

การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 24
20-22 ตุลาคม 2553 จังหวัดอุบลราชธานี

การลดความชื้นกล้วยตากด้วยความร้อนจากแสงอาทิตย์ ร่วมกับความร้อนจากก๊าซหุงต้ม

Humidity Reduction of Dried Banana using Solar Thermal with Heat from Liquid Propane Gas

ณรงค์ หุชัยภูมิ^{1*}, อมร ดอนเมือง², เทพพร อินทริง³ และ ชนะชัย ช.น.อ.³

^{1, 2, 3} สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร ตำบลพังโคน
อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร 47160

*ผู้ติดต่อ: E-mail: mechanical_rmuti@hotmail.com, โทร: 0-4277-1391, เบอร์โทรสาร 0-4277-1392

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้ศึกษาการลดความชื้นกล้วยตากด้วยความร้อนจากแสงอาทิตย์ร่วมกับความร้อนจากก๊าซหุงต้ม โครงสร้างของเครื่องลดความชื้นกล้วยตากมีปริมาตร 20 ลูกบาศก์เมตร และภายในเครื่องลดความชื้นติดตั้งพัดลมจำนวน 2 ตัว ขนาดปริมาณลมพัดลมดูดอากาศเท่ากับ 224.56 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที และปริมาณลมพัดลมระบายอากาศเท่ากับ 36.39 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที ด้านหลังเครื่องติดตั้งชุดแลกเปลี่ยนความร้อนขนาด 300 วัตต์ โดยทำการการลดความชื้นกล้วยให้เหลือความชื้น 25 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก

จากการศึกษาพบว่า การลดความชื้นกล้วยตากด้วยความร้อนจากแสงอาทิตย์ร่วมกับความร้อนจากก๊าซหุงต้ม ในการลดความชื้นโดยที่ความชื้นเริ่มต้นที่ 75 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก ลดความชื้นเหลือ 25 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียกใช้เวลาประมาณ 28 ชั่วโมง

คำหลัก: การลดความชื้น, กล้วยตาก

Abstract

The purpose of this study was to study the reducing humidity of dried banana using solar thermal with heat from liquid propane gas. The structure of dried banana reduction humidity machine had a capacity 20 of cubic meters and the internal of humidity reduction machine was installed 2 fans. The volume of exhaust fan was 224.56 cubic feet per minute and the capacity of ventilation fan was 36.39 cubic feet per minute. The back of the machine was installed heat exchanging set has a capacity of 300 Watt. The humidity was reduced into 25 percent wet basis.

The study found that the humidity of dried banana using solar thermal with heat from liquid propane gas with the start humidity 75 percent wet basis which consume time for reducing the humidity 28 hours and can get the final humidity 25 percent wet basis.

Keywords: Drying, Banana, Solar Energy, Liquid Propane Gas

1. บทนำ

กล้วยตากเป็นกล้วยแปรรูปที่รู้จักกันดี นิยมบริโภคกันมากในประเทศไทย สามารถผลิตได้ทุกครัวเรือน กล้วยตากทำมาจากผลกล้วยที่สุกงอม กล้วยที่นิยมนำมาผลิตกล้วยตาก คือ กล้วยน้ำว้า เนื่องจากมีเนื้อสัมผัสเหนียวที่สุด มีปริมาณน้ำน้อย เมื่อตากแห้งแล้วจะทำให้กล้วยตากมีสีสวยและรสหวาน (เบญจมาศ ศิลาชัย, 2538) แต่การผลิตกล้วยตากในปัจจุบันยังอาศัยการตากกล้วยแบบพื้นบ้านคือการตากกล้วยโดยใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์โดยตรง แม้ว่าเป็นวิธีที่เสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด แต่ไม่สามารถควบคุมกระบวนการผลิตได้ ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่คุณภาพต่ำไม่ได้มาตรฐาน เกิดการปนเปื้อนจากฝุ่นละออง แมลง จุลินทรีย์ และยิ่งในฤดูฝนก็ไม่คุณภาพต่ำไม่ได้มาตรฐาน เกิดการปนเปื้อนจากฝุ่นละออง แมลง จุลินทรีย์ และยิ่งในฤดูฝนก็ไม่สามารถตากกล้วยได้ เพราะไม่มีแสงแดดสำหรับตากกล้วยและพบว่าความชื้นในเนื้อกล้วยมีสูง ซึ่งความชื้นในเนื้อกล้วยจะมีผลต่อความเหนียวของเนื้อกล้วยอีกด้วย และการทำกล้วยตากนั้นสีของกล้วยตากที่ดีต้องเป็นสีน้ำตาลอ่อนที่ตรงกับความต้องการ

ของผู้บริโภคมากที่สุดด้วยเหตุผลนี้จึงได้มีการศึกษาการลดความชื้นกล้วยตากแผ่นโดยใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์ร่วมกับความร้อนจากก๊าซชีวภาพ ซึ่งการลดความชื้นด้วยวิธีนี้จะช่วยประหยัดพลังงานและลดระยะเวลาและลดความชื้นของกล้วยตาก ทำให้กระบวนการผลิตกล้วยตากแผ่นมีกำลังการผลิตในฤดูฝน

ด้วยเหตุผลนี้จึงได้มีการศึกษาการลดความชื้นกล้วยตากด้วยความร้อนจากแสงอาทิตย์ร่วมกับความร้อนจากก๊าซหุงต้ม ซึ่งการลดความชื้นด้วยวิธีนี้จะช่วยประหยัดพลังงาน และลดระยะเวลาและการลดความชื้นของกล้วยตากนี้ ทำให้กระบวนการผลิตกล้วยตากมีกำลังการผลิตเพิ่มขึ้นเป็นแนวทางหนึ่งในการปรับปรุงและพัฒนากระบวนการผลิตสำหรับกระบวนการตากกล้วยตากและเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่

จะนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ เพื่อการแก้ปัญหาในกระบวนการผลิตกล้วยตากในฤดูฝนต่อไป

2. ทฤษฎี

การอบแห้งหรือตากแห้งก็คือ การลดปริมาณความชื้น(moisture content) ของผลิตภัณฑ์ เพื่อป้องกันการเน่าเสียในช่วงเวลาหนึ่ง กระบวนการอบแห้งประกอบด้วย 2 กระบวนการที่สำคัญ คือ การถ่ายเทความร้อนจากแหล่งความร้อนสู่ผลิตภัณฑ์ และถ่ายเทความชื้นออกจากภายในผลิตภัณฑ์มาที่ผิว และออกสู่อากาศภายนอกวัสดุซึ่งมีความชื้นอยู่ในเมื่อสัมผัสกับอากาศร้อน จะเกิดการถ่ายเทความร้อนขึ้นที่บริเวณพื้นผิวของวัสดุนั้นๆ และวัสดุอบแห้งดังกล่าวจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นความชื้นจะระเหยกลายเป็นไอออกไปจากวัสดุสู่บรรยากาศรอบข้าง

2.1 ปริมาณความชื้นในวัสดุ

ความชื้นในวัสดุเป็นตัวบอกปริมาณที่มีอยู่ของวัสดุเมื่อเปรียบเทียบกับมวลของวัสดุขึ้นกับวัสดุแห้ง ปริมาณความชื้นในวัสดุแบ่งได้ 2 แบบ

1.ปริมาณความชื้นมาตรฐานเปียก (Wet basis, M_w) คือ อัตราส่วนน้ำหนักของน้ำในวัสดุต่อน้ำหนักน้ำวัสดุขึ้น

$$M_w = \left(\frac{W - d}{W} \right) \times 100\% \quad (1)$$

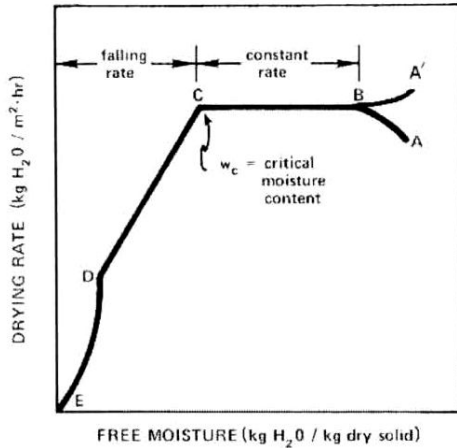
2. ปริมาณความชื้นมาตรฐานแห้ง (Dry basis, M_d) คืออัตราส่วนน้ำหนักของน้ำในวัสดุต่อน้ำหนักน้ำวัสดุแห้ง

$$M_d = \left(\frac{W - d}{d} \right) \times 100\% \quad (2)$$

2.2. สมดุลมวลและสมดุลพลังงานในการอบแห้ง

ในการอบแห้งวัสดุโดยทั่วไปมักจะใช้อากาศร้อนเป็นตัวกลาง ในการถ่ายความร้อนจากกระแสน้ำไปยังผิววัสดุ และการถ่ายเทมวลเกิดขึ้นโดยไอน้ำที่ระเหยออกจากวัสดุจะเคลื่อน จากบริเวณวัสดุมายังกระแสน้ำ โดยที่ปริมาณการถ่ายเทขึ้นกับความต่างศักย์ ของความเข้มข้นของสาร ที่ได้มีมวลมากกว่า ก็จะกระจายไปยังที่มีความเข้มข้นน้อยกว่า และขณะการถ่ายมวลสารก็จะเกิดการถ่ายเทความร้อนโดยที่จะ

สามารถแบ่งการอบแห้งออกได้เป็น 2 ช่วงได้แก่ ช่วง อัตราการอบแห้งลดลงและเรียกความชื้นระหว่าง 2 ช่วงนี้ว่า ความชื้นวิกฤต แสดงดังรูปที่ 1

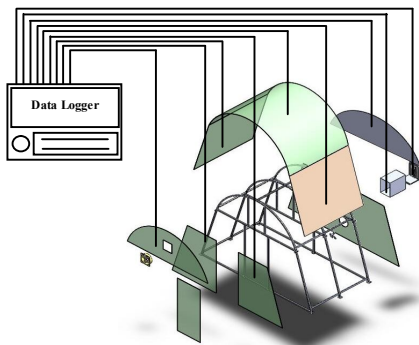


รูปที่ 1 เส้นโค้งการเปลี่ยนแปลงของอัตราการทำแห้ง ของอาหาร (Attwood 2005; Barbosa-Canovas and Vega-Mercado 1996)

3. วิธีดำเนินการวิจัย

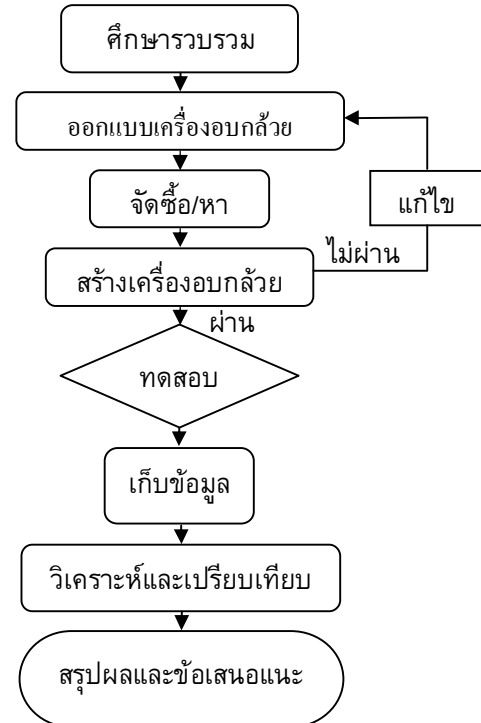
3.1 ศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

ทำการศึกษาค้นหาข้อมูลพร้อมเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเครื่องอบกล้วยจากแหล่งต่างๆเช่น จาก ปรินทิพนิพนธ์, นิตยสารและจากอินเทอร์เน็ต และ กลุ่มแม่บ้านผลิตกล้วยตากเมื่อเพียงพอแล้วก็ ทำการศึกษาเกี่ยวกับขั้นตอนการผลิตกล้วยตากและ การคำนวณ รวมถึงรูปแบบของเครื่องลดความชื้นโดย ในรูปที่ 2 ได้แสดงลักษณะการติดตั้งอุปกรณ์การ ทดลอง



รูปที่ 2 ลักษณะการติดตั้งอุปกรณ์การทดลอง

3.2 ขั้นตอนออกแบบและสร้างเครื่องลดความชื้น



รูปที่ 3 แสดงขั้นตอนออกแบบและสร้างเครื่องลด ความชื้น



รูปที่ 4 เครื่องลดความชื้นกล้วย

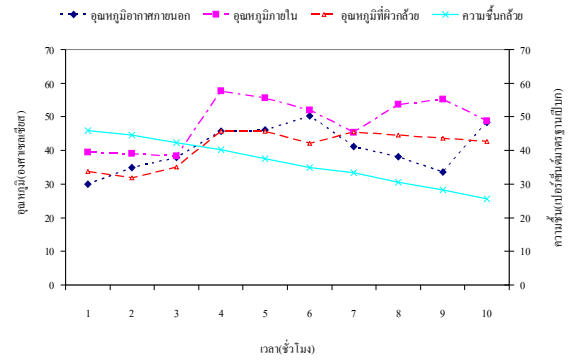
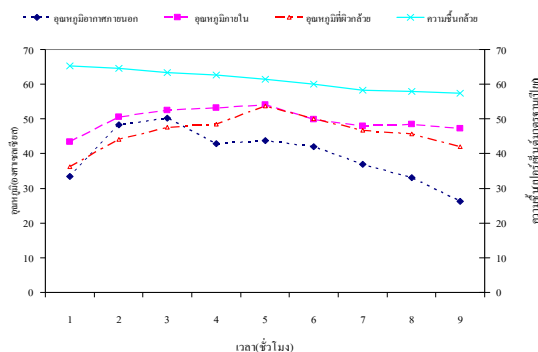
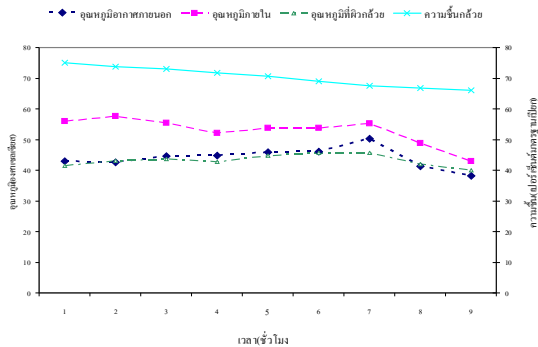
3.3 ดำเนินการทดสอบเครื่องลดความชื้นกล้วย

หลังจากที่ได้ทำการออกแบบและสร้างเครื่องลด ความชื้นกล้วยตากเสร็จเรียบร้อยแล้วขั้นตอนต่อไปคือ ขั้นตอนการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องลด ความชื้นกล้วยและทดลองการลดความชื้นเพื่อให้ได้รู้ ความสามารถของเครื่องสูงสุดโดยเทียบกับการลด ความชื้นแบบดั้งเดิมที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพียง อย่างเดียวกับเครื่องที่ใช้ความร้อนจากก๊าซหุงต้มร่วม ที่ปริมาตรเท่ากัน

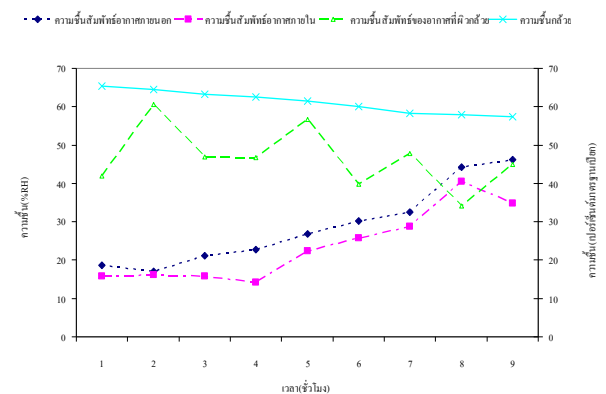
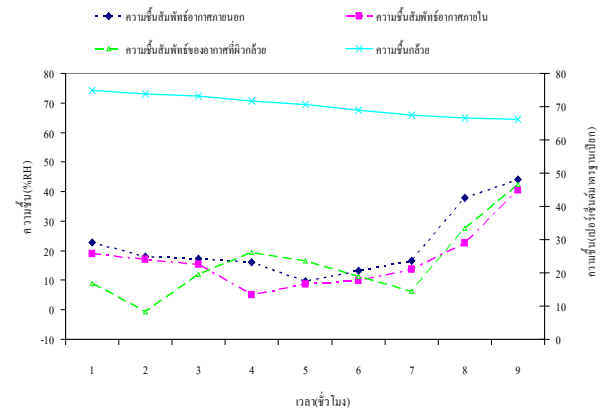
3.4 ขั้นตอนการทดสอบเครื่องลดความชื้น

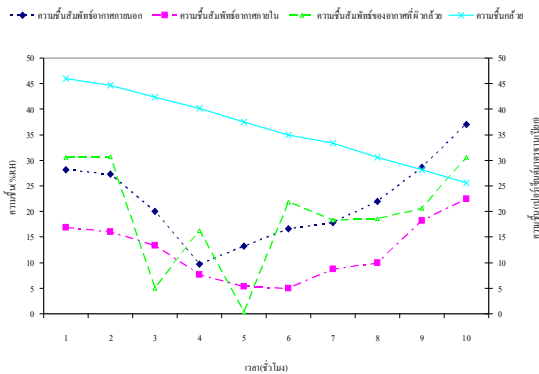
การทดสอบของเครื่องลดความชื้นทำได้โดยการนำวัสดุจำลองที่มีคุณสมบัติคล้ายกับกล้วยมาทำการทดลอง 3 วิธี คือ การลดความชื้นด้วยความร้อนจากแสงอาทิตย์ร่วมกับความร้อนจากก๊าซหุงต้ม การลดความชื้นด้วยความร้อนจากก๊าซหุงต้ม และการลดความชื้นด้วยความร้อนจากแสงอาทิตย์ และพบว่าวิธีที่ดีที่สุดคือ การลดความชื้นด้วยความร้อนจากแสงอาทิตย์ร่วมกับความร้อนจากก๊าซหุงต้มจึงเลือกวิธีนี้นำมาทดลองกับกล้วยเมื่อเปรียบเทียบการลดความชื้นกล้วยที่ปริมาตรเท่ากันซึ่งใช้ระยะเวลาสั้นกว่าโดยที่คุณภาพทั้งสี กลิ่น และรสชาติไม่แตกต่างกัน

4. ผลการทดสอบและการวิเคราะห์



รูปที่ 5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับความชื้นของกล้วยตากในการลดความชื้นกล้วยด้วยความร้อนจากแสงอาทิตย์ร่วมกับความร้อนจากก๊าซหุงต้ม





รูปที่ 6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์กับความชื้นของกล้วยตากในการลดความชื้นกล้วยตากด้วยความร้อนจากแสงอาทิตย์ร่วมกับความร้อนจากก๊าซหุงต้ม

การลดความชื้นกล้วยตากด้วยความร้อนจากแสงอาทิตย์ร่วมกับความร้อนจากก๊าซหุงต้มเป็นเวลา 28 ชั่วโมง พบว่าในชั่วโมงที่ 1 ถึงชั่วโมงที่ 9 เวลา 09:00น. ถึง 17:00น. อุณหภูมิภายในจะสูงกว่าอุณหภูมิที่ผิวกล้วย เฉลี่ย 8 องศาเซลเซียสในชั่วโมงที่ 24 ตั้งแต่เวลา 07:00น. ถึง 16:00น. อุณหภูมิภายในจะสูงกว่าอุณหภูมิที่ผิวกล้วยเฉลี่ย 8 องศาเซลเซียสจากการทดลองลดความชื้นกล้วยตากพบว่าอุณหภูมิภายในเครื่องลดความชื้นมีความสัมพันธ์กันกับอุณหภูมิที่ผิวกล้วยตากทำให้ลดความชื้นกล้วยตากที่ความชื้นเริ่มต้น 75 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียกเหลือความชื้นสุดท้าย 25 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียกภายใน 28 ชั่วโมง

5. สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองสามารถสรุปได้ดังนี้การลดความชื้นกล้วยตากด้วยความร้อนจากแสงอาทิตย์ ร่วมกับความร้อนจากก๊าซหุงต้มในการลดความชื้นที่ความชื้นเริ่มต้นที่ 75 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียกลดความชื้นเหลือ 25 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียกใช้เวลาประมาณ 28 ชั่วโมง ซึ่งดีกว่าวิธีการตากแดดอย่างเดียว คือสามารถลดระยะเวลาจากเดิมอย่างน้อย 7-10 วัน และยังปกกันฝุ่นละอองและแมลงได้อีกด้วย

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร ที่ให้การสนับสนุนช่วยให้งานวิจัยนี้สำเร็จลงไปได้ด้วยดี

7. เอกสารอ้างอิง

7.1 บทความจากวารสาร (Journal)

[1] Lewicki, P.P. and Jakubczyk, E. (2004). Effect of hot air temperature on mechanical properties of dried apples, Journal of Food Engineering, 64,307-314.

[2] Schirmer, P., Janjai, S., Esper, A., Smitabhindu, R. and Muhlbauer, W. (1995). Experimental investigation of the performance of the solar tunnel dryer for drying bananas, Renewable Energy, 7(2), 119-129.

7.2 บทความจากเอกสารประกอบการประชุม (Proceedings)

[1] Exell, R.H.B., Tim seasoning with solar energy (1990). Proceedings of the International Conference on Energy and Environment, 27-30 November, Bangkok, Thailand.

[2] Rakwichian.W, and B.Sudaprasert (1990). Developmant of a fruit solar dryer for the industrial scale, proceedings of the International Conference on Energy and Environment, 27-30 November, Bangkok Thailand.

[3] Soponronnarit, S. (1991). Solar drying in thailand, Paper presented at ASIA Energy'91 Conference, 17-20 October 1991, Bangkok Thailand.

[4] Wibulswas. P., S. Opaskiatkul., and S. Hanpadungthum (1977). Performance of a solar cabinet dryer, Proceeding of Renewable Energy and Application, Bangkok.

[5] Wibulswas, P., and S. (1980). Comparative performance of cabinet dryers with separate air

heaters, Paper presented at the workshop on Fuel and Power the Third World, France.

7.3 หนังสือ

[1] ณัฐวุฒิ ดุษฎี (2534). การพัฒนาระบบอบแห้งผลไม้ที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานเสริม, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

[2] เบญจมาศ ศิลาชัย (2538). ประโยชน์ของกล้วย, สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน เล่มที่30, กรุงเทพฯ.

[3] พชรกานต์ บัวนาถ (2546). คุณภาพของกล้วยน้ำว้าอบด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์และเครื่องอบแห้งลมร้อนแบบถาดหมุน, วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

[4] วรวิทย์ รุ่งจิรารักษ์ (2538). การศึกษาระบบอบแห้งกล้วยน้ำว้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดอุตสาหกรรม, วิทยานิพนธ์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

[5] วิไล รังสาดทอง (2543). เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร, ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

[6] วีระวุฒิ ลิ้มตระกูล (2538). การศึกษาเปรียบเทียบวิธีการอบกล้วยแบบต่างๆ, วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

[7] วีราลี สุนทร (2532). ผลิตภัณฑ์กล้วยอบแห้งที่ได้จากตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดอุตสาหกรรม, วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, จังหวัดพิษณุโลก, หน้า 76.

[8] สุนันท์ขึ้น ศรีงามและคณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร (2546). วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, หน้า 189-190.