



วารสารวิศวกรรมศาสตร์และนวัตกรรม Journal of Engineering and Innovation

บทความวิจัย

ผลของลักษณะใบมีดต่อการขึ้นรูปข้าวผสมแป้งบุก

Effect of cutting blade geometry on fabrication of rice mixed with konjac flour

ปิ่นมณี บัวศรี^{1*} ละมุล วิเศษ² ณัฐพล ภูมิสะอาด³

¹ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150

² หน่วยปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวและเครื่องจักรกลเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150

³ หน่วยปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีการอบแห้ง คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150

Pinmanee Buasri^{1*} Lamul Wiset² Nattapol Poomsa-ad³

¹ Faculty of Engineering, Maha Sarakham University Kantharawichai Maha Sarakham 44150

² Postharvest Technology and Agricultural Machinery Research Unit, Faculty of Engineering, Maha Sarakham University Kantharawichai Maha Sarakham 44150

³ Drying Technology Research Unit, Faculty of Engineering, Maha Sarakham University Kantharawichai Maha Sarakham 44150

* Corresponding author.

E-mail: pinmaneebuasri@gmail.com; Telephone: 0 98096 2129

วันที่รับบทความ 2 มีนาคม 2565; วันที่แก้ไขบทความ ครั้งที่ 1 24 พฤษภาคม 2565; วันที่ตอบรับบทความ 13 มิถุนายน 2565

บทคัดย่อ

ใบมีดตัดเป็นส่วนที่สำคัญในการตัดท่อนแป้งข้าวผสมแป้งบุก ใบมีดตัดที่เหมาะสมต้องสามารถขึ้นรูปข้าวที่มีรูปทรงเป็นเม็ดสมบูรณ์ สูญเสียปริมาณเม็ดข้าวบุงน้อยที่สุดและได้ปริมาณเม็ดข้าวบุงสูง การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบลักษณะใบมีดที่มีความเหมาะสมต่อการขึ้นรูปข้าวผสมแป้งบุก โดยออกแบบลักษณะใบมีดตัด 3 รูปแบบ ได้แก่ ใบมีดตัดโค้งหน้า ใบมีดตัดโค้งหลัง และใบมีดตัดตรง จากนั้นศึกษามุมของใบมีดตัด โดยศึกษามุมของคมตัดที่ 30 45 และ 60 องศา และศึกษาความเร็วรอบของใบมีดตัด 4 ระดับ คือ 135, 145, 155 และ 165 รอบ/นาที พบว่าใบมีดตัดโค้งหลังสามารถตัดท่อนแป้งได้ปริมาณเม็ดข้าวบุงที่มีรูปทรงข้าวเม็ดสมบูรณ์มากที่สุด ที่มุมของคมตัด 30 องศาสามารถตัดท่อนแป้งได้ปริมาณเม็ดข้าวบุงที่มีรูปทรงข้าวเม็ดสมบูรณ์มากที่สุด คือ 1,525 เม็ด/นาที แต่ที่ความเร็วรอบของใบมีด 145 รอบ/นาที สามารถตัดท่อนแป้งได้ปริมาณเม็ดข้าวบุงที่มีรูปทรงข้าวเม็ดสมบูรณ์มากที่สุดอยู่ที่ 1,790 เม็ด/นาที

คำสำคัญ

ข้าวผสมแป้งบุก ขึ้นรูป ใบมีดตัด เม็ดสมบูรณ์

Abstract

Knife edge is a crucial part for cutting rice mixed with konjac flour to form perfect rice kernel shape with minimum losses and maximum yield. The objective of this study was to design the appropriate cutting blade geometry to form rice mixed with konjac flour. Three characteristics of the knife edge were studied: (1) a front curve of the knife edge, (2) a backward curve of the knife edge, and (3) a straight shape of the knife edge. The angle of the blade were studied at 30, 45, and 60 degrees. Different blade speeds were studied at 135, 145, 155 and 165 rpm. The results showed the backward curvature of the blade edge with an angle of 30 degrees can cut the flour piece to obtain the perfect shape as rice at a rate of 1,525 seed/min. On the other hands, a motor speed of 145 rpm gave the perfect shape as rice at the rate of 1,790 seed/min.

Keywords

Rice mixed with flour; fabrication; blade; perfect shape grain

1. บทนำ

การนำบุกมาใช้ประโยชน์เนื่องจากมีองค์ประกอบที่สำคัญคือ กลูโคแมนแนน (glucomannan) ซึ่งเป็นเส้นใยอาหาร (dietary fiber) ที่มีประโยชน์ทางการแพทย์ช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลระดับไขมันในเส้นเลือด บำบัดอาการท้องผูก ใช้เป็นอาหารควบคุมน้ำหนัก โดยไม่มีผลข้างเคียงต่ออวัยวะอื่น ๆ ในร่างกาย [1] และเป็นใยอาหารที่ร่างกายย่อยไม่ได้จึงไม่เกิดการย่อยที่ส่งผลให้เกิดน้ำตาลกลูโคสที่จะถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายต่อไป [2] จากสมบัติหลายประการที่กล่าวมาทำให้กลูโคแมนแนนจากบุกมีความน่าสนใจในอุตสาหกรรมอาหาร มีการนำบุกไปใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ เช่น เส้นบุกกึ่งสำเร็จรูป เยลลี่บุก [3] พิล์มเคลือบบริโกลได้จากบุก [4] เป็นต้น ซึ่งช่วยเพิ่มเส้นใยอาหารที่มีประโยชน์ในผลิตภัณฑ์แปรรูป และเป็นทางเลือกให้กับผู้บริโภค

ข้าวบุกเป็นอีกหนึ่งผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นเพื่อเป็นทางเลือกสำหรับผู้รักสุขภาพ การนำผงบุกผสมแป้งข้าวกล้อง แป้งมันสำปะหลัง และน้ำ แล้วนำมาขึ้นรูปให้มีลักษณะเหมือนเมล็ดข้าว โดยใช้เครื่องขึ้นรูปข้าว ซึ่งมีหลักการทำงานคือการอัดแป้งด้วยหลักการเอ็กซ์ทรูเดอร์ให้แป้งออกมาเป็นเส้นและถูกตัดให้เป็นท่อนด้วยใบมีดตัด และท่อนแป้งจะหล่นลงไปยังกระบวนกรริดเพื่อขึ้นรูป จากการทดลองเบื้องต้นพบว่า มีหลายปัจจัยที่ส่งผลต่อการผลิตข้าวบุก เช่น ลักษณะใบมีดตัด ความเร็วสกรูลำเลียง ความเร็วใบมีด ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ส่งผลต่อปริมาณเมล็ดข้าวบุกที่ได้ รูปทรงเมล็ดไม่สมบูรณ์และแป้งที่ไม่ผ่านการริด (แป้งที่หล่นข้างหลังชุดลูกริด) ทำให้ได้ปริมาณการผลิตข้าวบุน้อย

จากที่กล่าวมาข้างต้นจึงศึกษาผลของลักษณะใบมีดต่อการขึ้นรูปข้าวผสมแป้งบุก โดยศึกษาลักษณะใบมีดตัดและมุมของคมตัด เพื่อให้ได้ท่อนแป้งที่เหมาะสมสามารถริดออกมาามีลักษณะคล้ายเมล็ดข้าวสาร และเพื่อเพิ่มกำลังการผลิต

2. อุปกรณ์และวิธีการ**2.1 การเตรียมผลิตภัณฑ์ข้าวขึ้นรูปผสมแป้งบุก**

เตรียมผลิตภัณฑ์เพื่อขึ้นรูปเมล็ดข้าวบุก โดยมีอัตราส่วนผสมดังนี้ ผงบุก 20 % แป้งข้าวกล้อง 70 % แป้งมันสำปะหลัง 10 % และน้ำ 110 % จากนั้นปั่นส่วนผสมด้วยเครื่องนวดแป้งรุ่น B10C ด้วยความเร็วสูงนาน 30 วินาที และความเร็วต่ำต่ออีก 20 นาที ให้ส่วนผสมเข้ากันดี

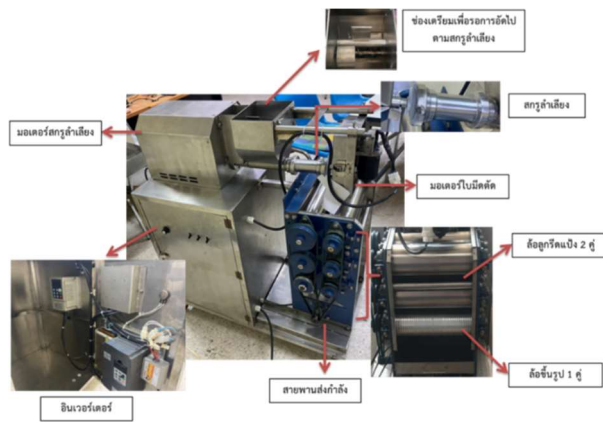
2.2 เครื่องขึ้นรูปข้าวผสมแป้งบุก

เครื่องขึ้นรูปข้าวผสมแป้งบุก ได้ออกแบบและสร้างที่สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 เครื่องขึ้นรูปข้าวผสมแป้งบุก

หลักการทำงานของเครื่องขึ้นรูปจะถูกส่งกำลังด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1/8 แรงม้า และอัดแป้งด้วยหลักการเอ็กซ์ทรูเดอร์ที่สกรูลำเลียง โดยจะผ่านการตัดท่อนด้วยใบมีดตัด และท่อนแป้งจะตกไปยังลูกริดโดยผ่านการริดแป้ง 2 คู่ และผ่านการตัดขึ้นรูป 1 คู่ การส่งกำลังของมอเตอร์ลูกริด จะขับเคลื่อนลูกริดด้วยสายพานที่ความเร็วรอบ 300 รอบ/นาที ระยะห่างของลูกริดคู่บนเท่ากับ 3 มิลลิเมตร ระยะห่างของลูกริดชุดกลางเท่ากับ 1 มิลลิเมตร และ คู่ล่างเป็นล้อขึ้นรูป โดยจะมีร่องขึ้นรูปให้ดูรูปร่างเหมือนเมล็ดข้าว ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ส่วนประกอบของเครื่องขึ้นรูปข้าวผสมแบ่งบุก

2.3 เงื่อนไขการทดลอง

การศึกษาลักษณะของลักษณะใบมีดต่อการขึ้นรูปข้าวผสมแบ่งบุก แบ่งการทดลองออกเป็น 3 การทดลอง ได้แก่

การทดลองที่ 1 ศึกษาลักษณะใบมีดตัดสำหรับตัดแบ่งผสมบุก

การทดลองที่ 2 ศึกษามุมของใบมีด

การทดลองที่ 3 ศึกษาความเร็วรอบของใบมีดตัดสำหรับตัดแบ่งผสมบุก

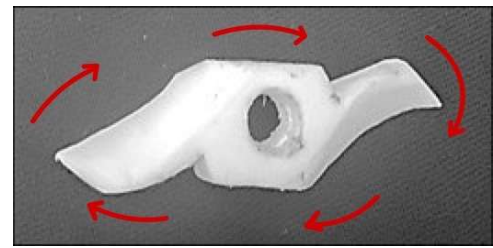
2.4 วิธีการทดลอง

การทดลองที่ 1 ศึกษาลักษณะใบมีดตัดสำหรับตัดแบ่งผสมบุก

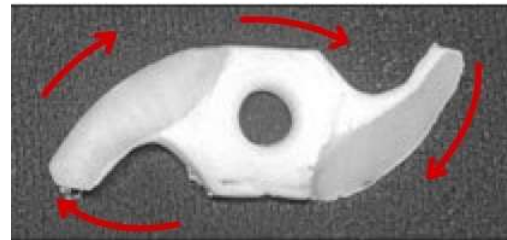
1) ออกแบบใบมีดตัดเพื่อใช้ในการตัดแบ่งผสมบุก โดยลักษณะใบมีดตัด 3 แบบ ได้แก่ ใบมีดตัดโค้งหน้า ใบมีดตัดโค้งหลัง และใบมีดตัดตรง (มุมคมตัด 30 องศา) ดังรูปที่ 3

2) ปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ใบมีดตัด 135 รอบ/นาที ความเร็วรอบของมอเตอร์ลูกรีด 300 รอบ/นาที ความเร็วรอบของมอเตอร์สกรูลำเลียง 6.63 6.97 และ 7.65 รอบ/นาที ใช้ใบมีดตัดจำนวน 3 แบบ สกรูลำเลียงอัดที่จำนวนรูของหัวตาย 6 รู ขนาดรูมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร

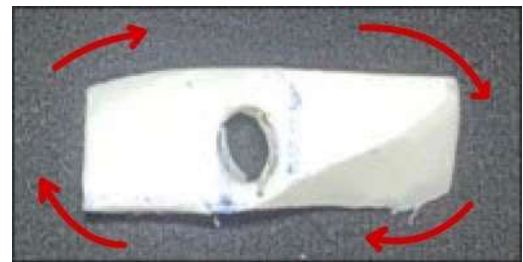
3) นำแป้งที่ผสมไว้ใส่ช่องด้านบนเพื่อรอการอัดไปตามสกรูลำเลียง โดยแป้งจะถูกอัดด้วยสกรูลำเลียงออกมาเป็นเส้นและถูกตัดด้วยใบมีด แล้วท่อนแป้งจะตกไปยังลูกรีด 2 ชุด และผ่านชุดลูกตัดคู่ที่ 3 ด้านล่าง แล้วตกลงในถาดเก็บตัวอย่าง ใช้เวลาในการผลิต 5 นาที (โดยทดลองเงื่อนไขละ 2 ชั่วโมง)



(1) ใบมีดตัดโค้งหน้า



(2) ใบมีดตัดโค้งหลัง



(3) ใบมีดตัดตรง

หมายเหตุ ลูกศรสีแดงคือทิศทางการหมุนตัดของใบมีด

รูปที่ 3 ลักษณะใบมีด (1) ใบมีดตัดโค้งหน้า (2) ใบมีดตัดโค้งหลัง (3) ใบมีดตัดตรง

4) ทำการคัดแยกและชั่งน้ำหนักแบ่งขึ้นรูป 3 ประเภท ได้แก่ (1) ข้าวที่มีรูปทรงเม็ดสมบูรณ์มีความยาว 4-7 มิลลิเมตร และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2-3 มิลลิเมตร (2) ข้าวที่มีรูปทรงเม็ดไม่สมบูรณ์มีความยาวน้อยกว่า 4 มิลลิเมตร หรือยาวมากกว่า 7 มิลลิเมตร และ (3) แป้งที่ไม่ผ่านการรีด (แป้งที่หล่นข้างหลังชุดลูกรีด)

5) พิจารณาเลือกใบมีดตัดที่ตัดท่อนแป้งและขึ้นรูปข้าวที่มีรูปทรงเป็นเม็ดสมบูรณ์ ได้ปริมาณเม็ดข้าวบุกมากที่สุดและสูญเสียน้อย

การทดลองที่ 2 ศึกษามุมของใบมีด

1) เลือกใบมีดตัดที่มีความเหมาะสมสำหรับตัดแบ่งผสมขึ้นรูปข้าวที่ดีที่สุด จากการทดลองที่ 1 ใบมีดตัดโค้งหน้า ใบมีดตัด

โค้งหลัง และใบมีดตัดตรง ศึกษาผลของคมตัด ที่ 30 45 และ 60 องศา (ทำการทดลองเหมือนการทดลองที่ 1)

2) เลือกเงื่อนไขที่ส่งผลต่อการตัดท่อนแบ่งและขึ้นรูปข้าวที่มีรูปทรงเป็นเม็ดสมบูรณ์ ได้ปริมาณเม็ดข้าวบุงมากที่สุดและสูญเสียน้อย

การทดลองที่ 3 ศึกษาความเร็วรอบของใบมีดตัดสำหรับตัดแบ่งผสมบุง

1) เลือกใบมีดตัดที่มีความเหมาะสมสำหรับตัดแบ่งผสมขึ้นรูปข้าวที่ดีที่สุด จากการทดลองที่ 2 ศึกษาความเร็วรอบของใบมีดตัด 4 ระดับ ดังนี้ 135 145 155 และ 165 รอบ/นาที และดูอัตราการเกิดการขึ้นรูปข้าวบุง (ทำการทดลองเหมือนการทดลองที่ 1)

2) เลือกระดับความเร็วรอบของมอเตอร์ใบมีดตัดที่มีความเหมาะสมสามารถตัดท่อนแบ่งและขึ้นรูปข้าวที่มีรูปทรงเป็นเม็ดสมบูรณ์ และได้ปริมาณเม็ดข้าวบุงมากที่สุด

2.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากการขึ้นรูปข้าวผสมแบ่งบุงทั้งหมดจะนำมาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (analysis of variance, ANOVA) โดยใช้โปรแกรม SPSS version 23 และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างสิ่งทดลอง โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$)

3. ผลการศึกษา

3.1 ผลการทดลองที่ 1 ศึกษาลักษณะใบมีดตัดสำหรับตัดแบ่งผสมบุง

ศึกษาลักษณะใบมีดตัดที่มีความเหมาะสมสำหรับตัดแบ่งผสมบุงขึ้นรูปข้าวของใบมีดตัดโค้งหน้า ใบมีดตัดโค้งหลัง และใบมีดตัดตรง ที่ได้แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลของลักษณะใบมีดตัดต่ออัตราการผลิต

ลักษณะใบมีดตัด	ความเร็วสกรูลำเลียง (รอบ/นาที)	น้ำหนักแบ่งทั้งหมด (กรัม)	แบ่งที่หล่นไปข้างหลัง (กรัม)	ข้าวบุงเม็ดสมบูรณ์ (กรัม)	ข้าวบุงเม็ดไม่สมบูรณ์ (กรัม)	ผลิตภัณฑ์ที่ได้ นาที/เม็ด
โค้งหน้า	63.6	7.129±2.5 ^d	.25±0.7 ^{cd}	1.118±0.6 ^c	6.11±1.9 ^{bc}	1,063.0±3.0 ^e
	6.97	8.146±3.1 ^{bc}	7.2±0.1 ^{cd}	7.133±4.2 ^b	1.13±1.1 ^{bc}	1,190.0±8.0 ^d
	7.65	3.155±1.3 ^b	9.2±0.3 ^{bcd}	7.138±6.0 ^b	6.16±4.7 ^b	1,221.0±3.5 ^c
โค้งหลัง	63.6	7.140±7.5 ^c	3.2±0.3 ^d	2.132±6.4 ^b	5.8±1.1 ^c	1,217.0±4.4 ^c
	6.97	6.178±1.5 ^a	2.3±0.3 ^{abc}	6.170±0.8 ^a	9.7±0.6 ^c	1,519.0±1.8 ^a
	7.65	1.179±2.0 ^a	7.3±0.1 ^{ab}	6.167±2.7 ^a	6.11±0.7 ^{bc}	1,475.0±3.8 ^b
ตรง	63.6	1.96±4.6 ^f	2.3±0.4 ^{abc}	6.70±1.2 ^e	5.25±3.5 ^a	615.0±0.4 ^h
	6.97	4.118±3.8 ^e	6.3±0.1 ^{ab}	1.90±5.5 ^d	2.28±1.7 ^a	766.0±9.0 ^g
	7.65	4.142±8.2 ^c	7.3±0.1 ^a	2.119±5.4 ^c	2.23±3.6 ^a	1,002.0±9.8 ^f

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันหมายความว่าค่าที่ระบุไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$)

จากตารางที่ 1 พบว่าลักษณะใบมีดตัดโค้งหน้า ใบมีดตัดโค้งหลัง และใบมีดตัดตรง ที่ความเร็วรอบของมอเตอร์สกรูลำเลียงสูงที่สุด ตัดท่อนแบ่งได้ปริมาณมากที่สุด เนื่องจากความเร็วเพิ่มขึ้นส่งผลให้อัตราการตัดท่อนแบ่งได้ปริมาณเพิ่มขึ้น [5] และเมื่อคัดแยกเม็ดข้าวบุงรูปทรงข้าวเม็ดสมบูรณ์พบว่าใบมีดตัดโค้งหลัง ที่ความเร็วรอบของมอเตอร์สกรูลำเลียง 6.97 รอบ/นาที สามารถตัดท่อนแบ่งได้ปริมาณเม็ดข้าวบุงมีรูปทรงข้าวเม็ดสมบูรณ์มากที่สุด คือ 170.6 กรัม และอัตรา

การผลิตเม็ดข้าวต่อ 1 นาที ได้ปริมาณจำนวนเม็ดข้าวบุงสูงสุดคือ 1,519 เม็ด ซึ่งมากกว่าที่ความเร็วรอบของมอเตอร์สกรูลำเลียง 7.65 รอบ/นาที อาจเกิดจากเมื่อใบมีดหมุนตัดแบ่งที่ความเร็วรอบของมอเตอร์สกรูลำเลียงเพิ่มขึ้น ทำให้ได้ท่อนแบ่งไม่ขาดและแบ่งติดกัน ส่งผลให้เมื่อขึ้นรูปจึงได้เม็ดข้าวบุงมีรูปทรงไม่สมบูรณ์

จะเห็นว่าลักษณะใบมีดตัดโค้งหลังสามารถตัดท่อนแบ่งได้ปริมาณมากที่สุด เนื่องจากรูปทรงโค้งหลังของใบมีดตัดปลาย

มิดจะเรียวยาวแหลมโค้ง พื้นที่ของส่วนที่ใช้ในการตัดจะกว้างขึ้น [6] เมื่อใบมีดหมุนตัดแบ่งจึงได้ท่อนแบ่งเรียบขาดเสมอกัน และท่อนแบ่งที่เหมาะสมตกไปยังกระบวนการรีดขึ้นรูปมีลักษณะคล้ายเมล็ดข้าว มีความยาว 4-7 มิลลิเมตร และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2-3 มิลลิเมตร มีเกณฑ์ความยาวตามมาตรฐานสินค้าข้าวไทย [7] ส่วนใบมีดตัดโค้งหน้ามีรูปทรงคมตัดลักษณะเว้าเข้าข้างในทำให้ใบมีดหมุนตัดแบ่งขาดติดกัน จึงได้ข้าวรูปทรงเม็ดสมบูรณ์น้อย และใบมีดตัดตรงมีลักษณะคมตัดตรง เมื่อใบมีดหมุนตัดแบ่งทำให้ได้ท่อนแบ่งขนาดยาวและท่อนแบ่งที่ถูกตัดกระเด็นออกด้านข้าง โดยการตัดแบ่งขึ้นรูปข้าวของลักษณะใบมีดตัดทั้ง 3 ลักษณะ จะได้ลักษณะเม็ดข้าวบุงดังรูปภาพที่ 4

3.2 ผลการทดลองที่ 2 ศึกษาคุณสมบัติของใบมีดตัดสำหรับตัดแบ่งผสมบุง

จากการทดลองที่ 1 เลือกศึกษามุมของใบมีดตัดโค้งหลังซึ่งมีความเหมาะสมสำหรับตัดแบ่งผสมบุงขึ้นรูปข้าวที่ดีที่สุดศึกษามุมของคมตัดที่ 30 45 และ 60 องศา (ทำการทดลองเหมือนการทดลองที่ 1) ดังข้อมูลที่ได้แสดงในตารางที่ 2

จากตารางที่ 2 ศึกษาคุณสมบัติของใบมีดตัดโค้งหลังที่มุม 30 45 และ 60 องศา พบว่ามุมของคมตัดที่ 30 องศา ที่ความเร็วรอบของมอเตอร์สกรูลำเลียง 6.97 รอบ/นาที สามารถตัดท่อนแบ่งได้ปริมาณเม็ดข้าวบุงมีรูปทรงข้าวเม็ดสมบูรณ์มากที่สุด คือ 170.6 กรัม และอัตราการผลิตเม็ดข้าวต่อ 1 นาที ได้ปริมาณจำนวนเม็ดข้าวบุงสูงสุด คือ 1,519 เม็ด ซึ่งมากกว่าที่ความเร็วรอบของมอเตอร์สกรูลำเลียง 7.65 รอบ/นาที สาเหตุเกิดจากใบมีดหมุนตัดแบ่งที่ความเร็วรอบของมอเตอร์สกรูลำเลียงเพิ่มขึ้น ทำให้ได้ท่อนแบ่งขนาดเล็ก ส่งผลให้เมื่อขึ้นรูปจึงได้เม็ดข้าวบุงมีรูปทรงไม่สมบูรณ์ โดยมุมเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อแรงในการตัดท่อนแบ่ง มุมของคมตัดที่ 30 องศา มีลักษณะคมตัดแหลมและมีพื้นที่ความชันหน้าตื้นน้อย [8] ทำให้ตัดท่อนแบ่งขาดและท่อนแบ่งไม่ติดกัน เมื่อขึ้นรูปได้ท่อนแบ่งมีลักษณะคล้ายเมล็ดข้าว มีความยาว 4-7 มิลลิเมตร และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2-3 มิลลิเมตร มีเกณฑ์ความยาวตามมาตรฐานสินค้าข้าวไทย [7]



(1) ลักษณะเม็ดข้าวบุงที่ใช้ใบมีดตัดโค้งหน้าตัดขึ้นรูป



(2) ลักษณะเม็ดข้าวบุงที่ใช้ใบมีดตัดโค้งหลังตัดขึ้นรูป



(ลักษณะเม็ดข้าวบุงที่ใช้ใบมีดตัดตรงตัดขึ้นรูป (3)

รูปที่ 4 ลักษณะเม็ดข้าวบุงที่ตัดด้วย (1) ลักษณะเม็ดข้าวบุงที่ใช้ใบมีดตัดโค้งหน้าตัดขึ้นรูป (2) ลักษณะเม็ดข้าวบุงที่ใช้ใบมีดตัดโค้งหลังตัดขึ้นรูป (3) ลักษณะเม็ดข้าวบุงที่ใช้ใบมีดตัดตรงตัดขึ้นรูป

ตารางที่ 2 ผลของมุมคมตัดของใบมีดโค้งหลังต่ออัตราการผลิต

มุมของคมตัด (องศา)	ความเร็วสกรูลำเลียง (รอบ/นาที)	น้ำหนักแบ่งทั้งหมด (กรัม)	แบ่งที่หล่นไปข้างหลัง (กรัม)	ข้าวบุงเม็ดสมบูรณ์ (กรัม)	ข้าวบุงเม็ดไม่สมบูรณ์ (กรัม)	ผลิตภัณฑ์ที่ได้ นาที/เม็ด
30	63.6	1.141±3.5 ^c	7.2±1.6 ^c	2.131±2.1 ^e	9.9±1.4 ^{bc}	1,285.0±7.9 ^d
	6.97	9.179±1.2 ^a	3.3±0.1 ^{ab}	3.171±3.9 ^a	6.8±0.8 ^c	1,525.0±7.6 ^a
	7.65	9.174±1.8 ^a	7.3±0.1 ^a	1.163±3.3 ^b	8.11±1.5 ^{ab}	1,436.0±3.5 ^c
45	63.6	132.7±2.2 ^d	1.9±0.1 ^d	120.5±1.3 ^f	12.2±0.9 ^{ab}	1,097.0±2.8 ^f
	6.97	152.4±2.1 ^b	2.6±0.1 ^c	138.5±3.6 ^d	13.8±1.4 ^a	1,233.0±3.7 ^e
	7.65	177.8±1.8 ^a	3.5±0.2 ^a	166.6±1.3 ^{ab}	11.2±0.5 ^{abc}	1,466.0±1.3 ^b
60	63.6	116.1±5.3 ^f	1.2±0.5 ^e	102.3±4.1 ^g	13.8±1.9 ^a	901.0±4.7 ^g
	6.97	137.6±4.9 ^{cd}	2.6±0.1 ^c	125.5±5.1 ^{ef}	12.1±0.8 ^{ab}	1,105.0±5.1 ^f
	7.65	156.3±3.0 ^b	2.9±0.2 ^{bc}	146.6±4.1 ^c	9.7±1.5 ^{bc}	1,291.0±1.4 ^d

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันหมายความว่าค่าที่ระบุไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$)

ส่วนมุมของใบมีดตัดโค้งหลังที่มุม 45 และ 60 องศา ที่ความเร็วรอบของมอเตอร์สกรูลำเลียงสูงสุดจะตัดท่อนแบ่งได้ปริมาณมากที่สุด เนื่องจากความเร็วเพิ่มขึ้นส่งผลให้อัตราการตัดท่อนแบ่งได้ปริมาณเพิ่มขึ้น [5] แต่ได้ปริมาณเม็ดข้าวบุงน้อยกว่าใบมีดตัดโค้งหลังที่มุม 30 องศา เป็นเพราะว่ามุมที่มีพื้นที่หน้าตัดกว้าง ทำให้ตัดท่อนแบ่งได้ลักษณะแบ่งขาดติดกัน ถ้ามุมมีค่าอย่างมากแรงที่ใช้ในการตัดก็จะมากขึ้น จะทำให้ท่อนแบ่งที่ถูกตัดกระเด็นออกด้านข้าง ท่อนแบ่งตกไปยังกระบวนการรีดได้น้อยไม่สม่ำเสมอ จึงได้ลักษณะเม็ดข้าวบุงรูปทรงยาวและสูญเสียมาก

3.3 ผลการทดลองที่ 3 การศึกษาความเร็วรอบของใบมีดตัดสำหรับตัดแบ่งผสมบุง

จากการทดลองที่ 2 เมื่อได้ใบมีดตัดที่มีความเหมาะสมสำหรับตัดแบ่งผสมบุงขึ้นรูปข้าวที่ดีที่สุดแล้ว ศึกษาความเร็วรอบของมอเตอร์ใบมีดตัด 4 ระดับ คือ 135, 145, 155 และ 165 รอบ/นาที ที่ความเร็วรอบของมอเตอร์สกรูลำเลียง 6.97 รอบ/นาที เพื่อดูอัตราการผลิต (ทำการทดลองเหมือนการทดลองที่ 1) ดังข้อมูลที่ได้แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลของการปรับเพิ่มความเร็วรอบของมอเตอร์ใบมีดตัดต่ออัตราการผลิต

ความเร็วรอบมอเตอร์ใบมีด (รอบ/นาที)	น้ำหนักแบ่งทั้งหมด (กรัม)	แบ่งที่หล่นไปข้างหลัง (กรัม)	ข้าวบุงเม็ดสมบูรณ์ (กรัม)	ข้าวบุงเม็ดไม่สมบูรณ์ (กรัม)	ผลิตภัณฑ์ที่ได้ เม็ด/นาที
135	179.8±1.2 ^c	3.3±0.1 ^a	171.2±0.9 ^c	8.6±0.8 ^a	1524.3±18.6 ^c
145	207.5±2.8 ^a	3.4±0.1 ^a	198.8±1.7 ^a	8.6±0.4 ^a	1,790.0±60.0 ^a
155	196.6±3.5 ^b	3.6±0.1 ^a	183.8±3.8 ^b	9.3±0.5 ^a	1,658.0±13.0 ^b
165	175.1±3.9 ^c	3.4±0.3 ^a	165.9±1.3 ^c	9.2±0.7 ^a	1,460.0±37.0 ^c

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันหมายความว่าค่าที่ระบุไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$)

จากตารางที่ 3 พบว่าเมื่อปรับเพิ่มความเร็วรอบของมอเตอร์ใบมีดตัดที่ 145 รอบ/นาที ได้ปริมาณเม็ดข้าวบุงมีรูปทรงข้าวเม็ดสมบูรณ์มากที่สุด คือ 198.8 กรัม และอัตราการผลิตเม็ดข้าวต่อ 1 นาที ได้ปริมาณจำนวนเม็ดข้าวบุงสูงสุด คือ 1,790 เม็ด เนื่องจากความเร็วรอบเพิ่มขึ้นส่งผลให้อัตราการตัดท่อนแบ่งได้ปริมาณมากขึ้น [5] และเมื่อปรับความเร็วรอบ

เพิ่มขึ้นเป็น 155 และ 165 รอบ/นาที ได้ปริมาณน้ำหนักแบ่งเพิ่มขึ้นแต่น้อยกว่าความเร็วรอบ 145 รอบ/นาที เนื่องจากความเร็วรอบที่เพิ่มทำให้โมเมนต์ของแรงในการตัดเพิ่มมากขึ้น ท่อนแบ่งที่ถูกตัดขาดติดกันและกระเด็นออกด้านข้าง จึงได้ปริมาณเม็ดแบ่งลดลง และอัตราความเร็วรอบของสกรูลำเลียง

ที่คงที่ป้อนแบ่งออกจากหัวตาย ไม่ทำให้ปริมาณแบ่งที่ถูกป้อนเพิ่มขึ้น จึงได้ปริมาณน้ำหนักแบ่งน้อย

จากผลการทดลองของลักษณะใบมีดต่อการขึ้นรูปข้าวผสมแบ่งสามารถทดลองใช้กับสูตรข้าวบุงอื่นได้ โดยการทดลองนี้จะศึกษาลักษณะใบมีดตัดและมุมของคมตัด เพื่อให้ได้ท่อนแบ่งที่เหมาะสมสามารถรีดออกมาได้ลักษณะคล้ายเมล็ดข้าวสาร และเพื่อเพิ่มกำลังการผลิต ซึ่งบุงเป็นอีกหนึ่งผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นเพื่อเป็นทางเลือกสำหรับผู้รักสุขภาพ อาจนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ข้าวต่าง ๆ เพื่อเป็นทางเลือกให้กับผู้บริโภค

4. บทสรุป

จากการศึกษาลักษณะใบมีดตัด จำนวน 3 แบบ ได้แก่ ใบมีดตัดโค้งหน้า ใบมีดตัดโค้งหลัง และใบมีดตัดตรง ต่อการผลิตปริมาณข้าวขึ้นรูปที่มีรูปทรงเป็นเม็ดสมบูรณ์ รูปทรงเม็ดไม่สมบูรณ์ และแบ่งที่ไม่ผ่านการรีด (แบ่งที่หล่นข้างหลังชุดลูกรีด) พบว่าใบมีดตัดโค้งหลังมุมของคมตัดที่ 30 องศา ความเร็วรอบของมอเตอร์ใบมีดตัดที่ 145 รอบ/นาที สามารถตัดท่อนแบ่งได้ปริมาณเม็ดข้าวที่มีรูปทรงข้าวเม็ดสมบูรณ์มากที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่สนับสนุนการนำเครื่องขึ้นรูปข้าวมาทดลองในงานวิจัยและส่งเสริมการจัดทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] ชาลีดา บรมพิชัยชาติกุล. *คู่มือการใช้ประโยชน์จากบุง*. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน); 2559.
- [2] ชัยฤกษ์ สวงนทรัพย์ากร. *วารสารพืชสวน บุกญี่ปุ่น “คอนเน็ค”*. 2530;21(2): 25-26.
- [3] ยุวดี ขุนภักดี, วรินทร์ กาวิ, รสสุคนธ์ วุทธิกุล, นพดล โพธิ์กาเหน็ด, ณรงค์ สุนทรอภีรักษ์. *เมล็ดข้าวสารที่ผสมเนื้อจากเพื่อชุมชน. วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ*. 2555; 15(3): 227-234.
- [4] จุฬพันธ์ รัตนนิล. *การผลิตฟิล์มบริโภคได้จากผงบุงผสมสารสกัด จากสมุนไพรไทยเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา*

มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ เบอร์ 4. เข้าถึงได้จาก : https://doi.nrct.go.th/ListDoi/listDetail?Resolve_Doi=10.14457/CU.the.2011.411 [เข้าถึงเมื่อ 25 กันยายน 2563].

- [5] ยงยุทธ เสี่ยงดัง, กนต์ธร ชำนิประศาสน์, พงศ์ศักดิ์ จุลยุเสน. การศึกษาตัวแปรของการออกแบบใบมีดสำหรับเครื่องกรีดยางพาราอัตโนมัติ. *การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 13 จังหวัดเชียงใหม่ 4-5 เมษายน 2555*. 2555 หน้า 100-101.
- [6] นริศรา มหาชนินวงศ์, เจริญศักดิ์ ชูชีพ, นงเยาว์ เมืองดี, ภูริวัฒน์ เพ็ชรนิคม, อนุพงษ์ สุวรรณมณี, เอกพัฒน์ ช่วยเมือง. ใบมีดกรีดยางสำหรับเครื่องกรีดยางอัตโนมัติ. *วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ*. 2559; 19(2): 23-31.
- [7] มาตรฐานสินค้าข้าวไทย. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. เข้าถึงได้จาก : www.acfs.go.th/#/ [เข้าถึงเมื่อ 25 กันยายน 2563].
- [8] ยงยุทธ เสี่ยงดัง, กนต์ธร ชำนิประศาสน์. การศึกษามุมใบมีดของเครื่องต้นแบบกรีด ยางพาราแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้า. *การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 22 มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ จังหวัดปทุมธานี 15-17 ตุลาคม 2551*. 2551 หน้า 236-239.