

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

1. **แผนงานวิจัย** วิจัยและพัฒนาพืชเศรษฐกิจที่สำคัญเฉพาะพื้นที่ภาคเหนือตอนบน
2. **โครงการวิจัย** วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเพิ่มผลผลิตและคุณภาพมะขามป้อม
กิจกรรม การทดสอบเทคโนโลยีการผลิตและแปรรูปมะขามป้อม
3. **ชื่อการทดลอง** การทดสอบเทคโนโลยีการผลิตและแปรรูปมะขามป้อมแบบเกษตรกรมีส่วนร่วม

Production and Processing Technology Testing on Indian Gooseberry with Farmer Participation.

4. คณะผู้ดำเนินงาน

หัวหน้าการทดลอง	วิภาดา แสงสร้อย	ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่
ผู้ร่วมงาน	ประนอม ใจอ้าย	ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่
	สุทธิณี เจริญคิด	ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่
	สมศรี ปะละใจ	ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่
	นong อมฤกษ์	ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่
	สถิตพงษ์รัตนคำ	ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่
	ธีระศักดิ์ โกเมศ	ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่

5. บทคัดย่อ

การทดสอบเทคโนโลยีการผลิตและแปรรูปมะขามป้อมแบบเกษตรกรมีส่วนร่วม ดำเนินการในพื้นที่จังหวัดแพร่ เกษตรกรจำนวน 10 ราย(ตุลาคม 2562-กันยายน 2563) วางแผนการทดลองแบบRCB 2 กรรมวิธี 2 ซ้ำ ได้แก่ ด้านพันธุ์ กรรมวิธีทดสอบใช้มะขามป้อมพันธุ์ พร.01 จากการเปลี่ยนยอด และกรรมวิธีเกษตรกร ใช้มะขามป้อมพื้นเมืองจากการเพาะเมล็ดด้านเครื่องมือแปรรูปผลผลิต กรรมวิธีทดสอบใช้เครื่องมือแปรรูปจากเครื่องต้นแบบ(เครื่องบีบผลและเครื่องอบแห้งมะขามป้อม)และกรรมวิธีเกษตรกรใช้เครื่องมือบีบผลแบบใช้แรงคนและอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ จากการทดสอบ พบว่า ต้นมะขามป้อมที่อายุ 2 ปี กรรมวิธีทดสอบ (พันธุ์ พร.01)มีความสูงเฉลี่ย 213.89 ซม. มากกว่ากรรมวิธีเกษตรกร(พันธุ์พื้นเมือง) ซึ่งมีความสูงเฉลี่ย 169.21 ซม. ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ แต่ในปีถัดมาอายุ 3 ปี 2 เดือน การเจริญเติบโตไม่มีความแตกต่างกัน ทั้งในด้านความสูง ความกว้างทรงพุ่มและเส้นรอบวงลำต้นของมะขามป้อม

ทั้ง 2 กรรมวิธี และพบการออกดอกของมะขามป้อมบางต้นในกรรมวิธีทดสอบ แต่ไม่พบการติดผล เนื่องจาก ต้นอายุยังน้อย เครื่องต้นแบบบีบผลมะขามป้อม จะสามารถทำงานได้ 2,871.68 กก./วัน หากผลผลิตมี จำนวนมาก การใช้เครื่องบีบผลมะขามป้อมจะทำงานได้เร็วกว่าแบบใช้คน 30 เท่าช่วยลดต้นทุน ช่วยทุ่นแรง และทุ่นเวลา การใช้ตู้อบแสงอาทิตย์แบบโค้งให้ผลตอบแทนสูงสุด 1,862.5 บาท รองลงมาคือ ตู้อบ แสงอาทิตย์แบบจั่ว และตู้อบลมร้อนเครื่องต้นแบบ 1,772.77 1,800 บาท ตามลำดับ โดยมีสัดส่วนของรายได้ ต่อการลงทุนของตู้อบแสงอาทิตย์แบบโค้งและตู้อบแสงอาทิตย์แบบจั่ว 2.00 ซึ่งเท่ากัน ส่วนตู้อบลมร้อน เครื่องต้นแบบสัดส่วนของรายได้ต่อการลงทุนต่ำกว่า คือ 1.91 ถึงแม้ว่าการใช้ตู้อบลมร้อนเครื่องต้นแบบ จะมี สัดส่วนของรายได้ต่อการลงทุนต่ำกว่าตู้อบแสงอาทิตย์ทั้งสองแบบ แต่สามารถใช้งานได้แม้ในสภาพอากาศใน ฤดูฝน และอบแห้งได้ครั้งละจำนวนมาก โดยใช้เวลาน้อย ในขณะที่ตู้อบพลังแสงอาทิตย์ ใช้งานได้เฉพาะวันที่มี แสงแดดเท่านั้นการประเมินความพึงพอใจของเกษตรกรต่อเทคโนโลยีการใช้เครื่องมือแปรรูปมะขามป้อม พบว่า เครื่องบีบผลมะขามป้อมและเครื่องอบแห้งมะขามป้อม ได้คะแนนความพึงพอใจของเกษตรกรส่วนใหญ่ อยู่ในระดับพึงพอใจมาก

Abstract

Production and processing technology testing on Indian gooseberry with farmer participation. Implemented in Phrae, 10 farmers (October 2019 - September 2020).The experiment was arranged in RCB with 2 treatments, 2 replications, including varieties, Experiment treatments was use the Indian gooseberry variety, PR-01 from cleft grafting and farmer methods use the native Indian gooseberry from seeds. Product processing tools test method use the processing tool from the prototype. (Fruit squeezer and Indian gooseberry drying machine) and farmers using a manual compression tool and drying with solar energy. It was found that the 2-year old trees, the test method (PR- 01), had an average height of 213.89 cm. The average height was 169.21 cm. The difference was statistically significant. But in the following years, 3 years and 2 months old, there was no difference in growth. Both in terms of height the width, canopy and stem circumference of the two processes were found in the testing process. But no fruiting was found because the trees are young. Prototype machine squeezing the Indian gooseberry will be able to work 2871.68 kg per day, if the output is large. Using an Indian gooseberry squeezer works 30 times faster than a manual one, reducing costs, saving energy and saving time. The highest yield was

1,862.5 baht, followed by a gable solar incubator. And prototype hot air incubators 1,772.77 1,800 baht respectively with the proportion of income per investment of the curved solar incubators. And a gable solar incubator 2.00 which is the same. As for the prototype hot air incubator, the proportion of income per investment is lower than 1.91. It will have a lower income per investment ratio than both types of solar incubators. But can be used even in rainy season weather and can dry a lot at a time in a short time, while the solar incubator works only on sunny days. To assess farmers' satisfaction with the technology of using Indian gooseberry processing tools, it was found that the Indian gooseberry squeezer and dehydrator machine were found. The satisfaction of most farmers were rated at a very satisfied level.

6. คำนำ

มะขามป้อม (Indian gooseberry, Malacca tree) เป็นไม้ผลยืนต้นในวงศ์ EUPHORBIACEAE มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Phyllanthusemblica* L. เป็นพืชสมุนไพรชนิดหนึ่งที่มีประโยชน์มากในทางการแพทย์แผนตะวันออก เนื่องจากมีสาร tannins และวิตามินซีสูงมาก และสารอื่นๆ อีกมากมาย เป็นพืชที่พบมากในประเทศอินเดียโดยเฉพาะรัฐอูตรประเทศ เมืองประทักษาร์ (Pratapgarh) ซึ่งมีชื่อเสียงมากในการปลูกมะขามป้อมเพื่อการค้า และแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์จนได้รับรางวัลระดับชาติ กระทรวงสาธารณสุขของไทยพบว่า น้ำมะขามป้อม เป็น 1 ใน 30 ของเครื่องดื่มสมุนไพรที่มีสรรพคุณต้านอนุมูลอิสระ ลดรอยเหี่ยวย่นและชะลอความแก่ได้ถึงร้อยละ 80 ลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวใจ ข้อเสื่อม อัมพาต และโรคที่เกิดจากความเสื่อมของวัย มีรายงานการวิจัยพบว่า ผลมะขามป้อมมีสาร lignans เช่น phyllanthins และ hypophyllanthins และสารอื่นๆ อีกมากมาย ที่สำคัญคือ มีวิตามินซี (ascorbic acid) ที่คงตัวมาก จึงอยู่ในผลที่แปรรูปหลายแบบ เช่น ตากแห้ง ปั่นเป็นผง เม็ด ขนม ลูกอม เป็นต้น ในอินเดียผลมะขามป้อมนิยมนำไปทำยาพื้นบ้าน ใช้ดอง ทำแชมพูสระผม ทำสีย้อมผม และทำหมึก มีการปลูกมะขามป้อมเป็นการค้าทั้งพันธุ์ผลเล็ก *Phyllanthusemblica* และพันธุ์ผลใหญ่ *Phyllanthusindofischeri* ตลาดในประเทศและต่างประเทศมีความต้องการมาก เพื่อนำไปใช้ทำยา คนมาเลเซียจะใช้น้ำต้มใบมะขามป้อมในการรักษาไข้ คนอินโดนีเซียเอาเนื้อผลมาขยี้ใส่สิริชะ เพื่อรักษาอาการปวดศีรษะและเวียนในการลดความร้อนจากไข้ ปัจจุบันมีงานวิจัยการใช้ประโยชน์ทางยาของใบ ผล และน้ำมันมะขามป้อมอย่างกว้างขวาง ทั้งในประเทศไทย อินเดีย สหรัฐอเมริกา ฟินแลนด์ จีน ญี่ปุ่น เป็นต้น (แฉล้ม และนิวัฒน์, 2552)

ผลมะขามป้อม นอกจากจะจำหน่ายในรูปผลสดแล้วยังตากผลแห้งหรือแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ จำหน่ายได้ขณะนี้ยังขาดวัตถุดิบอีกจำนวนมาก เนื่องจากมะขามป้อม เป็นพืชสมุนไพรในบัญชียาหลักแห่งชาติ ซึ่งจะถูกนำมาใช้ผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ยาหลายชนิดในประเทศไทย ผลผลิตมะขามป้อมส่วนใหญ่หรือเรียกได้ว่า ทั้งหมดเก็บรวบรวมจากป่าธรรมชาติ การเก็บผลปะปนกันมาจากหลายต้นหลายแหล่ง ทำให้ไม่สามารถควบคุมปริมาณหรือคาดเดาปริมาณผลผลิตแต่ละปีได้และไม่สามารถควบคุมคุณภาพและปริมาณสารสำคัญในผล ซึ่งเป็นตัวกำหนดคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะการนำไปผลิตเป็นอาหารเพื่อสุขภาพหรือผลิตภัณฑ์ยา

ปัจจุบันข้อมูลการผลิตมะขามป้อมในประเทศไทยยังมีน้อย เช่น พันธุ์ การจัดการการผลิตที่เหมาะสมและการแปรรูป รวมทั้งการผลิตให้มีความปลอดภัย สอดคล้องกับการใช้ประโยชน์ด้านอาหารเพื่อสุขภาพและด้านสมุนไพรอย่างมีคุณภาพแบบครบวงจรโดยร่วมมือกับเกษตรกร คนในชุมชน กลุ่มแพทย์ เภสัชกร โรงพยาบาล เพื่อลดการซื้อยาจากต่างประเทศในการรักษาผู้ป่วย ข้อมูลเหล่านี้จำเป็นต้องวิจัยและพัฒนาให้เป็นระบบการผลิตมะขามป้อมอย่างมีคุณภาพ เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพในปีที่ผ่านมาศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ได้ดำเนินการสำรวจ รวบรวมมะขามป้อมพันธุ์ดีไว้ และมีเครื่องต้นแบบเครื่องมือแปรรูป ซึ่งออกแบบโดยศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่ ดังนั้นจึงทำการทดสอบเทคโนโลยีการผลิตและแปรรูปมะขามป้อมแบบเกษตรกรมีส่วนร่วมในพื้นที่จังหวัดแพร่

7. วิธีดำเนินการ

- อุปกรณ์

- 1) กล้ามะขามป้อม พันธุ์ พร.01 และพันธุ์พื้นเมือง
- 2) ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยเคมี 15-15-15 ปุ๋ยเคมี 13-13-21
- 3) กากน้ำตาล ขวดพลาสติก
- 4) เลื่อยตัดแต่งกิ่ง กรรไกรตัดแต่งกิ่ง
- 5) ไม้หลัก เชือกฟาง สีนํ้ามัน ไม้บรรทัด เทปวัดความยาว
- 6) ต้นแบบเครื่องบีบผลมะขามป้อม ต้นแบบเครื่องอบแห้งมะขามป้อม และตู้อบพลังงาน

แสงอาทิตย์

- วิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design 2 กรรมวิธี 2 ซ้ำ ได้แก่ กรรมวิธีที่ 1 วิธีทดสอบ กรรมวิธีที่ 2 วิธีเกษตรกร

ดำเนินการวิเคราะห์พื้นที่ในแหล่งปลูกมะขามป้อมในจังหวัดแพร่ วิเคราะห์ประเด็นปัญหาของเกษตรกร แล้วเรียงลำดับความสำคัญของปัญหา นำประเด็นปัญหาที่สำคัญที่เกษตรกรส่วนใหญ่ต้องการแก้ไข มาทดสอบเทคโนโลยี โดยเลือกมา 1-2 ด้าน ดำเนินการทดสอบในแปลงเกษตรกรในจังหวัดแพร่ จำนวน 10 รายๆ ละ 1 ไร่ แต่ละรายประกอบด้วย 2 กรรมวิธี 2 ซ้ำ

ด้านพันธุ์

กรรมวิธีที่ 1 วิธีทดสอบ ปลูกโดยใช้มะขามป้อมพันธุ์ พร.01 จากการเปลี่ยนยอด

กรรมวิธีที่ 2 วิธีเกษตรกร ปลูกโดยใช้มะขามป้อมพื้นเมืองจากการเพาะเมล็ด

ด้านเครื่องมือแปรรูปผลผลิต

กรรมวิธีที่ 1 วิธีทดสอบใช้เครื่องมือแปรรูปจากเครื่องต้นแบบ(เครื่องบีบผลและเครื่องอบแห้งมะขามป้อม)

กรรมวิธีที่ 2 วิธีเกษตรกรใช้เครื่องมือบีบผลแบบใช้แรงคนและอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

การบันทึกข้อมูล

1. การปฏิบัติงานภายในแปลง
2. ช่วงเวลาที่ออกดอก ติดผลและเก็บเกี่ยวผลผลิต
3. ต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ ได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการผลิต รายได้ที่ได้จากผลผลิต และปัญหาอุปสรรค
4. ความพึงพอใจของเกษตรกร

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์สถิติ ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ ประเมินความพึงพอใจเทคโนโลยี เกษตรกรมีส่วนร่วม ในการแสดงความคิดเห็นการปรับปรุงเครื่องมือแปรรูป

- เวลาและสถานที่

เริ่มต้น 1 ตุลาคม 2558 สิ้นสุด 30 กันยายน 2563

แปลงทดลองของเกษตรกร ต.ทุ่งแล้ง อ.ลอง ต.บ้านกลาง ต.ห้วยหม้าย อ.สอง และ ต.วังหงส์ อ.เมือง จ.แพร่

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการวิเคราะห์พื้นที่ในแหล่งปลูกมะขามป้อมในจังหวัดแพร่ พบประเด็นปัญหาของเกษตรกร คือ ขาดต้นพันธุ์มะขามป้อมพันธุ์ดี ที่ปลูกในพื้นที่เป็นมะขามป้อมพันธุ์พื้นเมืองที่ได้จากการเพาะเมล็ด ต้องใช้เวลาานกว่า 10 ปีจะให้ผลผลิต และขาดเครื่องมือแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่าผลผลิต จึงดำเนินการทดสอบเทคโนโลยีในแปลงเกษตรกรในจังหวัดแพร่ จำนวน 10 ราย

ด้านพันธุ์มีเกษตรกรร่วมทดสอบเทคโนโลยี จำนวน 10 ราย ดังนี้

1. นายสุกิติ นาคสกุล 61 ม.6 ต.วังหงส์ อ.เมือง จ.แพร่
2. นายเรืองเดช สิ้นจวบ 5 ม.8 ต.หนองม่วงไข่ อ.หนองม่วงไข่ จ.แพร่
3. นายต้นกวาวपालะ 37 ม.5 ต.แม่หล่าย อ.เมือง จ.แพร่
4. นายมนตรี ตรีสัตย์ 135/1 ม.6 ต.บ้านกลาง อ.สอง จ.แพร่
5. นายสิทธิผล เตือนดาว 70/6 ม.5 ต.ทุ่งแล้ง อ.ลอง จ.แพร่
6. นายสามารถ นวลอุป 18/3 ม.6 ต.ทุ่งแล้ง อ.ลอง จ.แพร่
7. นายชน ปันตุ่น 68/1 ม.5 ต.ทุ่งแล้ง อ.ลอง จ.แพร่
8. นายศรีโรจน์ หาป่อง 65/1 ม.5 ต.ทุ่งแล้ง อ.ลอง จ.แพร่
9. นายสมยศ สุริยะสุข 163 ม.5 ต.ทุ่งแล้ง อ.ลอง จ.แพร่
10. นางปรียารัตน์ เจริญยิ่ง 124/1ม.8 ต.เวียงทอง อ.สูงเม่น จ.แพร่

แปลงกรรมวิธีทดสอบ ปลุกมะขามป้อมพันธุ์ พร. 01 (ต้นกล้าจากการเสียบยอด)

แปลงกรรมวิธีเกษตรกร ปลุกมะขามป้อมพันธุ์พื้นเมืองจากการเพาะเมล็ด

ในปี 2562 แปลงกรรมวิธีทดสอบ ปลุกมะขามป้อมพันธุ์ พร. 01 ต้นกล้าจากการเสียบยอด (เป็นพันธุ์ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผลเฉลี่ย 2.35 ซม. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเมล็ด เฉลี่ย 1.25 ซม. ความหนาเนื้อเฉลี่ย 0.64 ซม. น้ำหนักผลเฉลี่ย 7.94 กรัม มีปริมาณวิตามินซี 480 มิลลิกรัม/100 กรัม มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก 49.23 มิลลิกรัม/กรัม และมีค่าดัชนีสารต้านอนุมูลอิสระ 7.85) ระยะปลูก 6x6 เมตร ช่วงปลายฤดูฝนกำจัดวัชพืช ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ต้นละ 2 กิโลกรัม และใส่ปุ๋ยเคมี 15-15-15อัตรา200 กรัมต่อต้น ใช้วิธีหว่านปุ๋ยใต้ชายพุ่มต้น มะขามป้อมแตกใบใหม่สร้างพุ่มต้นเพิ่มมากขึ้น

แปลงกรรมวิธีเกษตรกรปลุกมะขามป้อมพันธุ์พื้นเมืองจากการเพาะเมล็ดระยะปลูก 6x6 เมตร ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ต้นละ 2 กิโลกรัม ใส่ปุ๋ยเคมี 15-15-15อัตรา200 กรัมต่อต้นและกำจัดวัชพืช

บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของมะขามป้อม อายุ 2 ปี ในเดือนกรกฎาคม 2562 พบว่า ต้นมะขามป้อมกรรมวิธีทดสอบ (พันธุ์ พร.01) มีความสูงเฉลี่ย 213.89 ซม. มากกว่ากรรมวิธีเกษตรกร (พันธุ์พื้นเมือง) มีความสูงเฉลี่ย 169.21 ซม. ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 1) ส่วนความกว้างทรงพุ่มและเส้นรอบวงลำต้นของมะขามป้อม ทั้ง 2 กรรมวิธี ไม่มีความแตกต่างกัน (ตารางที่ 2 และตารางที่ 3)

ตารางที่ 1 ความสูง (ซม.) ของมะขามป้อมที่ทดสอบในแปลงเกษตรกรอายุ 2 ปี (กรกฎาคม 2562)

เกษตรกร	วิธีทดสอบ (พันธุ์ พร.01)	วิธีเกษตรกร (พันธุ์พื้นเมือง)	ผลต่าง
1.นายสุกิติ นาคสกุล	238.63	226.25	12.38
2.นายเรืองเดช สินธุ์วงศ์	115.38	103.38	12.00
3.นายต้นกวาว ปาละ	227.50	158.13	69.37
4.นายมนตรี ตรีสัตย์	285.63	252.63	33.00
5. นายสิทธิผล เดือนดาว	288.50	177.50	111.00
6.นายสามารถ นวลอุป	121.13	104.50	16.63
7. นายชน ปันตุน	205.50	167.13	38.37
8. นายศรีโรจน์ หาบ้อง	123.50	106.00	17.50
9. นายสมยศ สุริยะสุข	296.25	185.00	111.25
10.นางปริยารัตน์ เจริญยิ่ง	236.88	211.63	25.25
เฉลี่ย	213.89	169.21	**

ผลต่าง = วิธีทดสอบ - วิธีเกษตรกร

ns = ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางที่ 2 ความกว้างทรงพุ่ม (ซม.) ของมะขามป้อมที่ทดสอบในแปลงเกษตรกรอายุ 2 ปี (กรกฎาคม 2562)

เกษตรกร	วิธีทดสอบ (พันธุ์ พร.01)	วิธีเกษตรกร (พันธุ์พื้นเมือง)	ผลต่าง
1.นายสุกิติ นาคสกุล	202.19	208.13	-5.94
2.นายเรืองเดช สินธุ์วงศ์	92	79.75	12.25
3.นายต้นกวาว ปาละ	260.18	135.75	124.43
4.นายมนตรี ตรีสัตย์	233.75	268.19	-34.44
5. นายสิทธิผล เดือนดาว	298	293.25	4.75
6.นายสามารถ นวลอุป	101.69	86.81	14.88
7. นายชน ปันตุน	158.12	143.44	14.68
8. นายศรีโรจน์ หาป่อง	101.37	84.75	16.62
9. นายสมยศ สุริยะสุข	308.75	300.94	7.81
10.นางปริยารัตน์ เจริญยิ่ง	199.25	208.56	-9.31
เฉลี่ย	195.53	180.96	ns

ผลต่าง = วิธีทดสอบ - วิธีเกษตรกร

ns = ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางที่ 3 ขนาดเส้นรอบวงลำต้น(ซม.) ของมะขามป้อมที่ทดสอบในแปลงเกษตรกรอายุ 2 ปี(กรกฎาคม 2562)

เกษตรกร	วิธีทดสอบ (พันธุ์ พร.01)	วิธีเกษตรกร (พันธุ์พื้นเมือง)	ผลต่าง
1.นายสุกิตี นาคสกุล	11.31	11.38	-0.07
2.นายเรืองเดช สินธุ์วงศ์	3.81	2.94	0.87
3.นายต้นกวาว ปาละ	9.13	5.60	3.53
4.นายมนตรี ตรีสัตย์	14.79	15.30	-0.51
5. นายสิทธิผล เดือนดาว	14.13	14.38	-0.25
6.นายสามารถ นวลอุป	4.25	3.19	1.06
7. นายชน ปันตุน	7.88	6.44	1.44
8. นายศรีโรจน์ หาป่อง	4.81	3.56	1.25
9. นายสมยศ สุริยะสุข	15.25	15.38	-0.13
10.นางปริยารัตน์ เจริญยิ่ง	10.75	11.00	-0.25
เฉลี่ย	9.61	8.92	ns

ผลต่าง = วิธีทดสอบ - วิธีเกษตรกร

ns = ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของมะขามป้อม อายุ 3 ปี 2 เดือน (กันยายน 2563) พบว่า ต้นมะขามป้อม กรรมวิธีทดสอบ (พันธุ์ พร.01) และกรรมวิธีเกษตรกร (พันธุ์พื้นเมือง) ด้านความสูง ขนาดทรงพุ่ม และขนาดเส้นรอบวงลำต้น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีความสูงเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 318.8-339.2 ซม. ขนาดทรงพุ่มเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 326.1-349.05 ซม. และขนาดเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 18.39 -18.93 ซม. (ตารางที่ 4-6)

ต้นมะขามป้อมยังไม่ให้ผลผลิต พบการออกดอกของมะขามป้อมบางต้นในกรรมวิธีทดสอบ(พันธุ์ พร.01) ในช่วงกลางเดือนกุมภาพันธ์ 2563 แต่เป็นดอกเพศผู้ทั้งหมด จึงไม่มีการติดผล จึงควรมีการศึกษาข้อมูลต่อไป สำหรับกรรมวิธีเกษตรกร (พันธุ์พื้นเมือง) มีเพียงการเจริญเติบโตทางกิ่งใบ ไม่พบการออกดอก

ตารางที่ 4 ความสูง (ซม.) ของมะขามป้อมที่ทดสอบในแปลงเกษตรกรอายุ 3ปี2 เดือน ในเดือนกันยายน 2563

เกษตรกร	วิธีทดสอบ (พันธุ์ พร.01)	วิธีเกษตรกร (พันธุ์พื้นเมือง)	ผลต่าง
1.นายสุกิติ นาคสกุล	383.5	255	128.5
2.นายเรืองเดช สินธุ์วงศ์	146.5	214	-67.5
3.นายต้นกวาว ปาละ	454.5	342.5	112
4.นายมนตรี ตรีสัตย์	519.5	506.5	13
5. นายสิทธิผล เดือนดาว	204.5	411	-206.5
6.นายสามารถ นวลอุป	261	233	28
7. นายชน ปันตุน	329	275.5	53.5
8. นายศรีโรจน์ หาบ้อง	260	178	82
9. นายสมยศ สุริยะสุข	491	449	42
10.นางปริยารัตน์ เจริญยิ่ง	342.5	323.5	19
เฉลี่ย	339.2	318.8	ns

ผลต่าง = วิธีทดสอบ - วิธีเกษตรกร

ns = ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 5 ขนาดทรงพุ่ม (ซม.) ของมะขามป้อมที่ทดสอบในแปลงเกษตรกรอายุ 3 ปี 2 เดือน กันยายน 2563

เกษตรกร	วิธีทดสอบ (พันธุ์ พร.01)	วิธีเกษตรกร (พันธุ์พื้นเมือง)	ผลต่าง
1.นายสุกิติ นาคสกุล	353.5	424.5	-71
2.นายเรืองเดช สินธุ์วงศ์	141.5	230.5	-89
3.นายต้นกวาว ปาละ	475.5	377	98.5
4.นายมนตรี ตรีสัตย์	532.5	478	54.5
5. นายสิทธิผล เดือนดาว	493.5	460.5	33
6.นายสามารถ นวลอุป	239	234.5	4.5
7. นายชน ปันตุน	275	232	43
8. นายศรีโรจน์ หาบ้อง	218.5	111.5	107
9. นายสมยศ สุริยะสุข	470.5	369	101.5
10.นางปริยารัตน์ เจริญยิ่ง	291	343.5	-52.5
เฉลี่ย	349.05	326.1	ns

ผลต่าง = วิธีทดสอบ - วิธีเกษตรกร

ns = ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 6 ขนาดเส้นรอบวงลำต้น (ซม.) ของมะขามป้อมที่ทดสอบในแปลงเกษตรกรอายุ 3 ปี 2 เดือน
ในเดือนกันยายน 2563

เกษตรกร	วิธีทดสอบ (พันธุ์ พร.01)	วิธีเกษตรกร (พันธุ์พื้นเมือง)	ผลต่าง
1.นายสุกิติ นาคสกุล	22.68	26.25	-3.56
2.นายเรืองเดช สินธุ์วงศ์	6.8	10.07	-3.27
3.นายต้นกวาว ปาละ	19.74	13.37	6.37
4.นายมนตรี ตรีสัตย์	28.74	31.81	-3.06
5. นายสิทธิผล เตือนดาว	27.87	31.1	-3.22
6.นายสามารถ นวลอุบล	11.71	10.84	0.86
7. นายชน ปันตุน	14.21	11.12	3.09
8. นายศรีโรจน์ หาบ้อง	10.97	7.55	3.42
9. นายสมยศ สุริยะสุข	30.78	25.03	5.75
10.นางปริยารัตน์ เจริญยิ่ง	15.84	16.77	-0.93
เฉลี่ย	18.93	18.39	ns

ผลต่าง = วิธีทดสอบ - วิธีเกษตรกร

ns = ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ด้านเครื่องมือแปรรูปผลผลิต

- ในการแปรรูปมะขามป้อม ก่อนนำไปทำมะขามป้อมอบแห้ง หรือแช่อิ่ม ต้องบีบผลให้มีรอยแตกก่อน จึงได้ทำการทดสอบเครื่องมือที่ใช้บีบผลมะขามป้อมของวิธีการทดสอบ และวิธีเกษตรกร บันทึกข้อมูลความสามารถในการทำงาน (ตารางที่ 7)และต้นทุน

การใช้เครื่องบีบผลมะขามป้อม

- มีความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 358.96กก./ชม.
- ต้นทุนการบีบแบบใช้เครื่อง 0.22 บาท/กก.

ต้นทุน คำนวณจาก แรงงาน 2 คน (300 บาท/วัน/8 ชม.)

ค่าแรง 75 บาท/ชม. + ค่าไฟฟ้า 2.238 บาท/ชม. = 77.24 บาท/ชม.

ดังนั้น ต้นทุนใช้เครื่องบีบ $77.238/358.96 = 0.22$ บาท/กก.

เครื่องต้นแบบบีบผลมะขามป้อม ราคาประมาณ 45,000 บาท มีอายุการใช้งาน 5 ปี มีจุดคุ้มทุนในการใช้เครื่องอยู่ที่ 4,222 กก./ปี ซึ่งใน 1 วัน ทำงาน 8 ชม. จะสามารถทำงานได้ 2,871.68 กก./วัน หากผลผลิตมีจำนวนมาก การใช้เครื่องบีบผลมะขามป้อมทำงาน 2 วันก็คุ้มทุนแล้ว

การใช้ไม้บีบด้วยแรงคน

- มีความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 11.97 กก./ชม. หรือ 95.76 กก./วัน
- ต้นทุนการบีบแบบใช้แรงงานคน 3.13 บาท/กก.

ต้นทุน คำนวณจาก ค่าแรงวันละ 300บาททำงาน 8 ชม. = $300/(11.97 \times 8)=3.13$ บาท/กก.

ดังนั้น การบีบผลมะขามป้อมแบบใช้เครื่องจะทำงานได้เร็วกว่าแบบใช้คน 30 เท่า ($358.96/11.97$)หรือการใช้คนทำงานให้ได้ปริมาณงานเท่ากับใช้เครื่อง ต้องใช้จำนวน 30 คน/วัน และมีต้นทุนต่างกัน 2.91 บาท/กก. หรือ 14.23 เท่า การบีบผลมะขามป้อมแบบใช้เครื่อง ทำให้ได้ปริมาณงานมาก ช่วยลดต้นทุน ช่วยทุ่นแรงและทุ่นเวลา

ตารางที่ 7 ความสามารถในการทำงานในการทดสอบเครื่องบีบผลมะขามป้อมของวิธีการทดสอบและวิธีเกษตรกร

เกษตรกร	วิธีทดสอบ : ใช้เครื่องบีบ ความสามารถในการทำงาน (กก./ชม.)			วิธีเกษตรกร:ใช้ไม้บีบด้วยแรงคน ความสามารถในการทำงาน (กก./ชม.)		
	R1	R2	ค่าเฉลี่ย	R1	R2	ค่าเฉลี่ย
1. นายสุกิติ นาคสกุล	357.14	360.00	358.57	11.60	11.76	11.68
2. นายเรืองเดช สินธวงศ์	360.00	362.90	361.45	9.64	9.55	9.600
3. นายจิรพงศ์ ลือวัฒนานนท์	359.72	357.40	358.56	11.71	11.58	11.65
4. นายมนตรี ตรีสัตย์	355.14	359.14	357.14	17.19	18.75	17.97
5. นายสิทธิผล เตือนดาว	358.96	352.50	355.73	11.58	13.33	12.45
6. นายสามารถ นวลอุป	362.90	361.44	362.17	11.45	11.65	11.55
7. นายสมนึก ตะน้อย	367.34	352.94	360.14	10.92	13.36	12.14
8.นายสนอง จินาเคียน	360.00	362.90	361.45	9.77	10.90	10.34
9. นายสมยศ สุริยะสุข	352.94	361.44	357.19	10.81	13.18	11.99
10. นางปรียาร์ตน์ เจริญยิ่ง	356.08	358.20	357.14	9.75	10.90	10.33
ค่าเฉลี่ย			358.96			11.97



ภาพที่ 1 การทดสอบการใช้เครื่องบีบผลมะขามป้อม



ภาพที่ 2 การใช้ไม้บีบผลมะขามป้อมของเกษตรกร

- นำผลผลิตมะขามป้อมมาแปรรูปเป็นมะขามป้อมแช่อิ่ม ก่อนที่จะนำไปอบแห้งโดยใช้เครื่องอบแห้งมะขามป้อมเปรียบเทียบกับการอบด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ โดยมีขั้นตอนการทำมะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้ง ดังต่อไปนี้
- 1) เตรียมผลมะขามป้อมสด 50 กิโลกรัม น้ำตาลทรายขาว 35 กิโลกรัม เกลือ 800 กรัม และน้ำ 15 ลิตร
- 2) ทำน้ำเชื่อม โดยนำน้ำ น้ำตาลทราย และเกลือ ต้มให้เดือด ยกออกจากเตา และทิ้งไว้ให้เย็น
- 3) ล้างมะขามป้อมให้สะอาด บีบให้มีรอยแตก แล้วนำไปล้างอีกครั้งหนึ่ง

- 4) ลวกมะขามป้อมในน้ำเดือดนาน 5 นาที แล้วตัดแช่ในน้ำเย็น (ลวก 3 ครั้ง) ตักขึ้นมาสะเด็ดน้ำ
- 5) นำมะขามป้อมใส่ภาชนะ เทน้ำเชื่อมลงไปจนท่วม ทิ้งไว้ 1 คืน ตอนเช้าตัดมะขามป้อมออก แล้วนำน้ำเชื่อมไปต้ม เติมน้ำตาล ทิ้งไว้ให้เย็น นำมะขามป้อมลงไปแช่ในคืนที่ 2 เช้าตักออก และแช่ในคืนที่ 3 ก็ทำเช่นเดียวกัน
- 6) ตักมะขามป้อมออกจากน้ำเชื่อมด้วยกระชอน พักไว้ เตรียมนำเข้าตู้อบเพื่อให้แห้ง

นำมะขามป้อมแช่อิ่มมาอบแห้งในตู้อบ 3 แบบ ได้แก่ ตู้อบลมร้อนเครื่องต้นแบบ (วิธีทดสอบ) ตู้อบแสงอาทิตย์แบบโค้ง และตู้อบแสงอาทิตย์แบบจั่ว (วิธีเกษตรกร) พบว่าการใช้ตู้อบลมร้อนเครื่องต้นแบบ จะใช้เวลาอบสั้นที่สุด เฉลี่ย 7 ชั่วโมง รองลงมา คือ ตู้อบแสงอาทิตย์แบบโค้งจะใช้เวลาอบเฉลี่ย 15 ชั่วโมง และตู้อบแสงอาทิตย์แบบจั่วใช้เวลาอบนานที่สุดเฉลี่ย 21 ชั่วโมง(ตารางที่ 8 และตารางที่ 9)

ตารางที่ 8 ผลการอบแห้งของมะขามป้อมด้วยตู้อบแบบต่างๆ ครั้งที่ 1 ในเดือนกุมภาพันธ์ 2563

ชนิดตู้อบ	นน.ก่อนอบ (กก.)	นน.หลังอบ (กก.)	การสูญเสียน้ำหนัก (%)	เวลาที่ใช้อบ
1.ตู้อบลมร้อนเครื่องต้นแบบ	12	7.3	39.2	6 ชม. 51 นาที
2.ตู้อบแสงอาทิตย์ แบบโค้ง	12	7.5	37.5	16 ชม.
3.ตู้อบแสงอาทิตย์ แบบจั่ว	12	7.1	40.8	22 ชม.55 นาที

ตารางที่ 9 ผลการอบแห้งของมะขามป้อมด้วยตู้อบแบบต่างๆ ครั้งที่ 2 ในเดือนมีนาคม 2563

ชนิดตู้อบ	นน.ก่อนอบ(กก.)	นน. หลังอบ (กก.)	การสูญเสียน้ำหนัก (%)	เวลาที่ใช้อบ
1.ตู้อบลมร้อนเครื่องต้นแบบ	12	7.6	36.6	7 ชม. 30 นาที
2.ตู้อบแสงอาทิตย์ แบบโค้ง	12	7.4	38.3	14 ชม.
3.ตู้อบแสงอาทิตย์ แบบจั่ว	12	7.3	39.2	20 ชม.30 นาที

นำผลมะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งไปวัดค่าสี CIELAB colour System พบว่า การใช้ตู้อบลมร้อนเครื่องต้นแบบ มะขามป้อมอบแห้งมีค่าความสว่างของสี ค่า L^* เท่ากับ 50.43 ซึ่งสูงกว่าตู้อบแบบอื่นๆและค่า a^* ต่ำที่สุดเท่ากับ -0.42 สำหรับค่า b^* การอบด้วยตู้อบทั้ง 3 แบบ มีค่าใกล้เคียงกัน และการใช้ตู้อบลมร้อนเครื่องต้นแบบ มีค่า hue angle (h^*)สูงที่สุด คือ 91.13 องศา (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 10 ค่าสี CIELAB (1976) L* a* b* ของผลมะขามป้อมที่อบแห้งด้วยตู้อบแบบต่างๆ

ชนิดตู้อบ	L*	a*	b*	C*	h*
1.ตู้อบลมร้อนเครื่องต้นแบบ	50.43	-0.42	26.17	26.40	91.13
2.ตู้อบแสงอาทิตย์ แบบโค้ง	46.08	7.63	26.09	28.39	74.41
3.ตู้อบแสงอาทิตย์ แบบจั่ว	47.83	7.31	26.57	27.46	74.59

เกษตรกรได้ผลผลิตมะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้ง จากการใช้ตู้อบลมร้อนเครื่องต้นแบบตู้อบแสงอาทิตย์แบบโค้ง และตู้อบแสงอาทิตย์แบบจั่วใกล้เคียงกัน คือ 14.9 14.9 และ 14.4 กิโลกรัม ตามลำดับ โดยมีรายได้จากการอบมะขามป้อมด้วยตู้อบลมร้อนเครื่องต้นแบบตู้อบแสงอาทิตย์แบบโค้งและตู้อบแสงอาทิตย์แบบจั่วเป็นเงิน 3,725 3,725 และ 3,600 บาท ตามลำดับ

ต้นทุนการอบมะขามป้อมด้วยตู้อบลมร้อนเครื่องต้นแบบมีต้นทุนสูงที่สุด 1,952.23 บาท ส่วนตู้อบแสงอาทิตย์แบบโค้งและตู้อบแสงอาทิตย์แบบจั่วมีต้นทุนที่น้อยกว่า คือ 1,862.5 และ 1,800 บาท ตามลำดับ

ผลตอบแทนที่ได้รับจากการอบแห้งมะขามป้อม พบว่า การใช้ตู้อบแสงอาทิตย์แบบโค้งให้ผลตอบแทนสูงสุด 1,862.5 บาท รองลงมาคือ ตู้อบแสงอาทิตย์แบบจั่ว และตู้อบลมร้อนเครื่องต้นแบบ 1,772.77 1,800 บาท ตามลำดับ โดยมีสัดส่วนของรายได้ต่อการลงทุน ของตู้อบแสงอาทิตย์แบบโค้งและตู้อบแสงอาทิตย์แบบจั่ว 2.00 ซึ่งเท่ากัน ส่วนตู้อบลมร้อนเครื่องต้นแบบสัดส่วนของรายได้ต่อการลงทุนต่ำกว่า คือ 1.91 (ตารางที่ 11)

ถึงแม้ว่าการใช้ตู้อบลมร้อนเครื่องต้นแบบ จะมีสัดส่วนของรายได้ต่อการลงทุนต่ำกว่าตู้อบแสงอาทิตย์ทั้งสองแบบ แต่สามารถใช้งานได้ตลอดเวลาแม้ในสภาพอากาศฤดูฝน ฟ้าครึ้มหรือมีฝนตก ทำการควบคุมอุณหภูมิในการอบได้ และสามารถอบแห้งได้ครั้งละจำนวนมาก โดยใช้เวลาน้อย ในขณะที่ตู้อบพลังแสงอาทิตย์ การใช้งานต้องดูสภาพภูมิอากาศ สามารถใช้งานได้เฉพาะวันที่มีแสงแดดเท่านั้น และไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิในการอบได้ หากมีแสงแดดน้อย หรือฝนตก มะขามป้อมอาจมีการปนเปื้อนเชื้อราได้ และยังใช้เวลานานกว่าจะอบให้แห้ง สีของผลิตภัณฑ์มะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งก็จะมีสีคล้ำเป็นสีน้ำตาลเข้ม

ตารางที่ 11 ต้นทุน รายได้ และอัตราส่วนของรายได้ต่อการลงทุนของการอบแห้งมะขามป้อม

ชนิดตู้อบ	นน.ผลอบแห้ง (กก.)	รายได้ (บาท)	ต้นทุน (บาท)	ผลตอบแทน (บาท)	BCR
1.ตู้อบลมร้อนเครื่องต้นแบบ	14.9	3,725	1,952.23	1,772.77	1.91
2.ตู้อบแสงอาทิตย์ แบบโค้ง	14.9	3,725	1,862.5	1,862.5	2.00
3.ตู้อบแสงอาทิตย์ แบบจั่ว	14.4	3,600	1,800	1,800	2.00

หมายเหตุ

ตู้อบลมร้อนเครื่องต้นแบบ (วิธีทดสอบ)

- มีต้นทุนค่าแก๊ส 2.6 กก.ๆ ละ 26.66 บาท เป็นเงิน 69.32 บาท
 - ต้นทุนค่าไฟฟ้า 4.467 หน่วยๆละ 4.57 บาท เป็นเงิน 20.41 บาท
 - ต้นทุนค่าวัสดุดิบ (ผลมะขามป้อมสด น้ำตาล เกลือ) 125 บาท/กก. 14.9 กก. เป็นเงิน 1,862.50 บาท
- รวมเป็นเงิน 1,952.23 บาท

ตู้อบแสงอาทิตย์แบบโค้ง และตู้อบแสงอาทิตย์แบบจั่ว (วิธีเกษตรกร)

- ไม่มีต้นทุนค่าแก๊สและค่าไฟฟ้า
- มีต้นทุนค่าวัสดุดิบ (ผลมะขามป้อมสด น้ำตาล เกลือ) เป็นเงิน 125 บาท/กก.

ตู้อบแสงอาทิตย์แบบโค้ง

ผลมะขามป้อมแช่อบแห้ง 14.9 กก. มีต้นทุนค่าวัสดุดิบ คิดเป็นเงิน 1,862.5 บาท

ตู้อบแสงอาทิตย์แบบจั่ว

ผลมะขามป้อมแช่อบแห้ง 14.4 กก. มีต้นทุนค่าวัสดุดิบคิดเป็นเงิน 1,800 บาท

การประเมินความพึงพอใจของเกษตรกรต่อเทคโนโลยี

ทำการประเมินความพึงพอใจของเกษตรกรต่อเทคโนโลยีการใช้เครื่องมือแปรรูปมะขามป้อม จำนวน 10 ราย โดยใช้แบบสอบถาม แบ่งระดับการให้คะแนนเป็น พึงพอใจมากที่สุด (5 คะแนน) มาก (4 คะแนน) ปานกลาง (3 คะแนน) น้อย (2 คะแนน) และน้อยที่สุด (1 คะแนน)

เมื่อรวมคะแนนทั้งหมดพบว่า เครื่องบีบผลมะขามป้อม ได้คะแนนความพึงพอใจของเกษตรกรส่วนใหญ่อยู่ในระดับพึงพอใจมาก โดยมีคะแนนเฉลี่ยด้านการออกแบบ 4.23 คะแนน ด้านความปลอดภัย 4.14 คะแนน ด้านการบำรุงรักษา 4.08 คะแนน ด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์ 3.74คะแนน และด้านความคุ้มค่าในการลงทุน 4.08 คะแนน (ตารางที่ 12)

สำหรับเครื่องอบแห้งมะขามป้อม ได้คะแนนความพึงพอใจของเกษตรกรอยู่ในระดับพึงพอใจมากเช่นกัน โดยมีคะแนนเฉลี่ยด้านการออกแบบ 4.14 คะแนน ด้านความปลอดภัย 4.16 คะแนน ด้านการบำรุงรักษา 3.90 คะแนน ด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์ 4.26 คะแนน และด้านความคุ้มค่าในการลงทุน 4.02 คะแนน (ตารางที่ 13)

เกษตรกรมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นการปรับปรุงเครื่องมือแปรรูปดังนี้

- 1) เครื่องบีบมะขามป้อม ควรเพิ่มอุปกรณ์คัดขนาดผล เพื่อป้อนผลมะขามป้อมตามขนาดให้ตรงตามระยะห่างของลูกกลิ้งที่ตั้งไว้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งาน
- 2) เครื่องต้นแบบอบแห้งมะขามป้อม ตะแกรงอบเป็นสแตนเลสชนิดหนา ทำให้น้ำหนักมาก จึงควรปรับปรุงเพื่อสะดวกต่อการใช้งาน โดยตะแกรงควรผลิตจากวัสดุที่มีน้ำหนักเบา เช่น อลูมิเนียม เป็นต้น
- 3) สำหรับผลมะขามป้อมที่มีขนาดใหญ่มาก ในอนาคตหากมีอุปกรณ์เจาะกลางผลนำเมล็ดออก จะช่วยให้มะขามป้อมมีรูปร่างผลสวยงาม เมื่อนำไปแปรรูปแช่อบแห้งจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ ช่วยเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ สวยสะดุดตา ทำให้น่าซื้อและน่ารับประทาน

ตารางที่ 12 จำนวนคนที่ให้คะแนนความพึงพอใจต่อการใช้เทคโนโลยีด้านเครื่องบีบผลมะขามป้อม

ลำดับที่	รายละเอียด	ระดับความพึงพอใจ					เฉลี่ย
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	
1. ด้านการออกแบบ							4.23
1.	การติดตั้งไม่ซับซ้อน สามารถเคลื่อนย้ายสะดวก	5(50%)	3(30%)	2(20%)			4.3
2.	ส่วนประกอบของวัสดุซื้อหาได้ง่ายในท้องตลาด	3 (30%)	4(40%)	3 (30%)			4
3.	ประหยัดเนื้อที่ใช้สอย ใช้พื้นที่ในการทำงานน้อย	6 (60%)	2(20%)	2(20%)			4.4
4.	สามารถบีบผลให้แตกตามที่ต้องการ	3(30%)	3 (30%)	3 (30%)	1 (10%)		3.8
5.	การใช้งานง่าย ขั้นตอนการทำงานไม่ซับซ้อน	2 (20%)	7 (70%)	1(10%)			4.1
6.	ใช้เวลาน้อยได้ปริมาณงานมาก	5 (50%)	3 (30%)	2 (20%)			4.3
7.	ไม่มีมลภาวะกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	6 (60%)	4 (40%)				4.6
8.	กระบวนการบีบผลมีความสะอาด ปราศจากการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรก	3 (30%)	5 (50%)	2 (20%)			4.1
9.	สามารถช่วยทุนแรงและเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร	4 (40%)	6 (60%)				4.4
10.	สามารถใช้ในกระบวนการผลิตเชิงธุรกิจได้	3 (30%)	7 (70%)				4.3
2. ด้านความปลอดภัย							4.14
1.	โครงสร้างของวัสดุมีความมั่นคงแข็งแรง	7 (70%)	3 (30%)				4.7
2.	ขั้นตอนการทำงานปราศจากอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงาน	3 (30%)	7 (70%)				4.3
3.	การใช้วัสดุไม่ก่อให้เกิดสารพิษต่อผลิตภัณฑ์อาหาร	2 (20%)	7 (70%)	1 (10%)			4.1
4.	มีวัสดุป้องกันอันตรายจากความร้อนต่อผู้ใช้งาน	1 (10%)	8 (80%)		1(10%)		3.9

ลำดับที่	รายละเอียด	ระดับความพึงพอใจ					เฉลี่ย
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	
5.	มีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากกระแสไฟฟ้า	1 (10%)	6 (60%)	2 (20%)	1(10%)		3.7
3. ด้านการบำรุงรักษา							4.08
1.	ชิ้นส่วนวัสดุมีความแข็งแรงทนทานชำรุดสึกหรอน้อยประหยัดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง	2 (20%)	7 (70%)	1 (10%)			4.7
2.	สามารถตรวจสอบชิ้นส่วนที่เสียหายได้ด้วยสายตาไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือตรวจสอบที่มีราคาสูง	3 (30%)	6 (60%)	1 (10%)			4.3
3.	วัสดุซ่อมแซมสามารถหาซื้ออะไหล่ทดแทนได้ง่ายในประเทศ	5 (50%)	5 (50%)				4.1
4.	อะไหล่ชิ้นส่วนของวัสดุซ่อมแซมมีราคาถูก	2 (20%)	3 (30%)	5 (50%)			3.9
5.	สามารถเข้าถึงช่างความสะอาดอุปกรณ์ได้ทุกชิ้นส่วน	2 (20%)	5 (50%)	3 (30%)			3.7
4. ด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์							3.74
1.	การแตกของผลมะขามป้อมอยู่ในระดับที่เหมาะสมตามความต้องการ	2 (20%)	4 (40%)	3 (30%)	1(10%)		4.1
2.	ผลผลิตเสียหายน้อย	1 (10%)	4 (40%)	4 (40%)	1(10%)		4.2
3.	เมล็ดถูกแยกออกจากเนื้อผลได้ง่าย		4 (40%)	5 (50%)	1(10%)		4.5
4.	ทำให้ผลิตภัณฑ์แปรรูปมีความหลากหลายมากขึ้น	3 (30%)	5 (50%)	2 (20%)			3.7
5.	รูปลักษณะโดยรวมเหมาะสมต่อการนำไปแปรรูปขั้นต่อไป	1 (10%)	9 (90%)				3.9
5. ความคุ้มค่าในการลงทุน							4.08
1.	สามารถประหยัดพลังงานในกระบวนการบีบผล	2 (20%)	7 (70%)	1 (10%)			3.7
2.	ลดต้นทุนการผลิตและช่วยให้ได้รับผลกำไรมากขึ้น	1 (10%)	7 (70%)	2 (20%)			3.5
3.	มีค่าใช้จ่ายในการลงทุนเหมาะสม	1 (10%)	6 (60%)	3 (30%)			3.3
4.	มีอายุการใช้งานยาวนานและคุ้มค่าในการลงทุน	4 (40%)	6 (60%)				4.1
5.	มีระยะเวลาในการคืนทุนอย่างรวดเร็ว	2 (20%)	8 (80%)				4.1

หมายเหตุ ระดับความพึงพอใจมากที่สุด 5 คะแนน มาก 4 คะแนน ปานกลาง 3 คะแนน น้อย 2 คะแนนและน้อยที่สุด 1 คะแนน

ตารางที่ 13 จำนวนคนที่ให้คะแนนความพึงพอใจต่อการใช้เทคโนโลยีด้านเครื่องอบแห้งมะขามป้อม

ลำดับที่	รายละเอียด	ระดับความพึงพอใจ					เฉลี่ย
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	
1. ด้านการออกแบบ							4.14
1.	การติดตั้งไม่ซับซ้อน สามารถเคลื่อนย้ายสะดวก	2 (20%)	6 (60%)	1 (10%)	1(10%)		3.9
2.	ส่วนประกอบของวัสดุซื้อหาได้ง่ายในท้องถิ่น	3 (30%)	4 (40%)	2 (20%)	1(10%)		3.9
3.	ประหยัดเนื้อที่ ใช้สอย ใช้พื้นที่ในการทำงานน้อย	1 (10%)	7 (70%)	1 (10%)	1(10%)		3.8
4.	สามารถผลิตความร้อนได้ในอุณหภูมิที่ต้องการ	5 (50%)	5 (50%)				4.5
5.	การใช้งานง่าย ขั้นตอนการทำงานไม่ซับซ้อน	3 (30%)	6 (60%)	1 (10%)			3.9
6.	ระยะเวลาในการอบผลิตภัณฑ์เทียบเท่าการใช้เชื้อเพลิงอื่น	4 (40%)	6 (60%)				4.4
7.	ไม่มีมลภาวะจากเชื้อเพลิงที่เป็นผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม	3 (30%)	6 (60%)	1 (10%)			4.2
8.	กระบวนการอบแห้งผลิตภัณฑ์มีความสะอาด ปราศจากการปนเปื้อนจากฝุ่นละอองและแมลง	4 (40%)	6 (60%)				4.4
9.	สามารถช่วยในการถนอมอาหารและเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร	4 (40%)	6 (60%)				4.4
10.	สามารถใช้ในกระบวนการผลิตเชิงธุรกิจได้	2 (20%)	6 (60%)	2 (20%)			4
2. ด้านความปลอดภัย							4.16
1.	โครงสร้างของวัสดุมีความมั่นคงแข็งแรง	5 (50%)	4 (40%)	1 (10%)			4.4
2.	ขั้นตอนการทำงานปราศจากอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงาน	3 (30%)	5 (50%)	2 (20%)			4.1
3.	การใช้วัสดุไม่ก่อให้เกิดสารพิษต่อผลิตภัณฑ์อาหาร	2 (20%)	7 (70%)	1 (10%)			4.1
4.	มีวัสดุป้องกันอันตรายจากความร้อนต่อผู้ใช้งาน	2 (20%)	7 (70%)	1 (10%)			4.1
5.	มีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากกระแสไฟฟ้า	3 (30%)	5 (50%)	2 (20%)			4.1
3. ด้านการบำรุงรักษา							3.90
1.	ชิ้นส่วนวัสดุมีความแข็งแรงทนทานชำรุดสึกหรอน้อยประหยัดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง	1 (10%)	6 (60%)	3 (30%)			3.8
2.	สามารถตรวจสอบชิ้นส่วนที่เสียหายได้ด้วยสายตา ไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือตรวจสอบที่มีราคาสูง	2 (20%)	6 (60%)	2 (20%)			4
3.	วัสดุซ่อมแซมสามารถหาซื้ออะไหล่ทดแทนได้ง่ายในประเทศ	3 (30%)	6 (60%)	1 (10%)			4.2
4.	อะไหล่ชิ้นส่วนของวัสดุซ่อมแซมมีราคาถูก		7 (70%)	3 (30%)			3.7
5.	สามารถเข็ดหล้าทำความสะอาดอุปกรณ์ได้ทุก		8 (80%)	2 (20%)			3.8

ลำดับที่	รายละเอียด	ระดับความพึงพอใจ					เฉลี่ย
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	
	ชิ้นส่วน						
4. ด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์							4.26
1.	ความแข็งของผลิตภัณฑ์อยู่ในระดับที่เหมาะสม	6 (60%)	3 (30%)	1 (10%)			4.5
2.	สีของผลิตภัณฑ์ไม่เปลี่ยนแปลงจากสีธรรมชาติ	4 (40%)	4 (40%)	2 (20%)			4.2
3.	กลิ่นของผลิตภัณฑ์ไม่เปลี่ยนแปลงจากลักษณะเดิมก่อนการอบแห้ง	2 (20%)	7 (70%)	1 (10%)			4.1
4.	รสชาติของผลิตภัณฑ์ไม่เปลี่ยนแปลงจากรสชาติเดิมแบบธรรมชาติ	2 (20%)	7 (70%)	1 (10%)			4.1
5.	รูปลักษณะโดยรวมเหมาะสมต่อการบริโภค	5 (50%)	4 (40%)	1 (10%)			4.4
5. ความคุ้มค่าในการลงทุน							4.02
1.	สามารถประหยัดพลังงานในกระบวนการบีบผล	2 (20%)	6 (60%)	2 (20%)			4
2.	ลดต้นทุนการผลิตและช่วยให้ได้รับผลกำไรมากขึ้น	2 (20%)	7 (70%)	1 (10%)			4.1
3.	มีค่าใช้จ่ายในการลงทุนเหมาะสม	2 (20%)	4 (40%)	4 (40%)			3.8
4.	มีอายุการใช้งานยาวนานและคุ้มค่าในการลงทุน	4 (40%)	5 (50%)	1 (10%)			4.3
5.	มีระยะเวลาในการคืนทุนอย่างรวดเร็ว	2 (20%)	5 (50%)	3 (30%)			3.9

หมายเหตุ ระดับความพึงพอใจมากที่สุด 5 คะแนน มาก 4 คะแนน ปานกลาง 3 คะแนน น้อย 2 คะแนนและน้อยที่สุด 1 คะแนน

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

- 1) ต้นมะขามป้อมที่อายุ 2 ปี กรรมวิธีทดสอบ (พันธุ์ พร.01) มีความสูงเฉลี่ย 213.89 ซม. มากกว่ากรรมวิธีเกษตรกร (พันธุ์พื้นเมือง) ซึ่งมีความสูงเฉลี่ย 169.21 ซม. ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ แต่ในปีถัดมาอายุ 3 ปี 2 เดือน การเจริญเติบโตไม่มีความแตกต่างกัน ทั้งในด้านความสูง ความกว้างทรงพุ่มและเส้นรอบวงลำต้นของมะขามป้อมทั้ง 2 กรรมวิธี และพบการออกดอกของมะขามป้อมบางต้นในกรรมวิธีทดสอบ แต่ไม่พบการติดผล เนื่องจากต้นอายุยังน้อย
- 2) เครื่องต้นแบบบีบผลมะขามป้อม มีอายุการใช้งาน 5 ปี มีจุดคุ้มทุนในการใช้เครื่องอยู่ที่ 4,222 กก./ปี ซึ่งใน 1 วัน ทำงาน 8 ชม. จะสามารถทำงานได้ 2,871.68 กก./วัน หากผลผลิตมีจำนวนมาก การใช้เครื่องบีบผลมะขามป้อมทำงาน 2 วันก็คุ้มทุนแล้วการใช้เครื่องบีบผลมะขามป้อมจะทำงานได้เร็วกว่าแบบใช้คน 30 เท่า การบีบผลมะขามป้อมแบบใช้เครื่อง ทำให้ได้ปริมาณงานมาก ช่วยลดต้นทุน ช่วยทุ่นแรงและทุ่นเวลา

- 3) การอบแห้ง การใช้ตู้อบแสงอาทิตย์แบบโค้งให้ผลตอบแทนสูงสุด 1,862.5 บาท รองลงมาคือ ตู้อบแสงอาทิตย์แบบจั่ว และตู้อบลมร้อนเครื่องต้นแบบ 1,772.77 1,800 บาท ตามลำดับ โดยมีสัดส่วนของรายได้ต่อการลงทุนของตู้อบแสงอาทิตย์แบบโค้งและตู้อบแสงอาทิตย์แบบจั่ว 2.00 ซึ่งเท่ากับส่วนตู้อบลมร้อนเครื่องต้นแบบสัดส่วนของรายได้ต่อการลงทุนต่ำกว่า คือ 1.91 ถึงแม้ว่าการใช้ตู้อบลมร้อนเครื่องต้นแบบ จะมีสัดส่วนของรายได้ต่อการลงทุนต่ำกว่าตู้อบแสงอาทิตย์ทั้งสองแบบ แต่สามารถใช้งานได้แม้ในสภาพอากาศในฤดูฝนและสามารถอบแห้งได้ครั้งละจำนวนมาก โดยใช้เวลาน้อย ในขณะที่ตู้อบพลังแสงอาทิตย์ ใช้งานได้เฉพาะวันที่มีแสงแดดเท่านั้น
- 4) การประเมินความพึงพอใจของเกษตรกรต่อเทคโนโลยีการใช้เครื่องมือแปรรูปมะขามป้อม พบว่า เครื่องบีบผลมะขามป้อมและเครื่องอบแห้งมะขามป้อมได้คะแนนความพึงพอใจของเกษตรกรส่วนใหญ่อยู่ในระดับพึงพอใจมาก

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ :

- 10.1 เกษตรกรเลือกปลูกมะขามป้อมพันธุ์ดี นำต้นแบบเครื่องบีบผลและอบแห้งมะขามป้อมไปใช้ได้
- 10.2 เผยแพร่ความรู้ ด้วยการบรรยายและสาธิตการใช้งานเครื่องอบแห้งมะขามป้อมเพื่อเพิ่มมูลค่าผลผลิตให้กับกลุ่มเกษตรกรและหน่วยงานของรัฐในพื้นที่จังหวัดแพร่

11. คำขอขอบคุณ

ขอขอบคุณผู้นำกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกมะขามป้อมทุกพื้นที่ในจังหวัดแพร่ที่ช่วยประสานงานและอำนวยความสะดวกในการปฏิบัติงานในพื้นที่งานวิจัยประสบผลสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

12. เอกสารอ้างอิง

แลล้ม มาศวรรณาและ นิวัฒน์ มาศวรรณ. 2552. มะขามป้อมสมุนไพรทรงคุณค่า. น.ส.พ.กสิกร ปีที่ 82 ฉบับที่ 2 มี.ค.-เม.ย. หน้า 53-60

13. ภาคผนวก



ภาพภาคผนวกที่ 1 แปลงปลูกมะขามป้อมของเกษตรกรในพื้นที่จังหวัดแพร่