ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ก (วิเคราะห์ตัวอย่าง)

วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

1.วิเคราะห์ปริมาณไขมัน

สารเคมีที่ใช้

Petroleum ether

อุปกรณ์ที่ใช้

1.Soxhlet apparatus

2.Cellose extraction thimble

3.Soxhlet flask

4.Evapotor

วิธีการ

1.ชั่งน้ำหนักแป้งตัวอย่าง 50 กรัม ใส่หลอดทดสอบ(Cellose extraction thimbles) ปิดจุดด้วยสำลี และต่อเข้ากับ Soxhlet apparatus

2.เติม petroleum ether ลงใน Round bottom flask 150 ml. และ 50 ml. ใน Soxhlet apparatus

3.ต่อ Round bottom flask และชุดแยกสกัด (Soxhlet apparatus) เข้ากับ Condenser

4.ทำการสกัดเป็นเวลาประมาณ 3 ชั่วโมง

5.แยกเอา Round bottom flask และ Condenser ออกจากชุดแยกสกัด (Soxhlet apparatus)

6.ใช้คีมครีบสำลี และ Cellose extraction thimbles ที่ใส่ตัวอย่างออกมา

7.นำสารที่ได้จาก Round bottom flask และ Soxhlet apparatus ไประเหยโดยใช้เครื่อง evapolator โดยใช้ความดัน 350 – 400 mbar. อุณหภูมิ water bath 40 °C

8.ระเหยสารให้เหลือน้อยที่สุด แล้วนำใส่ในบีกเกอร์เพื่อระเหยสารให้เหลือแต่ไขมัน

9.นำไขมันที่ได้ไปชั่งหาน้ำหนัก แล้วนำไปคำนวณหาปริมาณไขมัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.วิเคราะห์ปริมาณ amylose

โดยใช้วิธีการวิเคราะห์จากหนังสือการอบรมหลักสูตร หลักและวิธีการวิเคราะห์คุณภาพข้าว โดยสถาบันวิจัย กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (ตามวิธีของ Juliano)

เครื่องมือ

1.สเปกโตรโฟโตมิเตอร์(Spectrophotometer)

2.เครื่องชั่ง ที่ชั่งได้ละเอียดถึง 0.0001 กรัม

3.เครื่องปั่นกวนระบบแม่เหล็ก(magnetic stirrer)

4.เครื่องบดเมล็ดข้าวที่บดเมล็ดได้ถึง 80 –100 เมซ (mesh)

5.ขวดแก้วปริมาตร(volumetric flask) ขนาดความจุ 100 มิลลิลิตร

6.ปิเปต แบบ volumetric pipette ขนาดความจุ 1 2 3 4 และ 5 มิลลิลิตร

สารเคมี

1.เอทิลแอลกอฮอล์(ethyl alcohol : C_2H_2 OK) 95 %

2.โซเดียมไฮดรอกไซด์(sodium hydroxide : NaOH)

3.กรดเกลเซียลอะซิลิก(glacial acetic acid : CH_3COOH)

4.ไอโอดีน (iodine : I_2)

5.โพแทสเซียมไอโอไดด์ (potassium iodide : KI)

6.อมิโลส (potato amylose) มีความบริสุทธ์ไม่น้อยกว่า 95 %

วิธีการเตรียมสาร

1.สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 2 นอร์มัล (N) : ชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ 80.0 กรัม ละลายในน้ำกลั่นประมาณ 800 มิลลิลิตร ในขวดแก้วปริมาตรขนาดความจุ 1,000 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ให้เย็น แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำหลั่นให้เป็น 1,000 มิลลิลิตร

2.สารละลายกรดเกลเซียลอะซิติกเข้มข้น 1 นอร์มัล (N) : ละลายกรดเกลเซียลอะซิติก ปริมาตร 60 มิลลิลิตร ในน้ำกลั่น ประมาณ 800 มิลลิลิตร ในขวดแก้วปริมาตรขนาดบรรจุ 1,000 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 1,000 มิลลิลิตร

3.สารละลายไอโอดีน : ชั่งไอโอดีน 0.2000 กรัม และโพแทสเซียมไดโอไดด์ 2.000 กรัม ละลายในน้ำกลั่น ประมาณ 80 มิลลิลิตร ในขวดแก้วปริมาตรสีชาขนาดความจุ 100 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ข้ามคืน ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 100 มิลลิลิตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีวิเคราะห์

1.บดเมล็ดข้าวสารด้วยเครื่องบดให้เป็นแป้ง ชั่งแป้งมา 0.100 กรัม ใส่ในขวดแก้วปริมาตรขนาดความจุ 100 มิลลิลิตรที่แห้งสนิท

2.เติมเอทิลแอลกอฮอล์ 95 % ปริมาตร 1 มิลลิลิตร เขย่าเบาๆ

3.เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ปริมาตร 9 มิลลิลิตร

4.ปั่นกวนตัวอย่างด้วยเครื่องปั่นกวนระบบแม่เหล็ก นาน 10 นาทีให้เป็นน้ำแป้งแล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น ให้เป็น 100 มิลลิลิตร

5.เตรียมขวดแก้วปริมาตรขนาดความจุ 100 มิลลิลิตร ชุดใหม่ เติมน้ำกลั่นประมาณ 70 มิลลิลิตร สารละลายกรดเกลเชียลอะซิติกปริมาตร 2 มิลลิลิตร และสารละลายไอโอดีนปริมาตร 2 มิลลิลิตร

6.ดูดน้ำแป้งจากข้อ 4 ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ใส่ในขวดแก้วปริมาตรที่เตรียมไว้ตามข้อ 5 ปรับปริมาตรด้วยน้ำหลั่นให้เป็น 100 มิลลิลิตร แล้วตั้งทิ้งไว้ 10 นาที

7.วัดความเข้มข้นของสีของสารละลายตามข้อ 6 ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ โดยอ่านค่าเป็น absorbance ที่ความยาวคลื่นแสง 620 นาโนเมตร (nm) หลังปรับเครื่องด้วย blank ให้ได้ค่า absorbance เท่ากับศูนย์

8.ทำ blank โดยเติมสารละลายกรดเกลเซียมอะซิติก ปริมาตร 2 มิลลิลิตร และสารละลายไอโอดีนปริมาตร 2 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 100 มิลลิลิตร

9.นำ absorbance ไปหาเปอร์เซ็นต์อมิโลส โดยเทียบกับกราฟมาตราฐาน

การเขียนเส้นกราฟมาตราฐาน

1.ชั่งอมิโลส 0.0400 กรัม ใส่ในขวดแก้วปริมาตรขนาดบรรจุ 100 มิลลิลิตร ที่แห้งสนิท แล้วดำเนินการเช่นเดียวกับตัวอย่างตามข้อ 2 – 4 เป็นสารละลายมาตราฐาน

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

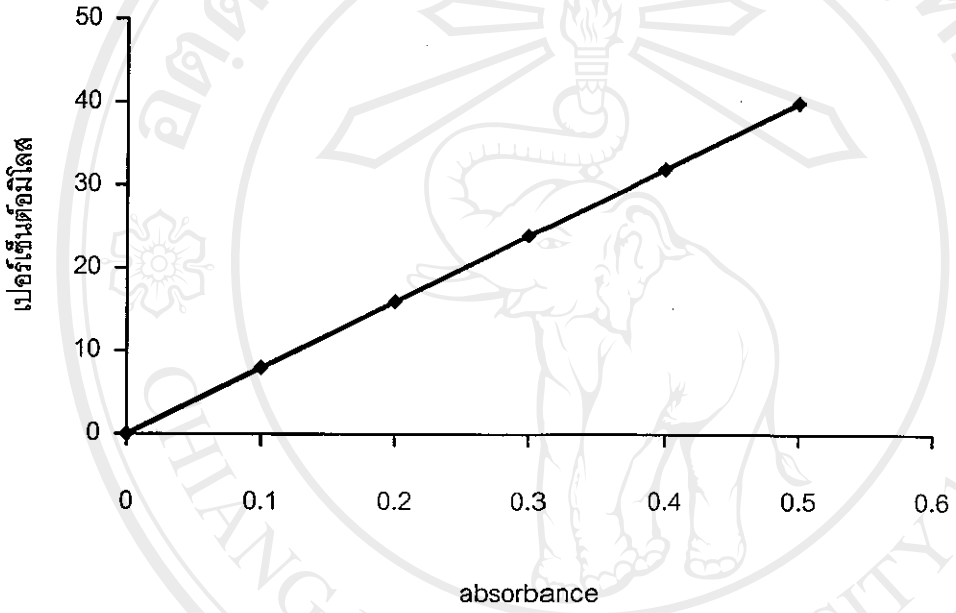
3.ดูดสารละลายมาตรฐาน ปริมาตร 1 2 3 4 และ 5 มิลลิลิตร ซึ่งเทียบเท่ากับเปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อมิโลสร้อยละ 8 16 24 32 และ 40 ตามลำดับ ใส่ในขวดที่เตรียมไว้ ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 100 มิลลิลิตร และวัดค่า absorbance ที่ 620 นาโนเมตร หลังปรับเครื่องด้วย blank ให้ได้ ค่า absorbance เท่ากับ 0

4.นำ absorbance กับเปอร์เซ็นต์อมิโลสในสารละลายมาตราฐานข้อ 3 มาเขียนกราฟมาตรฐาน

5.นำเส้นกราฟมาตรฐานที่ได้จากข้อ 4 มาเทียบหาเปอร์เซ็นต์อมิโลส



รูปที่ 1 กราฟมาตรฐานระหว่างปริมาณอมิโลสกับค่า absorbance

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.วิเคราะห์ปริมาณโปรตีน

การวิเคราะห์แอมโมเนียมไนโตรเจนโดยการทำให้เกิดสี

1.ชั่งตัวอย่างแป้งที่บดละเอียดแล้ว 0.2 กรัม ใส่ในหลอดทดลองขนาด 35 X 250 mm.

2.เติม conc. H_2SO_4 3 ml. ลงในหลอดภายใต้ตู้ digesting hood แล้วทิ้งไว้ 1 คืน

3.เติม hydrogen peroxide จำนวน 2 ml. ต่อจากนั้นทำการย่อยตัวอย่างจนสารละลายที่ได้ใส โดยเริ่มจากนำไปใส่ในเตาย่อยภายใต้ตู้ดูดควัน แล้วปรับอุณหภูมิเตาย่อยไปที่ 50 °C

4.หลังจากผ่านไป 1 ชั่วโมง ให้ปรับอุณหภูมิไปที่ 100 °C (ทั้งนี้จะปรับอุณหภูมิขึ้นทุกๆ 50 °C ในทุก 30 นาที ไปจนถึง 350 °C)

5.เมื่อปรับอุณหภูมิไปจนถึง 350 °C และได้สารละลายที่ใสแล้ว ให้ตะแคงหลอด เพื่อจะได้ล้างส่วนที่ค้างข้างๆหลอดให้มาอยู่รวมกัน

6.ปิดเตาย่อยและทิ้งไว้จนกระทั่งหลอดเย็น จึงเติมน้ำกลั่นลงในหลอดประมาณ ¼ ของหลอด

7.หลังจากนั้นเทสารละลายลงใน volumetric flask 50 ml. แล้วใช้น้ำกลั่นปรับปริมาตรทั้งหมดให้เป็น 50 ml.

8.นำไปเทเก็บใส่ขวดพลาสติกเพื่อนำไปวิเคราะห์หา N ต่อไป

ขั้นตอนทำให้เกิดสารละลายที่ย่อยให้เกิดสี

1.ดูดสารละลายที่ย่อยในขวดพลาสติก จำนวน 1 ml.ใส่ลงในหลอดทดลองขนาดเล็ก

2.เติมน้ำกลั่นลงในหลอด 5 ml.แล้วเขย่าหลอดให้สารละลายผสมกัน

3.pipette สารละลายจากหลอดไปใส่ในหลอดทดลองใหม่ขนาดเล็ก จำนวน 0.2 ml.

4.เติมสารละลาย N1 จำนวน 5 ml.เขย่าผสมให้เข้ากัน แล้วตั้งทิ้งไว้ 15 นาที

5.หลังจากนั้นเติมสารละลาย N2 จำนวน 5 ml. เขย่าผสมให้เข้ากัน แล้วตั้งทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง หรือจนกระทั่งสีเขียวครามที่เกิดขึ้นมีความเข้มคงที่

6.แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่นแสง 625 nm.

การคำนวณเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนและโปรตีน

1.สร้าง calibration curve หรือ standard equation เพื่อคำนวณความเข้มข้นของสารละลายจากค่า absorbance โดยนำค่าการดูดกลืนคลื่นแสงที่อ่านได้จากสารละลายมาตรฐานที่มีความเข้มข้นของ NH_4-N เท่ากับ 0 5 10 15 20 และ 25 ppm นำมาสร้างเป็นกราฟมาตรฐานเส้นตรงระหว่างค่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

absorbance กับระดับความเข้มข้นของสารละลาย แล้วคำนวณเป็น simple liner equation และแสดงค่า r^2

2.ใช้ค่า simple liner equation ที่ได้ นำมาคำนวณค่าความเข้มข้น (ppm) ของสารละลายตัวอย่าง จากค่าการดูดกลืนคลื่นแสงที่อ่านได้ของแต่ละตัวอย่าง

3.คำนวณเป็น % Nitrogen

= (300 x ค่าความเข้มข้น ppm) x 100 / (น้ำหนักตัวอย่างพืช x 10^6)

: 300 หมายถึง การคิดปริมาณเนื้อสารทั้งหมดจากการ dilute ครั้งแรกโดยปรับปริมาตรทั้งหมดเป็น 50 ml. แล้วดูดไป 1 ml. นำไป dilute อีกครั้งและปรับปริมาตรรวมเป็น 6 ml.ดังนั้นจึงต้องคำนวณเนื้อสารทั้งหมดจากปริมาตรรวม = 5 x 60 = 300 ml.

: 10^6 นำไปหาร เพราะต้องการเปลี่ยนจากค่า ppm เป็นกรัม

: 100 นำมาคูณ เพราะเปรียบเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์

:ใช้น้ำหนักตัวอย่างนำไปหาร เพราะเทียบเป็นสัดส่วนต่อน้ำหนักแห้ง 1 กรัม

4.คำนวณโปรตีน = % nitrogen x 6.25

:6.25 ที่เอามาคูณเพราะเป็นน้ำหนักโปรตีนที่เทียบจากไนโตรเจนที่ละลายได้ของเมล็ดข้าวสาร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.วิเคราะห์ปริมาณสารหอม 2 – acetyl – 1 – pyrroline (2AP)

โดยวิธีสกัดด้วยสารละลายกรด และตัวทำละลายอินทรีย์และนำมาวิเคราะห์หาปริมาณด้วยเทคนิค Gas Chromatography (GC) (สุกัญญา,2545)

เครื่องมืออุปกรณ์

1.การเตรียมตัวอย่าง : เครื่องชั่งสามตำแหน่ง ,เครื่องบดเมล็ด ,Shaker

2.การสกัดสาร 2AP ด้วยกรด : กระป๋องพลาสติกที่มีฝาปิด

3.การสกัดสาร 2AP ด้วย organic solvent : กรวยแยก,บิกเกอร์,แท่งแก้ว,กระดาษกรอง, กรวยแก้ว,แท่นจับยึดกรวยแยก,ตู้ดูดควัน,เครื่อง Centrifuge,droper,ขวดแก้วมีฝาปิด 80 ml.

4.การทำให้สาร 2AP conc.:Rotary evaporator ,Vail มีฝาปิด

5.การวิเคราะห์ปริมาณสาร 2AP : เครื่องมือ Gas chromatography ,เข็มฉีด , saptum

สารเคมี

1. 0.255 ppm. TMP
2. 0.1 m HCl
3. 6.0 m NaOH
4. Dichloromethane
5. Sodium anhydrous or Sodium sulfate anhydrous

การเตรียมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 0.100 โมลต่อลิตร

ปิเปตสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นมา 8.40 มิลลิลิตร ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 1000.00 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำกลั่นจนถึงขีดวัดปริมาตร จะได้สารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.100 โมลต่อลิตร

การเตรียมสารละลายมาตรฐานภายใน2,4,6-trimethylpyridine (TMP) 1000 ppm และ 0.25 ppm ในสารละลายกรดไฮโดรคลอลิก

ปิเปตสาร TMP มา 27.5 ไมโครลิตร ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 25.00 มิลลิลิตร เติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.100 โมลต่อลิตร จนถึงขีดวัดปริมาตรจะได้สารละลายมาตรฐานภายใน TMP เข้มข้น 1000 ppm

และปิเปตสาร TMP เข้มข้น 1000 ppm. มา 0.25 มิลลิลิตร ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 1000.00 มิลลิลิตร เติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.100 โมลต่อลิตร จนถึงขีดวัดปริมาตร จะได้สารละลายมาตรฐานภายใน TMP เข้มข้น 0.25 ppm

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ขั้นตอนการสกัดสารหอมจากเมล็ดข้าวสาร

1.นำเมล็ดข้าวสารมาบดด้วยเครื่องปั่นจนละเอียดเป็นแป้ง

2.ชั่งแป้งบดตัวอย่าง 5 กรัมใส่ในขวดพลาสติกปิดฝา

3.เติม 50 ml. ของ 0.25 TMP ใน 0.1 m HCl ในขวดพลาสติก

4.นำไปเขย่า 30 นาที แล้วเหวี่ยงด้วยเครื่อง Centrifuge แยกเอาส่วนที่ใส่(สารละลายกรด) เก็บไว้เพื่อเตรียมสกัดด้วย Dichloromethane ต่อไป

การสกัดด้วย Dichloromethane ในสภาพด่าง

1.เติม 50 ml. Dichloromethane ลงไปในกรวยแยกที่สวมบนห่วงยึดบนแท่งเหล็ก ที่อยู่ในตู้ดูดควัน

2.นำส่วนสารละลายใสที่สกัดได้จากสารละลายกรด มาใส่ในกรวยแยก

3.ทำให้เป็นเบส โดยหยด 5.0 m NaOH ประมาณ 2-3 หยดของ dropper (ทดสอบด้วยกระดาษลิสมัต ต้องเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน)

4.ปิดฝากรวยด้านบน กระดกกรวยขึ้น – ลง 2- 3 ครั้ง เปิดวาวล์ไล่ก๊าซออก หลังจากนั้นกระดกกรวยคว่ำหงายช้าๆ นานประมาณ 3 นาที

5.นำกรวยไปสวมไว้ที่ห่วงเหมือนเดิม ทิ้งไว้ 1- 2 นาที จะเห็นสารละลายแยกชั้น

6.แยกสารละลายชั้นล่างสุดในกรวยออกมาใส่หลอดสำหรับ centrifuge

7.ในการเหวี่ยงด้วยเครื่อง centrifuge ใช้จำนวนรอบประมาณ 3000 – 4000 rpm นาน 2 นาที

8.ใช้ dropper ดูดส่วนข้างบนออกมาใส่บิกเกอร์ให้หมด เพื่อนำไปสกัดครั้งที่ 2 ส่วนสารละลายด้านล่างให้นำไปผ่านกระดาษกรองในกรวยแก้ว และเก็บสารละลายส่วนที่เก็บสะสมทั้งสองครั้งของการสกัดด้วย Dichloromethane และจะนำไปใช้ในขั้นตอนต่อไป แต่ถ้ายังไม่ใช้ให้เก็บไว้ในตู้เย็น

การระเหย Dichloromethane เพื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารหอม

1.เทสารละลายที่สกัดได้ลงใน flask ก้นกลมของเครื่อง Rotary evaporator

2.ตั้งค่าเครื่อง Rotary evaporator ให้ใช้ความดันภายในเครื่อง 700 –750 , อุณหภูมิ condenser 15 °C , อุณหภูมิน้ำประมาณ 40 °C และรอบในการหมุนหลอดประมาณ 15

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.ระเหย Dichloromethane จนกระทั่งเหลือสารละลายใน flask ก้นกลม ประมาณ 5 ml. หรือสูงประมาณ 2 – 3 เซนติเมตร ของหลอดกลางที่มีฝาปิดแน่นหนา แล้วนำไปเก็บในตู้เย็นรอการวิเคราะห์ด้วย GC หาพื้นที่ใต้กราฟของสารระเหยที่ออกมา เพื่อเปรียบเทียบหาปริมาณสารหอม

วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

1.วัดความคงตัวแป้งสุกใช้วิธีการของ Cagampang et al. (1973)

โดยการชั่งแป้งตัวอย่าง 0.1 กรัม ใส่ในหลอดทดลองขนาด 13 X 10 มิลลิลิตร เติมสารละลายไธมอลบลู (thymolblue) ความเข้มข้นร้อยละ 0.025 จำนวน 0.2 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองที่บรรจุแป้งตัวอย่างแล้วเติมสารละลายโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.2 นอร์มอล จำนวน 2 มิลลิลิตร เขย่าด้วย mixer เป็นเวลา 2-3 วินาทีหรือจนกว่าแป้งตัวอย่างและสารละลายเข้ากัน แล้วนำไปต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 8 นาที หลังจากนั้นนำหลอดทดลองเขย่าด้วย mixer อีกครั้งเป็นเวลา 2-3 วินาที แล้วนำไปแช่ในน้ำแข็ง 20 นาที วางหลอดทดลองในแนวนอนบนกระดาษกราฟเป็นเวลา 30 นาที อ่านระยะทางที่แป้งไหล โดยเทียบกับกระดาษกราฟ

ระยะทางที่แป้งไหล (มิลลิเมตร)	ความคงตัวแป้งสุก
25 – 40	แป้งแข็ง
41 – 60	แป้งปานกลาง
61 – 100	แป้งอ่อน

การเตรียมสารละลาย

1.สารละลายไธมอลบูลเข้มข้นร้อยละ 0.025 เตรียมโดยการละลายไธมอลบูลจำนวน 0.025 กรัม ในเอธิลแอลกอฮอล์เข้มข้นร้อยละ 95 ปรับปริมาณให้เป็น 100 มิลลิลิตร

2.สารละลายโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 0.2 นอร์มอล เตรียมโดยละลายโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH ความบริสุทธิ์ ร้อยละ 85) จำนวน 13.18 กรัม ในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 1000 มิลลิลิตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.กำลังพองตัวและการละลาย (Swelling power and solubility)

การวิเคราะห์กำลังพองตัวและร้อยละในการละลาย (ดัดแปลงมาจากวิธีของชนินันท์,2545) มีรายละเอียดดังนี้

เครื่องมือ

1.หลอดเหวี่ยงขนาด 16 X 100

2.อ่างน้ำร้อนที่ควบคุมอุณหภูมิได้

3.เครื่องเหวี่ยง (centrifuge)

4.ตู้อบ Oven

5.เครื่องชั่งละเอียด

วิธีวิเคราะห์

1.ชั่งตัวอย่างแป้ง 0.2500 กรัม ใส่หลอดเหวี่ยงขนาด 16 X 100

2.เติมน้ำกลั่นปริมาตร 7.5 มิลลิลิตร

3.แช่ในอ่างน้ำร้อนที่ควบคุมอุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส กวดตลอดเวลาเป็นเวลานาน 30 นาที

4.นำไปเหวี่ยงในเครื่องเหวี่ยงที่ความเร็ว 2,200 รอบต่อนาที นาน 15 นาที

5.ดูดน้ำตอนบนใส่กระป๋องอลูมิเนียมที่ทราบน้ำหนัก และนำไปอบให้แห้งในตู้อบoven ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส

6.ชั่งน้ำหนักเป็นน้ำหนักส่วนที่ละลายน้ำ ส่วนแป้งเปียกในหลอดทดลองนำมาชั่งเป็นน้ำหนักแป้งที่พองตัวแล้วเพื่อนำมาคำนวณกำลังพองตัว

วิธีคำนวณ

$$\text{ร้อยละการละลาย} = \frac{\text{น้ำหนักส่วนที่ละลายน้ำ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างแห้ง}} \times 100$$

$$\text{กำลังพองตัว} = \frac{\text{น้ำหนักแป้งที่พองตัวแล้ว} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างแห้ง} \times (100 - \text{ร้อยละการละลาย})}$$

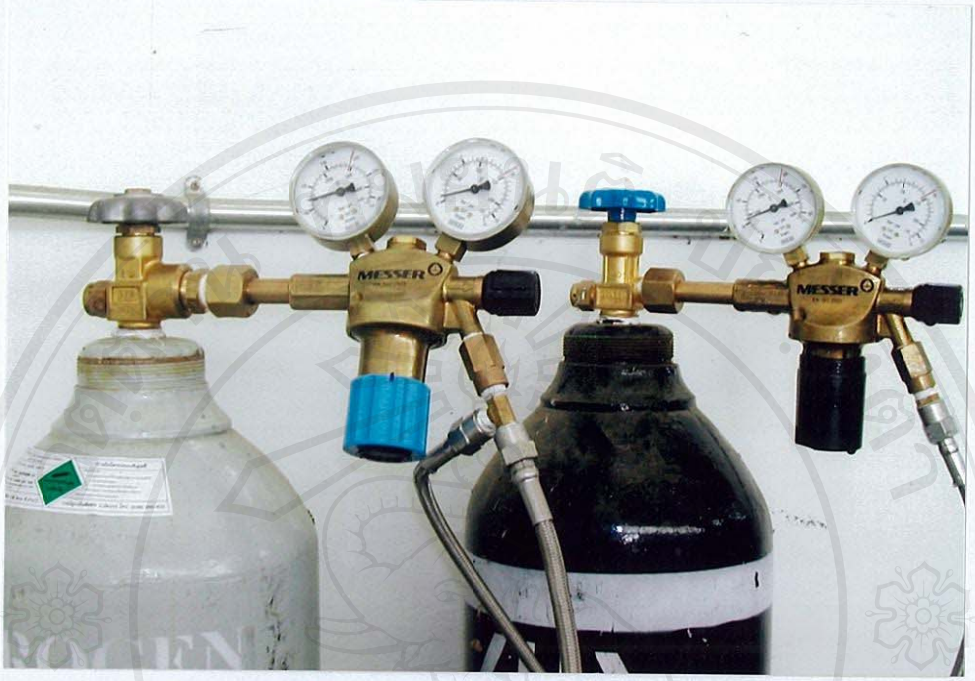
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ข (อุปกรณ์)

รูปที่ 1 เครื่องปิดผนึกแบบใช้ความร้อน

รูปที่ 2 เครื่องอัดก๊าซ รุ่น Webomatic Model C-15-SL

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 3 ถังก๊าซ ความดัน 1500 bar

รูปที่ 4 ถุง nylonlaminate และ ถุง polyethylene หนา 0.2 mm.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปที่ 5 วิธีการลดความชื้นแบบตากแดด หนา 5-10 เซนติเมตร

รูปที่ 6 วิธีการลดความชื้นแบบใช้ลมร้อน 40 °C

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปที่ 7 แกนส่งความร้อนภายในถังบรรจุผลผลิต

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค (ข้อมูลผลการทดลอง)

ส่วนประกอบของเครื่องลดความชื้นแบบถัง

1.ถังบรรจุวัตถุดิบ

มีรูปทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.57 เมตร สูง 0.88 เมตร ด้านบนเปิดโล่งเพื่อระบายความชื้นออก ผลผลิตจะถูกรองรับด้วยตะแกรง ความสูงจากพื้นถัง 0.05 เมตร ด้านล่างของตะแกรงมีช่องอากาศเข้าเชื่อมต่อกับท่ออากาศร้อนจากพัดลม

2.พัดลม

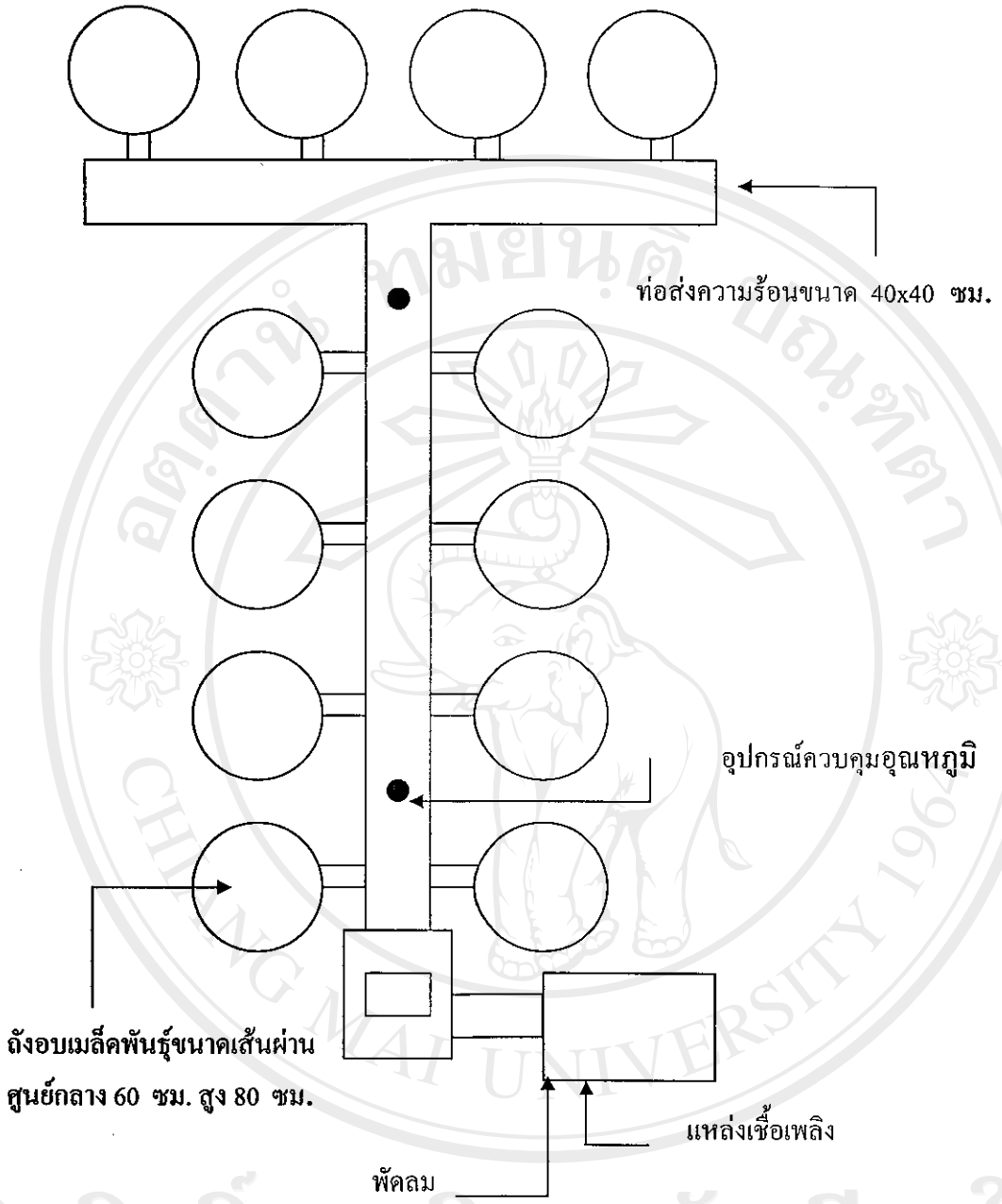
พัดลมที่ใช้เป็นชนิดไหลตามแกน (Axial flow) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัด 0.3 เมตร ใช้มอเตอร์ขับ ขนาด 5000 วัตต์ ความเร็วรอบของพัดลม 1440 รอบต่อนาที

3.หัวเผาก๊าซหุงต้ม

ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ ได้แก่ ถังก๊าซขนาด 48 กิโลกรม ท่อและอุปกรณ์ปรับความดันก๊าซ

เครื่องลดความชื้นแบบประยุกต์นี้ มีลักษณะการทำงานของเครื่องแบบถัง อากาศร้อนจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจะถูกพัดลมดูด แล้วขับผ่านช่องอากาศเข้าของถังบรรจุผลผลิต อากาศร้อนจะกระจายแทรกผ่านข้าวเปลือกจากชั้นล่างขึ้นสู่ชั้นบน และออกสู่บรรยากาศภายนอก การอบจะดำเนินต่อเนื่องกันจนได้ความชื้นที่ต้องการ ข้อดีของการอบด้วยถังนี้ ความแตกต่างของอุณหภูมิของข้าวเปลือกที่อยู่ชั้นล่างและชั้นบนจะไม่แตกต่างกันมากนัก เวลาที่ใช้ในการอบข้าวเปลือกแต่ละครั้งจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับความชื้นแรกเข้าของข้าวเปลือก อุณหภูมิที่ใช้และความชื้นสุดท้ายที่ต้องการ ดังแผนผังต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



แผนผัง : การทำงานของเครื่องลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ชนิดลมร้อน (บุญมี ศิริ และคณะ 2546)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยระหว่างวันของการลดความชื้นแบบตากแดด

เวลา	อุณหภูมิ
07.00	25
08.00	27
09.00	29
10.00	30
11.00	32
12.00	40
13.00	41
14.00	42
15.00	42
16.00	38
17.00	33
18.00	33
เฉลี่ย	34.3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ง (ผลการวิเคราะห์ข้อมูล)

ตารางภาคผนวก 1 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของความคงตัวแป้งสุกเดือนที่ 1

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	544.353	272.177	8.46	0.1057
DRY (B)	1	538.496	538.496	16.73	0.0549
A*B	2	64.3606	32.1803		
PACK (C)	6	236.755	39.4591	0.37	0.8894
B*C	6	695.958	115.993	1.09	0.3943
A*B*C	24	2544.63	106.026		
TOTAL	41	4624.56			

CV = 25.93 %

ตารางภาคผนวก 2 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของความคงตัวแป้งสุกเดือนที่ 2

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	35.7607	17.8804	0.53	0.6550
DRY (B)	1	2440.02	2440.02	71.89	0.0136
A*B	2	67.8820	33.9410		
PACK (C)	6	334.264	55.7107	0.32	0.9192
B*C	6	684.313	114.052	0.66	0.6834
A*B*C	24	4157.39	173.224		
TOTAL	41	7719.62			

CV = 20.82 %

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก 3 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของความคงตัวแป้งสุกเดือนที่ 3

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	65.7971	32.8985	1.49	0.4016
DRY (B)	1	1738.94	1738.94	78.76	0.0125
A*B	2	44.1563	22.0782		
PACK (C)	6	1033.38	172.230	2.67	0.0396
B*C	6	925.064	154.177	2.39	0.0593
A*B*C	24	1548.09	64.5036		
TOTAL	41	5355.43			

CV = 28.94 %

ตารางภาคผนวก 4 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของความคงตัวแป้งสุกเดือนที่ 4

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	52.1287	26.0644	2.00	0.3329
DRY (B)	1	1126.15	1126.15	86.60	0.0114
A*B	2	26.0083	13.0042		
PACK (C)	6	78.7073	13.1179	0.89	0.5164
B*C	6	335.639	55.9398	3.80	0.0084
A*B*C	24	353.022	14.7093		
TOTAL	41	1971.66			

CV = 19.08 %

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก 5 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของความคงตัวแป้งสุกเดือนที่ 5

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	9.81730	4.90865	0.06	0.9469
DRY (B)	1	326.469	326.469	3.73	0.1932
A*B	2	175.128	87.5640		
PACK (C)	6	203.776	33.9627	0.91	0.5049
B*C	6	179.591	29.9318	0.80	0.5784
A*B*C	24	896.310	37.3463		
TOTAL	41	1791.09			

CV = 6.25 %

ตารางภาคผนวก 6 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของความคงตัวแป้งสุกเดือนที่ 6

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	139.235	69.6177	1.99	0.3350
DRY (B)	1	290.515	290.515	8.28	0.1025
A*B	2	70.1349	35.0674		
PACK (C)	6	231.181	38.5301	0.85	0.5477
B*C	6	302.260	50.3766	1.11	0.3881
A*B*C	24	1093.68	45.5698		
TOTAL	41	2127.00			

CV = 8.51 %

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก 7 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของความคงตัวแป้งสุกเดือนที่ 7

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	137.427	68.7137	0.18	0.8476
DRY (B)	1	467.073	467.073	1.22	0.3841
A*B	2	764.335	382.167		
PACK (C)	6	238.045	39.6741	0.67	0.6723
B*C	6	694.138	115.690	1.96	0.1113
A*B*C	24	1414.46	58.9358		
TOTAL	41	3715.48			

CV = 13.47 %

ตารางภาคผนวก 8 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของความคงตัวแป้งสุกเดือนที่ 8

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	73.9132	36.9566	1.86	0.3497
DRY (B)	1	501.307	501.307	25.22	0.0374
A*B	2	39.7511	19.8755		
PACK (C)	6	3076.43	512.739	8.48	0.0001
B*C	6	483.965	80.6609	1.33	0.2808
A*B*C	24	1451.05	60.4602		
TOTAL	41	5626.41			

CV = 11.48 %

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก 9 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของกำลังพองตัวเดือนที่ 1

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	0.50832	0.25416	2.26	0.3072
DRY (B)	1	0.35109	0.35109	3.12	0.2196
A*B	2	0.22536	0.11268		
PACK (C)	6	5.84641	0.97440	5.37	0.0012
B*C	6	4.29175	0.71529	3.94	0.0070
A*B*C	24	4.35732	0.18156		
TOTAL	41	15.5802			

CV = 8.64 %

ตารางภาคผนวก 10 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของกำลังพองตัวเดือนที่ 2

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	0.11124	0.05562	30.23	0.0320
DRY (B)	1	1.75318	1.75318	952.80	0.0010
A*B	2	0.00368	0.00184		
PACK (C)	6	0.18210	0.03035	0.31	0.9231
B*C	6	0.95221	0.15870	1.64	0.1785
A*B*C	24	2.31683	0.09653		
TOTAL	41	5.31924			

CV = 4.34 %

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก 11 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของกำลังพองตัวเดือนที่ 3

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	0.60833	0.30416	0.90	0.5263
DRY (B)	1	0.03315	0.03315	0.10	0.7838
A*B	2	0.67595	0.33797		
PACK (C)	6	2.46456	0.41076	1.75	0.1526
B*C	6	0.65971	0.10995	0.47	0.8248
A*B*C	24	5.63432	0.23476		
TOTAL	41	10.0760			

CV = 3.63 %

ตารางภาคผนวก 12 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของกำลังพองตัวเดือนที่ 4

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	0.03863	0.01932	0.10	0.9083
DRY (B)	1	2.38095	2.38095	12.45	0.0718
A*B	2	0.38263	0.19132		
PACK (C)	6	1.15286	0.19214	2.57	0.0457
B*C	6	0.92068	0.15345	2.05	0.0974
A*B*C	24	1.79380	0.07474		
TOTAL	41	6.66956			

CV = 4.45 %

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก 13 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของกำลังพองตัวเดือนที่ 5

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	1.44653	0.72326	20.12	0.0473
DRY (B)	1	1.14015	1.14015	31.72	0.0301
A*B	2	0.07189	0.03595		
PACK (C)	6	1.90130	0.31688	0.83	0.5616
B*C	6	2.32625	0.38771	1.01	0.4422
A*B*C	24	9.21431	0.38393		
TOTAL	41	16.1004			

CV = 6.46 %

ตารางภาคผนวก 14 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของกำลังพองตัวเดือนที่ 6

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	0.40109	0.20055	4.50	0.1817
DRY (B)	1	0.01167	0.01167	0.26	0.6596
A*B	2	0.08903	0.04452		
PACK (C)	6	3.12830	0.52138	2.73	0.0366
B*C	6	1.19033	0.19839	1.04	0.4263
A*B*C	24	4.59194	0.19133		
TOTAL	41	9.41236			

CV = 4.68 %

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก 15 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของกำลังพองตัวเดือนที่ 7

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	0.26233	0.13116	0.50	0.6684
DRY (B)	1	2.68029	2.68029	10.14	0.0861
A*B	2	0.52866	0.26433		
PACK (C)	6	1.27282	0.21214	0.98	0.4614
B*C	6	2.05833	0.34305	1.58	0.1957
A*B*C	24	5.20568	0.21690		
TOTAL	41	12.0081			

CV = 6.07 %

ตารางภาคผนวก 16 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของกำลังพองตัวเดือนที่ 8

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	0.02049	0.01025	0.04	0.9624
DRY (B)	1	0.33840	0.33840	1.29	0.3740
A*B	2	0.52509	0.26255		
PACK (C)	6	1.49516	0.24919	1.54	0.2095
B*C	6	2.07825	0.34637	2.13	0.0864
A*B*C	24	3.89562	0.16232		
TOTAL	41	8.35301			

CV = 6.55 %

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก 17 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าการละลายเดือนที่ 1

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	1.28786	0.64393	23.77	0.0404
DRY (B)	1	1.24459	1.24459	45.94	0.0211
A*B	2	0.05419	0.02709		
PACK (C)	6	6.80741	1.13457	5.85	0.0007
B*C	6	9.99329	1.66555	8.58	0.0000
A*B*C	24	4.65815	0.19409		
TOTAL	41	24.0455			

CV = 30.65 %

ตารางภาคผนวก 18 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าการละลายเดือนที่ 2

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	1.10481	0.55241	0.54	0.6492
DRY (B)	1	7.96486	7.96486	7.79	0.1080
A*B	2	2.04460	1.02230		
PACK (C)	6	7.00033	1.16672	1.43	0.2455
B*C	6	12.3961	2.06602	2.53	0.0487
A*B*C	24	19.6266	0.81777		
TOTAL	41	50.1373			

CV = 38.32 %

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก 19 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าการละลายเดือนที่ 3

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	1.10778	0.55389	1.10	0.4759
DRY (B)	1	0.00149	0.00149	0.00	0.9616
A*B	2	1.00592	0.50296		
PACK (C)	6	6.40923	1.06820	0.96	0.4717
B*C	6	5.97836	0.99639	0.90	0.5132
A*B*C	24	26.6698	1.11124		
TOTAL	41	41.1726			

CV = 26.93 %

ตารางภาคผนวก 20 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าการละลายเดือนที่ 4

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	0.48242	0.24121	0.73	0.5782
DRY (B)	1	0.07375	0.07375	0.22	0.6832
A*B	2	0.66116	0.33058		
PACK (C)	6	1.20433	0.20072	1.44	0.2423
B*C	6	0.65395	0.10899	0.78	0.5940
A*B*C	24	3.35495	0.13979		
TOTAL	41	6.43056			

CV = 7.99 %

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก 21 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าการละลายเดือนที่ 5

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	2.46120	1.23060	4.48	0.1826
DRY (B)	1	5.64667	5.64667	20.54	0.0454
A*B	2	0.54986	0.27493		
PACK (C)	6	13.8518	2.30863	4.42	0.0038
B*C	6	13.2217	2.20362	4.22	0.0049
A*B*C	24	12.5419	0.52258		
TOTAL	41	48.2732			

CV = 38.32 %

ตารางภาคผนวก 22 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าการละลายเดือนที่ 6

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	2.11403	1.05702	3.43	0.2256
DRY (B)	1	8.29926	8.29926	26.95	0.0352
A*B	2	0.61586	0.30793		
PACK (C)	6	4.28559	0.71427	1.31	0.2914
B*C	6	4.85206	0.80868	1.48	0.2267
A*B*C	24	13.1022	0.54593		
TOTAL	41	33.2690			

CV = 20.30 %

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก 23 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าการละลายเดือนที่ 7

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	2.75763	1.37882	10.51	0.0869
DRY (B)	1	2.45775	2.45775	18.74	0.0494
A*B	2	0.26229	0.13115		
PACK (C)	6	5.21269	0.86878	1.59	0.1937
B*C	6	4.59515	0.76586	1.40	0.2552
A*B*C	24	13.1277	0.54699		
TOTAL	41	28.4132			

CV = 23.48 %

ตารางภาคผนวก 24 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าการละลายเดือนที่ 8

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	0.08363	0.04182	0.02	0.9822
DRY (B)	1	1.09126	1.09126	0.47	0.5623
A*B	2	4.60523	2.30262		
PACK (C)	6	9.29963	1.54994	1.58	0.1955
B*C	6	3.20596	0.53433	0.55	0.7685
A*B*C	24	23.5129	0.97970		
TOTAL	41	41.7986			

CV = 16.66 %

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก 25 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของเปอร์เซ็นต์อมิโลสเดือนที่ 1

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	6.648E-05	3.324E-05	1.38	0.4193
DRY (B)	1	1.037E-04	1.037E-04	4.32	0.1732
A*B	2	4.800E-05	2.400E-05		
PACK (C)	6	4.528E-04	7.547E-05	0.90	0.5119
B*C	6	4.480E-04	7.466E-05	0.89	0.5183
A*B*C	24	0.00202	8.398E-05		
TOTAL	41	0.00313			

CV = 24.71 %

ตารางภาคผนวก 26 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของเปอร์เซ็นต์อมิโลสเดือนที่ 2

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	0.30832	0.15416	0.04	0.9578
DRY (B)	1	11.2137	11.2137	3.20	0.2154
A*B	2	7.00168	3.50084		
PACK (C)	6	55.7144	9.28574	1.69	0.1666
B*C	6	47.3168	7.88613	1.44	0.2423
A*B*C	24	131.819	5.49244		
TOTAL	41	253.373			

CV = 13.11 %

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก 27 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของเปอร์เซ็นต์อมิโลสเดือนที่ 3

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	4.02284	2.01142	1.19	0.4558
DRY (B)	1	0.89265	0.89265	0.53	0.5424
A*B	2	3.36958	1.68479		
PACK (C)	6	6.12571	1.02095	0.78	0.5924
B*C	6	27.3188	4.55313	3.49	0.0127
A*B*C	24	31.3411	1.30588		
TOTAL	41	73.0706			

CV = 11.53 %

ตารางภาคผนวก 28 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของเปอร์เซ็นต์อมิโลสเดือนที่ 4

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	0.15034	0.07517	0.14	0.8766
DRY (B)	1	3.95171	3.95171	7.40	0.1128
A*B	2	1.06825	0.53413		
PACK (C)	6	12.8879	2.14798	3.29	0.0167
B*C	6	4.30085	0.71681	1.10	0.3927
A*B*C	24	15.6826	0.65344		
TOTAL	41	38.0416			

CV = 4.32 %

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก 29 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของเปอร์เซ็นต์อมิโลสเดือนที่ 5

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	1.22719	0.61359	1.81	0.3556
DRY (B)	1	2.00430	2.00430	5.92	0.1354
A*B	2	0.67707	0.33853		
PACK (C)	6	47.4170	7.90284	8.90	0.0000
B*C	6	35.7119	5.95199	6.71	0.0003
A*B*C	24	21.3008	0.88753		
TOTAL	41	108.338			

CV = 10.96 %

ตารางภาคผนวก 30 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของเปอร์เซ็นต์อมิโลสเดือนที่ 6

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	0.82699	0.41350	0.24	0.8061
DRY (B)	1	3.73991	3.73991	2.18	0.2782
A*B	2	3.43850	1.71925		
PACK (C)	6	12.8815	2.14692	3.18	0.0194
B*C	6	33.1693	5.52822	8.18	0.0001
A*B*C	24	16.2111	0.67546		
TOTAL	41	70.2673			

CV = 10.39 %

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก 31 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของเปอร์เซ็นต์อมิโลสเดือนที่ 7

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	0.76170	0.38085	2.89	0.2570
DRY (B)	1	0.13160	0.13160	1.00	0.4228
A*B	2	0.26344	0.13172		
PACK (C)	6	4.35623	0.72604	1.49	0.2230
B*C	6	7.06654	1.17776	2.42	0.0567
A*B*C	24	11.6732	0.48638		
TOTAL	41	24.2527			

CV = 4.46 %

ตารางภาคผนวก 32 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของเปอร์เซ็นต์อมิโลสเดือนที่ 8

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	0.24455	0.12227	0.59	0.6302
DRY (B)	1	1.10874	1.10874	5.32	0.1475
A*B	2	0.41676	0.20838		
PACK (C)	6	15.2383	2.53971	3.46	0.0133
B*C	6	6.82274	1.13712	1.55	0.2059
A*B*C	24	17.6412	0.73505		
TOTAL	41	41.4722			

CV = 4.74 %

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก 33 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ไขมันเดือนที่ 1

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	0.00322	0.00161	2.68	0.2716
DRY (B)	1	8.571E-05	8.571E-05	0.14	0.7418
A*B	2	0.00120	6.000E-04		
PACK (C)	6	0.07583	0.01264	1.16	0.3579
B*C	6	0.04878	0.00813	0.75	0.6164
A*B*C	24	0.26065	0.01086		
TOTAL	41	0.38976			

CV = 28.99 %

ตารางภาคผนวก 34 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ไขมันเดือนที่ 2

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	0.00973	0.00487	0.60	0.6243
DRY (B)	1	2.020E-33	2.020E-33	0.00	1.0000
A*B	2	0.01617	0.00809		
PACK (C)	6	0.02166	0.00361	0.90	0.5141
B*C	6	0.08067	0.01344	3.33	0.0156
A*B*C	24	0.09676	0.00403		
TOTAL	41	0.22499			

CV = 38.16 %

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก 35 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ไขมันเดือนที่ 3

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	1.762E-04	8.810E-05	12.33	0.0750
DRY (B)	1	0.02477	0.02477	3468.00	0.0003
A*B	2	1.428E-05	7.143E-06		
PACK (C)	6	0.00821	0.00137	0.58	0.7453
B*C	6	0.01986	0.00331	1.39	0.2577
A*B*C	24	0.05701	0.00238		
TOTAL	41	0.11005			

CV =21.46 %

ตารางภาคผนวก 36 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ไขมันเดือนที่ 4

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	0.01038	0.00519	1.78	0.3599
DRY (B)	1	8.595E-04	8.595E-04	0.29	0.6416
A*B	2	0.00583	0.00292		
PACK (C)	6	0.02875	0.00479	2.23	0.0748
B*C	6	0.04256	0.00709	3.30	0.0163
A*B*C	24	0.05152	0.00215		
TOTAL	41	0.13990			

CV = 29.35 %

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก 37 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ไขมันเดือนที่ 5

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	0.01103	0.00552	121.95	0.0081
DRY (B)	1	6.881E-04	6.881E-04	15.21	0.0599
A*B	2	9.048E-05	4.524E-05		
PACK (C)	6	0.04049	0.00675	2.36	0.0624
B*C	6	0.01860	0.00310	1.08	0.4008
A*B*C	24	0.06874	0.00286		
TOTAL	41	0.13964			

CV = 23.32 %

ตารางภาคผนวก 38 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ไขมันเดือนที่ 6

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	0.00203	0.00102	1.31	0.4322
DRY (B)	1	0.00720	0.00720	9.31	0.0927
A*B	2	0.00155	7.738E-04		
PACK (C)	6	0.00576	9.595E-04	0.73	0.6325
B*C	6	0.01961	0.00327	2.48	0.0524
A*B*C	24	0.03169	0.00132		
TOTAL	41	0.06784			

CV = 29.91 %

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก 39 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ไขมันเดือนที่ 7

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	0.00243	0.00122	73.00	0.0135
DRY (B)	1	2.881E-04	2.881E-04	17.29	0.0533
A*B	2	3.333E-05	1.667E-05		
PACK (C)	6	0.00943	0.00157	2.24	0.0744
B*C	6	0.00196	3.270E-04	0.47	0.8270
A*B*C	24	0.01687	7.028E-04		
TOTAL	41	0.03101			

CV = 8.45 %

ตารางภาคผนวก 40 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ไขมันเดือนที่ 8

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	5.190E-04	2.595E-04	2.95	0.2534
DRY (B)	1	0.01524	0.01524	172.97	0.0057
A*B	2	1.762E-04	8.810E-05		
PACK (C)	6	0.02272	0.00379	2.26	0.0719
B*C	6	0.00810	0.00135	0.80	0.5761
A*B*C	24	0.04024	0.00168		
TOTAL	41	0.08699			

CV = 14.92 %

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก 41 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของเปอร์เซ็นต์โปรตีนเดือนที่ 1

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	2.71700	1.35850	0.11	0.9038
DRY (B)	1	6.16553	6.16553	0.48	0.5590
A*B	2	25.5387	12.7694		
PACK (C)	6	24.7486	4.12477	0.84	0.5485
B*C	6	61.4479	10.2413	2.10	0.0914
A*B*C	24	117.251	4.88545		
TOTAL	41	237.868			

CV = 16.30 %

ตารางภาคผนวก 42 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของเปอร์เซ็นต์โปรตีนเดือนที่ 2

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	10.6496	5.32480	2.69	0.2709
DRY (B)	1	59.2361	59.2361	29.94	0.0318
A*B	2	3.95639	1.97819		
PACK (C)	6	110.377	18.3962	1.59	0.1943
B*C	6	46.7214	7.78690	0.67	0.6736
A*B*C	24	278.324	11.5968		
TOTAL	41	509.264			

CV = 27.51 %

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก 43 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของเปอร์เซ็นต์โปรตีนเดือนที่ 5

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	0.00597	0.00299	0.01	0.9922
DRY (B)	1	0.91170	0.91170	2.39	0.2618
A*B	2	0.76140	0.38070		
PACK (C)	6	13.6175	2.26959	2.53	0.0487
B*C	6	5.63160	0.93860	1.04	0.4219
A*B*C	24	21.5638	0.89849		
TOTAL	41	42.4920			

CV = 11.06 %

ตารางภาคผนวก 43 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของเปอร์เซ็นต์โปรตีนเดือนที่ 6

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	5.80701	2.90351	1.78	0.3600
DRY (B)	1	0.59714	0.59714	0.37	0.6069
A*B	2	3.26693	1.63346		
PACK (C)	6	7.72859	1.28810	0.90	0.5107
B*C	6	2.15516	0.35919	0.25	0.9541
A*B*C	24	34.3308	1.43045		
TOTAL	41	53.8856			

CV = 7.35 %

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก 44 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของเปอร์เซ็นต์โปรตีนเดือนที่ 7

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	5.53843	2.76922	1.48	0.4040
DRY (B)	1	0.27979	0.27979	0.15	0.7367
A*B	2	3.75484	1.87742		
PACK (C)	6	17.6942	2.94903	1.20	0.3380
B*C	6	18.0047	3.00078	1.23	0.3280
A*B*C	24	58.7696	2.44873		
TOTAL	41	104.042			

CV = 19.06 %

ตารางภาคผนวก 45 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของเปอร์เซ็นต์โปรตีนเดือนที่ 8

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REP (A)	2	1.52567	0.76284	0.86	0.5362
DRY (B)	1	1.03966	1.03966	1.18	0.3911
A*B	2	1.76406	0.88203		
PACK (C)	6	14.3817	2.39694	1.32	0.2858
B*C	6	15.1439	2.52399	1.39	0.2583
A*B*C	24	43.5195	1.81331		
TOTAL	41	77.3745			

CV = 15.75 %

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประวัติผู้เขียน

นางสาว	ขนิษฐา คำวงศ์
วันเดือนปีเกิด	18 สิงหาคม 2522
ประวัติผู้เขียน	พ.ศ. 2540 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมปลายจากโรงเรียนสามัคคีวิทยาคม อ.เมือง จ.เชียงราย
	พ.ศ. 2544 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาพืชไร่ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved