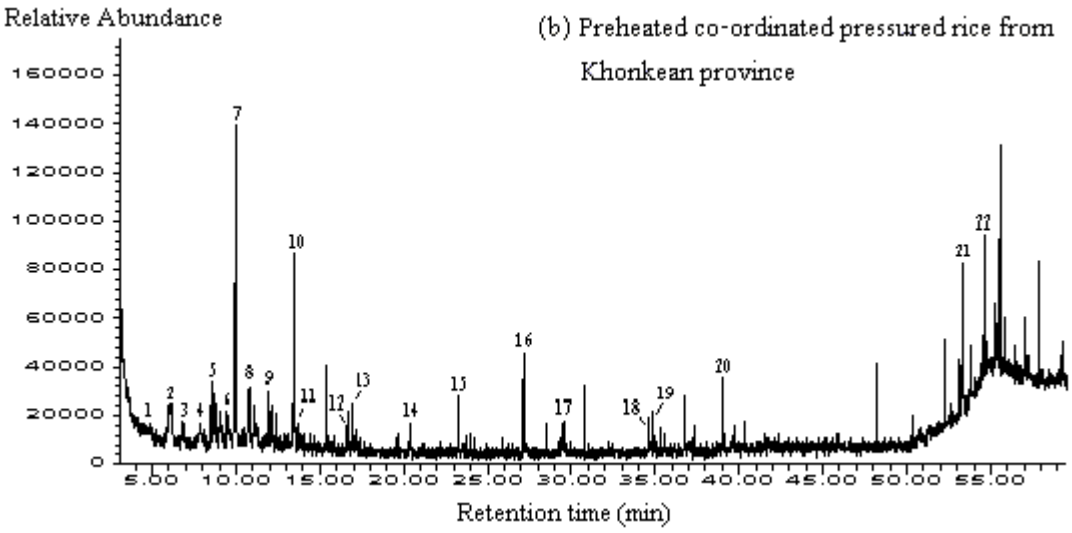
Note: peak 1, toluene; peak 2, n-hexanal; peak 3, o-xylene; peak 4, phenol;
peak 5, 2-acetyl-1-pyrroline; peak 6, 4-methylnonane; peak 7, 3-methylnonane;
peak 8, n-decane; peak 9, 3,3-dimethyloctane; peak 10, n-undecane;
peak 11, n-undecane; peak 12, n-nonanal; peak 13, 1-undecanol;
peak 14, n-tridecene; peak 15, 3-(1,1-dimethylethyl) phenol;
peak 16, 1-tetradecene; peak 17, 2,4-bis (1,1-dimethylethyl) phenol;
peak 18, 1-hexadecene; peak 19, 1-heptadecanol;
peak 20, trans-2-nonadecane; peak 21, 2,6,10,14-tetramethylpentadecane;
peak 22, hexadecanoic acid;
peak 23, 1,2-benzenedicarboxylic acid bis (2-methylpropyl) ester;
peak 24, 1,2-benzenedicarboxylic acid bis (2-methylhexyl) ester



ภาพผนวกที่ 6 โครมาโตแกรมของสารที่ระเหยได้ในข้าวขาวดอกมะลิ 105 สุกโดยการให้ความร้อนเบื้องต้นที่อุณหภูมิ 60 °ซ นาน 15 นาที ร่วมกับการใช้ความดันที่ระดับ 800 เมกกะปาสคาล เป็นเวลา 30 นาที จากจังหวัดสุรินทร์ (a), จังหวัดขอนแก่น (b) และจังหวัดอำนาจเจริญ (c)

Chromatogram of volatile compounds in cooked KDML 105 milled rice preheated at 60 °C for 15 min co-ordinated with pressured at 800 MPa for 30 min from Surin province (a), Khonkean province (b) and Aumnadjarean province (c)

Note: peak 1, n-hexanal; peak 2, 2-butoxyethanol; peak 3, phenol;
peak 4, 2-acetyl-1-pyrroline; peak 5, 2-ethyl-1-hexanol; peak 6, 3-methylnonane;
peak 7, n-decane; peak 8, 3,3-dimethyloctane; peak 9, n-undecane; peak 10, 1-undecene;
peak 11, n-nonanal; peak 12, 1-undecanol; peak 13, n-tridecene;
peak 14, 3,3,6-trimethyldecane; peak 15, 3-(1,1-dimethylethyl) phenol;
peak 16, 2,6-bis (1,1-dimethylethyl)-4-methyl-phenol; peak 17, 1-hexadecene;
peak 18, 1-heptadecanol; peak 19, trans-2-nonadecane;
peak 20, 2,6,10,14-tetramethylpentadecane;
peak 21, 1,2-benzenedicarboxylic acid bis (2-methylpropyl) ester;
peak 22, 2,6,10,19,23-pentamethyl-2,6,10,14,18,22-tetracohexaene



ภาพผนวกที่ 6 (ต่อ)

Note: peak 1, n-hexanal; peak 2, o-xylene; peak 3, phenol;

peak 4, 2-acetyl-1-pyrroline; peak 5, 4-methylnonane;

peak 6, 3-methylnonane; peak 7, n-decane; peak 8, 3,3-dimethyloctane;

peak 9, n-undecane; peak 10, 1-undecene; peak 11, n-nonanal;

peak 12, 1-undecanol; peak 13, n-tridecene; peak 14, 3,3,6-trimethyldecane;

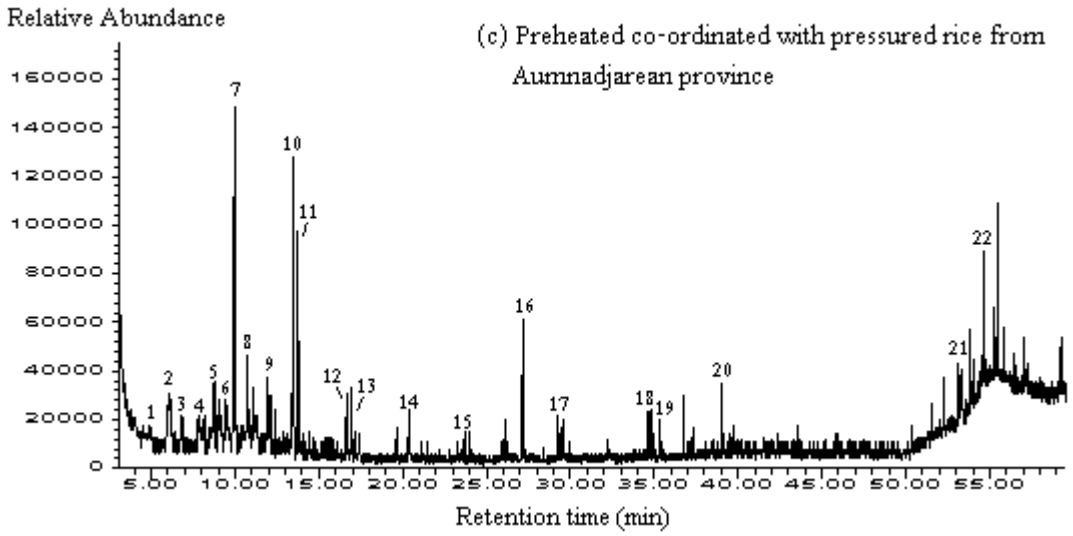
peak 15, 1-tetradecene; peak 16, 2,4-bis(1,1-dimethylethyl) phenol;

peak 17, 1-hexadecene; peak 18, 1-heptadecanol;

peak 19, trans-2-nonadecane; peak 20, 2,6,10,14-tetramethylpentadecane;

peak 21, 1,2-benzenedicarboxylic acid bis (2-methylpropyl) ester

peak 22, 1,2-benzenedicarboxylic acid bis (2-methylhexyl) ester



ภาพผนวกที่ 6 (ต่อ)

Note: peak 1, n-hexanal; peak 2, o-xylene; peak 3, phenol;

peak 4, 2-acetyl-1-pyrroline; peak 5, 4-methylnonane;

peak 6, 3-methylnonane; peak 7, n-decane; peak 8, 3,3-dimethyloctane;

peak 9, n-undecane; peak 10, 1-undecene; peak 11, n-nonanal;

peak 12, 1-undecanol; peak 13, n-tridecene; peak 14, 3,3,6-trimethyldecane;

peak 15, 1-tetradecene; peak 16, 2,4-bis(1,1-dimethylethyl) phenol;

peak 17, 1-hexadecene; peak 18, 1-heptadecanol;

peak 19, trans-2-nonadecane; peak 20, 2,6,10,14-tetramethylpentadecane;

peak 21, 1,2-benzenedicarboxylic acid bis (2-methylpropyl) ester;

peak 22, 1,2-benzenedicarboxylic acid bis (2-methylhexyl) ester

ภาคผนวก ค

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความกว้าง ยาว อัตราส่วนความยาวต่อความกว้าง และน้ำหนักเมล็ดในข้าวสารพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 จากแหล่งปลูกต่างกัน

Analysis of variance for breadth, length, L/B ratio and weight in raw KDML 105 milled rice from different sources

Source	SV	SS	df	MS	F	Sig.
Breadth	Treatment	0.001	2	0.000	0.375	0.702
	Error	0.005	6	0.001		
	Total	0.005	8			
Length	Treatment	0.001	2	0.001	0.467	0.648
	Error	0.009	6	0.001		
	Total	0.010	8			
L/B ratio	Treatment	0.004	2	0.002	0.557	0.600
	Error	0.021	6	0.003		
	Total	0.024	8			
Weight	Treatment	0.013	2	0.007	42.286	0.000
	Error	0.001	6	0.000		
	Total	0.014	8			

Note: Mean breadth and length is the mean of 10 kernels selected at random.

ตารางภาคผนวกที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณความชื้นและปริมาณอะมิโลสในข้าวสารพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 จากแหล่งปลูกต่างกัน

Analysis of variance for moisture content and amylose content in raw KDML 105 milled rice from different sources

Source	SV	SS	df	MS	F	Sig.
Moisture content	Treatment	0.050	2	0.025	0.126	0.884
	Error	1.201	6	0.200		
	Total	1.252	8			
Amylose content	Treatment	0.350	2	0.175	0.488	0.636
	Error	2.150	6	0.358		
	Total	2.501	8			

ตารางภาคผนวกที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของกิจกรรมและกิจกรรมจำเพาะของ
เอนไซม์ไลพอกซีจิเนสของข้าวสารพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 จากแหล่งปลูกต่างกัน
Analysis of variance for total LOX activity and specific LOX activity of raw KDML 105 milled rice from different sources

Source	SV	SS	df	MS	F	Sig.
Total LOX activity	Treatment	1175.907	2	587.953	3.141	0.117
	Error	1123.214	6	187.202		
	Total	2299.121	8			
Total protein	Treatment	0.027	2	0.013	3.460	0.100
	Error	0.023	6	0.004		
	Total	0.050	8			
Specific LOX activity	Treatment	526.251	2	263.126	1.728	0.256
	Error	913.762	6	152.294		
	Total	1440.013	8			

ตารางภาคผนวกที่ 5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการยืดตัวของเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105 สุกโดยการนึ่งด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 100°ซ นาน 30 นาที ที่ระดับอัตราส่วนน้ำหนักน้ำต่อข้าวเท่ากับ 1 : 1, 1.5 : 1 และ 2 : 1 จากแหล่งปลูกต่างกัน

Analysis of variance for elongation ratio of cooked KDML 105 milled rice steamed at 100°C for 30 min at water-rice ratio 1 : 1, 1.5 : 1 and 2 : 1 from different sources

Source of Data	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	0.533[a]	8	0.069	46.525	0.000
Intercept	58.550	1	58.550	39422.883	0.000
Source	0.004	2	0.002	1.319	0.292
Water-rice ratio	0.525	2	0.263	176.800	0.000
Source*Water-rice ratio	0.024	4	0.006	3.990	0.017
Error	0.027	18	0.001		
Total	59.130	27			
Corrected Total	0.580	26			

[a] R Squared = 0.954 (Adjusted R Squared = 0.933)

ตารางภาคผนวกที่ 6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความแข็งของเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105 สุกโดยการนึ่งด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 100 °ซ นาน 30 นาที ที่ระดับอัตราส่วนน้ำหนักน้ำต่อข้าวเท่ากับ 1 : 1, 1.5 : 1 และ 2 : 1 จากแหล่งปลูกต่างกัน

Analysis of variance for hardness of cooked KDML 105 milled rice steamed at 100°C for 30 min at water-rice ratio 1 : 1, 1.5 : 1 and 2 : 1 from different sources

Source of Data	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	441.241[a]	8	55.155	1938.542	0.000
Intercept	2407.578	1	2407.578	84619.372	0.000
Source	2.370	2	1.185	41.658	0.000
Water-rice ratio	437.654	2	218.827	7691.131	0.000
Source * Water-rice ratio	1.217	4	0.304	10.689	0.000
Error	0.512	18	0.028		
Total	2849.331	27			
Corrected Total	441.753	26			

[a] R Squared = 0.999 (Adjusted R Squared = 0.998)

ตารางภาคผนวกที่ 7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณความชื้นของเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105 สุกโดยการนึ่งด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 100°ซ นาน 30 นาที ที่ระดับอัตราส่วนน้ำหนักน้ำต่อข้าวเท่ากับ 1 : 1, 1.5 : 1 และ 2 : 1 จากแหล่งปลูกต่างกัน

Analysis of variance for moisture content of cooked KDML 105 milled rice steamed at 100°C for 30 min at water-rice ratio 1 : 1, 1.5 : 1 and 2 : 1 from different sources

Source of Data	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1195.028[a]	8	149.379	263.054	0.000
Intercept	100997.178	1	100997.178	177854.84	0.000
Source	3.984	2	1.992	3.508	0.052
Water-rice ratio	1186.494	2	593.247	1044.701	0.000
Source * Water-rice ratio	4.550	4	1.138	2.003	0.137
Error	10.222	18	0.568		
Total	102202.427	27			
Corrected Total	1205.250	26			

[a] R Squared = 0.992 (Adjusted R Squared = 0.988)

ตารางภาคผนวกที่ 8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของกิจกรรมและกิจกรรมจำเพาะของเอนไซม์ไลพอกซีจิเนสของข้าวขาวดอกมะลิ 105 สุกโดยการให้ความร้อนเบื้องต้นที่อุณหภูมิ 60 °ซ นาน 15 นาที ร่วมกับการใช้ความดันที่ระดับ 800 เมกกะปาสคาล เป็นเวลา 30 นาที จากแหล่งปลูกต่างกัน

Analysis of variance for total LOX activity and specific LOX activity in cooked KDML 105 milled rice preheated at 60°C for 15 min co-ordinated with pressured at 800 MPa for 30 min from different sources

Source of data	SV	SS	df	MS	F	Sig.
Total LOX activity	Treatment	1.796	2	0.898	0.613	0.573
	Error	8.790	6	1.465		
	Total	1.586	8			
Total protein	Treatment	0.007	2	0.003	22.723	0.002
	Error	0.001	6	0.000		
	Total	0.008	8			
Specific LOX activity	Treatment	23.015	2	11.508	1.080	0.397
	Error	63.916	6	10.653		
	Total	86.931	8			

ตารางภาคผนวกที่ 9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการยืดตัวของเมล็ดปริมาณ

ความชื้น และค่าความแข็งของเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105 สุกโดยการให้ความร้อนเบื้องต้นที่อุณหภูมิ 60°ซ นาน 15 นาที ร่วมกับการใช้ความดันที่ระดับ 800เมกกะปาสคาล เป็นเวลา 30 นาที จากแหล่งปลูกต่างกัน

Analysis of variance for elongation ratio, moisture content and hardness in cooked KDML 105 milled rice preheated at 60°C for 15 min co-ordinated with pressured at 800 MPa for 30 min from different sources

Source of data	SV	SS	df	MS	F	Sig.
Elongation ratio	Treatment	0.002	2	0.001	112.000	0.000
	Error	0.000	6	0.000		
	Total	0.003	8			
Moisture content	Treatment	5.618	2	2.809	37.024	0.000
	Error	0.455	6	0.076		
	Total	6.073	8			
Hardness	Treatment	0.021	2	0.010	0.842	0.476
	Error	0.074	6	0.012		
	Total	0.095	8			

ตารางภาคผนวกที่ 10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการเปลี่ยนแปลงอัตราการยืดตัวของ

เมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในระหว่างเก็บรักษา โดยการนึ่งด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 100°ซ นาน 30 นาที ที่อัตราส่วนน้ำหนักน้ำต่อข้าวเท่ากับ 1.5 : 1

Analysis of variance for elongation ratio of KDML 105 milled rice during storage steamed at 100°C for 30 min at 1.5 : 1 water-rice ratio

Source of Data	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	0.004[a]	19	0.000	1.427	0.169
Intercept	130.095	1	130.095	1000733.7	0.000
Temperature	0.000	1	0.000	1.038	0.314
Condition	0.000	1	0.000	1.551	0.220
Time	0.003	4	0.001	5.641	0.001
Temperature * Condition	4.167E-05	1	4.167E-05	0.321	0.574
Temperature * Time	0.000	4	2.667E-05	0.205	0.934
Condition * Time	7.333E-05	4	1.833E-05	0.141	0.966
Temperature * Condition * Time	3.333E-05	4	8.333E-06	0.064	0.992
Error	0.005	40	0.000		
Total	130.104	60			
Corrected Total	0.009	59			

[a] R Squared = 0.404 (Adjusted R Squared = 0.121).

ตารางภาคผนวกที่ 11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการเปลี่ยนแปลงค่าความแข็งของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในระหว่างเก็บรักษา โดยการนึ่งด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 100°ซ นาน 30 นาที ที่อัตราส่วนน้ำหนักน้ำต่อข้าวเท่ากับ 1.5 : 1

Analysis of variance for hardness of KDML 105 milled rice during storage steamed at 100°C for 30 min at 1.5 : 1 water-rice ratio

Source of Data	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	49.710[a]	19	2.616	9.071	0.000
Intercept	364835.669	1	364835.669	1264909.3	0.000
Temperature	5.785	1	5.785	20.056	0.000
Condition	14.850	1	14.850	51.487	0.000
Time	21.815	4	5.454	18.908	0.000
Temperature * Condition	0.540	1	0.540	1.871	0.179
Temperature * Time	2.017	4	0.504	1.748	0.158
Condition * Time	4.388	4	1.097	3.803	0.010
Temperature * Condition * Time	0.316	4	0.079	0.274	0.893
Error	11.537	40	0.288		
Total	364896.916	60			
Corrected Total	61.247	59			

[a] R Squared = 0.812 (Adjusted R Squared = 0.722).

ตารางภาคผนวกที่ 12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการเปลี่ยนแปลงอัตราการยืดตัวของ

เมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในระหว่างเก็บรักษา โดยการให้ความร้อนเบื้องต้นที่อุณหภูมิ 60 °ซ นาน 15 นาที ร่วมกับการใช้ความดันที่ระดับ 800 เมกกะปาสคาล เป็นเวลา 30 นาที ที่อัตราส่วนน้ำหนักน้ำต่อข้าวเท่ากับ 1 : 2

Analysis of variance for elongation ratio of cooked KDML 105 milled rice preheated at 60°C for 15 min co-ordinated with pressured at 800 MPa for 30 min at 1 : 2 water-rice ratio

Source of Data	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	0.001[a]	19	7.816E-05	1.340	0.213
Intercept	82.532	1	82.532	1414839.1	0.000
Temperature	0.000	1	0.000	2.314	0.136
Condition	0.000	1	0.000	2.314	0.136
Time	0.001	4	0.000	4.257	0.006
Temperature * Condition	1.500E-05	1	1.500E-05	0.257	0.615
Temperature * Time	0.000	4	2.667E-05	0.457	0.767
Condition * Time	7.333E-05	4	1.833E-05	0.314	0.867
Temperature * Condition * Time	2.667E-05	4	6.667E-06	0.114	0.977
Error	0.002	40	5.833E-05		
Total	82.536	60			
Corrected Total	0.004	59			

[a] R Squared = 0.389 (Adjusted R Squared = 0.099).

ตารางภาคผนวกที่ 13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการเปลี่ยนแปลงค่าความแข็งของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในระหว่างเก็บรักษา โดยการให้ความร้อนเบื้องต้นที่อุณหภูมิ 60 °ซ นาน 15 นาที ร่วมกับการใช้ความดันที่ระดับ 800 เมกกะปาสคาล เป็นเวลา 30 นาที ที่อัตราส่วนน้ำหนักน้ำต่อข้าวเท่ากับ 1 : 2

Analysis of variance for hardness of KDML 105 milled rice during storage preheated at 60°C for 15 min co-ordinated with pressured at 800 MPa for 30 min at 1 : 2 water-rice ratio

Source of Data	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	95.276[a]	19	5.015	16.339	0.000
Intercept	350589.002	1	350589.002	1142343.4	0.000
Temperature	2.997	1	2.997	9.766	0.003
Condition	41.617	1	41.617	135.602	0.000
Time	20.126	4	5.031	16.394	0.000
Temperature * Condition	0.348	1	0.348	1.134	0.293
Temperature * Time	1.184	4	0.296	0.965	0.438
Condition * Time	28.285	4	7.071	23.041	0.000
Temperature * Condition * Time	0.719	4	0.180	0.586	0.675
Error	12.276	40	0.307		
Total	350696.555	60			
Corrected Total	107.552	59			

[a] R Squared = 0.886 (Adjusted R Squared = 0.832).

ตารางภาคผนวกที่ 14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในระหว่างเก็บรักษา โดยการนึ่งด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 100°ซ นาน 30 นาที ที่อัตราส่วนน้ำหนักน้ำต่อข้าวเท่ากับ 1.5 : 1

Analysis of variance for moisture content of KDML 105 milled rice during storage steamed at 100°C for 30 min at 1.5 :1 water-rice ratio

Source of Data	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	58.411[a]	19	3.074	25.985	0.000
Intercept	224526.932	1	224526.932	1897811.6	0.000
Temperature	12.449	1	12.449	105.223	0.000
Condition	1.998	1	1.998	16.891	0.000
Time	38.946	4	9.736	82.297	0.000
Temperature * Condition	1.667E-06	1	1.667E-06	0.000	0.997
Temperature * Time	3.770	4	0.942	7.966	0.000
Condition * Time	0.763	4	0.191	1.612	0.190
Temperature * Condition * Time	0.485	4	0.121	1.025	0.406
Error	4.732	40	0.118		
Total	224590.075	60			
Corrected Total	63.143	59			

[a] R Squared = 0.925 (Adjusted R Squared = 0.889).

ตารางภาคผนวกที่ 15 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในระหว่างเก็บรักษา โดยการให้ความร้อนเบื้องต้นที่อุณหภูมิ 60 °ซ นาน 15 นาที ร่วมกับการใช้ความดันที่ระดับ 800 เมกกะปาสคาล เป็นเวลา 30 นาที ที่อัตราส่วนน้ำหนักน้ำต่อข้าวเท่ากับ 1 : 2
Analysis of variance for moisture content of KDML 105 milled rice preheated at 60°C for 15 min co-ordinated with pressured at 800 MPa for 30 min at 1 : 2 water-rice ratio

Source of Data	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	3.292[a]	19	0.173	10.383	0.000
Intercept	244443.368	1	244443.368	14647560	0.000
Temperature	1.320	1	1.320	79.107	0.000
Condition	0.022	1	0.022	1.344	0.253
Time	1.291	4	0.323	19.342	0.000
Temperature * Condition	0.001	1	0.001	0.040	0.843
Temperature * Time	0.488	4	0.122	7.311	0.000
Condition * Time	0.047	4	0.012	0.702	0.595
Temperature * Condition * Time	0.123	4	0.031	1.839	0.140
Error	0.668	40	0.017		
Total	244447.328	60			
Corrected Total	3.960	59			

[a] R Squared = 0.831 (Adjusted R Squared = 0.751).