TFE-14

การศึกษาการอบแห้งโจ๊กข้าวกล้องงอกกึ่งสำเร็จรูปด้วยเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้ง

เบญจวรรณ วานมนตรี[1] เทวรัตน์ตรีอำนรรค[1] ภัทรา จิตกุศล[1] และวุฒิธนา สิงห์คง[1]
[1]สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
111 ถนนมหาวิทยาลัย ตำบลสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000

ผู้เขียนติดต่อ: เบญจวรรณ วานมนตรี E-mail: B5016815@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินสมรรถนะการอบแห้งโจ๊กข้าวกล้องงอกกึ่งสำเร็จรูปด้วยเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งหมุนชนิดลูกกลิ้งคู่โดยมีปัจจัยที่ทำการศึกษาประกอบด้วยอุณหภูมิผิวลูกกลิ้ง 120 และ 140°C ความเร็วรอบการหมุนของลูกกลิ้ง 0.5และ 0.7 rpm และระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง 0.15 0.2และ 0.25 mm เตรียมโจ๊กข้าวกล้องงอกในอัตราส่วนข้าวกล้องงอกต่อน้ำ คือ 1:3, 1:4 และ 1:5, โดยน้ำหนักซึ่งได้โจ๊กข้าวกล้องงอกที่มีความชื้นเริ่มต้นเฉลี่ย 63.47, 66.84 และ 87.16%wb ตามลำดับผลจากการทดสอบพบว่าอุณหภูมิผิวลูกกลิ้งความเร็วรอบการหมุนและระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งมีผลต่อความชื้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์โจ๊กข้าวกล้องงอก และผลิตภัณฑ์ที่ได้จากทุกสภาวะการอบแห้งมีความปลอดภัยในการเก็บรักษาและไม่เกิดปัญหาการจับตัวของผลิตภัณฑ์บนลูกกลิ้งที่ทุกสภาวะการทดสอบ ผลิตภัณฑ์โจ๊กอบแห้งที่ได้สามารถคืนตัวได้ดีในเวลาอันสั้น มีลักษณะการไหลแบบซูโดพลาสติก ($0<n<1$)

คำสำคัญ: โจ๊กข้าวกล้องงอก; การอบแห้งเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้ง

1. บทนำ

ในปัจจุบันอาหารกึ่งสำเร็จรูปได้เข้ามามีบทบาทในการดำเนินชีวิตของมนุษย์มากขึ้นเนื่องมาจากปัจจัยทางด้านเศรษฐกิจและสังคมที่ต้องแข่งขันกับเวลาโดยอาหารกึ่งสำเร็จรูปในปัจจุบันมีให้เลือกหลากหลาย เช่น บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป โจ๊กกึ่งสำเร็จรูป และอาหารสำเร็จรูปแช่แข็ง เป็นต้น ซึ่งโจ๊กกึ่งสำเร็จรูปจะเป็นอาหารที่ศักยภาพสูงในการผลิตเนื่องจากวัตถุดิบที่ใช้เป็นข้าว ซึ่งสามารถผลิตได้ภายในประเทศ ต่างจากบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปที่ต้องอาศัยการนำเข้าวัตถุดิบจากต่างประเทศนั้นคือแป้งสาลี เนื่องจากการทำโจ๊กต้องอาศัยการต้มข้าวที่ใช้เวลานาน ดังนั้นโจ๊กกึ่งสำเร็จรูปจึงเข้ามามีบทบาทในการช่วยประหยัดเวลา

ข้าวกล้องงอก (Germinated brown rice) หมายถึงผลผลิตของข้าวที่ผ่านกระบวนการทำให้งอก โดยแช่ข้าวเปลือกหรือข้าวกล้องในน้ำ เพาะจนเกิดราก [1] จากนวัตกรรมเป็นการเพิ่มสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพและเพิ่มมูลค่าของข้าวการนำข้าวกล้องงอกมาแปรรูปเป็นโจ๊กกึ่งสำเร็จรูป ให้ผู้สนใจหันมาบริโภคข้าวกล้องงอกมากขึ้น [2] ผลของข้าวกล้องงอกซึ่งมีคุณค่าทางโภชนาการสูงสามารถป้องกันโรคต่างๆ เช่น โรคมะเร็ง โรคเบาหวานและช่วยในการควบคุมน้ำหนักทำให้กลุ่มผู้บริโภคที่ห่วงใยในสุขภาพหันมาบริโภคข้าวกล้องงอกมากขึ้น ดังนั้นการแปรรูปข้าวกล้องงอกเป็นโจ๊กกึ่งสำเร็จรูปจึงเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้บริโภคที่รักสุขภาพ ซึ่งการอบแห้งเป็นกระบวนการหนึ่งที่สำคัญในการผลิตโจ๊กข้าวกล้องงอกเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพและเก็บรักษาไว้บริโภคได้ยาวนานแต่การทำแห้งก็มีหลายเทคนิคให้เลือกใช้ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงศึกษาการทำแห้งโจ๊กข้าวกล้องงอกด้วยเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้ง เพราะใช้เพื่อการทำแห้งอาหารที่มีลักษณะเป็นของเหลวข้นหนืด [3] เพื่อเป็นทางเลือกหนึ่งของการทำแห้งโจ๊กข้าวกล้องงอกกึ่งสำเร็จรูป

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 เครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งหมุน

เครื่องอบแห้งที่ใช้ในการทดสอบการอบแห้งโจ๊กข้าวกล้องงอกกึ่งสำเร็จรูปเป็นเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ ลูกกลิ้งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 cm ความยาว 20 cm เครื่องอบแห้งที่ใช้แหล่งความร้อนจากไอน้ำในการทดสอบอบแห้งได้กำหนดสภาวะการอบแห้งดังนี้อุณหภูมิลูกกลิ้ง 3 ระดับคือ 100, 120 และ 140 °C ความเร็วรอบการหมุนของลูกกลิ้ง 3 ระดับคือ 0.5 และ 0.7 rpm และระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง 3 ระดับคือ 0.15, 0.20, และ 0.25 mm

ในการทดสอบอบแห้งจะใช้ตัวอย่างในการป้อนเข้าสู่เครื่องอบแห้งปริมาณ 0.25 กิโลกรัม ทำการจับเวลาเพื่อหาอัตราการป้อนโดยอัตราการป้อนหาได้จากสมการ (1) ดังนี้

$$\dot{m} = \frac{W_p}{t} \qquad \ldots (1)$$

เมื่อ $\dot{m}$ คือ อัตราการป้อน (kg/h), W_p คือน้ำหนักของโจ๊กข้าวกล้องงอกที่ป้อนเข้าเครื่องอบแห้ง (g), t คือเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง (s)

2.2 ข้าวกล้องงอก

ตัวอย่างข้าวกล้องงอกที่ใช้ในการทดลองได้จากกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านโนนกุ่ม อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งเป็นแหล่งเพราะปลูกข้าวที่มีคุณภาพโดยนำตัวอย่างข้าวกล้องงอกที่เตรียมไว้มาทำความสะอาดจากนั้นทำการบดหยาบๆ ด้วยเครื่องปั่น นำข้าวกล้องงอกที่บดไว้แล้วมาต้มกับน้ำในสัดส่วนของข้าวกล้องงอกต่อน้ำคือ 1:3, 1:4 และ 1:5 โดยน้ำหนัก หลังจากนั้นทำการต้มน้ำด้วยไฟปานกลางจนเดือดจากนั้นใส่ข้าวที่บดเตรียมไว้ลงไปเคี่ยวต่อด้วยไฟหรี่เป็นเวลา 10 นาที

2.3 การหาค่าความชื้นและปริมาณน้ำอิสระ

วัดความชื้นโจ๊กข้าวกล้องงอกตัวอย่างด้วยเครื่องอินฟาเรด Precisa XM 60 Moisture Analyzers และวัดค่าปริมาณน้ำอิสระของตัวอย่างโจ๊กข้าวกล้องงอกด้วยเครื่อง a_w AquaLab (Model CX2)

2.4 การทดสอบการคืนตัว

นำโจ๊กข้าวกล้องงอกที่ผ่านการอบแห้งมาชั่งน้ำหนักแล้วทำการเทียบสัดส่วนน้ำจากโจ๊กกึ่งสำเร็จรูปจากท้องตลาด โดยสัดส่วนที่ได้คือ น้ำ 300 g ต่อ โจ๊ก 35 g ทำการต้มน้ำสะอาดอุณหภูมิ 98 °c และเทโจ๊กข้าวกล้องงอกทำการจับเวลาสังเกตลักษณะของโจ๊ก

2.5 การหาค่าความหนืด

นำโจ๊กข้าวกล้องงอกที่ได้ไปทำการวัดค่าความหนืดด้วยเครื่องวัดความหนืดแบบ Coxial-Cylinder (Brookfiekdviscometer) โดยการวัดค่าความหนืดใช้สัดส่วนของน้ำกับข้าวกล้องงอกเป็นเกณฑ์ในการวัดการหาความหนืดของโจ๊กข้าวกล้องงอกเราสามารถคำนวณค่าความหนืดได้จากสมการต่อไปนี้

$$\tau = a\gamma^n \qquad \ldots (2)$$

$$\ln \tau = \ln a + n \ln \gamma \qquad \ldots (3)$$

เมื่อ τ คือ Apparent Viscosity (Pa)

a คือ Consistency Index (pa.s^n)

γ คือ Shear Rate (s^{-1})

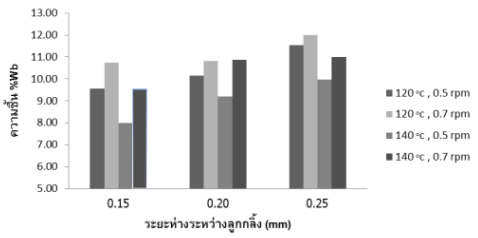
n คือ Flow Behavior

3 ผลและวิจารณ์

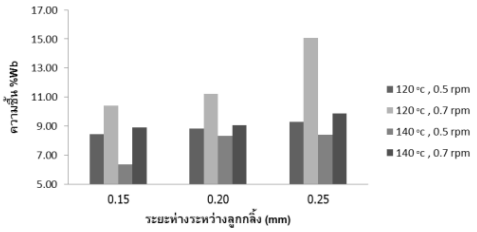
ผลจากการอบแห้งโจ๊กข้าวกล้องงอกด้วยเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งหมุนที่สภาวะต่างๆ พบว่าเมื่ออุณหภูมิในการอบแห้งสูงขึ้นความชื้นของโจ๊กข้าวกล้องงอกมีค่าลดลง โดยพบว่าที่อุณหภูมิลูกกลิ้ง 120 °C นั้นความชื้นของโจ๊กข้าวกล้องงอกลดลงต่ำสุดที่ความเร็วการหมุนของลูกกลิ้งต่ำสุด 0.5 rpm และระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งต่ำสุด 0.15 mm ที่อัตราส่วนข้าวกล้องงอกต่อน้ำ 1:3, 1:4 และ 1:5 โดยมีค่าความชื้น 9.57, 8.44 และ 10.01 %wb ปริมาณน้ำอิสระ 0.32, 0.38 และ 0.48 และเวลาในการคืนตัวของโจ๊กข้าวกล้องงอก 22.29, 11.28 และ 9.90 (s) การคืนตัวโจ๊กข้าวกล้องงอก อุณหภูมิน้ำ 98 °C ทำให้การคืนตัวของโจ๊กข้าวกล้องงอกดีขึ้นเนื่องจากการเพิ่มอุณหภูมิ ทำให้น้ำที่ใช้ในการคืนตัวโจ๊กข้าวกล้องงอกมีความหนืดลดลง ซึ่งสามารถสัมผัสกับโครงสร้างของอาหารได้เร็วขึ้น นอกจากนี้โจ๊กข้าวกล้องงอกมีพื้นที่ผิวสัมผัสต่อปริมาตรมาก จึงทำให้มีความสามารถในการดูดคืนน้ำได้มาก ซึ่งเกิดจากแรง Capillary ของน้ำกับโจ๊กข้าวกล้องงอกทำให้เกิดการดูดคืนน้ำเกิดขึ้น เมื่อพิจารณาผลกระทบของความเร็วการหมุนของลูกกลิ้ง พบว่า

เมื่อความเร็วในการหมุนของลูกกลิ้งเพิ่มสูงขึ้นความชื้นของโจ๊กข้าวกล้องงอกหลังการอบแห้งที่ได้จะมีค่าสูงตามไปด้วย ทั้งนี้เนื่องจากความเร็วรอบในการหมุนของลูกกลิ้งสูงขึ้น ระยะเวลาที่ฟิล์มของโจ๊กข้าวกล้องงอกจะสัมผัสอยู่กับลูกกลิ้งจะลดลงทำให้มีเวลาไม่พอในการลดความชื้นให้ต่ำลงได้ เมื่อพิจารณาที่ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง พบว่าเมื่อระยะห่างของลูกกลิ้งเพิ่มขึ้นความชื้นของโจ๊กข้าวกล้องงอกที่ได้หลังการอบแห้งมีค่าสูงขึ้นทั้งนี้เนื่องจากระยะห่างที่เพิ่มขึ้นของลูกกลิ้ง ทำให้ความหนาของฟิล์มโจ๊กข้าวกล้องงอกที่จับอยู่บนผิวของลูกกลิ้งมีค่ามากขึ้นทำให้การถ่ายเทความร้อนและการส่งผ่านความชื้นผ่านผิวฟิล์มทำได้ไม่ดีความชื้นจึงมีค่าสูง นอกจากนี้ที่อุณหภูมิ 120 °C ที่ทุกระดับของความเร็วรอบการหมุนและระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งยังก่อให้เกิดการจับตัวของโจ๊กข้าวกล้องงอกบนผิวลูกกลิ้งอีกด้วย

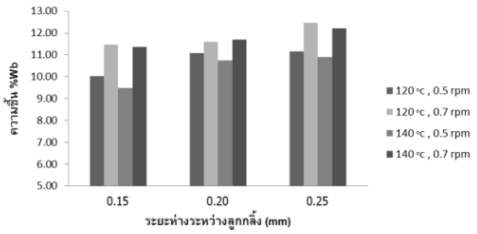
เมื่อพิจารณาที่อุณหภูมิลูกกลิ้ง 140 °C นั่นพบว่าที่ทุกระยะห่างของลูกกลิ้ง และทุกๆ ความเร็วรอบการหมุนของลูกกลิ้งนั้นสามารถทำการลดความชื้นของโจ๊กข้าวกล้องงอกได้ต่ำเพียงพอที่จะสามารถเก็บรักษาได้ โดยความชื้นเฉลี่ยของโจ๊กข้าวกล้องงอกที่อัตราส่วนข้าวกล้องงอกต่อน้ำ 1:3, 1:4 และ 1:5 คือ 7.99-10.99, 6.37-9.85 และ 9.48-12.20 %wb ปริมาณน้ำอิสระ 0.31-0.44, 0.43-0.49 และ 0.51-0.54 และเวลาในการคืนตัวของโจ๊กข้าวกล้องงอก 21.69-46.16, 8.24-10.73 และ 8.30-11.45 (s) และไม่ก่อให้เกิดปัญหาการจับตัวของโจ๊กข้าวกล้องงอกที่ตัวลูกกลิ้ง ซึ่งเมื่อทำการหาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นของโจ๊กข้าวกล้องงอกกับความเร็วรอบการหมุนของลูกกลิ้งดังแสดงใน (ดังรูปที่ 1-3) พบว่ากราฟของอุณหภูมิ 140 °C ค่าความชื้นและความเร็วรอบจะค่อนข้างใกล้เคียงกันที่ทุกระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง



รูปที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งกับความชื้นของโจ๊กข้าวกล้องงอก ที่อัตราส่วน 1:3

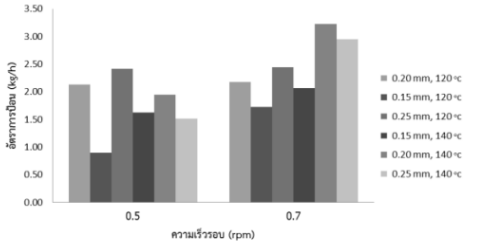


รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งกับความชื้นของโจ๊กข้าวกล้องงอก ที่อัตราส่วน 1:4

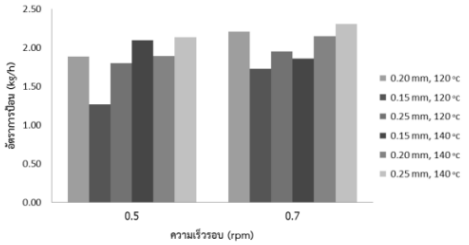


รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งกับความชื้นของโจ๊กข้าวกล้องงอก ที่อัตราส่วน 1:5

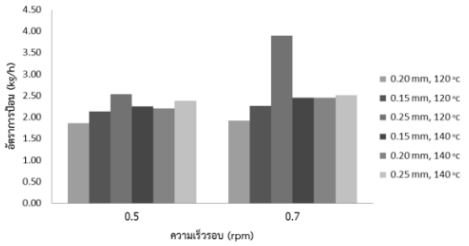
เมื่อพิจารณาความสามารถในการทำแห้งพบว่าอัตราการทำแห้งของเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งจะเกิดขึ้นที่อัตราการป้อนสูงสุดเมื่อพิจารณาจาก (ดังรูปที่ 4-6) จะเห็นว่าอัตราการป้อนโจ๊กข้าวกล้องงอกจะมีค่าเพิ่มสูงขึ้นเมื่อระยะห่างเพิ่มมากขึ้นและความเร็วรอบการหมุนของลูกกลิ้งเพิ่มมากขึ้นโดยไม่ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของผิวลูกกลิ้งดังนั้นหากต้องการให้โจ๊กข้าวกล้องงอกแห้งพร้อมทั้งได้อัตราการทำแห้งที่สูงด้วยอุณหภูมิการอบแห้ง 120 °C ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง 0.25 mm และความเร็วรอบการหมุนของลูกกลิ้งคือ 0.7 rpm ที่อัตราส่วนข้าวกล้องงอกต่อน้ำ 1:3, 1:4 และ 1:5



รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบกับอัตราการป้อน ที่อัตราส่วน 1:3



รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบกับอัตราการป้อน ที่อัตราส่วน 1:4



รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบกับอัตราการป้อน ที่อัตราส่วน 1:5

ผลการหาค่าความหนืดของโจ๊กข้าวกล้องงอกที่อัตราส่วน 1:5 อุณหภูมิ 120 °C ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง 0.25 mm ความเร็วของลูกกลิ้ง 0.70 rpm พบว่าค่า n=0.49 แสดงว่าการไหลของโจ๊กข้าวกล้องงอกเป็นการไหลแบบซูโดพลาสติก อยู่ในช่วง 0<n<1

4 สรุป

จากการศึกษาการอบแห้งโจ๊กข้าวกล้องงอกกึ่งสำเร็จรูปด้วยเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้ง ทั้ง 3 อัตราส่วน พบว่ากสภาวะการอบแห้งที่ให้อัตราการอบแห้งสูงสุดที่อัตราส่วน 1:5 อุณหภูมิ 120 °C ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง 0.25 mm ความเร็วของลูกกลิ้ง 0.70 rpm มีความชื้นน้อยสุดอยู่ที่ 12.46 %wb และใช้เวลาในการคืนตัวน้อยสุดอยู่ที่ 14.68 s ปริมาณน้ำอิสระ 0.56 เมื่อเปอร์เซ็นต์ความชื้นน้อย ค่าปริมาณน้ำอิสระจะน้อยตามไปด้วย ค่าปริมาณน้ำอิสระเป็นปัจจัยที่สำคัญในการควบคุมและป้องกันการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์อาหารมีผลโดยตรงต่อการกำหนดอายุการเก็บผลิตภัณฑ์โจ๊กอบแห้งที่ได้สามารถคืนตัวได้ดีในเวลาอันสั้น โดยมีลักษณะการไหลแบบซูโดพลาสติก (0<n<1)

5 เอกสารอ้างอิง

[1] มกษ. 4003-2555. 2555. ข้าวกล้องงอก. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 16น.

[2] สุภาณี จงดี, กฤษณา สุดทะสาร, รานี เคนเหลื่อม. 2551. โจ๊กกึ่งสำเร็จรูปจากข้าวกล้องงอก. การประชุมวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาว ประจำปี 2551, 385-397. ชลบุรี. 8-10 เมษายน 2551

[3] ผศ.ดร พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ ศ.ดร. นิริยา รัตนาปนนท์ (2553). Drum Drier เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา http://http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0659/drum-drier-เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง, เข้าดูเมื่อวันที่ 15/03/2556.