เครื่องสไลด์กล้วยตามแนวยาวและขวาง
Longitudinal and Horizontal-aligned Banana Slicing Machine

สิทธิบูรณ์ ศิริพรอัครชัย[1]* และ ธัญทิพย์ ศิริพรอัครชัย[2]

[1]สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จังหวัดน่าน 55000

[2]สาขาบริหารธุรกิจ คณะบริหารธุรกิจและศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จังหวัดน่าน 55000

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้จัดทำขึ้นเพื่อปรับปรุงเครื่องสไลด์กล้วยรุ่นเก่าซึ่งสไลด์ได้ในแนวยาวเพียงอย่างเดียว โดยการออกแบบ สร้าง และทดสอบ เครื่องสไลด์กล้วยรุ่นใหม่ ให้สามารถสไลด์กล้วยดิบให้เป็นแผ่นตามแนวยาวและตามแนวขวางได้ทั้งแบบแผ่นเรียบและแผ่นหยัก ปรับความหนาการสไลด์ได้ระหว่าง 1-2 มิลลิเมตร โดยเครื่องจักรรุ่นใหม่ประกอบไปด้วย แผ่นน้ำหนักกดที่ติดตั้งอยู่เหนือซองบรรจุกล้วย และซองบรรจุกล้วยสามารถบรรจุกล้วยได้ครั้งละไม่น้อยกว่า 5 ผลในแนวนอน และ 10 ผลในแนวตั้ง มีใบมีดที่ติดตั้งบนจานสไลด์ และมีถาดลำเลียงออกสอดอยู่ใต้จานสไลด์เพื่อรองรับผลผลิต ใช้มอเตอร์เกียร์เป็นต้นกำลังสำหรับขับหมุนจานสไลด์ ตัวเครื่องจักรมีความกว้าง 0.56 เมตร ยาว 0.64 เมตร และสูง 1.38 เมตร การทดสอบทำการสไลด์ที่ความหนา 1.5 มิลลิเมตร ทั้งแบบแผ่นเรียบและแผ่นหยัก ได้อัตราการสไลด์เฉลี่ย 167 กิโลกรัม/ชั่วโมง มีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย $\pm$0.02 มิลลิเมตร และมีเปอร์เซ็นต์ความหนาผิดพลาดเฉลี่ย $\pm$1.05 เครื่องจักรมีอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 0.23 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ภายใต้การนำเครื่องจักรไปใช้โดยกลุ่มชุมชนเป้าหมายที่มีต้นทุนการผลิต 4.78 ล้านบาท/ปี มีกำไรสุทธิประมาณ 5.97 ล้านบาท/ปี และมีระยะเวลาการคืนทุนประมาณ 0.82 ปี

คำสำคัญ: เครื่องสไลด์ กล้วย กล้วยฉาบ

Abstract

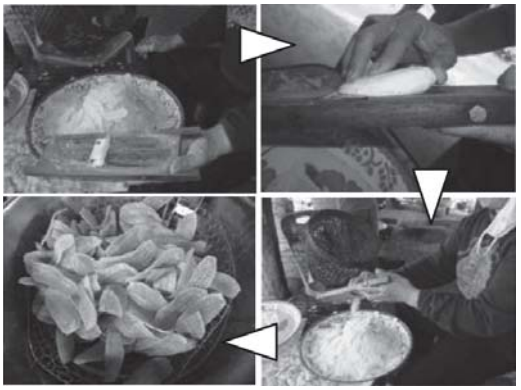
This research was developed from the old version of the banana slicing machine for slices a banana in sheet-form longitudinal axis only by designed, constructed and tested a new version of the banana slicing machine for slices a banana in sheet-form longitudinal and horizontal axis in flat-shape and curly-shape and adjustable sheet-thickness at between 1-2 mm. The new version of the machine would consist of a pressure plate over the feeding channel. The feeding channel could support for 5 fruits of a banana in the longitudinal laying and support for 10 fruits in the horizontal laying. The blade was installed on a drum and the tray was inserted under the drum for finished products. Electric gear-motor was used to drive the drum. The overall dimensions of the machine ware 0.56 m (width) x 0.64 m (Length) x 1.38 m (High). The experimental was sliced by the machine at 1.5 mm thick in flat-shape and curly-shape can be summarized; the average rate of slide was 167 kg/hr. The average tolerances of sliced was $\pm$0.02 mm, the average deviations percentage of sliced was $\pm$1.05 and the average power consumption of the machine was 0.23 kWh. The machines were used by targeted communities, with production costs of about 4.78 million baht/year will lead a net profit to 5.97 million baht/year and the payback period of about 0.82 years.

Keywords: Slicing Machine; Banana; Banana Chips

* *ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ boontisit@hotmail.com โทร. 08 1716 9072*

1. บทนำ

จังหวัดน่านมีกลุ่มชุมชนที่ผลิตสินค้า OTOP อย่างหลากหลาย และหนึ่งในสินค้าที่มีการทำกันมาก คือ กล้วยฉาบ โดยกระบวนการผลิตกล้วยฉาบที่สำคัญอันดับแรก คือ การฝานกล้วยให้เป็นแผ่นบาง ๆ ก่อนนำไปทอด ในหลายพื้นที่ของจังหวัดยังขาดแคลนเครื่องจักรกลที่จะใช้ในการฝานหรือสไลด์กล้วยให้มีกำลังการผลิตเพิ่มขึ้นตลอดจนมีรูปแบบของการฝานที่ดีตามความต้องการ จึงยังต้องอาศัยแรงงานมนุษย์ในการฝานด้วยมือควบคู่กับมีดฝานต้นทุนต่ำ ดังรูปที่ 1 ทำให้ต้องผจญกับความเสี่ยงกับอุบัติเหตุมีดบาด เนื่องจากต้องจับผลกล้วยมาถูบนมีดฝาน ซึ่งถือเป็นผลกระทบต่อสวัสดิภาพที่ยังคงเกิดขึ้นอยู่เนือง ๆ อีกทั้งยังเป็นอุปสรรคต่อการควบคุมและเพิ่มปริมาณ การผลิตให้เพียงพอแก่ความต้องการตลาดอีกด้วย (ผัสดี, 2555) ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นว่า การออกแบบและสร้างเครื่องจักรกลเพื่อใช้ในการสไลด์กล้วย โดยนำเอาหลักการและข้อดีของเครื่องสไลด์กล้วยตามแนวยาวของผล ซึ่งเป็นผลงานของ (สิทธิบูรณ์, 2555), (Siripornakarachai et al., 2012) ที่ซึ่งเหมาะแก่การสไลด์ในรูปแบบแผ่นเรียบเท่านั้นมาปรับปรุงต่อยอดให้สามารถสไลด์ได้ทั้งแบบแผ่นเรียบและแผ่นหยัก จึงจะมีความเป็นไปได้สูงที่จะขจัดปัญหาความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุในระหว่างการทำงาน ช่วยเพิ่มคุณค่าและปริมาณการผลิตให้เพียงพอแก่ความต้องการได้ อีกทั้งยังจะเป็นการควบคุมมาตรฐานการผลิตของผลิตภัณฑ์ชุมชนเป้าหมายให้ยั่งยืนได้ต่อไป



รูปที่ 1 ลักษณะของมีดฝานกล้วยและการใช้งาน โดยนำผลกล้วยมาถูบนมีดฝาน ซึ่งจะได้แผ่นกล้วยที่ฝานแล้วนำไปทอดเป็นกล้วยฉาบ

2. วิธีการศึกษา

งานวิจัยนี้เป็นการปรับปรุงต่อยอดเครื่องจักรให้มีศักยภาพในการใช้งานและแก้ปัญหาในการสไลด์กล้วยทดแทนแรงงานมนุษย์ของกลุ่มชุมชนเป้าหมายให้ได้อย่างเหมาะสม โดยมีวิธีการศึกษาตามลำดับดังนี้

2.1 สำรวจและสัมภาษณ์กลุ่มเป้าหมาย

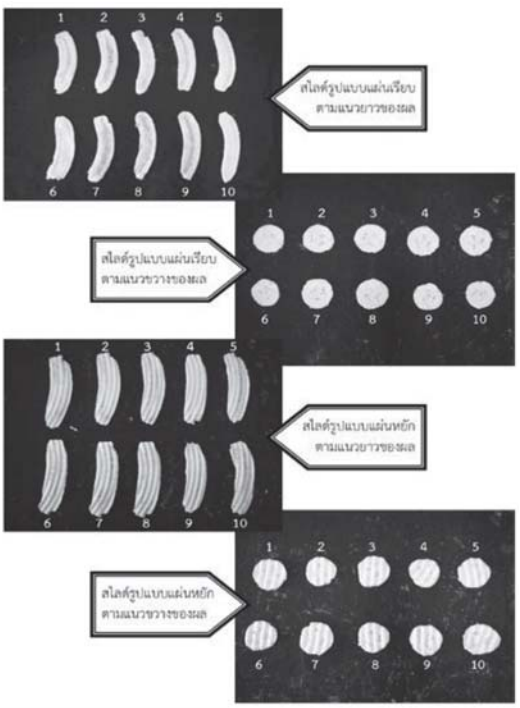
เป็นการศึกษากระบวนการผลิตกล้วยฉาบโดยเจาะจงไปที่กรรมวิธีการฝานหรือสไลด์กล้วยดิบให้เป็นแผ่นบาง ๆ ที่ซึ่งเป็นปัญหาของกลุ่มแปรรูปผลิตผลทางการเกษตรบ้านป่าเหียง เลขที่ 46 หมู่ 7 ตำบลสถาน อำเภอปัว จังหวัดน่าน โดยนำผลการศึกษามาวิเคราะห์ปรับปรุงเครื่องจักรให้มีความเหมาะสมสอดคล้องกับการทำงานของกลุ่ม ฯ และสามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างได้ผล

2.2 ออกแบบและสร้างเครื่องจักรต้นแบบ

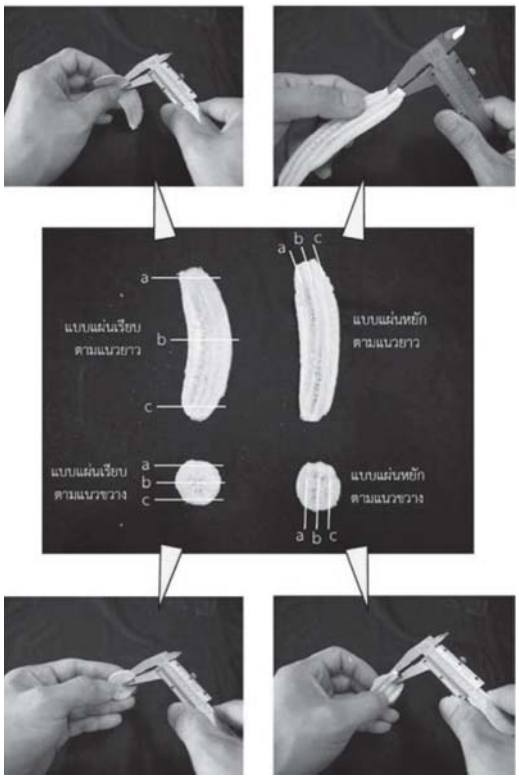
จะคำนึงถึงการใช้งานและบำรุงรักษาได้ง่าย การสไลด์ต้องมีความแม่นยำสวยงามไม่ฉีกขาด การทำงานรวดเร็ว ปลอดภัย ถูกสุขลักษณะ เครื่องจักรมีขนาดกะทัดรัด และต้นทุนในการสร้างต้องไม่สูงเพื่อให้คืนทุนได้เร็ว (Tear, 1997) มีความแข็งแรงและหาอะไหล่ได้ง่ายภายในประเทศ โดยชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องจักรที่สัมผัสโดยตรงกับกล้วยจะต้องสร้างจากวัสดุที่เหมาะสมตามหลักสุขอนามัย เช่น สเตนเลส หรือโลหะปลอดสนิม (ราณี, 2554)

2.3 การทดสอบเครื่องจักร

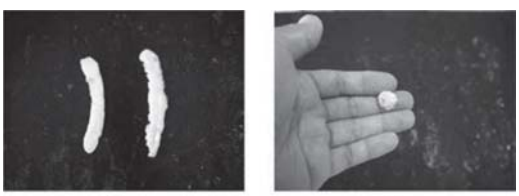
โดยการทดสอบการทำงานของเครื่องจักรหลังจากที่ได้สร้างและปรับแต่งเป็นที่เรียบร้อยแล้ว จึงทำการทดสอบเพื่อหาอัตราการผลิต คุณภาพของแผ่นกล้วยสไลด์ อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าของเครื่องจักร และความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ โดยทดสอบสไลด์กล้วยน้ำว้าดิบปอกเปลือกที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางและความยาวผลไม่เกิน 3 และ 10 เซนติเมตร ตามลำดับ ตั้งค่าความหนาการสไลด์ไว้ที่ 1.5 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นขนาดความหนาที่กลุ่มเป้าหมายต้องการ จากนั้นจึงทดสอบสไลด์ใน 4 รูปแบบ คือ แบบแผ่นเรียบตามแนวยาวของผล แบบแผ่นเรียบตามแนวขวางของผล แบบแผ่นหยักตามแนวยาวของผล และสไลด์แบบแผ่นหยักตามแนวขวางของผล และทำการทดสอบสไลด์ซ้ำรูปแบบละ 3 ครั้ง ใช้วิธีสุ่มหยิบแผ่นกล้วยสไลด์ในแต่ละครั้งมา 10 ชิ้น ดังรูปที่ 2 เพื่อนำมาตรวจวัดความหนาของแต่ละชิ้น ดังรูปที่ 3 ทั้งนี้จะต้องละเว้นการวัดค่าความหนาของแผ่นกล้วยสไลด์ชิ้นแรกและชิ้นสุดท้ายของแต่ละผล ดังรูปที่ 4 เนื่องจากการสไลด์ในชิ้นแรกนั้นเป็นเนื้อกล้วยที่มีผิวด้านหนึ่งโค้งตามสรีระ ในทำนองเดียวกันส่วนที่เป็นชิ้นสุดท้ายของผล จะเป็นส่วนของเนื้อกล้วยที่เหลืออยู่บนผิวของจานสไลด์ซึ่งไม่สามารถสไลด์ต่อไปได้ เนื่องจากสิ้นสุดระยะการกดทับของแผ่นกดกล้วย ดังนั้น การวัดค่าความหนาจะวัดเฉพาะแผ่นกล้วยสไลด์ที่ถูกใบมีดตัดเฉือนตลอดแนวทั้งสองด้านเท่านั้น พร้อมกับพิจารณาคุณภาพของแผ่นกล้วยสไลด์แต่ละชิ้นด้วย ขณะเดียวกันจะบันทึกค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องจักรโดยเชื่อมต่อเครื่องวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าไว้กับเครื่องจักรตลอดการทดสอบ เพื่อใช้คำนวณหาอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าของเครื่องจักรและความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ไว้ด้วย



รูปที่ 2 แผ่นกล้วยสไลด์ที่ทำการสุ่มหยิบเพื่อตรวจวัดความหนา



รูปที่ 3 ตำแหน่งและการตรวจวัดความหนาของแผ่นกล้วยสไลด์ในแต่ละรูปแบบ



รูปที่ 4 แผ่นกล้วยสไลด์ที่ต้องละเว้นการตรวจวัด: (a) ชิ้นแรกและชิ้นสุดท้ายของผลกรณีสไลด์ตามแนวยาว และ (b) ชิ้นสุดท้ายของผลกรณีสไลด์ตามแนวขวาง

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

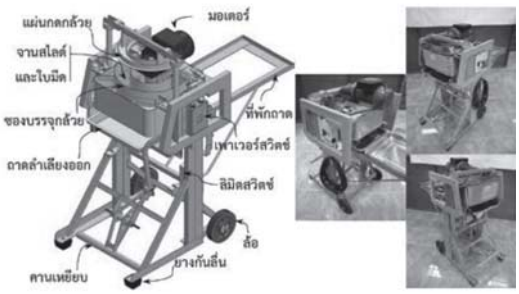
3.1 ผลสำรวจและสัมภาษณ์กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มชุมชนเป้าหมายทำการฝานกล้วยดิบด้วยมือควบคู่กับมีดฝานต้นทุนต่ำพร้อมกัน 4 คน จะได้ผลผลิตรวมในอัตรา 6 กิโลกรัม/ชั่วโมง โดยทั้ง 4 คนทำการฝานกล้วยอย่างต่อเนื่อง 6 ชั่วโมงต่อวัน มีความเสี่ยงสูงและโดนมีดบาดมืออยู่เนือง ๆ จากความเมื่อยล้า จึงต้องการเครื่องจักรทดแทนแรงงานมนุษย์เพื่อขจัดความเสี่ยงจากอุบัติเหตุดังกล่าวและเพิ่มอัตราการฝานกล้วยให้ได้ 160 กิโลกรัม/ชั่วโมง จึงจะเพียงพอต่อความต้องการกล้วยที่นำมาฝานนั้นเป็นกล้วยน้ำว้าดิบปอกเปลือกที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความยาวผลไม่เกิน 3 และ 10 เซนติเมตร ตามลำดับ ที่ความหนา 1.5 มิลลิเมตร โดยฝานใน 4 รูปแบบ คือ แบบแผ่นเรียบตามแนวยาวและแบบแผ่นเรียบตามแนวขวางของผล แบบแผ่นหยักตามแนวยาวและแบบแผ่นหยักตามแนวขวางของผล ซึ่งเครื่องจักรที่จะใช้ทดแทนแรงงานมนุษย์ก็จะต้องมีความสามารถฝานได้ทั้ง 4 รูปแบบนี้ด้วย

3.2 ผลการออกแบบ สร้างและทดสอบเครื่องจักร

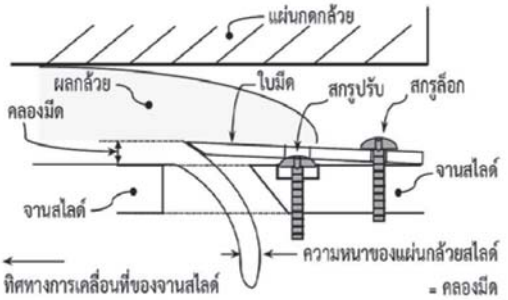
เครื่องจักรที่ออกแบบและสร้างออกมามีลักษณะ ดังรูปที่ 5 ตัวเครื่องมีโครงสร้างเป็นเหล็กและสเตนเลส ขนาดโดยรวมกว้าง 0.56 x ยาว 0.64 x สูง 1.38 เมตร มวลประมาณ 60 กิโลกรัม ใช้มอเตอร์เกียร์ขนาด 180 วัตต์ ความเร็วรอบเพลาขับ 200 รอบต่อนาที ใช้สไลด์กล้วยดิบในรูปแบบแผ่นเรียบและแผ่นหยักทั้งแนวนอนและแนวตั้งได้ในอัตรา 167 กิโลกรัม/ชั่วโมง ที่ความหนา 1.5 มิลลิเมตร และยังสามารถนำไปใช้สไลด์พืชผลทางการเกษตรอื่น ๆ เช่น มัน เผือก ฟักทองได้อีกด้วย ทั้งนี้เครื่องจักรมีมีดสไลด์ 1 ใบติดตั้งอยู่บนจานสไลด์ ที่ซึ่งหมุนได้โดยมอเตอร์เกียร์ที่อยู่ด้านบนของตัวเครื่อง มีฝาครอบสเตนเลสครอบจากด้านหน้าตัวเครื่องและเป็นชิ้นเดียวกันกับซองบรรจุกล้วย โดยซองบรรจุกล้วยเป็นช่องรูปเกือกม้า

เมื่อมองจากด้านบนของตัวเครื่อง และสามารถถอดออกทำความสะอาดได้ง่าย มีถาดลำเลียงออก 2 ใบเพื่อรองรับแผ่นกล้วยสไลด์โดยการสอดเข้าทางช่องด้านหน้าตัวเครื่องถัดจากฝาครอบลงมา ซึ่งเมื่อแผ่นกล้วยสไลด์ตกลงมาในถาดจนเต็มแล้ว จะใช้ถาดใบที่ 2 สอดเข้าด้านหน้าเพื่อดันถาดใบที่เต็มแล้วนั้นให้เลื่อนออกไปยังที่พักถาดด้านหลังเครื่อง เพื่อให้สามารถยกถาดไปเทลงในกระทะทอดได้ทันที ที่ส่วนบนสุดของตัวเครื่องมีกลไกแผ่นกดกล้วยรูปเกือกม้า ทำหน้าที่เป็นน้ำหนักอิสระกดดันผลกล้วยที่วางเรียงอยู่ในซองบรรจุให้แนบกับจานสไลด์ จานสไลด์เริ่มหมุนโดยอัตโนมัติเมื่อแผ่นกดกล้วยเคลื่อนที่ลงมาปิดซองบรรจุพอดี และแผ่นกดกล้วยถูกยกขึ้นเปิดซองบรรจุด้วยแรงเหยียบที่คานเหยียบด้านล่างตัวเครื่อง



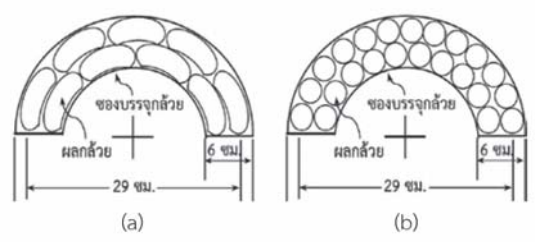
รูปที่ 5 เครื่องจักรที่ปรับปรุงขึ้นใหม่มีขนาดโดยรวมกว้าง 0.56 x ยาว 0.64 x สูง 1.38 เมตร มวลประมาณ 60 กิโลกรัม

กลไกการสไลด์จะใช้ใบมีดติดตั้งบนจานสไลด์ ดังรูปที่ 6 ที่สามารถปรับความหนา-บาง ของการสไลด์ได้ด้วยการขันสกรูปรับใบมีดเพื่อให้หัวสกรูยันกับผิวด้านล่างของใบมีดทำให้ปลายคมมีดกระดกขึ้น-ลงได้ และเมื่อปรับได้ที่แล้วจึงขันสกรูล็อกให้แน่น จากนั้นนำผลกล้วยมาวางเรียงลงในซองบรรจุกล้วย ซึ่งเท่ากับการวางผลกล้วยลงบนจานสไลด์ในขอบเขตของซองบรรจุ และเมื่อจานสไลด์หมุนพร้อม ๆ กับการกดดันผลกล้วยโดยแผ่นกดกล้วย ใบมีดที่ติดตั้งอยู่บนจานสไลด์ก็จะถูกนำพาเข้าตัดเฉือนเนื้อกล้วยส่วนที่สัมผัสกับผิวของจานสไลด์ และตัดเฉือนเป็นแผ่น บาง ๆ ลอดผ่านคลองมีดตกลงสู่ถาดลำเลียงออกต่อไป



รูปที่ 6 กลไกการทำงานของใบมีดและการปรับความหนา-บาง ของการสไลด์

ในการออกแบบทางวิศวกรรมที่สำคัญของเครื่องจักรนี้ ได้แก่ การหาขนาดของมอเตอร์เกียร์และอัตราทดของชุดเกียร์ เพื่อให้จานสไลด์สามารถหมุนเคลื่อนที่เอาชนะน้ำหนักกดจากผลกล้วยได้ และมีความเร็วในการหมุนไม่เร็วเกินไปจนอาจทำให้เกิดแรงเหวี่ยงหนีศูนย์ที่ยากต่อการควบคุม และอาจเกิดการเหวี่ยงสลัดแผ่นกล้วยที่สไลด์แล้วพ้นออกจากจานสไลด์ไปกระทบกับผนังของกำบังกันกระเด็นหรือฝาครอบ จนเป็นเหตุให้เกิดความเสียหายกับผลผลิตที่สไลด์ได้ จึงกำหนดความเร็วรอบการหมุนของจานสไลด์ไว้ที่ความเร็ว 200 รอบต่อนาที และกำหนดรูปแบบการบรรจุผลกล้วยลงในซองบรรจุกล้วยของเครื่องจักรในลักษณะการวางผลกล้วยเพื่อการสไลด์ตามแนวยาว และเพื่อการสไลด์ตามแนวขวาง ดังรูปที่ 7 มีหลักการคำนวณหาขนาดมอเตอร์เกียร์ ดังนี้



รูปที่ 7 รูปแบบการจัดเรียงผลกล้วยลงในซองบรรจุกล้วยของเครื่องจักร: (a) เพื่อการสไลด์ตามแนวยาว และ (b) เพื่อการสไลด์ตามแนวขวาง

1) คำนวณหากำลังของมอเตอร์ได้ด้วยวิธีการดังนี้ ระยะทางที่จะสามารถวางผลกล้วยลงในซองบรรจุได้ โดยสมการ (Rashid, 1993)

$$2\pi \times (r/2) = \pi r \quad (1)$$

โดยที่ r คือ รัศมีของตำแหน่งที่พิจารณา (เซนติเมตร) แทนค่า = 3.14 x (29/2) = 45.53 เซนติเมตร

หาจำนวนผลกล้วยที่จะวางได้ในวงแถวนอกสุด ที่ผลกล้วยมีความยาวเฉลี่ย 9 เซนติเมตร (สิทธิบูรณ์, 2555)

= 45.53/9 = 5 ผล

หาภาระงานรวมในรูปของน้ำหนักที่กดลงบนจานสไลด์ ที่น้ำหนักของผลกล้วยดิบปอกเปลือกเฉลี่ย 40 กรัม และมีแรงกดในรูปของน้ำหนักอิสระกดลงบนผลกล้วยประมาณ 5 กิโลกรัม (สิทธิบูรณ์, 2555) จะได้มวลกดลงบนจานสไลด์ทั้งหมด

= (10 x 0.04) + 5 = 5.40 กิโลกรัม

คำนวณแรงบิดขับหมุนจานสไลด์ โดยต้องคิดที่ระยะไกลสุดจากศูนย์กลางของเพลาขับที่อยู่ในวิสัยที่คมมีดทำงานอยู่ (ที่ระยะ 0.16 เมตร จากศูนย์กลางเพลาขับ) และจะต้องมีค่ามากพอที่จะเอาชนะความฝืดอันเนื่องจากน้ำหนักที่กดลงบนจานสไลด์ โดยใช้หลักการคำนวณทางกลศาสตร์ (Smith, 1982)

$$T = Fr \text{ และ } F = ma \quad (2)$$

$$\therefore T = mar \quad (3)$$

โดยที่ T คือ แรงบิดหมุน (นิวตัน-เมตร)
m คือ มวล (กิโลกรัม)
r คือ รัศมีของตำแหน่งที่พิจารณา (เมตร)

แทนค่า T = 5.4 x 9.81 x 0.16 = 8.48 นิวตัน-เมตร
∴ หากำลังของมอเตอร์ ซึ่งใช้เป็นต้นกำลังขับหมุนให้กับจานสไลด์ ที่ความเร็ว 200 รอบต่อนาที โดยใช้สมการของ (Rashid, 1993)

$$P = T\omega \quad = 2\pi TN/60 \quad (4)$$

โดยที่ P คือ กำลัง (วัตต์)
T คือ แรงบิดหมุน (นิวตัน-เมตร)
N คือ ความเร็ว (รอบต่อนาที)

แทนค่า P = (2 x 3.14 x 8.48 x 200)/60 = 178 วัตต์ ดังนั้น จึงเลือกใช้มอเตอร์ขนาด 180 วัตต์

2) คำนวณหาอัตราทดให้กับชุดเกียร์ของมอเตอร์ด้วยวิธีการดังนี้

หากเลือกใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ เฟสเดียว 220 โวลต์ 4 โพล จะให้ความเร็วรอบเพลาขับที่ 1,470 รอบต่อนาที โดยต้องการทดรอบไปยังแกนเพลาตามเพื่อขับจานสไลด์ที่ความเร็วรอบ 200 รอบต่อนาที สามารถใช้สมการอัตราทดของ (วริช และชาญ, 2536)

$$\text{อัตราทด} = N_1/N_2 \quad (5)$$

โดยที่ N_1 คือ ความเร็วรอบเพลาขับ (รอบต่อนาที)
N_2 คือ ความเร็วรอบเพลาตาม (รอบต่อนาที)

แทนค่า N_1/N_2 = 1,470/200 = 7.4

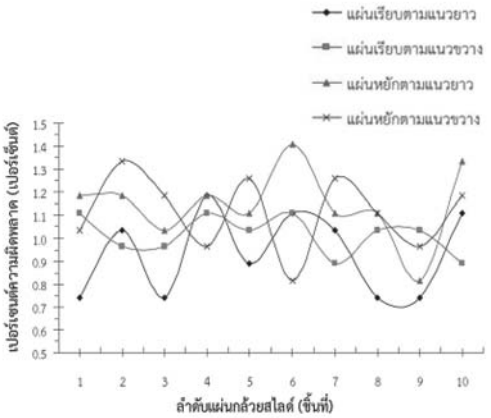
ดังนั้น จึงเลือกใช้เฟืองทดที่มีอัตราทดเป็น 7.5:1 (เป็นอัตราทดที่มีจำหน่ายทั่วไป)

รูปที่ 8 เป็นการแสดงรูปแบบการบรรจุผลกล้วยและตัวอย่างปริมาณแผ่นกล้วยสไลด์ที่ได้จากการสไลด์โดยเครื่องจักรที่สร้างขึ้นต่อการบรรจุผลกล้วยลงในซองบรรจุกล้วย 1 ครั้ง โดยเครื่องจักรสามารถสไลด์ได้ทั้งแนวยาวและแนวขวาง และเปลี่ยนลักษณะแผ่นสไลด์ได้ทั้งแบบแผ่นเรียบและแผ่นหยักด้วยการสลับเปลี่ยนใบมีด โดยมีความแตกต่างกับเครื่องสไลด์กล้วยตามแนวยาวของผล ซึ่งเป็นผลงานของ (สิทธิบูรณ์, 2555) ที่ซึ่งเป็นเครื่องสไลด์กล้วยที่เหมาะแก่การสไลด์ในแนวยาวรูปแบบแบบแผ่นเรียบเท่านั้น

รูปที่ 8 รูปแบบการบรรจุผลกล้วยลงในเครื่องจักรเพื่อให้ได้รูปแบบการสไลด์ในแนวยาวและแนวขวาง

จากรูปที่ 8 คุณภาพของการสไลด์ที่ได้จากการสังเกต พบว่า ทั้งความหนาและคุณภาพของผิวมีความหนาสม่ำเสมอราบเรียบ สวยงาม ไม่ฉีกขาด คุณภาพโดยรวมไม่ด้อยกว่าการใช้แรงงานมนุษย์สไลด์ด้วยมือ และยังมีสิ่งที่เหนือกว่าอย่างเห็นได้ชัดเจน คือ สามารถตัดเฉือนเนื้อกล้วยให้ได้ผลผลิตออกมาเป็นแผ่นที่มีความยาวตลอดความยาวของผลได้ อีกทั้งการใช้เครื่องจักรยังทำให้เกิดความสะดวก ปลอดภัย ขจัดความเสี่ยงที่มีดสไลด์จะบาดนิ้วมือได้ 100 เปอร์เซ็นต์ และให้ปริมาณผลผลิตต่อชั่วโมงที่มากกว่าวิธีการใช้แรงงานมนุษย์กับมีดสไลด์ต้นทุนต่ำไม่น้อยกว่า 2 เท่า

จากรูปที่ 9 เป็นกราฟแสดงค่าความหนาที่ผิดพลาดของแผ่นกล้วยสไลด์ที่ได้จากการสไลด์โดยเครื่องจักรทั้ง 4 รูปแบบ เป็นการยืนยันให้เห็นว่าความหนาของการสไลด์มีความแม่นยำ สวยงามและไม่ฉีกขาด กล่าวคือ การสไลด์มีเสถียรภาพในเกณฑ์ที่ดี จะเห็นได้จากแผ่นกล้วยที่สไลด์ออกมาได้มีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยทั้ง 4 รูปแบบการสไลด์อยู่ที่ $\pm$0.02 มิลลิเมตร หรือมีเปอร์เซ็นต์ความหนาผิดพลาด $\pm$1.05 ซึ่งเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนหรือความผิดพลาดของความหนาที่เกิดขึ้นนี้อาจมีสาเหตุมาจากเนื้อผลกล้วยแต่ละผลที่มีความแข็งไม่เท่ากัน ซึ่งเป็นผลเกี่ยวพันกับน้ำหนักกดอิสระของแผ่นกดกล้วยที่ซึ่งมีค่าคงที่ กล่าวคือ ผลกล้วยดิบที่มีเนื้อแข็งเกินไปคมมีดจะตัดเฉือนเนื้อกล้วยได้ยากกว่าจนอาจเป็นเหตุให้เกิดการเฉือนไม่สม่ำเสมอ แต่หากผลกล้วยนั้นสุกเกินไปก็อาจจะทำให้เนื้อกล้วยเกิดการลื่นไถลไปบนใบมีดขณะที่ใบมีดเคลื่อนที่เข้าตัดเฉือน เป็นเหตุให้เนื้อกล้วยเละและฉีกขาด ดังนั้น การใช้งานเครื่องจักรกับกล้วยที่สุกเกินไปผลผลิตจะเสียหายเป็นจำนวนมาก อีกเหตุผลหนึ่งหากเกิดอาการแกว่งในแนวดิ่งของจานสไลด์ จะทำให้เกิดความหนาเปลี่ยนแปลงไป-มาในขณะที่ใบมีดเข้าตัดเฉือนเนื้อกล้วย หรือหากมีการลับคมมีดผิดวิธีจะเป็นเหตุให้ความหนา-บางของการสไลด์ผิดพลาดมากขึ้น



รูปที่ 9 กราฟแสดงค่าความหนาที่ผิดพลาดของแผ่นกล้วยสไลด์ที่ได้จากการสไลด์ทั้ง 4 รูปแบบ

จากตารางที่ 1 พบว่า เวลารวมเฉลี่ยที่ใช้ในกระบวนการสไลด์โดยเครื่องจักรตั้งแต่เริ่มบรรจุกล้วยลงในเครื่องจักรจนกระทั่งสิ้นสุดกระบวนการสไลด์ในแต่ละครั้ง คือ 42 วินาที สำหรับการสไลด์แบบแผ่นเรียบตามแนวยาว 1 นาที 15 วินาที สำหรับการสไลด์แบบแผ่นเรียบตามแนวขวาง 40 วินาที สำหรับการสไลด์แบบแผ่นหยักตามแนวยาว และ 1 นาที 16 วินาที สำหรับการสไลด์แบบแผ่นหยักตามแนวขวาง อ่านค่าการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยได้เท่ากันทั้ง 4 รูปแบบของการสไลด์ คือ 0.23 กิโลวัตต์-ชั่วโมง คำนวณได้อัตราการสไลด์ 13,343 ชิ้น/ชั่วโมง คิดเป็นน้ำหนักได้ 163 กิโลกรัม/ชั่วโมง ในกรณีสไลด์แบบแผ่นเรียบตามแนวยาว 43,630 ชิ้น/ชั่วโมง คิดเป็นน้ำหนักได้ 167 กิโลกรัม/ชั่วโมง ในกรณีสไลด์แบบแผ่นเรียบตามแนวขวาง 13,376 ชิ้น/ชั่วโมง คิดเป็นน้ำหนักได้ 172 กิโลกรัม/ชั่วโมง ในกรณีสไลด์แบบแผ่นหยักตามแนวยาว และ 43,676 ชิ้น/ชั่วโมง คิดเป็นน้ำหนักได้ 166 กิโลกรัม/ชั่วโมง ในกรณีสไลด์แบบแผ่นหยักตามแนวขวาง มีการสูญเสียวัตถุดิบไปในกระบวนการสไลด์ทั้ง 4 รูปแบบ เฉลี่ยร้อยละ 2.17 ของน้ำหนักกล้วยทั้งหมดที่บรรจุลงในเครื่องจักรแต่ละครั้ง วิเคราะห์ได้ว่า ปริมาณผลผลิตที่สไลด์ได้ต่อชั่วโมงจะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับเวลาที่ใช้ในการบรรจุกล้วยลงในเครื่องจักรและรูปแบบการสไลด์เป็นสำคัญ กล่าวคือ เครื่องจักรทำงานด้วยความเร็วคงที่ ฉะนั้น ตัวแปรที่จะมีผลอย่างมากต่ออัตราการสไลด์ คือ ความเร็วในการบรรจุผลกล้วยลงในเครื่องจักรโดยแรงงานมนุษย์นั่นเอง ส่วนรูปแบบในการสไลด์มีผลต่ออัตราการสไลด์เพียงเล็กน้อยเท่านั้น กล่าวคือ การสไลด์ในรูปแบบตามแนวยาวจะทำให้ชิ้นเนื้อกล้วยที่สไลด์ออกมามีความยาวและมีน้ำหนักมากกว่าการสไลด์ในแนวขวาง และในกรณีอัตราการสูญเสียผลผลิตซึ่งจะเป็นผลในการลดอัตราการผลิตไปด้วยนั้น

ในกรณีนี้ยังถือว่าน้อยมาก สังเกตได้จากค่าการสูญเสียวัตถุดิบไปในกระบวนการสไลด์ทั้ง 4 รูปแบบมีค่าเฉลี่ยเพียงร้อยละ 2.17 เท่านั้น ดังนั้น การฝึกฝนจนเกิดความชำนาญในการใช้เครื่องจักรจะทำให้ใช้เวลาในการบรรจุน้อยลงและจะทำให้อัตราการผลิตโดยเครื่องจักรเพิ่มขึ้น

จากตารางที่ 2 เป็นการแสดงค่าผลทางเศรษฐศาสตร์เบื้องต้นเมื่อกลุ่มชุมชนเป้าหมายได้นำเครื่องจักรที่สร้างขึ้นไปใช้งานในกิจการเปรียบเทียบกับการใช้แรงงานมนุษย์แบบเดิมเมื่อครั้งยังไม่ได้ใช้เครื่องจักร พบว่า ระยะเวลาการคืนทุน (Payback Period) ใกล้เคียงกันมาก กล่าวคือ การใช้แรงงานมนุษย์ทำการสไลด์ในวิธีการเดิมระยะเวลาการคืนทุนเป็น 0.81 ปี (หรือ 9 เดือน 22 วัน) ในขณะที่การใช้เครื่องจักรทำการสไลด์ในวิธีการใหม่ ระยะเวลาการคืนทุนเป็น 0.82 ปี (หรือ 9 เดือน 26 วัน) ซึ่งถือได้ว่าเป็นระยะเวลา

การคืนทุนที่รวดเร็วมากในทั้งสองกรณี และยังพบว่า การนำเครื่องจักรมาใช้ทดแทนแรงงานมนุษย์ มีข้อได้เปรียบเชิงเศรษฐศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญอื่น ๆ อีก ดังนี้

ทำให้อัตราการผลิตเพิ่มขึ้นถึง 27.8 เท่า หรือร้อยละ 2,683 โดยจะทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นได้ไม่น้อยกว่า 400 กิโลกรัม/วัน จึงทำให้มีผลผลิตเพิ่มขึ้นเพียงพอแก่ความต้องการของตลาด

ทำให้มีรายได้สุทธิเพิ่มขึ้นเป็น 27.4 เท่า หรือร้อยละ 2,636.6 ของรายได้สุทธิในปีแรก และ 27.7 เท่า หรือร้อยละ 2,671.8 ของรายได้สุทธิในปีถัดไป ซึ่งการเพิ่มขึ้นของรายได้สุทธิดังกล่าวนี้เป็นผลมาจากความสามารถในการผลิตและจำหน่ายผลผลิตได้มากขึ้น รวมถึงการเพิ่มสภาพคล่องในการบริหารจัดการแรงงานให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นด้วย เช่น การลดแรงงานมนุษย์เพื่อทำหน้าที่สไลด์กล้วย โดยโยกย้ายแรงงานเหล่านั้นไปปฏิบัติหน้าที่ในกระบวนการอื่นเพื่อรองรับอัตราการผลิตที่เพิ่มขึ้นให้ได้อย่างสอดคล้องกัน

ก่อเกิดสัมพันธภาพที่ดีต่อชุมชน โดยผู้ประกอบการในชุมชนมีความพึงพอใจกับเทคนิควิธีการและผลผลิตที่ได้โดยเครื่องจักร โดยต่างให้การยอมรับและชื่นชมว่าเครื่องจักรให้ผลผลิตที่รวดเร็วและเพิ่มขึ้นไม่น้อยกว่า 2 เท่า มีคุณภาพตรงตามความต้องการ สามารถลดแรงงานมนุษย์ในการสไลด์กล้วยลงได้จาก 3 คน เหลือเพียง 1 คนเท่านั้น สามารถแก้ปัญหาความยุ่งยากในกระบวนการผลิตที่ใช้แรงงานมนุษย์และทำให้การควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ทำได้ง่ายและดีขึ้น ทำให้การปฏิบัติงานเป็นไปด้วยความสะดวกสบายยิ่งขึ้น เนื่องจากเครื่องจักรสามารถใช้งานและบำรุงรักษาได้ง่าย มีรูปร่างลักษณะประณีตสวยงาม น้ำหนักเบา ขนาดกะทัดรัด ประหยัดไฟ และเคลื่อนย้ายง่าย (ขวัญ, 2555)

ตารางที่ 1 ข้อมูลค่าเฉลี่ยในการทดสอบสไลด์ที่ความหนา 1.5 มิลลิเมตร ในรูปแบบต่าง ๆ กัน

จำนวนผลกล้วยที่บรรจุได้ (ผล)	8
น้ำหนักรวมก่อนสไลด์ (กรัม)	615
น้ำหนักผลผลิตที่สไลด์ได้ (กรัม)	602
อัตราการสูญเสียผลผลิต (เปอร์เซ็นต์)	2.17
น้ำหนักรวมผลผลิตหลังสไลด์ (กก./ชม.)	162.45
จำนวนแผ่นกล้วยที่สไลด์ได้ (ชิ้น)	156
จำนวนแผ่นกล้วยสไลด์ที่ได้ (ชิ้น/ชม.)	13343
เวลาที่ใช้สำหรับการบรรจุ (วินาที)	29
เวลาที่ใช้สำหรับการสไลด์ (วินาที)	13
เวลาที่ใช้ในช่วงสตาร์ทมอเตอร์ (วินาที)	0.3
กำลังไฟฟ้าที่อ่านได้ในช่วงสตาร์ทมอเตอร์ (วัตต์)	599
กำลังไฟฟ้าที่อ่านได้ในช่วงรันมอเตอร์ (วัตต์)	228
อัตราการสิ้นเปลืองกำลังไฟฟ้าขณะรัน (กิโลวัตต์-ชม.)	0.23

แบบแผ่นเรียบตามแนวยาว

ชิ้นที่	ตำแหน่งตรวจวัด			ค่าความหนา (มม.)		
	a	b	c	ค่าเฉลี่ย	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน	เปอร์เซ็นต์ผิดพลาด
1	1.51	1.51	1.51	1.511	0.011	0.741
2	1.51	1.52	1.51	1.516	0.016	1.037
3	1.52	1.51	1.51	1.511	0.011	0.741
4	1.52	1.52	1.51	1.518	0.018	1.185
5	1.52	1.51	1.51	1.513	0.013	0.889
6	1.52	1.52	1.52	1.517	0.017	1.111
7	1.52	1.51	1.52	1.516	0.016	1.037
8	1.52	1.51	1.51	1.511	0.011	0.741
9	1.51	1.51	1.52	1.511	0.011	0.741
10	1.51	1.52	1.52	1.517	0.017	1.111
			ค่าเฉลี่ย	1.51	0.01	0.93

จำนวนผลกล้วยที่บรรจุได้ (ผล)	15
น้ำหนักรวมก่อนสไลด์ (กรัม)	1013
น้ำหนักผลผลิตที่สไลด์ได้ (กรัม)	988
อัตราการสูญเสียผลผลิต (เปอร์เซ็นต์)	2.47
น้ำหนักรวมผลผลิตหลังสไลด์ (กก./ชม.)	166.78
จำนวนแผ่นกล้วยที่สไลด์ได้ (ชิ้น)	913
จำนวนแผ่นกล้วยสไลด์ที่ได้ (ชิ้น/ชม.)	43630
เวลาที่ใช้สำหรับการบรรจุ (วินาที)	54
เวลาที่ใช้สำหรับการสไลด์ (วินาที)	21
เวลาที่ใช้ในช่วงสตาร์ทมอเตอร์ (วินาที)	0.3
กำลังไฟฟ้าที่อ่านได้ในช่วงสตาร์ทมอเตอร์ (วัตต์)	591
กำลังไฟฟ้าที่อ่านได้ในช่วงรันมอเตอร์ (วัตต์)	227
อัตราการสิ้นเปลืองกำลังไฟฟ้าขณะรัน (กิโลวัตต์-ชม.)	0.23

แบบแผ่นเรียบตามแนวขวาง

ชิ้นที่	ตำแหน่งตรวจวัด			ค่าความหนา (มม.)		
	a	b	c	ค่าเฉลี่ย	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน	เปอร์เซ็นต์ผิดพลาด
1	1.53	1.51	1.51	1.517	0.017	1.111
2	1.51	1.51	1.52	1.514	0.014	0.963
3	1.51	1.51	1.52	1.514	0.014	0.963
4	1.51	1.51	1.53	1.517	0.017	1.111
5	1.51	1.51	1.52	1.516	0.016	1.037
6	1.52	1.52	1.52	1.517	0.017	1.111
7	1.51	1.52	1.51	1.513	0.013	0.889
8	1.51	1.52	1.52	1.516	0.016	1.037
9	1.52	1.52	1.51	1.516	0.016	1.037
10	1.51	1.51	1.52	1.513	0.013	0.889
			ค่าเฉลี่ย	1.52	0.02	1.01

จำนวนผลกล้วยที่บรรจุได้ (ผล)	8
น้ำหนักรวมก่อนสไลด์ (กรัม)	617
น้ำหนักผลผลิตที่สไลด์ได้ (กรัม)	605
อัตราการสูญเสียผลผลิต (เปอร์เซ็นต์)	1.89
น้ำหนักรวมผลผลิตหลังสไลด์ (กก./ชม.)	171.95
จำนวนแผ่นกล้วยที่สไลด์ได้ (ชิ้น)	152
จำนวนแผ่นกล้วยสไลด์ที่ได้ (ชิ้น/ชม.)	13376
เวลาที่ใช้สำหรับการบรรจุ (วินาที)	28
เวลาที่ใช้สำหรับการสไลด์ (วินาที)	13
เวลาที่ใช้ในช่วงสตาร์ทมอเตอร์ (วินาที)	0.3
กำลังไฟฟ้าที่อ่านได้ในช่วงสตาร์ทมอเตอร์ (วัตต์)	594
กำลังไฟฟ้าที่อ่านได้ในช่วงรันมอเตอร์ (วัตต์)	229
อัตราการสิ้นเปลืองกำลังไฟฟ้าขณะรัน (กิโลวัตต์-ชม.)	0.23

แบบแผ่นหยักตามแนวยาว

ชิ้นที่	ตำแหน่งตรวจวัด			ค่าความหนา (มม.)		
	a	b	c	ค่าเฉลี่ย	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน	เปอร์เซ็นต์ผิดพลาด
1	1.53	1.51	1.51	1.518	0.018	1.185
2	1.52	1.52	1.52	1.518	0.018	1.185
3	1.52	1.52	1.51	1.516	0.016	1.037
4	1.51	1.52	1.52	1.518	0.018	1.185
5	1.51	1.51	1.52	1.517	0.017	1.111
6	1.52	1.52	1.52	1.521	0.021	1.407
7	1.51	1.52	1.52	1.517	0.017	1.111
8	1.52	1.52	1.51	1.517	0.017	1.111
9	1.52	1.51	1.51	1.512	0.012	0.815
10	1.52	1.52	1.51	1.520	0.020	1.333
			ค่าเฉลี่ย	1.52	0.02	1.15

จำนวนผลกล้วยที่บรรจุได้ (ผล)	15
น้ำหนักรวมก่อนสไลด์ (กรัม)	1018
น้ำหนักผลผลิตที่สไลด์ได้ (กรัม)	997
อัตราการสูญเสียผลผลิต (เปอร์เซ็นต์)	2.13
น้ำหนักรวมผลผลิตหลังสไลด์ (กก./ชม.)	165.60
จำนวนแผ่นกล้วยที่สไลด์ได้ (ชิ้น)	918
จำนวนแผ่นกล้วยสไลด์ที่ได้ (ชิ้น/ชม.)	43676
เวลาที่ใช้สำหรับการบรรจุ (วินาที)	54
เวลาที่ใช้สำหรับการสไลด์ (วินาที)	22
เวลาที่ใช้ในช่วงสตาร์ทมอเตอร์ (วินาที)	0.3
กำลังไฟฟ้าที่อ่านได้ในช่วงสตาร์ทมอเตอร์ (วัตต์)	601
กำลังไฟฟ้าที่อ่านได้ในช่วงรันมอเตอร์ (วัตต์)	232
อัตราการสิ้นเปลืองกำลังไฟฟ้าขณะรัน (กิโลวัตต์-ชม.)	0.23

แบบแผ่นหยักตามแนวขวาง

ชิ้นที่	ตำแหน่งตรวจวัด			ค่าความหนา (มม.)		
	a	b	c	ค่าเฉลี่ย	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน	เปอร์เซ็นต์ผิดพลาด
1	1.52	1.51	1.51	1.516	0.016	1.037
2	1.51	1.52	1.53	1.520	0.020	1.333
3	1.52	1.51	1.52	1.518	0.018	1.185
4	1.51	1.52	1.52	1.514	0.014	0.963
5	1.51	1.52	1.52	1.519	0.019	1.259
6	1.51	1.51	1.51	1.512	0.012	0.815
7	1.51	1.52	1.53	1.519	0.019	1.259
8	1.51	1.52	1.52	1.517	0.017	1.111
9	1.52	1.51	1.51	1.514	0.014	0.963
10	1.51	1.52	1.52	1.518	0.018	1.185
			ค่าเฉลี่ย	1.52	0.02	1.11

ตารางที่ 2 ข้อมูลและการคำนวณทางการเงินและการลงทุนเบื้องต้นเปรียบเทียบระหว่างการใช้แรงงานมนุษย์กับการใช้เครื่องจักรที่สร้างขึ้นใหม่ในกระบวนการสไลด์กล้วย

	รายการ	ใช้กระดานสไลด์โดยแรงงานมนุษย์	หมายเหตุ	ใช้เครื่องจักรที่ปรับปรุงขึ้นใหม่	หมายเหตุ
1	ราคาชิ้นส่วนทุกชิ้นในเครื่องจักร 1 เครื่อง (บาท)	฿0	ไม่มีการจัดซื้อแบบแยกชิ้นส่วน	฿53,000	ราคาต้นทุนของชิ้นส่วนเครื่องจักร
2	ราคาเครื่องจักร (ราคาชิ้นส่วนรวมค่าแรงประกอบ) (บาท/เครื่อง)	฿400		฿83,000	
3	จำนวนเครื่องที่ใช้งาน (เครื่อง)	4		1	
4	การสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์)	0	ไม่ใช้พลังงานไฟฟ้า	0.23	
5	อัตราการสไลด์กล้วยดิบ (กก./ชม.)	6		163	
6	อัตราการแปรรูปให้เป็นกล้วยฉาบ (กก./ชม.)	3		83	
7	ระยะเวลาทำงานของเครื่องจักร (ชม./วัน)	6		6	
8	อัตราค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/กิโลวัตต์-ชม.)	฿0.00	ใช้แรงงานมนุษย์	฿2.50	
9	จำนวนวันที่ทำการผลิต (วัน/ปี)	240	หยุดวันเสาร์-อาทิตย์	240	หยุดวันเสาร์-อาทิตย์
10	ราคาผลิตภัณฑ์กล้วยฉาบ (บาท/กก.)	฿90		฿90	
11	ราคาต้นทุนการผลิต (บาท/กก.)	฿40	44 เปอร์เซ็นต์ของราคาผลิตภัณฑ์	฿40	44 เปอร์เซ็นต์ของราคาผลิตภัณฑ์
	รายจ่าย				
12	ค่าใช้จ่ายสำหรับลงทุนเพื่อการผลิต (บาท/ปี)	฿172,800		฿4,780,800	
13	ค่าใช้จ่ายในการลงทุนซื้อเครื่องจักรในปีแรก (บาท)	฿1,600	ค่าจ้างเหมาทำกระดานสไลด์ 3 อัน	฿107,900	+30 เปอร์เซ็นต์ของต้นทุนเครื่องจักร
14	ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า (บาท/ปี)	฿0	ไม่ใช้พลังงานไฟฟ้า	฿828	
15	ค่าใช้จ่ายด้านการบำรุงรักษาโดยประมาณ (บาท/ปี)	฿500	ค่าซ่อมแซมและลับคมใหม่	฿2,000	
16	รวมรายจ่าย (บาท/ปี)	฿174,400	สำหรับปีแรก	฿4,889,528	สำหรับปีแรก
		฿173,300	สำหรับปีต่อไป	฿4,783,628	สำหรับปีต่อไป
	รายรับ				
17	รายได้จากการผลิต (บาท/ปี)	฿388,800		฿10,756,800	
18	รายได้สุทธิจากการผลิต (บาท/ปี)	฿214,400	สำหรับปีแรก	฿5,867,272	สำหรับปีแรก
		฿215,500	สำหรับปีต่อไป	฿5,973,172	สำหรับปีต่อไป
	ระยะเวลาคืนทุน				
19	ในหน่วย เดือน และ วัน	9 เดือน 22 วัน		9 เดือน 26 วัน	

4. สรุป

เครื่องจักรที่สร้างขึ้นมีขนาดกว้าง 0.56 เมตร ยาว 0.64 เมตร และสูง 1.38 เมตร ทำจากเหล็กและสแตนเลสผ่านการรับรองมาตรฐานอุตสาหกรรม เครื่องเปล่ามวลประมาณ 60 กิโลกรัม ใช้กับระบบไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ 50-60 เฮิรตซ์ ควบคุมการทำงานด้วยระบบกลไกและไฟฟ้าแบบกึ่งอัตโนมัติ ใช้พลังงานไฟฟ้า (มอเตอร์และอุปกรณ์ควบคุม) 230 วัตต์ ใช้สำหรับสไลด์กล้วยดิบปอกเปลือก สไลด์ได้ทั้งในแบบแนวยาวและแนวขวาง ทั้งในรูปแบบแผ่นเรียบและแผ่นหยัก โดยผลกล้วยที่นำมาสไลด์จะต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความยาวผลไม่เกิน 3 และ 10 เซนติเมตร ตามลำดับ สไลด์ได้ครั้งละไม่น้อยกว่า 5 ผลตามแนวยาว และไม่น้อยกว่า 10 ผลตามแนวขวาง ปรับความหนาของการสไลด์ได้ในช่วง 1-2 มิลลิเมตร ด้วยการปรับมุม ก้ม-เงย ของใบมีด ให้อัตราการสไลด์ 167 กิโลกรัม/ชั่วโมง หรือไม่น้อยกว่า 13,000 ชิ้น/ชั่วโมง ที่การสไลด์ตามแนวยาว และ 43,000 ชิ้น/ชั่วโมง ที่การสไลด์ตามแนวขวาง ที่ความหนาในการสไลด์ 1.5 มิลลิเมตร มีค่าความคลาดเคลื่อนของความหนาไม่เกิน 0.1 มิลลิเมตร

จากการนำเครื่องจักรไปทดลองใช้งานจริงในสถานประกอบการซึ่งเป็นชุมชนเป้าหมาย พบว่า มีระยะเวลาการคืนทุน (Payback Period) ไม่ถึงหนึ่งปี (9 เดือน 26 วัน) และทำให้อัตราการผลิตเพิ่มขึ้นถึง 27.8 เท่า ของอัตราการผลิตแบบเดิมที่ใช้แรงงานมนุษย์ สามารถสร้างผลผลิตให้เพิ่มขึ้นได้ไม่น้อยกว่า 400 กิโลกรัม/วัน จึงทำให้มีผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นอย่างเพียงพอแก่ความต้องการของตลาด เป็นผลให้กลุ่มชุมชนเป้าหมายมีรายได้สุทธิเพิ่มขึ้นจากความสามารถในการผลิตและจำหน่ายผลผลิตได้เพิ่มขึ้นปีละประมาณ 27 เท่า อีกทั้งยังทำให้เกิดสภาพคล่องในการบริหารจัดการแรงงานด้วยการโยกย้ายแรงงานที่ทำหน้าที่สไลด์กล้วยจากวิธีการเดิมไปทำหน้าที่อื่นในกระบวนการผลิตเพื่อรองรับอัตราการผลิตที่เพิ่มขึ้นให้ได้อย่างสอดคล้องกัน

กลุ่มชุมชนเป้าหมายพึงพอใจกับเทคนิควิธีการทำงานของเครื่องจักรและผลิตภัณฑ์ที่ผลิตโดยเครื่องจักร โดยให้การยอมรับว่า เครื่องจักรสามารถใช้งานและบำรุงรักษาได้ง่าย สวยงาม กะทัดรัด ใช้งานได้ตรงตามความต้องการ ให้ผลผลิตที่มีคุณภาพ และรวดเร็วกว่าการใช้แรงงานมนุษย์ไม่น้อยกว่า 2 เท่า ประหยัดแรงงานในการสไลด์กล้วยลงได้ 3 เท่า ด้วยการใช้คนควบคุมเครื่องจักรเพียงคนเดียว ดังรูปที่ 10 ทำให้สามารถบริหารจัดการแรงงานได้ดียิ่งขึ้น และเอื้อโอกาสให้แผนการขยายกิจการของกลุ่มชุมชนเป้าหมายมีโอกาสสัมฤทธิ์ผลได้โดยง่าย

รูปที่ 10 การนำเครื่องจักรต้นแบบไปใช้งานจริงในสถานประกอบการซึ่งเป็นกลุ่มชุมชนเป้าหมาย

5. กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการการพัฒนาประดิษฐกรรมเพื่อชนบท ได้รับทุนสนับสนุนจากกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ร่วมกับสถาบันไทย-เยอรมัน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2556 ขอขอบคุณ ผู้ให้การสนับสนุน และติดตามประเมินผลโครงการเป็นอย่างสูง และขอบคุณกลุ่มแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรบ้านห้วยบงที่เอื้อเฟื้อข้อมูล สถานที่ วัตถุดิบ และร่วมทดสอบเครื่องจักรต้นแบบ

6. เอกสารอ้างอิง

ขวัญ ธนะวัง. (2555). กระบวนการทำและจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ ของกลุ่มแปรรูปผลิตผลทางการเกษตรบ้านป่าเหียง, บทสัมภาษณ์, เหรัญญิกกลุ่มแปรรูปผลิตผลทางการเกษตรบ้านป่าเหียง.

ผัสดี จิตอารี. (2555). ความเป็นมาและกิจกรรมการดำเนินงานของกลุ่มแปรรูปผลิตผลทางการเกษตรบ้านป่าเหียง, บทสัมภาษณ์, รองประธานกลุ่มแปรรูปผลิตผลทางการเกษตรบ้านป่าเหียง.

ราณี จิรอังกูลสกุล. (2554). สเตนเลสผลิตภัณฑ์มาตรฐานสากล, ฝ่ายวัตถุดิบอุตสาหกรรม, บริษัท พรพรหมเม็ททอล จำกัด (มหาชน). [Online] Available: http://www.ppm.co.th/product (29 สิงหาคม 2554).

วริช อึ้งภากรณ์ และ ชาญ ถนัดงาน. (2527). การออกแบบเครื่องจักรกล 1, ซีเอ็ดยูเคชั่น, กรุงเทพมหานคร, พิมพ์ครั้งที่ 3.

สิทธิบูรณ์ ศิริพรอัครชัย และคณะ. (2554). เครื่องสไลด์กล้วยตามแนวยาวของผล (Longitudinal-Aligned Banana Slicing Machine), รายงานฉบับสมบูรณ์, โครงการเครื่องสไลด์กล้วยตามแนวยาวของผล, การพัฒนาประดิษฐกรรมเพื่อชนบท ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2554, สำนักส่งเสริมและถ่ายทอดเทคโนโลยี สำนักงานปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, พฤศจิกายน 2554.

Rashid, M.H. (1993). Power electronics; circuit, device, and application, Inc., Prentice-Hall, New Jersey, 2nd ed.

Siripornakarachai, S., Kawinun, W. and Santaweesuk, A.,"Longitudinal-Aligned Banana Slicing Machine", Journal of Science & Technology, Ubon Ratchathani University,2012, Vol. 14(3), P. 17-28.

Smith, C.E. (1982). Applied Mechanics: Dynamics, John Wiley & Sons, Inc., New York, 2nd ed.

Tear, W. (1997). Energy analysis of economics and saving study of energy conservation in the industry, Paper presented in the trained, Faculty of Energy and Inventories, King Mongkut's University of Technology Thonburi.