



INARCRU III
 ราชภัฏวิจัย ครั้งที่ 3

รวมบทความวิจัย (Proceeding) เล่ม 2 ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ

“ราชภัฏวิจัย ครั้งที่ 3”

“สหวิทยาการ ฐานวิจัย และนวัตกรรมอุดมศึกษาเพื่อการพัฒนาท้องถิ่นไทยก้าวไกลสู่อาเซียน”

(International Academic & Research Conference of Rajabhat University : INARCRU III)

วันที่ 20 - 22 พฤษภาคม 2558

ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.)

มหาวิทยาลัยราชภัฏ 40 แห่งทั่วประเทศ

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

เครือข่ายวิจัยสถาบันอุดมศึกษา ภาคใต้ตอนบน

สารบัญภาคบรรยาย

หน้า

1	เส้นเทียบมาตรฐานสำหรับการลดกรดไขมันอิสระในน้ำมันพืชด้วยกระบวนการเอสเทอร์ฟิเคชัน สุรัชย์ จันทร์ศรี	1-8
2	ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ของสารสกัดน้ำหมักเมี่ยง อัฉริยา ชมเชย	9-15
3	ความหลากหลายของนกเมืองปากของ แขวงจำปาสัก สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว พงศ์ศรัณย์ จันทร์ขุม	16-24
4	ชนิดและจำนวนยุงในพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดโรคไข้เลือดออกใน จังหวัดนครศรีธรรมราช ศุภวรรณ พรหมเพรา	25-36
5	การเลี้ยงปูแสมไข่นอกกระดองด้วยใบแสมทะเลสดและใบหมักชีวภาพ สุริยะ จันทรแก้ว	37-46
6	การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ประโยชน์ที่ดินกับสมดุลน้ำ ในพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดด้วยแบบจำลอง SWAT ปวิวิช สาระพิน	47-59
7	การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและจำแนกสัดส่วนแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM10) ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ อนุวัฒน์ แสงอ่อน	60-67
8	การเปรียบเทียบการพยากรณ์ กรณีศึกษาบริษัท ยัมเรสเทอร์มอสต์เนชั่นแนล (ไทยแลนด์) สุกฤษฎี เพชรสวัสดิ์	68-74
9	ผลของสารพอลิเมอร์ชีวภาพต่อการเจริญเติบโตของดาหลาในหลอดทดลอง อรุณี ม่วงแก้วงาม	75-79
10	การพัฒนาขนมเปียะเพื่อสุขภาพและยืดอายุการเก็บรักษา ดวงพร ภูผะกา	80-90
11	ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านสุขภาพกับการปฏิบัติกิจวัตรประจำวันของผู้สูงอายุ ศุภมาตร์ อิศระพันธุ์	91-103
12	การออกแบบและสร้างเครื่องบินเนื้อมะขามแก้ว วิทยา หนูช่างสิงห์	104-110
13	ต้นแบบหุ่นยนต์ทรงตัวบนลูกบอล กิตติศักดิ์ แสนประสิทธิ์	111-117
14	สมบัติทางเทคนิคของเนื้อดินเซรามิกที่ใช้แกรนิตเหลือทิ้งจากการแปรรูปเป็นวัตถุดิบ ภควดี ศิริหล้า	118-126
15	ประสิทธิภาพการหล่อของชุดอุปกรณ์หล่อดินแรงดันต่ำ ไพโรจน์ บุตรเพ็ง	127-133
16	การพัฒนาความรู้ทางเซรามิกส์สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ด้วยกิจกรรมอบรมเชิงปฏิบัติการหนึ่งวัน ณัฐวุฒิ อริยะจินโด	134-140

การออกแบบและสร้างเครื่องปั้นนึ่งมะขามแก้ว

Design and Construction of the Makhamkaew Molding Machine

วิทยา หนูช่างสิงห์*

นรุตว์ รัตนวิทย์ *

ธนภัทร มะณีแสง*

บทคัดย่อ

งานวิจัยชิ้นนี้เพื่อสร้างเครื่องปั้นนึ่งมะขามแก้วสำหรับวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม และทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร วัตถุประสงค์เพื่อนำมะขามที่ทำเป็นแผ่นแล้วนำมาปั้นให้เป็นเม็ด ก่อนทำการบรรจุเพื่อส่งจำหน่าย ซึ่งมะขามแก้วที่ได้จากกระบวนการทำงานจะสะอาด และใช้เวลาการทำงานน้อยกว่าเมื่อเทียบกับการใช้แรงงานคนในการปั้น จากการทดลองข้างต้นพบว่า ใช้เวลาเพียง 5 นาที ต่อการปั้นนึ่งมะขามแก้ว 1 กิโลกรัม ซึ่งเร็วกว่าใช้แรงงานคนถึง 7 เท่า แต่มะขามแก้วที่จะได้จะมีลักษณะเป็นทรง 4 เหลี่ยม ซึ่งต่างจากท้องตลาดที่มีลักษณะเป็นทรงกลม

คำสำคัญ: การแปรรูปมะขาม มะขามแก้ว เครื่องปั้นมะขามแก้ว

*มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.

ABSTRACT

The objectives of Research were to design of the Makhamkaew molding machine for small and medium enterprises factors that affect their operations. The purpose to Makhamkaew molding before tamarinds processing packaging and sell which tamarinds from processed to clean and quickly than peeling with workers. From the experimental was a found use time 5 minute per kilogram which quickly is 7 time a work as workers. but products is four-sided shape differ from markets.

Keywords: processed products of tamarind, makhamkaew, makhamkaew molding machine

บทนำ

มะขามหวาน เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของจังหวัดเพชรบูรณ์ ซึ่งความหวานของมะขามทำให้มะขามของจังหวัดเพชรบูรณ์มีชื่อเสียงอย่างมาก จึงมีผู้เรียกเมืองเพชรบูรณ์อีกชื่อหนึ่งว่าเมืองมะขามหวาน เกษตรกรในจังหวัดเพชรบูรณ์จึงนิยมปลูกมะขามเพื่อสร้างรายได้ให้แก่ประชากรในจังหวัดเพชรบูรณ์เป็นจำนวนมาก มะขามหวานพันธุ์ที่มีชื่อเสียงได้แก่ พันธุ์สีทอง พันธุ์ศรีชมพู พันธุ์ขันตี พันธุ์ประกายทอง พันธุ์อินทผลัม พันธุ์หมื่นจง ฯลฯ นอกจากมะขามหวานแล้ว เกษตรกรได้ปลูกมะขามที่รสเปรี้ยว ซึ่งเป็นผลไม้ที่สามารถสร้างประโยชน์ได้อย่างหลากหลายมากกว่ามะขามหวาน ทำให้ไม่กี่ปีกที่ผ่านมาแค่ในจังหวัดเพชรบูรณ์มีการปลูกมะขามเปรี้ยวเพิ่มขึ้น เนื่องจากนิยมนำมาแปรรูป เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างและมีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น โดยเกษตรกรจะนำมะขามที่มีรสเปรี้ยว และมะขามพันธุ์ที่มีรสอมเปรี้ยวอมหวาน มาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น มะขามเปียก มะขามแก้ว มะขามกวน มะขามเชื่อม มะขามดอง มะขามคลุก เป็นต้น ในงานวิจัยคณะผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างเครื่องปั้นมะขามแก้ว ซึ่งหนึ่งในผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมมากที่สุดของผู้บริโภค ซึ่งเพื่อช่วยเพิ่มความเร็วในการผลิต โดยลดขั้นตอนการผลิต ลดต้นทุนในการผลิต เพิ่มความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน และที่สำคัญที่สุดคือทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้สะอาดถูกหลักอนามัย ในบทความชิ้นนี้ได้มีแบ่งการอธิบายออกเป็น 6 หัวข้อ โดยในหัวข้อที่ 2 จะเป็นการทบทวนวรรณกรรมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและสร้างเครื่องปั้นมะขามแก้ว ส่วนในหัวข้อที่ 3 จะกล่าวถึงวัตถุประสงค์ของการทำวิจัย

สำหรับการออกแบบ หลักการทำงานและวิธีการดำเนินงานของเครื่องปั้นเนื้อมะขามแก้วจะอยู่ในหัวข้อที่ 4 ผลการดำเนินงาน การอภิปรายผลจะอยู่ในหัวข้อที่ 5 และจะกล่าวถึงผลสรุปแนวทางในการพัฒนาในหัวข้อที่ 6 และหัวข้อสุดท้ายตามลำดับ

ทบทวนวรรณกรรม

มะขามเปรี้ยวเป็นผลไม้ที่สามารถสร้างประโยชน์ได้อย่างหลากหลายมากกว่ามะขามหวาน อีกทั้งยังปลูกได้และสามารถดูแลรักษาได้ง่าย ทำให้ไม่กี่ปีที่ผ่านมาแค่ในจังหวัดเพชรบูรณ์มีการปลูกมะขามเปรี้ยวเพิ่มขึ้นมากขึ้นเป็น 12,560 ไร่ (ข้อมูลจากสำนักงานเกษตรจังหวัดเพชรบูรณ์, 2553) ในปี 2554 ที่ผ่านมาราคามะขามเปรี้ยวแพงมาก โดยเฉพาะมะขามที่ถูกนำมาแปรรูปเป็นมะขามเปียกแบบแกะเปลือก ราคาจากสวนกิโลกกรัมละ 150 บาท เนื่องจากเป็นที่นิยมของผู้บริโภคและสามารถทำประโยชน์ได้อย่างหลากหลายกว่ามะขามหวาน ในงานวิจัยของ (เทพ และ จินตนา, 2555) ผู้วิจัยได้จุดเด่นจุดด้อย ของพันธุ์มะขามเปรี้ยวที่เกษตรกรนิยมปลูกในจังหวัดเพชรบูรณ์ รวมถึงศึกษาความต้องการของผู้บริโภคและถ่ายทอดเทคนิคการขยายพันธุ์แก่ชาวบ้าน จากการสำรวจพบว่าในอำเภอหล่มเก่า จังหวัดเพชรบูรณ์มีโรงงานที่ต้องการมะขามเปรี้ยวเพื่อนำไปแปรรูปทั้งหมด 1,165 ต้น ส่วนวิธีการขยายพันธุ์ที่ได้ผลดีที่สุดคือวิธีทาบกิ่งซึ่ง ทำให้ได้ผลผลิตกว่า 90 % มะขามเปรี้ยวนิยมถูกนำมาแปรรูปได้หลากหลายผลิตภัณฑ์ ซึ่งหนึ่งในผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการส่งเสริมให้แปรรูปนั้นคือมะขามแก้วเพราะเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค ซึ่งในการกระบวนการแปรรูปมะขามผู้ผลิตใช้มือในการปั้นให้เป็นลักษณะกลมๆ ใน

งานวิจัยของ (ชริน ,2547) ได้ออกแบบกระบวนการผลิตมะขามแก้ว โดยใช้เครื่องจักร กระบวนการผลิตประกอบด้วย 2 ส่วน ส่วนแรกคือการออกแบบเครื่องกวนมะขาม แก้วควบคุมการทำงานโดยใช้วงจรโอเวอร์โวลต์เพื่อตัดกระแสของมอเตอร์ส่งกำลังให้สัมพันธ์กับความหนืดของมะขามแก้ว เมื่อมะขามสุกและตัดกระแสไฟฟ้าที่ส่งไปโซลินอยด์วาล์วเพื่อตัดการไหลของแก๊ส ส่วนที่สอง เป็นการออกแบบเครื่องอัดเม็ดมะขามแก้วโดยใช้ชุดสกรูอัดมะขามออกมาเป็นแท่งและคลุกกับน้ำตาลในถาดคลุก จากการทดลองพบว่ากระบวนการผลิตดังกล่าวสามารถนำไปใช้งานได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

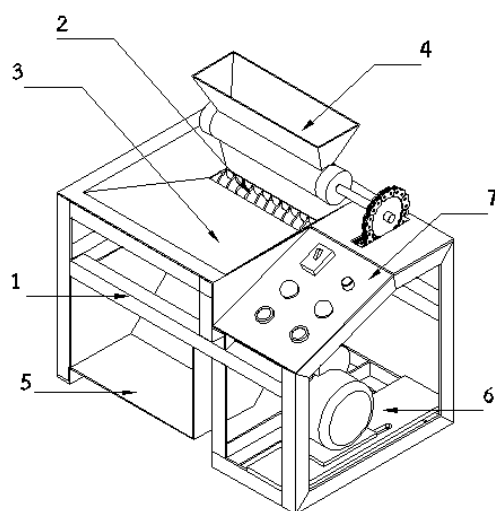
1. เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องปั่นเนื้อมะขามแก้วสำหรับวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม
2. เพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องปั่นเนื้อมะขามแก้ว

วิธีดำเนินการวิจัย

หัวข้อนี้จะกล่าวถึง ส่วนประกอบที่สำคัญสำหรับการใช้ในการดำเนินงานวิจัย ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ ระบบการทำงานของเครื่องปั่นมะขาม การทดสอบ และการวิเคราะห์เครื่องจักร

1. ระบบการทำงานของเครื่องปั่นมะขาม

คณะผู้วิจัยได้คำนึงถึง ความสะอาดของผลิตภัณฑ์ที่ได้ ความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงาน ประสิทธิภาพการทำงานโดยรวมของเครื่องจักรและความสะดวกในการใช้งาน โดยตัวเครื่องจะใช้วัสดุที่ปลอดภัยสำหรับอุตสาหกรรมอาหาร มีฝารอบในส่วนที่จะส่งผลให้เกิดอันตรายแก่ผู้ปฏิบัติงาน เคลื่อนย้ายได้ง่ายเนื่องจากมีน้ำหนักเบา ดังที่แสดงในรูปที่ 1 ส่วนการทำงานของเครื่องจะอาศัยระบบส่งกำลังจากมอเตอร์ระบบทรอบไปยังสายพานและส่งต่อกำลังไปยังลูกกลิ้งที่ใช้สำหรับตัดเนื้อมะขามแก้ว (หมายเลข 2) ผู้ปฏิบัติงานจะควบคุมการทำงานของเครื่องโดยใช้ชุดควบคุมเครื่อง (หมายเลข 7) เมื่อเริ่มการทำงาน ผู้ปฏิบัติงานจะนำเนื้อมะขามแก้วที่มีลักษณะเป็นแผ่นสี่เหลี่ยมใส่ลงในถาดส่งมะขามแก้วเข้าเครื่อง (หมายเลข 3) จากนั้นเทน้ำตาลตามลงไปในห้องปล่อยน้ำตาล (หมายเลข 4) และเนื้อมะขามแก้วที่ผ่านการตัดแล้วจะถูกส่งออกมาทางช่องทางออกของมะขามแก้ว (หมายเลข 5) เครื่องจักรจะถูกออกแบบมาให้ 1 รอบการทำงาน ผู้ปฏิบัติงานต้องใส่มะขามลงในเครื่อง 2 ครั้งโดยครั้งแรกผู้ปฏิบัติงานจะต้องนำมะขามที่เป็นแผ่นสี่เหลี่ยม เพื่อให้เครื่องตัดเนื้อมะขามแก้วออกมาเป็นเส้นก่อน จากนั้นนำมะขามที่ได้จากการตัดในครั้งแรกใส่ลงในถาดส่งมะขามแก้วเข้าเครื่องอีกครั้ง ก็จะได้เม็ดมะขามแก้วที่มีขนาด 15 มิลลิเมตร



รูปที่ 1 ส่วนประกอบของเครื่องปั่นมะขาม



รูปที่ 2 เครื่องปั่นมะขามแก้ว

2. การทดสอบ

ในการทดสอบจะต้องควบคุมตัวแปรต่างๆ ได้แก่ เนื้อมะขามแก้วที่ใช้ในการทดสอบจะต้องมีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 32-35 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิดังกล่าวจะทำให้เนื้อมะขามไม่แข็งมากเกินไปจนทำให้ยากต่อการตัดหรือไม่ละเอียดเกินไปจนทำให้เนื้อมะขามติดเครื่อง เนื้อมะขามที่ใช้ตัดต้องมีขนาด 180 x 180 มิลลิเมตร และมีความหนา 15 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นขนาดที่คณะผู้วิจัยได้ทำการทดสอบเบื้องต้นแล้วว่าเหมาะสมสำหรับการทำงานของเครื่องจักรในงานวิจัยชิ้นนี้ ในการทดสอบผู้ปฏิบัติงานจะใส่มะขามลงในเครื่องทั้งหมด 2 ครั้งต่อ 1 รอบการทำงาน โดยครั้งแรกผู้ปฏิบัติงานจะนำมะขามที่เป็นแผ่นสี่เหลี่ยมผืนผ้าเพื่อให้เครื่องตัดเนื้อมะขามแก้วออกมาเป็นเส้นก่อน จากนั้นนำมะขามที่ได้จากการตัดในครั้งแรกใส่ลงในถาดส่งมะขามแก้ว แล้วนำเนื้อมะขามเข้าเครื่องอีกครั้ง ก็จะได้เม็ดมะขามแก้วที่มีขนาด 15 มิลลิเมตร การทดลองทั้งหมดจะทำทั้งหมด เป็นจำนวน 10 รอบการทำงาน โดยแต่ละรอบการทำงานจะใช้เนื้อมะขามแก้ว 1 กิโลกรัม และทำการบันทึกเวลาการทำงานของเครื่อง คุณภาพของเม็ดมะขามแก้วและจำนวนเม็ดมะขามแก้วที่ได้จากการทดลองในแต่ละรอบการทำงาน

3. การวิเคราะห์เครื่อง

ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร จะใช้การวิเคราะห์จากจำนวนเม็ดมะขามแก้วที่ปั่นได้ และน้ำหนักสุทธิต่อเม็ด ซึ่งจากการออกแบบ 1 กิโลกรัมควรปั่นได้ไม่ต่ำกว่า 100 เม็ด และน้ำหนักควรอยู่ที่ 10 กรัมต่อเม็ด ซึ่งผู้ทดลองจะใช้การทดลองจำนวน 10 รอบการทำงาน รอบการ

ทำงานละ 1 กิโลกรัม จากนั้นนำผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองในหัวข้อ 3.2 มาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพและปัญหาจากการทำงานของเครื่องจักร

ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

การทดสอบเครื่องจักรจะทดสอบกับผลิตภัณฑ์มะขามแก้วในสถานที่การทำงานจริงของกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรคลองศาลาพัฒนา ภายใต้ชื่อสินค้า “จตุพร” ซึ่งเป็นสินค้าโอท็อประดับ 4 ดาว ซึ่งผลลัพธ์ของการทดสอบจะแบ่งออกเป็น 3 หัวข้อ ประกอบด้วย ความเร็วในการปั่น จำนวนเม็ดของเนื้อมะขามแก้ว และน้ำหนักรวมของเนื้อมะขามแก้วต่อ 1 รอบการทำงานที่น้ำหนักไม่ถึงเกณฑ์ ซึ่งถ้าหากน้ำหนักของเนื้อมะขามที่น้ำหนักไม่ถึงเกณฑ์มีมากเท่าใด ก็จะแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพการทำงานที่ผิดพลาดของเครื่องจักรและนำไปสู่การปรับปรุงการทำงานในครั้งต่อไป

1. ความเร็วในการปั่นมะขามแก้ว

การทดสอบความเร็วในการปั่นมะขามแก้วใช้การบันทึกเวลาการทำงานในแต่ละรอบเวลา โดย 1 รอบเวลาผู้ปฏิบัติงานจะทำงาน 2 ขั้นตอน โดยขั้นตอนแรกผู้ปฏิบัติงานจะต้องนำมะขามที่เป็นแผ่นสี่เหลี่ยมเพื่อให้เครื่องตัดเนื้อมะขามแก้วออกมาเป็นเส้นก่อน จากนั้นในขั้นตอนที่ 2 ผู้ปฏิบัติงานต้องนำมะขามที่ได้จากการตัดในครั้งแรกใส่ลงในถาดส่งมะขามแก้วเข้าเครื่องอีกครั้ง เพื่อจะได้เม็ดมะขามแก้วที่มีขนาด 15 มิลลิเมตร ซึ่งการทดลองในงานวิจัยชิ้นนี้จะทำทั้งหมด 10 รอบเวลารอบเวลาละ 1 กิโลกรัม รวมทั้งสิ้นต้องใช้มะขามแก้วในการทดลองทั้งหมด 10 กิโลกรัม จากตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่าอัตราเร็วในการ

การประมูววิชาการระดับชาติและนานาชาติ “ราชภัฏวิจัย ครั้งที่ 3”

ผลิตใน 1 รอบเวลาการทำงานเฉลี่ยอยู่ที่ 4.58 นาที หรือประมาณ 5 นาที ดังนั้น 10 กิโลกรัมจะใช้เวลาประมาณ 50 นาที ซึ่งเวลาที่เครื่องทำงานได้รวดเร็วที่สุดคือ 4.32 นาที สาเหตุเนื่องจากการปฏิบัติงานในครั้งแรก เนื้อมะขามแก้วที่ออกมาจะมีลักษณะเป็นแผ่นเดียวกัน ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานสามารถนำเนื้อมะขามแก้วใส่เครื่องได้ทันทีทั้งที่เป็นแผ่นโดยไม่ต้อง

ใส่เข้าไปทีละเส้น แต่ในครั้งที่เสียเวลามากที่สุด เนื้อมะขามที่ถูกตัดในครั้งแรกออกมาเป็นเส้น ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานจึงต้องใส่เนื้อมะขามแก้วเข้าไปในเครื่องจักรทีละ 1 เส้นทำให้การทำงานทำได้ย่ำแย่ช้า แต่ก็ถือว่าเวลาการปฏิบัติการทำงานทั้ง 10 ครั้งไม่ต่างกันมากนัก

ตารางที่ 1 การทดสอบความเร็วในการปั่นมะขามแก้ว

การทดสอบความเร็วในการปั่นมะขามแก้ว			
จำนวนครั้ง	กิโลกรัม/นาที	จำนวนครั้ง	กิโลกรัม/นาที
1	4.3	6	5
2	4.5	7	4.4
3	5.1	8	5.1
4	5	9	4.4
5	5.2	10	4.3

2. จำนวนเม็ดของจำนวนมะขามแก้ว

เมื่อได้มะขามที่ผ่านการปั่นแล้ว ผู้ปฏิบัติงานจะทำการบันทึกจำนวนเม็ดมะขามแก้วที่ได้ ซึ่งในแต่ละรอบการทำงานจะได้จำนวนเม็ดมะขามแก้วไม่เท่ากันดังผลลัพธ์ในตารางแสดงจำนวนเม็ดมะขามแก้วที่ได้จากการผลิต ซึ่งจากการออกแบบเครื่องจักรให้มีร่องของใบมีด 16 ใบมีด ดังนั้น แผ่นมะขามแก้วขนาด 180 x 180 ซึ่งเป็นขนาดมาตรฐานของกลุ่มแม่บ้าน

เกษตรกรคลองศาลาพัฒนา ดังนั้นเครื่องจักรจะใช้ร่องของใบมีดจำนวน 10 ร่องเพื่อให้ได้เม็ดมะขามแก้วทั้งหมดจำนวน 100 เม็ด แต่เนื่องจากในบางครั้งมะขาม 1 แผ่นสามารถกินใบมีดได้ถึง 16 ร่อง ดังนั้นจำนวนเม็ดมะขามที่ได้จึงมากกว่า 100 เม็ด แต่เช่นกันในครั้งที่ได้ไม่ถึง 100 เม็ดเพราะว่าเนื้อมะขามถูกขยายได้ไม่เต็ม 10 ร่อง ซึ่งมักจะเป็นเนื้อที่อยู่ในส่วนขอบทำให้ได้เม็ดมะขามแก้วที่มีน้ำหนักต่ำกว่ามาตรฐาน

จำนวนเม็ดมะขามแก้วที่ได้ขนาด			
จำนวนครั้ง	จำนวนเม็ด/กิโลกรัม	จำนวนครั้ง	จำนวนเม็ด/กิโลกรัม
1	101	6	98
2	97	7	95
3	100	8	103
4	101	9	92
5	110	10	104

4.3 น้ำหนักรวมของเนื้อมะขามแก้วต่อ 1 รอบการทำงานที่น้ำหนักไม่ถึงเกณฑ์

มะขามที่น้ำหนักไม่ถึงเกณฑ์ที่มีผลมาจากเนื้อ

มะขามแก้วที่อยู่ในส่วนขอบของแผ่นมะขามซึ่งมีจำนวนไม่มากนัก ดังนั้นการบันทึกผลจะใช้น้ำหนักรวมทั้งหมดของเม็ดที่มีน้ำหนักไม่ถึงเกณฑ์แล้วนำมา

บันทึกผล ซึ่งจากรูปภาพที่ 5 พบว่าทั้งรอบการทำงาน 10 ครั้งมีเนื้อมะขามที่น้ำหนักไม่ถึงเกณฑ์ทุก 10 ครั้ง ซึ่งแต่ละครั้งจะไม่เท่ากัน แต่น้ำหนักของเนื้อมะขามที่มีน้ำหนักผ่านเกณฑ์และเนื้อของมะขามแก้วที่มีน้ำหนักไม่ผ่านเกณฑ์จะรวมกันแล้วไม่เท่ากับ 1 กิโลกรัมเนื่องจากเนื้อของมะขามแก้ว อาจจะไปติดกับ

เครื่องหรือใบมีดระหว่างการทำงาน ซึ่งจากการทดลองพบว่าจำนวนน้ำตาลมีผลต่อการทำให้เนื้อมะขามไม่ติดกับเครื่องจักร ซึ่งถ้าหากใส่น้ำตาลมากจะทำให้เนื้อมะขามที่ได้ก็จะมากตามไปด้วย แต่อย่างไรก็ตามจำนวนน้ำตาลจะส่งผลต่อความหวานของมะขามแก้วและต้นทุนในการผลิตเช่นเดียวกัน

ตารางที่ 3 น้ำหนักหนักรวมมะขามที่ไม่ได้ขนาดใน 1 รอบการทำงาน

น้ำหนักหนักรวมมะขามที่ไม่ได้ขนาดใน 1 รอบการทำงาน			
จำนวนครั้ง	น้ำหนักมะขามแก้ว (กรัม)	จำนวนครั้ง	น้ำหนักมะขามแก้ว (กรัม)
1	73	6	137
2	120	7	158
3	50	8	55
4	65	9	218
5	10	10	20

สรุป

ในงานวิจัยคณะผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างเครื่องปั่นมะขามแก้ว ซึ่งหนึ่งในผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมมากที่สุดของผู้บริโภค เพื่อช่วยเพิ่มความเร็วในการผลิต โดยลดขั้นตอนการผลิต ลดต้นทุนในการผลิต เพิ่มความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน และที่สำคัญที่สุดคือทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้สะอาดถูกหลักอนามัย ซึ่งการทดลองจะถูกแบ่งออกเป็น 3 หัวข้อประกอบด้วย ความเร็วในการปั่น จำนวนเม็ดของเนื้อมะขามแก้ว และน้ำหนักรวมของเนื้อมะขามแก้วต่อ 1 รอบการทำงานที่น้ำหนักไม่ถึงเกณฑ์ จากการทดลองการทำงานของเครื่องจักรพบว่าความเร็วในการปั่นเนื้อมะขามทั้ง 10 ครั้งจะมีความใกล้เคียงกัน แต่จำนวนเม็ดมะขามแก้วที่ได้จะมีจำนวนที่ต่างกันอยู่บ้างแต่ไม่มากนัก ซึ่งมีความสอดคล้องกับน้ำหนักรวมของเม็ดมะขามแก้วที่มีน้ำหนักไม่ผ่านเกณฑ์ที่มักจะพบ ณ บริเวณขอบของแผ่นมะขามที่ใส่เข้าไปในเครื่องจักร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเร็วในการใส่แผ่นมะขามแก้วเข้าไปในเครื่อง ซึ่งคณะผู้วิจัยไม่ได้ทำแม่พิมพ์เพื่อให้เนื้อ

มะขามมีแผ่นเท่ากันตลอดกระบวนการทดลอง จึงส่งผลต่อผลิตภัณฑ์ที่ได้ อีกหนึ่งปัจจัยที่สำคัญคือจำนวนน้ำตาลที่จะไม่ทำให้เนื้อมะขามไปติดเครื่อง ยิ่งใส่น้ำตาลมากเนื้อมะขามก็จะไม่ติดกับเครื่องแต่ จะส่งผลต่อความหวานต่อมะขามแก้วและต้นทุนในการผลิต

ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากความเร็วของเครื่องจักรส่งผลต่อชั่วโมงการทำงานซึ่งเป็นเรื่องที่สำคัญ ดังนั้นถ้าสามารถออกแบบการทำให้ให้ 1 รอบการทำงานผู้ปฏิบัติงานใส่เนื้อมะขามเพียง 1 ครั้งจะทำให้เวลาในการปฏิบัติงานโดยรวมลดลง
2. เม็ดมะขามแก้วที่ได้ออกมานั้นมีลักษณะเป็นเม็ดสี่เหลี่ยม และเนื่องจากงานวิจัยชิ้นนี้ได้ทดสอบกับผลิตภัณฑ์ของกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรคลองศาลาพัฒนา ซึ่งทางกลุ่มแม่บ้านอยากได้เม็ดมะขามที่มีลักษณะเป็นทรงกลม ดังนั้นการปรับปรุงในครั้งต่อไปควรออกแบบเครื่องที่ทำให้สามารถออกแบบผลิตภัณฑ์

ที่มีลักษณะเป็นทรงกลมเพื่อให้ตรงกับความต้องการของผู้บริโภค

3. เนื่องจากการใส่เนื้อมะขามไม่ได้มาตรฐาน ดังนั้นจำนวนเม็ดมะขามที่ได้จึงไม่เท่ากัน ดังนั้น ควร

สร้างแม่พิมพ์เพื่อให้ได้แผ่นมะขามที่มีขนาดตามที่ต้องการ รวมถึงความหาปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสมเพื่อให้เนื้อมะขามติดกับเครื่องจักรในระหว่างการผลิต

เอกสารอ้างอิง

วริทธิ์ อิงภากรณ์, การออกแบบเครื่องจักรกล 1, ครั้งที่ 3, พศ. 2536, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

วริทธิ์ อิงภากรณ์, การออกแบบเครื่องจักรกล 2, ครั้งที่ 2, พศ. 2535, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

เทพ เพี้ยมะลิ่ง และ จินตนา สนามชัยสกุล (2555). รายงานวิจัยการศึกษาความต้องการมะขามเปรี้ยวเพื่อการแปรรูปและการพัฒนาเทคนิควิธีการ ต่อยอดที่มีประสิทธิภาพโดยการมีส่วนร่วม ของกลุ่มเกษตรกรบ้านเหมืองแบ่งและบ้านขึ้นาค ตำบลวังบาล อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดเพชรบูรณ์: คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ชริน สังข์เกษม (2547). เครื่องผลิตมะขามแก้วอัตโนมัติโดยควบคุมการตัดกระแสดของมอเตอร์เพื่อใช้ในกระบวนการแปรรูปอาหาร. การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 18, ขอนแก่น, ประเทศไทย, 18-20 ตุลาคม 2547

ประเสริฐ สิงห์คำ วุฒิชัยพงษ์ เห็นเจริญ และ สรายุทธ ดีหมี่ (2556). สารนิพนธ์เรื่อง เครื่องปั่นเนื้อมะขามแก้ว : สาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

สำนักงานเกษตรจังหวัดเพชรบูรณ์. (2552). ข้อมูลการปลูกมะขามหวานในจังหวัดเพชรบูรณ์. เพชรบูรณ์กรมส่งเสริมการเกษตร