



## โครงการย่อยที่ 1

### การวิจัยเพื่อคัดเลือกสายพันธุ์มะขามป้อมจากธรรมชาติสำหรับโครงการพัฒนา

#### Native Clone Selection and Emblic Plantation Establishment at Phu Fa Development Project

ได้รับทุนอุดหนุนวิจัย ประจำปี พ.ศ. 2552 จำนวนเงิน 302,220 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ กันยายน 2552 ถึง สิงหาคม 2553

ผู้วิจัย นคร เหลืองประเสริฐ<sup>1</sup> วิสิฐ กิจสมพร<sup>2</sup> นवलปรังค์ ไชยตะขบ<sup>3</sup> วีระศรี เมฆตรง<sup>4</sup> และ  
อุดมลักษณ์ สุขอัคร<sup>5</sup>

#### บทคัดย่อ

สำรวจและเก็บตัวอย่างมะขามป้อมจากแหล่งธรรมชาติในเขตอำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน ระหว่างเดือนตุลาคม 2552 ถึง เดือนพฤศจิกายน 2553 จำนวน 15 สายพันธุ์ให้รหัสสายพันธุ์เป็น NAN-1 NAN-2 NAN-3 NAN-4 NAN-5 NAN-6 NAN-7 NAN-9 NAN-10 NAN-11 NAN-12 NAN-13 NAN-14 NAN-15 และ NAN-17 ทำการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและคุณภาพผล พบว่าทุกสายพันธุ์มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาคล้ายๆกัน แต่มีความแตกต่างกันในด้านคุณภาพของผลโดยเฉพาะปริมาณแทนนินและวิตามินซีซึ่งเป็นสารสำคัญที่เป็นตัวบ่งชี้คุณภาพในการเป็นยา ผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางหรืออาหารเพื่อสุขภาพ สายพันธุ์ NAN-14 มีขนาดผลใหญ่ที่สุดคือมีเส้นผ่าศูนย์กลางผลเท่ากับ 2.67 เซนติเมตร ขณะเดียวกันก็มีคุณภาพผลดีคือมีเปอร์เซ็นต์สารสกัดสูงสุดที่  $62.11 \pm 0.87$  เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณวิตามินซีสูงสุดที่ 470.13 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมเนื้อผล สายพันธุ์ที่มีปริมาณสารสำคัญสูงรองๆ ลงมา ได้แก่ NAN-5 NAN-13 NAN-15 NAN-11 โดยมีปริมาณ 55.54 $\pm$  0.92 , 54.63  $\pm$  2.00 , 53.75  $\pm$  1.82 และ 52.97  $\pm$  2.17 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สายพันธุ์ที่มีปริมาณวิตามินซีรองลงมาได้แก่ NAN-10 NAN-9 NAN-15 และ NAN-5 มีปริมาณวิตามินซีเท่ากับ 450.49 , 418.30 , 342.69 และ 340.23 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมเนื้อผล ตามลำดับ คุณภาพด้านอื่นๆ คือปริมาณเยื่อใย น้ำตาล กรดและ pH ก็มีความแตกต่างกัน โดย NAN-13 มีเยื่อใยสูงสุดที่ 3.05 เปอร์เซ็นต์และ NAN-6 มีเยื่อใยต่ำสุดที่ 1.95 เปอร์เซ็นต์ NAN-3 มีปริมาณน้ำตาลสูงสุดที่ 18.75 องศาบริกซ์ ขณะที่ NAN-2 มีปริมาณน้ำตาลต่ำสุดที่ 10.00 องศาบริกซ์ ด้านปริมาณกรดพบว่า NAN-3 มี

<sup>1</sup> วท.ม.(เกษตรศาสตร์) ศูนย์วิจัยระบบนิเวศเกษตร โทรศัพท์ 0-2579-6959

<sup>2</sup> วท.ม.(เกษตรศาสตร์) สถานีวิจัยคอกขุ่ย โทรศัพท์ 0-5321-1142

<sup>3</sup> วท.ม.(เกษตรศาสตร์) สถานีวิจัยกาญจนบุรี โทรศัพท์ 0-2579-6959

<sup>4</sup> วท.ม.(เกษตรศาสตร์) ศูนย์วิจัยระบบนิเวศเกษตร โทรศัพท์ 0-2579-6959

สถาบันค้นคว้าและพัฒนากระบวนการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

<sup>5</sup> วท.ม. (พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร) ฝ่ายเทคโนโลยีชีวมวลและพลังงานชีวภาพ โทรศัพท์ 0-2942-8600 ต่อ 102  
สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลผลิตทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปริมาณกรด 4.45 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ NAN-15 มีปริมาณกรดต่ำสุดที่ 2.67 เปอร์เซ็นต์และ pH ของ NAN-13 สูงสุดที่ 3.11 ส่วนของ NAN-14 ต่ำสุดที่ 2.50 ความมีชีวิตของเมล็ดพบว่ามีจำนวนถึง 7 สายพันธุ์ที่เมล็ดมีชีวิตมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์คือสายพันธุ์ NAN-5 NAN-7 NAN-10 NAN-11 NAN-14 NAN-15 และ NAN-17 มีความมีชีวิตเท่ากับ 86 92 95 92 97 96 96 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และสายพันธุ์ในกลุ่มนี้ก็จะมีความงอกสูงด้วยโดย NAN-11 NAN-15 NAN-17 และ NAN-14 ซึ่งมีความงอกเท่ากับ 71 84 85 และ 94 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเมื่อนำตัวอย่างใบมะขามป้อมทั้ง 17 สายพันธุ์ไปวิเคราะห์ DNA finger print ด้วยวิธี AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism) marker จำนวน 10 ไพรเมอร์ ผลที่ได้นำไปสร้าง Phylogenetic tree โดยจากค่า similarity index พบว่า สายพันธุ์ที่มีความเหมือนกันมากที่สุดอยู่ที่ 0.7755 (77.55 %) ได้แก่ สายพันธุ์ NAN-11 และ NAN-14 สำหรับสายพันธุ์ที่มีความเหมือนกับสายพันธุ์อื่นๆ น้อยที่สุดได้แก่ NAN 1 มีค่าที่ 0.6746 (67.46%)

### Abstract

Specimens screened and collected during October 2009 to September 2010 from local sites in Borklua district, Nan. Fifteen clones are coded as NAN-1 to NAN-7, NAN-9 to NAN-15 and NAN-17. Botanical studies along with fruit qualities shown similarity. Differences in tannin and vitamin C quantities are found in fruits which are vitamin C for medicinal uses in cosmetics, food supplements. NAN-14 produces fruits of largest size 2.68 cm. in diameter and also of high quality. Extracts percentage is highest around  $62.11 \pm 0.87$  and contains largest content of vitamin C at 470.13 mg/100 gm fruit flesh. Clones which give lesser essential substances are NAN-5, 13, 15, 11 at  $55.54 \pm 0.92$ ,  $54.63 \pm 2.00$ ,  $53.75 \pm 1.82$ , and  $52.97 \pm 2.17\%$ , respectively. Clones produce lesser vitamin C are NAN-10, NAN-9, NAN-15 and NAN-5 at 456.49, 418.30, 432.69 and 340.23 mg/100 gm fruit flesh, respectively. Other qualities such as fiber, sugar content, acids and pH are also differ. NAN-13 has the most fiber of 3.05% and NAN-6 the least at 1.95%. NAN-3 gives highest sugar content of 18.75 °Brix while NAN-2 the lowest at 10 °Brix. Acids are found at 4.45% in NAN-3 and the lowest of 2.67% in NAN-15. pH is highest in NAN-13 at 3.11 and the least of 2.50 in NAN-14. Percentage of seeds viability has been found to be higher than 80 in NAN-5, NAN-7, NAN-10, NAN-14, NAN-15 and NAN-17 i.e. 86, 92, 95, 92, 97, 96 and 96, respectively, also germination ability of these clones such as NAN-11, NAN-15, NAN-17 and NAN-14 are high amounted to 71, 84, 85 and 94%, respectively. Analysis of emblic leaves of all 15 clones (DNA finger print) by AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism) marker numbering 10 primers of which the outcome would be drawn into Phylogenetic tree. From similarity index, it shown that lines are almost identical is 0.7755 (77.55%) i.e. NAN-11 and NAN-14. Line that differs most from other is NAN-1: 0.6746 (67.46%)

## บทนำ

มะขามป้อมเป็นไม้ผลตามธรรมชาติที่มีการใช้ประโยชน์ด้านการเป็นยาและอาหารเพื่อสุขภาพมาแต่โบราณ ในผลมะขามป้อมมีวิตามินซีสูงและมีความคงสภาพได้ดี มีแทนนินที่เป็นประโยชน์และมีสารประกอบสำคัญอื่นๆอีกมากซึ่งในปัจจุบันผลการศึกษาเป็นที่ยอมรับแล้วว่าสารสำคัญต่างๆ ในผลมะขามป้อมมีคุณสมบัติในการเป็นantioxidant ผลมะขามป้อมที่บริโภคกันอยู่ในประเทศไทยส่วนใหญ่หรือเรียกได้ว่าทั้งหมดเก็บรวบรวมมาจากป่าธรรมชาติ

ปัจจุบันกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรในพื้นที่เป้าหมายของโครงการภูฟ้าพัฒนาในนาม“วิสาหกิจชุมชนกลุ่มกิจกรรมแปรรูปบ้านบ่อหลวง”ได้ใช้ประโยชน์จากมะขามป้อมในการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารออกจำหน่ายเป็นการค้า 2 ชนิดคือมะขามป้อมขงคั้มและขามะขามป้อม ผลิตภัณฑ์ของกลุ่มแม่บ้านได้รับความนิยมนิยมและมีการพัฒนามากขึ้นเป็นลำดับ อย่างไรก็ตามวัตถุประสงค์ของการผลิตคือผลมะขามป้อมก็ยังเป็นผลผลิตจากป่าธรรมชาติในท้องถิ่นจึงทำให้ไม่สามารถควบคุมปริมาณและคุณภาพของวัตถุดิบได้ซึ่งก็จะส่งผลถึงคุณภาพของผลิตภัณฑ์จากการแปรรูปที่ใช้มะขามป้อมเหล่านั้นเป็นวัตถุดิบด้วย ดังนั้นเพื่อสนับสนุนการดำเนินงานของโครงการศูนย์ภูฟ้าพัฒนาในส่วนของการสร้างรายได้ที่ยั่งยืนให้แก่เกษตรกรในพื้นที่ แนวทางหนึ่งที่ต้องดำเนินการคือการเพิ่มศักยภาพการใช้ประโยชน์จากมะขามป้อมจึงควรมีการศึกษาเพื่อคัดเลือกหาสายพันธุ์ที่ดี มีข้อมูลด้านคุณภาพของผลแต่ละสายพันธุ์ที่จะปลูก มีคำแนะนำวิธีการปลูกเลี้ยงที่เหมาะสม เพื่อให้สามารถกำหนดปริมาณและคุณภาพของผลผลิตตามเป้าหมายของผลิตภัณฑ์และความต้องการของโรงงาน ตลอดจนการพัฒนากระบวนการผลิตเพื่อปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์โดยรวมทั้งการวิจัยเพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ทั้งที่เป็นอาหารและไม่ใช่อาหารเพื่อให้เกิดทางเลือกในการแข่งขันในตลาดได้มากขึ้น

ในด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม การนำพืชที่หาได้จากป่ามาบริโภคหรือมาจำหน่ายเป็นวิถีชีวิตที่ยั่งยืน พรรณพืชที่เป็นประโยชน์จากป่าน่าจะได้มีการศึกษาวิจัยเพื่อการนำมาปลูกเลี้ยงเป็นพืชเศรษฐกิจของชุมชน ซึ่งนอกจากจะช่วยลดความเสี่ยงจากการใช้ประโยชน์จากป่าแบบเกินกำลังอันจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศและอาจเป็นการทำผิดกฎหมายป่าไม้โดยไม่รู้ตัวแล้ว ยังเป็นการส่งเสริมการปลูกไม้ผลยืนต้นเพื่อเพิ่มความสมดุลทางธรรมชาติและหยุดยั้งการทำไร่เลื่อนลอยที่เป็นสาเหตุของภัยพิบัติน้ำท่วมดินถล่มได้อีกทางหนึ่งด้วย

วัตถุประสงค์ของการโครงการวิจัยเพื่อคัดเลือกและรวบรวมสายพันธุ์มะขามป้อมที่มีคุณภาพดีในบริเวณพื้นที่เป้าหมายโครงการภูฟ้า เพื่อเป็นฐานพันธุกรรมให้แก่เกษตรกรในพื้นที่โครงการและบริเวณใกล้เคียง ให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์เพื่อพัฒนาการผลิตผลิตภัณฑ์แปรรูปของท้องถิ่นอย่างมีคุณภาพ

## การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

มะขามป้อมมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Phyllanthus emblica* L. (Syn. *Emblica officinalis* Gaertn.) อยู่ในตระกูล Euphorbiaceae มีชื่อสามัญหลายชื่อเช่น emblic, aonla, amla, emblic myrobalan, emblique, officinale, bilimbi madras, myrobalan emblique มะขามป้อมเป็นพืชท้องถิ่นที่มีการกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติอย่างกว้างขวางตั้งแต่บริเวณประเทศเนปาล อินเดีย ศรีลังกาถึงประเทศในเขตเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และขึ้นไปจนถึงประเทศจีนตอนใต้ นอกจากนี้ยังมีการปลูกเป็นการค้าในประเทศจีน อินเดีย มอริเชียส หมู่เกาะอินเดียตะวันตก ญี่ปุ่นและมีรายงานว่าเคยมีการปลูกในมาดากัสการ์ด้วย คำว่า emblica อาจมีที่มาจากคำว่า amlah ในภาษาเปอร์เซียหรือคำว่า ambaliji ในภาษาอาราบิก (Eland,2008) ตามธรรมชาติจะพบมะขามป้อมบริเวณป่าเบญจพรรณแล้ง ป่าละเมาะหรือตามป่าชุมชน(village grove) มะขามป้อมเป็นพืชที่ตอบสนองต่อช่วงแสงก็จะออกดอกเมื่อมีความยาวช่วงวัน(daylength) 12 ถึง 13.5 ชั่วโมง เราสามารถพบมะขามป้อมตามธรรมชาติได้ในบริเวณพื้นที่ตั้งแต่ระดับน้ำทะเลไปจนถึงพื้นที่สูงถึง 1,500 เมตร มะขามป้อมจัดเป็นพืชเขตกึ่งร้อน(subtropical) มากกว่าที่จะเป็นพืชเขตร้อน มักไม่ค่อยพบต้นมะขามป้อมที่โตเต็มที่ตามธรรมชาติซึ่งอาจเนื่องจากการเป็นไม้ยืนต้นที่เจริญเติบโตช้าและยังถูกตัดต้นไม้ไปใช้ประโยชน์อยู่เสมอ

### ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

มะขามป้อมเป็นไม้ผลัดใบ(deciduous) ขนาดเล็กถึงขนาดกลาง ลำต้นตั้งตรง ทรงพุ่มโปร่ง ปรกติจะมีความสูงที่ประมาณ 7-8 เมตรแต่อาจสูงได้ถึง 25 เมตรมีลักษณะที่สำคัญโดยทั่วไปดังนี้

ลำต้น ลำต้นมีเปลือกบางเรียบสีเทาถึงเทาดำ เปลือกมักลอกเป็นแผ่นๆ เป็นสีขาวหรือน้ำตาล ถ้าเจริญเติบโตอยู่ในป่าที่บึงมักมีลำต้นสูงชะลูดแต่ต้นที่เจริญเติบโตอยู่ในที่โล่งแจ้งมักแผ่ทรงพุ่มกว้าง กิ่งเปราะ เนื้อไม้บิดแตกง่าย ลำต้นสามารถเจริญเติบโตจนมีเส้นผ่านศูนย์กลางได้ถึง 35 เซนติเมตรหรือมีเส้นรอบวงที่โคนลำต้นหลักประมาณ 70 เซนติเมตร เนื้อไม้แน่นละเอียดออกสีแดงมีน้ำหนัก 740 - 930 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตรที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์

ใบ มีสีเขียวเข้มขนาดเล็กกว้าง 1-5 มิลลิเมตร ยาว 5-25 มิลลิเมตร รูปร่างขอบขนาน(oblong) ขอบใบเรียบ ปลายใบมน(obtuse)หรือมีหยัก ฐานใบไม่เท่ากัน เป็นใบเดี่ยวแต่เรียงเป็น 2 แถวสลับตรงข้าม ระบายใบเดียวกันและมีระยะห่างเท่าๆกันปริมาณค่อนข้างหนาแน่นบนกิ่งย่อยขนาดเล็ก(lateral twig)จึงทำให้ดูคล้ายใบประกอบแบบขนนก ไม่มีก้านใบ (sessile) มีหูใบเป็นรูปสามเหลี่ยม ยอดอ่อนของมะขามป้อมจะมีสีแดงอ่อนๆและจะเปลี่ยนเป็นสีเขียวเมื่อผ่านไป 2-3 วัน

ดอก มีขนาดเล็กเป็นดอกแบบไม่สมบูรณ์เพศ (unisexual) เกิดเป็นกระจุก (cyme) กระจุกละ 6-10 ดอก เกิดหนาแน่นที่ง่ามใบ มีสีเหลืองอมเขียวความยาวประมาณ 4-5 มิลลิเมตร ดอกตัวผู้ลักษณะเป็นหลอด(tubular) ที่ส่วนโคนและมีก้านดอกเล็กมาก ก้านดอกยาว 1-2.5 มิลลิเมตร ไม่มีกลีบดอก กลีบเลี้ยงเชื่อมติดกัน(perianth lobe)โดยแยกเป็น 6 กลีบ ที่ส่วนบนมีเกสรตัวผู้ 1-3 อัน ก้านเกสรตัวผู้ยาว

ประมาณ 2 มิลลิเมตร ดอกตัวเมียไม่มีก้านดอก(sessile) มีกลีบดอกเชื่อมติดกันเป็นหลอด มีรังไข่แบบ superior แบ่งเป็น 3 ช่อง(superior 3 celled ovary) ส่วนบนของรังไข่มีก้านเกสรตัวเมีย(style) 3 ก้านเชื่อมติดกันครึ่งหนึ่งของความยาวปลายแยกเป็น 2 แฉก ดอกตัวผู้และดอกตัวเมียเกิดบนกิ่งเดียวกัน ในหนึ่งช่อดอกจะมีดอกตัวผู้เป็นจำนวนมากและมีดอกตัวเมียน้อยและมักจะอยู่บริเวณโคนกิ่ง

ผล ลักษณะกลมถึงกลมแป้น(oblate)เป็นผลแบบมีเนื้อ บริเวณขั้วผลและก้นผลแบนเล็กน้อยมีเส้นแบ่งผลตามแนวตั้งเป็น 6 กลีบ ผลดิบสีเขียวเมื่อแก่มีสีเหลืองอมเขียวสดใสเปลือกผลบาง เนื้อผลใสรอบฉ่ำน้ำ ผลในธรรมชาติมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2.14 เซนติเมตร น้ำหนักผลประมาณ 5.68 กรัม ส่วนผลจากพันธุ์ปลูกจะมีน้ำหนักประมาณ 28 - 50 กรัม ผลประกอบด้วยส่วนที่เป็นเนื้อผลประมาณ 90.97 เปอร์เซ็นต์ซึ่งเป็นการขึ้นเสีย 70.5 เปอร์เซ็นต์ (Parmar and Kaushal, 1982) ผลส่วนใหญ่จะมีเนื้ออ่อนจากเมล็ด(free stone)

เมล็ด มีเปลือกหุ้มเมล็ดแข็ง(drupe) มี 6 กลีบ ซึ่งเมื่อแตกออกจะมี 3 พูแต่ละพูจะมี 2 เมล็ด ในหนึ่งผลจะมี 6 เมล็ดแต่อาจไม่สมบูรณ์ทั้ง 6 เมล็ด เมล็ดมีรูปร่างเป็นรูปสามเหลี่ยมมีสีน้ำตาลดำยาวประมาณ 4 - 5 มิลลิเมตร กว้าง 2 - 3 มิลลิเมตรหรือขึ้นอยู่กับขนาดและความสมบูรณ์ของผลและสายพันธุ์ เมล็ดมะขามป้อมประกอบด้วยน้ำมันสีน้ำตาลเหลืองประมาณ 16 เปอร์เซ็นต์ซึ่งมีส่วนประกอบดังนี้ linoleic acid 44 เปอร์เซ็นต์ oleic acid 24.8 เปอร์เซ็นต์ linolenic acid 8.8 เปอร์เซ็นต์ stearic acid 2.2 เปอร์เซ็นต์ palmitic acid 3.0 เปอร์เซ็นต์และmyristic acid 1.0 เปอร์เซ็นต์ (Jansen,2005)

ในประเทศอินเดียโดยทั่วไปมะขามป้อมจะแตกยอดใหม่และออกดอกในช่วงเดือนมีนาคมถึงพฤษภาคม ในเมืองMadras(อยู่ในระนาบเดียวกับเขตภาคกลางของประเทศไทย)จะออกดอก 2 ครั้ง ครั้งแรกเดือนมิถุนายนถึงเดือนกรกฎาคมและครั้งที่ 2 ในเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมีนาคม แต่ผลผลิตจากการออกดอกครั้งที่สองจะน้อย(Morton, 1987) ในฟลอริดามะขามป้อมจะออกดอกในช่วงฤดูร้อนและจะไปแก่ในฤดูหนาวหรือยืดไปถึงฤดูใบไม้ผลิ ฤดูการให้ผลผลิตอยู่ระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงเดือนกันยายน ในเมืองSanwara ประเทศอินเดียให้ผลผลิตดีที่สุดในเดือนธันวาคมและสามารถคงผลผลิตอยู่บนต้นได้นานถึงเดือนมีนาคมโดยปริมาณผลผลิตและคุณภาพของผลไม่เปลี่ยนแปลง ต้นที่ได้จากการเพาะเมล็ดจะให้ผลผลิตที่มีคุณภาพแตกต่างจากต้นแม่ ต้นมะขามป้อมที่เจริญเติบโตตามธรรมชาติจะให้ผลผลิตเฉลี่ยต้นละประมาณ 23.5 กิโลกรัม

#### คุณสมบัติของมะขามป้อม

ผลมะขามป้อมมีคุณสมบัติทางยามากมาย ทั้งนี้เป็นผลมาจากการมีวิตามินซีและแทนนินเป็นองค์ประกอบในปริมาณที่สูงและยังมีสารสำคัญอื่นๆ ที่เป็นประโยชน์อีกมาก

**ผลการวิเคราะห์เนื้อผลสดมะขามป้อม**

ความชื้น ( Moisture )	81- 84.0 %	
แป้ง ( Carbohydrates )		14- 14.3 % ( sugar,starches,gums about 5 %; polyphenols about 5.7 %; fiber about 3.4 % )
แร่ธาตุ ( Minerals )	0.7- 2.4 %	
โปรตีน ( Protein )	0.5- 0.7 %	
ไขมัน ( Fat )	0.1- 0.5 %	
อื่น ๆ ( Miscellaneous other compounds )	0.5- 0.7 %	

**ผลการวิเคราะห์เนื้อผลแห้งมะขามป้อม**

แป้ง ( Carbohydrates )		70- 75 % ( sugar,starches,gums about 25 %; polyphenols about 28 %; fiber about 17 % )
แร่ธาตุ ( Minerals )	4- 6 %	
โปรตีน ( Protein )	2.5- 3.5 %	
ไขมัน ( Fat )	1.5- 2.0 %	
อื่น ๆ ( Miscellaneous other compounds )	2.5- 3.5 %	
ความชื้นที่เหลืออยู่ ( Moisture )	6- 9 %	

: (Dharmananda, 2003 )

ในส่วนต่างๆของต้นมะขามป้อมไม่ว่าจะเป็นผล ใบหรือเปลือกของลำต้นจะมีปริมาณแทนนินสูงมาก เนื้อผลดิบที่แห้งมีปริมาณแทนนินสูงถึง 18-35 % ในขณะที่ผลสุกจะมีปริมาณแทนนินน้อยกว่า ที่เปลือกแห้งของลำต้นมีแทนนิน 8-20% แต่ที่เปลือกของกิ่งแขนงจะมีเปอร์เซ็นต์แทนนินมากกว่าคือประมาณ 12-24% โดยน้ำหนัก สำหรับในใบจะมีแทนนิน ประมาณ 22-28% ในภาพรวมแล้วปริมาณแทนนินในผลมะขามป้อมจะมีสูงกว่าส่วนอื่นๆของลำต้นคือมีอยู่ถึง 28 % ของปริมาณแทนนินทั้งหมดจากส่วนต่างๆของต้น แทนนินเป็น polyphenol จากพืชที่มีรสฝาด เป็นสารฝาดสมาน(astringent) มีสถานะเป็นกรดอ่อนพบได้พืชหลายชนิด มีคุณสมบัติทำให้โปรตีนตกตะกอนทำให้หนังสือตัวไม่เนาเปื่อยจึงใช้ประโยชน์จากแทนนินในอุตสาหกรรมฟอกหนังสัตว์ คุณสมบัติที่มีฤทธิ์ฝาดสมานจึงมีการนำไปใช้ประโยชน์เป็นยา รักษาโรคท้องร่วงและยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย แทนนินในผลมะขามป้อมจัดอยู่ในพวก gallotanninsและellagitannins ซึ่งเป็นพวกhydrolyzable tannin เมื่อถูก hydrolyze จะได้ gallic acid , ellagic acidและ glucose โดยส่วนใหญ่จะได้ gallic acid

ผลมะขามป้อมมีวิตามินซีสูงมาก จากน้ำคั้นของผล 100 กรัมจะมีวิตามินซีประมาณ 600-1,300 มิลลิกรัม(Jansen, 2005) เนื้อผลสด 100 กรัมมีวิตามินซี 470-680 มิลลิกรัมแต่ถ้าเป็นเนื้อผลแห้ง 100 กรัมจะมีวิตามินซี สูงถึง 2,428-3,470 มิลลิกรัม(Dweck and Mitchell, ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์) คุณสมบัติดีเด่นของวิตามินซีในมะขามป้อมคือการมีแทนนิน ellagic เป็นตัวช่วยรักษาการคงสภาพของวิตามินซีไม่ว่าจะแปรรูปโดยการคองในน้ำเกลือหรือการแปรรูปเป็นฟังก์ชันการรักษาคุณสมบัติของวิตามินซีไว้ได้(Jansen,2005) ในขณะที่ไม่ผลชนิดอื่นไม่มีทำให้วิตามินซีสลายตัวได้ง่ายหลังเก็บผลมาจากต้น ในน้ำที่คั้นจากผลมะขามป้อมสามารถคงคุณภาพวิตามินซีได้นานเป็นสัปดาห์ ถ้าเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 45 วันจะสูญเสียวิตามินซี 14 เปอร์เซ็นต์ ถ้าให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียสวิตามินซีจะสูญเสียโดยการระเหยเพียง 30 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อนำน้ำมะขามป้อมนี้ไปแช่ในตู้เย็นนาน 1 สัปดาห์จะสูญเสียวิตามินซี 40 เปอร์เซ็นต์แต่ถ้าแช่เย็น 20 วันจะสูญเสียวิตามินซี 100 เปอร์เซ็นต์ (Morton, 1987) วิตามินซีเป็นstrong reducing agent และการมีคุณสมบัติเป็น antioxidant จึงทำให้มีส่วนช่วยป้องกันผลเสียหายที่เกิดจากfree radicals วิตามินซีช่วยในการสังเคราะห์collagen, neurotransmitters and carnitine ด้านการบำรุงผิวซึ่งปกติที่รอยบนผิวหนังจะเกิดจากการลดการสร้างคอลลาเจนของผิวหนังและการทำลายคอลลาเจนโดยเอนไซม์จำพวก matrix mettaloproteinase(MMPs) งานวิจัยของอุบลทิพย์และคณะ(2552) พบว่าสารสกัดจากผลมะขามป้อมมีประสิทธิภาพในการกระตุ้นการสร้างโปรคอลลาเจนประเภท 1 (type 1 procollagen) และยับยั้งเอนไซม์ MMPs โดยเมื่อทดสอบสารสกัดมะขามป้อมที่ความเข้มข้นต่ำ(10 µg/mL) ในเซลล์ไฟโบรบลาสจากหนูพบว่ามิฤทธิ์กระตุ้นการเพิ่มจำนวนเซลล์และสารสกัดที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 10 ถึง 500 µg/mL มีฤทธิ์กระตุ้นการสร้างโปรคอลลาเจนประเภท 1 นอกจากนี้ยังพบว่าสามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ MMPs ได้อีกด้วย

Suresh and Vasudevan (1994) พบว่าสารสกัดจากผลมะขามป้อมมีฤทธิ์ด้านการเกิดเนื้องอกในหนู โดยกระตุ้น natural killer cells และ antibody dependent cellular cytotoxicity (ADCC) activities เป็นการยืนยันการมีคุณสมบัติการเป็นantioxidantของมะขามป้อม ขณะที่Kaiweiและคณะ (1989)พบว่ามะขามป้อมมีคุณสมบัติในการลดสารก่อมะเร็ง(N-nitrosoproline)ในหนูทดลองเช่นกัน ผลมะขามป้อมมีคุณสมบัติในด้านขับปัสสาวะและเป็นยาระบาย ช่วยในการขับถ่าย รักษาโรคบิดเรื้อรัง เป็นยาแก้ไอ ลดการอักเสบลดcholesterolและมีคุณสมบัติเป็น antimicrobial ด้วย นอกจากนี้ผลมะขามป้อมยังมีเพคติน(pectin)และสารประกอบสำคัญๆอีกจำนวนมาก

## พันธุ์ปลูก

ถึงแม้ว่ามะขามป้อมจะมีการกระจายพันธุ์อย่างกว้างขวางจนดูเหมือนว่าจะไม่มีหนทางสูญพันธุ์ไปจากธรรมชาติ แต่ก็จำเป็นที่จะต้องมีการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้ได้พันธุ์ที่มีคุณภาพดีสามารถเลือกพันธุ์ไปใช้ประโยชน์ได้เหมาะสมตามวัตถุประสงค์ ในประเทศอินเดียซึ่งมีการปลูกมะขามป้อมเป็นการค้าอย่างกว้างขวาง มีพันธุ์ปลูกที่สำคัญเป็นหลักอยู่ 3 พันธุ์คือ พานาราตี(Banarasi) ฟรานซิส(Francis)

และชาโคยา(Chakaiya) ทั้ง 3 พันธุ์มีข้อดีและข้อด้อยแตกต่างกัน พันธุ์พานาราสีเป็นพันธุ์เบาอายุเก็บเกี่ยวสั้นแต่ดอกออกยาก(alternation bearing) ทรงพุ่มกว้างปานกลาง ไม่ดกมากมักมีปัญหาเรื่องผลร่วงผลใหญ่มีเยื่อใยน้อย ฝาดปานกลาง พันธุ์ฟรานซิสผลรูปร่างกลมปลายผลนูน ให้ผลผลิตสม่ำเสมอ ผลมักมีอาการเนื้อเป็นจุดสีน้ำตาลดำ(necrosis) พันธุ์ชาโคยาผลทรงแป้น ผลมีเปอร์เซ็นต์เยื่อใยสูง ผลดกทรงพุ่มกว้างแต่มักให้ผลปีเว้นปี นอกจากพันธุ์ที่นิยมปลูกทั้ง 3 พันธุ์ดังกล่าวแล้วก็ยังมีพันธุ์อื่นๆอีกเช่น คานจัน(Kanchan) กฤษณา(Krishna) เดชิ(Deshi) อนันต์-1 อนันต์-2 และ อนันต์-3 เป็นต้น ภาพรวมของผลผลิตในอุตสาหกรรมในอินเดียอยู่ที่ประมาณ 10-15 ตันต่อเฮกตาร์ต่อปี(1.6-2.4 ตันต่อไร่ต่อปี) ในธรรมชาติแถบเชิงเทือกเขาหิมาลัยทางตะวันตกมีพันธุ์มะขามป้อมพื้นเมือง(wild Himalayan amla) เป็นพันธุ์ที่มีผลขนาดเล็ก ผลดกมาก มีความโดดเด่นในด้านทนทานความหนาวเย็น สามารถใช้เป็นพันธุ์กรรมในการปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้ได้สายพันธุ์สำหรับปลูกในเขตหนาวได้

ตารางที่ 1 คุณภาพของผลมะขามป้อมพันธุ์สำคัญที่ปลูกเป็นการค้าในประเทศอินเดีย

Variety	Fruit wt. ( gm.)	Seed ( % )	TSS ( % )	Acidity ( % )	Ascorbic â (mg/100g.)	Total Sugar ( % )
Banarasi	40.0	4.4	13.5	1.92	540	6.40
Chakaiya	42.0	3.0	8.0	1.60	382	6.93
Francis	37.0	3.5	9.0	1.54	480	4.98
Kanchan	37.2	3.1	11.0	2.43	500	4.57
Krishna	37.5	4.0	11.0	2.05	500	5.90

แหล่งที่มา: Anonymous. 1988. Ann. Rep. AICRP on Arid Zone Fruits, Tech. Doc. No. 18.

สำหรับในประเทศไทยยังไม่มีพันธุ์มะขามป้อมที่ชัดเจนเป็นของตัวเองและยังไม่มีการค้าเลือกและการปรับปรุงพันธุ์เพื่อสร้างพันธุ์ที่ดีตามหลักวิชาการเพื่อเป็นพันธุ์มาตรฐานสำหรับส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกเป็นการค้า จะมีบ้างที่เกษตรกรและผู้สนใจจริงได้คัดเลือกพันธุ์จากธรรมชาติด้วยตัวเองโดยคัดเลือกผลมะขามป้อมที่มีขนาดใหญ่มาบริโภคแล้วนำเมล็ดไปเพาะและเมื่อปลูกได้ผลดีก็นำไปเผยแพร่อาจโดยแลกเปลี่ยนพันธุ์กันและมีบ้างที่นำพันธุ์จากอินเดียมาปลูกและขยายพันธุ์ขายแต่จะมีราคาสูงมากเนื่องจากพันธุ์ที่ดียังหายาก ในปัจจุบันก็เริ่มมีการปลูกเป็นการค้ากันบ้างแล้วในเขตท้องที่จังหวัดกาญจนบุรี ราชบุรี และประจวบคีรีขันธ์แต่ยังมีไม่มากนัก ในการคัดเลือกพันธุ์โดยทั่วไปของเกษตรกรจะพิจารณาจากขนาดของผลเป็นประการสำคัญ โดยจะคัดเลือกเฉพาะต้นที่ให้ผลที่มีขนาดใหญ่ไว้ขยายพันธุ์ปลูกโดยยังไม่สามารถวิเคราะห์ถึงคุณภาพภายในหรือองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของผลได้ คุณค่าที่สำคัญของผลมะขามป้อมอยู่ที่ปริมาณสารสำคัญในผลไม่ว่าจะเป็นปริมาณวิตามินซี แทนนิน น้ำตาล กรดและอื่นๆ อย่างไรก็ตาม

นักวิจัยของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ได้เริ่มงานวิจัยในการค้นหาสายพันธุ์ที่ดี ศึกษาการเขตกรรมและการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากมะขามป้อมโดยได้สำรวจ เก็บตัวอย่างสายพันธุ์จากธรรมชาติจากแหล่งที่มีมะขามป้อมขึ้นกระจายอยู่มากในเขตจังหวัด กาญจนบุรี ประจวบคีรีขันธ์และบุรีรัมย์ นำไปปลูกรวมพันธุ์ไว้ที่สถานีวิจัยสิทธิพรกฤดากร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จากการวิเคราะห์คุณภาพของผลโดยพิจารณาปริมาณสารสำคัญทำให้ทราบว่ามะขามป้อมในธรรมชาติแต่ละต้นจะมีคุณภาพที่แตกต่างกันมาก มีข้อขึ้นชื่อว่าเป็นมะขามป้อมแล้วจะต้องมีแทนนินสูงหรือวิตามินซีสูงเสมอไป(ตารางที่ 2) จึงควรจะต้องทำการสำรวจเพื่อค้นหาสายพันธุ์ที่มีคุณภาพดีเหมาะสมกับการนำไปใช้ประโยชน์แต่ละด้านเช่นถ้าเป็นต้นที่มีผลขนาดใหญ่ก็เน้นการทำงานนมหรืออาหารที่คงสภาพขนาดผลใหญ่เพื่อให้ดูดึงดูดสายตา ถ้าเป็นต้นที่ผลมีแทนนินหรือวิตามินซีสูงก็เน้นการใช้ประโยชน์ด้านสกัดสารเป็นยาหรือเป็นอาหารเพื่อสุขภาพ เป็นต้น โดยในที่สุดก็จะต้องมีการผสมพันธุ์หรือปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้ได้ต้นที่มีคุณภาพดีเด่นในด้านต่างๆรวมอยู่ในต้นเดียวกัน

ตารางที่ 2 คุณภาพของผลมะขามป้อมสายพันธุ์ต่างๆที่เก็บรวบรวมจากแหล่งธรรมชาติจากจังหวัดกาญจนบุรี ประจวบคีรีขันธ์และบุรีรัมย์

Clone	Fruit wt. (gm.)	Acid (%)	Ascorbic acid (mg/100g.)	TSS (% Brix)	Fruit extract (%)	Total phenolic content *
K-1	8.20	1.89	260.41	9.55	39.00	1231.36
K-3	7.66	2.05	395.40	11.93	48.50	2606.11
K-5	9.58	2.79	359.32	13.30	47.11	2527.29
P-6	8.93	2.45	265.43	11.70	52.29	2702.30
P-7	9.77	2.30	430.96	13.10	42.29	2120.61
P-8	10.62	2.47	389.33	14.10	41.00	2359.65
B-11	4.61	1.95	63.96	7.75	38.51	1576.82
B-12	9.31	2.72	211.44	10.95	36.32	2088.68
B-13	4.98	2.52	132.68	9.65	34.11	1799.10
B-14	11.86	2.03	257.93	11.20	38.81	2483.61
B-15	8.77	2.83	292.79	14.20	50.25	2795.20
B-16	7.01	2.21	387.88	10.00	52.26	4309.95

\* mg GAE /100 gm fresh weight

แหล่งที่มา: นครและคณะ รายงานวิจัยประจำปี 2552

## ระเบียบและวิธีดำเนินการวิจัย

### 1. ตำรวจและเก็บรวบรวมผล ใบและกิ่งพันธุ์มะขามป้อมจากป่าธรรมชาติ ในพื้นที่โครงการกฐาพัฒนา เขตอำเภอปอเกลือ

#### 1.1 ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาโดยทั่วไปของลำต้น และ ใบ

- ลักษณะทรงพุ่มและการแตกกิ่ง
- ลักษณะเปลือกลำต้น
- เปรียบเทียบความยาวกิ่งย่อยและขนาดของใบของ 15 สายพันธุ์ โดยวิธี completely randomized design 3 ซ้ำ ซ้ำละ 10 กิ่ง/ใบ
- สีของใบอ่อน

โดย ห้องปฏิบัติการ สถาบันค้นคว้าและพัฒนาระบบนิเวศเกษตร

#### 1.2 ศึกษาคุณภาพของผล

- % เนื้อผล

เปอร์เซ็นต์เนื้อผล =  $\frac{\text{น้ำหนักเนื้อผล}}{\text{น้ำหนักผล}} \times 100$

- % เยื่อใย

โดยวิธีทดสอบแบบ TMC-77 Based on AOAC (2000) 978.10

- % น้ำตาล (total soluble solid, TSS)

ด้วยเครื่อง hand reflectometer (Atago Japan)

- % กรด (total acid, TA)

วิธีการ ชั่งตัวอย่างน้ำผลไม้ประมาณ 5-10 กรัม(ทราบน้ำหนักที่แน่นอน) เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิตร ไตรเตรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 โมลาร์ จนได้ค่าพีเอช 8.1 คำนวณปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของซิตริก

- ค่า pH

คั้นน้ำมะขามป้อมใส่บีกเกอร์ประมาณ 100 มิลลิตร วัดค่าพีเอชด้วย pH meter, Orion, 410 A, USA

- ปริมาณวิตามินซี (ascorbic acid)

โดยวิธีทดสอบแบบ TMC-12 In house method based on J. Agric. Food Chem(2003) 51:647- 653

โดย ห้องปฏิบัติการ สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร

- ปริมาณแทนนิน(total phenolic content และ total flavonoid content)

วิเคราะห์ total phenolic โดยตัดแปลงวิธี Folin-Ciocalteu colorimetric method ตามวิธีของ Wolfe *et al.* (2003) และวิเคราะห์ flavonoid โดยตัดแปลงวิธี Colorimetric method ตามวิธีของ Wolfe *et al.* (2003)

โดย ห้องปฏิบัติการ สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรม เกษตร

- ศึกษาด้านสัณฐานวิทยาและจำนวนเมล็ดที่มีชีวิต

ทำความสะอาดเอนโดคาร์พ(endocarp)ของผลมะขามป้อมที่มีเนื้อผลและสิ่งสกปรกติดมาออกให้หมด ผึ่งให้แห้งหลังจากนั้นทำการชั่งน้ำหนักสเอนโดคาร์พ วัดความกว้าง และความยาวของเอนโดคาร์พของผลมะขามป้อมแต่ละผล เสร็จแล้วนำบรรจุลงในถุงตาข่าย ออบในตู้อบลมร้อนที่ 35 องศาเซลเซียส จนเอนโดคาร์พของผลมะขามป้อมแตกออกเผยให้เห็นเมล็ดพันธุ์มะขามป้อมภายใน ใช้ระยะเวลาประมาณ 5-7 วัน ทำการแยกเมล็ดพันธุ์ออกจากเปลือกเอนโดคาร์พ นับจำนวนเมล็ดพันธุ์มะขามป้อมทั้งหมด จำนวนเมล็ด/ผล ทำการชั่งน้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ด/ซ้ำและวัดขนาดความกว้าง และความยาวเมล็ดจำนวน 10 เมล็ด/ซ้ำ

ศึกษาความมีชีวิตและความงอกของเมล็ด ทำการสุ่มเมล็ดพันธุ์มะขามป้อมสายพันธุ์ละ 25 เมล็ด/ซ้ำ จำนวน 3 ซ้ำ นำเมล็ดพันธุ์ที่สุ่มได้มาทำการขลิบปลายเมล็ดแล้วนำไปแช่ในน้ำกลั่นโดยตรงที่สภาพอุณหภูมิห้องนานประมาณ 12 ชั่วโมง เพื่อให้เปลือกเมล็ดอ่อนนุ่ม พองตัวและมีการดูดน้ำ เมื่อเมล็ดมีการดูดซึมน้ำในระดับที่พอเหมาะแล้วนำเมล็ดขึ้นมาผ่าครึ่งตามยาวโดยผ่าครึ่งเมล็ดให้ผ่านกัปกะตามแนวยาว เพื่อให้กัปกะสัมผัสกับสารละลายที่จะย้อมโดยตรง เมล็ดที่ผ่าครึ่งตามยาวนี้จะใช้เพียงครึ่งเดียวเพื่อป้องกันการประเมินผลซ้ำ นำเมล็ดที่เตรียมตามขั้นตอนต่าง ๆ แच्छ่งในสารละลายเกลือเตตราโซเลียม( 2 , 3 - 5 triphenyl tetrachloride ) ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ปริมาณของสารละลายต้องมากพอให้ส่วนของเมล็ดทั้งหมดสัมผัสกับสารละลาย แล้วนำภาชนะที่บรรจุเมล็ดที่ทำการย้อมสีไปบ่มด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 12 ชั่วโมง แล้วนำเมล็ดที่ผ่านการย้อมสีเรียบร้อยแล้วมาล้างเกลือเตตราโซเลียมออกก่อนประเมินผลความมีชีวิต หากยังไม่ประเมินผลต้องแช่ไว้ในน้ำตลอดเวลา และเก็บไว้ในตู้เย็น อุณหภูมิ 10-15 องศาเซลเซียส ซึ่งสามารถเก็บอยู่ได้นานโดยสีไม่เปลี่ยนแปลง

การศึกษความงอกของเมล็ด ทำการเพาะทดสอบความงอกเมล็ดพันธุ์มะขามป้อมโดยใช้ทรายที่มีเม็ดขนาดค่อนข้างสม่ำเสมอ โดยเม็ดทรายที่ ISTA แนะนำคือเม็ดทรายต้องสามารถร่อนผ่านตะแกรงขนาด 0.8 มิลลิเมตรได้ แต่ไม่สามารถร่อนผ่านตะแกรงขนาด 0.05 มิลลิเมตรได้ ซึ่งผ่านการอบฆ่าเชื้อแล้ว ทำการเติมน้ำกลั่น

ลงในทรายด้วยปริมาณที่เหมาะสม และคลุกเคล้าให้เข้ากันจนทรายมีความชื้นประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ ตักทรายใส่กล่องเพาะเมล็ดแล้วทำการเกลี่ยผิวหน้าทรายให้เรียบ ทำการสุมเมล็ดพันธุ์มะขามป้อมสายพันธุ์ละ 50 เมล็ด/ซ้ำ จำนวน 3 ซ้ำ นำเมล็ดพันธุ์ที่สุมได้มาทำการขลิบปลายเมล็ด วางเมล็ดพันธุ์มะขามป้อมลงบนทรายแล้วกลบด้วยทรายบาง ๆ อีกครั้งหนึ่ง นำกล่องเพาะเมล็ดวางไว้ในสภาพอุณหภูมิห้อง หมั่นตรวจสอบว่าทรายยังคงมีความชื้นเพียงพอต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์ หากพบว่าทรายมีความชื้นลดลงต้องฉีดพ่นน้ำเพิ่มเติม ทำการประเมินผลความงอกเมล็ดพันธุ์มะขามป้อมโดยตรวจนับต้นอ่อนปกติครั้งแรก 7 วันหลังเพาะเมล็ด และตรวจนับต้นอ่อนปกติครั้งสุดท้าย ต้นอ่อนผิดปกติ เมล็ดสดไม่งอก เมล็ดแข็ง เมล็ดตาย 21 วันหลังเพาะเมล็ดและคำนวณความงอกของเมล็ดพันธุ์ เป็นเปอร์เซ็นต์

โดย ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาพืชสวน วิทยาเขตกำแพงแสน

## 2. เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของสายพันธุ์ต่างๆ

2.1 ทดสอบสายพันธุ์ที่คัดเลือกแล้วจากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จำนวน 5 สายพันธุ์

2.2 ทดสอบสายพันธุ์ที่คัดเลือกจากท้องถิ่นอย่างน้อยปีละ 5 สายพันธุ์

2.3 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของสายพันธุ์ทั้ง 2 กลุ่ม

- ความสูงของลำต้น
- เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น
- จำนวนกิ่งที่แตก
- ความกว้างทรงพุ่ม

## 3. จำแนกลักษณะทางพันธุกรรมของสายพันธุ์ที่คัดเลือกแล้วจากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จำนวน 5 สายพันธุ์ และสายพันธุ์ที่คัดเลือกจากท้องถิ่นอย่างน้อย 6 สายพันธุ์ โดยการทำให้ DNA fingerprint

โดย ห้องปฏิบัติการ ศูนย์เทคโนโลยีชีวภาพเกษตร วิทยาเขตกำแพงแสน

## 4. จัดทำแปลงรวมพันธุ์ที่คัดเลือกแล้วจาก ข้อ 2. โดยมีเป้าหมาย 3 ไร่หรือ 150 ต้น

## ผลการทดลอง

### 1. สำรวจและเก็บรวบรวมผล ใบและกิ่งพันธุ์มะขามป้อม

#### 1.1 ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาโดยทั่วไปของลำต้น ใบ

สำรวจและเก็บรวบรวมผล ใบและกิ่งมะขามป้อมระหว่างวันที่ 7 ตุลาคม ถึงวันที่ 27 พฤศจิกายน 2552 ในพื้นที่บ้านนาขวาง บ้านนาปรือ บ้านวังปะ บ้านห้วยริน บ้านบ่อหลวงและบ้านผาคับ ตำบลบ่อเกลือใต้ และบ้านสบมาง ตำบลภูฟ้า อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน คัดเลือกตัวอย่างเพื่อศึกษาจำนวน 15 ตัวอย่าง โดยในเบื้องต้นพิจารณาจากขนาดของผล ความดก ให้รหัสสายพันธุ์ไว้ดังนี้ NAN-1, NAN-2, NAN-3, NAN-4, NAN-5, NAN-6, NAN-7, NAN-8, NAN-9, NAN-10, NAN-11, NAN-12, NAN-13, NAN-14, NAN-15, NAN-16 และ NAN-17 เก็บตัวอย่างบรรจุถุงพลาสติกแช่น้ำแข็งส่งถึงห้องปฏิบัติการภายใน 72 ชั่วโมง (ประมาณไม่เกิน 3 วัน)



มะขามป้อมในป่าธรรมชาติ



มะขามป้อมหัวไร่-ชาบบ้าน

ภาพที่ 1 สภาพพื้นที่สำรวจและเก็บตัวอย่างบางแห่ง

#### ลักษณะทางพฤกษศาสตร์และสภาพธรรมชาติโดยทั่วไป

ต้นมะขามป้อมส่วนใหญ่ที่สำรวจพบมีลักษณะโดยทั่วไปคล้ายๆกันคือมีอายุมากกว่า 10 ปี ซึ่งพิจารณาได้จากลักษณะต้นที่สูงมากกว่า 8 เมตรและมีการแตกกิ่งก้านสาขามากประกอบกับการสอบถาม

ชาวบ้านในพื้นที่ มะขามป้อมที่พบส่วนใหญ่จะอยู่บริเวณหัวไร่ปลายนาหรือบริเวณสองข้างทางใกล้บริเวณชุมชนเนื่องจากเจ้าของพื้นที่ช่วยกันอนุรักษ์ดูแลรักษาเพราะทราบดีถึงคุณประโยชน์ของมะขามป้อม ส่วนในบริเวณป่าธรรมชาติจะพบอยู่ลึกเข้าไปจากถนนมากหรือพบอยู่บนภูเขาสูงที่อยู่ห่างจากหมู่บ้าน อาจเนื่องจากยังไม่ถูกตัดไปใช้ประโยชน์ด้านการก่อสร้างหรือใช้เป็นเชื้อเพลิง

**ลำต้น** ส่วนใหญ่มีสีเทา มีเปลือกอ่อนเป็นรอยต่างขาว แต่มีบ้างที่เป็นสีดำหรือสีน้ำตาล ส่วนใหญ่ลำต้นสูงชะลูดประมาณ 8 ถึง 10 เมตร เนื่องจากเจริญเติบโตอยู่ในป่าที่มีการแข่งขันกับต้นไม้อื่นซึ่งขึ้นอยู่หนาแน่นจำนวนมากและส่วนใหญ่มีการแตกกิ่งก้านมาก ทรงพุ่มโปร่งเนื่องจากมีใบขนาดเล็กและเป็นไม้ผลัดใบ

**ใบ** เป็นใบเดี่ยวเรียงสลับอยู่บนกิ่งย่อยขนาดเล็ก(lateral twig)จึงทำให้ดูเหมือนใบประกอบ ความยาวกิ่งย่อยมีความแตกต่างกันตั้งแต่ 14.52 เซนติเมตรถึง 23.66 เซนติเมตร ส่วนขนาดของใบเฉลี่ยกว้าง 0.78 เซนติเมตรและยาว 2.46 เซนติเมตร(ตารางที่ 3) ลักษณะเด่นของใบมะขามป้อมที่สำรวจพบมักจะมีสีแดงเมื่อเป็นใบอ่อนแต่จะเปลี่ยนเป็นสีเขียวเข้มเมื่อใบแก่เต็มที่แต่ก็มีพบบ้างที่ใบแก่ยังมีสีแดงเรื่อยๆ



ภาพที่ 2 ลักษณะกิ่งย่อยและใบของมะขามป้อม

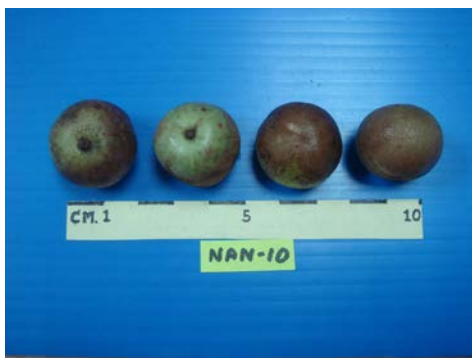
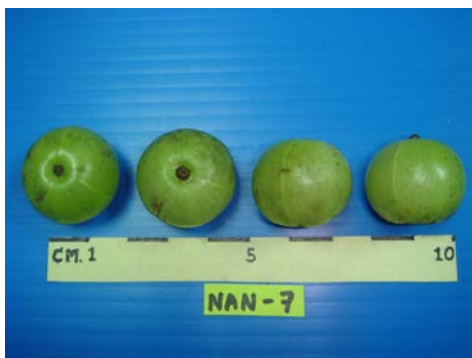
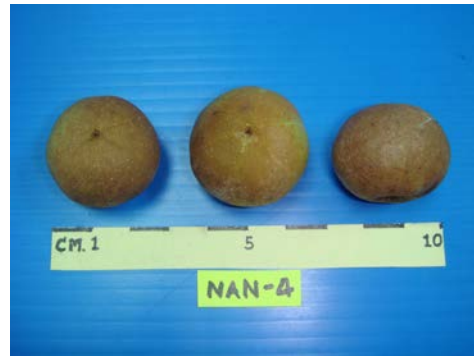
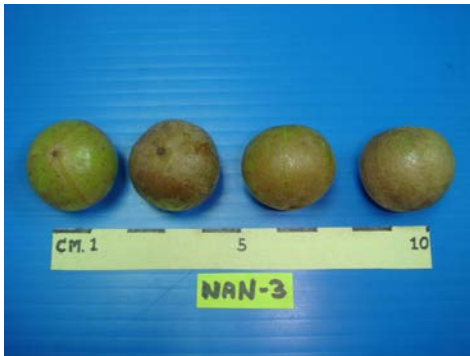
**ตารางที่ 3** แสดงขนาดของกิ่งย่อย(lateral twig) ขนาดของใบ สีของใบอ่อน และลักษณะ  
ผิวผลของมะขามป้อม 15 สายพันธุ์

สายพันธุ์	ความยาวกิ่งย่อย (ซ.ม.)	ขนาดของใบ		ลักษณะผิวผล
		กว้าง(ซ.ม.)	ยาว(ซ.ม.)	
NAN-1	15.10de*	0.76de	2.12gh	มีจุดประเล็กน้อย
NAN-2	19.78bc	0.70ef	2.15gh	มีจุดประกระจาย
NAN-3	21.80ab	0.83c	3.11b	มีจุดประมาก
NAN-4	16.31de	0.75de	2.84c	มีจุดประทั้งผล
NAN-5	23.66a	0.77cde	2.05h	มีจุดประกระจาย
NAN-6	18.82c	0.97a	3.28a	มีจุดประเล็กน้อย
NAN-7	19.15c	0.97a	2.51ef	มีจุดประเล็กน้อย
NAN-9	15.78de	0.62f	2.15gh	มีจุดประเล็กน้อย
NAN-10	23.07a	0.70ef	2.71cd	มีจุดประทั้งผล
NAN-11	17.43cd	0.80cd	2.43f	มีจุดประเล็กน้อย
NAN-12	14.52e	0.65fg	2.06h	มีจุดประกระจาย
NAN-13	19.19c	0.75de	2.25g	มีจุดประกระจาย
NAN-14	15.41de	0.80cd	2.48ef	มีจุดประทั้งผล
NAN-15	16.02de	0.90b	2.61de	มีจุดประกระจาย
NAN-17	19.43bc	0.71ef	2.20gh	มีจุดประมาก

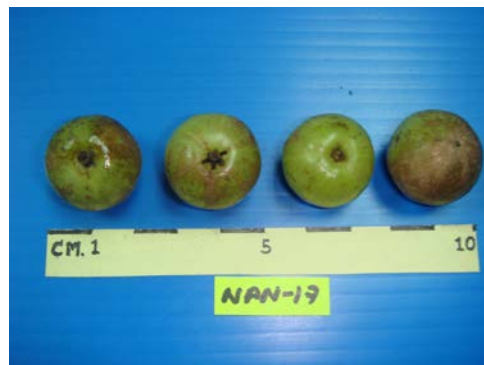
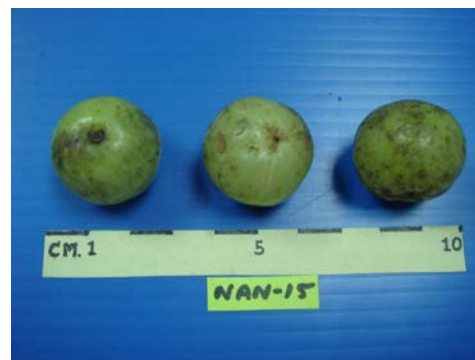
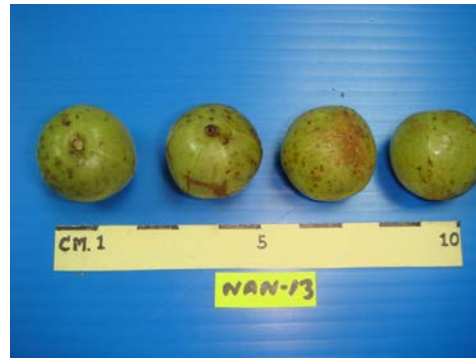
\* ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกัน ที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



**ภาพที่ 3** ผลมะขามป้อมจำนวน 15 ตัวอย่างที่เก็บรวบรวมจากพื้นที่ อ.ปอเกือ ระหว่าง ต.ค.-พ.ย. 2553



ภาพที่ 3 (ต่อ)



ภาพที่ 3 (ต่อ)

### 1.2 ศึกษาคุณภาพของผล

ผล ผลส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นทรงกลม (globose) ยกเว้น NAN-1 มีก้นผลแหลมเล็กน้อย เส้นผ่าศูนย์กลางผลตั้งแต่ 2.2 เซนติเมตรถึง 2.6 เซนติเมตรจัดว่าเป็นผลขนาดเล็ก ส่วนความสูงของผลมีตั้งแต่ 1.9 เซนติเมตรถึง 2.2 เซนติเมตรโดยประมาณ น้ำหนักต่อผลประมาณ 5 – 10 กรัม ผิวผลมีสีเขียวหรือสีเขียวแกมเหลือง (yellowish-green) ผิวเรียบ ส่วนใหญ่ผิวผลมีลักษณะตกกระเป็นสีน้ำตาลซึ่งยังไม่ทราบสาเหตุที่แน่ชัดว่าเป็นลักษณะประจำสายพันธุ์หรือเกิดจากสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมหรือเกิดจากโรคหรือแมลง

มีเส้นริวตามยาวของผลสังเกตได้ 6 เส้น ผลเป็นผลเดี่ยว (simple fruit)แบบผลสด (fleshy fruit) เป็นผลที่มีเอนโดคาร์พ (endocarp) แข็งคล้ายหิน (stony) เรียกผลจำพวกนี้ว่าผลเมล็ดเดี่ยวแข็ง (drupe) หรือ stone fruit ตัวอย่างพืชอื่นเช่น ท้อ เชอร์รี่ พลัม และมะกอก ผลของมะขามป้อมเจริญมาจากรังไข่ที่อยู่เหนือวงกลีบดอก (superior ovary) มี 3 คาร์เพล (carpels) การเรียงพลาเซนตาเป็นแบบพลาเซนตารอบแกนร่วม (axile placentation) ส่วนของเอกโซคาร์พ (exocarp) คือเปลือกผลชั้นนอกสุดของผลมะขามป้อม ส่วนของมีโซคาร์พ (mesocarp) คือส่วนของเนื้อผลที่บริโภคได้ มีรสชาติฝาดเปรี้ยว ขมและอมหวาน ส่วนเอนโดคาร์พที่แข็ง (stony) นั้นเนื่องจากเป็นเซลล์ sclereid ที่เรียงตัวอัดกันแน่น ทำให้ส่วนนี้มีลักษณะแข็งและขรุขระ ท่อลำเลียงจะแทรกอยู่ในส่วนของเอนโดคาร์พที่เป็นช่องแคบๆบนส่วนที่ขรุขระนี้และเจริญแตกกิ่งก้านสาขาเข้าไปในมีโซคาร์พ ส่วนเมล็ดจะอยู่ภายในเอนโดคาร์พอีกทีหนึ่ง(เทียมใจ, 2541)

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผล (ซ.ม.) น้ำหนักผล (กรัม) เยื่อใย (%) น้ำตาล (TSS %) กรด (%) และความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของมะขามป้อม 15 สายพันธุ์ จากแหล่งเก็บ อ.บ่อเกลือ

สายพันธุ์	ศ.ก.ผล(cm)	นน.ผล (g)	เยื่อใย(%)	% TSS	% กรด	pH
NAN-1	2.51 d	7.97 e	2.04	11.00 f	3.19 cde	2.80 c
NAN-2	2.28 gh	6.62 g	2.18	<b>10.00 g</b>	2.88 ef	2.77 c
NAN-3	2.25 hij	6.10 ij	2.71	<b>18.75 a</b>	<b>4.45 a</b>	2.74 cd
NAN-4	2.63 b	9.40 b	2.58	13.00 e	3.31 bcd	2.63 e
NAN-5	2.30 g	6.59 g	2.01	15.00 c	3.11 de	2.65 de
Nan-6	2.42 f	7.69 f	<b>1.95</b>	12.88 e	3.07 de	2.82 c
NAN-7	2.23 j	5.88 j	2.40	11.00 f	3.48 bc	2.65 de
NAN-9	2.27 hi	6.32 hi	2.48	13.00 e	3.55 b	2.82 c
NAN-10	2.24 ij	5.92 j	2.41	15.00 c	3.17 cde	2.95 b
NAN-11	2.46 e	8.34 d	2.61	15.00 c	3.60 b	2.65 de
NAN-12	2.57 c	9.04 c	2.51	11.00 f	3.12 de	2.79 c
NAN-13	2.23 j	6.39 gh	<b>3.05</b>	15.75 b	2.86 ef	<b>3.11 a</b>
NAN-14	<b>2.67 a</b>	<b>9.96 a</b>	2.46	16.00 b	3.57 b	<b>2.50 f</b>
NAN-15	2.48 de	8.26 d	2.49	13.00 e	<b>2.67 f</b>	2.95 b
NAN-17	<b>2.14 k</b>	<b>5.39 k</b>	2.34	13.50 d	3.49 bc	2.63 e

\* ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกัน ที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ตารางที่ 5 เปอร์เซ็นต์ผลผลิตสารสกัดโดยวิธีการสกัดเย็นด้วยตัวทำละลายเมทานอลและปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดและสารฟลาโวนอยด์ในมะขามป้อม 15 สายพันธุ์จากแหล่งเก็บ อ.บ่อเกลือ

สายพันธุ์	% ผลผลิตสารสกัด	ฟีนอลิกทั้งหมด (mg GAE/100 กรัมสารสกัด)	ฟลาโวนอยด์ (mg CE/100กรัมสารสกัด)	วิตามินซี (mg/100gm flesh)
NAN-1	45.65 <sup>d</sup> ± 2.02	385.65 <sup>cd</sup> ± 13.28	62.53 <sup>b</sup> ± 1.21	186.04
NAN-2	40.54 <sup>c</sup> ± 1.59	393.76 <sup>c</sup> ± 15.57	55.88 <sup>d</sup> ± 3.02	139.02
NAN-3	52.17 <sup>abc</sup> ± 1.25	<b>652.62<sup>a</sup> ± 37.40</b>	<b>83.63<sup>a</sup> ± 3.53</b>	41.80
NAN-4	46.75 <sup>d</sup> ± 1.71	334.40 <sup>ef</sup> ± 6.07	56.82 <sup>d</sup> ± 2.45	233.23
NAN-5	55.54 <sup>a</sup> ± 0.92	443.39 <sup>a</sup> ± 16.54	62.87 <sup>b</sup> ± 0.69	340.23
NAN-6	50.19 <sup>c</sup> ± 0.18	407.06 <sup>bc</sup> ± 12.66	60.78 <sup>bc</sup> ± 0.69	<b>32.64</b>
NAN-7	<b>34.39<sup>f</sup> ± 1.95</b>	395.38 <sup>c</sup> ± 5.86	58.21 <sup>cd</sup> ± 1.07	127.10
NAN-9	44.60 <sup>d</sup> ± 2.36	455.39 <sup>a</sup> ± 5.86	60.66 <sup>bc</sup> ± 0.88	418.30
NAN-10	51.51 <sup>bc</sup> ± 2.51	433.01 <sup>ab</sup> ± 13.25	56.5 <sup>8d</sup> ± 0.92	450.49
NAN-11	52.97 <sup>abc</sup> ± 2.17	343.16 <sup>ef</sup> ± 11.68	<b>40.84<sup>e</sup> ± 2.77</b>	220.36
NAN-12	43.90 <sup>d</sup> ± 1.45	<b>318.50<sup>f</sup> ± 13.91</b>	45.16 <sup>f</sup> ± 0.41	110.51
NAN-13	54.63 <sup>a</sup> ± 2.00	451.83 <sup>a</sup> ± 14.57	51.80 <sup>c</sup> ± 1.23	299.08
NAN-14	<b>62.11<sup>a</sup> ± 0.87</b>	524.49 <sup>a</sup> ± 11.77	57.05 <sup>d</sup> ± 1.00	<b>470.13</b>
NAN-15	53.75 <sup>ab</sup> ± 1.82	360.35 <sup>de</sup> ± 12.17	38.74 <sup>e</sup> ± 1.05	342.69
NAN-17	50.29 <sup>c</sup> ± 0.58	359.70 <sup>de</sup> ± 32.03	41.43 <sup>e</sup> ± 1.93	189.67

\* ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกัน ที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพของผลมะขามป้อม 15 ตัวอย่างแสดงผลตามตารางที่ 4 และ 5 จากตารางที่ 4 จะพบว่าปริมาณน้ำตาล กรดและpH ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในการกำหนดรสชาติของผลมะขามป้อมมีความแตกต่างกันในแต่ละตัวอย่างที่เก็บรวบรวมมา สายพันธุ์ NAN-3 มีเปอร์เซ็นต์น้ำตาลสูงสุดเท่ากับ 18.75 % ส่วนต่ำสุดที่ NAN-2 เท่ากับ 10 % เปอร์เซนต์กรดสูงสุดในสายพันธุ์ NAN-3 เท่ากับ 4.48 % ต่ำสุดที่ NAN-15 เท่ากับ 1.93 % ความเป็นกรดเป็นด่างของทุกสายพันธุ์มีค่าที่ระหว่าง 2.50 ถึง 3.11 ส่วนเปอร์เซ็นต์เยื่อใยมีปริมาณใกล้เคียงกันที่ระหว่าง 1.95 ถึง 3.05 เปอร์เซนต์ ในด้านปริมาณแทนนินและวิตามินซีซึ่งเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพการเป็นอาหารเพื่อสุขภาพและคุณภาพทางยา (ตารางที่ 5) พบว่ามี 9 สายพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์ผลผลิตสารสกัดมากกว่า 50 เปอร์เซนต์ โดยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยดังนี้ NAN-14 NAN-5 NAN-13 NAN-15 NAN-11 NAN-3 NAN-10 NAN-17 และ

NAN-6 สายพันธุ์ NAN-14 ให้เปอร์เซ็นต์สารสกัดสูงสุดเท่ากับ  $62.11 \pm 0.87$  ในขณะที่ NAN-7 ให้เปอร์เซ็นต์สารสกัดต่ำสุดเท่ากับ  $34.39 \pm 1.9$  อย่างไรก็ตามในสารสกัดที่ได้จากแต่ละสายพันธุ์ก็ยังพบว่ามีความแตกต่างกันของปริมาณแทนนินทั้งฟีนอลิกทั้งหมดและฟลาโวนอยด์ โดย NAN-14 ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์สารสกัดสูงสุดแต่ในสารสกัดมีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดเท่ากับ  $524.49 \pm 11.77$  mg GAE/100gm สารสกัดซึ่งน้อยกว่า NAN-3 ในขณะที่ NAN-3 ซึ่งให้เปอร์เซ็นต์สารสกัดเพียง  $52.17 \pm 1.25$  แต่ในสารสกัดของ NAN-3 มีปริมาณทั้ง ฟีนอลิกทั้งหมดสูงถึง  $652.62 \pm 37.40$  mg GAE/100 gm สารสกัด ส่วนปริมาณฟลาโวนอยด์ก็มีแนวโน้มสูงหรือต่ำตามปริมาณฟีนอลิกโดย NAN-3 มีปริมาณฟลาโวนอยด์สูงสุดเช่นกัน ดังนั้นการพิจารณาปริมาณแทนนินของผลมะขามป้อมในภาพรวมต้องพิจารณาทั้งจากเปอร์เซ็นต์สารสกัดที่ได้และปริมาณแทนนินในสารสกัดควบคู่กันไปด้วย จึงสามารถสรุปได้ว่ามะขามป้อมสายพันธุ์ไหนเหมาะสมสำหรับปลูกเพื่อผลิตแทนนิน ส่วนปริมาณวิตามินซีในผลมะขามป้อมจากการสำรวจครั้งนี้พบว่า NAN-14 มีปริมาณวิตามินซีสูงที่สุดที่  $470.13$  mg/100gm เนื้อผลซึ่งเป็นปริมาณที่สูงใกล้เคียงพันธุ์มาตรฐานของอินเดีย (Anonymous, 1988) สายพันธุ์ที่มีปริมาณวิตามินซีรองลงไปและอยู่ในระดับสูงกว่า  $200$  mg/100gm เนื้อผล คือ NAN-10 NAN-9 NAN-15 NAN-5 NAN-13 NAN-4 และ NAN-11 ซึ่งมีปริมาณวิตามินซีเท่ากับ  $450.49$ ,  $418.30$ ,  $342.69$ ,  $340.23$ ,  $299.08$ ,  $233.23$  และ  $220.36$  mg/100gm เนื้อผลตามลำดับ ขณะที่ NAN-6 มีปริมาณวิตามินซีต่ำสุดเท่ากับ  $32.64$  mg/100gm เนื้อผล

### ศึกษาด้านสัณฐานวิทยาและจำนวนเมล็ดที่มีชีวิต

#### 1. ศึกษาลักษณะทางกายภาพของ endocarp และ เมล็ด

ส่วนของเอนโดคาร์พซึ่งมีรอยสันโดยรอบ 6 รอย (ภาพที่ 4) เมื่อแห้งจะแตกออกเป็น 3 เลี้ยว เรียกว่า crustaceous cocci (ภาพที่ 5) ภายในจะพบเมล็ดมะขามป้อม 6 เมล็ด รูปร่างเมล็ดเป็นแบบทรงคล้ายไต (reniform : kidney shape) (ภาพที่ 6) เปลือกของเมล็ด (seed coat) มี 2 ชั้น ชั้นนอกแข็งแต่เปราะ ย่นเป็นเกล็ด มีสีน้ำตาลแดง (reddish brown) ชั้นในบาง ด้านข้างของเมล็ดมี longitudinal raphe ชัดเจน ที่ปลายของ raphe ทางด้านฐานของเมล็ดเป็น hilum และ micropyle (Zefar *et al.*, 2003) เอมบริโอตั้งตรง ใบเลี้ยงแผ่แบนบางมี 2 ใบ มี nerve ปรากฏให้เห็น เอนโดสเปิร์มมีลักษณะนุ่มและสด (สุเทวี, 2545) จากตัวอย่างมะขามป้อมที่ศึกษาพบว่า endocarp มีน้ำหนักสดประมาณ  $0.4-0.9$  กรัม กว้าง  $8.52-11.62$  มิลลิเมตร และยาว  $8.68-12.58$  มิลลิเมตร ซึ่ง NAN-11 มีน้ำหนักสดและความกว้างของ endocarp มากที่สุดแต่ NAN-12 มีความยาวของ endocarp มากที่สุด จากการศึกษาน้ำหนักเมล็ดมะขามป้อมต่อ 100 เมล็ดพบว่ามะขามป้อมส่วนใหญ่มีน้ำหนักเมล็ด/ 100 เมล็ดประมาณ  $1.07-2.73$  กรัม โดยมะขามป้อมสายพันธุ์ NAN-17 มีน้ำหนักเมล็ด/100 เมล็ดมากที่สุดคือ  $2.73$  กรัม ส่วนสายพันธุ์ NAN-10 มีน้ำหนักเมล็ด/100 เมล็ดน้อยที่สุดคือ  $1.07$  กรัม ด้านจำนวนเมล็ด/ผลพบว่ามีประมาณ  $5.56-6.00$  เมล็ด โดยที่ NAN-6 และ NAN-9 มีจำนวนเมล็ด/ผล มากที่สุดที่ 6 เมล็ดและ NAN-12 มีจำนวนเมล็ด/ผลน้อยที่สุดที่ 5.56 เมล็ด ขนาดของเมล็ดส่วนใหญ่มี

ความกว้างของเมล็ดประมาณ 2.31-3.43 มิลลิเมตร ( NAN-11 มีค่ามากที่สุด) และมีความยาวประมาณ 4.96-6.34 มิลลิเมตร ( NAN-12 มีค่ามากที่สุด)



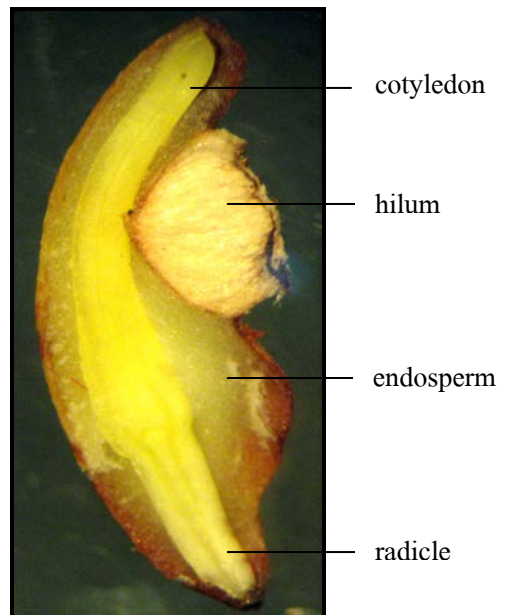
ภาพที่ 4 endocarp หุ้มเมล็ดมะขามป้อม



ภาพที่ 5 การแตกของendocarp มีเมล็ดอยู่ภายใน



ภาพที่ 6 ลักษณะภายนอกของเมล็ดมะขามป้อม



ภาพที่ 7 ลักษณะภายในเมล็ดตัดตามยาว

**ตารางที่ 6** ลักษณะทางกายภาพของ endocarp เมล็ดและคุณภาพของเมล็ดพันธุ์มะขามป้อม 15 สายพันธุ์

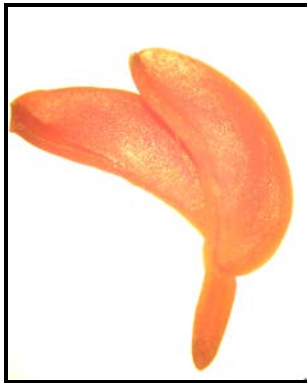
สายพันธุ์	endocarp			ลักษณะทางกายภาพของเมล็ด				คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ (%)				
	น้ำหนักสด (กรัม)	กว้าง (มม.)	ยาว (มม.)	น.น. 100 เมล็ด (กรัม)	เมล็ด/ผล	กว้าง (มม.)	ยาว (มม.)	ความมีชีวิต	ความงอก	ต้นกล้าผิดปกติ	เมล็ดสดไม่งอก	เมล็ดตาย
NAN-1	0.616	10.18	10.34	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
NAN-2	0.603	10.14	11.27	2.19	5.91	2.77	6.29	65	53	1	40	6
NAN-3	0.567	9.85	11.02	1.40	5.80	2.90	5.30	60	19	4	31	46
NAN-4	0.519	9.53	10.11	1.68	5.93	2.74	4.96	72	36	4	27	33
NAN-5	0.407	8.71	10.09	1.66	5.94	2.31	5.14	86	44	0	39	17
NAN-6	0.611	9.89	10.75	1.53	6.00	3.17	5.70	54	21	0	35	44
NAN-7	0.494	9.13	10.17	1.78	5.94	3.15	5.70	92	58	3	28	11
NAN-9	0.663	10.03	12.00	1.51	6.00	3.00	6.02	78	24	3	49	24
NAN-10	0.411	8.67	10.18	1.07	5.83	2.47	5.19	95	50	8	19	23
NAN-11	0.902	11.62	11.66	2.21	5.97	3.43	6.21	92	71	3	9	17
NAN-12	0.716	10.68	12.58	1.70	5.56	3.27	6.34	61	21	0	13	66
NAN-13	0.631	10.28	10.94	2.07	5.99	3.37	6.18	77	16	3	11	70
NAN-14	0.615	9.94	10.86	2.63	5.91	3.07	6.26	97	94	2	1	3
NAN-15	0.595	9.92	11.74	2.25	5.84	3.08	6.18	96	84	1	11	4
NAN-17	0.501	9.36	10.06	2.73	5.84	3.14	6.15	96	85	5	7	3

ND หมายถึง เมล็ดพันธุ์มีการพัฒนาของเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์ไม่สามารถทำการวัดคุณลักษณะต่างๆ ได้

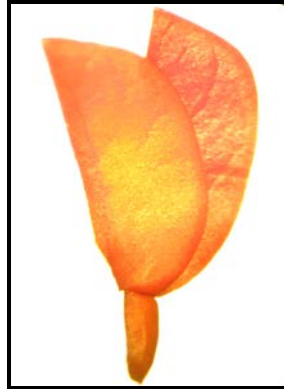
### ศึกษาความมีชีวิตและความงอกของเมล็ด

1. การศึกษาความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์มะขามป้อม พบว่ามะขามป้อมทุกสายพันธุ์มีความมีชีวิตมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป (ตารางที่ 6) โดยสามารถแบ่งกลุ่มความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์มะขามป้อมได้ 4 กลุ่ม ดังต่อไปนี้ กลุ่มแรกคือกลุ่มเมล็ดพันธุ์มะขามป้อมที่มีความมีชีวิต 50-60 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่สายพันธุ์ NAN-3 และ NAN-6 มีความมีชีวิตเท่ากับ 60 และ 54 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ กลุ่มที่สองคือ กลุ่มเมล็ดพันธุ์มะขามป้อมที่มีความมีชีวิต 61-70 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ สายพันธุ์ NAN-2 และ NAN-12 มีความมีชีวิต เท่ากับ 65 และ 61 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ กลุ่มที่สามคือ กลุ่มเมล็ดพันธุ์มะขามป้อมที่มีความมีชีวิต 71-80 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ สายพันธุ์ NAN-4 NAN-9 และ NAN-13 มีความมีชีวิตเท่ากับ 72 78 77 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับและกลุ่มที่ดีที่สุดคือ กลุ่มเมล็ดพันธุ์มะขามป้อมที่มีความมีชีวิตมากกว่า

80 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป ได้แก่ สายพันธุ์ NAN-5 NAN-7 NAN-10 NAN-11 NAN-14 NAN-15 และ NAN-17 มีความมีชีวิตเท่ากับ 86 92 95 92 97 96 96 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ



A



B



C



D



E



F



G



H



I

ภาพที่ 8 การประเมินผลความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์มะขามป้อม

หมายเหตุ	รูปภาพ A, B	เมล็ดมีชีวิต	เอมบริโอติดสีแดงทั้งหมด
	รูปภาพ C	เมล็ดมีชีวิต	บางส่วนของใบเลี้ยงไม่ติดสีแต่ขนาดยังเล็กกว่า 1/3 ของใบเลี้ยง
	รูปภาพ D	เมล็ดไม่มีชีวิต	ปลาย radicle ติดสีบางส่วน ใบเลี้ยงติดสีจางมาก
	รูปภาพ E	เมล็ดไม่มีชีวิต	radicle ติดสี แต่ใบเลี้ยงไม่ติดสีเลย
	รูปภาพ F	เมล็ดไม่มีชีวิต	บางส่วนของใบเลี้ยงไม่ติดสี และมีขนาดใหญ่ มากกว่า 1/3 ของใบเลี้ยง
	รูปภาพ G	เมล็ดไม่มีชีวิต	เอมบริโอติดสีแดงชัดเจน
	รูปภาพ H	เมล็ดไม่มีชีวิต	เอมบริโอไม่ติดสีเลย
	รูปภาพ I	เมล็ดไม่มีชีวิต	ปลาย radicle ติดสีบางส่วน ใบเลี้ยงติดสีจาง เอมบริโอมีขนาดเล็กและไม่สมบูรณ์

2. ศึกษาความงอกของเมล็ดพันธุ์มะขามป้อม จากการศึกษาค้นคว้าความงอกของเมล็ดพันธุ์มะขามป้อม ซึ่งพิจารณาจากต้นอ่อนปกติเพียงอย่างเดียว พบว่าสามารถแบ่งกลุ่มคุณภาพความงอกของเมล็ดพันธุ์มะขามป้อมได้ 3 กลุ่ม ดังต่อไปนี้ (ตารางที่ 6) กลุ่มแรกเมล็ดพันธุ์มะขามป้อม ที่มีความงอกต่ำกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ สายพันธุ์ NAN-13 NAN-3 NAN-6 NAN-12 NAN-9 NAN-4 และ NAN-5 ซึ่งความงอกเท่ากับ 16 19 21 21 24 36 และ 44 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ กลุ่มที่สองคือ กลุ่มเมล็ดพันธุ์มะขามป้อม ที่มีความงอก 50-70 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ สายพันธุ์ NAN-10 NAN-2 NAN-7 ซึ่งมีความงอกเท่ากับ 50 53 และ 58 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และกลุ่มที่สามคือ กลุ่มเมล็ดพันธุ์มะขามป้อมที่มีความงอกมากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไป ได้แก่ สายพันธุ์ NAN-11 NAN-15 NAN-17 และ NAN-14 ซึ่งมีความงอกเท่ากับ 71 84 85 และ 94 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อพิจารณาต้นกล้าผิดปกติซึ่งคือต้นอ่อนที่งอกโดยมีส่วนประกอบส่วนใดส่วนหนึ่งผิดปกติไม่สามารถเจริญเติบโตเป็นต้นพืชที่สมบูรณ์ พบว่าเมล็ดพันธุ์มะขามป้อมสายพันธุ์ NAN-5 NAN-6 และ NAN-12 ไม่มีต้นกล้าผิดปกติเลย ส่วนเมล็ดพันธุ์มะขามป้อมสายพันธุ์ NAN-10 พบต้นกล้าผิดปกติมากที่สุด คือ 8 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณาเมล็ดสดไม่งอก คือเมล็ดที่ไม่ใช่เมล็ดแข็ง และไม่งอกภายใต้สภาวะที่ทำการทดสอบความงอก ไม่เป็นโรคและมีลักษณะอ่อนนุ่มเนื่องจากการคุดน้ำ พบว่าเมล็ดพันธุ์มะขามป้อมบางสายพันธุ์มีจำนวนเมล็ดสดไม่งอกค่อนข้างสูง นั่นหมายความว่าแท้จริงแล้วเมล็ดพันธุ์มะขามป้อมนั้นๆ เป็นเมล็ดพันธุ์ที่มีความมีชีวิต แต่ไม่สามารถงอกเป็นต้นอ่อนปกติได้อาจจะเนื่องมาจากสาเหตุที่เมล็ดพันธุ์มีการพักตัวทางสรีรวิทยา ดังนั้นจะพบว่าเมล็ดพันธุ์มะขามป้อมสายพันธุ์ NAN-9 NAN-2 NAN-5 NAN-6 และ NAN-3 มีจำนวนเมล็ดสดไม่งอกค่อนข้างสูงคือ 49 40 39 35 31 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นั่นอาจแสดงได้ว่าเมล็ดพันธุ์มะขามป้อมสายพันธุ์ต่างๆ เหล่านี้เป็นเมล็ดที่มีการพักตัวเกือบค่อนข้างสูง ต่างกับเมล็ดพันธุ์มะขามป้อมสายพันธุ์ NAN-14 จะมีจำนวนเมล็ดสดไม่งอกน้อยที่สุดคือ 1 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณาเมล็ดแข็ง คือเมล็ดที่ยังคงมีลักษณะแข็งเมื่อสิ้นสุดการทดสอบเพราะเมล็ดไม่มีการ

คุณน้ำ พบว่าเมล็ดพันธุ์มะขามป้อมทุกสายพันธุ์ไม่ปรากฏเมล็ดแข็งเลย เมื่อพิจารณาเมล็ดตายคือเมล็ดที่ไม่งอกเมื่อสิ้นสุดการทดสอบ ซึ่งเมล็ดจะมีการเนาและมีเชื้อโรคเข้าทำลาย พบว่า เมล็ดพันธุ์มะขามป้อมสายพันธุ์ NAN-13 NAN-12 NAN-3 NAN-4 และ NAN-6 มีจำนวนเมล็ดตายค่อนข้างสูง คือ 70 66 46 44 และ 33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งจะสอดคล้องกับควมมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์มะขามป้อม จะเห็นได้ว่าเมล็ดพันธุ์มะขามป้อมทั้ง 5 สายพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตน้อยกว่าสายพันธุ์อื่น ๆ เมื่อนำเมล็ดมาทดสอบความงอกก็ปรากฏว่ามีจำนวนเมล็ดตายสูง

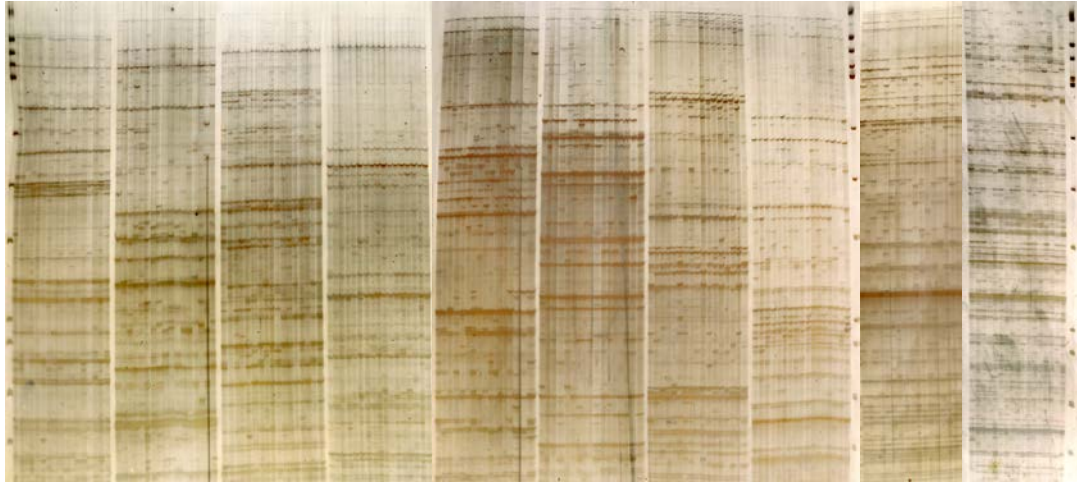
## 2. เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของสายพันธุ์ต่างๆ

ปลูกมะขามป้อมต้นต่อจำนวน 50 ต้นในพื้นที่ 1 ไร่ เพื่อรองรับการเปลี่ยนยอดพันธุ์ที่จะศึกษาการเจริญเติบโต แต่ต้นตอยังเจริญเติบโตไม่ได้ขนาดเนื่องจากการปลูกในฤดูแล้งและปัญหาด้านสภาพภูมิอากาศ จึงขอขยายเวลาเป็นเปลี่ยนยอดเพื่อศึกษาการเจริญเติบโตในเดือนกันยายน 2553 หรือเมื่อต้นตอมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.7-1.0 เซนติเมตร อย่างไรก็ตามในระหว่างการสำรวจและรวบรวมตัวอย่างมะขามป้อมระหว่างวันที่ 7 ตุลาคม ถึงวันที่ 27 พฤศจิกายน 2552 ได้นำกิ่งพันธุ์จำนวน 15 สายพันธุ์คือ NAN-1 ถึง NAN-17 นำไปติดตาฝากไว้บนต้นไม้ ณ สถานีวิจัยสิทธิพรกฤดากร อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ และได้คัดเลือกสายพันธุ์จากท้องถิ่น 6 สายพันธุ์คือ NAN-14, NAN-3, NAN-10, NAN-9, NAN-5 และ NAN-13 และสายพันธุ์ที่คัดเลือกจากสถานีวิจัยสิทธิพรกฤดากรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์อีก 5 สายพันธุ์คือ K-3 P-7 P-8 B-15 B-16 โดยจะดำเนินการเปลี่ยนยอดพันธุ์ในเดือนกันยายน 2553

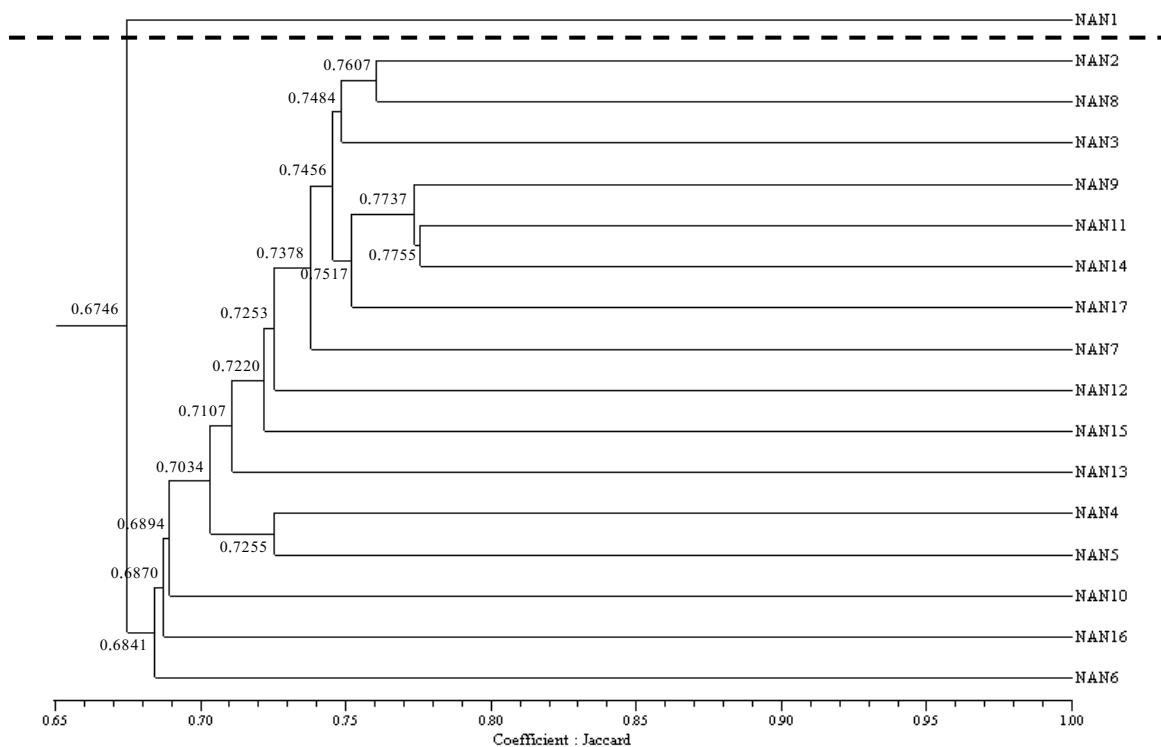
## 3. จำแนกลักษณะทางพันธุกรรมของสายพันธุ์ที่เก็บรวบรวมมา โดยการทำให้ DNA fingerprint

การตรวจสอบคุณภาพเอกลักษณ์ทางพันธุกรรมของมะขามป้อม โดยเก็บตัวอย่างใบมะขามป้อมจำนวน 17 ตัวอย่าง (สายพันธุ์) จากบริเวณพื้นที่อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน ส่งวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบเอกลักษณ์ทางพันธุกรรมที่ห้องปฏิบัติการดีเอ็นเอเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ทำ AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism) marker จำนวน 10 ไพรเมอร์ (primer) ของมะขามป้อมทั้ง 17 สายพันธุ์ ได้แก่ ACC-AAG, ACC-ACC, ACC-ACT, ACC-AGA, ACC-CAC, ACC-CAG, ACC-CAT, ACC-CCA, AAC-CCA และ AAC-AAG ได้ผลเป็นภาพเอกลักษณ์ทางพันธุกรรมดังภาพที่ 9 และวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวอย่างใบมะขามป้อมทั้ง 17 สายพันธุ์ โดยใช้ program NTSYSpc for Windows Version 2.01e รายงานผลเป็น Phylogenetic tree พบสายสัมพันธ์ของตัวอย่างมะขามป้อมได้ผลดังภาพที่ 10 Phylogenetic tree เป็นภาพแสดงความคล้ายคลึงกันของสายพันธุ์โดยที่แกน X จะมีค่าความเหมือนหรือความคล้ายกัน (similarity index) ตั้งแต่ 0.65 - 1.00 หรือเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์เท่ากับ 65% - 100% โดยในตัวอย่างมะขามป้อมทั้ง 17 สายพันธุ์นี้ไม่มีตัวอย่างใดเลยที่เหมือนกัน 100 เปอร์เซ็นต์ สายพันธุ์ที่มีความเหมือนกันมากที่สุดอยู่ที่ 0.7755 (77.55%) ได้แก่ตัวอย่าง NAN-11 และ

NAN-14 สำหรับตัวอย่างที่มีความเหมือนกับสายพันธุ์อื่น ๆ น้อยที่สุดได้แก่ NAN-1 ซึ่งจะเห็นได้ว่าแยกออกจากกลุ่มอย่างชัดเจน โดยมีค่าความเหมือนอยู่ที่ 0.6746 (67.46%)

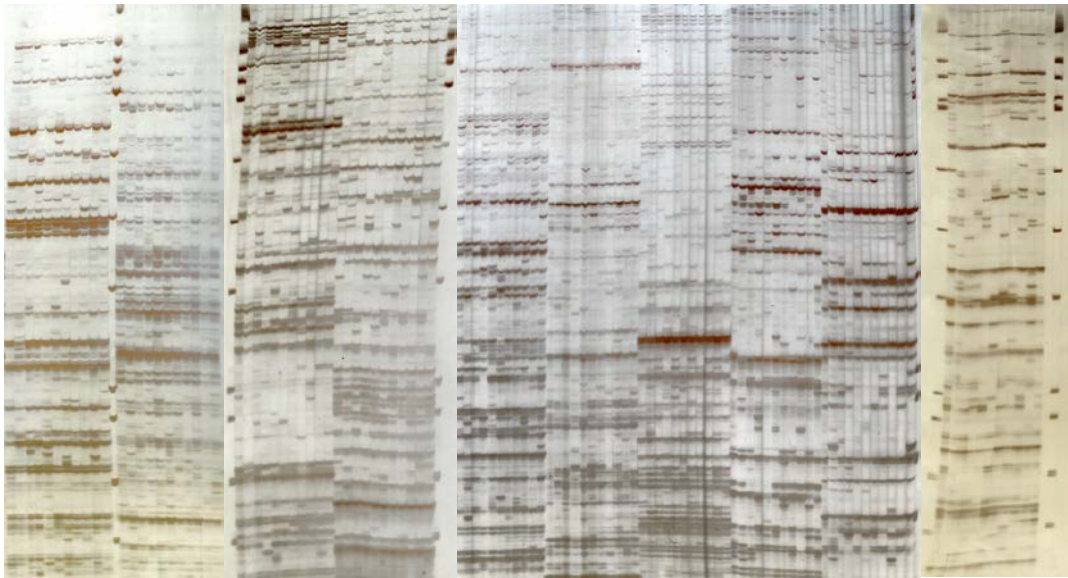


ภาพที่ 9 เอกลักษณ์พันธุ์กรรมของมะขามป้อม 17 สายพันธุ์ จำนวน 10 ไพรเมอร์ (ACC-AAG ACC-ACC ACC-ACT ACC-AGA ACC-CAC ACC-CAG ACC-CAT ACC-CCA AAC-CCA AAC-AAG)



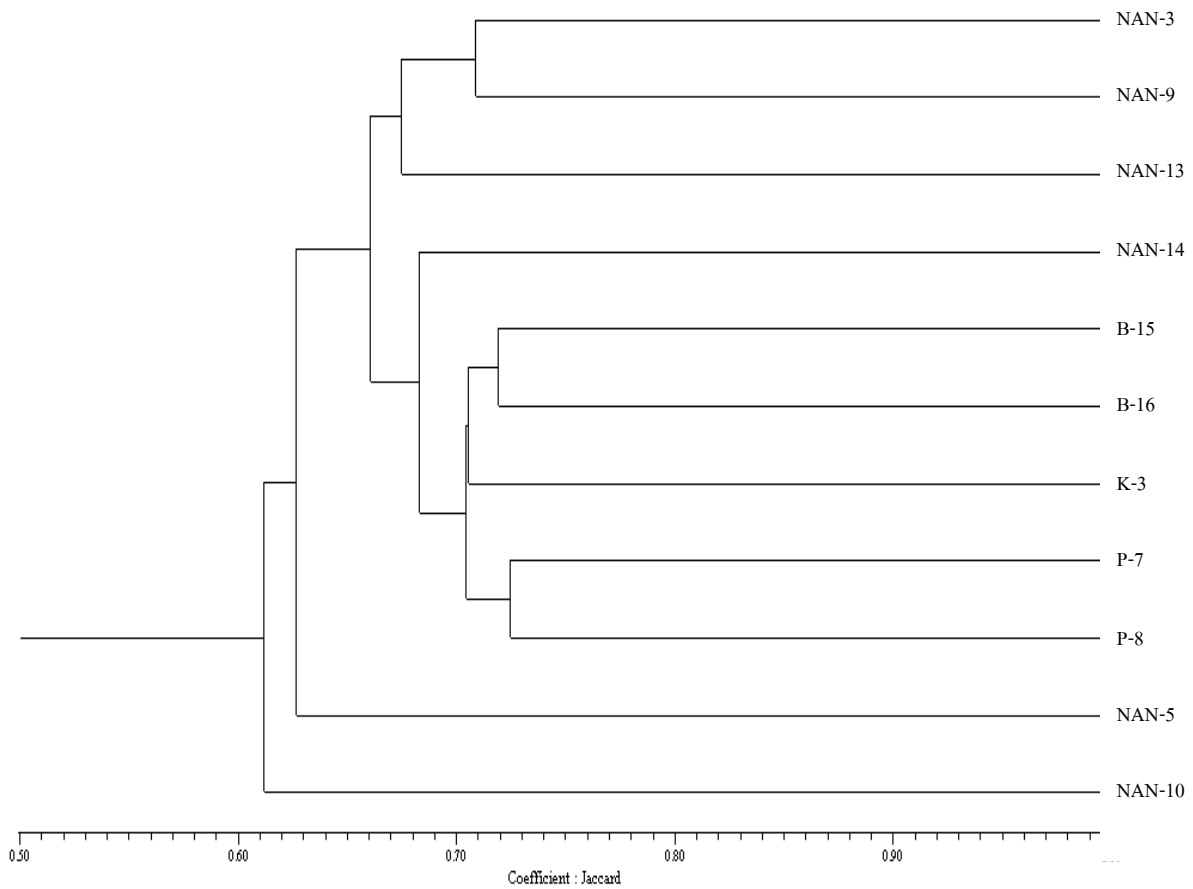
ภาพที่ 10 Phylogenetic tree ของมะขามป้อม 17 ตัวอย่าง จากแหล่งเก็บ อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน

จากแผนงานที่ต้องมีการนำเข้าสายพันธุ์มะขามป้อมที่คัดเลือกแล้วจากสถานีวิจัยสิทธิพรกฤดากร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อีก 5 สายพันธุ์ คือ K-3, P-7, P-8, B-15 และ B-16 โดยจะดำเนินการเปลี่ยนยอดพันธุ์ในแปลงในเดือนกันยายน 2553 จึงได้ทำการตรวจสอบเอกลักษณ์ทางพันธุกรรมของมะขามป้อมทั้ง 5 สายพันธุ์เพื่อเปรียบเทียบและดูความคล้ายคลึงกันกับมะขามป้อมสายพันธุ์จากท้องถิ่นนำ 6 สายพันธุ์ รวมเป็น 11 สายพันธุ์ คือ K-3, P-7, P-8, B-15, B 16, NAN-3, NAN-5, NAN-9, NAN-10, NAN-13 และ NAN-14 ได้ผลเป็นเอกลักษณ์พันธุกรรมดังภาพที่ 11 และเมื่อรายงานผลเป็น Phylogenetic tree พบสายสัมพันธ์ของตัวอย่างมะขามป้อม 11 สายพันธุ์ ได้ผลดังภาพที่ 12



ภาพที่ 11 เอกลักษณ์พันธุกรรมของมะขามป้อม 11 สายพันธุ์ จำนวน 10 ไพรเมอร์ (ACC-AAG AAC-AAG ACC-CAT ACC-CCA ACC-ACT ACC-AGA AAC-CCA ACC-CAC ACC-CAG ACC-ACC)

จากภาพที่ 12 ก็จะเห็นได้ว่ามะขามป้อมในกลุ่มนี้ที่ไม่มีตัวอย่างใดเลยที่มีความเหมือนกัน 100 เปอร์เซ็นต์ ที่มีความเหมือนกันมากที่สุดอยู่ที่ 0.7245 (72.45 %) ได้แก่ สายพันธุ์ P-7 และ P-8 สายพันธุ์ ตัวอย่างที่มีความเหมือนกับสายพันธุ์อื่นๆ น้อยที่สุดในกลุ่มนี้ ได้แก่ สายพันธุ์ NAN-10 โดยมีค่าความเหมือนอยู่ที่ 0.6116 (61.16 เปอร์เซ็นต์) จากการพิจารณาภาพ Phylogenetic tree ในภาพที่ 12 จะเห็นได้อีกว่ามะขามป้อมจากแหล่งธรรมชาติเดียวกันหรือที่อยู่ใกล้เคียงกันจะมีความคล้ายกันมากกว่ามะขามป้อมที่อยู่ต่างแหล่งกัน ซึ่งนอกจาก P-7 และ P-8 ซึ่งมาจากแหล่งเก็บในอำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ที่มีความเหมือนกันมากแล้ว B-15 และ B-16 จากแหล่งเก็บ อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ และ NAN-3 กับ NAN-9 จากแหล่งเก็บ อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน ก็มีค่าความเหมือนกันมากที่สุดที่ 71.92 และ 70.88 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ



ภาพที่ 12 Phylogenetic tree ของมะขามป้อม 11 ตัวอย่าง จากแหล่งเก็บ อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน และสายพันธุ์มะขามป้อมที่คัดเลือกแล้วจากสถานีวิจัยสิทธิพรกฤดากร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

#### 4. จัดทำแปลงรวมพันธุ์ที่คัดเลือกแล้ว มีเป้าหมาย 3 ไร่ หรือ 150 ต้น

จัดทำแปลงรวมสายพันธุ์มะขามป้อมในพื้นที่สมาชิกวิสาหกิจชุมชนจำนวน 3 ไร่ โดยปลูกต้นต่อมะขามป้อม 150 ต้น เมื่อเดือน ตุลาคม พ.ศ. 2552 (ภาพที่ 13) และทำการเปลี่ยนยอดพันธุ์ในเดือน กันยายน 2553 โดยให้เป็นสายพันธุ์ที่คัดเลือกจากพื้นที่ อำเภอบ่อเกลือ จำนวน 6 สายพันธุ์ คือ NAN-3, NAN-5, NAN-9, NAN-10, NAN-13 และ NAN-14 และสายพันธุ์ที่นำมาจากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อีก 5 สายพันธุ์ คือ K-3, P-7, P-8, B-15 และ B-16



ภาพที่ 13 แปลงทดลองและแปลงรวมสายพันธุ์มะขามป้อมของโครงการ ณ หมู่ที่ 1 ต.บ่อเกลือใต้ อ.บ่อเกลือ จ.น่าน

### สรุปและข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งนี้ทำให้ทราบว่ามะขามป้อมที่เก็บรวบรวมจากแหล่งตามธรรมชาติแต่ละต้นหรือแต่ละสายพันธุ์จากแหล่งต่างๆมีคุณสมบัติทางกายภาพบางประการแตกต่างกันตั้งแต่ลักษณะทรงต้น กิ่งก้าน ใบ และที่สำคัญคือลักษณะและคุณภาพของผล ในแต่ละสายพันธุ์นอกจากจะมีขนาดผลเล็กผลใหญ่ ลักษณะและสีผิวผลที่แตกต่างกันแล้ว คุณภาพและสารสำคัญในผลที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพหรือมีคุณสมบัติในทางยาที่มีปริมาณแตกต่างกันด้วย NAN-14 มีขนาดผลใหญ่ที่สุดขณะเดียวกันก็มีคุณภาพผลดีคือมีเปอร์เซ็นต์สารสกัดและมีปริมาณวิตามินซีสูงสุดอีกด้วย ส่วนที่มีขนาดผลรองๆ ลงมา ได้แก่ NAN-4 NAN-12 NAN-1 และ NAN-15 แต่ในกลุ่มนี้จะมีปริมาณสารสำคัญและวิตามินซีค่อนข้างต่ำ สายพันธุ์ที่มีปริมาณสารสำคัญสูงรองๆ ลงมา ได้แก่ NAN-5 NAN-13 NAN-15 NAN-11 NAN-3 NAN-10 และในกลุ่มนี้ส่วนใหญ่ก็จะ มีปริมาณแทนนินสูงด้วย สำหรับปริมาณวิตามินซีนอกจากสายพันธุ์ NAN-14 ที่มีวิตามินซีสูงสุดแล้ว ที่รองๆลงมาก็เป็นสายพันธุ์ NAN-10 NAN-9 NAN-15 NAN-5 และ NAN-13 สำหรับคุณภาพด้านอื่นๆ คือปริมาณเยื่อใย น้ำตาล กรดและ pH เมื่อดูจากตัวเลขพบว่าส่วนใหญ่ก็ใกล้เคียงกันแต่มีความแตกต่างกันในทางสถิติโดย NAN-13 มีเยื่อใยสูงสุดที่ 3.05 เปอร์เซ็นต์ และ NAN-6 มีเยื่อใยต่ำสุดที่ 1.95 เปอร์เซ็นต์ NAN-3 มีปริมาณน้ำตาลสูงสุดที่ 18.75 องศาบริกซ์ ( $^{\circ}$ Brix) ขณะที่ NAN-2 มีปริมาณน้ำตาลต่ำสุดที่ 10.00 องศาบริกซ์ ด้านปริมาณกรดพบว่า NAN-3 มีปริมาณกรด 4.45 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ NAN-15 มีปริมาณกรดต่ำสุดที่ 2.67 เปอร์เซ็นต์ แม้การวิเคราะห์ทางสถิติจะแตกต่างกันและ pH ของ NAN-13 สูงสุดที่ 3.11 ส่วนของ NAN-14 ต่ำสุดที่ 2.50

จึงพิจารณาสรุปว่าสายพันธุ์ที่สมควรคัดเลือกไว้ 6 สายพันธุ์ ได้แก่ NAN-3, NAN-5, NAN-9, NAN-10, NAN-13 และ NAN-14 โดยสรุปคุณสมบัติดีเด่นได้ดังนี้

วิตามินซีสูง NAN-14 = 470.13 mg/100gm flesh, NAN-10 = 450.49 mg/100gm flesh และ NAN-9 = 418.30 mg/100gm flesh

แทนนินสูง NAN-3 = 652.62 mg GAE/100 กรัมสารสกัด, NAN- 5 = 443.39 mg GAE/100 กรัมสารสกัด และ NAN-10 = 433.01 mg GAE/100 กรัมสารสกัด

น้ำตาลสูง NAN-3 = 18.75 °Brix, NAN- 14 = 16.00 °Brix และ NAN-13 = 15.75 °Brix

จากการศึกษาด้านการมีชีวิตและความงอกของเมล็ดชี้ให้เห็นว่าในช่วงของการสำรวจและเก็บตัวอย่างมะขามป้อมระหว่างเดือนตุลาคมถึงเดือนพฤศจิกายน 2552 มะขามป้อมตามธรรมชาติในพื้นที่อำเภอบ่อเกลือส่วนใหญ่มีความแก่พร้อมเก็บเกี่ยว โดยจะเห็นว่าความมีชีวิตของเมล็ดในเกือบทุกสายพันธุ์สูงเกิน 60 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้น NAN-1 ที่เก็บผลช่วงต้นเดือนตุลาคมที่เมล็ดยังพัฒนาไม่สมบูรณ์ ผลที่เก็บในระยะปลายเดือนจะมีความมีชีวิตและมีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงซึ่งน่าจะเป็นการบ่งบอกถึงความแก่ของผลและเมล็ด

จากผลการวิจัยจะเห็นได้ว่ามีไขขึ้นชื่อว่ามะขามป้อมแล้วจะต้องมีวิตามินซีสูงเสมอไป ในขณะที่ตามธรรมชาติในบ้านเรายังมีมะขามป้อมขึ้นกระจัดกระจายอยู่อีกมากมายทั่วทุกภาค จึงสมควรที่จะได้มีการสำรวจและคัดเลือกเพื่อค้นหาสายพันธุ์ที่ดี ตลอดจนมีการวิจัยด้านการปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้ได้พันธุ์มะขามป้อมที่มีคุณสมบัติดีเด่น เพื่อการนำไปใช้เป็นพันธุ์ปลูกและใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสมกับวัตถุประสงค์เฉพาะทางต่อไป

### เอกสารอ้างอิง

- เทียมใจ คมกฤต. 2541. กายวิภาคของพฤษภ. พิมพ์ครั้งที่ 4. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 308 น.
- นคร เหลืองประเสริฐ กิตติพงษ์ ตรีตรุยานนท์ สุดประสงค์ สุวรรณเลิศ นวลปรารักษ์ ไชยตะขบ นิภา เชื้อนควบ และ พิสมัย ศรีชาเขษ. 2552. การศึกษาการคัดเลือกพันธุ์และการผลิตมะขามป้อมเพื่ออุตสาหกรรม. รายงานวิจัยประจำปี พ.ศ. 2552. สถาบันค้นคว้าและพัฒนากระบวนการผลิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 61 น.
- นิรันดร์ คงนที. 2552. เกษตรกร. 78/1 หมู่ที่ 6 ตำบลหนองตากยา อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี. (ติดต่อส่วนตัว).

- สุขชัย ชาญประ โคน. 2546. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมะขามป้อม. สัมมนาพืชศาสตร์ เกษตรศาสตร์ บางพระ ประจำภาคการศึกษาที่ 2/2545.  
[http://www.geocities.com/psplant/ps\\_seminar\\_Supachai.htm?2008](http://www.geocities.com/psplant/ps_seminar_Supachai.htm?2008)
- สุเทวี สุขปรากร. 2545. บทปฏิบัติการ การทดสอบเมล็ดพันธุ์พืชสวน. ภาควิชาพืชสวน คณะ เกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ
- อุบลทิพย์ นิมมานนิตย์ สุดจิต ล้วนพิชญ์พงษ์ วริษา พงศ์รชนานนท์และปิติ จันทร์วรโชติ. 2552. ฤทธิ์สารสกัดมะขามป้อมต่อการกระตุ้นการสร้างโปรคอลลางเจนและยับยั้งการทำงานของเอนไซม์คอลลาจีเนส. Poster Session การสัมมนาสมุนไพรมะเร็ง โรงแรมมิราเคิลแกรนด์. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ 22 – 23 มีนาคม 2552.
- Anonymous. \_\_\_\_\_. *Emblica officinalis*. National Remedies. Private Limited. Bangalore.
- Anonymous. 1988. Ann. Rep. AICRP on Arid Zone Fruits, Tech. Doc. No.18.
- Anonymous. 2002. Herbal Monograph. Himalaya Herbal Healthcare. The Himalaya Drug Company.
- Bhadaura, S., B. S. Kushwah and G. Pahari. 2004. Qualitative and quantitative analysis of seven cultivars of amla (*Emblica officinalis*) growing in alkaline soils. (CABI Abstract).  
<http://www.cababstractsplus.org/abstracts/Abstract.aspx?AcNo=20053075954>.
- Calvi, L., G. C. J. Mwalongo, B. A. Mwingira, B. Riedl and J. A. Shields. 1995. Characterization of Wattle-Tannin-Based Adhesives for Tanzania. Holzforchung. Vol. 49 No. 2 .
- Dharmananda, S. 2003. Emblic Myrobalans:Amla, Key herb of Ayurvedic medicine. Institute for Traditional Medicine, Portland.
- Dweck, A. C. and D. Mitchell. \_\_\_\_\_. *Emblica officinalis* [Syn: *Phyllanthus emblica*] or Amla: the Ayurvedic wonder. [www.dweckdata.com/publishedpapers/emblicaofficinalis.pdf](http://www.dweckdata.com/publishedpapers/emblicaofficinalis.pdf)



- Eland S. 2008. *Phyllanthus emblica*. Plant Biographies.  
[www.plantlives.com/docs/P/Phyllanthusemblica.pdf](http://www.plantlives.com/docs/P/Phyllanthusemblica.pdf)
- Godara, R. K. , R. K. Goyal and R. K. Jitender Kumar. 2005. Physicochemical composition of different cultivars of aonla as influenced by time of harvesting. Indian Journal of Hill Farming.
- Gupta, V. K. , D. Singh and Shvetambri. 2003. Physicochemical changes in aonla (*Emblica officinalis* Gaertn.) fruits during growth and development. Haryana Journal of Horticultural Sciences. (CABI Abstract).  
<http://www.cababstractsplus.org/abstracts/Abstract.aspx?AcNo=20043121210>.
- International Seed Testing Association. 2007. International Rules for Seed Testing. Seed Sci. & Technol, CH-Switzerland.
- Jansen, P.M.C. 2005. *Phyllanthus emblica* L. In: Jansen, P.M.C. and Cardon, D. (Editors). PROTA 3: Dyes and tannins/Colorants et tannins. [CD-Rom]. PROTA, Wageningen, Netherlands.
- Kaiwei, H. , Lui Fengshu , Yang Chenwu and Cheng Lie. 1989. Blocking effect of *Phyllanthus emblica* on the formation of strong cancerogenic substance N-nitrous chemical compound (II). Chinese J. of Tropical crops. Vol. 10 ( 1 ) : 63-67.
- Kirti, S. 2006. Amla Cultivation. AgricultureInformation.com
- Kumari, A. , S. K. Bhatia and M. S. Joon. 2004. Standardization of in situ patch budding time in aonla (*Emblica officinalis* Gaertn). Haryana Journal of Horticultural Sciences. (CABI Abstract). <http://www.cababstractsplus.org/abstracts/Abstract.aspx?AcNo=20053084311>.
- Liu, X., M. Zhao, J. Wang, W. Luo, B. Yang and Y. Jiang. 2008. Antioxidant activity of methanolic extract of Indian gooseberry fruit (*Phyllanthus Indian gooseberry* L.) from six regions in China. J. Food Comp. Anal. **21**: 219–228.



- Morton, J. 1987. *Emblic*. p. 213-217. In: Fruits of warm climates. Julia F. Morton, Miami, Florida.
- Parmar, C. and M. K. Kaushal. 1982. *Emblica officinalis*. P. 26-30. In: Wild Fruits. Kalyani Publishers, New Delhi, India.
- Pathak, R. K. \_\_\_\_\_ . Amla. Cenral Institute for Sub-Tropical Horticulture Rehmankhere, Kakori, Lucknow UP 227107. India. <http://www.fruitipedia.com/Amla.ntm>
- Pathak, R. K. *Emblica officinalis* . Indian Council of Agriculture Research. Record originally contributed by FAO. 12 p.
- Singh, B. K., S. Sharma, R. Niwas and S. Kumar. 2005. Effect of methods and time of budding on bud sprouting in aonla (*Emblica officinalis* Gaertn.) cv. Chakaiya. (CABI Abstract). <http://www.cababstractsplus.org/abstracts/Abstract.aspx?AcNo=20043121206>.
- Suresh, K. and D. M. Vasudevan. 1994. Augmentation of murine natural killer cell and antibody dependent cellular cytotoxicity activities by *Phyllanthus emblica* a new immunomodulator. J- ethnopharmacol. Ireland:Elsevier Science Ireland Ltd. Vol.10 ( 1 ) : 55-60.
- Tewari, R. K. and C. K. Bajpai. 2002. Propagation of aonla (*Emblica officinalis*) through grafting in polybages. Indian Journal of Agricultural Sciences. (CABI Abstract). <http://www.cababstractsplus.org/abstracts/Abstract.aspx?AcNo=20033012777>.
- Wolfe, K., X. Wu and R. H. Liu. 2003. Antioxidant activity of apple peels. **J. Agric. Food Chem.** 51: 609-614.
- Zafar, M., Bokharie, A.Y.S., Tarig. A.M., Shaukat, K. And Akram, A. 2003. Taxonomical Description and Ethnobotanical Survey for Indigenous Use of Some Medicinal Plants of Rawalpindi District. Asian Journal of Plant Sciences. Rawalpindi, Pakistan, pp.: 475-479
- [forest.ap.nic.in/.../Forest%20Seeds/047.htm](http://forest.ap.nic.in/.../Forest%20Seeds/047.htm), [www.hkflora.com/v2/flora\\_master/flora\\_master.php](http://www.hkflora.com/v2/flora_master/flora_master.php)