ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ก

วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและสมบัติทางกายของข้าว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ก

วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและสมบัติทางกายของข้าว

1. การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น

1.1 เครื่องมือ

1. ตู้อบลมร้อน (hot air oven, UM500 Menmert, Germany)
2. เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง (AB204-S; Mettler-Toledo (Thailand) Ltd, Thailand)
3. เดซิกเคเตอร์ดูดความชื้น (desiccator)
4. เครื่องบดตัวอย่าง (sample;cemotec Foss Tecator, Germany)
5. กล่องอลูมิเนียมมีฝาปิด

1.2 วิธีวิเคราะห์ความชื้น

1. นำข้าวเปลือกมาบดด้วยเครื่องบดตัวอย่างข้าวเปลือก
2. นำกระป๋องอลูมิเนียมและฝาไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 130 องศา-เซลเซียส เวลา 1 ชั่วโมง
3. ทิ้งให้เย็นในเดซิเคเตอร์ นำกระป๋องอลูมิเนียมพร้อมฝาไปชั่งน้ำหนักและจดบันทึก
4. ชั่งตัวอย่างข้าวที่บดละเอียด น้ำหนัก 2 กรัม จดน้ำหนักที่แน่นอน เปิดฝาแล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส เวลา 1 ชั่วโมง
5. เมื่อครบกำหนดเวลาปิดฝากระป๋องอลูมิเนียม แล้วนำมาทิ้งไว้ให้เย็นในเดซิเคเตอร์ ชั่งน้ำหนักกระป๋องอลูมิเนียมพร้อมฝา

คำนวณหาปริมาณความชื้นจากสูตร

$$\text{ความชื้น (ร้อยละ)} = \frac{(\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ}) \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ}}$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2. วัดคุณภาพการสี (Milling quality)

2.1 เครื่องมือ

1. เครื่องกะเทาะเปลือกข้าว (Huller, KM, Japan)
2. เครื่องขัดข้าวชนิดแกนเหล็ก (Rice miller, TCV, Thailand)
3. เครื่องคัดขนาดข้าว (Cylinder separator, Damas, Denmark)
4. เครื่องวัดสี (Colorquset XE; HunterLab, USA)

2.2 เปอร์เซ็นต์การขัดสี

1. นำข้าวเปลือก 200 กรัม มากะเทาะเปลือกข้าวด้วยเครื่องกะเทาะ จะได้ส่วนที่เป็นข้าวกล้อง ข้าวเปลือกไม่กะเทาะและแกลบ แยกแกลบออกจากข้าวกล้องและข้าวเปลือกที่ไม่ได้กะเทาะ
2. นำข้าวกล้องและข้าวเปลือกที่ไม่กะเทาะไปแยกเมล็ดดีและเมล็ดหัก โดยเครื่องคัดขนาดจะคัดแยกให้เหลือเฉพาะข้าวกล้องเมล็ดดี เพื่อนำไปหาคุณภาพการสีของข้าว
3. นำข้าวกล้องและข้าวเปลือกไม่กะเทาะที่ได้ไปชั่งน้ำหนัก ด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง
4. จากนั้นนำตัวอย่างข้าวกล้องที่ได้ไปขัดสี ด้วยเครื่องขัดขาวชนิดแกนเหล็ก โดยตั้งเวลาการขัดสี 20 วินาที
5. นำตัวอย่างข้าวสารที่ได้ไปคัดแยกขนาดเมล็ดดี เมล็ดหัก ด้วยเครื่องคัดขนาดชนิดถังหมุนขนาดรูแยกเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร ใช้เวลาในการคัดแยกประมาณ 60 วินาที
6. จากนั้นนำตัวอย่างข้าวสารเมล็ดดีและเมล็ดหัก ไปชั่งน้ำหนัก ด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง

สูตรคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ข้าวกล้อง ข้าวสารขาว ต้นข้าว น้ำหนักเริ่มต้น 200 กรัม

$$\% \text{ ข้าวกล้อง} = \frac{\text{น้ำหนักข้าวกล้อง}}{\text{น้ำหนักข้าวเปลือก - น้ำหนักข้าวเปลือกไม่กะเทาะ}} \times 100$$

ข้าวสารขาว = น้ำหนักต้นข้าว + น้ำหนักข้าวหัก

$$\% \text{ ข้าวสารขาว} = \frac{\text{น้ำหนักข้าวสารขาว}}{\text{น้ำหนักข้าวเปลือก - น้ำหนักข้าวเปลือกไม่กะเทาะ}} \times 100$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$\% \text{ ต้นข้าว} = \frac{\text{น้ำหนักต้นข้าว}}{\text{น้ำหนักข้าวเปลือก - น้ำหนักข้าวเปลือกไม่กะเทาะ}} \times 100$$

3. เปอร์เซ็นต์อะไมโลส (apparent amylose content)

3.1 เครื่องมือ

1. สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (spectrophotometer)
2. เครื่องชั่ง HR Analytical Balance (HR-200) ความละเอียด 0.0001
3. เครื่องกวนระบบแม่เหล็ก (magnetic stirrer)
4. เครื่องบดเมล็ดข้าวสาร (sample mill)
5. ขวดแก้วปริมาตร (volumetric flask) ขนาดความจุ 100 มิลลิเมตร
6. ปิเปต แบบ volumetric pipette ขนาดความจุ 1, 2, 3, 4 และ 5 มิลลิลิตร
7. ปิเปต แบบ measuring pipette ขนาดความจุ 1-10 มิลลิลิตร
8. ตะแกรงร่อนขนาด 100 เมช (mesh)

3.2 สารเคมี

1. เอทิลแอลกอฮอล์ (ethyl alcohol: C2H5OH) 95 เปอร์เซ็นต์
2. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (sodium hydroxide: NaOH) 2 นอร์มัล
3. กรดเกลเซียลอะซิติก (glacial acetic acid: CH3COOH) 1 นอร์มัล
4. โปเตโตอะไมโลส (potato amylose)
5. ไอโอดีน (iodine: I2)
6. โปแตสเซียมไอโอไดด์ (potassium iodide: KI)

3.3 วิธีวิเคราะห์

นำข้าวสารขาวดอกมะลิ 105 ที่ผ่านคลื่นความถี่วิทยุที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดผีเสื้อข้าวเปลือกที่สมบูรณ์ที่สุด คือข้าวสารที่ผ่านคลื่นความถี่วิทยุที่ 27.12 MHz ที่ระดับพลังงาน 700 วัตต์ เวลา 220 วินาที มาตรวจสอบคุณภาพของข้าวสารที่เปลี่ยนไป เปรียบเทียบกับคุณภาพของข้าวสารที่ไม่ได้รับคลื่นความถี่วิทยุ โดยเป็นวิธีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณอะไมโลส โดยนำข้าวขาวดอกมะลิ 105 ประมาณ 100 กรัม ที่ต้องการทดสอบมาบดให้ละเอียดโดยเครื่องบดแป้ง (cyclone mill) นำแป้งที่ได้มาวิเคราะห์ทางเคมีโดยวัดค่าการดูดกลืนแสงจากสารละลายสีน้ำเงินของสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างอะไมโลสและไอโอดีน (งามชื่น, 2545) ซึ่งมีวิธีการดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1. นำข้าวสารขาวดอกมะลิ 105 มาบดให้เป็นแป้งร่อนผ่านตะแกรงขนาด 100 เมช แล้วชั่งแป้งมา 0.1000 กรัม ใส่ในขวดแก้วปริมาตรขนาดความจุ 100 มิลลิลิตรที่แห้งสนิทเติมเอทิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 1 มิลลิลิตร เขย่าเบา ๆ
2. เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เข้มข้น 2 นอร์มัล ปริมาตร 9 มิลลิลิตร
3. ปั่นกวนตัวอย่างด้วยเครื่องปั่นกวนระบบแม่เหล็กนาน 10 นาที ให้เป็นน้ำแป้ง แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 100 มิลลิลิตร
4. เตรียมขวดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตรชุดใหม่ เติมน้ำกลั่นประมาณ 70 มิลลิลิตร สารละลายกรดอะซิติก ปริมาตร 2 มิลลิลิตร และสารละลายไอโอดีน ปริมาตร 2 มิลลิลิตร
5. ดูดน้ำแป้งที่เตรียมไว้ในข้อ 3 ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ใส่ในขวดแก้วปริมาตรที่เตรียมไว้ตามข้อ 4 ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 100 มิลลิลิตร แล้วตั้งไว้ 10 นาที
6. นำขวดแก้วปริมาตรที่เตรียมไว้ในข้อ 4 ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นโดยไม่ต้องใส่น้ำแป้งเพื่อใช้เป็นแบลงค์ (blank)
7. วัดความเข้มข้นของสีของสารละลายตามข้อ 5 ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ โดยอ่านค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นแสง 620 นาโนเมตร
8. อ่านค่าเทียบกับกราฟมาตรฐานของค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายโปเตโตอะไมโลสที่ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ

3.4 วิธีการเตรียมสารละลาย

1. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 2 นอร์มัล (N): ชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ 80.0 กรัม ละลายในน้ำกลั่นประมาณ 800 มิลลิลิตร ในขวดแก้วปริมาตร ขนาดความจุ 1000 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ให้เย็น แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 1000 มิลลิลิตร
2. สารละลายกรดเกลเซียลอะซิติกเข้มข้น 1 นอร์มัล (N): ละลายกรดเกลเซียลอะซิติก ปริมาตร 60 มิลลิลิตร ในน้ำกลั่นประมาณ 800 มิลลิลิตร ในขวดแก้วปริมาตรขนาดความจุ 1000 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ให้เย็น แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น ให้เป็น 1000 มิลลิลิตร
3. สารละลายไอโอดีน: ชั่งไอโอดีน 0.2 กรัม และโปแตสเซียมไอโอไดด์ 2.0 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 80 มิลลิลิตร ในขวดแก้วสีชาปริมาตรขนาดความจุ 100 มิลลิ-

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ลิตร ทิ้งไว้ข้ามคืน หรือจนไอโอดีนละลายหมด ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 100 มิลลิลิตร

3.5 การเขียนกราฟมาตรฐานอะไมโลส

1. ชั่งโปเตโตอะไมโลส (potato amylose) 0.0400 กรัม ใส่ในขวดแก้วขนาด 100 มิลลิลิตร แล้วเติมเอธิลแอลกอฮอล์ ปริมาตร 1 มิลลิลิตร และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 2 นอร์มัล ปริมาตร 9 มิลลิลิตร แล้วเขย่าให้เข้ากันเป็นสารละลายมาตรฐาน
2. เตรียมขวดแก้วปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร 5 ขวด แต่ละขวดเติมน้ำกลั่นประมาณ 70 มิลลิลิตร สารละลายกรดอะซิติกปริมาตร 0.4, 0.8, 1.2, 1.6 และ 2.0 มิลลิลิตร ตามลำดับ และสารละลายไอโอดีนปริมาตร 2 มิลลิลิตร ในแต่ละขวด
3. ปิเปตแบ่งสารละลายมาตรฐาน 1, 2, 3, 4 และ 5 มิลลิลิตร ซึ่งเทียบเท่าปริมาณอะไมโลส ร้อยละ 8, 16, 24, 32 และ 40 ตามลำดับ ใส่ในขวดที่เตรียมไว้ในข้อ 2 ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 100 มิลลิลิตร และวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 620 นาโนเมตร หลังปรับเครื่องด้วย blank ให้มีค่าดูดกลืน เท่ากับ 0
4. นำการดูดกลืนแสงกับปริมาณอะไมโลสในสารละลายมาตรฐานตามข้อ 3 มาเขียนเป็นเส้นกราฟมาตรฐาน
5. นำเส้นกราฟที่ได้จากข้อ 4 มาใช้แปลงค่าการดูดกลืนแสงให้เป็นปริมาณ (ร้อยละ) อะไมโลส

$$\text{ปริมาณอะไมโลสในแป้งที่มีความชื้น 14\%} = \frac{A \times 86}{100 - M}$$

เมื่อ A = ปริมาณอะไมโลสในแป้งข้าวที่วิเคราะห์ได้เป็นร้อยละ

M = ปริมาณความชื้นของข้าวที่วิเคราะห์ได้เป็นร้อยละ

4. การวัดค่าสี

ค่าสีของข้าวเปลือกวัดด้วยเครื่องวัดสีแบบ Hunter โดยใช้โดยใช้เครื่องรุ่น Color Quest XE วัดสีออกมาเป็นค่า L* และ b* โดยค่า L* หรือความสว่าง (Lightness) มีค่าในช่วง 0-100 แสดงถึงความมืดถึงความสว่าง และค่า b หรือค่าความเหลือง (Yellowness) มีค่าในช่วง -60 ถึง +60 แสดงถึงโทนสีน้ำเงินถึงสีเหลือง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เครื่องมือและอุปกรณ์การวิเคราะห์

1) ภาชนะใส่ตัวอย่าง
2) เครื่องวัดสี (Color Quest XE; HunterLab, USA)

ขั้นตอนการวัดค่าสี

1) การใช้งานเครื่อง Color Quest XE เปิดโปรแกรม Universal Software
2) สร้าง Database
   2.1 เข้าเมนู File เลือก New Data Base
   2.2 เข้า path C:\UNIVERSE ที่ช่อง Directions
   2.3 ตั้งชื่อที่ต้องการในช่อง New Database Name แล้วคลิ๊กปุ่ม OK เมื่อหน้าจอปรากฏหน้าต่าง Finished ให้กดปิดหน้าต่าง
3) การทำ Standardization
   3.1 กดปุ่ม Standardization หรือไปที่เมนู Senser แล้วเลือก Standardize
   3.2 ตั้ง Mode, Area View และ Port Size ที่ต้องการ แล้วคลิ๊กปุ่ม OK
   3.3 เลือก Mode RSEX ไว้ ดังนั้นเครื่องจะให้ใส่ Light trap เสร็จแล้วคลิ๊ก OK
   3.3 จากนั้นใส่ White Standard เสร็จแล้วคลิ๊ก OK
4) ใส่ตัวอย่างเมล็ดข้าวเปลือกลงในภาชนะใส่ตัวอย่างจนเต็ม นำไปวางบนแท่นวางตัวอย่างแล้วกดอ่านค่า

5. การวัดคุณสมบัติไดอิเล็กทริก

เครื่องมือและอุปกรณ์การวิเคราะห์

1) เครื่องวิเคราะห์อิมพีแดนซ์ความแม่นยำสูง (impedance analyzer)
2) ตัวเก็บประจุแบบแผ่นเพลทคู่ขนาน เพลทขนาด 10 x 10 เซนติเมตร
3) หัววัดแบบ open-ended coaxial
4) Forceps ปากคีบไม่มีเขี้ยว

ขั้นตอนการวัด

1) เปิดเครื่อง Computer
2) เปิดเครื่อง Impedance Analyzer
3) เข้าโปรแกรม Impedance Analyser 1.6.vi
4) ตรวจสอบการเชื่อมต่อระหว่างเครื่อง Computer กับเครื่อง Impedance Analyzer
   - เลือก Computer Management

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

- เข้าไปที่ Device Manager ตรวจสอบการเชื่อมต่อตรงที่ Ports (COM & LPT)

5) ใส่การเชื่อมต่อระหว่างเครื่อง Computer กับเครื่อง Impedance Analyzer ลงในช่อง VISA resource name

6) ใส่ช่วงความถี่ (frequency) ลงในช่อง Start Freq (MHz) , Stop Freq (MHz) และ Number of Sample หลังจากนั้นกดปุ่ม Calculate Frequency

7) วัดค่าเพลทเปล่าก่อนใส่ตัวอย่าง คลิกตรงช่อง Measure Value เลือก Z1 Ref หลังจากนั้น คลิกปุ่ม Start Scan เมื่อโปรแกรมเริ่มวิเคราะห์ สัญญาณไฟสีเขียวปรากฏในช่อง Scan และดับลงเมื่อวิเคราะห์เสร็จ

8. ใส่ตัวอย่างที่ต้องการวัด หลังจากนั้นคลิกตรงช่อง Measure Value เลือก Z2 หลังจากนั้น คลิกปุ่ม Start Scan เมื่อโปรแกรมเริ่มวิเคราะห์ สัญญาณไฟสีเขียวปรากฏในช่อง Scan และดับลงเมื่อวิเคราะห์เสร็จ

9. หลังจากนั้นคลิกปุ่ม Calculate Data ค่าที่ได้จากการวัดก็จะปรากฏแสดงในช่อง บันทึกผลที่ได้โดยคลิก Data Save

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพผนวก ข

ตารางแสดงผลการทดลอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ข

ตารางแสดงผลการทดลอง

ตารางภาคผนวก 1 ค่าคงที่ไดอิเล็กทริก (ε') แฟกเตอร์การสูญเสีย (ε'') และค่าลอสแทนเจน ($\tan \delta$) ของเมล็ดข้าวเปลือกความชื้นเฉลี่ย 15 เปอร์เซ็นต์ วัดจากเครื่องอิมพีแดนซ์ความแม่นยำสูงด้วยหัววัดแบบ open-ended coaxial ที่ระยะเพลท 1.00 เซนติเมตร ที่ช่วงความถี่ 0-50 MHz

ช่วงความถี่ (MHz)	ค่าคงที่ไดอิเล็กทริก (dielectric constant; ε')	แฟกเตอร์การสูญเสีย (loss factor; ε'')	ค่าลอสแทนเจน ($\tan \delta$)
0	NaN	NaN	0.664
1.02	1.866	0.730	0.391
2.041	1.823	0.517	0.284
3.061	1.802	0.472	0.262
4.082	1.787	0.473	0.265
5.102	1.772	0.496	0.280
6.122	1.760	0.532	0.303
7.143	1.749	0.574	0.328
8.163	1.742	0.626	0.359
9.184	1.734	0.680	0.392
10.204	1.729	0.738	0.427
11.224	1.719	0.792	0.461
12.245	1.713	0.848	0.495
13.265	1.707	0.905	0.530
14.286	1.701	0.963	0.566
15.306	1.701	1.027	0.604
16.327	1.695	1.092	0.644

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก 1 (ต่อ) ค่าคงที่ไดอิเล็กทริก (ε') แฟกเตอร์การสูญเสีย (ε'') และค่าลอสแทนเจน ($\tan \delta$) ของเมล็ดข้าวเปลือกความชื้นเฉลี่ย 15 เปอร์เซ็นต์ วัดจากเครื่องอิมพีแดนซ์ความแม่นยำสูงด้วยหัววัดแบบ open-ended coaxial ที่ระยะเพลท 1.00 เซนติเมตร ที่ช่วงความถี่ 0-50 MHz

ช่วงความถี่ (MHz)	ค่าคงที่ไดอิเล็กทริก (dielectric constant; ε')	แฟกเตอร์การสูญเสีย (loss factor; ε'')	ค่าลอสแทนเจน ($\tan \delta$)
17.347	1.690	1.157	0.685
18.367	1.681	1.223	0.728
19.388	1.692	1.298	0.767
20.408	1.702	1.359	0.799
21.429	1.707	1.414	0.829
22.449	1.711	1.474	0.862
23.469	1.708	1.524	0.893
24.49	1.700	1.579	0.929
25.51	1.697	1.639	0.966
26.531	1.697	1.706	1.005
27.551	1.694	1.774	1.047
28.571	1.690	1.845	1.092
29.592	1.684	1.919	1.139
30.612	1.675	1.990	1.188
31.633	1.664	2.074	1.247
32.653	1.658	2.195	1.324
33.673	1.679	2.343	1.396
34.694	1.730	2.393	1.383
35.714	1.755	2.407	1.371
36.735	1.751	2.435	1.391
37.755	1.740	2.475	1.422

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก 1 (ต่อ) ค่าคงที่ไดอิเล็กทริก (ε') แฟกเตอร์การสูญเสีย (ε'') และค่าลอสแทนเจน ($\tan \delta$) ของเมล็ดข้าวเปลือกความชื้นเฉลี่ย 15 เปอร์เซ็นต์ วัดจากเครื่องอิมพีแดนซ์ความแม่นยำสูงด้วยหัววัดแบบ open-ended coaxial ที่ระยะเพลท 1.00 เซนติเมตร ที่ช่วงความถี่ 0-50 MHz

ช่วงความถี่ (MHz)	ค่าคงที่ไดอิเล็กทริก (dielectric constant; ε')	แฟกเตอร์การสูญเสีย (loss factor; ε'')	ค่าลอสแทนเจน ($\tan \delta$)
38.776	1.730	2.535	1.465
39.796	1.728	2.616	1.514
40.816	1.725	2.703	1.567
41.837	1.719	2.792	1.624
42.857	1.708	2.878	1.686
43.878	1.692	2.975	1.758
44.898	1.680	3.132	1.864
45.918	1.725	3.339	1.936
46.939	1.812	3.321	1.833
47.959	1.817	3.303	1.818
48.98	1.803	3.347	1.857
50	NaN	NaN	1.63E+16

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก 2 ค่าคงที่ไดอิเล็กทริก (ε') แฟกเตอร์การสูญเสีย (ε'') และค่าลอสแทนเจน ($\tan \delta$) ของเมล็ดข้าวเปลือกที่มีไข่ของผีเสื้อข้าวเปลือกติดอยู่ วัดจากเครื่องอิมพีแดนซ์ความแม่นยำสูง ด้วยหัววัดแบบ open-ended coaxial ที่ระยะเพลท 1.00 เซนติเมตร ที่ช่วงความถี่ 0-50 MHz

ช่วงความถี่ (MHz)	ค่าคงที่ไดอิเล็กทริก (dielectric constant; ε')	แฟกเตอร์การสูญเสีย (loss factor; ε'')	ค่าลอสแทนเจน ($\tan \delta$)
0	NaN	NaN	0.651
1.02	1.903	0.745	0.391
2.041	1.848	0.531	0.288
3.061	1.821	0.485	0.266
4.082	1.804	0.487	0.270
5.102	1.790	0.511	0.286
6.122	1.774	0.547	0.308
7.143	1.762	0.587	0.333
8.163	1.754	0.640	0.365
9.184	1.746	0.694	0.397
10.204	1.739	0.751	0.432
11.224	1.730	0.807	0.467
12.245	1.722	0.861	0.500
13.265	1.716	0.920	0.536
14.286	1.710	0.979	0.572
15.306	1.708	1.043	0.611
16.327	1.703	1.109	0.651
17.347	1.699	1.177	0.693
18.367	1.692	1.241	0.734
19.388	1.704	1.316	0.772
20.408	1.716	1.370	0.799
21.429	1.717	1.424	0.829

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก 2 (ต่อ) ค่าคงที่ไดอิเล็กทริก (ε') แฟกเตอร์การสูญเสีย (ε'') และค่าลอสแทนเจน ($\tan \delta$) ของเมล็ดข้าวเปลือกที่มีไข่ของผีเสื้อข้าวเปลือกติดอยู่ วัดจากเครื่องอิมพีแดนซ์ความแม่นยำสูง ด้วยหัววัดแบบ open-ended coaxial ที่ระยะเพลท 1.00 เซนติเมตร ที่ช่วงความถี่ 0-50 MHz

ช่วงความถี่ (MHz)	ค่าคงที่ไดอิเล็กทริก (dielectric constant; ε')	แฟกเตอร์การสูญเสีย (loss factor; ε'')	ค่าลอสแทนเจน ($\tan \delta$)
22.449	1.717	1.482	0.863
23.469	1.711	1.535	0.897
24.49	1.703	1.590	0.934
25.51	1.703	1.652	0.970
26.531	1.701	1.717	1.010
27.551	1.700	1.785	1.050
28.571	1.694	1.854	1.094
29.592	1.689	1.925	1.140
30.612	1.680	1.998	1.189
31.633	1.672	2.083	1.246
32.653	1.678	2.191	1.305
33.673	1.718	2.265	1.318
34.694	1.733	2.300	1.327
35.714	1.728	2.346	1.358
36.735	1.719	2.401	1.397
37.755	1.711	2.456	1.435
38.776	1.705	2.522	1.479
39.796	1.704	2.604	1.528
40.816	1.703	2.691	1.579
41.837	1.700	2.779	1.634
42.857	1.691	2.860	1.691
43.878	1.674	2.944	1.758

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก 2 (ต่อ) ค่าคงที่ไดอิเล็กทริก (ε') แฟกเตอร์การสูญเสีย (ε'') และค่าลอสแทนเจน ($\tan \delta$) ของเมล็ดข้าวเปลือกที่มีไข่ของผีเสื้อข้าวเปลือกติดอยู่ วัดจากเครื่องอิมพีแดนซ์ความแม่นยำสูง ด้วยหัววัดแบบ open-ended coaxial ที่ระยะเพลท 1.00 เซนติเมตร ที่ช่วงความถี่ 0-50 MHz

ช่วงความถี่ (MHz)	ค่าคงที่ไดอิเล็กทริก (dielectric constant; ε')	แฟกเตอร์การสูญเสีย (loss factor; ε'')	ค่าลอสแทนเจน ($\tan \delta$)
44.898	1.663	3.078	1.850
45.918	1.668	3.276	1.962
46.939	1.729	3.392	1.961
47.959	1.766	3.377	1.914
48.98	1.788	3.418	1.912
50	NaN	NaN	1.63E+16

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก 3 ค่าคงที่ไดอิเล็กทริก (ε') แฟกเตอร์การสูญเสีย (ε'') และค่าลอสแทนเจน ($\tan \delta$) ของเมล็ดข้าวเปลือกที่มีผิวเสื้อข้าวเปลือกระยะหนอนเข้าทำลายอยู่ภายใน วัดจากเครื่องอิมพีแดนซ์ความแม่นยำสูง ด้วยหัววัดแบบ open-ended coaxial ที่ระยะเพลท 1.00 เซนติเมตร ที่ช่วงความถี่ 0-50 MHz

ช่วงความถี่ (MHz)	ค่าคงที่ไดอิเล็กทริก (dielectric constant; ε')	แฟกเตอร์การสูญเสีย (loss factor; ε'')	ค่าลอสแทนเจน ($\tan \delta$)
0	NaN	NaN	0.674
1.02	1.919	0.769	0.401
2.041	1.869	0.548	0.293
3.061	1.845	0.498	0.270
4.082	1.828	0.499	0.273
5.102	1.813	0.521	0.287
6.122	1.798	0.556	0.309
7.143	1.787	0.599	0.335
8.163	1.778	0.651	0.366
9.184	1.770	0.706	0.399
10.204	1.763	0.764	0.433
11.224	1.753	0.820	0.467
12.245	1.747	0.876	0.501
13.265	1.738	0.934	0.537
14.286	1.734	0.994	0.573
15.306	1.733	1.060	0.611
16.327	1.727	1.125	0.651
17.347	1.722	1.191	0.692
18.367	1.717	1.257	0.732
19.388	1.723	1.338	0.776
20.408	1.736	1.399	0.805

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก 3 (ต่อ) ค่าคงที่ไดอิเล็กทริก (ε') แฟกเตอร์การสูญเสีย (ε'') และค่าลอสแทนเจน ($\tan \delta$) ของเมล็ดข้าวเปลือกที่มีผีเสื้อข้าวเปลือกระยะหนอนเข้าทำลายอยู่ภายใน วัดจากเครื่องอิมพีแดนซ์ความแม่นยำสูง ด้วยหัววัดแบบ open-ended coaxial ที่ระยะเพลท 1.00 เซนติเมตร ที่ช่วงความถี่ 0-50 MHz

ช่วงความถี่ (MHz)	ค่าคงที่ไดอิเล็กทริก (dielectric constant; ε')	แฟกเตอร์การสูญเสีย (loss factor; ε'')	ค่าลอสแทนเจน ($\tan \delta$)
21.429	1.743	1.454	0.834
22.449	1.745	1.512	0.866
23.469	1.741	1.566	0.899
24.49	1.733	1.622	0.936
25.51	1.729	1.684	0.974
26.531	1.730	1.755	1.015
27.551	1.727	1.825	1.057
28.571	1.722	1.899	1.103
29.592	1.717	1.978	1.152
30.612	1.708	2.057	1.205
31.633	1.702	2.145	1.260
32.653	1.704	2.209	1.297
33.673	1.730	2.294	1.327
34.694	1.769	2.375	1.342
35.714	1.774	2.435	1.372
36.735	1.766	2.495	1.412
37.755	1.756	2.555	1.454
38.776	1.750	2.631	1.502
39.796	1.748	2.725	1.558
40.816	1.744	2.832	1.624
41.837	1.735	2.963	1.708
42.857	1.718	3.127	1.823

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก 3 (ต่อ) ค่าคงที่ไดอิเล็กทริก (ε') แฟกเตอร์การสูญเสีย (ε'') และค่าลอสแทนเจน ($\tan \delta$) ของเมล็ดข้าวเปลือกที่มีผีเสื้อข้าวเปลือกระยะหนอนเข้าทำลายอยู่ภายใน วัดจากเครื่องอิมพีแดนซ์ความแม่นยำสูง ด้วยหัววัดแบบ open-ended coaxial ที่ระยะเพลท 1.00 เซนติเมตร ที่ช่วงความถี่ 0-50 MHz

ช่วงความถี่ (MHz)	ค่าคงที่ไดอิเล็กทริก (dielectric constant; ε')	แฟกเตอร์การสูญเสีย (loss factor; ε'')	ค่าลอสแทนเจน ($\tan \delta$)
43.878	1.723	3.242	1.884
44.898	1.757	3.174	1.807
45.918	1.790	3.216	1.803
46.939	1.754	3.206	1.834
47.959	1.758	3.256	1.859
48.98	1.811	3.386	1.872
50	NaN	NaN	1.63E+16

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก 4 ค่าคงที่ไดอิเล็กทริก (ε') แฟกเตอร์การสูญเสีย (ε'') และค่าลอสแทนเจน ($\tan \delta$) ของเมล็ดข้าวเปลือกที่มีผีเสื้อข้าวเปลือกระยะดักแด้อยู่ภายใน วัดจากเครื่องอิมพีแดนซ์ความแม่นยำสูง ด้วยหัววัดแบบ open-ended coaxial ที่ระยะเพลท 1.00 เซนติเมตร ที่ช่วงความถี่ 0-50 MHz

ช่วงความถี่ (MHz)	ค่าคงที่ไดอิเล็กทริก (dielectric constant; ε')	แฟกเตอร์การสูญเสีย (loss factor; ε'')	ค่าลอสแทนเจน ($\tan \delta$)
0	NaN	NaN	0.651
1.02	1.883	0.730	0.388
2.041	1.820	0.516	0.283
3.061	1.794	0.473	0.263
4.082	1.781	0.477	0.268
5.102	1.766	0.501	0.284
6.122	1.747	0.533	0.305
7.143	1.738	0.572	0.329
8.163	1.735	0.624	0.359
9.184	1.724	0.678	0.393
10.204	1.721	0.735	0.427
11.224	1.712	0.787	0.460
12.245	1.700	0.840	0.494
13.265	1.703	0.904	0.531
14.286	1.695	0.963	0.568
15.306	1.699	1.027	0.605
16.327	1.686	1.087	0.644
17.347	1.679	1.153	0.687
18.367	1.679	1.222	0.728
19.388	1.685	1.295	0.768
20.408	1.698	1.348	0.794

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก 4 (ต่อ) ค่าคงที่ไดอิเล็กทริก (ε') แฟกเตอร์การสูญเสีย (ε'') และค่าลอสแทนเจน ($\tan \delta$) ของเมล็ดข้าวเปลือกที่มีผิเสื้อข้าวเปลือกระยะดักแด้อยู่ภายใน วัดจากเครื่องอิมพีแดนซ์ความแม่นยำสูง ด้วยหัววัดแบบ open-ended coaxial ที่ระยะเพลท 1.00 เซนติเมตร ที่ช่วงความถี่ 0-50 MHz

ช่วงความถี่ (MHz)	ค่าคงที่ไดอิเล็กทริก (dielectric constant; ε')	แฟกเตอร์การสูญเสีย (loss factor; ε'')	ค่าลอสแทนเจน (tan δ)
21.429	1.703	1.403	0.824
22.449	1.705	1.461	0.857
23.469	1.702	1.513	0.889
24.49	1.687	1.561	0.925
25.51	1.690	1.627	0.963
26.531	1.690	1.693	1.002
27.551	1.683	1.759	1.045
28.571	1.683	1.838	1.092
29.592	1.676	1.909	1.139
30.612	1.666	1.982	1.189
31.633	1.657	2.079	1.255
32.653	1.655	2.202	1.330
33.673	1.699	2.270	1.336
34.694	1.734	2.307	1.330
35.714	1.735	2.346	1.352
36.735	1.731	2.393	1.383
37.755	1.722	2.439	1.416
38.776	1.716	2.505	1.460
39.796	1.715	2.586	1.508
40.816	1.714	2.675	1.561
41.837	1.711	2.767	1.617

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก 4 (ต่อ) ค่าคงที่ไดอิเล็กทริก (ε') แฟกเตอร์การสูญเสีย (ε'') และค่าลอสแทนเจน ($\tan \delta$) ของเมล็ดข้าวเปลือกที่มีผีเสื้อข้าวเปลือกระยะดักแด้อยู่ภายใน วัดจากเครื่องอิมพีแดนซ์ความแม่นยำสูง ด้วยหัววัดแบบ open-ended coaxial ที่ระยะเพลท 1.00 เซนติเมตร ที่ช่วงความถี่ 0-50 MHz

ช่วงความถี่ (MHz)	ค่าคงที่ไดอิเล็กทริก (dielectric constant; ε')	แฟกเตอร์การสูญเสีย (loss factor; ε'')	ค่าลอสแทนเจน (tan δ)
42.857	1.699	2.847	1.676
43.878	1.683	2.940	1.746
44.898	1.668	3.084	1.849
45.918	1.686	3.241	1.923
46.939	1.793	3.309	1.844
47.959	1.805	3.276	1.814
48.98	1.791	3.316	1.852
50	NaN	NaN	1.63E+16

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก 5 ค่าคงที่ไดอิเล็กทริก (ε') แฟกเตอร์การสูญเสีย (ε'') และค่าลอสแทนเจน ($\tan \delta$) ของเมล็ดข้าวเปลือกความชื้นเฉลี่ย 15 เปอร์เซ็นต์ วัดจากเครื่องอิมพีแดนซ์ความแม่นยำสูงด้วยหัววัดแบบ open-ended coaxial ที่ระยะเพลท 1.50 เซนติเมตร ที่ช่วงความถี่ 0-50 MHz

ช่วงความถี่ (MHz)	ค่าคงที่ไดอิเล็กทริก (dielectric constant; ε')	แฟกเตอร์การสูญเสีย (loss factor; ε'')	ค่าลอสแทนเจน ($\tan \delta$)
0	NaN	NaN	0.702
1.02	1.833	0.735	0.406
2.041	1.752	0.491	0.284
3.061	1.717	0.422	0.249
4.082	1.698	0.400	0.238
5.102	1.683	0.403	0.242
6.122	1.671	0.419	0.254
7.143	1.657	0.442	0.270
8.163	1.648	0.474	0.290
9.184	1.643	0.509	0.312
10.204	1.637	0.547	0.337
11.224	1.630	0.582	0.360
12.245	1.620	0.618	0.385
13.265	1.614	0.658	0.411
14.286	1.609	0.700	0.439
15.306	1.606	0.744	0.467
16.327	1.602	0.790	0.497
17.347	1.596	0.839	0.530
18.367	1.589	0.895	0.567
19.388	1.592	0.957	0.605
20.408	1.604	0.995	0.625
21.429	1.611	1.028	0.643

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก 5 (ต่อ) ค่าคงที่ไดอิเล็กทริก (ε') แฟกเตอร์การสูญเสีย (ε'') และค่าลอสแทนเจน ($\tan \delta$) ของเมล็ดข้าวเปลือกความชื้นเฉลี่ย 15 เปอร์เซ็นต์ วัดจากเครื่องอิมพีแดนซ์ความแม่นยำสูงด้วยหัววัดแบบ open-ended coaxial ที่ระยะเพลท 1.50 เซนติเมตร ที่ช่วงความถี่ 0-50 MHz

ช่วงความถี่ (MHz)	ค่าคงที่ไดอิเล็กทริก (dielectric constant; ε')	แฟกเตอร์การสูญเสีย (loss factor; ε'')	ค่าลอสแทนเจน ($\tan \delta$)
22.449	1.614	1.059	0.662
23.469	1.610	1.093	0.684
24.49	1.605	1.124	0.705
25.51	1.599	1.161	0.732
26.531	1.599	1.209	0.762
27.551	1.595	1.256	0.794
28.571	1.589	1.306	0.829
29.592	1.584	1.363	0.867
30.612	1.572	1.421	0.911
31.633	1.558	1.499	0.968
32.653	1.551	1.618	1.048
33.673	1.574	1.721	1.100
34.694	1.627	1.709	1.059
35.714	1.650	1.697	1.038
36.735	1.650	1.707	1.044
37.755	1.642	1.732	1.064
38.776	1.632	1.774	1.095
39.796	1.623	1.822	1.132
40.816	1.619	1.884	1.174
41.837	1.614	1.953	1.221
42.857	1.602	2.028	1.277
43.878	1.586	2.121	1.349

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก 5 (ต่อ) ค่าคงที่ไดอิเล็กทริก (ε') แฟกเตอร์การสูญเสีย (ε'') และค่าลอสแทนเจน ($\tan \delta$) ของเมล็ดข้าวเปลือกความชื้นเฉลี่ย 15 เปอร์เซ็นต์ วัดจากเครื่องอิมพีแดนซ์ความแม่นยำสูงด้วยหัววัดแบบ open-ended coaxial ที่ระยะเพลท 1.50 เซนติเมตร ที่ช่วงความถี่ 0-50 MHz

ช่วงความถี่ (MHz)	ค่าคงที่ไดอิเล็กทริก (dielectric constant; ε')	แฟกเตอร์การสูญเสีย (loss factor; ε'')	ค่าลอสแทนเจน ($\tan \delta$)
44.898	1.561	2.254	1.454
45.918	1.577	2.361	1.500
46.939	1.696	2.305	1.364
47.959	1.717	2.284	1.339
48.98	1.706	2.313	1.366
50	NaN	NaN	1.63E+16

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก 6 ค่าคงที่ไดอิเล็กทริก (ε') แฟกเตอร์การสูญเสีย (ε'') และค่าลอสแทนเจน ($\tan \delta$) ของเมล็ดข้าวเปลือกที่มีไข่ของผีเสื้อข้าวเปลือกติดอยู่ วัดจากเครื่องอิมพีแดนซ์ความแม่นยำสูง ด้วยหัววัดแบบ open-ended coaxial ที่ระยะเพลท 1.50 เซนติเมตร ที่ช่วงความถี่ 0-50 MHz

ช่วงความถี่ (MHz)	ค่าคงที่ไดอิเล็กทริก (dielectric constant; ε')	แฟกเตอร์การสูญเสีย (loss factor; ε'')	ค่าลอสแทนเจน ($\tan \delta$)
0	NaN	NaN	0.669
1.02	1.876	0.748	0.399
2.041	1.786	0.506	0.283
3.061	1.749	0.439	0.251
4.082	1.732	0.422	0.243
5.102	1.714	0.426	0.249
6.122	1.703	0.444	0.261
7.143	1.687	0.471	0.279
8.163	1.679	0.504	0.300
9.184	1.676	0.539	0.322
10.204	1.670	0.580	0.347
11.224	1.662	0.619	0.372
12.245	1.654	0.658	0.398
13.265	1.649	0.700	0.425
14.286	1.644	0.744	0.453
15.306	1.641	0.792	0.483
16.327	1.636	0.842	0.514
17.347	1.630	0.895	0.549
18.367	1.624	0.956	0.589
19.388	1.634	1.017	0.623
20.408	1.650	1.051	0.637
21.429	1.658	1.089	0.656

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก 6 (ต่อ) ค่าคงที่ไดอิเล็กทริก (ε') แฟกเตอร์การสูญเสีย (ε'') และค่าลอสแทนเจน ($\tan \delta$) ของเมล็ดข้าวเปลือกที่มีไข่ของผีเสื้อข้าวเปลือกติดอยู่ วัดจากเครื่องอิมพีแดนซ์ความแม่นยำสูง ด้วยหัววัดแบบ open-ended coaxial ที่ระยะเพลท 1.50 เซนติเมตร ที่ช่วงความถี่ 0-50 MHz

ช่วงความถี่ (MHz)	ค่าคงที่ไดอิเล็กทริก (dielectric constant; ε')	แฟกเตอร์การสูญเสีย (loss factor; ε'')	ค่าลอสแทนเจน ($\tan \delta$)
22.449	1.659	1.126	0.678
23.469	1.658	1.163	0.701
24.49	1.653	1.199	0.725
25.51	1.650	1.242	0.752
26.531	1.650	1.290	0.782
27.551	1.646	1.337	0.812
28.571	1.640	1.390	0.847
29.592	1.636	1.448	0.885
30.612	1.623	1.504	0.926
31.633	1.609	1.579	0.981
32.653	1.618	1.683	1.041
33.673	1.665	1.733	1.040
34.694	1.691	1.742	1.029
35.714	1.692	1.774	1.047
36.735	1.685	1.811	1.074
37.755	1.679	1.854	1.103
38.776	1.672	1.901	1.136
39.796	1.664	1.954	1.173
40.816	1.661	2.018	1.214
41.837	1.656	2.085	1.258
42.857	1.645	2.152	1.307
43.878	1.623	2.226	1.370

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก 6 (ต่อ) ค่าคงที่ไดอิเล็กทริก (ε') แฟกเตอร์การสูญเสีย (ε'') และค่าลอสแทนเจน ($\tan \delta$) ของเมล็ดข้าวเปลือกที่มีไข่ของผีเสื้อข้าวเปลือกติดอยู่ วัดจากเครื่องอิมพีแดนซ์ความแม่นยำสูง ด้วยหัววัดแบบ open-ended coaxial ที่ระยะเพลท 1.50 เซนติเมตร ที่ช่วงความถี่ 0-50 MHz

ช่วงความถี่ (MHz)	ค่าคงที่ไดอิเล็กทริก (dielectric constant; ε')	แฟกเตอร์การสูญเสีย (loss factor; ε'')	ค่าลอสแทนเจน ($\tan \delta$)
44.898	1.593	2.333	1.463
45.918	1.578	2.518	1.595
46.939	1.642	2.604	1.587
47.959	1.736	2.594	1.497
48.98	1.768	2.564	1.451
50	NaN	NaN	1.63E+16

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก 7 ค่าคงที่ไดอิเล็กทริก (ε') แฟกเตอร์การสูญเสีย (ε'') และค่าลอสแทนเจน ($\tan \delta$) ของเมล็ดข้าวเปลือกที่มีผีเสื้อข้าวเปลือกระยะหนอนเข้าทำลายอยู่ภายใน วัดจากเครื่องอิมพีแดนซ์ความแม่นยำสูง ด้วยหัววัดแบบ open-ended coaxial ที่ระยะเพลท 1.50 เซนติเมตร ที่ช่วงความถี่ 0-50 MHz

ช่วงความถี่ (MHz)	ค่าคงที่ไดอิเล็กทริก (dielectric constant; ε')	แฟกเตอร์การสูญเสีย (loss factor; ε'')	ค่าลอสแทนเจน ($\tan \delta$)
0	NaN	NaN	0.688
1.02	1.914	0.783	0.409
2.041	1.824	0.527	0.289
3.061	1.786	0.457	0.256
4.082	1.766	0.436	0.247
5.102	1.746	0.438	0.251
6.122	1.730	0.455	0.263
7.143	1.715	0.481	0.280
8.163	1.706	0.515	0.302
9.184	1.700	0.550	0.324
10.204	1.693	0.591	0.349
11.224	1.686	0.629	0.373
12.245	1.674	0.667	0.399
13.265	1.669	0.709	0.425
14.286	1.661	0.752	0.453
15.306	1.659	0.801	0.482
16.327	1.654	0.848	0.513
17.347	1.646	0.898	0.546
18.367	1.637	0.954	0.583
19.388	1.640	1.020	0.622
20.408	1.656	1.064	0.642

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก 7 (ต่อ) ค่าคงที่ไดอิเล็กทริก (ε') แฟกเตอร์การสูญเสีย (ε'') และค่าลอสแทนเจน ($\tan \delta$) ของเมล็ดข้าวเปลือกที่มีผีเสื้อข้าวเปลือกระยะหนอนเข้าทำลายอยู่ภายใน วัดจากเครื่องอิมพีแดนซ์ความแม่นยำสูง ด้วยหัววัดแบบ open-ended coaxial ที่ระยะเพลท 1.50 เซนติเมตร ที่ช่วงความถี่ 0-50 MHz

ช่วงความถี่ (MHz)	ค่าคงที่ไดอิเล็กทริก (dielectric constant; ε')	แฟกเตอร์การสูญเสีย (loss factor; ε'')	ค่าลอสแทนเจน ($\tan \delta$)
21.429	1.667	1.101	0.661
22.449	1.667	1.136	0.681
23.469	1.663	1.170	0.703
24.49	1.658	1.204	0.726
25.51	1.650	1.246	0.755
26.531	1.645	1.294	0.787
27.551	1.640	1.346	0.821
28.571	1.634	1.403	0.859
29.592	1.628	1.466	0.901
30.612	1.615	1.530	0.947
31.633	1.601	1.611	1.006
32.653	1.600	1.730	1.081
33.673	1.640	1.803	1.099
34.694	1.682	1.795	1.067
35.714	1.695	1.813	1.070
36.735	1.693	1.835	1.084
37.755	1.687	1.868	1.107
38.776	1.680	1.915	1.140
39.796	1.670	1.964	1.176
40.816	1.665	2.029	1.218
41.837	1.657	2.095	1.264

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก 7 (ต่อ) ค่าคงที่ไดอิเล็กทริก (ε') แฟกเตอร์การสูญเสีย (ε'') และค่าลอสแทนเจน ($\tan \delta$) ของเมล็ดข้าวเปลือกที่มีผีเสื้อข้าวเปลือกระยะหนอนเข้าทำลายอยู่ภายใน วัดจากเครื่องอิมพีแดนซ์ความแม่นยำสูง ด้วยหัววัดแบบ open-ended coaxial ที่ระยะเพลท 1.50 เซนติเมตร ที่ช่วงความถี่ 0-50 MHz

ช่วงความถี่ (MHz)	ค่าคงที่ไดอิเล็กทริก (dielectric constant; ε')	แฟกเตอร์การสูญเสีย (loss factor; ε'')	ค่าลอสแทนเจน ($\tan \delta$)
42.857	1.636	2.161	1.321
43.878	1.622	2.258	1.392
44.898	1.625	2.409	1.482
45.918	1.615	2.603	1.611
46.939	1.641	2.574	1.564
47.959	1.827	2.533	1.385
48.98	1.815	2.495	1.374
50	NaN	NaN	1.63E+16

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก 8 ค่าคงที่ไดอิเล็กทริก (ε') แฟกเตอร์การสูญเสีย (ε'') และค่าลอสแทนเจน ($\tan \delta$) ของเมล็ดข้าวเปลือกที่มีผีเสื้อข้าวเปลือกระยะดักแด้อยู่ภายใน วัดจากเครื่องอิมพีแดนซ์ความแม่นยำสูง ด้วยหัววัดแบบ open-ended coaxial ที่ระยะเพลท 1.50 เซนติเมตร ที่ช่วงความถี่ 0-50 MHz

ช่วงความถี่ (MHz)	ค่าคงที่ไดอิเล็กทริก (dielectric constant; ε')	แฟกเตอร์การสูญเสีย (loss factor; ε'')	ค่าลอสแทนเจน ($\tan \delta$)
0	NaN	NaN	0.667
1.02	1.854	0.731	0.394
2.041	1.780	0.499	0.280
3.061	1.746	0.436	0.250
4.082	1.731	0.419	0.242
5.102	1.712	0.424	0.248
6.122	1.700	0.442	0.260
7.143	1.685	0.470	0.279
8.163	1.677	0.504	0.300
9.184	1.670	0.537	0.321
10.204	1.663	0.578	0.348
11.224	1.657	0.617	0.373
12.245	1.646	0.656	0.398
13.265	1.640	0.697	0.425
14.286	1.635	0.742	0.454
15.306	1.632	0.790	0.484
16.327	1.626	0.839	0.516
17.347	1.623	0.893	0.550
18.367	1.615	0.954	0.591
19.388	1.621	1.016	0.627

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก 8 (ต่อ) ค่าคงที่ไดอิเล็กทริก (ε') แฟกเตอร์การสูญเสีย (ε'') และค่าลอสแทนเจน ($\tan \delta$) ของเมล็ดข้าวเปลือกที่มีผีเสื้อข้าวเปลือกระยะดักแด้อยู่ภายใน วัดจากเครื่องอิมพีแดนซ์ความแม่นยำสูง ด้วยหัววัดแบบ open-ended coaxial ที่ระยะเพลท 1.50 เซนติเมตร ที่ช่วงความถี่ 0-50 MHz

ช่วงความถี่ (MHz)	ค่าคงที่ไดอิเล็กทริก (dielectric constant; ε')	แฟกเตอร์การสูญเสีย (loss factor; ε'')	ค่าลอสแทนเจน (tan δ)
20.408	1.633	1.047	0.641
21.429	1.645	1.084	0.659
22.449	1.642	1.118	0.681
23.469	1.636	1.149	0.702
24.49	1.624	1.181	0.727
25.51	1.628	1.232	0.757
26.531	1.615	1.271	0.787
27.551	1.619	1.329	0.821
28.571	1.608	1.379	0.858
29.592	1.609	1.446	0.899
30.612	1.591	1.506	0.946
31.633	1.575	1.594	1.012
32.653	1.587	1.729	1.089
33.673	1.644	1.759	1.070
34.694	1.675	1.758	1.049
35.714	1.675	1.778	1.061
36.735	1.671	1.804	1.079
37.755	1.663	1.833	1.102
38.776	1.651	1.871	1.134
39.796	1.642	1.921	1.170
40.816	1.639	1.988	1.213

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก 8 (ต่อ) ค่าคงที่ไดอิเล็กทริก (ε') แฟกเตอร์การสูญเสีย (ε'') และค่าลอสแทนเจน ($\tan \delta$) ของเมล็ดข้าวเปลือกที่มีผีเสื้อข้าวเปลือกระยะดักแด้อยู่ภายใน วัดจากเครื่องอิมพีแดนซ์ความแม่นยำสูง ด้วยหัววัดแบบ open-ended coaxial ที่ระยะเพลท 1.50 เซนติเมตร ที่ช่วงความถี่ 0-50 MHz

ช่วงความถี่ (MHz)	ค่าคงที่ไดอิเล็กทริก (dielectric constant; ε')	แฟกเตอร์การสูญเสีย (loss factor; ε'')	ค่าลอสแทนเจน ($\tan \delta$)
41.837	1.634	2.059	1.260
42.857	1.622	2.132	1.315
43.878	1.604	2.227	1.388
44.898	1.583	2.389	1.509
45.918	1.618	2.528	1.561
46.939	1.762	2.466	1.399
47.959	1.750	2.413	1.379
48.98	1.732	2.441	1.409
50	NaN	NaN	1.63E+16

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก 9 ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ (°C) (ค่าเฉลี่ย ± SD) ในการตอบสนองของข้าวเปลือกความชื้น 14 เปอร์เซ็นต์ ที่ผ่านคลื่นความถี่วิทยุ 27.12 MHz ที่ระดับพลังงานต่าง ๆ

เวลา	**ระดับพลังงาน (วัตต์)**			
(วินาที)	530	620	700	780
0	23.0 ± 0.3	22.9 ± 0.1	23.1 ± 0.3	23.1 ± 0.2
20	25.2 ± 0.1	25.4 ± 0.1	25.7 ± 0.7	27.3 ± 1.1
40	27.6 ± 0.1	28.7 ± 0.1	29.8 ± 0.9	32.7 ± 1.2
60	32.4 ± 0.2	32.4 ± 0.3	34.4 ± 1.2	38.0 ± 1.9
80	36.2 ± 0.3	36.0 ± 0.6	38.8 ± 1.6	43.3 ± 1.9
100	40.1 ± 0.4	39.7 ± 1.0	43.4 ± 1.6	48.9 ± 1.5
120	44.2 ± 0.4	43.3 ± 1.2	49.7 ± 0.2	54.3 ± 1.1
140	47.8 ± 0.3	46.7 ± 1.4	52.7 ± 1.5	59.1 ± 0.7
160	51.8 ± 0.2	50.4 ± 1.9	57.3 ± 1.4	64.4 ± 0.3
180	55.6 ± 0.0	53.9 ± 2.1	62.1 ± 0.9	70.0 ± 0.0

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 1 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติค่าคงตัวไดอิเล็กทริก (dielectric constant; ε') ในระยะห่างเพลทที่ 1.00 เซนติเมตร

Source	SS	df	MS	F	P
Corrected Model	.016[a]	11	.001	1.919	.060
Intercept	175.682	1	175.682	2.391E5	.000
Stage	.011	3	.004	4.789	.005
Frequency	.003	2	.002	2.127	.130
Stage * Frequency	.002	6	.000	.415	.865
Error	.035	48	.001		
Total	175.733	60			
Corrected Total	.051	59			

a. R Squared = .305 (Adjusted R Squared = .146)

ตารางภาคผนวก 2 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติค่าแฟกเตอร์การสูญเสีย (loss factor; ε'') ในระยะห่างเพลทที่ 1.00 เซนติเมตร

Source	SS	df	MS	F	P
Corrected Model	36.686[a]	11	3.335	613.000	.000
Intercept	203.625	1	203.625	3.743E4	.000
Stage	.087	3	.029	5.357	.003
Frequency	36.544	2	18.272	3.358E3	.000
Stage * Frequency	.055	6	.009	1.696	.142
Error	.261	48	.005		
Total	240.573	60			
Corrected Total	36.947	59			

a. R Squared = .993 (Adjusted R Squared = .991)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก 3 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติค่าลอสแทนเจน (loss tangent; tan δ) ในระยะห่างเพลทที่ 1.00 เซนติเมตร

Source	SS	df	MS	F	P
Corrected Model	12.414[a]	11	1.129	1.204E3	.000
Intercept	69.509	1	69.509	7.418E4	.000
Stage	.012	3	.004	4.402	.008
Frequency	12.387	2	6.193	6.610E3	.000
Stage * Frequency	.015	6	.002	2.591	.030
Error	.045	48	.001		
Total	81.968	60			
Corrected Total	12.459	59			

a. R Squared = .996 (Adjusted R Squared = .996)

ตารางภาคผนวก 4 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติค่าคงตัวไดอิเล็กทริก (dielectric constant; ε') ในระยะห่างเพลทที่ 1.50 เซนติเมตร

Source	SS	df	MS	F	P
Corrected Model	.026[a]	11	.002	2.054	.043
Intercept	160.620	1	160.620	1.398E5	.000
Stage	.021	3	.007	6.194	.001
Frequency	.004	2	.002	1.580	.217
Stage * Frequency	.001	6	.000	.142	.990
Error	.055	48	.001		
Total	160.701	60			
Corrected Total	.081	59			

a. R Squared = .320 (Adjusted R Squared = .164)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก 5 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติค่าแฟกเตอร์การสูญเสีย (loss factor; ε'') ในระยะห่างเพลทที่ 1.50 เซนติเมตร

Source	SS	df	MS	F	P
Corrected Model	18.539[a]	11	1.685	595.009	.000
Intercept	109.687	1	109.687	3.872E4	.000
Stage	.083	3	.028	9.777	.000
Frequency	18.442	2	9.221	3.255E3	.000
Stage * Frequency	.014	6	.002	.824	.557
Error	.136	48	.003		
Total	128.362	60			
Corrected Total	18.675	59			

a. R Squared = .993 (Adjusted R Squared = .991)

ตารางภาคผนวก 6 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติค่าลอสแทนเจน (loss tangent; tan δ) ในระยะห่างเพลทที่ 1.50 เซนติเมตร

Source	SS	df	MS	F	P
Corrected Model	6.891[a]	11	.626	3.538E3	.000
Intercept	41.132	1	41.132	2.323E5	.000
Stage	.008	3	.003	14.573	.000
Frequency	6.882	2	3.441	1.943E4	.000
Stage * Frequency	.001	6	.000	1.370	.246
Error	.009	48	.000		
Total	48.031	60			
Corrected Total	6.900	59			

a. R Squared = .999 (Adjusted R Squared = .998)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก 7 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของเปอร์เซ็นต์การตายของผีเสื้อข้าวเปลือกทั้ง 3 ระยะการเจริญเติบโต เมื่อนำมาผ่านคลื่นความถี่วิทยุ (RF) ที่ 27.12 MHz พลังงาน 700 วัตต์ ระยะเวลา 120 วินาที

Source	df	SS	MS	F	P
Stage	2	810.053	405.026	9.394	0.006
Error	9	388.047	43.116		
Total	11	1198.099			

ตารางภาคผนวก 8 ตาราง LSD ของผลการวิเคราะห์ทางสถิติของเปอร์เซ็นต์การตายของผีเสื้อข้าวเปลือกทั้ง 3 ระยะการเจริญเติบโต เมื่อนำมาผ่านคลื่นความถี่วิทยุที่ 27.12 MHz ที่พลังงาน 700 วัตต์ ระยะเวลา 120 วินาที

	(I) Treatment	(J) Treatment	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
LSD	1 (ไข่)	2	-8.775	4.64307	0.091
		3	11.29750*	4.64307	0.038
	2 (หนอน)	1	8.775	4.64307	0.091
		3	20.07250*	4.64307	0.002
	3 (ดักแด้)	1	-11.29750*	4.64307	0.038
		2	-20.07250*	4.64307	0.002

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก 9 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติค่าเฉลี่ยจำนวนแมลงรุ่นลูก ในระยะไข่ของผีเสื้อข้าวเปลือกเมื่อนำมาผ่าน RF ที่ 27.12 MHz พลังงาน 700 วัตต์ ระยะเวลา 120 วินาทีหลังจากเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่ผ่าน RF

		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
Insect	Equal variances assumed	4.2	0.086	6.603	6	0.001	40.5	6.13392
	Equal variances not assumed			6.603	4.832	0.001	40.5	6.13392

ตารางภาคผนวก 10 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติค่าเฉลี่ยจำนวนแมลงรุ่นลูกในระยะหนอนของผีเสื้อข้าวเปลือก เมื่อนำมาผ่าน RF ที่ 27.12 MHz พลังงาน 700 วัตต์ ระยะเวลา 120 วินาที หลังจากเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่ผ่าน RF

		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
Insect	Equal variances assumed	0.389	0.556	8.074	6	0	141	17.46306
	Equal variances not assumed			8.074	5.96	0	141	17.46306

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก 11 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติค่าเฉลี่ยจำนวนแมลงรุ่นลูกในระยะดักแด้ของผีเสื้อข้าวเปลือก เมื่อนำมาผ่านRF ที่ 27.12 MHz พลังงาน 700 วัตต์ ระยะเวลา 120 วินาที หลังจากเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่ผ่าน RF

		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
Insect	Equal variances assumed	0.006	0.94	5.103	6	0.002	84.75	16.6076
	Equal variances not assumed			5.103	5.831	0.002	84.75	16.6076

ตารางภาคผนวก 12 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของเปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยของผีเสื้อข้าวเปลือกระยะดักแด้ ที่ผ่านคลื่นความถี่วิทยุ 27.12 MHz ที่ระดับพลังงาน 700 วัตต์ ระยะเวลา 120, 140, 160, 180, 200 และ 220 วินาที

Source	df	SS	MS	F	P
Time	5	3745.475	749.095	22.580	.000
Error	18	597.150	33.175		
Total	23	4342.625			

ตารางภาคผนวก 13 ตาราง LSD ของผลการวิเคราะห์ทางสถิติของเปอร์เซ็นต์การตายของผีเสื้อข้าวเปลือกระยะดักแด้ เมื่อนำมาผ่านคลื่นความถี่วิทยุที่ 27.12 MHz ที่พลังงาน 700 วัตต์ ระยะเวลา 120, 140, 160, 180, 200 และ 220 วินาที

	(I) Treatment	(J) Treatment	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
LSD	1	2	-.71000	4.07278	.864
	RF 120 วินาที	3	-13.94750*	4.07278	.003
		4	-22.91250*	4.07278	.000

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

	5	-28.74500*	4.07278	.000
	6	-31.25000*	4.07278	.000
2	1	.71000	4.07278	.864
RF 140 วินาที	3	-13.23750*	4.07278	.004
	4	-22.20250*	4.07278	.000
	5	-28.03500*	4.07278	.000
	6	-30.54000*	4.07278	.000
3	1	13.94750*	4.07278	.003
RF 160 วินาที	2	13.23750*	4.07278	.004
	4	-8.96500*	4.07278	.041
	5	-14.79750*	4.07278	.002
	6	-17.30250*	4.07278	.000
4	1	22.91250*	4.07278	.000
RF 180 วินาที	2	22.20250*	4.07278	.000
	3	8.96500*	4.07278	.041
	5	-5.83250	4.07278	.169
	6	-8.33750	4.07278	.056
5	1	28.74500*	4.07278	.000
RF 200 วินาที	2	28.03500*	4.07278	.000
	3	14.79750*	4.07278	.002
	4	5.83250	4.07278	.169
	6	-2.50500	4.07278	.546
6	1	31.25000*	4.07278	.000
RF 220 วินาที	2	30.54000*	4.07278	.000
	3	17.30250*	4.07278	.000
	4	8.33750	4.07278	.056
	5	2.50500	4.07278	.546

หมายเหตุ * แสดงว่าสิ่งทดลองมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (α 0.05)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก 1 4 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ความชื้น ในข้าวเปลือกที่ผ่านคลื่นความถี่วิทยุ 27.12 MHz ที่ระดับพลังงาน 700 วัตต์ ระยะเวลา 220 วินาที และข้าวเปลือกที่ไม่ผ่านคลื่น (ชุดควบคุม)

Independent Samples Test							
	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
Equal variances assumed	.071	.791	-6.444	28	.000	-1.22933	.19076
Equal variances not assumed			-6.444	27.678	.000	-1.22933	.19076

ตารางภาคผนวก 15 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่า L* ในข้าวเปลือกที่ผ่านคลื่นความถี่วิทยุ 27.12 MHz ที่ระดับพลังงาน 700 วัตต์ ระยะเวลา 220 วินาที และข้าวเปลือกที่ไม่ผ่านคลื่น (ชุดควบคุม)

Independent Samples Test							
	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
L* Equal variances assumed	4.340	.071	2.342	8	.047	.61400	.26216
Equal variances not assumed			2.342	6.186	.056	.61400	.26216

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก 16 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่า b* ในข้าวเปลือกที่ผ่านคลื่นความถี่วิทยุ 27.12 MHz ที่ระดับพลังงาน 700 วัตต์ ระยะเวลา 220 วินาที และข้าวเปลือกที่ไม่ผ่านคลื่น (ชุดควบคุม)

Independent Samples Test							
	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
b* Equal variances assumed	.110	.748	3.091	8	.015	.40400	.13071
Equal variances not assumed			3.091	7.693	.016	.40400	.13071

ตารางภาคผนวก 17 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ข้าวกล้อง ในข้าวเปลือกที่ผ่านคลื่นความถี่วิทยุ 27.12 MHz ที่ระดับพลังงาน 700 วัตต์ ระยะเวลา 220 วินาที และข้าวเปลือกที่ไม่ผ่านคลื่น (ชุดควบคุม)

Independent Samples Test							
	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
Equal variances assumed	.039	.848	.964	8	.363	.06600	.06847
Equal variances not assumed			.964	7.999	.363	.06600	.06847

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก 18 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ข้าวขาว ในข้าวเปลือกที่ผ่านคลื่นความถี่วิทยุ 27.12 MHz ที่ระดับพลังงาน 700 วัตต์ ระยะเวลา 220 วินาที และข้าวเปลือกที่ไม่ผ่านคลื่น (ชุดควบคุม)

Independent Samples Test							
	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
Equal variances assumed	4.984	.056	2.675	8	.028	1.23000	.45986
Equal variances not assumed			2.675	4.352	.051	1.23000	.45986

ตารางภาคผนวก 19 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ต้นข้าว ในข้าวเปลือกที่ผ่านคลื่นความถี่วิทยุ 27.12 MHz ที่ระดับพลังงาน 700 วัตต์ ระยะเวลา 220 วินาที และข้าวเปลือกที่ไม่ผ่านคลื่น (ชุดควบคุม)

Independent Samples Test							
	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
Equal variances assumed	.904	.370	3.484	8	.008	4.99400	1.43348
Equal variances not assumed			3.484	7.571	.009	4.99400	1.43348

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก 20 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของเปอร์เซ็นต์อะไมโลสของข้าวเปลือกที่ผ่านคลื่นความถี่วิทยุ 27.12 MHz ที่ระดับพลังงาน 700 วัตต์ ระยะเวลา 220 วินาที และข้าวเปลือกที่ไม่ผ่านคลื่น (ชุดควบคุม)

Independent Samples Test							
	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
Equal variances assumed	.339	.592	2.515	4	.066	.31333	.12459
Equal variances not assumed			2.515	3.834	.068	.31333	.12459

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ง

ภาพเครื่องมือ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ง
ภาพเครื่องมือและอุปกรณ์

ภาพ 1 96 well plate ใช้เพื่อแยกแมลงแต่ละระยะและง่ายต่อการนับจำนวนแมลงเพื่อใช้ในการทดลอง

ภาพ 2 กล่องพลาสติกทรงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 13.5 เซนติเมตร สูง 14.5 เซนติเมตร สำหรับเลี้ยงแมลง 200 กรัม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพ 3 กระสอบป่านสำหรับใส่ตัวอย่างข้าวเปลือกและแมลง

ภาพ 4 เครื่องกำเนิดคลื่นความถี่วิทยุ (Radio frequency generator) (Sairem, France) สร้างและปรับปรุงโดย Institute of Agriculture Engineering, University of Göttingen, Germany ความถี่ 27.12 MHz

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพ 5 เครื่องวิเคราะห์อิมพีแดนซ์ความแม่นยำสูง (impedance analyzer) ตัวเก็บประจุแบบแผ่นเพลทคู่ขนานและหัววัดแบบ open-ended coaxial

ภาพ 6 เครื่องวัดสี (Color Quest XE; HunterLab, USA)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพ 7 เครื่องกะเทาะเมล็ดข้าว (Huller, KM, Japan)

ภาพ 8 เครื่องแยกผงฝุ่นและแกลบ Grain Aspirator 63

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพ 9 เครื่องขัดขาว (Rice Miller, TCV, Thailand)

ภาพ 10 เครื่องคัดข้าว (Cylinder separator, DAMAS)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาวอัมพร บัวผุด
วัน เดือน ปี เกิด	6 มีนาคม 2529
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาพืชศาสตร์ คณะพืชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช
	สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาวิชา พืชศาสตร์ (พืชไร่) คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved