Agricultural Sci. J. 43 : 3 (Suppl.) : 135-138 (2012) ว. วิทย. กษ. 43 : 3 (พิเศษ) : 135-138 (2555)

การอบแห้งกากมันสำปะหลังด้วยเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งหมุน
Cassava-Pulp Drying Using a Rotary Drum Dryer

เทวรัตน์ ตรีอำนรรค[1*] เกียรติศักดิ์ ใจโต [1] วีรชัย อาจหาญ[1] และ กระวี ตรีอำนรรค[2]
Tawarat Treeamnuk[1*], Kaittisak Jaito[1], Weerachai Arjharn[1] and Krawee Treeeamnuk[2]

Abstract

The objective of this research was to evaluate the performance of cassava-pulp drying using a twin rotary drum dryer. The drying factors consisted of drying drum temperature of 100 °C, 120 °C and 140 °C, drum speed of 0.5, 0.6 and 0.7 rpm, and the spacing between drums of 0.15, 0.3 and 0.5 mm. The average initial moisture content of cassava-pulp was 81.50 %wb. It was found that drum temperature had great effect on moisture (reduction) at drum temperature of 140 °C could reduce the final moisture content of cassava-pulp to 4.30 %wb and the problem of sticky on the drum were not happen. At the drying temperature of 100 °C, the final moisture of cassava-pulp were higher than safety limit to safe storage and it has problem of sticky on the drum. It was also found that the final moisture content of cassava-pulp at the same temperature increased with an increased of the drum speed. The optimum conditions for drying cassava-pulp was found at drying drum temperature 140 °C, rotating speed 0.7 rpm and the drum spacing of 0.5 mm had the highest drying capacity.

Keywords: cassava-pulp, drying, rotary drum dryer

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินสมรรถนะการอบแห้งกากมันสำปะหลังด้วยเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งหมุนชนิดลูกกลิ้งคู่ โดยมีปัจจัยที่ทำการศึกษาประกอบด้วยอุณหภูมิการอบแห้ง 100 °C, 120 °C และ 140 °C ความเร็วรอบการหมุนของลูกกลิ้ง 0.5, 0.6 และ 0.7 rpm และระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง 0.15, 0.3 และ 0.5 mm ทำการอบแห้งกากมันสำปะหลังที่มีความชื้นเริ่มต้นเฉลี่ย 81.50 %wb ผลจากการทดสอบพบว่าอุณหภูมิการอบแห้งมีผลอย่างมากต่อความชื้นสุดท้ายของกากมันสำปะหลังโดยที่อุณหภูมิ 140 °C สามารถลดความชื้นกากมันลงเหลือความชื้นสุดท้ายเฉลี่ย 4.30 %wb และในขณะทำการอบแห้งไม่เกิดปัญหาการเกาะตัวของกากมันบนตัวลูกกลิ้ง ส่วนการอบแห้งที่อุณหภูมิ 100 °C ทำให้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีความชื้นสูงเกินกว่าการจัดเก็บให้ปลอดภัยแล้วยังเกิดปัญหาการจับตัวของกากมันบนผิวลูกกลิ้งอีกด้วย เมื่อพิจารณาปัจจัยด้านความเร็วรอบการหมุนพบว่าที่อุณหภูมิเดียวกันความชื้นสุดท้ายของกากมันมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อความเร็วรอบการหมุนเพิ่มขึ้น ผลจากการประเมินความสามารถในการทำงานพบว่าที่อุณหภูมิ 140 °C ความเร็วรอบ 0.7 rpm และระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง 0.5 mm มีความสามารถในการอบแห้งสูงสุด

คำสำคัญ: กากมันสำปะหลัง การอบแห้ง เครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งหมุน

คำนำ

กากมันสำปะหลังเป็นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมการผลิตแป้งมันสำปะหลัง โดยผลพลอยจะประกอบด้วย เปลือกมันและกากมัน โดยหัวมันสดหนึ่งตันจะให้ปริมาณ เปลือกมัน และกากมัน ประมาณ 30 กิโลกรัม และ 60 กิโลกรัม (วีรชัย และคณะ, 2552) ตามลำดับ ในปัจจุบันเปลือกมันนี้จะถูกนำไปปลูกเห็ดและทำเป็นอาหารสัตว์ ส่วนกากมันซึ่งมีส่วนประกอบ (น้ำหนักแห้ง) ได้แก่ แป้ง เส้นใย โปรตีน ไขมัน และเถ้า ในอัตราส่วน 56%, 35.9%, 5.3%, 0.1% และ 2.7% ตามลำดับ สามารถนำไปใช้ประโยชน์เป็นส่วนประกอบในอาหารสัตว์ได้ (ปิตุนาถ, 2547; สุทิสา, 2553) แต่เนื่องจากกากมันที่ออกมาจากโรงงานจะมีความชื้นสูงประมาณ 70-80 %wb และเป็นแหล่งอาหารที่ดีของจุลินทรีย์ จึงนำไปใช้ประโยชน์ได้ยาก เนื่องจากมี

[1] สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา 30000
[1] School of Agricultural Engineering, Institute of Engineering, Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima, 30000
[2]ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปทุมธานี 12110
[2]Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering, Rajamankala University of Technology Tanyaburi, Pathomtani, 12110
* Corresponding author: tawarat@sut.ac.th

ข้อเสียก็คือ มีกลิ่นเหม็นซึ่งรบกวนกับชุมชนที่อยู่รอบข้าง ในปัจจุบันได้มีการใช้เอนไซม์สองชนิด คือ pectinase และ cellulose ในการเพิ่มประสิทธิภาพการสกัดแป้ง ทำให้ได้กากมันที่มีปริมาณแป้งน้อยลง ซึ่งหากนำกากมันนี้มาทำให้แห้ง สามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงชีวมวล (สุระ และคณะ, 2553) หรือนำไปใช้ในเป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอลได้ ปัจจุบันการลดความชื้นกากมันยังใช้วิธีการตากบนพื้นคอนกรีตขนาดใหญ่ในช่วง 8 เดือนที่ไม่มีฝนตก แต่ในช่วงเดือนสิงหาคม ถึง เดือนพฤศจิกายน ซึ่งส่วนใหญ่ฝนจะตกหนักก็จะทำให้ตากไม่ได้ ทำให้เกิดปัญหาในการจัดการ เครื่องอบแห้งจึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการช่วยลดความชื้นกากมันได้หากมีการพัฒนาเครื่องอบแห้ง เพื่อนำมาลดความชื้นกากมันและศึกษารูปแบบการลดความชื้นที่เหมาะสมจะก่อให้เกิดศักยภาพในการนำกากมันมาใช้ประโยชน์ต่อไปอย่างมาก ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาการอบแห้งกากมันสำปะหลังด้วยเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งหมุนเพื่อเป็นแนวทางการในการอบแห้งกากมันที่เหมาะสมต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

เครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งหมุน

เครื่องอบแห้งที่ใช้ในการทดสอบการอบแห้งกากมันสำปะหลังเป็นเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งหมุนชนิดลูกกลิ้งคู่ดังแสดงใน Figure 1 ลูกกลิ้งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 cm ความยาว 20 cm เครื่องอบแห้งนี้ใช้แหล่งความร้อนจากไอน้ำ ในการทดสอบอบแห้งได้กำหนดสภาวะการอบแห้งดังนี้อุณหภูมิลูกกลิ้ง 3 ระดับคือ 100, 120 และ 140 °C ความเร็วรอบการหมุนของลูกกลิ้ง 3 ระดับคือ 0.5, 0.6 และ 0.7 rpm และระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง 3 ระดับคือ 0.15, 0.3 และ 0.5 mm

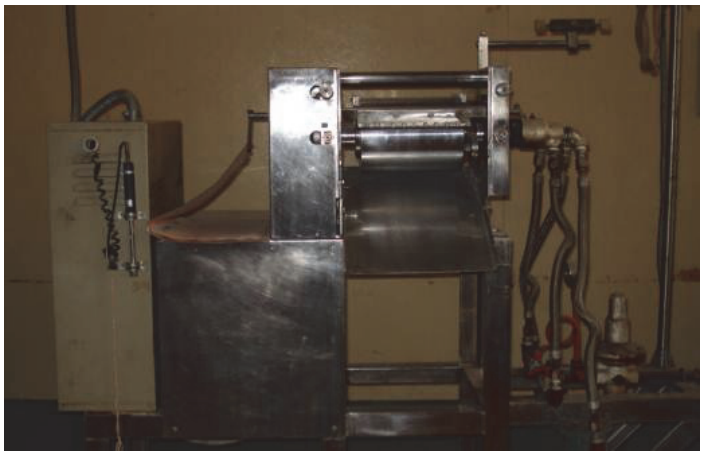

Figure 1 The rotary drum dryer

กากมันสำปะหลัง

กากมันสำปะหลังจากโรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลังในจังหวัดนครราชสีมา (บริษัท สงวนวงษ์อุตสาหกรรม จำกัด) กากมันสำปะหลังสดและกากมันสำปะหลังที่ผ่านการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งหมุนที่ได้จะถูกนำไปหาความชื้นด้วยวิธีการอบด้วยตู้อบลมร้อน (hot air oven) ค่าความชื้นของกากมันสำปะหลังสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$M = \frac{w_i - w_f}{w_i} \times 100\% \quad \text{.....(1)}$$

เมื่อ M คือความชื้นของกากมัน (%wb), W_i คือน้ำหนักของกากมันก่อนอบแห้ง (g), W_f คือ น้ำหนักของกากมันหลังอบแห้ง (g)

ในการทดสอบอบแห้งจะใช้ตัวอย่างในการป้อนเข้าสู่เครื่องอบแห้งปริมาณ 250 กรัม ทำการจับเวลาเพื่อหาอัตราการการป้อนโดยอัตราการป้อนหาได้จากสมการ (2) ดังนี้

$$\dot{m} = \frac{W_p}{t} \quad \text{.....(2)}$$

เมื่อ $\dot{m}$ คืออัตราการป้อน (g/min), W_p คือน้ำหนักของกากมันสดที่ป้อนเข้าเครื่องอบแห้ง (g), t คือเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง (min)

ผลและวิจารณ์ผล

ผลจากการอบแห้งกากมันด้วยเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งหมุนที่สภาวะต่างๆ (Figure 2) พบว่าเมื่ออุณหภูมิในการอบแห้งสูงขึ้นความชื้นของกากมันสำปะหลังมีค่าลดลง โดยพบว่าที่อุณหภูมิลูกกลิ้ง 100 °C นั้นความชื้นของกากมันสำปะหลังลดลงต่ำสุดที่ความเร็วการหมุนของลูกกลิ้งต่ำสุด (0.5 rpm) และระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งต่ำสุด (0.15 mm) คือ 33.73 %wb เมื่อพิจารณาผลกระทบของความเร็วการหมุนของลูกกลิ้ง พบว่าเมื่อความเร็วในการหมุนของลูกกลิ้งเพิ่มสูงขึ้นความชื้นของกากมันหลังการอบแห้งที่ได้จะมีค่าสูงตามไปด้วย ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อความเร็วรอบในการหมุนของลูกกลิ้งสูงขึ้นระยะเวลาที่ฟิล์มของกากมันจะสัมผัสอยู่กับลูกกลิ้งจะลดลงทำให้มีเวลาไม่พอในการลดความชื้นให้ต่ำลงได้ เมื่อพิจารณาที่ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง พบว่าเมื่อระยะห่างของลูกกลิ้งเพิ่มขึ้นความชื้นของกากมันที่ได้หลังการอบแห้งมีค่าสูงขึ้นทั้งนี้เนื่องจากระยะห่างที่เพิ่มขึ้นของลูกกลิ้ง ทำให้ความหนาของฟิล์มกากมันที่จับอยู่บนผิวของลูกกลิ้งมีค่ามากขึ้นทำให้การถ่ายเทความร้อนและการส่งผ่านความชื้นผ่านผิวฟิล์มทำได้ไม่ดีความชื้นจึงมีค่าสูง นอกจากนี้ที่อุณหภูมิ 100 °C ที่ทุกระดับของความเร็วรอบการหมุนและระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งยังก่อให้เกิดการจับตัวของกากมันบนผิวลูกกลิ้งอีกด้วย

เมื่อพิจารณาที่อุณหภูมิลูกกลิ้ง 120 °C นั้นพบว่าที่ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งต่ำสุดคือ 0.15 mm พบว่าที่ทุกๆ ความเร็วรอบการหมุนของลูกกลิ้งสามารถลดความชื้นของกากมันสำปะหลังให้เหลือความชื้นต่ำกว่า 10 %wb ซึ่งถือว่าเป็นความชื้นที่สามารถเก็บรักษากากมันสำปะหลังได้อย่างปลอดภัย ส่วนที่ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง 0.30 mm พบว่าที่ความเร็วรอบต่ำคือ 0.5 rpm นั้นสามารถที่จะลดความชื้นของกากมันสำปะหลังให้ต่ำกว่า 10 %wb คือความชื้นของกากมันแห้งมีค่า 8.97 %wb ในขณะที่ความเร็วรอบ 0.6 rpm ลดความชื้นของกากมันได้เหลือ 10.78 %wb ซึ่งยังถือว่าเป็นกากมันที่มีความชื้นปลอดภัยต่อการเก็บไว้ใช้ประโยชน์ แต่เมื่อความเร็วรอบเพิ่มขึ้นเป็น 0.7 rpm แล้วความชื้นของกากมันสำปะหลังมีค่าสูงถึง 18.01 %wb ซึ่งไม่เหมาะสมต่อการเก็บรักษาเมื่อทิ้งไว้กากมันจะเกิดเชื้อราและเน่าเสียได้ ส่วนที่ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง0.5 mm นั้นพบว่าที่ทุกความเร็วรอบการหมุนของลูกกลิ้งไม่สามารถลดความชื้นของกากมันให้ปลอดภัยต่อการเก็บรักษาได้ และยังพบว่ากากมันที่กึ่งแห้งกึ่งเปียกเกิดการจับตัวที่ลูกกลิ้งด้วย

เมื่อพิจารณาที่อุณหภูมิลูกกลิ้ง 140 °C นั้นพบว่าที่ทุกระยะห่างของลูกกลิ้ง และทุกๆ ความเร็วรอบการหมุนของลูกกลิ้งนั้นสามารถทำการลดความชื้นกากมันสำปะหลังได้ต่ำเพียงพอที่จะสามารถเก็บรักษาได้ โดยความชื้นเฉลี่ยของกากมันสำปะหลังแห้งอยู่ในช่วง 3.4-4.8 %wb และไม่ก่อให้เกิดปัญหาการจับตัวของกากมันที่ตัวลูกกลิ้ง ซึ่งเมื่อทำการหาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นของกากมันกับความเร็วรอบการหมุนของลูกกลิ้งดังแสดงใน Figure 2 พบว่าเส้นกราฟของอุณหภูมิ 140 °C จะค่อนข้างเป็นเส้นนอนและเกาะกลุ่มกันที่ทุกระดับระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง ซึ่งเมื่อนำค่าความชื้นไปวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อดูอิทธิพลของระยะห่างและความเร็วรอบพบว่าระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งทั้งสามระดับไม่ผลต่อค่าความชื้นที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

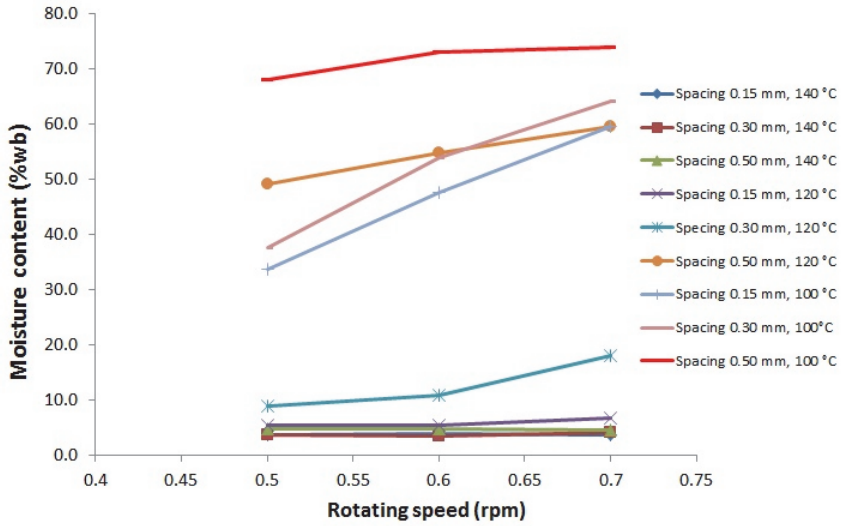

Figure 2 Moisture content of dried cassava-pulp at various temperature and rolls spacing

เมื่อพิจารณาความสามารถในการทำแห้งพบว่าอัตราการทำแห้งของเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งจะเกิดขึ้นที่อัตราการป้อนสูงสุดเมื่อพิจารณาจาก Figure 3 จะเห็นว่าอัตราการป้อนกากมันเข้าสู่เครื่องอบแห้งจะมีค่าเพิ่มสูงขึ้นเมื่อระยะห่างเพิ่มมากขึ้นและความเร็วรอบการหมุนของลูกกลิ้งเพิ่มมากขึ้นโดยไม่ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของผิวลูกกลิ้งดังนั้นหากต้องการให้กากมันแห้งพร้อมทั้งได้อัตราการทำแห้งที่สูงด้วยอุณหภูมิการอบแห้ง 140 °C ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง 0.5 mm และความเร็วรอบการหมุนของลูกกลิ้งคือ 0.7 rpm

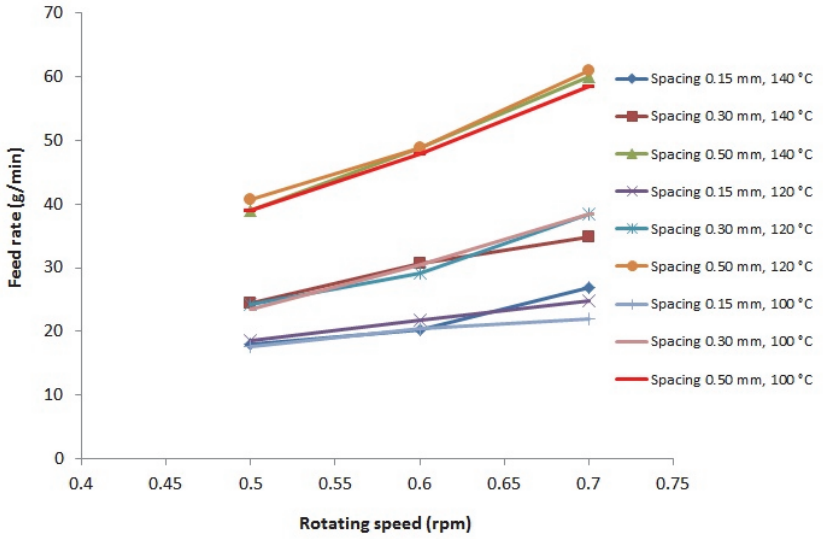

Figure 3 Feed rate of cassava-pulp drying at various conditions

สรุป

เครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งหมุนสามารถทำการอบแห้งกากมันสำปะหลังให้มีความชื้นลดลงต่ำกว่า 10 %wb. เพื่อให้สามารถเก็บรักษาไว้เป็นวัตถุดิบสำหรับกระบวนการผลิตอื่นต่อไปได้โดยสภาวะการอบแห้งที่ให้อัตราการอบแห้งสูงสุดคือ อุณหภูมิลูกกลิ้ง 140 °C ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง 0.50 mm และความเร็วรอบการหมุนของลูกกลิ้ง 0.7 rpm โดยไม่เกิดปัญหาเรื่องการติดของกากมันบนผิวลูกกลิ้ง

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

ปิตุนาถ หนูเสน. 2547. การใช้กากมันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบแหล่งพลังงานในอาหารข้นต่อการให้ผลผลิตของโคนมลูกผสมพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเซียน. วิทยานิพนธ์สาขาเทคโนโลยีผลิตสัตว์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา. 199 หน้า.

วีรชัย อาจหาญ, วีระศักดิ์ เลิศสิริโยธิน, พยุงศักดิ์ จุลยุเสน, เทวรัตน์ ทิพยวิมล, คธา วาทกิจ, พรรษา ลิบลับ, ชาญชัย โรจนสโรช, สามารถ บุญอาจ และวิเชียร ดวงสีเสน. 2552. การพัฒนากระบวนการผลิตวัตถุดิบจากมันสำปะหลังสำหรับอุตสาหกรรมเอทานอล. 82 หน้า. ใน: รายงานโครงการวิจัย งานวิจัยเพื่อนวัตกรรมประจำปีงบประมาณ 2551, ภาคีศูนย์นวัตกรรมหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา.

สุทิสา เข็มผกา. 2553. การใช้กากมันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบอาหารสำหรับไก่เนื้อ. 42 หน้า. ใน: รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา.

สุระ ตันดี, ศุภฤกษ์ ชามงคลประดิษฐ์, โชติชวาล ชัยธวัชวิบูลย์ และอนุชา สมพงษ์. 2553. คุณลักษณะของการอบแห้งกากมันสำปะหลังโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบต่อเนื่อง. ใน: เอกสารประกอบการประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานทางวิศวกรรม ครั้งที่ 1 ประจำปีการศึกษา 2553, 18 สิงหาคม 2553 ณ ห้องประชุมอาคาร 14 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น.