

การพัฒนาเครื่องไมโครเวฟชนิดสายพานลำเลียงแบบต่อเนื่องในการอบผลหมาก Development Microwave Machine by Using A Continuous Belt with Fumigator of Betel Nuts

ปัญญา แดงวิไลลักษณ์¹, วชร กาลาสี¹

¹ สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล วิทยาเขตชุมพร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า

เจ้าคุณทหารลาดกระบัง อ.ปะทิว จ.ชุมพร 86160

ติดต่อ: โทรศัพท์: (077) 506410, โทรสาร: (077) 591446,

E-mail: kdpanya@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

ปัจจุบันหมากมีบทบาทในแง่อุตสาหกรรมหลายชนิด มีการส่งออกจำหน่ายต่างประเทศคิดเป็นมูลค่าหลายร้อยล้านบาท เช่น หมากแห้งมีการส่งออกในปี 2547-2549 มูลค่า 410.97, 429.59 และ 478.89 ล้านบาท ตามลำดับ ประเทศผู้นำเข้า คือ ปากีสถาน เกาหลี แคนาดา สหรัฐอาหรับเอมิเรตส์ ปัจจุบันชาวบ้านได้นำผลหมากมาตากแดดใช้เวลา 2 ถึง 4 สัปดาห์ โครงการนี้จึงได้ทำการพัฒนารูปแบบของเครื่องอบหมากด้วยไมโครเวฟชนิดสายพานลำเลียงแบบต่อเนื่องโดยมีขนาดห้องอบ 336x2000x350 มม.³ โดยแบ่งทั้งหมด 8 ห้อง ติดตั้งไมโครเวฟสลับฟันปลา 8 ตัว โดยประยุกต์ใช้ไมโครเวฟจากเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านขนาด 1000 วัตต์ ทำการทดลองโดยพิจารณาถึงปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการอบได้แก่ เปอร์เซ็นต์ความชื้นของผลหมากเริ่มต้น อัตราการป้อน และเวลาในการอบ จากผลการทดลองพบว่าที่เปอร์เซ็นต์ความชื้นมาตรฐานแห้งที่ 50% ที่อัตราการป้อน 54 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เนื้อหมากจะมีความชื้นมาตรฐานแห้งที่ 14% โดยที่เนื้อในหมากจะหดตัว 4.31 มม. ทำให้สามารถแกะได้สะดวกมากขึ้นและสีของเนื้อหมากยังเป็นสีชมพูอ่อนตามที่ตลาดต้องการ

คำหลัก: เครื่องอบหมาก, เครื่องอบไมโครเวฟ, หมาก

Abstract

Betel nut current role in terms of various industries. Exports are sold abroad, valued at several hundred million betel nut dry like a year in 2547-2549 export value 410.97, 429.59 and 478.89 million respectively in Canada, Korea, Pakistan is the leading United Arab Emirates Today, villagers brought the sun betel nut to take 2 to 4 weeks. This project has developed a form of microwave baked betel nut with vascular-type belt with a continuous size stove 336x2000x350 share by mm.³ 8 rooms 8 zigzag microwave installation by applying the microwave power from a 1,000-watt home size experimented with a variety of factors to consider. Effects include roast. The

percentage of moisture betel nut start the ego and enter the baking time. Results from Tore try to find that 50 percent humidity standards of the ego to enter 54 kilograms per hour. Moisture content is betel nut the standards of the meat by 14% in 4.31 mm betel nut shrinkage will make sheep more easily and the color of the meat is still pink betel nut light by the market.

Keywords: Machine Fumigator of Betel Nuts, Microwave oven, Betel nut

1. บทนำ

หมาก เป็นไม้ยืนต้นตระกูลปาล์ม เช่นเดียวกับ มะพร้าว ถิ่นกำเนิดของหมากปรากฏหลักฐานไม่เด่นชัดแต่มีแพร่กระจาย ในหลายประเทศแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และอินเดีย ปัจจุบันแหล่งปลูกหมากที่เป็นเชิงการค้า ของโลก ได้แก่ อินเดีย ศรีลังกา พม่า มาเลเซีย ฟิลิปปินส์ ไต้หวัน อินโดนีเซีย ไทย แหล่งปลูกในประเทศไทย ส่วนใหญ่อยู่ในภาคใต้ ภาคกลาง พื้นที่ปลูกหมากของไทยมีประมาณ 116,756 ไร่ ผลผลิตรวม 437,010 ตัน จังหวัดที่มีการปลูกหมากมากที่สุด คือจังหวัดชุมพร รองลงมาคือจังหวัด นครศรีธรรมราช ระนอง ฉะเชิงเทรา พัทลุง ตรัง พังงา ระยอง นครปฐม และสุราษฎร์ธานี ตลาดที่รับซื้อหมากแห่งมากที่สุดคือ อินเดีย บังกลาเทศ ปากีสถาน



รูปที่ 1 ลักษณะของหมากที่ใช้บริโภคภายในประเทศและส่งออก

ปัจจุบันหมากมีความสำคัญทางอุตสาหกรรมมากขึ้น แม้ว่าในปัจจุบันคนไทยจะบริโภคหมากลดลง โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมฟอกหนัง ฟอกเส้นใยและทำยาโรครักษาโรคและการใช้บริโภคในลักษณะของสมุนไพรรวมทั้งการใช้ประกอบในงานพิธีกรรมต่างๆ รวมทั้งยังสามารถสร้างรายได้เข้าประเทศโดยไทยมีการส่งออกหมากทั้งในรูปหมากสดและหมากแห้ง [3,1]

ปัจจุบันในการทำหมากแห้งนั้นเกษตรกรนิยมแบ่งได้ 3 วิธี คือวิธีที่ 1 การผึ่งแดดมีขั้นตอนการทำคือ เมื่อเก็บหมากสุกมาจากต้นที่ความชื้นประมาณ 63 %(wb) ก็นำมาผ่าตามยาวเป็น 2 ซีกนำไปผึ่งแดด 1 วันแล้วแกะเนื้อออกจากเปลือก ผึ่งแดดอีก 4-5 วันจนเหลือความชื้นประมาณ 12 %(wb) วิธีที่ 2 นำผลหมากสุกตากแดดทั้งลูก โดยใช้เวลา ประมาณ 2-4 สัปดาห์ หลังจากนั้น จะทำให้แกะเนื้อออกง่าย โดยนำมาผ่าตามยาว และตากแดดอีกประมาณ 2 วัน วิธีที่ 3 การอบโดยใช้แก๊สร้อนจากก๊าซ LPG เกษตรกรจะนำหมากผ่าซีกที่ผ่านการหึ่งอบแห้งหุ้มฉนวนกันความร้อนเวลาประมาณ 18-24 ชั่วโมง จะทำให้ผลหมากเหี่ยวและแกะเนื้อออกได้ง่าย

2. วัตถุประสงค์

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ

- 2.1 เพื่อศึกษาผลของการอบด้วยไมโครเวฟต่อการแยกเนื้อในหมากกับเปลือกนอกออกจากกัน
- 2.2 เพื่อศึกษาคุณสมบัติของเนื้อในหมากที่ได้จากการอบด้วยไมโครเวฟ เช่น สี ความชื้น เป็นต้น

3. ขอบเขตการศึกษา

- 3.1 ศึกษาพันธุ์หมากชนิดหมากพื้นบ้านในจังหวัดชุมพร

3.2 %มาตรฐานแห้งของผลหมากอยู่ระหว่าง 50-150

3.3ศึกษาการใช้พลังงานจากไมโครเวฟ
Samsung MS103HCE ความถี่ 2450 MHz

3.4ศึกษาระยะเวลาอบที่ 10 15 และ 20 นาที

4. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

4.1 ไมโครเวฟ

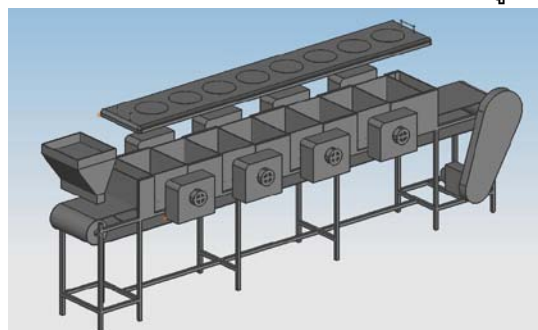
เตาอบไมโครเวฟ ให้ความร้อนกับอาหารโดยการแผ่คลื่นย่านความถี่ไมโครเวฟ โดยปกติจะใช้ ช่วงความถี่ 2450 เมกะเฮิร์ตซ์ (หรือ ความยาวคลื่น 12.24 เซนติเมตร) ผ่านเข้าไปในอาหาร. โมเลกุลของน้ำ ไขมัน และ น้ำตาล ที่อยู่ในอาหารจะดูดซับพลังงานของคลื่นที่ผ่านเข้าไปและเกิดเป็นความร้อนขึ้น ในกระบวนการที่เรียกว่า การเกิดความร้อนในสารไดอิเล็กตริก (dielectric heating) เนื่องจากโมเลกุลส่วนใหญ่เป็นโมเลกุลที่มีขั้วไฟฟ้า คือ มีประจุบวก และประจุลบที่ขั้วตรงกันข้าม เมื่อคลื่นไมโครเวฟ ซึ่งเป็นสนามไฟฟ้าผ่านเข้าไป โมเลกุลเหล่านี้ก็จะถูกเหนี่ยวนำและหมุนขั้วเพื่อปรับเรียงตัวตามสนามสนามไฟฟ้าของคลื่นนี้เป็นสนามที่เปลี่ยนแปลงสลับไปมาจึงส่งผลให้โมเลกุลเหล่านี้หมุนกลับไปมา ทำให้เกิดความร้อนขึ้น การให้ความร้อนด้วยคลื่นไมโครเวฟนี้จะมีประสิทธิภาพการเกิดความร้อนสูงสุด ในการให้ความร้อนแก่น้ำ และ ประสิทธิภาพต่ำ เมื่อให้ความร้อนแก่ ไขมัน น้ำตาล และ น้ำแข็ง การให้ความร้อนด้วยคลื่นไมโครเวฟนี้ มักจะมีการให้คำอธิบายที่ผิดว่าเกิดจากการสั่นพ้องของโมเลกุลน้ำ การสั่นพ้องของโมเลกุลน้ำ ซึ่งเกิดได้ที่มีความถี่ที่สูงมาก ในช่วง หลายสิบลิจิเฮิร์ตซ์ เท่านั้น[2,1]

ช่องสำหรับอบอาหารนั้นจะถูกล้อมไว้ด้วยลูกกรงฟาราเดย์ เพื่อกักไม่ให้คลื่นหลุดลอดออกมาสู่ภายนอก ประตุนั้นส่วนใหญ่จะเป็นกระจก ซึ่งจะมีชั้นที่เป็นลูกกรงทำด้วยสารตัวนำไฟฟ้าสำหรับกั้นคลื่น เนื่องจากข่ายลูกกรงนี้มีขนาดความกว้างของช่องเล็กกว่า ความยาวคลื่น คือ 12 เซนติเมตร คลื่นไมโครเวฟจึงไม่สามารถลอดผ่านออกมาได้ในขณะที่แสงสว่าง

ผ่านลอดออกมาได้เนื่องจาก แสงมีความยาวคลื่นที่สั้นกว่ามาก

4.2 .การออกแบบห้องอบหมากสดด้วยไมโครเวฟแบบต่อเนื่อง

นำผลหมากสดมาทดลองอบด้วยเตาไมโครเวฟขนาด 1000 วัตต์ ที่ 500 600 700 800 900 และ 1,000 วัตต์ โดยใช้เวลาในการทดลองที่ 1-5 นาที ผลปรากฏว่า ที่ 1000 วัตต์ เวลา ประมาณ 2 นาที ผลหมากสุกและเมื่อผ่าผลหมากพบว่า มีช่องว่างระหว่างเนื้อกับเปลือกห่างกันมาก ผลหมากนุ่มเนื้อในแข็งทำให้สามารถง่ายแก่การแกะ และเนื้อหมากมีสีซีชมพูป่อน ตรงตามความต้องการของตลาด หลังจากนั้นได้ออกแบบห้องอบหมากโดยให้มีขนาดใกล้เคียงกับห้องไมโครเวฟ โดยมีขนาด 336 × 241 × 399 ม.ม.³ จำนวนทั้งหมด 8 ห้อง ใช้เหล็กแผ่นหนาประมาณ 1 ม.ม. และใช้ไมโครเวฟรุ่น 2450 MHz Samsung MS103HCE จำนวน 8 เครื่อง ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ส่วนประกอบต่างๆของเครื่องอบหมากด้วยไมโครเวฟแบบสายพานลำเลียงแบบต่อเนื่อง

โดยทำการติดตั้งไมโครเวฟแบบวางสลับฟันปลา กัน เพื่อให้กระจายคลื่นได้ทั่วถึง และการทำสีในห้องอบปาล์มเพื่อให้เกิดการสะท้อนของคลื่นไมโครเวฟ โดยระบบส่งกำลังจะส่งกำลังด้วยมอเตอร์ขนาด 1 แรงม้า ผ่านเฟืองทดไปยังสายพาน โดยสามารถตั้งหน่วงเวลาในการเคลื่อนที่ได้ [1,1]

4.3 สายพานลำเลียง

ชุดสายพานลำเลียงชนิดสายพานแนวราบ ใช้ลำเลียงผลหมากเข้าไปยังห้องอบไมโครเวฟ ซึ่งชุดสายพานลำเลียงนี้ใช้เป็นสายพานสแตนเลส สายพาน

ยาว 8 ม. กว้าง 39 ซม. ใช้มีชุดลูกกลิ้งในการขับสายพานลำเลียงลูกกลิ้งตัวแรกเป็นลูกกลิ้งทำจากยางใช้เป็นตัวขับ และลูกกลิ้งอีกตัวทำจากสแตนเลสใช้เป็นตัวตาม โดยมีชุดปรับตั้งสายพานลำเลียง และมีชุดลูกกลิ้งที่ใช้ช่วยลดการเสียดสีของสายพานลำเลียงกับขอบเหล็กในห้องอบไมโครเวฟ



รูปที่ 3 ชุดสายพานลำเลียง

สำหรับสมมุติฐานการออกแบบสายพาน[2,2]

- T = อัตราขนถ่าย (0.7 ตันต่อชั่วโมง)
Q = น้ำหนักของส่วนที่เคลื่อนที่ของสายพานลำเลียง (12 กิโลกรัมต่อเมตร)
L = ความยาวสายพาน 5 เมตร
S = ความเร็วสายพาน 0.5 เมตรต่อวินาที
T_E = แรงดึงสายพานที่ล้อสายพานขับ กิโลกรัม
C = แฟคเตอร์ความเสียดทาน 0.022 L₀
= ความยาวเทียบเท่า 200 จากตารางที่ 1

ตารางที่ 1_ แฟคเตอร์ความเสียดทาน (C) และแฟคเตอร์ความยาว (L₀) สำหรับสูตรหาแรงดึง

ประเภทของการขนถ่าย	แฟคเตอร์ความเสียดทาน (C)	แฟคเตอร์ความยาว (L ₀)
สำหรับการขนถ่ายที่มีโครงสร้างถาวร หรือจัดแนวโครงสร้างดี และการบำรุงรักษาตามปกติ	0.022	200

ดังนั้นสมการของ Goodyear หาแรงม้าขับสายพาน

$$T_E = C(L + L_0)(Q + \frac{T}{3.6})$$

$$T_E = 0.022(5 + 200)(12 + \frac{0.7}{3.6})$$

$$= 55$$

$$N(hp) = \frac{T_E \times S}{75}$$

$$= \frac{55 \times 0.5}{75}$$

$$= 0.367 hp$$

4.3 ชิงค์ระบายความร้อน

ระบบระบายความร้อนที่นิยมใช้กันในปัจจุบันก็จะเป็นแท่งและก๊ิบซินดีใช้พัดลมร่วมกับโลหะ ซึ่งอาจจะใช้อะลูมิเนียมหรือทองแดง ทำหน้าที่เป็นตัวนำความร้อนออกจากแมคคินิตรอน โดยอาศัยพัดลมเป็นตัวพาความร้อนออกจากแผ่นคิปและแท่งโลหะอีกทอดหนึ่งตามหลักของการนำและการพาความร้อนนั่นเอง ซึ่งถ้าจะให้การนำความร้อนออกจากแมคคินิตรอนได้เร็วและมากก็จะต้องใช้พื้นที่หน้าตัดที่ใหญ่ขึ้น และเปลี่ยนจากโลหะซินดีอลูมิเนียมมาเป็นทองแดงเพราะทองแดงเป็นโลหะที่มีคุณสมบัติเป็นตัวนำความร้อนได้ดีกว่า ครั้นจะเพิ่มการพาความร้อนให้ดีขึ้น ก็ต้องเพิ่มขนาดของพัดลมพร้อม ๆ กับเพิ่มความเร็วรอบของพัดลมให้เร็วและแรงขึ้น



รูปที่ 4 ชิงค์ระบายความร้อน

4.4 ตัวหน่วงเวลา

เป็นการควบคุมแบบกึ่งอัตโนมัติ จะเป็นการควบคุมโดยการใช้การควบคุมป้อนสวิตช์เปิดปิดที่แผงควบคุมที่อยู่ภายในห้องควบคุมหรือตู้ควบคุม เพื่อที่จะควบคุมการเริ่มเดินและหยุดเดินของมอเตอร์โดย

จะต้องมีอุปกรณ์พิเศษที่จะต้องทำงานร่วมกับสวิตช์หลัก เช่น ใช้สวิตช์แม่เหล็กไฟฟ้าทำงานร่วมกับในวงจรเพื่อที่จะให้สวิตช์แม่เหล็กเป็นตัวควบคุมการจ่ายกระแสไฟฟ้าไปยังมอเตอร์ไฟฟ้าแทนการใช้มือ Motor Time ; เป็น Timer ที่ออกแบบมาให้อาศัยกลไกของมอเตอร์และเฟืองเพื่อให้กำเนิดสัญญาณเวลา และกำหนดการเวลา



รูปที่ 5 ชุดสวิตช์ควบคุมและตัวหน่วงเวลา

5.หลักการทำงานของเครื่อง

นำผลหมากสดใส่ไซโล จาก เปิดสวิตช์ไฟหลัก ทั้ง 2 ตัวก่อน จากนั้นตั้งเวลาที่ใช้ในการทดลอง และปรับค่าพลังงานความร้อนที่แผงควบคุมของเตาอบไมโครเวฟ ไปตามความต้องการของการทดลอง เมื่อปรับตั้งเวลาและค่าความร้อนของไมโครเวฟ จากนั้นให้เราไปเปิดสวิตช์ควบคุมมอเตอร์ เพื่อต้องการให้ระบบขับเคลื่อนหรือระบบสายพานลำเลียงทำงาน และเปิดสวิตช์ควบคุมอินเวอร์เตอร์ เมื่ออินเวอร์เตอร์ทำงานให้ปรับปริมาณกระแสไฟฟ้าไปตามความต้องการของผู้ใช้ เมื่อกดปุ่มสตาร์ทมอเตอร์จะทำงาน มอเตอร์จะส่งกำลังผ่านไปยังสายพานเพื่อไปขับเคลื่อนตัวทศรอบ (ตัวทศรอบจะมีอัตราส่วนการทดเท่ากับ 60ต่อ1) จากนั้นตัวทศรอบจะทศรอบของมอเตอร์และส่งกำลังไปยังตัวขับเคลื่อนลูกกลิ้งโดยไซ้ เมื่อลูกกลิ้งตัวขับเคลื่อนทำงานจะส่งกำลังไปยังสายพานลำเลียง เมื่อสายพานลำเลียงเคลื่อนที่สายพานลำเลียงจะลำเลียงผลหมากเข้ามาภายในห้องอบหมากด้านทางเข้าของห้องอบหมากและยังสามารถหน่วงเวลาในการอบผลหมากตั้งแต่เข้าจนออกที่สวิตช์ ดังรูปที่ 5 ในครั้งแรกเพื่อจะทำให้ผล

หมากมีอยู่ทุกห้อง และสายพานลำเลียงจะลำเลียงผลหมากมาเรื่อยๆ จนมาถึงทางออกของห้องอบหมาก

6. วิธีการทดลองเครื่องอบหมากด้วยไมโครเวฟ

- 1.ทำการแยกผลหมากออกจากทะเลาะ
- 2.ทำการชั่งน้ำหนัก กองละ 18 กิโลกรัม โดยทดลองเงื่อนไขละ 3 ตัวอย่าง ตามรูปที่ 6
- 3.ทำการเปิดมอเตอร์เพื่อขับเคลื่อนสายพานลำเลียง
- 4.ตั้งชุดตามเมอร์ให้เดินให้หยุดเป็นไปตามเวลาที่ต้องการ
- 5.ทำการเปิดไมโครเวฟทั้ง 8 เครื่อง ที่ระดับพลังงาน 1000 วัตต์
- 6.นำผลหมากที่แยกไว้จำนวนกองละ 8 กิโลกรัม มาใส่ไซโลตามรูปที่ 7
- 7.เปิดเครื่องและทำการทดลอง ตามรูปที่ 8
- 8.นำไปชั่งน้ำหนักอีกครั้งหลังการอบ ตามรูปที่ 9
- 9.นำผลหมากที่อบแต่ละครั้งมาทำการผ่ากลางเพื่อดูผลหมากว่ามีช่องระหว่างเนื้อหมากกับผลหมาก ตามรูปที่ 10 และ 11
- 10.แล้วทำการจดบันทึกค่าแล้วนำมาเปรียบเทียบกัน
- 11.นำเนื้อในหมากที่ได้จากการอบไปทำการวัดสี ตามรูปที่ 11
- 12.ทำการจดบันทึก



รูปที่ 6 การชั่งน้ำหนักผลหมาก



รูปที่ 7 เทหมากลงในไซโลเตรียมที่จะเข้าเครื่องอบ



รูปที่ 8 แสดงรูปเครื่องขณะทำงาน



รูปที่ 9 ผลหมากที่อบเสร็จแล้ว



รูปที่ 10 การวัดระยะห่างระหว่างเปลือกกับเนื้อใน



รูปที่ 11 โทนสีมาตรฐานตามค่า L,a,b ของเนื้อหมาก

7.ผลการทดสอบ

7.1ทดลองหาความชื้นเริ่มต้น[1,2]

จากการทดลองอบหมากสดเพื่อหาความชื้น
เริ่มต้นมาตรฐานที่มีอยู่ในหมากสดในตู้อบ Hot air
oven ที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส เวลา 72

ชั่วโมง จนความชื้นในหมากสดหมด จากน้ำหนัก 2
กิโลกรัมเหลือ 790 กรัม ดังนั้นหมากมีเปอร์เซ็นต์
ความชื้นทั้งหมด 150 เปอร์เซ็นต์ ดังรูปที่ 12



รูปที่ 12 หมากที่อบจนความชื้นหมด

จากนั้นนำหมากชุดนี้มาอบที่อุณหภูมิที่ 40 องศา
เซลเซียส จนได้น้ำหนักตามต้องการ เพื่อจะได้หมากที่มี
เปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห่งตามที่ต้องการคือที่ 150%
125% 100% 75% และ 50%

7.2 ผลการทดลอง

จากผลการทดลองที่ ความชื้น 100-150 %
มาตรฐานแห่ง เวลาอบ 10 นาที กับ 125-150 %
มาตรฐานแห่ง เวลาอบ 15 นาที และ 150 %มาตรฐาน
แห่ง เวลาอบ 20 นาที พบว่าความชื้นในผลหมากมีค่า
สูงจึงทำให้พลังงานที่ป้อนเข้ามาถูกใช้ในการสั่น
โมเลกุลของน้ำจึงทำให้ภายในของเนื้อหมากได้รับความ
ร้อนน้อยมีผลคือเนื้อหมากยังไม่แยกออกจาก
เปลือก และต้องใช้เวลาในการอบ

จากการทดลองที่ 50-100 %มาตรฐานแห่ง
เวลาอบ 20 นาที และที่ 50-75 %มาตรฐานแห่ง เวลา
อบ 15 นาที ซึ่งจะมีช่องว่างมากทำให้สามารถแกะ
เปลือกออกได้ง่าย ตามตารางที่ 2

ส่วนสีของหมากที่ทำการอบด้วยไมโครเวฟใน
รูปที่ 13 มีความใกล้เคียงเมื่อเทียบกับการตากแดด
และสีตรงตามความต้องการของลูกค้าคือสีหมากอ่อน

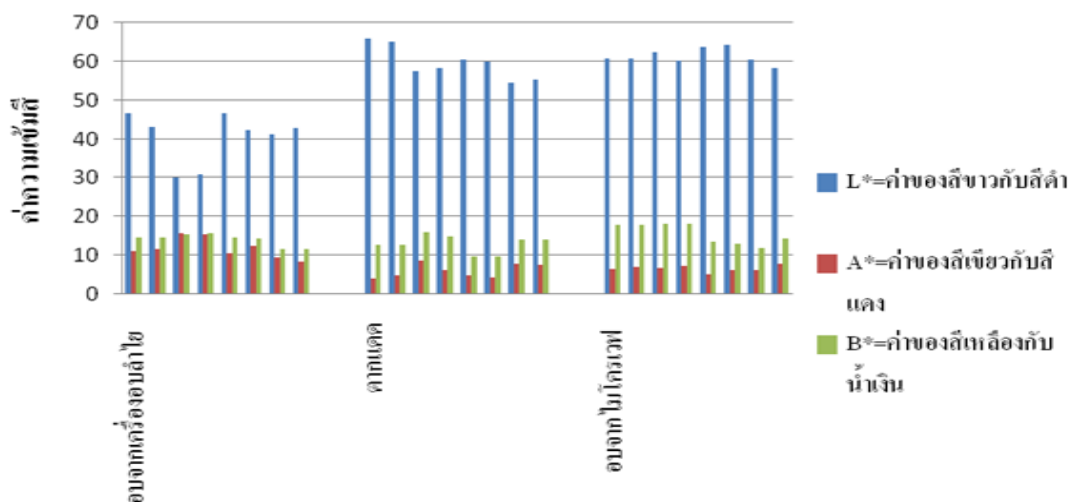
8.สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาพบว่าผลหมากที่มี %
ความชื้นมาตรฐานแห่งต่ำจะใช้เวลาอบน้อยลงเช่นที่
50%มาตรฐานแห่ง จะใช้เวลาอบเพียง 15 นาที ก็
สามารถแกะเนื้อได้ง่ายแค่ค่าความชื้นมาตรฐานแห่ง
ของเนื้อหมากจะอยู่ที่ 16%ซึ่งมาตรฐานของการขาย

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบน้ำหนักหลังอบ และช่องว่างระหว่างเนื้อกับเปลือก ที่เปอร์เซ็นต์,มาตรฐานแห้งต่างๆ

เปอร์เซ็นต์ มาตรฐาน แห้ง	น้ำหนักหลังอบ (กรัม)/1000กรัม			ช่องว่างระหว่างเนื้อกับเปลือก(มม.)		
	10 นาที่	15 นาที่	20 นาที่	10 นาที่	15 นาที่	20 นาที่
50	738	576	468	3.14	4.13	4.31
75	754	688	520	2.95	3.91	4.19
100	801	692	566	-	3.08	4.08
125	818	734	615	-	-	3.67
150	880	750	670	-	-	-

หมายเหตุ เครื่องหมาย – หมายถึงเนื้อกับเปลือกยังไม่เกิดการแยกเป็นช่องว่าง



รูปที่13 การเปรียบเทียบสีของหมากแห้งแบบต่างๆ

หมากแห้งความชื้นอยู่ที่ 14% แต่ถ้าอบเพิ่มเป็น 20 นาที่ ก็สามารถแกะได้ง่ายขึ้น ค่าความชื้นและสีของเนื้อหมากได้ตามมาตรฐานของการขายหมากแห้ง แต่ถ้าวานนานกว่านี้จะทำให้เนื้อหมากสีน้ำตาลตรงกลางไหม้ทำให้ถูกตัดราคาขาย

9. เอกสารอ้างอิง

9.1 บทความจากเอกสารประกอบการประชุม (Proceedings)

[1] กฤษ สมนึก,ปัญญา แดงวิไลลักษณ์,วชร กาลาสี (2551). พัฒนาการอบปาล์มน้ำมันด้วยไมโครเวฟชนิดสายพานลำเลียงแบบต่อเนื่อง ,การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 22 ,มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

[2]. มนตรี เรืองประดับ,ชูเกียรติ คุปตานนท์ ,จันทกานต์ ทวีกุล และ ปัญญารักษ์ งามศรีตระกูล (2550). การหาความชื้นที่เหมาะสมของหมากแห้ง ,การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่21.จังหวัดชลบุรี. 2550.

9.2 หนังสือ

[1].สุรพล สุธีระเวช(2542).คู่มือเข้าใจและซ่อมเตาไมโครเวฟ , พิมพ์ครั้งที่ 2
[2].ศุภชัย ตระกูลทรัพย์ทวี (2548). การออกแบบเครื่องมือลำเลียงและโลจิสติกส์. พิมพ์ ครั้งที่ 1

9.3 เว็บไซต์

[1].<http://www.doae.go.th/LIBRARY/html/detail/futurofac/inde.htm>