

การประยุกต์ใช้เครื่องอบแห้งแบบตะแกรงหมุนสำหรับอบแห้งกากมันสำปะหลัง

Application of a Rotary Screen Dryer for Cassava Pulp Drying

นัยวัฒน์ สุขทั้ง¹, วิเชียร ดวงสีเสน¹ เทวรัตน์ ตรีอำรรค² และ วีรชัย อาจหาญ^{3*}¹ นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000² อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000³ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000

*ติดต่อ: E-mail: arjharh@g.sut.ac.th, เบอร์โทรศัพท์: 0-4422-5007, เบอร์โทรสาร: 0-4422-5046

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะการอบแห้งกากมันสำปะหลังด้วยเครื่องอบแห้งแบบตะแกรงหมุน (Rotary Screen Dryers) โดยวัสดุอบแห้งจะเคลื่อนที่ผ่านรูตะแกรงลงสู่ด้านล่าง การทดสอบครั้งนี้ใช้เครื่องอบแห้งแบบตะแกรงหมุนมีขนาดรูตะแกรง 3 mm ความจุ 0.5 m³ ใช้ความเร็วรอบถังหมุน 3 ความเร็วรอบคือ 2 rpm, 4 rpm และ 6 rpm และใช้อุณหภูมิลมร้อน 2 ช่วงคือ 80°C และ 100°C ทำการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพการร่อนผ่านรูตะแกรงและความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะในการระเหยน้ำในสถานะต่างๆพบว่าที่ความเร็วรอบ 6 rpm และอุณหภูมิ 100°C ให้ปริมาณกากมันสำปะหลังที่ร่อนผ่านรูตะแกรง มากกว่าที่สถานะอื่นๆ คือ 2.29 kg_{dry mass} มีความชื้นเฉลี่ย 34.45%_{wb} และมีประสิทธิภาพการร่อน 58.37%_{dry mass} ซึ่งมากกว่าที่สถานะอื่นๆ ใช้พลังงานจำเพาะในการระเหยน้ำ 8.05 MJ/kg-water มีมวลคงค้างในถังตะแกรงทรงกระบอก 41.55%_{dry mass} ความชื้น 35%_{wb}

คำหลัก: กากมันสำปะหลัง, การลดความชื้น, เครื่องอบแห้งแบบตะแกรงหมุน

Abstract

This research aims to study the drying of cassava pulp by rotary screen dryer. Rotary screen dryer was used in this study with 3 mm of rotary screen and capacity of 0.5 m³. The experiment was performed by cassava pulp drying at speed follow as: 2, 4 and 6 rpm and different drying air temperatures of 100°C and 80°C were set as drying conditions. Efficiency of screening and specific energy consumption (SEC) was determined to evaluate the cassava pulp drying. The result showed that, the most suitable temperature and speed was 100°C and 6 rpm, respectively. The above conditions, it used specific energy consumption is 8.05 MJ/kg-water and the cassava pulp can pass through a sieve of 2.29 kg (equivalent to 58.37%) and average moisture content of cassava pulp is equal to 34.45%. The cassava is residue in the sieve has average moisture content of 35%.

Keywords: Cassava Pulp, Drying, Rotary Screen Dryer

1. บทนำ

ประเทศไทยมีปริมาณผลผลิตมันสำปะหลังกว่า 20 ล้านตันต่อปี [1] ผลผลิตหัวมันสำปะหลังทั้งหมดในประเทศไทย 50%จะนำไปผลิตเป็น มันเส้น/มันอัดเม็ด และอีก 50% จะนำไปผลิตเป็นแป้งมันสำปะหลัง ในกระบวนการผลิตมันเส้น และมันอัดเม็ด พบว่าจะไม่มีผลพลอยได้ (By- Product) เกิดขึ้น แต่ในกระบวนการผลิตแป้งมันสำปะหลังจะเกิด By-Product คือ เปลือกมันสำปะหลังและกากมันสำปะหลังโดยในกระบวนการสกัดแป้งมันสำปะหลัง จะก่อให้เกิดวัสดุผลพลอยได้ในปริมาณมากในรูปกากมันสำปะหลัง (หัวมันสำปะหลังสด 1 ตันจะให้ปริมาณกากมันสำปะหลังประมาณ 60 กิโลกรัม) คิดเป็น 600,000 ตันต่อปี อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาคุณสมบัติทางเคมีของกากมันสำปะหลังพบว่า มี แป้ง 68.89%, โปรตีน 1.55%, เยื่อใย 27.75%, ไขมัน 0.12%, pH 4.99%, เถ้า 1.70% ซึ่งมีศักยภาพที่จะนำมาใช้ประโยชน์ได้มากเนื่องจากกากมันสำปะหลังมี องค์ประกอบของแป้งสูง ปริมาณแป้งที่เหลืออยู่ในกากมันสำปะหลังโดยน้ำหนักแห้งมีสูงถึง 68.89% จึงนิยมนำไปใช้เป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตในอาหารสัตว์ หรือนำไปใช้แหล่งคาร์บอนให้จุลินทรีย์ในกระบวนการหมักแบบ Solid-state ใช้กันมากในการผลิตสารประกอบต่างๆ ที่ใช้กันในอุตสาหกรรมสำหรับประเทศไทย กากมันสำปะหลังส่วนใหญ่จะนำไปใช้ผสมกับมันเส้นเพื่อทำมันอัดเม็ดและอาหารสัตว์ กากมันสำปะหลังที่ออกมาจากกระบวนการผลิตมีความชื้นสูงประมาณ 60 - 82% จึงนำไปใช้ประโยชน์ได้ยาก และเป็นแหล่งอาหารที่ดีของจุลินทรีย์ โดยหากปล่อยทิ้งไว้จะเกิดสภาพการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ในสิ่งแวดล้อม ก่อให้เกิดกลิ่นเหม็นรบกวนชุมชนที่อยู่รอบข้าง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องลดความชื้นกากมันสำปะหลังเพื่อให้สามารถเก็บรักษาและนำไปใช้ประโยชน์ได้ ในปัจจุบันการลดความชื้นกากมันสำปะหลังยังใช้วิธีการตากลานคอนกรีตขนาดใหญ่ในช่วงฤดูฝนการตากจะเป็นไปได้ยากทำให้กากมันสำปะหลังบางส่วนไม่สามารถตากได้ทันทำให้สูญเสียไปโดยเปล่าประโยชน์และการนำเทคโนโลยี

การทำแห้งมาประยุกต์ใช้ในการแปรรูปกากมันสำปะหลัง ยังคงมีน้อยทำให้ขาดแคลนทางเลือกของเทคโนโลยีในการนำมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสม

จากการตรวจเอกสาร เทคโนโลยีการอบแห้งกากมันสำปะหลังพบว่า มีการศึกษาการอบแห้งกากมันสำปะหลังโดยใช้สายพานอบแห้งแบบต่อเนื่อง [2] โดยทำการทดลองเพื่อหาการเปลี่ยนแปลงของ ความชื้น ที่เวลาต่างกันของการอบแห้งกากมันสำปะหลัง ผลการทดลองพบว่า ความชื้นของกากมันสำปะหลังมีค่าลดลงเรื่อย ๆ เมื่อเวลาการอบแห้ง อุณหภูมิ และความเร็วม้วนเพิ่มขึ้น จุดที่เหมาะสมในการอบแห้งกากมันสำปะหลังในการทดลองนี้ คือความเร็วม้วน 8 m/s และอุณหภูมิอบแห้ง 80°C ทำให้กากมันสำปะหลังมีความชื้นลดลงเหลือ 7.69 %_{wb} ใช้ระยะเวลาในการอบแห้ง 2 ชั่วโมง

อย่างไรก็ดีผู้เขียนได้ทำการพิจารณาสมบัติทางกายภาพของกากมันสำปะหลังที่ออกมาจากกระบวนการผลิตแป้งมันสำปะหลังพบว่า กากมันสำปะหลังมีความชื้นสูง เหนียว และจับตัวกันเป็นก้อน การเกลี่ยกระจายกากมันสำปะหลังให้ทั่วสายพานอบแห้ง และการทำให้เป็นชิ้นบางทำได้ค่อนข้างยาก

จากการศึกษาพบว่าเทคโนโลยีการอบแห้งที่น่าสนใจที่จะนำมาประยุกต์ใช้กับการอบแห้งกากมันสำปะหลังคือการอบแห้งแบบถังหมุน หรือแบบโรตารี (Drum or Rotary Dryers) ใช้หลักการหมุนของตัวถังทรงกระบอกของเครื่องอบแห้ง มีครีบบหรือใบพาช่วยโรยวัสดุอบผ่านอากาศร้อนเพื่อเพิ่มอุณหภูมิและเพิ่มอัตราการลดความชื้น [3] โดยมีการนำการอบแห้งแบบถังหมุน มาใช้ในการอบแห้งข้าวเปลือก ผลการศึกษาพบว่าอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะโดยคิดในรูปพลังงานปฏิกิริยาต่อปริมาณน้ำที่ระเหยมีค่าประมาณ 8 - 25 MJ/kg-water [4] นอกจากนี้ยังมีการทดลองการอบแห้งมันเส้นด้วยเครื่องอบแห้งแบบโรตารี ผลการศึกษาพบว่าเครื่องอบแห้งสามารถทำการระเหยน้ำออกจากชิ้นมันได้ในอัตรา 140.18 kg/hr และมีค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะในการระเหยน้ำ 10.07 MJ/kg-water สามารถ

ลดความชื้นของน้ำมันเส้นให้มีค่าต่ำกว่า $13\%_{wb}$ จากความชื้นเริ่มต้น $60\%_{wb}$ [5] ซึ่งเมื่อทำการทดสอบการอบแห้งกากมันสำปะหลังเบื้องต้นโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบโรตารี พบว่าขณะที่ถึงอบแห้งหมูนั่นกากมันสำปะหลังจะจับตัวกันเป็นก้อนกลมคล้ายกับการปั้นเม็ด และมีความชื้นสะสมอยู่ด้านในสูงสมรรถนะในการอบกากมันสำปะหลังต่ำ

จากการตรวจสอบเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าการพัฒนาเครื่องอบแห้งที่เหมาะสมกับการอบแห้งกากมันสำปะหลังยังมีน้อย จำเป็นต้องมีการพัฒนาให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ประกอบการ ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงได้ทำการพัฒนาเทคนิคการอบแห้งกากมันสำปะหลังแนวคิดใหม่ โดยการประยุกต์ใช้เครื่องอบแห้งแบบโรตารี โดยให้ถึงอบมีลักษณะเป็นตะแกรง หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า เครื่องอบแบบตะแกรงหมุน (Rotary Screen Dryer) ซึ่งจะเป็นการอบแห้งตกผ่านรูตะแกรง สามารถลดการจับตัวเป็นก้อนของกากมันสำปะหลังได้มาใช้ในการศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาลักษณะการอบแห้งกากมันสำปะหลังโดยใช้เครื่องอบแห้งดังกล่าว สำหรับใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบเครื่องอบแห้งแบบตะแกรงหมุนในระดับอุตสาหกรรมต่อไป

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 อุปกรณ์

1. เครื่องอบแห้งแบบโรตารี ขนาดความจุ 0.5 m^3 ขนาดรูตะแกรง 3 mm พร้อมแหล่งความร้อนใช้แก๊ส LPG เป็นเชื้อเพลิง
2. กากมันสำปะหลัง
3. เครื่องชั่ง
4. เครื่องหาความชื้นแบบอินฟาเรด
5. ชุดควบคุม



รูปที่ 1 เครื่องอบแห้ง



รูปที่ 2 กากมันสำปะหลังสดจากโรงงาน

2.2 ขั้นตอนและวิธีการทดสอบ

2.2.1 ทดสอบและเก็บข้อมูลในช่วงเวลาต่างๆ

เตรียมกากมันสำปะหลังซึ่งได้จากโรงงานแป้งมันสำปะหลังในจังหวัดนครราชสีมา ซึ่งน้ำหนัก 20 kg ใส่เข้าถังอบปิดฝาเครื่องแล้วทำการตั้งอุณหภูมิ เปิดระบบการทำงานของเครื่องอบโดยกำหนดอุณหภูมิความร้อน 80°C ความเร็วรอบของตะแกรงหมุน 2 rpm จดบันทึกน้ำหนักกากมันสำปะหลังที่ตกผ่านรูตะแกรง ความชื้นของกากมันสำปะหลังที่ตกผ่านรูตะแกรง โดยบันทึกค่าทุกๆ 30 นาที จนกระทั่งตัวอย่างหลุดหล่นจากรูตะแกรง บันทึกพลังงานที่ใช้ในการอบแห้งทั้งหมด ทำซ้ำโดยปรับเพิ่มอุณหภูมิเป็น 100°C ทำการทดลองด้วยวิธีการตามข้างต้นโดยเปลี่ยนความเร็วรอบตะแกรงเป็น 4 และ 6 rpm ตามลำดับ

2.2.2 การประเมินสมรรถนะในการอบแห้ง

ในการทดสอบเครื่องอบแห้งแบบตะแกรงหมุนนี้ จะมีการประเมินสมรรถนะในการอบแห้งแตกต่างจาก วิธีการอบแห้งแบบปกติ เนื่องจากขณะทำการอบแห้งกากมันสำปะหลังจะตกผ่านรูตะแกรงออกไปอย่างต่อเนื่อง โดยการวิเคราะห์ระยะเวลาในการอบแห้งจะกระทำพร้อมกับประสิทธิภาพการร่อนผ่านรูตะแกรงในช่วงเวลาต่างๆ โดยความชื้นที่เปลี่ยนแปลงไปจะเป็นความชื้นของกากมันสำปะหลังที่ตกผ่านรูตะแกรง

2.2.3 วิเคราะห์หาความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ (Specific Energy Consumption, SEC)

ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ (Specific Energy Consumption, SEC) คือ ค่าพลังงานที่ใช้ต่อปริมาณน้ำระเหยมีหน่วยเป็น MJ/kg-water โดยพลังงานที่ใช้ในการอบแห้งกากมันสำปะหลังมี 2 ส่วนดังนี้

1) ความสิ้นเปลืองพลังงานความร้อน โดยใช้สมการที่ 1

$$\text{Energy} = \frac{\text{HHV} \times M_{\text{LPG}}}{t \times 3600} \quad (1)$$

โดยที่

Energy คือ พลังงานที่เข้าไปในระบบ (kW)

HHV คือ ค่าความร้อนของแก๊ส LPG (kJ/kg)

M_{LPG} คือ น้ำหนักของเชื้อเพลิง (kg)

t คือ เวลาในการอบแห้ง (hr)

2) ความสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าซึ่งเกิดขึ้นจากมอเตอร์ต้นกำลัง และอุปกรณ์ควบคุมต่างๆ โดยดูจากมิเตอร์ ไฟฟ้า

ดังนั้นความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ (Specific Energy Consumption, SEC) หาได้จากสมการ

$$\text{SEC} = \frac{T_{\text{Energy}} \times t \times 3600}{W_{\text{loss}}} \quad (2)$$

โดยที่

SEC คือ ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ (MJ/kg)

T_{Energy} คือ พลังงานรวมที่เข้าไปในระบบ (MW)

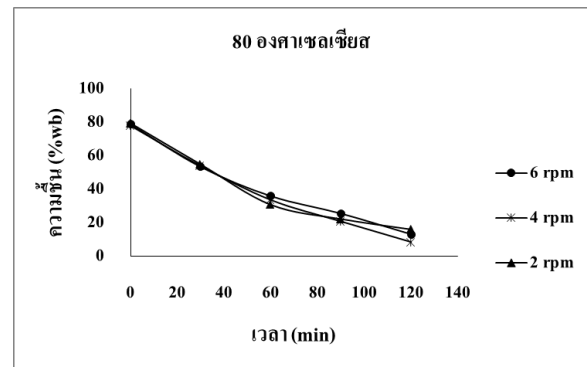
t คือ เวลาในการอบแห้ง (hr)

W_{loss} คือ น้ำหนักน้ำที่หายไปเฉลี่ยทั้งที่ตกผ่านรูตะแกรงและที่ค้างอยู่ในถังอบ (kg)

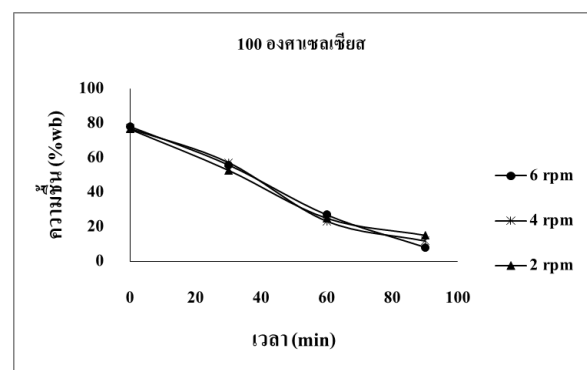
3. ผลและวิจารณ์

3.1 เวลาในการอบแห้ง น้ำหนักกากมันสำปะหลังที่ร่วงจากตะแกรง

จากความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ในการอบแห้งและความชื้นของกากมันสำปะหลังที่ตกผ่านรูตะแกรง ที่อุณหภูมิ 80°C และ 100°C ตามรูปที่ 3 และ 4 พบว่า ระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้งของการอบแห้งกากมันสำปะหลังที่อุณหภูมิ 100°C จะมีระยะเวลาในการอบแห้งสั้นกว่าการอบแห้งกากมันสำปะหลังที่อุณหภูมิ 80°C ทั้งนี้เนื่องจากพลังงานที่ใส่เข้าไปในการอบแห้งมีสูงกว่า



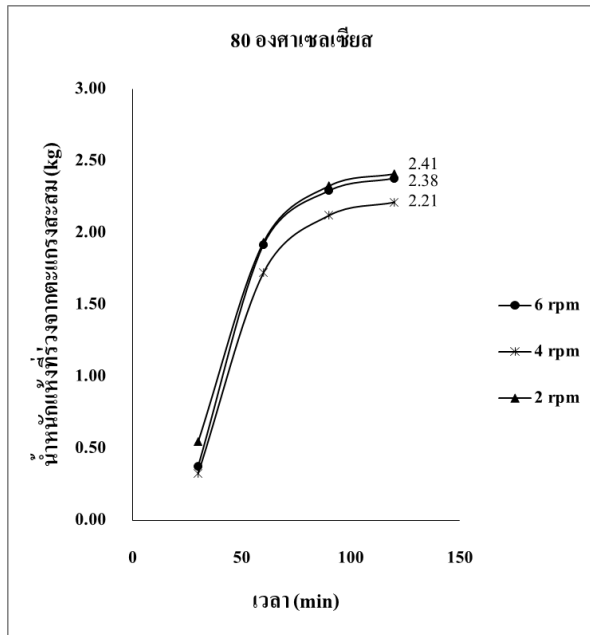
รูปที่ 3 ความชื้นของวัสดุที่ตกผ่านรูตะแกรง ที่ระดับอุณหภูมิ 80°C



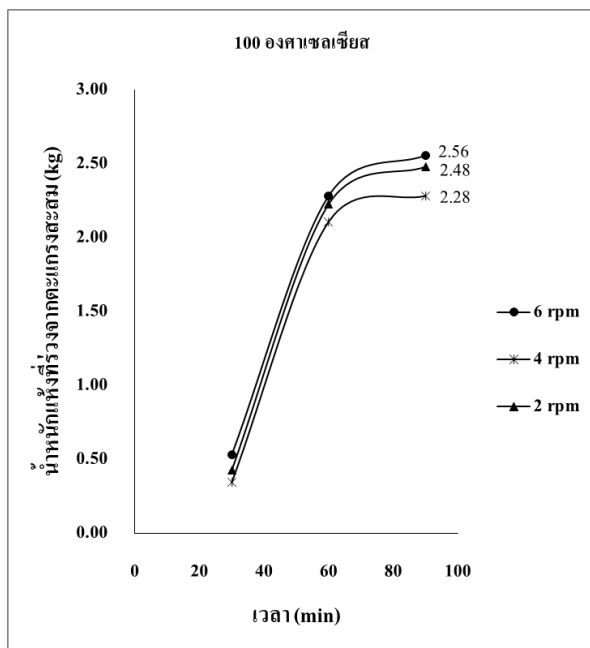
รูปที่ 4 ความชื้นของวัสดุที่ตกผ่านรูตะแกรง ที่ระดับอุณหภูมิ 100°C

เมื่อพิจารณาอัตราการตกผ่านรูตะแกรงของกากมันสำปะหลังจะเริ่มสูงขึ้นเมื่อความชื้นในช่วง 25-35%_{wb} ทั้งการอบแห้งกากมันสำปะหลังที่อุณหภูมิ 80°C และ

100°C โดยปริมาณกากมันสำปะหลังที่ตกผ่านรูตะแกรง
สะสมเทียบกับเวลา แสดงไว้ในรูปที่ 5 และ 6



รูปที่ 5 น้ำหนักแห้งที่ร่วงจากตะแกรงสะสมเทียบกับเวลา
(ที่อุณหภูมิ 80°C)



รูปที่ 6 น้ำหนักแห้งที่ร่วงจากตะแกรงสะสมเทียบกับเวลา
(ที่อุณหภูมิ 100°C)

โดยความชื้นเฉลี่ยของกากมันสำปะหลังที่ได้จากการ
อบแห้งกากมันสำปะหลังแสดงไว้ในตารางที่ 1 พบว่า

กากมันสำปะหลังที่ผ่านการอบแห้งยังคงมีความชื้นที่สูงไม่
สามารถเก็บรักษาได้ จำเป็นที่จะต้องนำไปลดความชื้นให้
มีความชื้นไม่เกิน 13%_{wb} ซึ่งเป็นความชื้นที่เหมาะสมใน
การเก็บรักษา

ตารางที่ 1 ความชื้นเฉลี่ยของกากมันสำปะหลังที่ผ่าน
ตะแกรงและกากมันสำปะหลังที่ค้ำในถังอบ

อุณหภูมิ (°C)	ความเร็ว รอบ (rpm)	ความชื้นเฉลี่ย (% _{wb})	
		กากมันผ่าน ตะแกรง	กากมันค้ำ ตะแกรง
100	2	31.13	37.00
	4	30.85	34.00
	6	34.45	35.00
80	2	36.61	48.90
	4	34.96	32.00
	6	39.50	32.20

3.2 ประสิทธิภาพการตกผ่านรูตะแกรง

จากการทดลองพบว่าได้กากมันสำปะหลังสองส่วน
คือ ส่วนแรกเป็นส่วนที่ร่วงจากรูตะแกรง รูปที่ 7 ซึ่งจะมี
ลักษณะเป็นผงเส้นใยขนาดเล็กตามขนาดรูตะแกรง
สามารถนำไปใช้งานได้โดยไม่ต้องย่อยละเอียดอีก
ซึ่งเป็นส่วนที่ต้องการ ส่วนที่สองเป็นกากมันสำปะหลังที่
จับตัวกันเป็นก้อนค้ำอยู่ในถังตะแกรงทรงกระบอก ดัง
รูปที่ 8 ซึ่งเป็นส่วนที่ไม่สามารถแตกตัวภายในถังได้

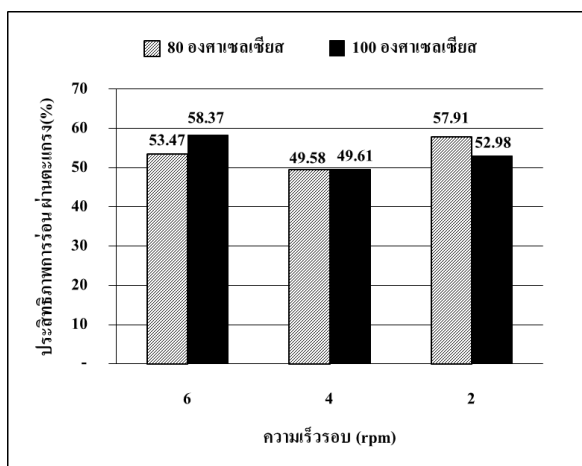


รูปที่ 7 กากมันสำปะหลังที่ร่วงจากตะแกรง

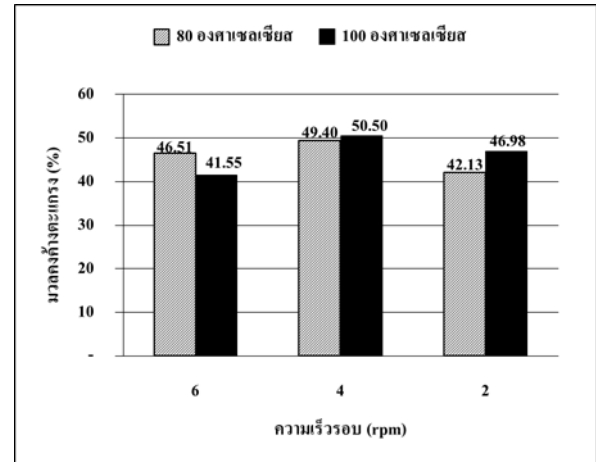


รูปที่ 8 กากมันสำปะหลังที่คั่งค้างในถังอบ

จากการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพการร้อนของตะแกรงพบว่าประสิทธิภาพการร้อนมีความสัมพันธ์กับความเร็วน้ำของถังตะแกรงทรงกระบอกและอุณหภูมิในห้องอบแห้งจากที่กล่าวไว้ในหัวข้อ 3.1 เมื่อความเร็วน้ำสัมพันธ์กับความชื้นที่ลดลงจะทำให้ได้กากมันที่ร่วงจากตะแกรงมากประสิทธิภาพการร้อนผ่านตะแกรงจะมากตามไปด้วยจากรูปที่ 9 จะเห็นว่าที่ความเร็วน้ำ 6 rpm จะมีประสิทธิภาพการร้อนมากกว่าที่สภาวะอื่นๆ คือ 58.37%_{dry mass} และจากรูปที่ 10 ที่ความเร็วน้ำ 6 rpm จะมีมวลคงค้างตะแกรงน้อยกว่าที่สภาวะอื่นๆ คือ 41.55%_{dry mass}



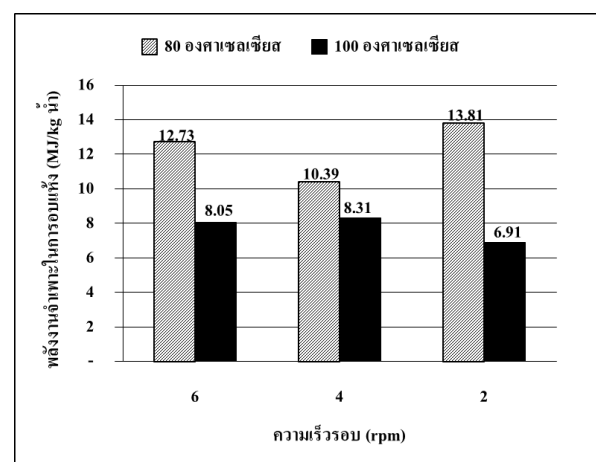
รูปที่ 9 ประสิทธิภาพการร้อนผ่านตะแกรง



รูปที่ 10 มวลคงค้างในถังอบ

3.3 พลังงานจำเพาะในการระเหยน้ำ

รูปที่ 11 แสดงการเปรียบเทียบพลังงานจำเพาะในการระเหยน้ำที่ความเร็วน้ำ 2 rpm, 4 rpm และ 6 rpm อุณหภูมิ 80°C และ 100°C พบว่าความเร็วน้ำการหมุนของตัวถังตะแกรงทรงกระบอกแต่ละความเร็วน้ำใช้พลังงานจำเพาะในการระเหยน้ำแตกต่างกันไปแต่ที่อุณหภูมิ 100°C ใช้พลังงานจำเพาะในการระเหยน้ำน้อยกว่าอุณหภูมิ 80°C เนื่องจากว่าการอบแห้งด้วยอุณหภูมิร้อนที่สูงจะทำให้ระยะเวลาในการอบแห้งน้อยลงทำให้ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะในการระเหยน้ำน้อยลงด้วย



รูปที่ 11 เปรียบเทียบพลังงานจำเพาะในการระเหยน้ำ

3.4 การประยุกต์ใช้เครื่องอบแห้งแบบตะแกรงหมุน

จากการทดสอบจะเห็นว่ากากมันสำปะหลังที่ผ่านการอบแห้งแบบตะแกรงหมุนที่อุณหภูมิ 100°C ความเร็วรอบ 6 rpm มีความชื้นอยู่ระหว่าง 34-35%_{wb} มีความแตกต่างกันที่ขนาดของกากมันสำปะหลัง คือ ขนาดน้อยกว่า 3 mm และขนาดมากกว่า 3 mm โดยให้สัดส่วน 58 : 42 ตามลำดับ ซึ่งการนำกากมันสำปะหลังแห้งนี้ไปใช้ประโยชน์เป็นวัตถุดิบจึงสามารถทำได้ เช่น ในส่วนของกากมันสำปะหลังแห้งที่มีขนาดน้อยกว่า 3 mm นำไปผลิตเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์แป้งค่อนข้างสูงส่วนขนาดมากกว่า 3 mm สามารถนำไปเป็นเชื้อเพลิงได้เนื่องจากมีเปอร์เซ็นต์เส้นใยเซลลูโลสสูง ซึ่งจำเป็นต้องทำการศึกษาต่อไป

4. สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการทดสอบสามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. ที่ความเร็วรอบ 6 rpm และอุณหภูมิ 100°C ให้ปริมาณกากมันสำปะหลังที่ร่วงผ่านรutsche มากที่สุดคือ 2.29 kg_{dry mass} มีความชื้นเฉลี่ย 34.45%_{wb}
2. ที่ความเร็วรอบ 6 rpm และอุณหภูมิ 100°C มีประสิทธิภาพการร่อนมากกว่าที่สภาวะอื่นๆคือ 58.37%_{dry mass} แต่ยังมีประสิทธิภาพค่อนข้างต่ำจึงมีแนวทางที่จะพัฒนารูปแบบการอบแห้งด้วยการเพิ่มขนาดรutsche เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพการร่อนที่สูงขึ้นลดปริมาณกากมันสำปะหลังที่จับตัวเป็นก้อนในถังตะแกรงทรงกระบอก
3. มวลคงค้างในถังตะแกรงทรงกระบอกที่ความเร็วรอบ 6 rpm และอุณหภูมิ 100°C มีมวลคงค้างน้อยที่สุดคือ 41.55%_{dry mass} โดยมีความชื้น 35%_{wb}
4. ที่ความเร็วรอบ 6 rpm และอุณหภูมิ 100°C มีความชื้นเฉลี่ยของกากมันสำปะหลังที่ตกผ่านรutsche คือ 34.45%_{wb} จะต้องลดความชื้นอีกเพื่อให้สามารถจับเก็บได้ ส่วนความชื้นของมวลคงค้างในถังตะแกรงทรงกระบอกมีความชื้น 35%_{wb} จะต้องนำไปลดขนาดก่อนลดความชื้นอีกครั้ง

5. ที่ความเร็วรอบ 6 rpm และอุณหภูมิ 100°C ใช้พลังงานจำเพาะในการระเหยน้ำ 8.05 MJ/kg-water

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีและสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัย

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร 2551, ปริมาณและมูลค่าการส่งออกสินค้าเกษตรรายเดือน. ระบบแสดงข้อมูลด้านสถิติ. แหล่งที่มา : http://www.oae.go.th/oae_report/export_import/wslmEx.php, 2 กันยายน 2551.
- [2] สุระ ตันดี, ศุภฤกษ์ ขามงคลประดิษฐ์, โชติवाल ชัยธวัชวิบูลย์ และอนุชา สมพงษ์. 2553. คุณลักษณะของการอบแห้งกากมันสำปะหลังโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบต่อเนื่อง. ในรายงานการประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานทางวิศวกรรม ครั้งที่ 1. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน, ขอนแก่น
- [3] สมชาติ โสภณธณฤทธิ. 2540. การอบแห้งเมล็ดพืชและอาหารบางประเภท. พิมพ์ครั้งที่ 7. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.
- [4] กิตติพงษ์ กุลมัตย์ 2537. การอบแห้งข้าวเปลือกแบบถังทรงกระบอกหมุน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- [5] วีระชัย อาจหาญ, วีระศักดิ์ เลิศสิริโยธิน, พงศ์ศักดิ์ จุลยุเสน, เทวรัตน์ ทิพย์วิมล, คชา วาทกิจ, พรธชา ลิบลับ, ชาญชัย โรจนสโรช, สามารถ บุญอาจ และวิเชียร ดวงสีเสน. 2552. รายงานโครงการวิจัยเรื่องการพัฒนากระบวนการผลิตวัตถุดิบจากมันสำปะหลังสำหรับอุตสาหกรรมเอทานอล. 82 หน้า