

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

1. แผนงานวิจัย : แผนบูรณาการวิจัยและพัฒนาพืชสวนสร้างรายได้เพื่อความมั่นคงและยั่งยืน
2. โครงการวิจัย : วิจัยและพัฒนามะขามเปรี้ยว (โครงการวิจัยเดี่ยว)
กิจกรรม : วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตมะขามเปรี้ยว
3. ชื่อการทดลอง : การคัดเลือกสายต้นมะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดง (ระยะที่ 2)
Clonal Selection of Sour Tamarind Red Meat Phase II

4. คณะผู้ดำเนินงาน

หัวหน้าการทดลอง :	นางสาวดรุณี เพ็งฤกษ์	สังกัด	ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิจิตร
ผู้ร่วมงาน :	นายวราพงษ์ ภิระบรรณ	สังกัด	ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิจิตร
	นางสาวมนัสชญา สายพันธ์	สังกัด	ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิจิตร
	นายพินิจ เขียวพุ่มพวง	สังกัด	ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิจิตร

5. บทคัดย่อ

ทำการคัดเลือกสายต้นมะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดง(ระยะที่ 2) ในระหว่างปี 2559-2562 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษามะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดงที่มีผลผลิตสูงและมีปริมาณสารสำคัญสูงสำหรับใช้คัดเลือกสายพันธุ์ โดยสำรวจแหล่งปลูกมะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดงในแหล่งปลูกต่างๆแบบ Clonal selection ได้แก่ จังหวัดพิจิตร เพชรบูรณ์ สมุทรสาคร และปราจีนบุรี ได้ต้นมะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดง นำกิ่งมาขยายพันธุ์โดยวิธีการเสียบยอดและปลูกในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิจิตร จำนวน 16 สายพันธุ์ ทำการคัดเลือกพันธุ์จากการศึกษาองค์ประกอบของผลผลิตและการวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญ สามารถแบ่งมะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดงเป็น 3 กลุ่ม จำนวน 10 สายพันธุ์ ขึ้นอยู่กับการนำไปใช้ประโยชน์ ได้แก่ กลุ่มผลผลิตสูง กลุ่มฝักใหญ่ และกลุ่มสารสำคัญสูง โดยกลุ่มที่ 1 ให้ผลผลิตสูงมีจำนวน 6 สายต้น โดยสายต้น พจ.03 ให้ผลผลิตสูงสุด 21.1 กิโลกรัม รองลงมาเป็นสายต้น พจ.08 พจ.13 พจ.09 พจ.14 และ พจ.10 กลุ่มที่ 2 ให้น้ำหนักฝักสูงมีจำนวน 6 สายต้น โดยสายต้น พจ.10 ให้น้ำหนักฝักสูงสุด 14.5 กรัม รองลงมาเป็นสายต้น พจ.09 พจ.16 พจ.15 พจ.02 และ พจ.11 และกลุ่มที่ 3 ให้ปริมาณแอนโทไซยานินสูง มีจำนวน 6 สายต้น โดยสายต้น พจ.03 ให้ปริมาณแอนโทไซยานินสูงสุด 493 มิลลิกรัมต่อเนื้อมะขาม 1 กิโลกรัม รองลงมาเป็นสายต้น พจ.16 พจ.02 พจ.10 พจ.13 พจ.14 และปริมาณวิตามินซีสูงสุด จำนวน 1 สายต้น คือ สายต้น พจ.01 ให้ปริมาณวิตามินซีสูงสุด 2.49 มิลลิกรัมต่อเนื้อมะขาม 100 กรัม ในการเลือกสายพันธุ์มะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดงไปปลูกเพื่อผลิตเป็นการค้าขึ้นอยู่กับการนำไปใช้ประโยชน์ว่าต้องการผลผลิตสูง ขนาดฝักใหญ่หรือ สารสำคัญสูง และ ควรทำการศึกษาเปรียบเทียบพันธุ์ในแต่ละภูมิภาคของประเทศต่อไป เนื่องจากมีปัจจัยสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันและอาจมีอิทธิพลต่อผลผลิต โดยนำองค์ความรู้ที่ได้นำไปใช้พัฒนางานวิจัยต่อไป

คำหลัก : มะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดง คัดเลือกสายต้น สารสำคัญ ผลผลิต

6. คำนำ

มะขาม (*Tamarindus indica*, *T. occidentalis* Garth., *T. officinalis* Hook.) ได้ถูกจำแนกไว้ 2 แบบ คือ แบบที่ 1 จำแนกไว้ใน order Rosales, family Leguminosae, sub-family Caesalpinioideae หรือ Caesalpinioideae และแบบที่ 2 อยู่ใน order Leguminosae, sub-family Caesalpinioideae (Hickey and King, 2000) จัดเป็นไม้ผลยืนต้นที่มีพุ่มขนาดใหญ่ข้ามปีหรือพืชหลายปี เติบโตช้า มีแหล่งกำเนิดเป็นพืชพื้นเมืองอยู่ในเขตร้อนของทวีปแอฟริกาบริเวณอปีสซีเนียจนถึงบริเวณลุ่มน้ำแซมเบไซ ในประเทศอินเดียตอนใต้ (Salunke and Dejai, 1984) เป็นพืชที่สำคัญทางเศรษฐกิจอีกพืชหนึ่งที่ปลูกได้ทั่วทุกภาคของประเทศไทย เป็นที่ต้องการของตลาดทั้งในและต่างประเทศ ปริมาณความต้องการมีแนวโน้มสูงขึ้นทุกปี (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2562) สายพันธุ์ที่ปลูกในประเทศไทยแบ่งกลุ่มตามรสชาติได้เป็น 2 กลุ่ม คือ มะขามหวานและมะขามเปรี้ยว (ประเสริฐ, 2522) โดยมะขามหวาน (sweet tamarind) มีพื้นที่ปลูกเป็นการค้าในภาคกลางตอนบน ภาคเหนือตอนล่าง และหลายจังหวัดของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (กนก, 2534) ส่วนมะขามเปรี้ยว (sour tamarind) มีการปลูกเป็นการค้าน้อยมาก ส่วนใหญ่ปลูกด้วยเมล็ดแบบปล่อยทิ้งตามหัวไร่ปลายนาหรือเมล็ดงอกขึ้นเองตามธรรมชาติ ทำให้มีการเกิดการกลายพันธุ์ในหลายลักษณะ โดยศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษได้มีพันธุ์แนะนำให้เกษตรกรปลูกเป็นการค้า 2 พันธุ์คือ มะขามเปรี้ยวพันธุ์ศรีสะเกษ (ศก 019) และมะขามเปรี้ยวพันธุ์ศรีสะเกษ (ศก 014) (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2549) และปัจจุบันศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษได้มีพันธุ์รับรองให้เกษตรกรปลูกเป็นการค้า 1 พันธุ์คือ มะขามเปรี้ยวพันธุ์ศรีสะเกษ 1 นอกจากนี้ยังมีพันธุ์ที่ค้นพบโดยเกษตรกรผู้ปลูกอีกจำนวนหลายสายพันธุ์แต่ยังไม่มีรายงานเชิงวิชาการทั้งในด้านลักษณะประจำพันธุ์และผลผลิต

มะขามเปรี้ยวมีการกลายพันธุ์ตามธรรมชาติกระจายอยู่ทั่วทุกภูมิภาคของประเทศไทย โดยมะขามเปรี้ยวส่วนใหญ่เมื่อฝักอ่อนจะมีเนื้อสีเขียวและเวลาฝักแก่จะมีเนื้อสีน้ำตาลอ่อนหรือสีน้ำตาลเข้มแล้วแต่ลักษณะพันธุ์กรรมของสายพันธุ์นั้นๆ แต่จากการกลายพันธุ์ตามธรรมชาติของมะขามเปรี้ยวทั่วไปพบว่ามีการกลายพันธุ์ในลักษณะมีเนื้อสีแดง โดยเมื่อฝักอ่อนเนื้อจะเป็นสีแดงและเมื่อฝักแก่เนื้อจะเป็นสีแดงหรือสีชมพูไม่เป็นสีน้ำตาลเหมือนมะขามเปรี้ยวทั่วไปและมีรสชาติเปรี้ยวจัด โดยยังไม่มีหลักฐานยืนยันชัดเจนว่ามีถิ่นกำเนิดมาจากแหล่งไหน และยังไม่มีการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับ ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ลักษณะประจำพันธุ์การให้ผลผลิต คุณสมบัติพิเศษของพันธุ์ที่มีลักษณะโดดเด่นกว่ามะขามเปรี้ยวทั่วไปรวมทั้งวิเคราะห์สารสำคัญที่เป็นส่วนประกอบของมะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการสำรวจ รวบรวมพันธุ์ที่มีอยู่ในทั่วภูมิภาคของประเทศไทยเพื่อการอนุรักษ์พันธุ์กรรมไว้ใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ ประเมินและทดสอบสายพันธุ์และคัดเลือกพันธุ์ที่ดีที่ตรงตามความต้องการของตลาดและการใช้ประโยชน์ สำหรับเป็นข้อเสนอแนะให้เกษตรกรปลูกต่อไปในอนาคต

7. วิธีดำเนินการ

- อุปกรณ์

1. ต้นพันธุ์ต้นมะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดง
2. ปุ๋ยคอก และปุ๋ยเคมี เช่น สูตร 15-15-15
3. สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช เช่น คอปเปอร์ออกซีคลอไรด์ เมทาแล็กซิล คาร์โบซัลแฟน และอะบาแม็กติน

- วิธีการ

จากการสำรวจและรวบรวมพันธุ์มะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดงที่มีอยู่ในทั่วภูมิภาคของประเทศ ในปี 2557-2558 สามารถรวบรวมมะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดงได้จำนวน 16 สายต้น จากแหล่งปลูก 4 จังหวัด (ตาราง 1)

ตาราง 1 แหล่งพันธุ์ที่พบมะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดงในแหล่งปลูกต่างๆ ปี 2557-2558

จังหวัด	แหล่งปลูก/แหล่งที่พบ	จำนวน (ต้น)	รหัสสายต้น
พิจิตร	ต.ท่าหลวง อ.เมือง	1	พจ.01
	ต.สามง่าม อ.สามง่าม	1	พจ.02
	ต.หนองโสน อ.สามง่าม	2	พจ.03 , พจ.04
	อ.ตะพานหิน จ.พิจิตร	6	พจ.05, พจ.06 ,พจ.07 พจ.08, พจ.09, พจ.10
	ต.หนองปลาไหล อ.วังทรายพูน	1	พจ.11
	ต.วังทับไทร อ.สากเหล็ก	2	พจ.12 , พจ.13
เพชรบูรณ์	ต.ซับพุกทรา อ.ชนแดน	1	พจ.14
สมุทรสาคร		1	พจ.15
ปราจีนบุรี		1	พจ.16

นำยอดพันธุ์มะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดงที่ได้จากการสำรวจมาเสียบยอดและปลูกรวบรวมไว้ในศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิจิตร ใช้ระยะปลูก 6x6 เมตร สายต้นละ 3 ต้น ทำการศึกษาลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของสายพันธุ์มะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดง หลังจากนั้นในปี 2559-2562 ได้ทำการคัดเลือกพันธุ์มะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดงที่ปลูกในแปลงรวบรวมพันธุ์มะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดงดังกล่าว โดยมีเกณฑ์ในการคัดเลือก คือ ทรงพุ่มเป็นทรงกระบอกหรือทรงกลม การเจริญเติบโตดี ติดฝักสม่ำเสมอ ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์แนะนำเดิม ฝักมีขนาดใหญ่ โคนเล็กน้อย ความยาวไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร และมีปริมาณสารแอนโทไซยานินสูง ขั้นตอนการคัดเลือกสายพันธุ์ดังนี้ (ภาพ 1)

1.) การรวบรวมพันธุ์

ปี 2557-2558 สำรวจและรวบรวมพันธุ์มะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดงที่มีอยู่ในทั่วภูมิภาคของประเทศในจังหวัดต่างๆ ได้แก่ พิจิตร เพชรบูรณ์ สมุทรสาคร และปราจีนบุรี โดยเป็นต้นพันธุ์ที่ได้จากการเสียบยอด และนำมาปลูกไว้ในแปลงรวบรวมพันธุ์ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิจิตร จำนวน 16

สายต้น ได้แก่ พจ.01 พจ.02 พจ.03 พจ.04 พจ.05 พจ.06 พจ.07 พจ.08 พจ.09 พจ.10 พจ.11 พจ.12 พจ.13 พจ.14 พจ.15 และ พจ.16 ใช้ระยะปลูก 6x6 เมตร ปลูกสายต้นละ 3 ต้น

2) การคัดเลือกพันธุ์

ปี 2559-2562 ปฏิบัติดูแลรักษา และคัดเลือกพันธุ์มะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดงจากแปลงรวบรวมพันธุ์ดังกล่าว ภายในศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิจิตร โดยมีเกณฑ์ในการคัดเลือกพันธุ์มะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดง ดังนี้ ทรงพุ่มเป็นทรงกระบอกหรือทรงกลม การเจริญเติบโตดี ติดฝักสม่ำเสมอ ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์แนะนำเดิม ฝักมีขนาดใหญ่ โค้งเล็กน้อย ความยาวไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร และมีปริมาณสารแอนโทไซยานินสูง ทำการจำแนกสายพันธุ์และบันทึกลักษณะประจำพันธุ์ โดยจำแนกพันธุ์ตามเกณฑ์ในการคัดเลือกพันธุ์มะขามเปรี้ยว (ชูศักดิ์และคณะ, 2544)

ระยะเวลา	ขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์	สถานที่ (จำนวนแปลง)
ปี 2557-2558	สำรวจ รวบรวมพันธุ์ และปลูกมะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดง ที่มีอยู่ในทั่วภูมิภาคของประเทศ ได้จำนวน 16 สายต้น (พจ.01 ถึง พจ.16)	ศวพ.พิจิตร (1)
	↓	
ปี 2559-2562	ทำการคัดเลือกพันธุ์มะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดง ที่ปลูกในแปลงรวบรวมพันธุ์ จำนวน 16 สายต้น (พจ.01 ถึง พจ.16)	ศวพ.พิจิตร (1)
	↓	
ปี 2562	ได้สายพันธุ์ที่มีลักษณะทางการเกษตรที่ดี จำนวน 10 สายต้น	ศวพ.พิจิตร (1)

ภาพ 1 แผนภูมิขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์มะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดง

ปฏิบัติดูแลรักษาสายต้นมะขามเปรี้ยวเนื้อแดงแปลงรวบรวมพันธุ์ดี ภายในศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิจิตร โดยให้น้ำด้วยมินิสปริงเกอร์ในปริมาณที่เพียงพอช่วงฤดูแล้งหรือฝนทิ้งช่วงนาน ใส่ปุ๋ยคอก (ขี้วัว) อัตรา 10 กิโลกรัมต่อต้น และปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ผสมปุ๋ยสูตร 46-0-0 สัดส่วน 1:1 อัตรา 500 กรัมต่อต้น กำจัดวัชพืชบริเวณแปลงทดลองด้วยเครื่องตัดหญ้าสะพายหลังและดายโคนเดือนละครั้ง พ่นสารป้องกันกำจัดโรคและแมลงศัตรูพืชอย่างถูกต้องเหมาะสม เมื่อพบการระบาดของ

นำสายพันธุ์ที่ผ่านการคัดเลือก มาจำแนกความแตกต่างทางพันธุกรรมในระดับดีเอ็นเอ ด้วยเทคนิคโมเลกุลเครื่องหมาย ตรวจสอบเปรียบเทียบเอกลักษณ์พันธุกรรมของตัวอย่าง โดยใช้ DNA marker ชนิด AFLP marker และรายงานผลเป็น Phylogenetic tree

การวิเคราะห์หาปริมาณสารสำคัญ การทดสอบวิตามินซีใช้วิธีทดสอบอ้างอิงของ Compendium of method for food analysis (2003) p2-112 to 2-114 และการทดสอบปริมาณแอนโทไซยานิน (eq. anthocyanin-3-glucoside) ใช้วิธีทดสอบอ้างอิงของ In house method base on AOAC Official method 2005.2

- บันทึกข้อมูล

ลักษณะประจำพันธุ์(characteristics) บันทึกลักษณะต่างๆเช่น ทรงพุ่ม การเจริญเติบโต ลำต้น ใบ ดอก และฝัก โดยวัดขนาดด้วย Vernier calipers และเทียบสีด้วย RSH Colors Chart และลักษณะทางการเกษตร (Agricultural descriptors) ที่ดีเด่นของพันธุ์

- เวลาและสถานที่

เริ่มต้น : ตุลาคม 2559 สิ้นสุด กันยายน 2562

สถานที่ : 1.) ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิจิตร

2.) ห้องปฏิบัติการ บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด จังหวัดเชียงใหม่

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

ปี 2559-2562 ปฏิบัติดูแลรักษา และทำการคัดเลือกสายพันธุ์มะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดงจากแปลงรวบรวมพันธุ์ภายในศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิจิตร โดยมีเกณฑ์ในการคัดเลือกพันธุ์มะขามเปรี้ยว (ชูศักดิ์และคณะ, 2544) ดังนี้

- ทรงพุ่มเป็นทรงกระบอกหรือทรงกลม
- การเจริญเติบโตดี ติดฝักสม่ำเสมอ
- ผลผลิตสูง ฝักมีขนาดใหญ่ โคนเล็กน้อย และฝักหนา
- มีปริมาณสารแอนโทไซยานินสูง

8.1) การเจริญเติบโต

การเจริญเติบโตทางด้านเส้นรอบวงโคนต้น เมื่ออายุ 5 ปี มะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดงสายต้น พจ.09 ให้เส้นรอบวงโคนต้นสูงสุด 65.4 เซนติเมตร รองลงมาเป็นสายต้น พจ.02 ให้เส้นรอบวงโคนต้น 64.0 เซนติเมตร และสายต้น พจ.15 ให้เส้นรอบวงโคนต้นต่ำสุด 44.3 เซนติเมตร (ตาราง 2) ด้านความสูงเมื่ออายุ 5 ปี มะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดงสายต้น พจ.13 ให้ความสูงต้นสูงสุด 494 เซนติเมตร รองลงมาเป็นสายต้น พจ.09 ให้ความสูงต้น 487 เซนติเมตร และสายต้น พจ.15 ให้ความสูงต้นต่ำสุด 255 เซนติเมตร (ตาราง 3) ด้านทรงพุ่ม เมื่ออายุ 5 ปี มะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดงสายต้น พจ.06 ให้เส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มสูงสุด 590 เซนติเมตร รองลงมาเป็นสายต้น พจ.16 ให้เส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม 578 เซนติเมตร และสายต้น พจ.14 ให้เส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มต่ำสุด 482 เซนติเมตร (ตาราง 4)

จากการศึกษาการเจริญเติบโตของต้นมะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดงในรอบปี พบว่ามะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดงสามารถติดฝักได้ตลอดทั้งปี

ตาราง 2 เส้นรอบวงโคนต้นของมะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดงสายต้นต่างๆ ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิจิตร
ปี 2558-2562

สายต้น	เส้นรอบวงโคนต้น (ซม.)				
	1 ปี (2558)	2 ปี (2559)	3 ปี (2560)	4 ปี (2561)	5 ปี (2562)
พจ.01	7.71	25.8	36.8	45.0	52.6
พจ.02	7.59	28.3	44.5	55.5	64.0
พจ.03	5.34	22.4	34.7	43.6	53.8
พจ.04	4.79	21.6	32.2	42.4	55.0
พจ.05	4.27	20.0	28.8	40.5	47.5
พจ.06	6.57	24.9	38.3	48.7	59.8
พจ.07	3.32	19.8	32.1	41.9	51.4
พจ.08	7.43	23.1	37.3	46.5	57.3
พจ.09	8.00	26.3	41.6	54.2	65.4
พจ.10	7.98	27.0	40.9	51.0	61.8
พจ.11	6.53	26.0	36.5	45.0	59.6
พจ.12	6.03	18.4	29.8	39.4	49.9
พจ.13	5.37	21.9	34.0	45.8	59.1
พจ.14	4.86	22.2	33.3	41.7	52.0
พจ.15	5.33	20.5	30.8	39.0	44.3
พจ.16	8.56	26.5	41.4	49.0	61.3
เฉลี่ย	6.23	23.4	35.8	45.6	55.9

ตาราง 3 ความสูงของต้นมะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดงสายต้นต่างๆ ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิจิตร
ปี 2558-2562

สายต้น	ความสูง (ซม.)				
	1 ปี (2558)	2 ปี (2559)	3 ปี (2560)	4 ปี (2561)	5 ปี (2562)
พจ.01	78.5	236	248	287	388
พจ.02	79.6	220	281	370	475
พจ.03	82.3	234	265	324	403
พจ.04	72.2	233	286	335	432
พจ.05	77.7	215	281	329	441
พจ.06	30.8	276	360	394	446
พจ.07	55.3	206	268	374	470
พจ.08	104	278	333	355	470

พจ.09	73.7	250	298	373	487
พจ.10	114	260	343	368	485
พจ.11	117	246	304	364	470
พจ.12	77.8	202	283	337	430
พจ.13	105	246	296	426	494
พจ.14	63.8	231	276	338	402
พจ.15	62.0	263	298	308	255
พจ.16	105	238	335	371	469
เฉลี่ย	81.2	240	297	353	439

ตาราง 4 เส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มของต้นมะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดงสายต้นต่างๆ
ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิจิตร ปี 2558-2562

สายต้น	เส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม (ซม.)				
	1 ปี (2558)	2 ปี (2559)	3 ปี (2560)	4 ปี (2561)	5 ปี (2562)
พจ.01	114	279	294	376	494
พจ.02	116	242	276	415	569
พจ.03	68.6	247	260	346	494
พจ.04	48.7	231	236	320	513
พจ.05	63.2	221	228	361	517
พจ.06	97.0	309	309	426	590
พจ.07	59.2	237	266	402	561
พจ.08	133	261	270	444	558
พจ.09	90.8	281	302	462	563
พจ.10	124	255	308	443	553
พจ.11	114	229	261	358	533
พจ.12	84.9	203	253	358	518
พจ.13	81.6	264	267	407	571
พจ.14	49.3	221	237	349	482
พจ.15	96.9	261	249	310	493
พจ.16	139	254	303	413	578
เฉลี่ย	92.5	250	270	387	537

8.2 ผลผลิต

สายต้น พจ.03 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 3 ปี สูงสุด 21.06 กิโลกรัมต่อต้น รองลงมาเป็นสายต้น พจ.08 และ พจ.13 ให้ผลผลิต 19.36 และ 9.20 กิโลกรัมต่อต้น ตามลำดับ ส่วนสายต้น พจ.15 ที่ให้ผลผลิตต่ำสุด 3.25 กิโลกรัมต่อต้น (ตาราง 5) มะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดงเมื่ออายุมากผลผลิตยิ่งสูงขึ้น โดยปกติจะเริ่มผลัดใบประมาณเดือนเมษายน เมื่อใบพลสลาดก็จะเริ่มออกดอกประมาณเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน อีกประมาณ 45 วัน ก็จะเป็นฝักทยอยให้เก็บไปได้เรื่อยๆ และเดือนกันยายนก็จะเริ่มติดดอกอีกหนึ่งรอบ หรือถ้ามีการปฏิบัติดูแลรักษาอย่างดีก็สามารถติดดอกได้ถึง 3 ชุด จากการติดดอกในรอบแรกประมาณเดือนมกราคม ฝักจะแก่สามารถเก็บมาทำเป็นมะขามเปียก ส่วนฝักอ่อนนิยมนำมาตำน้ำพริกและแปรรูปเป็นน้ำมะขามแดง เมื่อฝักเริ่มใหญ่ขยายเนื้อเยื่อที่หุ้มเมล็ดจะหนา ถ้านำมาแปรรูปเป็นน้ำรสชาติจะออกฝาด ที่สำคัญเนื้อเยื่อที่ยังเปรี้ยว เมื่อนำมาทำเป็นน้ำมะขามแดงก็ต้องใส่น้ำตาลมาก ทำให้ไม่ดีต่อสุขภาพ

ดังนั้น จึงต้องใช้ฝักมะขามนำมาใช้ประโยชน์อายุไม่เกิน 5 เดือนหลังดอกบาน จากลักษณะของผลผลิต พบว่า มะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดงที่ให้ความหนาฝักสูงสุด คือ สายต้น พจ.08 ให้ความหนาฝัก 1.71 เซนติเมตร รองลงมาเป็นสายต้น พจ.10 พจ.05 พจ.16 พจ.12 และ พจ.04 ให้ความหนาฝัก เท่ากับ 1.27 1.20 1.17 1.16 และ 1.15 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนสายต้น พจ.10 ให้น้ำหนักฝักสูงสุด 14.5 กรัมต่อฝัก รองลงมาเป็นสายต้น พจ.09 พจ.16 พจ.15 พจ.02 พจ.11 พจ.08 พจ.05 และ พจ.13 ตามลำดับ ให้น้ำหนักฝัก เท่ากับ 14.5 14.1 11.1 10.2 9.90 9.09 8.93 8.93 และ 8.70 กรัม ตามลำดับ สำหรับสายต้น พจ.10 มีจำนวนฝักต่อกิโลกรัมน้อยสุดเท่ากับ 69 ฝักต่อกิโลกรัม ฝักมีขนาดใหญ่และโค้งเล็กน้อย รองลงมาเป็นสายต้น พจ.09 มีจำนวนฝักต่อกิโลกรัมเท่ากับ 71 ฝักต่อกิโลกรัม ฝักมีขนาดใหญ่และโค้งเล็กน้อย ส่วนสายต้น พจ.03 มีจำนวนฝักต่อกิโลกรัมมากที่สุดเท่ากับ 140 ฝักต่อกิโลกรัม (ตาราง 6)

ลักษณะเนื้อในของมะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดงเมื่อเป็นฝักอ่อนมากๆ จะเป็นสีแดงเข้ม จากนั้นจึงเริ่มเปลี่ยนเป็นสีแดงสด และเมื่อแก่สีจะเริ่มขาว ยอดอ่อนของมะขามแดงทางใบจะเป็นสีแดง แต่ถ้าเป็นมะขามธรรมดาทางใบจะสีเขียว

ตาราง 5 ผลผลิตต่อต้นของมะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดงสายต้นต่างๆ ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิจิตร

ปี 2560-2562

สายต้น	ผลผลิตต่อต้น (กก.)			
	ปี 2560	ปี 2561	ปี 2562	เฉลี่ย 3 ปี
พจ.01	3.65	6.10	5.65	5.13
พจ.02	0.25	9.94	3.49	4.56
พจ.03	0.19	59.0	3.99	21.1
พจ.04	0.21	6.81	7.28	4.77
พจ.05	0.00	16.2	2.70	6.30
พจ.06	3.31	0.00	3.50	2.27
พจ.07	0.32	19.0	1.70	7.01

พจ.08	0.00	51.2	6.88	19.4
พจ.09	0.00	10.5	12.0	7.50
พจ.10	0.08	12.8	7.32	6.73
พจ.11	0.14	12.6	5.08	5.94
พจ.12	0.01	10.0	3.95	4.65
พจ.13	0.25	26.1	1.26	9.20
พจ.14	0.31	16.5	3.90	6.90
พจ.15	0.05	8.69	1.00	3.25
พจ.16	0.21	11.6	3.45	5.09

ตาราง 6 ขนาดฝักและจำนวนฝักต่อกิโลกรัมของมะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดงสายต้นต่างๆ
ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิจิตร ปี 2562 (อายุต้น 5 ปี)

สายต้น	ขนาดฝัก (ซม.)			นน.ฝัก (ก.)	จำนวนฝัก/กก.
	กว้าง	ยาว	หนา		
พจ.01	1.47	9.98	1.01	7.87	127
พจ.02	1.66	11.86	0.88	9.90	101
พจ.03	1.41	8.95	1.08	7.14	140
พจ.04	1.82	9.55	1.15	8.62	116
พจ.05	1.42	10.19	1.20	8.93	112
พจ.06	1.47	9.17	1.12	7.30	137
พจ.07	1.55	8.47	0.99	8.33	120
พจ.08	1.60	9.32	1.71	8.93	112
พจ.09	1.74	11.52	1.11	14.1	71.0
พจ.10	1.71	9.92	1.27	14.5	69.0
พจ.11	1.38	8.42	0.95	9.09	110
พจ.12	1.23	8.59	1.16	7.69	130
พจ.13	1.53	9.7	0.89	8.70	115
พจ.14	1.64	9.93	1.05	8.62	116
พจ.15	1.07	9.24	1.00	10.2	98.0
พจ.16	1.40	8.81	1.17	11.1	90.0

8.3 คุณสมบัติทางเคมี

จากการทดสอบปริมาณสารสำคัญของเนื้อมะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดง ดำเนินการเก็บตัวอย่างมะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดงจากต้นที่ปลูกในแต่ละแหล่งปลูก ที่ให้ผลผลิตฝักมะขามเนื้อสีแดงจำนวน 8 สายต้น ได้แก่ สายต้น พจ.01 พจ.02 พจ.03 พจ.10 พจ.11 พจ.12 พจ.14 และ พจ.16 เปรียบเทียบกับมะขามเปรี้ยวทั่วไปของเกษตรกร โดยทำการส่งทดสอบเพื่อหาปริมาณสารสำคัญ ณ บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย)

จำกัด สาขาเชียงใหม่ โดยทำการทดสอบสาร 3 ชนิด ได้แก่ วิตามินซี แอนโทไซยานิน และ สารประกอบฟีนอล จากผลการทดสอบปริมาณวิตามินซี พบว่า สายต้น พจ.01 ให้ปริมาณวิตามินซีสูงสุด 2.49 มิลลิกรัมต่อเนื้อมะขาม 100 กรัม รองลงมาเป็นมะขามเปรี้ยวทั่วไปของเกษตรกร ให้ปริมาณวิตามินซี 2.06 มิลลิกรัมต่อเนื้อมะขาม 100 กรัม และสายต้น พจ.10 ให้ปริมาณวิตามินซีต่ำสุด 1.40 มิลลิกรัมต่อมะขาม 100 กรัม และ มะขามเปรี้ยวทั่วไปของเกษตรกร พบว่า ให้ปริมาณวิตามินซี 2.06 มิลลิกรัมต่อมะขาม 100 กรัม (ตาราง 7)

ปริมาณแอนโทไซยานิน พบว่า สายต้น พจ.03 ให้ปริมาณแอนโทไซยานินสูงสุด 493 มิลลิกรัมต่อเนื้อมะขาม 1 กิโลกรัม รองลงมาเป็นสายต้น พจ.16 ให้ปริมาณแอนโทไซยานิน 475 มิลลิกรัมต่อเนื้อมะขาม 1 กิโลกรัม ส่วนสายต้น พจ.12 ให้ปริมาณแอนโทไซยานินต่ำสุด 204 มิลลิกรัมต่อเนื้อมะขาม 1 กิโลกรัม ส่วนมะขามเปรี้ยวทั่วไปของเกษตรกร ไม่พบปริมาณแอนโทไซยานิน (ตาราง 7)

สารประกอบฟีนอล ทำการวิเคราะห์ Polyphenolic Compound ในเนื้อมะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดงและมะขามเปรี้ยวทั่วไป พบว่า มะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดง ให้ปริมาณ Gallic acid 450 มิลลิกรัมต่อเนื้อมะขาม 1 กิโลกรัม สูงกว่าในมะขามเปรี้ยวทั่วไป ที่ให้ปริมาณ Gallic acid 320 มิลลิกรัมต่อเนื้อมะขาม 1 กิโลกรัม ส่วนปริมาณสาร Tannic acid พบว่า มะขามเปรี้ยวทั่วไปของเกษตรกร ให้ปริมาณสาร Tannic acid เท่ากับ 1,700 มิลลิกรัมต่อเนื้อมะขาม 1 กิโลกรัม ซึ่งสูงกว่าในมะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดง ที่ให้ปริมาณ Tannic acid เท่ากับ 1,190 มิลลิกรัมต่อเนื้อมะขาม 1 กิโลกรัม (ตาราง 8)

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณสารแอนโทไซยานิน ของมะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดงสายต้น พจ.01 และ พจ.13 เมื่อมะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดงอายุฝักที่ 1 2 3 4 และ 5 เดือนหลังดอกบาน พบว่า สายต้น พจ.13 ที่ อายุ 1 เดือนหลังดอกบาน ให้ปริมาณแอนโทไซยานินสูงสุด 924 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมาเป็นสายต้น พจ.01 ให้ปริมาณแอนโทไซยานิน 918 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนสายต้น พจ.01 อายุ 5 เดือนหลังดอกบาน ให้ปริมาณแอนโทไซยานินน้อยสุด 185 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดังนั้นจึงจะเห็นได้ว่า ยิ่งมะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดงมีอายุฝักมากขึ้น ทำให้ปริมาณแอนโทไซยานินมีค่าลดลง (ตาราง 9)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าฝักมะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดงที่เป็นฝักอ่อนจะมีปริมาณสารสำคัญสูงกว่าฝักที่แก่ จึงเหมาะสำหรับการนำไปใช้ในการผลิตยาสมุนไพร สำหรับฝักเล็กเหมาะสำหรับการนำไปผลิตอาหารและเครื่องดื่ม ซึ่งปัจจุบันกลุ่มผู้บริโภคอาหารเพื่อสุขภาพนิยมรับประทานมะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดง แปรรูปเป็นเครื่องดื่มสมุนไพร "น้ำมะขามแดง" เป็นสินค้า OTOP ด้วยสรรพคุณอันโดดเด่นโดยเฉพาะแอนโทไซยานินซึ่งถือว่าสูงมากหากเทียบกับผลไม้ชนิดอื่น สำหรับสรรพคุณของมะขามแดงนั้นสามารถช่วยบำรุงเลือด บำรุงผิวพรรณ บำรุงสายตา บำรุงกระดูกและฟัน ลดความดัน บรรเทาอาการ ไอ ขับเสมหะ บรรเทาอาการท้องผูก ลดไขมัน และเสริมสร้างภูมิคุ้มกันโรค เป็นต้น

ตาราง 7 ปริมาณวิตามินซีและแอนโทไซยานินของมะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดงจากต้นแหล่งพันธุ์ปลูกต่างๆ ปี 2562

สายต้น	วิตามินซี (มก./เนื้อมะขาม 100 ก.)	แอนโทไซยานิน (มก./เนื้อมะขาม 1 กก.)
พจ.01	2.49	237
พจ.02	1.64	433
พจ.03	1.17	493
พจ.10	1.40	415
พจ.11	1.42	340
พจ.12	1.85	204
พจ.13	1.77	397
พจ.14	1.58	354
พจ.16	1.24	475
มะขามเปรี้ยวทั่วไป	2.06	Not Detected

วิธีทดสอบอ้างอิง : วิตามินซี : Compendium of method for food analysis (2003) p2-112 to 2-114

แอนโทไซยานิน : In house method base on AOAC Official method 2005.02

ตาราง 8 สารประกอบฟีนอลของเนื้อมะขามเปรี้ยวทั่วไปและมะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดง ปี 2562

รายการทดสอบ	หน่วย	LOD	มะขามเปรี้ยว ทั่วไป	มะขามเปรี้ยว เนื้อสีแดง
Polyphenolic Compound				
1. Gallic acid	mg/kg	-	320	450
2. Eriodictyol	mg/kg	-	5.32	6.17
3. Apigenin	mg/kg	-	6.73	8.11
4. Isoquercetin	mg/kg	-	25.1	44.2
5. Kaempferol	mg/kg	5.00	Not Detected	Not Detected
6. Quercetin	mg/kg	-	20.57	36.94
7. Hydroquinin	mg/kg	5.00	Not Detected	Not Detected
8. Rutin	mg/kg	5.00	Not Detected	Not Detected
9. Catechin	mg/kg	5.00	Not Detected	Not Detected
10. Tannic acid	mg/kg	-	1,700	1,190

วิธีทดสอบอ้างอิง : In-house method based on Bolivian journal of chemistry, vol 24, 2007 (By LC/DAD/MSD)

ตาราง 9 ปริมาณสารแอนโทไซยานินในมะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดงในช่วงอายุต่างๆ ปี 2562

สายต้น	ปริมาณแอนโทไซยานิน (มก./เนื้อมะขาม 1 กก.)				
	อายุหลังดอกบาน (เดือน)				
	1	2	3	4	5
พจ.01	918	652	345	379	185
พจ.13	924	881	702	668	397

วิธีทดสอบอ้างอิง : แอนโทไซยานิน : In house method base on AOAC Official method 2005.02

8.4 ลักษณะประจำพันธุ์

บันทึกลักษณะประจำพันธุ์ของต้นมะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดง เมื่ออายุ 5 ปีหลังปลูก จำนวน 4 ลักษณะ พบว่า ลักษณะต้นส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นทรงกลม สีเปลือกต้นเป็นสีเทาอ่อน เทา เทาเข้ม และน้ำตาลเข้ม ลักษณะของใบ พบว่า มีความยาวก้านใบอยู่ในช่วง 7.1 -11.2 เซนติเมตร สีของก้านใบเป็นสีเขียว และน้ำตาล รูปร่างของใบย่อยเป็นรูปของขนาน สีของยอดอ่อนมีทั้งสีเขียวอมเหลือง ชมพูอมเขียว เขียวอมแดง และแดง ส่วนลักษณะของดอก พบว่า สีของกลีบดอกตูมเป็นสีเขียวอมเหลือง แดงปนเหลือง เหลืองปนชมพู ชมพูอมเหลือง สีของกลีบดอกเป็นสีแดงปนเหลือง เหลืองปนชมพู ชมพูอมเหลือง และแดงอมเหลือง สำหรับลักษณะของฝัก พบว่า สีของเนื้อที่ระยะฝักอ่อนเป็นสีแดง มีความโค้งของฝักทั้งแบบตรง โค้ง และโค้งเล็กน้อย ส่วนรูปร่างของโคนฝักเป็นแบบเฉียงและมน และมีรูปร่างปลายฝักเป็นแบบปลายแหลมและมน (ตาราง 10)

จำแนกความแตกต่างทางพันธุกรรมของมะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดง 16 สายต้น ได้แก่ สายต้น พจ.01 พจ.02 พจ.03 พจ.05 พจ.06 พจ.08 พจ.10 พจ.11 พจ.13 พจ.14 พจ.15 และ พจ.16 จากการประเมินความใกล้ชิดทางพันธุกรรม พบว่า ทั้ง 12 สายต้น มีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมร้อยละ 83 (ภาพ 2) โดยสามารถแบ่งความใกล้ชิดทางพันธุกรรมได้เป็น 5 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ได้แก่ สายต้น พจ.01 และ (พจ.14 ,พจ.15)

กลุ่มที่ 2 ได้แก่ สายต้น (พจ.03,พจ.11) และ พจ.06

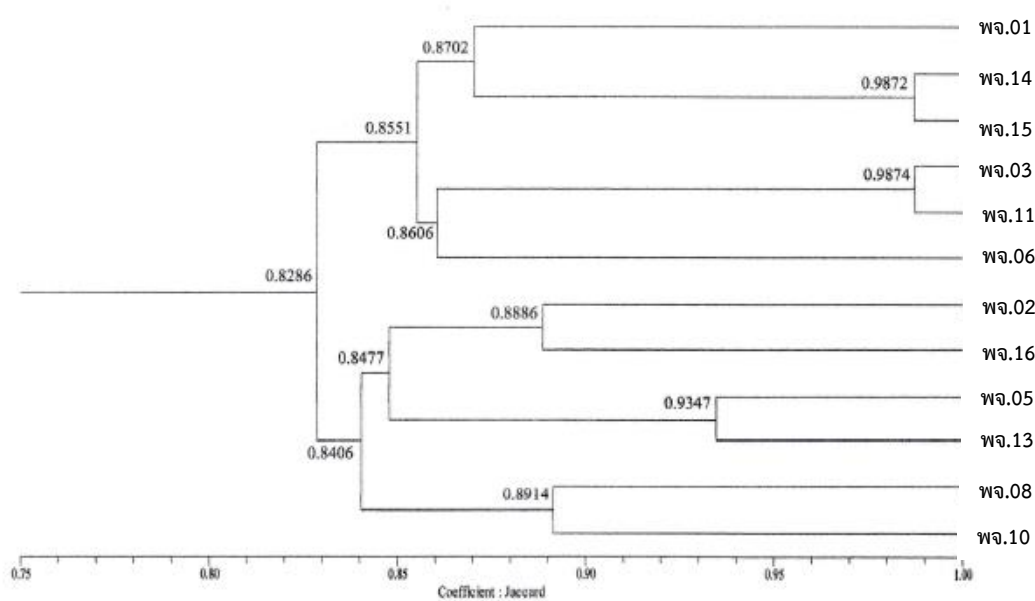
กลุ่มที่ 3 ได้แก่ สายต้น พจ.02 และ พจ.16

กลุ่มที่ 4 ได้แก่ สายต้น พจ.05 และ พจ.13

กลุ่มที่ 5 ได้แก่ สายต้น พจ.08 และ พจ.10

ตาราง 10 ลักษณะประจำพันธุ์ของมะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดง เมื่ออายุ 5 ปีหลังปลูก ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิจิตร ปี 2562

สายต้น	ต้น		ใบ				ดอก		ฝัก			
	ลักษณะทรงต้น	สีเปลือกบริเวณต้น	ความยาวก้านใบ (ซม.)	สีของก้านใบ	รูปร่างของใบย่อย	สีของยอดอ่อน	สีของดอกตูม	สีของกลีบดอก	สีของเนื้อที่ระยะฝักอ่อน	ความโค้งของฝัก	รูปร่างของโคนฝัก	รูปร่างของปลายฝัก
พจ.01	กลม	เทา	6.5	เขียว	รูปขอบขนาน	เขียวอมเหลือง	เขียวอมเหลือง	แดงปนเหลือง	แดง	ตรง	เฉียง	แหลม
พจ.02	กลม	น้ำตาล	10.4	เขียว	รูปขอบขนาน	เหลือง	เขียวอมเหลือง	แดงปนเหลือง	แดง	โค้งเล็กน้อย	มน	มน
พจ.03	กลม	เทา	8.2	เขียว	รูปขอบขนาน	แดงอมเหลือง	แดงปนเหลือง	เหลืองปนชมพู	แดง	โค้งเล็กน้อย	มน	มน
พจ.04	กลม	เทา	11.2	น้ำตาล	รูปขอบขนาน	ชมพูปนเขียว	แดงอมเหลือง	เหลืองปนชมพู	แดง	โค้งเล็กน้อย	มน	มน
พจ.05	กลม	เทา	8.5	เขียว	รูปขอบขนาน	แดง	แดงปนเหลือง	แดงปนเหลือง	แดง	โค้งเล็กน้อย	มน	แหลม
พจ.06	กลม	เทา	7.5	เขียว	รูปขอบขนาน	แดง	แดงปนเหลือง	แดงปนเหลือง	แดง	โค้งเล็กน้อย	เฉียง	แหลม
พจ.07	กลม	เทา	8	เขียว	รูปขอบขนาน	แดง	แดงปนเหลือง	แดงปนเหลือง	แดง	โค้งเล็กน้อย	เฉียง	มน
พจ.08	กลม	เทา	8.5	เขียว	รูปขอบขนาน	แดงอมเหลือง	แดงอมเหลือง	ชมพูอมเหลือง	แดง	โค้ง	เฉียง	มน
พจ.09	กลม	เทา	7.9	เขียว	รูปขอบขนาน	เขียวอมเหลือง	เขียวอมเหลือง	แดงอมเหลือง	แดง	โค้ง	มน	แหลม
พจ.10	กลม	เทา	9.1	เขียว	รูปขอบขนาน	แดง	เหลืองปนชมพู	แดงปนเหลือง	แดง	โค้งเล็กน้อย	เฉียง	มน
พจ.11	กลม	เทาเข้ม	9.6	น้ำตาล	รูปขอบขนาน	เขียวอมแดง	ชมพูอมเหลือง	แดงปนเหลือง	แดง	ตรง	เฉียง	มน
พจ.12	กลม	เทา	8.6	น้ำตาล	รูปขอบขนาน	ชมพูปนเขียว	ชมพูอมเหลือง	แดงปนเหลือง	แดง	โค้งเล็กน้อย	มน	มน
พจ.13	กลม	เทา	8.1	เขียว	รูปขอบขนาน	เขียวอมเหลือง	ชมพูอมเหลือง	แดงปนเหลือง	แดง	โค้ง	มน	แหลม
พจ.14	กลม	เทาอ่อน	8.9	เขียว	รูปขอบขนาน	เขียวอมเหลือง	เหลืองปนชมพู	แดงปนเหลือง	แดง	ตรง	มน	แหลม
พจ.15	กลม	เทาอ่อน	8.7	น้ำตาล	รูปขอบขนาน	เขียวอมเหลือง	เขียวอมเหลือง	แดงปนเหลือง	แดง	ตรง	มน	แหลม
พจ.16	กลม	น้ำตาลเข้ม	10.4	เขียว	รูปขอบขนาน	ชมพูอมเขียว	เขียวอมเหลือง	เหลืองปนชมพู	แดง	ตรง	เฉียง	มน



ภาพ 2 เตนโดแกรมความแตกต่างทางพันธุกรรมของมะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดง ตรวจสอบเปรียบเทียบเอกลักษณ์พันธุกรรมของตัวอย่าง โดยใช้ DNA marker ชนิด AFLP marker จำนวน 12 สายต้น

จากข้อมูลเบื้องต้นของมะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดงสายพันธุ์ที่รวบรวมได้ทั้ง 16 สายต้น ซึ่งมีการกระจายตัวของเชื้อพันธุ์ไปยังภูมิภาคต่างๆของประเทศไทยในปัจจุบัน โดยพันธุ์ทั้งหมดเกิดจากการกลายพันธุ์ด้วยการเพาะเมล็ดหรืองอกขึ้นเองตามธรรมชาติ ยังไม่มีสายพันธุ์ใดที่เกิดจากการผสมพันธุ์หรือปรับปรุงพันธุ์โดยมนุษย์ กนก(2534) รายงานว่ามะขามหวานที่ปลูกเป็นการค้าในจังหวัดเพชรบูรณ์ พันธุ์ส่วนมากเกิดจากการกลายพันธุ์มาจากสายพันธุ์หลัก 6-7 สายพันธุ์ ได้แก่ หมิ่นจง พันธุ์สีทอง พันธุ์ศรีชมพู พันธุ์อินทผลัม พันธุ์ขันตี และพันธุ์น้ำผึ้ง ส่วนมะขามเปรี้ยวฝักใหญ่พันธุ์ที่รวบรวม ส่วนมากได้จากแหล่งปลูกของเกษตรกรเจ้าของพันธุ์ที่ได้เชื้อพันธุ์มาแล้วตั้งชื่อพันธุ์เองในหลายจังหวัดของภาคกลางและยังไม่มีรายงานทางวิชาการที่อ้างอิงได้ มีแต่การบอกกล่าวของเกษตรกรเจ้าของพันธุ์เท่านั้น เช่นเดียวกับมะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดงที่มีการขยายพันธุ์โดยเมล็ดปลูกในหลายพื้นที่แล้วมีการกลายพันธุ์ในลักษณะที่แตกต่างกันออกไปตามสภาพแวดล้อมที่ปลูก

มะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดงสายพันธุ์ที่รวบรวมทั้ง 16 สายต้น มีลักษณะโดยทั่วไปที่คล้ายกันมาก คือ ลักษณะของลำต้น ใบ ดอก และเนื้อสีแดง ส่วนที่แตกต่างกันชัดเจน คือ ลักษณะของฝักของแต่ละสายต้น สอดคล้องกับรายงานของ กวิศร์ และคณะ(2552) ว่ามะขามเปรี้ยว 5 พันธุ์จากการเปรียบเทียบลักษณะประจำพันธุ์มีลักษณะที่เหมือนกันคือ ลักษณะทรงพุ่ม สีเปลือกลำต้น สีใบ สีฝัก สีเนื้อ และมีลักษณะที่ต่างกัน คือ ฝัก ความหนาเนื้อ และรสชาติ เป็นต้น อย่างไรก็ตามเชื้อพันธุ์มะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดงมีความหลากหลายทางพันธุกรรม โดยเฉพาะผล ซึ่งลักษณะทางกายภาพของผลมะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดงจะถูกควบคุมด้วยปัจจัยสภาพแวดล้อม 45% และอีก 55% จะถูกควบคุมโดยพันธุกรรม (genetic) นอกจากนี้ลักษณะทางเคมีของผลมะขามป้อมซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญนั้นมีความแตกต่างกันในแต่ละสายพันธุ์ (Mawalagedera

et. al., 2014) และยิ่งไปกว่านั้นพบว่าปริมาณสาร phenolic และฤทธิ์ต้านทานสารอนุมูลอิสระจะถูกควบคุมด้วยลักษณะทางพันธุกรรม (genotype) แต่ลักษณะของขนาดผลนั้นจะได้รับอิทธิพลจากปัจจัยสภาพแวดล้อม

จากการสำรวจมะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดงจากแหล่งต่างๆ ในประเทศไทย ทั้งจากแหล่งธรรมชาติ สวนเกษตรกรรม และแหล่งการค้า ในพื้นที่จังหวัด พิจิตร เพชรบูรณ์ สมุทรสาคร และปราจีนบุรี พบว่า มะขามเปรี้ยวในประเทศไทยมีความหลากหลายของพันธุกรรมค่อนข้างสูง ได้มะขามป้อมที่มีลักษณะดีจำนวน 34 สายต้น แบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ กลุ่มฝักใหญ่ ผลผลิตสูง และกลุ่มที่มีสารสำคัญสูง ผลมะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดงที่เก็บมาจากแหล่งต่างๆ มีลักษณะทางกายภาพของฝักที่ต่างกัน (ภาพผนวก 1 และ 2) ลักษณะทางกายภาพนี้ เป็นลักษณะที่แสดงออกถึงความแตกต่างทางพันธุกรรม ในการเลือกพันธุ์มะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดงปลูกเพื่อผลิตเป็นการค้าขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้ประโยชน์ว่าต้องการขนาดฝักใหญ่ ผลผลิตสูง หรือสารสำคัญสูง และ ควรทำการศึกษเปรียบเทียบพันธุ์ในแต่ละภาคของประเทศต่อไป เนื่องจากมีปัจจัยสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันและอาจมีอิทธิพลต่อผลผลิต โดยนำองค์ความรู้ที่ได้นำไปใช้พัฒนางานวิจัยต่อไป รวมทั้งขยายกิ่งพันธุ์ต้นที่ให้ฝักขนาดใหญ่ ผลผลิตสูง และมีสำคัญสูง เพื่อสนับสนุนและส่งเสริมการปลูกมะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดงตามพื้นที่ว่างเปล่า เนื่องจากมะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดงเป็นพืชที่ทนแล้งและทนต่อสภาพอากาศที่แปรปรวนได้ดีและมีอายุยืนนาน จะช่วยให้เกษตรกรมีรายได้ในระยะยาว การปลูกมะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดงในสภาพสวนยังเป็นการแก้ปัญหาการทำลายป่าได้อีกทางหนึ่ง สามารถพัฒนาจากพืชป่ามาเป็นพืชปลูกได้ หรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นพืชที่มีศักยภาพในอนาคตเพราะตลาดต้องการนำวัตถุดิบไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ อีกจำนวนมาก เช่น ผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร เครื่องดื่ม เครื่องสำอาง ยาสมุนไพร รวมทั้งยาแผนโบราณ และยาแผนปัจจุบัน

9. สรุปผลการทดลอง

จากการรวบรวมพันธุ์มะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดงในแหล่งปลูกต่างๆ จำนวน 16 สายต้น และทำการคัดเลือกพันธุ์จากการศึกษาองค์ประกอบของผลผลิตและการวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญ สามารถแบ่งมะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดงเป็น 3 กลุ่ม จำนวน 10 สายต้น (ภาพผนวก 3-12) ขึ้นอยู่กับกรนำไปใช้ประโยชน์ ได้แก่ กลุ่มผลผลิตสูง กลุ่มฝักใหญ่ และกลุ่มสารสำคัญสูง โดยกลุ่มที่ 1 ให้ผลผลิตสูงมีจำนวน 6 สายต้น โดยสายต้น พจ.03 ให้ผลผลิตสูงสุด 21.1 กิโลกรัม รองลงมาเป็นสายต้น พจ.08 พจ.13 พจ.09 พจ.14 และ พจ.10 กลุ่มที่ 2 ให้น้ำหนักฝักสูงมีจำนวน 6 สายต้น โดยสายต้น พจ.10 ให้น้ำหนักฝักสูงสุด 14.5 กรัม รองลงมาเป็นสายต้น พจ.09 พจ.16 พจ.15 พจ.02 และ พจ.11 และกลุ่มที่ 3 ให้ปริมาณแอนโทไซยานินสูง มีจำนวน 6 สายต้น โดยสายต้น พจ.03 ให้ปริมาณแอนโทไซยานินสูงสุด 493 มิลลิกรัมต่อเนื้อมะขาม 1 กิโลกรัม รองลงมาเป็นสายต้น พจ.16 พจ.02 พจ.10 พจ.13 พจ.14 และปริมาณวิตามินซีสูงสุด จำนวน 1 สายต้น คือ สายต้น พจ.01 ให้ปริมาณวิตามินซีสูงสุด 2.49 มิลลิกรัมต่อเนื้อมะขาม 100 กรัม ในการเลือกสายพันธุ์มะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดงไปปลูกเพื่อผลิตเป็นการค้าขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้ประโยชน์ว่าต้องการผลผลิตสูง ขนาดฝักใหญ่หรือ สารสำคัญสูง และ ควรทำการศึกษเปรียบเทียบพันธุ์ในแต่ละภูมิภาคของประเทศต่อไป เนื่องจากมีปัจจัยสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันและอาจมีอิทธิพลต่อผลผลิต โดยนำองค์ความรู้ที่ได้นำไปใช้พัฒนางานวิจัยต่อไป

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ได้สายพันธุ์มะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดงที่มีปริมาณแอนโทไซยานินสูงตามความต้องการของตลาด และตอบสนองต่อวัตถุประสงค์ในการนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในผลิตภัณฑ์ต่างๆ เป็นประโยชน์ต่อกลุ่มเป้าหมาย คือ กรมส่งเสริมการเกษตร เกษตรกร กลุ่มเกษตรกร กลุ่มแม่บ้าน และภาคเอกชน

11. เอกสารอ้างอิง

กนก ขวานานนท์. 2534. คู่มือมะขามหวานน. มิตรสยาม, กรุงเทพฯ. 128 น.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2562. มะขาม. <http://www.doae.go.th>.

แหล่งที่มา : <https://esc.doae.go.th/ebooks/download-pdf/Tamarind.pdf>. 5 มกราคม 2562
กวิศร์ วานิชกุล เรื่องศักดิ์ กมขุนทด และจุฑาภรณ์ ยนต์มูติ. 2552. การเปรียบเทียบลักษณะประจำพันธุ์ของมะขามเปรี้ยว 5 พันธุ์. วารสารเกษตรนเรศวร 1(12) : 63-73.

ชูศักดิ์ สัจพงษ์ ศศิธร วสุนันต์ มงคล จำปาทอง และประเสริฐ อนุพันธ์. 2544. การคัดเลือกพันธุ์มะขามเปรี้ยวในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2544. ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ, สถาบันวิจัยพืชสวน.

ชูศักดิ์ สัจพงษ์ ศศิธร วสุนันต์ รักชัย คุรุบรรเจดจิต สุภาพร ชุมพงษ์ สิริวิภา สัจพงษ์ ณิชพงษ์ ผุด่อง ปรีชา เขยชุ่ม วิลาวลัย ไคร์ครวญ วีรพล ชัชวาลย์วงศ์ บัณฑิต จันทรงาม ชำนาญ กสิบาล อนันต์ สุนทรเกษมสุข และประเสริฐ อนุพันธ์. 2544. การทดสอบมะขามเปรี้ยวสายพันธุ์ดีในท้องถิ่น. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2544. ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ, สถาบันวิจัยพืชสวน.

ชูศักดิ์ สัจพงษ์ รักชัย คุรุบรรเจดจิต มั่น รังสน ชำนาญ กสิบาล สิริวิภา สัจพงษ์ วัชรี ประชาศรีสรเดช และประเสริฐ อนุพันธ์. 2544. การคัดเลือกพันธุ์มะขามเปรี้ยวที่ชนะการประกวด. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2544. ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ, สถาบันวิจัยพืชสวน.

ประเสริฐ อนุพันธ์. 2522. มะขามหวาน. วิทยาสารกองพืชสวน. 3(3) : 87-90.

Hickey M. and C. King, 2000. The Cambridge Illustrated Glossary of Botanical Terms. Cambridge University Press, Cambridge. 208 pp.

Mawalagedera, S.M.U.P., Perera, G.A.D. and Sooriyapathirana, S.D.S.S. 2014. Morphological characterization of drupes reveals a higher diversity of *Phyllanthus emblica* germplasm in Anuradhapura, Kandy and Kurunegala Districts of Sri Lanka. Ceylon Journal of Science (Bio.Sci.). 43 (1): 125-135.

Salunke, D.K. and B.B. Dejai. 1984. Porthavest Biotechnology of Fruits Volume II. CRC Press Boca Raton, Florida.

12. ภาคผนวก



ก.) ต้นมะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดงเป็นรูปทรงกลม



ข.) ลักษณะสีฝักมะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดง

ภาพผนวก 1 ลักษณะของต้นมะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดง



ก.) พัฒนาการออกดอกจนถึงการติดฝัก



ข.) การเปลี่ยนสีของฝักจากฝักอ่อนไปจนฝักแก่

ภาพผนวก 2 พัฒนาการการเปลี่ยนแปลงสีของฝักมะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดง ตั้งแต่ฝักอ่อนถึงฝักแก่



ก.) ยอดสีเขียวอมเหลือง กิ่งดอกสีแดงปนเหลือง



ข.) ลักษณะฝักตรง

ภาพผนวก 3 ลักษณะยอด ดอก และฝักของมะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดง สายต้น พจ.01



ก.) ยอดสีเขียว กีบดอกสีแดงปนเหลือง



ข.) ลักษณะฝักโค้งเล็กน้อย

ภาพผนวก 4 ลักษณะดอกและฝักของมะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดง สายต้น พจ.02



ก.) ยอดสีแดงอมเหลือง กีบดอกสีเหลืองปนชมพู



ข.) ลักษณะฝักโค้งเล็กน้อย

ภาพผนวก 5 ลักษณะดอกและฝักของมะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดง สายต้น พจ.03



ก.) ยอดสีแดงอมเหลือง กีบดอกสีชมพูปนเหลือง



ข.) ลักษณะฝักโค้ง

ภาพผนวก 6 ลักษณะดอกและฝักของมะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดง สายต้น พจ.08



ก.) ยอดสีเขียวอมเหลือง กลีบดอกสีแดงอมเหลือง



ข.) ลักษณะฝักโค้ง

ภาพผนวก 7 ลักษณะดอกและฝักของมะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดง สายพันธุ์ พจ.09



ก.) ยอดสีแดง กลีบดอกสีแดงปนเหลือง



ข.) ลักษณะฝักโค้งเล็กน้อย

ภาพผนวก 8 ลักษณะดอกและฝักของมะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดง สายพันธุ์ พจ.10



ก.) ยอดสีเขียวอมเหลือง กลีบดอกสีแดงปนเหลือง



ข.) ลักษณะฝักโค้ง

ภาพผนวก 9 ลักษณะดอกและฝักของมะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดง สายพันธุ์ พจ.13



ก.) ยอดสีเขียวอมเหลือง กลีบดอกสีแดงปนเหลือง



ข.) ลักษณะฝักตรง

ภาพผนวก 10 ลักษณะดอกและฝักของมะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดง สายพันธุ์ พจ.14



ก.) ยอดสีเขียวอมเหลือง กลีบดอกสีแดงปนเหลือง



ข.) ลักษณะฝักตรง

ภาพผนวก 11 ลักษณะดอกและฝักของมะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดง สายพันธุ์ พจ.15



ก.) ยอดสีชมพูอมเขียว กลีบดอกสีเหลืองปนชมพู



ข.) ลักษณะฝักตรง

ภาพผนวก 12 ลักษณะดอกและฝักของมะขามเปรี้ยวเนื้อสีแดง สายพันธุ์ พจ.16