



รายงานโครงการวิจัย

วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเพิ่มผลผลิตและคุณภาพมะขามป้อม  
Research and Development Technologies to Improve Productivity  
and Quality of Indian Gooseberry

วิภาดา แสงสร้อย

VIPADA SANGSOY

ปี พ.ศ. 2563



รายงานโครงการวิจัย

วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเพิ่มผลผลิตและคุณภาพมะขามป้อม  
Research and Development Technologies to Improve Productivity  
and Quality of Indian Gooseberry

วิภาดา แสงสร้อย

VIPADA SANGSOY

ปี พ.ศ. 2563

## คำปรารภ

ปัจจุบันความต้องการหันกลับมาใช้สมุนไพรธรรมชาติในการบริโภคและดูแลสุขภาพร่างกาย ทั้งด้านป้องกันและการรักษามีมากขึ้น ทำให้สมุนไพรได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก แม้การออกฤทธิ์จะค่อยเป็นค่อยไปก็ตาม ซึ่งต่างจากยาแผนปัจจุบันที่มีผลเร็วแต่ก็มีผลข้างเคียง จนทำให้สมดุลของสารเคมีต่างๆ ในร่างกายเปลี่ยนแปลงไป ได้มีการใช้สมุนไพรรักษาโรคมะเร็งมาเป็นพันปีแล้วทั่วโลก มะขามป้อมเป็นสมุนไพรชนิดหนึ่งที่น่าสนใจมาก มีสรรพคุณรักษาโรคเป็นยาอายุวัฒนะ เป็นตัวยาสำคัญในตำรับยาแผนโบราณของอินเดียและไทย รวมทั้งยาแผนปัจจุบัน และเป็นพืชที่มีความสำคัญทางศาสนา มะขามป้อมเป็นพืชทนแล้ง ปลูกดูแลรักษาง่าย ผลมะขามป้อมมีการบริโภคทั่วไปในท้องถิ่น เป็นทั้งอาหารและยา มีการสืบทอดความรู้และภูมิปัญญาเพื่อนำไปสู่การใช้ประโยชน์ด้านต่างๆ มานานแล้ว นอกจากนี้มีการพัฒนางานวิจัยจากหลายหน่วยงาน เช่น กรมวิชาการเกษตร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กรมการแพทย์แผนไทย เพื่อให้ได้องค์ความรู้ต่างๆ เพื่อนำมาใช้เพิ่มมูลค่าผลผลิตด้วยการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ซึ่งสอดคล้องกับแผนแม่บทแห่งชาติว่าด้วยการพัฒนาสมุนไพรไทย พ.ศ.๒๕๖๐ - ๒๕๖๔ ใช้สมุนไพรสร้างความมั่นคงทางสุขภาพและความยั่งยืนของเศรษฐกิจไทย จึงได้จัดทำโครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเพิ่มผลผลิตและคุณภาพมะขามป้อม ภายใต้ชุดโครงการวิจัยและพัฒนาพืชเศรษฐกิจที่สำคัญเฉพาะพื้นที่ภาคเหนือตอนบน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเทคโนโลยีการผลิตมะขามป้อมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการแปรรูปสำหรับพื้นที่ภาคเหนือ งานวิจัยนี้ครอบคลุมการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตมะขามป้อม ตั้งแต่พันธุ์มะขามป้อมที่ให้ผลผลิตที่มีคุณภาพเหมาะสมสำหรับปลูกเชิงการค้า ตลอดจนการจัดการการผลิตและการพัฒนาเครื่องมือแปรรูปมะขามป้อม เพื่อให้ได้วัตถุดิบที่มีคุณภาพและได้ผลิตภัณฑ์แปรรูปที่ช่วยเพิ่มมูลค่าผลผลิต ทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น ผู้เขียนหวังไว้อย่างยิ่งว่า รายงานโครงการวิจัยฉบับนี้ จะเป็นประโยชน์แก่นักวิชาการ เกษตรกร และผู้สนใจ เพื่อพัฒนามะขามป้อม ผลไม้ปัญจรส โอสถพุทธกาล ให้เป็นพืชที่ถูกนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างสูงสุด และเป็นสมุนไพรไทยที่ทรงคุณค่าต่อไป

วิภาดา แสงสร้อย

มีนาคม 2563

## สารบัญ

|  | หน้า |
|--|------|
| กิตติกรรมประกาศ  | 1    |
| ผู้วิจัย   | 2    |
| คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ                                    | 3    |
| บทนำ   | 4    |
| บทคัดย่อ   | 6    |
| กิจกรรมที่ 1 การทดสอบสายต้นมะขามป้อม                         | 8    |
| กิจกรรมที่ 2 การจัดการการผลิตมะขามป้อม                       | 9    |
| กิจกรรมที่ 3 การพัฒนาเครื่องมือแปรรูปสำหรับผลิตภัณฑมะขามป้อม | 15   |
| กิจกรรมที่ 4 การทดสอบเทคโนโลยีการผลิตและแปรรูปมะขามป้อม      | 18   |
| บทสรุปและข้อเสนอแนะ  | 104  |
| เอกสารอ้างอิง  | 106  |
| ภาคผนวก  | 108  |

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของชุดโครงการวิจัยและพัฒนาพืชเศรษฐกิจที่สำคัญเฉพาะพื้นที่ภาคเหนือตอนบน ขอขอบคุณเกษตรกรผู้ปลูกมะขามป้อมจังหวัดแพร่ เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานภาคสนาม และเจ้าหน้าที่บันทึกข้อมูลของ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิจิตร ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่ และกองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและการแปรรูปผลิตผลเกษตร ที่ตั้งใจปฏิบัติงานตลอดระยะเวลาการวิจัย จนงานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

โครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเพิ่มผลผลิตและคุณภาพมะขามป้อม

## Research and Development Technologies to Improve Productivity and Quality of Indian Gooseberry

### ชื่อผู้วิจัย

|                         |  |
|-------------------------|--|
| วิภาดา แสงสร้อย         | ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่               |
| Vipada Sangsoy          |  |
| มณฑิรา ภูติวรนาถ        | ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่               |
| Montira Putiworanart    |  |
| สุทธิณี เจริญคิด        | ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่               |
| Suthinee Chareonkid     |  |
| สนอง อมฤกษ์             | ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่             |
| Sanong Amareok          |  |
| อนรรักษ์ สุขขารมย์      | ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิจิตร             |
| Anurak Sukarom          |  |
| ประนอม ใจอ้าย           | ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่               |
| Pranom Chai-ai          |  |
| รณรงค์ คนชม             | ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่               |
| Ronarong Chonchom       |  |
| สถิตย์พงศ์ รัตนคำ       | ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่             |
| Satidpong Ratanakum     |  |
| ธีรศักดิ์ โกเมฆ         | ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่             |
| Therasak Komaek         |  |
| มานพ คันธามารัตน์       | ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่             |
| Manop Kuntamarat        |  |
| จารุวรรณ รัตนสกุลธรรม   | กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและ |
| Jaruwan Ratanasakuntham | การแปรรูปผลิตผลเกษตร                         |

### คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

ศวพ.แพร่ = ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่

- ศวพ.พิจิตร = ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิจิตร  
 ศวศ.เชียงใหม่ = ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่  
 กวป. = กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและการแปรรูปผลิตผลเกษตร  
 Total phenolic content = ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด  
 Total vitamin C content = ปริมาณวิตามินซีทั้งหมด  
 Antioxidant activity Index = ค่าดัชนีสารต้านอนุมูลอิสระ  
 กก. = กิโลกรัม  
 ซม. = นิ้ว  
 ซม. = เซนติเมตร  
 มม. = มิลลิเมตร  
 มล. = มิลลิลิตร

กรมวิชาการเกษตร

### บทนำ

มะขามป้อม (Indian gooseberry, Malacca tree) เป็นไม้ผลยืนต้นในวงศ์ EUPHORBIACEAE มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Phyllanthus emblica* L. พบได้ตามป่าเขาทั่วไปในแถบเอเชีย เป็นที่รู้จักกันดีทั้งในประเทศไทย จีน

อินเดีย เนปาล มาเลเซีย ศรีลังกา บังคลาเทศ และญี่ปุ่น มีการนำเอาส่วนต่าง ๆ ของมะขามป้อมมาใช้เป็นยาพื้นบ้าน รักษาโรค ทั้งส่วนของใบ ลำต้น ราก ผล หรือเปลือกลำต้น โดยเฉพาะส่วนเนื้อผลของมะขามป้อมอุดมด้วยวิตามินซี มีคาร์โบไฮเดรตที่ให้รสหวาน ได้แก่ น้ำตาล glucose, fructose โปรีติน และไขมัน คุณสมบัติที่สำคัญในผลมะขามป้อมคือ มีวิตามินซีและแทนนินสูง ในประเทศไทยมีการใช้มะขามป้อมเป็นส่วนประกอบของตำรับยาพื้นบ้านและยาแผนโบราณ ในการแพทย์แบบอายุรเวท มะขามป้อมมีสรรพคุณรักษาโรค เป็นยาบำรุงสุขภาพ ยาอายุวัฒนะ บำรุงสมอง บำรุงสายตา แก้ไอ รักษาอาการหืด หลอดลมอักเสบ วัณโรคปอด ลดเบาหวาน ไช้ข้ออักเสบ ธาตุพิการ อาหารไม่ย่อย โรคท้องร่วง ฯลฯ เหตุสำคัญที่ทำให้มะขามป้อมได้รับความสนใจอย่างมากจากทั่วโลกในปัจจุบัน คือ อสรรพคุณในการป้องกันโรคหลอดเลือดหัวใจตีบ มะขามป้อมมีองค์ประกอบทางเคมีทั้งสารประเภทแทนนิน และสารประกอบฟีนอล ซึ่งมีคุณค่าในการนำไปใช้เป็นสมุนไพร (Yang และคณะ, 2012) มะขามป้อมมีวิตามินซีสูง (ascorbic acid) มีคุณสมบัติในการต่อต้านอนุมูลอิสระ (Scartezzini และคณะ, 2006) ในอินเดียผลมะขามป้อมนิยมนำไปทำยาพื้นบ้าน ใช้ดอง ทำแชมพูสระผม ทำสีย้อมผม และทำหมึก มีการปลูกมะขามป้อมเป็นการค้าทั้งพันธุ์ผลเล็ก *Phyllanthus emblica* และพันธุ์ผลใหญ่ *Phyllanthus indofischeri* ตลาดในประเทศและต่างประเทศมีความต้องการมาก เพื่อนำไปใช้ทำยา ปัจจุบันมีงานวิจัยการใช้ประโยชน์ทางยาของใบ ผล และน้ำมันมะขามป้อมอย่างกว้างขวาง ทั้งในประเทศไทย อินเดีย สหรัฐอเมริกา ฟินแลนด์ จีน ญี่ปุ่น เป็นต้น (แฉล้ม และนิวัฒน์, 2552) มะขามป้อมเป็นพืชทนแล้ง อายุยืน ทนทานต่อทุกสภาพอากาศ โรคและแมลงรบกวนน้อย ไม่ต้องใช้สารเคมี ทำให้ต้นทุนการผลิตต่ำ สามารถพัฒนาส่งเสริมมะขามป้อมให้เป็นพืชปลูกได้ โดยไม่ต้องเก็บจากต้นในป่า จึงช่วยลดการทำลายป่า ช่วยสร้างพื้นที่สีเขียว ผลมะขามป้อมเป็นอาหารสัตว์ป่า ช่วยรักษาสมดุลของป่าธรรมชาติ จึงเป็นทางเลือกในการปลูกพืชที่ทำรายได้แก่ครัวเรือน สามารถเพิ่มรายได้แก่เกษตรกรและชุมชน และที่สำคัญคือ กลุ่มเกษตรกรได้รับการถ่ายทอดความรู้ด้านการเกษตร สามารถนำไปปรับใช้ตามความเหมาะสมของสภาพพื้นที่ มีการดำรงชีวิตตามหลักเศรษฐกิจพอเพียงและพึ่งพาตนเองได้อย่างยั่งยืน

ผลมะขามป้อม นอกจากจะจำหน่ายในรูปผลสดแล้วยังตากผลแห้งหรือแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ จำหน่ายได้ ขณะนี้ยังขาดวัตถุดิบอีกจำนวนมาก เนื่องจากมะขามป้อม เป็นพืชสมุนไพรในบัญชียาหลักแห่งชาติ ซึ่งจะถูกนำมาใช้ผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ยาหลายชนิด ในประเทศไทย ผลผลิตมะขามป้อมส่วนใหญ่หรือเรียกได้ว่าทั้งหมดเก็บรวบรวมจากป่าธรรมชาติ การเก็บผลปะปนกันมาจากหลายต้นหลายแหล่ง ทำให้ไม่สามารถควบคุมปริมาณหรือคาดเดาปริมาณผลผลิตแต่ละปีได้ และไม่สามารถควบคุมคุณภาพและปริมาณสารสำคัญในผล ซึ่งเป็นตัวกำหนดคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะการนำไปผลิตเป็นอาหารเพื่อสุขภาพหรือผลิตภัณฑ์ยา



ในด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม การเก็บเกี่ยวผลผลิตจากป่ามาบริโภคหรือนำมาจำหน่ายเป็นวิถีชีวิตที่ไม่ยั่งยืน นอกจากจะเสี่ยงต่อการใช้ประโยชน์จากป่าแบบเกินกำลังผลิตแล้ว มีการเก็บเกี่ยวแบบไม่ถูกวิธี เนื่องจากต้นมะขามป้อมในป่าลำต้นสูงมาก ต้องใช้วิธีตัดกิ่งก้านลงมาเพื่อเก็บผล ผลบอบช้ำเสียหาย นอกจากนี้ ยังขาดการอนุรักษ์บำรุงรักษา ยังอาจส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศ และที่สำคัญอาจเสี่ยงต่อความผิฐานบุกรุกป่าโดยไม่ตั้งใจ การปลูกมะขามป้อมในสภาพสวนจึงเป็นการแก้ปัญหาการทำลายป่า ด้านความต้องการมะขามป้อมเพื่อทำสมุนไพรเป็นการค้าในปัจจุบันมีมากขึ้น แต่หาซื้อยากและไม่เพียงพอกับความต้องการ

ในปี 2554-2558 ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ ได้ดำเนินงานโครงการวิจัยและพัฒนาการผลิตมะขามป้อมอย่างมีคุณภาพ ภายใต้ชุดโครงการวิจัยและพัฒนาการผลิตพืชเศรษฐกิจเฉพาะพื้นที่ภาคเหนือตอนบน ได้สำรวจและรวบรวมมะขามป้อมพันธุ์ดีจากแหล่งต่างๆ ในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน ภาคเหนือตอนล่าง และภาคตะวันตก ได้นำผลผลิตไปวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญ และขยายพันธุ์ปลูกรวบรวมไว้ในแปลงทดลองภายในศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิจิตร รวมพื้นที่ 6 ไร่ พบว่า มีหลายสายต้นที่มีลักษณะดี เจริญเติบโตเร็ว มีปริมาณสารสำคัญสูง ปัจจุบันข้อมูลการผลิตมะขามป้อมในประเทศไทยยังมีน้อย เช่น พันธุ์ การจัดการการผลิตที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ผลผลิตสูงและมีคุณภาพ รวมทั้งการผลิตให้มีความปลอดภัย สอดคล้องกับการใช้ประโยชน์ด้านอาหารเพื่อสุขภาพและด้านสมุนไพรอย่างมีคุณภาพแบบครบวงจร เพื่อลดการซื้อจากต่างประเทศในการรักษาผู้ป่วย ข้อมูลเหล่านี้จำเป็นต้องวิจัยและพัฒนาให้เป็นระบบการผลิตมะขามป้อมอย่างมีคุณภาพ เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ จึงได้จัดทำโครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเพิ่มผลผลิตและคุณภาพมะขามป้อม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาเทคโนโลยีการผลิตมะขามป้อมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการแปรรูปสำหรับพื้นที่ภาคเหนือ เป็นการทำงานแบบบูรณาการระหว่างนักวิจัยของศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิจิตร ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่ และกองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและการแปรรูปผลิตผลเกษตร เพื่อให้ได้ชุดเทคโนโลยีการผลิตและการแปรรูปมะขามป้อมที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ สำหรับแนะนำแก่เกษตรกรปลูกเชิงการค้า โครงการนี้ครอบคลุมการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตมะขามป้อม ตั้งแต่พันธุ์มะขามป้อมที่ให้ผลผลิตที่มีคุณภาพและปริมาณสารสำคัญสูงเหมาะสำหรับปลูกเชิงการค้า ตลอดจนการจัดการการผลิตมะขามป้อมและการพัฒนาเครื่องมือแปรรูปมะขามป้อม เพื่อให้ได้วัตถุดิบที่มีคุณภาพและได้ผลิตภัณฑ์แปรรูปที่ช่วยเพิ่มมูลค่าผลผลิต ทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น

### บทคัดย่อ

มะขามป้อม เป็นพืชทนแล้งและอายุยืน ผลมีวิตามินซีและแทนนินสูง มีการใช้มะขามป้อมเป็นส่วนประกอบของตำรายาพื้นบ้าน ยาแผนโบราณ และยาแผนปัจจุบัน เดิมจะเก็บผลผลิตมาจากในป่า แต่ขณะนี้พื้นที่ป่าเหลือ

น้อยลง ปัจจุบันข้อมูลงานวิจัยด้านการผลิตมะขามป้อมในประเทศไทยยังมีน้อย จำเป็นต้องศึกษาวิจัยเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ จึงได้จัดทำโครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเพิ่มผลผลิตและคุณภาพมะขามป้อม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาเทคโนโลยีการผลิตมะขามป้อมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการแปรรูปสำหรับพื้นที่ภาคเหนือดำเนินการที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิจิตร ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่ และกองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและการแปรรูปผลิตผลเกษตร ระหว่างปี 2559 –2563 โดยทดสอบสายต้นมะขามป้อมที่คัดเลือกไว้ในพื้นที่ภาคเหนือ ศึกษาการจัดการการผลิตมะขามป้อม การพัฒนาเครื่องมือแปรรูป และทดสอบเทคโนโลยีการผลิตและแปรรูปมะขามป้อม พบว่า แปลงที่ ศวพ.แพร่ มะขามป้อมที่มีการเจริญเติบโตด้านขนาดทรงพุ่มมากที่สุด คือ สายต้น พจ.02 พจ.08 และ พร.01 สายต้น กจ.01 มีน้ำหนักผลเฉลี่ยมากที่สุด สายต้น ชม.06 มีความหนาของเนื้อมากที่สุด สายต้น พร.01 มีปริมาณสารสำคัญในผลสูงกว่าสายต้นอื่นๆ แปลงที่ ศวพ.พิจิตร สายต้น พร.01 มีขนาดทรงพุ่มเพิ่มขึ้นมากที่สุด รองลงมาคือ สายต้น พจ.02 พจ.08 และสายต้น กจ.01 มีน้ำหนักผลและความหนาของเนื้อมากที่สุด การตัดแต่งกิ่งมะขามป้อมแบบ Central Leader เป็นวิธีการที่เหมาะสมช่วยเพิ่มการออกดอกติดผล ต้นต่อมะขามป้อมชนิดต่างๆ ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของยอดพันธุ์ดี การฉีดพ่นสารเอทีฟอน อัตรา 200–300 มล.ต่อลิตร ทำให้มะขามป้อมใบร่วงและออกดอกก่อนฤดูการปกติ เครื่องบีบผลมะขามป้อมทำงานได้เร็วกว่าใช้แรงคน ประมาณ 17 เท่า มีความสามารถในการทำงาน 250.90 กก./ชม. เครื่องอบแห้งมะขามป้อมใช้อุณหภูมิอบแห้งเริ่มต้น 70 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 6 ชั่วโมง อัตราผลสดต่อผลแห้งโดยเฉลี่ย เท่ากับ 1.46:1 สามารถเก็บเนื้อมะขามป้อมอบแห้งในอุณหภูมิห้องโดยบรรจุในถุงพลาสติกชนิด PP ถุงสุญญากาศ และถุงอลูมิเนียมฟอยล์ได้ไม่เกิน 6 เดือน การเก็บรักษาในอุณหภูมิห้องเย็นช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเนื้อมะขามป้อมอบแห้งได้ การทดสอบเทคโนโลยีการผลิตและแปรรูปมะขามป้อมแบบเกษตรกรมีส่วนร่วม ด้านพันธุ์ มะขามป้อมที่อายุ 2 ปี กรรมวิธีทดสอบ มีความสูงเฉลี่ยมากกว่ากรรมวิธีเกษตรกร ด้านเครื่องมือแปรรูป เครื่องบีบผลมะขามป้อม ทำงานได้ 358.96 กก./ชม. การใช้เครื่องบีบผลทำงานได้เร็วกว่าใช้แรงคน 30 เท่า ช่วยทุ่นแรงและทุ่นเวลา การอบแห้งด้วยตู้อบแสงอาทิตย์แบบโค้ง ให้ผลตอบแทนสูงสุด 1,862.5 บาท สัดส่วนของรายได้ต่อการลงทุนของตู้อบแสงอาทิตย์แบบโค้งและตู้อบแสงอาทิตย์แบบจั่ว เท่ากับ 2.00 ซึ่งเท่ากัน ส่วนตู้อบลมร้อนเครื่องต้นแบบ มีสัดส่วนของรายได้ต่อการลงทุนต่ำกว่า คือ 1.91 ถึงแม้ว่าการใช้ตู้อบลมร้อนเครื่องต้นแบบจะมีสัดส่วนของรายได้ต่อการลงทุนต่ำกว่าตู้อบแสงอาทิตย์ทั้งสองแบบ แต่สามารถใช้งานได้แม้ในสภาพอากาศในฤดูฝน และสามารถอบแห้งได้ครั้งละจำนวนมากโดยใช้เวลาน้อย

### คำสำคัญ

มะขามป้อม ทดสอบสายต้น การตัดแต่งกิ่ง ต้นต่อ การออกดอกและติดผล เครื่องบีบผล  
เครื่องอบแห้ง การทดสอบเทคโนโลยี

### Abstracts

Indian gooseberry is a drought tolerant and long life plant. The fruit contains vitamin C and high tannins. Indian gooseberry is used as a component of traditional medicine and modern medicine. Originally, they would collect produce from the forest. But now the forest area is less. Currently, there is little research on the production of Indian gooseberry in Thailand. Research studies are needed to help increase both quantitative and qualitative production efficiency. Therefore, there is a research and development project for technology to increase productivity and quality of Indian gooseberry. For the purpose to study the production technology of Indian gooseberry to increase the efficiency of production and processing for the northern region. Conducted at the Phrae Agricultural Research and Development Center, Phichit Agricultural Research and Development Center, Chiang Mai Agricultural Engineering Research Center and the Postharvest Technology Research and Development Division and Agricultural Product Processing during the year 2016 – 2020. By testing on selected clonal of Indian gooseberry in the northern area. Study the production management of Indian gooseberry. Processing tools development and test the production and processing technology of Indian gooseberry. It was found that the plots in Phrae, the Indian gooseberry had the highest growth in canopy size, which was the PJ02, PJ08 and PR01, the K01 had the highest average fruit weight. CM06 was the thickest of the pulp. PR01 had higher content of nutrients than other plants. The plots at Phichit, PR01 had the largest increase in canopy size, followed by the PR02, PR08 and K01 with the highest fruit weight and thickness. Central Leader pruning is an appropriate method for increasing flowering and fruiting. The different types of Indian gooseberry rootstock, there was no effect on the growth of the scion. The application of ethephon at 200–300 ml/l caused the Indian gooseberry to fallen leaves and bloom before normal season. The press tool works about 17 times faster than using human force and has the ability to work 250.90 kg/hr. The fruit dryer uses the initial drying temperature of 70 degrees Celsius for 6 hours. The rate of fresh fruit to dried fruit, the average is 1.46:1. The dehydrated Indian gooseberry pulp can be stored at room temperature by packing in PP plastic bags, vacuum bags and aluminum foil bags for no more than 6 months. Cold room temperature storage helps slow down the quality changes of the dried pulp. Testing of Indian gooseberry production and processing technology as farmers participated. The Indian gooseberry at the age of 2 years. The testing method had higher average height than farmers method. Processing tools, The Indian gooseberry press tool works 358.96 kg/h. Using a press tool works 30 times faster than using by human, saving energy and saving time. Drying with a curved solar incubator gives the highest return

of 1,862.5 baht. The proportion of income per investment of curved solar incubators and gable solar incubators is 2.00, which is the same. Has a lower percentage of income per investment, which is 1.91. Although the use of the prototype hot air incubator has a lower percentage of income per investment than the two solar incubators. But can be used even in rainy season weather and able to dry in bulk in a short time.

### Key words

Indian gooseberry, testing on selected clonal, rootstock, flowering and fruiting, press tool, fruit dryer, technology testing

## ระเบียบวิธีการวิจัย

### กิจกรรมที่ 1 การทดสอบสายต้นมะขามป้อม

#### การทดลองที่ 1.1 การทดสอบสายต้นมะขามป้อมที่คัดเลือกไว้ในพื้นที่ภาคเหนือ

- อุปกรณ์ กล้ามะขามป้อม ปุยอินทรีย์ ปุยเคมี 15-15-15 ปุยเคมี 13-13-21 กากน้ำตาล เลื่อยตัดแต่งกิ่ง กรรไกรตัดแต่งกิ่ง ไม้หลัก เชือกฟาง สีนํ้ามัน ไม้บรรทัด เทปวัดความยาว

#### - วิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design 6 กรรมวิธี 4 ซ้ำหน่วยทดลอง ละ 4 ต้น โดยใช้ต้นกล้าจากการเสียบยอดพันธุ์ดีบนต้นตอมะขามป้อมพื้นเมือง สายต้น พร.01 ได้แก่

กรรมวิธีที่ 1 สายต้น ชม.06

กรรมวิธีที่ 2 สายต้น พร.01

กรรมวิธีที่ 3 สายต้น พจ.02

กรรมวิธีที่ 4 สายต้น พจ.08

กรรมวิธีที่ 5 สายต้น กจ.01

กรรมวิธีที่ 6 สายต้น กจ.02

เตรียมพื้นที่และเตรียมหลุมปลูกขนาด 50x50x50 เซนติเมตร รองก้นหลุมด้วยปุ๋ยหมักจำนวน 10 กิโลกรัมใช้ ระยะปลูก 6x6 เมตร ปลูกต้นฤดูฝน ปักไม้หลักเพื่อยึดพวงลำต้น เมื่ออายุ 1-3 ปี ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ผสม 46-0-

0 ตัน สัดส่วน 1:1 อัตรา 200 กรัมต่อตัน ทุก 3 เดือน โดยเพิ่มปริมาณปุ๋ยขึ้นเท่าตัวทุกปี และใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 10 กิโลกรัมต่อตันต่อปี สำหรับอายุ 4-5 ปี ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 1-2 กิโลกรัมต่อตัน และใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 20 กิโลกรัมต่อตันต่อปี ดูแลรักษากำจัดวัชพืช และพ่นสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูตามความจำเป็น

**หลักเกณฑ์ในการคัดเลือกสายต้น** ออกดอกติดผลเร็วหรือออกฤดูผลตก ผลผลิตสูง (ไม่น้อยกว่า 20 กิโลกรัมต่อตัน เมื่ออายุ 5 ปี) ผลเนื้อหนาและมีขนาดใหญ่ (เส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 2.50 เซนติเมตร) มีปริมาณสารสำคัญสูง (มีวิตามินซีไม่น้อยกว่า 350 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม)

#### การบันทึกข้อมูล

1. การเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูง ขนาดทรงพุ่ม เส้นรอบวงลำต้นที่ระดับ 10 ซม. เหนือรอยที่เสียหายยอด ทุก 4 เดือน
2. ระยะเวลาการออกดอกและติดผล อายุเก็บเกี่ยว ปริมาณและคุณภาพผลผลิต โรคและแมลงที่พบ
3. ข้อมูลสภาพแวดล้อม ได้แก่ ดิน ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ  
- เวลาและสถานที่ เริ่มต้น 1 ตุลาคม 2558 สิ้นสุด 30 กันยายน 2563

สถานที่ทำการทดลอง ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิจิตร

## กิจกรรมที่ 2 การจัดการการผลิตมะขามป้อม

### การทดลองที่ 2.1 ผลของการตัดแต่งกิ่งที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลิตมะขามป้อม

#### - อุปกรณ์

- 1) ต้นพันธุ์มะขามป้อมสายต้น ชม. 06
- 2) ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยเคมี
- 3) สารป้องกันและกำจัดโรคแมลง
- 4) อุปกรณ์ที่ใช้ในการตัดแต่งกิ่งและทรงพุ่ม
- 5) อุปกรณ์บันทึกข้อมูลอื่น ๆ

#### - วิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ Randomize Complete Block Design 4 กรรมวิธี 5 ซ้ำ หน่วยทดลองละ 4 ต้น  
ได้แก่ กรรมวิธีที่ 1 ตัดแต่งกิ่งแบบ Central Leader

กรรมวิธีที่ 2 ตัดแต่งกิ่งแบบ Modified Central Leader

กรรมวิธีที่ 3 ตัดแต่งกิ่งแบบ Open Center

กรรมวิธีที่ 4 ไม่มีการตัดแต่งกิ่ง

#### วิธีปฏิบัติกรทดลอง

เตรียมต้นกล้ามะขามป้อมสายต้น ชม.06 ด้วยการเสียบยอดบนต้นตอพื้นเมืองสายต้น พร.01 เตรียมพื้นที่จำนวน 2 ไร่ และเตรียมหลุมปลูกขนาด 50x50x50 เซนติเมตร รองก้นหลุมด้วยปุ๋ยหมักจำนวน 10 กิโลกรัมใช้ระยะปลูก 6x6 เมตร ปลูกต้นฤดูฝน ปักไม้หลักเพื่อยึดพวงลำต้น ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ผสม 46-0-0 ต้น ทุก 3 เดือน ดูแลรักษากำจัดวัชพืช พ่นสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูตามความจำเป็น และทำการตัดแต่งกิ่งทรงพุ่มหลังจากปลูกปีแรกตามกรรมวิธี

#### การบันทึกข้อมูล

1. การเจริญเติบโต ความสูง ขนาดทรงพุ่ม เส้นรอบวงลำต้นที่ระดับ 10 ซม. เหนือรอยที่เสียบยอด ทุก 4 เดือน
2. การออกดอกและติดผล อายุเก็บเกี่ยว ปริมาณและคุณภาพผลผลิต โรคและแมลงที่พบ
3. ข้อมูลสภาพแวดล้อม ได้แก่ ดิน ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ
  - เวลาและสถานที่ 1 ตุลาคม 2559 ถึง 30 กันยายน 2563 ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่

#### การทดลองที่ 2.2 อิทธิพลของต้นตอที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของมะขามป้อม

##### - อุปกรณ์

- 1) กล้ามะขามป้อม เสียบยอดบนต้นตอ สายต้น พย.02 พร.01 และ พร.06
- 2) ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยเคมี 15-15-15 ปุ๋ยเคมี 13-13-21 กากน้ำตาล
- 3) เลื่อยตัดแต่งกิ่ง กรรไกรตัดแต่งกิ่ง
- 4) ไม้หลัก เชือกฟาง สีนํ้ามัน
- 5) ไม้บรรทัด เทปวัดความยาว

##### - วิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design 3 กรรมวิธี 8 ซ้ำ หน่วยทดลองละ 4 ต้น ได้แก่

กรรมวิธีที่ 1 ต้นตอมะขามป้อมสายต้น พย.02

กรรมวิธีที่ 2 ต้นตอมะขามป้อมสายต้น พร.01

กรรมวิธีที่ 3 ต้นตอมะขามป้อมสายต้น พร.06

เตรียมกล้าต้นตอมะขามป้อมตามกรรมวิธี และเสียบยอดทุกต้นด้วยมะขามป้อมสายต้น พร.06 ดูแลรักษาในเรือนเพาะชำ ใช้พื้นที่ปลูกจำนวน 2 ไร่ และเตรียมหลุมปลูกขนาด 50x50x50 เซนติเมตร รองก้นหลุมด้วยปุ๋ยหมักจำนวน 10 กิโลกรัมใช้ระยะปลูก 6x6 เมตร ปลูกต้นฤดูฝน ปักไม้หลักเพื่อยึดพวงลำต้น เมื่ออายุ 1-3 ปี ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ผสม 46-0-0 ต้น สัดส่วน 1:1 อัตรา 200 กรัมต่อต้น ทุก 3 เดือน โดยเพิ่มปริมาณปุ๋ยขึ้นเท่าตัวทุกปี และใส่

ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 10 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี สำหรับอายุ 4-5 ปี ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 1-2 กิโลกรัมต่อต้น และใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 20 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ดูแลรักษากำจัดวัชพืช และพ่นสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูตามความจำเป็น

การบันทึกข้อมูล

1. การเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูง ขนาดทรงพุ่ม เส้นรอบวงลำต้น ทุก 4 เดือน
  2. ระยะเวลาการออกดอกและติดผล อายุเก็บเกี่ยว ปริมาณและคุณภาพผลผลิต โรคและแมลงที่พบ
  3. ข้อมูลสภาพแวดล้อม ได้แก่ ดิน ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ
- เวลาและสถานที่ เริ่มต้น 1 ตุลาคม 2558 สิ้นสุด 30 กันยายน 2563

สถานที่ทำการทดลอง ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่

### การทดลองที่ 2.3 ศึกษาวิธีการชักนำให้มะขามป้อมออกดอกและติดผล

- อุปกรณ์

1. ต้นมะขามป้อมสายต้นปากกาง
  2. สารเอทีฟอน 48 % W/V SL ( บ. ERAWAN)
  3. ถังพ่นสารเคมี
  4. เชือกป่านมะนิลา
  5. เลื่อย
  6. พลาสติกใส
6. อุปกรณ์บันทึกข้อมูล เช่น กล้อง ป้ายชื่อ พีวเจอร์บอร์ด ฯลฯ

-วิธีการ

ปี 2561 แบบและวิธีการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ 2x3 Factorial + 2 Checkin RCB3 ซ้ำ 8 กรรมวิธี ๆ ละ 2 หน่วยทดลอง

ประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือ

ปัจจัย A ได้แก่ การควั่นกิ่ง และไม่ควั่นกิ่ง

ปัจจัย B ได้แก่ ความเข้มข้นของสารเอทีฟอน 3 ระดับคือ 100 200 และ 300 ppm

กรรมวิธี 1 ควั่นกิ่ง + พ่นสารเอทีฟอนความเข้มข้น 100 ppm

กรรมวิธี 2 ควั่นกิ่ง + พ่นสารเอทีฟอนความเข้มข้น 200 ppm

กรรมวิธี 3 ควั่นกิ่ง + พ่นสารเอทีฟอนความเข้มข้น 300 ppm

กรรมวิธี 4 ไม่ควั่นกิ่ง + พ่นสารเอทีฟอนความเข้มข้น 100 ppm

กรรมวิธี 5 ไม่ควั่นกิ่ง + ฟ่นสารเอทีฟอนความเข้มข้น 200 ppm

กรรมวิธี 6 ไม่ควั่นกิ่ง + ฟ่นสารเอทีฟอนความเข้มข้น 300 ppm

กรรมวิธี 7 ควั่นกิ่ง (กรรมวิธีเปรียบเทียบ)

กรรมวิธี 8 ไม่ควั่นกิ่ง (กรรมวิธีเปรียบเทียบ)

-วิธีการทดลอง

1. เตรียมความพร้อมของต้นมะขามป้อม (เดือนเมษายน-พฤษภาคม 2561) ด้วยการใส่ปุ๋ยทางดินสูตร 15-15-15 ต้นละ 0.5 กิโลกรัม และใส่ปุ๋ยคอก ต้นละ 5 กิโลกรัม

2. ตัดแต่งกิ่งมะขามป้อมที่แห้ง กิ่งเป็นโรคและกิ่งที่ไม่สมบูรณ์ทิ้ง จากนั้นพ่นปุ๋ยทางใบ สูตร 0-52-34 อัตรา 50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร โดยพ่นทั่วทั้งต้น จำนวน 4 ครั้ง ห่างกัน 7 วัน

3. เลือกกิ่งมะขามป้อม(ปลายเดือนพฤษภาคม 2561)ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5- 1 เซนติเมตร ตัดปลายกิ่ง ออกแล้ววัดย้อนจากปลายที่ตัดขึ้นมา 50 เซนติเมตรผูกเชือกและติดป้ายชื่อไว้สำหรับบันทึกข้อมูลจำนวนกิ่งร่วง และ กิ่งแตกใหม่

4. ฟ่นสารเอทีฟอน 48 % ความเข้มข้น 100 200 และ 300 ppm ตามกรรมวิธีที่กำหนด โดยขณะฟ่นสารเอที ฟอน ใช้พลาสติกใส่กันระหว่างต้นมะขามป้อมเพื่อป้องกันละอองของสารเอทีฟอนปลิวสัมผัสมะขามป้อมต้นอื่น ส่วน กรรมวิธีเปรียบเทียบพ่นด้วยน้ำ

5. หลังฟ่นสารเอทีฟอน 7 วัน ทำการควั่นกิ่งแขนงหลักจำนวน 2-3 กิ่ง โดยใช้เลื่อยขนาดเล็กควั่นส่วนเปลือกให้ ลึกแค่เนื้อไม้เพื่อตัดต่อลำเลียงอาหาร เว้นส่วนที่ไม่ถูกควั่นไว้ 0.5-1 ซม. ใช้เชือกป่านมะลิคาดคล้องเข้าร่องแผลโดยรอบ จนมิดแล้วรัดให้แน่นด้วยการขันชะเนาะ นาน 40-45 วัน จากนั้นปลดเชือกที่รัดกิ่งต้นออก เพื่อให้เนื้อไม้ประสานกัน เพื่อให้ลำต้นมะขามป้อมลำเลียงอาหารไปเลี้ยงต้นได้

6. เมื่อมะขามป้อมเริ่มติดผลขนาดเท่าเมล็ดถั่วเขียว ให้น้ำและปุ๋ยทางดินสูตร 15-15-15 ต้นละ 0.2กิโลกรัม เดือนละ 2 ครั้ง

การบันทึกข้อมูล

บันทึกวันเดือนปีการปฏิบัติงาน เปอร์เซ็นต์กิ่งย่อยร่วง เปอร์เซ็นต์การแตกกิ่งย่อยใหม่ ปริมาณและคุณภาพ ผลผลิตมะขามป้อม

ปี 2562

-แบบและวิธีการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ 2x3 Factorial + 2 Checkin RCB 3 ซ้ำ 8 กรรมวิธี ๆ ละ 2 หน่วยทดลอง

ประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือ

ปัจจัย A ได้แก่ การควั่นกิ่ง และไม่ควั่นกิ่ง



- ปัจจัย B ได้แก่ ความเข้มข้นของสารเอทีฟอน 3 ระดับคือ 100, 200 และ 300 ppm
- กรรมวิธี 1 ควันกิ่ง + ฟ่นสารเอทีฟอนความเข้มข้น 100 ppm
- กรรมวิธี 2 ควันกิ่ง + ฟ่นสารเอทีฟอนความเข้มข้น 200 ppm
- กรรมวิธี 3 ควันกิ่ง + ฟ่นสารเอทีฟอนความเข้มข้น 300 ppm
- กรรมวิธี 4 ไม่ควันกิ่ง + ฟ่นสารเอทีฟอนความเข้มข้น 100 ppm
- กรรมวิธี 5 ไม่ควันกิ่ง + ฟ่นสารเอทีฟอนความเข้มข้น 200 ppm
- กรรมวิธี 6 ไม่ควันกิ่ง + ฟ่นสารเอทีฟอนความเข้มข้น 300 ppm
- กรรมวิธี 7 ควันกิ่ง (กรรมวิธีเปรียบเทียบ)
- กรรมวิธี 8 ไม่ควันกิ่ง (กรรมวิธีเปรียบเทียบ)

#### -วิธีการทดลอง

1. เตรียมความพร้อมของต้นมะขามป้อมในเดือนตุลาคม 2561 ด้วยการใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ทางดิน ต้นละ 0.5 กิโลกรัม และใส่ปุ๋ยคอก ต้นละ 5 กิโลกรัม ตัดแต่งกิ่งแห้ง กิ่งเป็นโรคและกิ่งที่ไม่สมบูรณ์ทิ้ง จากนั้นพ่นปุ๋ยทางใบ สูตร 0-52-34 อัตรา 50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร โดยพ่นทั่วทั้งต้น จำนวน 3 ครั้ง
  2. เดือนพฤศจิกายน 2561 เลือกกิ่งมะขามป้อมขนาดเส้นรอบผ่านศูนย์กลาง 0.5-1 เซนติเมตร ตัดปลายกิ่งยาว 50 เซนติเมตร และผูกเชือกไว้สำหรับบันทึกข้อมูลจำนวนกิ่งร่วง และกิ่งแตกใหม่ จากนั้นควันกิ่งแขนงหลักจำนวน 2-3 กิ่ง โดยใช้เลื่อยขนาดเล็กควันส่วนเปลือกให้ลึกแค่เนื้อไม้เพื่อตัดต่อลำเลียงอาหาร เว้นส่วนที่ไม่ถูกควันไว้ 0.5-1 ซม. ใช้เชือกป่านมะลิคาดคล้องเข้าร่องแผลโดยรอบจนมิดแล้วรัดให้แน่นด้วยการขันชะเนาะ
  3. ฟ่นสารเอทีฟอน 48 % W/V Sl ความเข้มข้น 100 200 และ 300 ppm. ตามกรรมวิธีที่กำหนด โดยขณะพ่นสารเอทีฟอน ใช้พลาสติกใสกั้นป้องกันละอองของสารเอทีฟอน ส่วนกรรมวิธีเปรียบเทียบ พ่นด้วยน้ำ
  4. เมื่อมะขามป้อมเริ่มติดผล ให้น้ำและปุ๋ยทางดินสูตร 15-15-15 ต้นละ 200 กรัม เดือนละ 2 ครั้ง
- การบันทึกข้อมูล

บันทึกวันเดือนปีการปฏิบัติงาน เปอร์เซ็นต์กิ่งย่อยร่วง เปอร์เซ็นต์การแตกกิ่งย่อยใหม่ เปอร์เซ็นต์การออกดอกปริมาณและคุณภาพผลผลิต

#### ปี 2563

แบบและวิธีการทดลอง วางแผนการทดลองแบบ RCB 7 ซ้ำ 3 กรรมวิธี ๆ ละ 2 หน่วยทดลอง ได้แก่

- กรรมวิธี 1 พ่นด้วยสารเอทีฟอนความเข้มข้น 0 ppm. (กรรมวิธีเปรียบเทียบ)
- กรรมวิธี 2 พ่นด้วยสารเอทีฟอนความเข้มข้น 200 ppm.
- กรรมวิธี 3 พ่นด้วยสารเอทีฟอนความเข้มข้น 300 ppm.

#### วิธีการทดลอง

1. เก็บเกี่ยวมะขามป้อมในเดือนตุลาคม – พฤศจิกายน เตรียมความพร้อมของต้นมะขามป้อมด้วยการตัดแต่งกิ่งแห้งและกิ่งที่ไม่สมบูรณ์ ใส่ปุ๋ยคอก 5 กิโลกรัมต่อต้น ใส่ปุ๋ยทางดิน 15-15-15 ร่วมกับ ปุ๋ย46-0-0 ต้นละ 500 กรัม เดือนละ 2 ครั้ง
  2. พ่นสารฆ่าสีกัด อัตรา 50 กรัมต่อต้น และปุ๋ยทางใบ 0-52-34 อัตรา 50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ทุก 7-10 วัน
  3. สุ่มเลือกกิ่งมะขามป้อม ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.5 เซนติเมตร จำนวน 15 กิ่งต่อต้น ทำการตัดปลายกิ่งที่มีขนาดเล็กออก วัดจากปลายยอดขึ้นมาโคนกิ่ง 50 เซนติเมตร นับจำนวนกิ่งย่อยทั้งหมดภายในกิ่ง
  4. เมื่อใบมะขามป้อมแก่เต็มที่ (ใบเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอมน้ำตาล) และเริ่มร่วง ทำการพ่นสารเอทีฟอนความเข้มข้น 200 และ 300 ppm. ให้ทั่วต้นมะขามป้อมตามกรรมวิธี ส่วนกรรมวิธีเปรียบเทียบพ่นด้วยน้ำ
  5. บันทึกจำนวนกิ่งย่อยที่เหลืองบนต้น ทุก 3 5 และ 7 วัน เพื่อนำไปหาเปอร์เซ็นต์การร่วงของกิ่งย่อยหลังพ่นสารเอทีฟอน
  6. เมื่อมะขามป้อมเริ่มแตกกิ่งย่อยใหม่ บันทึกจำนวนกิ่งย่อยใหม่ และกิ่งย่อยที่ออกดอก
  7. เมื่อดอกมะขามป้อมเริ่มบาน สุ่มเก็บกิ่งย่อยที่ออกดอกต้นละ 15 กิ่ง บันทึกความยาวของกิ่งย่อย ความยาวของช่อเกสรตัวผู้ จำนวนเกสรตัวเมีย
  8. ดูแลต้นมะขามป้อมด้วยการให้น้ำและใส่ปุ๋ย 15-15-15 ร่วมกับปุ๋ย46-0-0 อัตรา 500 กรัมต่อต้น เดือนละ 2 ครั้ง กำจัดวัชพืชตามความจำเป็น
- การบันทึกข้อมูล
- บันทึกวันที่พ่นสารเอทีฟอน เปอร์เซ็นต์การร่วงของกิ่งย่อย เปอร์เซ็นต์การออกกิ่งย่อยใหม่ เปอร์เซ็นต์การออกดอก จำนวนเกสรตัวเมียต่อกิ่งย่อย ความยาวของช่อดอกเกสรตัวผู้ต่อกิ่งย่อย ผลผลิตคุณภาพผลผลิต ได้แก่ขนาดผลและน้ำหนักผล
- เวลาและสถานที่ เริ่มต้น 1 ตุลาคม 2561 สิ้นสุด 30 กันยายน 2563
- สถานที่ทำการทดลอง ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่

### กิจกรรมที่ 3 การพัฒนาเครื่องมือแปรรูปสำหรับผลิตภัณฑ์มะขามป้อม

#### การทดลองที่ 3.1 การพัฒนาเครื่องบีบผลมะขามป้อม

- อุปกรณ์

1. เครื่องบีบผลมะขามป้อม
2. ผสมมะขามป้อมสด
3. เครื่องวัดความเร็วรอบ
4. ตาชั่ง
5. นาฬิกาจับเวลา

- วิธีการ

1. ศึกษาวิธีปฏิบัติของเกษตรกร และเครื่องมือที่มีใช้กันอยู่ในปัจจุบัน โดยการสำรวจและสอบถามข้อมูลจากกลุ่มเกษตรกร

2. นำข้อมูลมาใช้ในการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบบีบผลมะขามป้อม โดยมีหลักการทำงาน เริ่มจากการป้อนผลมะขามป้อมใส่ถาดป้อนซึ่งตั้งอยู่ด้านบนของเครื่อง และผลมะขามป้อมจะถูกบีบด้วยชุดลูกกลิ้งบีบที่หมุนด้วยความเร็วเดียวกัน เมื่อบีบเสร็จแล้วผลมะขามป้อมจะตกลงถาดรองด้านล่าง

3. ทดสอบการทำงานเบื้องต้นเครื่องต้นแบบบีบผลมะขามป้อม ที่ความเร็วรอบต่างกัน 3 ระดับ คือ 30, 40 และ 50 รอบต่อนาที จำนวน 5 ซ้ำๆ ละ 5 กิโลกรัม เพื่อหาความเร็วรอบที่เหมาะสมกับการใช้งาน และทดสอบการทำงานของเครื่องต้นแบบ กับกลุ่มเกษตรกรในเขตจังหวัดแพร่ ที่ความเร็วรอบ 40 รอบต่อนาที จำนวน 3 ซ้ำๆ ละ 10 กิโลกรัม พร้อมเก็บข้อมูลเปอร์เซ็นต์การบีบและความสามารถในการทำงานของเครื่อง

4. ปรับปรุงและพัฒนาเครื่องต้นแบบบีบผลมะขามป้อม โดยเพิ่มชุดลูกกลิ้ง จากเดิม 2 ลูกกลิ้ง เป็น 3 ลูกกลิ้ง เพื่อทำการบีบ 2 ครั้ง โดยบีบครั้งแรกจะบีบผลมะขามป้อมที่มีขนาดใหญ่ให้มีขนาดเล็กลงก่อน แล้วบีบครั้งที่สองจะบีบมะขามป้อมที่มีขนาดเล็กและขนาดใหญ่ที่ถูกบีบให้เล็กลง

5. ทดสอบเครื่องต้นแบบบีบผลมะขามป้อมหลังปรับปรุง กับกลุ่มเกษตรกรในเขตจังหวัดแพร่ ที่ความเร็วรอบ 40 รอบต่อนาที จำนวน 3 ซ้ำๆ ละ 20 กิโลกรัม พร้อมเก็บข้อมูลเปอร์เซ็นต์การบีบและความสามารถในการทำงานของเครื่อง

6. เผยแพร่การใช้งานกับกลุ่มเกษตรกร และหน่วยงานของรัฐ โดยร่วมจัดโครงการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง “การปลูกมะขามป้อมร่วมกับป่า และการใช้เครื่องมือในการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว” ณ โครงการศูนย์เรียนรู้พัฒนาอมก๋อยตามพระราชดำริ อ.อมก๋อย จ.เชียงใหม่

7. วิเคราะห์ความคุ้มค่าในการใช้เครื่องมือที่ออกแบบเปรียบเทียบกับวิธีของเกษตรกร

- การบันทึกข้อมูล

ลักษณะการบีบผลมะขามป้อม แบ่งออกเป็น 3 แบบ (ภาพที่ 1) คือ

- 1) บีบสมบูรณ์ คือ ผลมะขามป้อมถูกบีบจนเนื้อมีรอยแตกและไม่แยกเป็นชิ้น
- 2) บีบแตก คือ ผลมะขามป้อมถูกบีบจนเนื้อแตกและแยกออกจากกันเป็นชิ้นๆ
- 3) ไม่บีบ คือ เนื้อผลมะขามป้อมไม่ถูกบีบหรือไม่มีรอยแตก



ภาพที่ 1 ลักษณะการบีบผลมะขามป้อม ทั้ง 3 แบบ

เปอร์เซ็นต์การบีบ คือ 
$$\frac{\text{น้ำหนักผลมะขามป้อมตามลักษณะการบีบ (กิโลกรัม)} \times 100}{\text{น้ำหนักผลมะขามป้อมทั้งหมด (กิโลกรัม)}}$$

ความสามารถในการบีบ คือ 
$$\frac{\text{น้ำหนักผลมะขามป้อม (กิโลกรัม)}}{\text{เวลาที่ใช้บีบ (ชั่วโมง)}}$$

- เวลาและสถานที่

- ดำเนินการตั้งแต่ ตุลาคม 2558 – กันยายน 2560
- ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่
- ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ จ.แพร่
- สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1 จ.เชียงใหม่

### การทดลองที่ 3.2 การพัฒนาเครื่องอบแห้งผลไม้สำหรับอบแห้งมะขามป้อม

#### - อุปกรณ์

เครื่องอบแห้ง

มะขามป้อม

ตาชั่ง

เครื่องวัดอุณหภูมิ

#### - วิธีการ

1. ศึกษาวิธีปฏิบัติของเกษตรกร
2. ศึกษาเครื่องมือที่มีใช้กันอยู่ในปัจจุบันและนำข้อมูลมาใช้ในการพัฒนาเครื่อง
3. นำเครื่องต้นแบบจากสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม ซึ่งเป็นเครื่องอบแห้งผลไม้สำหรับ นำมาทดสอบอบแห้งมะขามป้อมในเบื้องต้น หาสภาวะที่เหมาะสมกับการอบมะขามป้อม (ปริมาณลม ร้อน การกระจายตัวของลมร้อน อุณหภูมิที่เหมาะสม ปริมาณการอบหรือจำนวนชั้นการอบ)
4. สร้างต้นแบบเครื่อง
5. ทดสอบและปรับปรุงเครื่องอบแห้งมะขามป้อม
6. ทดสอบการทำงานของเครื่องกับกลุ่มเกษตรกรในเขตจังหวัดแพร่ และเชียงใหม่
7. ปรับปรุงและพัฒนาเครื่องต้นแบบ
8. ทดสอบเครื่องต้นแบบในการใช้งานระยะยาว
9. เผยแพร่การใช้งานกับกลุ่มเกษตรกร และหน่วยงานของรัฐ
10. วิเคราะห์ความคุ้มค่าในการใช้เครื่องมือที่ออกแบบเปรียบเทียบกับวิธีของเกษตรกร
11. การศึกษาชนิดของบรรจุภัณฑ์ในการเก็บรักษามะขามป้อมอบแห้ง

วางแผนการทดลองแบบ Split plot Design จำนวน 7 ซ้ำ โดย Main plot คือ การบรรจุในถุงพลาสติกชนิด Polypropylene (PP) ถุงสุญญากาศและถุงอลูมิเนียมฟอยล์ ขนาด 4x6 นิ้วขนาดบรรจุ 50 กรัม Subplot คือ อายุการเก็บรักษา 7 ระยะ คือ 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12 เดือน

เก็บรักษามะขามป้อมอบแห้งที่อุณหภูมิห้อง (25-30 องศาเซลเซียส) ใช้ระยะเวลา 12 เดือน และทำการสุ่มตัวอย่างทุก 2 เดือน เพื่อวิเคราะห์คุณภาพ ได้แก่ ค่าความชื้น ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี ค่าสี

#### - เวลาและสถานที่

- ดำเนินการตั้งแต่ ตุลาคม 2558 – กันยายน 2560

- ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่
- ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ จ.แพร่

#### กิจกรรมที่ 4 การทดสอบเทคโนโลยีการผลิตและแปรรูปมะขามป้อม

##### การทดลองที่ 4.1 การทดสอบเทคโนโลยีการผลิตและแปรรูปมะขามป้อมแบบเกษตรกรมีส่วนร่วม

###### - อุปกรณ์

- 1) กล้ามมะขามป้อม 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 และตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์

###### - วิธีการ

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

ดำเนินการวิเคราะห์พื้นที่ในแหล่งปลูกมะขามป้อมในจังหวัดแพร่ วิเคราะห์ประเด็นปัญหาของเกษตรกร แล้วเรียงลำดับความสำคัญของปัญหา นำประเด็นปัญหาที่สำคัญที่เกษตรกรส่วนใหญ่ต้องการแก้ไขมาทดสอบเทคโนโลยี โดยเลือกมา 1-2 ด้าน ดำเนินการทดลองในแปลงเกษตรกรในจังหวัดแพร่ 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 ติดผลและเก็บเกี่ยว
3. ต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ ได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการผลิต รายได้ที่ได้จากผลผลิต และปัญหาอุปสรรค
4. ความพึงพอใจของเกษตรกร

#### การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์สถิติ ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ ประเมินความพึงพอใจเทคโนโลยี เกษตรกรมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นการปรับปรุงเครื่องมือแปรรูป

- เวลาและสถานที่ เริ่มต้น 1 ตุลาคม 2558 สิ้นสุด 30 กันยายน 2563
- สถานที่ทำการทดลองแปลงเกษตรกร ต.ทุ่งแล้ง อ.ลอง ต.บ้านกลาง ต.ห้วยหม้าย อ.สอง และ ต.วังหงส์

อ.เมือง จ.แพร่

#### ผลการวิจัยและอภิปรายผล

##### กิจกรรมที่ 1 การทดสอบสายต้นมะขามป้อม

##### การทดลองที่ 1.1 การทดสอบสายต้นมะขามป้อมที่คัดเลือกไว้ในพื้นที่ภาคเหนือ

การทดสอบสายต้นมะขามป้อมที่คัดเลือกไว้ในพื้นที่ภาคเหนือแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่

#### 1. การเจริญเติบโต

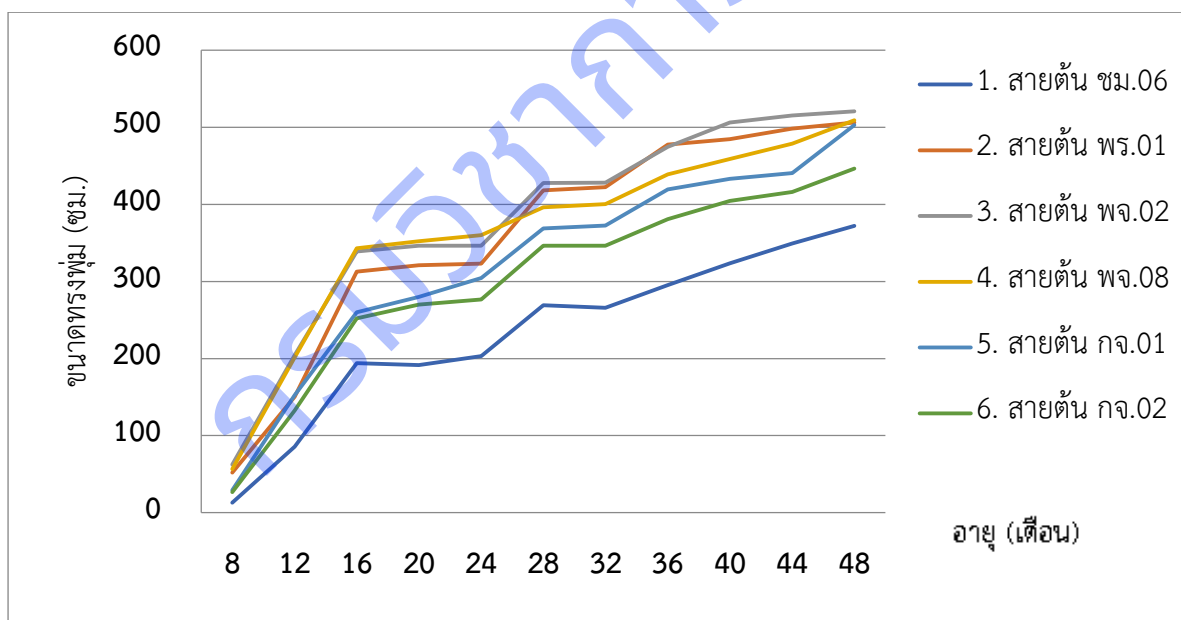
##### 1.1 ขนาดทรงพุ่มที่เพิ่มขึ้น

มะขามป้อมที่ทำการปลูกทดสอบ เมื่ออายุ 5-16 เดือนมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วในช่วงปีแรก พบว่าขนาดทรงพุ่มมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดย กลุ่มที่มีขนาดทรงพุ่มเพิ่มขึ้นมากที่สุด ได้แก่ สายต้น พจ.08 มีขนาดทรงพุ่ม 39.80-343.28 ซม. สายต้น พจ.02 49.88-339.06 ซม. และ สายต้น พร.01 29.94-312.84 ซม. รองลงมาคือ สายต้น กจ. 01 และ กจ. 02 และขนาดทรงพุ่มเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด คือ สายต้น ชม.06 มะขามป้อมที่ช่วงอายุ 16-24 เดือน ขนาดทรงพุ่มที่เพิ่มขึ้นยังเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ต่อมาที่อายุ 24-36 เดือน พบว่า มะขามป้อมสายต้น พร.01 มีขนาดทรงพุ่มที่เพิ่มขึ้นมากที่สุด 323.31-477.81 ซม. แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับ สายต้น พจ.02 พจ.08 และ กจ.01 รองลงมาคือ สายต้น กจ.02 และขนาดทรงพุ่มเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด คือ สายต้น ชม.06 มะขามป้อมที่อายุ 40-48 เดือนขนาดทรงพุ่มก็ยังมี ความแตกต่างกันทางสถิติกลุ่มมะขามป้อมที่มีขนาดทรงพุ่มที่เพิ่มขึ้นมากที่สุด คือ สายต้น พจ.02 พจ.08 พร.01 และ กจ.02 ต้นมะขามป้อมที่อายุ 48 เดือน มีขนาดทรงพุ่มอยู่ระหว่าง 446.28-520.65 ซม. และขนาดทรงพุ่มเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด คือ สายต้น ชม.06 372.20 ซม. (ภาพที่ 1)

## 1.2 ขนาดเส้นรอบวงลำต้นที่เพิ่มขึ้น

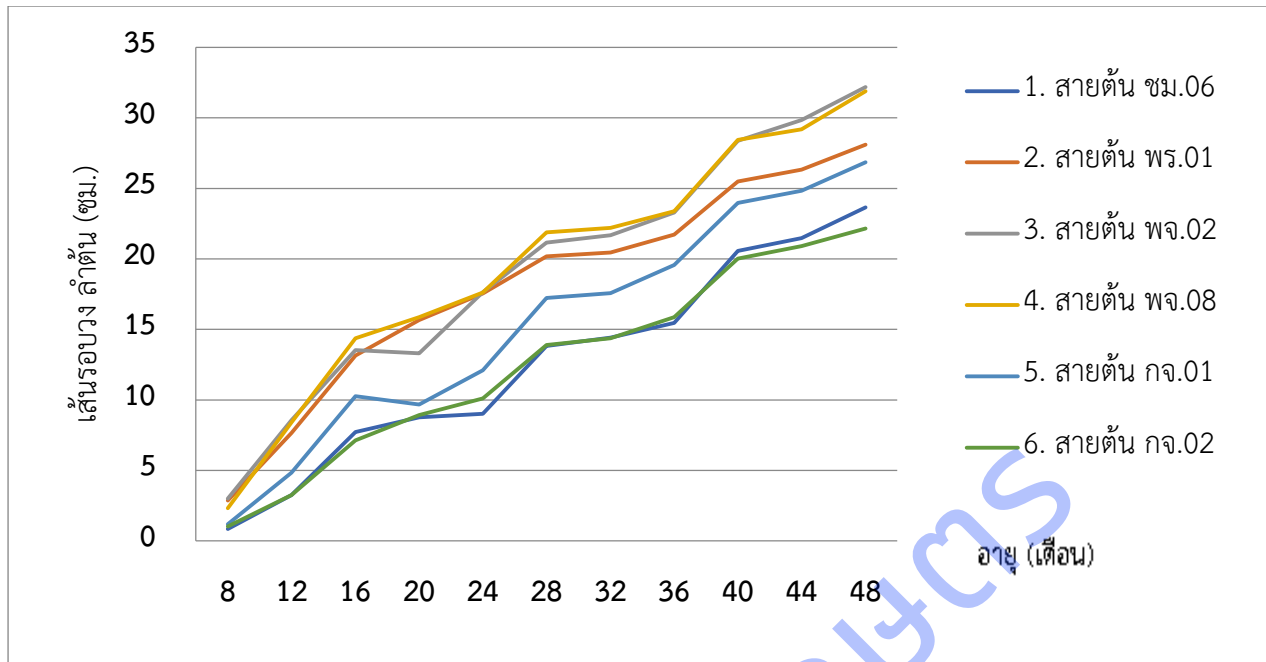
มะขามป้อมที่ทำการปลูกทดสอบอายุ 5 เดือนขนาดเส้นรอบวงลำต้นที่เพิ่มขึ้น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เนื่องจากต้นกำลังตั้งตัวหลังปลูก หลังจากนั้น ที่อายุ 8-12 เดือน ขนาดเส้นรอบวงลำต้นที่เพิ่มขึ้นเริ่มมีความแตกต่างกันทางสถิติโดยที่อายุ 12 เดือนกลุ่มที่มีขนาดเส้นรอบวงมากที่สุด คือ สายต้น พจ.02 พจ.08 และ พร.01 เฉลี่ย 7.65 - 8.39 ซม. รองลงมา คือ สายต้น กจ.01 กจ.02 และ ชม.06 ที่อายุ 16-24 เดือนขนาดเส้นรอบวงลำต้นที่เพิ่มขึ้น เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับปีแรก โดยอายุ 24 เดือน กลุ่มที่มีขนาดเส้นรอบวงเพิ่มขึ้นมากที่สุดคือสายต้นพจ.02 พจ.08 และ พร.01 เฉลี่ย 17.54 - 17.63 ซม. และขนาดเส้นรอบวงเพิ่มน้อยที่สุดคือ สายต้น ชม.06 9.01 ซม. ต่อมา มะขามป้อมอายุ 28-44 เดือนขนาดเส้นรอบวงลำต้นที่เพิ่มขึ้นยังคงเป็นไปในทิศทางเดิม โดยที่อายุ 44 เดือน กลุ่มที่มีขนาดเส้นรอบวงเพิ่มขึ้นมากที่สุด คือ สายต้นพจ.02 พจ.08 และ พร.01 เฉลี่ย 26.33 - 29.84 ซม. และขนาดเส้นรอบวงเพิ่มน้อยที่สุดคือ สายต้น ชม.06 และ กจ.02 เฉลี่ย 20.90-21.47 ซม.

มะขามป้อมที่อายุ 48 เดือน ยังคงมีความแตกต่างกันทางสถิติเช่นเดิม โดยกลุ่มที่มีขนาดเส้นรอบวงเพิ่มขึ้นมากที่สุดคือ สายต้นพจ.02 พจ.08 และ พร.01 เฉลี่ย 28.09 - 32.19 ซม. รองลงมาคือ สายต้น กจ.01 และกลุ่มขนาดเส้นรอบวงเพิ่มน้อยที่สุดคือ สายต้น ชม.06 และ กจ.02 เฉลี่ย 22.15-23.65 ซม. (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 1 ขนาดทรงพุ่มที่เพิ่มขึ้นของมะขามป้อม ในแต่ละช่วงอายุ ณ แปลงทดลอง ศวพ.แพร่





ภาพที่ 2 เส้นรอบวงลำต้นที่เพิ่มขึ้นของมะขามป้อม ในแต่ละช่วงอายุ ณ แปลงทดลอง ศวพ.แพร่

## 2. ผลผลิต

### 2.1 ปริมาณผลผลิต

พัฒนาการของการออกดอกมะขามป้อมเริ่มจาก ใบมีการเจริญและพัฒนาในช่วงฤดูฝน และผลัดใบในฤดูหนาว ช่วงเดือนธันวาคม พัฒนาตาดอกประมาณเดือนมกราคม และดอกเริ่มบานกลางเดือนกุมภาพันธ์ หลังจากนั้นกลีบดอกเริ่มโรย ประมาณ 1 เดือน จะติดผลอ่อน ผลอ่อนจะพัฒนาขยายขนาดผลตั้งแต่เดือนมีนาคม-ตุลาคมส่วนใหญ่ผลเริ่มแก่ในช่วงต้นเดือนพฤศจิกายน การเก็บเกี่ยวผลมะขามป้อม ให้พิจารณาจากการเปลี่ยนสีของผิวผล จากสีเขียวเป็นสีเขียวอมเหลือง ผิวผลเป็นมันใส เมล็ดเป็นสีน้ำตาล มะขามป้อมจะใช้เวลาตั้งแต่ออกดอกจนถึงเก็บเกี่ยวผลผลิตประมาณ 7-8เดือนจากการทดสอบสายต้นมะขามป้อม พบว่า สายต้น พร.01จะเก็บเกี่ยวเร็วกว่าสายต้นอื่นๆ คือกลางเดือนตุลาคม โดยมีอายุเก็บเกี่ยวประมาณ 7 เดือน สำหรับสายต้น ชม.01 พจ.02 พจ.08จะมีอายุเก็บเกี่ยวประมาณ 7.5 เดือน คือช่วงต้นเดือนพฤศจิกายน ในขณะที่สายต้น กจ.01 และ กจ.02 จะเก็บเกี่ยวกลางเดือนพฤศจิกายนซึ่งมีอายุเก็บเกี่ยวนานกว่าสายต้นอื่นๆ คือ ใช้เวลาประมาณ 8 เดือน อาจเป็นเพราะออกดอกช้า อีกทั้งมี

ขนาดผลใหญ่จึงมีการพัฒนาของผลนานกว่าผลเล็ก และเป็นสายต้นที่มาจากจังหวัดกาญจนบุรีแล้วนำมาปลูกทางภาคเหนือที่มีสภาพภูมิอากาศหนาวเย็นกว่าแหล่งปลูกเดิม จึงทำให้สุกแก่ช้า

มะขามป้อมเริ่มออกดอกให้ผลผลิตครั้งแรก ในปี 2561 แต่เนื่องจากต้นยังอายุน้อย อาหารสะสมในลำต้นยังไม่เพียงพอ บางต้นจึงเป็นดอกเพศผู้ จึงทำให้มีปริมาณผลผลิตน้อยต้นที่ให้ผลผลิต คือ มะขามป้อมสายต้น พจ.08 กจ.01 และ ชม.06 ผลผลิตเฉลี่ย 1.99 0.16 และ 0.3 กก./ต้น ตามลำดับ ในปี 2562 พบการออกดอกติดผลแต่ปริมาณก็ยังน้อยมาก ได้แก่ สายต้น พจ.02 กจ.01 กจ.02 และ ชม.06 ผลผลิตเฉลี่ย 1.06 0.35 0.20 และ 0.15 กก./ต้น และต่อในปี 2563 พบว่า มะขามป้อมทุกสายต้น มีการออกดอกติดผลและให้ผลผลิตเพิ่มมากขึ้น โดย สายต้น พจ.08 มีปริมาณผลผลิตเฉลี่ยต่อต้นมากที่สุด 15.32 กก./ต้น รองลงมาคือ สายต้น พร.01 พจ.02 กจ.01 กจ.02 และ ชม.06 มีผลผลิตเฉลี่ย 6.95 4.57 3.46 1.7 และ 0.71 กก./ต้น ตามลำดับ สำหรับปริมาณผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ในปี 2563 พบว่า สายต้น พจ.08 มีปริมาณผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่มากที่สุด คือ 674.08 กก. รองลงมาคือ สายต้น พร.01 พจ.02 กจ.01 กจ.02 และ ชม.06 มีผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ 305.8 201.08 152.24 74.8 และ 31.24 กก. ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ผลผลิตเฉลี่ยต่อต้น และผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ ของมะขามป้อม ในปี 2562-2563 แปลงทดลองศวพ.แพร่

| สายต้น | ผลผลิตเฉลี่ย (กก./ต้น) |         |         | ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ (กก.) |
|--------|------------------------|---------|---------|--------------------------|
|        | ปี 2561                | ปี 2562 | ปี 2563 | ปี 2563                  |
| ชม.06  | 0.3                    | 0.15    | 0.71    | 31.24                    |
| พร.01  | -                      | -       | 6.95    | 305.8                    |
| พจ.02  | -                      | 1.06    | 4.57    | 201.08                   |
| พจ.08  | 1.99                   | -       | 15.32   | 674.08                   |
| กจ.01  | 0.16                   | 0.35    | 3.46    | 152.24                   |
| กจ.02  | -                      | 0.20    | 1.7     | 74.8                     |

## 2.2 องค์ประกอบผลผลิต

### 2.2.1 รูปทรงของผล

รูปทรงของผลมะขามป้อม มี 3 ลักษณะ คือ ผลกลม ได้แก่ มะขามป้อมสายต้น พร.01และพจ.08 ผลแป้น ได้แก่ สายต้น ชม.06 พจ.02 และกจ.01 และรูปทรงปลายผลแหลม คือ สายต้น กจ.02 (ตารางที่ 2)

### 2.2.2 น้ำหนักผลเส้นผ่านศูนย์กลางผลและความสูงของผล

มะขามป้อมสายต้นกจ.01มีน้ำหนักผลเฉลี่ยมากที่สุด คือ 15.39 กรัม มีเส้นผ่านศูนย์กลางผล 3.19 ซม. และความสูงของผล 2.73 ซม. รองลงมาคือ สายต้น ชม.06 มีน้ำหนักผลเฉลี่ย 11.35 กรัม มีเส้นผ่านศูนย์กลางผล 2.85 ซม.และความสูงของผล 2.54 ซม. และสายต้น กจ. 02 มีน้ำหนักผลเฉลี่ย 10.65 กรัม มีเส้นผ่านศูนย์กลางผล 2.79 ซม. แต่มีความสูงของผลมากกว่าสายต้นอื่นๆ คือ 2.81 ซม. ในขณะที่สายต้น พร.01 มีขนาดผลเล็กที่สุด โดยมีน้ำหนักผลเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 6.37 กรัม เส้นผ่านศูนย์กลางผล 2.29 ซม. และความสูงของผล 2.14 ซม. (ตารางที่ 2)มะขามป้อมทุกสายต้นมีจำนวนเส้นแบ่งผล 6 รอยน้ำหนักผลและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางผลจะมีผลต่อปริมาณผลผลิต แต่ต้นอายุยังน้อยเพียง 4 ปี จึงมีปริมาณผลผลิตยังไม่มาก

### 2.3.3 ความหนาของเนื้อ

มะขามป้อมสายต้น ชม.06มีความหนาของเนื้อมากที่สุด คือ 1.34 ซม.รองลงมาคือ กจ.01มีความหนาของเนื้อ 0.99 ซม. และสายต้น พจ.02 พจ.08 กจ.02มีความหนาของเนื้อเท่ากัน คือ 0.82 ซม. ในขณะที่มะขามป้อมสายต้นพร.01มีความหนาของเนื้อน้อยที่สุด คือ 0.61 ซม. (ตารางที่ 2)

### 2.3.4 เส้นผ่านศูนย์กลางเมล็ด

มะขามป้อมสายต้น ชม.06มีเส้นผ่านศูนย์กลางเมล็ดมากที่สุด คือ 1.40 ซม. รองลงมาคือ สายต้นกจ.01 และกจ.02มีเส้นผ่านศูนย์กลางเมล็ด 1.26 และ 1.20 ซม. ตามลำดับ สำหรับสายต้น พจ.02 พจ.08มีเส้นผ่านศูนย์กลางเมล็ดเท่ากัน คือ 1.14 ซม. ในขณะที่มะขามป้อมสายต้นพร.01มีเส้นผ่านศูนย์กลางเมล็ดน้อยที่สุด คือ 1.04 ซม. (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ลักษณะองค์ประกอบผลผลิตของสายต้นมะขามป้อมปลูกทดสอบที่ศวพ.แพร่ในปี 2563

| สายต้น | รูปร่างของผล | นน.ผล (กรัม) <sup>1/</sup> | เส้นผ่านศก. ผล (ซม.) <sup>1/</sup> | ความสูงของผล (ซม.) | ความหนาของเนื้อ (ซม.) | เส้นผ่านศก. เมล็ด (ซม.) <sup>1/</sup> | จำนวนเส้นแบ่งผล | ผลผลิตเฉลี่ย (กก./ต้น) |
|--------|--------------|----------------------------|------------------------------------|--------------------|-----------------------|---------------------------------------|-----------------|------------------------|
| ชม.06  | แป้น         | 11.35                      | 2.85                               | 2.54               | 1.34                  | 1.40                                  | 6               | 0.71                   |
| พร.01  | กลม          | 6.37                       | 2.29                               | 2.14               | 0.61                  | 1.04                                  | 6               | 6.95                   |

|       |                |       |      |      |      |      |   |       |
|-------|----------------|-------|------|------|------|------|---|-------|
| พจ.02 | แป้น           | 10.53 | 2.82 | 2.62 | 0.82 | 1.14 | 6 | 4.57  |
| พจ.08 | กลม            | 8.94  | 2.76 | 2.47 | 0.82 | 1.14 | 6 | 15.32 |
| กจ.01 | แป้น           | 15.39 | 3.19 | 2.73 | 0.99 | 1.26 | 6 | 3.46  |
| กจ.02 | ปลายผล<br>แหลม | 10.65 | 2.79 | 2.81 | 0.82 | 1.20 | 6 | 1.7   |

1/ ค่าเฉลี่ย จากการสุ่มวัดผลมะขามป้อมจำนวน 20 ผล

### 2.3 ปริมาณสารสำคัญในผล

จากผลการวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมีของมะขามป้อมสายต้นที่คัดเลือกมาปลูกทดสอบพบว่า มะขามป้อมกลุ่มสายต้นที่มีสารประกอบฟีนอลิกสูง ได้แก่ สายต้น กจ.01 และพร.01 มีสารประกอบฟีนอลิก 88.10 และ 49.23 มก./ก.ตามลำดับมะขามป้อมที่มีค่าดัชนีสารต้านอนุมูลอิสระสูง ได้แก่ พจ.08 พร.01 และ พจ.02 โดยมีค่าดัชนีสารต้านอนุมูลอิสระ 8.32 7.83 และ 7.28ตามลำดับ สำหรับมะขามป้อมสายต้นที่มีวิตามินซีสูง ได้แก่ สายต้น พร.01 กจ.01 และ ชม.06 มีปริมาณวิตามินซี 480 469 และ 467 มก./100 ก. ตามลำดับแต่ถ้าพิจารณาโดยรวมพบว่า มะขามป้อมสายต้น พร.01 จะมีปริมาณสารสำคัญสูงกว่าสายต้นอื่นๆ หากจะนำมาใช้ประโยชน์ด้านสมุนไพร (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมีของมะขามป้อมสายต้นที่คัดเลือกมาปลูกทดสอบ

| สายต้น | Total phenolic content<br>(mg gallic acid/g sample) | Antioxidant activity index | Total vitamin C content<br>(mg/100 g sample) |
|--------|---|----------------------------|--|
| ชม.06  | 18.50   | 3.74                       | 467  |
| พร.01  | 49.23   | 7.83                       | 480  |
| พจ.02  | 35.88   | 7.28                       | 398  |
| พจ.08  | 30.16   | 8.32                       | 343  |
| กจ.01  | 88.10   | 3.84                       | 469  |

|       |       |      |     |
|-------|-------|------|-----|
| กจ.02 | 13.80 | 1.66 | 354 |
|-------|-------|------|-----|

การทดสอบสายต้นมะขามป้อมที่คัดเลือกไว้ในพื้นที่ภาคเหนือแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตร  
พิจิตร

## 1. ด้านการเจริญเติบโต

### 1.1 ขนาดทรงพุ่มที่เพิ่มขึ้น

การเจริญเติบโตของมะขามป้อมที่ทำการปลูกทดสอบ เมื่ออายุ 5-8 เดือน พบว่า ขนาดทรงพุ่ม มีความแตกต่างกันทางสถิติคือ สายต้น ชม.06 มีขนาดทรงพุ่มเพิ่มขึ้นมากที่สุด 57.7-133.2 ซม.สายต้น พร.01มีขนาดทรงพุ่มเพิ่มขึ้นรองลงมา คือ 104.0-125.0 ซม. มะขามป้อมสายต้นอื่นมีขนาดทรงพุ่มที่เพิ่มขึ้นอยู่ระหว่าง 63.2-107.1 ซม. (ตารางภาคผนวกที่ 3) เมื่ออายุ 12 เดือน พบว่าขนาดทรงพุ่มเพิ่มขึ้น มีความแตกต่างกันทางสถิติ คือกลุ่มที่เพิ่มมากที่สุดคือ สายต้น ชม.06พร.01 พจ.02 และพจ.08 มีขนาดทรงพุ่มเพิ่มขึ้น 172.7-230.3 ซม. และกลุ่มสายต้นสายต้น กจ.01 และกจ.02 มีขนาดทรงพุ่มเพิ่มขึ้นรองลงมา คือ 142.1-166.2 ซม.

การเจริญเติบโตของมะขามป้อม เมื่ออายุ 16 เดือน พบว่า ขนาดทรงพุ่มเพิ่มขึ้น มีความแตกต่างกันทางสถิติคือกลุ่มที่เพิ่มมากที่สุดคือ สายต้น พร.01 กจ.01 พจ.02 และพจ.08 มีขนาดทรงพุ่มเพิ่มขึ้น 214.1-249.2 ซม.และกลุ่มสายต้น สายต้น ชม.06 และกจ.02 มีขนาดทรงพุ่มเพิ่มขึ้นรองลงมา คือ 194.7-195.3 ซม.

ปัญหาการเจริญเติบโตของมะขามป้อม เมื่ออายุ 20 เดือน พบปัญหาฝนตกลมแรงทำให้กิ่งฉีกหัก ต้นล้มเอน มีผลต่อขนาดทรงพุ่มเพิ่มขึ้นคือไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ คือ มีขนาดทรงพุ่มเพิ่มขึ้น 200.5-252.0 ซม. และมีผลต่อขนาดทรงพุ่มเพิ่มขึ้นเมื่ออายุ 24 เดือน สายต้น กจ.01 มีขนาดทรงพุ่มเพิ่มขึ้นมากที่สุด คือ 356.9 ซม. กลุ่มสายต้นสายต้น ชม.06 พร.01 พจ.02 พจ.08 และกจ.02 มีขนาดทรงพุ่มเพิ่มขึ้น รองลงมา คือ 249.7-259.0 ซม. สายต้น 02 มีขนาดทรงพุ่มเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด คือ 220.2 ซม. และเมื่ออายุ28 เดือน สายต้น กจ.01และพจ.02 มีขนาดทรงพุ่มเพิ่มขึ้นมากที่สุด คือ 363.8-375.6 ซม. กลุ่มสายต้น ชม.06พจ.08และกจ.02 มีขนาดทรงพุ่มเพิ่มขึ้นรองลงมา คือ 332.5-354.2 ซม. สายต้น พร.01 มีขนาดทรงพุ่มเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด คือ 256.7 ซม. การเจริญเติบโตเมื่ออายุ 32 และ 36 เดือน ขนาดทรงพุ่มเพิ่มขึ้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ คือ มีขนาดทรงพุ่มเพิ่มขึ้น 377.5-393.2 ซม.สายต้น พร.01 มีขนาดทรงพุ่มเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด คือ 332.0 ซม.การเจริญเติบโตของมะขามป้อม อายุ36เดือน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ คือ มีขนาดทรงพุ่มเพิ่มขึ้น 407.3-467.5 ซม.

ช่วงอายุมะขามป้อม 40-48 เดือน มีขนาดทรงพุ่มเพิ่มขึ้นเป็นแนวทางเดียวกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติคือ สายต้น พร.01 มีขนาดทรงพุ่มเพิ่มขึ้นมากที่สุด คือ 543.8-585.0 ซม. รองลงมาคือ สายต้น พจ.02 และพจ.08 มี

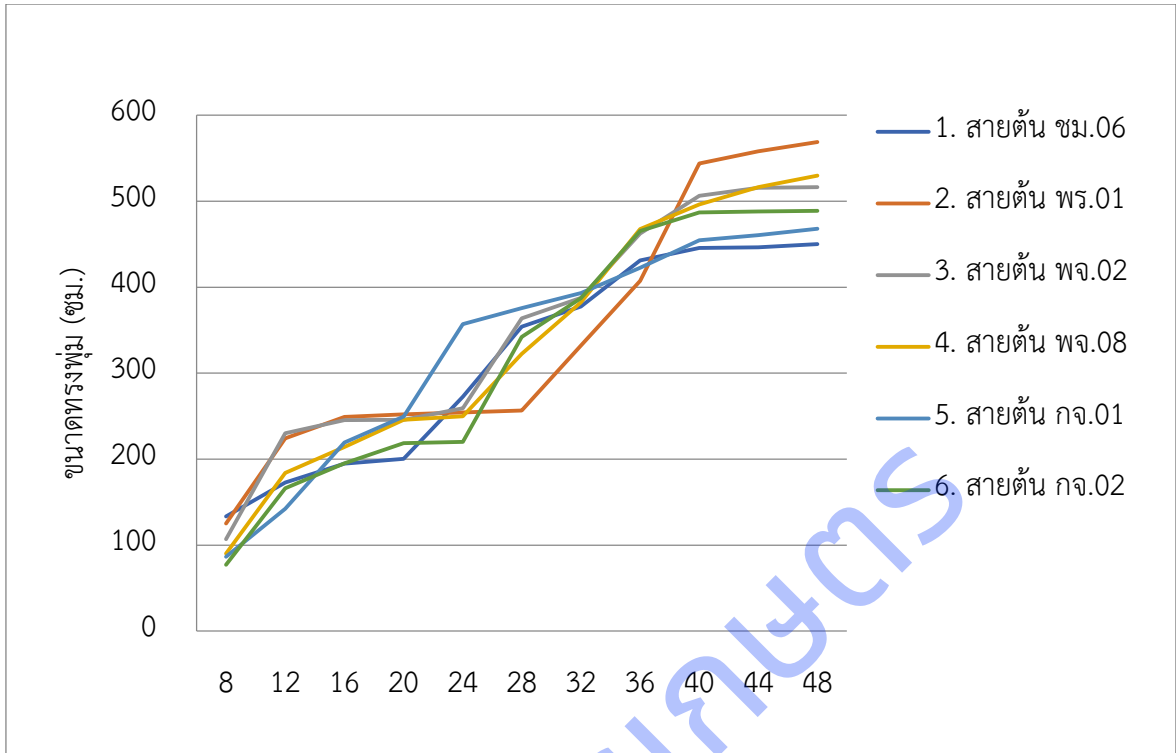
ขนาดทรงพุ่มเพิ่มขึ้น 496.1-547.0 ซม. มากกว่าสายต้น กจ.02และกจ.01ขนาดทรงพุ่มเพิ่มขึ้น 454.4-500.6 ซม. สายต้น ซม.06 ช่วงอายุ 40-48 เดือน ขนาดทรงพุ่มเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด 445.8-461.5 ซม. (ภาพที่ 4)

## 1.2 ขนาดเส้นรอบวงลำต้นที่เพิ่มขึ้น

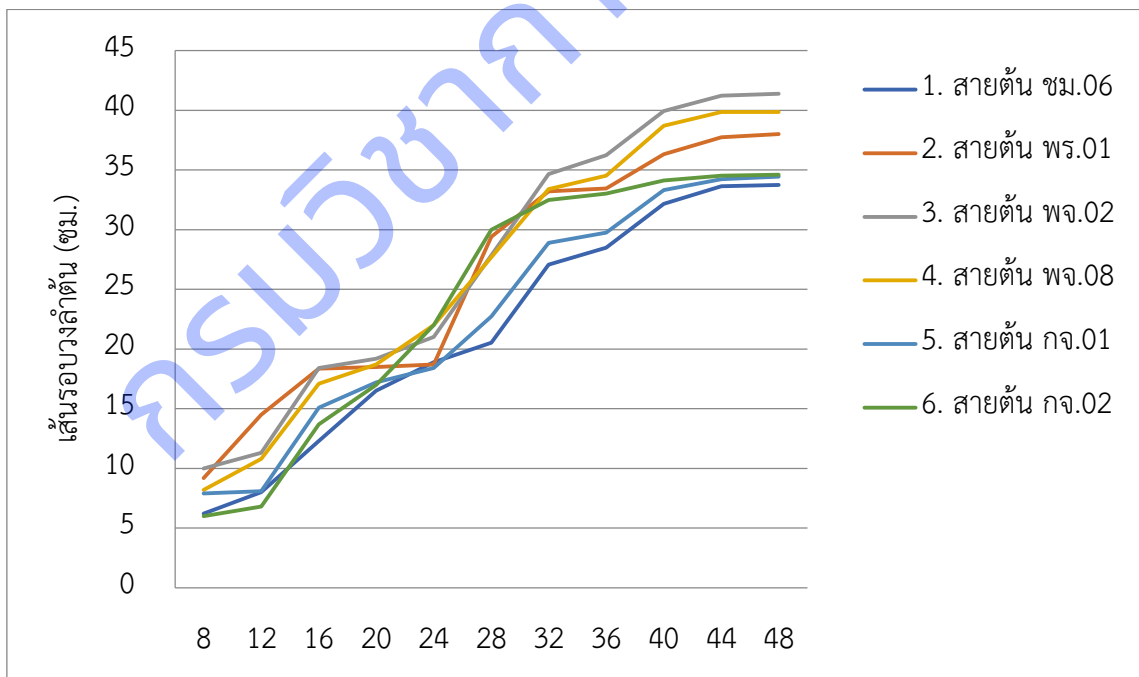
มะขามป้อมที่ปลูก อายุ 5 เดือน ขนาดเส้นรอบวงลำต้นที่เพิ่มขึ้นมีความแตกต่างกันทางสถิติไม่มากนัก เนื่องจากเริ่มตั้งตัวหลังปลูก คือ สายต้น ซม.06 กจ.01 และพจ.02 ขนาดเส้นรอบวงลำต้นเพิ่มขึ้น 6.2-7.0 ซม. สายต้น พร.01 กจ.02 และ พจ.08ขนาดเส้นรอบวงลำต้นเพิ่มขึ้น 5.4-6.0 ซม. เมื่ออายุ 8 เดือนขนาดเส้นรอบวงลำต้นที่เพิ่มขึ้นมีความแตกต่างกัน คือ สายต้น พจ.08 พร.01 และพจ.02 มีขนาดเส้นรอบวงลำต้นเพิ่มขึ้น 8.2-10.0 ซม. สายต้น กจ.01 กจ.02และซม.06 มีขนาดทรงพุ่มเพิ่มขึ้น คือ 6.0-7.9 ซม. อายุ 12 และ 16 เดือน พบว่า ขนาดเส้นรอบวงลำต้นเพิ่มขึ้นมีความแตกต่างกัน คือกลุ่มที่เพิ่มมากที่สุดคือ สายต้น พร.01พจ.02 และพจ.08 ขนาดเส้นรอบวงลำต้นเพิ่มขึ้น 10.8-14.5 ซม.และกลุ่มสายต้น ซม.06 กจ.01 และกจ.02 มีขนาดเส้นรอบวงลำต้นเพิ่มขึ้น 6.8-8.1 ซม. อายุ16 เดือน พบว่า ขนาดเส้นรอบวงลำต้นเพิ่มขึ้น ในแนวทางเดิม กลุ่มที่เพิ่มมากที่สุดคือ สายต้น พร.01 พจ.02และพจ.08 มีขนาดเส้นรอบวงลำต้นเพิ่มขึ้น 17.1-18.4 ซม.และกลุ่มสายต้น สายต้น ซม.06 กจ.01 และกจ.02 มีขนาดเส้นรอบวงลำต้นเพิ่มขึ้น 12.3-15.1 ซม.

การเจริญเติบโตของมะขามป้อม อายุ 20-24 เดือน พบปัญหาฝนตกลมแรงทำให้กิ่งฉีกหัก ต้นล้มเอน มีผลต่อการเจริญเติบโตทั้งขนาดทรงพุ่มและขนาดเส้นรอบวงลำต้นเพิ่มขึ้น ต้นมะขามป้อมได้รับผลกระทบเพราะสูญเสียส่วนสังเคราะห์แสงในการสร้างการเจริญเติบโตทั้งทรงพุ่มและขนาดโคนต้นจึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ คือ มีขนาดเส้นรอบวงลำต้นเพิ่มขึ้น 16.5-19.2 ซม.และมีผลต่อขนาดเส้นรอบวงลำต้นอายุ 24 เดือน ขนาดเส้นรอบวงลำต้นเพิ่มขึ้น18.4-22.0 ซม. หลังจากกิ่งหักโคน อายุมะขามป้อม 28 เดือน เริ่มมีความแตกต่างการเจริญเติบโตสามารถจัดกลุ่มการเจริญเติบโตดีคือ กลุ่มสายต้น กจ.02 พร.01พจ.02 และพจ.08 มีขนาดเส้นรอบวงลำต้นเพิ่มขึ้น 27.70-30.0 ซม. สายต้น กจ.01 และซม.06 มีขนาดทรงพุ่มเพิ่มขึ้นน้อย คือ 20.52-22.72 ซม. และการเจริญเติบโต เมื่ออายุ 32 เดือน กลุ่มที่การเจริญเติบโตดีคือสายต้น พร.01 พจ.02 และพจ.08 มีขนาดเส้นรอบวงลำต้นเพิ่มขึ้น 33.21-34.67 ซม. สายต้น กจ.01 และซม.06 มีขนาดเส้นรอบวงลำต้นเพิ่มขึ้นน้อย คือ 27.07-28.89 ซม.

มะขามป้อมอายุ 36-48 เดือน พบว่า สายต้นพร.01 พจ.02 และพจ.08 มีขนาดเส้นรอบวงลำต้นเพิ่มขึ้นมากที่สุด สายต้น ซม.06 มีขนาดเส้นรอบวงลำต้นเพิ่มขึ้นรองลงมา และสายต้น กจ.02 มีขนาดเส้นรอบวงลำต้นเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด (ภาพที่ 3) การเจริญเติบโต เมื่ออายุ 36-48 เดือน พร.01 พจ.02 และพจ.08 มีขนาดเส้นรอบวงลำต้นเพิ่มขึ้น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ คือ มีขนาดเส้นรอบวงลำต้นเพิ่มขึ้น 33.45-43.58 ซม.สายต้น กจ.02 มีขนาดเส้นรอบวงลำต้นเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด คือ 35.5 ซม.



ภาพที่ 3 ขนาดทรงพุ่มที่เพิ่มขึ้นของมะขามป้อม ในแต่ละช่วงอายุ ณ แปลงทดลอง ศวพ.พิจิตร



ภาพที่ 4 เส้นรอบวงลำต้นที่เพิ่มขึ้นของมะขามป้อม ในแต่ละช่วงอายุ ณ แปลงทดลอง ศวพ.พิจิตร

## 2. ผลผลิต

## 2.1 การออกดอกและผลผลิต ในปี 2562

เดือน กันยายน 2562 เก็บผลผลิตมะขามป้อม ดังนี้

พจ.08 น้ำหนัก 6.8 กิโลกรัม พจ.02 น้ำหนัก 35.6 กิโลกรัม กจ.01 น้ำหนัก 13.1 กิโลกรัม และพร.01 น้ำหนัก 0.7 กิโลกรัม สายต้นที่เริ่มออกช่อดอกคือ พจ.02 และมีผลตกปานกลาง พจ.08 มีทั้งช่อดอกและ ผลขนาดเล็ก ผลตกมาก กจ.01 ออกช่อเล็กน้อย จะแตกใบอ่อน และมีผลเล็กๆ จำนวนไม่มาก

เดือนพฤศจิกายน 2562 เก็บผลผลิตมะขามป้อมได้ดังนี้ พจ.08 น้ำหนักรวม 9.7 กิโลกรัม พจ.02 น้ำหนัก 12.9 กิโลกรัม กจ.01 น้ำหนัก 6.4 กิโลกรัม พร.01 น้ำหนัก 0.3 กิโลกรัม กจ.02 น้ำหนัก 0.1 กิโลกรัม สายพันธุ์ที่ไม่มีผลผลิตคือ ชม.06 (ตารางที่ 4)

เดือนธันวาคม 2562 สายต้น ชม.06 ใบร่วงจำนวนมาก ยังไม่ออกช่อดอก พร.01 ใบร่วง พร้อมทั้งออกช่อใหม่ และบางต้นมีผลขนาดเล็ก กจ.01 เริ่มติดผลแต่ขนาดเล็ก (ตารางที่ 4)

**ตารางที่ 4** ผลผลิตมะขามป้อม ในปี 2562 แปลงทดลอง ศวพ.พิจิตร

| สายต้น | เดือนกันยายน 2562  | เดือนพฤศจิกายนและธันวาคม 2562 | รวม         |
|--------|--------------------|-------------------------------|-------------|
| ชม.06  | ไม่มีผลผลิต        | ไม่มีผลผลิต                   | ไม่มีผลผลิต |
| พร.01  | 700 กรัม           | 300 กรัม                      | 1,000 กรัม  |
| พจ.02  | 35,600 กรัม        | 12,900 กรัม                   | 48,500 กรัม |
| พจ.08  | 6,800 กรัม         | 9,700 กรัม                    | 16,500 กรัม |
| กจ.01  | 13,100 กรัม        | 6,400 กรัม                    | 19,500 กรัม |
| กจ.02  | -ออกช่อดอกเล็กน้อย | 100 กรัม                      | 100 กรัม    |

## 2.2 การออกดอกและผลผลิต ในปี 2563

เดือน มกราคม 2563 - เก็บผลผลิตมะขามป้อมดังนี้ พจ.08 น้ำหนักรวม 20.0 กิโลกรัม พจ.02 น้ำหนักรวม 12.0 กิโลกรัม ทุกสายพันธุ์ใบดกเขียว บางต้นออกช่อดอก สายพันธุ์ พจ.08 พจ.02 มีผลตกบางต้น

เดือน มีนาคม 2563 - เก็บผลผลิตมะขามป้อม (ตารางที่ 4) ได้ ดังนี้

พจ.08 น้ำหนักรวม 18.8 กิโลกรัม (2,060 ผล) มาจากต้นที่ 1 ช้ำที่ 1 190 ผล (1,800 กรัม) ต้นที่ 1 ช้ำที่ 2 1,320 ผล (12,000 กรัม) และต้นที่ 2 ช้ำที่ 2 550 ผล (5,000 กรัม)

พจ.02 น้ำหนักรวม 4.5 กิโลกรัม (424 ผล) มาจากต้นที่ 1 ช้ำที่ 3 190 ผล (4,500 กรัม)

กจ.01 น้ำหนักรวม 4.8 กิโลกรัม (520 ผล) มาจากต้นที่ 2 ช้ำที่ 1 350 ผล (3,300 กรัม) จากต้นที่ 4 ช้ำที่ 1 115 ผล (1,000 กรัม) จากต้นที่ 4 ช้ำที่ 3 55 ผล (500 กรัม)

เดือน มิถุนายน 2563 มีบางสายพันธุ์ ที่มีผลผลิต (พจ.08 พจ.02 กจ.02 กจ.01) แต่ผลยังเล็ก ยังไม่ได้เก็บ



ผลผลิต

เดือน ตุลาคม 2563 มีผลผลิต (ตารางที่ 5) ดังนี้

พจ.02 น้ำหนักรวม 63.1 กิโลกรัม (6,310 ผล) มาจากต้นที่ 2 ซ้ำที่1 515 ผล (5,500 กรัม)ต้นที่ 3 ซ้ำที่ 1 500 ผล (4,600 กรัม) มาจากต้นที่ 1 ซ้ำที่ 2 2,100 ผล (21,000 กรัม) ต้นที่ 2 ซ้ำที่2 135 ผล (1,300 กรัม) จากต้นที่ 2 ซ้ำที่3 340 ผล (3,500 กรัม) ต้นที่ 2 ซ้ำที่ 4 2,250 ผล (22,500 กรัม) จากต้นที่ 3 ซ้ำที่ 4470 ผล (4,700 กรัม)

พจ.08 น้ำหนักรวม 98.5 กิโลกรัม (10,220ผล) มาจากต้นที่ 1 ซ้ำที่13,000 ผล(2,930 กรัม) ต้นที่ 1 ซ้ำที่2 130 ผล (1,700 กรัม) จากต้นที่ 2 ซ้ำที่3 1,630 ผล(16,300 กรัม) ต้นที่ 4 ซ้ำที่3 4,300 ผล (42,900 กรัม) จากต้นที่ 1 ซ้ำที่ 4 1,160 ผล(8,300 กรัม)

พร.01 น้ำหนักรวม 1.0 กิโลกรัม (110 ผล) มาจากต้นที่ 2 ซ้ำที่2110 ผล (1,000 กรัม)

ชม.06 น้ำหนักรวม 1.9 กิโลกรัม (210 ผล) มาจากต้นที่ 4 ซ้ำที่1210 ผล (1,900 กรัม)

กจ.01 น้ำหนักรวม 33.4 กิโลกรัม (2,790 ผล) มาจากต้นที่ 1 ซ้ำที่1 500 ผล (6,500 กรัม) มาจากต้นที่ 2 ซ้ำที่1710 ผล(7,500 กรัม) มาจากต้นที่ 4 ซ้ำที่ 1 500 ผล (6,500) กรัมมาจากต้นที่ 2 ซ้ำที่ 2 260 ผล (2,800 กรัม) มาจากต้นที่ 2 ซ้ำที่3 420 ผล (5,300 กรัม) มาจากต้นที่ 3 ซ้ำที่3 400 ผล(4,800 กรัม)

กจ.02 น้ำหนักรวม 4.0 กิโลกรัม (135ผล) มาจากต้นที่ 1 ซ้ำที่185 ผล (2,500 กรัม) มาจากต้นที่ 3 ซ้ำที่250 ผล (1,500 กรัม)

ตารางที่ 5 ผลผลิตมะขามป้อมปี 2563 แปลงทดลอง ศวพ.พิจิตร

| สายต้น | เดือนมกราคมและมกราคม 2563 | เดือนตุลาคม 2563    | รวม               |
|--------|---------------------------|---------------------|-------------------|
| ชม.06  | -ไม่มีผลผลิต              | 1,900กรัม           | 1,900กรัม         |
| พร.01  | -ไม่มีผลผลิต              | 1,000กรัม ,มีผลอ่อน | 1,000 กรัม+ผลอ่อน |
| พจ.02  | 4,500 กรัม                | 63,100 กรัม         | 67,600กรัม        |
| พจ.08  | 18,800 กรัม               | 96,970 กรัม         | 115,770 กรัม      |
| กจ.01  | 4,800กรัม                 | 33,400 กรัม         | 38,200 กรัม       |
| กจ.02  | -ไม่มีผลผลิต              | 4,000กรัม,มีผลอ่อน  | 4,000 กรัม+ผลอ่อน |

เนื่องจากข้อมูลการออกดอกติดผลผลิตของมะขามป้อมสายต้นที่ปลูกทดสอบยังมีการออกดอกติดผลในปี 2562 และ2563 เป็นปีแรกๆและยังเป็นการออกดอกติดผลเพียงบ้างต้นและมีบางซ้ำเท่านั้น สายต้นที่ออกดอกติดผล

ไวดูเหมือนว่าจะให้ผลผลิตมาก เช่น พจ.02 และพจ.08 (ตารางที่ 5) ซึ่งเป็นสายต้นท้องถิ่นเดิม ในจังหวัดพิจิตรอยู่แล้ว ขณะที่สายต้น กจ.01 และกจ.02 มีผลผลิตเพิ่มมากขึ้นในปี 2563 และสายต้นชม.06 เริ่มมีผลผลิตในปี 2563 โดยทั้ง 3 สายต้นมีผลขนาดค่อนข้างใหญ่กว่า พจ.02 และพจ.08 แต่ด้วยข้อจำกัดเวลาการวิจัย ผลผลิตในปีถัดไป อาจจะมากกว่าหรือมีมากขึ้นตามอายุพืช โดยสายต้น พร.01 และ กจ.02 มีผลอ่อนติดบนต้นในเดือนตุลาคม เป็นจำนวนมาก คาดว่าจะเก็บได้ในอีก 2-3 เดือนหน้า ขณะที่สายต้น พจ.02 และพจ.08 เก็บผลผลิตหมดแล้ว

### 2.3 องค์ประกอบผลผลิต

#### 2.3.1 รูปร่างของผล

มี 3 ลักษณะ คือ ผลกลม ได้แก่ สายต้น พร.01และพจ.08 ผลแป้น ได้แก่ สายต้น ชม.06 พจ.02และกจ.01 และรูปปลายผลแหลม (เหมือนลูกท้อ) คือ กจ.02 (ตารางที่ 6)

#### 2.3.2 น้ำหนักผลและเส้นผ่านศูนย์กลางผล

สายต้น กจ.01มีน้ำหนักผล 15.56 กรัมและเส้นผ่านศูนย์กลางผล 30.7 มิลลิเมตรมากที่สุด รองลงมาคือพจ.02มีน้ำหนักผล 14.38 กรัมและเส้นผ่านศูนย์กลางผล 30.0 มิลลิเมตร(ตารางที่ 5)ในผลที่มีขนาดใหญ่จะมีจำนวนเส้นแบ่งผล 8 รอย โดยรวม จะมีจำนวนเส้นแบ่งผล 6 รอย เหมือนสายต้นอื่นๆ น้ำหนักผลและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางผลจะมีผลต่อผลิต เพียงแต่การให้ผลผลิตในปีแรกๆยังไม่ชี้ชัด

#### 2.3.3 ความหนาของเนื้อ

สายต้น กจ.01มีความหนาของเนื้อ 10.1 มิลลิเมตร มากที่สุด รองลงมาคือ กจ.02 มีความหนาของเนื้อ 9.75 มิลลิเมตรและ สายต้น ชม.06มีความหนาของเนื้อ 9.41 มิลลิเมตรสายต้น พร.01มีความหนาของเนื้อ 7.40 มิลลิเมตร และความหนาของเนื้อน้อยที่สุด คือ สายต้น พจ.02 และพจ.08 8.02-8.05 มิลลิเมตร (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 ลักษณะองค์ประกอบผลผลิตของสายต้นมะขามป้อมปลูกที่ศวพ.พิจิตร

| สายต้น | รูปร่าง<br>ของผล | น้ำหนัก<br>ผล(กรัม)<br>1/ | น้ำหนัก<br>ของ<br>เมล็ด<br>(กรัม) 1/ | เส้นผ่าน<br>ศูนย์กลาง<br>ผล<br>(มม.) <sup>1/</sup> | เส้นผ่าน<br>ศูนย์กลาง<br>เมล็ด<br>(มม.) <sup>1/</sup> | ความหนา<br>ของ<br>เนื้อ<br>(มม.) <sup>1/</sup> | จำนวน<br>เส้นแบ่ง<br>ผล | น้ำหนัก<br>รวมปี62<br>(กรัม) | น้ำหนัก<br>รวมปี63<br>(กรัม) |
|--------|------------------|---------------------------|--------------------------------------|--|---|--|-------------------------|------------------------------|------------------------------|
| ชม.06  | แป้น             | 13.13                     | 1.18                                 | 28.0   | 11.8  | 9.41   | 6                       | ไม่มี<br>ผลผลิต              | 1,900                        |
| พร.01  | กลม              | 8.94                      | 1.25                                 | 23.5   | 12.5  | 7.40   | 6                       | 1,000                        | 1,000<br>(+ผลอ่อน)           |
| พจ.02  | แป้น             | 14.38                     | 1.80                                 | 30.0   | 12.0  | 8.05   | 6,8                     | 48,500                       | 67,600                       |
| พจ.08  | กลม              | 12.58                     | 1.14                                 | 24.0   | 11.2  | 8.02   | 6                       | 16,500                       | 115,770                      |
| กจ.01  | แป้น             | 15.56                     | 1.20                                 | 30.7   | 12.3  | 10.1   | 6                       | 19,500                       | 38,200                       |
| กจ.02  | ปลายผล<br>แหลม   | 13.25                     | 1.30                                 | 30.2   | 12.0  | 9.75   | 6                       | 100                          | 4,000(+ผล<br>อ่อน)           |

1/ ค่าเฉลี่ย จากการสุ่มวัดผลมะขามป้อมจำนวน 20 ผล

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมีของมะขามป้อมสายต้นที่คัดเลือกมาปลูกทดสอบ

| สายต้น | Total phenolic content<br>(mg gallicacid/g sample) | Antioxidant activity<br>index | Total vitamin C content<br>(mg/100g sample) |
|--------|--|-------------------------------|---|
| ชม.06  | 18.50  | 3.74                          | 4.67  |
| พร.01  | 49.23  | 7.83                          | 4.80  |
| พจ.02  | 35.88  | 7.28                          | 3.98  |
| พจ.08  | 30.16  | 8.32                          | 3.43  |
| กจ.01  | 88.10  | 3.84                          | 4.69  |
| กจ.02  | 13.80  | 1.66                          | 3.54  |

หมายเหตุ ข้อมูลการวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมีจากขั้นตอนการรวบรวมสายต้นเนื่องจากมะขามป้อมที่นำมาปลูกทดสอบมีผลผลิตออกเพียงบางต้นและบางสายต้น เป็นการออกผลผลิตในปีแรก

## กิจกรรมที่ 2 การจัดการการผลิตมะขามป้อม

### การทดลองที่ 2.1 ผลของการตัดแต่งกิ่งที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตมะขามป้อม

ปลูกมะขามป้อมสายต้น ชม.06 จากการเสียบยอดบนต้นตอพื้นเมืองสายต้น พร.01 ในแปลงทดลอง พื้นที่ 2 ไร่ ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ โดยเตรียมหลุมปลูกขนาด 50x50x50 เซนติเมตร รองก้นหลุมด้วยปุ๋ยหมักจำนวน 10 กิโลกรัมใช้ระยะปลูก 6x6 เมตร เมื่อวันที่ 29 มิถุนายน 2559 ปักไม้หลักเพื่อยึดพวงลำต้น ปฏิบัติดูแลรักษาบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตและข้อมูลผลผลิตของมะขามป้อม

#### 1. การเจริญเติบโต

##### ปีที่ 1 (พ.ศ. 2559)

บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของมะขามป้อม เมื่อเดือนกันยายน 2559 มะขามป้อมอายุ 3 เดือนหลังปลูกพบว่ามะขามป้อมมีความสูงและขนาดทรงพุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมะขามป้อมมีความสูงอยู่ระหว่าง 111.65-126.00 เซนติเมตร ขนาดทรงพุ่มอยู่ระหว่าง 102.08-111.70 เซนติเมตร มะขามป้อมที่ตัดแต่งกิ่งแบบ Central Leader มีขนาดเส้นรอบวงลำต้นที่ระดับ 10 เซนติเมตร สูงที่สุด คือ 4.82 เซนติเมตร รองลงมาคือ มะขามป้อมที่ตัดแต่งกิ่งแบบ Open Center และ Modified Open Center มีขนาดเส้นรอบวง 4.43 และ 4.35 เซนติเมตร ตามลำดับ

ส่วนมะขามป้อมที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีขนาดเส้นรอบวงน้อยที่สุด คือ 4.27 เซนติเมตร แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับมะขามป้อมที่ตัดแต่งกิ่งแบบ Modified Open Center (ตารางที่ 8)

**ตารางที่ 8** ความสูง ขนาดทรงพุ่มและขนาดเส้นรอบวงลำต้น ของมะขามป้อม อายุ 3 เดือน เมื่อเดือนกันยายน 2559 ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่

| กรรมวิธี             | ความสูง <sup>2/</sup> (ซม.) | ขนาดทรงพุ่ม <sup>2/</sup> (ซม.) | เส้นรอบวงลำต้น <sup>1/</sup> (ซม.) |
|----------------------|-----------------------------|---------------------------------|------------------------------------|
| Central Leader       | 121.55                      | 108.07                          | 4.82a                              |
| Modified Open Center | 118.30                      | 111.70                          | 4.35bc                             |
| Open Center          | 126.00                      | 102.08                          | 4.43b                              |
| ไม่ตัดแต่งกิ่ง       | 111.65                      | 105.05                          | 4.27c                              |
| ค่าเฉลี่ย            | 122.03                      | 106.73                          | 4.47                               |
| cv (%)               | 8.18                        | 10.03                           | 1.51                               |

<sup>1/</sup>ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

<sup>2/</sup>ค่าเฉลี่ยของกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

## ปีที่ 2 (พ.ศ. 2560)

บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของมะขามป้อมอายุ 1 ปีก่อนการตัดแต่งกิ่งในเดือนมิถุนายน 2560 พบว่ามะขามป้อมทุกกรรมวิธีมีความสูง ขนาดทรงพุ่ม และเส้นรอบวงลำต้นที่ระดับ 10 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดย มะขามป้อมมีความสูงอยู่ระหว่าง 230.25-243.75 เซนติเมตร ขนาดทรงพุ่มอยู่ระหว่าง 207.25-240.75 เซนติเมตร และเส้นรอบวงลำต้นที่ระดับ 10 เซนติเมตร อยู่ระหว่าง 12.02-14.31 เซนติเมตร (ตารางที่ 9)เตรียมวัสดุอุปกรณ์สำหรับการตัดแต่งกิ่ง ทำการตัดแต่งกิ่งตามกรรมวิธีในเดือน กรกฎาคม 2560 ดังนี้ กรรมวิธีที่ 1ตัดแต่งกิ่งแบบCentral Leader หรือการจัดการทรงต้นแบบเลี้ยงยอดกลาง คือ การควบคุมทรงพุ่มแบบนี้จะเลี้ยงยอดนำหรือแกนลำต้นในแนวตั้ง สูงจากพื้นดิน แล้วเลี้ยงกิ่งแขนงออกรอบลำต้นให้วนเป็นเกลียว ไม่ให้ซ้อนทับหรือบังแสงระหว่างกิ่งบนและกิ่งล่างกรรมวิธีที่ 2 ตัดแต่งกิ่งแบบ Modified Central Leaderหรือการควบคุมทรงพุ่มแบบดัดแปลงยอดกลาง เป็นการนำข้อดีของการตัดแต่งกิ่งแบบเลี้ยงยอดกลางและแบบเปิดยอดกลางมารวมกัน ทำให้ต้นไม่มีขนาดไม่สูงหรือเตี้ยเกินไป แต่ในขณะเดียวกันก็มีทรงพุ่มที่แข็งแรงและให้ผลผลิตสูงกรรมวิธีที่ 3 ตัดแต่งกิ่งแบบOpen Center หรือการตัดแต่งกิ่งทรงพุ่มแบบเปิดยอดกลาง คือ ตัดยอดกลางหรือยอดนำออก เมื่อต้นมีความสูง 100 เซนติเมตร แล้วเลือกเก็บกิ่งแขนงที่อยู่ใต้อรอยตัดลงมาโดยจัดให้แต่ละกิ่งทำมุมกว้างและไม่ซ้อนทับกันพยายามเลี้ยงให้ขนาดของกิ่งไม่แตกต่างกันมากนักและต้องคอยตัดกิ่งที่จะเจริญขึ้นมาทดแทนส่วนของยอดกลางที่ตัดทิ้งไปอยู่เสมอ ทรงพุ่มที่ได้มีลักษณะคล้ายแจกัน(เปรม ธิ สงขลา, 2555) กรรมวิธีที่ 4 ไม่มีการตัดแต่งกิ่ง บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตหลังการตัดแต่งกิ่งในเดือนสิงหาคม 2560 (อายุ 1 ปี 2 เดือน) พบว่า ความสูง เส้นรอบวงลำต้น และจำนวนกิ่ง ของมะขามป้อม

ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ความสูงอยู่ระหว่าง 228.00-253.67 เซนติเมตร เส้นรอบวงลำต้นที่ระดับ 10 เซนติเมตร อยู่ระหว่าง 13.30-15.56 เซนติเมตรจำนวนกิ่งอยู่ระหว่าง 2.85-3.63 กิ่งโดยมะขามป้อมที่ตัดแต่งกิ่งแบบ Central Leader มีความสูง ขนาดทรงพุ่ม และเส้นรอบวงลำต้นที่ระดับ 10 เซนติเมตร สูงที่สุด คือ 253.67 265.96 และ 15.56 เซนติเมตรตามลำดับ รองลงมาคือมะขามป้อมที่ไม่ตัดแต่งกิ่ง มะขามป้อมที่ตัดแต่งกิ่งแบบ Open Center มีความสูง ขนาดทรงพุ่ม และเส้นรอบวงลำต้นที่ระดับ 10 เซนติเมตร สูงที่สุด (ตารางที่ 10)

**ตารางที่ 9** ความสูง ขนาดทรงพุ่ม และขนาดเส้นรอบวงลำต้นของมะขามป้อม อายุ 1 ปีก่อนการตัดแต่งกิ่ง เดือนมิถุนายน 2560 ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่

| กรรมวิธี             | ความสูง <sup>2/</sup> (ซม.) | ขนาดทรงพุ่ม <sup>2/</sup> (ซม.) | เส้นรอบวงลำต้น <sup>2/</sup> (ซม.) |
|----------------------|-----------------------------|---------------------------------|------------------------------------|
| Central Leader       | 243.75                      | 240.75                          | 14.31                              |
| Modified Open Center | 230.25                      | 217.83                          | 12.18                              |
| Open Center          | 240.15                      | 213.45                          | 12.64                              |
| ไม่ตัดแต่งกิ่ง       | 231.25                      | 207.25                          | 12.02                              |
| ค่าเฉลี่ย            | 236.35                      | 219.82                          | 12.79                              |
| cv (%)               | 13.87                       | 14.13                           | 15.25                              |

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยของกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

**ตารางที่ 10** ความสูง ขนาดทรงพุ่ม ขนาดเส้นรอบวงลำต้น และจำนวนกิ่งของมะขามป้อมหลังการตัดแต่งกิ่ง อายุ 1 ปี 2 เดือน ในเดือนสิงหาคม 2560 ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่

| กรรมวิธี             | ความสูง <sup>2/</sup> (ซม.) | ขนาดทรงพุ่ม <sup>1/</sup> (ซม.) | เส้นรอบวงลำต้น <sup>2/</sup> (ซม.) | จำนวนกิ่ง <sup>2/</sup> (กิ่ง) |
|----------------------|-----------------------------|---------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| Central Leader       | 253.67                      | 265.96a                         | 15.56                              | 3.32                           |
| Modified Open Center | 233.75                      | 230.20ab                        | 13.67                              | 2.85                           |
| Open Center          | 228.00                      | 222.25b                         | 13.30                              | 3.15                           |
| ไม่ตัดแต่งกิ่ง       | 239.08                      | 234.21ab                        | 14.09                              | 3.63                           |
| ค่าเฉลี่ย            | 238.63                      | 238.16                          | 14.15                              | 3.24                           |
| cv (%)               | 13.18                       | 13.21                           | 13.43                              | 18.97                          |

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยของกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตหลังการตัดแต่งกิ่ง อายุ 2 ปี 3 เดือน ในเดือนกันยายน 2561 พบว่า มะขามป้อมที่ตัดแต่งกิ่งแบบ Central Leader มีความสูงมากที่สุด คือ 401.8 เซนติเมตร มะขามป้อมที่ตัดแต่งกิ่งแบบ Open Center มีความสูงน้อยที่สุด คือ 306.1 เซนติเมตร ส่วนมะขามป้อมที่ทำการตัดแต่งกิ่งแบบ Modified Open Center และมะขามป้อมที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีความสูงไม่แตกต่างกันทางสถิติ และมะขามป้อมที่ตัดแต่งกิ่งแบบ Central Leader มีขนาดทรงพุ่ม และเส้นรอบวงลำต้นที่ระดับ 10 เซนติเมตรสูงที่สุด คือ 339.3 และ 30.62 เซนติเมตรตามลำดับ มะขามป้อมที่ตัดแต่งกิ่งแบบ Open Center มีขนาดทรงพุ่ม และเส้นรอบวงลำต้นที่ระดับ 10 เซนติเมตรต่ำที่สุด คือ 280 และ 22.67 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 11) จำนวนกิ่งหลักและกิ่งแขนงชั้นที่ 1 และ 2 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยจำนวนกิ่งหลักอยู่ระหว่าง 1.56-1.45 กิ่ง จำนวนกิ่งแขนงชั้นที่ 1 อยู่ระหว่าง 3.85-3.40 กิ่ง และจำนวนกิ่งแขนงชั้นที่ 2 อยู่ระหว่าง 8.15-7.52 กิ่ง (ตารางที่ 12)

**ตารางที่ 11** ความสูง ขนาดทรงพุ่ม และขนาดเส้นรอบวงลำต้นของมะขามป้อมหลังการตัดแต่งกิ่ง อายุ 2 ปี 3 เดือน ในเดือนกันยายน 2561 ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่

| กรรมวิธี             | ความสูง <sup>1/</sup> (ซม.) | ขนาดทรงพุ่ม <sup>1/</sup> (ซม.) | เส้นรอบวงลำต้น <sup>1/</sup> (ซม.) |
|----------------------|-----------------------------|---------------------------------|------------------------------------|
| Central Leader       | 401.8a                      | 339.3a                          | 30.62a                             |
| Modified Open Center | 348.3b                      | 309.3ab                         | 26.18b                             |
| Open Center          | 306.1c                      | 280.0b                          | 22.67b                             |
| ไม่ตัดแต่งกิ่ง       | 356.3b                      | 319.8a                          | 25.63b                             |
| ค่าเฉลี่ย            | 353.1                       | 312.1                           | 26.27                              |
| cv (%)               | 7.55                        | 7.52                            | 9.94                               |

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยของกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

**ตารางที่ 12** จำนวนกิ่งหลัก และกิ่งแขนงของมะขามป้อมหลังการตัดแต่งกิ่ง อายุ 2 ปี 3 เดือน ในเดือนกันยายน 2561 ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่

| กรรมวิธี             | จำนวนกิ่งหลัก <sup>2/</sup> | จำนวนกิ่งแขนงชั้นที่1 <sup>2/</sup> | จำนวนกิ่งแขนงชั้นที่2 <sup>2/</sup> |
|----------------------|-----------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Central Leader       | 1.55                        | 3.40                                | 7.55                                |
| Modified Open Center | 1.56                        | 3.80                                | 8.12                                |
| Open Center          | 1.56                        | 3.60                                | 7.52                                |
| ไม่ตัดแต่งกิ่ง       | 1.45                        | 3.85                                | 8.15                                |
| ค่าเฉลี่ย            | 1.53                        | 3.66                                | 7.83                                |
| cv (%)               | 19.65                       | 21.59                               | 20.88                               |

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยของกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

#### ปีที่ 4 (พ.ศ. 2562)

ทำการตัดแต่งกิ่งมะขามป้อมครั้งที่ 2 ตามกรรมวิธี ในเดือนกรกฎาคม 2562 และบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต หลังการตัดแต่งกิ่ง อายุ 3 ปี 3 เดือน ในเดือนกันยายน 2562 พบว่า มะขามป้อมที่ตัดแต่งกิ่งแบบ Central Leader มีความสูง ขนาดทรงพุ่ม และเส้นรอบวงลำต้นมากที่สุด คือ 4.53 ม. 3.90 ม. และ 35.33 ซม. ตามลำดับมะขามป้อมที่ตัดแต่งกิ่งแบบ Modified Open Center, Open Center และไม่ตัดแต่งกิ่งมีความสูงไม่แตกต่างกันทางสถิติ มะขามป้อมที่ตัดแต่งกิ่งแบบ Open Center มีขนาดทรงพุ่ม และเส้นรอบวงลำต้นที่ระดับ 10 ซม.ต่ำที่สุด คือ 3.36 ม. และ 29.52 ซม. ตามลำดับ (ตารางที่ 13) จำนวนกิ่งหลักไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยจำนวนกิ่งหลักอยู่ระหว่าง 1.40-1.57 กิ่ง จำนวนกิ่งแขนงชั้นที่ 1 และกิ่งแขนงชั้นที่ 2 มีความแตกต่างกันทางสถิติ พบว่ามะขามป้อมที่ไม่ตัดแต่งกิ่ง มีจำนวนแขนงชั้นที่ 1 และกิ่งแขนงชั้นที่ 2 มากที่สุด คือ 3.85 และ 7.15 กิ่ง ตามลำดับ (ตารางที่ 14)

**ตารางที่ 13** ความสูง ขนาดทรงพุ่ม และขนาดเส้นรอบวงลำต้นของมะขามป้อมหลังการตัดแต่งกิ่ง อายุ 3 ปี 3 เดือน ในเดือนกันยายน 2562 ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่

| กรรมวิธี | ความสูง <sup>1/</sup> (ม.) | ขนาดทรงพุ่ม <sup>1/</sup> (ม.) | เส้นรอบวงลำต้น <sup>1/</sup> (ซม.) |
|----------|----------------------------|--------------------------------|------------------------------------|
|----------|----------------------------|--------------------------------|------------------------------------|



|                      |       |        |         |
|----------------------|-------|--------|---------|
| Central Leader       | 4.53a | 3.90a  | 35.33a  |
| Modified Open Center | 3.43c | 3.42b  | 31.12b  |
| Open Center          | 3.42c | 3.36b  | 29.52b  |
| ไม่ตัดแต่งกิ่ง       | 3.93b | 3.72ab | 32.53ab |
| ค่าเฉลี่ย            | 3.83  | 3.60   | 32.13   |
| c.v. (%)             | 5.46  | 8.25   | 8.27    |

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยของกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

**ตารางที่ 14** จำนวนกิ่งหลัก และกิ่งแขนงของมะขามป้อมหลังการตัดแต่งกิ่ง อายุ 3 ปี 3 เดือน ในเดือนกันยายน 2562 ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่

| กรรมวิธี             | จำนวนกิ่งหลัก <sup>2/</sup> | จำนวนกิ่งแขนงชั้นที่ 1 <sup>1/</sup> | จำนวนกิ่งแขนงชั้นที่ 2 <sup>1/</sup> |
|----------------------|-----------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Central Leader       | 1.57                        | 2.65b                                | 5.45ab                               |
| Modified Open Center | 1.50                        | 3.00ab                               | 5.10b                                |
| Open Center          | 1.45                        | 3.13ab                               | 4.60b                                |
| ไม่ตัดแต่งกิ่ง       | 1.40                        | 3.85a                                | 7.15a                                |
| ค่าเฉลี่ย            | 1.48 <sup>ns</sup>          | 3.16                                 | 5.58                                 |
| c.v. (%)             | 19.23                       | 21.25                                | 26.09                                |

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยของกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

### ปีที่ 5 (พ.ศ. 2563)

บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตหลังการตัดแต่งกิ่ง อายุ 4 ปี 1 เดือน ในเดือนกันยายน 2563 พบว่า มะขามป้อมที่ตัดแต่งกิ่งแบบ Central Leader มีความสูง ขนาดทรงพุ่ม และเส้นรอบวงลำต้นมากที่สุด คือ 5.40 ม. 4.14 ม. และ 44.56 ซม. ตามลำดับ มะขามป้อมที่ตัดแต่งกิ่งแบบ Modified Open Center, Open Center และไม่ตัดแต่งกิ่งมีความสูง ขนาดทรงพุ่มและเส้นรอบวงลำต้นที่ระดับ 10 ซม. ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีความสูง 4.44 4.38 และ 4.66 ม. ตามลำดับ ขนาดทรงพุ่ม 3.77 3.80 และ 3.98 ม. ตามลำดับ และเส้นรอบวงลำต้นที่ระดับ 10 ซม. 37.88 37.34 และ 40.38 ซม. ตามลำดับ (ตารางที่ 15) จำนวนกิ่งหลัก ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยจำนวนกิ่งหลักอยู่ระหว่าง 1.35-1.70 กิ่ง กิ่งแขนงชั้นที่ 1 และ 2 มีความแตกต่างกันทางสถิติ พบว่ามะขามป้อมที่ไม่ตัดแต่งกิ่ง มีกิ่งแขนงชั้นที่ 1 และกิ่งแขนงชั้นที่ 2 มากที่สุด คือ 3.90 และ 7.55 กิ่ง มะขามป้อมที่ตัดแต่งกิ่งแบบ Central Leader มีจำนวนกิ่งแขนงชั้นที่ 1 และ 2 น้อยที่สุด คือ 2.70 และ 5.30 กิ่ง ตามลำดับ (ตารางที่ 16) ปฏิบัติดูแลรักษา ใส่ปุ๋ยเคมี

สูตร 15-15-15 ผสม 46-0-0 ต้น สัดส่วน 1:1 อัตรา 200 กรัมต่อต้น กำจัดวัชพืชในแปลง ใฝาระวังหนอนเจาะลำต้น โดยการสำรวจหากพบหนอนเจาะลำต้นทำการกำจัดทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อจัดทำรายการเรื่องเติมต่อไป

**ตารางที่ 15** ความสูง ขนาดทรงพุ่ม และขนาดเส้นรอบวงลำต้นของมะขามป้อมหลังการตัดแต่งกิ่ง อายุ 4 ปี 1 เดือน ในเดือนกันยายน 2563 ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่

| กรรมวิธี             | ความสูง (ม.) <sup>1/</sup> | ขนาดทรงพุ่ม (ม.) <sup>1/</sup> | เส้นรอบวงลำต้น (ซม.) <sup>1/</sup> |
|----------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------------------------|
| Central Leader       | 5.40a                      | 4.14a                          | 44.56a                             |
| Modified Open Center | 4.44b                      | 3.77b                          | 37.88b                             |
| Open Center          | 4.38b                      | 3.80ab                         | 37.34b                             |
| ไม่ตัดแต่งกิ่ง       | 4.66b                      | 3.98ab                         | 40.38b                             |
| ค่าเฉลี่ย            | 4.72                       | 3.92                           | 40.29                              |
| c.v. (%)             | 4.98                       | 6.43                           | 8.28                               |

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยของกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

**ตารางที่ 16** จำนวนกิ่งหลัก และกิ่งแขนงของมะขามป้อมหลังการตัดแต่งกิ่ง อายุ 4 ปี 1 เดือน ในเดือนกันยายน 2563 ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่

| กรรมวิธี             | จำนวนกิ่งหลัก <sup>2/</sup> | จำนวนกิ่งแขนงชั้นที่ 1 <sup>1/</sup> | จำนวนกิ่งแขนงชั้นที่ 2 <sup>1/</sup> |
|----------------------|-----------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Central Leader       | 1.35                        | 2.70b                                | 5.30c                                |
| Modified Open Center | 1.45                        | 3.10ab                               | 6.45b                                |
| Open Center          | 1.70                        | 3.45ab                               | 7.30ab                               |
| ไม่ตัดแต่งกิ่ง       | 1.50                        | 3.90a                                | 7.55a                                |
| ค่าเฉลี่ย            | 1.50                        | 3.30                                 | 6.65                                 |
| c.v. (%)             | 20.58                       | 19.43                                | 11.01                                |

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยของกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

## 2. ข้อมูลผลผลิต

### ปี 2562

มะขามป้อมเริ่มให้ผลผลิตครั้งแรกเมื่อมะขามป้อมอายุ 3 ปี ในปี 2562 แต่ผลผลิตที่เก็บได้ไม่ครบทุกต้น ทำให้ไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ผลทางสถิติได้ จึงบันทึกข้อมูลเป็นค่าเฉลี่ยของแต่ละกรรมวิธี พบว่า มะขามป้อมที่ตัดแต่งกิ่งแบบ Central Leader มีผลผลิตต่อไร่สูงสุด คือ 29.79 กิโลกรัมต่อไร่ และมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผล 2.62 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางเมล็ด 1.13 เซนติเมตร ความหนาเนื้อ 0.77 เซนติเมตร น้ำหนักผล 9.72 กรัม มะขามป้อมที่ไม่ตัดแต่งกิ่งให้ผลผลิตต่อไร่ 10.23 กิโลกรัมต่อไร่ รองจากมะขามป้อมที่ตัดแต่งกิ่งแบบ Central Leader เส้นผ่าศูนย์กลางผลของมะขามป้อมอยู่ระหว่าง 2.49-2.63 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางเมล็ดอยู่ระหว่าง 1.12-1.15 เซนติเมตร ความหนาเนื้ออยู่ระหว่าง 0.75-0.93 เซนติเมตร น้ำหนักผลเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 8.10-9.72 กรัม (ตารางที่ 17)

**ตารางที่ 17** เส้นผ่าศูนย์กลางผล เส้นผ่าศูนย์กลางเมล็ด ความหนาเนื้อ น้ำหนักผล และผลผลิตเฉลี่ย มะขามป้อม ในเดือนกันยายน 2562 ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่

| กรรมวิธี             | เส้นผ่าศูนย์กลางผล<br>(ซม.) | เส้นผ่าศูนย์กลางเมล็ด<br>(ซม.) | ความหนาเนื้อ<br>(ซม.) | น้ำหนักผล<br>(กรัม) | ผลผลิต<br>(กก./ไร่) |
|----------------------|-----------------------------|--------------------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|
| Central Leader       | 2.62                        | 1.13                           | 0.77                  | 9.72                | 29.79               |
| Modified Open Center | 2.63                        | 1.13                           | 0.93                  | 9.87                | 3.84                |
| Open Center          | 2.49                        | 1.15                           | 0.76                  | 8.10                | 5.26                |
| ไม่ตัดแต่งกิ่ง       | 2.49                        | 1.12                           | 0.75                  | 8.43                | 10.23               |

### ปี 2563

ทำการเก็บผลผลิตมะขามป้อมครั้งที่ 2 ในเดือน กันยายน 2563 พบว่า ผลผลิตมะขามป้อมมากกว่าผลผลิต ปี 2562 คุณภาพผลผลิต เส้นผ่าศูนย์กลางผลของมะขามป้อมอยู่ระหว่าง 2.71-2.81 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางเมล็ดอยู่ระหว่าง 1.15-1.18 เซนติเมตร ความหนาเนื้ออยู่ระหว่าง 0.85-0.87 เซนติเมตร น้ำหนักผลเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 11.32-12.18 กรัม พบว่า มะขามป้อมที่ตัดแต่งกิ่งแบบ Central Leader มีผลผลิตต่อไร่สูงสุด คือ 90.83 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือมะขามป้อมที่ไม่ตัดแต่งกิ่ง ให้ผลผลิต 76.43 กิโลกรัมต่อไร่ มะขามป้อมที่ตัดแต่งกิ่งแบบ Modified Open Center และ Open Center ให้ผลผลิตต่อไร่ 58.25 และ 58.04 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 18)

**ตารางที่ 18** เส้นผ่าศูนย์กลางผล เส้นผ่าศูนย์กลางเมล็ด ความหนาเนื้อ น้ำหนักผล น้ำหนักเมล็ด และผลผลิตเฉลี่ย มะขามป้อม ในเดือนกันยายน 2563 ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่

| กรรมวิธี             | เส้นผ่าศูนย์กลางผล<br>(ซม.) | เส้นผ่าศูนย์กลางเมล็ด<br>(ซม.) | ความหนาเนื้อ<br>(ซม.) | น้ำหนักผล<br>(กรัม) | ผลผลิต<br>(กก./ไร่) |
|----------------------|-----------------------------|--------------------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|
| Central Leader       | 2.71                        | 1.18                           | 0.87                  | 12.18               | 90.83               |
| Modified Open Center | 2.75                        | 1.15                           | 0.85                  | 11.32               | 58.25               |
| Open Center          | 2.81                        | 1.16                           | 0.87                  | 11.79               | 58.04               |
| ไม่ตัดแต่งกิ่ง       | 2.77                        | 11.16                          | 0.86                  | 11.54               | 76.43               |

## การทดลองที่ 2.2 อิทธิพลของต้นตอที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของมะขามป้อม

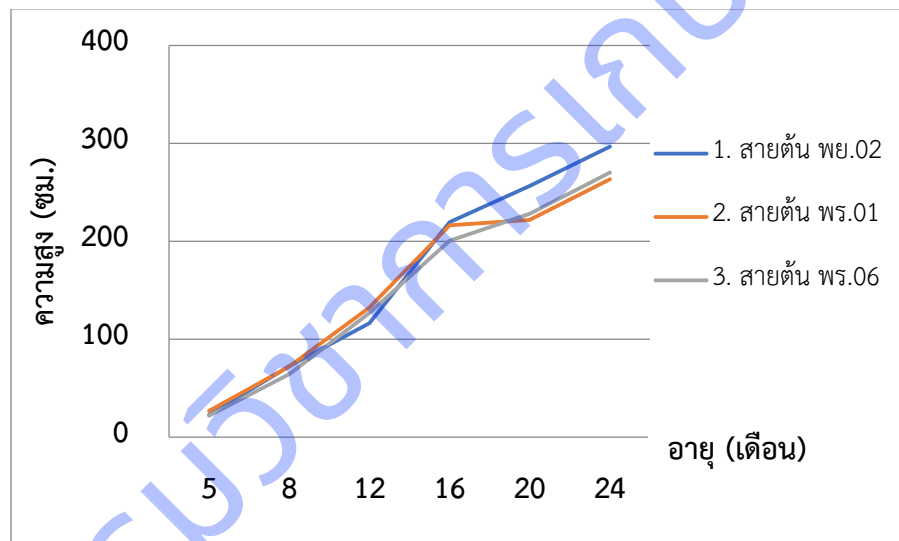
ผลการศึกษาอิทธิพลของต้นตอที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของมะขามป้อม บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตทุก 4 เดือน ตั้งแต่ปีงบประมาณ 2559-2563 พบว่า การเจริญเติบโต ด้านความสูง ที่อายุ 58 1216 20 และ 24 เดือน พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ มะขามป้อมที่ใช้ต้นตอชนิดต่างๆ ที่อายุ 24 เดือน ความสูงของลำต้นที่เพิ่มขึ้นมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 263.47- 296.59 ซม.หลังจากนั้นทำการตัดกิ่งกลางทรงพุ่มเพื่อควบคุมความสูงที่ระดับ 2 เมตร (ภาพที่ 5)

ด้านขนาดทรงพุ่ม เมื่ออายุ 2-48 เดือนขนาดทรงพุ่มที่เพิ่มขึ้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ มะขามป้อมที่ใช้ต้นตอชนิดต่างๆ ที่อายุ 48 เดือน มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 382.39 – 417.92 ซม.(ภาพที่ 6) จากการสังเกตรอยเชื่อมประสานระหว่างต้นตอมะขามป้อมทุกชนิดกับยอดพันธุ์ดีมีลักษณะกลมกลืนกันดีมาก จึงส่งผลถึงการลำเลียงน้ำและธาตุอาหารสอดคล้องกับรายงานวิจัยของรวมพร (2550) ได้อธิบายถึงกระบวนการเชื่อมประสานรอยต่อว่าการเชื่อมต่อระหว่างเนื้อเยื่อต้นตอและกิ่งพันธุ์ดีสามารถลำเลียงน้ำและแร่ธาตุผ่านบริเวณรอยต่อได้เนื้อเยื่อบริเวณรอยต่อเกิดจากเนื้อเยื่อของต้นตอและกิ่งพันธุ์ดีมาเรียงตัวอยู่ด้วยกันโดยไม่เกิดการรวมตัวของเซลล์ระหว่างพืชทั้งสองชนิด เนื้อเยื่อที่เกิดขึ้นถูกสร้างขึ้นมาสมานแผลเป็นเซลล์พาราเรโนไคมา (parenchyma) จำนวนมากประกอบกันเป็นเนื้อเยื่อแคลลัส (callus) เกิดขึ้นภายใน 2-3 วัน รอยแผลที่เกิดจากการฉีกกิ่งจะมีส่วนที่ตายไป และมีการสร้างสารนิโครติก (nicrotic) เพื่อรักษาบาดแผล จึงส่งผลต่อการเจริญเติบโตทางส่วนยอดของกิ่งแขนงสัมผัสที่แตกใหม่ได้ดีทั้งในด้านความยาวกิ่งแขนงของยอดที่แตกใหม่จำนวนใบของกิ่งแขนงยอดที่แตกใหม่ ความกว้างและความยาวของใบบนกิ่งแขนงที่แตกใหม่

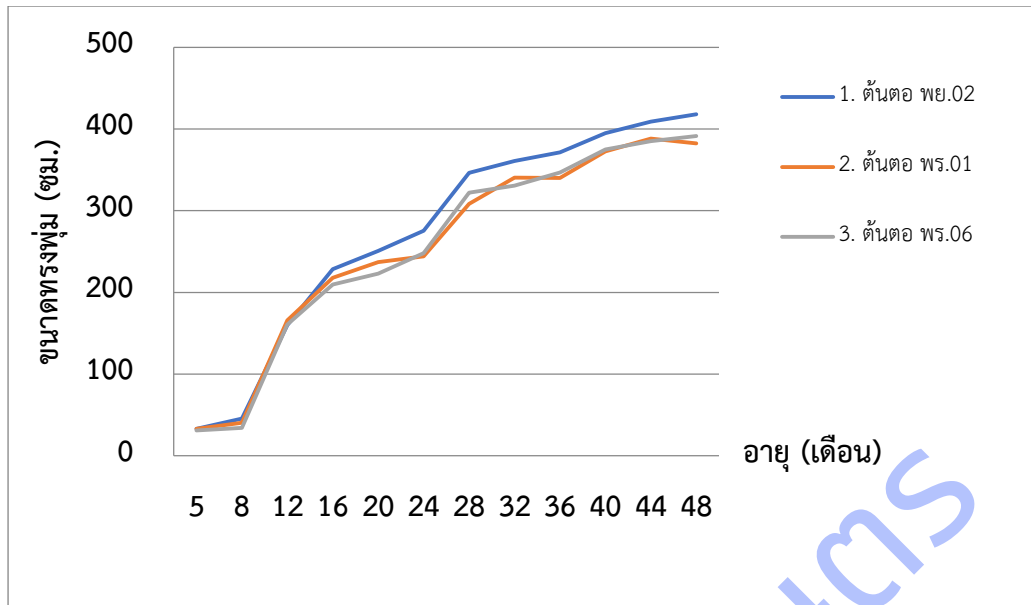
ด้านเส้นรอบวงลำต้นการเจริญเติบโตใน 2 ปีแรก ที่อายุ 58 12 16 20 และ 24 เดือนขนาดเส้นรอบวงลำต้นที่เพิ่มขึ้น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ มะขามป้อมที่ใช้ต้นตอชนิดต่างๆ ที่อายุ 24 เดือน มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 16.91- 18.46 ซม.ต่อมาที่อายุ 28 และ 32 เดือน ขนาดเส้นรอบวงลำต้นที่เพิ่มขึ้น มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยมะขามป้อม

ที่ใช้ต้นตอ พย. 02 มีขนาดเส้นรอบวงที่เพิ่มขึ้นมากที่สุด และต้นตอ พร.06 มีเส้นรอบวงที่เพิ่มขึ้นน้อยที่สุดหลังจากนั้น ที่อายุ 36-48 เดือน มะขามป้อมที่ใช้ต้นตอชนิดต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 7)

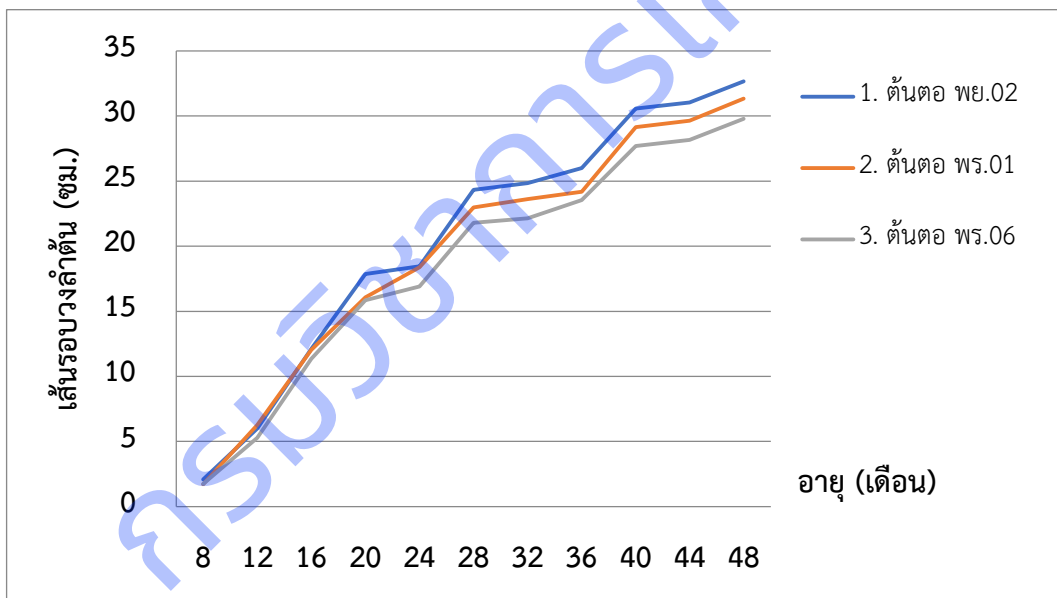
ด้านการการออกดอกติดผล มะขามป้อมที่ใช้ต้นตอชนิดต่างๆ บางต้นเริ่มออกดอกติดผลที่อายุ 4 ปี โดยเริ่มมีการผลัดใบในเดือนธันวาคม 2562 เป็นช่วงที่อุณหภูมิต่ำและอากาศหนาวเย็น ปลายเดือนมกราคม 2563 จะเริ่มผลิใบใหม่พร้อมออกดอกดอกบานในเดือนกุมภาพันธ์หลังจากนั้นพัฒนาผลอ่อน ในเดือนมีนาคม-ตุลาคม 2563 เก็บเกี่ยวผลผลิตต้นเดือนพฤศจิกายน 2563 มีอายุเก็บเกี่ยวประมาณ 7 เดือนหลังจากดอกบาน เกือบทุกต้นที่มีการออกดอกผลผลิตเฉลี่ย 1.55-3.30 กก./ต้น โดยมะขามป้อมที่ใช้ต้นตอ พร.06 มีผลผลิตเฉลี่ยมากที่สุด (ตารางที่ 19) อาจเป็นเพราะยอดพันธุ์ดีและต้นตอมาจากสายต้นเดียวกัน มีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมมากกว่าต้นตออื่นๆ การเปลี่ยนยอดหรือการสืบพันธุ์แบบไม่ใช้เพศ จะได้ต้นที่ได้มีลักษณะตรงตามพันธุ์เหมือนต้นแม่ ไม่เกิดการกลายพันธุ์และให้ผลผลิตเร็ว (ดีพร้อม, 2527) แต่ด้วยระยะเวลาวิจัยที่จำกัด จึงควรต้องมีการศึกษาข้อมูลด้านปริมาณผลผลิตและคุณภาพต่อไป



ภาพที่ 5 ความสูงที่เพิ่มขึ้นของมะขามป้อมที่ใช้ต้นตอต่างๆ แต่ละช่วงอายุ แปลงทดลองศวพ.แพร่



ภาพที่ 6 ขนาดทรงพุ่มที่เพิ่มขึ้นของมะขามป้อมที่ใช้ต้นตอต่างๆ แต่ละช่วงอายุ แปลงทดลองศวพ.แพร่



ภาพที่ 7 เส้นรอบวงลำต้นที่เพิ่มขึ้นของมะขามป้อมที่ใช้ต้นตอต่างๆ แต่ละช่วงอายุ แปลงทดลองศวพ.แพร่

ตารางที่ 19 ปริมาณผลผลิตเฉลี่ยของมะขามป้อมที่ใช้ต้นตอต่างๆ ในปี 2563

| ต้นตอ           | ผลผลิต (กก./ต้น) |
|-----------------|------------------|
| 1. สายต้น พย.02 | 1.55             |
| 2. สายต้น พร.01 | 2.82             |
| 3. สายต้น พร.06 | 3.30             |

### การทดลองที่ 2.3 ศึกษาวิธีการชักนำให้มะขามป้อมออกดอกและติดผล

#### 1. ผลการทดลองปี 2561

##### 1.1 เพอร์เซ็นต์การร่วงของกิ่งย่อย

เปอร์เซ็นต์การร่วงของกิ่งย่อยหลังพ่นสารเอทีฟอน 3 วัน พบว่า การควั่นกิ่งและไม่ควั่นกิ่ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่การพ่นสารเอทีฟอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ความเข้มข้นของสารเอทีฟอนที่ระดับสูงทำให้เปอร์เซ็นต์การร่วงของกิ่งย่อยสูงอย่างมีนัยสำคัญ โดยการพ่นสารเอทีฟอนความเข้มข้น 300 ppm ทำให้กิ่งย่อยร่วงสูงที่สุดร้อยละ 80.42 ซึ่งแตกต่างกับกรรมวิธีอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 20)

#### ตารางที่ 20 เพอร์เซ็นต์การร่วงของกิ่งย่อย หลังพ่นสารเอทีฟอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ 3 วัน

ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ ระหว่างเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน 2561

| ระดับความเข้มข้นสารเอทีฟอน<br>(ppm) | การจัดการต้น |              | เฉลี่ย             |
|-------------------------------------|--------------|--------------|--------------------|
|                                     | ควั่นกิ่ง    | ไม่ควั่นกิ่ง |                    |
| 0 (control)                         | 11.81        | 1.52         | 6.66 <sup>1d</sup> |
| 100                                 | 23.02        | 42.31        | 32.67 c            |
| 200                                 | 70.00        | 46.36        | 58.18 b            |
| 300                                 | 72.30        | 88.54        | 80.42 a            |
| เฉลี่ย                              | 44.28        | 44.68        |                    |

C.V. = 34.46 %

หมายเหตุ <sup>1</sup>ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เปอร์เซ็นต์การร่วงของกิ่งย่อยหลังพ่นสารเอทีฟอน 5 วัน พบว่าเปอร์เซ็นต์การร่วงของกิ่งย่อยทุกกรรมวิธีเพิ่มขึ้น โดยการพ่นสารเอทีฟอนความเข้มข้น 300 ppm มีเปอร์เซ็นต์การร่วงของกิ่งย่อยเพิ่มสูงที่สุด คิดเป็น 90.93 % ซึ่งแตกต่างกับกรรมวิธีอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 21)

#### ตารางที่ 21 เพอร์เซ็นต์การร่วงของกิ่งย่อย หลังพ่นสารเอทีฟอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ 5 วัน

ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ ระหว่างเดือน พฤษภาคม-มิถุนายน 2561

| ระดับความเข้มข้นสารเอทีฟอน<br>(ppm) | การจัดการต้น |              | เฉลี่ย             |
|-------------------------------------|--------------|--------------|--------------------|
|                                     | ควั่นกิ่ง    | ไม่ควั่นกิ่ง |                    |
| 0 (control)                         | 2.87         | 3.61         | 3.24 <sup>1d</sup> |
| 100                                 | 43.77        | 64.43        | 54.10 c            |
| 200                                 | 78.65        | 65.95        | 72.30 b            |
| 300                                 | 86.68        | 95.17        | 90.93 a            |
| เฉลี่ย                              | 52.99        | 57.29        |                    |

C.V. = 23.11 %

หมายเหตุตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เปอร์เซ็นต์การร่วงของกิ่งย่อยหลังพ่นสารเอทีฟอน 7 วัน พบว่า เปอร์เซ็นต์ การร่วงของกิ่งย่อยเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้พบว่า การพ่นสารเอทีฟอนความเข้มข้น 300 ppm มีเปอร์เซ็นต์ การร่วงของกิ่งย่อยสูงที่สุด คิดเป็น 92.68 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การพ่นสารเอทีฟอนความเข้มข้น 200 ppm มีเปอร์เซ็นต์ การร่วงของกิ่งย่อยสูง 77.80 เปอร์เซ็นต์ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 22)

ตารางที่ 22 เปอร์เซ็นต์การร่วงของกิ่งย่อย หลังพ่นสารเอทีฟอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ 7 วัน

ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ ระหว่างเดือน พฤษภาคม-มิถุนายน 2561

| ระดับความเข้มข้นสารเอทีฟอน<br>(ppm) | การจัดการต้น |              | เฉลี่ย             |
|-------------------------------------|--------------|--------------|--------------------|
|                                     | ควั่นกิ่ง    | ไม่ควั่นกิ่ง |                    |
| 0 (control)                         | 6.06         | 4.15         | 5.11 <sup>1c</sup> |
| 100                                 | 55.37        | 70.71        | 63.04 b            |
| 200                                 | 83.35        | 72.26        | 77.80 ab           |
| 300                                 | 88.21        | 97.15        | 92.68a             |
| เฉลี่ย                              | 58.25        | 61.07        |                    |

C.V. = 20.86 %

หมายเหตุตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

อย่างไรก็ตามพบว่าหลังการแตกกิ่งย่อยใหม่มีเพียงแคใบใหม่เกิดขึ้นเท่านั้น มะขามป้อมไม่มีการออกดอกแต่อย่างใดทั้งนี้อาจมีสาเหตุจากระยะเวลาที่ดำเนินการพ่นสารเอทีฟอนช้าเกินไป เพราะก่อนพ่นสารเอทีฟอน ต้นมะขามป้อมได้ผ่านระยะของการออกดอกและติดผลแล้ว ดังนั้น เมื่อพ่นสารเอทีฟอนจึงมีผลเพียงแคกิ่งย่อยร่วงและเกิดกิ่ง



ย่อยใหม่ ไม่มีผลผลิต เมื่อพิจารณาสภาพภูมิอากาศจังหวัดแพร่ ปี 2561 พบว่า เดือนมกราคมมีอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 18.2 องศาเซลเซียส ส่วนเดือนมีนาคม มีอุณหภูมิสูงสุด เฉลี่ย 34.4 องศาเซลเซียส และมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุด 55.6 ปริมาณน้ำฝนสูงสุด 23.3 มิลลิเมตรในเดือนเมษายน

## 2. ผลการทดลองปี 2562

เตรียมความพร้อมต้นมะขามป้อมในเดือนตุลาคม 2561 โดยการพ่นปุ๋ย 0-52 -34 อัตรา 50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร เพื่อเร่งการสะสมธาตุอาหาร และกระตุ้นการออกดอก จำนวน 3 ครั้ง ห่างกัน 7 วัน โดยพ่นครั้งแรกวันที่ 11 ตุลาคม 2561 ครั้งที่ 2 เมื่อวันที่ 18 ตุลาคม 2561 และครั้งที่ 3 เมื่อวันที่ 25 ตุลาคม 2561 จากนั้นวันที่ 18 ตุลาคม 2561 ใส่ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 200 กรัมต่อต้น วันที่ 13 พฤศจิกายน 2561 ใช้เลื่อยควั่นเปลือกมะขามป้อมให้ลึกแค่เนื้อไม้เพื่อตัดท่อน้ำเลี้ยงอาหาร เว้นส่วนที่ไม่ถูกควั่นไว้ 0.5-1 ซม. จากนั้นใช้เชือกป่านมะลิลาคล้องเข้าร่องแผล โดยรอบจนมิดแล้วรัดให้แน่นด้วยการขันชะเนาะทิ้งไว้ 1 วัน ต่อมาวันที่ 14 พฤศจิกายน 2561 ทำการพ่นสารเอทีฟอน อัตราความเข้มข้น 100 200 และ 300 ppm โดยใช้สารเอทีฟอน 48 % w/v ส่วนต้นเปรียบเทียบกับพ่นด้วยน้ำ

### 2.1 เปอร์เซ็นต์การร่วงของกิ่งย่อย

หลังพ่นสารเอทีฟอน 2 วัน บันทึกการร่วงของกิ่งย่อย จำนวน 15 กิ่ง (ซ้าละ 5 กิ่ง) แต่ละกิ่งยาว 50 ซม. พบว่า การควั่นกิ่งและไม่ควั่นไม่มีความแตกต่างกัน แต่ระดับความเข้มข้นของสารเอทีฟอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่การพ่นสารเอทีฟอนอัตรา 300 ppm มีเปอร์เซ็นต์การร่วงของกิ่งย่อยสูง 59.5 % รองลงมา ได้แก่ การพ่นสารเอทีฟอนอัตราความเข้มข้น 200 100 และเปรียบเทียบ (พ่นน้ำเปล่า) ตามลำดับ (ตารางที่ 23)

ตารางที่ 23 เปอร์เซ็นต์การร่วงของกิ่งย่อย หลังพ่นสารเอทีฟอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ 2 วัน

ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ วัดเมื่อ 16 พฤศจิกายน 2561

| ระดับความเข้มข้นสารเอทีฟอน<br>(ppm) | เปอร์เซ็นต์การร่วงของกิ่งย่อย |              | เฉลี่ย             |
|-------------------------------------|-------------------------------|--------------|--------------------|
|                                     | ควั่นกิ่ง                     | ไม่ควั่นกิ่ง |                    |
| 0 (control)                         | 6.4                           | 9.6          | 8.0 <sup>1</sup> d |

|        |      |      |        |
|--------|------|------|--------|
| 100    | 23.6 | 11.3 | 17.4 c |
| 200    | 34.6 | 34.3 | 34.4 b |
| 300    | 68.2 | 51.7 | 59.5 a |
| เฉลี่ย | 33.2 | 26.7 |        |

C.V. = 31.87 %

หมายเหตุ <sup>1</sup> ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

หลังพ่นสารเอทีฟอน 5 วัน พบว่า การควั่นกิ่งและไม่ควั่นไม่มีความแตกต่างกัน แต่ระดับความเข้มข้นของสารเอทีฟอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่การพ่นสารเอทีฟอนอัตรา 300 ppm มีเปอร์เซ็นต์การร่วงของกิ่งย่อยสูง 83.9 % รองลงมาได้แก่ การพ่นสารเอทีฟอนอัตราความเข้มข้น 200 100 และเปรียบเทียบ (พ่นน้ำเปล่า) ตามลำดับ (ตารางที่ 24)

**ตารางที่ 24** เปอร์เซ็นต์การร่วงของกิ่งย่อย หลังพ่นสารเอทีฟอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ 5 วัน

ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ วัดเมื่อ 19 พฤศจิกายน 2561

| ระดับความเข้มข้นสารเอทีฟอน<br>(ppm) | เปอร์เซ็นต์การร่วงของกิ่งย่อย |              | เฉลี่ย              |
|-------------------------------------|-------------------------------|--------------|---------------------|
|                                     | ควั่นกิ่ง                     | ไม่ควั่นกิ่ง |                     |
| 0 (control)                         | 8.4                           | 32.3         | 20.3 <sup>1</sup> d |
| 100                                 | 49.1                          | 23.7         | 36.4 c              |
| 200                                 | 64.1                          | 69.9         | 67.0 b              |
| 300                                 | 90.7                          | 77.1         | 83.9 a              |
| เฉลี่ย                              | 53.1                          | 50.8         |                     |

C.V. = 17.01 %

หมายเหตุ <sup>1</sup> ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

หลังพ่นสารเอทีฟอน 7 วัน พบว่า การควั่นกิ่งและไม่ควั่นไม่มีความแตกต่างกัน แต่ระดับความเข้มข้นของสารเอทีฟอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่การพ่นสารเอทีฟอนอัตรา 300 ppm และ 200 ppm มีเปอร์เซ็นต์การร่วงของกิ่งย่อยสูงไม่แตกต่างกัน คือ 92.6 และ 85.5 % รองลงมาได้แก่ การพ่นสารเอทีฟอนอัตราความเข้มข้น 100 และเปรียบเทียบ (พ่นน้ำเปล่า) ตามลำดับ (ตารางที่ 25)

**ตารางที่ 25** เปอร์เซ็นต์การร่วงของกิ่งย่อย หลังพ่นสารเอทีฟอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ 7 วัน

ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ วัดเมื่อ 21 พฤศจิกายน 2561

| ระดับความเข้มข้นสารเอทีฟอน<br>(ppm) | เปอร์เซ็นต์การร่วงของกิ่งย่อย |              | เฉลี่ย              |
|-------------------------------------|-------------------------------|--------------|---------------------|
|                                     | ควั่นกิ่ง                     | ไม่ควั่นกิ่ง |                     |
| 0 (control)                         | 12.6                          | 49.7         | 31.1 <sup>1</sup> c |
| 100                                 | 71.0                          | 36.2         | 53.6 b              |
| 200                                 | 84.7                          | 86.3         | 85.5 a              |
| 300                                 | 95.6                          | 89.6         | 92.6 a              |
| เฉลี่ย                              | 66.0                          | 65.4         |                     |

C.V. = 9.41 %

หมายเหตุ <sup>1</sup> ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

## 2.2 เปอร์เซ็นต์การแตกกิ่งย่อยใหม่และเปอร์เซ็นต์การออกดอกของกิ่งย่อยใหม่

หลังจากโบมะขามป้อมร่วง 7 วัน มะขามป้อมจะแตกกิ่งย่อยใหม่ จะมีทั้งกิ่งย่อยที่มีแคใบและกิ่งย่อยที่มีทั้งใบและดอก เมื่อนับเปอร์เซ็นต์การแตกกิ่งย่อยใหม่ พบว่า การควั่น และไม่ควั่นกิ่ง ไม่มีแตกต่างกันทางสถิติ แต่การพ่นสารเอทีฟอนอัตราต่างกันมีผลต่อการแตกกิ่งย่อยใหม่ โดยการพ่นสารเอทีฟอนที่ระดับความเข้มข้น 300 ppm มีกิ่งย่อยแตกใหม่สูงที่สุด 22.5 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่อัตราสารเอทีฟอน 100 และ 200 ppm มีการแตกกิ่งย่อยใหม่ไม่แตกต่างกัน ส่วนวิธีเปรียบเทียบ (พ่นน้ำเปล่า) มีการแตกกิ่งย่อยใหม่ต่ำสุด (ตารางที่ 26)

**ตารางที่ 26** เปอร์เซ็นต์การแตกกิ่งย่อยใหม่ ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ วัดเมื่อ 6 ธันวาคม 2561

| ระดับความเข้มข้นสารเอทีฟอน<br>(ppm) | เปอร์เซ็นต์การแตกกิ่งย่อย |              | เฉลี่ย             |
|-------------------------------------|---------------------------|--------------|--------------------|
|                                     | ควั่นกิ่ง                 | ไม่ควั่นกิ่ง |                    |
| 0 (control)                         | 0.9                       | 0.0          | 0.5 <sup>1</sup> c |
| 100                                 | 4.7                       | 7.1          | 5.9 bc             |
| 200                                 | 8.9                       | 15.9         | 12.4 b             |
| 300                                 | 25.8                      | 19.3         | 22.5 a             |
| เฉลี่ย                              | 10.1                      | 10.6         |                    |

C.V. = 57.20 %

หมายเหตุ <sup>1</sup>ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาในส่วนของกิ่งย่อยที่มีการออกดอก จากกิ่งย่อยที่แตกใหม่ทั้งหมด พบว่า การควั่นและไม่ควั่นกิ่ง ไม่มีแตกต่างกันทางสถิติ แต่การพ่นสารเอทีฟอนอัตราต่างกันมีผลต่อการออกดอกของกิ่งย่อยใหม่ โดยการพ่นสารเอทีฟอนที่ระดับความเข้มข้น 200 ppm มีการออกดอกของกิ่งย่อยใหม่สูงที่สุด 78.2 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การพ่นสารเอทีฟอนอัตรา 100 และ 200 ppm มีการออกดอกของกิ่งย่อยใหม่ ไม่แตกต่างกัน ส่วนวิธีเปรียบเทียบ (พ่นน้ำเปล่า) ไม่มีการออกดอกของกิ่งย่อยใหม่ (ตารางที่ 27)

**ตารางที่ 27** เปอร์เซ็นต์ออกดอกของกิ่งย่อยใหม่ ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ 6 ธันวาคม 2561

| ระดับความเข้มข้นสารเอทีฟอน<br>(ppm) | เปอร์เซ็นต์ออกดอกของกิ่งย่อยใหม่ |              | เฉลี่ย             |
|-------------------------------------|----------------------------------|--------------|--------------------|
|                                     | ควั่นกิ่ง                        | ไม่ควั่นกิ่ง |                    |
| 0(control)                          | 0.0                              | 0.0          | 0.0 <sup>1</sup> c |
| 100                                 | 29.4                             | 36.7         | 33.1 b             |
| 200                                 | 66.0                             | 90.4         | 78.2 a             |
| 300                                 | 36.8                             | 33.6         | 35.2 b             |
| เฉลี่ย                              | 33.1                             | 40.2         |                    |

C.V. = 49.28 %

หมายเหตุ <sup>1</sup>ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2.3 จำนวนผลมะขามป้อมต่อกิ่งจากการนับจำนวนผลมะขามป้อมที่เหลืออยู่ ก่อนการเก็บเกี่ยว (อายุ 7 เดือน) ในกิ่งยาว 50 ซม.พบว่า การควั่นกิ่งและไม่ควั่นกิ่ง การพ่นสารเอทีฟอนอัตราต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตามพบว่าต้นมะขามป้อมที่พ่นสารเอทีฟอนอัตรา 200 ppm มีจำนวนผลมะขามป้อมสูงสุด 7.8 ผล ขณะที่กรรมวิธีเปรียบเทียบ(พ่นน้ำเปล่า)ไม่มีผลมะขามป้อม (ตารางที่ 28)

**ตารางที่ 28** จำนวนผลมะขามป้อมเฉลี่ยต่อกิ่งในแปลงมะขามป้อม ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่

| ระดับความเข้มข้นสารเอทีฟอน<br>(ppm) | จำนวนผลมะขามป้อม(ผล) |              | เฉลี่ย            |
|-------------------------------------|----------------------|--------------|-------------------|
|                                     | ควั่นกิ่ง            | ไม่ควั่นกิ่ง |                   |
| 0(control)                          | 0                    | 0            | 0.0 <sup>ns</sup> |
| 100                                 | 4.4                  | 2            | 3.2               |
| 200                                 | 8.5                  | 7.1          | 7.8               |
| 300                                 | 4.8                  | 1.2          | 3.0               |
| เฉลี่ย                              | 4.4 <sup>ns</sup>    | 2.6          |                   |
| C.V. = 123.31 %                     |                      |              |                   |

หมายเหตุ <sup>ns</sup>ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

2.4 ผลผลิตต่อกิ่งจากการชั่งน้ำหนักผลผลิตมะขามป้อมต่อกิ่ง พบว่า การควั่นกิ่ง และไม่ควั่นกิ่ง และการพ่นสารเอทีฟอนอัตราต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตามพบว่าการพ่นสารเอทีฟอนอัตรา 200 ppm มีน้ำหนักผลผลิตต่อกิ่งสูงสุด 30.97 กรัม ขณะที่กรรมวิธีเปรียบเทียบ (พ่นน้ำเปล่า) ไม่มีผลผลิตมะขามป้อม (ตารางที่ 29)

**ตารางที่ 29** ผลผลิตมะขามป้อมต่อกิ่ง ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ เก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 7 เดือน (7 มิถุนายน 2562 )

| ระดับความเข้มข้นสารเอทีฟอน<br>(ppm) | ผลผลิตมะขามป้อมต่อกิ่ง(กรัม) |              | เฉลี่ย            |
|-------------------------------------|------------------------------|--------------|-------------------|
|                                     | ควั่นกิ่ง                    | ไม่ควั่นกิ่ง |                   |
| 0(control)                          | 0.0                          | 0.0          | 0.0 <sup>ns</sup> |
| 100                                 | 20.9                         | 0.0          | 10.4              |
| 200                                 | 35.2                         | 26.8         | 31.0              |
| 300                                 | 18.3                         | 8.13         | 13.2              |
| เฉลี่ย                              | 4.4 <sup>ns</sup>            | 2.6          |                   |

C.V. = 158.85 %

หมายเหตุ <sup>ns</sup>ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

2.5 ขนาดผลมะขามป้อม จากการวัดขนาดผลมะขามป้อม เก็บเกี่ยวเมื่อวันที่ 7 มิถุนายน 2562 ผลอายุ 7 เดือน ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ พบว่า มี interaction ระหว่างการควั่นกิ่ง และระดับความเข้มข้นของสารเอทีฟอนโดยการควั่นกิ่งและพ่นสารเอทีฟอนที่ระดับความเข้มข้น 100 ppm มีขนาดของผลมะขามป้อมใหญ่สุดคือ

2.85 ซม. แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 30) อย่างไรก็ตามขนาดผลมะขามป้อมยังผันแปรกับปริมาณผลิตด้วย กล่าวคือ เมื่อมะขามป้อมติดผลมาก ขนาดของผลจะเล็ก ถ้าติดผลน้อย ขนาดผลจะใหญ่

**ตารางที่ 30** ขนาดผลมะขามป้อม อายุ 7 เดือน ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ เก็บเกี่ยวเมื่อวันที่ 7 มิถุนายน 2562

| ระดับความเข้มข้นสารเอทีฟอน<br>(ppm) | ขนาดผลมะขามป้อม(ซม.) |              | เฉลี่ย |
|-------------------------------------|----------------------|--------------|--------|
|                                     | ควั่นกิ่ง            | ไม่ควั่นกิ่ง |        |
| 0 (control)                         | 0.00 e               | 0.00 e       | 0.00   |
| 100                                 | 2.85 a               | 2.55 bc      | 2.70   |
| 200                                 | 2.48 cd              | 2.39 d       | 2.43   |
| 300                                 | 2.56 bc              | 2.65b        | 2.60   |
| เฉลี่ย                              | 1.97                 | 1.90         |        |

C.V. = 3.57 %

หมายเหตุ ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

2.6 น้ำหนักผลมะขามป้อมพบว่า มี interaction ระหว่างการควั่นกิ่ง และระดับความเข้มข้นของสารเอทีฟอน โดยผลมะขามป้อมจากต้นที่ควั่นกิ่งและพ่นสารเอทีฟอนที่ระดับความเข้มข้น 100 ppm มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อผลมากที่สุด คือ 12.31 กรัม และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 31)

**ตารางที่ 31** น้ำหนักผลมะขามป้อมอายุ 7 เดือน ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ เก็บเกี่ยวเมื่อวันที่ 7 มิถุนายน 2562

| ระดับความเข้มข้นสารเอทีฟอน | น้ำหนักผลมะขามป้อม(กรัม) | เฉลี่ย |
|----------------------------|--------------------------|--------|
|----------------------------|--------------------------|--------|

| (ppm)       | ควั่นกิ่ง | ไม่ควั่นกิ่ง |       |
|-------------|-----------|--------------|-------|
| 0 (control) | 0.00 e    | 0.00 e       | 0.00  |
| 100         | 12.31a    | 8.08 cd      | 10.20 |
| 200         | 8.18 cd   | 7.15 d       | 7.67  |
| 300         | 8.89 c    | 10.07b       | 9.48  |
| เฉลี่ย      | 7.35      | 6.33         |       |

C.V. = 9.05 %

หมายเหตุ <sup>1</sup>ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เมื่อพิจารณาสภาพภูมิอากาศปี 2562 ของจังหวัดแพร่พบว่าเดือนกุมภาพันธ์ มีอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 18.8 องศาเซลเซียส และในเดือนเมษายน มีอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 39.0 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ เฉลี่ยต่ำสุด 44.5 ในเดือนเมษายน ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยสูงสุด 21.8 มิลลิเมตรในเดือนพฤษภาคมส่วนเดือนธันวาคมไม่มีฝนตก

## 2. ผลการทดลอง ปี 2563

เตรียมความพร้อมต้นมะขามป้อมโดยใส่ปุ๋ยเคมี 46-0-0 ร่วมกับปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 1:1 บำรุงต้นมะขามป้อม ต้นละ 0.5 กก. เดือนละ 2 ครั้ง ฟันสารสกัดสาหร่าย อัตรา 50 กรัม/น้ำ 20 ลิตร จำนวน 2 ครั้ง เพื่อเร่งการสะสมอาหารภายในต้น ฟันปุ๋ย 0-52 -34 เพื่อกระตุ้นการออกดอก ในเดือนกันยายนจำนวน 3 ครั้ง ห่างกัน ทุก 7 วัน จากนั้นเลือกต้นมะขามป้อมที่มีทรงพุ่มใกล้เคียงกัน ตัดแต่งกิ่งแห้ง กิ่งขนาดเล็ก และกิ่งที่ไม่สมบูรณ์ออก ทำการเลือกกิ่งมะขามป้อม ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 เซนติเมตร ตัดปลายกิ่งที่มีขนาดเล็กออก จากนั้นวัดความยาวจากปลายกิ่งย้อนขึ้นมา 50 เซนติเมตร ต้นละ 5 กิ่ง ทำการฟันสารเอทีฟอนอัตรา 200 และ 300 ppm เมื่อวันที่ 13 ธันวาคม 2562

### 3.1 เปอร์เซ็นต์การร่วงของกิ่งใบย่อย

หลังฟันสารเอทีฟอน 3 วัน ต้นมะขามป้อมที่ฟันสารเอทีฟอนอัตรา 300 ppm มีกิ่งย่อยร่วงมากที่สุด 58.5 % แตกต่างกับการฟันสารเอทีฟอนอัตรา 200 และ 0 ppm อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและหลังฟัน 5-7 วัน กิ่งย่อยที่ฟันด้วยสารเอทีฟอน อัตรา 200 และ 300 ppm มีเปอร์เซ็นต์ร่วงไม่แตกต่างกันทางสถิติ อยู่ระหว่าง 93.7-100.0 ส่วนกรรมวิธีเปรียบเทียบมีเปอร์เซ็นต์การร่วงหลังฟัน 3 5 และ 7 วัน คือ 2.2 25 และ 44.2 ตามลำดับ (ตารางที่ 32)

**ตารางที่ 32** เปอร์เซ็นต์การร่วงของกิ่งย่อยมะขามป้อม หลังฟันสารเอทีฟอน 3 5 และ 7 วัน ที่อัตรา 0

200 และ 300 ppm ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ ปี 2562

| ระดับความเข้มข้นสารเอทีฟอน<br>(ppm) | เปอร์เซ็นต์การร่วงของกิ่งย่อย |        |                     |
|-------------------------------------|-------------------------------|--------|---------------------|
|                                     | 3 วัน                         | 5 วัน  | 7 วัน               |
| 0 (control)                         | 2.2 c                         | 25.0 b | 44.2 <sup>1</sup> b |
| 200                                 | 30.8 b                        | 93.7 a | 97.8 a              |
| 300                                 | 58.7 a                        | 96.2 a | 100.0 a             |
| C.V. (%)                            | 42.8                          | 21.9   | 22.4                |

หมายเหตุ <sup>1</sup>ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

### 3.2 การแตกกิ่งย่อยใหม่

หลังพ่นสารเอทีฟอน 1 เดือนต้นมะขามป้อมที่พ่นสารเอทีฟอนอัตรา 300 ppm มีการแตกกิ่งย่อยมากที่สุดเฉลี่ย 38.7 กิ่ง ส่วนต้นมะขามป้อมที่พ่นสารเอทีฟอนอัตรา 200 ppm มีการแตกกิ่งย่อยใหม่ 35.1 กิ่ง ส่วนต้นมะขามป้อมเปรียบเทียบมีการแตกกิ่งย่อยใหม่ประมาณเดือนกุมภาพันธ์เฉลี่ย 6.2 กิ่ง (ตารางที่ 33)

**ตารางที่ 33** การแตกกิ่งย่อยมะขามป้อม หลังพ่นสารเอทีฟอน 1 เดือนที่อัตรา 0 200 และ 300 ppm ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ ปี 2563

| ระดับความเข้มข้นสารเอทีฟอน (ppm) | การแตกกิ่งย่อยมะขามป้อม |
|----------------------------------|-------------------------|
| 0 (control)                      | 6.2 b                   |
| 200                              | 35.1 a                  |
| 300                              | 38.7 a                  |
| C.V. (%)                         | 32.46                   |

หมายเหตุ <sup>1</sup>ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

### 3.3 การเกิดดอกของมะขามป้อม

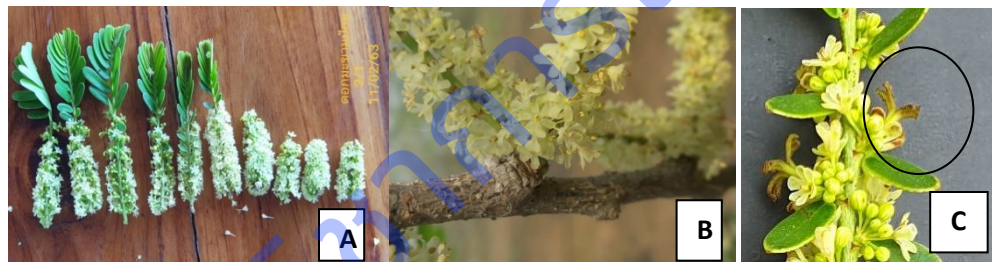
ดอกมะขามป้อมมักเกิดพร้อมๆกับใบ โดยพบดอกบริเวณโคนของกิ่งย่อย และเกิดเฉพาะดอกไม่มีใบ (ภาพที่ 8) ทั้งนี้จากการสังเกตพบว่าในแต่ละกิ่งย่อย ดอกที่บริเวณโคนกิ่งเป็นดอกตัวผู้ ส่วนดอกตัวเมียจะเกิดบริเวณปลายกิ่งย่อย เมื่อพิจารณาความยาวของกิ่งย่อยใหม่ ความยาวของช่อดอกตัวผู้ และจำนวนเกสรตัวเมียในกิ่งย่อย พบว่าต้นมะขามป้อมที่พ่นสารเอทีฟอนอัตรา 200 มีความยาวกิ่งย่อย 10 เซนติเมตร ความยาวของช่อดอกตัวผู้ 5.6 เซนติเมตร จำนวนดอกตัวเมีย 4.6 ดอกต่อช่อ และ ต้นมะขามป้อมที่พ่นสารเอทีฟอนอัตรา 300 ppm มีความยาวกิ่ง



ย่อย 10.2 เซนติเมตร ความยาวของช่อดอกตัวผู้ 5.7 เซนติเมตรและ จำนวนดอกตัวเมีย 4.9 ดอกต่อช่อ ส่วน ต้นมะขามป้อมกรรมวิธีเปรียบเทียบ มีการออกดอกและดอกบานช้ากว่าต้นมะขามป้อมที่พ่นสารเอทีฟอนประมาณ 22 วันโดยมีความยาวกิ่งย่อย 6 เซนติเมตร ความยาวช่อดอกตัวผู้ 4.4 เซนติเมตรและมีจำนวนดอกตัวเมียต่อกิ่งย่อยเฉลี่ย 3.7 ดอก (ตารางที่ 34) (ภาพที่ 8)

**ตารางที่ 34** ความยาวกิ่งย่อย ความยาวช่อดอกตัวผู้ และจำนวนดอกตัวเมียของมะขามป้อม

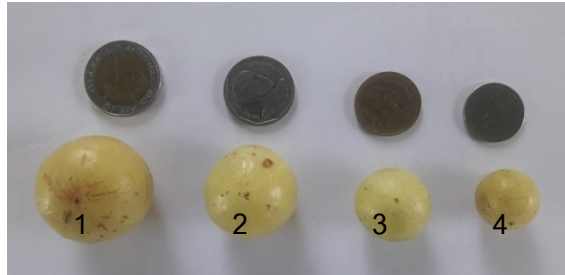
| ระดับความเข้มข้นสารเอทีฟอน<br>(ppm) | ความยาวกิ่งย่อย<br>(ซม.) | ความยาวช่อดอกตัวผู้<br>(ซม.) | จำนวนดอกตัวเมีย<br>ต่อกิ่งย่อย |
|-------------------------------------|--------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| 0 (control)                         | 6.0                      | 4.4                          | 3.7                            |
| 200                                 | 10.0                     | 5.7                          | 4.9                            |
| 300                                 | 10.2                     | 5.6                          | 4.6                            |



**ภาพที่ 8** ลักษณะการออกดอกของมะขามป้อม (A) ช่อดอกมะขามป้อม (B) ดอกตัวผู้ (C) ดอกตัวเมีย

### 3.4 ผลผลิตมะขามป้อม

มะขามป้อมติดผลค่อนข้างน้อย เนื่องจากส่วนใหญ่เป็นดอกตัวผู้ซึ่งจะแห้งและร่วง เนื่องจากสภาพอากาศค่อนข้างร้อนและแล้ง อย่างไรก็ตามจากเก็บผลผลิตมะขามป้อมที่มีประปรายพบว่าต้นมะขามป้อมที่พ่นสารเอทีฟอน อัตรา 200 ppm. เก็บผลผลิตทั้งหมด 7 ต้นได้ผลผลิตรวมทั้งหมด 2.95 กิโลกรัม คิดเป็นผลผลิตเฉลี่ย 421.43 กรัมต่อต้น น้ำหนักผลเฉลี่ย 9.96 กรัม เส้นผ่านศูนย์กลางผล 2.61 เซนติเมตร ต้นมะขามป้อมที่พ่นด้วยสารเอทีฟอน 300 ppm. ได้ผลผลิตทั้งหมด 4.34 กิโลกรัม คิดเป็นเฉลี่ย 620 กรัมต่อต้น น้ำหนักผลเฉลี่ย 11.41 กรัม เส้นผ่านศูนย์กลางผล 2.77 เซนติเมตร ส่วนต้นมะขามป้อมเปรียบเทียบไม่มีผลผลิต ทั้งนี้เมื่อพิจารณาขนาดของผลผลิต สามารถแบ่งผลมะขามป้อมตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางได้ 4 เบอร์ คือเบอร์ 1 (>3 ซม.) เบอร์ 2 (2.5-3 ซม.) เบอร์ 3 (2.0-2.4 ซม.) และเบอร์ 4 (<2 ซม.) (ภาพที่ 9)



ภาพที่ 9 ขนาดผลมะขามป้อมเบอร์ 1 (>3 ซม.) เบอร์ 2 (2.5-3 ซม.) เบอร์ 3 (2.0-2.4 ซม.) และเบอร์ 4 (<2 ซม.)

เมื่อพิจารณาสภาพอากาศปี 2563 ของจังหวัดแพร่พบว่าเดือนมกราคม 2563 มีอุณหภูมิต่ำสุด 17.7 องศาเซลเซียส ส่วนเดือนมีนาคม มีอุณหภูมิสูงสุด 37.5 องศาเซลเซียส และมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุด 47 เปอร์เซ็นต์ เดือนมกราคม กุมภาพันธ์ และพฤศจิกายน ไม่มีฝนตก

### กิจกรรมที่ 3 การพัฒนาเครื่องมือแปรรูปสำหรับผลิตภัณฑ์มะขามป้อม

#### การทดลองที่ 3.1 การพัฒนาเครื่องบีบผลมะขามป้อม

1. จากการศึกษาวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและเครื่องมือที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน ในการทำมะขามป้อมแช่อิ่ม มีขั้นตอนดังนี้

1.1 นำผลมะขามป้อมสด มาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำเปล่า แล้วทำการบีบ ด้วยที่บีบกล้วย ซึ่งมีแผ่นกดและแผ่นรองกด ที่ทำจากไม้แผ่นขนาด 130 x 200 มิลลิเมตร หนา 40 มิลลิเมตร จำนวน 2 แผ่นประกบกันและมีจุดหมุนที่ปลายด้านหัว แผ่นกดซ้ายซ้ายมีด้ามจับ เส้นผ่านศูนย์กลางมีขนาด 40 มิลลิเมตร ยาว 100 มิลลิเมตร และแผ่นรองกดมีการเจาะร่องสี่เหลี่ยม ขนาด 35 x 90 มิลลิเมตร ลึก 5 มิลลิเมตร เพื่อกันผลมะขามป้อมกลิ้ง (ภาพที่ 10)



### ภาพที่ 10 เครื่องมือบีบผลมะขามป้อมที่เกษตรกรใช้

- 1.2 เมื่อบีบเสร็จ ให้นำมะขามป้อมไปแช่น้ำสะอาด เพื่อป้องกันการเกิดสีดำ
- 1.3 ตั้งกระทะต้มน้ำให้เดือด แล้วนำมะขามป้อมมาลวกประมาณ 5 นาที ตักขึ้นแช่น้ำเย็น ทำประมาณ 3 ครั้ง เพื่อลดรสฝาด
- 1.4 ทำน้ำเชื่อมโดยใส่น้ำ น้ำตาล เกลือป่น ต้มให้เดือด แล้วยกลงทิ้งไว้ให้เย็น
- 1.5 นำมะขามป้อมใส่ภาชนะแช่ แล้วเอาน้ำเชื่อมใส่ให้ท่วมมะขามป้อม เก็บรักษาไว้ในห้องเย็น 3-5 องศาเซลเซียส
- 1.6 รุ่งเช้า นำมะขามป้อมออกจากน้ำเชื่อม แล้วเอาน้ำเชื่อมมาอุ่นและเติมน้ำตาล พอน้ำเชื่อมเดือด แล้วยกลงทิ้งไว้ให้เย็น แล้วเทน้ำเชื่อมใส่มะขามป้อม ทำทุกวันประมาณ 3-4 วัน
- 1.7 นำมะขามป้อมที่แช่อิ่มได้แล้วก็แล้วไปอบแห้ง ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส ประมาณ 6-8 ชั่วโมง

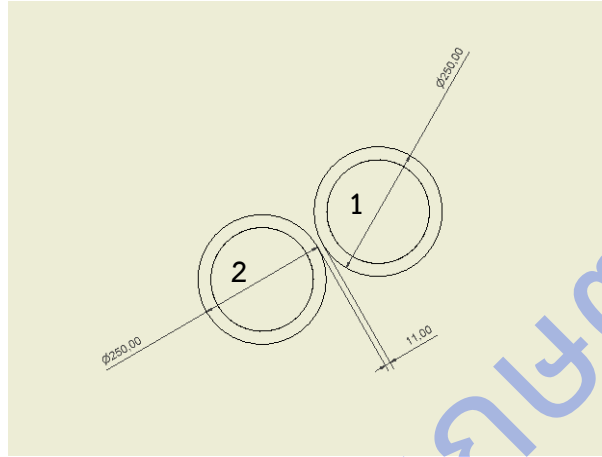
ผลการทดสอบความสามารถในการบีบผลมะขามป้อมโดยใช้แรงงานคน พบว่า มีความสามารถในการทำงาน 10-15 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เมื่อบีบผลมะขามป้อมต่อเนื่องจะเกิดความเมื่อยล้า หากผลผลิตมีจำนวนมากจะบีบไม่ทันและอาจเน่าเสียได้



ภาพที่ 11 การบีบผลมะขามป้อมโดยใช้แรงงานคน

2. ดำเนินการออกแบบ และสร้างเครื่องต้นแบบบีบผลมะขามป้อมก่อนปรับปรุง ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก คือ
  - 1) ชุดลูกกลิ้งบีบ 2) โครงเครื่อง และ 3) ชุดถ่ายทอดกำลัง (ภาพที่ 13)

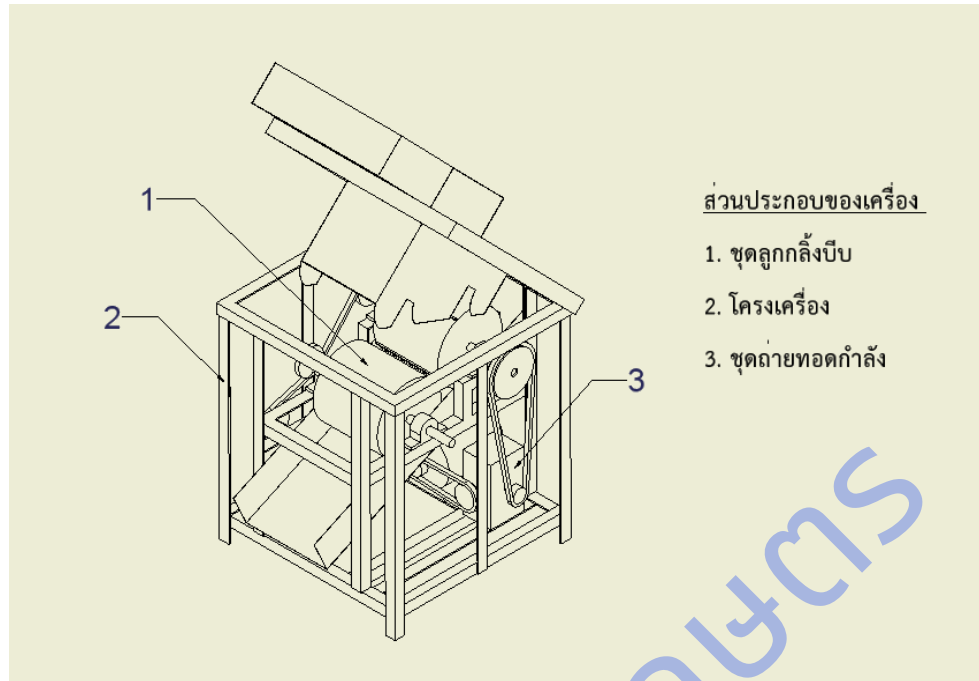
2.1 ชุดลูกกลิ้งบีบ ประกอบด้วยลูกกลิ้งทำจากแผ่นสแตนเลส จำนวน 2 อัน คือ 1) ลูกกลิ้งหลัก มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 254 มิลลิเมตร ยาว 254 มิลลิเมตร กัดลายกันลื่น มีซี่กวาด 4 ซี่ และ 2) ลูกกลิ้งรอง มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 254 มิลลิเมตร ยาว 254 มิลลิเมตร กัดลายกันลื่น ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง 11.5 มิลลิเมตร วางเอียงกัน 30 องศา โดยลูกกลิ้งที่ 1 และ 2 มีระยะห่าง 11.0 มิลลิเมตร วางเอียงกัน 30 องศา (ภาพที่ 12)



ภาพที่ 12 แบบลูกกลิ้งของต้นแบบเครื่องบีบผลมะขามป้อมก่อนปรับปรุง

2.2 โครงเครื่อง ทำจากสแตนเลสฉาก ขนาด  $38.1 \times 38.1 \times 5$  มิลลิเมตร มีขนาด ก  $\times$  ย  $\times$  ส คือ  $720 \times 720 \times 800$  มิลลิเมตร พร้อมมีล้อ ขนาด 76.2 มิลลิเมตร สำหรับการเคลื่อนย้าย

2.3 ชุดถ่ายทอดกำลัง โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 0.746 กิโลวัตต์ (1 แรงม้า) เป็นต้นกำลังขับผ่านเกียร์ทดรอบ อัตราทด 1:10 และส่งผ่านกำลังต่อด้วยด้วยเฟืองโซ่ ทำการทดสอบที่ความเร็วรอบ 30 40 และ 50 รอบ/นาที ตรวจสอบเปอร์เซ็นต์การบีบสมบูรณ์ การบีบแตก และไม่ถูกบีบ พร้อมทั้งได้ความเร็วรอบที่เหมาะสมสำหรับการบีบที่ 40 รอบ/นาที



ภาพที่ 13 แบบเครื่องบีบผลมะขามป้อม

3. ดำเนินการทดสอบการทำงานเบื้องต้นเครื่องต้นแบบบีบผลมะขามป้อมก่อนปรับปรุง ที่ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่ (ตารางที่ 35) พบว่า ที่ความเร็วรอบ 40 รอบต่อนาที เป็นความเร็วที่เหมาะสมสำหรับการบีบผลมะขามป้อม ความสามารถในการบีบ  $170.26 \pm 17.50$  กิโลกรัมต่อชั่วโมง บีบสมบูรณ์  $91.81 \pm 1.41$  % บีบแตก  $6.39 \pm 17.40$ % ไม่บีบ  $1.80 \pm 0.16$  %

ตารางที่ 35 ผลการทดสอบการทำงานเบื้องต้นเครื่องต้นแบบบีบผลมะขามป้อมก่อนปรับปรุง ที่ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรม เชียงใหม่

| ความเร็วรอบของลูกกลิ้ง<br>(รอบต่อนาที) | ความสามารถในการบีบ<br>(กก./ชม.) | เปอร์เซ็นต์การบีบ |                  |                 |
|--|---------------------------------|-------------------|------------------|-----------------|
|  |                                 | บีบสมบูรณ์        | บีบแตก           | ไม่บีบ          |
| 30                                     | $138.53 \pm 3.80$               | $91.23 \pm 1.56$  | $7.71 \pm 0.51$  | $1.06 \pm 1.09$ |
| 40                                     | $170.26 \pm 17.50$              | $91.81 \pm 1.41$  | $6.39 \pm 17.40$ | $1.80 \pm 0.16$ |
| 50                                     | $177.39 \pm 19.97$              | $87.66 \pm 1.49$  | $11.18 \pm 1.23$ | $1.16 \pm 0.58$ |

หมายเหตุ :  $\pm$  คือ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

และดำเนินการทดสอบการทำงานของเครื่องต้นแบบก่อนปรับปรุง กับกลุ่มเกษตรกรในเขตจังหวัดแพร่ ที่ความเร็วรอบ 40 รอบต่อนาที จำนวน 3 ซ้ำๆ ละ 10 กิโลกรัม (ตารางที่ 36) พบว่า เครื่องต้นแบบทำงานได้ดี มีความสามารถในการบีบ  $172.04 \pm 4.18$  กิโลกรัมต่อชั่วโมง บีบสมบูรณ์  $90.86 \pm 2.62$  % บีบแตก  $8.07 \pm 3.08$ % ไม่

บีด  $1.07 \pm 0.59\%$  เครื่องต้นแบบสามารถทำงานได้ดีระดับหนึ่ง แต่ยังมีปัญหาในขั้นตอนการตั้งระยะห่างของลูกกลิ้งให้เหมาะสมกับขนาดมะขามป้อม

ตารางที่ 36 ทดสอบต้นแบบเครื่องบีดผลมะขามป้อมก่อนปรับปรุง ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่

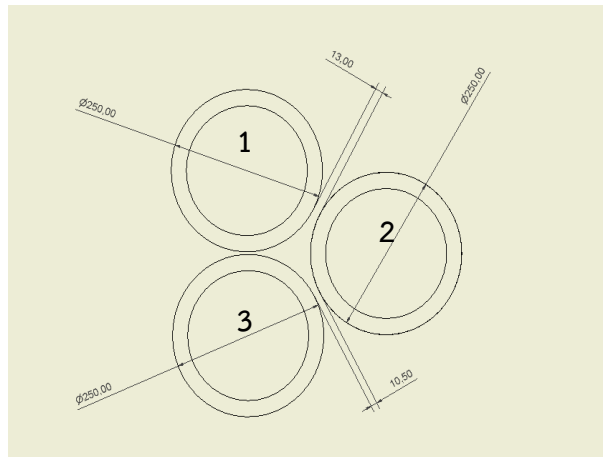
| ซ้ำที่ | ความสามารถในการบีด<br>(กก./ชม.) | เปอร์เซ็นต์การบีด |                 |                 |
|--------|---------------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|
|        |                                 | บีดสมบูรณ์        | บีดแตก          | ไม่บีด          |
| 1      | 167.44                          | 88.1              | 11.5            | 0.4             |
| 2      | 173.08                          | 93.3              | 5.5             | 1.3             |
| 3      | 175.61                          | 91.2              | 7.3             | 1.5             |
| เฉลี่ย | $172.04 \pm 4.18$               | $90.86 \pm 2.62$  | $8.07 \pm 3.08$ | $1.07 \pm 0.59$ |

หมายเหตุ :  $\pm$  คือ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4. ดำเนินการปรับปรุงและพัฒนาต้นแบบเครื่องบีดผลมะขามป้อม จากเดิม 2 ลูกกลิ้ง เป็น 3 ลูกกลิ้ง เพื่อทำการบีด 2 ครั้ง โดยบีดครั้งแรกจะบีดผลมะขามป้อมที่มีขนาดใหญ่ให้มีขนาดเล็กลงก่อน แล้วบีดครั้งที่สองจะบีดมะขามป้อมที่มีขนาดเล็กและขนาดใหญ่ที่ถูกบีดให้เล็กลง

เครื่องต้นแบบบีดผลมะขามป้อมหลังปรับปรุง ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก คือ 1) ชุดลูกกลิ้งบีด 2) โครงเครื่อง และ 3) ชุดถ่ายทอดกำลัง (ภาพที่ 14)

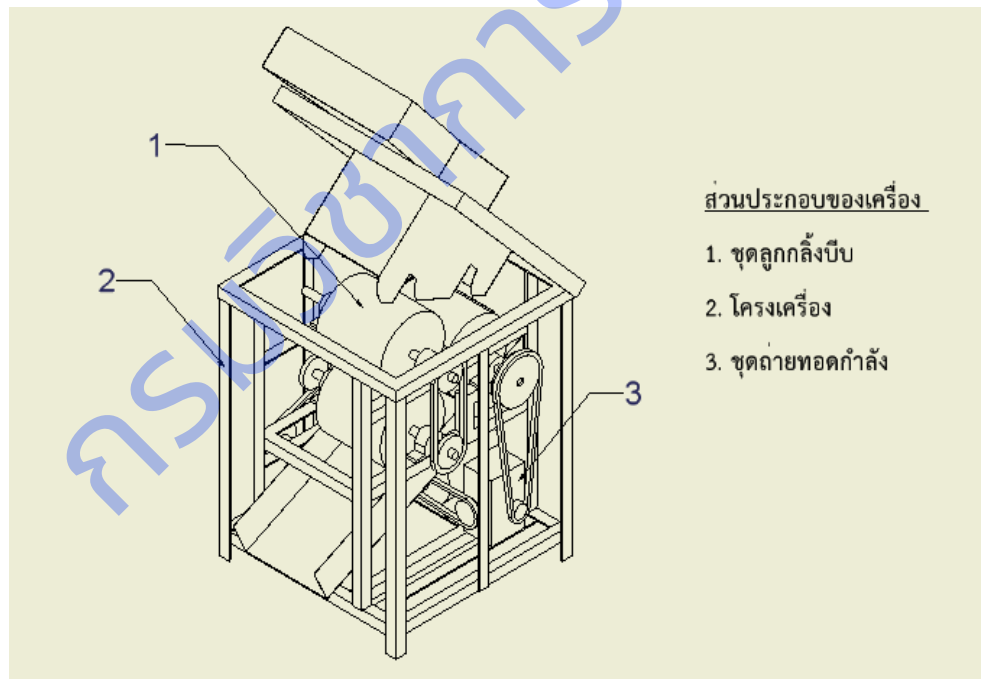
4.1 ชุดลูกกลิ้งบีด ประกอบด้วยลูกกลิ้งทำจากแผ่นสแตนเลส จำนวน 3 อัน คือ 1) ลูกกลิ้งที่ 1 มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 254 มิลลิเมตร ยาว 254 มิลลิเมตร กัดลายกันลื่น 2) ลูกกลิ้งที่ 2 มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 254 มิลลิเมตร ยาว 254 มิลลิเมตร กัดลายกันลื่นและมีซี่กวาด 4 ซี่ และลูกกลิ้งที่ 3 มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 254 มิลลิเมตร ยาว 254 มิลลิเมตร กัดลายกันลื่น โดยลูกกลิ้งที่ 1 และ 2 มีระยะห่าง 13.0 มิลลิเมตร วางเยื้องกัน 30 องศา และลูกกลิ้งที่ 2 และ 3 มีระยะห่าง 10.5 มิลลิเมตร วางเยื้องกัน 30 องศา (ภาพที่ 15)



ภาพที่ 14 แบบลูกกลิ้งของต้นแบบเครื่องบีบผลมะขามป้อมหลังปรับปรุง

4.2 โครงเครื่อง ทำจากสแตนเลสฉาก ขนาด 38.1 x 38.1 x 5 มิลลิเมตร มีขนาด ก x ย x ส คือ 720 x 720 x 900 มิลลิเมตร พร้อมมีล้อ ขนาด 76.2 มิลลิเมตร สำหรับการเคลื่อนย้าย

4.3 ชุดถ่ายทอดกำลัง โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 0.746 กิโลวัตต์ (1 แรงม้า) เป็นต้นกำลังขับผ่านเกียร์ทดรอบ อัตราทด 1:10 และส่งผ่านกำลังต่อด้วยด้วยเฟืองโซ่



ภาพที่ 15 แบบเครื่องบีบผลมะขามป้อมหลังปรับปรุง

4. ดำเนินการทดสอบต้นแบบเครื่องบีบผลมะขามป้อมหลังปรับปรุง ที่ความเร็วรอบ 40 รอบต่อนาทีกับกลุ่มเกษตรกรในเขตจังหวัดแพร่ จำนวน 3 ซ้ำๆ ละ 20 กิโลกรัม (ตารางที่ 37) พบว่า เครื่องต้นแบบสามารถทำงาน



มีประสิทธิภาพมากขึ้น มีความสามารถในการปีบ  $250.90 \pm 10.91$  กิโลกรัมต่อชั่วโมง ปีบสมบูรณ์  $95.23 \pm 2.32$  % ปีบแตก  $2.92 \pm 2.84$ % ไม่ปีบ  $1.84 \pm 0.98$ %

ตารางที่ 37 ทดสอบต้นแบบเครื่องปีบผลมะขามป้อมหลังปรับปรุง ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่

| ซ้ำที่ | อัตราการป้อน<br>(kg/hr) | เปอร์เซ็นต์การปีบ |                 |                 |
|--------|-------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|
|        |                         | ปีบสมบูรณ์        | ปีบแตก          | ไม่ปีบ          |
| 1      | 240.00                  | 97.7              | 0.5             | 1.8             |
| 2      | 250.87                  | 94.9              | 2.3             | 2.8             |
| 3      | 261.82                  | 93.1              | 6.0             | 0.9             |
| เฉลี่ย | $250.90 \pm 10.91$      | $95.23 \pm 2.32$  | $2.92 \pm 2.84$ | $1.84 \pm 0.98$ |

หมายเหตุ :  $\pm$  คือ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน



ภาพที่ 16 ทดสอบต้นแบบเครื่องปีบผลมะขามป้อมหลังปรับปรุง

6. ดำเนินการบรรยายและสาธิตการใช้งานเครื่องปีบผลมะขามป้อม ให้กับกลุ่มเกษตรกรและหน่วยงานของรัฐ จำนวน 100 ราย ในโครงการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง “การปลูกมะขามป้อมร่วมกับป่า และการใช้เครื่องมือในการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว” ณ โครงการศูนย์เรียนรู้พัฒนาอมก๋อยตามพระราชดำริ อ.อมก๋อย จ.เชียงใหม่





ภาพที่ 17 โครงการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง “การปลูกมะขามป้อมร่วมกับป่า  
และการใช้เครื่องมือในการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว”

7. วิเคราะห์ความคุ้มค่าในการใช้เครื่องมือที่ออกแบบเปรียบเทียบกับวิธีของเกษตรกร  
การวิเคราะห์หาจุดคุ้มทุนของเครื่องบีบผสมมะขามป้อม ใช้สมการในการคำนวณ ดังนี้

$$Ac = (Fc/A) + (1/Ct) [R\&M+E+L] \dots \dots \dots \text{สมการที่ 1}$$

$$Fc = D + I \dots \dots \dots \text{สมการที่ 2}$$

$$D = (P - S) / N \dots \dots \dots \text{สมการที่ 3}$$

$$I = [(P + S) / 2 \times (r / 100)] \dots \dots \dots \text{สมการที่ 4}$$

โดย D = ค่าเสื่อมราคา (บาท/ปี)

P = ราคาเครื่อง (บาท)

N = อายุการใช้งานของเครื่อง (ปี)

Ac = ต้นทุนการใช้แรงงานคน (บาท/กิโลกรัม)

Fc = ต้นทุนคงที่ (บาท/ปี)

A = ปริมาณการใช้งานในหนึ่งปี (กิโลกรัม)

E = ค่ากระแสไฟฟ้า (บาท/ชั่วโมง)

Ct = ความสามารถในการทำงานของเครื่อง (กิโลกรัม/ชั่วโมง)

I = ดอกเบี้ย (บาท/ปี)

S = มูลค่าซาก (บาท)

$r$  = อัตราดอกเบี้ย (เปอร์เซ็นต์/ปี)

$R\&M$  = ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา (บาท/ชั่วโมง)

$L$  = ค่าแรงคนงาน (บาท/ชั่วโมง)

1. การวิเคราะห์หาจุดคุ้มทุนของเครื่องบีบผสมมะขามป้อม ใช้ข้อมูล ดังต่อไปนี้

ราคาเครื่อง (P) = 45,000 บาท

อายุการใช้งาน (N) = 5 ปี

มูลค่าซาก (S) = 4,500 บาท (คิด 10% ของราคาเครื่อง)

อัตราดอกเบี้ย (r) = 15 %

ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา (R&M)

= 1.2% ของราคาเครื่อง/100 ชั่วโมงทำงาน

=  $(0.012 \times 45,000/100)$

= 5.4 บาท/ชม.

1.1 ค่าไฟฟ้า (E) = (มอเตอร์ 1 HP 0.746 Kw)

=  $0.746 \times 3$

= 2.238 บาท/ชม. (คิดค่าไฟฟ้าหน่วยละ 3 บาท)

1.2 ค่าแรงงาน (L) = 3 คน/วัน

=  $(3 \times 300)/8$

= 112.5 บาท/ชม. (ค่าแรงคนละ 300 บาท ทำงาน 8 ชม./วัน)

ความสามารถในการทำงานของเครื่อง(Ct)

= 250.90 กก./ชม.

1.3 คำนวณค่าเสื่อมราคาจาก สมการที่ 3

$D = (P-S)/N$

=  $(45,000 - 4,500)/5$

= 8,100 บาท/ปี

1.4 คำนวณดอกเบี้ยจาก สมการที่ 4

$$\begin{aligned}
 I &= [(P + S) / 2 \times (r / 100)] \\
 &= [(45,000+4,500)/2 \times (15/100)] \\
 &= 3,713 \text{ บาท/ปี}
 \end{aligned}$$

แทนค่าในสมการที่ 2

$$\begin{aligned}
 F_c &= D + I \\
 &= 8,100 + 3,713 \\
 &= 11,813 \text{ บาท/ปี}
 \end{aligned}$$

แทนค่าต่าง ๆ ในสมการที่ 1

$$\begin{aligned}
 A_c &= (F_c/A) + (1/Ct) [R\&M+E+L] \\
 &= (11,813/A) + (1/250.90) [5.4+2.238+112.5] \\
 A_c &= (11,813/A) + 0.48 \dots \dots \dots \text{สมการที่ 5}
 \end{aligned}$$

## 2. การคำนวณหาต้นทุนการบีบผลมะขามป้อม

ในการศึกษาการบีบผลมะขามป้อมโดยใช้แรงงานคน พบว่า 1 คน สามารถบีบได้เฉลี่ย 13.27 กก./ชม. ถ้าทำงาน 8 ชม./วัน และค่าแรง 300 บาท ต้นทุนการบีบผลมะขามป้อมเมื่อใช้แรงงานคน( $A_c$ )

$$\begin{aligned}
 A_c &= 300/(13.27 \times 8) \\
 &= 2.83 \text{ บาท/กก.}
 \end{aligned}$$

## 3. การคำนวณหาจุดคุ้มทุน

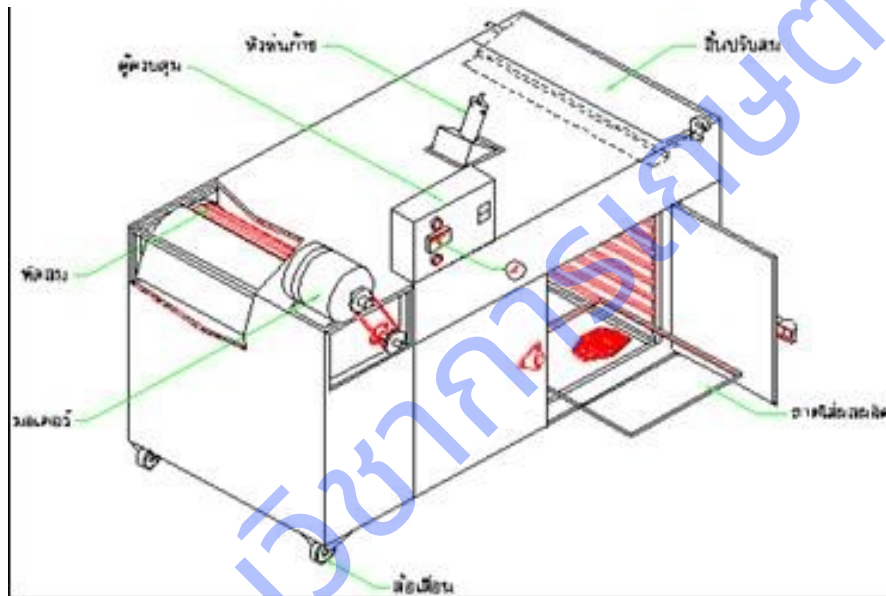
สามารถคำนวณหาได้โดยแทนค่าลงในสมการที่ 5

$$\begin{aligned}
 A_c &= (11,813/A) + 0.48 \\
 \text{แทนค่า } 2.83 &= (11,813/A) + 0.48 \\
 \text{เพราะฉะนั้น } A &= 5,033 \text{ กก./ปี}
 \end{aligned}$$

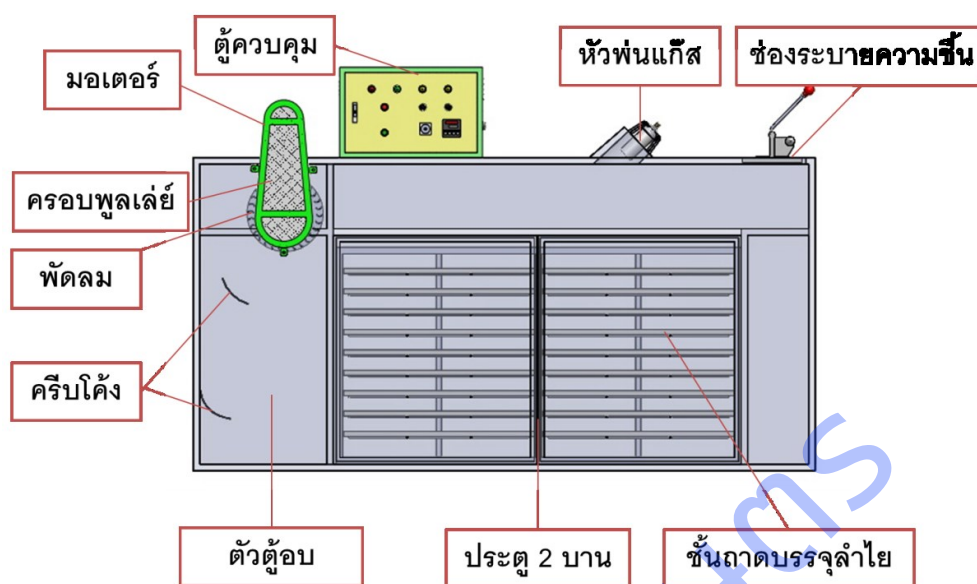
แสดงว่าจุดคุ้มทุนในการใช้เครื่องอยู่ที่ 5,033 กก./ปี ซึ่งเครื่องดังกล่าวมีอายุการใช้งาน 5 ปี มีความสามารถในการทำงาน 250.90 กก./ชม. ซึ่งใน 1 วัน ถ้าทำงาน 8 ชม. จะสามารถทำงานได้ 2,007 กก. ซึ่งถ้ามีผลมะขามป้อมมากพอ เครื่องดังกล่าวทำงาน 2 - 3 วัน ก็คุ้มทุนแล้ว ส่วนที่เหลือเป็นผลกำไรที่ตามมา

## การทดลองที่ 3.2 การพัฒนาเครื่องอบแห้งผลไม้สำหรับอบแห้งมะขามป้อม

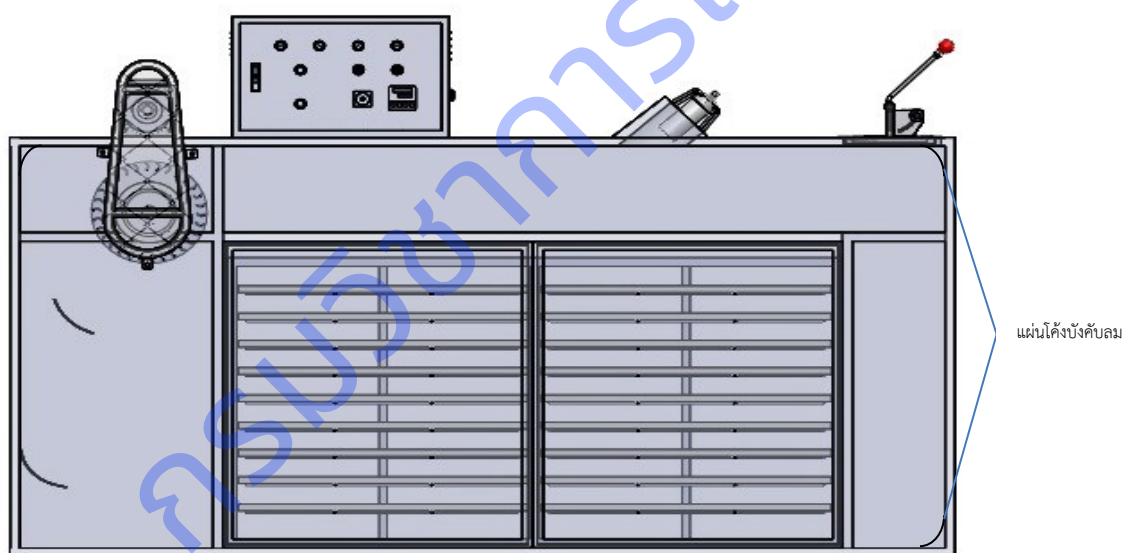
จากเครื่องต้นแบบ (ภาพที่ 18) ได้ทำการปรับปรุงและพัฒนาโดยโครงสร้างทำจากเหล็ก แต่อุปกรณ์ที่อยู่ภายในห้องอบแห้งทำจากสแตนเลส ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า 0.75 กิโลวัตต์ ขับพัดลมซึ่งเป็นแบบไหลตัดแนวแกน (พัดลมโพรงกระรอก กว้าง 30 ซม. ยาว 100 ซม.) ให้กำลังลมแรงที่รอบต่ำความเร็วรอบใบพัด 617 รอบ / นาที เพิ่มขนาดเพลลาพัดลมจากเดิม 1 นิ้ว (มีอาการสั่นเมื่อใช้งานนานๆ) เปลี่ยนเป็น 1 นิ้ว 2 หุนออกแบบภาคใต้ผลผลิตให้มีแข็งแรงทนทาน ทำด้วยสแตนเลส ขนาด 75 X 100 ซม. จำนวน 18 ภาคขนาดตู้อบ 1220 X 2440 X 1220 มม. ชุดจุดก๊าซระบบอัตโนมัติ ใช้คอยล์ และชุดเข็มสปาร์ค สามารถตั้งเวลาการจุดประกายไฟได้ตามต้องการและแสดงอุณหภูมิภายในตู้อมองเห็นได้สะดวก และชัดเจนและมีล้อเลื่อน 4 ล้อติดอยู่ที่ฐานตู้ สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวกและได้ออกแบบเพิ่มครีบอกังด้านหัวและท้ายเครื่องช่วยให้การกระจายลมร้อนได้ดีขึ้น (ดังภาพที่ 19-20)



ภาพที่ 18 ต้นแบบเครื่องอบแห้งมะขามป้อม ที่พัฒนาจากเครื่องของสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม



ภาพที่ 19 แบบเครื่องอบแห้งที่ดำเนินการปรับปรุงและพัฒนา



ภาพที่ 20 แบบเครื่องอบแห้งมะขามป้อมที่เพิ่มครัวโค้งด้านหัวและท้ายเครื่อง ช่วยให้การกระจายลมร้อนได้ดีขึ้น

พัฒนาชุดไฟล่อ ปรับเปลี่ยนจากหัวล่อไฟแก๊สเป็นชุดเชื้อสปราร์คที่ทำงานได้แม่นยำ ช่วยประหยัดแก๊ส และลดปัญหาเขม่าควันจากไฟล่อ นอกจากนี้ยังจัดทำชุดคอนโทรลใหม่ให้ง่ายกับการใช้งาน มีชุดควบคุมอุณหภูมิที่ตัดต่อการทำงานระบบเชื้อเพลิงละเอียดที่ 1 องศาเซลเซียส มีกล่องควบคุมการสปราร์คที่มีเซ็นเซอร์ หยุดสปราร์คเมื่อ

ไฟหัวพ่นติด และจะตัดการทำงานหากสปาร์คเกิน 15 วินาที เมื่อไฟยังไม่ติดซึ่งอาจเกิดจากโซลินอยด์วาล์วมีปัญหา หรือท่อทางแก๊สตัน ดังภาพที่ 21



ภาพที่ 21 ส่วนประกอบต่างๆของชุดหัวล่อไฟเครื่องต้นแบบอบแห้งมะขามป้อม

ชุดโครงถาดจากเดิมเป็นโครงจุดเดี่ยวใส่ถาดสองข้าง ทำให้เคลื่อนย้ายออกยากและไม่แข็งแรง จึงได้แยกชุดโครงออกเป็น 2 ชุด ง่ายต่อการเคลื่อนย้าย และแข็งแรง นอกจากนี้ชุดถาด ชุดโครงวางถาด ฝาบุข้างใน เปลี่ยนเป็นสแตนเลสทั้งหมด

สุดท้ายได้สร้างเครื่องและพัฒนาเครื่องอบผลไม้ให้สามารถอบแห้งมะขามป้อมได้จนสำเร็จและได้ดำเนินการทดสอบการใช้งาน จนสามารถใช้งานได้ดี ดังภาพที่ 22 จากนั้นนำไปทดสอบเครื่องต้นแบบกับกลุ่มเกษตรกรในจังหวัดแพร่



ภาพที่ 22 เครื่องต้นแบบอบแห้งมะขามป้อม



ผลการทดสอบเครื่องอบแห้งมะขามป้อม อบ 1 ครั้งจำนวนถาด 10 ชั้นถาด น้ำหนักของผลมะขามป้อม ถาดละ 7 กิโลกรัม รวม 70 กิโลกรัม ต่อ ครั้ง ใช้เวลาอบแห้ง 6 ชั่วโมง น้ำหนักเหลือ 48 กิโลกรัม สิ้นเปลืองแก๊ส 2.6 กิโลกรัม ค่าไฟฟ้า 4.467 หน่วย (ภาพที่ 23)

สำหรับสภาวะการอบแห้งมะขามป้อมที่เหมาะสมคืออบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง จากน้ำหนักเริ่มต้น 70 กิโลกรัม เหลือน้ำหนักสุดท้าย 48 กิโลกรัม หรือมีสัดส่วน น้ำหนักสด:น้ำหนักแห้ง เท่ากับ 1.46:1



ภาพที่ 23 การทดสอบเครื่องอบแห้ง มะขามป้อม

### การศึกษาชนิดของบรรจุภัณฑ์และสภาวะในการเก็บรักษามะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้ง

ทำการบรรจุเนื้อมะขามป้อมแช่อิ่มในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด บรรจุขนาด 100 กรัม จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25-30 องศาเซลเซียส) และอุณหภูมิห้องเย็น (4-8 องศาเซลเซียส) ทำการสุ่มตัวอย่างทุก 2 เดือน เพื่อวิเคราะห์คุณภาพ วางแผนการทดลองแบบ Split plot โดย Main plot จัดเรียง treatment เป็น RCB จำนวน 5 ซ้ำ กำหนดให้

Main plot คือ ชนิดของบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด (ดังภาพที่ 24) ได้แก่

- ถุงพลาสติกชนิด PP (Polypropylene) (ความหนา 76.2 ไมโครเมตร)
- ถุงสุญญากาศ (ไนลอน/พอลิเอทิลีน, ความหนา 84 ไมโครเมตร) และ
- ถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ (พอลิเอทิลีนเทรฟธาเลท/อะลูมิเนียม/พอลิเอทิลีน, ความหนา 119 ไมโครเมตร)

Sub plot คือ อายุการเก็บรักษา 7 ระดับ คือ 0, 2, 4, 6, 8, 10 และ 12 เดือน ทำการวิเคราะห์คุณภาพ ได้แก่ ความชื้น ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี ค่าสี คุณภาพด้านจุลินทรีย์และทดสอบทางประสาทสัมผัสโดย ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี และคุณภาพด้านจุลินทรีย์ อ้างอิงมาตรฐาน มผช 136/2550

ค่าวอเตอร์แอกทิวิตีไม่เกิน 0.75      Total Plate Count ไม่เกิน  $1 \times 10^5$  cfu/g

Yeast ไม่เกิน  $1 \times 10^4$  cfu/g      Molds ไม่เกิน 500 cfu/g

*Escherichia coli* น้อยกว่า 3 MPN/g

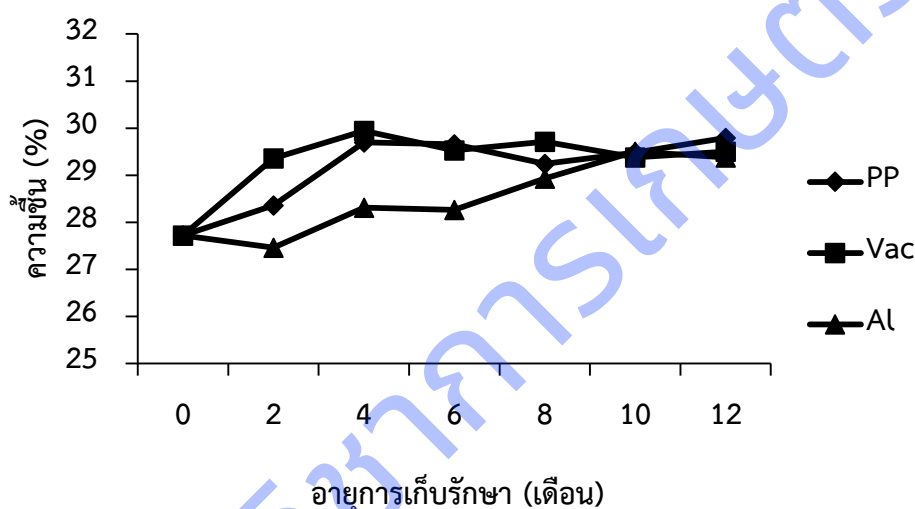


ภาพที่ 24 การบรรจุมะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด ได้แก่ ถุงพลาสติกชนิด PP (PP) ถุงสุญญากาศ (Vac) และถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ (Al)



### คุณภาพของมะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

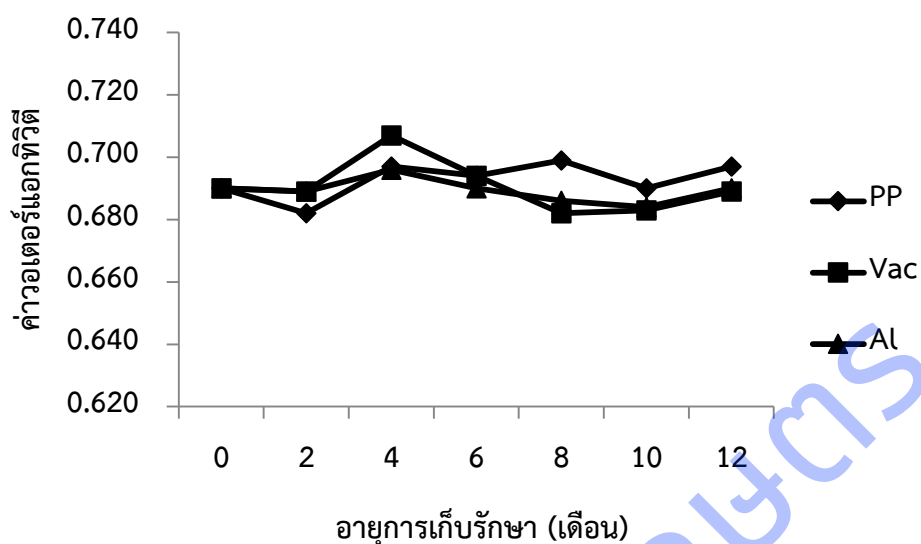
คุณภาพด้านความชื้นของมะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง ที่อายุการเก็บรักษา 0-12 เดือน มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 25) โดยมะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งมีความชื้นเริ่มต้น 27.72% เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 12 เดือน มะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด PP มีความชื้น 29.79% มะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งที่บรรจุในถุงสุญญากาศมีความชื้น 29.50% มะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งที่บรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์มีความชื้น 29.38% โดยมะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด มีค่าความชื้นใกล้เคียงกัน



ภาพที่ 25 ความชื้นของมะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง(PP: ถุงพลาสติกชนิด PP Vac:

ถุง สุญญากาศ และ Al: ถุงอะลูมิเนียมฟอยล์)

คุณภาพด้านค่าวอเตอร์แอกทิวิตีของมะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง ที่อายุการเก็บรักษา 0-12 เดือน มีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย (ภาพที่ 26) โดยมะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งมีค่าวอเตอร์แอกทิวิตีเริ่มต้น 0.690 เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 12 เดือน มะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด PP มีค่าวอเตอร์แอกทิวิตี 0.697 มะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งที่บรรจุในถุงสุญญากาศมีค่าวอเตอร์แอกทิวิตี 0.689 มะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งที่บรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์มีค่าวอเตอร์แอกทิวิตี 0.690 โดยตลอดอายุการเก็บรักษา 12 เดือน มะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด ยังคงมีค่าวอเตอร์แอกทิวิตีอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน



ภาพที่ 26 ค่าแอมพลิจูดของมะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง (PP: ถุงพลาสติกชนิด

PP Vac: ถุงสุญญากาศ และ Al: ถุงอะลูมิเนียมฟอยล์)

คุณภาพด้านจุลินทรีย์ของมะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด ที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 12 เดือน พบว่า มะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งยังคงมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน (ตารางที่ 38) โดยมีปริมาณ Yeast ไม่เกิน  $1 \times 10^4$  cfu/g, Molds ไม่เกิน 500 cfu/g, *Escherichia coli* น้อยกว่า 3 MPN/g และ Total Plate Count ไม่เกิน  $1 \times 10^5$  cfu/g

ตารางที่ 38 คุณภาพด้านจุลินทรีย์ของมะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง

| คุณภาพจุลินทรีย์ | ชนิดบรรจุภัณฑ์ | อายุการเก็บรักษา (เดือน) |
|------------------|----------------|--------------------------|
|------------------|----------------|--------------------------|

|                                    |        | 0   | 2   | 4   | 6   | 8   | 10  | 12  |
|------------------------------------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Yeast (CFU/g)                      | ถุง PP | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
|                                    | ถุงVac | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
|                                    | ถุง AL | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Molds (CFU /g)                     | ถุง PP | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
|                                    | ถุงVac | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
|                                    | ถุง AL | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| <i>Escherichia coli</i><br>(MPN/g) | ถุง PP | <3  | <3  | <3  | <3  | <3  | <3  | <3  |
|                                    | ถุงVac | <3  | <3  | <3  | <3  | <3  | <3  | <3  |
|                                    | ถุง AL | <3  | <3  | <3  | <3  | <3  | <3  | <3  |
| Total Plate Count<br>(CFU /g)      | ถุง PP | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
|                                    | ถุงVac | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
|                                    | ถุง AL | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |

คุณภาพด้านสีของมะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง พบว่าเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลาเวลานานขึ้น ค่าสี L\*a\* และ b\* มีค่าลดลง (ตารางที่ 39) และสังเกตเห็นได้ว่ามะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งจะมีสีเข้มขึ้น (ภาพที่ 27) จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ชนิดบรรจุภัณฑ์ไม่มีผลต่อค่าสี L\*a\* และ b\* แต่ระยะเวลาการเก็บรักษามีผลต่อค่าสี L\*a\* และ b\* และไม่พบปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาและชนิดบรรจุภัณฑ์ การเปลี่ยนแปลงของค่าสี L\* พบว่า เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 2 4 และ 6 เดือน มะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งมีค่าสี L\* ลดลงแตกต่างกัน ( $\leq 0.05$ ) และแตกต่างจากเริ่มต้น (0 เดือน) ในขณะที่การเก็บรักษาที่ระยะเวลา 8 10 และ 12 เดือน มีค่าสี L\* ไม่แตกต่างกับการเก็บรักษาที่ระยะเวลา 6 เดือน การเปลี่ยนแปลงของค่าสี a\* พบว่า เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 2 4 6 และ 8 เดือน มะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งมีค่าสี a\* ไม่แตกต่างกัน ( $> 0.05$ ) แต่แตกต่างจากเริ่มต้น (0 เดือน) การเปลี่ยนแปลงของค่าสี b\* พบว่า เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 2 เดือน มะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งมีค่าสี b\* ลดลง แตกต่างจากเริ่มต้น (0 เดือน) และการเก็บรักษาที่ระยะเวลา 6 8 10 และ 12 เดือน มะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งมีค่าสี b\* แตกต่างกัน ดังตารางที่ 51 และภาพที่ 29

ตารางที่ 39 ค่าสี L\* a\* b\*ของมะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

| อายุการเก็บ<br>รักษา<br>(เดือน) | ค่าสี L* |       |       |           | ค่าสี a* |      |      |           | ค่าสี b* |       |       |           |
|---------------------------------|----------|-------|-------|-----------|----------|------|------|-----------|----------|-------|-------|-----------|
|                                 | PP       | Vac   | Al    | ค่าเฉลี่ย | PP       | Vac  | Al   | ค่าเฉลี่ย | PP       | Vac   | Al    | ค่าเฉลี่ย |
| 0                               | 44.95    | 44.95 | 44.95 | 44.95a    | 3.50     | 3.28 | 3.43 | 3.41a     | 6.32     | 6.32  | 6.32  | 6.32a     |
| 2                               | 43.33    | 42.47 | 43.96 | 43.25b    | 2.94     | 3.27 | 3.00 | 3.07b     | 5.71     | 5.67  | 5.39  | 5.59b     |
| 4                               | 38.34    | 38.71 | 37.83 | 38.29c    | 3.06     | 3.06 | 3.06 | 3.05b     | -0.02    | 0.38  | 0.76  | 0.37c     |
| 6                               | 36.65    | 36.85 | 37.36 | 36.95d    | 3.05     | 3.24 | 2.84 | 3.04b     | 0.72     | -0.46 | 0.41  | 0.22c     |
| 8                               | 36.60    | 36.73 | 37.24 | 36.86d    | 2.82     | 2.87 | 2.81 | 2.83b     | -0.68    | -0.72 | -0.33 | -0.58d    |
| 10                              | 37.06    | 36.94 | 37.08 | 37.03d    | 2.29     | 2.31 | 2.36 | 2.32c     | -1.74    | -1.63 | -1.30 | -1.55e    |
| 12                              | 37.04    | 37.70 | 37.62 | 37.58d    | 2.54     | 2.51 | 2.52 | 2.52c     | -3.67    | -2.73 | -3.12 | -3.17f    |
| ค่าเฉลี่ย 12เดือน               | 39.14    | 39.22 | 39.46 | 39.27     | 2.88     | 2.93 | 2.86 | 2.89      | 0.95     | 0.98  | 1.16  | 1.03      |

หมายเหตุตัวอักษรที่ต่างกันในกลุ่มนี้หมายถึงมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ 95% โดยวิธี DMRT

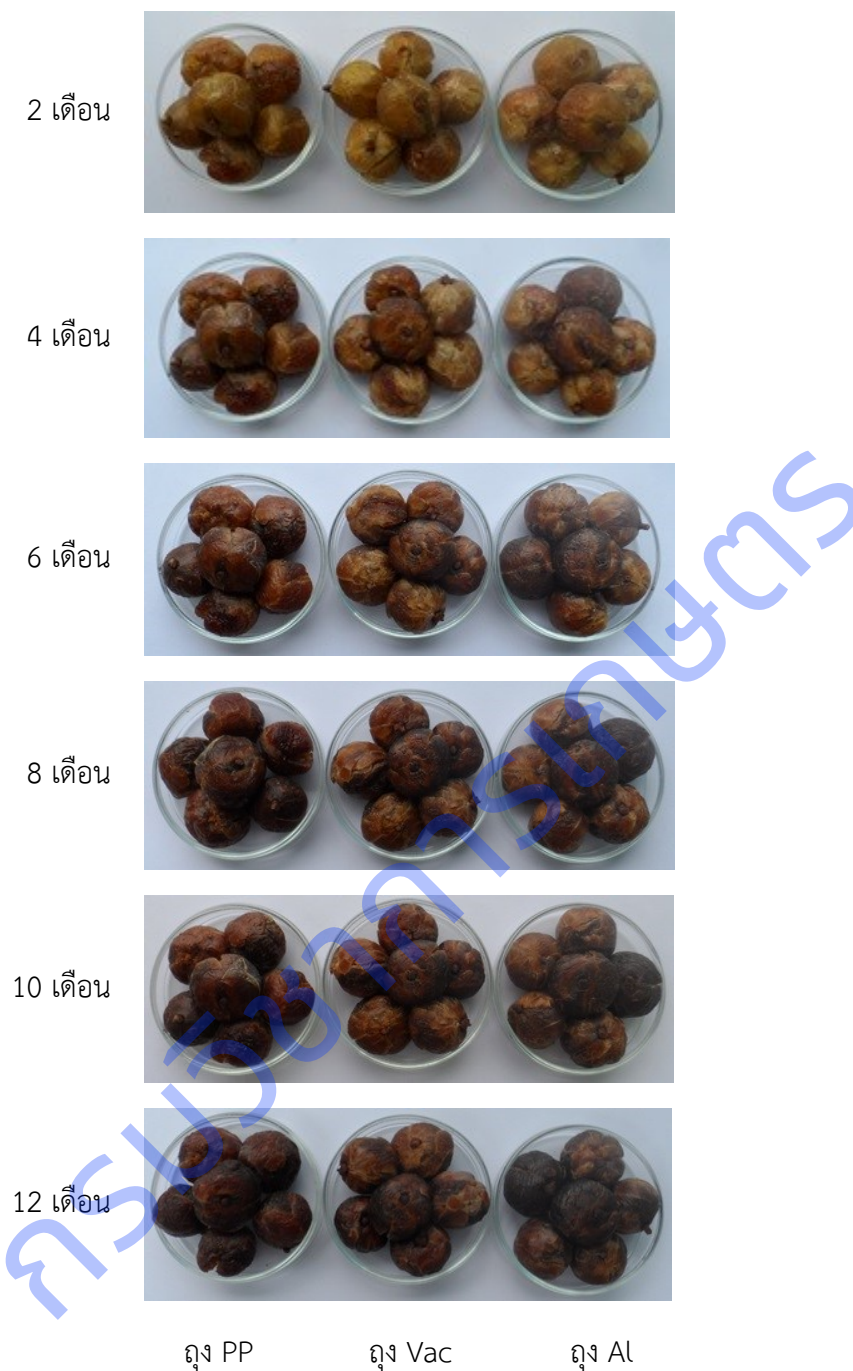
ค่าสี L\* แสดงความสว่าง (0-100)

a\* แสดงสีแดง (+a\*) - เขียว (-a\*)

b\* แสดงสีเหลือง (+b\*) - น้ำเงิน (-b\*)

0 เดือน





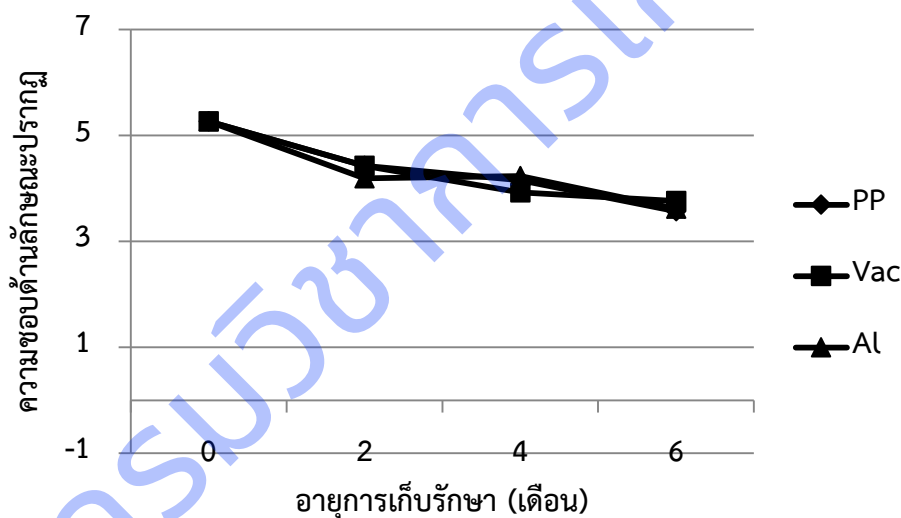
ภาพที่ 27 มะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ที่อายุการเก็บรักษา 0-12 เดือน

(PP: ถุงพลาสติกชนิด PolypropyleneVac:ถุงสุญญากาศ และ Al: ถุงอะลูมิเนียมฟอยล์)

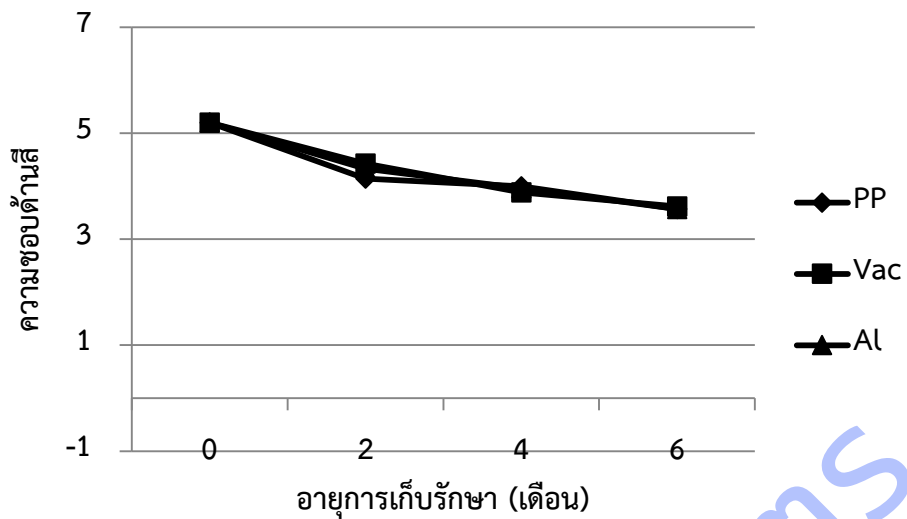
การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสจากผู้บริโภคจำนวน 30 คน โดยการใช้การทดสอบแบบ hedonic scale (7-point hedonic) ทดสอบการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ (appearance) สี (color) กลิ่น (flavor)

รสชาติ (taste) เนื้อสัมผัส (texture) และความชอบโดยรวม (overall) พบว่า มะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคลดลงเมื่ออายุการเก็บรักษานานขึ้น (ภาพที่ 33) การเก็บรักษามะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 4 เดือน ยังมีคะแนนการยอมรับในทุกด้านมากกว่า 4 (คะแนน 4 = เฉยๆ) โดยมีคะแนนการยอมรับด้านความชอบโดยรวมอยู่ในช่วง 4.46-4.81 แต่เมื่อเก็บรักษาเนื้อมะขามป้อมต่อเป็นระยะเวลา 6 เดือน พบว่า มะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด มีคะแนนการยอมรับในทุกด้านน้อยกว่า 4 คือ อยู่ในช่วง 3.43-3.95 ซึ่งเป็นระดับคะแนนไม่ชอบเล็กน้อย แสดงว่าผลิตภัณฑ์ไม่เป็นที่ต้องการสำหรับผู้บริโภค

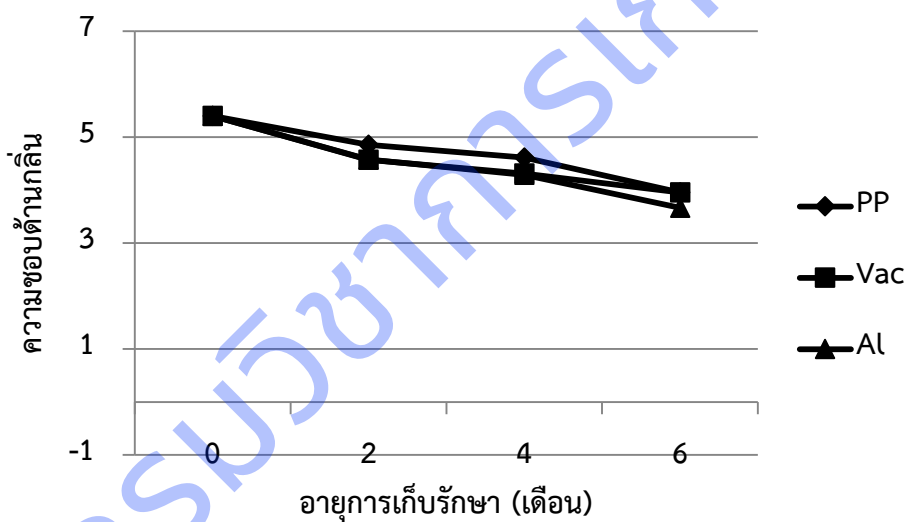
จากการทดลองพบว่า การเก็บรักษามะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งที่อุณหภูมิห้อง สามารถเก็บรักษาได้ไม่เกิน 4 เดือน โดยที่มะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งยังคงมีค่าวอเตอร์แอคทิวิตีและคุณภาพจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ประกอบกับคุณภาพด้านการยอมรับทางประสาทสัมผัสของมะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้ง ที่อายุการเก็บรักษา 4 เดือน มีคะแนนการยอมรับด้านความชอบโดยรวมมากกว่า 4 ดังภาพที่ 28-32



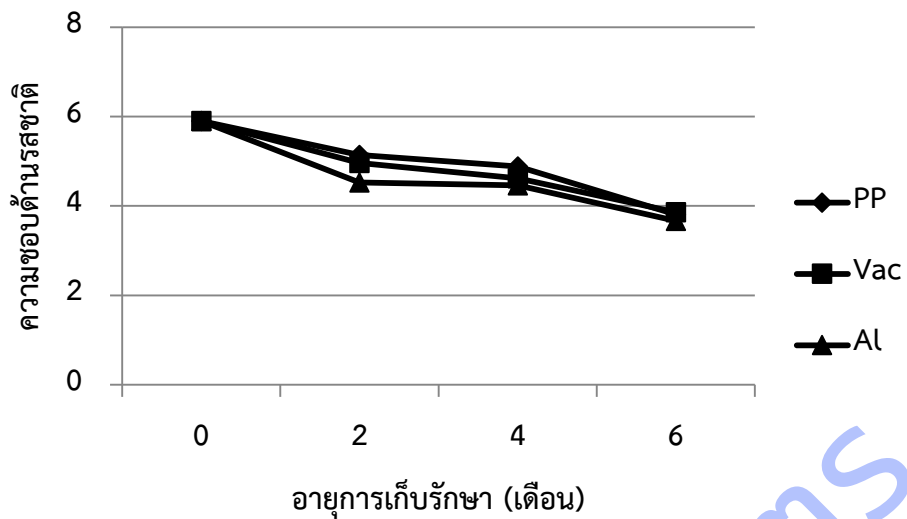
ภาพที่ 28 ผลการทดสอบการยอมรับด้านลักษณะปรากฏของเนื้อมะขามป้อมอบแห้งที่เก็บในอุณหภูมิห้อง



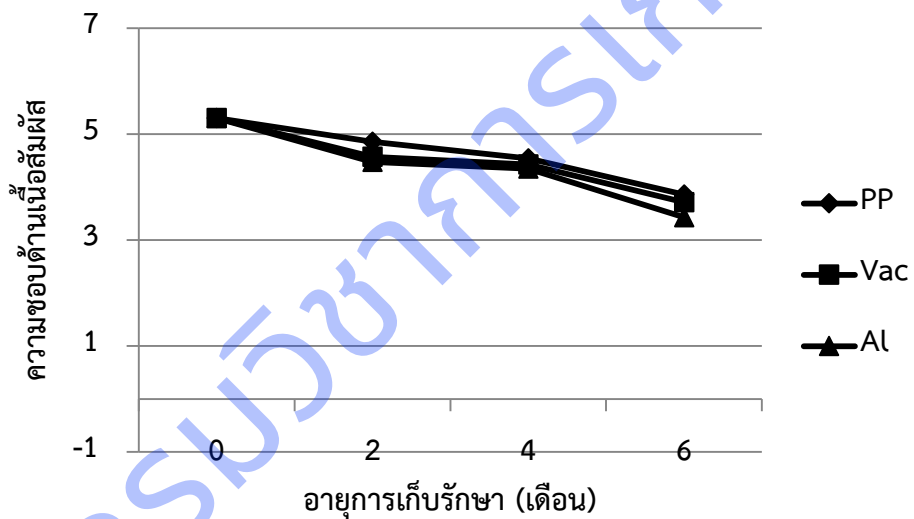
ภาพที่ 29 ผลการทดสอบความชอบด้านสีของเนื้อมะขามป้อมอบแห้งที่เก็บในอุณหภูมิห้อง



ภาพที่ 30 ผลการทดสอบความชอบด้านกลิ่นของเนื้อมะขามป้อมอบแห้งที่เก็บในอุณหภูมิห้อง

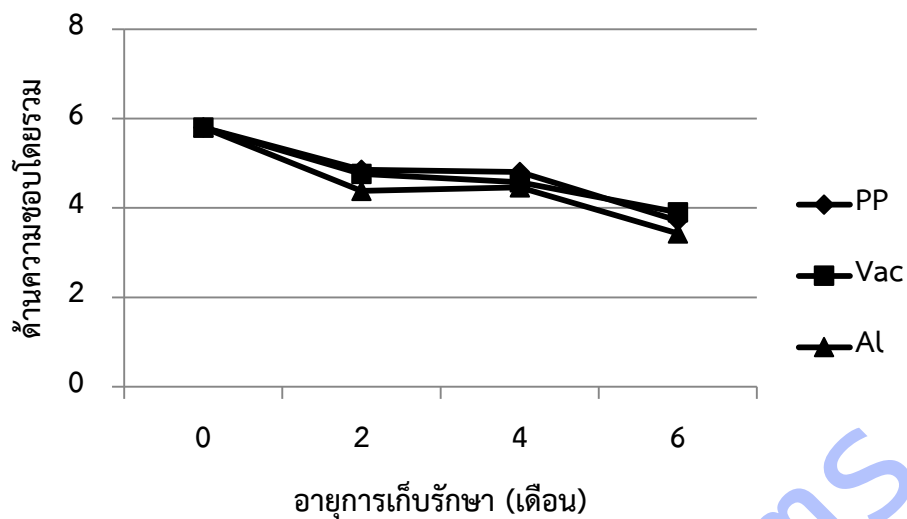


ภาพที่ 31 ผลการทดสอบความชอบด้านรสชาติของเนื้อมะขามป้อมอบแห้งที่เก็บในอุณหภูมิห้อง



ภาพที่ 32 ผลการทดสอบความชอบด้านเนื้อสัมผัสของเนื้อมะขามป้อมอบแห้งที่เก็บในอุณหภูมิห้อง

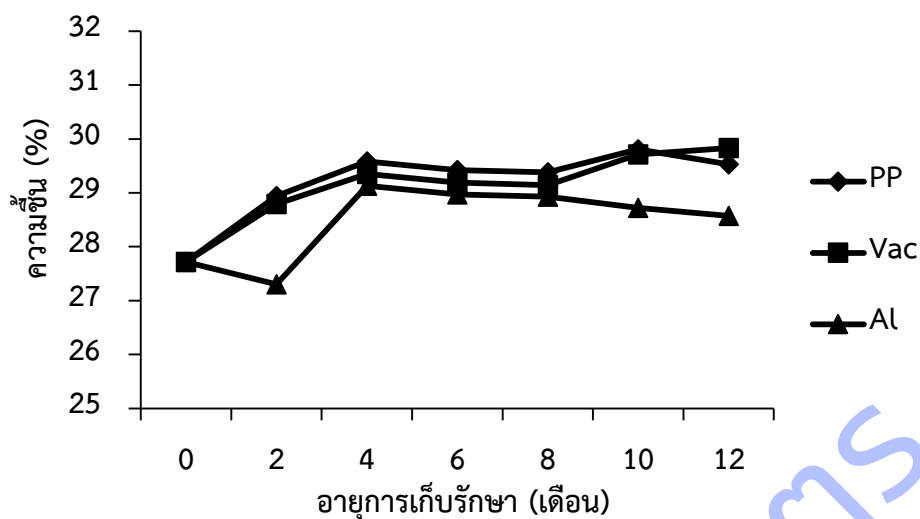




ภาพที่ 33 ผลการทดสอบความชอบด้านความชอบโดยรวมของเนื้อมะขามป้อมอบแห้งที่เก็บในอุณหภูมิห้อง

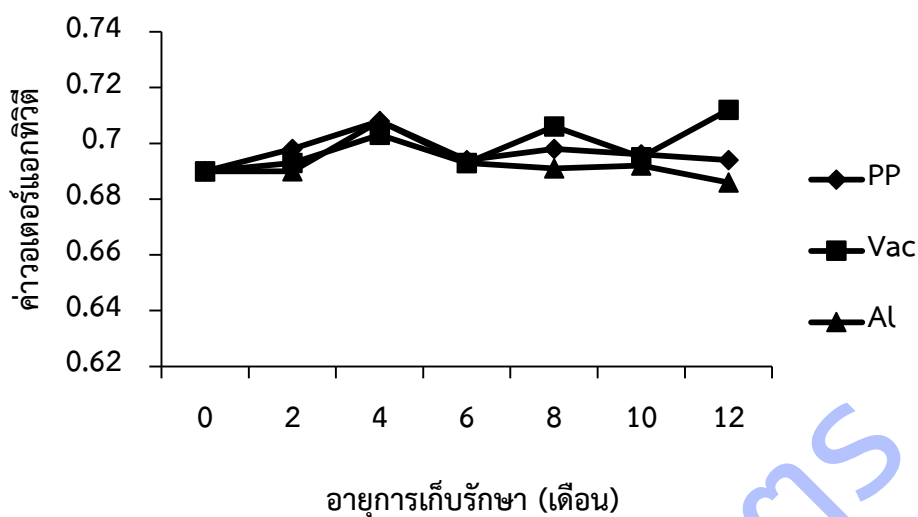
#### คุณภาพของมะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเย็น

คุณภาพด้านความชื้นของมะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้องเย็น ที่อายุการเก็บรักษา 0-12 เดือน มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 34) โดยมะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งมีความชื้นเริ่มต้น 27.72 % เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 12 เดือน มะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด PP มีความชื้น 29.53% มะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งที่บรรจุในถุงสุญญากาศมีความชื้น 29.83% มะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งที่บรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์มีความชื้น 28.57%



ภาพที่ 34 ความชื้นของมะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้องเย็น(PP: ถุงพลาสติกชนิด PP Vac:ถุงสุญญากาศและAl: ถุงอะลูมิเนียมฟอยล์)

คุณภาพด้านค่าวอเตอร์แอกทิวิตีของมะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้องเย็นที่อายุการเก็บรักษา 0-12 เดือน มีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย (ภาพที่ 35) โดยมะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งมีค่าวอเตอร์แอกทิวิตีเริ่มต้น 0.690 เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 12 เดือน มะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด PP มีค่าวอเตอร์แอกทิวิตี 0.694 มะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งที่บรรจุในถุงสุญญากาศมีค่าวอเตอร์แอกทิวิตี 0.712 มะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งที่บรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์มีค่าวอเตอร์แอกทิวิตี 0.686 โดยตลอดอายุการเก็บรักษา 12 เดือน มะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด ยังคงมีค่าวอเตอร์แอกทิวิตีอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน



ภาพที่ 35 ค่าอเตอรแอกทิวิตีของมะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้องเย็น (PP: ถุงพลาสติกชนิด PPVac:ถุงสุญญากาศและAl: ถุงอะลูมิเนียมฟอยล์)

คุณภาพด้านจุลินทรีย์ของมะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด ที่เก็บในรักษาในอุณหภูมิห้องเย็น เป็นระยะเวลา 12 เดือน พบว่า มะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งยังคงมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน (ตารางที่ 40) โดยมีปริมาณ Yeast ไม่เกิน  $1 \times 10^4$  cfu/g, Molds ไม่เกิน 500 cfu/g, *Escherichia coli* น้อยกว่า 3 MPN/g และ Total Plate Count ไม่เกิน  $1 \times 10^5$  cfu/g

ตารางที่ 40 คุณภาพด้านจุลินทรีย์ของมะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้องเย็น

| คุณภาพจุลินทรีย์                   | ชนิดบรรจุภัณฑ์ | อายุการเก็บรักษา (เดือน) |     |     |     |     |     |     |
|------------------------------------|----------------|--------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                                    |                | 0                        | 2   | 4   | 6   | 8   | 10  | 12  |
| Yeast (CFU/g)                      | ถุง PP         | <10                      | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
|                                    | ถุง Vac        | <10                      | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
|                                    | ถุง AL         | <10                      | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Molds (CFU /g)                     | ถุง PP         | <10                      | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
|                                    | ถุง Vac        | <10                      | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
|                                    | ถุง AL         | <10                      | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| <i>Escherichia coli</i><br>(MPN/g) | ถุง PP         | <3                       | <3  | <3  | <3  | <3  | <3  | <3  |
|                                    | ถุง Vac        | <3                       | <3  | <3  | <3  | <3  | <3  | <3  |
|                                    | ถุง AL         | <3                       | <3  | <3  | <3  | <3  | <3  | <3  |
| Total Plate Count<br>(CFU /g)      | ถุง PP         | <10                      | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
|                                    | ถุง Vac        | <10                      | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
|                                    | ถุง AL         | <10                      | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |

คุณภาพด้านสีของมะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง พบว่า เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา นานขึ้น ค่าสี  $L^*a^*$  และ  $b^*$  มีค่าลดลง (ตารางที่ 41 และ ภาพที่ 36) จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ชนิดบรรจุภัณฑ์ไม่มีผลต่อค่าสี  $L^*a^*$  และ  $b^*$  แต่ระยะเวลาการเก็บรักษามีผลต่อค่าสี  $L^*a^*$  และ  $b^*$  และไม่พบปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาและชนิดบรรจุภัณฑ์ การเปลี่ยนแปลงของค่าสี  $L^*$  พบว่า เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 2 เดือน มะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งมีค่าสี  $L^*$  ลดลงแตกต่าง ( $\leq 0.05$ ) จากเริ่มต้น (0 เดือน) ในขณะที่การเก็บรักษาที่ระยะเวลา 4 เดือน มะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งมีค่าสี  $L^*$  ไม่แตกต่างกับที่อายุการเก็บรักษา 2 เดือน การเก็บรักษาที่ระยะเวลา 6 8 และ 10 เดือน มะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งมีค่าสี  $L^*$  ไม่แตกต่างกัน การเปลี่ยนแปลงของค่าสี  $a^*$  พบว่า มะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 2 เดือน มีค่าสี  $a^*$  ลดลงแต่ไม่แตกต่างจากเริ่มต้น (0 เดือน) ในขณะที่มะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 2 4 และ 6 เดือน มีค่าสี  $a^*$  ไม่แตกต่างกัน การเปลี่ยนแปลงของค่าสี  $b^*$  พบว่า มะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 2 เดือน มีค่าสี  $b^*$  ลดลง

แต่ไม่แตกต่างจากเริ่มต้น (0 เดือน) ในขณะที่มะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 4 และ 6 เดือน มีค่าสี  $a^*$  ไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างจากเริ่มต้น (0 เดือน)

ตารางที่ 41 ค่าสี  $L^*$   $a^*$   $b^*$  ของมะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเย็น

| อายุการเก็บ<br>รักษา<br>(เดือน) | ค่าสี $L^*$ |       |       |           | ค่าสี $a^*$ |      |      |           | ค่าสี $b^*$ |       |       |           |
|---------------------------------|-------------|-------|-------|-----------|-------------|------|------|-----------|-------------|-------|-------|-----------|
|                                 | PP          | Vac   | AL    | ค่าเฉลี่ย | PP          | Vac  | AL   | ค่าเฉลี่ย | PP          | Vac   | AL    | ค่าเฉลี่ย |
| 0                               | 44.95       | 44.95 | 44.95 | 44.95a    | 3.06        | 3.06 | 3.06 | 3.05a     | 6.32        | 6.32  | 6.32  | 6.32a     |
| 2                               | 43.95       | 43.49 | 44.46 | 43.97b    | 2.74        | 2.72 | 2.93 | 2.80ab    | 5.78        | 5.27  | 6.17  | 5.74a     |
| 4                               | 38.46       | 38.42 | 38.59 | 43.49b    | 2.69        | 2.52 | 2.84 | 2.68b     | 1.81        | 1.31  | 1.44  | 1.52b     |
| 6                               | 38.40       | 37.83 | 38.37 | 42.20c    | 2.80        | 2.71 | 2.61 | 2.71b     | 0.98        | 1.05  | 1.08  | 1.04b     |
| 8                               | 38.36       | 38.68 | 38.26 | 41.43c    | 2.30        | 2.32 | 2.10 | 2.24c     | 0.11        | 0.48  | 0.04  | 0.21c     |
| 10                              | 39.08       | 39.85 | 39.40 | 41.38c    | 2.20        | 2.24 | 2.08 | 2.17cd    | 5.40        | 5.18  | 2.98  | 0.18c     |
| 12                              | 39.36       | 40.20 | 40.89 | 40.15d    | 1.91        | 1.97 | 1.84 | 1.91d     | -1.85       | -1.09 | -0.65 | -1.20d    |
| ค่าเฉลี่ย 12 เดือน              | 42.37       | 42.49 | 42.67 | 42.51     | 2.53        | 2.51 | 2.49 | 2.51      | 1.94        | 1.93  | 2.05  | 1.97      |

หมายเหตุตัวอักษรที่ต่างกันในกลุ่มนี้หมายถึงมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ 95% โดยวิธี DMRT

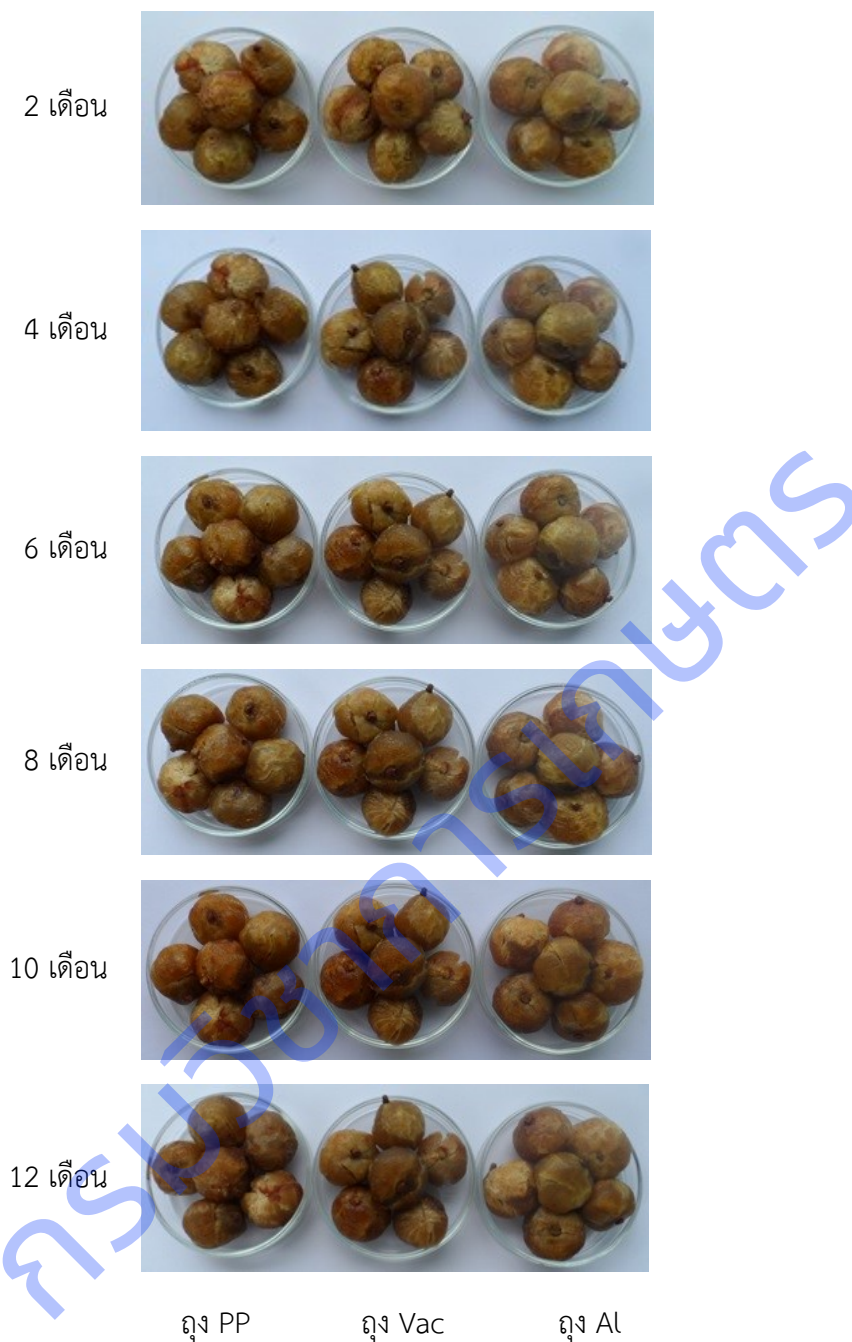
ค่าสี  $L^*$  แสดงความสว่าง (0-100)

$a^*$  แสดงสีแดง ( $+a^*$ ) - เขียว ( $-a^*$ )

$b^*$  แสดงสีเหลือง ( $+b^*$ ) - น้ำเงิน ( $-b^*$ )

0 เดือน





ภาพที่ 36 มะขามป้อมแช่อิ่มมอบแห้งเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเย็น ที่อายุการเก็บรักษา 0-12 เดือน

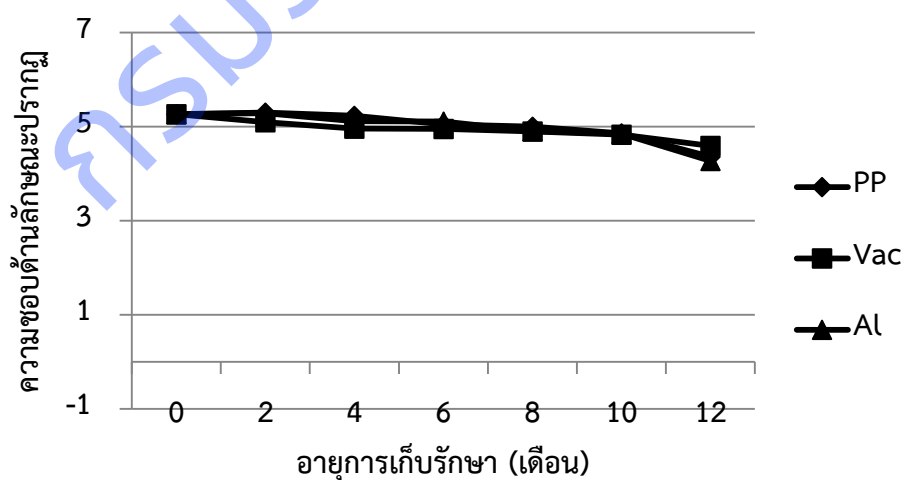
(PP: ถุงพลาสติกชนิด PolypropyleneVac:ถุงสุญญากาศและAl: ถุงอะลูมิเนียมฟอยล์)

การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสจากผู้บริโภคจำนวน 30 คน โดยการใช้การทดสอบแบบ hedonic scale (7-point hedonic) ทดสอบการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ (appearance) สี (color) กลิ่น (flavor) รสชาติ (taste) เนื้อสัมผัส (texture) และความชอบโดยรวม (overall) พบว่า มะขามป้อมแช่อิ่มมอบแห้งที่เก็บ

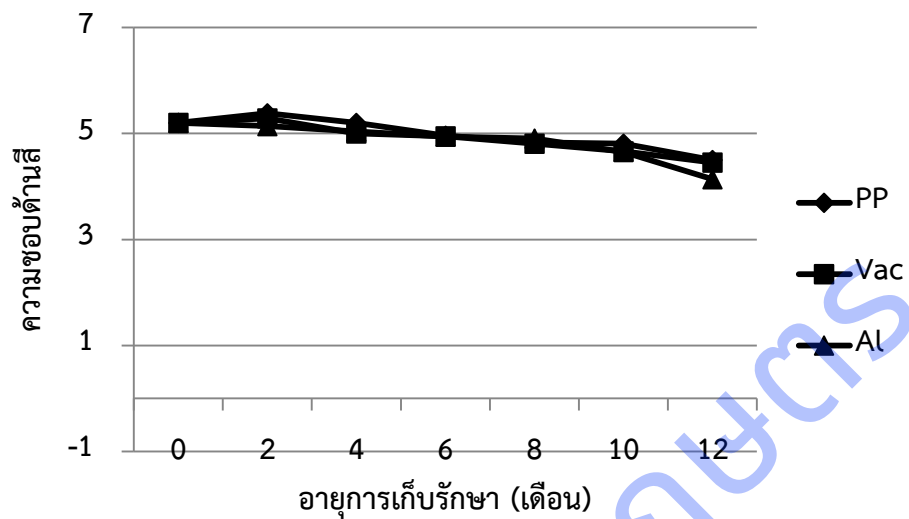
รักษาที่อุณหภูมิห้อง มีคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคลดลงเมื่ออายุการเก็บรักษานานขึ้น (ภาพที่ 42) การเก็บรักษามะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งเป็นระยะเวลา 12 เดือน มีคะแนนการยอมรับในทุกด้านมากกว่า 4 (คะแนน 4 = เฉยๆ) โดยมีคะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏอยู่ในช่วง 4.27-4.59 ด้านสีอยู่ในช่วง 4.14-4.50 ด้านกลิ่นอยู่ในช่วง 4.29-4.45 ด้านรสชาติอยู่ในช่วง 4.27-4.52 ด้านเนื้อสัมผัสอยู่ในช่วง 4.27-4.48 และด้านความชอบโดยรวมอยู่ในช่วง 4.32-4.71

จากการทดลองพบว่า การเก็บรักษามะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งที่อุณหภูมิห้องเย็นสามารถเก็บรักษาได้เป็นระยะเวลา 12 เดือน เนื่องจากการเก็บรักษาที่ระยะเวลา 12 เดือน มะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งมีค่าวอเตอร์แอกทิวิตีและคุณภาพจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ประกอบกับคุณภาพด้านการยอมรับทางประสาทสัมผัสของมะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งที่อายุการเก็บรักษา 12 เดือน มีคะแนนการยอมรับทุกด้านมากกว่า 4 ดังภาพที่ 37-41

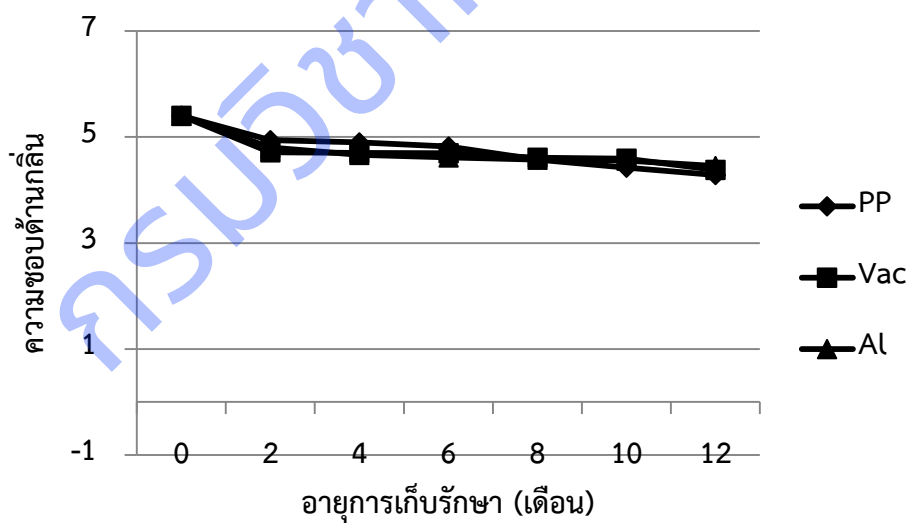
ดังนั้น จากการตรวจสอบคุณภาพของมะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้องพบว่า สามารถเก็บโดยบรรจุในถุงพลาสติกชนิด PP ถุงสุญญากาศ และถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ได้ไม่เกิน 4 เดือน แต่ถ้าเก็บมะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งในห้องเย็นสามารถเก็บรักษาได้เป็นระยะเวลา 12 เดือน โดยที่มะขามป้อมในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด มีค่าความชื้นใกล้เคียงกัน และยังคงมีค่าวอเตอร์แอกทิวิตี คุณภาพด้านจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน เมื่อพิจารณาต้นทุนของบรรจุภัณฑ์ ถุงพลาสติกชนิด PP มีราคาต่ำสุด การเลือกใช้ถุงพลาสติกชนิด PP จะสามารถช่วยลดต้นทุนการผลิตได้ นอกจากนี้ การเก็บมะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งในอุณหภูมิห้องเย็นจะสามารถช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านสีของผลิตภัณฑ์ สังเกตได้จากสีของมะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งที่เก็บรักษาในห้องเย็นจะมีการเปลี่ยนแปลงสีน้อยกว่ามะขามป้อมแช่อิ่มอบแห้งที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง



ภาพที่ 37 ผลการทดสอบความชอบด้านลักษณะปรากฏของเนื้อมะขามป้อมอบแห้งที่เก็บในอุณหภูมิห้องเย็น

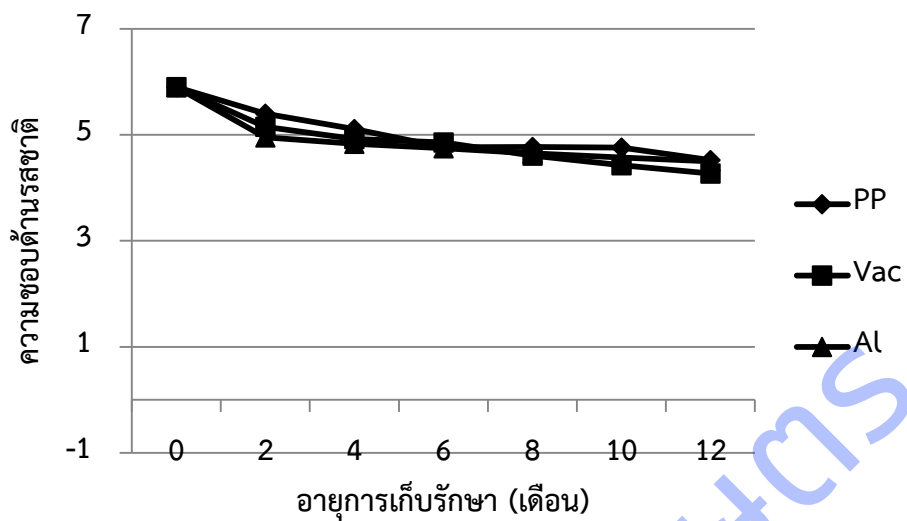


ภาพที่ 38 ผลการทดสอบความชอบด้านสีของเนื้อมะขามป้อมอบแห้งที่เก็บในอุณหภูมิห้องเย็น

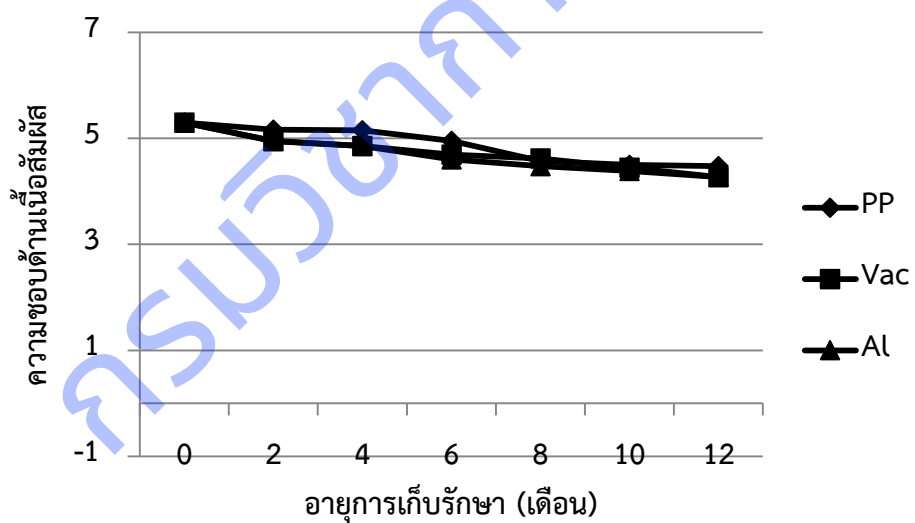


ภาพที่ 39 ผลการทดสอบความชอบด้านกลิ่นของเนื้อมะขามป้อมอบแห้งที่เก็บในอุณหภูมิห้องเย็น

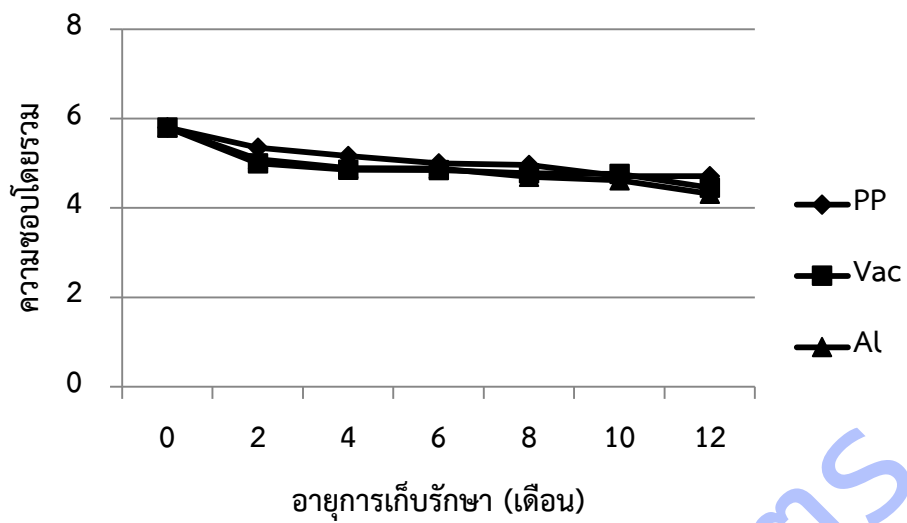




ภาพที่ 40 ผลการทดสอบความชอบด้านรสชาติของเนื้อมะขามป้อมอบแห้งที่เก็บในอุณหภูมิห้องเย็น



ภาพที่ 41 ผลการทดสอบความชอบด้านเนื้อสัมผัสของเนื้อมะขามป้อมอบแห้งที่เก็บในอุณหภูมิห้องเย็น



ภาพที่ 42 ผลการทดสอบความชอบโดยรวมของเนื้อมะขามป้อมอบแห้งที่เก็บในอุณหภูมิห้องเย็น

กรมวิชาการเกษตร

## กิจกรรมที่ 4 การทดสอบเทคโนโลยีการผลิตและแปรรูปมะขามป้อม

### การทดลองที่ 4.1 การทดสอบเทคโนโลยีการผลิตและแปรรูปมะขามป้อมแบบเกษตรกรมีส่วนร่วม

จากการวิเคราะห์พื้นที่ในแหล่งปลูกมะขามป้อมในจังหวัดแพร่ พบประเด็นปัญหาของเกษตรกร คือ ขาดต้นพันธุ์มะขามป้อมพันธุ์ดี ที่พบปลูกในพื้นที่เป็นมะขามป้อมพันธุ์พื้นเมืองได้จากการเพาะเมล็ด ใช้เวลานานกว่า 10 ปี จะให้ผลผลิต และขาดเครื่องมือแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่าผลผลิต จึงดำเนินการทดสอบเทคโนโลยีในแปลงเกษตรกรในจังหวัดแพร่ จำนวน 10 ราย

**ด้านพันธุ์** มีเกษตรกรร่วมทดสอบเทคโนโลยี จำนวน 10 ราย ดังนี้

- |                             |  |
|-----------------------------|--|
| 1. นายสุกิติ นาคสกุล        | 61 ม.6 ต.วังหงส์ อ.เมือง จ.แพร่          |
| 2. นายเรืองเดช สิ้นจูงศ์    | 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. นางปริยารัตน์ เจริญยิ่ง | 124/1ม.8 ต.เวียงทอง อ.สูงเม่น จ.แพร่     |

แปลงกรรมวิธีทดสอบ ปลูกมะขามป้อมพันธุ์ พร. 01 (ต้นกล้าจากการเสียบยอด)

แปลงกรรมวิธีเกษตรกรปลูกมะขามป้อมพันธุ์พื้นเมืองจากการเพาะเมล็ด

ในปี 2562 แปลงกรรมวิธีทดสอบ ปลูกมะขามป้อมพันธุ์ 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 15-15-15 อัตรา 200 กรัมต่อต้น ใช้วิธีหว่านปุ๋ยใต้ชายพุ่มต้น มะขามป้อมแตกใบใหม่สร้างพุ่มต้นเพิ่มมากขึ้น

แปลงกรรมวิธีเกษตรกรปลูกมะขามป้อมพันธุ์พื้นเมืองจากการเพาะเมล็ดระยะปลูก 6x6 เมตร ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ต้นละ 2 กิโลกรัม ใส่ปุ๋ยเคมี 15-15-15 อัตรา 200 กรัมต่อต้นและกำจัดวัชพืช

บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของมะขามป้อม อายุ 2 ปี ในเดือนกรกฎาคม 2562 พบว่า ต้นมะขามป้อมกรรมวิธีทดสอบ (พันธุ์ พร.01) มีความสูงเฉลี่ย 213.89 ซม. มากกว่ากรรมวิธีเกษตรกร (พันธุ์พื้นเมือง) มีความสูงเฉลี่ย 169.21 ซม. ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 42) ส่วนความกว้างทรงพุ่มและเส้นรอบวงลำต้นของมะขามป้อมทั้ง 2 กรรมวิธี ไม่มีความแตกต่างกัน (ตารางที่ 43 และตารางที่ 44)

**ตารางที่ 42** ความสูง (ซม.) ของมะขามป้อมที่ทดสอบในแปลงเกษตรกรอายุ 2 ปี (กรกฎาคม 2562)

| เกษตรกร                    | วิธีทดสอบ<br>(พันธุ์ พร.01) | วิธีเกษตรกร<br>(พันธุ์พื้นเมือง) | ผลต่าง    |
|----------------------------|-----------------------------|----------------------------------|-----------|
| 1.นายสุกิติ นาคสกุล        | 238.63                      | 226.25                           | 12.38     |
| 2.นายเรืองเดช สินธุ์วงศ์   | 115.38                      | 103.38                           | 12.00     |
| 3.นายต้นกวางपालะ           | 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 นวลอุบล        | 121.13                      | 104.50                           | 16.63     |
| 7. นายชน ปันตุน            | 205.50                      | 167.13                           | 38.37     |
| 8. นายศรีโรจน์ หาป่อง      | 123.50                      | 106.00                           | 17.50     |
| 9. นายสมยศ สุริยะสุข       | 296.25                      | 185.00                           | 111.25    |
| 10.นางปรียารัตน์ เจริญยิ่ง | 236.88                      | 211.63                           | 25.25     |
| <b>เฉลี่ย</b>              | <b>213.89</b>               | <b>169.21</b>                    | <b>**</b> |

ผลต่าง = วิธีทดสอบ - วิธีเกษตรกร

ns = ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

\* = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

\*\* = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

**ตารางที่ 43** ความกว้างทรงพุ่ม (ซม.) ของมะขามป้อมที่ทดสอบในแปลงเกษตรกรอายุ 2 ปี (กรกฎาคม 2562)

| เกษตรกร | วิธีทดสอบ<br>(พันธุ์ พร.01) | วิธีเกษตรกร<br>(พันธุ์พื้นเมือง) | ผลต่าง |
|---------|-----------------------------|----------------------------------|--------|
|---------|-----------------------------|----------------------------------|--------|

|                            |        |        |        |
|----------------------------|--------|--------|--------|
| 1.นายสุกิติ นาคสกุล        | 202.19 | 208.13 | -5.94  |
| 2.นายเรืองเดช สินธุ์วงศ์   | 92     | 79.75  | 12.25  |
| 3.นายต้นกวาวปาละ           | 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  |
| <b>เฉลี่ย</b>              | 195.53 | 180.96 | ns     |

ผลต่าง = วิธีทดสอบ - วิธีเกษตรกร

ns = ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

\* = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

\*\* = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

**ตารางที่ 44** ขนาดเส้นรอบวงลำต้น(ซม.) ของมะขามป้อมที่ทดสอบในแปลงเกษตรกรอายุ 2 ปี  
(กรกฎาคม 2562)

| เกษตรกร                    | วิธีทดสอบ<br>(พันธุ์ พร.01) | วิธีเกษตรกร<br>(พันธุ์พื้นเมือง) | ผลต่าง |
|----------------------------|-----------------------------|----------------------------------|--------|
| 1.นายสุกิติ นาคสกุล        | 11.31                       | 11.38                            | -0.07  |
| 2.นายเรืองเดช สินธุวงศ์    | 3.81                        | 2.94                             | 0.87   |
| 3.นายต้นกาวาปาละ           | 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 ปันตุ่น           | 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  |
| <b>เฉลี่ย</b>              | 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 45-47)

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

ตารางที่ 45 ความสูง (ซม.) ของมะขามป้อมที่ทดสอบในแปลงเกษตรกรอายุ 3 ปี 2 เดือน ในเดือนกันยายน 2563

| เกษตรกร                    | วิธีทดสอบ<br>(พันธุ์ พร.01) | วิธีเกษตรกร<br>(พันธุ์พื้นเมือง) | ผลต่าง |
|----------------------------|-----------------------------|----------------------------------|--------|
| 1.นายสุกิติ นาคสกุล        | 383.5                       | 255                              | 128.5  |
| 2.นายเรืองเดช สินธุ์วงศ์   | 146.5                       | 214                              | -67.5  |
| 3.นายต้นกวางपालะ           | 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 หาป่อง      | 260                         | 178                              | 82     |
| 9. นายสมยศ สุริยะสุข       | 491                         | 449                              | 42     |
| 10.นางปริยารัตน์ เจริญยิ่ง | 342.5                       | 323.5                            | 19     |
| <b>เฉลี่ย</b>              | 339.2                       | 318.8                            | ns     |

ผลต่าง = วิธีทดสอบ - วิธีเกษตรกร

ns = ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 46 ขนาดทรงพุ่ม (ชม.) ของมะขามป้อมที่ทดสอบในแปลงเกษตรกรอายุ 3 ปี 2 เดือน  
ในเดือนกันยายน 2563

| เกษตรกร                    | วิธีทดสอบ<br>(พันธุ์ พร.01) | วิธีเกษตรกร<br>(พันธุ์พื้นเมือง) | ผลต่าง    |
|----------------------------|-----------------------------|----------------------------------|-----------|
| 1.นายสุกิติ นาคสกุล        | 353.5                       | 424.5                            | -71       |
| 2.นายเรืองเดช สินธุวงศ์    | 141.5                       | 230.5                            | -89       |
| 3.นายต้นกวาวปาละ           | 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 ปันตุ่น           | 275                         | 232                              | 43        |
| 8. นายศรีโรจน์ หาป่อง      | 218.5                       | 111.5                            | 107       |
| 9. นายสมยศ สุริยะสุข       | 470.5                       | 369                              | 101.5     |
| 10.นางปริยารัตน์ เจริญยิ่ง | 291                         | 343.5                            | -52.5     |
| <b>เฉลี่ย</b>              | <b>349.05</b>               | <b>326.1</b>                     | <b>ns</b> |

ผลต่าง = วิธีทดสอบ - วิธีเกษตรกร

ns = ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



ตารางที่ 47 ขนาดเส้นรอบวงลำต้น(ชม.) ของมะขามป้อมที่ทดสอบในแปลงเกษตรกรอายุ 3 ปี 2 เดือน  
ในเดือนกันยายน 2563

| เกษตรกร                    | วิธีทดสอบ<br>(พันธุ์ พร.01) | วิธีเกษตรกร<br>(พันธุ์พื้นเมือง) | ผลต่าง    |
|----------------------------|-----------------------------|----------------------------------|-----------|
| 1.นายสุกิติ นาคสกุล        | 22.68                       | 26.25                            | -3.56     |
| 2.นายเรืองเดช สินธุวงศ์    | 6.8                         | 10.07                            | -3.27     |
| 3.นายต้นกวางपालะ           | 19.74                       | 13.37                            | 6.37      |
| 4.นายมนตรี ตรีสัตย์        | 28.74                       | 31.81                            | -3.06     |
| 5. นายสิทธิผล เดือนดาว     | 27.87                       | 31.1                             | -3.22     |
| 6.นายสามารถ นวลอุป         | 11.71                       | 10.84                            | 0.86      |
| 7. นายชน ปันตุ่น           | 14.21                       | 11.12                            | 3.09      |
| 8. นายศรีโรจน์ หาป่อง      | 10.97                       | 7.55                             | 3.42      |
| 9. นายสมยศ สุริยะสุข       | 30.78                       | 25.03                            | 5.75      |
| 10.นางปริยารัตน์ เจริญยิ่ง | 15.84                       | 16.77                            | -0.93     |
| <b>เฉลี่ย</b>              | <b>18.93</b>                | <b>18.39</b>                     | <b>ns</b> |

ผลต่าง = วิธีทดสอบ - วิธีเกษตรกร

ns = ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

### ด้านเครื่องมือแปรรูปผลผลิต

- ในการแปรรูปมะขามป้อม ก่อนนำไปทำมะขามป้อมอบแห้ง หรือแช่อิ่ม ต้องบีบผลให้มีรอยแตกก่อน  
จึงได้ทำการทดสอบเครื่องมือที่ใช้บีบผลมะขามป้อมของวิธีการทดสอบ และวิธีเกษตรกร บันทึกข้อมูล  
ความสามารถในการทำงาน (ตารางที่ 48) และต้นทุน

#### การใช้เครื่องบีบผลมะขามป้อม

- มีความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 358.96 กก./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 300 บาท ทำงาน 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 48** ความสามารถในการทำงานในการทดสอบเครื่องบีบผลมะขามป้อมของวิธีการทดสอบและวิธีเกษตรกร

| เกษตรกร                     | วิธีทดสอบ : ใช้เครื่องบีบ<br>ความสามารถในการทำงาน (กก./ชม.) |        |               | วิธีเกษตรกร : ใช้ไม้บีบด้วยแรงคน<br>ความสามารถในการทำงาน (กก./ชม.) |       |              |
|-----------------------------|---|--------|---------------|--|-------|--------------|
|                             | R1  | R2     | ค่าเฉลี่ย     | R1   | R2    | ค่าเฉลี่ย    |
| 1. นายสุกิต์ นาคสกุล        | 357.14  | 360.00 | 358.57        | 11.60  | 11.76 | 11.68        |
| 2. นายเรืองเดช สินธุวงศ์    | 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 ติ่น้อย         | 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. นางปรียารัตน์ เจริญยิ่ง | 356.08  | 358.20 | 357.14        | 9.75   | 10.90 | 10.33        |
| <b>ค่าเฉลี่ย</b>            |   |        | <b>358.96</b> |  |       | <b>11.97</b> |



ภาพที่ 43 การทดสอบการใช้เครื่องบีบผลมะขามป้อม



ภาพที่ 44 การใช้ไม้บีบผลมะขามป้อมของเกษตรกร

- นำผลผลิตมะขามป้อมมาแปรรูปเป็นมะขามป้อมแช่แข็ง ก่อนที่จะนำไปอบแห้งโดยใช้เครื่องอบแห้งมะขามป้อม เปรียบเทียบกับการอบด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ โดยมีขั้นตอนการทำมะขามป้อมแช่แข็งอบแห้ง ดังต่อไปนี้

- 1) เตรียมผลมะขามป้อมสด 50 กิโลกรัม น้ำตาลทรายขาว 35 กิโลกรัม เกลือ 800 กรัม และน้ำ 15 ลิตร
- 2) ทำน้ำเชื่อม โดยนำน้ำ น้ำตาลทราย และเกลือ ต้มให้เดือด ยกลงจากเตา และทิ้งไว้ให้เย็น
- 3) ล้างมะขามป้อมให้สะอาด บีบให้มีรอยแตก แล้วนำไปล้างอีกครั้งหนึ่ง
- 4) ลวกมะขามป้อมในน้ำเดือดนาน 5 นาที แล้วตักแช่ในน้ำเย็น (ลวก 3 ครั้ง) ตักขึ้นมาสะเด็ดน้ำ

5) นำมะขามป้อมใส่ภาชนะ เทน้ำเชื่อมลงไปจนท่วม ทิ้งไว้ 1 คืน ตอนเช้าตัดมะขามป้อมออก แล้วนำน้ำเชื่อมไปต้ม

เติมน้ำตาล ทิ้งไว้ให้เย็น นำมะขามป้อมลงไปแช่ในคืนที่ 2 เช้าตัดออก และแช่ในคืนที่ 3 ก็ทำเช่นเดียวกัน

6) ตักมะขามป้อมออกจากน้ำเชื่อมด้วยกระชอน พักไว้ เตรียมนำเข้าสู่ตูบเพื่อทำให้แห้ง

นำมะขามป้อมแช่อิ่มมาอบแห้งในตูบ 3 แบบ ได้แก่ ตูบลมร้อนเครื่องต้นแบบ (วิธีทดสอบ) ตูบแสงอาทิตย์แบบโค้ง และตูบแสงอาทิตย์แบบจั่ว (วิธีเกษตรกร) พบว่า การใช้ตูบลมร้อนเครื่องต้นแบบ จะใช้เวลาอบสั้นที่สุด เฉลี่ย 7 ชั่วโมง รองลงมา คือ ตูบแสงอาทิตย์แบบโค้ง จะใช้เวลาอบเฉลี่ย 15 ชั่วโมง และตูบแสงอาทิตย์แบบจั่ว ใช้เวลาอบนานที่สุดเฉลี่ย 21 ชั่วโมง (ตารางที่ 49 และตารางที่ 50 )

**ตารางที่ 49** ผลการอบแห้งของมะขามป้อมด้วยตูบแบบต่างๆ ครั้งที่ 1 ในเดือนกุมภาพันธ์ 2563

| ชนิดตูบ                   | นน.ก่อนอบ (กก.) | นน.หลังอบ (กก.) | การสูญเสียน้ำหนัก (%) | เวลาที่ใช้อบ  |
|---------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------|---------------|
| 1. ตูบลมร้อนเครื่องต้นแบบ | 12              | 7.3             | 39.2                  | 6 ชม. 51 นาที |
| 2. ตูบแสงอาทิตย์ แบบโค้ง  | 12              | 7.5             | 37.5                  | 16 ชม.        |
| 3. ตูบแสงอาทิตย์ แบบจั่ว  | 12              | 7.1             | 40.8                  | 22 ชม.55 นาที |

**ตารางที่ 50** ผลการอบแห้งของมะขามป้อมด้วยตูบแบบต่างๆ ครั้งที่ 2 ในเดือนมีนาคม 2563

| ชนิดตูบ                   | นน.ก่อนอบ(กก.) | นน.หลังอบ (กก.) | การสูญเสียน้ำหนัก (%) | เวลาที่ใช้อบ  |
|---------------------------|----------------|-----------------|-----------------------|---------------|
| 1. ตูบลมร้อนเครื่องต้นแบบ | 12             | 7.6             | 36.6                  | 7 ชม. 30 นาที |
| 2. ตูบแสงอาทิตย์ แบบโค้ง  | 12             | 7.4             | 38.3                  | 14 ชม.        |
| 3. ตูบแสงอาทิตย์ แบบจั่ว  | 12             | 7.3             | 39.2                  | 20 ชม.30 นาที |

นำผลมะขามป้อมแช่อิ่มมาอบแห้งไปวัดค่าสี CIELAB colour System พบว่า การใช้ตูบลมร้อนเครื่องต้นแบบ มะขามป้อมอบแห้งมีค่าความสว่างของสี ค่า  $L^*$  เท่ากับ 50.43 ซึ่งสูงกว่าตูบแบบอื่นๆ และค่า  $a^*$  ต่ำที่สุดเท่ากับ -0.42 สำหรับค่า  $b^*$  การอบด้วยตูบทั้ง 3 แบบ มีค่าใกล้เคียงกัน และการใช้ตูบลมร้อนเครื่องต้นแบบ มีค่า hue angle ( $h^*$ ) สูงที่สุด คือ 91.13 องศา (ตารางที่ 51)

ตารางที่ 51 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 จากการใช้ตู้อบลมร้อนเครื่องต้นแบบ ตู้อบแสงอาทิตย์แบบโค้งและตู้อบแสงอาทิตย์แบบจั่วใกล้เคียงกัน คือ 14.9 14.9 และ 14.4 กิโลกรัม ตามลำดับ โดยมีรายได้จากการอบมะขามป้อมด้วยตู้อบลมร้อนเครื่องต้นแบบ ตู้อบแสงอาทิตย์แบบโค้งและตู้อบแสงอาทิตย์แบบจั่วเป็นเงิน 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 โดยมีสัดส่วนของรายได้ต่อการลงทุนของตู้อบแสงอาทิตย์แบบโค้งและตู้อบแสงอาทิตย์แบบจั่ว 2.00 ซึ่งเท่ากัน ส่วนตู้อบลมร้อนเครื่องต้นแบบสัดส่วนของรายได้ต่อการลงทุนต่ำกว่า คือ 1.91 (ตารางที่ 52)

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

ตารางที่ 52 ต้นทุน รายได้ และอัตราส่วนของรายได้ต่อการลงทุนของการอบแห้งมะขามป้อม

| ชนิดตู้อบ                   | นน.ผลอบแห้ง<br>(กก.) | รายได้<br>(บาท) | ต้นทุน<br>(บาท) | ผลตอบแทน<br>(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
- ต้นทุนค่าวัสดุคิบ (ผลมะขามป้อมสด น้ำตาล เกลือ) 125 บาท/กก. 14.9 กก. เป็นเงิน 1,862.50 บาท
- รวมเป็นเงิน 1,952.23 บาท**

ตู้อบแสงอาทิตย์แบบโค้ง และตู้อบแสงอาทิตย์แบบจั่ว (วิธีเกษตรกร)

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

ตู้อบแสงอาทิตย์แบบโค้ง

ผลมะขามป้อมเชื่อมอบแห้ง 14.9 กก. มีต้นทุนค่าวัสดุคิบ คิดเป็นเงิน 1,862.5 บาท

ตู้อบแสงอาทิตย์แบบจั่ว

ผลมะขามป้อมเชื่อมอบแห้ง 14.4 กก. มีต้นทุนค่าวัสดุคิบ คิดเป็นเงิน 1,800 บาท

**การประเมินความพึงพอใจของเกษตรกรต่อเทคโนโลยี**

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

เมื่อรวมคะแนนทั้งหมด พบว่า เครื่องบีบผลมะขามป้อม ได้คะแนนความพึงพอใจของเกษตรกรส่วนใหญ่ อยู่ในระดับพึงพอใจมาก โดยมีคะแนนเฉลี่ยด้านการออกแบบ 4.23 คะแนน ด้านความปลอดภัย 4.14 คะแนน ด้านการบำรุงรักษา 4.08 คะแนน ด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์ 3.74 คะแนน และด้านความคุ้มค่าในการลงทุน 4.08 คะแนน (ตารางที่ 53)

สำหรับเครื่องอบแห้งมะขามป้อม ได้คะแนนความพึงพอใจของเกษตรกรอยู่ในระดับพึงพอใจมากเช่นกัน โดยมีคะแนนเฉลี่ยด้านการออกแบบ 4.14 คะแนน ด้านความปลอดภัย 4.16 คะแนน ด้านการบำรุงรักษา 3.90 คะแนน ด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์ 4.26 คะแนน และด้านความคุ้มค่าในการลงทุน 4.02 คะแนน (ตารางที่ 54)

เกษตรกรมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นการปรับปรุงเครื่องมือแปรรูป ดังนี้

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

ตารางที่ 53 จำนวนคนที่ให้คะแนนความพึงพอใจต่อการใช้เทคโนโลยีด้านเครื่องบีบผลมะขามป้อม

| ลำดับที่                | รายละเอียด   | ระดับความพึงพอใจ |         |         |         |            | เฉลี่ย      |
|-------------------------|--|------------------|---------|---------|---------|------------|-------------|
|                         |  | มากที่สุด        | มาก     | ปานกลาง | น้อย    | น้อยที่สุด |             |
| <b>1. ด้านการออกแบบ</b> |  |                  |         |         |         |            | <b>4.23</b> |
| 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.                      | ไม่มีมีลภาวะกระทบต่อสิ่งแวดล้อม                          | 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         |

| ลำดับที่                         | รายละเอียด   | ระดับความพึงพอใจ |         |         |         |            | เฉลี่ย      |
|----------------------------------|--|------------------|---------|---------|---------|------------|-------------|
|                                  |  | มากที่สุด        | มาก     | ปานกลาง | น้อย    | น้อยที่สุด |             |
| <b>2. ด้านความปลอดภัย</b>        |  |                  |         |         |         |            | <b>4.14</b> |
| 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         |
| 5.                               | มีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากกระแสไฟฟ้า   | 1 (10%)          | 6 (60%) | 2 (20%) | 1 (10%) |            | 3.7         |
| <b>3. ด้านการบำรุงรักษา</b>      |  |                  |         |         |         |            | <b>4.08</b> |
| 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.                               | สามารถเข้าถึงทำความสะอาดอุปกรณ์ได้ทุกชิ้นส่วน  | 2 (20%)          | 5 (50%) | 3 (30%) |         |            | 3.7         |
| <b>4. ด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์</b> |  |                  |         |         |         |            | <b>3.74</b> |
| 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         |
| <b>5. ความคุ้มค่าในการลงทุน</b>  |  |                  |         |         |         |            | <b>4.08</b> |
| 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 คะแนน และน้อยที่สุด 1 คะแนน

ตารางที่ 54 จำนวนคนที่ให้คะแนนความพึงพอใจต่อการใช้เทคโนโลยีด้านเครื่องอบแห้งมะขามป้อม

| ลำดับที่                    | รายละเอียด  | ระดับความพึงพอใจ |         |         |         |            | เฉลี่ย      |
|-----------------------------|---|------------------|---------|---------|---------|------------|-------------|
|                             |   | มากที่สุด        | มาก     | ปานกลาง | น้อย    | น้อยที่สุด |             |
| <b>1. ด้านการออกแบบ</b>     |   |                  |         |         |         |            | <b>4.14</b> |
| 1.                          | การติดตั้งไม่ซับซ้อน สามารถเคลื่อนย้ายสะดวก   | 2 (20%)          | 6 (60%) | 1 (10%) | 1 (10%) |            | 3.9         |
| 2.                          | ส่วนประกอบของวัสดุซื้อหาได้ง่ายในท้องตลาด   | 3 (30%)          | 4 (40%) | 2 (20%) | 1 (10%) |            | 3.9         |
| 3.                          | ประหยัดเนื้อที่ใช้สอย 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           |
| <b>2. ด้านความปลอดภัย</b>   |   |                  |         |         |         |            | <b>4.16</b> |
| 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         |
| <b>3. ด้านการบำรุงรักษา</b> |   |                  |         |         |         |            | <b>3.90</b> |
| 1.                          | ชิ้นส่วนวัสดุมีความแข็งแรงทนทานชำรุดสึกหรอน้อยประหยัดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง             | 1 (10%)          | 6 (60%) | 3 (30%) |         |            | 3.8         |
| 2.                          | สามารถตรวจสอบชิ้นส่วนที่เสียหายได้ด้วยสายตา ไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือตรวจสอบที่มีราคาสูง | 2 (20%)          | 6 (60%) | 2 (20%) |         |            | 4           |

| ลำดับที่                         | รายละเอียด  | ระดับความพึงพอใจ |         |         |      |            | เฉลี่ย      |
|----------------------------------|---|------------------|---------|---------|------|------------|-------------|
|                                  |   | มากที่สุด        | มาก     | ปานกลาง | น้อย | น้อยที่สุด |             |
| 3.                               | วัสดุซ่อมแซมสามารถหาซื้ออะไหล่ทดแทนได้ง่ายในประเทศ        | 3 (30%)          | 6 (60%) | 1 (10%) |      |            | 4.2         |
| 4.                               | อะไหล่ชิ้นส่วนของวัสดุซ่อมแซมมีราคาถูก                    |                  | 7 (70%) | 3 (30%) |      |            | 3.7         |
| 5.                               | สามารถเข้าถึงช่างทำความสะอาดอุปกรณ์ได้ทุกชิ้นส่วน         |                  | 8 (80%) | 2 (20%) |      |            | 3.8         |
| <b>4. ด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์</b> |   |                  |         |         |      |            | <b>4.26</b> |
| 1.                               | ความแห้งของผลิตภัณฑ์อยู่ในระดับที่เหมาะสม                 | 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         |
| <b>5. ความคุ้มค่าในการลงทุน</b>  |   |                  |         |         |      |            | <b>4.02</b> |
| 1.                               | สามารถประหยัดพลังงานในกระบวนการบิบผล                      | 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 คะแนน และน้อยที่สุด 1 คะแนน

### บทสรุปและข้อเสนอแนะ

1. แผลงทดลองที่ ศวพ.แพร่ การทดสอบสายต้นมะขามป้อมที่คัดเลือกไว้ ตั้งแต่ปี 2559-2563 กลุ่มมะขามป้อมที่มีการเจริญเติบโตมากที่สุด คือ สายต้น พจ.02 พจ.08 พร.01 ด้านปริมาณผลผลิต สายต้น พจ.

08 มีปริมาณผลผลิตเฉลี่ยมากที่สุด 15.32 กก./ต้น สายต้น กจ.01 มีน้ำหนักผลมากที่สุด คือ 15.39 กรัม/ผล สายต้น พร.01 มีขนาดผลเล็กที่สุดและน้ำหนักผลเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 6.37 กรัม/ผล สายต้น ชม.06 มีความหนาของเนื้อมากที่สุด คือ 1.34 ซม. มะขามป้อมสายต้น พร.01 มีปริมาณสารสำคัญโดยรวมสูงที่สุด ซึ่งเหมาะสำหรับนำมาใช้ประโยชน์ด้านสมุนไพร

แปลงทดลองที่ ศวพ.พิจิตร สายต้น พร.01 มีขนาดทรงพุ่มเพิ่มขึ้นมากที่สุด รองลงมาคือ สายต้น พจ.02 และพจ.08 และสายต้น กจ.02 มีขนาดเส้นรอบวงลำต้นเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด สายต้นกจ.01 มีน้ำหนักผลมากที่สุด 15.56 กรัม/ผล มีความหนาของเนื้อมากที่สุด 10.1 มิลลิเมตร และสายต้น พร.01 มีความหนาของเนื้อน้อยที่สุด 7.40 มิลลิเมตร มะขามป้อมสายต้น กจ.01 และ กจ.02 มีผลผลิตมากขึ้นในปี 2562-2563 และ ชม.06 เริ่มมีผลผลิตในปี 2563 โดยทั้ง 3 สายต้นมีผลขนาดค่อนข้างใหญ่กว่า สายต้น พจ.02 และพจ.08 แต่ด้วยข้อจำกัดเวลาการวิจัย มะขามป้อมมีการออกดอกติดผลในปีแรกๆ และติดผลเพียงบางต้นเท่านั้น ผลผลิตรวมในปีถัดๆ น่าจะมีปริมาณมากขึ้น

2. การตัดแต่งกิ่งมะขามป้อมแบบ Central Leader เป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับมะขามป้อม ทำให้มะขามป้อมมีการเจริญเติบโตสูงที่สุดทั้งความสูง ขนาดทรงพุ่ม และเส้นรอบวงลำต้นที่ระดับ 10 ซม. คือ 4.53 เมตร 3.90 เมตร และ 35.33 เซนติเมตร ตามลำดับ และให้ผลผลิตสูงที่สุด คือ 90.83 กก./ไร่ จึงควรแนะนำให้เกษตรกรผู้ปลูกมะขามป้อมตัดแต่งกิ่งแบบ Central Leader เพื่อจัดการทรงพุ่มให้ได้ขนาด และเป็นการเพิ่มการออกดอกติดผลให้ได้ผลผลิตสูงและมีคุณภาพ

3. การศึกษาอิทธิพลของต้นตอที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของมะขามป้อม พบว่า ที่อายุ 1-4 ปี ต้นตอมะขามป้อมชนิดต่างๆ ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของยอดพันธุ์ดี ทั้งด้านความสูง ขนาดทรงพุ่ม และเส้นรอบวงลำต้น แต่ด้านผลผลิตยังคงต้องศึกษาต่อไปเนื่องจากต้นมะขามป้อมมีอายุเพียง 4 ปี กำลังเริ่มให้ผลผลิตเพียงบางต้น โดยมีผลผลิตเฉลี่ย 1.55-3.30 กก./ต้น โดยมะขามป้อมที่ใช้ต้นตอ พร.06 มีผลผลิตเฉลี่ยมากที่สุด การเสียบยอดมะขามป้อมบนต้นตอทำให้มีระบบรากที่แข็งแรง เป็นวิธีการขยายพันธุ์ในการเพิ่มปริมาณต้นมะขามป้อมที่ยังคงลักษณะเหมือนต้นแม่ทุกประการต้นที่มีลักษณะดีก็นำไปขยายผลพัฒนาสู่การปลูกเชิงเศรษฐกิจต่อไป

4. วิธีการให้มะขามป้อมออกดอกก่อนฤดูปกติ 1 เดือน และให้ออกดอกพร้อมๆกันทั่วทั้งต้น ให้ปฏิบัติดังนี้ หลังการเก็บเกี่ยวมะขามป้อมในเดือนกันยายน ต้องบำรุงต้นมะขามป้อมเพื่อเพิ่มการสะสมอาหารภายในลำต้น การฉีดพ่นสารเอทีฟอน อัตรา 200 – 300 มิลลิลิตรต่อลิตร ช่วยเร่งการร่วงของใบกิ่งย่อยเดิมให้ร่วงพร้อมกัน หลังการพ่นสารเอทีฟอน 1 เดือน จะเริ่มแตกกิ่งย่อยพร้อมกันทั้งต้น กิ่งย่อยใหม่นี้จะมีทั้งดอกและใบ ปัจจัยสำคัญหลังจากการติดผล คือ น้ำ ควรมีการให้น้ำอย่างสม่ำเสมอและเพียงพอ

5. การแปรรูปมะขามป้อมด้วยการแช่อบแห้ง จะต้องทำผลให้แตกในขั้นตอนแรก การบีบผลมะขามป้อมโดยใช้แรงงานคน มีความสามารถในการทำงาน 10-15 กก./ชม. เมื่อบีบผลมะขามป้อมอย่างต่อเนื่อง จะเกิดความเมื่อยล้า หากผลผลิตมีจำนวนมากจะบีบไม่ทันและอาจเน่าเสียได้ จึงสร้างเครื่องต้นแบบบีบผลมะขามป้อม พบว่า เครื่องต้นแบบสามารถทำงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น มีความสามารถในการบีบ 250.90 กก./ชม. สามารถบีบได้เร็วกว่าประมาณ 17 เท่า เมื่อเทียบกับการบีบผลโดยใช้แรงงานคน โดยต้นแบบเครื่องบีบผลมะขามป้อม มีจุดคุ้มทุนในการใช้เครื่องอยู่ที่ 5,033 กก./ปี มีราคาประมาณ 45,000 บาท มีอายุการใช้งาน 5 ปี มีความสามารถในการทำงาน 250.90 กก./ชม. หรือ 2,007 กก./วัน ซึ่งถ้ามีผลมะขามป้อมมากพอ เครื่องดังกล่าวทำงาน 2 - 3 วัน ก็คุ้มทุนแล้ว

6. การพัฒนาเครื่องอบแห้งมะขามป้อม สามารถอบผลมะขามป้อมได้ โดยใช้อุณหภูมิอบแห้งเริ่มต้น 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง จนผลแห้ง ต้องสลับชั้นธาตุทุกสองชั่วโมง จากความชื้นเนื้อมะขามป้อม 70 % มาตรฐานเปียก จนเหลือความชื้นสุดท้าย 29 % มาตรฐานเปียก โดยมีอัตราผลสดต่อผลแห้งโดยเฉลี่ยเท่ากับ 1.46:1 จากการตรวจสอบคุณภาพของเนื้อมะขามป้อมอบแห้งที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้องพบว่า สามารถเก็บเนื้อมะขามป้อมอบแห้งในอุณหภูมิห้องโดยบรรจุในถุงพลาสติกชนิด PP ถุงสุญญากาศ และถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ได้ไม่เกิน 6 เดือน โดยที่เนื้อมะขามป้อมอบแห้งยังคงมีค่าความชื้น ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี คุณภาพด้านจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน สำหรับการเก็บรักษาเนื้อมะขามป้อมอบแห้งในอุณหภูมิห้องเย็นสามารถเก็บรักษาได้เป็นระยะเวลาไม่ต่ำกว่า 12 เดือน โดยที่เนื้อมะขามป้อมอบแห้งยังคงมีค่าความชื้น ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี คุณภาพด้านจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน เมื่อพิจารณาต้นทุนของบรรจุภัณฑ์ ถุงพลาสติกชนิด PP มีราคาต่ำสุด การเลือกใช้ถุงพลาสติกชนิด PP จะสามารถช่วยลดต้นทุนการผลิตได้ นอกจากนี้ การเก็บเนื้อมะขามป้อมอบแห้งในอุณหภูมิห้องเย็นก็สามารถช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเนื้อมะขามป้อมอบแห้งได้

7. การทดสอบเทคโนโลยีการผลิตและแปรรูปมะขามป้อมแบบเกษตรกรรมมีส่วนร่วม ด้านพันธุ์ มะขามป้อมที่อายุ 2 ปี กรรมวิธีทดสอบ (พันธุ์ พร.01) มีความสูงเฉลี่ยมากกว่ากรรมวิธีเกษตรกร (พันธุ์พื้นเมือง) ที่อายุ 3 ปี การเจริญเติบโตไม่มีความแตกต่างกัน ทั้งในด้านความสูง ความกว้างทรงพุ่มและเส้นรอบวงลำต้น และพบการออกดอกของมะขามป้อมบางต้นในกรรมวิธีทดสอบ แต่ไม่พบการติดผล เนื่องจากต้นอายุน้อย ด้านเครื่องมือแปรรูปเครื่องต้นแบบบีบผลมะขามป้อม สามารถทำงานได้ 358.96 กก./ชม. การใช้เครื่องบีบผลมะขามป้อมจะทำงานได้เร็วกว่าแบบใช้คน 30 เท่า ทำให้ได้ปริมาณงานมาก ช่วยทุ่นแรงและทุ่นเวลา

- 1) การอบแห้ง การใช้ตู้อบแสงอาทิตย์แบบโค้งให้ผลตอบแทนสูงสุด 1,862.5 บาท รองลงมาคือ ตู้อบแสงอาทิตย์แบบจั่ว และตู้อบลมร้อนเครื่องต้นแบบ 1,772.77 1,800 บาท ตามลำดับ โดยมีสัดส่วนของ

รายได้ต่อการลงทุนของตู้อบแสงอาทิตย์แบบโค้งและตู้อบแสงอาทิตย์แบบจั่ว 2.00 ซึ่งเท่ากับส่วนตู้อบลมร้อนเครื่องต้นแบบสัดส่วนของรายได้ต่อการลงทุนต่ำกว่า คือ 1.91 ถึงแม้ว่าการใช้ตู้อบลมร้อนเครื่องต้นแบบ จะมีสัดส่วนของรายได้ต่อการลงทุนต่ำกว่าตู้อบแสงอาทิตย์ทั้งสองแบบ แต่สามารถใช้งานได้แม้ในสภาพอากาศในฤดูฝนและสามารถอบแห้งได้ครั้งละจำนวนมาก โดยใช้เวลาสั้น ในขณะที่ตู้อบพลังแสงอาทิตย์ ใช้งานได้เฉพาะวันที่มีแสงแดดเท่านั้น

- 2) การประเมินความพึงพอใจของเกษตรกรต่อเทคโนโลยีการใช้เครื่องมือแปรรูปมะขามป้อม พบว่า เครื่องบิบบผลมะขามป้อมและเครื่องอบแห้งมะขามป้อมได้คะแนนความพึงพอใจของเกษตรกรส่วนใหญ่อยู่ในระดับพึงพอใจมาก

### เอกสารอ้างอิง

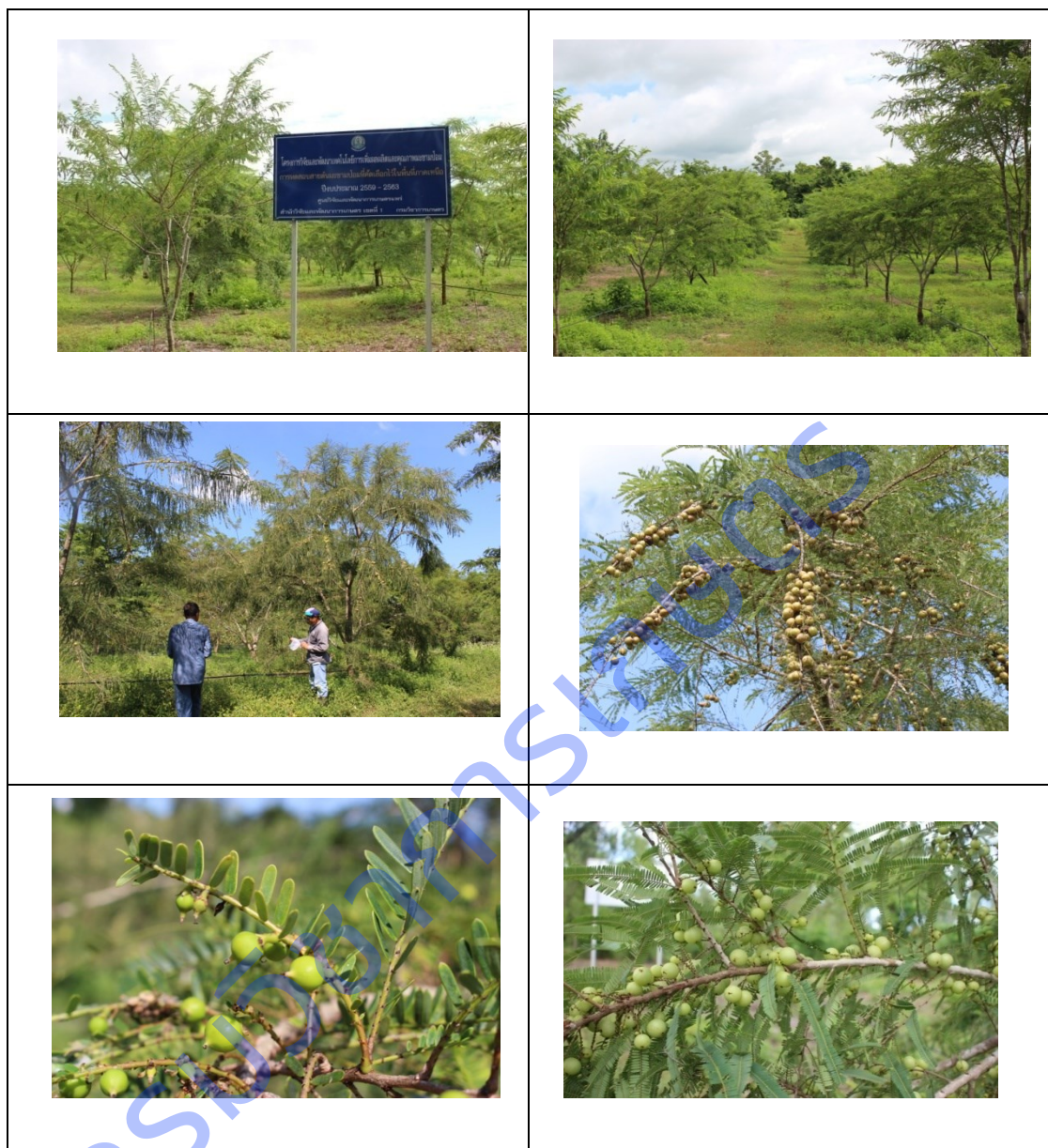
- แฉล้ม มาศวรรณา และ นิวัฒน์ มาศวรรณ. 2552. มะขามป้อมสมุนไพรทรงคุณค่า. น.ส.พ.กสิกร ปีที่ 82 ฉบับที่ 2 มี.ค.-เม.ย. หน้า 53-60
- ดีพร้อม ไชยวงศ์เกียรติ. 2527. สัมโอ. ชมรมถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- เปรม ฌ สงขลา. 2555. สถาปัตยกรรมการจัดการทรงพุ่มไม้ผล. สถาบันวิชาการเคหการเกษตร. 200 หน้า. ผลของการปลิดใบอ่อนร่วมกับการใช้สารโพแทสเซียมคลอไรด์ต่อการออกดอกลำไย. เอกสารสถาบันวิจัยพืชสวน. 2540. เอกสารวิชาการ ที่ 19 เรื่อง พลับและบัว. สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 69 หน้า.
- รวมพร เกษราพงศ์. 2550. การเจริญของรอยประสานจากการติดต่อกิ่งของกิ่งพลับบางพันธุ์บนต้นดอกกล้วยงาซี และต้นต่อเต้าชื่อ. บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- Scartezzini, C., Antognoni, F., Raggi, M.A., Poli, F. and Sabbioni, C. 2006. Vitamin C content and antioxidant activity of the fruit and of the Ayurvedic preparation of *Emblia officinalis* Gaertn. Journal of Ethnopharmacology. 104: 113-118
- Yang, B., Kortensniemi, M., Liu, P., Karonen, M. and Salminen, J.P. 2012. Analysis of hydrolysable tannins and other phenolic compounds in emblic leaf flower (*Phyllanthus emblica* L.)

fruits by high performance liquid chromatography-electrospray ionization mass spectrometry. Journal of Agriculture and Food Chemistry. 60: 8672-8683

กรมวิชาการเกษตร

ภาคผนวก





ภาพภาคผนวก 1 แปลงทดสอบสายต้นมะขามป้อมที่คัดเลือกไว้ในพื้นที่ภาคเหนือ

ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่



ภาพภาคผนวก 2 ลักษณะผลของมะขามป้อมที่ทำการทดสอบ จำนวน 6 สายต้น

ก. สายต้น ชม. 06

ข. สายต้น พร. 01

ค. สายต้น พจ. 02

ง. สายต้น พจ.08

จ. สายต้น กจ. 01

ฉ. สายต้น กจ. 02





ภาพภาคผนวก 3 แปลงปลูกมะขามป้อมของเกษตรกรในพื้นที่จังหวัดแพร่