การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการอบแห้งผลหมาก

Experimental Studies on Drying of Betel Nuts

มนตรี เรืองประดับ[1*] ชูเกียรติ คุปตานนท์[2] จันทกานต์ ทวีกุล[1] และ ปัญญรักษ์ งามศรีตระกูล[2]
[1]สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90112
โทร 0-7428-7036 โทรสาร 0-7421-2893 [*]อีเมล์ s4812105@psu.ac.th
[2]ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90112
โทร 0-7428-7210 โทรสาร 0-7421-2893 อีเมล์ kchukiat@me.psu.ac.th

Montri Ruaengpradub, Chukiat Kooptanond, Juntakan Taweekun, Panyarak Ngamsritragul
Department of Mechanical Engineering,Faculty of Engineering,Prince of Songkla University,Hat yai, Songkla 90112
E-mail: s4812105@psu.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้ได้ศึกษาและทดลองอบแห้งผลหมากในห้องปฏิบัติการ โดยใช้เครื่องอบแห้งไฟฟ้าแบบตู้ชนิดถาดอยู่กับที่ขนาดเล็ก มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการอบแห้งผลหมาก เพื่อนำไปใช้กำหนดสภาวะการทำงานของเครื่องอบแห้งหมากขนาดใหญ่ การทดลองได้กำหนดค่าอุณหภูมิของลมร้อนที่ใช้อบแห้งไว้ที่ 50, 55, 60, 65 และ 70 องศาเซลเซียส และความเร็วของลมร้อน 1, 2, 3 และ 4 เมตรต่อวินาที พิจารณาผลการทดลองทางด้านคุณภาพของผลหมากแห้ง ความสิ้นเปลืองพลังงาน และเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง จากการทดลองพบว่าอัตราการอบแห้งจะขึ้นกับอุณหภูมิของลมร้อนอย่างมาก แต่ในขณะเดียวกันความเร็วของลมร้อนมีผลต่ออัตราการอบแห้งน้อย ที่อุณหภูมิต่างๆคุณภาพของหมากแห้งจะมีค่าใกล้เคียงกัน นอกจากนี้ยังพบว่าที่ความเร็วลม 1 เมตรต่อวินาที มีอัตราการใช้พลังงานต่ำที่สุด

Abstract

This paper studied the drying of betel nuts in the laboratory. The experimental study was performed to determine the drying characteristics of betel nuts using hot air drying method. The test samples were dried in a laboratory scale and the hot air temperature was in the range of 50, 55, 60, 65 and 70 $^{\circ}$C , the air speed of 1,2,3 and 4 m/s. When considering the experiment of the quality of dry betel nuts , energy consumption , and the drying time, it was found that drying rate depended on temperature of the dry air the most; however, the air speed affected a little drying rate. At the temperature above resulted in the qualities of the dry betel nut similarly. Besides, it was found that air speed of 1 m/s was the least energy consumption.

1. บทนำ

หมากมีชื่อภาษาอังกฤษว่า Betel nut มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Areca catechu Linn. เป็นไม้ยืนต้นตระกูลปาล์มเช่นเดียวกับมะพร้าว ปัจจุบันแหล่งปลูกหมากที่เป็นเชิงการค้าของโลก ได้แก่ อินเดีย ศรีลังกา พม่า มาเลเซีย ฟิลิปปินส์ ไต้หวัน อินโดนีเซีย ไทย แหล่งปลูกในประเทศไทย ส่วนใหญ่อยู่ในภาคใต้และภาคกลาง สำหรับจังหวัดที่มีการปลูกหมากมากที่สุด คือ ชุมพรรองลงมา คือ นครศรีธรรมราช ระนอง ฉะเชิงเทรา พัทลุง ตรัง พังงา ระยอง นครปฐม และสุราษฎร์ธานี ตามลำดับ

หมากนอกจากใช้รับประทาน ยังมีประโยชน์ในทางอุตสาหกรรม และยารักษาโรค เช่น ใช้ทำสีต่างๆ ใช้ย้อมแหและอวน ทำให้นิ่มและมีการอ่อนตัว ใช้สกัดทำยารักษาโรค เช่น ยาสมานแผล ยาแก้ท้องเดิน ท้องเสีย ยาขับปัสสาวะ และยาแก้ปากเปื่อย เป็นต้น

การทำหมากแห้งเป็นมาตรการแนวทางหนึ่ง มุ่งเน้นให้เกษตรกรผู้ปลูกหมาก ปรับเปลี่ยนกลไกทางการตลาด โดยการนำหมากสุก[*]ที่ผลิตได้ มาแปรรูปเป็นหมากแห้ง ซึ่งจะส่งผลให้ปริมาณหมากสด[**]ที่จะเข้าสู่ตลาดลดลง ไม่เกินความต้องการของตลาด และสามารถทำให้ราคาหมากสดอยู่ในระดับที่น่าพอใจ

การทำหมากแห้งที่เกษตรกรนิยมแบ่งได้ 2 วิธี คือ วิธีที่ 1 การผึ่งแดด มีขั้นตอนการทำคือ เมื่อเก็บหมากสุกมาจากต้นที่ความชื้นประมาณ 63 %(wb) ก็นำมาผ่าตามยาวเป็น 2 ซีก นำไปผึ่งแดด 1 วัน แล้วแกะเนื้อออกจากเปลือก ผึ่งแดดอีก 4-5 วันจนเหลือความชื้นประมาณ 12 %(wb) การผึ่งแดดนิยมผึ่งบนผ้าเต็นท์ แผ่นสังกะสี หรือบนลานซีเมนต์ ข้อเสียของการทำหมากแห้งโดยวิธีนี้ คือ ใช้เวลาในการผึ่งแดดนานหลายวันโดยเฉพาะช่วงที่มีแดดน้อย หรือช่วงที่ฝนตกไม่สามารถทำหมากแห้งได้ ใช้พื้นที่ในการผึ่งแดดมาก วิธีที่ 2 การอบโดยใช้แก๊สร้อนจากก๊าซ LPG เกษตรกรจะนำหมากผ่าซีกที่ผ่าน

การผึ่งแดด 3-4 วัน มาอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ปริมาณการอบครั้งละ1-2 ตัน เป็นระยะเวลา 12-24 ชั่วโมง

การอบแห้งหมากโดยใช้เครื่องอบแห้งเพื่อให้ได้หมากแห้งที่มีคุณภาพดี และมีการใช้พลังงานต่ำ จำเป็นต้องทราบสภาวะการอบแห้งหมากที่เหมาะสมก่อน

2 ความชื้นในวัสดุ

ความชื้นคือปริมาณของน้ำที่มีอยู่ในวัสดุ ปริมาณความชื้นในวัสดุสามารถแสดงได้ 2 แบบ คือ

1. ความชื้นมาตรฐานเปียก, M_{wb}

$$M_{wb} = \frac{W_o - W_d}{W_o} \quad (1)$$

โดยทั่วไปปริมาณของน้ำที่มีอยู่ในวัสดุอบแห้งจะนิยามในของอัตราส่วนของน้ำต่อมวลทั้งหมด นั่นคือ ใช้มวลของวัสดุชื้นเป็นมาตรฐานของการคำนวณหาค่าความชื้น ซึ่งเป็นการหาความชื้นมาตรฐานเปียก

2. ความชื้นมาตรฐานแห้ง, M_{db}

$$M_{db} = \frac{W_o - W_d}{W_d} \quad (2)$$

เปอร์เซ็นต์ $M_{wb} = M_{wb} x100$ (3)

เปอร์เซ็นต์ $M_{db} = M_{db} x100$ (4)

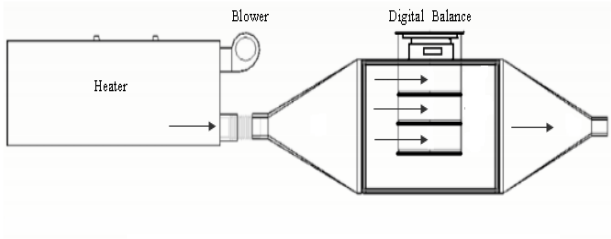
เมื่อ W_o คือ มวลของวัสดุ , kg

W_d คือ มวลวัสดุแห้ง, kg

ความชื้นมาตรฐานแห้ง คือมวลของความชื้นในวัสดุต่อหน่วยมวลของเนื้อวัสดุแห้ง ในกระบวนการอบแห้ง มวลของวัสดุชื้นจะเปลี่ยนค่าอยู่ตลอดเวลา ดังนั้น จึงเป็นการสะดวกกว่าที่จะใช้มวลของวัสดุแห้งเป็นมาตรมาตรฐานในการคำนวณหาความชื้นมาตรฐานแห้ง ความชื้นในมาตรฐานเปียกจะมีค่าไม่เกินร้อยเปอร์เซ็นต์เสมอ นิยมใช้กันทั่วไปทางการเกษตรและวงการค้า แต่ความชื้นแบบมาตรฐานแห้งอาจจะมีค่าเกินร้อยเปอร์เซ็นต์ได้ นิยมใช้ในการวิเคราะห์กระบวนการอบแห้งในทฤษฎี

3. อุปกรณ์การทดลอง

ชุดทดลองอบแห้งผลหมาก เป็นชนิดลมร้อนไหลขนานกับชั้น การอบเป็นลักษณะชั้นบาง ใช้ในการศึกษาสภาวะการอบแห้งผลหมาก ห้องอบแห้งมีขนาดเท่ากับ 0.15 m^3 ความสูงเท่ากับ 0.5 m ชั้นวางผลิตภัณฑ์อบแห้งมีสามชั้นแต่ละชั้นมีขนาดเท่ากับ 0.056 m^2 สามารถบรรจุผลหมากได้ครั้งละประมาณ 2.4 กิโลกรัม ด้านข้างของห้องอบออกแบบลักษณะเป็นกรวยเพื่อให้เกิดการกระจายของลมร้อนที่มาจากฮีตเตอร์เข้าสู่ห้องอบแห้งและผ่านออกสู่บรรยากาศภายนอก ห้องอบแห้งหุ้มฉนวนกันความร้อนหนา 0.025 m ดังแสดงในรูปที่1 ใช้ตาชั่งดิจิตอลความละเอียด 0.1 กรัม ตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักผลิตภัณฑ์ โดยชั้นทั้งสามชั้นผูกติดด้วยเส้นลวดและแขวนอิสระอยู่บนตาชั่งดิจิตอล ใช้พัดลมไฟฟ้าขนาด 0.5 แรงม้า 220 โวลท์ ควบคุมอัตราการไหลของอากาศเข้าสู่ห้องอบแห้งด้วยตัวปรับรอบไฟฟ้า ใช้ฮีทเตอร์ไฟฟ้าขนาด 3,000 วัตต์ ติดตั้งอยู่ในกล่องเหล็กหุ้มด้วยฉนวนกันความร้อน และถูกควบคุมโดยดิจิตอลเทอร์โมมิเตอร์ ลมร้อนจากฮีทเตอร์ถูกส่งผ่านท่อและเข้าสู่ห้องอบแห้ง ภายในตู้อบแห้งติดตั้งเทอร์โมคับเปิล ชนิด k เพื่อวัดอุณหภูมิลมร้อนบริเวณชั้นวางผลิตภัณฑ์ทั้งสาม โดยใช้ตัวแสดงผลแบบดิจิตอล ใช้เทอร์โมมิเตอร์กระเปาะเปียก-กระเปาะแห้ง วัดความชื้นของลมร้อนในตู้ และอากาศภายนอก



รูปที่ 1. ชุดทดลองอบแห้งแบบลมร้อนไหลขนานกับชั้น

4. วิธีการทดลอง

กระบวนการอบแห้งผลหมาก เมื่อลมร้อนสัมผัสกับผิวของผลอุณหภูมิแตกต่างกันจะมีการแลกเปลี่ยนพลังงานความร้อนระหว่างลมร้อนกับผลหมาก กระบวนการแลกเปลี่ยนความร้อนนี้เรียกว่าการถ่ายเทความร้อนโดยการพาความชื้นที่อยู่ในหมากระเหยออกมา

การอบแห้งหมากจะใช้ความเร็วลมที่1,2,3 และ 4 m/s อุณหภูมิ 50, 55, 60, 65 และ 70ºc โดยพิจารณา อัตราการอบแห้ง การใช้พลังงานไฟฟ้า และคุณลักษณะของหมากแห้ง มีขั้นตอนในการอบแห้งหมาก 2 ขั้นตอน ดังนี้

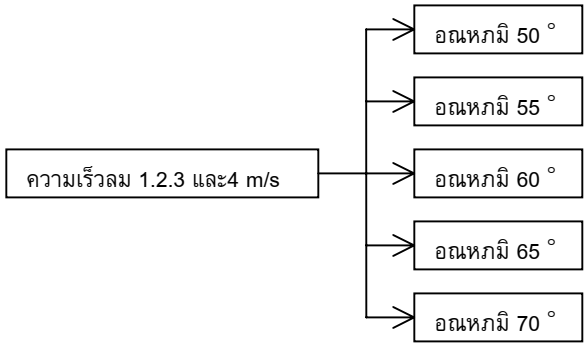
4.1 การอบแห้งผลหมากผ่าซีก ที่ความชื้นเริ่มต้นประมาณที่ 63 % มาตรฐานเปียก ให้เหลือความชื้นประมาณ 49 % มาตรฐานเปียก

1. เก็บหมากสุกจากต้นโดยใช้หมากพันธุ์ผลกลมรีที่มีอายุประมาณ 7-9 เดือน
2. ผ่าผลหมากออกเป็นสองซีกแล้วนำไปวางบนถาดอบแห้งทั้งสามถาดแบบชั้นบางในห้องอบแห้ง
3. สุ่มตัวอย่างหมากที่ผ่าซีก เพื่อหาค่าความชื้นเริ่มต้น
4. เปิดสวิทช์เดินเครื่องพัดลมปรับความเร็วเป็น 1 เมตรต่อวินาที และเปิดเครื่องให้ความร้อนปรับอุณหภูมิเป็น 50 องศาเซลเซียส

6. ทำการบันทึกค่าน้ำหนักของหมากที่เปลี่ยนแปลงไป, อุณหภูมิอากาศแวดล้อม, อุณหภูมิของลมร้อนที่ชั้น 1, 2, 3 , อุณหภูมิลมร้อนด้านออกของเครื่องอบแห้ง ค่าพลังงานไฟฟ้า และอุณหภูมิกระเปาะเปียก-กระเปาะแห้ง ทุกๆหนึ่งชั่วโมง

7. ทำการทดลองจนกระทั่งได้ค่าความชื้น 49 % มาตรฐานเปียก แล้วเปลี่ยนความเร็วลมเป็น 2,3 และ 4 เมตรต่อวินาที ตามลำดับ แล้วนำเนินการทดลองซ้ำตามขั้นตอนที่ 1 - 6 ใหม่ตามลำดับ

9. ปรับอุณหภูมิลมร้อนเป็น 55 , 60 , 65 และ 70 องศาเซลเซียส ตามลำดับ แล้วนำเนินการทดลองซ้ำตามขั้นตอนที่ 1-9 ใหม่ตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 2



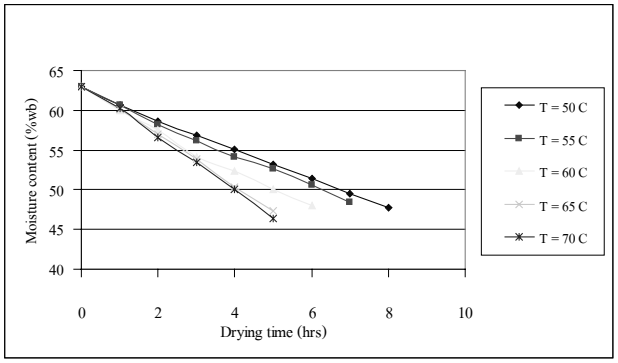
รูปที่ 2. แผนผังการอบแห้งผลหมากที่อุณหภูมิ และความเร็วลมต่างๆ

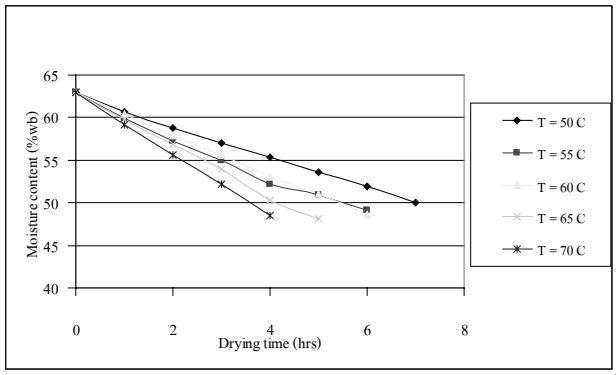
4.2. การอบแห้งเมล็ดหมากผ่าซีก นำหมากจากการทดลองที่ 3.1 แกะเปลือกออก จะได้เมล็ดหมากมีความชื้นประมาณ 32 % มาตรฐานเปียก นำมาอบต่อให้เหลือความชื้นประมาณ 12 % มาตรฐานเปียก โดยที่ขั้นตอนการอบแห้งเหมือนกับ ข้อที่ 4.1

5. ผลการทดลอง

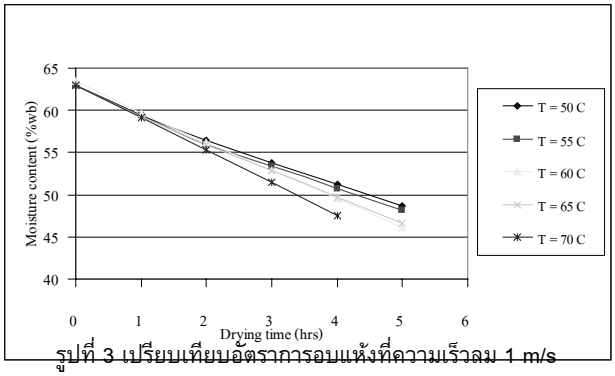
5.1 การอบแห้งผลหมากผ่าซีก

ในรูปที่ 3, 4, 5 และ6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาในการอบแห้งกับความชื้น ที่ความเร็วลม 1, 2, 3 และ 4 เมตรต่อวินาที อุณหภูมิ 50, 55, 60, 65 และ 70 °C เมื่อพิจารณาจากผลการทดลองจะเห็นว่า อุณหภูมิมีอิทธิพลต่ออัตรารอบแห้งอย่างมาก ที่ความเร็วลมสูงจะให้อัตราการอบแห้งดีกว่าที่ความเร็วต่ำ ทั้งนี้ความเร็วลมมีผลต่ออัตราการอบแห้งน้อย คุณลักษณะของหมากที่ได้ในแต่ละการทดลองมีค่าใกล้เคียงกัน



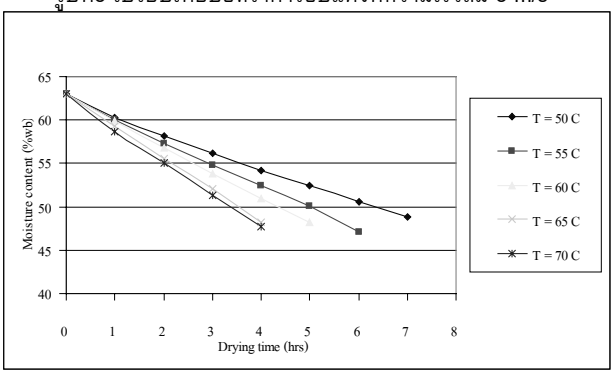


รูปที่ 4 เปรียบเทียบอัตราการอบแห้งที่ความเร็วลม 2 m/s



รูปที่ 3 เปรียบเทียบอัตราการอบแห้งที่ความเร็วลม 1 m/s

รูปที่5 เปรียบเทียบอัตราการอบแห้งที่ความเร็วลม 3 m/s

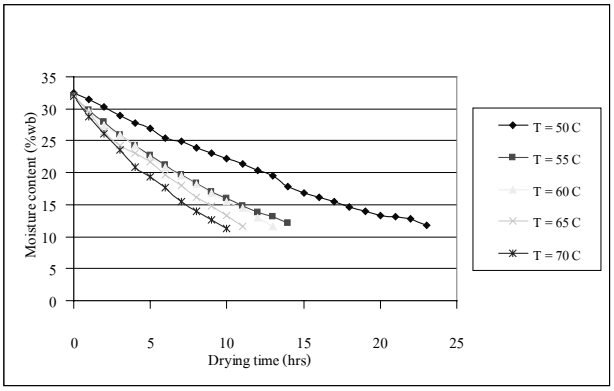


รูปที่ 6 เปรียบเทียบอัตราการอบแห้งที่ความเร็วลม 4 m/s

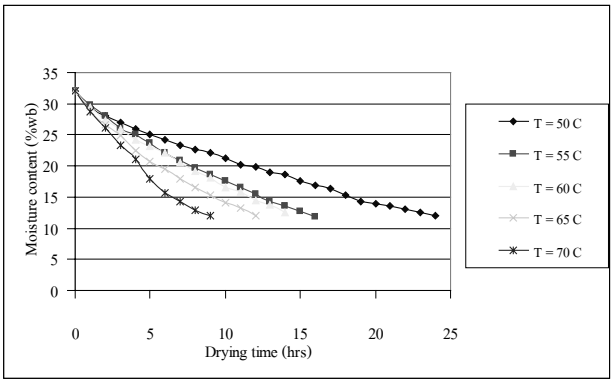
5.2 การอบแห้งเมล็ดหมากผ่าซีก

ในรูปที่ 7, 8, 9 และ10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาในการอบแห้งกับความชื้น ที่ความเร็วลม 1, 2, 3 และ 4 เมตรต่อวินาที อุณหภูมิ 50, 55, 60, 65 และ 70 °C เมื่อพิจารณาจากผลการทดลอง

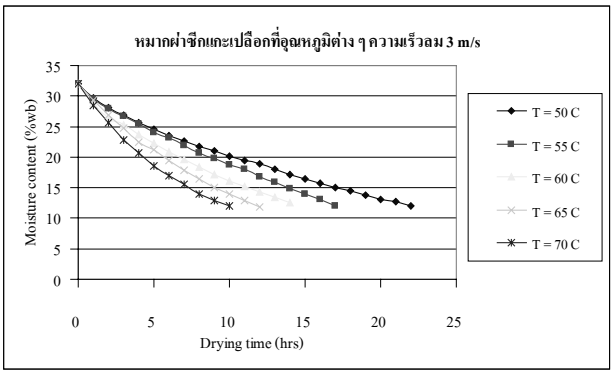
จะเห็นว่า อุณหภูมิมีอิทธิพลต่ออัตรารอบแห้งอย่างมาก ความเร็วลมมีผลต่ออัตราการอบแห้งน้อย ที่ความเร็วลมสูงจะมีผลให้อัตราการอบแห้งต่ำกว่าที่ความเร็วลมต่ำๆ คุณลักษณะของหมากที่ได้ในแต่ละการทดลองมีค่าใกล้เคียงกัน



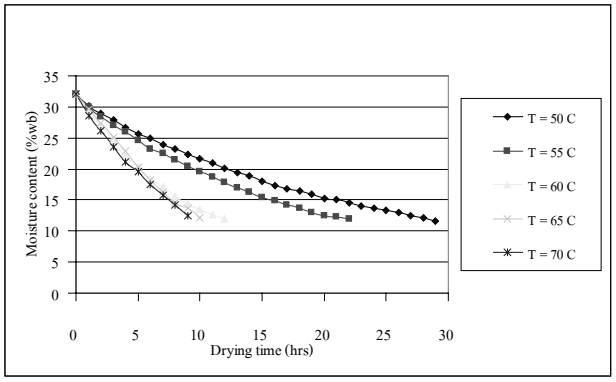
รูปที่ 7 เปรียบเทียบอัตราการอบแห้งที่ความเร็วลม 1 m/s



รูปที่ 8 เปรียบเทียบอัตราการอบแห้งที่ความเร็วลม 2 m/s



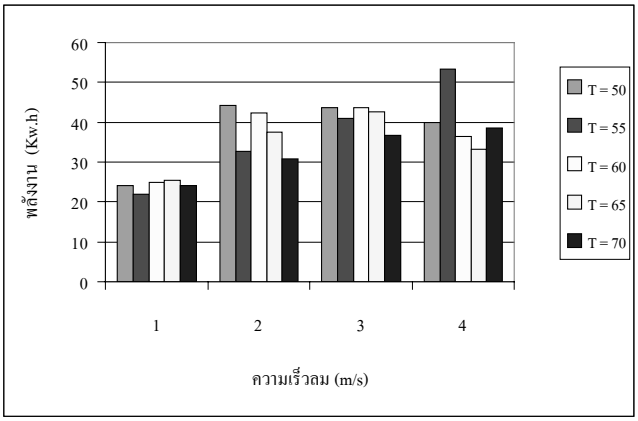
รูปที่ 9 เปรียบเทียบอัตราการอบแห้งที่ความเร็วลม 3 m/s



รูปที่ 10 เปรียบเทียบอัตราการอบแห้งที่ความเร็วลม 4 m/s

5.3 การใช้พลังงานไฟฟ้า

พิจารณาจากรูปที่ 11 พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการอบแห้ง ที่ความเร็วลม 1 เมตรต่อวินาที มีการใช้พลังงานไฟฟ้าประมาณ 23 kW-h ซึ่งต่ำกว่าที่ความเร็วลมอื่นๆ



รูปที่ 11 เปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้า ในการอบแห้งหมากที่ความเร็วลมและอุณหภูมิต่างๆ

6. สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองอบแห้งผลหมากทั้งสองขั้นตอน ที่ความเร็วลมและอุณหภูมิข้างต้น เมื่อเปรียบเทียบผลที่ได้ เพื่อกำหนดสภาวะที่เหมาะสมในการอบแห้งผลหมาก ที่อุณหภูมิ และความเร็วลมต่างๆ หมากแห้งมีคุณภาพใกล้เคียงกัน ที่อุณหภูมิ 70 °C อัตราการอบแห้งดีที่สุด ที่ความเร็วลม 1 เมตรต่อวินาที การใช้พลังงานต่ำที่สุด

จากผลการทดลองที่ได้จึงเลือกสภาวะการอบแห้งผลหมากทั้งสองขั้นตอนที่อุณหภูมิ 70 ความเร็วลม 1 m/s

7. กิตติกรรมประกาศ

คณะทำงานขอขอบคุณมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ได้สนับสนุนการทำวิจัยในครั้งนี้

8. เอกสารอ้างอิง

[1] Ekechuku, O.V. 1999. Review of solar energy drying system I:an overview of drying principles and theory. Energy Conversion & Management. No 40: 593 – 613

[2] Hamdy, H., and El-Ghetany.,2006. Experimental investigation and eempirical correlations of thin layer drying characteristics of seedless grapes. Energy Conversion and Management, Vol. 47

[3] รัฐธิปัตย์ ปางวัชรากร. 2545. การพัฒนาเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

[4] โสรจ ศิริเลิศ. 2538. การอบแห้งกระเทียมโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับพลังงานจากก๊าซชีวมวล.วิทยานิพนธ์วิทยาศาตร์มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีพลังงาน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี,158 หน้า