

มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ



การประชุมสัมมนาทางวิชาการ และนำเสนอผลงานวิจัย

ครั้งที่ 1
มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ
ฉลองครบรอบ 10 ปี



การพัฒนาเครื่องอัดรีดแผ่นใบตองสำหรับห่อขนมเทียนเสวย
โดยใช้แผ่นความร้อนแบบขดลวดไฟฟ้า

The Development of a Banana Leaf Presser for Kanom Tian Sawoei
; a Local Thai Sweet of Uttaradit , by Using Coil Heaters

ไพโรจน์ มะเที่ยง จิตกร ชำนาญ อลงกรณ์ เกษประเสริฐ และ กำพลศักดิ์ อุปะละ
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์
E-mail address : Pairoteone @ thaimail.com

บทคัดย่อ

การพัฒนาเครื่องอัดรีดแผ่นใบตองสำหรับห่อขนมเทียนเสวยโดยใช้แผ่นความร้อนแบบขดลวดไฟฟ้ามีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพการรีดแผ่นใบตองและเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานและต้นทุนการผลิตกับเครื่องอัดรีดด้วยเตารีดถ่าน ผลการวิจัยพบว่าเครื่องอัดรีดแผ่นใบตองที่พัฒนาขึ้นมีอัตราการใช้กระแสไฟฟ้าอยู่ที่ 6Amp/ชั่วโมง สามารถอัดรีดแผ่นใบตองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 เซนติเมตร ได้ถึง 2,070 แผ่น/ชั่วโมง (เรียง 3 ชั้น ครั้งละ 45 แผ่น) อุณหภูมิในการอัดรีดที่ 170 °c ในเวลา 1.00 ถึง 1.30 นาที จะทำให้แผ่นใบตองแห้งกรอบและมีสีเขียวสด โดยเสียค่ากระแสไฟฟ้าเพียง 2.617 บาท/ชั่วโมง เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการผลิตกับการรีดด้วยเตารีดถ่านที่สามารถรีดแผ่นใบตองได้เพียง 660 แผ่น/ชั่วโมง พบว่าเครื่องอัดรีดแผ่นใบตองสามารถผลิตได้มากกว่าถึง 1,410 แผ่น / ชั่วโมง โดยแผ่นใบตองที่ได้มีค่าปริมาณน้ำอิสระที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และปฏิกิริยาเคมีต่าง ๆ (ค่า AW : Water Activity) อยู่ในเกณฑ์ต่ำเฉลี่ยอยู่ที่ 0.556 และมีค่าความชื้นเฉลี่ยอยู่ที่ 15.4 % จึงทำให้แผ่นใบตองที่ได้มีอายุการเก็บรักษาได้นานมากขึ้น

คำสำคัญ: เครื่องอัดรีด ใบตอง การอัดรีด

Abstract

The research aimed to invent and develop a banana leaf presser for Kanom Tian Sawoei (a local Thai sweet of Uttaradit) and compare the effectiveness and unit cost between pressers using coil heaters and those of charcoal. The study showed the invented presser used electrical current at 6 Amp per hour and could press 12- centimeter- diameter banana leaf for 2,070 sheets per hour (three layers of 45 sheets a time). The temperature of 170" c for 1 - 1.30 hours could press leaves dry and still fresh green with 2.617 baht per hour for the cost of electricity. Compared to charcoal iron,which pressed 660 sheets per hour,the invented presser could press 1,410 sheet / hour more than charcoal iron. The water activity value of the banana leaves was 0.556 and the average moisture content was 15.4% which could preserve banana leaves for longer use.

Keywords : presser, banana leaves, pressing

ชำนาญ
ชื่อจำกัด
การกวน
จะต้องใช้
(ใบตอง)
โบราณ (เ
แรงกด ร
แรงงานค
ด้านต้นทุน
ของผู้ผลิต
ห่อหุ้มขนม
ขดลวดไฟฟ้
1.
ไฟฟ้า
2.1
ประสิทธิภาพ
ไฟฟ้า

ในก
กระบวนการวิ
1.กร
ร้อนแบบขดล
อำเภอเมือง จัง
แห้งและเรียบ
ประสิทธิภาพภา
เทอร์โมมิเตอร์แบบ

บทนำ

นมเทียมสวยถือว่าเป็นนมที่เป็นเอกลักษณ์ของจังหวัดอุดรดิตถ์ มีกระบวนการผลิตที่ต้องใช้แรงงานที่มีความชำนาญโดยเฉพาะในขั้นตอนของการห่อ และขั้นตอนของการรีดใบตอง ประกอบกับกระบวนการผลิตนมเทียมสวยยังมีข้อจำกัดในด้านการผลิต เพราะต้องใช้แรงงานคนเป็นหลักเกือบทุกขั้นตอนการผลิต เริ่มตั้งแต่การเตรียมคัดเลือกวัตถุดิบ การกวนส่วนผสมและโดยเฉพาะในขั้นตอนของการเตรียมแผ่นใบตองเพื่อใช้เป็นวัสดุสำหรับห่อนมเทียมสวย ซึ่งผู้ผลิตจะต้องใช้เวลาในขั้นตอนนี้เป็นอย่างมาก เนื่องจากเอกลักษณ์เฉพาะตัวของวัสดุห่อหุ้มนมเทียมสวยนั้นจะต้องใช้ใบตอง (ใบตองป่า) เท่านั้นมาใช้เพื่อเป็นวัสดุห่อหุ้ม แต่เนื่องจากขั้นตอนการเตรียมใบตองนั้นผู้ผลิตจะต้องใช้วิธีการนำเตารีดใบตอง (เตารีดถ่าน) มาใช้ในการรีดเพื่อกดทับให้ใบตองแห้งและเรียบ จึงทำให้ไม่สามารถควบคุมปัจจัยด้านอุณหภูมิ แสงแดด ระยะเวลา และคุณภาพของสีใบตองได้ จึงทำให้ใบตองที่ได้มีสีส้มที่ไม่สวยงาม เพราะวิธีการเดิมนี้จะต้องใช้แรงงานคนที่มีความชำนาญและเทคนิควิธีการเฉพาะเป็นหลักในการรีดแผ่นใบตอง จึงทำให้เกิดความล่าช้า และปัญหาด้านต้นทุนอันเกี่ยวกับค่าจ้างแรงงานที่เพิ่มขึ้นตามมาอย่างมาก ดังนั้นเพื่อเป็นการพัฒนามาตรฐาน และเพิ่มศักยภาพของผู้ผลิตนมเทียมสวยในจังหวัดอุดรดิตถ์ให้สามารถพัฒนากระบวนการผลิตและลดระยะเวลาในการเตรียมวัสดุสำหรับห่อหุ้มนมเทียมสวย ผู้วิจัยจึงเห็นว่าควรที่จะมีการวิจัยเพื่อพัฒนาเครื่องอัดรีดแผ่นใบตองปศด้วยแผ่นความร้อนแบบขดลวดไฟฟ้าขึ้นเพื่อยกระดับนมเทียมสวยให้เป็นสินค้าระดับประเทศ และสามารถส่งออกได้ต่อไปในอนาคต

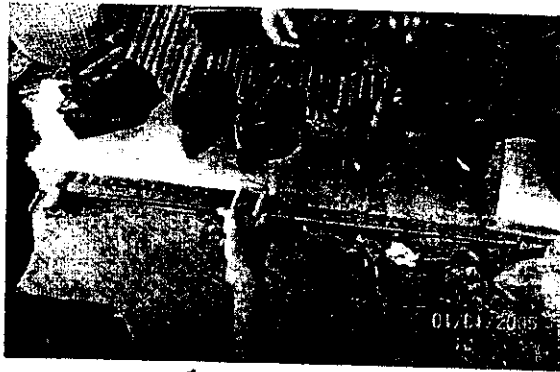
วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาเครื่องอัดรีดแผ่นใบตองสำหรับห่อนมเทียมสวยจากเตารีดถ่านโดยใช้แผ่นความร้อนแบบขดลวดไฟฟ้า
2. เพื่อหาหาประสิทธิภาพเครื่องอัดรีดแผ่นใบตอง และเปรียบเทียบสี ความชื้นของแผ่นใบตอง และประสิทธิภาพการผลิต ระหว่างการอัดรีดด้วยเตารีดถ่าน กับการอัดรีดด้วยเครื่องอัดรีดโดยใช้แผ่นความร้อนแบบขดลวดไฟฟ้า

วิธีดำเนินการ

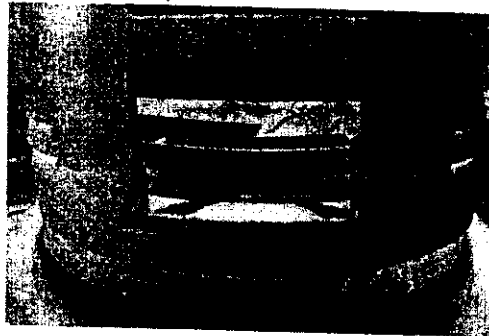
ในการวิจัยเพื่อพัฒนาเครื่องอัดรีดแผ่นใบตองโดยใช้แผ่นความร้อนแบบขดลวดไฟฟ้า ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามกระบวนการวิจัยและพัฒนา ดังนี้

1. การเก็บข้อมูลต่างๆที่จำเป็นที่จะนำมาใช้ในการออกแบบและพัฒนาเครื่องอัดรีดแผ่นใบตองโดยใช้แผ่นความร้อนแบบขดลวดไฟฟ้า เริ่มจากการศึกษากรรมวิธีการรีดแผ่นใบตองโดยใช้เตารีดถ่าน ของชาวบ้าน หมู่บ้านนาไปรัมย์ อำเภอเมือง จังหวัดอุดรดิตถ์ ซึ่งรับจ้างรีดแผ่นใบตอง โดยชาวบ้านจะใช้วิธีการรีดใบตอง ด้วยวิธีการกดทับให้แผ่นใบตองแห้งและเรียบ โดยอาศัยน้ำหนักและความร้อนที่แผ่ออกมาจากเตารีดถ่าน ซึ่งในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาประสิทธิภาพการรีดแผ่นใบตองของชาวบ้านด้วยการจับเวลา และวัดอุณหภูมิโดยรอบแผ่นความร้อนของเตารีดด้วยเทอร์มิสเตอร์แบบแท่ง ดังภาพที่ 1



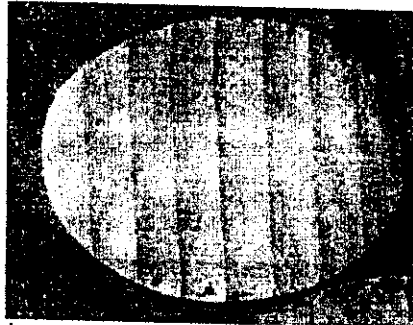
ภาพที่ 1 แสดงภาพการศึกษากรรวมวิธีการรีดแผ่นใบตองด้วยเตารีดดำน

2. การเก็บตัวอย่างแผ่นใบตองที่ได้จากการรีดด้วยเตารีดดำน เพื่อนำมาหาค่าความชื้น ด้วยเครื่องวัดความชื้นแบบฮีดเตอร์อินฟราเรด รุ่น FD-600 ดังแสดงไว้ในภาพที่ 2

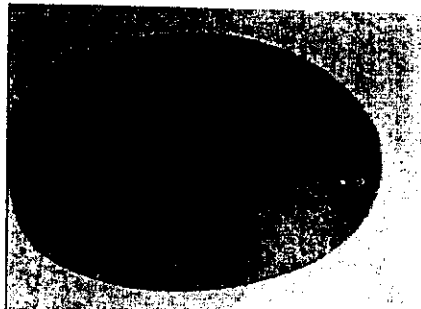


ภาพที่ 2 แสดงภาพการทำงานของเครื่องวัดค่าความชื้นแบบฮีดเตอร์อินฟราเรด รุ่น FD-600

3. การนำตัวอย่างของแผ่นใบตองมากำหนดมาตรฐานของสีใบตอง ที่เรียงจากลักษณะของสีใบตองที่ได้หลังจากการอัดรีดด้วยความร้อนจากเตารีดดำน เอาไว้ 5 ระดับสี ดังแสดงในภาพที่ 3 ถึง ภาพที่ 7

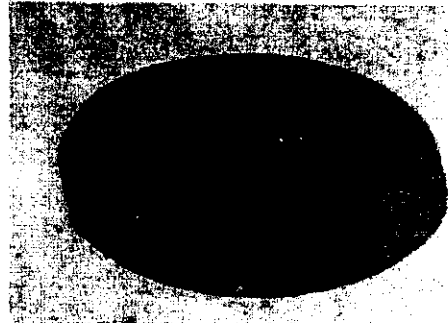


ภาพที่ 3 แสดงสีของแผ่นใบตองระดับที่ 1 ใบตองสด

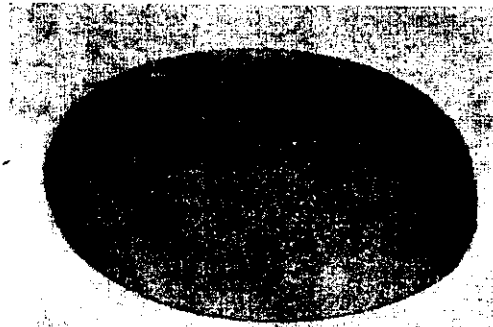


ภาพที่ 4 แสดงสีของแผ่นใบตองระดับที่ 2 สีน้ำตาลไหม้

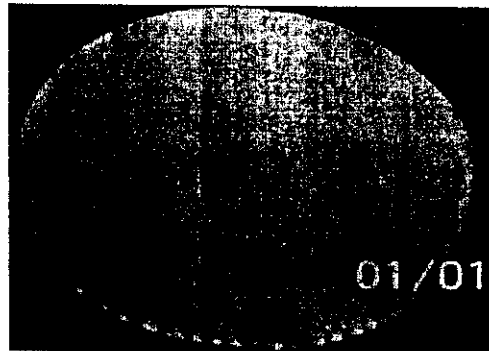
โดยอาศัย
การสร้างเค
และส่วนป:



ภาพที่ 5 แสดงสีของแผ่นใบตองระดับ 3 สีน้ำตาลไหม้ปนเขียว



ภาพที่ 6 แสดงสีของแผ่นใบตองระดับ 4 สีเขียวปนน้ำตาล

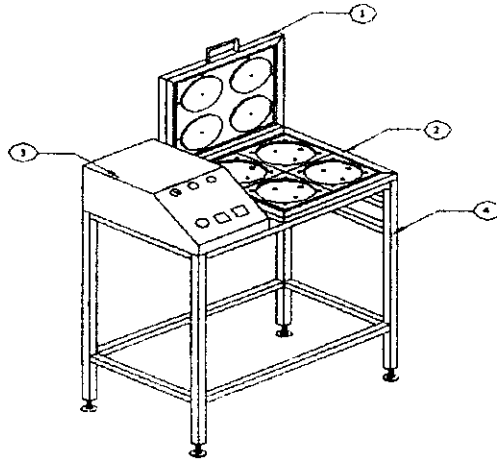


ภาพที่ 7 แสดงสีของแผ่นใบตองระดับ 5 สีเขียวแห้งกรอบ

4 การสร้างเครื่องอัดรีดแผ่นใบตองด้วยการใช้แผ่นความร้อนแบบขดลวดไฟฟ้าต้นแบบที่ 1 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยอาศัยข้อมูลจากการศึกษากรรมวิธีการรีดแผ่นใบตองด้วยเตารีดถ่าน ที่ได้ศึกษาไว้แล้วในข้างต้นมาใช้เป็นแนวทางในการสร้างเครื่องอัดรีดแผ่นใบตองด้วยการใช้แผ่นความร้อนแบบขดลวดไฟฟ้าต้นแบบที่ 1 ดังแสดงภาพลักษณะโครงสร้างและส่วนประกอบไว้ในภาพที่ 8

ภาพที่ 1

ภาพที่ 2



ภาพที่ 8 แสดงลักษณะโครงสร้างและส่วนประกอบของเครื่องอัดรีดแผ่นใบตองต้นแบบที่ 1

จากภาพที่ 8 โครงสร้างของเครื่องอัดรีดแผ่นใบตองเครื่องต้นแบบที่ 1. มีส่วนประกอบสำคัญได้แก่

- 1 ชุดอัดรีด (Plug Press)
- 2 ชุดทำความร้อน (Heater Under)
- 3 ตัวคอนโทรล
- 4 ฐาน

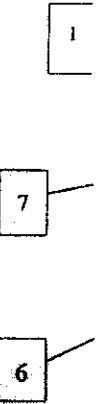
โดยเครื่องอัดรีดแผ่นใบตองต้นแบบที่ 1 จะมีชุดทำความร้อน 1 ชุด อยู่ที่ด้านล่าง (Heater Under) และชุดอัดรีดแผ่นใบตอง (Plug Press) อยู่ด้านบน ใช้แผ่นฮีตเตอร์ 4 แผ่นให้ความร้อนผ่านแผ่นอลูมิเนียมไปสู่แผ่นใบตอง การทำงานเริ่มจากจ่ายกระแสไฟฟ้า 220V โดยผ่านเบรกเกอร์ ขนาด 2 P 10A ไปยังแมคเนติก ขนาด 2P 25A โดยแมคเนติกจะทำหน้าที่เป็นสวิตช์ ตัดต่อวงจร ควบคุมด้วย Temperature Controller ผ่านไปยังชุดลดทอนความร้อน ขนาด 500 W ทั้ง 4 แผ่น โดยที่ชุดลดทอนความร้อนจะทำให้ชุดทำความร้อนด้านล่างร้อนไปจนถึงอุณหภูมิที่ตั้งไว้และ Temperature Controller จะทำการตัดวงจร ด้วย SENSOR และมี Timer Relay เป็นตัวตั้งเวลาในการอัดรีด

5. การพัฒนาเครื่องอัดรีดแผ่นใบตองด้วยการใช้แผ่นความร้อนแบบขดลวดไฟฟ้าเครื่องต้นแบบที่ 2 ผู้วิจัยได้ออกแบบเครื่องโดยอาศัยหลักการให้ความร้อนกับแผ่นใบตองเพื่อการคายน้ำออกทางปากใบ โดยมีขั้นตอนการออกแบบต่อไปนี้

5.1 ศึกษาข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นกับเครื่องอัดรีดแผ่นใบตองเครื่องต้นแบบที่ 1 โดยสรุปปัญหาที่เกิดขึ้นดังนี้

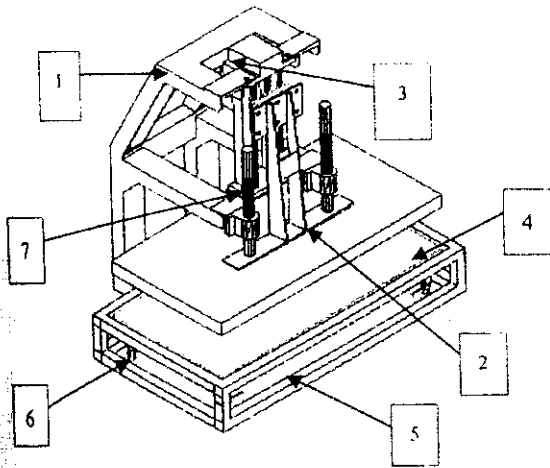
- ฮีตเตอร์ให้ความร้อนต่ำ จึงใช้เวลาอัดรีดนานถึง 5 นาที / การอัดรีด 1 ครั้ง และแผ่นความร้อนอยู่ด้านล่างจึงทำให้แผ่นใบตองที่อยู่ชั้นบนสุดไม่สุก
- Temperature Controller ตั้งอุณหภูมิไม่คงที่ ทำให้มีความคาดเคลื่อนสูงสุดและต่ำสุดที่ 10 °C
- แผ่นกดอัดมีน้ำหนักน้อยเพียง 5 ก.ก. จึงทำให้แผ่นใบตองไม่เรียบ
- ต้องยกและกดแผ่นกดทับด้วยแรงงานทำให้เกิดความเมื่อยล้า และอัดรีดได้เพียงครั้งละ 4 บล็อกจึงทำให้รีดแผ่นใบตองได้น้อยเพียง 240 แผ่น/ชั่วโมง

5.2 ออกแบบโครงสร้างและส่วนประกอบของเครื่องอัดรีดแผ่นใบตองด้วยการใช้แผ่นความร้อนแบบขดลวดไฟฟ้าเครื่องต้นแบบที่ 2 มีส่วนประกอบและโครงสร้างที่สำคัญดังแสดงไว้ในภาพที่ 9



ภาพที่ 9

5
เครื่องต้นแ
5.2
และหนา 2
ค่ากำลังไฟ
และแผ่นค



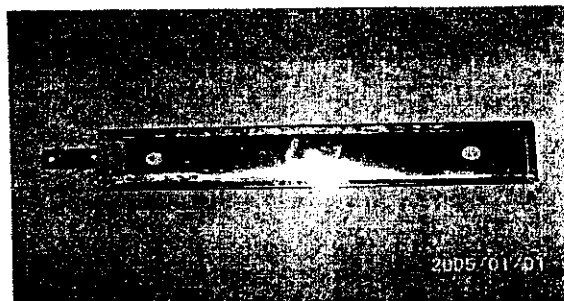
ภาพที่ 9 แสดงส่วนประกอบโครงสร้างของเครื่องอัดรีดแผ่นโบทองเครื่องต้นแบบที่ 2

จากภาพที่ 9 แสดงโครงสร้างของเครื่องอัดรีดแผ่นโบทองเครื่องต้นแบบที่ 2 ดังรายละเอียดต่อไปนี้

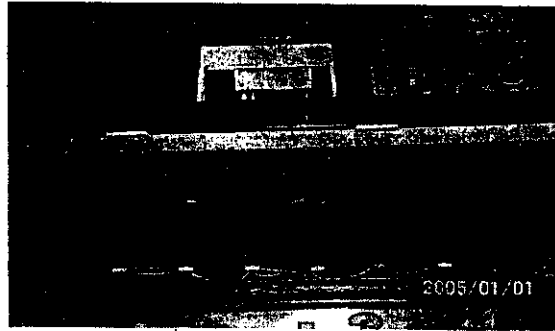
- 1 โครงสร้างสำหรับยึดชุดขับเคลื่อน
- 2 ชุดแผ่นทำความร้อน (Heater Top)
- 3 ชุดขับเคลื่อนแผ่นทำความร้อน
- 4 แผ่นถาดด้านล่างสำหรับวางแผ่นโบทอง
- 5 กรอบโครงเหล็ก
- 6 ขดสปริงรับแรงกด
- 7 ชุดแขนประคองแผ่นทำความร้อน

5.3 การออกแบบส่วนประกอบหลักของเครื่องอัดรีดแผ่นโบทองด้วยการใช้แผ่นความร้อนแบบขดลวดไฟฟ้าเครื่องต้นแบบที่ 2.

5.3.1 การออกแบบแผ่นความร้อน ผู้วิจัยเลือกใช้แผ่นอลูมิเนียมผสมมีขนาดความกว้าง 470 มม. ยาว 700 มม. และหนา 25 มม. เพื่อใช้เป็นแผ่นกระจายความร้อนจากฮีตเตอร์แบบแผ่นที่ใช้เป็นไส้ใน ขนาด 950 วัตต์ จำนวน 6 แผ่นใช้ค่ากำลังไฟฟ้า 5.7 KW ให้ความร้อนสูงสุด 250 °C ซึ่งลักษณะของฮีตเตอร์แบบแผ่นที่นำมาใช้มีลักษณะดังภาพที่ 10 และแผ่นความร้อนแสดงไว้ในภาพที่ 11

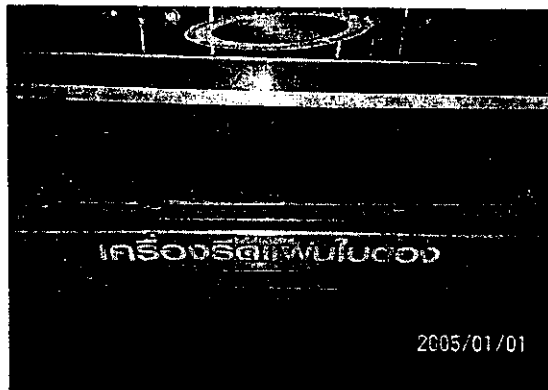


ภาพที่ 10 ภาพของฮีตเตอร์แบบแผ่นขนาด 950 วัตต์



ภาพที่ 11 ภาพแผ่นความร้อนที่ทำจากอลูมิเนียมหล่อที่มีได้เป็นฮีตเตอร์ไฟฟ้าแบบแผ่น

5.3.2 การออกแบบชุดถาดด้านล่างสำหรับรองรับ รีด ผู้วิจัยได้เลือกใช้แผ่นเหล็กขนาดความกว้าง 720 X ยาว 490 Xหนา 0.30 ม.ม. เพื่อใช้รับแรงกดจากแผ่นความร้อนด้านบนที่มีค่าน้ำหนักกดที่ 0.00795 kg/cm^2 และใช้สอดสปริงรับแรงกดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 250 ม.ม. ยาว 600 ม.ม. จำนวน 9 ตัว ใช้สำหรับเป็นตัวกระจายแรงกดจากแผ่นความร้อน ซึ่งรูปแบบของถาดด้านล่างแสดงไว้ในภาพที่ 12 และภาพที่ 13



ภาพที่ 12 แสดงภาพของถาดด้านล่างสำหรับรับแรงอัด



ภาพที่ 13 แสดงภาพสอดสปริงรับแรงกด

ผลจากการ

จา

รีดที่เหมือนกับ

เป็นเครื่องมือ

วิธีการรีดแผ่น

นั้นจะใช้วิธี

วางเรียงเป็น

ให้ความร้อน

ใบตองที่สุกแ

กกอง โดยเฉลี่ย

กำลังการผลิต

การ

ตั้งนั้นในเวลา

ซึ่งภายในเวลา

แต่คนรีดใบต

165 แผ่น

การหาต้นทุน

ต้น

ราคา

รายได้จากการ

ถ้า

ได้

ผลการวิจัย

ผลจากการศึกษาข้อมูลกรรมวิธีการรีดแผ่นใบตองด้วยเตารีดถ่าน

จากการศึกษากรรมวิธีการรีดแผ่นใบตองด้วยเตารีดถ่าน พบว่ากลุ่มชาวบ้านที่รับจ้างรีดแผ่นใบตองจะใช้วิธีการรีดที่เหมือนกันทุกคน โดยจะใช้วิธีการรีดแผ่นใบตองด้วยการใช้เตารีดถ่านแบบโบราณที่ทำจากโลหะประเภทเหล็ก มาใช้เป็นเครื่องมือในการรีด โดยอาศัยน้ำหนักกดทับและความร้อนที่ได้จากการแผ่ความร้อนออกมาจากเตารีดถ่านนั่นเอง โดยวิธีการรีดแผ่นใบตองนั้นจะไม่รีดเหมือนกับการรีดผ้าซึ่งต้องถูเตารีดไปมาบนเนื้อผ้า แต่การรีดแผ่นใบตองให้สุกและแห้งนั้นจะใช้วิธีการวางเตารีดที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 100 °C (จากการวัดด้วยเทอร์โมมิเตอร์แบบแท่ง) ลงบนแผ่นใบตองที่วางเรียงเป็นชั้นๆ กองละ 15 ใบ ซึ่งในการรีดของคน 1 คน จะสามารถรีดได้ครั้งละ 4 กอง ซึ่งต้องใช้เตารีดถึง 4 เต้าในการให้ความร้อน โดยใช้วิธีการวางเตารีดลงบนกองใบตองทั้ง 4 กองที่ได้วางเรียงไว้ และจะยกเตารีดขึ้นสลับกันเพื่อนำแผ่นใบตองที่สุกแล้วดึงออกมา และจะวางเตารีดไปบนแผ่นใบตองในชั้นต่อไป และจะทำแบบนี้ไปเรื่อยๆจนกองใบตองจะหมดกอง โดยเฉลี่ยแล้วชาวบ้านจะใช้เวลาในการรีดใบตอง 1 กอง ซึ่งมี 15 ใบ ประมาณ 5.44 นาที ซึ่งเมื่อนำมาคำนวณหากำลังการผลิตของการรีดด้วยเตารีดถ่าน ปรากฏผลดังนี้

การรีดแผ่นใบตอง 1 กอง (มีจำนวน 15 แผ่น) จะใช้เวลารีดจนหมดกอง โดยเฉลี่ย 5.44 นาที

ดังนั้นในเวลา 1 ชั่วโมงจะสามารถรีดได้เท่ากับ $\frac{60 \text{ (นาที)}}{5.44 \text{ (นาที)}} = 11 \text{ กอง ต่อ ชั่วโมง}$

ซึ่งภายในเวลา 1 ชั่วโมง จะสามารถรีดได้เท่ากับ $11 \text{ (กอง) } \times 15 \text{ (จำนวนแผ่นใบตองต่อ 1 กอง)}$
 $= 165 \text{ แผ่น / คน / ชั่วโมง / 1 เต้า}$

แต่คนรีดใบตอง 1 คน สามารถรีดโดยใช้เตารีดวางเรียงกันได้ถึงครั้งละ 4 เต้า จึงทำให้สามารถรีดได้ถึง

$165 \text{ แผ่น / คน / ชั่วโมง } \times 4 \text{ (เต้า)} = 660 \text{ แผ่น / คน / ชั่วโมง / 4 เต้า}$

กำหนดต้นทุนการรีดแผ่นใบตองด้วยเตารีดถ่าน ซึ่งมีรายละเอียดในการดำเนินงานดังนี้

ต้นทุนการดำเนินงาน

1. ถ่านเชื้อเพลิงกระสอบละ 240 บาท (ใช้ได้ 3 วัน)
2. ใบตองสด (น้ำหนัก 8 ก.ก./มัด) มัดละ 60 บาท (โดยการรีดแผ่นใบตองสด 1 มัด จะใช้เวลาประมาณ 1 วัน หรือประมาณ 8 ชั่วโมง)

ราคาขายส่ง

1. ใบตองสด 6ก.ก. เมื่อรีดแล้วจะมีน้ำหนัก 1 ก.ก
2. ราคาขายส่งใบตองแห้ง กิโลกรัมละ 180 บาท

ดังนั้นต้นทุนที่ใช้ในการรีดใบตองสด 1 มัด (6 ก.ก.) ให้ได้ใบตองแห้ง 1 กิโลกรัม มีต้นทุนดังนี้

ค่าถ่านเชื้อเพลิง $240 / 3 = 80$ บาท ค่าใบตองสด 1 มัด $= 60$ บาท

รวม $= 140$ บาท

รายได้จากการขายแผ่นใบตองแห้ง 1 กิโลกรัม

กำไร หรือ ขาดทุน $= \text{รายได้} - \text{ต้นทุนรวม} = 180 - 140$

ได้กำไร $= 40$ บาทต่อการขายใบตองแห้ง 1 กิโลกรัม

5.2. ผลจากการนำแผ่นใบตองจากการอัดรีดด้วยเตารีดด้านมาทดสอบด้วยเครื่องวัดความชื้น รุ่น FD-600 ตามสีแผ่นใบตองทั้ง 5 ระดับ ดังแสดงในตารางที่ 1

อุณหภูมิ 1

ตารางที่ 1 แสดงค่าความชื้นในแผ่นใบตองที่ได้จากการอัดรีดด้วยเตารีดด้าน

ตารางที่ 3

ระดับสี	ลักษณะสีของใบตอง	เวลาการอบ (นาที)	ทดสอบความชื้น ครั้งที่ 1 (%)	ทดสอบความชื้น ครั้งที่ 2 (%)
1	ใบตองสด	10	83.3	84.3
2	สีน้ำตาลไหม้	10	3.3	3.2
3	สีน้ำตาลปนเขียว	10	5.4	3.4
4	สีเขียวปนน้ำตาล	10	7.3	8.5
5	สีเขียวแห้งกรอบ	10	16.6	18.6

ครั้งที่	()
1	
2	
3	
4	
5	
6	1
	2

5.3. ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องอัดรีดแผ่นใบตองเครื่องต้นแบบที่ 2. ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2

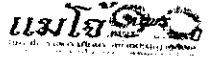
ตารางที่ 2 แสดงสมรรถนะของเครื่องอัดรีดแผ่นใบตองของเครื่องต้นแบบที่ 2

ลำดับ	รายการแสดงรายละเอียด	สมรรถนะของเครื่อง
1	ขนาด ก X ย X ส ของตัวเครื่อง	480 X 720 X 950 ม.ม.
2	น้ำหนักโดยรวมของตัวเครื่อง	62 กก.
3	ขนาด ของแผ่นความร้อน	470 X 700 X 20.50ม.ม.
4	ระยะยกแผ่นความร้อนสูงสุด	150 ม.ม.
5	มอเตอร์เกียร์ยกแผ่นความร้อน	24 V (DC) , 380 RPM
6	ความเร็วในการยกแผ่นความร้อนจนถึงระยะยกสูงสุด	10 วินาที
7	อุณหภูมิความร้อนสูงสุด	250 °c
8	อัตราการใช้กระแสไฟฟ้าของแผ่นความร้อน/ ชั่วโมง	6 Amp / ชั่วโมง
9	ปริมาณการรีดแผ่นใบตองสูงสุด - เรียงแบบ 3 ชั้น (จำนวน 45 แผ่น / ครั้ง)	2,070 แผ่น / ชั่วโมง
10	ค่ากำลังไฟฟ้าของแผ่นฮีตเตอร์	950 วัตต์ X 6 แผ่น
11	ระยะยวบตัวต่ำสุดแผ่นรองรีด	10 ม.ม.
12	ระบบความปลอดภัยประจำเครื่อง	- ฟิวส์ขนาด 4 A , 500V - เซอร์คิตเบรกเกอร์ 20A
13	ระบบไฟฟ้าของแผ่นฮีตเตอร์	ขนาด 380 V (AC)
14	เวลาอุ่นแผ่นความร้อนจากอุณหภูมิห้องจนถึง 100 °C	6 นาที

5.5
ต่าง ๆ (ค่า ,
การอัดรีดด้วย
จำนวน 5 ตัว
ตา

ตัวอย่างที่
1
2
3
4
5

การประยุบสัมมนาทางวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัย ครั้งที่ 1 วันที่ 4-5 กันยายน 2551



5.4 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องอัดรีดแผ่นใบตองเครื่องต้นแบบที่ 2 โดยการอัดรีดที่อุณหภูมิ 170 °C มีความเหมาะสมที่สุด ซึ่งผลจากการทดสอบแสดงไว้ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงประสิทธิภาพของเครื่องอัดรีดแผ่นใบตอง (ช่วงอุณหภูมิ 170°C)

ครั้งที่	ชั้น (แผ่น)	เวลา (นาที)	จำนวนแผ่นที่		จำนวนแผ่นใบตองที่สุกในระดับสีต่างๆ					รวม
			สุก	ไม่สุก	เกณฑ์มาตรฐานระดับสี					
					1	2	3	4	5	
1	1	0.30	9	6					9	15
	2		10	20					10	30
2	1	1.00	15	0				4	11	15
	2		20	10					20	30
3	1	1.30	15	0				10	5	15
	2		30	0				5	25	30
4	1	2.00	15	0		15				15
	2		30	0			12		18	30
5	1	2.30	15	0		15				15
	2		30	0		13		17		30
6	1	3.00	15	0		15				15
	2		30	0		18	7	5		30

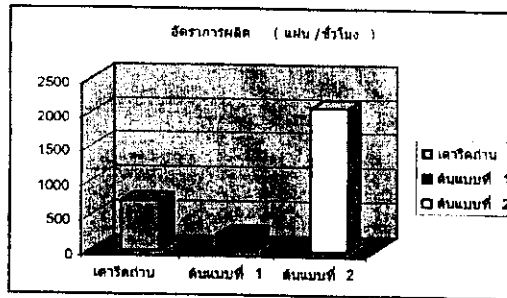
5.5. ผลการทดสอบหาค่าปริมาณน้ำอิสระที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ และปฏิกิริยาเคมีต่างๆ (ค่า AW : Water Activity) ด้วยเครื่อง Water Activity Meter รุ่น Aqua Lab รุ่น 3 TE จากแผ่นใบตองที่ผ่านการอัดรีดด้วยเครื่องอัดรีดต้นแบบที่ 2 โดยนำตัวอย่างแผ่นใบตองที่รีดสุกจนเข้าเกณฑ์มาตรฐานสีของใบตองที่กำหนดไว้จำนวน 5 ตัวอย่าง นำมาทดสอบ ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงค่าปริมาณน้ำอิสระ และค่า % ความชื้นที่เหลืออยู่ในแผ่นใบตองหลังจากการอัดรีด

ตัวอย่างที่	สีใบตอง	ค่า (AW)	อุณหภูมิในภาชนะปิด	ความชื้น (%)
1	สีน้ำตาลไหม้	0.539	25.5 °C	3.0
2	สีน้ำตาลปนเขียว	0.550	25.6 °C	4.9
3	สีเขียวปนน้ำตาล	0.578	26.3 °C	7.1
4	สีเขียวเข้ม	0.554	25.2 °C	14.4
5	สีเขียวแก่กรอบ	0.559	25.2 °C	15.4

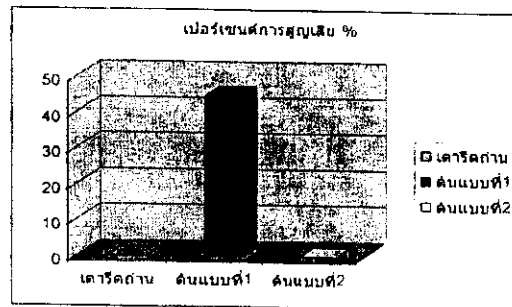
5.6. ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการอัดรีดด้วยความร้อนจากเตารีดถ่าน กับการอัดรีดใบตองด้วยเครื่องอัดรีดโดยใช้แผ่นความร้อนแบบขดลวดไฟฟ้า ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นเมื่อนำมาเปรียบเทียบแล้วเกิดผลดังต่อไปนี้

1. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้านการผลิต ดังแสดงไว้ในภาพที่ 14



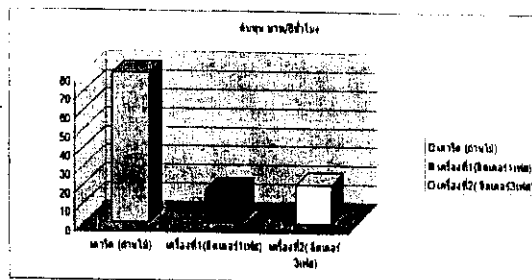
ภาพที่ 14 เป็นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการผลิต

2 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์สูญเสียแผ่นใบตองที่ใช้การไม่ได้หลังจากการอัดรีด ดังแสดงไว้ในภาพที่ 15



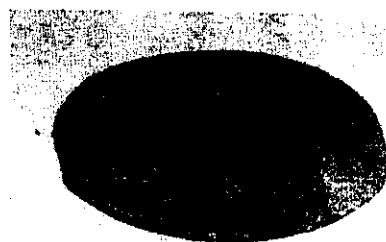
ภาพที่ 15 เป็นการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์สูญเสีย

3. การเปรียบเทียบในด้านของต้นทุนการผลิต ดังแสดงไว้ในภาพที่ 16



ภาพที่ 16 แสดงภาพการเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตสำหรับสร้างความร้อนในการอัดรีดแผ่นใบตอง

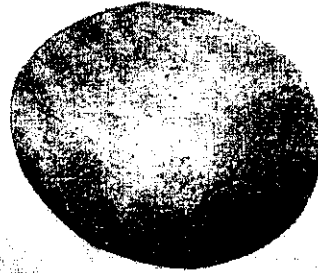
5.7. ผลการเปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพของแผ่นใบตองหลังจากการอัดรีดด้วยความร้อน ด้วยวิธีการอัดรีดทั้ง 3 วิธีการ แสดงไว้ในภาพที่ 17 ถึงภาพที่ 19



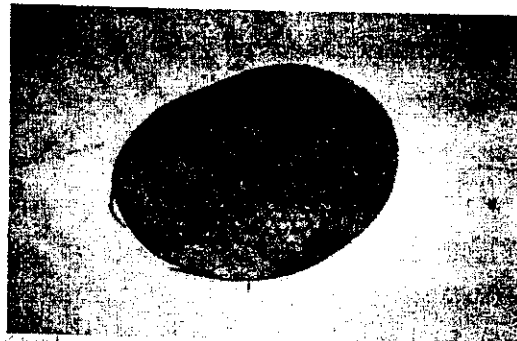
ภาพที่ 17 ใบตองจากการอัดรีดด้วยเตารีดถ่าน

ภาพที่ 20

เครื่องอัดรีด
ให้แผ่นความรั
ขนาดความกว
กำลังไฟฟ้าแผ่น
เป็นค่าความร้อ



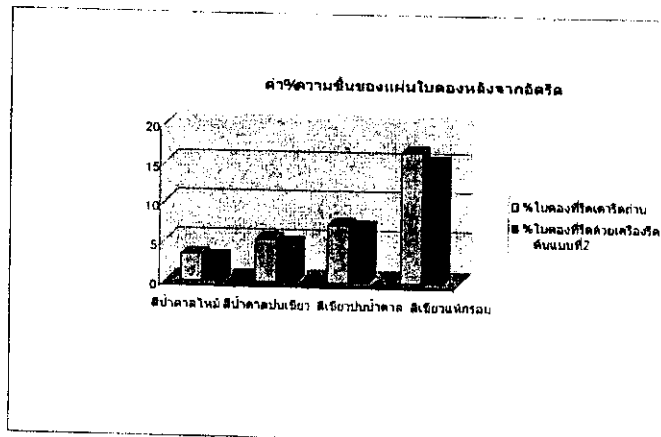
ภาพที่ 18 ใบตองที่ได้จากการอัดรีดด้วยเครื่องอัดรีดแบบขดลวดไฟฟ้าต้นแบบที่ 1



ภาพที่ 19 ใบตองที่ได้จากการอัดรีดด้วยเครื่องอัดรีดแบบขดลวดไฟฟ้าต้นแบบที่ 2

15

5.8 ผลการเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่หลงเหลืออยู่ในแผ่นใบตองหลังจากการอัดรีดด้วยความร้อน ดังแสดงไว้ในภาพที่ 20



ภาพที่ 20 เปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่หลงเหลืออยู่ในแผ่นใบตองหลังจากการอัดรีด

ทอง

ด้วยวิธีการอัด

สรุปผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

เครื่องอัดรีดแผ่นใบตองสำหรับห่อขนมเทียนสวยโดยใช้แผ่นความร้อนแบบขดลวดไฟฟ้าเครื่องต้นแบบที่ 2 ที่ออกแบบให้แผ่นความร้อนอยู่ทางด้านบนของตัวเครื่อง โดยการใช้แผ่นความร้อนที่ทำจากแผ่นอลูมิเนียมห่อลัด ความหนา 2.5 ซม. ขนาดความกว้าง 47 ซม. ยาว 70 ซม. น้ำหนัก 30 กก. ด้วยการใช้แผ่นฮีตเตอร์แบบขดลวดไฟฟ้าจำนวน 6 แผ่น ใช้กำลังไฟฟ้าแผ่นละ 950 วัตต์ และใช้ระบบไฟฟ้าที่มีแรงดัน 380 V เป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้าให้กับแผ่นความร้อนเพื่อแปลงให้เป็นค่าความร้อนที่สามารถให้อุณหภูมิสูงสุดที่ 250 °C โดยมีระบบการยกแผ่นความร้อนขึ้นลงด้วยเฟืองขับเพลลาแกน

เกลียวในแนวดิ่ง ด้วยมอเตอร์ขับเคลื่อนขนาด 24 V (DC) สามารถที่จะทำการอัดรีดแผ่นใบตอง ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 ซม. ได้สูงสุดครั้งละ 45 แผ่น (ต่อการอัดรีด 1 ครั้ง ด้วยการวางแผ่นใบตองซ้อนกันเป็นชั้นๆ บนภาตกรองรีด) และพบว่า อุณหภูมิและระยะเวลาการอัดรีดแผ่นใบตองที่เหมาะสมกับการอัดรีดใบตองที่เรียงแบบ 3 ชั้น คือที่อุณหภูมิ 170 °C ซึ่งในการอัดรีดใบตองที่เรียงแบบ 3 ชั้นนี้จะใช้เวลาประมาณ 1.00 - 1.30 นาที ดังนั้นเมื่อนำมาคิดจากเวลาการทำงานใน 1 ชั่วโมง ของการรีดแผ่นใบตอง 1 ภาค ที่เรียงแบบ 3 ชั้น จำนวน 15 กอง โดยใช้เวลาอัดรีดภาคละ 1.30 นาที โดยในเวลา 1 ชั่วโมงจะสามารถอัดรีดได้ถึง 46 ภาค ก็จะทำให้สามารถผลิตได้จำนวน 2,070 แผ่นต่อชั่วโมง โดยแผ่นใบตองที่ได้จากการรีดด้วยเครื่องอัดรีดเครื่องต้นแบบที่ 2 นี้จะสามารถรีดแผ่นใบตองที่มีสีเขียวและแห้งกรอบ อยู่ในเกณฑ์สีที่ระดับ 5 โดยเมื่อนำแผ่นใบตองไปหาค่าความชื้นพบว่าแผ่นใบตองที่ผ่านการอัดรีดที่อยู่ในเกณฑ์สีที่ระดับ 5 มีค่าความชื้นเฉลี่ยอยู่ที่ 15.4 % โดยจากการทดลองอัดรีดแผ่นใบตองด้วยเครื่องอัดรีดที่สร้างขึ้นพบว่าอัตราการคายน้ำของใบตองมีปริมาณที่สูงจึงไม่สามารถวางแผ่นใบตองที่ทำการอัดรีดไว้บนภาตออลูมิเนียมได้ เพราะจะมีไอน้ำเกาะติดที่ผิวหน้าของแผ่นอลูมิเนียม ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้แผ่นยิมซั่มบอร์ดประเภทแผ่นสมารทบอร์ด มาใช้เป็นภาตสำหรับวางแผ่นใบตองแทนแผ่นอลูมิเนียม ซึ่งปรากฏว่าแผ่นยิมซั่มบอร์ดที่นำมาใช้นั้นสามารถดูดซับน้ำที่ใบตองคายออกมาได้เป็นอย่างดี และสามารถที่จะทำให้ใบตองแห้งและเรียบสม่ำเสมอทั่วทั้งแผ่นมากกว่าการวางแผ่นใบตองบนแผ่นอลูมิเนียม เมื่อนำประสิทธิภาพการผลิตของเครื่องอัดรีดแผ่นใบตองที่สร้างขึ้นไปเปรียบเทียบกับเครื่องอัดรีดด้วยการใช้เตารีดถ่านพบว่าเครื่องอัดรีดที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพการทำงานคิดเป็น 3 เท่าของวิธีการเดิม โดยที่วิธีการรีดด้วยเตารีดถ่านสามารถรีดได้เพียง 660 แผ่น / ชั่วโมง แต่เครื่องอัดรีดแผ่นใบตองเครื่องต้นแบบที่ 2 ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นสามารถอัดรีดแผ่นใบตองได้มากถึง 2,070 แผ่น/ชั่วโมง และเครื่องอัดรีดแผ่นใบตองที่ได้พัฒนาขึ้นมีจุดเด่นที่สามารถทำให้ใบตองที่ได้จากเครื่องอัดรีดมีความแห้งกรอบอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่ระดับ 5 คือใบตองที่ได้จะมีสีเขียวสดสม่ำเสมอมากกว่าวิธีการการอัดรีดด้วยเตารีดถ่าน

กิตติกรรมประกาศ

ผู้ดำเนินการวิจัยใคร่ขอขอบคุณ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติกองทุนสนับสนุนการวิจัยฝ่ายอุตสาหกรรม โครงการอุตสาหกรรมสำหรับนักศึกษาปริญญาตรี ปีพ.ศ. 2550 ขอขอบคุณคณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ที่สนับสนุนงานวิจัยอย่างจริงจังและต่อเนื่องมาโดยตลอด และขอขอบคุณผู้ที่เกี่ยวข้องอื่นที่ไม่ได้กล่าวนาม ที่มีส่วนช่วยให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

[1] ความร้อน และ อุณหภูมิ [ออนไลน์]. (2007). แหล่งที่มา: www.lesa.in.th/energy/
 [2] กล้วยนานาชาติ. [ออนไลน์]. (2007) แหล่งที่มา: www.doe.go.th/
 [3] เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้ความร้อน. [ออนไลน์]. (2007). แหล่งที่มา: www.banbung.ac.th/
 [4] ฮีตเตอร์. [ออนไลน์]. (2007). แหล่งที่มา: www.sbheater.com/index.asp

จำแนกชนิด
 แบบที่เรีย C
 CFM 12 มี
 ชีวิตที่สภาวะ
 หอยหลายช
 จึงมีคุณสมบัติ

คำสำคัญ :

The
 investigated
 sequencing
 defined as L
 the 8 food b
 condition, ha
 This
 suggesting its

Keywords : Pr