TPT-20

การออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดชิ้นข้าวยัดไส้ปั้นปลาทู

*ธนากร คำฟู[1] *สุรพงษ์ กาญจนเลิศชัย[1] *ณภัสนันท์ ศักดิ์เสงี่ยม[1] และ ปานมนัส ศิริสมบูรณ์[1]

1หลักสูตรวิศวกรรมเกษตร สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เลขที่ 1 ซอย ฉลองกรุง 1 แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

ติดต่อผู้เขียน: ณภัสนันท์ ศักดิ์เสงี่ยม E-mail: maecrabb_maeka@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดชิ้นข้าวยัดไส้ปั้นปลาทูซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการผลิตข้าวยัดไส้ปั้นปลาทูให้เป็นอาหารพร้อมรับประทานซึ่งสามารถหาซื้อได้ในร้านสะดวกซื้อ ได้ออกแบบให้เครื่องตัดประกอบด้วย โครงเครื่อง ชุดกระทุ้งข้าว ชุดใบมีดตัด และกระบอกนิวแมติกส์ การทำงานเครื่องใช้ระบบนิวเมติกส์และควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล การทดสอบทำโดยทดลองตัดข้าวยัดไส้ปั้นปลาทูขนาดกว้าง 190 มม. ยาว 254 มม. หนา 40 มม. ซึ่งจะได้ชิ้นย่อยจำนวน 36 ชิ้นต่อการตัด 1 ครั้ง ทำการทดลองที่ความเร็วในการตัด 5 ระดับ ได้แก่ 4, 4.5, 5, 6 และ 7 วินาทีต่อรอบ ระดับละ 5 ซ้ำ ผลการทดลองพบว่ามีความคล่องตัวมากในการทำงานตัวเปล่า และที่ความเร็วในการตัด 7 วินาทีต่อรอบให้ผลดีที่สุดโดยมีประสิทธิภาพในการตัดแล้วได้ชิ้นดีเป็น 100% ทั้งนี้ประสิทธิภาพในการตัดคำนวณจากจำนวนชิ้นที่ไม่ติดใบมีดและเป็นชิ้นที่รูปร่างดีหารด้วยจำนวนชิ้นทั้งหมด

คำสำคัญ: การออกแบบ, เครื่องตัด, ข้าวยัดไส้ปั้นปลาทู

1. บทนำ

ปัจจุบันข้าวเป็นผลผลิตทางการเกษตรของประเทศไทยที่ส่งออกมากที่สุดและเป็นธัญญาหารที่คนไทยทั่วทุกภาคต้องรับประทานกันอยู่ทุกวัน เพราะข้าวเป็นธัญญาหารที่มีประโยชน์และให้พลังงานต่อร่างกาย ซึ่งมีการค้นพบว่าข้าวเกิดขึ้นหลังจากสิ้นสุดยุคน้ำแข็ง และมีการพัฒนาสายพันธุ์ของข้าวหลากหลายพันธุ์ ทั้งข้าวเหนียวและข้าวเจ้า และในสมัยก่อนมีการค้นพบข้าวทั้งหมด 3 ขนาด คือ ข้าวเมล็ดใหญ่ (ข้าวเหนียว), ข้าวเมล็ดป้อม(ข้าวเหนียว), ข้าวเมล็ดเรียว (ข้าวเจ้า) ข้าวมีการพัฒนาการปลูกมาเรื่อยๆ จนถึงปัจจุบัน[1] และในปัจจุบันพบว่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่ปลูกข้าวมากที่สุดถึง 45 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เพาะปลูกในประเทศ [2] ส่วนใหญ่ปลูกข้าวหอมมะลิ ซึ่งเป็นข้าวที่มีคุณภาพดีที่สุดในโลก ข้าวจึงมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของคนไทยมาก ส่วนใหญ่มักนำข้าวมารับประทานกับอาหารทั่วไป ซึ่งไม่ค่อยเห็นนำมาทำเป็นอาหารทานเล่นหรือของหวาน ที่เห็นก็เป็นเพียงข้าวเหนียวที่นอกจากนำมารับประทานกับอาหารแล้วยังสามารถนำมาทำเป็นขนมหวานได้อีก

ต้นแบบเครื่องผลิตข้าวยัดไส้ปั้นปลาทู ได้มีการออกแบบสร้างและทดสอบเมื่อปีการศึกษา 2556 [3] โดยชุติมา กว้างนอก, พัชรา พานจันทร์และกริชศักดิ์ เจริญรัมย์ โดยมีส่วนประกอบคือ ชุดหยอดข้าว, ชุดอัด, ชุดหยอดปั้นปลาทู และชุดตัด ผลการทดสอบพบว่าเครื่องผลิตข้าวยัดไส้ปั้นปลาทูต้นแบบยังมีข้อบกพร่องซึ่งต้องปรับปรุงดังนี้ ชุดตัดข้าวข้าวติดใบมีดขึ้นมาขณะยก ชุดหยอดไส้ปั้นปลาทูไส้ปั้นปลาทูไม่ลงช่องที่กำหนดไว้ ข้าวมีความหนามากเกินที่กำหนด ลมที่ใช้ไม่เพียงพอต่อความต้องการในจุดต่างๆและเลือกชนิดเซ็นเซอร์ (sensor) แต่ละจุดการทำงานผิดชนิดจึงทำให้ทำงานไม่ตรงตำแหน่ง คณะผู้จัดทำโครงงานครั้งนี้จึงเล็งเห็นปัญหาและมีความตั้งใจแก้ปัญหา 2 จุดตรงชุดตัดข้าวกับเซ็นเซอร์ควบคุมตำแหน่งและเวลาในการหยุดของถาดบรรจุข้าว โดยทำให้ข้าวไม่ติดใบมีด และถาดบรรจุข้าวหยุดนิ่งตรงจุดและตรงเวลาแต่ในบทความนี้คณะผู้วิจัยได้รายงานเฉพาะการออกแบบ สร้าง และทดสอบเครื่องตัดชิ้นข้าวยัดไส้ปั้นปลาทู ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเครื่องนี้นั้น มีลักษณะเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าคล้ายกับซูชิ มีทั้งหมดสามชั้น ชั้นแรกกับชั้นที่สามเป็นข้าวหอมมะลิ ส่วนชั้นที่สองเป็นไส้ปั้นปลาทู ผลิตภัณฑ์ที่ได้เป็นอาหารสำเร็จรูป สามารถรับประทานได้ทันที

TSAE

โครงการวิจัยนี้ได้ดำเนินการศึกษา ออกแบบ สร้าง และทดสอบเครื่องตัดชิ้นข้าวยัดไส้ปั้นปลาทูเพื่อใช้ในการผลิตข้าวยัดไส้ปั้นปลาทูสำหรับผู้ประกอบการโรงงานอุตสาหกรรมโดยอาศัยหลักการทฤษฎีของระบบนิวเมติกส์ ทฤษฎีของโปรแกรมเมเบิลโลจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) ทฤษฎีของระบบเซ็นเซอร์และโปรแกรมโซลิดเวิร์ค (solids work)

2. วัสดุและวิธีการ

2.1 ตัวอย่างข้าวยัดไส้ปั้นปลาทู

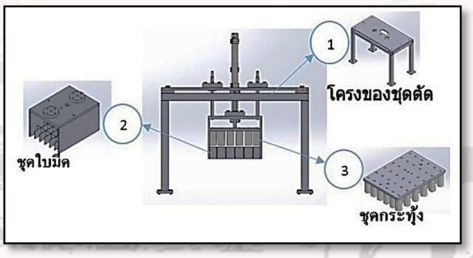
ข้าวยัดไส้ปั้นปลาทูก่อนตัดซึ่งมีลักษณะเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีขนาด 185x245x4 มม. มีทั้งหมดสามชั้น ชั้นแรกกับชั้นที่สามเป็นข้าวสวยหอมมะลิ ส่วนชั้นที่สองเป็นไส้ซึ่งทำมาจากปลาทู และน้ำพริก ซึ่งชั้นที่1กับ3ต้องผ่านการอัดโดยชุดอัดข้าวให้ข้าวเกาะตัวกัน

2.2 องค์ประกอบของเครื่องตัดชิ้นข้าว

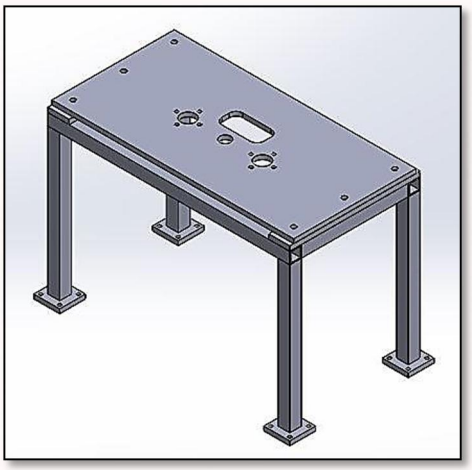
เครื่องตัดชิ้นข้าวยัดไส้ปั้นปลาทู (รูปที่1) ประกอบด้วย โครงของชุดตัด (รูปที่2) ชุดใบมีดตัด (รูปที่3) ชุดกระทุ้งข้าว (รูปที่4) และกระบอกสูบ การทำงานเครื่องใช้ระบบนิวเมติกส์และควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล

โครงของชุดตัด

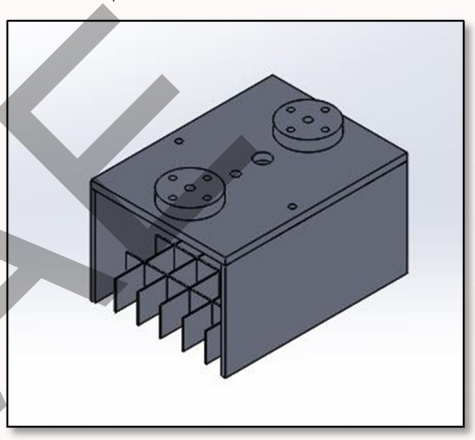
ได้ทำการออกแบบ โครงของชุดตัดให้สามารถรองรับน้ำหนักของแรงลมที่ใช้ในระบบได้ขณะที่ชุดนี้ทำงาน และตัดผลิตภัณฑ์ข้าวยัดไส้ปั้นปลาทูให้ขาดออกจากกันทุกชิ้น ดังนั้นจึงออกแบบให้โครงนี้มี 4 เสา เพื่อความสมดุลและทำงานได้โดยไม่เอนเอียงหรือส่ายไปมา ขณะที่ชุดนี้ทำงาน โครงของชุดตัดมีขนาด 277x514x364 มม. เสาทำจากเหล็กกล่องขนาด 25x25 มม. ซึ่งโครงชุดตัดใช้วัสดุที่เป็นเหล็ก เพื่อรับน้ำหนักใบมีดและตัวกระทุ้ง



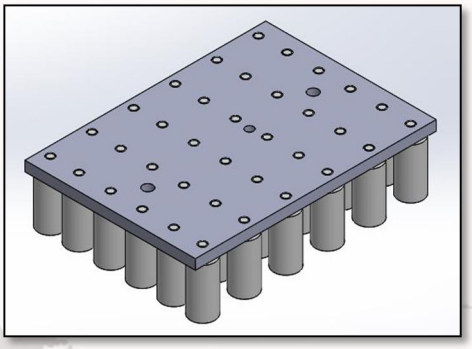
รูปที่ 1 เครื่องตัดข้าวยัดไส้ปั้นปลาทู



รูปที่ 2 โครงของชุดตัด



รูปที่ 3 ชุดใบมีด



รูปที่ 4 ชุดกระทุ้ง

ชุดใบมีดตัด

ได้ทำการออกแบบ ใบมีดตัดให้มีลักษณะเป็นช่องทั้งหมด 36 ช่อง โดยใบมีดตัดต้องมีความบางมาก เพื่อตัดผลิตภัณฑ์ข้าวยัดไส้ปั้นปลาทูให้ขาดออกจากกันทั้งหมด 36 ชิ้นและทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่เสียรูปทรง ดังนั้นจึงออกแบบใบมีดตัดใบมีดตัดให้มีทั้งหมด 36 ช่องและมีขนาดไม่มากเกินกว่าขนาดของถาดใส่ผลิตภัณฑ์ที่วางอยู่บนสายพาน ให้มีความสูงไม่เกิน 4 มม.

TSAE

ชุดกระทุ้ง

ได้ทำการออกแบบ ตัวกระทุ้งซึ่งจะใช้เป็นตัวกระทุ้งข้าว ชุดกระทุ้งมีหน้าที่ดันข้าวไม่ให้ติดใบมีดขณะทำการตัด จะช่วยให้ข้าวหลุดจากมีดตัดและทำงานได้ ตัวกระทุ้งนี้จะถูกเชื่อมติดไว้กับแผ่นกระทุ้งซึ่งแผ่นกระทุ้งมีขนาด180x260x9 มม.และตัวกระทุ้งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 24 มม. สูง 50 มม.วัสดุที่ใช้ทำตัวกระทุ้งคือ*ซุปเปอร์ลีน*(Superlene)

กระบอกสูบ

ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานลมอัดให้เป็นพลังงานกล ซึ่งก้านกระบอกสูบจะมีทิศทางการเคลื่อนที่ขึ้นลง

การควบคุมระบบด้วยโปรแกรม เมเบิลลอจิกคอนโทรล

ในการทำให้ชุดอัดและตัดชิ้นข้าว และอุปกรณ์ต่างๆ ทำงานได้โดยอัตโนมัติ จึงต้องมีการเขียนโปรแกรมเพื่อใช้คำสั่ง สั่งให้ชุดและอุปกรณ์ต่างๆ ทำงานโดยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล โปรแกรมที่ใช้เขียนคือ โปรแกรม GX developer ระบบ Programmable Logic Controller (PLC) (FX2N-48MR, Mitsubishi, Japan) ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ 85-264 โวลท์ 50/60 เฮิรตซ์ ภาคอินพุท 31 ช่อง ภาคเอาท์พุท 17 ช่อง ใช้ควบคุมการทำงานของเครื่องผลิตข้าวยัดไส้ปั่นปลาทู

การทำงานของระบบนิวแมติกส์

การควบคุมการทำงานของเครื่องถือเป็นสิ่งที่สำคัญในการทำงานเป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นเครื่องมือควบคุมการการทำงานในแต่ละส่วนการทำงาน ให้มีประสิทธิภาพแม่นยำ ผลลัพธ์ที่ได้เป็นไปตามที่คาดหวัง ซึ่งอุปกรณ์ในการควบคุมเครื่องผลิตข้าวยัดไส้ปั่นปลาทู

2.3 การทำงานของเครื่องตัดข้าวยัดไส้ปั่นปลาทู 1 รอบ

ในเบื้องต้นก่อนที่เครื่องตัดข้าวยัดไส้ปั่นปลาทูจะเริ่มทำงาน ผู้ปฏิบัติการจะต้องเปิดวาล์วถังลมเพื่อให้ลมไหลเข้าระบบและเปิดสวิทช์วงจรไฟฟ้าทำให้จ่ายไฟไปยังโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล และทรานซฟอร์มเมอร์เพื่อเปลี่ยนไฟ 220 โวลท์ เป็น 24 โวลท์ แล้วจ่ายให้โซลินอยด์ ซึ่งโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลที่เขียนและบันทึกโปรแกรมไว้แล้วจะควบคุมให้เครื่องตัดข้าวยัดไส้ปั่นปลาทู ทำงานตามขั้นตอนโดยการทำงาน 1 รอบ มีลำดับดังนี้ เมื่อถาดข้าวยัดไส้ปั่นปลาทูรออยู่ใต้เครื่องตัด กระบอกสูบทำหน้าที่ดันชุดใบมีดตัดให้เคลื่อนที่ลงสุด (8 ซม.) แล้วชักกลับ ขณะเดียวกันชุดกระทุ้งมีการเคลื่อนตัวลง (5 ซม.) ดันข้าวให้หลุดออกจากใบมีด ใช้เวลา 3 วินาที แล้วชักกลับ ซึ่งได้ผลิตภัณฑ์ข้าวยัดไส้ปั่นปลาทู (รูปที่5) ทั้งหมด 36 ชิ้นในการตัด 1 ครั้ง

รูปที่ 5 ผลิตภัณฑ์ข้าวยัดไส้ปั่นปลาทู

2.4 การทดลอง

1) ทดสอบการทำงานของเครื่องตัดข้าวยัดไส้ปั่นปลาทู โดยสังเกตการเคลื่อนที่ของชุดตัดและชุดกระทุ้งขณะทำงานตัวเปล่าและขณะตัด ประเมินการทำงานของส่วนต่างๆโดยสังเกตว่าไม่มีการติดขัดและเป็นไปตามเวลาที่กำหนด ทำซ้ำ 5ซ้ำ

2) ทดสอบประสิทธิภาพในการตัดข้าวยัดไส้ปั่นปลาทู 1 รอบ ที่ความเร็วในการตัดต่างกัน 5 ระดับ ได้แก่ 4, 4.5, 5, 6 และ 7 วินาทีต่อรอบ นับจำนวนผลิตภัณฑ์ชิ้นดีและชิ้นเสีย ทำการทดสอบทั้งหมด 5 ซ้ำ คำนวณประสิทธิภาพการตัดและความผิดพลาดได้จากประสิทธิภาพการตัด (%)

$$= \frac{\text{จำนวนชิ้นที่ไม่ติดใบมีด}}{\text{จำนวนผลิตภัณฑ์ทั้งหมด}} \times 100 \quad \text{...(1)}$$

ความผิดพลาด (%)

$$= \frac{\text{จำนวนชิ้นที่ติดใบมีด}}{\text{จำนวนผลิตภัณฑ์ทั้งหมด}} \times 100 \quad \text{...(2)}$$

3. ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากผลการทดสอบการทำงานของเครื่องตัดชิ้นข้าวยัดไส้ปั่นปลาทูจากตารางที่ 1 พบว่าชุดตัดข้าวขณะทำงานตัวเปล่ามีการทำงานคล่องตัวดีมาก และขณะมีข้าวมีการทำงานโดยรวมดี ตารางที่ 2 แสดงผลการทดสอบสมรรถนะของการตัดชิ้นข้าวยัดไส้ปั่นปลาทู พบว่าเมื่อเพิ่มความเร็วทำให้ประสิทธิภาพการตัดเพิ่มขึ้น และที่ความเร็ว 7 วินาทีต่อรอบให้จำนวนเฉลี่ยของชิ้นดีเท่ากับ 36 ชิ้นจากการตัด 36 ชิ้น จำนวนเฉลี่ยของชิ้นเสีย 0 ชิ้นจาก 36 ชิ้นประสิทธิภาพในการตัดเท่ากับ 100% และความผิดพลาดในการตัดเท่ากับ 0%

TSAE

4. สรุปผลงานวิจัย

เครื่องตัดข้าวยัดไส้ปั่นปลาทูที่ออกแบบ สร้างและทดสอบสามารถทำงานได้ดีมีเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด 0% งานวิจัยพัฒนานี้หากสำเร็จจะเป็นการสนับสนุนกลุ่มอุตสาหกรรมขนาดย่อมและทำให้ข้าวยัดไส้ปั่นปลาทูซึ่งเป็นอาหารอีสานที่หาซื้อและรับประทานได้ง่ายตามร้านสะดวกซื้อ

ตารางที่ 1 ผลการทำงานของเครื่องตัดชิ้นข้าวยัดไส้ปั่นปลาทู

	ครั้งที่ (ซ้ำ)	การทำงาน		เหตุผล
		ผ่าน	ไม่ผ่าน	
ชุดตัดข้าว(ไม่มีการป้อนข้าว)	1-5	✓		การทำงานมีสภาพคล่องตัว กระบอกสูบเคลื่อนที่ได้ดี
ชุดตัดข้าว(มีการป้อนข้าว)	1,2,3,4,5	✓		ข้าวติดใบมีดจำนวน 4,3,0,1,3 ชิ้น ตามลำดับการทำงานโดยร่วมได้ดี

ผ่าน หมายถึง การทำงานของส่วนต่างๆไม่มีการติดขัดและเป็นไปตามเวลาที่กำหนด

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบสมรรถนะของการตัดชิ้นข้าวยัดไส้ปั่นปลาทู

ความเร็วใบมีดในการตัด 1 ครั้ง (วินาที)	จำนวนชิ้นดีจาก 36 ชิ้น	จำนวนชิ้นเสียจาก 36 ชิ้น	ประสิทธิภาพการผลิต (%)	ความผิดพลาดในการตัด(%)
4	29±3	7±3	81.1±7.7	18.9±7.7
4.5	34±2	2±2	93.3±4.2	6.7±4.2
5	34±2	2±2	93.3±5.4	6.7±5.4
6	35±1	1±1	98.3±2.5	1.7±2.5
7	36±0	0±0	100	0

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ นพรัตน์ สมผิว ตำแหน่งวิศวกรซ่อมบำรุง บริษัทยูนิลีเวอร์ไทยโฮลดิ้งส์ จำกัด ให้คำปรึกษาแนะนำและช่วยแก้ปัญหาในการออกแบบและสร้างเครื่องผลิตข้าวยัดไส้ปั่นปลาทู

6. เอกสารอ้างอิง

[1] ประพาส วีระแพทย์. 2557. ประวัติศาสตร์ข้าวโลก.[Online].Available: http://www.arda.or.th/kasetinfo/rice-/rice-histories.html เข้าดูเมื่อ วันที่ 25/12/2557

[2] ประพาส วีระแพทย์. 2557. ประวัติศาสตร์ข้าวไทย. [Online].Available: http://www.arda.or.th/kasetinfo-/rice/rice-histories.html เข้าดูเมื่อ วันที่ 25/12/2557

[3] ชุติมา กว้างนอก, พัชรา พานจันทร์ และกริชศักดิ์ เจริญรัมย์. 2556. ต้นแบบเครื่องผลิตข้าวยัดไส้ปั่นปลาทู. ปริญญานิพนธ์ในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

TSAE