มะเกี๋ยง

พืชอนุรักษ์ อพ.สธ.

โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ
สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี
สนองพระราชดำริโดย มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์


มะเกี๋ยง
พืชอนุรักษ์ อพ.สธ.

โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ
สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี
(อพ.สธ.)

จัดพิมพ์เพื่อเฉลิมพระเกียรติ
สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี
เนื่องในโอกาสมหามงคลเฉลิมพระชนมายุ 5 รอบ
2 เมษายน 2558

เจ้าฟ้านักอนุรักษ์

ถวายสดุดีเฉลิมชนม์พระเทพรัตน์ฯ

กลบท นาคบริพันธ์

เฉลิมชนม์พระเทพรัตน์จำรัสแพร้ว จำรัสพร่างสว่างแววดั่งแก้วใส
ดั่งแก้วส่องก่องทั้งหล้าทั่วฟ้าไทย ทั่วฟ้าทองผ่องเต็มใจไทยชื่นบาน

ไทยชื่นบุญด้วยทูนเทิดเกิดแรงมุ่ง เกิดแรงหมายจะบำรุงรุ่งเรืองฉาน
รุ่งเรืองฉาบอาบดวงใจไทยเนิ่นนาน ไทยเนิ่นเนาทุกสถานท่านเยี่ยมเยือน

ท่านเยี่ยมยลดลความคิดพิชิตทุกข์ พิชิตท้อทรงปลอบปลุกหาใดเหมือน
หาใดแม้นพระกรุณามาสู่เรือน มาสู่ไร่นาสวนเถื่อนถ้วนทุกทาง

ถ้วนทุกถิ่นพระบารมีมีไปถึง มีไปถมให้ซาบซึ้งมิเคยห่าง
มิเคยหายอบอุ่นใจมิเคยจาง มิเคยจืดแจ่มกระจ่างกลางดวงใจ

กลางดวงจิตไทยทุกดวงมีดวงแก้ว มีดวงแกร่งมากยิ่งแล้วแคล้วหวั่นไหว
แคล้วหวั่นหวาดหรือขลาดกลัวต่อสิ่งใด ต่อสิ่งดีจะก้าวไปในแนวทาง

ในแนวที่พระองค์หมายให้ไทยเกิด ให้ไทยก่อสิ่งดีเลิศไม่ซาสร่าง
ไม่ซาเซาเฝ้านำไว้ไม่เคยวาง ไม่เคยเว้นปล่อยให้ว่างสร้างเต็มทรวง

สร้างเต็มทรัพย์แห่งปัญญาปวงข้าเทิด ปวงข้าทูนให้ทรงเพริศพิไลช่วง
พิไลโชติพระชนม์ยืนชื่นเด่นดวง ชื่นเด่นด้าวทรงก้าวล่วงปวงทุกข์เทอญ ฯะ๏

ด้วยเกล้าด้วยกระหม่อม
ข้าพระพุทธเจ้า อธิการบดี คณาจารย์ พนักงาน นักศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์
และคณะทำงานการอนุรักษ์และพัฒนาการใช้ประโยชน์จากพืชอนุรักษ์
โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ
สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (อพ.สธ.)
(ประพันธ์โดย อาจารย์ปิยะนุช เส็งชา)

“การรักทรัพยากร คือการรักชาติ รักแผ่นดิน”

พระราโชวาท
วันที่ 14 สิงหาคม พ.ศ. 2540
ณ ศาลาดุสิดาลัย สวนจิตรลดา

คำปรารภ

ในวาระศุภมงคลสมัยที่สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ทรงเจริญพระชนมายุ 5 รอบ 2 เมษายน 2558 โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (อพ.สธ.) ร่วมกับคณะทำงานการอนุรักษ์และพัฒนาการใช้ประโยชน์จากพืชอนุรักษ์ ซึ่งมีหน่วยงาน สถาบันการศึกษา ภาครัฐ และภาคเอกชนที่ร่วมสนองพระราชดำริมาอย่างต่อเนื่องในการศึกษาวิจัยและพัฒนาการใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ จากมะเกี๋ยงซึ่งเป็นหนึ่งในพืชที่ได้รับการคัดเลือกให้เป็นพืชอนุรักษ์ในโครงการ อพ.สธ. ที่ดำเนินงานมามากกว่า 20 ปี

จากการร่วมกันศึกษาวิจัย “มะเกี๋ยง พืชอนุรักษ์ อพ.สธ.” ของคณะทำงานจากหลายหน่วยงาน จนเกิดเป็นองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับมะเกี๋ยงในด้านต่าง ๆ ทางโครงการ อพ.สธ. จึงเห็นควรให้มีการรวบรวมและจัดทำหนังสือขึ้นในครั้งนี้ โดยได้รับความร่วมมือในการทำงานแบบบูรณาการจากหลายหน่วยงานที่ร่วมสนองพระราชดำริ

การจัดทำหนังสือ “มะเกี๋ยง พืชอนุรักษ์ อพ.สธ.” เล่มนี้ ดำเนินการจัดทำต้นฉบับโดยโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ร่วมกับคณะทำงานการอนุรักษ์และพัฒนาการใช้ประโยชน์จากพืชอนุรักษ์ จากหลายหน่วยงานที่ร่วมสนองพระราชดำริ และได้รับการสนับสนุนงบประมาณจัดพิมพ์หนังสือจากมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ เพื่อเป็นเอกสารที่ใช้ในการศึกษาอ้างอิง ก่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจ นำไปสู่การอนุรักษ์ทรัพยากรพันธุกรรมพืชเป็นประโยชน์ของมหาชนชาวไทยอย่างแท้จริง

(นายพรชัย จุฑามาศ)

รองผู้อำนวยการโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ


“ความมั่นคงของประเทศ
คือความมั่นคงทางทรัพยากร”
พระราชดำรัส
วันที่ 31 พฤษภาคม พ.ศ. 2544
ณ อาคารชัยพัฒนา สวนจิตรลดา

คำแถลง

ด้วยเจตนารมณ์และความมุ่งมั่นของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ที่เข้าร่วมสนองพระราชดำริในโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2542 มาอย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน และดำเนินงานตามแผนแม่บทของโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ ระยะ 5 ปีที่ห้า (ตุลาคม 2554 ถึงกันยายน 2559) มีกรอบการดำเนินงาน 3 กรอบ ได้แก่ กรอบการเรียนรู้ทรัพยากร กรอบการใช้ประโยชน์ และกรอบการสร้างจิตสำนึก และร่วมสนองพระราชดำริเป็นคณะทำงานการอนุรักษ์และพัฒนาการใช้ประโยชน์จากพืชอนุรักษ์ โดยศึกษาและวิจัยร่วมกับหน่วยงานต่าง ๆ ที่ร่วมสนองพระราชดำริ และรวบรวมจัดทำหนังสือ “มะเกี๋ยง พืชอนุรักษ์ อพ.สธ.” เพื่อทูลเกล้าฯ ถวายเนื่องในวโรกาส สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี เฉลิมพระชนมายุ 5 รอบ 2 เมษายน 2558

ในนามของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ ขอขอบคุณกองบรรณาธิการ นักวิชาการ นักวิจัย เจ้าหน้าที่โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี และผู้เกี่ยวข้องทุกคนที่ได้ดำเนินการจัดทำหนังสือเล่มนี้จนสำเร็จและน้อมสนองพระราชดำริสืบไป

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เรืองเดช วงศ์หล้า)
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

มะเกี๋ยง

พืชอนุรักษ์ อพ.สธ.

คำนำ

"มะเกี๋ยง" เป็นหนึ่งในพืชอนุรักษ์ของโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ซึ่งได้มีการศึกษาวิจัยและรวบรวมพันธุกรรมของมะเกี๋ยงไว้ในพื้นที่ต่าง ๆ ของหน่วยงานที่ร่วมสนองพระราชดำริ โดยหนังสือเล่มนี้ได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 5 ส่วน คือ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี กับพืชอนุรักษ์ อพ.สธ. ประวัติความเป็นมาการอนุรักษ์และพัฒนาการใช้ประโยชน์จากพืชมะเกี๋ยง ชีววิทยาของมะเกี๋ยง การปลูกมะเกี๋ยง และการใช้ประโยชน์จากพืชมะเกี๋ยง เป็นการรวบรวมสาระสำคัญของมะเกี๋ยงด้านต่าง ๆ มาจัดทำเป็นหนังสือ เพื่อเผยแพร่ให้เกิดความรู้ความเข้าใจ เกิดประโยชน์ต่อผู้สนใจทั่วไป

ขอขอบคุณโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ที่เปิดโอกาสให้นักวิชาการและนักวิจัยของมหาวิทยาลัย หน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน เข้าร่วมสนองพระราชดำริเป็นคณะทำงานการอนุรักษ์และพัฒนาการใช้ประโยชน์จากพืชอนุรักษ์ "มะเกี๋ยง" และได้รวบรวมผลงานวิจัยบางส่วนมาจัดทำเป็นหนังสือ "มะเกี๋ยง พืชอนุรักษ์ อพ.สธ." ทั้งนี้คณะทำงานจะดำเนินงานสนองพระราชดำริในการอนุรักษ์และพัฒนาการใช้ประโยชน์จากพืชอนุรักษ์ต่อไป

หวังเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือ "มะเกี๋ยง พืชอนุรักษ์ อพ.สธ." เล่มนี้จะเป็นประโยชน์ในการเผยแพร่ความรู้ให้แก่นักเรียน นิสิต นักศึกษา นักวิชาการ และบุคคลทั่วไป

กองบรรณาธิการ
มีนาคม 2558

สารบัญ



มะเกี๋ยง
พืชอนุรักษ์ อพ.สธ.

สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ
สยามบรมราชกุมารี
กับพืชอนุรักษ์ อพ.สธ.

สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี กับพืชอนุรักษ์ อพ.สธ.

พรชัย จุฑามาศ

พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงเห็นความสำคัญของการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช และทรงมีพระราชดำริที่จะปกปักต้นยางนาในบริเวณอำเภอท่ายาง จังหวัดเพชรบุรี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2503 โดยทรงทดลองเพาะเมล็ดยางนาที่เก็บจากต้นยางนาในเขตอำเภอท่ายาง ในกระถางบนพระตำหนักเปี่ยมสุข พระราชวังไกลกังวล อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ และทรงปลูกต้นยางนาเหล่านั้นในแปลงทดลองป่าสาธิตใกล้พระตำหนักเรือนต้น สวนจิตรลดา เมื่อวันที่ 28 กรกฎาคม พ.ศ. 2504 จำนวน 1,250 ต้น พร้อมข้าราชบริพาร ต่อมาทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ ให้นำพรรณไม้จากภาคต่าง ๆ ทั่วประเทศมาปลูกในบริเวณที่ประทับสวนจิตรลดา เพื่อให้เป็นที่ศึกษาพรรณไม้ของนิสิต


ต้นยางนา

ต้นกล้าขนุนไพศาลทักษิณจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

ต้นขนุนไพศาลทักษิณ

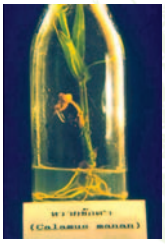
ในวันพืชมงคล วันที่ 9 พฤษภาคม พ.ศ. 2528 พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวพร้อมด้วยสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี เสด็จพระราชดำเนินทรงเปิดอาคารห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชที่โครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา และมีพระราชกระแสให้อนุรักษ์ต้นขนุนหลังพระที่นั่งไพศาลทักษิณ และนำไปสู่การเก็บรักษาพันธุ์พืชเอกลักษณ์ของพระราชวังต่าง ๆ แล้วอนุรักษ์ไว้อีกหลายชนิด ได้แก่ พุดสวน มณฑา ยี่หุบ สมอไทย รวมถึงการอนุรักษ์พันธุกรรมหวายชนิดต่าง ๆ นอกจากนี้ยังทรงมีพระราชดำริให้จัดทำสวนสมุนไพรขึ้นในโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา

อาคารปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

มณฑา

สมอไทย

พุดสวน



ยี่หุบ

ต้นกล้าหวาย

สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ทรงสืบสานงานอนุรักษ์พันธุกรรมพืช โดยในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2535 ทรงมีพระราชดำริกับนายแก้วขวัญ วัชโรทัย เลขาธิการพระราชวังและผู้อำนวยการโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา *"ให้ดำเนินการอนุรักษ์พืชพรรณของประเทศ และดำเนินการเป็นธนาคารพืชพรรณ"* จึงนับเป็นจุดเริ่มต้นของโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (อพ.สธ.) ในเวลาต่อมา โดยมอบหมายให้โครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา ฝ่ายวิชาการ เป็นผู้ดำเนินการ และสำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ (กปร.) สนับสนุนการจัดสร้างธนาคารพืชพรรณขึ้นในปี พ.ศ. 2536 สำหรับการเก็บรักษาพันธุกรรมพืชที่เป็นเมล็ด สารพันธุกรรม (DNA) และเนื้อเยื่อพืช (plant tissue)

ในวันที่ 8 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2536 ทรงพระราชทานพระราชดำริในการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช ณ อาคารที่ประทับในสำนักงานชลประทาน เขต 1 ถนนทุ่งโฮเต็ล จังหวัดเชียงใหม่ ทรงมีพระราชปรารภถึงการเสด็จพระราชดำเนินผ่านไปทางจังหวัดนนทบุรี ทอดพระเนตรเห็นพันธุ์ไม้เก่ายังมีอยู่มาก บางพันธุ์อาจยังคงมีลักษณะดีอยู่ เช่น ทุเรียน แต่สวนเหล่านั้นกำลังจะเปลี่ยนสภาพไป จึงทรงห่วงว่าพันธุ์ไม้

เหล่านั้นจะหมดด้วย จึงทรงพระราชทานแนวทางการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช รวมทั้งพืชที่มิใช่พืชเศรษฐกิจและพืชพรรณตามเกาะที่มีอยู่มาก แต่ยังไม่มีผู้สนใจเท่าไร จึงควรทำการสำรวจพืชพรรณตามเกาะด้วย นอกจากนี้ได้พระราชทานแนวทางการสอนและอบรมให้เด็กมีจิตสำนึกในการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช ควรใช้วิธีปลูกฝังให้เด็กเห็นความงดงาม ความน่าสนใจของพืชพรรณ และเกิดความปีติที่จะศึกษาและอนุรักษ์ต่อไป รวมถึงมีพระราชดำริให้ทำศูนย์ข้อมูลพันธุกรรมพืชเพื่อความสะดวกในการอ้างอิงค้นคว้า และพระราชทานแนวทางการดำเนินงานโครงการ อพ.สธ. ในปีต่อ ๆ มาเป็นระยะ

สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ทรงสนพระทัยในการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช ดังเห็นได้จากพระราโชวาทที่พระราชทานในการประชุมประจำปีโครงการ อพ.สธ. เมื่อวันที่ 14 สิงหาคม พ.ศ. 2540 ณ ศาลาดุสิดาลัย สวนจิตรลดา ความตอนหนึ่งว่า *"ข้าพเจ้ายินดีและขอบคุณที่ทุกคนเข้ามาประชุมกันพร้อมหน้าในวันนี้ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่า โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชฯ นี้ ได้ดำเนินการมาเป็นเวลาถึง 5 ปีแล้ว และคิดกันว่าจะทำต่อไปในช่วงที่สองอีก 5 ปี และคิดมาใหม่ว่าในขั้นที่สองนี้จะทำลักษณะไหน ที่จริงในเบื้องต้นนั้น ข้าพเจ้าก็มิได้เป็นนักพฤกษศาสตร์หรือศึกษาทางนี้มาโดยตรง ถึงแม้ศึกษาตอนนี้ก็คงจะสายไปเสียแล้ว เพราะว่าขณะนี้ไม่สามารถที่จะจำชื่อคน สัตว์ สิ่งของได้มากเท่าที่ควร แต่ว่าเหตุที่สนใจในพืชพรรณหรือทรัพยากรต่าง ๆ ของประเทศเรามานานแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางพืช เหตุผลที่ศึกษาเพราะถือว่าง่ายต่อการศึกษาอย่างอื่น เวลาไปไหนที่มีคนตามกันเยอะแยะ ถ้าศึกษาสัตว์ สัตว์ก็วิ่งหนีหมด แต่พืชนั้นเขาอยู่ให้ศึกษาได้ พอศึกษาไปสักพักก็เกิดความสนใจว่านอกจากทางกรมป่าไม้ซึ่งได้ติดต่อกันในครั้งแรกเบื้องต้น เพราะว่าชอบไปท่องเที่ยวในที่ต่าง ๆ ตามป่าเขา ดูว่าในเมืองไทยมีสภาพภูมิประเทศ ภูมิศาสตร์อย่างไร และก็ได้ศึกษาเรื่องต้นไม้ต่าง ๆ ตามที่กล่าวมาแล้วนี้ ก็ยังเห็นว่ามีหน่วยงานของรัฐ ของเอกชน ทั้งเป็นหน่วยงานของราชการ เช่น กรมป่าไม้ กรมวิชาการเกษตร และสถาบันการศึกษาที่ทำงานเกี่ยวกับเรื่องของพืช ศึกษาว่ามีพืชกี่ชนิด ทั้งเรื่องชื่อของพืชชนิดต่าง ๆ เรื่องการอนุกรมวิธาน เป็นต้น ก็ศึกษากันหลายแห่ง จึงเกิดความคิดขึ้นมาว่า น่าจะมีการรวบรวมว่าแต่ละสถาบันนั้นได้ทำงานในส่วนของตนอย่างไร ยกตัวอย่างเช่น พืชก็ได้ศึกษาพืชแต่ละแห่ง ได้รวบรวมนั้นชื่อต่างกันหรือซ้ำกันอย่างไร เพื่อที่จะให้รวมกันว่า ทั้งประเทศนั้นเรามีอะไรกันบ้าง ที่จริงแล้วงานที่จะศึกษาพืชหลายชนิดนี้เป็นเรื่องที่ทำได้ยากและทำได้ช้า คนคนเดียวหรือสถาบันสถาบันเดียวครอบคลุมไม่ได้ทั้งหมด ถ้ามีหลาย ๆ หน่วยงานช่วยกันครอบคลุมก็อาจจะได้มาก ถ้าต่างคนต่างไม่รู้กัน ก็อาจจะเป็นที่น่าเสียดายว่าจะไม่ได้ข้อมูลเต็มที่ จึงคิดว่าอยากจะทำฐานข้อมูลที่นักวิชาการทุกคนจะใช้ในการค้นคว้ารวมไว้ด้วยกัน...."*





การดำเนินงานอนุรักษ์พันธุกรรมพืช

โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ได้รับพระราชทานพระราชดำริ พระราโชวาท และพระราชวินิจฉัยในการดำเนินโครงการฯ มาเป็นระยะ ๆ ตลอดมา ในการดำเนินงานระยะต้น ๆ ของโครงการฯ ได้วางแนวกิจกรรมต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับการตื่นตัวในการอนุรักษ์และการใช้ประโยชน์ของทั่วโลก ทำให้หน่วยงานต่าง ๆ เห็นภาพรวมของการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชและนำแนวกิจกรรมไปดำเนินการ

การดำเนินงานของ อพ.สธ. ณ ปัจจุบัน อยู่ในช่วงแผนแม่บทระยะ 5 ปีที่ห้า (ตุลาคม 2554 ถึง กันยายน 2559) สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ได้พระราชทานแนวทางการจัดทำแผนแม่บท ในการจัดทำฐานทรัพยากรท้องถิ่นโดยมีโรงเรียนเป็นกำลัง เพื่อเกิดการร่วมคิด ร่วมปฏิบัติ ที่มีชุมชน องค์การบริหารส่วนตำบล โรงเรียนสมาชิกสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เยาวชน มหาวิทยาลัย หรือสถาบันการศึกษา ท้องถิ่น และ อพ.สธ. ซึ่งรวมถึงหน่วยงานที่ร่วมสนองพระราชดำริกว่า 134 หน่วยงาน มีกรอบการดำเนินงาน 3 กรอบ 8 กิจกรรม คือ

กรอบที่ 1 กรอบการเรียนรู้ทรัพยากร เพื่อพัฒนาและเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานด้านการพัฒนาและด้านการบริหารจัดการ มีกิจกรรมที่ดำเนินงานสนับสนุน ได้แก่ กิจกรรมที่ 1 กิจกรรมปกปักพันธุกรรมพืช กิจกรรมที่ 2 กิจกรรมสำรวจเก็บรวบรวมพันธุกรรมพืช และกิจกรรมที่ 3 กิจกรรมปลูกรักษาพันธุกรรมพืช

กรอบที่ 2 กรอบการใช้ประโยชน์ เพื่อพัฒนาและเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานศึกษาวิจัยใน อพ.สธ. ทั้งในด้านการพัฒนาและการบริหารจัดการให้การดำเนินงานเป็นไปในทิศทางเดียวกันและเอื้ออำนวยประโยชน์ต่อกัน รวมทั้งพัฒนาระบบข้อมูลสารสนเทศ อพ.สธ. ให้เป็นเอกภาพ สมบูรณ์ และเป็นปัจจุบัน โดยบรรลุจุดมุ่งหมายตามแนวพระราชดำริ มีกิจกรรมที่ดำเนินงานสนับสนุน ได้แก่ กิจกรรมที่ 4 กิจกรรมอนุรักษ์และใช้ประโยชน์พันธุกรรมพืช กิจกรรมที่ 5 กิจกรรมศูนย์ข้อมูลพันธุกรรมพืช และกิจกรรมที่ 6 กิจกรรมวางแผนพัฒนาพันธุ์พืช

กรอบที่ 3 กรอบการสร้างจิตสำนึก เพื่อให้ประชาชนกลุ่มเป้าหมายต่าง ๆ โดยเฉพาะเยาวชน นักเรียน นิสิตนักศึกษา และบุคคลทั่วไป ได้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพืชพรรณไม้ และการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชของประเทศ จนตระหนักถึงความสำคัญและประโยชน์ของการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชที่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อมหาชนชาวไทย มีกิจกรรมที่ดำเนินงานสนับสนุน ได้แก่ กิจกรรมที่ 7 กิจกรรมสร้างจิตสำนึกในการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช และกิจกรรมที่ 8 กิจกรรมพิเศษสนับสนุนการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช

การดำเนินงานในกิจกรรมที่ 4 กิจกรรมอนุรักษ์และใช้ประโยชน์พันธุกรรมพืช เป็นกิจกรรมที่ดำเนินการศึกษาประเมินพันธุกรรมพืชและทรัพยากรอื่น ๆ ที่สำรวจเก็บรวบรวมและปลูกรักษาไว้ โดยมีการศึกษาประเมินในสภาพธรรมชาติ แปลงทดลอง ในด้านสัณฐานวิทยา ชีววิทยา สรีรวิทยา การปลูกเลี้ยง การขยายพันธุ์ การเขตกรรม สำหรับในห้องปฏิบัติการมีการศึกษาด้านโภชนาการ องค์ประกอบ รงควัตถุ กลิ่น การศึกษาการขยายพันธุ์พืชโดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสำหรับพันธุ์พืชใหม่ ๆ การศึกษาด้านชีวโมเลกุล การวิเคราะห์ลายพิมพ์ดีเอ็นเอ และการใช้ประโยชน์ในด้านอื่น ๆ เพื่อศึกษาคุณสมบัติ คุณภาพในทรัพยากรต่าง ๆ โดยการดำเนินงานในกิจกรรมนี้มีเป้าหมายเพื่อการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์ทรัพยากรทั้งสามฐานทรัพยากร ได้แก่ ทรัพยากรชีวภาพ ทรัพยากรกายภาพ และทรัพยากรวัฒนธรรมและภูมิปัญญา มีการวางแผนและดำเนินการวิจัยศักยภาพของทรัพยากรต่าง ๆ ในด้านพืช นำไปสู่การพัฒนาพันธุ์พืช พันธุ์สัตว์ สายพันธุ์จุลินทรีย์ ตามแนวพระราชดำริ และมีแนวทางนำไปสู่การอนุรักษ์และใช้ประโยชน์ได้อย่างยั่งยืน โดยมี อพ.สธ. เป็นที่ปรึกษา ประสานงาน ร่วมมือ ส่งเสริม และทำหน้าที่เป็นแกนกลางในการดำเนินงานด้านวิชาการและการวิจัย ร่วมกับหน่วยงานที่ร่วมสนองพระราชดำริ เช่น มหาวิทยาลัย สถาบันการศึกษา สถาบันวิจัย ศูนย์วิจัย และสถานีทดลองต่าง ๆ

พืชอนุรักษ์ อพ.สธ.

ในกิจกรรมอนุรักษ์และใช้ประโยชน์พันธุกรรมพืชมีการดำเนินงานทั้งจากนักวิจัย อพ.สธ. และความร่วมมือจากคณาจารย์และนักวิจัยของหน่วยงานที่ร่วมสนองพระราชดำริ เช่น มหาวิทยาลัยต่าง ๆ กองทัพเรือ กรมวิชาการเกษตร กรมการข้าว กรมประมง กรมป่าไม้ กรมอุทยาน สัตว์ป่า และพันธุ์พืช กรมพัฒนาการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอันเนื่องมาจากพระราชดำริทั้ง 6 แห่ง เป็นต้น ดำเนินงานอนุรักษ์ ศึกษา วิจัย และพัฒนาการใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ของพืชหลากหลายชนิด ทั้งพืชพื้นเมือง พืชพื้นบ้าน พืชสมุนไพร เห็ดป่า กล้วยไม้ รวมถึงต้นไม้ดั้งเดิมที่ควรอนุรักษ์ไว้ เช่น ข้าวพื้นเมือง ทุเรียนพื้นเมือง หญ้าแฝก หม่อน กวาวเครือขาว กระชายดำ สมอไทย มะขามป้อม ตาลโตนด จำปาดะ มะเกี๋ยง น้อยหน่าเครือ กฤษณา มเหสักข์ และสักสยามินทร์ เป็นต้น โดยดำเนินกิจกรรมสอดคล้องกับแนวทางการดำเนินงานตามกรอบแผนแม่บท อพ.สธ. ที่เน้นในฐานทรัพยากรของประเทศ

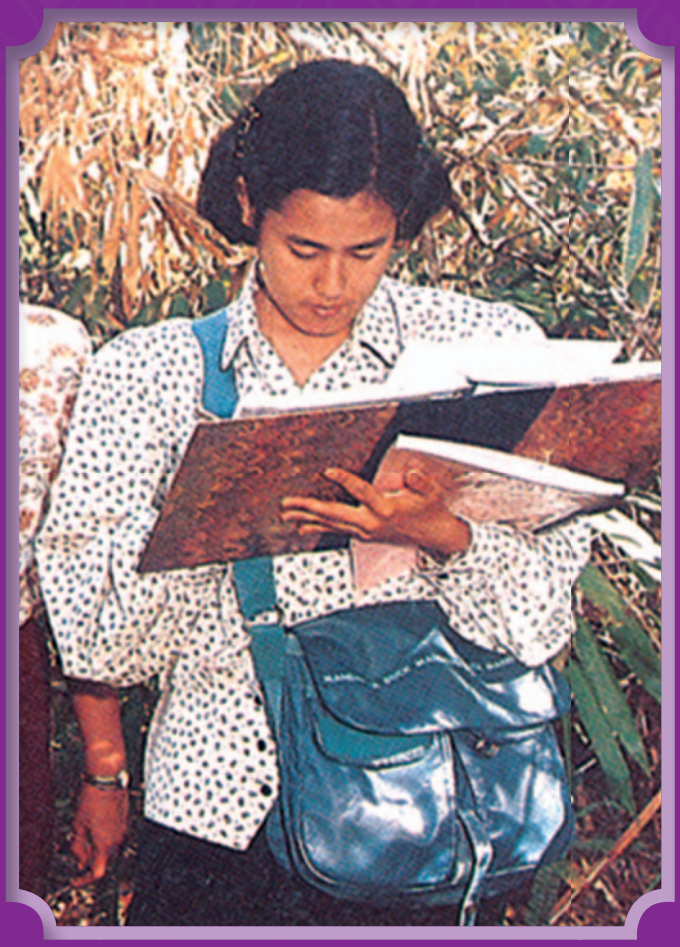
จะเห็นได้ว่า สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ทรงห่วงใยในเรื่องของพืชพรรณและทรัพยากร จากการที่พระองค์ทรงสืบสานพระราชปณิธานของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวในการรักษาฐานทรัพยากรของประเทศ และนำไปสู่เศรษฐกิจพอเพียง คือ การพึ่งตนเองได้นั้น จำเป็นต้องมีฐานทรัพยากร ทั้งทรัพยากรชีวภาพ ทรัพยากรกายภาพ และทรัพยากรที่เป็นวัฒนธรรมภูมิปัญญา เพราะภูมิปัญญาจะกำกับทรัพยากรในเรื่องอาหาร เครื่องนุ่งห่ม ที่อยู่อาศัย ยารักษาโรค คือปัจจัยสี่ นี่คือฐานทรัพยากรของประเทศที่เราจำเป็นต้องรักษา และทรัพยากรนั้นเราต้องเป็นเจ้าของสิทธิและมีจิตสำนึกที่รักและหวงแหนทรัพยากร ดังที่ทรงมีพระราชดำรัสว่า

“การรักทรัพยากร คือ การรักชาติ รักแผ่นดิน”

(14 สิงหาคม พ.ศ. 2540)

“ความมั่นคงของประเทศ คือ ความมั่นคงทางทรัพยากร”

(31 พฤษภาคม พ.ศ. 2544)



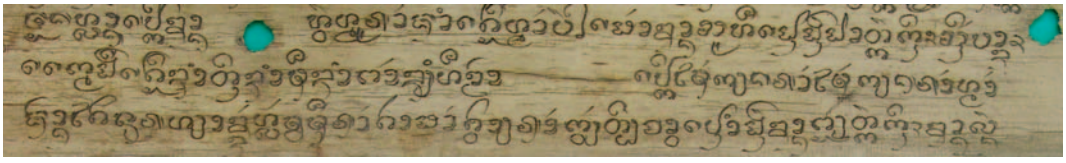
ประวัติความเป็นมา
การอนุรักษ์และพัฒนา
การใช้ประโยชน์จากพืชมะเกี๋ยง

ประวัติความเป็นมาการอนุรักษ์และพัฒนาการใช้ประโยชน์จากพืชมะเกี๋ยง

พรชัย จุฑามาศ ปิยรัษฎ์ ปริญญาพงษ์ เจริญทรัพย์ ทนงศักดิ์ มณีวรรณ และวินัย แสงแก้ว

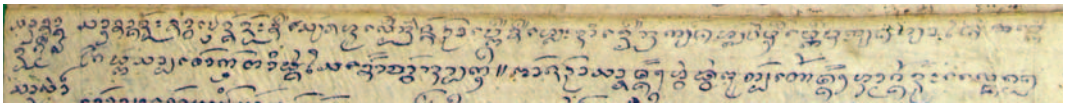
คำว่า “มะเกี๋ยง” จากพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถานให้ความหมายไว้ดังนี้ คำว่า “มะ” หมายถึง ต้นไม้หรือผลไม้บางอย่าง และคำว่า “เกี๋ยง” (ถิ่น-พายัพ) หมายถึง เดือนแรกของปีนับทางจันทรคติ ดังนั้น คำว่า “มะเกี๋ยง” จึงหมายถึง ต้นไม้หรือผลไม้ทางภาคเหนือที่น่าจะมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกับเดือนอ้ายของทางภาคเหนือ หรืออาจหมายถึงผลไม้ชนิดหนึ่งที่มีคุณค่าทางโภชนาการมาก

ในวัฒนธรรมล้านนานั้น นอกจากจะนำผลมะเกี๋ยงมาบริโภคแล้ว ส่วนต่าง ๆ ของต้นมะเกี๋ยงยังสามารถนำมาใช้เป็นสมุนไพรด้วย เช่น ใช้เปลือกและรากในตำรายารักษาโรคสันนิบาตแกมฝีเครือดำและยาสานขาง ดังตัวอย่างต่อไปนี้



- **สันนิบาต แกมฝีเครือดำ ตีนดำมือดำ พากเดียว หื้อเอาเปลือกไม้เกียง รากไม้เกียง รากหมาก ซาง ไคร้นุ่น หย้าขัด หลับมืน รากตา ผากตวาย รากกล้วยตีบ จ้าวเปนน้ำฝนขางพอยตกกินฯ**

(ใบลานตำรายาพ่อเลี้ยงหนานแสง หน้าลานที่ 32)



- **สานขาง ดอกขาวเปนดั่งดอกขี้เสี้ยนหนูเลือดนั้น เอาเปลือกขี้เหล็กดำ เดื่อเกลี้ยง หลับมืน เปลือกมะเกียง หย้าไซเปลือก ไคร้ ผักสาบ เท่ากัน ตำผงใส่เข้าจ้าว อาบเทิอะฯ....**

(พับสา ตำรายาเมืองเทิง หน้าที่ 308)

มะเกี๋ยงเป็นผลไม้ที่มีลักษณะผลเป็นรูปไข่ถึงกลม หรือรูปขอบขนาน ผลสดมีเนื้อนุ่ม เปลือกผลบางเมื่อสุกแก่เต็มที่ เปลือกผลมีสีแดง แดงอมม่วง ถึงดำ รสชาติเปรี้ยว นิยมนำผลสดมาดองเพื่อการบริโภค ปัจจุบันได้ศึกษาและพัฒนาตั้งแต่การรวบรวมพันธุ์ การปลูก การจัดการ และการแปรรูปผลผลิตเพื่อเป็นแบบอย่างของพืชอื่น ๆ ที่เยาวชนหรือผู้สนใจจะได้ช่วยกันศึกษาและพัฒนาต่อไป

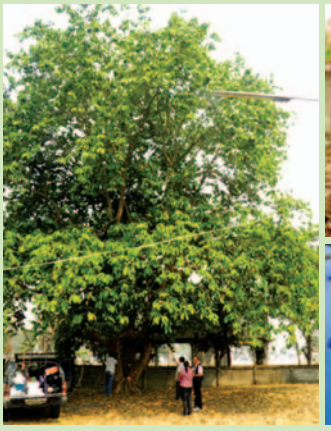
ถิ่นกำเนิดของมะเกี๋ยงยังไม่มีหลักฐานแน่ชัด ในอดีตมีผู้รู้จักพืชมะเกี๋ยงไม่มากนัก นอกจากผู้ที่อาศัยอยู่ในเขตภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย การสำรวจและรวบรวมสายพันธุ์มะเกี๋ยงเริ่มต้นในระหว่างปี พ.ศ. 2537-2538 พบการกระจายตัวในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย ในเขตจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย ลำพูน ลำปาง พะเยา แพร่ น่าน แม่ฮ่องสอน และพิษณุโลก โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิศิษฐ์ วรอุไร นายพรชัย จุฑามาศ รองศาสตราจารย์ ดร.ธรรมนูญ ฤทธิมณี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญเลิศ จักษุรัตน์ ได้มีแนวทางร่วมกับคณะทำงานของอาจารย์ทนงศักดิ์ มณีวรรณ และคณาจารย์จากสถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ร่วมศึกษาพืชพื้นบ้านที่มีคุณค่า เพื่อเป็นการสนองพระราชดำริในการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช จึงเสนอว่า ขอร่วมศึกษาพืชมะเกี๋ยงเพื่อเป็นแนวทางสำหรับการศึกษาและพัฒนาต่อไป โดยสุ่มเก็บข้อมูลจากต้นมะเกี๋ยง 500 ต้น และทำการศึกษาลักษณะทางนิเวศวิทยา ทางพฤกษศาสตร์ ทางชีววิทยา และการเจริญเติบโต ทำการเก็บตัวอย่างต้นพันธุ์เดิมโดยการตอนกิ่ง แล้วนำมาปลูกรวบรวมไว้เพื่อศึกษานอกสภาพแปลงปลูกเดิมอีกชุดหนึ่ง ได้มีความรู้ความเข้าใจลักษณะต่าง ๆ ของต้นมะเกี๋ยงและการใช้ประโยชน์มากขึ้น

ในปี พ.ศ. 2544 ได้มีการจัดทำหนังสือ “มะเกี๋ยง” พืชในโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (อพ.สธ.) เป็นการรวบรวมและเรียบเรียงความรู้จากการสำรวจและศึกษาวิจัยตามโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ


ต้นมะเกี๋ยงอายุมากกว่า 100 ปี
ที่อำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่


ต้นมะเกี๋ยงอายุมากกว่า 65 ปี
ที่อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่

ต้นมะเกี๋ยงอายุมากกว่า 100 ปี ที่อำเภอเชียงคำ จังหวัดพะเยา




จากการสำรวจเก็บรวบรวมพันธุกรรมมะเกี๋ยงในพื้นที่ต่าง ๆ ในเขตภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย คณะนักวิจัยได้ศึกษาวิจัยและพัฒนาการใช้ประโยชน์จากมะเกี๋ยง รวมถึงพืชอนุรักษ์ชนิดอื่น ๆ ด้วย และเพื่อให้เกิดเครือข่ายประสานงานในการวิจัย อนุรักษ์ และพัฒนาการใช้ประโยชน์ ให้มีประสิทธิภาพ คณะนักวิจัยให้จึงได้จัดประชุมเชิงปฏิบัติการ แนวทางการพัฒนาการใช้ประโยชน์จากพืชมะเกี๋ยงและพืชอนุรักษ์ ครั้งที่ 1 ขึ้นเมื่อวันที่ 17-18 มีนาคม พ.ศ. 2552 ณ โรงแรมเอเชีย อำเภอเมืองลำปาง จังหวัดลำปาง หลังจากนั้นเป็นต้นมา จึงจัดให้มีการประชุมทุก ๆ 3 เดือน ต่อเนื่องมาจนถึงปัจจุบัน เพื่อรายงานความก้าวหน้าผลการดำเนินงานโครงการวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับมะเกี๋ยงของหน่วยงานที่ร่วมสนองพระราชดำริ ซึ่งหน่วยงานแต่ละแห่งรับเป็นเจ้าภาพในการประชุมแต่ละครั้งเวียนกันไป ได้แก่ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเชียงราย ศูนย์วิจัยพืชสวนห้างฉัตร จังหวัดลำปาง มหาวิทยาลัยแม่โจ้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ และมหาวิทยาลัยพะเยา ทำให้ได้เยี่ยมชมสถานที่ดำเนินงานของแต่ละแห่งอีกด้วย

การรับรองพันธุ์พืชขึ้นทะเบียน

การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับพืชมะเกี๋ยงในด้านต่าง ๆ เช่น งานสำรวจเก็บรวบรวมพันธุ์ สัณฐานวิทยา ความหลากหลายทางพันธุกรรม (ลายพิมพ์ดีเอ็นเอ) เมื่อนำข้อมูลที่ได้มารวบรวมประกอบกัน สามารถจัดกลุ่มจำแนกสายพันธุ์มะเกี๋ยงของประเทศไทย คัดเลือกสายพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ปลูก และสามารถใช้เป็นข้อมูลประกอบในการขอออกหนังสือรับรองพันธุ์พืชขึ้นทะเบียน ตามมาตรา 28 พระราชบัญญัติพันธุ์พืช พ.ศ. 2518 ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดย พระราชบัญญัติพันธุ์พืช (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2535 จากกรมวิชาการเกษตรได้ เมื่อวันที่ 16 พฤศจิกายน พ.ศ. 2556 สายพันธุ์ของมะเกี๋ยงที่ได้รับการขึ้นทะเบียนแล้วมีจำนวน 3 สายพันธุ์ ได้แก่ RSPG-MK-006, RSPG-MK-026 และ RSPG-MK-027 เลขที่ 061, 062 และ 063 ตามลำดับ ในชื่อชนิดพืชว่า มะเกี๋ยง (*Syzygium nervosum* DC. var. *paniala* (Roxb.) Craven & Biffin) ทั้งนี้เพื่อความไม่สับสน รองศาสตราจารย์ ดร.ชูศรี ไตรสนธิ จึงได้แนะนำชื่อของมะเกี๋ยงจาก Flora of Thailand ไว้ว่า *Cleistocalyx nervosum* (DC.) Kosterm. var. *paniala* (Roxb.) J.Parn. & P.Chantaranothai มะเกี๋ยงที่ขึ้นทะเบียนทั้งสามสายพันธุ์นี้เป็นสายพันธุ์ที่ได้จากการสำรวจศึกษาและคัดเลือกโดยโครงการ อพ.สธ. จากจำนวนสายต้นที่รวบรวมไว้จำนวนทั้งสิ้น 500 สายต้นทั่วประเทศไทย ตั้งแต่ในปี พ.ศ. 2537 สำรวจศึกษาบันทึกข้อมูลระบบนิเวศวิทยา ลักษณะสัณฐานวิทยา และจัดทำบัญชีต้น จากนั้นในปี พ.ศ. 2539 ติดตามการออกดอกติดผลและเก็บบันทึกข้อมูลสัณฐานวิทยา ต้น ใบ ดอก ผล และเมล็ด องค์ประกอบทางเคมี รวมทั้งคุณค่าทางโภชนาการ และขยายต้นพันธุกรรมโดยวิธีการตอนกิ่งและเพาะเมล็ดในปี พ.ศ. 2540 ต่อมาในปี พ.ศ. 2542 นำต้นพันธุกรรมที่เกิดจากการเพาะเมล็ดและ

กิ่งตอนลงปลูกรวบรวมไว้ในพื้นที่แปลงปลูกรวบรวมพันธุกรรมพืชมะเกี๋ยง โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ตำบลพิชัย อำเภอเมืองลำปาง จังหวัดลำปาง (ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรลำปาง) และติดตามการออกดอกติดผล และเก็บบันทึกข้อมูลสัณฐานวิทยา ต้น ใบ ดอก ผล และเมล็ด องค์ประกอบทางเคมีรวมทั้งคุณค่าทางโภชนาการ และคัดเลือกจากจำนวนสายต้นทั้งหมดที่ปลูกรวบรวมไว้ โดยคัดเลือกมา 3 สายพันธุ์ ซึ่งมีลักษณะเด่นดังนี้

สายพันธุ์ RSPG-MK-006 เป็นสายพันธุ์ที่สำรวจศึกษาบันทึกข้อมูลระบบนิเวศวิทยา ลักษณะสัณฐานวิทยา และจัดทำบัญชีต้นในพื้นที่อำเภอเชียงคำ จังหวัดพะเยา มีลักษณะเด่นพิเศษคือ เป็นมะเกี๋ยงกระดูก มีเนื้อผลบาง เมล็ดโต ลักษณะทรงต้นแปลกไปจากมะเกี๋ยงที่พบเห็นโดยทั่วไปคือ การแตกของกิ่งก้านบนต้นจะแผ่ออกทางด้านข้าง ทรงพุ่มต้นโปร่งทำให้ได้รับแสงแดดทั่วถึงทั้งต้น ใบดก มีขนาดใหญ่และหนาคล้ายใบของชมพู่ ช่อดอกมีขนาดใหญ่ ก้านช่อดอกรูปสี่เหลี่ยมและมีร่องตื้นขนานตามความยาวของก้านช่อดอก 2-3 ร่อง ผลมีขนาดเล็ก ความแน่นของพวง (จำนวนผลต่อช่อ) ค่อนข้างสูง ผลเมื่อสุกมีขนาดสม่ำเสมอ และผลที่แก่เต็มที่มีสีดำเข้ม ซึ่งเหมาะสำหรับการแปรรูปน้ำมะเกี๋ยงพร้อมดื่ม นอกจากนี้ยังเป็นสายพันธุ์ที่ให้คุณค่าทางโภชนาการสูง โดยเฉพาะสารต้านอนุมูลอิสระ (anti-oxidant) ซึ่งเป็นสารอาหารประเภทวิตามินที่ละลายได้ดีในไขมัน เป็นสารต้นตอในการสร้างวิตามินเอ (โปรวิตามินเอ) ที่มีบทบาทสำคัญในการสร้างความสำคัญต่อกลไกการมองเห็น การสร้างเนื้อเยื่อ การเจริญเติบโต เพิ่มระบบภูมิคุ้มกันให้แข็งแรง ช่วยให้ผิวสวยและชะลอความแก่ และมีลายพิมพ์ดีเอ็นเอที่ได้จากเครื่องหมายไมโครแซทเทลไลท์กำกับเอกลักษณ์สายต้น

การเกิดรากพูพอนมะเกี๋ยงสายพันธุ์ RSPG-MK-006

ต้นมะเกี๋ยงสายพันธุ์ RSPG-MK-006

ใบอ่อนและใบแก่ของมะเกี๋ยงสายพันธุ์ RSPG-MK-006

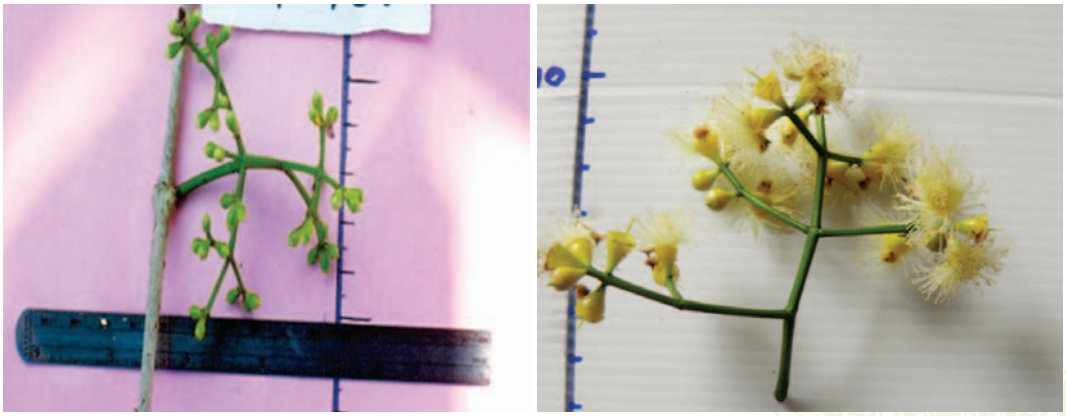
ช่อดอกตูมและช่อดอกบานของมะเกี๋ยงสายพันธุ์ RSPG-MK-006

ผลและเมล็ดของมะเกี๋ยงสายพันธุ์ RSPG-MK-006

สายพันธุ์ RSPG-MK-026 เป็นสายพันธุ์ที่สำรวจศึกษาบันทึกข้อมูลระบบนิเวศวิทยา ลักษณะสัณฐานวิทยา และจัดทำบัญชีต้นลำดับที่ 10 ในพื้นที่อำเภอเมืองลำปาง จังหวัดลำปาง และมีลายพิมพ์ดีเอ็นเอที่ได้จากเครื่องหมายไมโครแซทเทลไลท์กำกับเอกลักษณ์สายต้น

ต้นมะเกี๋ยงสายพันธุ์ RSPG-MK-026

ใบมะเกี๋ยงสายพันธุ์ RSPG-MK-026



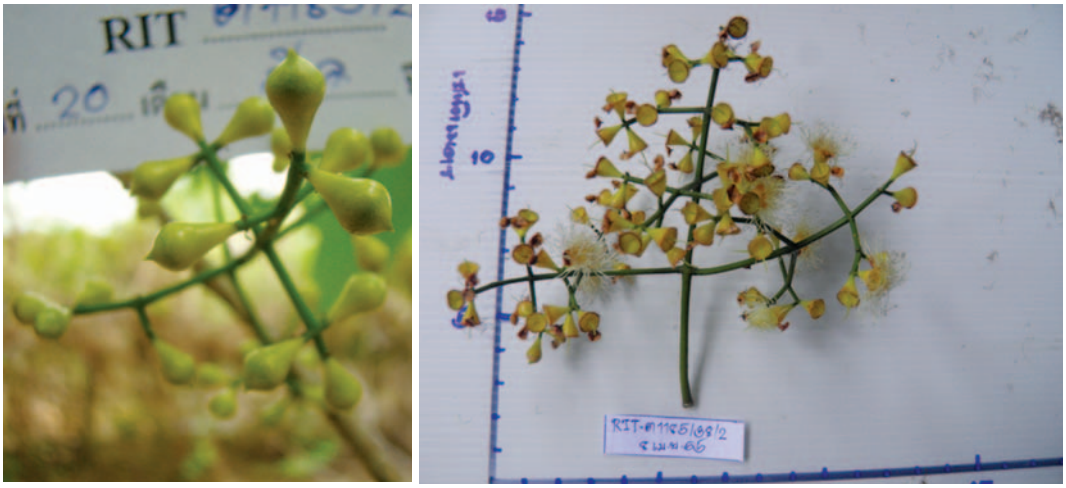
ช่อดอกตูมและช่อดอกบานของมะเกี๋ยงสายพันธุ์ RSPG-MK-026

ผลและเมล็ดของมะเกี๋ยงสายพันธุ์ RSPG-MK-026

สายพันธุ์ RSPG-MK-027 เป็นสายพันธุ์ที่สำรวจศึกษาบันทึกข้อมูลระบบนิเวศวิทยา ลักษณะสัณฐานวิทยา และจัดทำบัญชีต้นลำดับที่ 185 ในพื้นที่อำเภอเมืองลำปาง จังหวัดลำปาง มีลักษณะเด่นพิเศษ คือ เป็นสายพันธุ์ที่เป็นที่ต้องการของนักวิทยาศาสตร์การอาหาร เนื่องด้วยเป็นสายพันธุ์ที่มีผลขนาดใหญ่ และมีขนาดค่อนข้างสม่ำเสมอ เนื้อผลหนา ไม่เละ เนื้อผลล่อน แกะแยกออกจากเมล็ดได้ง่าย และติดดอกออกผลค่อนข้างสม่ำเสมอ และมีลายพิมพ์ดีเอ็นเอที่ได้จากเครื่องหมายไมโครแซทเทลไลท์กำกับเอกลักษณ์สายต้น

ต้นมะเกี๋ยงสายพันธุ์ RSPG-MK-027

ใบของมะเกี๋ยงสายพันธุ์ RSPG-MK-027



ช่อดอกตูมและช่อดอกบานของมะเกี๋ยงสายพันธุ์ RSPG-MK-027

ผลและเมล็ดของมะเกี๋ยงสายพันธุ์ RSPG-MK-027

ศักยภาพพืชอนุรักษ์ อพ.สธ. สู่อนาคต

จากพืชพื้นบ้านที่พบทั่วไปในเขตภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยและไม่ค่อยได้รับความสนใจมากนัก แต่เมื่อนำมาศึกษาวิจัยจึงพบว่าเป็นพืชที่มีศักยภาพในการพัฒนาการใช้ประโยชน์ได้อย่างหลากหลาย จึงเกิดการอนุรักษ์สายพันธุ์มะเกี๋ยงขึ้นและมีการศึกษาข้อมูลพื้นฐานด้านต่าง ๆ ของมะเกี๋ยง เช่น ลักษณะสัณฐานวิทยา กายวิภาควิทยา โครโมโซม พันธุกรรม การคัดเลือกสายพันธุ์ที่เหมาะสม การเขตกรรม และคุณค่าทางโภชนาการ ซึ่งใช้เป็นข้อมูลในการขอหนังสือรับรองพันธุ์พืชขึ้นทะเบียน รวมถึงการวิจัยการใช้ประโยชน์จากส่วนต่าง ๆ ของมะเกี๋ยงในหลายด้าน ได้แก่ ด้านอาหาร เช่น น้ำมะเกี๋ยง ไวน์มะเกี๋ยง เยลลี่มะเกี๋ยง โยเกิร์ตผสมแยมมะเกี๋ยง ชาชงจากยอดอ่อนมะเกี๋ยง ด้านผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพและเครื่องสำอาง รวมถึงสีย้อมผ้าจากใบและเปลือกต้นของมะเกี๋ยง และยังคงมีการดำเนินงานวิจัยและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ทั้งในด้านการคัดเลือกพันธุ์มะเกี๋ยงที่เป็นพันธุ์ดี เช่น สายต้นที่มีเบตา-แคโรทีนสูง หรือด้านการเขตกรรม และด้านการจัดการผลผลิต เกิดเป็นการบูรณาการร่วมกันจากหลายหน่วยงานจนสามารถนำไปต่อยอดงานวิจัยการพัฒนาการใช้ประโยชน์ได้

รูปแบบการศึกษาพืชมะเกี๋ยงที่มีแนวทางการทำงานร่วมกันของนักวิจัยจากหลายหน่วยงานจากการหวนดูทรัพย์สิ่งสินตน ซึ่งพบว่าพืชมะเกี๋ยงที่ไม่มีคุณค่าในอดีตนั้น แท้จริงแล้วมีศักยภาพมากล้น จึงเกิดการวิจัยและพัฒนาขึ้น เพื่อให้ชาวบ้านไทยได้ประโยชน์ นำไปสู่ประโยชน์แท้แก่มหาชน นับเป็นแบบอย่างของการศึกษาพืชชนิดอื่น ๆ ต่อไป เพื่อเป็นส่วนหนึ่งในการอนุรักษ์และพัฒนาทรัพยากรของประเทศไทย ดังพระราชดำรัสว่า

“การรักทรัพยากร คือ การรักชาติ รักแผ่นดิน”

(14 สิงหาคม พ.ศ. 2540)

บทที่ 1
ชีววิทยาของมะเกี๋ยง

บทที่ 1
ชีววิทยาของมะเกี๋ยง

ถิ่นกำเนิดของมะเกี๋ยงยังไม่มีหลักฐานแน่ชัด แต่มีรายงานพบมะเกี๋ยงในประเทศอินเดีย เมียนมาร์ และเขตภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย

1. แหล่งกระจายพันธุ์และระบบนิเวศมะเกี๋ยง

วิภารัตน์ เทพแก้ว และทนงศักดิ์ มณีวรรณ

ปี พ.ศ. 2537 โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (อพ.สธ.) ร่วมกับสถาบันเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา (ปัจจุบันคือมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล) ได้ดำเนินงานสำรวจ ศึกษา เก็บรวบรวมต้นพันธุกรรมพืชมะเกี๋ยง ซึ่งพบมีจำนวนต้นที่เหลืออยู่ในสภาพธรรมชาติไม่ถึง 3,000 ต้น และมีโอกาสเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ได้ง่าย มะเกี๋ยงเป็นไม้ผลพื้นเมืองที่พบมีเขตการกระจายพันธุ์ทางภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย ที่ระดับความสูง 200-500 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง แถบจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย ลำปาง ลำพูน พะเยา และแม่ฮ่องสอน ส่วนจังหวัดแพร่ น่าน และพิษณุโลก จากการสอบถามคนในชุมชนทราบว่า จำนวนต้นที่สำรวจพบนั้นเป็นการนำต้นกล้าที่เกิดจากเมล็ดมาจากจังหวัดเชียงใหม่และเชียงรายมาปลูก

ตารางที่ 1.1 จำนวนต้นมะเกี๋ยงที่ขึ้นทะเบียนต้นในจังหวัดต่าง ๆ

สถานที่ (จังหวัด)	จำนวน (ต้น)
เชียงราย	103
เชียงใหม่	190
ลำพูน	64
ลำปาง	93
พะเยา	49
แพร่	1
น่าน	41
แม่ฮ่องสอน	5
พิษณุโลก	18
รวมจำนวนทั้งสิ้น	**564**

โดยปกติต้นมะเกี๋ยงมักพบขึ้นอยู่ตามธรรมชาติใกล้แหล่งที่อยู่อาศัยของผู้คน และเป็นพืชที่ให้ร่มเงา ต้นมะเกี๋ยงสามารถเจริญเติบโตได้ในดินเกือบทุกชนิด แต่เจริญได้ดีที่สุดในพื้นที่ซึ่งเป็นดินเหนียวและดินร่วนปนทราย โดยเฉพาะบริเวณที่มีความชุ่มชื้นตลอดทั้งปี เช่น ริมห้วย ลำคลอง หนอง บึง และที่นา ที่ระดับความสูง 200-500 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง แต่ต้องไม่เป็นที่มีน้ำท่วมขัง มะเกี๋ยงต้องการแสงแดดในการเจริญเติบโตตลอดทั้งปี

ภาพที่ 1.1 ต้นมะเกี๋ยงในสภาพธรรมชาติ และแปลงปลูกมะเกี๋ยงพื้นที่ราบ

โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ ร่วมกับกรมวิชาการเกษตร โดยศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเชียงราย ได้ศึกษาทดลองนำต้นกล้ามะเกี๋ยง ไปปลูกบริเวณพื้นที่ราบภูเขาที่ระดับความสูง 1,400 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง และมีอากาศหนาวเย็นตลอดทั้งปี จำนวน 41 สายต้น โดยปลูกสายต้นละ 30 ต้น รวมจำนวนต้นทั้งสิ้น 1,230 ต้น พบว่า ต้นมะเกี๋ยงสามารถเจริญเติบโตและพัฒนาจนกระทั่งให้ผลผลิตได้ แต่จะพัฒนาช้ากว่าต้นที่ปลูกบริเวณพื้นที่ราบปกติ ประมาณ 2-3 เดือน ซึ่งก็เป็นข้อดีสำหรับการที่จะมีผลผลิตออกมาให้บริโภคหรือนำมาทำผลิตภัณฑ์แปรรูปได้เกือบตลอดทั้งปี

ภาพที่ 1.2 ต้นมะเกี๋ยงที่ปลูกบริเวณพื้นที่ราบภูเขา ที่ระดับความสูง 1,400 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง

2. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์มะเกี๋ยงและความแตกต่างของพืชมะเกี๋ยงและพืชสกุลใกล้เคียง

วิภารัตน์ เทพแก้ว ชูศรี ไตรสนธิ ปริทรรศน์ ไตรสนธิ และทนงศักดิ์ มณีวรรณ

ในประเทศไทยพบพืชที่อยู่ในวงศ์ Myrtaceae จำนวน 14 สกุล (genera) จำนวนทั้งสิ้น 112 ชนิด (species) ในจำนวนนี้เป็นพืชที่อยู่ในสกุล *Cleistocalyx* 4 ชนิด คือ *Cleistocalyx khaoyaiensis, Cleistocalyx nervosum*, *Cleistocalyx nigrabs* และ *Cleistocalyx phengklaii* ชื่อวิทยาศาสตร์เดิมของมะเกี๋ยงคือ *Eugenia paniala* Roxb. ซึ่งเป็นชื่อที่ใช้กันมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2375 จากการศึกษาทบทวนพรรณไม้ในสกุล *Eugenia* และ *Cleistocalyx* ใน พ.ศ. 2536 ดร.ประนอม จันทรโณทัย ได้เสนอให้จัดพืช *Eugenia paniala* Roxb. มารวมอยู่ในสกุล *Cleistocalyx* และได้กำหนดชื่อวิทยาศาสตร์

ของมะเกี๋ยงใหม่ว่า *Cleistocalyx operculatus* เช่นเดียวกับหว้าขาว (หว้าน้ำหรือหว้าส้ม) โดยจำแนกออกเป็น 2 ชนิด คือ *Cleistocalyx operculatus* var. *operculatus* (หว้าขาว) และ *Cleistocalyx operculatus* var. *paniala* (มะเกี๋ยง) ต่อมาในปี พ.ศ. 2539 ได้มีการศึกษาทบทวนพืชในวงศ์ Myrtaceae ใหม่อีกครั้งหนึ่ง และได้เสนอให้เปลี่ยนชื่อวิทยาศาสตร์ของหว้าขาวและมะเกี๋ยงเป็น *Cleistocalyx nervosum* โดยจำแนกออกเป็น 2 variety คือ *Cleistocalyx nervosum* var. *paniala* หรือ *Syzyium nervosum* DC. var. *paniala* (Roxb.) Craven&Biffin (มะเกี๋ยง) และ *Cleistocalyx nervosum* var. *nervosum* (หว้าขาว) การเปลี่ยนชื่อวิทยาศาสตร์ใหม่ในครั้งนี้ นักพฤกษศาสตร์เห็นความแตกต่างกันของพืช 2 variety นี้ อยู่ที่การจัดเรียงจำนวนดอกในช่อดอกย่อย ขนาดของฐานดอกรูปถ้วย (hypanthium) รวมทั้งขนาดและรูปทรงผล โดยที่มะเกี๋ยงมีจำนวนดอก 3 ดอกติดอยู่รวมกันเป็นกลุ่มช่อดอกย่อย มีฐานดอกรูปถ้วยขนาดใหญ่กว่า 0.40 เซนติเมตร รูปทรงผลรูปไข่ (ovoid) รูปขอบขนาน (oblong) และมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผลมากกว่า 1.50 เซนติเมตร ส่วนหว้าขาวมักมีจำนวนดอกในช่อดอกย่อยมากกว่า 4 ดอก ฐานดอกรูปถ้วยมีขนาดเล็กกว่า 0.40 เซนติเมตร รูปทรงผลกลม (globose) และมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผลน้อยกว่ามะเกี๋ยง คือ ต่ำกว่า 1.50 เซนติเมตร

2.1 ลักษณะราก

จากการสำรวจ ศึกษา เก็บรวบรวมสายพันธุ์มะเกี๋ยงในเขตภาคเหนือ ต้นที่พบส่วนใหญ่เป็นต้นที่เจริญเติบโตมาจากเมล็ด อายุมากกว่า 10 ปีขึ้นไป รากเป็นระบบรากแก้วและมีรากแขนงขนาดใหญ่ ต้นมะเกี๋ยงที่มีอายุมากมักเห็นรากแขนงจำนวนมากโผล่มาให้เห็นบริเวณผิวดิน และบริเวณส่วนล่างของลำต้นบริเวณผิวดินมักมีรากพูพอนขนาดใหญ่ 3-5 พู ช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้แก่ต้นและป้องกันการโค่นล้มได้

ภาพที่ 1.3 รากพูพอนบริเวณผิวดิน

2.2 ลักษณะต้น

มะเกี๋ยงเป็นไม้ต้นขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ ต้นโตเต็มที่สูงได้ถึง 15-20 เมตร มีเส้นรอบวงของต้นมากกว่า 1.50 เมตร ลำต้นตั้งตรง เปลือกของลำต้นมีสีเทาหรือน้ำตาลปนเทา นำไปย้อมสีผ้าได้ เปลือกของลำต้นค่อนข้างเรียบ หรือแตกเป็นร่องตื้นตามแนวยาวและล่อนหลุดออกเป็นแผ่นบางได้ บางต้นมีเปลือกเป็นปุ่มปมคล้ายตาไม้ ทำให้มีลักษณะผิวไม้สวยงาม เนื้อไม้เป็นไม้เนื้ออ่อน เหมาะแก่การทำเครื่องเรือน กิ่งอ่อนมีผิวเรียบ สีเขียวหรือสีเขียวปนน้ำตาล มีการแตกของกิ่งก้านสาขาพอสมควร เรือนยอดเป็นพุ่มทรงกระบอก (cylindrical) หรือทรงกลม เส้นผ่าศูนย์กลางทรงพุ่มต้น 8-20 เมตร ขึ้นอยู่กับอายุของต้น

ภาพที่ 1.4 ต้นและทรงพุ่มต้นมะเกี๋ยง

ภาพที่ 1.5 ผิวเปลือกต้นมะเกี๋ยง

2.3 ลักษณะใบ

มะเกี๋ยงเป็นพืชผลัดใบ โดยมีการผลัดของใบหลังการเก็บเกี่ยวผลสุกในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงธันวาคม และหลังจากนั้นจึงเริ่มแตกใบใหม่ในช่วงปลายเดือนธันวาคมถึงมกราคม พร้อมกับการสร้างตาดอกชุดใหม่ซึ่งจะเริ่มเดือนกุมภาพันธ์ ใบมะเกี๋ยงเป็นใบเดี่ยว เกิดบนกิ่งที่มีอายุ 2 ปีขึ้นไป เรียงใบแบบตรงข้าม (opposite) จำนวนใบกิ่งละ 4-6 คู่ ใบอ่อนมีสีเขียวอ่อนหรือสีเหลือง แผ่นใบเรียบ รูปไข่ (ovate) รูปใบหอก (lanceolate) และรูปขอบขนาน (oblong) ปลายใบเรียวแหลม (acuminate) โคนใบสอบเรียว (attenuate) ถึงมน (obtuse) ขอบใบเรียบ (entire) หรือเป็นคลื่น (undulate) เล็กน้อย ใบที่เจริญเต็มที่มีสีเขียวเข้ม ก้านใบมีหลายสีขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ เช่น สีเขียวอ่อน สีเขียวปนน้ำตาล สีน้ำตาลปนแดง และสีแดงเข้ม มีขนาดความกว้างของใบ 4.44-13.29 เซนติเมตร ยาว 10.68-30.33 เซนติเมตร ความยาวก้านใบ 0.89-3.92 เซนติเมตร ใบมีน้ำมันสามารถสกัดเป็นน้ำมันหอมระเหยได้

ภาพที่ 1.6 การเรียงใบของมะเกี๋ยง

ภาพที่ 1.7 ก้านใบและโคนใบ แผ่นใบ และปลายใบของมะเกี๋ยง

2.4 ลักษณะดอก

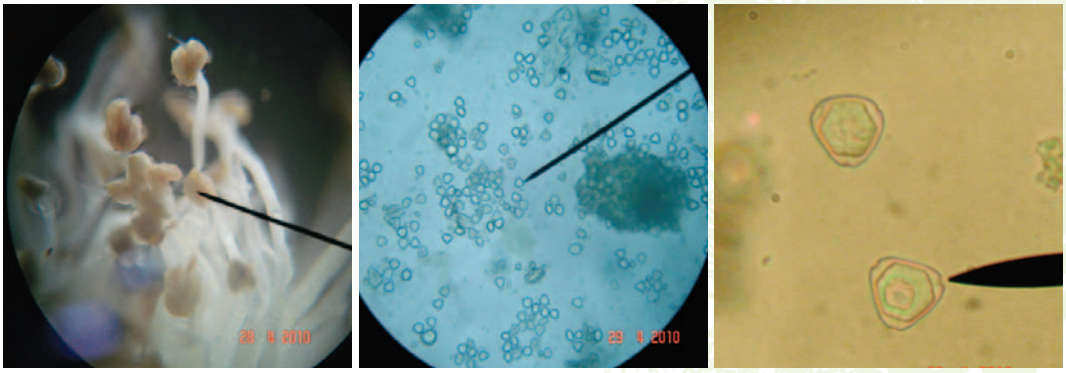
ต้นมะเกี๋ยงที่ปลูกบริเวณพื้นที่ราบ ที่ระดับความสูง 200-500 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง เริ่มแทงตาดอกให้เห็นในช่วงฤดูหนาวตั้งแต่เดือนธันวาคมถึงกุมภาพันธ์ หลังจากที่มีการหลุดร่วงของใบ โดยเกิดบริเวณซอกใบที่หลุดร่วงไปและเกิดบนกิ่งที่มีอายุ 2 ปีขึ้นไป ลักษณะช่อดอกเป็นช่อกระจุกแยกแขนง (cymose-panicle) รูปคล้ายพีระมิด ช่อดอกมีลักษณะและขนาดแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ ขนาดช่อดอกกว้าง 4.90-10.95 เซนติเมตร ยาว 5.77-11.57 เซนติเมตร มีจำนวนดอกย่อยต่อช่อ 33.22-117.10 ดอก

ภาพที่ 1.8 ตาดอกและช่อดอกตูมของมะเกี๋ยง

ก้านช่อดอกสีเขียว กลมหรือทรงกระบอก มีผิวเรียบหรือในบางสายพันธุ์มีร่องตื้นตามแนวยาวของก้านช่อดอก แกนกลางของก้านช่อดอก (rachis) สีเขียว แขนงแยกออกเป็นคู่และเรียงตั้งฉากสลับกันขึ้นไปจากฐาน กว้างไปหาแคบ บริเวณปลายของแต่ละแขนงมักมีดอกติดอยู่ 3 ดอก ดอกมะเกี๋ยงเป็นดอกสมบูรณ์เพศ (perfect flower) มีลักษณะสมมาตร (symmetry) ไม่มีก้านดอก ดอกตูมกว้าง 3.0-5.0 มิลลิเมตร ยาว 6.0-8.0 มิลลิเมตร ฐานดอกรูปถ้วยสีเหลือง มีวงกลีบเลี้ยง (calyx) รูปคล้ายหมวกกลมสีเหลืองปิดอยู่ด้านบน เส้นผ่าศูนย์กลาง 4.0-7.0 มิลลิเมตร ยอดตรงกลางเป็นติ่งแหลม ยาว 3.0-5.0 มิลลิเมตร ใต้วงกลีบเลี้ยงมีกลีบดอก (petal) สีเหลืองอ่อนจำนวน 4 กลีบแนบซ้อนติดกัน กลีบดอกที่อยู่ด้านบนสองกลีบรูปห้าเหลี่ยมด้านไม่เท่า ขอบบางใส กว้าง 3.0-5.0 มิลลิเมตร ส่วนอีกสองกลีบที่อยู่ด้านล่างรูปครึ่งวงกลม กว้าง 2.0-3.5 มิลลิเมตร ด้านบนของผิวกลีบดอกมีต่อมสีเหลืองขนาดเล็กกระจายอยู่เป็นจำนวนมาก ดอกบานในเวลากลางคืน ช่วงเดือนเมษายนถึงพฤษภาคม การบานของดอกจะบานลักษณะระเบิดออกที่เรียกว่า cleistocalyx (ระเบิด) จึงมักไม่เห็นกลีบดอกติดกับก้านดอก หลังจากดอกบานจะมีมด แมลง ผึ้ง หรือมิ้ม มาช่วยผสมเกสรตั้งแต่กลางคืนเรื่อยไปจนกลีบดอกเหี่ยวและหลุดออก คงเหลือเป็นรูปกรวยหรือรูปถ้วยสีเหลืองนวลถึงเหลืองเข้ม และมีกลิ่นหอมเฉพาะ

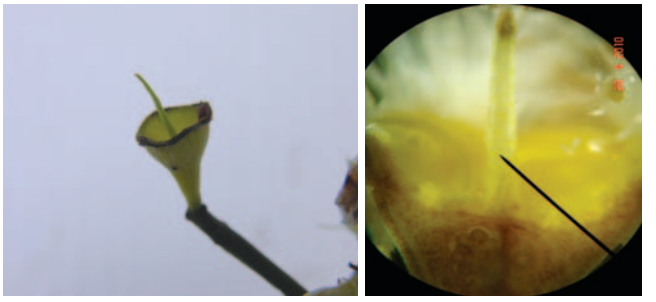
ภาพที่ 1.9 ช่อดอกและกลีบดอกของมะเกี๋ยง

ก้านเกสรเพศผู้ (filament) สีขาว และมีต่อมสีเหลืองติดอยู่ประปรายโดยรอบตลอดความยาว มีจำนวน 150-300 อัน เรียงเป็นวงสองชั้นติดอยู่รอบขอบฐานดอก อับเรณู (anther) สีน้ำตาล รูปขอบขนาน ยาว 0.2-0.3 มิลลิเมตร มีรอยแตกตามแนวยาว ปลายก้านเกสรเพศผู้เชื่อมติดกับอับเรณูทางด้านหลัง (dorsifixed) หรือติดกลาง (versatile) เรณู (pollen) สีอ่อนใส รูปสามเหลี่ยมด้านเท่ามุมโค้งมน



ภาพที่ 1.10 เรณูของมะเกี๋ยง

เกสรเพศเมีย (pistil) มีจำนวน 1 อัน ก้านเกสรเพศเมีย (style) รูปทรงกระบอกสีเขียว ยาว 6.0-8.0 มิลลิเมตร ยอดเกสรเพศเมีย (stigma) เรียวแหลม มีรังไข่ใต้วงกลีบ (inferior ovary) รังไข่แบ่งออกเป็น 2 ช่อง ภายในแต่ละช่องมีออวุล (ovule) จำนวนมากติดอยู่รอบแกนกลาง โดยเรียงจากบนลงล่าง แบบพลาเซนตารอบแกนร่วม (axile placenta)



ภาพที่ 1.11 เกสรเพศเมียของมะเกี๋ยง

2.5 ลักษณะผล

ผลมะเกี๋ยงเริ่มพัฒนาอย่างรวดเร็วหลังได้รับการผสมเกสรในช่วงกลางเดือนเมษายนถึงพฤษภาคม หลังจากนั้นจึงค่อย ๆ พัฒนาเป็นผลจากขนาดเล็กเท่าหัวไม้ขีดไฟไปจนถึงผลสุก และเริ่มเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ตั้งแต่กลางเดือนกรกฎาคมถึงกันยายน ผลมะเกี๋ยงเป็นผลสดมีเนื้อนุ่ม (berry) เปลือกผลบาง เมื่อสุกแก่เต็มที่ เปลือกผลมีสีแดง แดงอมม่วง ถึงดำ ผลรูปไข่ (ovoid) กลม (globose) หรือรูปขอบขนาน (oblong) น้ำหนักผล 0.41-5.77 กรัม เส้นผ่าศูนย์กลางผล 10.00-19.83 มิลลิเมตร ยาว 10.61-25.03 มิลลิเมตร เนื้อผลนุ่ม สีขาวหรือขาวอมเขียวอ่อน มีความหนา 1.21-5.76 มิลลิเมตร มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 3.50-10.00 องศาบริกซ์ สัดส่วนเนื้อผลคิดเป็น 35.87-85.78 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักสด

ภาพที่ 1.12 ผลมะเกี๋ยง

2.6 ลักษณะเมล็ด

เมล็ดมะเกี๋ยงเป็นรูปทรงไข่ (ovoid) หรือทรงกลม (globose) ใน 1 ผล มีจำนวน 1 เมล็ด ภายในเมล็ดมีหลายเอ็มบริโอ (polyembryony) เรียงตามขวางของเมล็ด เปลือกหุ้มเมล็ดสีน้ำตาลอ่อน ภายในเมล็ดสีเขียว เมล็ดมะเกี๋ยงสามารถงอกเป็นต้นอ่อนได้ตั้งแต่ระยะผลเริ่มสุกแก่ และมีความงอกสูงที่สุดในระยะผลสุกแก่ ภายหลังการหลุดร่วงจากต้นจะสูญเสียความงอกอย่างรวดเร็วเมื่อเวลาผ่านไป น้ำหนักเมล็ด 0.21-2.10 กรัม เส้นผ่าศูนย์กลางเมล็ด 5.99-12.11 มิลลิเมตร ยาว 7.66-17.86 มิลลิเมตร สัดส่วนเมล็ดคิดเป็น 13.28-66.44 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักสด

ภาพที่ 1.13 เมล็ดมะเกี๋ยง

2.7 ความแตกต่างของพืชมะเกี๋ยงและพืชสกุลใกล้เคียง

มักมีผู้คนเข้าใจผิดและเรียกชื่อต้นหว้าหรือมะเกี๋ยงแขก (*Syzygium cumini* (L.) Skeels) เป็นมะเกี๋ยง (*Cleistocalyx nervosum* (DC.) Kosterm. var. *paniala* (Roxb.) J.Parn. & P.Chantaranothai) ซึ่งแท้ที่จริงแล้วพืชทั้งสองชนิดนี้มีความแตกต่างกันมาก ไม่ว่าจะเป็นลักษณะใบ ดอก ผล และรวมถึงอายุของการเก็บเกี่ยว โดยที่ใบของหว้ามีสีเขียวเข้ม แผ่นใบเป็นมัน และมีความแข็งและหนากว่าใบมะเกี๋ยงอย่างเห็นได้ชัด ก้านใบสีเขียวอ่อน ในขณะที่ใบมะเกี๋ยงมีขนาดเล็ก รูปใบหอก สีจาง แผ่นใบบาง และก้านใบมีหลากหลายสีกว่า เมื่อขยี้ดมกลิ่นของใบมะเกี๋ยงมีกลิ่นของน้ำมันหอมระเหยที่เป็นกลิ่นเฉพาะ ซึ่งใบของหว้าไม่มีกลิ่น ส่วนผลของหว้าเมื่อสุกแก่เต็มที่เป็นสีม่วงดำถึงดำเข้ม และมีขนาดของผลใหญ่กว่ามะเกี๋ยง รสชาติของผลเมื่อสุกออกรสฝาด และเนื้อผลมีความนิ่มมากกว่าเนื้อมะเกี๋ยง นิยมรับประทานผลสด หว้าจะเริ่มออกช่วงเดือนพฤศจิกายน และเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงกลางเดือนเมษายนถึงพฤษภาคม ในขณะที่มะเกี๋ยงเริ่มออกดอกช่วงเดือนธันวาคมถึงมกราคม และเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงกันยายน นอกจากนี้ข้อแตกต่างของหว้าและมะเกี๋ยงคือผลหว้ากินแล้วลิ้นจะติดสีม่วง แต่ผลมะเกี๋ยงกินแล้วลิ้นไม่ติดสี

ภาพที่ 1.14 เปรียบเทียบระหว่างต้นมะเกี๋ยงกับต้นหว้า

ภาพที่ 1.15 เปรียบเทียบระหว่างใบมะเกี๋ยงกับใบหว้า

ภาพที่ 1.16 เปรียบเทียบระหว่างดอกมะเกี๋ยงกับดอกหว้า

ภาพที่ 1.17 เปรียบเทียบระหว่างผลดิบและผลสุกของมะเกี๋ยงกับหว้า

3. สายพันธุ์มะเกี๋ยง

วิภารัตน์ เทพแก้ว บุญเลิศ อิทธิพลจันทร์ และทนงศักดิ์ มณีวรรณ

ในประเทศไทยยังไม่มีการจัดกลุ่มหรือจำแนกสายพันธุ์มะเกี๋ยงที่ชัดเจน จากการสำรวจและศึกษาของโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (อพ.สธ.) พบว่าพืชมะเกี๋ยงมีลักษณะของใบ ผล และคุณค่าทางโภชนาการที่แตกต่างกันพอสมควรซึ่งสามารถจำแนกเป็นสายพันธุ์เบื้องต้นได้ดังนี้

3.1 จำแนกตามสีของก้านใบ

3.1.1 สายพันธุ์ที่มีก้านใบสีเขียวหรือสีน้ำตาลปนเขียว สายพันธุ์มะเกี๋ยงในกลุ่มนี้ส่วนมากมีการแตกกิ่งก้านสาขาออกทางด้านข้าง ทรงพุ่มมีขนาดใหญ่เห็นได้ชัดถ้าเปรียบเทียบกับต้นมะเกี๋ยงโดยทั่วไป

ใบมีขนาดใหญ่ สีเขียวเข้มเป็นมัน แผ่นใบหนาและแข็ง ก้านใบสีเขียว ผลมีขนาดเล็ก ทรงกลม สีเปลือกผลสุกสีม่วงดำถึงสีดำเข้ม

ภาพที่ 1.18 สายพันธุ์ที่มีก้านใบสีเขียวหรือสีน้ำตาลปนเขียว

3.1.2 สายพันธุ์ที่มีก้านใบสีน้ำตาลแดงถึงแดงเข้ม มะเกี๋ยงในกลุ่มนี้มักพบเห็นได้บ่อยกว่าสายพันธุ์ที่มีก้านใบสีเขียว ลักษณะลำต้นสูงชะลูดขึ้นด้านบน ทรงพุ่มไม่ใหญ่มากนัก ใบมีหลายขนาด ตั้งแต่ขนาดเล็กถึงขนาดใหญ่ แผ่นใบบางและมีสีใบจางกว่ากลุ่มพันธุ์ที่มีก้านใบสีเขียว รูปทรงผลเป็นรูปกลม รูปไข่ และรูปขอบขนาน มีหลายขนาด สีเปลือกผลส่วนใหญ่มักเป็นสีแดง สีแดงอมม่วงถึงสีดำ

ภาพที่ 1.19 สายพันธุ์ที่มีก้านใบสีน้ำตาลแดงถึงแดงเข้ม

3.2 จำแนกตามขนาดของผล

3.2.1 สายพันธุ์ที่มีผลขนาดเล็ก มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผล 5.00-10.00 มิลลิเมตร ยาว 10.10-15.00 มิลลิเมตร น้ำหนักผล 0.40-1.50 กรัม

ภาพที่ 1.20 สายพันธุ์มะเกี๋ยงที่มีผลขนาดเล็ก

3.2.2 สายพันธุ์ที่มีผลขนาดกลาง มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผล 10.10-15.00 มิลลิเมตร ยาว 16.00-20.00 มิลลิเมตร น้ำหนักผล 1.60-2.50 กรัม

ภาพที่ 1.21 สายพันธุ์มะเกี๋ยงที่มีผลขนาดกลาง

3.2.3 สายพันธุ์ที่มีผลขนาดใหญ่ มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผลตั้งแต่ 16.00 มิลลิเมตร ยาว 21.00 มิลลิเมตร น้ำหนักผล 2.60 กรัมขึ้นไป


ภาพที่ 1.22 สายพันธุ์มะเกี๋ยงที่มีผลขนาดใหญ่

3.3 จำแนกตามคุณค่าทางโภชนาการ

มะเกี๋ยงเป็นพืชที่นำผลสุกมารับประทานสดและนำมาแปรรูปได้มากมายหลายอย่าง เช่น ดองเกลือรับประทาน หรือนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อื่น ๆ เช่น ไวน์มะเกี๋ยง ชามะเกี๋ยง แยมมะเกี๋ยง น้ำมะเกี๋ยงพร้อมดื่ม เป็นต้น จากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการจากผลสุกมะเกี๋ยงของกรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เขตราชเทวี กรุงเทพฯ จำนวน 191 ตัวอย่าง วิเคราะห์องค์ประกอบหลัก 24 รายการ รายละเอียดดังตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.2 ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการจากผลสุกมะเกี๋ยงพื้นที่ราบ ระดับความสูง 200-500 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง และที่ราบภูเขา ระดับความสูง 800-1,600 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง

องค์ประกอบ	ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด/พื้นที่ปลูก	
	พื้นที่ราบ	พื้นที่ราบภูเขา
ความชื้น (%)	79.50-91.80	84.00-90.80
ไขมัน (%)	0.12-1.03	0.14-0.38
โปรตีน (NX6.25) (%)	0.30-1.71	0.61-1.04

ตารางที่ 1.2 (ต่อ)

องค์ประกอบ		ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด/พื้นที่ปลูก	
		พื้นที่ราบ	พื้นที่ราบภูเขา
กาก (%)		2.16-6.61	1.64-5.55
เถ้า (%)		0.35-1.40	0.43-0.90
คาร์โบไฮเดรต (โดยการคำนวณ) (%)		4.52-20.19	3.62-10.90
ค่าพลังงานความร้อน (กิโลแคลอรี/100 กรัม)		23.30-91.20	19.40-49.60
น้ำตาลทั้งหมด (คิดเป็นน้ำตาลอินเวิร์ต)			
ฟรักโตส	(%)	0.39-21.00	0.13-0.63
กลูโคส	(%)	0.27-4.21	0.13-0.62
ซูโครส	(%)	0.56-1.17	(อยู่ระหว่างการศึกษา)
ปริมาณแร่ธาตุและโลหะหนัก			
แคลเซียม	(มิลลิกรัม/100 กรัม)	22.70-294.50	17.30-123.90
แมกนีเซียม	(มิลลิกรัม/100 กรัม)	1.81-234.50	9.03-182.70
โซเดียม	(มิลลิกรัม/100 กรัม)	0.36-250.80	0.33-1.78
โพแทสเซียม	(มิลลิกรัม/100 กรัม)	5.96-444.80	133.10-295.60
ฟอสฟอรัส	(มิลลิกรัม/100 กรัม)	9.45-254.60	13.40-28.90
เหล็ก	(มิลลิกรัม/100 กรัม)	0.13-109.40	0.45-30.40
สังกะสี	(มิลลิกรัม/100 กรัม)	0.07-19.40	0.07-8.21
ตะกั่ว	(มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	ไม่พบ	ไม่พบ
ปรอท	(มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	ไม่พบ	ไม่พบ
ปริมาณวิตามิน			
วิตามินบี1	(ไมโครกรัม/100 กรัม)	1.16-408.00	3.67-81.00
วิตามินบี2	(ไมโครกรัม/100 กรัม)	39.00-203.60	51.50-126.90
วิตามินซี	(มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	3.00-15.00	(อยู่ระหว่างการศึกษา)
วิตามินอี	(มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	0.07-3.81	0.14-0.28
สี (เบตา-แคโรทีน)	(หน่วยสากล/100 กรัม)	54.10-1,437.80	95.80-900.90

ที่มาของข้อมูล : กรมวิทยาศาสตร์บริการ ถนนพระราม 6 เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400 โทรศัพท์ : 0 2201 7181 E-mail : bsp@dss.go.th
วิธีทดสอบ In-house method based on AOAC (2005) 977.15 and 999.11 และ In-house method based on AOAC (2010) 920.151, 920.152, 922.06, 923.03, 953.17, 967.21, 970.65, 977.20 and 985.3

จากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลมะเกี๋ยงพื้นที่ราบที่ปลูกที่ระดับความสูง 200-500 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง และพื้นที่ราบภูเขาที่ปลูกที่ระดับความสูง 800-1,600 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ในปี พ.ศ. 2553-2555 สามารถจำแนกสายพันธุ์ตามผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีได้ดังนี้

3.3.1 สายพันธุ์ที่มีวิตามินอีสูง วิตามินอีเป็นวิตามินที่ละลายในไขมัน ช่วยปกป้องการเสื่อมสลายของเยื่อหุ้มเซลล์ที่อยู่ตามอวัยวะต่าง ๆ ช่วยขยายเส้นเลือด ต้านการแข็งตัวของเลือด มะเกี๋ยงสายพันธุ์ที่ให้วิตามินอีสูงมีขนาดผลหลายขนาด เนื้อผลค่อนข้างหนา เปลือกผลสีแดงถึงดำ ให้วิตามินอีตั้งแต่ 0.07-3.81 มิลลิกรัม/100 กรัม ในพื้นที่ราบ และ 0.14-0.28 มิลลิกรัม/100 กรัม ในพื้นที่ราบภูเขา ซึ่งควรมีการศึกษาและจำแนกสายพันธุ์ที่ชัดเจนของกลุ่มสายพันธุ์ที่ให้วิตามินอีสูงในโอกาสต่อไป

3.3.2 สายพันธุ์ที่มีวิตามินซีสูง วิตามินซีคือกรดแอสคอร์บิก (ascorbic acid) พบมากในผลไม้ที่มีรสเปรี้ยว เป็นวิตามินที่ละลายได้ในน้ำ ร่างกายไม่สามารถสร้างขึ้นเองได้ เป็นสารเก็บกวาดอนุมูลอิสระ ช่วยบำรุงผิวพรรณ ป้องกันหวัด สายพันธุ์มะเกี๋ยงในกลุ่มนี้ส่วนใหญ่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่ำ คือ มีรสชาติของเนื้อผลค่อนข้างเปรี้ยว และมีความหลากหลายทางลักษณะสัณฐานวิทยาของใบและผล โดยให้วิตามินซีตั้งแต่ 3.00-15.00 มิลลิกรัม/100 กรัม ในพื้นที่ราบสูง ส่วนในพื้นที่ราบภูเขาอยู่ระหว่างการดำเนินการศึกษา

3.3.3 สายพันธุ์ที่มีเบตา-แคโรทีนสูง ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (anti-oxidant) เป็นสารอาหารประเภทวิตามินที่ละลายได้ดีในไขมัน และเป็นสารตั้งต้นในการสร้างวิตามินเอ (โปรวิตามินเอ) ที่มีบทบาทสำคัญในการสร้างความสำคัญต่อกลไกการมองเห็น การสร้างเนื้อเยื่อการเจริญเติบโต เพิ่มระบบภูมิคุ้มกันให้แข็งแรง ช่วยให้ผิวสวย ชะลอความแก่ สายพันธุ์มะเกี๋ยงในกลุ่มนี้มีลักษณะต้น ใบ ดอก และผลที่แตกต่างไปจากมะเกี๋ยงที่พบเห็นโดยทั่วไปคือ ลำต้นแตกกิ่งก้านสาขาออกทางด้านข้างมากกว่าทางด้านบน ทำให้ทรงพุ่มมีขนาดใหญ่ แผ่นใบสีเขียวเข้ม มีขนาดใหญ่ หนาและแข็งคล้ายใบของชมพู่ ก้านใบสีเขียว ช่อดอกมีขนาดใหญ่ และมีจำนวนผลต่อช่อ (ความแน่นของพวง) ค่อนข้างสูง ผลสุกมีเปลือกผลสีม่วงดำถึงดำเข้ม ผลทรงกลมและมีขนาดเล็ก เนื้อผลบาง เมล็ดโต หรือที่มักเรียกว่า มะเกี๋ยงกระดูก มะเกี๋ยงในกลุ่มนี้ให้เบตา-แคโรทีนตั้งแต่ 54.10-1,437.80 หน่วยสากล/100 กรัม ในพื้นที่ราบ และ 95.80-900.90 หน่วยสากล/100 กรัม ในพื้นที่ราบภูเขา

เอกสารอ้างอิง

กรมวิทยาศาสตร์บริการ. 2539. คุณค่าทางโภชนาการของมะเกี๋ยง. หน้า 146-169. *ใน* รายงานกิจกรรมกรมวิทยาศาสตร์บริการ ฉบับที่ 54. โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก, กรุงเทพฯ.

ก่องกานดา ชยามฤต. 2545. คู่มือจำแนกพรรณไม้. พิมพ์ครั้งที่ 2. บริษัทประชาชน จำกัด, กรุงเทพฯ. 232 หน้า.

เต็ม สมิตินันทน์. 2544. ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่ 2 (ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม). บริษัทประชาชน จำกัด, กรุงเทพฯ. 810 หน้า.

สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล. 2545. มะเกี๋ยง พืชในโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี. คณะเทคโนโลยีสื่อสารมวลชน สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, ปทุมธานี. 100 หน้า.

Chantaranothai, P. and J. Parnell. 1990. New Taxa and Combination in *Cleistocalyx* and *Syzygium* (Myrtaceae) in Thailand. Bulletin 48(3): 589-610.

Parnell, J. and P. Chantaranothai. 2002. MYRTACEAE. Flora of Thailand 7(4): 778-914.

4. ชีววิทยาของดอกและพัฒนาการของดอกมะเกี๋ยง

พิชัย ใจกล้า ฉันทนา สุวรรณธาดา หทัยรัตน์ ไทยนุรักษ์
บุญปิยธิดา คล่องแคล่ว และบุญเลิศ อิทธิพลจันทร์

การศึกษาชีววิทยาของดอกมะเกี๋ยงและพัฒนาการของดอกมะเกี๋ยงเป็นการมุ่งศึกษาข้อมูลทางชีววิทยาในด้านโครงสร้างภายในจากการศึกษากายวิภาคศาสตร์ของส่วนประกอบของดอกมะเกี๋ยง เพื่อเสริมผลของการวิจัยศึกษาลักษณะภายนอกอันเป็นลักษณะทางสัณฐานวิทยาของดอกมะเกี๋ยงไว้แล้ว ในขณะที่การวิจัยด้านพัฒนาการของดอกมะเกี๋ยงโดยการศึกษากายวิภาคศาสตร์ของดอกมะเกี๋ยงที่อยู่ในระยะต่าง ๆ ของการเจริญเติบโตตั้งแต่ในระยะเริ่มกำเนิดดอก (floral initiation) ไปจนถึงระยะที่ดอกบานและระยะพร้อมผสม (floral organogenesis; floral development; anthesis; receptive) นั้น จะให้ข้อมูลเกี่ยวกับการเริ่มเกิดของดอกและพัฒนาการที่ต่อเนื่องจากตาดอกขนาดเล็กไปจนถึงดอกที่มีการเจริญของส่วนประกอบในวงต่าง ๆ เสร็จสิ้นสมบูรณ์ และทราบช่วงเวลาของปีที่ระยะของการพัฒนาระยะต่าง ๆ เหล่านั้นเกิดขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะที่มีการเกิดและการพัฒนาของเซลล์เพศผู้และเซลล์เพศเมีย (androegenesis and gynogenesis) ข้อมูลที่จะได้จากการศึกษาในส่วนนี้นอกจากจะได้รูปแบบของการสร้างและการเจริญของดอกไว้เป็นข้อมูลพื้นฐานทางชีววิทยาแล้ว ยังสามารถนำเทคนิคในการวิจัยและวิธีการเฉพาะด้านไปเป็นเทคนิคต้นแบบในการศึกษาพัฒนาการของดอกในกรณีศึกษาต่าง ๆ กับต้นมะเกี๋ยงที่ติดดอกออกผลแบบผิดปกติ เป็นต้นว่า การเกิดดอกที่มีลักษณะผิดปกติ ดอกร่วงหล่นไปก่อนที่ดอกจะบานเต็มที่ หรือแม้แต่การเกิดการร่วงของดอกหลังการผสมเกสร หรือในระยะที่เริ่มติดเป็นผลอ่อนก็ตาม รวมทั้งความผิดปกติที่อาจจะเกิดจากการตอบสนองต่อลมฟ้าอากาศที่แปรปรวนในแต่ละช่วงเวลาของปีหรือในแต่ละปี

นอกจากนี้ การศึกษากายวิภาคศาสตร์ของดอก/ผลอ่อนในกรณีต่าง ๆ ดังกล่าวหรือในกรณีที่คล้ายคลึงกันจะสามารถให้ข้อมูลที่วิเคราะห์ได้ถึงเหตุผลเกี่ยวกับสาเหตุของการเกิดความผิดปกติอันจะนำไปสู่แนวทางในการป้องกันหรือแก้ไขปัญหาได้ไม่มากก็น้อย อีกประการหนึ่งคือ การมีข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับชีววิทยาของดอกในด้านโครงสร้างภายในนั้นสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการวางแนวทางการผสมเกสรและผสมพันธุ์มะเกี๋ยงในกรณีพิเศษต่าง ๆ ได้ เพื่อการปรับปรุงพันธุ์มะเกี๋ยงให้ได้พันธุ์ใหม่หรือให้เกิดการกลายพันธุ์ในลักษณะที่เป็นประโยชน์ในรูปแบบต่าง ๆ รวมทั้งการเกิดมะเกี๋ยงโพลีพลอยด์ในอนาคต เป็นต้น

ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเทคนิคที่เหมาะสมและใช้ได้ผลดีในการเตรียมเนื้อเยื่อของตัวอย่างดอกมะเกี๋ยงเพื่อได้เนื้อเยื่อที่ตัดแล้วตรึงไว้บนแผ่นกระจกสไลด์อย่างถาวร โดยใช้เทคนิคที่ได้นี้เป็นเทคนิคต้นแบบในการเตรียมตัวอย่างเพื่อตัดเนื้อเยื่อของตาดอกและดอกมะเกี๋ยงในระยะต่าง ๆ ของการเจริญและพัฒนา และศึกษาข้อมูลทางกายวิภาคศาสตร์ของเนื้อเยื่อภาคตัดตามยาวและภาคตัดตามขวางของตัวอย่างต่าง ๆ แล้วสรุปเป็นข้อมูลเชิงชีววิทยาของดอกมะเกี๋ยง บันทึกไว้เป็นข้อมูลพื้นฐาน เพื่อให้เกิดประโยชน์แก่งานศึกษาวิจัยในภาคสนามด้านการผลิตวัตถุดิบผลมะเกี๋ยงให้มีประสิทธิภาพสูง ตลอดจนตัวอย่างของดอกมะเกี๋ยงที่อยู่ในสภาพผิดปกติในลักษณะต่าง ๆ อันเป็นปัญหาที่ต้องการข้อมูลทางชีววิทยาและสรีรวิทยา การเจริญเติบโตของดอกและผลเพื่อวิเคราะห์ถึงปัญหาที่อาจจะเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการผสมเกสร/การผสมพันธุ์/การปรับปรุงพันธุ์ รวมทั้งแนวทางในการแก้ปัญหาต่าง ๆ เหล่านั้น โดยการเก็บตัวอย่างของดอก/ผลอ่อนมะเกี๋ยงตามกรณีต่าง ๆ ที่มีปัญหาจากภาคสนามและห้องปฏิบัติการ แล้วนำมาศึกษาตัวอย่างตามวิธีการต้นแบบวิเคราะห์และส่งผลกลับไปยังโครงการต่าง ๆ อย่างสัมพันธ์กัน สำหรับเทคนิคในการเตรียมเนื้อเยื่อที่นำมาวิจัยและดัดแปลงเพื่อพัฒนาให้ได้เทคนิคต้นแบบในการศึกษากายวิภาคศาสตร์ของดอกมะเกี๋ยงนั้นนำมาจากวิธีการพื้นฐานของการฝังเนื้อเยื่อในพาราฟิน (paraffin embedding) ที่เสนอไว้โดย Johansen (1940) และ Sass (1966)

4.1 เทคนิคการเตรียมเนื้อเยื่อ

การศึกษาเทคนิคที่เหมาะสมและใช้ได้ผลดีในการเตรียมเนื้อเยื่อภาคตัดตามยาวและภาคตัดตามขวางของตัวอย่างดอกมะเกี๋ยงแบบตรึงไว้บนแผ่นกระจกสไลด์แบบถาวร มีกรรมวิธีในการปฏิบัติตามกระบวนการศึกษาเนื้อเยื่อพืชที่ดัดแปลงจากวิธีมาตรฐานของ Johansen และ Sass นั้นรายงานได้ตามขั้นตอนของกระบวนการดังนี้

4.1.1 การรักษาสภาพเซลล์ของตัวอย่างดอก ใช้น้ำยารักษาสภาพเซลล์ (FAA) ที่มีส่วนผสมของ glacial acetic acid 5 มิลลิลิตร 95% ethyl alcohol 50 มิลลิลิตร formalin 10 มิลลิลิตร และน้ำกลั่น 35 มิลลิลิตร เก็บตัวอย่างสดของดอกมะเกี๋ยงใส่ในน้ำยานี้ไว้อย่างน้อย 24 ชั่วโมงสำหรับตัวอย่างที่มีขนาดเล็ก ส่วนตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่ใช้เวลานานกว่า 24 ชั่วโมง กล่าวคือ 1-2 สัปดาห์เป็นอย่างต่ำ น้ำยานี้สามารถรักษาสภาพของเนื้อเยื่อไว้ได้เป็นเวลานาน

4.1.2 การดึงน้ำออกจากเซลล์ ด้วยแอลกอฮอล์ชนิด ethyl alcohol และ tertiary butyl alcohol ผสมกันในอัตราส่วนต่าง ๆ โดยการนำตัวอย่างดอกที่รักษาสภาพไว้ในน้ำยา FAA ลงไปแช่เพื่อให้แอลกอฮอล์ดึงน้ำออกจากเซลล์ของเนื้อเยื่อตัวอย่างแบบค่อยเป็นค่อยไป แช่ตัวอย่างในแอลกอฮอล์ที่มีความเข้มข้นต่ำไปหาความเข้มข้นสูง กล่าวคือ จากระดับของแอลกอฮอล์ 50%, 70%, 85%, 95% และ 100% ตามลำดับ โดยที่ในแอลกอฮอล์ที่มีระดับความเข้มข้นแตกต่างกันนั้นมีส่วนผสมของแอลกอฮอล์

ชนิด ethyl alcohol : tertiary butyl alcohol เป็น 40 : 10, 50 : 20, 50 : 35, 45 : 50 และ 25 : 75 ตามลำดับ โดยปล่อยให้ตัวอย่างดอกอยู่ในน้ำยาในแต่ละระดับนาน 12-24 ชั่วโมง

4.1.3 การแทรกพาราฟินเข้าไปในเนื้อเยื่อ โดยการหลอมพาราฟินในตู้อบที่มีอุณหภูมิคงที่เป็น 56 องศาเซลเซียส และในขณะเดียวกันย้ายตัวอย่างดอกจากแอลกอฮอล์ระดับสุดท้ายลงแช่ในแอลกอฮอล์ชนิด tertiary butyl เข้มข้น 100% ตามด้วยน้ำยาที่ประกอบด้วยแอลกอฮอล์ชนิด tertiary butyl กับพาราฟินเหลวในอัตราส่วน 1 : 1 ขั้นตอนละ 24 ชั่วโมง ก่อนที่จะนำตัวอย่างไปแช่ในพาราฟินเหลว ทิ้งไว้ในตู้อบนาน 1 สัปดาห์เป็นอย่างต่ำ ขึ้นกับขนาดและความแน่นของเนื้อเยื่อของตัวอย่างดอก ทั้งนี้เพื่อให้พาราฟินแทรกซึมเข้าไปในเนื้อเยื่อจนสมบูรณ์

4.1.4 การฝังตัวอย่างในพาราฟิน หลอมพาราฟินชนิดละเอียดจนละลายดีในตู้อบ นำตัวอย่างมาฝังลงในพาราฟินนี้ในขณะที่พาราฟินยังเหลวอยู่ จัดตำแหน่งของตัวอย่างดอกตามต้องการแล้วปล่อยให้พาราฟินเย็นลงจนแข็ง

4.1.5 การตัดเนื้อเยื่อ นำพาราฟินที่มีตัวอย่างฝังอยู่มาตัดแต่งให้เป็นแท่งสี่เหลี่ยมที่มีตัวอย่างอยู่ตรงกลาง ติดแท่งพาราฟินนี้ลงบนแท่งไม้ที่อิ่มตัวด้วยพาราฟิน แล้วนำไปติดบนแป้นของเครื่องไมโครโตมแบบล้อหมุน จัดตำแหน่งให้เหมาะสมแล้วตัดตามยาว/ตามขวางให้เนื้อเยื่อมีความหนา 10-15 ไมครอน

4.1.6 การตรึงแถบพาราฟินลงบนแผ่นกระจกสไลด์ ติดแถบพาราฟินที่ตัดออกมาได้ลงบนแผ่นกระจกสไลด์โดยใช้น้ำยาอัลบูมิน (albumin) ยึด ผึ่งสไลด์ให้แถบพาราฟินแห้ง

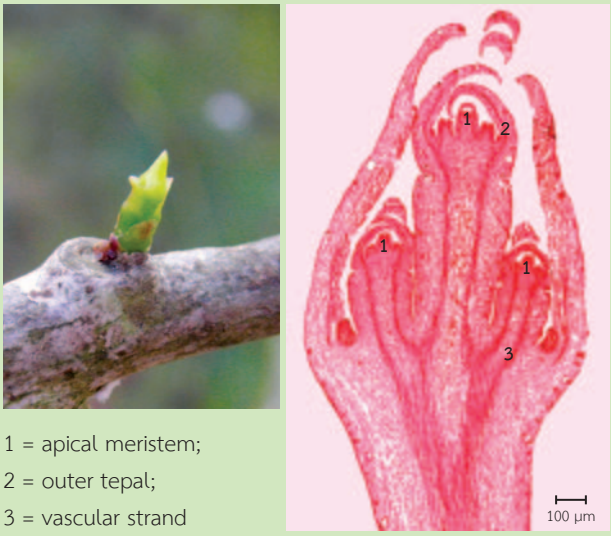
4.1.7 ย้อมเนื้อเยื่อด้วยสารละลายสี Dalafield's hematoxylin ซึ่งมีส่วนผสมคือ glycerol 100 มิลลิลิตร methyl alcohol 100 มิลลิลิตร 95% ethyl alcohol 25 มิลลิลิตร hematoxylin 4 กรัม และ aluminium sulfate 400 มิลลิลิตร จากนั้นปิดแผ่นปิดกระจกสไลด์ให้ถาวรด้วยน้ำยา Canada balsam

4.1.8 วิเคราะห์เนื้อเยื่อของตัวอย่างต่าง ๆ จากสไลด์ถาวร บันทึกภาพของเนื้อเยื่อที่เกี่ยวข้องกับจุดประสงค์ของการศึกษาใต้กล้องจุลทรรศน์และบันทึกผลการศึกษา

4.2 พัฒนาการของดอกมะเกี๋ยงที่ศึกษาจากเนื้อเยื่อของดอกตูมในระยะต่าง ๆ

การศึกษาโครงสร้างภายในของดอกมะเกี๋ยงจากการศึกษากายวิภาคศาสตร์ของส่วนประกอบของดอก โดยเก็บตัวอย่างของดอกมะเกี๋ยงขนาดต่าง ๆ และนำมาผ่านขั้นตอนการเตรียมเนื้อเยื่อเพื่อศึกษาเนื้อเยื่อภาคตัดตามยาวและตามขวาง ตามวิธีการศึกษาเนื้อเยื่อแบบการฝังเนื้อเยื่อในพาราฟิน สามารถแบ่งระยะดอกตูมของมะเกี๋ยงได้ดังนี้

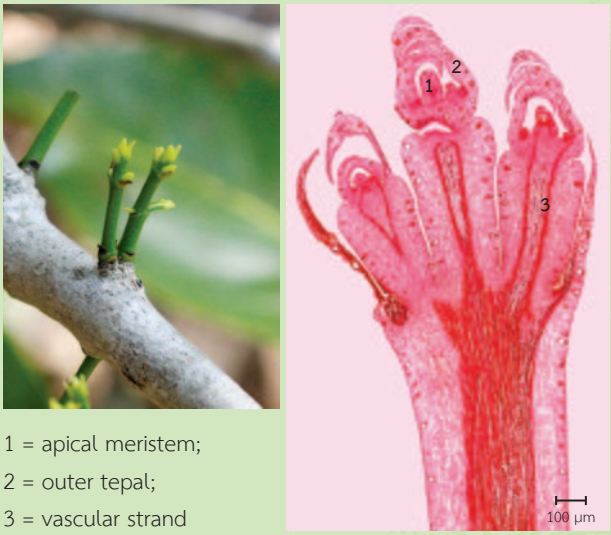
4.2.1 ระยะตาดอก เป็นระยะดอกเริ่มผลิเกิด เมื่อตัดเนื้อเยื่อภาคตัดตามยาว พบว่า มีลักษณะของเนื้อเยื่อบริเวณปลายยอด (shoot apex หรือ apical meristem) ซึ่งมีรูปร่างเป็นโดมปลายโค้งมน ขนาดของฐานโดมกว้าง 0.1-0.3 มิลลิเมตร เซลล์ของเนื้อเยื่อที่อยู่ชั้นนอกเป็นชั้นของ tunica และชั้นของ corpus (ภาพที่ 1.23)



1 = apical meristem;
2 = outer tepal;
3 = vascular strand

ภาพที่ 1.23 ดอกมะเกี๋ยงในระยะตาดอกและเนื้อเยื่อภาคตัดตามยาว

4.2.2 ระยะช่อดอกตูม ขนาดความยาวของช่อ 1.0-1.2 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.4-0.5 มิลลิเมตร มีการแบ่งตัวและขนาดของดอกย่อยยกตัวสูงขึ้น มี 3 ดอกย่อย ลักษณะของเนื้อเยื่อในแต่ละดอกมีส่วนปลายยอดลักษณะเป็นโดม กว้าง 0.3-0.5 มิลลิเมตร จะเห็นชั้นของ tunica เรียงตัวเป็นระเบียบ (ภาพที่ 1.24)



1 = apical meristem;
2 = outer tepal;
3 = vascular strand

ภาพที่ 1.24 ดอกมะเกี๋ยงในระยะช่อดอกตูมและเนื้อเยื่อภาคตัดตามยาว

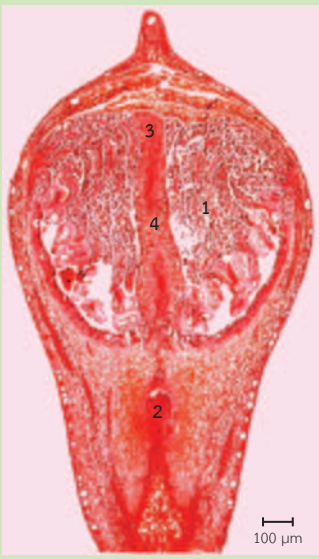
4.2.3 ระยะดอกตูมสีเขียว ดอกอ่อนมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 3.0-3.5 มิลลิเมตร ดอกมีการเจริญและพัฒนาเป็นดอกย่อยจำนวน 3 ดอก มีการขยายขนาดของเซลล์ ลักษณะของเนื้อเยื่อพบว่ามีส่วนห่อหุ้มแต่ละดอก คือ กลีบเลี้ยง (calyx) ส่วนด้านในมีพัฒนาการของกลีบดอก (petal) บริเวณกลางเป็น apical meristem เป็นส่วน central primordium เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงโดยมีเกสรเพศผู้ (stamen) เกิดขึ้น (ภาพที่ 1.25)

1 = inner tepal; 2 = outer tepal;
3 = ovule; 4 = style

ภาพที่ 1.25 ดอกมะเกี๋ยงในระยะดอกตูมสีเขียวและเนื้อเยื่อภาคตัดตามยาว

4.2.4 ระยะดอกตูมสีเหลืองครีม ดอกมีขนาดประมาณ 0.4-0.7 มิลลิเมตร เมื่อตัดเนื้อเยื่อตามยาวและตามขวาง พบส่วนประกอบของดอกและเกสรทั้งสองเพศ จากภาคตัดตามขวางพบว่า โพรงอับเรณู (pollen sac) มีเรณู (pollen) บรรจุเป็นจำนวนมาก เป็นเรณูที่มีลักษณะ active มีรังไข่ 2 ช่อง ออวุล (ovule) อยู่ในระยะที่เกิดถุงเอ็มบริโอ (embryo sac) แล้ว ออวุลมีสภาพสมบูรณ์ และติดกับผนังรังไข่แบบพลาเซนตารอบแกนร่วม (axile placenta) (ภาพที่ 1.26 ถึง 1.28)

จากระยะของพัฒนาการของออวุลและเรณูในดอกเดียวกันในระยะที่ดอกยังตูมอยู่นั้นบ่งบอกได้ว่าการผสมเกสรแบบผสมตัวเองนั้นสามารถเกิดได้ตั้งแต่ระยะที่ดอกยังตูมอยู่

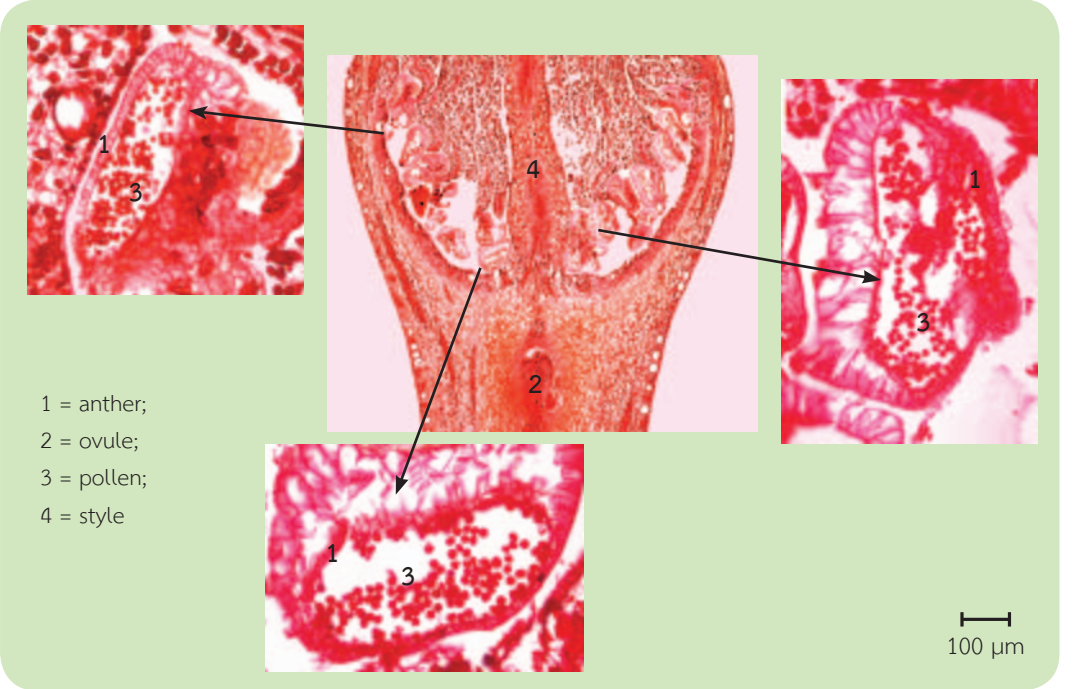


1 = anther; 2 = ovule;
3 = stigma; 4 = style

ภาพที่ 1.26 ดอกมะเกี๋ยงในระยะดอกตูมสีเหลืองครีมและเนื้อเยื่อภาคตัดตามยาว

1 = anther; 2 = ovary; 3 = ovule; 4 = style

ภาพที่ 1.27 ภาคตัดตามขวางในระยะดอกตูมสีเหลืองครีมบริเวณเกสรเพศผู้และเกสรเพศเมีย



ภาพที่ 1.28 ภาคตัดตามยาวของโพรงอับเรณู

การตัดตาดอกในอายุต่าง ๆ ทำให้ทราบได้โดยประมาณว่าตาดอกที่มีขนาดแตกต่างกันมีความก้าวหน้าของพัฒนาการ (floral development) ที่แตกต่างกัน เพื่อได้ข้อมูลพื้นฐานที่เป็นประโยชน์สำหรับงานปรับปรุงพันธุ์มะเกี๋ยง เพื่อการหาคำตอบเกี่ยวกับการติดดอก และเพื่อได้ข้อมูลเสริมด้านสรีรวิทยา การเจริญและพัฒนาของดอกและผลมะเกี๋ยง

เอกสารอ้างอิง

Johansen, D.A. 1940. Plant Microtechnique. McGraw-Hill Book Co., Inc., New York. 520 p.

Sass, J.E. 1966. Botanical Microtechnique. The Iowa State University Press, Iowa. 228 p.

5. โครโมโซมของมะเกี๋ยง

พิชัย ใจกล้า ฉันทนา สุวรรณธาดา และปิยรัษฎ์ ปริญญาพงษ์ เจริญทรัพย์

การจำแนกชนิดของพืชในแต่ละสกุลแต่ละชนิดนั้น นอกจากอาศัยลักษณะทางพฤกษศาสตร์แล้ว จำนวนและลักษณะของโครโมโซมอาจใช้ประกอบการพิจารณาได้ด้วย เซลล์วิทยาเป็นการศึกษาเกี่ยวกับเซลล์ของสิ่งมีชีวิต โครโมโซมที่ประกอบเป็นชุดของเซลล์ร่างกายมีจำนวนและสัณฐานที่แน่นอนเป็นลักษณะเฉพาะของสิ่งมีชีวิต ดังที่ Stebbins (1971) Jones and Luchsinger (1979) และ Soontornchainaksaeng (2005) ได้กล่าวไว้ว่า การศึกษาด้านเซลล์พันธุศาสตร์สามารถใช้ในการพิจารณาทางอนุกรมวิธานพฤกษศาสตร์ได้ และยังรวมถึงการปรับปรุงพันธุ์อีกด้วย โดยทั่วไปแล้วในด้านอนุกรมวิธานพฤกษศาสตร์นั้นนิยมนำมาใช้ในการจัดจำแนกชนิดพืช ข้อมูลทางด้านดีเอ็นเอ (DNA) ของพืชแต่ละชนิดมีการจัดเรียงและแสดงลักษณะออกมาในรูปของจำนวนโครโมโซม ซึ่งสามารถใช้เป็นสิ่งบ่งบอกถึงความสัมพันธ์ในชนิดพืชที่คล้ายคลึงกันได้ การศึกษาโครโมโซมภายใต้กล้องจุลทรรศน์สามารถทราบถึงบทบาทหน้าที่ การเปลี่ยนแปลง และวิวัฒนาการ นอกจากนี้ยังรวมถึงการแยกความแตกต่างและพัฒนาการอีกด้วย (วรวุฒิและคณะ, 2544) ข้อมูลโครโมโซมมีบทบาทสำคัญในการใช้ประโยชน์หลายด้าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการระบุชนิดและการจัดจำแนก โดยใช้ความแตกต่างของจำนวนและโครงสร้างของโครโมโซมและแคริโอไทป์ (karyotype) ในหน่วยอนุกรมวิธานที่แตกต่างกัน (Sharma and Sharma, 1999)

5.1 เทคนิคการศึกษาโครโมโซม

การวิเคราะห์จำนวนและชนิดของโครโมโซมในพืชนั้นสามารถทำได้จากเนื้อเยื่อเจริญหลายชนิดที่มีการแบ่งเซลล์อยู่ในระยะเมทาเฟส (metaphase) ของการแบ่งตัวแบบไมโทซิส (mitosis) และไมโอซิส (meiosis) (กันยารัตน์, 2532; Stebbins, 1971; Singh, 1993) การเตรียมตัวอย่างเนื้อเยื่อเจริญที่ดีและเหมาะสมทำให้สามารถนับจำนวนโครโมโซมและบันทึกรูปแบบแคริโอไทป์ได้อย่างแม่นยำ ชิ้นส่วนของเนื้อเยื่อเซลล์ร่างกายของพืชที่นิยมนำมาศึกษาโครโมโซมโดยส่วนใหญ่ ได้แก่ เนื้อเยื่อเจริญจากปลายราก (root-tip) ฐานวงกลีบเลี้ยง (calyx base) ตาอ่อน (young bud) ส่วนปลายของใบอ่อน (tip of young leaf) หรือเอนโดสเปิร์ม (endosperm) ที่อยู่ในเมล็ด (กันยารัตน์, 2532; Withner, 1974; Jones and Luchsinger, 1979; Pignone *et al.*, 1994; Apisitwanich and Masuthon, 2000; Roy *et al.*, 2010)

สำหรับวิธีการศึกษาโครโมโซมนั้นมีการคิดค้นเทคนิคในการศึกษาจำนวนและโครงสร้างของโครโมโซมของพืชเพื่อให้ได้ข้อมูลที่แม่นยำในชนิดพืชแต่ละชนิด และพบว่าเทคนิคการขยี้เซลล์ (squash)

และเกลี่ยเซลล์ (smear) เป็นวิธีพื้นฐานในการเตรียมโครโมโซม (อมรา, 2546; Soontornchainaksaeng, 2005) ซึ่งวิธีที่ได้รับความนิยมมากที่สุดคือ วิธี Feulgen's squash เนื่องจากสามารถได้โครโมโซมที่แบนราบอยู่ในระนาบเดียวกัน ทำให้สะดวกต่อการตรวจนับและศึกษาโครโมโซม (อดิศร, 2539; อมรา, 2546; Dyer, 1979; Chen, 1992)

ขั้นตอนพื้นฐานในการเตรียมตัวอย่างเนื้อเยื่อเพื่อศึกษาโครโมโซมมีขั้นตอนหลักคล้ายคลึงกันคือ การเก็บตัวอย่างเนื้อเยื่อ การหยุดวงชีพเซลล์ การย่อยแยกเซลล์ และการย้อมสีเซลล์ (Dyer, 1979; Singh, 1993) ซึ่งรายละเอียดปลีกย่อยอาจแตกต่างกันไปตามชนิดของพืชทดลองและวัตถุประสงค์ในการเก็บตัวอย่าง รวมถึงความถนัดของผู้ศึกษาแต่ละคน และมีการศึกษาหาเทคนิคและดัดแปลงเทคนิคในการหาโครโมโซมจากเซลล์ร่างกายหรือเซลล์สืบพันธุ์อย่างกว้างขวาง ซึ่งการศึกษาพืชและกระบวนการในการเตรียมตัวอย่างเนื้อเยื่อพืชแต่ละชนิดมีกรรมวิธีที่แตกต่างกันไป ดังเช่นการศึกษาของ ประภัสสรและฉันทนา (2544) ทิพสุคนธ์และฉันทนา (2546) จารุภัทรและฉันทนา (2549) พวงพรรณและฉันทนา (2551) และ Ramingwong *et al.* (1998)

การเก็บตัวอย่างเนื้อเยื่อปลายรากมาศึกษาโครโมโซมด้วยวิธี Feulgen's squash เตรียมตัวอย่างเนื้อเยื่อปลายรากตามวิธีการของ Feulgen and Rossenbeck (1924) Dyer (1979) และ Singh (1993) ซึ่งดัดแปลงโดย Shiotani (1994) และ Chaikla (2012) มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

5.1.1 การเก็บตัวอย่างปลายราก (root-tip sampling) เตรียมตัวอย่างปลายรากของพืชทดลองโดยเลือกรากที่กำลังเจริญเติบโต ซึ่งรากมีสีขาวโปร่งแสงและบริเวณปลายมีสีขาวขุ่นหรือสีครีม ใช้ปลายรากที่งอกใหม่ ตัดมาเฉพาะส่วนของปลายราก ความยาวประมาณ 1 เซนติเมตร และในขั้นตอนนี้ทำการทดลองเก็บตัวอย่างปลายรากในช่วงเวลาที่แตกต่างกันเพื่อหาช่วงเวลาที่เหมาะสมคือ มีเซลล์ที่มีโครโมโซมอยู่ในระยะเมทาเฟส (metaphase) มากที่สุด โดยเก็บตัวอย่างปลายรากตั้งแต่เวลา 08.00-12.00 นาฬิกา (น.) เว้นระยะห่างทุก 1 ชั่วโมง นำปลายรากที่เก็บมานั้นล้างด้วยน้ำกลั่นให้สะอาด แล้วเก็บไว้ในขวดแก้วที่สะอาดและบรรจุน้ำกลั่นไป เพื่อเตรียมการหยุดวงชีพเซลล์ต่อไป

5.1.2 การหยุดวงชีพเซลล์ (pre-treatment) ทำได้โดยการแช่ตัวอย่างปลายรากในสารละลายพาราไดคลอโรเบนซีน (para-dichlorobenzene : PDB) เป็นเวลานาน 5 ช่วง คือ 15, 30, 60, 90 และ 120 นาที ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เพื่อหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการแช่ที่ทำให้โครโมโซมขดตัวและสามารถมองเห็นได้ชัดเจน

5.1.3 การรักษาสภาพเซลล์ (fixation) เมื่อครบกำหนดเวลาการหยุดวงชีพเซลล์ นำปลายรากออกจากสารละลาย PDB ล้างให้สะอาดด้วยน้ำกลั่น เป็นเวลา 5 นาที แล้วจึงนำไปแช่ในน้ำยารักษาสภาพเซลล์ (Carnoy's solution) นาน 5 นาที และล้างด้วยน้ำกลั่นอีกครั้ง

5.1.4 การย่อยแยกเซลล์ (maceration) ขั้นตอนนี้เป็นการย่อยเซลล์ให้แยกออกจากกัน โดยการนำปลายรากไปแช่ในสารละลายไฮโดรคลอริก (HCl) เข้มข้น 1 นอร์มอล เป็นเวลานาน 5 นาที ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส แล้วจึงล้างออกด้วยน้ำกลั่น

5.1.5 การย้อมสี (staining) ตัวอย่างเนื้อเยื่อปลายรากที่ผ่านขั้นตอนการย่อยแยกเซลล์มาแล้วนั้น ในขั้นตอนนี้เป็นการย้อมสีโครโมโซมจากเนื้อเยื่อปลายราก โดยทดลองใช้สีย้อม 2 ชนิด คือ สารละลายสีย้อมคาร์บอนฟุคซิน (carbon fuchsin) และสารละลายสีย้อมเลกโตโพรไพนิก ออซีน (lecto-propionic orcein) ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เพื่อทดสอบการติดสีที่เห็นได้ชัด แล้วจึงเลือกสารละลายสีย้อมที่ติดสีได้ชัดไปทดลองระยะเวลาในการย้อมสีเป็นเวลานาน 15, 30, 45, 60, 90 และ 120 นาที เพื่อหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการแช่เนื้อเยื่อปลายรากในสารละลายสีย้อมที่ให้คุณภาพการติดสีที่ดี

5.1.6 การสควอช (squashing) นำปลายรากที่ผ่านกระบวนการเตรียมตัวอย่างดังกล่าวข้างต้นมาศึกษาโดยวิธี Feulgen's squash ซึ่งดัดแปลงโดย Shiotani (1994) และ Chaikla (2012) มีวิธีการ คือ คีบเนื้อเยื่อปลายรากออกจากสีย้อม นำมาวางบนแผ่นกระจกสไลด์ที่สะอาด ใช้มีดตัดเฉพาะส่วนปลายรากให้ยาวประมาณ 1 มิลลิเมตร เขี่ยส่วนเกินทิ้งไป หยดสีย้อม 1 หยด ลงไปบนเนื้อเยื่อปลายราก ใช้เข็มเขี่ย เคาะเนื้อเยื่อเบา ๆ เพื่อให้เซลล์กระจาย คีบเนื้อเยื่อส่วนเกินทิ้ง แล้วปิดด้วยแผ่นกระจกปิดสไลด์ จากนั้นวางกระดาษซับบนแผ่นกระจกปิดสไลด์เพื่อซับสีที่มากเกินออก พร้อมทั้งกดแผ่นกระจกปิดสไลด์เพื่อให้เซลล์กระจายตัวได้ดียิ่งขึ้นและอยู่ในระนาบเดียวกัน

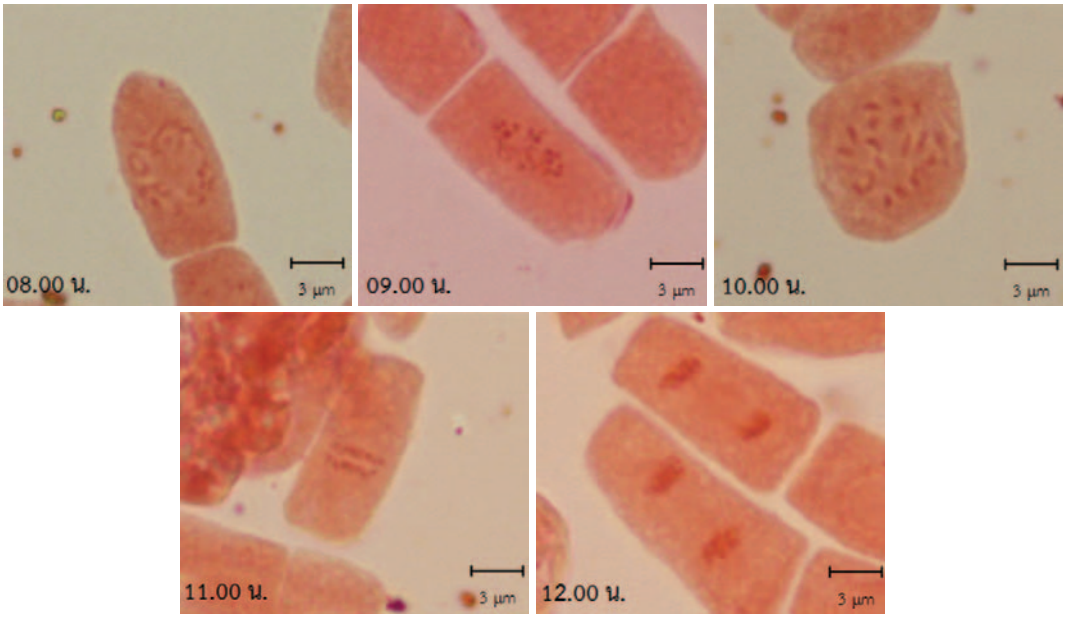
5.1.7 การตรวจนับโครโมโซมด้วยกล้องจุลทรรศน์ (microscopic inspection) โดยนำแผ่นกระจกสไลด์ที่เตรียมเรียบร้อยแล้วไปศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง โดยเลือกเซลล์ที่มีการแบ่งนิวเคลียสอยู่ในระยะเมทาเฟสและมีการกระจายตัวของโครโมโซมดี สามารถนับจำนวนโครโมโซมได้อย่างแม่นยำอย่างน้อย 10 เซลล์ เมื่อได้เซลล์ที่ต้องการแล้ว ให้กดแผ่นกระจกปิดสไลด์เบา ๆ เพื่อให้เซลล์แบนและอยู่ในระนาบเดียวกัน ใช้น้ำยาเคลือบเล็บทาที่บริเวณขอบแผ่นกระจกปิดสไลด์เพื่อป้องกันไม่ให้เนื้อเยื่อแห้ง นำแผ่นกระจกสไลด์ไปตรวจนับจำนวนโครโมโซมภายใต้กล้องจุลทรรศน์พร้อมทั้งบันทึกภาพ

5.2 การเตรียมตัวอย่างเนื้อเยื่อปลายราก

การพัฒนาเทคนิคกรรมวิธีในการเตรียมตัวอย่างเนื้อเยื่อปลายรากของมะเกี๋ยงเพื่อศึกษาโครโมโซมในครั้งนี้ พิจารณาใน 3 ขั้นตอน คือ ช่วงเวลาการเก็บตัวอย่างปลายราก การหยุดวงชีพเซลล์ และการย้อมสี มีกรรมวิธีในการเตรียมเนื้อเยื่อปลายรากของมะเกี๋ยงดังนี้

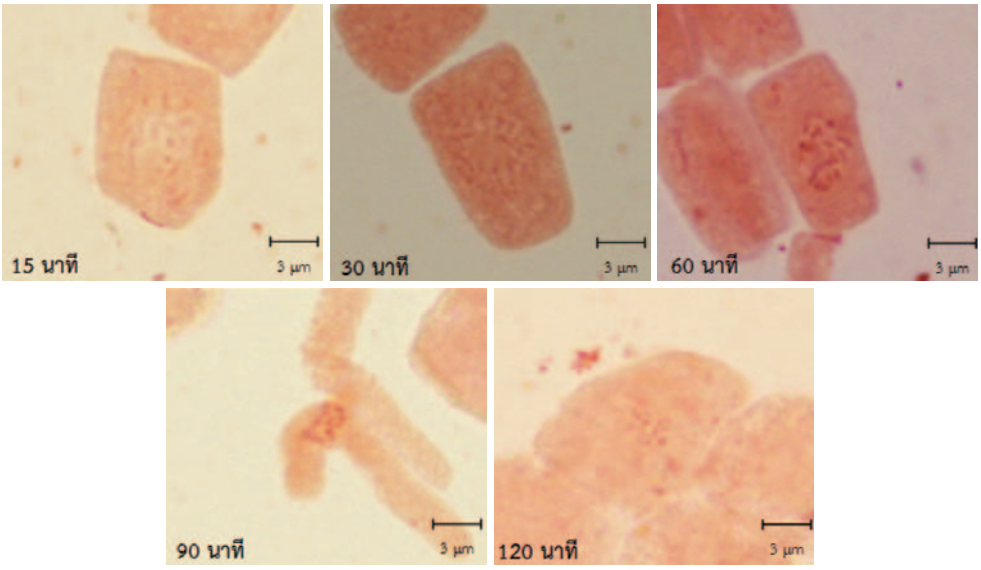
5.2.1 การเก็บตัวอย่างปลายรากทุกชั่วโมงในช่วงเวลา 08.00-12.00 น. แล้วนำไปผ่านกระบวนการเตรียมเนื้อเยื่อปลายรากพบว่า ช่วงเวลาที่เหมาะสมที่สุดในการเก็บตัวอย่างปลายรากคือ เวลา 10.00 น. เนื่องจากเซลล์ส่วนใหญ่ของเนื้อเยื่อปลายรากที่เก็บมาตามเวลานี้มีเซลล์ที่มีโครโมโซมอยู่ในระยะเมทาเฟสของการแบ่งตัวแบบไมโทซิส (mitosis) เป็นจำนวนมาก โครโมโซมขดตัวสั้น แต่ละโครโมโซมแยกจากกัน

เห็นได้ชัดเจน คิดเป็นค่าเฉลี่ย 90 เปอร์เซ็นต์ สำหรับปลายรากที่เก็บมาในเวลา 08.00 น. และ 09.00 น. นั้น เซลล์ส่วนใหญ่มีโครโมโซมอยู่ในระยะเริ่มต้นของเมทาเฟส ส่วนเซลล์ที่มีโครโมโซมอยู่ในระยะเมทาเฟส คิดเป็นค่าเฉลี่ย 24 และ 36 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่เนื้อเยื่อที่เก็บในเวลา 11.00 น. และ 12.00 น. มีเซลล์ที่มีโครโมโซมอยู่ในระยะแอนาเฟส (anaphase) โครโมโซมเริ่มแยกออกจากกันไปยังแต่ละขั้วเซลล์ สำหรับเซลล์ที่มีโครโมโซมอยู่ในระยะเมทาเฟสมีจำนวนเฉลี่ย 30 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังเห็นได้จากภาพที่ 1.29



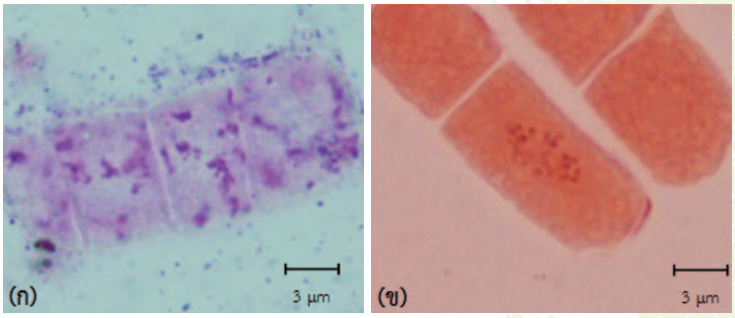
ภาพที่ 1.29 โครโมโซมในเซลล์ปลายรากของมะเกี๋ยงที่เก็บตัวอย่างในกรรมวิธีแตกต่างกัน

5.2.2 การหยุดวงชีพเซลล์ เมื่อนำตัวอย่างปลายรากที่เก็บในเวลา 10.00 น. ไปทดลองหยุดวงชีพเซลล์ในสารละลาย PDB ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 15, 30, 60, 90 หรือ 120 นาที ปรากฏว่า เนื้อเยื่อที่มีเซลล์ที่โครโมโซมมีการขดตัวสั้น มีขนาดประมาณ 0.9-1.0 ไมโครเมตร และกระจายเห็นได้ชัดเจนมากที่สุดคือ กรรมวิธีการแช่ตัวอย่างในสารละลาย PDB นาน 60 นาที คิดเป็นค่าเฉลี่ย 92 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในภาพที่ 1.30

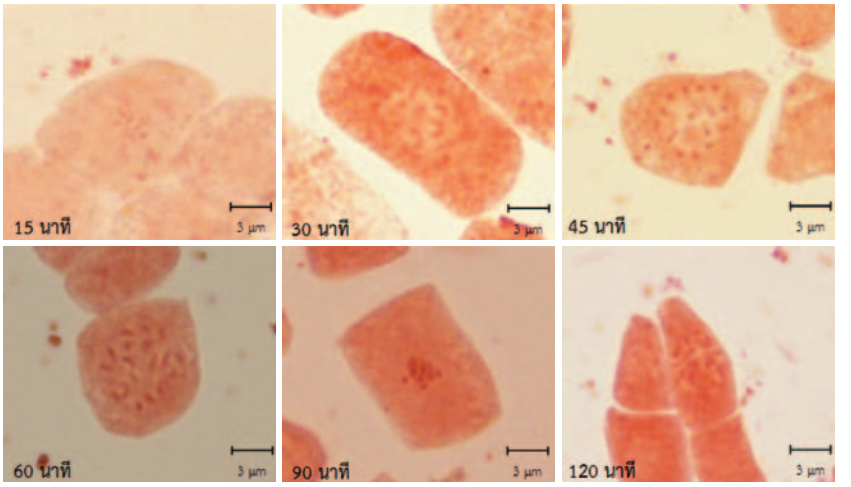


ภาพที่ 1.30 โครโมโซมในเซลล์ปลายรากของมะเกี๋ยง ในกรรมวิธีการหยุดวงชีพเซลล์แตกต่างกัน

5.2.3 การย้อมสีโครโมโซมด้วยสารละลายสีย้อม 2 ชนิด คือ คาร์บอนฟุคซินและเลกโตโพรไพนิกออซีนพบว่า สารละลายสีย้อมที่สามารถเห็นการติดสีได้ชัดเจนคือ สารละลายสีย้อมเลกโตโพรไพนิกออซีน (ภาพที่ 1.31) และการทดลองแช่เนื้อเยื่อปลายรากในสารละลายสีย้อมเป็นเวลานาน 15, 30, 45, 60, 90 และ 120 นาที พบว่า การแช่เนื้อเยื่อปลายรากในสีย้อมเป็นเวลานาน 60 นาที ให้ผลการติดสีดีที่สุด โครโมโซมติดสีเข้มสม่ำเสมอและสามารถมองเห็นได้ชัดเจนภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ดังแสดงในภาพที่ 1.32



ภาพที่ 1.31 เปรียบเทียบการติดสีของโครโมโซมที่ย้อมด้วยสารละลายสีย้อมสองชนิด (ก) สีย้อมคาร์บอนฟุคซิน และ (ข) สีย้อมเลกโตโพรไพนิก ออซีน



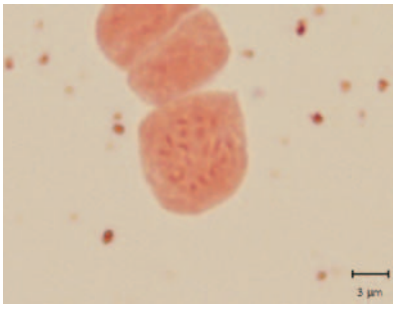
ภาพที่ 1.32 โครโมโซมในเซลล์ปลายรากของมะเกี๋ยงในกรรมวิธีการย้อมสีนานแตกต่างกัน

5.3 จำนวนโครโมโซมของมะเกี๋ยง

การนับจำนวนโครโมโซมจากเนื้อเยื่อปลายรากของมะเกี๋ยง ศึกษาจากแผ่นกระจกสไลด์ที่เตรียมตัวอย่างไว้ ซึ่งตรวจพบเซลล์ที่มีโครโมโซมอยู่ในระยะเมทาเฟสอย่างน้อย 10 เซลล์ต่อแผ่น พบว่า มะเกี๋ยงมีจำนวนโครโมโซมเป็น 2n = 22 (ภาพที่ 1.33)

เมื่อเปรียบเทียบจำนวนโครโมโซมของมะเกี๋ยงกับพืชชนิดอื่น ๆ ที่อยู่ในวงศ์เดียวกันพบว่า มีจำนวนโครโมโซมเท่ากันกับชมพู่สาแหรก (*Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L.M. Perry) และหว้า (*Syzygium cumini* (L.) Skeels) โดยที่ชมพู่สาแหรกมี 2n = 22 ส่วนหว้ามี 2n = 22, 44, 55, 66 (Haron *et al.*, 1995; Coronel, 1999; Panggabean, 1999)

ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้สามารถนำไปใช้ประกอบการศึกษาอนุกรมวิธานของพืชชนิดนี้ได้ และเป็นข้อมูลพื้นฐานด้านเซลล์พันธุศาสตร์เพื่อใช้ประโยชน์ในการวางแผนการปรับปรุงพันธุ์ได้ทั้งในระดับชนิดเดียวกันและระดับต่างชนิดกัน ดังที่ Soontornchainaksaeng (2005) ได้กล่าวไว้กับพืชชนิดอื่น ๆ



ภาพที่ 1.33 โครโมโซมในเซลล์ปลายรากของมะเกี๋ยงแสดงจำนวน 2n = 22

เอกสารอ้างอิง

กันยารัตน์ ไชยสุต. 2532. เซลล์พันธุศาสตร์และเซลล์อนุกรมวิธานของพืชสกุล *Zephyranthes*. ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. 259 หน้า.

จารุภัทร ประราศรี และฉันทนา สุวรรณธาดา. 2549. การศึกษาโครโมโซมของกล้วยไม้ดินผสมโขลง. วารสารเกษตร 22(3): 189-193.

ทิพสุคนธ์ ชวฤทธิ์ และฉันทนา สุวรรณธาดา. 2546. การศึกษาแคริโอไทป์ของว่านสี่ทิศพันธุ์พื้นบ้าน. วารสารเกษตร 19(3): 206-215.

ประภัสสร อารยะกิจเจริญชัย และฉันทนา สุวรรณธาดา. 2544. การศึกษาจำนวนโครโมโซมของว่านสี่ทิศพันธุ์พื้นบ้านและพันธุ์ลูกผสม. วารสารเกษตร 17(1): 43-49.

พวงพรรณ บัวทอง และฉันทนา สุวรรณธาดา. 2551. การศึกษาโครโมโซมของว่านมหาโชค. วารสารเกษตร 24(1): 37-41.

วรวุฒิ จุฬาลักษณานุกูล เพลินพิศ โชคชัยชำนาญกิจ ละเอียด คงกุ่ง พรณรงค์ สิริปิยะสิงห์ ผุสตี ปริยานนท์ และมงคล เกษประเสริฐ. 2544. การศึกษาแคริโอไทป์ของสิ่งมีชีวิต. หน้า 360-378. *ใน* วิสุทธิ์ ใบไม้ และรังสิมา คุ้มหอม (บรรณาธิการ). รายงานการวิจัยในโครงการ BRT 2544. บริษัทจิรวัฒน์ เอ็กซ์เพรส จำกัด, กรุงเทพฯ.

อดิศร กระแสชัย. 2539. เอกสารประกอบการเรียนบทปฏิบัติการกระบวนวิชาพันธุกรรมไซโตในการเกษตร. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 105 หน้า.

อมรา คัมภิรานนท์. 2546. พันธุศาสตร์ของเซลล์. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 308 หน้า.

Apisitwanich, S. and S. Masuthon. 2000. Study on plant chromosomes by enzymatic cell maceration technique. Journal of Science 54(3): 178-183.

Chaikla, P. 2012. Characteristics and Varietal Phylogenetics of *Peliosanthes teta* Andr., *Basella alba* L. and *Gymnema inodorum* Decne. Collected from Some Areas in the Upper-North of Thailand. Thesis for Doctor of Philosophy (Horticulture), Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai. 320 p.

Chen, Z.Y. 1992. Cytology of Zingiberaceae. pp 19-25. *In* Laboratory Manual for the Training Course on Cytotaxonomy of Zingiberaceae and Some Selected Plants. Faculty of Sciences, The Prince of Songkla University, Songkla.

Coronel, R.E. 1999. *Syzygium cumini* (L.) Skeels. pp 294-296. *In* Verheij, E.W.M. and R.E. Coronel (eds.). Plant Resources of South-East Asia No.2: Edible Fruits and Nuts. PROSEA, Indonesia.

Dyer, A.F. 1979. Investigating Chromosomes. Edward Arnold (Publisher) Ltd., London. 297 p.

Feulgen, R. and H. Rossenbeck. 1924. Practical aspects of quantitative Feulgen staining in plants. Zeitschrift für physikalische Chemie 135: 203-248.

Haron, N.E., P.B. Laming, J.M. Fundter and R.H.M.J. Lemmens. 1995. *Syzygium*. pp 441-474. *In* Lemmens, R.H.M.J., I. Soerianegara and W.C. Wong (eds.). Plant Resource of South-East Asia No. 5(2) Timber Trees: Miner Commercial Timbers. PROSEA, Indonesia.

Jones, S.B. and A.L. Luchsinger. 1979. Plant Systematics. 2nd ed. McGraw-Hill Book, New York. 338 p.

Panggabean, G. 1999. *Syzygium samarangense* (Blume) Merr. & Perry. pp 292-294. *In* Verheij, E.W.M. and R.E. Coronel (eds.). Plant Resources of South-East Asia No. 2: Edible Fruits and Nuts. PROSEA, Indonesia.

Pignone, D., I. Galasso, K. Hammer and P. Perrino. 1994. Cytogenetics and genetic relationships between populations of *Aegilops ventricosa* Tausch. Euphytica 79: 81-85.

Ramingwong, K., P. Sirikhum and P. Kanjana. 1998. Identification of Longan Varieties by Morphological, Biochemical and Cytogenetic Methods. Final Report Submitted to Chiang Mai University, Chiang Mai. 50 p.

Roy, S.K., G. Gangopadhyay and K.K. Mukherjee. 2010. Is stem twining form of *Basella alba* L. a naturally occurring variant ? Current Science 98(10): 1370-1375.

Sharma, A.K. and A. Sharma. 1999. Plant Chromosome. Harwood Academic Publisher, Amsterdam. 371 p.

Shiotani, I. 1994. Chromosomes in Mitosis and Meiosis. CMUPB-Workshop. 23rd September 1994. Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai. 4 p.

Singh, R.J. 1993. Plant Cytogenetics. CRC Press, Inc., Florida. 391 p.

Soontornchainaksaeng, P. 2005. Reports on Chromosome Numbers of Plants in Thailand. Biodiversity Research and Training Program (BRT). Chuan Printing Press Ltd., Part., Bangkok. 103 p.

Stebbins, G.L. 1971. Chromosomal Evolution in Higher Plants. Edward Arnold (Publishers) Ltd., London. 216 p.

Withner, C.L. 1974. The Orchids Scientific Studies. A Wiley-Interscience Publication, New York. 604 p.

6. ความหลากหลายทางพันธุกรรมของมะเกี๋ยง

ปิยรัษฎ์ ปริญญาพงษ์ เจริญทรัพย์ อินทิรา จารุเพ็ง อรชร โชติญาณวงษ์
และประไพ โมจรินทร์

มะเกี๋ยงเป็นไม้ยืนต้นพื้นเมือง จัดอยู่ในวงศ์ Myrtaceae พบมากในแถบภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย เช่น จังหวัดเชียงราย เชียงใหม่ ลำพูน ลำปาง และแม่ฮ่องสอน (Thongma, 2002) และเป็นพืชที่ได้รับการเสนอให้เป็นพืชที่ควรอนุรักษ์ตามโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (อพ.สธ.) โดยมีหน่วยงานที่ร่วมสนองพระราชดำริหลายหน่วยงาน (สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, 2545) ซึ่งผลมะเกี๋ยงนิยมนำมาบริโภคทั้งในรูปผลสดและผลิตภัณฑ์แปรรูป ปัจจุบันเป็นที่นิยมมากในรูปแบบของอาหารและเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ รวมไปถึงการใช้เป็นส่วนผสมในเครื่องสำอาง

ปัจจุบัน ในแปลงรวบรวมพันธุ์มะเกี๋ยงของ อพ.สธ. ลำปาง ตำบลพิชัย อำเภอเมืองลำปาง จังหวัดลำปาง ได้มีการรวบรวมสายต้นมะเกี๋ยงไว้มากกว่า 180 สายต้น รวมจำนวนไม่น้อยกว่า 800 ต้น การประเมินความหลากหลายทางพันธุกรรมจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่จำเป็นต่อการพัฒนาสายพันธุ์ใหม่ ๆ ซึ่งการศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมนิยมใช้ลักษณะทางสัณฐาน สรีรวิทยา และชีวเคมีเป็นหลัก

ข้อมูลด้านความหลากหลายทางพันธุกรรมและความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์/สายพันธุ์ที่จะใช้ในการปรับปรุงพันธุ์มีความจำเป็นสำหรับนักปรับปรุงพันธุ์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการพัฒนาพันธุ์พืชแต่ละชนิด การประเมินความคล้ายคลึงทางพันธุกรรมระหว่างพันธุ์/สายพันธุ์ ใช้ในการคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์ที่จะนำมาผสมกัน เพื่อรักษาความแปรปรวนทางพันธุกรรมในแผนการปรับปรุงพันธุ์ โดยทั่วไปแล้วการคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์มักจะพิจารณาจากสองลักษณะคือ ความสามารถในการให้ผลผลิตสูง และความแตกต่างทางพันธุกรรมของพ่อและแม่ การผสมข้ามระหว่างพ่อและแม่ที่มีพันธุกรรมต่างกันมาก ๆ ก็มีโอกาสที่จะได้ลูกที่มีความหลากหลายสูงกว่าการเลือกพ่อแม่ที่มีพันธุกรรมใกล้ ๆ กัน (Messmer *et al.*, 1993)

สำหรับประเทศที่กำลังพัฒนาที่มีขีดจำกัดในการเก็บรักษาเชื้อพันธุกรรม แนวคิดในการทำ core collection จึงเริ่มต้นขึ้น เพื่อเก็บเชื้อพันธุกรรมหลัก ๆ ซึ่งประกอบด้วยกลุ่มพันธุ์จำนวนหนึ่งที่มีลักษณะที่เป็นประโยชน์ต่าง ๆ และมีความหลากหลายทางพันธุกรรมมาก ๆ ซึ่งจะช่วยลดค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์และการขยายพันธุ์ ทั้งยังช่วยให้นักปรับปรุงพันธุ์พืชมั่นใจได้ว่า จะสามารถรักษายีนที่เป็นประโยชน์ต่าง ๆ ที่อาจต้องการใช้ในกิจกรรมการปรับปรุงพันธุ์ต่อไปในอนาคต

การนำเทคโนโลยีลายพิมพ์ดีเอ็นเอเข้ามาช่วยในการจำแนกความแตกต่างและระบุเอกลักษณ์ของสายต้นระหว่างพันธุ์ดั้งเดิมกับพันธุ์ใหม่ให้มีความแม่นยำมากขึ้น เทคนิคนี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้

ในการประเมินความหลากหลายทางพันธุกรรมและความสัมพันธ์ระหว่างสายพันธุ์ของมะเกี๋ยง เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการจัดการเชื้อพันธุกรรมจำนวนมากได้ Newbury and Ford-Lloyd (1997) กล่าวว่า วิธีการที่ใช้ในการวัดความหลากหลายทางพันธุกรรม เป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งในกิจกรรมการเก็บรักษาและอนุรักษ์เชื้อพันธุกรรม และการใช้เครื่องหมายโมเลกุลเข้ามาช่วยจำแนกความสัมพันธ์และโครงสร้างของเชื้อพันธุกรรมที่เก็บรวบรวมเอาไว้ เป็นวิธีการที่ยอมรับกันอยู่ทั่วไปในปัจจุบัน (Lee *et al*., 2006)

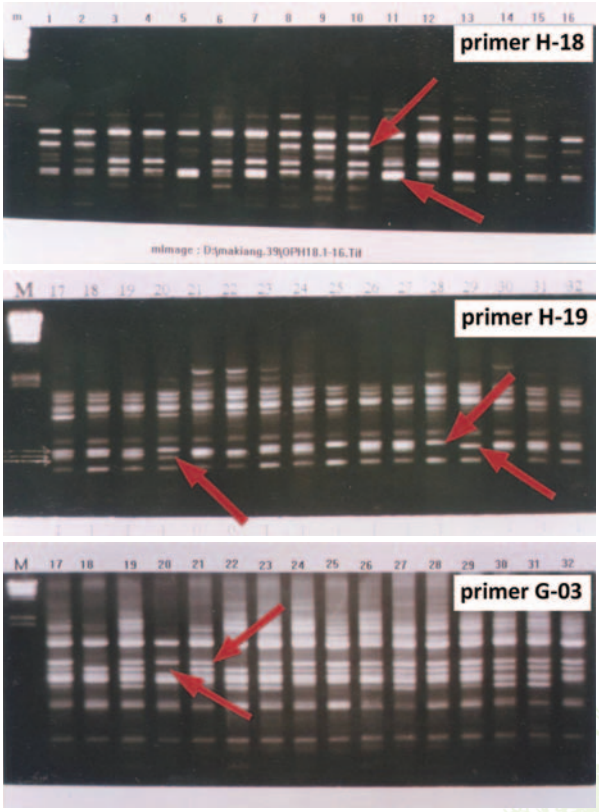
เครื่องหมายโมเลกุลหรือเครื่องหมายดีเอ็นเอเป็นความแปรปรวนในระดับลำดับเบสของดีเอ็นเอ อันเป็นผลมาจากการเกิดการกลายพันธุ์ในระดับยีน เช่น การแทนที่คู่เบส (point mutations) การเพิ่มหรือขาดหายไปของเบส (insertions or deletions) หรือความผิดพลาดในระหว่างการจำลองโมเลกุลดีเอ็นเอ (DNA replication) (Paterson, 1996) เครื่องหมายโมเลกุลสามารถนำมาใช้ทำลายพิมพ์ดีเอ็นเอ ทำแผนที่ยีนหรือแผนที่ลิงค์เกจ และการระบุตำแหน่งยีน ซึ่งมีประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์พืช เช่น เพื่อใช้ประเมินระดับความหลากหลายทางพันธุกรรมภายในเชื้อพันธุกรรมและการจำแนกสายพันธุ์ (Baird *et al*., 1997) และการใช้เป็นเครื่องหมายช่วยคัดเลือกสำหรับการปรับปรุงพันธุ์ เครื่องหมายดีเอ็นเอเหล่านี้ถูกคัดเลือกโดยธรรมชาติ เนื่องจากมักมีตำแหน่งอยู่ในบริเวณที่ไม่ใช่ยีน ซึ่งต่างกับเครื่องหมายทางสัณฐานและเครื่องหมายทางชีวเคมี เครื่องหมายดีเอ็นเอไม่มีข้อจำกัดในเรื่องของจำนวนและอิทธิพลอันเนื่องมาจากสภาพแวดล้อม และ/หรือ ระยะการพัฒนาการของพืช ทั้งยังมีวิธีการตรวจสอบที่หลากหลายสามารถเลือกใช้ได้ตามความเหมาะสม แต่ข้อจำกัดของการใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอคือ ค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง

เครื่องหมายดีเอ็นเอจะถูกเลือกใช้อย่างจำเพาะเจาะจง ในกรณีที่ต้องการใช้ตรวจสอบความแตกต่างระหว่างสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่ง ๆ ที่อยู่ในสปีชีส์เดียวกันหรือต่างสปีชีส์กัน เครื่องหมายที่บอกความแตกต่างแบ่งเป็นเครื่องหมายแบบข่มสมบูรณ์ (dominant marker) และแบบข่มร่วม (co-dominant markers) เครื่องหมายแบบข่มร่วมจะแสดงความแตกต่างกันที่ขนาดอัลลีล และอาจมีจำนวนที่แตกต่างกันหลายอัลลีล ในขณะที่เครื่องหมายแบบข่มสมบูรณ์จะแสดงให้เห็นเพียงปรากฏกับไม่ปรากฏเพียงสองอัลลีลเท่านั้น (Collard *et al*., 2005)

6.1 พัฒนาการการศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของมะเกี๋ยง โดยใช้เครื่องหมายโมเลกุล

การศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของมะเกี๋ยงโดยใช้เครื่องหมายโมเลกุลในประเทศไทยเริ่มต้นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2538 โดยคณะนักวิจัยของศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม นำดีเอ็นเอมะเกี๋ยงซึ่งเก็บตัวอย่างใบมาจากจังหวัดลำปาง เชียงใหม่ และน่าน มาทำการวิเคราะห์ลายพิมพ์ดีเอ็นเอโดย**เทคนิค Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD)** พบว่า มะเกี๋ยงมีความหลากหลาย

ทางพันธุกรรมสูงมาก และมีความแตกต่างและสัมพันธ์โยงใยกันอย่างหลากหลายมาก มีข้อสังเกตว่า สายต้นที่มาจากแหล่งเดียวกันก็มิได้จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน (ภาพที่ 1.34)



ภาพที่ 1.34 ตัวอย่างลายพิมพ์ดีเอ็นเอของมะเกี๋ยงที่ได้จากเครื่องหมาย RAPD
***ตำแหน่งที่ลูกศรชี้ คือตำแหน่งที่เป็น polymorphism**

อาร์เอพีดี [Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD)] เป็นเครื่องหมายดีเอ็นเอที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ตรวจสอบความแตกต่างของสิ่งมีชีวิต โดยอาศัยหลักการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอโดยปฏิกิริยาลูกโซ่จำลองตัวแบบสุ่ม หรือเป็นที่รู้จักกันโดยทั่วไปว่า พีซีอาร์ (PCR) (Welsh and McClelland, 1990; Williams *et al*., 1990) พืชแต่ละชนิดจะมีการจัดเรียงตัวของลำดับเบสของดีเอ็นเอที่แตกต่างกัน ดังนั้นเมื่อนำมาตรวจสอบโดยการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอในหลอดทดลองด้วยปฏิกิริยาลูกโซ่จำลองตัว โดยใช้ไพร์เมอร์ที่มีลำดับเบสโดยสุ่มหรือ “arbitrary primer” (ซึ่งหมายถึงส่วนรหัสเริ่มต้นของดีเอ็นเอสายเดี่ยวขนาดสั้นประมาณ 10 เบส) หากอาร์เอพีดีไพร์เมอร์นั้นมีเบสคู่สมกับดีเอ็นเอของพืชที่นำมาตรวจสอบจะเกิดการจำลองตัวของดีเอ็นเอต้นแบบขึ้น เนื่องจากปฏิกิริยาพีซีอาร์นั้นใช้ arbitrary primer

ดังนั้นไพร์เมอร์เหล่านี้จึงสามารถเข้าคู่กับดีเอ็นเอของพืชโดยสุ่มได้หลายตำแหน่ง หากการเข้าคู่นั้นเกิดขึ้นในทิศทางที่เหมาะสม จะทำให้เกิดการจำลองตัวของดีเอ็นเอของพืชนั้น ๆ ดังนั้นถ้าสายพันธุ์พืชตัวอย่างที่นำมาตรวจสอบมีความแตกต่างของสารพันธุกรรมหรือเป็นคนละชนิดกัน ความสามารถในการจำลองตัวของดีเอ็นเอจะแตกต่างกัน ทำให้ได้จำนวนและชิ้นของดีเอ็นเอที่มีขนาดแตกต่างกัน และสามารถนำมาใช้ประโยชน์เป็นเครื่องหมายดีเอ็นเอในการบ่งบอกชนิดของสายพันธุ์ (cultivar identification) ได้

เครื่องหมายอาร์เอพีดีถูกนำมาใช้งานปรับปรุงพันธุ์พืชกันอย่างกว้างขวาง เนื่องจากวิธีการไม่ยุ่งยากซับซ้อน สามารถทำได้ง่าย สะดวก และรวดเร็ว ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบค่อนข้างต่ำ เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้มีไม่มากนักเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีอื่น ๆ เนื่องจากไพร์เมอร์ที่ใช้ในปฏิกิริยาพีซีอาร์นั้นไม่เฉพาะเจาะจงกับดีเอ็นเอบริเวณใดบริเวณหนึ่งบนโครโมโซมของพืชที่ต้องการตรวจสอบ ดังนั้นอาร์เอพีดีจึงเป็นเครื่องหมายดีเอ็นเอที่ไม่เฉพาะเจาะจงที่ตำแหน่งยีนเหมือนอาร์เอฟแอลพี และความแตกต่างหรือโพลีมอร์ฟิซึมของอาร์เอพีดี มักเกิดในลักษณะมีและไม่มีแถบดีเอ็นเอที่ตำแหน่งหนึ่ง ๆ โดยแถบดีเอ็นเอที่เกิดขึ้นจะแสดงการข่มต่อการไม่เกิดแถบดีเอ็นเอ ดังนั้น เครื่องหมายอาร์เอพีดีจึงจัดเป็น “dominant marker” จึงไม่สามารถบอกความแตกต่างระหว่างพวกที่เป็นโฮโมไซโกตและเฮเทอโรไซโกตได้ (Waugh and Powell, 1992; Staub and Serquen, 1996) แม้ว่าเทคนิคอาร์เอพีดีจะทำได้ง่าย รวดเร็ว และให้ข้อมูลได้มาก แต่ก็**มีข้อจำกัดในเรื่องการทำซ้ำ** เพราะบางครั้งได้ผลที่ต่างจากเดิม

เนื่องจากข้อจำกัดข้างต้นของเครื่องหมาย RAPD ต่อมาจึงได้มีการพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลสำหรับใช้ในการตรวจสอบและวิเคราะห์ความหลากหลายทางพันธุกรรมที่มีความจำเพาะเจาะจงเพิ่มมากขึ้น นั่นคือ **“ไมโครแซทเทลไลท์”**

ไมโครแซทเทลไลท์ (microsatellites) เป็นกลุ่มดีเอ็นเอที่มีเบสซ้ำ (repetitive DNA) พบมากในจีโนมของสิ่งมีชีวิตชั้นสูง ความผันแปรของจำนวนเบสซ้ำในจีโนมของสิ่งมีชีวิตสามารถนำมาประยุกต์ใช้เป็นเครื่องหมายโมเลกุลในการแยกความแตกต่างของสิ่งมีชีวิตได้ดีโดยที่โพลีมอร์ฟิซึมที่เกิดขึ้นนั้นเป็นผลเนื่องมาจากจำนวนครั้งของเบสซ้ำของไมโครแซทเทลไลท์ในโลกัสหนึ่ง ๆ (Powell *et al*., 1996) ไมโครแซทเทลไลท์มีชื่อเรียกแตกต่างกันไป เช่น Simple Sequence Repeats (SSR), Simple Sequence Length Polymorphisms (SSLP) และ Sequence-tagged Microsatellite Site (STMS) เป็นต้น

โดยทั่วไปไมโครแซทเทลไลท์จะประกอบด้วยเบสซ้ำต่อเนื่อง (tandem repeat) มีตั้งแต่ 1-6 เบส โดยเบสซ้ำหนึ่งเบส เรียกว่า mono-nucleotide repeat เช่น $(A)_n$ ซ้ำสองเบส เรียกว่า di-nucleotide repeat เช่น $(CA)_n$ ซ้ำสามเบส เรียกว่า tri-nucleotide repeat เช่น $(TAA)_n$ และ ซ้ำสี่เบส เรียกว่า tetra-nucleotide repeat เช่น $(GATA)_n$ โดยที่ n เป็นจำนวนซ้ำ เบสซ้ำเหล่านี้พบกระจายอยู่บริเวณต่าง ๆ ของจีโนม โดยทั่วไปเบสซ้ำเหล่านี้มักมีลำดับเบสที่จำเพาะ (unique sequences) อยู่บริเวณรอบ ๆ เบสซ้ำต่อเนื่อง จากลักษณะเฉพาะนี้สามารถนำมาพัฒนาเป็นเครื่องหมายโมเลกุลได้ โดยการออกแบบไพร์เมอร์ที่สามารถเข้าคู่กับเบสจำเพาะเหล่านี้ซึ่งเรียกว่า “ไมโครแซทเทลไลท์ไพร์เมอร์ หรือ เอสเอสอาร์-

ไพร์เมอร์” ไพร์เมอร์เหล่านี้จะใช้เป็นจุดเริ่มต้นของการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอของส่วนที่เป็นเบสซ้ำต่อเนื่องที่อยู่ระหว่าง unique sequences ความหลากหลายของชิ้นดีเอ็นเอขนาดต่าง ๆ ซึ่งเป็นผลมาจากจำนวนครั้งของเบสซ้ำที่ไม่เท่ากันนี้ ใช้บ่งบอกความแตกต่างระหว่างสิ่งมีชีวิตได้ (ภาพที่ 1.35) (Morgante and Olivieri, 1993; Brown *et al*., 1996; Paterson, 1996; Powell *et al*., 1996) ในการพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลไมโครแซทเทลไลท์นั้นโดยทั่วไปจะประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

- การสร้าง insert genomic libraries ซึ่งเริ่มจากการสกัดดีเอ็นเอ ตัดดีเอ็นเอด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ และสร้างห้องสมุดของดีเอ็นเอเหล่านั้นขึ้น
- การคัดเลือกโคลนที่ต้องการ (โดยมีไมโครแซทเทลไลท์หรือดีเอ็นเอเบสซ้ำต่อเนื่องที่ต้องการ) โดยใช้วิธี colony hybridization (library screening by hybridization)
- การหาลำดับเบสของโคลนที่คัดเลือก (DNA sequencing of positive clones)
- การออกแบบไพร์เมอร์ (primer design and locus specific PCR analysis)
- การตรวจสอบหรือบ่งชี้ความแตกต่างของตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ (identification of polymorphisms)

ปัจจุบัน มีการปรับปรุงประสิทธิภาพการค้นหาและแยกเครื่องหมายไมโครแซทเทลไลท์ (isolation of microsatellite clones) โดยการสร้าง “SSR-enriched libraries” ขึ้นในพืชชนิดนั้น ๆ ซึ่งพบว่าวิธีดังกล่าวจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการพัฒนาเครื่องหมายไมโครแซทเทลไลท์ได้จำนวนมากและรวดเร็วขึ้น

ในปี พ.ศ. 2551 หน่วยปฏิบัติการชีวโมเลกุลพืช โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (อพ.สธ.) ได้เริ่มทำการพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลชนิดไมโครแซทเทลไลท์ของพืชมะเกี๋ยงสำหรับใช้ในการศึกษาความหลากหลายและความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของมะเกี๋ยง ที่ได้มีการรวบรวมไว้ที่แปลงรวบรวมพันธุ์มะเกี๋ยง อพ.สธ. ลำปาง ในพื้นที่ของสถาบันวิจัยเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตลำปาง ทั้งนี้ได้เน้นในการตรวจสอบและวิเคราะห์ลายพิมพ์ดีเอ็นเอของต้นมะเกี๋ยงสายพันธุ์ที่คัดไว้จากข้อมูลทางด้านโภชนาการ จำนวน 19 สายต้น และสายพันธุ์อื่น ๆ อีกหลายสายพันธุ์

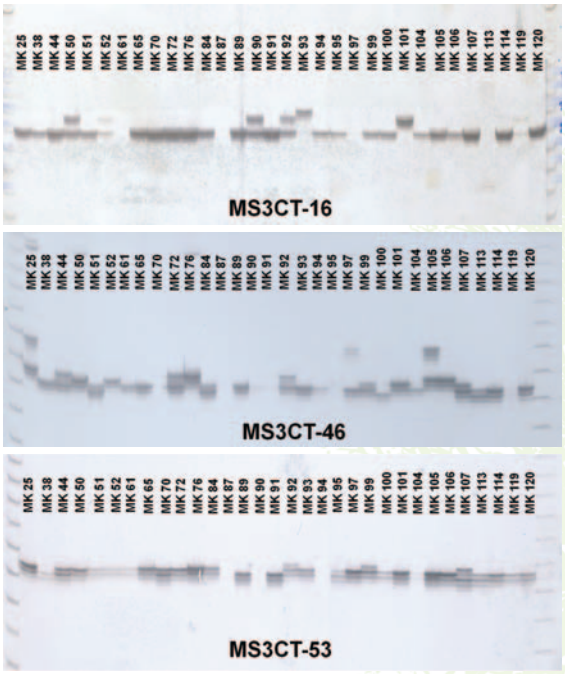
เครื่องหมายโมเลกุลชนิดไมโครแซทเทลไลท์ของมะเกี๋ยงที่หน่วยปฏิบัติการชีวโมเลกุลพืช อพ.สธ. สวนจิตรลดา ได้พัฒนาขึ้นและนำมาใช้ในการสร้างลายพิมพ์ดีเอ็นเอเพื่อการวิเคราะห์ความหลากหลายทางพันธุกรรมและเพื่อกำกับเอกลักษณ์ของสายต้นมะเกี๋ยงเพื่อขึ้นทะเบียน (ภาพที่ 1.36 และภาพที่ 1.37) ในปัจจุบันมีจำนวน 19 เครื่องหมาย (จากที่พัฒนาได้มากกว่า 200 เครื่องหมาย) (ตารางที่ 1.3) ดังนี้

ตารางที่ 1.3 ลำดับเบสของเครื่องหมายโมเลกุลชนิดไมโครแซทเทลไลท์ที่ใช้กำกับสายต้น จำนวน 19 คู่

ลำดับ	ไพรเมอร์	ลำดับเบส 5’ → 3’
1	MS3CT-1	F : CGACAGCTACCATTGACGAA
		R : TGGAGGTAATCCTAGCTTATGG
2	MS3CT-8	F : GCTTTGAGCCAGTCATCACA
		R : CGGGAAAAATTGATCAACAAA
3	MS3CT-10	F : GACCAACGCAGGATTTTGTT
		R : CGAGAGGGGCCATACAAATA
4	MS3CT-16	F : CAAAAACCAGAAGGCGAGAA
		R : ACCGTTAGCACCCTTCTCCT
5	MS3CT-20	F : GGAGTCCCCCAATTGAAGAT
		R : TCCCATCTTTTCCAATACGC
6	MS3CT-21	F : CTAGGGGATCGTCGGAGTG
		R : CACCAAAATTTGAAGGGAACA
7	MS3CT-30	F : GCCGTCGGAAAAATATGAAG
		R : TTTGGCTCCAAACAAGTGAT
8	MS3CT-46	F : CAAGTCTGAGAGCCACCACA
		R : ATCATCTAGACGGGCAAGCA
9	MS3CT-53	F : CCTTCGCTGTTTCCGAGTAG
		R : ACCCTCGTTCATCACCTGAC
10	MS3CT-96	F : CATCGACCGCTCTCTTCTTC
		R : CAAAACCCGACATTCAAACC
11	MS3CT-103/1	F : CCATCAATTTTGGGGTGTCT
		R : GTGACTTGTGGGCAGAGATG
12	MK-pGEM-21	F : TGGTTGTGCTTTTCTCAATCC
		R : CAAGCCTTTTGCGTAGTTCC
13	MK-pGEM-34-1	F : AAACGCATAAGATCCGAACG
		R : GGCTCTCTCGACCTTCCTTT

ตารางที่ 1.3 (ต่อ)

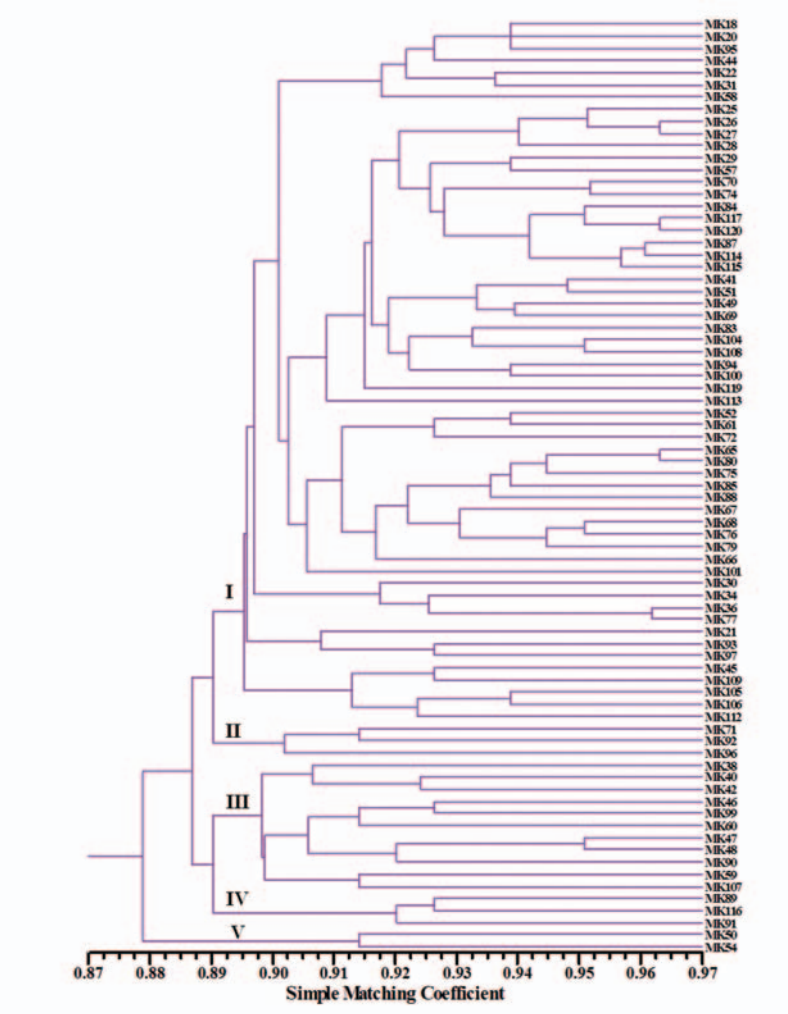
ลำดับ	ไพรเมอร์	ลำดับเบส 5’ → 3’
14	MK-pGEM-41-2	F : TAGTCCCGGTCAACCTTTTG
		R : CCATTAGAGCTTTGGCTTGC
15	MK-pGEM-42	F : TGATCATGCATTGAGGTCGT
		R : CGCCTCAGGACGAAACTTAC
16	MK-pGEM-48	F : TGTGACTCCTTTTGGATCTGA
		R : TGGAATGGAAAATTGCAAGA
17	MK-pGEM-133-1	F : GCCAGATTCCGTCAAATTGT
		R : GACGAGACGGTGGTTTGAAT
18	MK-pGEM-133-2	F : GCCAGATTCCGTCAAATTGT
		R : GGGGCTTGTCCTACTGGAAT
19	MK-pGEM-173	F : AAGTGCATCCGAAAAGATCG
		R : GTTGCTGGGTTCTGTCCAAT



ภาพที่ 1.35 ตัวอย่างลายพิมพ์ดีเอ็นเอที่ได้จากเครื่องหมายโมเลกุลชนิดไมโครแซทเทลไลท์

6.2 การใช้ประโยชน์จากเครื่องหมายโมเลกุลที่พัฒนาได้

ในการตรวจสอบความหลากหลายทางพันธุกรรมของมะเกี๋ยงที่รวบรวมไว้ในพื้นที่ อพ.สธ. ลำปาง โดยใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอชนิดไมโครแซทเทลไลท์ที่พัฒนาขึ้น พบว่า สายพันธุ์มะเกี๋ยงที่ทำการเก็บรวบรวมไว้มีความหลากหลายทางพันธุกรรมที่ค่อนข้างสูง แต่มีฐานพันธุกรรมที่แคบ ซึ่งอาจเป็นข้อจำกัดในการปรับปรุงพันธุ์ในอนาคต เนื่องจากโอกาสที่จะได้รับความสำเร็จในการปรับปรุงพันธุ์ (แบบอาศัยเพศ) มากหรือน้อย ขึ้นกับการที่เชื้อพันธุกรรมนั้น ๆ มีฐานพันธุกรรมที่กว้างหรือแคบนั่นเอง แต่ก็จะเป็นความท้าทายของนักปรับปรุงพันธุ์ที่จะพัฒนาพันธุ์มะเกี๋ยงต่อไปในอนาคต



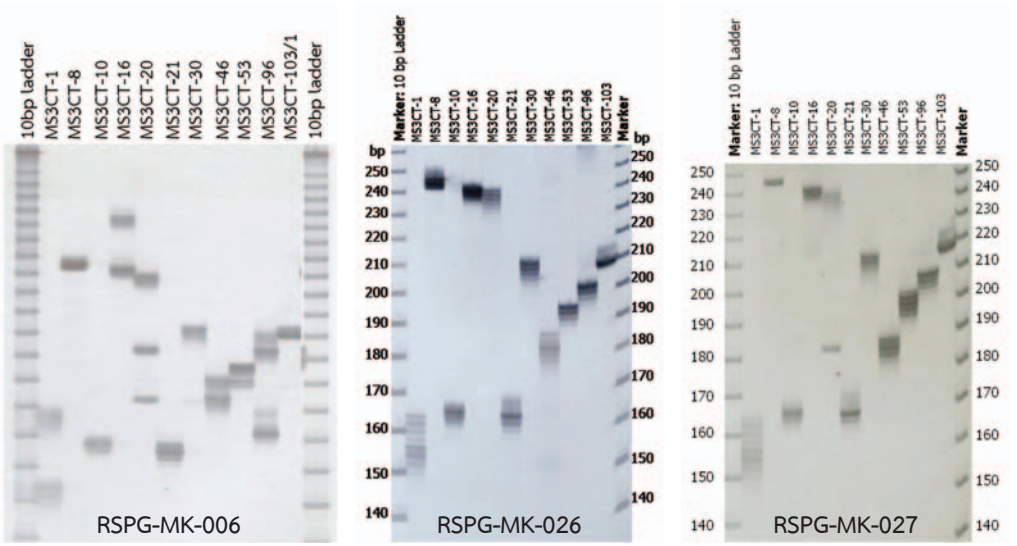
ภาพที่ 1.36 แผนภาพแสดงความหลากหลายทางพันธุกรรมของตัวอย่างมะเกี๋ยง ที่เก็บรวบรวมไว้ในพื้นที่ อพ.สธ. ลำปาง

เอกลักษณ์และคุณสมบัติเด่นเฉพาะตัวที่ทำให้ไมโครแซทเทลไลท์กลายเป็นเครื่องหมายดีเอ็นเอที่ดีที่สุดตัวหนึ่งในการตรวจสอบลายพิมพ์ดีเอ็นเอ คือ (Morgante and Olivieri, 1993; Brown *et al*., 1996; Paterson, 1996; Powell *et al*., 1996)

- ลักษณะที่มีหลายอัลลีลในโลกัส (multi-allelic nature) ทำให้ตรวจสอบความแตกต่างได้มากกว่า (high informative content) ส่วนเครื่องหมายโมเลกุลอื่น เช่น RFLP จะตรวจสอบความแตกต่างในระดับตำแหน่งหรือ locus
- มีการถ่ายทอดลักษณะที่เป็นแบบข่มไม่สมบูรณ์ (co-dominant transmission)
- สามารถตรวจสอบได้ง่ายโดยใช้เทคนิคพีซีอาร์ และต้องการดีเอ็นเอที่ใช้ตรวจสอบเพียงเล็กน้อยเท่านั้น (small amount of starting DNA)
- พบได้มากมายและครอบคลุมทั้งจีโนม (highly abundant with uniform genome coverage) โดยจะพบภายในยีนหรือระหว่างยีน
- ไพร์เมอร์ที่สร้างขึ้นมาสำหรับพืชหนึ่ง ๆ นั้น มีความจำเพาะเจาะจงและสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลลำดับเบสของไมโครแซทเทลไลท์ไพร์เมอร์ระหว่างห้องปฏิบัติการที่ร่วมวิจัยได้สะดวก (electronically exchangeable primer sequences)

จากจุดเด่นดังกล่าว ทำให้มีผู้นิยมใช้ไมโครแซทเทลไลท์ในการจำแนกสายพันธุ์พืชที่มีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมกันอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะพืชที่มีฐานพันธุกรรมแคบ จากการประเมินความหลากหลายทางพันธุกรรมพบว่า ไมโครแซทเทลไลท์สามารถแยกความแตกต่าง (polymorphisms) ของสิ่งมีชีวิตได้ดีกว่าการใช้เทคนิคอื่น ๆ ทั้งนี้เนื่องมาจากจำนวนและความถี่ของอัลลีลที่ตรวจพบในตำแหน่ง (locus) หนึ่ง ๆ นั่นเอง ถึงแม้ไมโครแซทเทลไลท์จะเป็นเครื่องหมายดีเอ็นเอที่ให้ข้อมูลทางพันธุกรรมได้มากมาย แต่พบว่ามีข้อจำกัดที่สำคัญคือ การพัฒนาหรือสร้างไมโครแซทเทลไลท์ไพร์เมอร์นั้นมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูงมากซึ่งจะเป็นอุปสรรคสำหรับพืชที่ไม่เคยมีข้อมูลลำดับเบสใน GENBANK มาก่อน นอกจากนี้แล้วปัญหาทางด้านเทคนิคที่พบอยู่บ่อย ๆ คือ การวิเคราะห์ผลค่อนข้างยากโดยเฉพาะในกรณีที่ต้องการรู้ขนาดอัลลีลที่แน่นอน ทั้งนี้เนื่องมาจากการเกิด “stutter band” ทำให้การอ่านแถบดีเอ็นเอผิดพลาดได้

นอกเหนือจากการประเมินความหลากหลายและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของเชื้อพันธุกรรมมะเกี๋ยงที่ได้เก็บรวบรวมและรักษาไว้แล้วนั้น ยังสามารถนำมาใช้ในการระบุเอกลักษณ์ประจำพันธุ์เพื่อประกอบการขึ้นทะเบียนตามพระราชบัญญัติคุ้มครองพันธุ์พืช ปี พ.ศ. 2542 ซึ่งก็ได้ระบุไว้ว่าพันธุ์พืชใหม่ที่ต้องการขึ้นทะเบียนเพื่อขอคุ้มครองพันธุ์จะต้องมีความแตกต่างอย่างชัดเจนกับพันธุ์เดิมที่มีอยู่ในปัจจุบัน



ภาพที่ 1.37 ตัวอย่างลายพิมพ์ดีเอ็นเอกำกับสายต้นมะเกี๋ยง ที่ได้รับการขึ้นทะเบียนรับรองพันธุ์ จำนวน 3 สายต้น

เอกสารอ้างอิง

สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล. 2545. มะเกี๋ยง พืชในโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี. คณะเทคโนโลยีสื่อสารมวลชน สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, ปทุมธานี. 100 หน้า.

Baird, V., A. Abbott, R. Ballard, B. Sonsinski and S. Rajapakse. 1997. DNA diagnostics in horticulture, pp 111-130. *In* Gresshoff, P. (ed.). Current Topics in Plant Molecular Biology: Technology Transfer of Plant Biotechnology. CRC Press, Boca Raton, Florida.

Brown, S.M., A.K. Szewc-McFadden and S. Kresovish. 1996. Development and application of simple sequence repeat (SSR) loci for plant genome analysis. pp 147-159. *In* Jauhar, P.P. (ed.). Methods of plant genome analysis: Their merits and pitfalls. CRC Press, Boca Raton, Florida.

Collard, B.C.Y., M.Z.Z. Jahufer, J.B. Brouwer and E.C.K. Pang. 2005. An introduction to markers, quantitative trait loci (QTL) mapping and marker-assisted selection for crop improvement: The basic concepts. Euphytica 142: 169-196.

Lee, J.K., J.W. Chung, Y.J. Park, K.H. Ma, H.K. Kang, J.R. Lee, J.G. Kwag, N.S. Kim, T.S. Kim and S.Y. Lee. 2006. Assessment of genetic diversity of Korean landrace rice accessions (*Oryza sativa* L.) by microsatellite analysis. Korean Journal of Breeding Science 38(2): 75-82.

Messmer, M.M., A.E. Melchinger, R.G. Herrmann and J. Boppenmaier. 1993. Relationships among early European maize inbreds: II. Comparison of pedigree and RFLP data. Crop Science 26: 672-676.

Morgante, M. and A.M. Olivieri. 1993. PCR-amplified microsatellites as markers in plant genetics. Plant Journal 3: 175-182.

Newbury, H. and B.V. Ford-Lloyd. 1997. Estimation of genetic diversity. pp 192-206. *In* Maxted, N., B.V. Ford-Lloyd and J.G. Hawkes (eds.). Plant Genetic Conservation the *In situ* Approach. Chapman and Hall, London.

Paterson, A.H. 1996. Genome Mapping in Plants. Academic Press, Inc., San Diego, California. 330 p.

Powell, W., C. Machray and J. Provan. 1996. Polymorphism revealed by simple sequence repeats. Trends in Plant Science 1: 215-222.

Staub, J.E. and F.C. Serquen. 1996. Genetic markers, map construction, and their applications in plant breeding. HortScience 31(5): 729-741.

Thongma, S. 2002. Botanical description of Ma-kiang. pp 66-96. *In* Ma-kiang. Lampang Agricultural Research and Training Center, Bangkok.

Waugh, R. and W. Powell. 1992. Using RAPD markers for crop improvement. BTECH. 10: 186-191.

Welsh, J. and M. McClelland. 1990. Fingerprinting genomes using PCR with arbitrary primers. Nucleic Acids Research 18: 7213-7218.

Williams, J.G.K., A.R. Kubelik, K.J. Livak, J.A. Rafalski and S.V. Tingey. 1990. DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. Nucleic Acids Research 18(22): 6531-6535.

มะเกี๋ยง

พืชอนุรักษ์ อพ.สธ.

บทที่ 2
การปลูก
มะเกี๋ยง

บทที่ 2
การปลูกมะเกี๋ยง

1. การขยายพันธุ์มะเกี๋ยง

วิภารัตน์ เทพแก้ว บุญเลิศ อิทธิพลจันทร์ ชิติ ศรีตนทิพย์ และทนงศักดิ์ มณีวรรณ

การขยายพันธุ์เป็นการเพิ่มหรือทวีจำนวนต้นให้มีจำนวนมากขึ้น มะเกี๋ยงที่สำรวจพบและปลูกกันทั่วไปในแต่ละพื้นที่นั้น ส่วนใหญ่จะนำต้นกล้าที่ได้จากการเพาะเมล็ดมาปลูก จึงทำให้เกิดการกลายพันธุ์ซึ่งได้สายพันธุ์ใหม่ที่แตกต่างกันออกไป ดังนั้นเพื่อให้ได้สายพันธุ์ที่เหมือนต้นแม่ การเพิ่มและการรักษาพันธุ์มะเกี๋ยงจึงจำเป็นต้องนำหลักของการขยายพันธุ์ตามหลักพืชสวนมาใช้กับการขยายพันธุ์มะเกี๋ยง การขยายพันธุ์มะเกี๋ยงสามารถทำได้ 2 แบบ คือ การขยายพันธุ์แบบอาศัยเพศหรือการเพาะเมล็ด (sexual propagation) และการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (asexual propagation) เป็นการขยายพันธุ์โดยใช้ส่วนต่าง ๆ ของต้น

1.1 การขยายพันธุ์แบบอาศัยเพศ

เป็นการขยายพันธุ์ที่ง่ายและได้จำนวนต้นมาก โดยนำเมล็ดจากผลมะเกี๋ยงที่สุกแก่เต็มที่มาเพาะลงในวัสดุเพาะ ต้นกล้าที่ได้จะมีระบบรากแก้วที่มีความแข็งแรงทำให้ต้นมะเกี๋ยงมีอายุยืนหลายปี แต่อาจมีการกลายพันธุ์ไม่เหมือนต้นแม่และให้ผลผลิตช้า และมีข้อจำกัดคือเมล็ดมีความงอกสูงภายหลังการหลุดร่วงจากต้น และสูญเสียความงอกอย่างรวดเร็ว จึงทำให้การขยายพันธุ์ด้วยวิธีนี้ทำได้เฉพาะในช่วงเวลาที่มีผลมะเกี๋ยงเท่านั้น

1.1.1 การเพาะเมล็ดมะเกี๋ยง

(1) การเพาะในภาชนะ เหมาะสำหรับกรณีที่ต้องการต้นกล้าจำนวนน้อย วิธีนี้อาจใช้ภาชนะที่หาได้ง่าย เช่น กระถาง กระบะ ถุงดำ เป็นต้น ขนาดที่ใช้ขึ้นอยู่กับจำนวนเมล็ดที่เพาะ ส่วนวัสดุที่ใช้ในการเพาะควรเป็นวัสดุที่อุ้มน้ำได้ดี เช่น ขี้เถ้าแกลบ ขุยมะพร้าว หรือดินผสมแกลบ เป็นต้น และควรมีลักษณะโปร่ง มีอากาศถ่ายเทได้ดี ระบายน้ำง่าย และปราศจากโรคและแมลงศัตรูพืช

วิธีการเพาะ เริ่มจากใส่วัสดุเพาะลงในภาชนะที่เตรียมไว้ให้มีปริมาณสองในสามของภาชนะ นำเมล็ดมะเกี๋ยงโรยลงบนวัสดุเพาะ กระจายให้ทั่ว หลังจากนั้นนำวัสดุเพาะโรยปิดคลุมเมล็ดอีกทีหนึ่ง โดยให้มีความหนาประมาณ 5 เซนติเมตร นำภาชนะไปไว้ในที่ร่มรำไร รดน้ำให้ชุ่ม อย่าให้วัสดุเพาะแห้ง หลังจากนั้นหนึ่งสัปดาห์ เมล็ดมะเกี๋ยงจะเริ่มงอก

(2) การเพาะในแปลงเพาะกล้า

- พื้นที่แปลงเพาะควรเป็นพื้นที่ซึ่งไม่เคยมีโรคหรือแมลงศัตรูพืชระบาดมาก่อน เนื่องจากอาจเป็นแหล่งสะสมโรคและแมลงที่อาจมาทำลายต้นกล้ามะเกี๋ยงได้ นอกจากนี้ต้นกล้ามะเกี๋ยงจะต้องได้รับแสงแดดร้อยละ 60-70 ตลอดทั้งวัน อาจต้องใช้ตาข่ายพรางแสงมาขึงบริเวณแปลงเพาะ
- ถ้าเพาะในกระบะเพาะ ควรเป็นกระบะเพาะที่มีขนาดใหญ่และทำจากวัสดุที่แข็งแรง เช่น กระบะทำจากปูนซีเมนต์หรืออิฐบล็อก
- วัสดุเพาะควรเป็นวัสดุที่เก็บความชื้นได้ดี เช่น ขี้เถ้าแกลบ ขุยมะพร้าว หรือดินผสมแกลบ เป็นต้น ในอัตราส่วนที่เท่า ๆ กัน

ภาพที่ 2.1 วัสดุเพาะและการเพาะเมล็ดมะเกี๋ยง

- วิธีการเพาะคือ ทำร่องตามแนวยาวหรือแนวขวางของกระบะเพาะหรือแปลงเพาะ ระหว่างร่องให้ห่างกันประมาณ 10 เซนติเมตร ลึกประมาณ 5 เซนติเมตร นำเมล็ดมะเกี๋ยงโรยลงในร่องที่เตรียมไว้ โดยอย่าให้เมล็ดมะเกี๋ยงทับซ้อนกัน กลบเมล็ดด้วยวัสดุเพาะอีกครั้งหนึ่งให้มีความหนาประมาณ 5 เซนติเมตร รดน้ำให้ชุ่ม อย่าให้วัสดุเพาะแห้ง เมล็ดจะงอกภายใน 1 สัปดาห์หลังเพาะ

(3) การย้ายต้นกล้า เนื่องจากมะเกี๋ยงเป็นไม้ต้นขนาดใหญ่ การย้ายต้นกล้าลงปลูกในถุงพลาสติกดำ เพื่อต้องการดูแลให้ต้นแข็งแรงก่อนนำไปปลูกในแปลง หรือนำไปเป็นต้นตอในการขยายพันธุ์โดยวิธีการเสียบยอดหรือทาบกิ่ง ต้นกล้ามะเกี๋ยงที่จะทำการย้ายปลูกควรมีอายุ 45-60 วันหลังจากเพาะ หรืออาจสังเกตโดยดูจากใบที่มีสีเขียวเข้ม และมีใบใหม่ที่กำลังแตกออกมาอีก ต้นกล้าในระยะนี้จะมีอัตราการรอดสูง วัสดุปลูกที่นำมาใส่ในถุงประกอบด้วยดินผสม แกลบหรือขี้เถ้าแกลบ ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมัก อัตราส่วน 3 : 1 : 1 นำถุงที่มีวัสดุปลูกมาจัดเรียงในที่ร่มรำไรให้เป็นระเบียบเพื่อง่ายต่อการนับจำนวน ถอนต้นกล้าที่แข็งแรงลงปลูกในถุงที่เตรียมไว้ กดบริเวณโคนต้นเพื่อให้รากกับดินติดกันแล้วรดน้ำให้ชุ่ม

ภาพที่ 2.2 ต้นกล้ามะเกี๋ยง

(4) การดูแลรักษาต้นกล้า

- ในสัปดาห์แรกของการย้ายต้นกล้าลงปลูก อย่าให้วัสดุปลูกแห้ง ควรรดน้ำอย่างน้อยวันละ 2 ครั้ง ในช่วงเช้าและเย็น เพื่อให้ต้นกล้าตั้งตัวได้ดี หลังจากนั้นอาจรดน้ำวันละ 1 ครั้ง ในตอนเย็นของทุกวัน

- ควรมีการกำจัดวัชพืชอยู่เสมอและอาจมีการใช้ปุ๋ยเคมี เช่น ยูเรีย รดลงบนต้นกล้าในอัตราส่วน 2 ช้อนโต๊ะ ผสมน้ำ 20 ลิตร หลังจากที่ต้นกล้าอายุได้ประมาณ 2 เดือน หลังย้ายปลูกอาจใช้ปุ๋ยเคมีสูตรเสมอ 15-15-15 โดยผสมในอัตราส่วน 1 ช้อนโต๊ะ ผสมน้ำ 20 ลิตร รดลงไปเดือนละ 1 ครั้ง โดยรดติดต่อกันไปเป็นเวลา 3 เดือน ช่วยให้ต้นกล้าเจริญเติบโตและแข็งแรงขึ้น เพื่อป้องกันการเกิดโรคและแมลงศัตรูพืช นอกจากนี้ อาจมีการใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัด เช่น โรคโคนเน่า รากเน่า เป็นต้น

1.2 การขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ

มะเกี๋ยงมีการพักตัวหรือหยุดการเจริญเติบโตในช่วงฤดูหนาว ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงกุมภาพันธ์ ดังนั้นการขยายพันธุ์โดยใช้ส่วนต่าง ๆ ของต้นสามารถทำได้ตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงตุลาคม เนื่องจากในระยะนี้มะเกี๋ยงมีการเจริญเติบโตทางลำต้น การขยายพันธุ์โดยวิธีนี้สามารถทำได้หลายวิธีด้วยกัน ได้แก่ การตัดชำกิ่ง (stem cutting) การตอนกิ่ง (air layering) การทาบกิ่ง (approach grafting) การเสียบยอด (tip grafting)

1.2.1 การตัดชำกิ่ง (stem cutting) เป็นวิธีการนำส่วนของกิ่งหรือยอดที่สามารถเกิดรากมาปักชำในวัสดุปักชำที่เหมาะสม เพื่อให้ได้ต้นใหม่ที่มีลักษณะเหมือนต้นแม่หรือต้นเดิมทุกประการ

วัสดุอุปกรณ์ปักชำประกอบด้วยถุงชำ (ถุงดำขนาด 2-3 นิ้ว) ถุงพลาสติกใสขนาด 20 x 30 นิ้ว (ควรใช้ถุงเย็นเนื่องจากมีความยืดหยุ่นสูง ไม่แตกหรือกรอบง่ายเมื่อถูกแสงแดด) สารควบคุมการเจริญเติบโต (ฮอร์โมนเร่งราก) ขี้เถ้าแกลบ ทราย ขุยมะพร้าว (ในอัตราส่วน 3 : 2 : 1) และสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา

กิ่งมะเกี๋ยงที่เหมาะสำหรับนำมาปักชำคือกิ่งกึ่งอ่อนกึ่งแก่ที่อยู่ปลายยอด ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางกิ่งประมาณ 1 เซนติเมตร หรือเท่ากับแท่งดินสอ มีวิธีการคือ

(1) ตัดให้กิ่งมีความยาว 15-20 เซนติเมตร โดยตัดใต้ข้อลงมาประมาณ 3-5 เซนติเมตร เหลือใบที่อยู่ปลายกิ่งไว้ 2-3 คู่ ตัดใบให้เหลือครึ่งหนึ่งของใบเพื่อลดการคายน้ำ การปักชำกิ่งควรตัดในช่วงเวลาเช้า เนื่องจากอากาศยังไม่ร้อนเกินไป ใบจะได้ไม่เหี่ยวง่าย กรณีที่ตัดกิ่งมาจากที่อื่นหรือตัดเวลากลางวัน ควรนำกิ่งที่ตัดแช่น้ำ แล้วห่อด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์ และใส่ในถุงพลาสติก มัดปากถุงให้แน่นเพื่อป้องกันการคายน้ำ

(2) ใช้ปลายมีดกรีดบริเวณโคนกิ่งตามความยาว ให้ลึกถึงเนื้อไม้ยาวประมาณ ½ นิ้ว จำนวน 3-4 รอยรอบกิ่ง หลังจากนั้นนำส่วนโคนกิ่งชุบลงในสารเร่งรากไอบีเอ นานประมาณ 1 นาที ปักชำกิ่งลงในถุงชำลึกลงไปประมาณ 2 นิ้ว ถุงละ 1 กิ่ง กดโคนกิ่งกับวัสดุชำให้แน่น เพื่อไม่ให้กิ่งชำล้ม รดน้ำให้ชุ่ม

(3) นำกิ่งมะเกี๋ยงที่ชำเรียบร้อยแล้ว บรรจุลงในถุงพลาสติกใส จำนวนถุงขึ้นอยู่กับขนาดของถุงพลาสติก พ่นสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา มัดปากถุงให้แน่น นำไปวางในที่ร่มรำไร ประมาณ

40-50 วัน กิ่งชำจึงจะออกราก หลังจากนั้นเปิดปากถุงทิ้งไว้ 3-5 วัน แล้วจึงนำถุงชำกิ่งไปไว้ในที่ร่ม ก่อนที่จะนำไปลงปลูกในกระถางหรือแปลงปลูกต่อไป

ภาพที่ 2.3 การตัดชำกิ่ง

1.2.2 การตอนกิ่ง (air layering) เป็นวิธีการที่ทำให้กิ่งออกรากขณะที่ยังติดอยู่กับต้นแม่ เมื่อออกรากแล้วจึงทำการตัดออกจากต้นแม่เพื่อนำไปชำหรือปลูกต่อไป การตอนกิ่งมีขั้นตอนและวิธีการดังนี้

(1) เลือกกิ่งที่มีอายุ 1-2 ปี สีของเปลือกสีเขียวปนน้ำตาล เส้นผ่าศูนย์กลางกิ่ง 1-2 เซนติเมตร ความยาวกิ่ง 50-80 เซนติเมตร กิ่งที่เหมาะสมควรเป็นกิ่งกระโดงหรือกิ่งที่ปลายยอดชี้ขึ้นไปบนอากาศ

(2) การทำแผล โดยควั่นรอบกิ่งให้เป็นรอยห่างกันประมาณ 1-2 นิ้ว โดยให้รอยควั่นตอนบนชิดข้อ

(3) แกะเปลือกระหว่างรอยควั่นทั้งสองออกให้หมด หลังจากนั้นใช้มีดขูดเบา ๆ เพื่อเอาเยื่อแคมเบียม (cambium) ที่มีลักษณะลื่นรอบกิ่งออกให้หมด

(4) ทาสารเร่งรากไอบีเอ (IBA) รอบบริเวณรอยแผล

ภาพที่ 2.4 การตอนกิ่ง

(5) หุ้มบริเวณรอยแผลด้วยดินเหนียว นำกาบมะพร้าวที่แช่น้ำจนอิ่มตัว ทุบให้นุ่มเป็นแผ่นบาง ตัดเป็นท่อน ยาว 3-4 นิ้ว หุ้มทับดินเหนียว และหุ้มด้วยถุงพลาสติกใสให้มิดชิด มัดหัวท้ายด้วยเชือกฟางให้แน่น เพื่อไม่ให้ความชื้นจากกาบมะพร้าวระเหยออกมา กรณีที่ไม่มีกาบมะพร้าว อาจทำตุ้มโดยใช้ขุยมะพร้าวที่แช่น้ำจนอิ่มตัว บีบให้หมาด แล้วบรรจุลงในถุงพลาสติกเย็น ขนาด 4 x 6 นิ้ว อัดให้แน่นจนมีปริมาณ 2 ใน 3 ของถุง มัดปากถุงด้วยเชือกฟางให้แน่น หลังจากนั้นใช้มีดปาดตามความยาวที่จุดกึ่งกลางของถุง แล้วนำไปหุ้มบริเวณรอยควั่น ผูกมัดด้วยเชือกฟางให้แน่น

ภาพที่ 2.5 การหุ้มรอบแผล

(6) หลังจากตอนกิ่งได้ 25-30 วัน จะเห็นรากอ่อนสีขาวขนาดเล็กโผล่ออกมาแต่ยังมีปริมาณไม่มากนัก ให้ปล่อยทิ้งไว้อีก 15-20 วัน รากจะเป็นสีน้ำตาล มีจำนวนมากขึ้น และมีขนาดใหญ่ขึ้น จึงทำการตัดออกจากต้นแม่เพื่อนำไปปักชำหรือปลูกต่อไป

ภาพที่ 2.6 ต้นกล้ามะเกี๋ยงที่ขยายพันธุ์โดยวิธีการตอนกิ่ง

1.2.3 การทาบกิ่ง (approach grafting) เป็นการนำเอายอดพันธุ์ดี (scion) จากต้นที่ต้องการมาเชื่อมต่อกับต้นตอ (stock) เพื่อให้ต้นมะเกี๋ยงมีการเจริญเติบโตรวดเร็วและมีระบบรากที่แข็งแรง การทาบกิ่งนิยมทำหลังทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้ว การทาบกิ่งแบบเสียบข้างเป็นวิธีที่นิยมที่สุด มีขั้นตอนการปฏิบัติดังนี้

(1) การเตรียมต้นตอ (stock) ที่ได้จากการเพาะเมล็ด อายุประมาณ 6-7 เดือน

(2) ถอนต้นตอโดยให้ดินติดที่รากน้อยที่สุด ถ้าหากรากยาวควรตัดให้สั้น เหลือไว้ประมาณ 5 เซนติเมตร ตัดส่วนยอดทิ้งให้คงเหลือ 10-15 เซนติเมตร นำขุยมะพร้าวที่แช่น้ำจนอิ่มตัว บีบให้พอหมาด บรรจุลงในถุงพลาสติกเย็น ขนาด 4 x 6 นิ้ว จนเต็ม ใช้นิ้วมือเจาะบริเวณตรงกลางถุงจนถึงก้นถุง นำส่วนรากของต้นตอที่เตรียมไว้ใส่ลงไปจนถึงก้นถุง อัดขุยมะพร้าวให้แน่น จนมีปริมาณ 2 ใน 3 ส่วนของถุง มัดปากถุงด้วยเชือกฟางให้แน่น โดยเหลือปลายเชือกฟางให้มีความยาวพอที่จะผูกติดกับยอดพันธุ์ดี

ภาพที่ 2.7 ต้นตอที่เตรียมไว้ผูกติดกับยอดพันธุ์ดี

(3) เลือกยอดพันธุ์ดีที่เป็นกิ่งกระโดงหรือเอียงเล็กน้อย มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางกิ่งโตกว่าต้นตอเท่าตัว เลือกกิ่งที่มีความยาว 50-60 เซนติเมตร จากปลายยอดถึงบริเวณที่จะทำแผล ใช้มีดที่คมเพื่อไม่ให้แผลช้ำ เฉือนเปลือกให้ลึกเข้าไปในเนื้อไม้เล็กน้อย ยาว 3-4 เซนติเมตร จากด้านล่างขึ้นด้านบน ตัดเปลือกที่เฉือนออกประมาณครึ่งหนึ่ง

(4) เฉือนส่วนปลายของต้นตอให้เฉียงขึ้นหรือเป็นรูปปากฉลาม ยาว 3-4 เซนติเมตร แล้วเฉือนด้านตรงข้ามยาวประมาณครึ่งหนึ่งของรอยเฉือนแรก โดยรอยเฉือนควรเรียบ

ภาพที่ 2.8 ส่วนปลายของกิ่งที่เฉือนไว้

(5) นำต้นตอที่เฉือนแล้วสอดประกบกับกิ่งยอดพันธุ์ดีให้สนิท โดยให้รอยเฉือนที่ยาวกว่าแนบติดกับเนื้อไม้ รอยเฉือนที่สั้นกว่าให้แนบติดกับส่วนของเปลือก

(6) ใช้เทปพลาสติกพันรอบกิ่งที่ประกบกัน โดยให้พันจากด้านล่างขึ้นด้านบนให้แน่น ผูกเชือกฟางส่วนที่เหลือไว้กับกิ่งพันธุ์ดีให้แน่น เพื่อป้องกันไม่ให้กิ่งเคลื่อน

ภาพที่ 2.9 การทาบกิ่ง

(7) ประมาณ 30-45 วัน กิ่งทาบก็จะติด โดยสังเกตได้จากถุงต้นตอจะเกิดรากใหม่เป็นสีน้ำตาลเข้ม หลังจากนั้นจึงตัดกิ่งทาบไปชำในถุง โดยให้รอยทาบอยู่เหนือระดับผิวดิน ใช้ไม้ไผ่ปักและผูกกับกิ่งทาบป้องกันการโยกหรือหักล้ม อนุบาลไว้ประมาณ 1 ปี จึงนำไปปลูกลงดินต่อไป

1.2.4 การเสียบยอด (tip grafting) เป็นการต่อกิ่งโดยนำยอดพันธุ์ดีมาเสียบกับต้นตอที่ได้จากเพาะเมล็ดที่ปลูกอยู่ในถุงดำอายุประมาณ 1 ปี เส้นผ่าศูนย์กลางกิ่งประมาณ 1 เซนติเมตร เพื่อให้ทั้งสองส่วนของพืชติดกันและเจริญต่อไปเหมือนกับเป็นต้นเดียวกัน โดยส่วนของพืชที่อยู่ด้านล่างเรียกว่าต้นตอ ทำหน้าที่หาอาหารมาเลี้ยงส่วนบนที่เรียกว่ายอดพันธุ์ดี ยอดหรือกิ่งพันธุ์ดีควรเป็นกิ่งที่อยู่ในระยะกึ่งอ่อนกึ่งแก่ที่สีของผิวเปลือกมีสีเขียวปนน้ำตาล และควรมีขนาดเล็กกว่าหรือใกล้เคียงกับขนาดของต้นตอ มีความยาวประมาณ 15-20 เซนติเมตร และเป็นกิ่งที่สมบูรณ์ไม่มีโรคหรือแมลงเข้าทำลาย การต่อยอดหรือเสียบยอดสามารถทำได้ 2 วิธีคือ การเสียบยอดแบบเสียบลิ่มหรือเข้าลิ่ม และการเสียบยอดแบบฝานบวบ

(1) การเสียบยอดแบบเสียบลิ่มหรือเข้าลิ่ม มีขั้นตอนการปฏิบัติ ดังนี้

- เลือกต้นตอและกิ่งพันธุ์ดีที่มีลักษณะตรงและมีขนาดเท่าหรือใกล้เคียงกัน
- ตัดส่วนยอดของต้นตอทิ้ง ให้มีความสูงจากโคนต้นขึ้นมาประมาณ 10-15 เซนติเมตร ใช้มีดคมผ่ากลางต้น ลึกประมาณ 2-3 เซนติเมตร

ภาพที่ 2.10 กิ่งยอดพันธุ์ดี (scion)

ภาพที่ 2.11 ต้นตอ (stock)

- ยอดพันธุ์ดี ให้ตัดใบบริเวณโคนกิ่งพันธุ์ดีและตัดยอดอ่อนทิ้ง เฉือนบริเวณโคนกิ่งพันธุ์ดีให้เป็นรูปลิ่มยาวเท่ากับรอยผ่าของต้นตอให้เท่ากันทั้งสองด้าน หลังจากนั้นเสียบยอดพันธุ์ดีลงไปบริเวณรอยผ่าของต้นตอ โดยให้แนวของแคมเบียม (cambium) ของเปลือกของต้นตอและยอดพันธุ์ดีตรงกัน
- พันเทปพลาสติกให้รอบบริเวณที่เสียบยอดให้แน่น โดยพันจากด้านล่างขึ้นด้านบน หรือถ้าไม่มีเทปพลาสติกอาจใช้เชือกฟางแทนก็ได้ รดน้ำบริเวณโคนต้นให้ชุ่ม นำต้นที่ทำการเสียบยอดแล้วไปใส่ในถุงพลาสติก ขนาด 20 x 30 นิ้ว หรือมีขนาดใหญ่กว่านี้ จำนวนต้นที่ใส่ลงไปขึ้นอยู่กับขนาดของถุง ฉีดพ่นสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราให้ทั่ว มัดปากถุงให้แน่น นำไปเก็บในโรงเรือนหรือในที่มีแสงแดดรำไร ใช้เชือกฟางมัดปากถุงเพื่อยึดไม่ให้ปากถุงลงมาติดกับยอดพันธุ์ดีที่อยู่ในถุง ทำการเปลี่ยนถุงปลูกให้มีขนาดใหญ่ขึ้น ปลูกเลี้ยงไว้ในโรงเรือนประมาณ 8-12 เดือน เพื่อรอการปลูกต่อไป

ภาพที่ 2.12 การเสียบยอดแบบเสียบลิ่ม

- หลังการเสียบยอดได้ 45-50 วัน กิ่งพันธุ์ดีจะแตกยอดใหม่ ให้เปิดปากถุงออกประมาณหนึ่งในสี่ของปากถุง เพื่อให้ต้นพันธุ์ดีค่อยปรับตัวกับสภาพอากาศข้างนอก โดยเปิดทิ้งไว้ประมาณ 3-5 วัน หลังจากนั้นนำออกจากถุงแล้วนำไปอนุบาลไว้ในโรงเรือน

(2) การเสียบยอดแบบเฉือนบวบ มีขั้นตอนการปฏิบัติดังนี้

- เลือกต้นตอและกิ่งพันธุ์ดีที่มีลักษณะตรงและมีขนาดเท่าหรือใกล้เคียงกัน
- ตัดส่วนยอดของต้นตอทิ้ง ให้มีความสูงจากโคนต้นขึ้นมาประมาณ 10-15 เซนติเมตร ใช้มีดที่คมเฉือนปลายกิ่งต้นตอให้เรียบในแนวเฉียงขึ้น ยาวประมาณ 2-3 เซนติเมตร

- เฉือนแผลบริเวณตรงโคนกิ่งพันธุ์ให้เรียบในแนวเฉียงลง ความยาวของแผลให้เท่าหรือใกล้เคียงกับรอยเฉือนของต้นตอคือ 2-3 เซนติเมตร
- ประกบรอยเฉือนของกิ่งพันธุ์ดีกับต้นตอให้สนิท โดยให้เปลือกของกิ่งพันธุ์ดีกับต้นตอเสมอกันด้านใดด้านหนึ่ง เพื่อให้แคมเบียมของต้นตอกับยอดพันธุ์ดีตรงกัน
- พันจุดเชื่อมของต้นตอกับยอดพันธุ์ดี ด้วยเทปพลาสติกหรือเชือกฟางให้แน่น รดน้ำบริเวณโคนต้นตอให้ชุ่ม
- นำต้นที่เปลี่ยนยอดเรียบร้อยแล้วไปใส่ในถุงพลาสติกขนาด 20 x 30 นิ้ว จำนวนต้นที่ใส่ลงไปขึ้นอยู่กับขนาดของถุง ฉีดพ่นสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราให้ทั่ว มัดปากถุงให้แน่น นำไปเก็บในโรงเรือนหรือในที่มีแสงแดดรำไร ใช้เชือกฟางมัดปากถุงเพื่อยึดไม่ให้ปากถุงลงมาติดกับยอดพันธุ์ดีที่อยู่ในถุง

ภาพที่ 2.13 การเสียบยอดแบบฝานบวบ

- หลังการเสียบยอดได้ 45-50 วัน กิ่งพันธุ์ดีจะแตกยอดใหม่ ให้เปิดปากถุงประมาณหนึ่งในสี่ของปากถุง เพื่อให้ต้นพันธุ์ดีค่อย ๆ ปรับตัวกับสภาพอากาศข้างนอก โดยเปิดทิ้งไว้ประมาณ 3-5 วัน หลังจากนั้นนำออกจากถุง ทำการเปลี่ยนถุงปลูกให้มีขนาดใหญ่ขึ้น ปลูกเลี้ยงไว้ในโรงเรือนอีกประมาณ 8-12 เดือน เพื่อรอการปลูกในแปลงต่อไป

2. ระบบการปลูกพืชมะเกี๋ยง

วิภารัตน์ เทพแก้ว และบุญเลิศ อิทธิพลจันทร์

2.1 การเลือกและการเตรียมพื้นที่แปลงปลูก

จากการศึกษาวิจัยพืชมะเกี๋ยงของหน่วยงานที่ร่วมสนองพระราชดำริต่าง ๆ ภายใต้โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ซึ่งพบว่ามะเกี๋ยงเป็นพืชที่มีศักยภาพค่อนข้างสูงในการนำมาใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน โดยเฉพาะด้านอุตสาหกรรมการอาหารและอุตสาหกรรมทางการแพทย์ ดังนั้นการเพิ่มคุณภาพและปริมาณต้นให้เพียงพอแก่ความต้องการในการเตรียมผลผลิตมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ การเลือกพื้นที่ในการสร้างสวนมะเกี๋ยงต้องคำนึงสิ่งต่อไปนี้

2.1.1 การปลูกบริเวณพื้นที่ราบลุ่ม ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่นา ดินมักเป็นดินค่อนข้างเหนียว มีระดับน้ำใต้ดินสูง และมักประสบปัญหาน้ำท่วมขังในฤดูฝน ดังนั้นการปลูกมะเกี๋ยงในที่ราบลุ่มต้องทำการถมดินให้สูงพ้นจากระดับน้ำท่วมขังก่อน และควรทำร่องระบายน้ำไว้ด้วย

2.1.2 การปลูกบริเวณพื้นที่ราบ การปลูกในพื้นที่ราบหรือที่ดอนนี้ควรพิจารณาถึงแหล่งน้ำต้องเพียงพอสำหรับต้นมะเกี๋ยงโดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้ง และควรปลูกไม้บังลมเพื่อป้องกันการโค่นล้มของต้นจากลมพายุ และควรทำแนวป้องกันไฟไว้รอบ ๆ บริเวณพื้นที่ปลูก

2.1.3 การปลูกบริเวณพื้นที่สูง เนื่องจากพื้นที่สูงส่วนใหญ่มักเป็นเนินหรือภูเขา มีความลาดชันสูง ดินมักเป็นดินร่วนปนทรายและในบางจุดอาจมีหินลูกรังปะปนอยู่ด้วย นอกจากนี้ยังมีอากาศที่เย็นเกือบตลอดทั้งปี การปลูกมะเกี๋ยงในพื้นที่สูงจึงต้องมีการคัดเลือกสายพันธุ์ที่ตอบสนองต่อพื้นที่และสภาพภูมิอากาศพื้นที่สูง ที่สำคัญต้องมีแหล่งน้ำเพียงพอต่อความต้องการในฤดูแล้ง และทำแนวป้องกันไฟป่ารอบบริเวณแปลงปลูก

2.2 การวางผังปลูก

การวางผังปลูกควรพิจารณาคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ เช่น ความอุดมสมบูรณ์ของดินบริเวณพื้นที่ปลูก แหล่งน้ำ ถนน หรือระบบชลประทาน เป็นต้น

การวางผังปลูกตามหลักของงานไม้ผลสามารถทำได้ 3 แบบ (ตารางที่ 2.1) คือ

2.2.1 การปลูกแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส เป็นระบบการปลูกที่ใช้ระยะปลูกระหว่างต้นระหว่างแถวที่เท่ากัน เป็นระบบที่นิยมปลูกกันมากที่สุด เนื่องจากเป็นระบบที่สะดวกในเรื่องของการจัดการด้านเขตกรรม

2.2.2 การปลูกแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า เป็นระยะการปลูกระหว่างต้นและแถวเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ข้อดีคือมีพื้นที่เขตกรรมมาก และข้อเสียคือได้จำนวนต้นต่อไร่ต่ำ

2.2.3 การปลูกแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัสซ้อนหรือปลูกแบบสลับฟันปลา เป็นระบบปลูกที่เหมือนกับระบบปลูกแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส การปลูกแบบนี้ช่วยให้ได้จำนวนต้นเพิ่มมากขึ้น แต่มีข้อเสียคือ มีความยุ่งยากหากมีการใช้เครื่องจักรกลในแปลงปลูก

ตารางที่ 2.1 จำนวนต้นต่อไร่ของผังปลูกแบบต่าง ๆ

ระยะปลูกระหว่างต้น x ระหว่างแถว	จำนวนต้นต่อไร่
แบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส	
6 x 6	44
8 x 8	25
10 x 10	15
แบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า	
6 x 8	33
6 x 10	26
8 x 10	20
แบบสี่เหลี่ยมจัตุรัสซ้อน	
6 x 6	44
8 x 8	25
10 x 10	15

2.3 การเตรียมหลุมปลูก

ชนิดของดินบริเวณที่ปลูกต้นมะเกี๋ยงจะเป็นตัวกำหนดขนาดของหลุมปลูก โดยปกตินิยมขุดหลุมมีขนาดความกว้าง x ความยาว x ความลึก = 0.5 x 0.5 x 0.5 และ 1 x 1 x 1 เมตร แต่ถ้าหากพื้นที่เป็นดินร่วนเหนียวหรือดินร่วนปนทราย ขนาดของหลุมอาจไม่จำเป็นต้องมีขนาดใหญ่มากนัก แต่ถ้าเป็นพื้นที่ดินลูกรังหรือดินที่มีหินปะปน ส่วนใหญ่ไม่ค่อยมีสารอาหารจึงจำเป็นต้องขุดหลุมให้มีขนาดใหญ่ขึ้นเพื่อให้มีพื้นที่สำหรับใส่ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักในก้นหลุมก่อนปลูก

2.4 การปลูก

ต้นกล้าหรือต้นพันธุ์มะเกี๋ยงที่ปลูกควรมีอายุ 1 ปีขึ้นไป และเป็นต้นที่แข็งแรง ปราศจากโรคและแมลงเข้าทำลาย ไม่แคระแกร็น ใบควรเป็นใบที่เจริญเต็มที่และมีสีเขียวเข้ม ต้นพันธุ์อาจได้จากการขยายพันธุ์โดยวิธีการต่าง ๆ เช่น เพาะเมล็ด ปักชำ ตอนกิ่ง ทาบกิ่ง เสียบกิ่ง เป็นต้น ก่อนนำต้นพันธุ์ไปลงปลูกในแปลง ควรนำออกมาจากโรงเรือนอนุบาล และนำมาวางพักบริเวณที่ได้รับแสงแดดประมาณ 1 สัปดาห์ และควรงดการให้น้ำประมาณ 2 วันก่อนนำไปปลูกในแปลง

ในกรณีที่มีแหล่งน้ำหรือระบบชลประทานที่เพียงพอสามารถปลูกมะเกี๋ยงได้ทุกฤดู โดยช่วงเวลาที่เหมาะสมควรเป็นช่วงต้นฤดูฝนระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงมิถุนายน เพราะในช่วงเวลานี้มีความชื้นในดินและในบรรยากาศค่อนข้างสูง ทำให้ต้นมะเกี๋ยงสามารถตั้งตัวได้เร็วขึ้น ก่อนปลูกควรใส่ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอกรองก้นหลุม โดยใส่หลุมละ 3-5 กิโลกรัม คลุกเคล้ากับดินชั้นบน หลังจากนั้นนำต้นพันธุ์มะเกี๋ยงวางตรงกลางหลุม กลบดินบริเวณโคนต้นให้แน่น ตัดไม้ทำหลักปักบริเวณข้างต้นพันธุ์ที่ปลูก แล้วใช้เชือกผูกต้นกับไม้หลักเพื่อป้องกันการโค่นล้มของต้น

3. การดูแลรักษา

วิภารัตน์ เทพแก้ว และบุญเลิศ อิทธิพลจันทร์

3.1 การให้น้ำ

มะเกี๋ยงต้องการน้ำในช่วงที่มีการเจริญเติบโตทางกิ่งก้าน ใบ และผลที่กำลังพัฒนา ซึ่งในระยะนี้จะอยู่ในช่วงฤดูฝนพอดี การให้น้ำจึงไม่มีความจำเป็นเพราะได้น้ำฝนจากธรรมชาติ แต่ถ้าปีไหนที่ฝนทิ้งช่วงควรมีการให้น้ำตามความจำเป็นและสม่ำเสมอ

วิธีการให้น้ำในสวนหรือแปลงปลูกมะเกี๋ยงมีดังนี้

3.1.1 การให้น้ำแบบหยด เป็นการให้น้ำในปริมาณที่น้อยและสม่ำเสมอ โดยการวางแนวท่อหลักปกตินิยมใช้ท่อพีวีซี (PVC) ขนาด 2-4 นิ้ว ผ่านกลางสวนหรือกลางแปลง แล้วใช้ท่อพีอี (PE) ขนาด 16 หรือ 20 มิลลิเมตร แยกไปบริเวณโคนต้น

3.1.2 การให้น้ำแบบพ่นฝอย (mini springer) โดยอาศัยปั๊มที่มีแรงดันสูง ปล่อยน้ำไปตามท่อผ่านออกไปยังบริเวณหัวฉีดขนาดต่าง ๆ การให้น้ำแบบนี้เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพ ประหยัดน้ำ สะดวก รวดเร็ว และสม่ำเสมอ

3.2 การให้ปุ๋ย

การให้ปุ๋ยแก่พืชมะเกี๋ยงควรพิจารณาถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง เช่น ธาตุอาหาร อินทรียวัตถุ และค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ที่มีอยู่ในดิน เป็นต้น ดังนั้นก่อนการปลูกหรือสร้างสวนมะเกี๋ยงควรมีการเก็บตัวอย่างดินบริเวณนั้น ไปทำการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการก่อน เพื่อวางแผนการจัดการธาตุอาหารในดินให้มีความเหมาะสมต่อไป

3.3 การตัดแต่งกิ่ง

เป็นการตัดแต่งเพื่อควบคุมทรงพุ่มต้นตามที่ต้องการ เพื่อง่ายต่อการจัดการในด้านอื่น ๆ เช่น การให้ปุ๋ย การฉีดพ่นสารเคมีป้องกันกำจัดโรคและแมลงศัตรูพืช การเก็บเกี่ยวและการใช้เครื่องทุ่นแรงภายในสวน เป็นต้น การตัดแต่งกิ่งในงานไม้ผลโดยทั่วไปปฏิบัติกัน (ภาพที่ 2.14) ดังนี้

3.3.1 การตัดแต่งกิ่งหรือทรงพุ่มต้นที่ยังไม่ให้ผลผลิต ถือว่าช่วงนี้เป็นช่วงที่มีความสำคัญมาก เพราะเป็นการจัดทรงพุ่มต้นให้มีโครงสร้างหลักของลำต้นซึ่งต้องมีการเลี้ยงส่วนยอดจากต้นที่ขยายพันธุ์โดยวิธีต่าง ๆ โดยเน้นให้มีกิ่งหลักที่ให้ลำต้นสูงเหนือพื้นดินประมาณ 80-100 เซนติเมตร ก่อนที่จะแตกกิ่งก้านสาขา และเป็นการควบคุมการเจริญเติบโตของต้นไม้ให้ไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง และพืชสามารถรับแสงได้เต็มที่ เป็นการป้องกันการระบาดของโรคและแมลงศัตรูได้ด้วย ส่วนใหญ่นิยมปฏิบัติกับต้นที่ปลูกไปแล้วหรือมีอายุ 1-2 ปี

3.3.2 การตัดแต่งกิ่งในต้นที่ให้ผลผลิตแล้ว มักทำการตัดแต่งหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตไปแล้วในช่วงเดือนกันยายน กิ่งที่จะต้องตัดทิ้ง คือกิ่งกระโดงที่แตกออกมาอยู่ในทรงพุ่มต้น กิ่งที่ซ้อนทับกัน กิ่งที่มีโรคและแมลงเข้าทำลาย เป็นต้น หลังจากตัดแล้วต้องทาปูนขาวหรือปูนแดงหรือสารกำจัดเชื้อราบริเวณรอยแผลที่ตัด การตัดแต่งกิ่งนี้จะช่วยให้ต้นไม่ต้องรับน้ำหนักมาก ผลจะมีขนาดใหญ่และมีขนาดสม่ำเสมอ

ภาพที่ 2.14 การตัดแต่งกิ่งต้นมะเกี๋ยง

3.4 การกำจัดวัชพืช

มีความจำเป็นอย่างยิ่งในช่วงที่ต้นมะเกี๋ยงยังมีขนาดเล็ก อายุต้น 1-3 ปีแรกหลังจากปลูก เพราะวัชพืชจะแย่งน้ำ อาหาร และความชื้น ทำให้การเจริญเติบโตของต้นมะเกี๋ยงลดลง ในบางพื้นที่ที่มีวัชพืชขึ้นสูงก็จะบดบังแสงแดดของต้นมะเกี๋ยง และยังเป็นแหล่งสะสมโรคและแมลงศัตรูด้วย ปัญหาของวัชพืชมีมากในช่วงฤดูฝน และปัญหาจะลดลงเมื่อต้นมะเกี๋ยงมีอายุมากขึ้น เนื่องจากมีการแตกของกิ่งก้านสาขาทำให้เกิดร่มเงาทำให้อัตราการงอกของเมล็ดวัชพืชลดลง แนวทางการกำจัดวัชพืชมีดังนี้

3.4.1 การกำจัดวัชพืชโดยใช้แรงงานคนหรือเครื่องจักรกล โดยวิธีการถอน ถาก หรือใช้เครื่องตัดหญ้าหรือรถแทรกเตอร์ที่มีเครื่องตัดหญ้าติดอยู่ การเลือกใช้ควรเลือกใช้ให้เหมาะสมกับพื้นที่

3.4.2 การใช้สารเคมีกำจัดวัชพืช นิยมใช้กับสวนที่มีปริมาณของพื้นที่มาก ปัจจุบันมีสารเคมีที่ใช้ในการป้องกันกำจัดวัชพืชที่ขายอยู่ตามท้องตลาดหลายยี่ห้อซึ่งมีวิธีใช้และปริมาณที่ใช้ระบุกำกับอยู่ข้างกล่อง

3.5 การใช้สารเคมีกำจัดโรคและแมลง

ต้องดำเนินการตั้งแต่ต้นมะเกี๋ยงมีการเจริญเติบโตทางด้านกิ่งก้านสาขา และช่วงที่ออกดอกและผลกำลังพัฒนา ถ้าหากมีการระบาดไม่รุนแรงก็ไม่จำเป็นต้องใช้สารเคมี แต่ถ้ามีการระบาดรุนแรงและส่งผลต่อการเจริญเติบโต การออกดอก และการติดผล ซึ่งอาจต้องใช้สารเคมีป้องกันกำจัด การใช้ขึ้นอยู่กับการระบาดของโรคและแมลง

4. การพัฒนาคุณภาพผลผลิตมะเกี๋ยง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตลำปาง

จากการสำรวจต้นมะเกี๋ยงทั่วภาคเหนือตั้งแต่ปี พ.ศ. 2537 เป็นต้นมา โดยสถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง ร่วมกับวิทยาเขตต่าง ๆ ทางภาคเหนือ พบต้นมะเกี๋ยงตามแหล่งชุมชนต่าง ๆ ทั้งในที่ราบ ที่ชุ่มชื้น และตามที่ดอนที่น้ำท่วมไม่ถึง แต่ส่วนมากมักปลูกตามพื้นราบใกล้กับแหล่งน้ำ ตามริมฝั่งแม่น้ำลำคลอง หรือตามแหล่งที่มีน้ำท่วมขังเป็นบางครั้ง จากการที่สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปางได้ออกไปสำรวจมะเกี๋ยงครั้งนั้นสังเกตเห็นว่า แหล่งปลูกมะเกี๋ยงที่ปลูกตามริมฝั่งแม่น้ำลำคลองหรือแหล่งที่มีน้ำขังเป็นบางครั้ง มีการเจริญเติบโตดีว่าการปลูกมะเกี๋ยงตามแหล่งที่ดอนและน้ำท่วมไม่ถึง อีกทั้งผลผลิตยังมีขนาดโตกว่าและจำนวนผลผลิตต่อไร่มากกว่า แต่เมื่อนำผลผลิตไปวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารแล้ว ปรากฏว่ามีคุณค่าทางอาหารต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับต้นที่ปลูกในพื้นที่ดอนน้ำท่วม

ไม่ถึง ถึงแม้ว่าการเจริญเติบโตจากลำต้นจะช้ากว่าและขนาดของผลก็เล็กกว่า แต่เมื่อนำมาวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการแล้วปรากฏว่ามีคุณค่าทางอาหารสูงกว่าต้นที่ปลูกในที่ลุ่มริมฝั่งแม่น้ำ อีกทั้งสียังเข้มข้นกว่าการปลูกในที่ลุ่ม แต่ผลผลิตต่อไร่ต่ำกว่ามาก ดังนั้นจึงจำเป็นต้องศึกษาการพัฒนาคุณภาพผลผลิตมะเกี๋ยงเพื่อรองรับการใช้ประโยชน์จากมะเกี๋ยงในเชิงการค้าเพิ่มมากขึ้น

4.1 การใช้น้ำและธาตุอาหารที่มีต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของมะเกี๋ยง

สัญชัย พันธโชติ ชิติ ศรีตนทิพย์ สันติ ช่างเจรจา และถวัลย์ บุญทันตา

มะเกี๋ยงเป็นพืชที่คาดว่าจะมีศักยภาพและสามารถเป็นไม้ผลเศรษฐกิจของเขตภาคเหนือตอนบนได้ หรือเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของเกษตรกรในการที่จะสร้างสวนมะเกี๋ยง ดังนั้นสำหรับการจัดการปลูกเป็นระบบเพื่อการผลิตเช่นเดียวกันไม้ผลชนิดอื่น ๆ จึงจำเป็นต้องศึกษาลักษณะพื้นฐานทางด้านสรีรวิทยาด้านต่าง ๆ ที่ตอบสนองต่อสภาพพื้นที่ ภูมิอากาศ หรือสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ตลอดจนกลไก (mechanism) ภายในพืชมะเกี๋ยงที่ควบคุมการแสดงออกทางลักษณะการเจริญเติบโตต่าง ๆ เช่น การเจริญเติบโตทางกิ่งใบและลำต้น การออกดอก การติดผล เป็นต้น เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนการจัดการปลูกในระบบสวนผลไม้ทางเศรษฐกิจและพัฒนาสู่อุตสาหกรรมต่อไป

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตลำปาง ปลูกมะเกี๋ยงด้วยกิ่งตอนในช่วงเดือนมิถุนายน 2543 ถึงสิงหาคม 2544 โดยใช้สายต้น RIT 1188 ที่ได้คัดเลือกแล้ว ในแปลงศึกษาการใช้น้ำและธาตุอาหารพืช (Lysimeters) รูปแบบ สวก. 1 (RIT-1) ซึ่งได้พัฒนามาจากรูปแบบเดิมของ Werner and Lenz (1980) และ Panthachod (1996) จำนวน 32 ต้น เพื่อควบคุมการให้น้ำและธาตุอาหาร ทำการแบ่งกลุ่มการจัดทรงต้นออกเป็น 2 รูปแบบคือ ปล่อยให้มีการเจริญเติบโตโดยรูปทรงของต้นธรรมชาติ (central leader or S-shape) และจัดรูปทรงต้นแยกออกจากกันในลักษณะรูปตัว V (V-shape)

ภาพที่ 2.15 การจัดทรงต้นแบบธรรมชาติ (central leader or S-shape) และการจัดทรงต้นแบบแยกออกจากกันในลักษณะรูปตัว V (V-shape)

4.1.1 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน มีดังนี้

(1) Lysimeter RIT-1 แต่ละชุดประกอบด้วย บ่อสูง 70 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 60 เซนติเมตร ห่างกันประมาณ 1.50 เมตร และมีดินซึ่งใช้เป็นวัสดุป้องกัน (buffer) อุณหภูมิรากพืช (root temperature) ในถังปลูกเกิดความแปรปรวน และมีถังให้น้ำและธาตุอาหารมีปริมาตร 30 ลิตร โดยต่อท่อเข้ากับก้นท่อปลูก ขนาดที่ถังวางบนพื้นดินปากถังยังคงอยู่ต่ำกว่าก้นท่อ เพื่อป้องกันการเกิดน้ำขังในท่อปลูก ด้านบนมีฝาปิดเพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำหรือน้ำจากภายนอกเข้าท่อ แต่มีรูตรงกลางสำหรับให้ต้นพืชเจริญเติบโต

(2) ใช้ทรายเป็นวัสดุปลูก (medium) ใช้หินและฟองน้ำทับรองก้นท่อเพื่อป้องกันทรายไหลลงสู่ถังให้น้ำ บรรจุทรายให้เต็มท่อ

(3) ให้น้ำ โดยยกถังน้ำขึ้นเหนือกระถางปลูก น้ำและสารอาหารไหลเข้าสู่ท่อปลูกตามแรงโน้มถ่วงของโลก ทิ้งไว้ให้อิ่มตัวประมาณ 15 นาที จึงนำถังน้ำวางลงที่เดิม น้ำจะไหลจากท่อปลูกกลับสู่ถังน้ำตามแรงโน้มถ่วงของโลก ให้น้ำทุกวัน วันละ 2-4 ครั้ง

(4) เติมน้ำลงในถังน้ำจนเต็มทุกวัน เพื่อบันทึกปริมาณการใช้น้ำของต้นมะเกี๋ยงทุกวันที่ผ่านมาของแต่ละต้น

(5) การให้ปุ๋ยในถัง ซึ่งปุ๋ยหรือสารอาหารใช้ตามสูตรดัดแปลงของ Hoagland and Arnon (1938) ชนิดมาตรฐาน 100% โดยในวันที่เปลี่ยนสารอาหารจะบันทึกการใช้น้ำตามปกติของแต่ละวัน จากนั้นเทน้ำออกทั้งหมดเพื่อเติมสารอาหารใหม่ที่ผสมเตรียมไว้ให้เต็มถังให้น้ำ โดยเปลี่ยนสารอาหารในถังให้น้ำสำหรับมะเกี๋ยง 2 สัปดาห์ต่อ 1 ครั้ง

ภาพที่ 2.16 แปลงศึกษาการใช้น้ำและธาตุอาหารพืช สวก.-1 (Lysimeter RIT-1)

4.1.2 สารอาหารสำหรับพืช แสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 สารอาหารที่ให้แก่ต้นมะเกี๋ยง (Hoagland and Arnon, 1938)

ชื่อสารเคมี	สูตรเคมี	ปริมาณที่ใช้
สารอาหารหลัก (macronutrients)		
1. แคลเซียมไนเทรต (15-0-0)	$Ca(NO_3)_2.4H_2O$	15.25 กก. ในน้ำ 25 ลิตร
2. โพแทสเซียมซัลเฟต (0-0-50)	K_2SO_4	825 กรัม ในน้ำ 25 ลิตร
3. แมกนีเซียมซัลเฟต (95%)	$MgSO_4.7H_2O$	3.85 กรัม ในน้ำ 25 ลิตร
4. โมโนโพแทสเซียมฟอสเฟต (0-52-34)	KH_2PO_4	1.70 กก. ในน้ำ 25 ลิตร
5. แอมโมเนียมไนเทรต (36%)	NH_4NO_3	500 กรัม ในน้ำ 1 ลิตร
6. เหล็กคีเลต (13%)	Fe-EDTA	267 กรัม ในน้ำ 25 ลิตร
7. สารอาหารรอง (micronutrients) ผสมในปริมาตร 2.5 ลิตร		
• แมงกานีสซัลเฟต	$MnSO_4.H_2O$	12.45 กรัม
• สังกะสีซัลเฟต	$ZnSO_4.7H_2O$	2.65 กรัม
• คอปเปอร์ซัลเฟต	$CuSO_4.5H_2O$	2.20 กรัม
• กรดบอริก	H_3BO_3	9.50 กรัม
• แอมโมเนียม โมลิบเดต	$(NH_4)_6Mo_7O_{24}.7H_2O$	0.175 กรัม
8. กรดกำมะถัน (เข้มข้น)	H_2SO_4	2.00 มล. ในน้ำ 1 ลิตร

วิธีการผสมสารอาหารพืชในภาชนะบรรจุขนาด 500 ลิตร (ความเป็นกรด-ด่าง 6.5) โดยการเติมสารอาหารตั้งแต่หมายเลข 1 ถึงหมายเลข 8 ในปริมาณดังตารางที่ 2.3 แล้วเติมน้ำจนครบ 500 ลิตร

ตารางที่ 2.3 ปริมาณสารอาหารที่ใช้

หมายเลข	ปริมาณที่ใช้ (มิลลิลิตร)
1	700
2	4,000
3	800
4	1,000
5	78
6	900
7	250
8	40

4.1.3 การใช้น้ำที่มีต่อการเจริญและพัฒนาการของมะเกี๋ยง

การศึกษาการใช้น้ำที่มีต่อการเจริญและพัฒนาการของมะเกี๋ยงที่ปล่อยให้มีการเจริญเติบโตตามธรรมชาติ (S-shape) และต้นที่จัดรูปทรงต้นแยกออกจากกันในลักษณะรูปตัววี (V-shape) เริ่มตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2543 ถึงเดือนกันยายน 2546 ได้ผลดังนี้

(1) การใช้น้ำของมะเกี๋ยงก่อนการจัดทรงต้น ในเดือนมิถุนายน 2543 ถึงกรกฎาคม 2544 มีแนวโน้มการใช้น้ำเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากเป็นช่วงที่มะเกี๋ยงมีการพัฒนาของใบ มีการแตกใบใหม่ ทำให้ปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยเพิ่มสูงขึ้น และอยู่ในช่วงเดือนเมษายนถึงมิถุนายน ซึ่งเป็นช่วงที่อุณหภูมิของอากาศสูงและมีแสงแดดจัด การคายน้ำสูงทำให้การดูดใช้น้ำเพิ่มขึ้น การใช้น้ำหลังจากจัดรูปทรงต้นแยกออกจากกันในลักษณะรูปตัววี (V-shape) เริ่มตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2544 มีแนวโน้มการใช้น้ำของต้นที่ปล่อยให้มีการเจริญเติบโตตามธรรมชาติ (S-shape) สูงกว่าต้นที่จัดรูปทรงต้นแยกออกจากกันในลักษณะรูปตัววี (V-shape) เนื่องจากต้นที่ไม่มีการจัดรูปทรงมีจำนวนใบมาก ทำให้การคายน้ำเพิ่มขึ้น จึงทำให้มีการดูดน้ำไปใช้ในขบวนการต่าง ๆ ส่วนต้นที่มีการจัดทรงต้นจะมีจำนวนใบลดลงและพื้นที่การคายน้ำน้อยจึงทำให้การดูดน้ำไปใช้ได้น้อย เช่นเดียวกับการทดลองของ Panthachod (1996) ประกอบกับช่วงเวลาดังกล่าวมีความชื้นในบรรยากาศสูงทำให้มีการคายน้ำต่ำ และมีผลทำให้การดูดน้ำไปใช้ของต้นลดลง

(2) การสังเคราะห์แสง การคายน้ำ การยอมให้ก๊าซผ่านของปากใบ และประสิทธิภาพการทำงานของคลอโรฟิลล์

การสังเคราะห์แสงของมะเกี๋ยงในช่วงแรกก่อนการจัดทรงต้น เป็นช่วงที่เริ่มปลูกใหม่ทำให้มีการแตกยอดอ่อนและใบอ่อนทำให้ประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงต่ำ แต่เมื่อมีการพัฒนาของใบเพิ่มมากขึ้น ทำให้มีการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้น แต่เมื่อมีการจัดทรงต้นในปีต่อมา ต้นที่จัดรูปทรงต้นแยกออกจากกันในลักษณะรูปตัววี (V-shape) มีการสังเคราะห์แสงสูงกว่า เนื่องจากการจัดทรงต้นทำให้ทรงพุ่มโปร่งจำนวนใบลดลง จึงทำให้ใบมีพื้นที่รับแสงมากขึ้น เมื่อใบได้รับแสงมากขึ้นจึงให้ประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับการทดลองของ Dietz (1984) และต้นที่ปล่อยให้มีการเจริญเติบโตตามธรรมชาติ (S-shape) มีจำนวนใบมากทำให้ปิดบังพื้นที่ในการรับแสงของใบ มีผลทำให้ใบมีประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงต่ำ

การคายน้ำในเดือนสิงหาคม 2543 ถึงเดือนธันวาคม 2543 ต้นที่ปล่อยให้มีการเจริญเติบโตตามธรรมชาติ (S-shape) ในช่วงแรกมีการคายน้ำต่ำ และมีการคายน้ำเพิ่มขึ้นในช่วงเดือนกันยายน 2543 ถึงเดือนตุลาคม 2543 ต้นที่จัดรูปทรงต้นแยกออกจากกันในลักษณะรูปตัววี (V-shape) ในช่วงเดือนสิงหาคม 2543 ถึงเดือนตุลาคม 2543 เป็นช่วงที่อุณหภูมิอากาศสูงซึ่งอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้อัตราการคายน้ำสูงขึ้น ทำให้มีการเคลื่อนที่ของน้ำจากรากไปสู่ใบมากขึ้นเพื่อใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง และนำอาหารจากรากสู่ใบ และในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2543 ถึงเดือนธันวาคม 2543 การคายน้ำต่ำ ทั้งยังอยู่ในช่วงฤดูหนาวซึ่งพืชเตรียมความพร้อมสำหรับแทงช่อดอกในฤดูถัดไป การคายน้ำ

ในเดือนมกราคม 2544 ถึงเดือนธันวาคม 2544 พบว่า ต้นที่ปล่อยให้มีการเจริญเติบโตตามธรรมชาติ (S-shape) และต้นที่จัดรูปทรงต้นแยกออกจากกันในลักษณะรูปตัววี (V-shape) มีการคายน้ำสูงต่ำแตกต่างกันไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่แตกต่างกันของแต่ละเดือน การคายน้ำในเดือนมกราคม 2545 ถึงเดือนธันวาคม 2545 ต้นที่จัดรูปทรงต้นแยกออกจากกันในลักษณะรูปตัววี (V-shape) มีการคายน้ำมากกว่าต้นที่ปล่อยให้มีการเจริญเติบโตตามธรรมชาติ (S-shape) เนื่องจากจำนวนใบของต้นที่จัดรูปทรงต้นแยกออกจากกันในลักษณะรูปตัววี (V-shape) ได้รับแสงมากกว่าต้นที่ปล่อยให้มีการเจริญเติบโตตามธรรมชาติ (S-shape)

อัตราการยอมให้ก๊าซผ่านปากใบก่อนการจัดทรงพุ่ม ในเดือนสิงหาคม 2543 ถึงเดือนธันวาคม 2543 ไม่มีความแตกต่างกัน เนื่องจากช่วงแรกมีการพัฒนาของใบอ่อน ทำให้การยอมให้ก๊าซผ่านของปากใบต่ำในช่วงแรก เมื่อมีการพัฒนาของต้นทำให้ใบมีประสิทธิภาพในการยอมให้ก๊าซผ่านของปากใบ แต่เมื่อมีการจัดทรงต้นแยกออกจากกันในลักษณะรูปตัววี (V-shape) ทำให้ประสิทธิภาพในการยอมให้ก๊าซผ่านของปากใบสูงกว่าต้นที่ปล่อยให้มีการเจริญเติบโตตามธรรมชาติ (S-shape) เนื่องจากการสังเคราะห์แสงของต้นที่จัดทรงต้นแยกออกจากกันในลักษณะรูปตัววี (V-shape) มีประสิทธิภาพมากกว่า ซึ่งการยอมให้ก๊าซผ่านของปากใบสัมพันธ์กับอัตราการสังเคราะห์แสง เพราะปากใบยอมให้ก๊าซผ่านเข้าออกง่ายในช่วงที่มีการสังเคราะห์แสงสูง และยากในช่วงที่มีอัตราการสังเคราะห์แสงต่ำ

ประสิทธิภาพการทำงานของคลอโรฟิลล์พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทั้งต้นที่ปล่อยให้มีการเจริญเติบโตตามธรรมชาติ (S-shape) และต้นที่จัดรูปทรงต้นแยกออกจากกันในลักษณะรูปตัววี (V-shape)

(3) ศักยภาพของน้ำในใบมะเกี๋ยง ต้นที่จัดรูปทรงต้นแยกออกจากกันในลักษณะรูปตัววี (V-shape) มีแนวโน้มมากกว่าต้นที่ปล่อยให้มีการเจริญเติบโตตามธรรมชาติ (S-shape) (ถ้าติดลบน้อยกว่า) ทั้งนี้ต้นที่จัดรูปทรงต้นแยกออกจากกันในลักษณะรูปตัววี (V-shape) ทำให้ความสมดุลของน้ำในใบพืชดีกว่าต้นที่ปล่อยให้มีการเจริญเติบโตตามธรรมชาติ (S-shape)

(4) การสะสมน้ำหนักแห้งของรากฝอย รากกลาง ลำต้น กิ่งใหญ่ กิ่งเล็ก และใบไม่มีความแตกต่างกัน แต่มีความแตกต่างกันของรากใหญ่ โดยต้นที่ปล่อยให้มีการเจริญเติบโตตามธรรมชาติ (S-shape) มีน้ำหนักของรากใหญ่มากกว่าต้นที่จัดรูปทรงต้นแยกออกจากกันในลักษณะรูปตัววี (V-shape) เนื่องจากต้นที่ปล่อยให้มีการเจริญเติบโตตามธรรมชาติ (S-shape) ต้องมีการพัฒนาของรากใหญ่มากเพื่อใช้ในการดูดน้ำและธาตุอาหารไปใช้ในส่วนต่าง ๆ ซึ่งมีจำนวนใบและกิ่งก้านมากกว่า และน้ำหนักโดยรวมทั้งต้น พบว่า ต้นที่ปล่อยให้มีการเจริญเติบโตตามธรรมชาติ (S-shape) มีการสะสมน้ำหนักแห้งมากกว่าต้นที่จัดรูปทรงต้นแยกออกจากกันในลักษณะรูปตัววี (V-shape) เนื่องจากการพัฒนาส่วนต่าง ๆ ของต้นดีกว่า

(5) ดัชนีพื้นที่ใบและดัชนีน้ำหนักแห้งของมะเกี๋ยง แนวโน้มของดัชนีน้ำหนักแห้งของใบต้นที่จัดรูปทรงต้นแยกออกจากกันในลักษณะรูปตัววี (V-shape) ต่ำลงในขณะพื้นที่ใบสูงขึ้น ทั้งนี้อาจมาจากการลำเลียงไปยังส่วนต่าง ๆ ของต้นที่จัดรูปทรงต้นแยกออกจากกันในลักษณะรูปตัววี (V-shape) มากกว่าต้นที่ปล่อยให้มีการเจริญเติบโตตามธรรมชาติ (S-shape) ทำให้มีอาหารสะสมอยู่ในใบน้อยกว่าต้นที่ปล่อยให้มีการเจริญเติบโตตามธรรมชาติ (S-shape)

(6) คุณภาพของผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว ต้นที่ปล่อยให้มีการเจริญเติบโตตามธรรมชาติ (S-shape) และต้นที่จัดรูปทรงต้นแยกออกจากกันในลักษณะรูปตัววี (V-shape) มีคุณภาพไม่แตกต่างกัน โดยแนวโน้มต้นที่จัดรูปทรงต้นแยกออกจากกันในลักษณะรูปตัววี (V-shape) มีเปอร์เซ็นต์ความหวาน จำนวนผลต่อช่อ และจำนวนช่อต่อต้นมากกว่า ทั้งนี้ต้นที่จัดรูปทรงต้นแยกออกจากกันในลักษณะรูปตัววี (V-shape) ทำให้จำนวนกิ่งที่มากกว่า

เอกสารอ้างอิง

Dietz, H.J. 1984. Einfluß des Sommerschnittes auf Wachstum, Ertrag und Fruchtqualitat. Obstbau 9(7): 320-321.

Hoagland, D.R. and D.J. Arnon. 1938. The water culture method for growing plants. Trockensubstanzbildung und Starkegehalt bei.

Panthachod, S. 1996. Vegetatives und generatives Wachstum sowie Wasserverbrauch und Nahrstoffaufnahme bei Apfelbaumen in Abhangigkeit von Fruchtbehang und Sommerschnitt. Dissertation Universitat Bonn, Germany. (in German).

Werner, H. and F. Lenz. 1980. Gefaßversuchsanlage fur Obstgeholze. Erwerbsobstbau 22(2): 27-28.

4.2 การพัฒนาคุณภาพของผลมะเกี๋ยงโดยใช้ปุ๋ยโพแทสเซียม

อภินันท์ เมฆบังวัน สันติ ช่างเจรจา ชิติ ศรีตนทิพย์ และสุเทพ ทองมา

ปัจจุบันมีการปลูกมะเกี๋ยงเป็นสวนในแปลงใหญ่ซึ่งทำเป็นการค้า เพื่อป้อนโรงงานอุตสาหกรรม แต่เกษตรกรบางรายยังไม่มีความรู้ในเรื่องนี้อย่างจริงจัง จึงนำไปปลูกในที่สูงซึ่งอาจทำให้ผลผลิตต่อพื้นที่น้อย จะเห็นได้ว่า พื้นที่ที่อยู่บนที่สูงมีการขาดปุ๋ยโพแทสเซียมเป็นส่วนมาก และถ้าเพิ่มปริมาณโพแทสเซียมเข้าไปส่งผลทำให้ขนาดของผลเพิ่มขึ้น ทำให้ผลผลิตต่อต้นต่อไร่สูงขึ้น

จากการที่ต้นมะเกี๋ยงถูกนำไปปลูกทั้งของภาครัฐ เอกชน และชาวสวนเกษตรกรเป็นจำนวนมาก และผู้ปลูกส่วนมากยังไม่รู้ถึงพื้นฐานของการปลูกและการดูแลรักษา ซึ่งทำให้ผลผลิตที่ได้มีคุณภาพต่ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งพื้นที่ที่เป็นที่สูงมีระบบการชลประทานไม่ดี ทำให้ขาดปุ๋ยโพแทสเซียม จากข้อมูลทางโภชนาการที่ทางสถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปางได้รวบรวมไว้ และได้สายต้นที่มีคุณภาพทางโภชนาการสูงที่สุด นำมาปลูกในแปลงของทางสถาบันวิจัยฯ ลำปาง แต่คุณภาพของผลผลิตยังต่ำอยู่ ผลมีขนาดเล็ก จึงต้องมีการทดลองและวิจัยในเรื่องการเสริมโพแทสเซียม เพื่อเพิ่มคุณภาพของผลผลิตให้สูงขึ้น

มะเกี๋ยงที่ปลูกในที่สูงได้รับน้ำไม่เพียงพอ ทำให้ผลเล็กและผลผลิตต่อต้นต่ำมาก จำเป็นต้องมีการปรับปรุงขนาดของผลให้ใหญ่ขึ้น และให้ผลผลิตต่อต้นต่อไร่มากขึ้น จึงต้องมีการเพิ่มคุณภาพของผลโดยการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมควบคู่กับการจัดระบบชลประทานที่เหมาะสม (Bussler, 1964; Laveii and Pfliege, 1978) Mengel and Kirkby (1980) ได้กล่าวไว้ว่า ถ้าขาดธาตุโพแทสเซียมแล้ว จะทำให้ผลเปราะและร่วงหล่นง่าย สีของผิวซีด ไม่สดใส รสชาติเปรี้ยวเป็นส่วนมาก คุณภาพของผลไม่ดีเท่าที่ควร

สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปางจึงศึกษาการพัฒนาคุณภาพของผลมะเกี๋ยงโดยใช้ปุ๋ยโพแทสเซียม ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2548 ถึงเดือนธันวาคม 2549 ณ แปลงมะเกี๋ยง โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (อพ.สธ.) สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง โดยการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) ได้ศึกษารวมไปถึงการออกดอก การเจริญเติบโตของดอกตามกิ่งที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่กว่า 2.5, 2.0, 1.5, 1.0, 0.5 และเล็กกว่า 0.5 เซนติเมตร การติดผลและการเจริญเติบโตของผลทั้งก่อนและหลังใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟต ตลอดจนคุณภาพของผลหลังใส่ปุ๋ยแล้ว โดยใส่ปุ๋ย 5 ระดับคือ 0, 200, 400, 600 และ 800 กรัมต่อต้น และทดลองใส่ทั้งต้นที่ปลูกด้วยกิ่งตอนและปลูกด้วยต้นกล้าจากการเพาะด้วยเมล็ดที่มีอายุ 7 ปี ซึ่งปลูกในระยะ 8 x 8 เมตร ในพื้นที่ 3.5 ไร่

ดอกและการเจริญเติบโตของดอกปรากฏว่า กิ่งที่มีขนาดใหญ่กว่า 2.5 เซนติเมตร มีความกว้างและความยาวของช่อดอกมากที่สุดคือ 9.88 และ 10.67 เซนติเมตร ตามลำดับ นอกจากนี้ยังมีจำนวนกิ่งแขนงย่อยและความหนาของก้านดอกมากที่สุดคือ 5.63 กิ่ง และ 1.95 เซนติเมตร ตามลำดับ กิ่งที่มีขนาด 2.5 เซนติเมตร มีจำนวนช่อดอกมากที่สุดคือ 10 ช่อต่อกิ่ง กิ่งที่มีขนาดใหญ่กว่า 1.5 เซนติเมตร มีความยาวของดอกมากที่สุด และกิ่งที่มีขนาดใหญ่กว่า 0.5 เซนติเมตร มีความกว้างของดอกมากที่สุดคือ 7.08 และ 4.60 เซนติเมตร ตามลำดับ กิ่งที่มีขนาดใหญ่กว่า 2.0 เซนติเมตร มีความกว้างและความยาวของกลีบเลี้ยงมากที่สุดคือ 4.90 และ 1.98 มิลลิเมตร ตามลำดับ

ผลและการเจริญเติบโตของผลปรากฏว่า เปอร์เซ็นต์การติดผลใน 20 วันแรกไม่แตกต่างกันมากนัก หลังจากนั้นสองสัปดาห์จนถึงผลสุก ต้นที่ปลูกด้วยต้นกล้าจากการเพาะเมล็ดมีเปอร์เซ็นต์การติดผลดีกว่าการปลูกด้วยต้นตอ และต้นที่ใส่ปุ๋ยในอัตรา 400 กรัมต่อต้นของการปลูกด้วยต้นกล้ามีเปอร์เซ็นต์การติดผลดีที่สุดตั้งแต่ระยะ 20 วัน 50 วัน และผลสุก คือ 83.02, 53.47 และ 42.09 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ต้นที่ปลูกด้วยกิ่งตอนใส่ปุ๋ยในอัตรา 200 กรัมต่อต้น มีน้ำหนักต่อ 10 ผล ปริมาตรผลต่อ 10 ผล และความแน่นเนื้อมากที่สุด คือ 63.03 กรัม 62.00 มิลลิลิตร และ 3.52 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ตามลำดับ ต้นที่ปลูกด้วยกิ่งตอนใส่ปุ๋ยในอัตรา 600 กรัมต่อต้น มีความกว้าง ความยาวของผล และความหนา ความยาวของเมล็ดมากที่สุดคือ 21.69, 28.63, 11.29 และ 17.29 มิลลิเมตร ตามลำดับ ต้นที่ปลูกด้วยต้นกล้าจากการเพาะเมล็ดมีน้ำหนักผลต่อต้น จำนวนผลต่อต้น และจำนวนผลผลิตมากที่สุดคือ 65.22 กิโลกรัม 30,321.50 ผล และ 6,521.25 กิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนลักษณะสีของเปลือกเมื่อยังดิบและสุก สีของเนื้อและสีของเมล็ดเมื่อสุก ไม่มีความแตกต่างกัน

เอกสารอ้างอิง

Bussler, W. 1964. Comparative examination of plant suffering from potash deficiency. Velag Weirthein. 138 p.

Laveii, A. and R. Pfliege. 1978. Potassium transport through plant Ce membranes and metabolic role of potassium in plants. *In* Potassium Research Review and Irends: 11-163.

Mengel, K. and E.A. Kirkby. 1980. Potassium in crop production. Advances in Agronomy 32: 59-110.

ภาพที่ 2.17 การบานของดอกมะเกี๋ยง

ภาพที่ 2.18 ผลมะเกี๋ยงอายุ 20 วัน และ 80 วัน

ภาพที่ 2.19 เปรียบเทียบผลมะเกี๋ยงที่สุกแล้ว หลังใช้ปุ๋ยโพแทสเซียม 10 วิธีการ

4.3 ผลของแพคโคลบิวทราโซลต่อการออกดอกนอกฤดูของมะเกี๋ยง

ชิติ ศรีตนทิพย์ อภินันท์ เมฆบังวัน สันติ ช่างเจรจา ศิริศักดิ์ บุตรกระจ่าง
พิทักษ์ พุทธวรชัย และสัญชัย พันธโชติ

ในการศึกษาวิจัยวิธีการใช้สารหลายชนิดที่ช่วยกระตุ้นให้เกิดดอกกับพันธุ์พืชหลายชนิด เช่น การใช้สารโพแทสเซียมไนเทรต (KNO_3 : potassium nitrate) กับมะม่วงพันธุ์คาราบาว (carabao) พบว่า สามารถกระตุ้นการออกดอกได้ โดยอ้างว่าสารโพแทสเซียมไนเทรตเป็นสารกระตุ้นให้มะม่วงมีการสร้างตาดอกและเกิดการออกดอกได้ (Bondad and Linsangan, 1979) ดังนั้นเกษตรกรในประเทศไทยหลายรายได้นำสารนี้มาใช้ในการกระตุ้นการออกดอกของมะม่วง ซึ่งผลที่ได้นั้นคือใช้ได้ผลบ้าง ไม่ได้ผลบ้าง อย่างไรก็ตาม Bondad and Linsangan (1979) ได้อ้างว่า สารนี้สามารถกระตุ้นให้มะม่วงสร้างดอกได้ แต่ต้องผ่านแล้งมาก่อน แต่การวิจัยในระยะหลังของประเทศไทยได้ยืนยันว่า โพแทสเซียมไนเทรตเป็นเพียงสารกระตุ้นการแตกตาของมะม่วงเท่านั้น ไม่ได้มีผลในการสร้างตาดอกแต่ประการใด (ปัทมา, 2531; อเนก, 2531) ดังการทดลองของ ภัญชนาและอนันต์ (2527) ได้ทดลองพ่นสารโพแทสเซียมไนเทรตกับมะม่วงน้ำดอกไม้ในเดือนกันยายน ปรากฏว่าไม่ทำให้มะม่วงเกิดช่อดอกแต่เกิดเป็นตาใบ และเมื่อพ่นในเดือนพฤศจิกายนสามารถทำให้เกิดตาดอกได้บ้าง แสดงว่าสารนี้ช่วยทำให้เกิดการแตกตาเท่านั้น ต่อมาได้มีการค้นพบสารแพคโคลบิวทราโซล (paclobutrazol) ซึ่งเป็นสารชะลอการเจริญเติบโตในกลุ่มไทรอาโซล (triazol) สารแพคโคลบิวทราโซล (PP_{333} or (2RS-3RS)-1-(4-chlorophenyl)-4,4,dimethyl-2-(1H-1,2,4-triazol-1-yl)pentan-3-ol) เป็นสารที่ยับยั้งการสังเคราะห์จิบเบอเรลลิน (Heden and Graebe, 1985) การพ่นสารแพคโคลบิวทราโซลที่ความเข้มข้น 1,000 ถึง 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ในเดือนมิถุนายน สามารถกระตุ้นให้มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ออกดอกนอกฤดูกาลได้ภายในเวลา 2-3 เดือน (Tongumpai *et al.*, 1996) มีการทดลองใช้ในพืชเขตหนาวหลายชนิด เช่น แอปเปิลและเชอรี่ พบว่าสามารถยับยั้งการยืดตัวของกิ่งก้านได้ดี ในปี พ.ศ. 2527 ได้มีการทดลองใช้สารนี้เป็นครั้งแรกในประเทศไทย โดยทดลองกับมะม่วงน้ำดอกไม้ทะวาย ทั้งโดยการพ่นทางใบและราดที่โคนต้น สามารถกระตุ้นให้มะม่วงทุกต้นออกดอกได้ (ชยะและพีรเดช, 2529) นอกจากนี้ คณพล (2529) ได้ทดลองสารนี้กับมะม่วงเขียวเสวยโดยใช้ทางดิน สามารถกระตุ้นให้มะม่วงออกดอกภายใน 3 เดือน ต่อมาได้มีการทดลองทั้งในมะม่วงน้ำดอกไม้ทะวายเบอร์ 4 มะม่วงหนังกลางวัน และมะม่วงเขียวเสวยนอกฤดูกาลอีกด้วย (ฉลองชัย, 2529; ชุลีพร, 2530; ดวงกมลและพีรเดช, 2532; นาถฤดี, 2533; Blaikie *et al.*, 2003) นอกจากนี้ยังมีการวิจัยใช้สารนี้กับพืชต่าง ๆ เช่น Rasmussen *et al.* (1992) ใช้ทดลองกับต้นท้อในออสเตรเลีย ทำให้ทรงต้นเตี้ยลง ทรงพุ่มหนาแน่นขึ้น ผลผลิตต่อต้นเพิ่มขึ้น การทดลองนี้กับยังสอดคล้องการทดลองของ Li *et al.* (1989) Martin *et al.* (1987) และ Sharpe *et al.* (1990)

การให้สารแพคโคลบิวทราโซลกับชมพู่พันธุ์เพชรทูลเกล้า อายุประมาณ 3 ปี โดยการราดลงดินที่ระดับความเข้มข้น 0, 1, 2 และ 4 กรัมของสารออกฤทธิ์ต่อต้นและการฉีดพ่นทางใบที่ระดับความเข้มข้น 0, 500, 1,000 และ 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อใบมีอายุ 40 และ 90 วันหลังการตัดแต่ง พบว่า ต้นชมพู่ที่ได้รับสารแพคโคลบิวทราโซลสามารถออกดอกและให้ผลผลิตได้ในช่วงนอกฤดู คือในระหว่างเดือนสิงหาคมถึงธันวาคม ในขณะที่ต้นไม่ได้รับสารจะออกดอกและให้ผลผลิตในช่วงในฤดูคือ ระหว่างเดือนมกราคมถึงพฤษภาคม โดยการให้สารขณะที่ใบมีอายุ 40 วัน หลังการตัดแต่งจะชักนำให้ต้นชมพู่มีการออกดอกเริ่มต้นดีกว่าการให้สารขณะใบมีอายุ 90 วัน การให้สารโดยวิธีราดลงดินสามารถชักนำให้ต้นชมพู่มีปริมาณดอกเริ่มต้นมากกว่าการฉีดพ่นทางใบ และสารที่ระดับความเข้มข้นสูงทั้งการราดลงดินและการฉีดพ่นทางใบสามารถชักนำให้ต้นชมพู่มีปริมาณดอกเริ่มต้นมากกว่าต้นที่ได้รับสารในความเข้มข้นที่ต่ำกว่า (กฤษฎา, 2537) ส่วนการฉีดพ่นสารแพคโคลบิวทราโซลให้แก่ทุเรียนพันธุ์ชะนีที่มีความสมบูรณ์มากและต้นที่มีความสมบูรณ์น้อย พบว่า การฉีดพ่นสารแพคโคลบิวทราโซล ความเข้มข้น 750 ถึง 1,500 มิลลิกรัมต่อลิตร ในช่วงที่ต้นทุเรียนมีใบเพสลาดมากสามารถทำให้ต้นทุเรียนออกดอกเร็วขึ้น 30-40 วัน ตามอัตราความเข้มข้น และปริมาณดอกทุเรียนเพิ่มขึ้น 29-64 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับต้นที่ไม่ได้ฉีดพ่นสาร ต้นทุเรียนเริ่มออกดอกในขณะที่มีค่าศักย์ของน้ำในใบ (leaf water potential) ประมาณ 8 kPa ชนิดหรืออัตราความเข้มข้นของสารแพคโคลบิวทราโซลไม่มีผลกระทบโดยตรงต่อการติดผลและคุณภาพของทุเรียน การใช้สารแพคโคลบิวทราโซลมีผลทำให้อัตราการพัฒนาการของดอกและผลทุเรียนช้ากว่าต้นที่ไม่ได้ฉีดพ่นสาร (Chandraparnik *et al*., 1992) สำหรับลำไยซึ่งมีปัญหาการแตกใบอ่อนในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงธันวาคม อาจมีผลทำให้ใบแก่ไม่ทันในช่วงเดือนธันวาคมถึงมกราคม ซึ่งเป็นช่วงที่ต้นลำไยเริ่มมีการแทงช่อดอก มีผลทำให้ลำไยไม่แทงช่อดอกหรือแทงช่อดอกน้อย และการพ่นสารแพคโคลบิวทราโซลมีผลต่อการยับยั้งการสังเคราะห์จิบเบอเรลลิน ซึ่งปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินมีปริมาณสูงในสัปดาห์ที่หกก่อนการออกดอก และคงที่ไปจนถึงสัปดาห์ที่สามก่อนการออกดอก จากนั้นปริมาณจะลดลงต่ำมาก จนไม่พบในสัปดาห์ที่มีการออกดอก (นพพร, 2539) ถึงแม้มีการทดลองกับพืชหลายชนิดทั้งในเขตพืชเมืองหนาว พืชอบอุ่น และพืชเมืองร้อน แต่ยังไม่เคยกับการใช้กับพืชมะเกี๋ยงเลย ครั้งนี้เป็นครั้งแรกในการนำสารนี้มาใช้บังคับมะเกี๋ยงให้ออกดอกนอกฤดูกาล

ในปัจจุบันได้มีการนำมะเกี๋ยงมาปลูกเป็นสวนในแปลงใหญ่ ซึ่งทำเป็นการค้าและนำมาปลูกในที่ดอนที่สูง เนื่องจากพื้นที่ราบลุ่มและพื้นที่ที่มีน้ำท่วมขังเป็นบางครั้งมีจำกัด บางรายปลูกในพื้นที่มากกว่า 100 ไร่ เพื่อใช้ในการแปรรูปและโรงงานอุตสาหกรรม และในปัจจุบันผลผลิตมะเกี๋ยงมีการออกดอกและติดผลเพียงฤดูกาลเดียว และผลผลิตมะเกี๋ยงมีผิวค่อนข้างบาง บอบช้ำได้ง่าย ในปัจจุบันในส่วนของโรงงานอุตสาหกรรมมีปัญหาในเรื่องการเก็บรักษาผลผลิตที่ต้องมีการใช้ห้องเย็น เนื่องจากไม่สามารถแปรรูปผลผลิตได้เพียงครั้งเดียวพร้อมกันทั้งหมด ทำให้สิ้นเปลืองค่าไฟฟ้าและค่าเช่าห้องเย็น จึงได้ทำการทดลองใช้สารแพคโคลบิวทราโซล สำหรับกระตุ้นการออกดอกนอกฤดูในการปลูกมะเกี๋ยง

เพื่อเป็นการกระจายผลผลิตให้เก็บก่อนฤดู หลังฤดู หรือนอกฤดู เพื่อให้มีผลผลิตมะเกี๋ยงที่สามารถมีการกระจายออกทั้งปีได้

โดยทำการทดลองกับต้นมะเกี๋ยงที่ปลูกจากกิ่งตอนอายุประมาณ 15 ปี ในพื้นที่ทั้งหมด 3 ไร่ ระยะปลูก 8 × 8 เมตร ในแปลงมะเกี๋ยงของสถาบันวิจัยเทคโนโลยีการเกษตร หลังจากสิ้นสุดการเก็บเกี่ยวผลมะเกี๋ยงเสร็จแล้ว ทำการตัดแต่งกิ่งและใส่ปุ๋ยบำรุงต้น เพื่อเร่งให้ต้นมะเกี๋ยงแตกใบอ่อน 1 ชุด จนใบอยู่ในระยะเพสลาดหรือหลังการแตกใบอ่อน 3 สัปดาห์ โดยมีกิจกรรมในการให้สารดังนี้

กิจกรรมที่ 1 การให้สารทางดิน โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อก (RCBD : Randomized Completely Block Design) มีกรรมวิธีในการทดลองคือ การให้สารทางดินในอัตรา 1, 2 และ 4 กรัมต่อต้นต่อทรงพุ่ม 1 เมตร และไม่ให้สาร

กิจกรรมที่ 2 การให้สารทางใบ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อก มีกรรมวิธีในการทดลองคือ การพ่นสารทางใบในอัตรา 1,000, 2,000 และ 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร และไม่ให้สาร

หลังการให้สารแล้วให้น้ำอย่างสม่ำเสมอ หลังการให้สารประมาณ 3 เดือน ทำการฉีดพ่นด้วยสารกระตุ้นการแตกช่อ ได้แก่ ไทโอยูเรีย ความเข้มข้น 0.5% จำนวน 1 ครั้ง

ภาพที่ 2.20 แปลงปลูกมะเกี๋ยงที่ใช้ในการทดลอง

ภาพที่ 2.21 การราดสารทางดินและการพ่นสารทางใบ

การทดลองราดและพ่นสารแพคโคลบิวทราโซลไม่สามารถกระตุ้นการออกดอกของมะเกี๋ยงได้ ในการทดลองทั้งสองการทดลอง ในเบื้องต้นพบว่าสารแพคโคลบิวทราโซลไม่สามารถกระตุ้นการออกดอกของต้นมะเกี๋ยงได้ ซึ่งได้ผลเช่นเดียวกับในการทดลองกับลำไยพันธุ์ดอพบว่า การพ่นสารแพคโคลบิวทราโซลไม่สามารถกระตุ้นให้ลำไยออกดอกได้ (ชิติและคณะ, 2542) และ Chaitrakulsub *et al.* (1996) ซึ่งรายงานว่าการใช้สารแพคโคลบิวทราโซลกับลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวย โดยการพ่นทางใบและการราดทางดินให้ผลไม่แตกต่างกับต้นที่ไม่ใช้สารเคมี ดังนั้นการกระตุ้นการออกดอกของพืชโดยการใช้สารเคมีนั้นจะขึ้นอยู่กับชนิดพืชด้วยว่ามีการตอบสนองหรือไม่ ซึ่งจากผลการทดลองการพ่นสารแพคโคลบิวทราโซลไม่สามารถชักนำให้ต้นลำไยพันธุ์ดอมีการแตกช่อดอกได้มากกว่ากรรมวิธีที่ไม่พ่นสารเคมี แต่ในมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้พ่นสารแพคโคลบิวทราโซลความเข้มข้น 1,000 ถึง 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถกระตุ้นให้ออกดอกนอกฤดูกาลได้ (Tongumpai *et al.*, 1996) และการฉีดพ่นสารแพคโคลบิวทราโซลกับทุเรียนพันธุ์ชะนี สามารถทำให้ต้นทุเรียนออกดอกเร็วขึ้น 30-40 วัน และปริมาณดอกทุเรียนเพิ่มขึ้น 29-64% เมื่อเทียบกับต้นที่ไม่ได้ฉีดพ่นสาร (Chandraparnik *et al.*, 1992) อย่างไรก็ตาม ในการทดลองการราดสารแพคโคลบิวทราโซลทางดินในเดือนตุลาคม 2553 และการราดสารทางดินและพ่นสารทางใบในเดือนกรกฎาคม 2555 มีผลทำให้ความยาวช่อใบลดลงกว่าไม่พ่นสารเคมี เนื่องจากสารแพคโคลบิวทราโซลมีผลต่อการยับยั้งการสังเคราะห์จิบเบอเรลรินในพืช (Hedden and Graebe, 1985; Davenport and Nunez-Elisea, 1997; Sponsel and Hedden, 2004)

เอกสารอ้างอิง

กฤษฎา ทัสนารมย์. 2537. ผลของการให้สารแพคโคลบิวทราโซล โดยวิธีการต่าง ๆ ที่มีต่อผลิตผลนอกฤดูกาลของชมพู่พันธุ์เพชรทูลเกล้า. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 50 หน้า.

คณพล จุฑามณี. 2529. ผลของสาร paclobutrazol ที่มีผลต่อการเจริญทางด้านกิ่งใบและการออกดอกของมะม่วงพันธุ์ “เขียวเสวย”. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

ฉลองชัย แบบประเสริฐ. 2529. ผลของสาร paclobutrazol ต่อการเจริญทางกิ่งก้านและการออกดอกของมะม่วงหนังกลางวัน. เอกสารประกอบการสัมมนาของชมรมผู้พัฒนามะม่วง. ฉบับโรเนียว.

ชยะ หัสดิเสวี และพีรเดช ทองอำไพ. 2529. ผลของสาร paclobutrazol ที่มีต่อการเจริญทางด้านกิ่งใบ การออกดอกและติดผลของมะม่วงน้ำดอกไม้ทะวายเบอร์ 4. หน้า 295-302. *ใน* รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 24. วันที่ 27-29 มกราคม 2529. ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ชิติ ศรีตนทิพย์ สันติ ช่างเจรจา ยุทธนา เขาสุเมรุ สัญชัย พันธโชติ และอภินันท์ เมฆบังวัน. 2542. การพ่นสารแพคโคลบิวทราโซลต่อการออกดอกและการเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุอาหารในใบของลำไยพันธุ์ดอ. *ใน* รายงานค้นคว้าวิจัยประจำปี. สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, ลำปาง.

ชุลีพร แจ่มอุไร. 2530. ผลของการใช้สารแพคโคลบิวทราโซลซ้ำที่เดิมในอัตราต่าง ๆ ต่อการแทงช่อดอกของมะม่วงน้ำดอกไม้ทะวายเบอร์ 4. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

ดวงกมล ศิริสมพรพงษ์ และพีรเดช ทองอำไพ. 2532. ผลของสารแพคโคลบิวทราโซลซ้ำในปีที่ 2 ที่มีต่อการออกดอกของมะม่วงพันธุ์เขียวเสวย. หน้า 393-397. *ใน* รายงานผลการวิจัยสาขาพืช การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 27. วันที่ 30 มกราคม-1 กุมภาพันธ์ 2532. ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นพพร บุญปลอด. 2539. การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินในยอดลำไยพันธุ์ดอก่อนการออกดอก. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 50 หน้า.

นาถฤดี ศุภกิจจารักษ์. 2533. ผลของสาร DNOC ต่อการแตกกิ่งใหม่ของตายอดมะม่วงพันธุ์เขียวเสวยและมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ทะวาย. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม. 14 หน้า.

ปัทมา พิชยางกูร. 2531. ผลของ thiourea, KNO_3 และสารแต่ละชนิดร่วมกับ GA_3 ที่มีผลต่อการทำลายการพักตัวของตายอดมะม่วงพันธุ์เขียวเสวย. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

ภัญชนา มีแก้วกุญชร และอนันต์ วิสัยเกษม. 2527. การใช้สารเคมีเร่งการออกดอกของมะม่วง. หน้า 150-155. *ใน* รายงานการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 22 ภาคโปสเตอร์. วันที่ 30 มกราคม-3 กุมภาพันธ์ 2527. ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อเนก เหล่านิพนธ์. 2531. ผลของสารแพคโคลบิวทราโซล ไทโอยูเรีย และโพแทสเซียมไนเทรตต่อการออกดอกของมะม่วงพันธุ์เขียวเสวย. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

Blaikie, S.J., V.J. Kulkarni and W.J. Muller. 2003. Effects of morphactin and paclobutrazol flowering treatment on shoot and root phenology in mango cv. Kensington pride. CSIRO Plant Industry, PMB44, Winnellie, NT0822 Australia 101: 51-58.

Bondad, N.D. and E. Linsangan. 1979. Flowering in mango induced with potassium nitrate. HortScience 14: 527-528.

Chaitrakulsup, T., S. Subhadrabandhu and R. Ogata. 1996. Paclobutrazol and ethephon in influencing flowering and leaf flushing of lychee cultivar Hong Huay. J. ISSAAS 2: 12-23.

Chandraparnik, S., H. Hiranpradit, U. Punnachit and S. Salakpetch. 1992. Paclobutrazol influences flower induction in durian, *Durio zibethinus* Murr. Acta Horticulturae 321: 282-290.

Davenport, T.L. and R. Nunez-Elisea. 1997. Reproductive physiology. pp 69-146. *In* Litz, E. (ed.). The Mango: Botany, Production and Uses. CABI Publishing, New York.

Hedden, P. and J.E. Graebe. 1985. Inhibition of gibberellin biosynthesis by paclobutrazol in cell free homogenates of *Cucurbita maxima* and *Maluspumila* embryos. Journal of Plant Growth Regulation 149: 111-122.

Li, S.H., C. Bussi, H. Clanet and J.L. Regnard. 1989. Response of peach trees to paclobutrazol: product effects on vegetative growth and cropping. Fruits 44: 99-108.

Martin, G.C., F. Yoshikawa and J.H. Larue. 1987. Effects of soil applications of paclobutrazol on vegetative growth, pruning time, flowering, yield and quality of 'Flavorcrest' peach. Journal of the American Society for Horticultural Science 112: 915-921.

Rasmussen, T.S., P. Allan, A.P. George, R.J. Nissen and M.J. Morleybunker. 1992. Effects of paclobutrazol on phenological cycling of low-chill 'Flordaprince' peach in subtropical Australia. Department of Primary Industries, Australia. 53: 73-84.

Sharpe, R.H., W.B. Sherman and J.D. Martsolf. 1990. Peach cultivars in Florida and their chilling requirements. Acta Horticulturae 279: 191-197.

Sponsel, V.M. and P. Hedden. 2004. Gibberellin biosynthesis and inactivation. pp 63-94. *In* Davies, P.J. (ed.). Plant Hormones Physiology, Biosynthesis, Signal Transduction, Action!. 3rd ed. Kluwer Academic Publishers, London. 750 p.

Tongumpai, P., N.K. Chantakulchan, S. Subhadrabandhu and R. Ogata. 1996. Foliar application of paclobutrazol on flowering of mango. Acta Horticulturae 455: 175-179.

4.4 ผลของก๊าซเอทิลีนในการเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพผลมะเกี๋ยง

ศิริศักดิ์ บุตรกระจ่าง ปุณณภา เผ่าพงศ์วนา และอภินันท์ เมฆบังวัน

ปัจจุบันมีการนำมะเกี๋ยงมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น น้ำมะเกี๋ยงพร้อมดื่ม ไวน์มะเกี๋ยง แยมมะเกี๋ยง เนกต้ามะเกี๋ยง มะเกี๋ยงดอง และมะเกี๋ยงแช่อิ่ม เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ในกระบวนการผลิตมักประสบปัญหาผลมะเกี๋ยงสดเน่าเสียได้ง่ายในขั้นตอนการเก็บเกี่ยว และการรวบรวมผลผลิตมีการกดทับของผลิตผลสดทำให้เกิดการช้ำและแตก ทำให้เชื้อจุลินทรีย์เข้าทำลายได้ง่าย อีกทั้งการสุกแก่ที่ไม่สม่ำเสมอมีผลทำให้การเก็บเกี่ยวและการรวบรวมผลิตผลต้องใช้เวลานาน ทำให้เป็นอุปสรรคต่อกระบวนการผลิตในเชิงอุตสาหกรรม ผลมะเกี๋ยงในต้นเดียวกันมีการสุกแก่ไม่พร้อมกัน เนื่องจากการออกดอกและการพัฒนาของผลไม่พร้อมกัน ผลมะเกี๋ยงทยอยสุกและสามารถเก็บเกี่ยวได้ตั้งแต่ปลายเดือนกรกฎาคมถึงกันยายน วิธีการเก็บผลมะเกี๋ยงที่เหมาะสมคือ ให้ผลสุกร่วงหล่นจากต้นแม่ตามธรรมชาติ โดยขึงตาข่ายพลาสติกรองรับด้านล่างของต้นเพื่อป้องกันไม่ให้ผลช้ำเสียหาย และทำให้สะดวกต่อการเก็บรวบรวมผลบรรจุในตะกร้าเพื่อนำไปแปรรูปต่อไป จากการศึกษาเบื้องต้นของคณะผู้วิจัยพบว่า การปล่อยให้ผลมะเกี๋ยงร่วงจากต้นแม่ตกลงบนตาข่ายพรางแสงซึ่งใช้เป็นภาชนะรองรับเพื่อรวบรวมผลิตผลใต้ต้นพืช ซึ่งทำให้ผลมะเกี๋ยงที่ร่วงก่อนได้รับการกระแทกจากผลมะเกี๋ยงที่ตกทีหลัง มีน้ำหนักมะเกี๋ยงกดทับบนผลมะเกี๋ยงที่หล่นก่อน เกิดอาการช้ำหรือแตกของผลมะเกี๋ยง ง่ายต่อการเข้าทำลายของจุลินทรีย์ทำให้เกิดการเน่าเสีย ทำให้ไม่เหมาะสมในการนำไปทำผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงได้หากระบวนการหรือวิธีการพัฒนากระบวนการเร่งการสุกของผลมะเกี๋ยงเพื่อให้ผลมะเกี๋ยงพัฒนาระยะสุกแก่ที่สม่ำเสมอพร้อม ๆ กัน จากการศึกษาเชิงเอกสารพบว่า สารเคมีที่นิยมนำมาใช้แพร่หลายในองุ่นคือสารที่ให้ก๊าซเอทิลีน ซึ่งก๊าซดังกล่าวนิยมใช้ในการเก็บเกี่ยวผลองุ่นในต่างประเทศ ทำให้ผลองุ่นมีการพัฒนาการสุกแก่สม่ำเสมอ และผลร่วงหล่นได้ง่าย เป็นผลดีต่อการเก็บเกี่ยว จึงนำสารดังกล่าวมาใช้ในการเก็บเกี่ยวผลมะเกี๋ยงบนต้นพืช โดยใช้ก๊าซเอทิลีนพ่นผลมะเกี๋ยงเริ่มนับจากการออกดอกของมะเกี๋ยงในช่วงเดือนมกราคม 2552 ถึงระยะการเก็บเกี่ยวในช่วงเดือนมิถุนายนถึงกันยายน 2552

โดยการฉีดพ่นก๊าซเอทิลีนที่มีความเข้มข้นระดับต่าง ๆ (0, 10, 20, 30, 40 และ 48 เปอร์เซ็นต์ปริมาตรโดยปริมาตร) ในต้นที่มีผลมะเกี๋ยงระยะต่าง ๆ ของการเจริญและพัฒนาการ ติดตามประเมินผลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพบางประการทางกายภาพ เคมี และชีวภาพของผลมะเกี๋ยง

จากการติดตามประเมินผลหลังการพ่นสารพบว่า การพ่นก๊าซเอทิลีนเข้มข้น 0.06-48 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ผลมะเกี๋ยงหลุดร่วงจากก้านขั้วผลและมีอาการผิดปกติที่ผิวผล เปลี่ยนแปลงจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาลในเวลา 24-48 ชั่วโมง การพ่นก๊าซเอทิลีนความเข้มข้น 0.01, 0.02 และ 0.05 เปอร์เซ็นต์ เร่งการพัฒนาสีผิวผลจากสีเขียวไปเป็นสีแดงปนม่วงอย่างสม่ำเสมอ และเร่งระยะเวลาการสุกแก่เร็วขึ้น (2-3 วัน) ไม่พบอาการผิดปกติที่ผิวผลมะเกี๋ยงมีคุณภาพกายภาพและเคมีบางประการ ได้แก่ ความถ่วงจำเพาะ เปอร์เซ็นต์

กรดทั้งหมด วิตามินซี และการประเมินโรคไม่แตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) จากผลมะเกี๋ยงชุดควบคุมที่ไม่ผ่านการพ่นก๊าซเอทิลีน (0 เปอร์เซ็นต์) แต่ค่าความแน่นเนื้อ ค่าสี L* a* b* และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

4.5 ผลของกรดจิบเบอเรลลิกต่อคุณภาพของผลมะเกี๋ยง

ศิริศักดิ์ บุตรกระจ่าง นัฐพร ศิริรัตน์ดำรงกุล และอภินันท์ เมฆบังวัน

มะเกี๋ยงเป็นไม้ผลยืนต้นพื้นเมืองที่พบมากในแถบภาคเหนือของประเทศไทยในจังหวัดเชียงใหม่ ลำพูน ลำปาง พะเยา แพร่ นาน และเชียงราย มีปัญหาหลังการเก็บเกี่ยว เนื่องจากมีระยะการสุกแก่ของผลมะเกี๋ยงสด สุกแก่ไม่พร้อมกัน เป็นปัญหาในการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว ทำให้ภาคอุตสาหกรรมแปรรูปผลิตภัณฑ์จากผลมะเกี๋ยงได้รับผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพไม่สม่ำเสมอ วัตถุดิบไม่เพียงพอในการป้อนในกระบวนการผลิตเนื่องจากระยะสุกแก่ไม่เท่ากัน ซึ่งมีผลในแง่การจัดการ การรวบรวมผลิตผลสด ซึ่งมีความแตกต่างกันของความแน่นเนื้อผลมะเกี๋ยงในแต่ละระยะการสุกแก่ มีผลต่อการกดทับของผลิตผลทำให้ผลมะเกี๋ยงช้ำง่ายกลายเป็นช่องทางในการเข้าทำลายของจุลินทรีย์ก่อให้เกิดการเสียหายของผลิตผลส่งผลกระทบโดยตรงต่อคุณภาพของผลิตผล และทำให้มีคุณภาพผลมะเกี๋ยงที่ไม่เหมาะสมในการนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ นอกจากนี้ระยะการสุกแก่ที่ไม่พร้อมกันของผลมะเกี๋ยงมีผลต่อการเก็บเกี่ยว วิธีการเก็บเกี่ยว และการเก็บรักษาผลมะเกี๋ยง ดังนั้นการค้นหาเทคโนโลยีที่เหมาะสมโดยการใช้กรดจิบเบอเรลลิก (gibberallic acid) ร่วมในกระบวนการผลิตพืชมะเกี๋ยงสำหรับการแปรรูปเชิงอุตสาหกรรมน่าจะเป็นทางออกที่ดีในการแก้ไขปัญหาดังกล่าวข้างต้น โดยอาศัยหลักการที่สารจิบเบอเรลลินมีคุณสมบัติในการชะลอการเสื่อมสภาพและยืดอายุของผลิตผลทางการเกษตร และสารดังกล่าวอยู่ในกลุ่มฮอร์โมนพืชที่มีความปลอดภัยสูงและไม่มีการตกค้างในผลิตผลมะเกี๋ยง

โดยฉีดพ่นสาร GA_3 ที่ระดับความเข้มข้น 7.5, 15 และ 30 ppm บนต้นมะเกี๋ยงในแปลงปลูกของสถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เก็บเกี่ยวผลมะเกี๋ยงในช่วงวันที่ 0, 3, 6, 9, 12 และ 15 วันหลังฉีดพ่น นำไปตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพและทางเคมีบางประการ และเปรียบเทียบระหว่างผลมะเกี๋ยงที่ผ่านการฉีดพ่นด้วยกรดจิบเบอเรลลิกมีผลชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผล แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ชุดการทดลอง ชุดแรกเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 25-30 องศาเซลเซียส ชุดการทดลองที่ 2 นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส เพื่อหาระดับความเข้มข้นของกรดจิบเบอเรลลิกที่เหมาะสมในการฉีดพ่นผลมะเกี๋ยงเพื่อช่วยชะลอการสุกแก่และการเน่าเสียของผลมะเกี๋ยง อีกทั้งเพื่อเพิ่มน้ำหนักและขนาดของผลมะเกี๋ยงให้มากขึ้น

ผลกระทบของกรดจิบเบอเรลลิกก่อนเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพบางประการของผลมะเกี๋ยง พบว่ากรดจิบเบอเรลลิกมีผลในการชะลอการเจริญเติบโตของมะเกี๋ยงให้พัฒนาเข้าสู่ระยะของการสุกแก่ช้าลงได้

โดยมะเกี๋ยงที่ได้รับการฉีดพ่นสารกรดจิบเบอเรลลิกที่ระดับความเข้มข้น 30 ppm มีการสุกช้ากว่ามะเกี๋ยงที่ได้รับการฉีดพ่นสารในระดับความเข้มข้น 7.5 และ 15 ppm และมีผลทำให้น้ำหนักเฉลี่ยต่อผลเพิ่มขึ้น แต่มีปริมาณกรดอินทรีย์และค่า pH ลดลง ในขณะที่ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณวิตามินซีมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น

สำหรับผลของอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อคุณภาพผลมะเกี๋ยงที่ฉีดพ่นด้วยกรดจิบเบอเรลลิกที่ระดับความเข้มข้น 30 ppm ที่มีต่อคุณภาพผลมะเกี๋ยงหลังการเก็บเกี่ยว ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (10 องศาเซลเซียส) มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดอินทรีย์ทั้งหมด วิตามินซี และค่า pH มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าผลมะเกี๋ยงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิปกติ และมีค่าเฉลี่ยของคุณภาพดังกล่าวข้างต้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จะเห็นได้ว่า กรดจิบเบอเรลลิกที่มีผลต่อการชะลอการเจริญเติบโตของผลมะเกี๋ยงให้มีระยะของการสุกช้าลง สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีผิวผลจากเขียวเป็นแดงช้าลง ทำให้ยืดระยะเวลาในการสุกแก่ของมะเกี๋ยง เป็นผลดีต่อการเก็บเกี่ยวผลมะเกี๋ยง สามารถทำการเก็บเกี่ยวมะเกี๋ยงนอกฤดูเก็บเกี่ยวได้ นอกจากนี้ยังมีผลต่อการพัฒนาการของสีผิวผลมะเกี๋ยงมีสม่ำเสมอใกล้เคียงกัน

4.6 ผลของการฉายรังสีอัลตราไวโอเลตต่อการควบคุมโรคและคุณภาพของผลมะเกี๋ยงหลังการเก็บเกี่ยว

ศิริศักดิ์ บุตรกระจ่าง และอภินันท์ เมฆบังวัน

มะเกี๋ยงมีปัญหาหลังการเก็บเกี่ยว มักเน่าเสียได้ง่ายจากการเข้าทำลายของจุลินทรีย์ ทำให้คุณภาพของผลิตผลลดลง โรคผลเน่า (fruit rot) ของมะเกี๋ยงมีสาเหตุมาจากเชื้อราก่อโรคที่เกิดจากเชื้อราหลายชนิด ได้แก่ โรคแอนแทรคโนสของมะเกี๋ยง (เกิดจากเชื้อ *Gloeosporium* sp.) โรคผลเน่า (เกิดจากเชื้อ *Macrophoma* sp., *Aspergillus* sp., *Pestalotia* sp. หรือ *Pestalotiopsis* sp.) (กัทลีวัลย์และอรุณ, 2545) จากการเสื่อมเสียของผลิตผลดังกล่าวจึงส่งผลกระทบโดยตรงต่อคุณภาพของผลิตผล และไม่เหมาะสมในการนำผลิตผลมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ จากการที่ผลมะเกี๋ยงมีการเข้าทำลายของเชื้อโรคผลเน่าก่อนการเก็บเกี่ยวและแสดงอาการเน่าเสียในระยะหลังการเก็บเกี่ยว การนำรังสีอัลตราไวโอเลตและพัฒนาเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับรังสีอัลตราไวโอเลตมาประยุกต์ใช้ควบคุมโรคเน่าของผลมะเกี๋ยงหลังการเก็บเกี่ยวจึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการควบคุมโรคเน่าของผลมะเกี๋ยง ซึ่งคาดว่ารังสีอัลตราไวโอเลตสามารถทำลายหรือชะลอการเจริญของเชื้อสาเหตุโรคเน่าในผลมะเกี๋ยงก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว สามารถลดหรือชะลอความเสียหายจากการเน่าเสียของผลิตผล ทำให้ผลิตผลมีคุณภาพดีเหมาะสมสำหรับนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการทำผลิตภัณฑ์ ส่งผลทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้หลังการผลิตมีคุณภาพดีและเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค

จากการศึกษาผลของการฉายรังสีอัลตราไวโอเลตที่มีต่อการควบคุมโรคและคุณภาพผลมะเกี๋ยงหลังการเก็บเกี่ยว พบว่า การฉายรังสีอัลตราไวโอเลตนาน 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 และ 40 นาที ในตู้ฉายรังสี ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 28-40 เปอร์เซ็นต์ ใช้หลอดกำเนิดรังสีอัลตราไวโอเลตสำหรับฉายฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ขนาด 30 วัตต์ มีผลต่อการเร่งขบวนการสุก การสูญเสียน้ำหนักสด ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดทั้งหมด และค่าความเป็นกรด-ด่างของผลมะเกี๋ยง นอกจากนี้ยังพบว่า การฉายรังสีนาน 10 นาทีขึ้นไป มีผลทำให้เกิดอาการผิดปกติที่ผิวผล เนื่องจากรังสีอัลตราไวโอเลตทำให้สีผิวผลมีสีแดงมากขึ้น มีการสูญเสียน้ำหนักสดอย่างรวดเร็ว มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มมากขึ้น ปริมาณกรดอินทรีย์ และค่าความเป็นกรด-ด่างเพิ่มมากขึ้น ผลมะเกี๋ยงที่ผ่านการปลูกถ่ายเชื้อก่อโรคผลเน่าและโรคแอนแทรคโนส ตามด้วยการฉายรังสีอัลตราไวโอเลตเป็นเวลา 10 นาที หรือนานกว่านั้น สามารถชะลอการเจริญและพัฒนาการของเชื้อก่อโรคผลเน่าและโรคแอนแทรคโนสที่ผิวผลมะเกี๋ยง ไม่มีการเจริญของเชื้อดังกล่าวในช่วงเวลา 12-24 ชั่วโมง หลังการฉายรังสีอัลตราไวโอเลต และการฉายรังสีอัลตราไวโอเลตนาน 30, 35 และ 40 นาที สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อก่อโรคได้ มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียเนื่องจากโรคผลเน่าและโรคแอนแทรคโนสลดลงเมื่อระยะเวลาการฉายเพิ่มขึ้น

เอกสารอ้างอิง

กัทลีวัลย์ สุขช่วย และอรุณ โสตถิกุล. 2545. โรคและแมลงศัตรูมะเกี๋ยง. หน้า 26-44. *ใน* สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล. มะเกี๋ยง พืชในโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี. คณะเทคโนโลยีสื่อสารมวลชน สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, ปทุมธานี. 100 หน้า.

5. การจัดการหลังการเก็บเกี่ยว

วิภารัตน์ เทพแก้ว

ผลมะเกี๋ยงที่อยู่ในต้นเดียวกันมักมีการสุกแก่ไม่พร้อมกันเนื่องจากออกดอกไม่พร้อมกัน ผลจึงมีการพัฒนาไม่พร้อมกัน โดยปกติผลมะเกี๋ยงเริ่มสุกและสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ในช่วงกลางเดือนกรกฎาคมถึงกันยายน สำหรับต้นที่ปลูกบริเวณพื้นที่ราบลุ่ม ความสูง 200-500 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง และในพื้นที่ราบภูเขาที่ระดับความสูง 800-1,500 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง และมีอากาศหนาวเย็น สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงปลายเดือนตุลาคมถึงธันวาคม เนื่องจากมะเกี๋ยงเป็นผลสดที่มีเนื้อนุ่ม (berry) และมีเปลือกผลที่บาง วิธีการเก็บเกี่ยวผลสุกมะเกี๋ยงที่เหมาะสมคือ ให้ผลสุกร่วงหล่นเองตามธรรมชาติ โดยบริเวณด้านล่างของต้นจะขึงตาข่ายหรือวัสดุที่มีลักษณะนิ่มและยืดหยุ่นได้ รองรับผลเพื่อป้องกันไม่ให้ผลช้ำ เสียหาย และทำให้สะดวกต่อการเก็บผลบรรจุในตะกร้าหรือภาชนะบรรจุอื่น ๆ ก่อนนำไปคัดแยก โดยปกติมักเก็บเกี่ยวผลผลิตให้เสร็จในช่วงเวลาครึ่งวันเช้าก่อนเที่ยง เพื่อให้มีเวลาในการคัดแยกผลเสียในช่วงบ่าย ก่อนนำไปจำหน่ายหรือบรรจุในห้องเย็นเพื่อรอการผลิต และเป็นการป้องกันเชื้อราหรือเชื้อแบคทีเรียที่จะเข้ามาทำความเสียหายให้แก่ผลมะเกี๋ยงได้

ภาพที่ 2.22 การเก็บเกี่ยวผลมะเกี๋ยง

เพื่อให้ต้นมะเกี๋ยงสามารถให้ผลผลิตอย่างต่อเนื่อง และมีคุณภาพในเรื่องของผล ดังนั้นการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวจึงต้องทำการตัดแต่งกิ่งของทรงพุ่ม โดยเฉพาะกิ่งที่อยู่ในพุ่ม กิ่งที่ซ้อนทับกัน กิ่งที่มีโรคหรือแมลงเข้าทำลาย และเพื่อให้ใบได้รับแสงแดดและสังเคราะห์แสงมากขึ้น ช่วยทำให้ต้นมะเกี๋ยงมีการสะสมของอาหารในต้น ซึ่งส่งผลไปถึงช่วงที่มะเกี๋ยงมีการพัฒนาของดอกและผลต่อไป นอกจากนี้ยังเป็นวิธีการป้องกันไม่ให้เป็นแหล่งสะสมของโรคและแมลงอีกด้วย

6. พื้นที่ปฏิบัติการด้านเขตกรรมพืชมะเกี๋ยงในโครงการ อพ.สธ.

การอนุรักษ์และปลูกรักษาพันธุกรรมของมะเกี๋ยงของโครงการ อพ.สธ. มีหน่วยงานที่ร่วมสนองพระราชดำริหลายแห่ง ซึ่งได้รวบรวมพันธุ์มะเกี๋ยงปลูกรักษาในพื้นที่ปฏิบัติการด้านเขตกรรมพืชมะเกี๋ยงและดำเนินการอนุรักษ์ ศึกษา วิจัย และพัฒนาการใช้ประโยชน์จากมะเกี๋ยง รวมถึงการอนุเคราะห์จัดส่งผลผลิตมะเกี๋ยงให้แก่โครงการวิจัยต่าง ๆ ของหน่วยงานที่ร่วมสนองพระราชดำริ เพื่อนำไปใช้ในการดำเนินงานวิจัยด้านต่าง ๆ ต่อไป พื้นที่ปฏิบัติการในงานปลูกรักษาพันธุกรรมพืชมะเกี๋ยงของหน่วยงานร่วมสนองพระราชดำริมีหลายแห่ง เช่น ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเชียงราย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ มหาวิทยาลัยพะเยา ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรลำปาง เป็นต้น

6.1 ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเชียงราย จังหวัดเชียงราย

บุญเลิศ อิทธิพลจันทร์ ประสงค์ มั่นสลุง และบุญปิยธิดา คล่องแคล่ว

ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเชียงราย สังกัดกรมวิชาการเกษตร ได้เข้าร่วมสนองโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี โดยในปี พ.ศ. 2543 ทางสำนักงานโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ ซึ่งเป็นโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา ได้ร่วมกับกรมวิชาการเกษตร เพื่อขอใช้พื้นที่ของสถานีทดลองเกษตรที่สูงวาวี (ชื่อเดิมในขณะนั้น) โดยจัดทำเป็นแปลงรวบรวมพันธุกรรมพืชที่หายาก ใกล้สูญพันธุ์ พืชท้องถิ่น ได้แก่ มะเกี๋ยง 50 ไร่ หนำเลี้ยบและพุทราจีน 40 ไร่ ต๋าว 30 ไร่ หวาย 20 ไร่ และมะกอกโอลีฟ จำนวน 1 ไร่ ในพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 200 ไร่ เพื่อพัฒนาศักยภาพของพืชในการนำไปใช้ประโยชน์ในอนาคต โดยมีวัตถุประสงค์คือ เพื่อปลูกดูแลรักษาพันธุกรรมมะเกี๋ยง เพื่อศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยา เพื่อคัดเลือก

สายพันธุ์ที่มีความเหมาะสมกับพื้นที่สูง และเพื่อเป็นการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชและสร้างจิตสำนึกในการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช

โดยดำเนินกิจกรรมปลูกรักษาพันธุกรรมพืช ซึ่งเป็นกิจกรรมต่อเนื่องจากการสำรวจเก็บรวบรวมพันธุกรรมพืช เป็นการนำไปเพาะปลูกในพื้นที่ปลอดภัย เพื่อเป็นการปลูกรักษาต้นพันธุกรรมพืชมะเกี๋ยงและขยายพันธุ์ที่มีความเหมาะสมกับสภาพพื้นที่ และกิจกรรมอนุรักษ์และใช้ประโยชน์พันธุกรรมพืช ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ดำเนินการศึกษาประเมินพันธุกรรมพืชที่สำรวจเก็บรวบรวมมาปลูกรักษาไว้โดยมีการศึกษาประเมินในสภาพธรรมชาติ ในแปลงทดลอง ทั้งด้านสัณฐานวิทยา ชีววิทยา สรีรวิทยา และการเขตกรรม

ภาพที่ 2.23 ป้ายโครงการ อพ.สธ. สนองพระราชดำริ โดยศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเชียงราย

6.1.1 สภาพพื้นที่และการปลูกมะเกี๋ยง ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเชียงรายได้ดำเนินการปลูกมะเกี๋ยงจำนวน 50 ไร่ ในความดูแลรับผิดชอบของนายบุญเลิศ อิทธิพลจันทร์ ตำแหน่งนักจัดการงานในพระองค์ปฏิบัติการ สำนักพระราชวัง สภาพพื้นที่โดยทั่วไปส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ลาดชันและลอนคลื่นสลับกับลำห้วยธรรมชาติ สภาพดินเป็นดินร่วนสีน้ำตาลดำและปนด้วยหิน ดินมีความอุดมสมบูรณ์ แปลงตั้งอยู่ที่ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 1,463 เมตร โดยในปี พ.ศ. 2544 ได้ดำเนินการปลูกมะเกี๋ยง ซึ่งได้จากการเพาะเมล็ด จำนวน 41 รหัสต้น รหัสต้นละ 30 ต้น รวมทั้งสิ้น 1,230 ต้น ใช้ระยะปลูก 8 x 8 เมตร ปัจจุบันคงเหลือ 657 ต้น และออกดอก 441 ต้น สาเหตุการตายเนื่องมาจากถูกทำลายด้วยหนอนเจาะลำต้นและขาดน้ำในช่วงฤดูแล้ง

ภาพที่ 2.24 แปลงปลูกมะเกี๋ยงในพื้นที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเชียงราย

ภาพที่ 2.25 การปลูกและผลผลิตมะเกี๋ยง

ภาพที่ 2.25 การปลูกและผลผลิตมะเกี๋ยง (ต่อ)

6.1.2 การปฏิบัติดูแลรักษา โดยทำการใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 ในช่วงต้นฤดูฝน จำนวน 4 กิโลกรัม/ต้น/ปี และปุ๋ยคอกจำนวน 5 กิโลกรัม/ต้น/ปี การกำจัดวัชพืชทำการตัดหญ้าทั่วทั้งแปลง ปีละ 2 ครั้ง และกำจัดวัชพืชรอบโคนลำต้นมะเกี๋ยงปีละ 2-3 ครั้ง นอกจากนี้ยังต้องทำแนวกันไฟป่าอีก ปีละ 1 ครั้ง ส่วนการป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่สำคัญ ได้แก่ หนอนเจาะลำต้น ซึ่งมีการระบาดมากในฤดูหนาว และฤดูแล้ง โดยทำการสำรวจจำนวนและความเสียหาย เพื่อวางแผนการป้องกันกำจัดด้วยการตัดแต่งกิ่งที่ถูกทำลาย และใช้สารเคมีหากมีการระบาดรุนแรง และเพลี้ยแป้งที่มีการระบาดมากในฤดูหนาว ซึ่งจะเข้าทำลายต้นมะเกี๋ยงโดยการดูดน้ำเลี้ยงทำให้ใบร่วงและยอดเหี่ยวแห้ง ทำการกำจัดโดยการใช้สารเคมีฉีดพ่น

ภาพที่ 2.26 การดูแลรักษาแปลงมะเกี๋ยง

6.1.3 การขยายพันธุ์ ทำการขยายพันธุ์ด้วยวิธีการตอนกิ่ง โดยเริ่มตั้งแต่เดือนเมษายน คัดเลือกกิ่งที่มีขนาดและอายุที่เหมาะสม และใช้ขุยมะพร้าวหรือกาบมะพร้าวที่มีความชื้นพอเหมาะมาห่อหุ้มบริเวณรอบแผลที่ควั่นแล้ว ร่วมกับการใช้ฮอร์โมนเร่งราก จากนั้นหุ้มด้วยพลาสติกและมัดให้แน่น จากนั้นประมาณ 45-60 วัน จะปรากฏราก เมื่อจำนวนรากมากพอจึงทำการตัดแล้วนำมาชำลงในถุงเพาะชำ จากนั้นทำการอนุบาลต่ออีก 30 วัน จึงจะสามารถนำไปปลูกได้

ภาพที่ 2.27 การขยายพันธุ์มะเกี๋ยง

6.2 มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่

ธนมนต์ ธนรัตนพิมลกุล

พื้นที่แปลงปลูกมะเกี๋ยงอยู่ในบริเวณของคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ซึ่งเป็นหน่วยงานที่ดูแลและให้การสนับสนุน มีพื้นที่ปลูกประมาณ 5 ไร่ ดำเนินการปลูกตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553 ได้รับการสนับสนุนกล้าพันธุ์จาก อพ.สธ. ลำปาง จำนวน 400 ต้น ปลูกแบบคละรหัส ไม่ได้แยกประเภท ในระยะแรกต้นมะเกี๋ยงมีการเจริญเติบโตค่อนข้างช้า ดินเป็นดินทรายละเอียด ทำให้ดินค่อนข้างอุ้มน้ำ การระบายน้ำไม่ดีเท่าที่ควร ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์จาก ดร.วรางคณา สงวนพงษ์ สังกัดสถานีพัฒนาที่ดินเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ ดำเนินการตรวจสอบลักษณะโครงสร้าง สมบัติและคุณภาพของดินในพื้นที่แปลงปลูก พบว่า ดินในพื้นที่มีโครงสร้างที่แน่นมาก ขาดวัสดุทางการเกษตรและอินทรียวัตถุ และให้คำแนะนำในการปรับปรุงดินโดยใส่ปุ๋ยหมัก ปูนขาว หรือ โดโลไมต์ (dolomite)

ภาพที่ 2.28 พื้นที่แปลงปลูกมะเกี๋ยงในบริเวณมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

สำหรับการดูแลรักษา ใช้ระบบเจาะปลูกและใส่ปุ๋ยเคมีรอบต้น สูตร 15-15-15 ผสมปุ๋ยคอก และคลุมหน้าดินด้วยแกลบดิบ กำจัดวัชพืชอย่างต่อเนื่อง และแก้ไขระบบรากซึ่งลึกเกินไป ทำให้ประสบกับสภาพน้ำขังบริเวณรากในฤดูฝน จึงทำการปรับปรุงโครงสร้างดินตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้มีการระบายน้ำและอากาศดีขึ้น ร่วมกับการปลูกปอเทือง นอกจากนี้ได้ดำเนินงานเสริมรากโดยรอบบริเวณโคนต้นให้แข็งแรงโดยใช้กล้ามะเกี๋ยงขนาดเล็กที่หาได้ในพื้นที่ใกล้เคียง เพื่อช่วยให้เจริญเติบโตได้ดีขึ้น และเปลี่ยนยอดพันธุ์ดี สำหรับปัญหาด้านแมลงศัตรูที่พบคือ หนอนเจาะลำต้น แก้ไขโดยการตัดแต่งกิ่งที่ถูกทำลาย รวมถึงกิ่งที่แห้งออก

ภาพที่ 2.29 การดูแลรักษาต้นมะเกี๋ยงในพื้นที่แปลงปลูก

6.3 มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ จังหวัดแพร่

ชูชีพ ชีพอุดม และกิติพงษ์ วุฒิญาณ

โครงการศึกษาพัฒนาการปลูกพืชมะเกี๋ยงในสภาพพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ภายใต้โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ได้ร่วมดำเนินการเพื่อร่วมสนองงานในโครงการมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553 จนถึงปัจจุบัน และดำเนินการจัดสร้างแปลงสาธิตการปลูกพืชมะเกี๋ยงมากกว่า 1,500 ต้น มีพื้นที่ปลูกกว่า 20 ไร่ เพื่อเป็นแปลงอนุรักษ์ ศึกษา พัฒนาพืชมะเกี๋ยง เพื่อเป็นแหล่งเรียนรู้ด้านการเรียนการสอนของนักศึกษา การบริการวิชาการแก่ชุมชน และเพื่อใช้ในการศึกษาการวิจัยต่อไป

6.3.1 พื้นที่แปลงปลูกมะเกี๋ยง

มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ได้ดำเนินการปลูกพืชมะเกี๋ยงในพื้นที่รับผิดชอบของสาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช โดยมอบหมายให้ นายกิติพงษ์ วุฒิญาณ ตำแหน่งนักวิชาการเกษตรประจำสาขาเทคโนโลยีการผลิตพืช เป็นผู้ดูแลและรับผิดชอบแปลงปลูกมะเกี๋ยงในมหาวิทยาลัย และเพื่อให้นักศึกษาของสาขาวิชาได้เรียนรู้การปฏิบัติดูแลรักษาแปลงปลูกมะเกี๋ยง เช่น การให้น้ำให้ปุ๋ย การขยายพันธุ์พืช การตัดแต่งกิ่ง การป้องกันกำจัดแมลงและศัตรูพืช เป็นต้น การดำเนินงานการปลูกพืชมะเกี๋ยงได้แบ่งการปลูกออกเป็น 5 ระยะ ในจำนวน 6 แปลง รวมพื้นที่ประมาณ 20 ไร่ จำนวนต้น 1,500 ต้น ดังนี้

(1) แปลงปลูกที่ 1 เมื่อวันที่ 27 สิงหาคม 2553 เป็นการทดลองและเป็นแหล่งสาธิตการปลูกแบบพื้นที่สูงเอียงลาดชัน ใช้วิธีการปลูกแบบขั้นบันได ลักษณะดินเป็นดินแดงลูกรัง ดินขาดความอุดมสมบูรณ์ แก้ไขปัญหาโดยใช้รถแมคโครในการขุดหลุมปลูกแล้วผสมวัสดุทางการเกษตรและ

อินทรียวัตถุต่าง ๆ ลงไปในหลุมก่อนปลูกต้นมะเกี๋ยง โดยมีพื้นที่ปลูกจำนวน 3 ไร่ ได้ดำเนินการปลูกไปจำนวน 100 ต้น ระยะห่างการปลูก 8 เมตร ซึ่งได้รับต้นกล้ามะเกี๋ยงจากโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ เป็นต้นกล้ามะเกี๋ยงที่เพาะจากเมล็ด สายต้นที่ 2 และ 3 เมื่อต้นมะเกี๋ยงอายุครบ 1 ปี จึงดำเนินการเปลี่ยนเป็นยอดมะเกี๋ยงพันธุ์ดี โดยวิธีการเสียบกิ่ง หลังจากนั้น 2 ปี ดำเนินการตัดแต่งกิ่งโดยการเปิดกลางทรงพุ่ม และต้นมะเกี๋ยงให้ผลผลิตในเดือนกรกฎาคมถึงสิงหาคม พ.ศ. 2557 เป็นครั้งแรก

ภาพที่ 2.30 การเขตกรรมพืชมะเกี๋ยงในพื้นที่ปลูก มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ จังหวัดแพร่

ภาพที่ 2.31 การเก็บเกี่ยวผลผลิตพืชมะเกี๋ยงในปีแรก ปริมาณคาดการณ์ 300-400 กิโลกรัม

(2) แปลงปลูกที่ 2 ปลูกเมื่อวันที่ 3 ธันวาคม 2554 พื้นที่ปลูกจำนวน 3 ไร่ จำนวน 200 ต้น ระยะปลูก 6 x 6 เมตร และระยะปลูก 4 x 4 เมตร สภาพพื้นที่เป็นที่ดอน ลักษณะดินเป็นดินร่วนปนทราย ดินมีความอุดมสมบูรณ์ดี แล้วใช้รถแมคโครในการขุดหลุมปลูกแล้วผสมวัสดุทางการเกษตรและอินทรียวัตถุต่าง ๆ ลงไปในหลุมก่อนปลูกต้นมะเกี๋ยง สภาพแปลงปลูกต้นมะเกี๋ยงในปัจจุบันดำเนินการปฏิบัติดูแลรักษา ให้น้ำ ให้ปุ๋ย อย่างสม่ำเสมอ มีการเจริญเติบโตได้ดี มีการแตกยอดใหม่และแตกกิ่งก้านแขนงใหม่เพิ่มมากขึ้น

(3) แปลงปลูกที่ 3 ปลูกเมื่อวันที่ 11 มิถุนายน 2555 มีพื้นที่ปลูกประมาณ 3 ไร่ ใช้ระยะปลูก 8 เมตร (แบบขั้นบันได) สภาพพื้นที่เป็นพื้นที่สูงเอียงลาดชัน ใช้วิธีการปลูกแบบขั้นบันได ลักษณะดินเป็นดินแดงลูกรัง ดินขาดความอุดมสมบูรณ์ แก้ไขปัญหาโดยใช้รถแมคโครในการขุดหลุมปลูกแล้วผสมวัสดุทางการเกษตรและอินทรียวัตถุต่าง ๆ ลงไปในหลุมก่อนปลูกต้นมะเกี๋ยง ได้ดำเนินการปลูกต้นมะเกี๋ยงไปจำนวน 160 ต้น วางระบบน้ำแบบน้ำหยดใต้โคนต้นทุก ๆ ต้น และมีพัฒนาการและการเจริญเติบโตที่ดี

(4) แปลงปลูกที่ 4 (แปลงปลูกมะเกี๋ยงแบบแปลงชา) ปลูกเมื่อวันที่ 3 กันยายน 2555 พื้นที่ปลูกประมาณ 2 งาน ใช้ระยะปลูกแบบระยะชิด 0.5 x 2 เมตร จำนวน 7 แถว แถวละประมาณ 40-60 ต้น รวมต้นมะเกี๋ยงประมาณ 400 ต้น การปลูกมะเกี๋ยงแบบแปลงชา มีวัตถุประสงค์เพื่อนำยอดอ่อนใบมะเกี๋ยงมาใช้ในการทำงานวิจัยการทำชาใบมะเกี๋ยง ซึ่งปัจจุบันอยู่ในขั้นตอนการทดสอบและการศึกษาวิจัย การจัดการแปลงปลูกมีการควบคุมทรงพุ่มและตัดแต่งกิ่งต้นมะเกี๋ยงอยู่สม่ำเสมอ เพื่อให้ต้นมะเกี๋ยงแตกยอดอ่อนออกมาเรื่อย ๆ และเพื่อนำไปพัฒนาเป็นชาใบมะเกี๋ยงต่อไป


ภาพที่ 2.32 แปลงมะเกี๋ยงแบบแปลงชา สามารถเก็บยอดใบอ่อนมะเกี๋ยงมาทำการทดลองได้แล้วบางส่วน

(5) แปลงปลูกที่ 5 ปลูกเมื่อวันที่ 9 กรกฎาคม 2556 ดำเนินการปลูกแบบขั้นบันได ระยะปลูก 8 เมตร จำนวน 200 ต้น พื้นที่ปลูกประมาณ 3 ไร่ สภาพพื้นที่เป็นพื้นที่สูงเอียงลาดชัน ใช้วิธีการปลูกแบบขั้นบันได ลักษณะดินเป็นดินแดงลูกรัง ดินขาดความอุดมสมบูรณ์ แก้ไขปัญหาโดยใช้รถแมคโครในการขุดหลุมปลูกแล้วผสมวัสดุทางการเกษตรและอินทรียวัตถุต่าง ๆ ลงไปในหลุมก่อนปลูกต้นมะเกี๋ยง การดำเนินงานและการจัดการแปลงโดยการปรับเตรียมพื้นที่เพื่อเตรียมเป็นสถานที่การขยายพันธุ์และใช้เป็นพื้นที่ปลูกพืชอนุรักษ์อื่น ๆ เช่น ต้นน้อยหน่าเครือ ต้นมะกิ๊ง และต้นตีนฮุ้งดอยต่อไปในอนาคต

(6) แปลงปลูกที่ 6 ปลูกเมื่อวันที่ 23 พฤษภาคม 2557 จำนวน 600 ต้น ปลูกระยะ 6 x 4 เมตร พื้นที่ประมาณ 3 ไร่ สภาพพื้นที่เป็นที่ลาดเอียงเล็กน้อย ลักษณะดินเป็นดินร่วนปนทราย ดินมีความอุดมสมบูรณ์ดี การจัดการแปลงปลูกมะเกี๋ยงนี้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ได้ดำเนินการร่วมกับศูนย์ประสานงานและเครือข่ายการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ จังหวัดแพร่ จัดโครงการประชุมการบริหารจัดการน้ำแบบมีส่วนร่วมในชุมชนในลุ่มน้ำยม ครั้งที่ 1 ซึ่งในวาระการประชุมมีกำหนดการปลูกต้นมะเกี๋ยงร่วมกันในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ เพื่อส่งเสริมและขยายผลให้เกษตรกรลุ่มน้ำยมได้รู้จักคุณประโยชน์ของพืชมะเกี๋ยงต่อไป

6.3.2 สายพันธุ์มะเกี๋ยงที่ปลูกในมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ

สายพันธุ์มะเกี๋ยงพันธุ์ดีที่ได้นำมาเปลี่ยนยอด (เสียบกิ่ง) ในแปลงของมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ นั้นได้รับความอนุเคราะห์มาจากแปลงปลูกและรวบรวมพันธุ์มะเกี๋ยง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตลำปาง จังหวัดลำปาง ได้แก่ ต้นมะเกี๋ยงที่เพาะจากเมล็ด (ไม่ได้เปลี่ยนยอด) และมะเกี๋ยงสายพันธุ์ รหัส ต.4054 รหัส ต.1098 และรหัส ต.1185

6.3.3 ข้อมูลผลผลิตมะเกี๋ยง

มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ได้เริ่มดำเนินการปลูกพืชมะเกี๋ยงมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553 จนถึงปัจจุบัน (พ.ศ. 2557) อายุได้ 5 ปี ต้นมะเกี๋ยงมีการเจริญเติบโตได้เป็นอย่างดี มีพัฒนาการออกดอกติดผลได้อย่างรวดเร็วและได้ให้ผลผลิตมะเกี๋ยงออกมาเป็นครั้งแรกในจำนวนต้นที่ปลูกจำนวน 100 ต้น โดยเริ่มแทงช่อดอกออกมาในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงมีนาคม และมีการพัฒนามาเรื่อย ๆ จนถึงการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงสิงหาคม ซึ่งได้ปริมาณผลผลิตมะเกี๋ยงดังต่อไปนี้

• ต้นมะเกี๋ยงที่เพาะจากเมล็ด (ไม่ได้เปลี่ยนยอด)	จำนวน	23.5744	กิโลกรัม
• สายพันธุ์มะเกี๋ยง รหัส ต.4054	จำนวน	3.3931	กิโลกรัม
• สายพันธุ์มะเกี๋ยง รหัส ต.1098	จำนวน	0.4774	กิโลกรัม
• สายพันธุ์มะเกี๋ยง รหัส ต.1185	จำนวน	5.1944	กิโลกรัม
	รวมผลผลิตจำนวน	32.6393	กิโลกรัม

ผลผลิตมะเกี๋ยงที่ได้นั้นนำส่งเข้าโรงงานแปรรูปของมหาวิทยาลัย และนำไปทดลองเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ของมหาวิทยาลัย นำโดย อาจารย์ ดร.รัฐพงศ์ ปกแก้ว ตำแหน่งอาจารย์สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร เป็นหัวหน้าทีมวิจัยและดูแลการแปรรูปผลิตภัณฑ์ และมีผู้ร่วมงานวิจัยอีก 2 คน คือ นายอนุกูล จันทร์แก้ว ตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ และนายธวัชชัย ชัยธวัชวิถี ตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ วิจัยและแปรรูปผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ จากมะเกี๋ยง เช่น การทดลองการผลิตชาจากยอดอ่อนใบมะเกี๋ยง การผลิตไวน์มะเกี๋ยง การผลิตน้ำมะเกี๋ยงพร้อมดื่ม

ภาพที่ 2.33 การทดลองนำยอดอ่อนใบมะเกี๋ยงมาทดสอบคั่วและนำไปอบ

ภาพที่ 2.34 การผลิตไวน์มะเกี๋ยงและน้ำมะเกี๋ยงพร้อมดื่ม เพื่องานการเรียนการสอนของสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ

6.4 มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา

สันธิวัฒน์ พิทักษ์พล

พื้นที่แปลงปลูกมะเกี๋ยงของมหาวิทยาลัยพะเยาได้รับการจัดสรรจากมหาวิทยาลัยประมาณ 3 ไร่ อยู่ติดกับแปลงสักและแปลงยางพารา มีสภาพดินดีพอสมควร อยู่ใกล้อ่างเก็บน้ำ ทำการปรับพื้นที่ และได้รับความอนุเคราะห์ต้นมะเกี๋ยงจาก อพ.สธ. ซึ่งเป็นต้นพันธุ์มะเกี๋ยงที่มีเบตา-แคโรทีนสูง จำนวน 60 ต้น ใช้ระยะปลูก 8 x 8 เมตร โดยเริ่มปลูกเมื่อปลายเดือนกรกฎาคม 2557 และมีแผนดำเนินงานทำระบบน้ำเข้าไปในแปลงปลูก เพื่อศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการปลูกรักษาและการใช้ประโยชน์จากมะเกี๋ยงในการประยุกต์ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหารและด้านวิทยาศาสตร์การแพทย์ต่อไป


ภาพที่ 2.35 พื้นที่แปลงปลูกมะเกี๋ยงของมหาวิทยาลัยพะเยา

6.5 ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรลำปาง จังหวัดลำปาง

บุญเลิศ อิทธิพลจันทร์

ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรลำปาง จังหวัดลำปาง เข้าร่วมสนองพระราชดำริโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี โดยปลูกรักษาพันธุกรรมพืชมะเกี๋ยง เน้นการเก็บรักษาพันธุ์ นอกจากนี้ยังดำเนินงานร่วมกับศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเชียงรายในการปรับปรุงพันธุ์มะเกี๋ยงเพื่อการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์น้ำมะเกี๋ยงพร้อมดื่ม และประสานงานกับหน่วยงานร่วมสนองพระราชดำริเพื่อร่วมปฏิบัติงานในพื้นที่ การส่งมอบต้นกล้าเพื่อนำไปขยายพันธุ์ในสภาพพื้นที่ที่แตกต่างกัน รวมถึงผลผลิตมะเกี๋ยง สำหรับใช้ในการศึกษาวิจัยด้านต่าง ๆ ต่อไป

6.5.1 พื้นที่แปลงปลูกมะเกี๋ยงแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ แปลงคัดเลือกพันธุ์ แปลงขยายพันธุ์ และแปลงรวบรวมพันธุ์ ซึ่งมีจำนวนประมาณ 700 ต้น ปลูกในพื้นที่ 65 ไร่ ต้นมะเกี๋ยงให้ผลผลิตค่อนข้างมาก และทำการขยายพันธุ์โดยการเพาะเมล็ด ตอนกิ่งและเสียบยอด รวมถึงสำรวจการติดตาดอกหรือช่อดอกและการแตกใบอ่อนของมะเกี๋ยงในแต่ละรหัสต้น

ภาพที่ 2.36 แปลงปลูกมะเกี๋ยงในพื้นที่สถาบันวิจัยและพัฒนาการเกษตรลำปาง

6.5.2 การดูแลรักษาและขยายต้นพันธุ์มะเกี๋ยงให้มีความเหมาะสมกับสภาพพื้นที่ ปัญหาที่พบในพื้นที่ปลูกคือ ปัญหาภัยแล้ง ระบบน้ำในแปลงไม่เพียงพอ แก้ไขโดยการจัดสร้างบ่อพักน้ำโดยความร่วมมือกับกรมทรัพยากรน้ำ จังหวัดลำปาง นอกจากนี้พื้นที่แปลงปลูกอยู่ติดกับพื้นที่ป่า ดังนั้นจึงต้องระวังปัญหาเรื่องไฟป่า ซึ่งแก้ไขได้โดยทำการตัดแต่งกิ่ง ตัดหญ้า และเก็บกวาดใบแห้งรอบโคนต้น และพยายามรักษาความสะอาดในแปลงปลูกเพื่อป้องกันไฟป่า รวมถึงการทำแนวกันไฟ สำหรับในช่วงที่มีฝนตกมากอาจทำให้เก็บผลผลิตลำบาก และปริมาณน้ำฝนที่มากส่งผลให้ดินอุ้มน้ำมาก อาจทำให้ต้นมะเกี๋ยงล้มง่าย ดังนั้นจึงควรดูแลเป็นพิเศษ รวมถึงการป้องกันโรคและแมลงศัตรู เช่น โรคใบจุด กิ่งแห้ง หนอนเจาะลำต้น

ภาพที่ 2.37 การดูแลรักษาแปลงปลูกมะเกี๋ยงของสถาบันวิจัยและพัฒนาการเกษตรลำปาง

บทที่ 3
การใช้ประโยชน์จาก พืชมะเกี๋ยง

บทที่ 3
การใช้ประโยชน์จากพืชมะเกี๋ยง

1. คุณค่าทางอาหาร ยา และเครื่องสำอาง

สุนีย์ จันทร์สกาว ศิริวุฒิ สุขขี รวิวรรณ วงศ์ภูมิชัย และอำไพ พฤติวรพงศ์กุล

มะเกี๋ยงเป็นพืชพื้นบ้านทางภาคเหนือของประเทศไทย สามารถใช้ประโยชน์ได้ทั้งส่วนของผล เมล็ด และลำต้น ในสรรพคุณยาไทยมีการนำเปลือกต้นและผลสุกมาใช้ โดยใช้เพื่อแก้ปากเปื่อย คอเปื่อยเป็นเม็ด โดยนำเปลือกต้นมาต้มกับน้ำใช้อม (พิมพ์ใจ, 2551)

การใช้ประโยชน์จากผลมะเกี๋ยงในด้านอาหาร พบว่า ผลมะเกี๋ยงนิยมนำมาบริโภคทั้งรูปผลสด และผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูป เช่น น้ำมะเกี๋ยง ไวน์มะเกี๋ยง เนกต้ามะเกี๋ยง (nectar) แยมมะเกี๋ยง มะเกี๋ยงดอง มะเกี๋ยงแช่อิ่มแห้ง มะเกี๋ยงหยี ชามะเกี๋ยง โยเกิร์ตมะเกี๋ยง ซึ่งจากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผลมะเกี๋ยง โดยกลุ่มงานคุณค่าทางโภชนาการและชีวเคมี กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในตัวอย่างผลมะเกี๋ยงสดพบว่า ผลมะเกี๋ยงสดมีแร่ธาตุ วิตามิน และกรดอะมิโนหลายชนิดที่มีคุณค่าทางโภชนาการ นอกจากการใช้ประโยชน์ในลักษณะของผลิตภัณฑ์อาหารแล้ว จากคุณสมบัติและลักษณะเด่นของผลมะเกี๋ยงในด้านสี พบว่า สารสีแดงในส่วนเปลือกของผลมะเกี๋ยงสุกเป็นสารประกอบประเภทแอนโทไซยานิน (anthocyanins) เหมาะสำหรับนำไปใช้ในอาหารที่มีสภาพเป็นกรดสูง เช่น น้ำผลไม้ แยมผลไม้

ผลมะเกี๋ยงนอกจากนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารแล้ว เมล็ดมะเกี๋ยงยังสามารถสกัดน้ำมันหอมระเหย องค์ประกอบที่สำคัญของน้ำมันเมล็ดมะเกี๋ยง คือ linalool, terpinene, ionone, caryophyllene, terpinene-4-ol และ limonene และเมล็ดมะเกี๋ยงยังมีฤทธิ์ต้านการกลายพันธุ์ที่เกิดจากสารก่อมะเร็งในวิธีทดสอบที่ใช้แบคทีเรีย (Inboot *et al*., 2012) นอกจากนี้ยังพบว่าเนื้อผลสุกมีกรดซิตริก (citric acid) และกรดมาลิก (malic acid) ซึ่งให้รสเปรี้ยว มะเกี๋ยงจึงมีการใช้ประโยชน์เพื่อใช้เป็นสารแต่งรส แต่งกลิ่น และแต่งสีในผลิตภัณฑ์อาหารหรือยาได้ (ทวีพร, 2530; สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, 2545)

มะเกี๋ยงยังมีศักยภาพในการนำไปใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์ยาและเครื่องสำอาง จากข้อมูลขององค์ประกอบสำคัญและฤทธิ์ทางชีวภาพที่พบในผลมะเกี๋ยงสุกมีรายงานการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีโดยเทคนิคทางโครมาโทกราฟี พบว่า สีของเปลือกผลมีสารกลุ่มแอนโทไซยานินโดยสารองค์ประกอบหลักคือ cyanidin *3*-glucoside ส่วนเนื้อผลสุกพบว่ามีกรดซิตริกและกรดมาลิก ซึ่งเป็นกรดอินทรีย์ที่ให้รสเปรี้ยว (ทวีพร, 2530) สารสีในผลมะเกี๋ยงพบว่า cyanidine-*3*-glucoside เป็นสารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้ดีที่สุดในกลุ่มแอนโทไซยานิน (เฉลิมและคณะ, 2551) และสารสกัดจากเมล็ดมะเกี๋ยง โดยสกัดจากเมล็ดมะเกี๋ยงบดแห้ง ด้วยวิธีหมักในเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบพฤกษเคมีเบื้องต้นพบว่ามีองค์ประกอบของสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ ซาโปนิน แทนนิน และแอนทราควิโนนไกลโคไซด์ (พิมพรและคณะ, 2547; 2549) เมื่อศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากเมล็ดมะเกี๋ยงด้วยวิธี ABTS Assays พบว่า สารสกัดส่วนเอทิลอะซิเตตและบิวทานอลเป็นส่วนที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าสารสกัดส่วนเฮกเซนและคลอโรฟอร์ม โดยมีค่า TEAC เท่ากับ 1.5108 และ 1.3943 กรัม/กรัม ตามลำดับ (พิมพรและคณะ, 2547) จากการศึกษาของธนธร (2549) เกี่ยวกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ลดริ้วรอยจากสารสกัดเมล็ดมะเกี๋ยงในรูปแบบครีมและเจลที่ผสมสารสกัดเมล็ดมะเกี๋ยงความเข้มข้นร้อยละ 1.25 โดยน้ำหนัก ระบุว่าผลิตภัณฑ์ทั้งสองรูปแบบมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดีกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด และไม่ก่อให้เกิดการระคายเคืองในกระต่าย จากการทดสอบในอาสาสมัคร 15 คน พบว่า ครีมมะเกี๋ยงและเจลมะเกี๋ยงมีประสิทธิภาพลดริ้วรอยและมีความคงตัวที่ดี (ธนธร, 2549) นอกจากนั้นมีรายงานผลการศึกษาฤทธิ์ต้านเชื้อ *Propionibacterium acnes* ของสารสกัดมะเกี๋ยงพบว่า สารสกัดเมล็ดมะเกี๋ยงแห้งและสารสกัดเมล็ดมะเกี๋ยงสดที่สกัดโดยการ reflux ด้วยเอทานอล 50% และหมักด้วยเอทานอล 95% มีฤทธิ์ต้านเชื้อ *P. acnes* ดีกว่า benzoyl peroxide ในความเข้มข้นที่เท่ากัน คือ 10%, 5% และ 1% w/v และจากการหาค่า MIC โดยวิธี agar well diffusion พบว่าสารสกัดเมล็ดมะเกี๋ยงสดที่สกัดโดยการ reflux มีค่าความเข้มข้นในการยับยั้งเชื้อ *P. acnes* ต่ำสุด คือ 0.625 % w/v หรือ 6.25 mg/ml (พิมพ์ใจ, 2549)

สำหรับการศึกษาผลของสารสกัดเนื้อมะเกี๋ยงในสัตว์ทดลองพบว่า สารสกัดเนื้อมะเกี๋ยงด้วยน้ำไม่พบความเป็นพิษเฉียบพลันและกึ่งเฉียบพลันในหนูขาว และยังมีฤทธิ์เหนี่ยวนำระบบต้านอนุมูลอิสระ

ในตับหนู และสารสกัดเนื้อมะเกี๋ยงในแอลกอฮอล์พบว่า มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระทั้งในหลอดทดลองและในหนูทดลองเช่นกัน (Thuschana *et al.,* 2012) สารสกัดน้ำจากมะเกี๋ยงยังสามารถยับยั้งการกลายพันธุ์ที่เกิดจากสารก่อมะเร็งในวิธีทดสอบที่ใช้แบคทีเรีย (Charoensin *et al.,* 2012) นอกจากนั้นการศึกษาในสัตว์ทดลองพบว่า สามารถป้องกันการเกิดมะเร็งตับระยะเริ่มต้นในหนูที่ได้รับสารก่อมะเร็งเป็นประจำ และการรับประทานสารสกัดน้ำมะเกี๋ยงจะไปยับยั้งอนุมูลอิสระที่เกิดจากสารก่อมะเร็งที่ได้รับและยังไปส่งเสริมให้ร่างกายสร้างสารต้านอนุมูลอิสระ จึงช่วยชะลอการเกิดมะเร็งออกไป (Taya *et al.,* 2014) อย่างไรก็ตาม ผลการวิจัยนี้เป็นการทดลองเฉพาะในหลอดทดลองและสัตว์ทดลองเท่านั้น จึงต้องมีการศึกษาในมนุษย์ต่อไป

ในงานวิจัย “การใช้ประโยชน์จากสมุนไพรเป็นอาหารสุขภาพและเครื่องสำอาง” (ทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ 2555 ภายใต้โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี) ซึ่งมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดเนื้อผลสดและสารสกัดจากเมล็ด เนื้อผลสดและเมล็ดแห้งของมะเกี๋ยงนำไปเตรียมสารสกัดด้วยวิธีการหมักโดยใช้เอทานอล 95% เป็นตัวทำละลาย พบว่า สารสกัดส่วนเนื้อผลและเมล็ดได้ปริมาณสารสกัดหยาบเอทานอลเท่ากับ 5.85-9.06 และ 10.56% w/w ตามลำดับ สารสกัดแต่ละส่วนที่ได้นำไปทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย ฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน และฤทธิ์ต้านเอนไซม์ไทโรสิเนส พบว่า สารสกัดหยาบเอทานอลของเมล็ดให้ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียที่สูงกว่าสารสกัดหยาบเอทานอลของส่วนเนื้อผล ในการทดสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชันด้วยวิธี DPPH พบว่า สารสกัดหยาบเอทานอลของเมล็ดให้ฤทธิ์ที่ดีกว่าเช่นกัน ด้วยค่า TEAC = 745.69-884.50 มิลลิกรัม/กรัม ของตัวอย่างสารสกัดทั้งสองส่วน พบว่ามีสารสำคัญในกลุ่มฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ในปริมาณสูง ซึ่งเป็นสารที่ให้ฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน และจากผลการศึกษาจะเห็นว่าทั้งสารสกัดมะเกี๋ยงส่วนเนื้อผลและส่วนเมล็ดสามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรสิเนสได้ดี โดยสารสกัดส่วนเมล็ดแสดงฤทธิ์ใกล้เคียงกับกรดโคจิค (kojic acid) ซึ่งใช้เป็นสารมาตรฐาน

ในการนำไปใช้ประโยชน์ ข้อมูลด้านความคงตัวของสารองค์ประกอบสำคัญในมะเกี๋ยงเป็นสิ่งที่สำคัญ มีข้อมูลรายงานถึงการเก็บรักษามะเกี๋ยงโดยเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4 และ 10 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 11 วัน เมื่อทำการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี สารต้านอนุมูลอิสระ และคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ พบว่าปริมาณแอนโทไซยานิน ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ และความสามารถในการรีดิวซ์เพิ่มขึ้นมากที่สุดที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส แต่พบการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุดที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส อย่างไรตาม ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดไม่มีการเปลี่ยนแปลงในทุกสภาวะ (วรงค์ศิริและคณะ, 2549)

จากข้อมูลดังกล่าวมะเกี๋ยงเป็นพืชพื้นบ้านชนิดหนึ่งที่มีศักยภาพในการนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพและเครื่องสำอาง โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์เพื่อชะลอความชรา (anti-aging) ซึ่งในปัจจุบันพบว่าตลาดโลกของผลิตภัณฑ์สมุนไพรกำลังได้รับความนิยมมากขึ้นอย่างรวดเร็ว มีอัตราการเติบโต 10-12%

ต่อปี โดยมีมูลค่าสูงมากถึง 120 ล้านล้านบาท ในปี พ.ศ. 2549 และธนาคารโลกคาดว่าจะเพิ่มเป็น 200 ล้านล้านบาท ในปี พ.ศ. 2593 สำหรับผลิตภัณฑ์สมุนไพรในแนวอายุวัฒนะหรือชะลอวัยกำลังได้รับความนิยมสูงตอบรับกระแสการป้องกันโรคและการรักษาสุขภาพ (สุรพจน์, 2552) มะเกี๋ยงจึงเป็นพืชพื้นบ้านของไทยอีกชนิดที่น่าจะมีการส่งเสริมการใช้ประโยชน์ เพื่อเป็นหนึ่งในทางเลือกในการดูแลสุขภาพต่อไป ทั้งในการนำไปใช้เป็นอาหารสุขภาพ และยังมีแนวโน้มที่จะพัฒนาต่อไปในด้านเครื่องสำอาง ผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพ ตลอดจนอาจจะใช้เป็นยา ซึ่งจะต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไปเพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค

เอกสารอ้างอิง

เฉลิม จันทร์สม สุธาทิพ ภมรประวัติ และอรุณพร อิฐรัตน์. 2551. แอนโทไซยานินหลักในผลมะเกี๋ยงสุก. ธรรมศาสตร์เวชสาร 8(3): 364-370.

ทวีพร อุณจักร. 2530. การวิเคราะห์ลูกมะเกี๋ยงสุก (*Eugenia paniala* Roxb., Myrtaceae) ทางเคมี. วิทยานิพนธ์เภสัชศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเภสัชเวท คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 151 หน้า.

ธนธร รจนากูล. 2549. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ลดริ้วรอยจากสารสกัดเมล็ดมะเกี๋ยง. วิทยานิพนธ์เภสัชศาสตรมหาบัณฑิต คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 104 หน้า.

พิมพ์ใจ อาษา. 2549. ฤทธิ์ต้านเชื้อ *Propionibacterium acnes* ของสารสกัดและน้ำหมักชีวภาพจากพืชสมุนไพร. รายงานกระบวนวิชาปัญหาพิเศษทางเทคโนโลยีเภสัชกรรม. คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

พิมพ์ใจ อาษา. 2551. องค์ประกอบทางเคมีและฤทธิ์ต้านเชื้อ *Propionibacterium acnes* และ *Staphylococcus aureus* ของเมล็ดมะเกี๋ยง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์เภสัชกรรม คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 96 หน้า.

พิมพร ลีลาพรพิสิฐ สุมาลี พฤกษากร และไชยวัฒน์ ไชยสุต. 2549. รายงานการวิจัยเรื่อง การศึกษาฤทธิ์ต้านแบคทีเรียก่อสิวของสารสกัดและน้ำหมักของพืชไทย. คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 28 หน้า.

พิมพร ลีลาพรพิสิฐ อุดมภัณฑ์ ขาลสุวรรณ นิสิต กิตติพงษ์พัฒนา และจตุรงค์ รจนากูล. 2547. รายงานการวิจัยเรื่อง การศึกษาพฤกษเคมีและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากเมล็ดมะเกี๋ยงเพื่อใช้ทางยา เสริมอาหาร และเครื่องสำอาง. คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 43 หน้า.

รายงานการวิจัยโครงการการใช้ประโยชน์จากสมุนไพรเป็นอาหารสุขภาพและเครื่องสำอาง. 2555. (ทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ภายใต้โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี), ข้อมูลที่ยังไม่ได้เผยแพร่.

วรงค์ศิริ เข็มสวัสดิ์ พิทยา ใจคำ รัชพล ไตรทิพย์พสุ และวชิระ จิระรัตนรังษี. 2549. การศึกษาคุณสมบัติของสารต้านอนุมูลอิสระในมะเกี๋ยงสด ระหว่างการเก็บรักษาโดยวิธีแช่เย็น. หน้า 356-357. *ใน* งาน IRPUS Exhibition 49. วันที่ 31 มีนาคม-2 เมษายน 2549. ณ MCC Hall เดอะมอลล์ งามวงศ์วาน, กรุงเทพฯ.

สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล. 2545. มะเกี๋ยง พืชในโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี. คณะเทคโนโลยีสื่อสารมวลชน สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, ปทุมธานี. 100 หน้า.

สุรพจน์ วงศ์ใหญ่. 2552. ทิศทางใหม่ในการพัฒนาสมุนไพรไทย. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.rsu.ac.th/oriental_med/ (12 สิงหาคม 2552).

Charoensin, S., S. Taya, S. Wongpornchai, S. Wongpornchai and R. Wongpoomchai. 2012. Assessment of genotxicity and antigenotoxicity of an aqueous extract of *Cleistocalyx nervosum* var. paniala in *in vitro* and *in vivo* models. Interdisplinary Toxicology 5(4): 201-206.

Inboot, W., S. Taya, A. Chailungka, P. Meepowpan and R. Wongpoomchai. 2012. Genotoxicity and antigenotoxicity of the methanol extract of *Cleistocalyx nervosum* var. *paniala* seed using a Salmonella mutation assay and rat liver micronucleus tests. Molecular and Cellular Toxicology 8(1): 19-24.

Taya, S., C. Punvittayagul, W. Inboot, S. Fukushima and R. Wongpoomchai. 2014. *Cleistocalyx nervosum* extract ameliorates chemical-induced oxidative stress in early stages of rat hepatocarcinogenesis. Asian Pacific Journal of Cancer Prevention 15(6): 2825-2830.

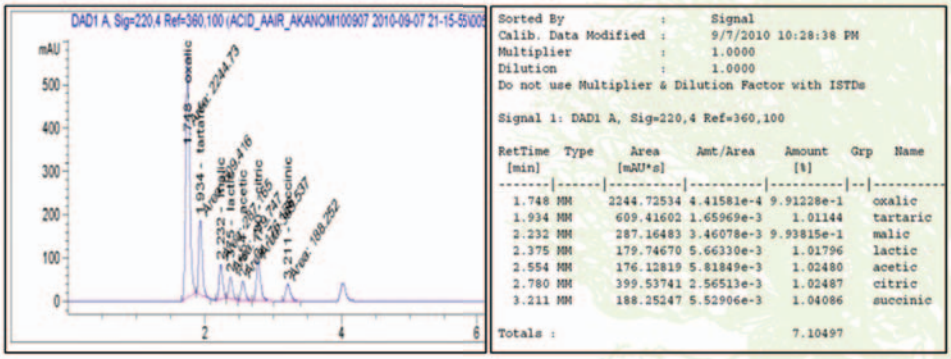
Thuschana, W., T. Thumvijit, S. Chansakaow, S. Ruamrungsri and R. Wongpoomchai. 2012. Chemical constituents and antioxidant activities of *Cleistocalyx nervosum* fruits in *in vitro* and *in vivo* models. Thai Journal of Toxicology 27(2): 194-208.

2. องค์ประกอบของกรดอินทรีย์ในน้ำมะเกี๋ยงที่สกัดจากผลมะเกี๋ยงต่างสายต้น

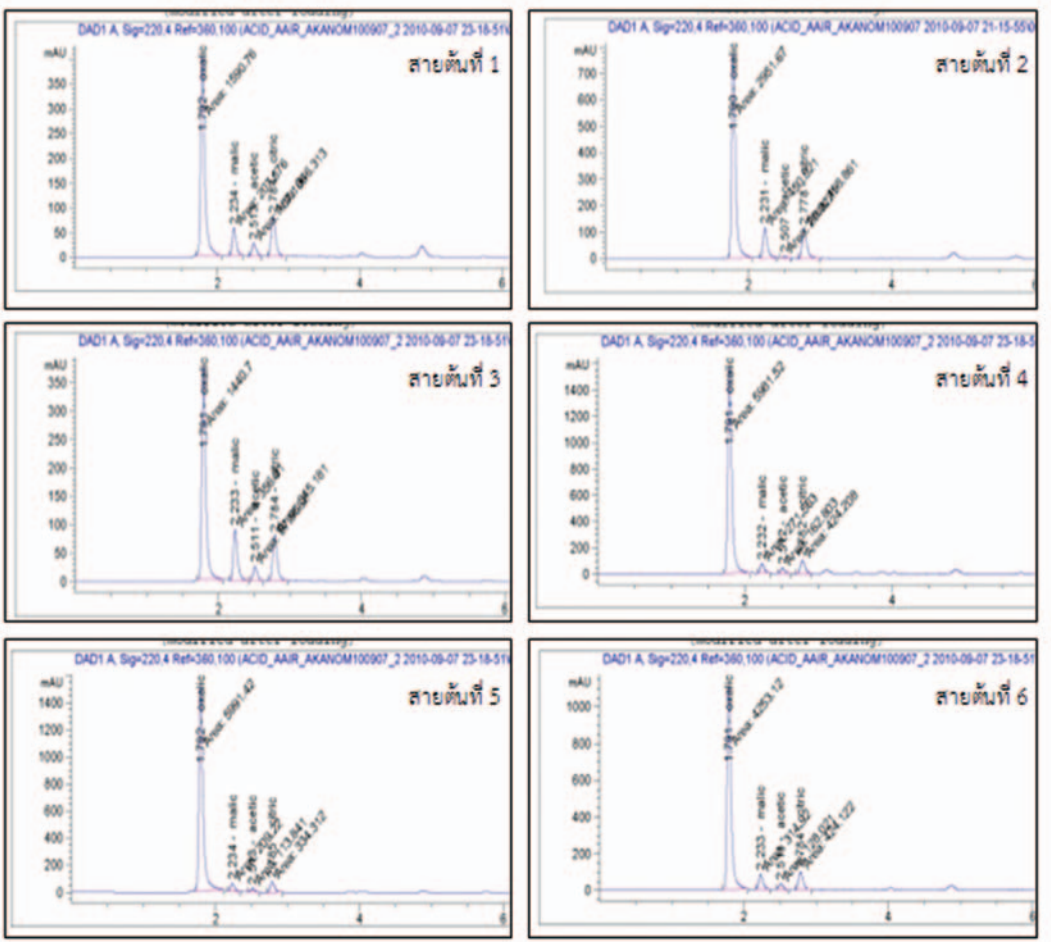
จิรภา พงษ์จันตา ธีรวัลย์ ชาญฤทธิเสน และลชินี ปานใจ

มะเกี๋ยงเป็นผลไม้พื้นเมืองในวงศ์ชมพู่ (MYRTACEAE) ผลสุกมีสีแดงจัด ประกอบด้วยสารสีชนิดต่าง ๆ เช่น แอนโทไซยานิน (anthocyanins) แคโรทีนอยด์ (carotenoids) ซึ่งสารกลุ่มนี้คล้ายกับสารที่สกัดได้จากองุ่นแดงที่มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ (Frankel and Meyer, 1998) ได้มีรายงานว่าเปลือกของมะเกี๋ยงพบสารในกลุ่มโพลิฟีนอล (polyphenols) และแทนนิน (tannin) ซึ่งเป็นสารกลุ่มเดียวกับที่พบในเปลือกและเมล็ดองุ่น (ทวีพร, 2530)

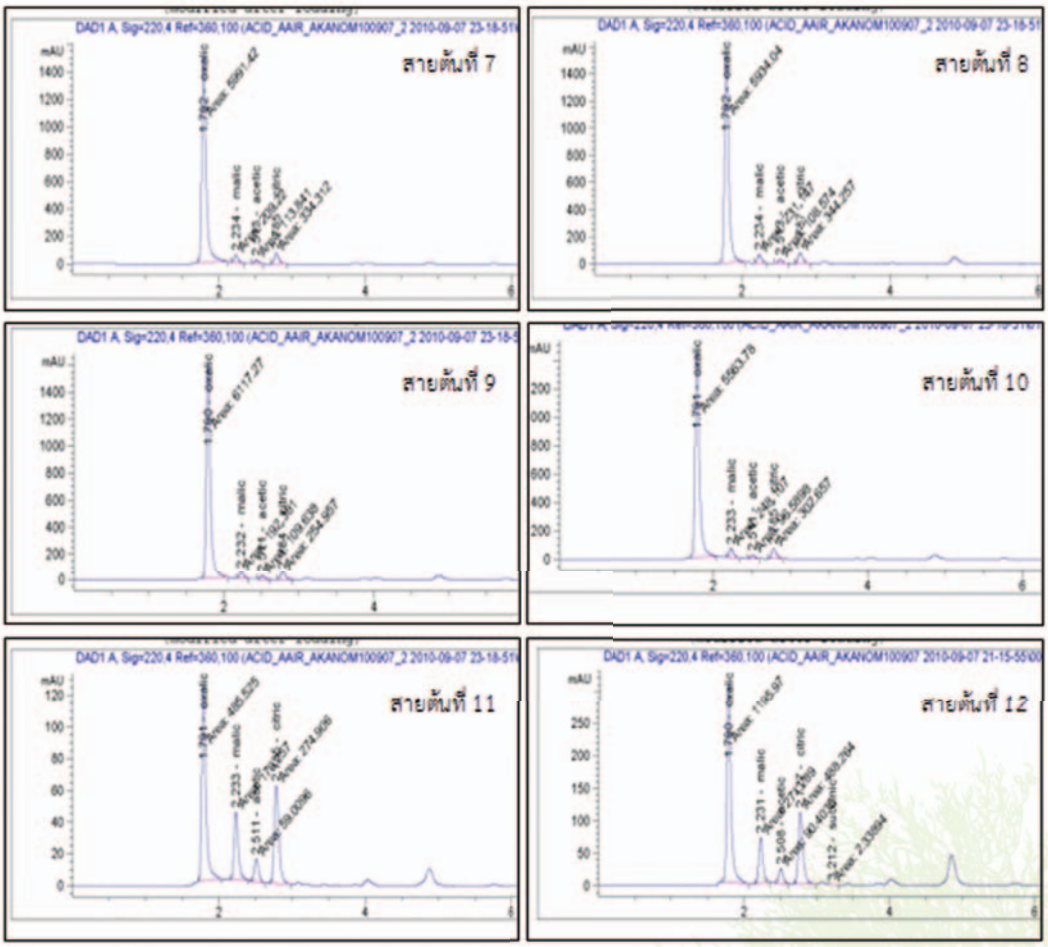
ผลมะเกี๋ยงมีความหลากหลายของขนาด รูปร่าง สีผล และรสชาติที่ต่างกันไปตามสายต้นและแหล่งปลูก แต่ข้อมูลด้านองค์ประกอบของกรดอินทรีย์ที่ปัจจัยหลักในรสชาติมีการศึกษาน้อย ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงศึกษาองค์ประกอบของกรดอินทรีย์ในน้ำมะเกี๋ยงที่สกัดมาจากผลมะเกี๋ยงสุกจำนวน 12 สายต้นที่ปลูกในเขตภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย นำผลมะเกี๋ยงสุกแต่ละสายต้นมาสกัดน้ำแล้วกรองสำหรับการวิเคราะห์แยกชนิดและปริมาณกรดอินทรีย์ในน้ำมะเกี๋ยงด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง ผลการศึกษาพบว่า น้ำมะเกี๋ยงทั้ง 12 สายต้น มีกรดอินทรีย์หลัก 4 ชนิด คือ กรดออกซาลิก กรดมาลิก กรดอะซีติก และกรดซิตริก โดยพบในปริมาณที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ระหว่างสายต้นโดยพบในช่วงร้อยละ 0.21-2.70, 0.56-1.56, 0.17-0.95 และ 0.65-1.28 โดยปริมาตร ตามลำดับ ส่วนปริมาณกรดอินทรีย์ทั้งหมดพบในช่วง 1.85-5.61% โดยไม่พบกรดแอสคอร์บิก กรดทาร์ทาริก และกรดแลกติก ในน้ำมะเกี๋ยงที่สกัดจากมะเกี๋ยงสุกทั้ง 12 สายต้น



ภาพที่ 3.1 ลักษณะโครมาแกรม และค่า Retention time ของสารละลายมาตรฐานกรดอินทรีย์ 7 ชนิด



ภาพที่ 3.2 ลักษณะโครมาแกรมองค์ประกอบของกรดอินทรีย์ ในน้ำมะเกี๋ยงสายต้นที่ 1-6 ที่ปลูกในพื้นที่ราบ



ภาพที่ 3.3 ลักษณะโครมาแกรมองค์ประกอบของกรดอินทรีย์ ในน้ำมะเกี๋ยงสายต้นที่ 7-12 ที่ปลูกในพื้นที่ราบ

เอกสารอ้างอิง

ทวีพร อุณจักร. 2530. การวิเคราะห์ลูกมะเกี๋ยงสุก (*Eugenia paniala* Roxb., Myrtaceae) ทางเคมี. วิทยานิพนธ์เภสัชศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเภสัชเวท คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 151 หน้า.

Frankel, E.N. and A.S.B.S. Meyer. 1998. Antioxidant in grape and grape juices and their potential health effects. Phamarceutical Biology 36: 1-7.

3. ผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพจากมะเกี๋ยง

ธีรวัลย์ ชาญฤทธิเสน ภัทราภรณ์ ศรีสมรรถการ ณัฐชัย เที่ยงบูรณธรรม
พยุงศักดิ์ มะโนชัย และรัตนพล พนมวัน ณ อยุธยา

มะเกี๋ยงเป็นพืชยืนต้นที่เป็นพืชพื้นเมืองในโครงการ อพ.สธ. ที่สามารถนำมาทำประโยชน์ได้อย่างมาก โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์อาหาร เมื่อนำมาทำเป็นน้ำมะเกี๋ยงและไวน์มะเกี๋ยง พบว่า มีความเฝื่อนและมีกลิ่นหอมจากส่วนของเมล็ด ความเฝื่อนของผลไม้ส่วนใหญ่เกิดจากสารแทนนินที่เป็นสารประกอบฟีนอลิก (phenolic compounds) ซึ่ง Riberea-gayon and Glories (1987) พบว่า เมื่อรับประทานเข้าไปในร่างกาย สารประกอบฟีนอลิกสามารถไปยับยั้งการออกซิไดซ์ LDL-cholesterol ทำให้หลอดเลือดเสื่อมช้าลง และยับยั้งการสร้าง cyclo-oxygenase ทำให้เกล็ดเลือดจับตัวกันน้อยลง มีคุณสมบัติคล้ายแอสไพริน (กรมการแพทย์, 2539) ในน้ำมะเกี๋ยงมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกเฉลี่ย 54.10 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำมะเกี๋ยงที่เติมเมล็ดมะเกี๋ยงมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกเฉลี่ย 65.05 มิลลิกรัมต่อลิตร และไวน์มะเกี๋ยงมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกเฉลี่ย 73.25 มิลลิกรัมต่อลิตร (ดำเนินและเรวดี, 2543) นอกจากนี้ จากการวิเคราะห์เมล็ดมะเกี๋ยง โดยกรมวิทยาศาสตร์บริการ (2539) พบว่า เมล็ดมะเกี๋ยงมีปริมาณแร่ธาตุต่าง ๆ คือ ตะกั่ว 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐาน (มาตรฐาน 1.0) สังกะสี 0.6 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม เหล็ก 1.3 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม แมกนีเซียม 36.1 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม แคลเซียม 55.5 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม กรดแกลลิก 44.78 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม กรดคูมาริก 94.11 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม

จากการศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการ สะดวกในการบริโภคและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค โดยทำการศึกษาสารออกฤทธิ์ที่สำคัญที่มีในผล เมล็ด และใบ จากต้นมะเกี๋ยงที่ปลูกในสถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง จากนั้นทำการพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์กัมมี่มะเกี๋ยง น้ำมะเกี๋ยงผสมธัญพืช และเยลลี่มะเกี๋ยงที่ทำจากน้ำมะเกี๋ยงที่สกัดได้จากผลมะเกี๋ยง พบว่า ปริมาณสารออกฤทธิ์ที่สำคัญในเนื้อผล เมล็ด และใบมะเกี๋ยง มีความแตกต่างกันในแต่ละสายต้น ผลการวิเคราะห์พบกรดแทนนิกมากในส่วนของใบทั้งใบอ่อนและใบแก่ ในปริมาณ 2,846.51 และ 4,329.62 ppm ตามลำดับ และพบน้อยที่สุดในส่วนของเนื้อมะเกี๋ยงในปริมาณ 179.12 ppm กรดแกลลิกพบมากในส่วนของใบแก่ 116.27 ppm เมล็ดเท่ากับ 5.99 ppm Resveratrol พบมากในส่วนของใบแก่ 47.88 ppm เมล็ด 2.89 ppm เนื้อมะเกี๋ยง 2.62 ppm และใบอ่อน 0.89 ppm Catechol พบมากในส่วนของเนื้อมะเกี๋ยง 29.14 ppm และ Rutin ในรูปของ quercetin 3β-D rutinoside พบมากในส่วนของใบแก่ 128.31 ppm รองลงมาในเนื้อมะเกี๋ยง เมล็ด และใบอ่อน ในปริมาณ 38.03 23.84 และ 4.18 ppm ตามลำดับ

สูตรการทำกัมมี่มะเกี๋ยงคือ สกัดน้ำมะเกี๋ยงโดยใช้ผลมะเกี๋ยงสุกต่อน้ำ อัตราส่วน 1 : 2 ปริมาณ 64.88% ผงบุก 1.34% คาราจีแนน 0.58% แบะแซ 1.28% ผงวุ้น 0.64% เกลือ 0.16% และน้ำตาล 32.98% ก่อนการอบแห้งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ทำการจุ่มลงในน้ำที่มีอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการอบนาน 12 ชั่วโมง กัมมี่มะเกี๋ยงมีองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณคือ โปรตีน 0.036% ไขมัน 0.003% เส้นใย 0.002% เถ้าทั้งหมด 0.122% คาร์โบไฮเดรต 76.764% ความชื้น 23.080% และพลังงาน 307.185 กิโลแคลอรี วิตามินบี1 0.01 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม วิตามินบี2 0.01 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม แคลเซียม 19.538 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม และเหล็ก 0.501 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ไม่พบคอเลสเตอรอลและวิตามินเอ

สูตรการทำผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำมะเกี๋ยงผสมธัญพืชที่เหมาะสมคือ น้ำมะเกี๋ยงที่สกัดจากการใช้สัดส่วนของผลมะเกี๋ยงต่อน้ำ 1 : 0.5 ปรับให้มีปริมาณกรดทั้งหมด 0.4% ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด 13 องศาบริกซ์ เติมข้าวเหนียวต่อข้าวเจ้า (บดแห้ง) อัตราส่วน 1 : 1 ในปริมาณ 1% ของน้ำมะเกี๋ยง ปริมาณผงบุก 0.05% และปริมาณเพกทิน 0.01% ต้มที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที แล้วบรรจุลงขวดแก้วขณะร้อน ปริมาตร 330 มิลลิลิตร ปิดฝา ต้มฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำมะเกี๋ยงผสมธัญพืชมีองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณคือ โปรตีน 0.24% ไขมัน 1.35% เยื่อใย 0.76% เถ้าทั้งหมด 0.13% ปริมาณกรดในรูปกรดซิตริก 0.44% ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 15.5 องศาบริกซ์ สารประกอบฟีนอลิก 42.67 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม วิตามินบี1 0.01 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม วิตามินบี2 0.01 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม แคลเซียม 7.79 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม และเหล็ก 0.098 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม

สูตรการทำผลิตภัณฑ์เยลลี่มะเกี๋ยงที่เหมาะสมคือ น้ำมะเกี๋ยงที่สกัดจากการใช้สัดส่วนของผลมะเกี๋ยงต่อน้ำ 2 : 1 ปริมาณกรดเริ่มต้น 0.75% เติมเกลือ 0.1% เติมน้ำตาล 25% ปริมาณผงบุกผสมคาราจีแนนที่อัตราส่วน 50 : 50 เติมในปริมาณ 1% ของส่วนผสมทั้งหมด ซึ่งผลิตภัณฑ์เยลลี่มะเกี๋ยงที่ได้มีค่าความสว่างของสีแดงเล็กน้อยโดยมีโทนสีแดงเหลือง มีค่าสี (L* a* และ b*) เป็น 10.23 +7.29 และ +1.93 ตามลำดับ มีค่าแรงกด 0.24 นิวตัน ปริมาณความชื้น 70.10% ความเป็นกรด-ด่าง 2.81 ปริมาณกรดในรูปกรดซิตริกร้อยละ 1.03 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 33.65 องศาบริกซ์ และมีค่าอัตราส่วนน้ำตาลต่อกรดเป็น 41 : 1

ภาพที่ 3.4 ผลิตภัณฑ์กัมมี่มะเกี๋ยง

เอกสารอ้างอิง

กรมการแพทย์. 2539. ความเป็นจริงเกี่ยวกับไวน์กับโรคหัวใจ. หน้า 146-169. *ใน* เอกสารโรเนียวประกอบการประชุมสัมมนาเรื่อง “วิธีป้องกันโรคหัวใจ? บทบาทของไวน์”. วันที่ 11 กันยายน 2539. ณ โรงแรมเรดิสัน พระราม 9, กรุงเทพฯ.

กรมวิทยาศาสตร์บริการ. 2539. คุณค่าทางโภชนาการของมะเกี๋ยง. หน้า 146-169. *ใน* รายงานกิจกรรมกรมวิทยาศาสตร์บริการ ฉบับที่ 54. โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก, กรุงเทพฯ. 330 หน้า.

ดำเนิน วัฒนา และเรวดี จอว๊ะ. 2543. ผลของกระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มมะเกี๋ยงที่มีต่อคุณภาพบางประการของผลิตภัณฑ์และการยอมรับของผู้บริโภค. ปัญหาพิเศษ คณะเกษตรศาสตร์ บางพระ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตลำปาง, ลำปาง. 48 หน้า.

Riberea-gayon, P. and Y. Glories. 1987. Phenolics in grapes and wines. pp 247-256. *In* Adelaide, T.L. (ed.). Proceedings of the Sixth Australian Wine Industry Technical Conference, South Australia.

4. ชาชงจากยอดอ่อนมะเกี๋ยง

รัฐพงศ์ ปกแก้ว กิติพงษ์ วุฒิญาณ ธวัชชัย ชัยธวัชวิถี และอนุกูล จันทร์แก้ว

มะเกี๋ยงเป็นหนึ่งในพืชอนุรักษ์ตามโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (อพ.สธ.) ซึ่งเป็นพืชที่มีศักยภาพที่จะนำมาใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน จากรายงานพบว่า เปลือกผลสดของมะเกี๋ยงพบสารกลุ่มโพลีฟีนอล (polyphenol) และแทนนิน (tannins) สารทั้งสองนี้ทำหน้าที่ในการจับอนุมูลอิสระ ซึ่งอนุมูลอิสระเป็นสารกระตุ้นและเป็นสาเหตุของการเกิดมะเร็ง จึงส่งผลทำให้สามารถป้องกันการเกิดโรคมะเร็งได้ (พิมพรและคณะ, 2547) นอกจากนั้นยังพบว่า สารสกัดจากน้ำมะเกี๋ยงมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ สามารถยับยั้งการกลายพันธุ์ที่เกิดจากสารก่อมะเร็ง โดยพบว่าสามารถป้องกันการเกิดมะเร็งตับระยะเริ่มต้นในหนูที่ได้รับสารก่อมะเร็งเป็นประจำ รวมทั้งอาจช่วยในการป้องกันโรคเรื้อรังต่าง ๆ ที่เกิดจากความเสื่อมของร่างกายได้ (รวิวรรณ, 2556) จากกรอบแนวคิดนี้เองทำให้คณะผู้เขียนเชื่อว่าส่วนอื่น ๆ นอกจากผลสด เช่น ใบและยอดอ่อนของมะเกี๋ยงจะอุดมไปด้วยสารที่มีประโยชน์ต่าง ๆ รวมทั้งสารในกลุ่มของโพลีฟีนอล (polyphenol) และแทนนิน (tannins) ที่เป็นองค์ประกอบ เช่น ในผลสด ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้มีแนวคิดที่จะศึกษาและนำใบและยอดอ่อนของพืชมะเกี๋ยงมาผลิตเป็นชาใบมะเกี๋ยงในรูปแบบของการผลิตแบบชาชงหรือชาจีน

เมื่อพิจารณาลักษณะของใบชาซึ่งได้จากพืชที่มีชื่อว่า *Camellia sinensis* วงศ์ Theaceae ลักษณะของใบชาดังแสดงในภาพที่ 3.5 ประเทศจีนถือเป็นถิ่นกำเนิดของใบชา ต่อมาได้แพร่กระจายไปสู่ประเทศอินเดีย ประเทศศรีลังกา และประเทศญี่ปุ่น การเก็บใบชาจะเลือกเก็บเฉพาะยอดและใบอ่อน ใบที่อายุต่างกันจะให้รสชาติไม่เหมือนกัน เช่น ชา Orange pekoe จะได้จากใบอ่อนที่สุด แต่ชา Souchong จะเก็บจากใบที่สี่ (นับจากยอด) ใบชาจะถูกนำมาทำให้แห้งด้วยความร้อน คือ การอบ คั่ว หรือตากแห้ง จะได้เป็นชาเขียว ถ้านำใบชาไปผ่านกระบวนการหมักก่อนทำให้แห้งจะได้ใบชาสีดำ ส่วนชาอูหลง (Oolong tea) จะอยู่ก้ำกึ่งระหว่างชาเขียวกับชาดำ หลังจากผ่านการคัดขนาดแล้วใบชาจะถูกบรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์เพื่อป้องกันการดูดซับกลิ่นอื่น ๆ และเพื่อป้องกันการสูญเสียความหอม สารประกอบหลักในใบชาเขียว ได้แก่ สารในกลุ่ม polyphenolic จำพวก catechins และ flavonols ส่วนชาดำที่ผ่านการหมักแล้วจะทำให้สารจำพวก catechins บางส่วนเปลี่ยนแปลงไปเป็น aflavin และ tharubigins ซึ่งเป็นสารพอลิเมอร์ของสารในกลุ่ม polyphenolic โดยเป็นสารสำคัญที่มีบทบาทในการป้องกันการเกิดมะเร็งและต้านการก่อกลายพันธุ์ และยังมีคุณสมบัติในการต้านออกซิเดชั่น ดังนั้นจึงลดปริมาณอนุมูลอิสระในร่างกายที่เชื่อว่าเป็นตัวการสำคัญในการก่อให้เกิดมะเร็ง นอกจากนั้นชายังสามารถดื่มเป็นยาแก้ท้องเสียได้เนื่องจากสารแทนนินที่มีมากในใบชา (ศุภนารถและอัญชลี, 2557)

ชาเป็นพืชที่นำมาทำเป็นเครื่องดื่ม เป็นที่นิยมบริโภคของคนทั่วโลกเช่นเดียวกับกาแฟและโกโก้ โดยจีนเป็นประเทศแรกที่เริ่มนำชามาทำเป็นเครื่องดื่มเมื่อกว่า 2,000 ปีที่แล้ว จากนั้นความนิยมในการดื่มน้ำชาก็ได้แพร่กระจายไปทั่วโลก ทั้งในทวีปอเมริกา ยุโรป เอเชีย และในบางประเทศของทวีปแอฟริกาด้วย ในบรรดานักดื่มชาทั่วโลก ชาวอังกฤษถือได้ว่ามีการดื่มชามากที่สุด คือ ดื่มคนละ 3.06 กิโลกรัม/ปี รองลงมา ได้แก่ สาธารณรัฐไอร์แลนด์ อิรัก ฮ่องกง ญี่ปุ่น อินเดีย และไทย ตามลำดับ ผลผลิตชาส่วนใหญ่จะอยู่ในทวีปเอเชียโดยพื้นที่ที่มีการปลูกชามากจะอยู่ระหว่างแนวเหนือ-ใต้ ตั้งแต่ประเทศญี่ปุ่นถึงอินโดนีเซีย และแนวตะวันออก-ตะวันตก จากประเทศอินเดียถึงญี่ปุ่น เนื่องจากพื้นที่เหล่านี้อยู่ในเขตมรสุม มีอากาศอบอุ่นและมีปริมาณน้ำฝนมากเหมาะกับต้นชาที่กำลังเจริญเติบโต สำหรับประเทศไทยในปี พ.ศ. 2535 และ 2536 มีพื้นที่ปลูกชา 34,104 และ 33,907 ไร่ มีผลผลิตใบชาสดรวม 45,340 และ 40,847 ตัน ตามลำดับ โดยจังหวัดเชียงรายมีการปลูกและได้ผลผลิตมากที่สุด รองลงมาคือ จังหวัดลำปาง แพร่ และเชียงใหม่ จากปริมาณการผลิตที่ได้ทำให้ประเทศไทยมีทั้งการนำเข้าและส่งออกชา (ศุภนารถและอัญชลี, 2557)

ภาพที่ 3.5 ลักษณะยอดอ่อนของใบชา

4.1 ประวัติการปลูกชาของโลก

การดื่มชานั้นได้เริ่มขึ้นในประเทศจีนคาดว่าไม่น้อยกว่า 2,167 ปีก่อนคริสตกาล ตำนานการเริ่มต้นของการดื่มชามีหลายตำนาน บ้างก็กล่าวว่าจักรพรรดิเสินหนงของจีน (Shen Nung) ค้นพบวิธีชงชาโดยบังเอิญ เมื่อพระองค์ทรงต้มน้ำดื่มใกล้ ๆ กับต้นชา ขณะรอคอยให้น้ำเดือดกิ่งชาได้หล่นลงในหม้อชาสักพักหนึ่งกลิ่นหอมกรุ่นก็โชยออกมา พระองค์ทรงหยิบกิ่งชาออกแล้วทรงดื่ม จากนั้นจึงมีการดื่มชากันอย่างแพร่หลายมากขึ้นในเวลาต่อมา นอกจากทรงค้นพบสรรพคุณของชาแล้ว พระองค์ยังทรงค้นคว้าและ

ทดสอบสมุนไพรชนิดต่าง ๆ กว่า 200 ชนิด ชาวจีนจึงได้นับถือว่าพระองค์เป็นบิดาแห่งแพทยศาสตร์ อีกตำนานหนึ่งกล่าวถึงนักบวชชื่อธรรม ซึ่งเป็นโอรสของกษัตริย์อินเดียได้เดินทางมาจาริกแสวงบุญเพื่อเผยแผ่พระพุทธศาสนาในจีน ในช่วงแผ่นดินของจักรพรรดิถูตี่ ในช่วงปี ค.ศ. 519 จักรพรรดิถูตี่ทรงนิยมชมชอบนักบวชจึงได้นิมนต์ให้นักบวชไปพักอยู่ในถ้ำแห่งหนึ่งในเมืองนานกิง ขณะที่นักบวชได้สวดมนต์ภาวนาอยู่ก็เกิดเผลอหลับไปทำให้ชาวจีนหัวเราะเยาะ เพื่อเป็นการลงโทษตนเองมิให้กระทำความผิดเช่นนั้นอีก ท่านธรรมจึงได้ตัดหนังตาของตนทิ้งเสีย หนังตาเมื่อตกถึงพื้นก็เกิดงอกขึ้นเป็นต้นชาซึ่งเป็นนิมิตที่แปลก ชาวจีนจึงพากันเก็บชามาชงในน้ำดื่มเพื่อรักษาโรค นอกจากนี้ยังมีตำนานเล่าขานกันอีกว่าในสมัยหนึ่งได้เกิดโรคอหิวาตกโรคระบาดในเมืองจีน ผู้คนล้มตายกันเป็นจำนวนมาก เกี้ยอุยซินแสพบว่าสาเหตุใหญ่ของการเกิดโรคเกิดจากการที่ผู้คนพากันดื่มน้ำสกปรก จึงแนะนำให้ชาวบ้านต้มน้ำดื่ม และเพื่อให้ชาวบ้านเชื่อจึงเสาะหาใบไม้มาอังไฟให้หอมเพื่อใส่ลงไปในน้ำต้ม เกี้ยอุยซินแสพบว่ามีพืชชนิดหนึ่งที่ให้กลิ่นหอมมากเป็นพิเศษ มีรสฝาดเล็กน้อยและแก้อาการท้องร่วงได้ จึงเผยแพร่วิธีการนี้ให้ชาวบ้านได้ทำตาม ซึ่งพืชที่มีกลิ่นหอมก็คือต้นชานั่นเอง

ชาถูกบันทึกไว้ในหนังสือจีนโบราณที่ชื่อเอ๋อหยา (Er Ya : On Tea) โดยขุนนางในจักรพรรดิโจว (Zhou) ได้ให้คำจำกัดความของชาว่าเป็นสมุนไพรรสขมชนิดหนึ่ง จากบันทึกของมณฑลหัวหยาง (ปัจจุบันคือ มณฑลซิฉวน) ในช่วงการทำสงครามระหว่างกษัตริย์วู (Wu) ในราชวงศ์โจว (Zhou) กับจักรพรรดิองค์สุดท้ายของราชวงศ์ซาง (Shang) (ในปี 1066 ก่อนคริสตกาล) ทหารจากมณฑลซู (Shu) ซึ่งมาร่วมรบได้นำชาและผึ้งมาเป็นเครื่องบรรณาการถวายแด่กษัตริย์ด้วย หลักฐานสำคัญเกี่ยวกับเรื่องชาที่สืบทอดมาจนถึงทุกวันนี้คือ “คัมภีร์ชาของหลูอยู่ (Lu Yu)” โดยหลูอยู่เกิดในมณฑลเหอเป่อ ระหว่าง ค.ศ. 728-804 หลูอยู่มีความสนใจในเรื่องชามาก ได้เขียนตำราไว้ตั้งแต่ประมาณปี ค.ศ. 780 ชื่อว่า “ชาชิง” (Tea classic) ซึ่งเป็นตำราที่ให้ความรู้และรายละเอียดเกี่ยวกับชาถึง 10 บท ถือว่าเป็นตำราที่เกี่ยวกับชาเล่มแรกของโลก โดยเนื้อหาในหนังสือเริ่มตั้งแต่เรื่องต้นกำเนิดของการดื่มชา เครื่องมือการผลิตชา อุปกรณ์การชงชา การชงชาที่ถูกวิธี วิธีการดื่มชา เรื่องราวประวัติเกี่ยวกับชา แหล่งกำเนิดของชา การแบ่งคุณภาพของชา และธรรมเนียมการชงชา เป็นต้น

ต่อมาในสมัยราชวงศ์ถังและราชวงศ์ซ้อง (ค.ศ. 618-1260) การดื่มชาเป็นที่นิยมมาก มีร้านน้ำชาอยู่ทั่วทุกหนทุกแห่งในแต่ละมณฑลจนถึงเมืองหลวงของจีน แต่กรรมวิธีการชงชาในสมัยราชวงศ์ถังนั้นผิดแผกแตกต่างจากการชงชาที่รู้จักกัน สมัยนั้นจะนำใบชาไปนึ่งกับข้าวแล้วเติมเกลือ ขิง เปลือกส้ม และเครื่องเทศ จากนั้นนำมาปั้นเป็นก้อนไว้สำหรับละลายน้ำดื่ม ส่วนในสมัยราชวงศ์ซ้อง การชงได้เปลี่ยนจากก้อนชานึ่งมาเป็นใบชาแห้ง โดยนำใบชามาโม่จนเป็นผงแล้วชงกับน้ำร้อน ในยุคนี้เองที่คนจีนเริ่มมีวัฒนธรรมจิบน้ำชา พระสงฆ์หันมาใช้การชงชาเพื่อสร้างศีล สมาธิ ปัญญา จนกระทั่งเมื่อจีนถูกรุกรานจนราชวงศ์ซ้องถูกทำลายไป ทำให้การทำและการชงชาสูญสิ้นไปด้วย ต่อมาในสมัยราชวงศ์หยวน

(ค.ศ. 1208-1368) คนจีนหันมาชงชาโดยใช้ใบซึ่งต้องชงชาในป้าน (กาน้ำชา) ป้านชาจะช่วยกรองเศษชาไม่ให้หล่นลงจอกในขณะริน (ธีรพงษ์, 2553; ศุภนารถและอัญชลี, 2557)

4.2 ประวัติการปลูกชาของไทย

ในสมัยสุโขทัยช่วงที่มีการแลกเปลี่ยนวัฒนธรรมกับประเทศจีนพบว่า มีการดื่มชากัน แต่ก็ไม่ปรากฏหลักฐานว่านำเข้ามาอย่างไรและเมื่อใด แต่จากจดหมายของท่านลาลูแบร์ในสมัยสมเด็จพระนารายณ์มหาราชได้กล่าวไว้ว่า คนไทยรู้จักการดื่มชาแล้ว โดยนิยมชงชาเพื่อรับแขก การดื่มชาของคนไทยสมัยนั้นดื่มแบบชาจีนไม่ใส่น้ำตาล สำหรับการปลูกชาในประเทศไทยนั้นมีแหล่งกำเนิดเดิมจะอยู่ตามภูเขาทางภาคเหนือของประเทศ โดยกระจายอยู่ในหลายจังหวัดแถบภาคเหนือ ที่สำคัญได้แก่ เชียงใหม่ เชียงราย แม่ฮ่องสอน แพร่ น่าน ลำปาง และตาก จากการสำรวจของคณะทำงานโครงการหลวงที่ทำงานวิจัยเรื่องชาได้พบแหล่งชาป่าที่บ้านไม้ฮุง กิ่งอำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน บริเวณเขตติดต่อกับชายแดนประเทศพม่า ต้นชาป่าที่พบเป็นชาอัสสัม (Assam tea) อายุหลายร้อยปี เส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นประมาณ 0.5 เมตร ชาวบ้านละแวกนั้นเรียกต้นชาพันปี เข้าใจว่าต้นชาป่าขนาดใหญ่สามารถพบได้อีกตามบริเวณเทือกเขาสูงของจังหวัดแพร่และจังหวัดน่าน โดยสวนชาส่วนใหญ่ทางภาคเหนือมักเป็นสวนเก่าที่ได้จากการถางต้นไม้ชนิดอื่นออก เหลือไว้แต่ต้นชาป่าที่ชาวบ้านนิยมเรียกว่า ต้นเมี่ยง จำนวนต้นต่อไร่ต่ำ ประมาณ 50-200 ต้น/ไร่ ผลผลิตใบชาสดต่ำเพียง 100-140 กิโลกรัม/ไร่ ชาวบ้านจะเก็บใบชาป่าด้วยมือโดยการรูดใบออกจากกิ่ง แล้วนำใบมาผลิตเป็นเมี่ยง ในปัจจุบันช่วงใดที่เมี่ยงมีราคาสูง ใบชาป่าจะถูกนำมาผลิตเป็นเมี่ยง แต่เมื่อเมี่ยงมีราคาต่ำ ใบชาป่าจะถูกนำไปจำหน่ายให้แก่โรงงานผลิตชาจีนขนาดเล็ก ทำให้ชาจีนที่ผลิตได้มีคุณภาพต่ำ (ธีรพงษ์, 2553; ศุภนารถและอัญชลี, 2557)

จากคุณลักษณะของใบชาที่นำมาใช้ในการผลิตเครื่องดื่ม เมื่อพิจารณาใบอ่อนของพืชมะเกี๋ยงที่ได้จากการทดลองปลูกแบบระยะชิดเหมือนแปลงปลูกชา พบว่า มีศักยภาพสูงที่จะนำมาผลิตเป็นเครื่องดื่มชา เนื่องจากใบมะเกี๋ยงมีลักษณะเป็นใบเดี่ยวและเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ง่าย ใบของพืชมะเกี๋ยงเกิดบนกิ่งอ่อนออกตรงกันข้ามเป็นคู่ (opposite) มีจำนวนใบกิ่งละ 4-6 คู่ ใบที่เกิดใหม่จัดเรียงในแนวตั้งฉากกับใบคู่ที่อยู่ต่ำลงมา แผ่นใบรูปขอบขนาน (oblong) ถึงรูปรี-ขอบขนาน (oblong-elliptic) หรืออาจเป็นรูปใบหอก (lanceolate) ขนาดใบกว้าง 8-12 เซนติเมตร ยาว 20-30 เซนติเมตร ขอบใบเรียบหรือเป็นคลื่นเล็กน้อย หลังใบมีลักษณะเกลี้ยง มีสีเขียวเข้มเป็นมัน ท้องใบเรียบมีสีเขียวอ่อน ก้านใบมีสีเขียวปนน้ำตาล น้ำตาลปนแดง ถึงแดงเข้ม ยาว 1.5-3.0 เซนติเมตร เส้นกลางใบมีสีเขียวอ่อน ด้านบนเป็นร่องตื้น ด้านล่างนูนเป็นเส้นโค้ง เส้นแขนงของใบ (vein) แยกสลับออกจากเส้นกลางใบ มีจำนวนข้างละ 7-15 เส้น มีสีเขียวอ่อน มองเห็นได้ชัดทั้งสองด้านของแผ่นใบ ปลายเส้นแขนงมักจรดกับเส้นถัดขึ้นไปโดยอยู่ห่างจากขอบใบ 3-10 มิลลิเมตร เส้นใบย่อยเป็นร่างแห มีขนาดเล็ก ภายในผิวใบทั้งสองด้านมีต่อมขนาดเล็กสีเหลืองกระจายอยู่ทั่วไป มองเห็นได้ชัดในระยะเป็นใบอ่อน คู่ใบอ่อนพับประกบกันตามแนวยาว มีสีเขียว

หรือเขียวปนน้ำตาลถึงสีแดง เมื่อใบเจริญขึ้นก้านใบบิดตัวหันด้านหลังใบขึ้น ใบมะเกี๋ยงมีอายุประมาณ 9-10 เดือน ใบแก่เปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเขียวปนเหลืองถึงเหลืองปนน้ำตาล และหลุดร่วงไป ใบแห้งมีสีน้ำตาล

ภาพที่ 3.6 ลักษณะใบอ่อนของพืชมะเกี๋ยง

การศึกษาการทดสอบการปลูกพืชมะเกี๋ยงแบบระยะชิดในพื้นที่ฟาร์มของมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ ทำการปลูกเมื่อวันที่ 3 กันยายน 2555 ในพื้นที่ปลูกประมาณ 2 งาน ใช้ระยะการปลูกแบบระยะชิด 50 x 50 เซนติเมตร (ดังภาพที่ 3.7) และปลูกแบบขั้นบันได จำนวน 7 แถว แถวละประมาณ 40-60 ต้น รวมต้นมะเกี๋ยงประมาณ 400 ต้น การปลูกมะเกี๋ยงแบบแปลงชาได้ควบคุมทรงพุ่มและตัดแต่งกิ่งต้นมะเกี๋ยงอยู่สม่ำเสมอ เพื่อให้ต้นมะเกี๋ยงแตกยอดเพื่อนำยอดอ่อนของมะเกี๋ยงมาใช้ในการทำงานวิจัยเพื่อผลิตชาจากใบอ่อนของพืชมะเกี๋ยง

ภาพที่ 3.7 สภาพของแปลงปลูกพืชมะเกี๋ยงที่ปลูกแบบขั้นบันได และปลูกในระยะชิด 50 x 50 เซนติเมตร

ผลผลิตชาจากยอดอ่อนของพืชมะเกี๋ยง ในพื้นที่ฟาร์มของมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ เมื่อผ่านกระบวนการผลิตแบบชาชงแล้ว ผลิตภัณฑ์ชาที่ได้มีลักษณะดังแสดงในภาพที่ 3.8 ผลิตภัณฑ์ชาชงแบบจีนจากยอดอ่อนของพืชมะเกี๋ยงที่ทำการทดสอบจะแบ่งตัวอย่างที่ทำการศึกษาออกเป็น 7 ชุดการทดลอง ดังตารางที่ 3.1

ภาพที่ 3.8 ผลิตภัณฑ์ต้นแบบชาชงแบบจีนจากยอดอ่อนของพืชมะเกี๋ยง

ตารางที่ 3.1 การกำหนดรหัสตัวอย่าง และชุดการทดลองการผลิตชาชงแบบจีนจากยอดอ่อนของพืชมะเกี๋ยง

ชุดการทดลอง	กรรมวิธีการผลิต	รหัสตัวอย่าง
ชุดที่ 1 (ชุดควบคุม)	ตัดแต่ง+อบ	TR1
ชุดที่ 2	หมัก+อบ	TR2
ชุดที่ 3	ลวกผสมสาร+อบ	TR3
ชุดที่ 4	ลวกน้ำเดือด+อบ	TR4
ชุดที่ 5	คั่ว+อบ	TR5
ชุดที่ 6	นวด+คั่ว+อบ	TR6
ชุดที่ 7	นวด+หมัก+คั่ว+อบ	TR7

ผลิตภัณฑ์ชาชงจากยอดอ่อนของพืชมะเกี๋ยง เมื่อนำมาทดสอบคุณภาพการยอมรับของผู้บริโภคในเบื้องต้นโดยใช้การทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ hedonic scaling scoring test ซึ่งวัดลักษณะเด่นของผลิตภัณฑ์ทั้ง 6 ด้าน ได้แก่ ลักษณะความใส สี กลิ่น รสชาติ ความรู้สึกหลังดื่ม และความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 25 คน โดยมีการให้ค่าระดับคะแนน 1-7 กล่าวคือ คะแนนระดับ 1 เป็นค่าที่

บ่งบอกการยอมรับน้อยสุดของผู้บริโภค และค่าระดับคะแนนจะเพิ่มขึ้นทีละระดับ ส่วนค่าระดับคะแนน 7 เป็นค่าการยอมรับในผลิตภัณฑ์มากที่สุด สำหรับการทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสในครั้งนี้จะมีวิธีการเตรียมตัวอย่างชาก่อนการทดสอบโดยมีการชงชาจากใบมะเกี๋ยงในแต่ละชุดของการทดลองมาชงด้วยวิธีการแบบแช่ (steeping method) (Xi *et al.*, 2012) โดยใช้น้ำร้อนอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส แช่นาน 2 นาที หลังจากนั้นสุ่มตัวอย่างให้ผู้ประเมินทำการทดสอบ เก็บรวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ค่าทางสถิติ ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 3.2 พบว่า ลักษณะความใสของชาที่ชงจากยอดอ่อนมะเกี๋ยงในชุดการทดลองทั้ง 7 ตัวอย่างทดลอง มีความใสแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 กล่าวคือ ชาชงจากยอดอ่อนของพืชมะเกี๋ยง มีคะแนนการยอมรับอยู่ระหว่าง 4.80-5.68 คะแนน โดยชาชงที่ผลิตจากชุดการทดลองที่ 2 ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ชาที่มีกระบวนการหมักใบชาก่อนการอบแห้ง ซึ่งมีคะแนนการยอมรับด้านความใสมากที่สุด คือ 5.68±1.07 คะแนน แต่ตัวอย่างในชุดการทดลองที่ 1 ซึ่งเป็นชาที่ไม่ผ่านกระบวนการหมักโดยหลังการตัดแต่งใบชาจากยอดอ่อนของมะเกี๋ยงแล้วทำการอบใบชาทันทีนั้น มีค่าคะแนนการยอมรับทางด้านความใสน้อยที่สุด คือ 4.80±1.47 คะแนน สำหรับลักษณะปรากฏทางด้านสีของตัวอย่างชาชงจากยอดอ่อนของมะเกี๋ยงในชุดการทดลองทั้ง 7 การทดลอง พบว่าสีที่ปรากฏมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ชาชงจากยอดอ่อนมะเกี๋ยงมีคะแนนการยอมรับจากผู้ทดสอบอยู่ระหว่าง 4.88-5.64 คะแนน โดยตัวอย่างในชุดการทดลองที่ 1 ซึ่งเป็นชาที่หลังการตัดแต่งแล้วทำการอบใบชาทันทีให้ค่าคะแนนการยอมรับสีที่ปรากฏมากที่สุด คือ 5.64±1.55 คะแนน ส่วนชาจากชุดการทดลองที่ 6 ซึ่งเป็นชาที่ผ่านการนวด คั่วใบชา และนำไปอบ มีค่าคะแนนการยอมรับทางด้านสีที่ปรากฏน้อยที่สุด คือ 4.88±1.27 คะแนน

ตารางที่ 3.2 ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ชาชงจากยอดอ่อนของพืชมะเกี๋ยง

ตัวอย่าง	ความใส	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความรู้สึกหลังดื่ม	ความชอบโดยรวม
TR1	4.80±1.47^{a}	5.64±1.55^{a}	3.88±1.36^{a}	3.00±1.26^{a}	3.20±1.38^{a}	3.68±1.55^{a}
TR2	5.68±1.07^{c}	5.24±1.45^{b}	4.68±1.28^{b}	4.28±1.24^{bc}	4.36±1.22^{c}	4.72±1.31^{b}
TR3	5.44±0.82^{bc}	5.28±0.89^{b}	4.40±1.32^{ab}	3.60±1.35^{ab}	3.52±1.12^{ab}	4.12±1.39^{ab}
TR4	5.20±0.96^{abc}	5.16±0.94^{b}	4.56±1.29^{b}	4.36±1.50^{c}	3.92±1.29^{abc}	4.32±1.46^{ab}
TR5	5.16±1.18^{abc}	5.28±1.02^{b}	4.60±1.19^{b}	4.44±1.29^{c}	4.28±1.49^{bc}	4.56±1.39^{b}
TR6	5.04±1.14^{ab}	4.88±1.27^{b}	4.80±1.35^{b}	4.48±1.53^{c}	4.16±1.60^{bc}	4.52±1.45^{b}
TR7	4.96±1.37^{ab}	4.92±1.58^{b}	4.84±1.49^{b}	4.76±1.92^{c}	4.24±1.86^{bc}	4.76±1.83^{b}

หมายเหตุ : ตัวอักษรเปรียบเทียบในแนวตั้งที่ต่างกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$)

กลิ่นของชาชงจากยอดอ่อนของพืชมะเกี๋ยงเป็นลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสที่มีความสำคัญต่อการยอมรับของผู้บริโภค สำหรับตัวอย่างทั้ง 7 ชุดการทดลอง มีกลิ่นที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% กลิ่นของชาชงจากยอดอ่อนมะเกี๋ยงมีค่าคะแนนการยอมรับอยู่ระหว่าง 3.88-4.84 คะแนน โดยตัวอย่างในชุดการทดลองที่ 7 ซึ่งเป็นชาที่ผ่านการนวด นำมาหมักต่อ จากนั้นนำไปคั่ว และขั้นตอนสุดท้ายทำการอบ เป็นตัวอย่างชาจากยอดอ่อนของพืชมะเกี๋ยงที่ผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับทางด้านกลิ่นมากที่สุด ซึ่งมีคะแนนเท่ากับ 4.84±1.49 คะแนน และสำหรับตัวอย่างในชุดการทดลองที่ 1 ซึ่งเป็นตัวอย่างชาที่ไม่ผ่านการนวด หมัก และคั่ว ซึ่งหลังการตัดแต่งแล้ว ทำการอบชาจากยอดอ่อนของมะเกี๋ยงทันที ผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับลักษณะทางด้านกลิ่นน้อยที่สุดโดยมีค่าคะแนนเท่ากับ 3.88±1.36 คะแนน นอกจากนั้นรสชาติของชาชงจากยอดอ่อนของพืชมะเกี๋ยงทั้ง 7 ชุดการทดลอง มีลักษณะของรสชาติที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% รสชาติของชาชงจากยอดอ่อนมะเกี๋ยงมีค่าคะแนนการยอมรับอยู่ระหว่าง 3.00-4.76 คะแนน โดยตัวอย่างในชุดการทดลองที่ 7 ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ชาจากยอดอ่อนของพืชมะเกี๋ยงที่ผ่านการนวด หมัก คั่ว และอบ ผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับทางด้านรสชาติมากที่สุดเท่ากับ 4.76±1.92 คะแนน ส่วนตัวอย่างในชุดการทดลองที่ 1 ซึ่งเป็นชาชงจากยอดอ่อนของพืชมะเกี๋ยงที่ไม่ผ่านกระบวนการนวด หมัก คั่ว และอบดังกล่าวข้างต้น ซึ่งใช้เป็นชุดควบคุมการทดลอง ผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับทางด้านรสชาติน้อยที่สุดซึ่งมีค่าคะแนนเท่ากับ 3.00±1.26 คะแนน สำหรับความรู้สึกภายหลังการดื่มของชาชงจากยอดอ่อนของพืชมะเกี๋ยงทั้ง 7 ชุดการทดลอง พบว่า ค่าคะแนนที่ได้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ความรู้สึกภายหลังการดื่มของชาชงจากยอดอ่อนของพืชมะเกี๋ยง ผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับอยู่ระหว่าง 3.20-4.36 คะแนน โดยตัวอย่างในชุดการทดลองที่ 2 ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ชาชงที่ผ่านการหมักและอบ ซึ่งผู้ทดสอบให้ค่าคะแนนความรู้สึกภายหลังการดื่มมากที่สุดเท่ากับ 4.36±1.22 คะแนน และตัวอย่างในชุดการทดลองที่ 1 ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ชาชงจากยอดอ่อนมะเกี๋ยงที่ผ่านการอบเพียงอย่างเดียว ผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับทางด้านความรู้สึกภายหลังการดื่มน้อยที่สุด ซึ่งมีค่าคะแนนเท่ากับ 3.20±1.38 คะแนน ความชอบโดยรวมของชาชงจากยอดอ่อนมะเกี๋ยงทั้ง 7 ชุดการทดลอง ผู้ทดสอบให้การยอมรับโดยพิจารณาจากความชอบโดยรวมซึ่งค่าคะแนนที่ได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ความชอบโดยรวมของชาชงจากยอดอ่อนของมะเกี๋ยงจะมีคะแนนการยอมรับอยู่ระหว่าง 3.68-4.76 คะแนน ตัวอย่างในชุดการทดลองที่ 7 ซึ่งเป็นชาที่นำไปผ่านการนวด หมัก คั่ว และอบ ผู้ทดสอบให้ค่าคะแนนการยอมรับความชอบโดยรวมในผลิตภัณฑ์มากที่สุด โดยมีคะแนนเท่ากับ 4.76±1.83 และตัวอย่างในชุดการทดลองที่ 1 ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบโดยรวมน้อยที่สุด ซึ่งได้ค่าคะแนนเพียง 3.68±1.55 คะแนน

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาชงจากยอดอ่อนของพืชมะเกี๋ยงทั้ง 7 ชุดการทดลอง พบว่าตัวอย่างในชุดการทดลองที่ 7 ซึ่งเป็นตัวอย่างชาที่ผ่านการนวด หมักชา จากนั้นนำไปคั่ว และทำการอบ เป็นตัวอย่าง

ที่มีค่าคะแนนการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสโดยใช้วิธีการทดสอบแบบ hedonic scale scoring test ที่ทดสอบลักษณะปรากฏทางด้านต่าง ๆ ของชาชงจากยอดอ่อนมะเกี๋ยงมีค่าที่ทำการทดสอบที่แตกต่างกับตัวอย่างอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการทดสอบคุณลักษณะทางด้านกลิ่นของตัวอย่างชา ผู้ทดสอบประเมินและให้ค่าคะแนนการยอมรับสูงที่สุด ซึ่งให้ค่าคะแนนการยอมรับเท่ากับ 4.84±1.49 ส่วนคะแนนการประเมินทางด้านรสชาติและความชอบโดยรวมมีค่าคะแนนเท่ากับ 4.76±1.92 และ 4.76±1.83 คะแนน ตามลำดับ จากการทดลองกระบวนการผลิตชาชงจากยอดอ่อนของพืชมะเกี๋ยงโดยใช้การนวด หมักชา จากนั้นนำชาไปคั่วให้หอม และสุดท้ายนำมาอบ เป็นกระบวนการผลิตชาจากยอดอ่อนของพืชมะเกี๋ยงที่ผู้ทดสอบให้การยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์ จากการศึกษาการยอมรับที่มีต่อผลิตภัณฑ์ในขั้นต้นสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางต่อยอดในการผลิตชาชงแบบจีนจากยอดอ่อนของพืชมะเกี๋ยงได้

เอกสารอ้างอิง

ธีรพงษ์ เทพกรณ์. 2553. เปิดตำนานแห่งชา. Coffee, tea & ice cream magazine ฉบับที่ 17, กรกฎาคม-สิงหาคม หน้า 26-27.

พิมพร ลีลาพรพิสิฐ อุดมภัณฑ์ ขาลสุวรรณ นิสิต กิตติพงษ์พัฒนา และจตุรงค์ รจนากูล. 2547. รายงานการวิจัยเรื่อง การศึกษาพฤกษเคมีและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากเมล็ดมะเกี๋ยงเพื่อใช้ทางยา เสริมอาหาร และเครื่องสำอาง. คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 43 หน้า.

รวิวรรณ วงศ์ภูมิชัย. 2556. สารสกัดผลมะเกี๋ยงต้านมะเร็งตับ. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.thairath.co.th/content/edu/346443. (21 สิงหาคม 2557).

ศุภนารถ เกตุเจริญ และอัญชลี พัดมีเทศ. 2557. ชา. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.eto.ku.ac.th/neweto/e-book/plant/tree_fruit/fruit17.pdf. (25 กรกฎาคม 2557).

Xi, D., C. Liu and Y.C. Su. 2012. Effects of green tea extract on reducing *Vibrio parahaemolyticus* and increasing shelf life of oyster meats. Food Control 25: 368-373.

5. กระบวนการหมักไวน์มะเกี๋ยงให้ได้สีที่เหมาะสม

กาญจนา นาคประสม อุมาพร อุประ นักรบ นาคประสม และหยาดฝน ทนงการกิจ

มะเกี๋ยงเป็นพืชที่พบในภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย เช่น ลำปาง แพร่ น่าน ลำพูน เชียงใหม่ และเชียงราย เป็นต้น เป็นพืชพื้นเมืองชนิดหนึ่งซึ่งได้รับคัดเลือกให้เป็นพืชอนุรักษ์ในโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ผลมะเกี๋ยงอ่อนมีสีเหลืองปนเขียว ผลแก่มีเปลือกบางสีแดง แดงปนม่วงถึงม่วงปนดำ เนื่องจากมีองค์ประกอบของสารแอนโทไซยานิน เนื้อผลสีขาว มีกลิ่นหอมเฉพาะ มีรายงานการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของลูกมะเกี๋ยงสุกโดยเทคนิคทางโครมาโทกราฟี พบว่า สีของเปลือกผลมีสารกลุ่มแอนโทไซยานิน (anthocyanin) เป็นองค์ประกอบหลัก คือ cyanidin 3-glucoside ส่วนเนื้อผลสุกพบว่ามีกรดซิตริก (citric acid) และกรดมาลิก (malic acid) ซึ่งเป็นกรดอินทรีย์ที่ให้รสเปรี้ยว (ทวีพร, 2536)

คุณค่าทางโภชนาการของผลมะเกี๋ยง พบว่า มีองค์ประกอบของน้ำ (ร้อยละ 86.72 สามารถนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มชนิดต่าง ๆ) โปรตีน ไขมัน เส้นใย คาร์โบไฮเดรต น้ำตาล (ในรูปน้ำตาลอินเวิร์ต) แร่ธาตุ (แคลเซียม เหล็ก สังกะสี ฯลฯ) วิตามิน (วิตามินเอ วิตามินบี1 วิตามินบี2 วิตามินอี ฯลฯ) กรดอะมิโน (ไอโซลูซีน ไลซีน เมไธโอนีน ซีสตีน ฟินิลอะลานีน ทรีโอนีน ฯลฯ) และยังพบว่าในผลมะเกี๋ยงมีสารในกลุ่มฟลาโวนอยด์ (flavonoids) ซึ่งจัดเป็นสารประกอบฟีนอลิก เช่น resveratrol เป็นต้น จากการศึกษาทางการแพทย์ได้ใช้สารนี้ในการเป็นยาป้องกันโรคหลอดเลือดหัวใจอุดตัน ในส่วนเปลือกของมะเกี๋ยง พบสารในกลุ่มโพลีฟีนอล (polyphenols) และแทนนิน (tannins) ซึ่งสารเหล่านี้สามารถทำหน้าที่จับกับสารกระตุ้นการเกิดมะเร็งที่เป็นอนุมูลอิสระ ทำให้ป้องกันการเกิดมะเร็งได้ ดังรายงานการศึกษาของ สิริญญา (2554) ซึ่งศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ป้องกันการเกิดมะเร็งตับของสารสกัดส่วนน้ำของมะเกี๋ยงพบว่า เนื้อมะเกี๋ยงสด 100 กรัม ประกอบด้วยสารฟีนอลิก 181.16 มิลลิกรัมสมมูลย์ของกรดแกลลิก และปริมาณฟลาโวนอยด์ 54.86 มิลลิกรัมสมมูลย์ของเคทิชิน ส่วนแอนโทไซยานินที่พบมากในสารสกัดมะเกี๋ยง ได้แก่ cyaniding-3,5-diglucoside, cyaniding-3-glucoside และ cyaniding-5-glucoside สารสกัดมะเกี๋ยงส่วนน้ำแสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในหลอดทดลองด้วยวิธี DPPH radical scavenging และ deoxyribose assays ในหลอดทดลองพบว่ามีกลไกการยับยั้งอนุมูลอิสระของสารสกัดมะเกี๋ยงส่วนน้ำ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการจับอนุมูลอิสระและการจับเหล็กที่เป็นตัวการในการเกิดอนุมูลอิสระผ่านปฏิกิริยา fenton นอกจากนี้การทดสอบผลของสารสกัดมะเกี๋ยงต่อภาวะเครียดออกซิเดชั่นในระยะเริ่มต้นของการเกิดมะเร็งตับโดยให้ไดเอทิลไนโตรซามีนซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งแบบพันธุพิษร่วมกับฟีโนบาร์บิทอลซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งแบบอพันธุพิษเหนี่ยวนำให้หนูเกิดรอยโรคก่อนเกิด

มะเร็งตับ ผลการทดลองพบว่า สารสกัดมะเกี๋ยง 1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว มีแนวโน้มลดจำนวน GST-P positive foci ลง ซึ่งเป็นรอยโรคก่อนเกิดมะเร็งตับ และยังสามารถลดปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ในซีรั่มและตับที่เกิดจากการเหนี่ยวนำด้วยสารก่อมะเร็ง และเมื่อศึกษาเปรียบเทียบผลของการให้ความร้อนต่อปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ และคุณสมบัติของการต้านอนุมูลอิสระในน้ำมะเกี๋ยงที่ให้ความร้อนที่ 65, 70 และ 75 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที และ 80, 85 และ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที พบว่าปริมาณแอนโทไซยานิน สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และกรดแอสคอร์บิกมีปริมาณลดลงเมื่อให้ความร้อนสูงขึ้น ($P<0.05$) ความสามารถในการรีดิวซ์และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี $ABTS^{o+}$ ลดลงในระหว่างการเก็บรักษาทุก ๆ ตัวอย่าง แต่การให้ความร้อนที่ต่ำกว่าในระยะเวลาที่ยาวนานจะมีผลทำให้ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระลดลงได้มากกว่าการให้ความร้อนที่สูงกว่าแต่ใช้เวลาฆ่าเชื้อสั้น ดังนั้นเพื่อรักษาคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระในน้ำมะเกี๋ยงพาสเจอร์ไรส์ จึงควรทำการพาสเจอร์ไรส์ในสภาวะที่ใช้อุณหภูมิสูงในระยะเวลาอันสั้น จึงจะช่วยรักษาคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระที่จะสูญเสียในระหว่างการแปรรูปได้ เมื่อพิจารณาผลด้านจุลชีววิทยาตลอดอายุการเก็บรักษา 21 วัน ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ไม่พบการเจริญของจุลินทรีย์ ทำให้เชื่อมั่นได้ว่าน้ำมะเกี๋ยงพาสเจอร์ไรส์มีความสะอาดและปลอดภัยต่อการบริโภค (อนุพงศ์และคณะ, 2549)

ผลมะเกี๋ยงนำไปใช้ประโยชน์ในการเป็นผลิตภัณฑ์เพิ่มมูลค่าได้หลายอย่าง เช่น น้ำมะเกี๋ยงพร้อมดื่ม เนกต้ามะเกี๋ยง มะเกี๋ยงแช่อิ่ม-แห้ง ชามะเกี๋ยง แยมมะเกี๋ยง เยลลี่มะเกี๋ยง รวมถึงไวน์ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มที่ได้จากการหมักน้ำผลไม้ทำให้เกิดแอลกอฮอล์และสารให้กลิ่นรสต่าง ๆ อีกมากมาย ซึ่งเป็นผลรวมที่ทำให้เกิดรสชาติเฉพาะ และช่วยเก็บรักษาน้ำผลไม้ไว้ได้นานขึ้น เนื่องจากมีแอลกอฮอล์จึงทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญได้ ในปัจจุบันตลาดไวน์ในประเทศไทยมีแนวโน้มการบริโภคไวน์เพิ่มขึ้น ซึ่งส่วนใหญ่เป็นไวน์ที่นำเข้าจากต่างประเทศ ดังนั้นการพัฒนาไวน์ผลไม้ในประเทศไทยที่ซึ่งอุดมไปด้วยผลไม้มากมายหลายชนิด จึงเป็นสิ่งที่ควรทำการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับงานวิจัยและให้ความสนใจเป็นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะสีของไวน์เป็นปัจจัยแรกที่ผู้บริโภคจะสังเกตเห็นได้ และบ่งบอกถึงคุณลักษณะที่แสดงคุณภาพของไวน์ ซึ่งงานวิจัยพัฒนามะเกี๋ยงที่ผ่านมาได้มีการผลิตไวน์มะเกี๋ยงในเบื้องต้น โดยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา (เดิมคือ สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล) ได้ร่วมสนองพระราชดำริมาตั้งแต่ พ.ศ. 2537 ศึกษาการทำไวน์มะเกี๋ยงโดยใช้ผลมะเกี๋ยงแช่แข็งในอัตราส่วนผลมะเกี๋ยงต่อน้ำเท่ากับ 1 ต่อ 3 และทำลายเชื้อจุลินทรีย์ด้วยความร้อน 80 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที ไวน์ที่ได้มีสีแดง มีปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ 13 โดยปริมาตรปริมาณกรดทั้งหมดร้อยละ 0.66 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (reducing sugar) 32.11 กรัมต่อลิตร (สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, 2545) นอกจากนี้ ธีรวัลย์และคณะ (2541) ได้ทำการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อไวน์มะเกี๋ยงชนิดหวานเล็กน้อย (semi-dry wine) พบว่า ผู้บริโภคร้อยละ 91 ชอบไวน์มะเกี๋ยงชนิดหวานเล็กน้อยนี้ และได้พัฒนางานวิจัยเกี่ยวกับไวน์มะเกี๋ยงในการศึกษาและออกแบบการทดลอง

เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการหมักไวน์มะเกี๋ยง (อัตราส่วนของน้ำมะเกี๋ยงต่อน้ำ ปริมาณยีสต์และน้ำตาลที่ใช้ ระยะเวลาในการหมักให้เหมาะสม) เพื่อนำน้ำสกัดจากผลมะเกี๋ยงในระหว่างกระบวนการหมักมาพัฒนาการผลิตไวน์ให้ได้ไวน์ที่มีสีแดง (สีแดงจากแอนโทไซยานิน) ซึ่งเป็นสีตามธรรมชาติให้มีคุณภาพดีที่สุด กระบวนการหมัก วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของค่าสี ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ เปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ ค่า pH และปริมาณกรดทั้งหมด เนื่องจากสีที่ได้จากกระบวนการหมักจะใช้เป็นสีตั้งต้นก่อนที่จะเข้าไปสู่กระบวนการตกตะกอน การกรอง และการบ่มไวน์ต่อไป

กระบวนการผลิตไวน์มีขั้นตอนและมีสภาวะแตกต่างกันไปตามชนิดของพืชและปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ดังการศึกษาของนักวิจัยหลายท่าน เช่น Alobo and Offonry (2009) ศึกษาการผลิตไวน์กระเจี๊ยบ (*Hibiscus sabdariffa* L.) โดยใช้ยีสต์สายพันธุ์ *Saccharomyces cerevisiae* และวิเคราะห์ผลทางกายภาพและทางเคมี โดยเปรียบเทียบตัวอย่างไวน์กระเจี๊ยบกับไวน์แดงที่นำเข้าจากต่างประเทศ ซึ่งพบว่าไวน์กระเจี๊ยบบรรจุขวดและผ่านการพาสเจอร์ไรส์ที่ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 30 นาที มีปริมาณโปรตีน 4.21 เปอร์เซ็นต์ ของแข็งที่ละลายน้ำได้ 21 องศาบริกซ์ ค่าพีเอช 3.43 ปริมาณกรดทั้งหมด 0.75 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณแอลกอฮอล์ 10.8 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักโดยปริมาตร ปริมาณแอนโทไซยานินและความหนาแน่นของสีโดยรวมของไวน์กระเจี๊ยบเป็น 22.26 abs/ml และ 25.20 abs/ml ตามลำดับ และยังพบว่าคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของไวน์กระเจี๊ยบ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับไวน์แดงที่นำเข้าจากต่างประเทศ

Shen *et al*. (2007) ศึกษาอัตราส่วนของเอทานอลที่ใช้ในการแช่กลีบดอกกุหลาบเพื่อสกัดสีแดง (สีแดงจากแอนโทไซยานิน) ให้ได้คุณภาพที่ดีที่สุด และการพัฒนากระบวนการสกัดให้เหมาะสมสำหรับการทำผลิตภัณฑ์เหล้ากุหลาบโดยใช้วิธีพื้นที่ผิวตอบสนองแบบ Box-Behnken Design ที่ใช้สำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพของการสกัด โดยศึกษา 3 ปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้อง ซึ่งแต่ละปัจจัยใช้ 3 ระดับ ได้แก่ ปริมาณความเข้มข้นของกรดซิตริก (X1) : 0, 1, 2 wt%, ความเข้มข้นของเอทานอล (X2) : 20, 40, 60 vol% และเวลาในการแช่ (X3) : 12, 24, 36 hr จากผลการทดลองพบว่า กระบวนการสกัดกลีบดอกกุหลาบด้วยเอทานอลเพื่อให้ได้คุณภาพสีของผลิตภัณฑ์ที่ดีที่สุดคือ การแช่กลีบกุหลาบแห้งในอัตราส่วน 1 : 10 (กลีบกุหลาบ : เอทานอล w/w) ในปริมาณเอทานอล 30-35 เปอร์เซ็นต์ กับกรดซิตริก 0.6-0.8 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นเจือจางให้ได้เหล้ากุหลาบที่มีปริมาณเอทานอล 16 เปอร์เซ็นต์

Ghosh *et al*. (2012) ศึกษาการผลิตไวน์ปาล์ม โดยใช้กระบวนการหมักแบบ Batch จากยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* (NCIM 3045) ในน้ำปาล์ม โดยมีปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น อุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด-ด่าง และเวลาที่แตกต่างกัน เพื่อเพิ่มผลผลิตของไวน์โดยการหาสภาวะที่เหมาะสมในกระบวนการหมักด้วยวิธีพื้นผิวตอบสนอง (RSM) แบบ Central Composite Design (CCD) จำนวน 23 การทดลอง พบว่าผลผลิตของปริมาณเอทานอลสูงสุดที่ได้มาจากการหมักที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส

และค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 5.5 โดยใช้เวลา 48 ชั่วโมงจากการหมัก ปริมาณของเอทานอลสูงสุดที่ได้จากการหมักคือ 82.3 กรัมต่อลิตร

Wang *et al*. (2013) ศึกษาวิธีใช้พื้นผิวตอบสนอง (RSM) ในการปรับปรุงกระบวนการผลิตไวน์ผลไม้จากผลหม่อน (*Morus alba* L.) ซึ่งขึ้นกับปัจจัยสำหรับการหมัก (อุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณเชื้อเริ่มต้นและเวลาหมัก) โดยตรวจวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์สูงสุดที่ผลิตได้ของไวน์หม่อน ผลที่ได้จากการศึกษาพบว่า การหาสภาวะที่เหมาะสมโดยวิธีพื้นผิวตอบสนอง (RSM) ตามการออกแบบ Plackett-Burman สำหรับการหมักไวน์หม่อน ได้ค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 3.2 ขนาดหัวเชื้อ 0.53 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิการหมัก 31.4 องศาเซลเซียส และเวลาการหมัก 6 วัน ภายใต้สภาวะที่เหมาะสมนี้ ทำให้ได้ปริมาณแอลกอฮอล์จากไวน์หม่อนถึง 12.46 เปอร์เซ็นต์

สำหรับกระบวนการหมักไวน์มะเกี๋ยงให้ได้สีที่เหมาะสมประกอบด้วยการเตรียมสกัดน้ำมะเกี๋ยงเพื่อให้ได้สีแดงสด และการหาสภาวะที่เหมาะสมในการหมักไวน์โดยวิธีพื้นผิวตอบสนอง แล้ววิเคราะห์ตัวอย่างไวน์ที่ได้โดยการตรวจวัดสมบัติของตัวอย่างไวน์มะเกี๋ยง ได้แก่ ค่าสี L* a* และ b* ซึ่งเป็นค่าความสว่าง ค่าสีแดง และค่าสีเหลือง ตามลำดับ ปริมาณแอนโทไซยานิน ค่าพีเอช ปริมาณกรดทั้งหมดโดยการไทเทรตด้วยด่าง (0.1 N NaOH) (ตามสูตร Meq.Wt = มิลลิกรัมสมมูลย์ของกรดในอาหาร, 0.07 สำหรับกรดซิตริก) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ มีขั้นตอนและผลที่ได้ดังนี้

5.1 วิธีการเตรียมสกัดน้ำมะเกี๋ยง

การศึกษาการสกัดน้ำมะเกี๋ยงเบื้องต้นสำหรับการนำมาใช้ในการผลิตไวน์มะเกี๋ยงเพื่อพัฒนาการผลิตไวน์ให้ได้ไวน์ที่มีสีแดงจากผลมะเกี๋ยง (สีแดงจากแอนโทไซยานิน) ใช้ผลมะเกี๋ยงจากสายต้นที่มีสีแดงสด โดยได้รับความอนุเคราะห์จากโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี นำผลมะเกี๋ยงที่เก็บไว้โดยการแช่แข็งมาคัดเลือกผลที่สมบูรณ์ ไม่เน่าเสีย ล้างทำความสะอาด จากนั้นนำมาหาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างปริมาณผลมะเกี๋ยงแช่แข็งกับน้ำสะอาดในอัตราส่วน 1 : 1, 1 : 1.5 และ 1 : 1.2 พบว่า อัตราส่วนที่เหมาะสมคือ 1 : 1.5 และต้มให้เดือดโดยมีระยะเวลาในการต้มที่แตกต่างกันตั้งแต่ 0-60 นาที จากนั้นจึงกรองด้วยผ้าขาวบาง 2-3 ชั้น เพื่อไม่ให้มีตะกอนของเนื้อมะเกี๋ยง จะได้น้ำมะเกี๋ยงที่มีสีแดงสด ใช้ในการทดลองทำน้ำหมักไวน์ต่อไป เมื่อนำสารสกัดไปวัดค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดสำหรับแอนโทไซยานินที่ความยาวคลื่น 520 นาโนเมตร (อรุษา, 2554) พบว่า ระยะเวลาในการต้มที่เหมาะสมคือ 20-25 นาที (ตารางที่ 3.3)

ตารางที่ 3.3 การเปลี่ยนแปลงค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 520 นาโนเมตร ของปริมาณผลมะเกี๋ยงแช่แข็งต่อน้ำ (1 : 1.5) โดยการต้มน้ำให้เดือดในระยะเวลาตั้งแต่ 0-60 นาที

เวลา (นาที)	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 520 นาโนเมตร
0	0.756±0.0007[f]
5	0.788±0.0099[e]
10	0.808±0.0014[cd]
15	0.816±0.0014[bc]
20	0.841±0.0113[b]
25	0.849±0.0092[a]
30	0.806±0.0007[a]
35	0.806±0.0028[bc]
40	0.795±0.0007[bc]
45	0.772±0.0092[bc]
50	0.772±0.0247[de]
55	0.663±0.0134[de]
60	0.756±0.0007[f]

หมายเหตุ : อักษรกำกับท้ายตัวเลข แสดงความเหมือนหรือต่างกันของข้อมูลที่ค่าความเชื่อมั่น 95%

ภาพที่ 3.9 การทำไวน์มะเกี๋ยง

5.2 สภาวะที่เหมาะสมในการหมักไวน์มะเกี๋ยง

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการหาสภาวะที่เหมาะสมในการหมักไวน์มะเกี๋ยง ได้แก่ ปริมาณน้ำตาล (15-25 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) ยีสต์แห้ง (0.1-0.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำมะเกี๋ยง) ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (0-1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) และทำการควบคุมการปรับปริมาณกรดให้ได้ 0.4-0.6 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้กรดซิตริก และเก็บไว้ในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส โดยทำการทดลองเบื้องต้นเพื่อศึกษาผลกระทบของแต่ละปัจจัยต่อการพัฒนาการผลิตไวน์ให้ได้ไวน์ที่มีสีแดง (สีแดงจากแอนโทไซยานิน) ซึ่งเป็นสีตามธรรมชาติให้มีคุณภาพดีที่สุด ซึ่งวิเคราะห์ค่าสีด้วยเครื่องวัดสี (color meter) หรือเครื่องวัดการดูดกลืนแสงสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (spectrophotometer) จากนั้นออกแบบการทดลองโดยใช้วิธีพื้นผิวตอบสนอง (response surface methods) นำค่าที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติ สร้างกราฟพื้นผิวตอบสนอง และสร้างสมการเพื่อทำนายสภาวะที่เหมาะสมโดยพิจารณาจากค่าสีแดง (แอนโทไซยานิน) ที่ได้ และทำการทดลองที่สภาวะที่ให้ค่าสีสูงที่สุดเพื่อเปรียบเทียบกับสมการทางคณิตศาสตร์

จากการทดลองพบว่า การหมักตัวอย่างไวน์มะเกี๋ยงที่มีการปรับปริมาณน้ำตาลเข้มข้น 20 องศาบริกซ์ ยีสต์ผง 0.3% และไดแอมโมเนียมฟอสเฟต 0.05% ได้ผลการศึกษาดังตารางที่ 3.4 โดยปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ลดลงอย่างต่อเนื่อง เมื่ออายุการหมักเพิ่มขึ้นจาก 0-10 วัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Gill *et al*. (2009) และหลังจาก 10-14 วัน พบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย แสดงว่าสิ้นสุดการหมักที่อายุ 10 วัน แต่เปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์เพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการหมัก และหลังจากนั้น (11-14 วัน) เริ่มคงที่ ซึ่งการศึกษาดังกล่าวสอดคล้องกับการหมักสาโทมะเกี๋ยง (ปิ่นมณี, 2549) และการหมักสาโทโดยใช้น้ำสกัดจากผลหม่อน (Kwanmuang, 2005) ไวน์มะเกี๋ยงมีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 3.00 ปริมาณกรดทั้งหมดเท่ากับ 0.8 เปอร์เซ็นต์ และเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์สุดท้ายเท่ากับ 10.1 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร

ตารางที่ 3.4 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรดทั้งหมด และปริมาณแอลกอฮอล์ในระหว่างการหมักของตัวอย่างที่มีการปรับปริมาณน้ำตาลเข้มข้น 20 องศาบริกซ์ ยีสต์ผง 0.3 เปอร์เซ็นต์ และไดแอมโมเนียมฟอสเฟต 0.05 เปอร์เซ็นต์

ระยะเวลาในการหมัก (วัน)	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (องศาบริกซ์)	ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	ปริมาณกรดทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์)	ปริมาณแอลกอฮอล์ (เปอร์เซ็นต์)
0	20.00±0.02	3.15±0.01	0.60±0.05	0.00±0.06
1	17.80±0.05	3.13±0.01	0.60±0.05	1.60±0.06

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

ระยะเวลาในการหมัก (วัน)	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (องศาบริกซ์)	ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	ปริมาณกรดทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์)	ปริมาณแอลกอฮอล์ (เปอร์เซ็นต์)
2	13.00±0.18	3.10±0.09	0.67±0.12	2.50±0.12
3	11.20±0.12	3.08±0.16	0.68±0.16	5.25±0.05
4	9.60±0.02	3.07±0.05	0.70±0.08	6.70±0.11
5	8.00±0.02	3.05±0.00	0.72±0.12	7.25±0.04
6	7.20±0.08	3.04±0.00	0.74±0.14	8.05±0.04
7	6.80±0.02	3.03±0.04	0.76±0.10	9.40±0.06
8	6.40±0.00	3.02±0.00	0.78±0.11	9.70±0.09
9	6.20±0.02	3.01±0.02	0.79±0.05	9.90±0.09
10	6.00±0.02	3.00±0.00	0.80±0.00	10.10±0.02
11	6.00±0.00	3.00±0.05	0.80±0.06	10.10±0.08
12	6.00±0.02	3.00±0.00	0.80±0.00	10.10±0.06
13	6.00±0.00	3.00±0.00	0.80±0.05	10.10±0.08
14	6.00±0.00	3.00±0.00	0.80±0.00	10.10±0.04

ปัจจัยที่ทำการศึกษาในการหาสภาวะที่เหมาะสมในการหมักไวน์มะเกี๋ยง ได้แก่ อัตราส่วนของน้ำมะเกี๋ยงต่อน้ำและระยะเวลาในการต้มจากข้อ 5.1 จากนั้นทำการศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการหาสภาวะที่เหมาะสมในการหมักไวน์มะเกี๋ยง ได้แก่ ปริมาณน้ำตาล (15-25 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) ยีสต์แห้ง (0.1-0.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำมะเกี๋ยง) ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (0-1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) และทำการควบคุมการปรับปริมาณกรดให้ได้ 0.4-0.6 เปอร์เซ็นต์ (ใช้กรดซิตริก) และเก็บไว้ในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส

จากผลการทดลองพบว่าสภาวะในการหมักไวน์มะเกี๋ยงที่ให้คุณภาพของสีไวน์ที่ดีที่สุดคือ ตัวอย่างที่ใช้น้ำตาลที่มีความเข้มข้น 21.64 องศาบริกซ์ ยีสต์แห้ง Lalvin EC-118 เท่ากับ 0.28 เปอร์เซ็นต์โดยมวลต่อปริมาตร และไดแอมโมเนียมฟอสเฟตเท่ากับ 0.07 เปอร์เซ็นต์โดยมวลต่อปริมาตร ภายใต้สภาวะการหมักที่ดีที่สุดนี้พบว่า มีสารแอนโทไซยานินเท่ากับ 30.25 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าสี a* เท่ากับ 49.74

มีปริมาณแอลกอฮอล์ 10.06 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 5.44 องศาบริกซ์ ที่ระยะเวลาในการหมักเป็นเวลา 10 วัน เมื่อวิเคราะห์สมการถดถอยพบว่า ปัจจัยและค่าตอบสนองมีความสัมพันธ์กันดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 ผลการทดลองโดยวิธีพื้นผิวตอบสนองแบบ Box-Behnken Design

Run	X_1 : น้ำตาล (°brix)	X_2 : ยีสต์แห้ง (% w/v)	X_3 : ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (% w/v)	Y_1 : แอนโทไซยานิน (mg/l)	Y_2 : Hunter a* value
1	15	0.1	0.05	22.59	48.11
2	15	0.5	0.05	26.72	49.67
3	25	0.1	0.05	18.74	26.41
4	25	0.5	0.05	22.36	20.72
5	20	0.1	0	27.05	33.49
6	20	0.5	0	25.28	41.25
7	20	0.1	0.10	21.71	48.52
8	20	0.5	0.10	29.23	50.77
9	15	0.3	0	28.90	48.08
10	25	0.3	0	24.87	20.42
11	15	0.3	0.10	26.58	50.84
12	25	0.3	0.10	23.80	23.97
13	20	0.3	0.05	30.20	52.34
14	20	0.3	0.05	30.30	52.55
15	20	0.3	0.05	29.46	52.86

ค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการวิเคราะห์สมการถดถอยจากตารางที่ 3.6 แสดงถึงขนาดและทิศทางของปัจจัยต่าง ๆ และปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่มีผลต่อการสกัดสารแอนโทไซยานิน พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ของเส้นตรงของตัวแปรทั้งหมดมีผลต่อปริมาณสารแอนโทไซยานินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 3.6 การวิเคราะห์สมการถดถอยค่าเฉลี่ยของปริมาณแอนโทไซยานิน จากแผนการทดลองโดยวิธีพื้นผิวตอบสนองแบบ Box-Behnken Design ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

source	sum of squares	df	mean square	F-value	p-value	Probe > F
model	169.44	9	18.83	56.84	0.0002	significant
X_1	22.78	1	22.78	68.79	0.0004	
X_2	28.24	1	28.24	85.27	0.0003	
X_3	2.85	1	2.85	8.62	0.0324	
X_1X_2	0.07	1	0.07	0.20	0.6760	
X_1X_3	21.52	1	21.52	64.98	0.0005	
X_2X_3	0.39	1	0.39	1.18	0.3261	
X_1^2	53.33	1	53.33	161.01	< 0.0001	
X_2^2	47.32	1	47.32	142.88	< 0.0001	
X_3^2	0.50	1	0.50	1.50	0.2747	
residual	1.66	5	0.33			
lack of fit	1.24	3	0.41	1.97	0.3544	not significant
pure error	0.42	2	0.21			
cor total	171.09	14				

ค่าสัมประสิทธิ์ต่าง ๆ จากตารางที่ 3.7 และตารางที่ 3.8 นำมาใช้ในการสร้างสมการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยและปริมาณสารแอนโทไซยานินได้ดังนี้

$$Y_1 = 29.99+1.69X_1-1.88X_2-0.60X_3-0.13X_1X_2+2.32X_1X_3+0.31X_2X_3-3.80X_1^2 -3.58X_2^2-0.37X_3^2$$ .....สมการที่ 1

$$Y_2 = 52.58+1.69X_1+0.74-13.15\ X_2+3.86\ X_3-1.81X_1X_2-1.38X_1X_3+0.20X_2X_3-4.34X_1^2 -12.02X_2^2 4.74X_3^2$$ .....สมการที่ 2

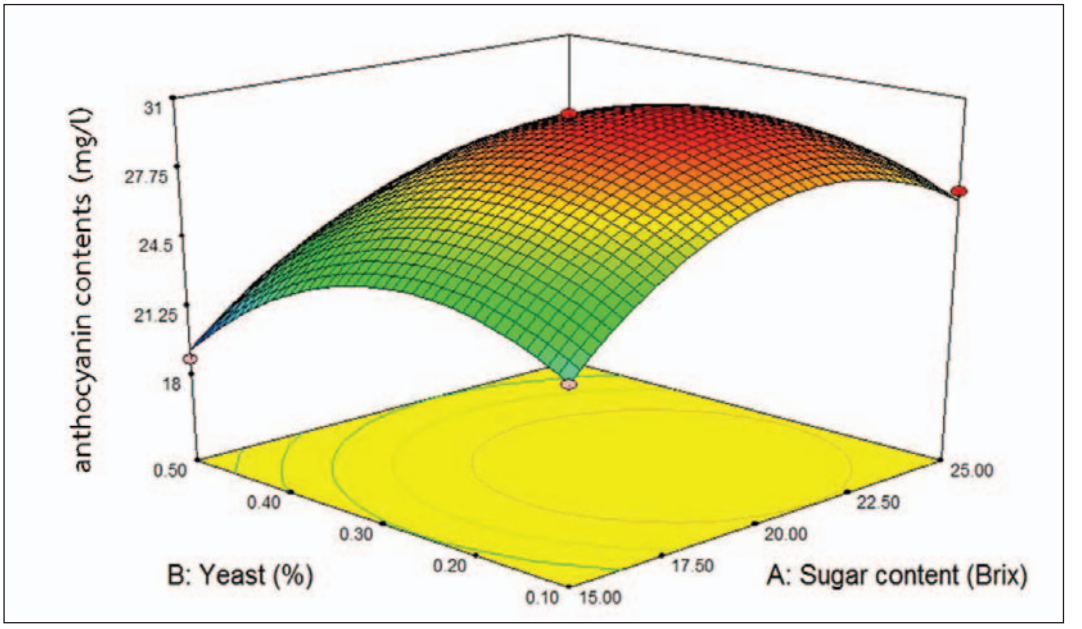
ตารางที่ 3.7 ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการถดถอย (regression coefficient) จากค่าเฉลี่ยของปริมาณสารแอนโทไซยานินในแผนการทดลองโดยวิธีพื้นผิวตอบสนองแบบ Box-Behnken Design

Factor	Coefficient Estimate	df	Standard Error	95% CI Low	95% CI High
Intercept	29.99	1	0.33	29.13	30.84
X_1	1.69	1	0.20	1.16	2.21
X_2	-1.88	1	0.20	-2.40	-1.35
X_3	-0.60	1	0.20	-1.12	-0.07
X_1X_2	-0.13	1	0.29	-0.87	0.61
X_1X_3	2.32	1	0.29	1.58	3.06
X_2X_3	0.31	1	0.29	-0.43	1.05
X_1^2	-3.80	1	0.30	-4.57	-3.03
X_2^2	-3.58	1	0.30	-4.35	-2.81
X_3^2	-0.37	1	0.30	-1.14	0.41

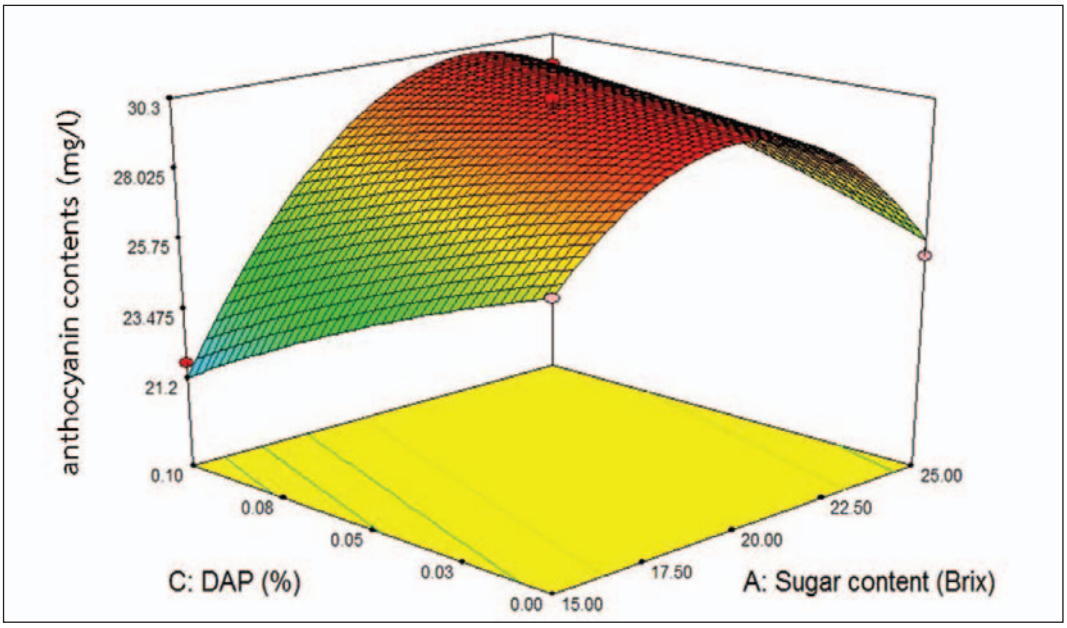
ตารางที่ 3.8 ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการถดถอย (regression coefficient) จากค่าเฉลี่ยของค่า a* (สีแดง) ในแผนการทดลองโดยวิธีพื้นผิวตอบสนองแบบ Box-Behnken Design

Factor	Coefficient Estimate	df	Standard Error	95% CI Low	95% CI High
Intercept	52.58	1	2.14	47.08	58.08
X_1	0.74	1	1.31	-2.63	4.10
X_2	-13.15	1	1.31	-16.51	-9.78
X_3	3.86	1	1.31	0.49	7.23
X_1X_2	-1.81	1	1.85	-6.57	2.95
X_1X_3	-1.38	1	1.85	-6.14	3.38
X_2X_3	0.20	1	1.85	-4.56	4.96
X_1^2	-4.34	1	1.93	-9.29	0.62
X_2^2	-12.02	1	1.93	-16.97	-7.06
X_3^2	-4.74	1	1.93	-9.70	0.22

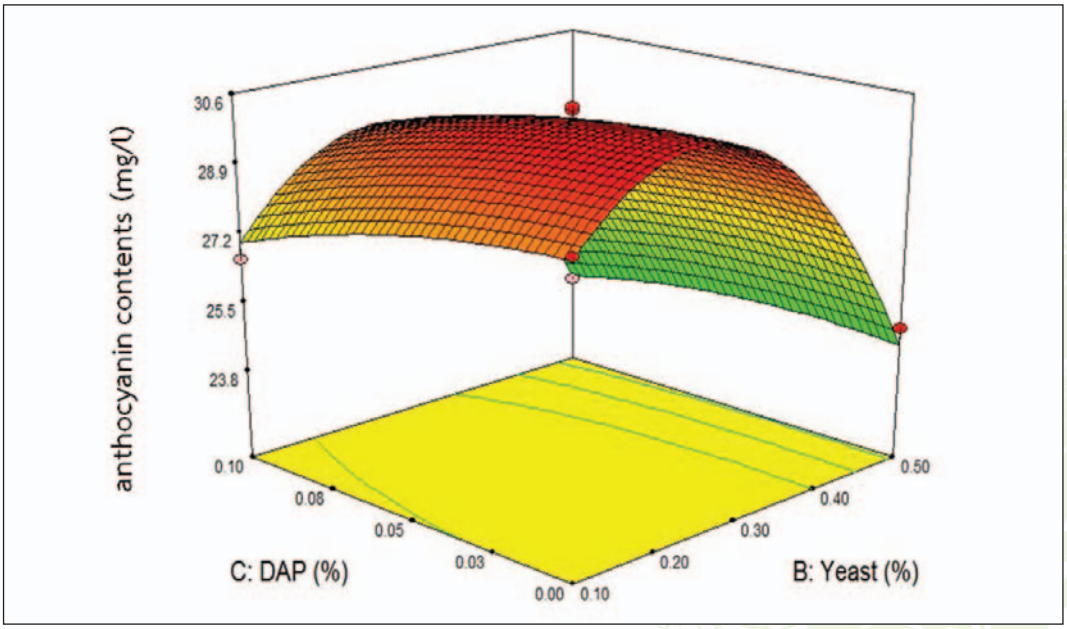
เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปร พบว่า มีค่าความสัมพันธ์ของปริมาณแอนโทไซยานิน (สมการที่ 1) โดยมี R^2 = 0.9903 และค่า a* (สีแดง) (สมการที่ 2) R^2 = 0.9691 แสดงว่า สมการดังกล่าวสามารถอธิบายตัวแปรในค่าตอบสนองได้ 99.03% และ 96.91% ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แผนภาพพื้นที่ผิวตอบสนองถูกนำมาใช้ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่าง ๆ สำหรับค่าที่เหมาะสมในแต่ละปัจจัยที่ส่งผลให้ได้ปริมาณแอนโทไซยานินสูงสุด ดังภาพที่ 3.10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยของความเข้มข้นของปริมาณน้ำตาล (องศาบริกซ์) และปริมาณยีสต์ (%), ภาพที่ 3.11 แสดงผลของความเข้มข้นของปริมาณน้ำตาล (องศาบริกซ์) และไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (%) และภาพที่ 3.12 แสดงความสัมพันธ์ของปริมาณยีสต์ (%) และไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (%)



ภาพที่ 3.10 ผลของความเข้มข้นของปริมาณน้ำตาล (A) และปริมาณยีสต์ (B) ต่อปริมาณแอนโทไซยานิน (มิลลิกรัมต่อลิตร)



ภาพที่ 3.11 ผลของความเข้มข้นของปริมาณน้ำตาล (A) และไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (C) ต่อปริมาณแอนโทไซยานิน (มิลลิกรัมต่อลิตร)



ภาพที่ 3.12 ผลของปริมาณยีสต์ (B) และไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (C) ต่อปริมาณแอนโทไซยานิน (มิลลิกรัมต่อลิตร)

สรุปได้ว่า การหมักไวน์มะเกี๋ยงพบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างปริมาณผลมะเกี๋ยงแช่แข็งต่อน้ำได้เท่ากับ 1 : 1.5 และต้มให้เดือด โดยมีระยะเวลาในการต้ม 20-25 นาที เพื่อนำน้ำสกัดจากผลมะเกี๋ยงในระหว่างกระบวนการหมักมาพัฒนาการผลิตไวน์ให้ได้ไวน์ที่มีสีแดง (สีแดงจากแอนโทไซยานิน) ซึ่งเป็นสีตามธรรมชาติให้มีคุณภาพดีที่สุด สภาวะที่เหมาะสมของการหมักโดยใช้น้ำตาลที่มีความเข้มข้น 21.64 องศาบริกซ์ (Brix) ยีสต์แห้ง Lalvin EC-118 เท่ากับ 0.28 เปอร์เซ็นต์โดยมวลต่อปริมาตร และไดแอมโมเนียมฟอสเฟตเท่ากับ 0.07 เปอร์เซ็นต์โดยมวลต่อปริมาตร ภายใต้สภาวะการหมักที่ดีที่สุดนี้พบว่า มีสารแอนโทไซยานินเท่ากับ 30.25 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่า a* (สีแดง) เท่ากับ 49.74 มีปริมาณแอลกอฮอล์ 10.06 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 3.0 ปริมาณกรดทั้งหมดเท่ากับ 0.8 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 6.0 องศาบริกซ์ ที่ระยะเวลาในการหมักเป็นเวลา 10 วัน

เอกสารอ้างอิง

ทวีพร อุณจักร. 2530. การวิเคราะห์ลูกมะเกี๋ยงสุก (*Eugenia paniala* Roxb.; Myrtacea) ทางเคมี. วิทยานิพนธ์เภสัชศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเภสัชเวท คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 151 หน้า.

ธีรวัลย์ ชาญฤทธิเสน ภัทราภรณ์ ศรีสมรรถการ และนิอร โฉมศรี. 2541. การยอมรับของผู้บริโภคต่อไวน์มะเกี๋ยง (*Cleistocalyx operculatus* var. *panniala*). หน้า 251-260. *ใน* เอกสารการประชุมสัมมนาทางวิชาการสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 15. วันที่ 12-14 กุมภาพันธ์ 2541. ณ โรงแรมโลตัสปางสวนแก้ว และวิทยาเขตภาคพายัพ, เชียงใหม่.

ปิ่นมณี ขวัญเมือง. 2549. การหมักสาโทมะเกี๋ยง. หน้า 242-249. *ใน* เรื่องเต็มการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44. วันที่ 30 มกราคม ถึง 2 กุมภาพันธ์ 2549. ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล. 2545. มะเกี๋ยง พืชในโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี. คณะเทคโนโลยีสื่อสารมวลชน สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, ปทุมธานี. 100 หน้า.

สิริญญา ทะยะ. 2554. ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดมะเกี๋ยง และผลต่อการเกิดมะเร็งตับหลายขั้นตอนที่เหนี่ยวนำด้วยสารเคมีในหนูขาว. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาชีวเคมี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

อนุพงศ์ ศิริเมืองมูล ฤดีวรรณ สุขใจ นภาพร ศิระวัฒนาวงศ์ และวชิระ จิระรัตนรังษี. 2549. ผลของการแปรรูปโดยการใช้ความร้อนต่อคุณสมบัติของสารต้านอนุมูลอิสระในน้ำมะเกี๋ยง. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.pdffactory.com.

อรุษา เชาวนวิขิต. 2554. การสกัดและวิธีการวิเคราะห์แอนโทไซยานิน. วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี) 3(6): 26-36.

Alobo, A.P. and S.U. Offonry. 2009. Characteristics of coloured wine produced from Roselle (*Hibiscus sabdariffa*) calyx extract. The Institute of Brewing & Distilling 115(2): 91-94.

Ghosh, S., R. Chakraborty and U. Raychaudhuri. 2012. Optimizing process conditions for palm (*Borassus flabelliffer*) wine fermentation using response surface methodology. International Food Research Journal 19(4): 1633-1639.

Gill, A., A.K. Joshi and N. Rana. 2009. Evaluation of preservation methods of low alcoholic plum wine. Natural Product Radiance 8: 392-405.

Kwanmuang, P. 2005. Sato fermentation with white mulberry juice extracts. Research Journal of the ooi Academy 5(1): 15-19.

Shen, S.C., K.C. Tseng, F.T. Chao and J.S.B. Wu. 2007. Color quality of rose liqueur. Journal of Food Quality 30: 202-217.

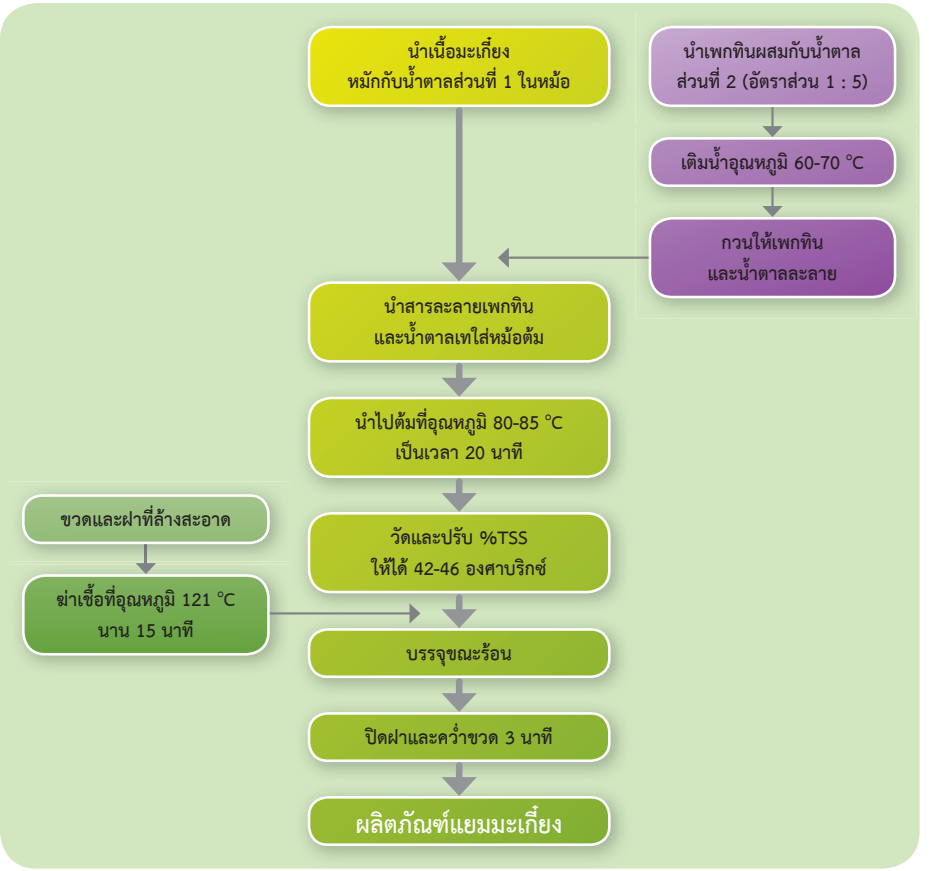
Wang C.Y., Y.W. Liu, J.Q. Jia, T.R. Sivakumar, T. Fan and Z.Z. Gui. 2013. Optimization of fermentation process for preparation of mulberry fruit wine by response surface methodology. African Journal of Microbiology Research 7(3): 227-236.

6. โยเกิร์ตผสมแยมมะเกี๋ยง

ปวีณา สุริยะ สุภาพ สุริยา และธิดารัตน์ มุ่งดี

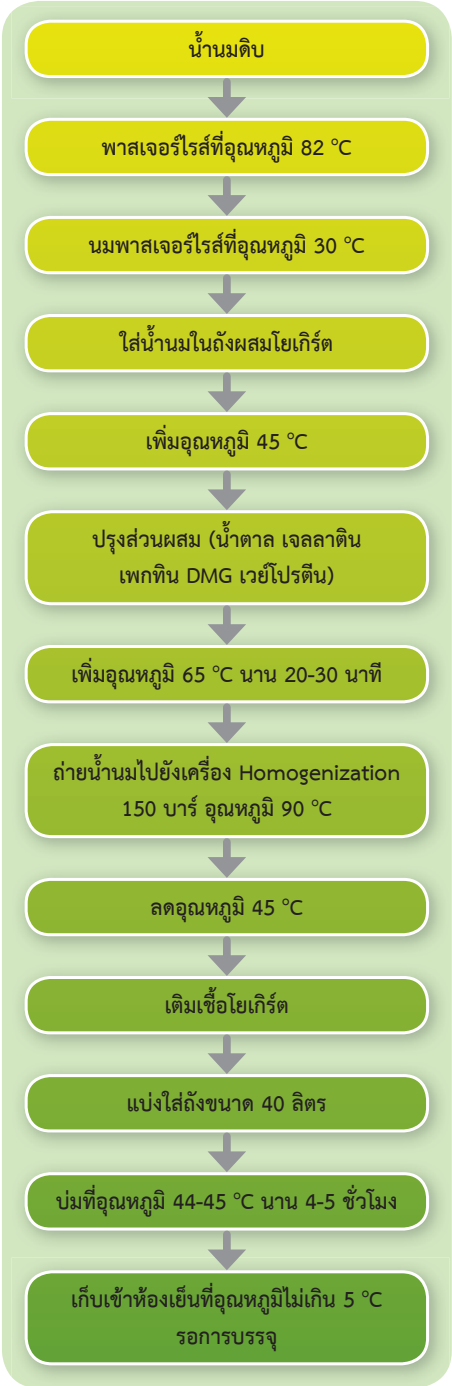
มะเกี๋ยงเป็นพืชที่พบมากในเขตภาคเหนือและภาคอีสาน และเป็นพืชอนุรักษ์ในโครงการ อพ.สธ. ซึ่งมีการศึกษาวิจัยการพัฒนาการใช้ประโยชน์อย่างต่อเนื่อง ผลมะเกี๋ยงมีคุณค่าทางโภชนาการที่น่าสนใจมาก ด้วยคุณค่าทางโภชนาการของเบตา-แคโรทีนที่มีมากกว่ากลุ่มพืชผักอื่น ๆ ในเมืองไทย จึงนำมาประยุกต์เข้ากับผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตซึ่งให้ประโยชน์ต่อสุขภาพมากขึ้น

6.1 กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์แยมมะเกี๋ยง



ภาพที่ 3.13 แผนผังกระบวนการผลิตแยมมะเกี๋ยง

6.2 กระบวนการผลิตโยเกิร์ต



ภาพที่ 3.14 แผนผังกระบวนการผลิตโยเกิร์ต

ในการผลิตผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตผสมแยมมะเกี๋ยง สูตรผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากถึงมากที่สุดมีส่วนผสมหลักคือ

น้ำอุณหภูมิ 60-70 °C	29.2%
เนื้อมะเกี๋ยง	25.0%
น้ำตาล	35.0%
เพกทินกลุ่มเมธอกซิลต่ำ (low methoxyl pectin)	0.8%

ผลิตภัณฑ์มีสีแดงถึงสีม่วงแดง มีกลิ่นหอมของเนื้อมะเกี๋ยง รสชาติหวานอมเปรี้ยว ส่วนผสมของเนื้อมะเกี๋ยงมีการเซตตัวที่ดี ค่าองศาบริกซ์ (Brix) เท่ากับ 42-46 ค่าความเป็นกรด-ด่างมีค่าเท่ากับ 3.0-3.6 อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน เมื่อนำแยมมะเกี๋ยงมาผสมกับโยเกิร์ตให้รสชาติของผลิตภัณฑ์มีความหวานพอดี ผู้บริโภคมีความพึงพอใจโยเกิร์ตผสมแยมมะเกี๋ยงสูตรนี้มากถึงมากที่สุด

7. การพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพและเครื่องสำอางจากสารสกัดมะเกี๋ยง

สุนีย์ จันทร์สกาว พาณี ศิริสะอาด พิมพร ลีลาพรพิสิฐ
สุทัศน์ สุระวัง และปราโมทย์ ทิพย์ดวงตา

จากรายงานผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและฤทธิ์ทางชีวภาพ พบว่า ในผลมะเกี๋ยงสุกมีสารกลุ่ม anthocyanins โดยสารองค์ประกอบหลัก คือ cyanidin *3*-glucoside ซึ่งเป็นสารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้ดี และมีกรดซิตริก กรดมาลิก เป็นกรดอินทรีย์ที่ให้รสเปรี้ยว (ทวีพร, 2530; เฉลิมและคณะ, 2551) ส่วนในเมล็ดมะเกี๋ยง เมื่อสกัดด้วยเอทานอล พบว่าสารสกัดเอทานอล 95% มีองค์ประกอบของสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ ซาโปนิน แทนนิน และแอนทราควิโนนไกลโคไซด์ (พิมพรและคณะ, 2547; 2549) โดยสารสกัดจากเมล็ดมะเกี๋ยงยังพบฤทธิ์ต้านเชื้อ *Propionibacterium acnes* ที่ดี เมื่อศึกษาเปรียบเทียบกับ benzoyl peroxide ในความเข้มข้นที่เท่ากัน คือ 10, 5 และ 1% w/v จากการหาค่า MIC โดยวิธี agar well diffusion พบว่าสารสกัดเมล็ดมะเกี๋ยงสดที่สกัดโดยการ reflux มีค่าความเข้มข้นในการยับยั้งเชื้อ *P. acnes* ต่ำสุด คือ 0.625% w/v หรือ 6.25 mg/ml (พิมพ์ใจ, 2549) โดยสารองค์ประกอบสำคัญที่ให้ฤทธิ์คือ gallic acid, ellagic acid และ 2’,4’-dihydroxy-6’-methoxy-3’,5’-dimethylchalcone (พิมพ์ใจ, 2549; 2551)

เนื้อผลสดและเมล็ดแห้งของมะเกี๋ยงนำไปเตรียมสารสกัดด้วยวิธีการหมักโดยใช้ 95 เปอร์เซ็นต์เอทานอลเป็นตัวทำละลาย สารสกัดแต่ละส่วนที่ได้นำไปทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ต้านเอนไซม์ไทโรสิเนส (ในงานวิจัย “การใช้ประโยชน์จากสมุนไพรเป็นอาหารสุขภาพและเครื่องสำอาง” ทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ภายใต้โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ปีงบประมาณ 2555) ผลพบว่าสารสกัดหยาบเอทานอลของทั้งเนื้อผลและเมล็ดให้ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยสารสกัดจากเมล็ดให้ฤทธิ์ที่ดีกว่าเนื้อผล นอกจากนั้นพบฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรสิเนส โดยสารสกัดส่วนเมล็ดแสดงฤทธิ์ใกล้เคียงกับกรดโคจิค (kojic acid) ซึ่งใช้เป็นสารมาตรฐาน

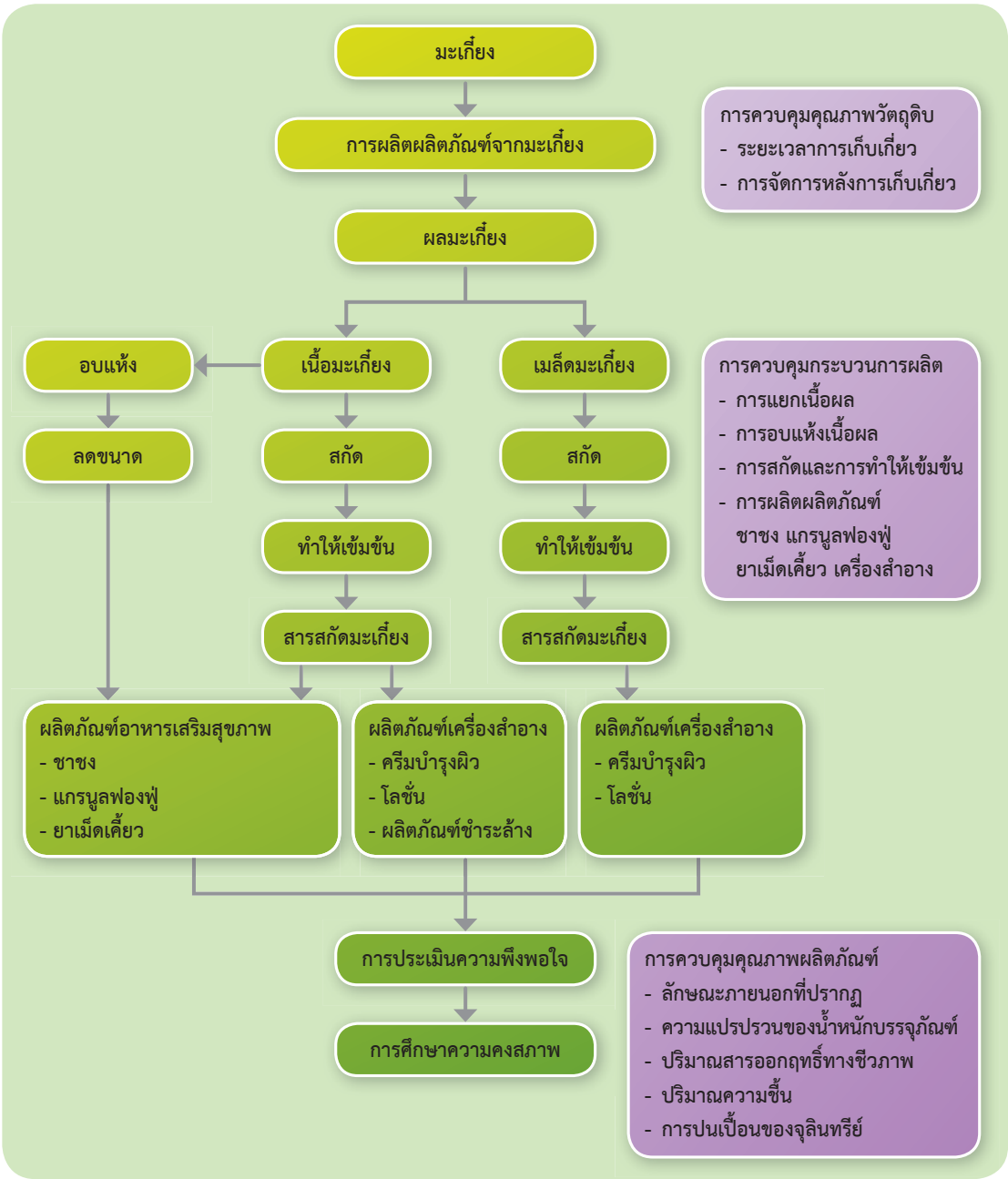
ประกอบกับการศึกษาผลของสารสกัดเนื้อมะเกี๋ยงในสัตว์ทดลอง พบว่า สารสกัดเนื้อมะเกี๋ยงด้วยน้ำไม่พบความเป็นพิษเฉียบพลันและกึ่งเฉียบพลันในหนูขาว และยังมีฤทธิ์เหนี่ยวนำระบบต้านอนุมูลอิสระในตับหนู (Thuschana *et al.*, 2012) สารสกัดน้ำและสารสกัดจากแอลกอฮอล์จากมะเกี๋ยง มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ สามารถยับยั้งการกลายพันธุ์ที่เกิดจากสารก่อมะเร็งในวิธีทดสอบที่ใช้แบคทีเรีย (Charoensin *et al.*, 2012; Inboot *et al.*, 2012)

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น สนับสนุนการนำมะเกี๋ยงทั้งส่วนของผลและเมล็ดมาใช้ประโยชน์ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพและเครื่องสำอางในแนวอายุวัฒนะหรือชะลอวัย ซึ่งเป็นกลุ่มผลิตภัณฑ์กลุ่มหนึ่งที่กำลังได้รับความนิยมตอบรับกระแสการป้องกันโรคและการรักษาสุขภาพ เนื่องจากสารที่มีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ มีข้อมูลในการช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดโรคเรื้อรังและปัญหาสุขภาพต่าง ๆ มากมาย ในปัจจุบันมีข้อมูลว่าอนุมูลอิสระเป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิดโรคเรื้อรังบางโรค และยังเป็นสาเหตุทำให้เซลล์ของร่างกายเสื่อมเร็วขึ้นหรือแก่ ด้วยเหตุนี้จึงมีการบริโภคสารต้านอนุมูลอิสระเสริมเพื่อลดอนุมูลอิสระที่ได้รับเข้าไปในร่างกายทุกวัน ไม่ว่าจากสารพิษต่าง ๆ ที่ปนในอาหารและจากสิ่งแวดล้อม (สุรพจน์, 2552) และนอกจากนั้นการใช้เครื่องสำอางที่มีสารสำคัญที่ให้ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ต้านอาการอักเสบ ก็เป็นส่วนหนึ่งในการชะลอความแก่ของผิวหนัง รวมทั้งในปัจจุบันผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางทำให้ผิวขาวกำลังได้รับความสนใจอย่างแพร่หลาย ซึ่งจากที่กล่าวมานั้น มะเกี๋ยงมีศักยภาพที่จะนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์ในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อบริโภคเสริมสุขภาพและเครื่องสำอางสำหรับบำรุงผิวพรรณ ชะลอความแก่

กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์นั้นเป้าหมายผลิตภัณฑ์ที่ได้จะต้องมีคุณภาพ ประสิทธิภาพ และความปลอดภัย ดังนั้นต้องเริ่มจากกระบวนการให้ได้มาซึ่งวัตถุดิบที่มีคุณภาพ และกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิต แนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเนื้อผลมะเกี๋ยงและเมล็ดมะเกี๋ยง ซึ่งจากการศึกษาฤทธิ์พบว่าให้ผลต้านอนุมูลอิสระ ต้านเชื้อจุลินทรีย์ และสามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรสิเนส จึงมีแนวทางในการนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์ในรูปแบบต่าง ๆ ดังนี้

- ผลิตภัณฑ์สำหรับบริโภค ได้แก่ ตำรับยาแกรนูล มะเกี๋ยงฟองฟู่ เครื่องดื่มน้ำมะเกี๋ยงสกัดเข้มข้น ยาเม็ดเคี้ยวมะเกี๋ยง และชาชงมะเกี๋ยง
- ผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง ได้แก่ โลชั่นบำรุงผิวมะเกี๋ยง ครีมบำรุงมือมะเกี๋ยง สบู่เหลวมะเกี๋ยง เจลล้างหน้ามะเกี๋ยง ผลิตภัณฑ์พอกผิวมะเกี๋ยง

ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะต้องมีการควบคุมคุณภาพ การศึกษาความคงสภาพของผลิตภัณฑ์ การทดสอบความระคายเคือง (สำหรับกลุ่มเครื่องสำอาง) และทดสอบความพึงพอใจในผู้บริโภค (ภาพที่ 3.15)



ภาพที่ 3.15 กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์มะเกี๋ยงเพื่อสุขภาพและความงาม

เอกสารอ้างอิง

เฉลิม จันทร์สม สุธาทิพ ภมรประวัติ และอรุณพร อิฐรัตน์. 2551. แอนโทไซยานินหลักในผลมะเกี๋ยงสุก. ธรรมศาสตร์เวชสาร 8(3): 364-370.

ทวีพร อุณจักร. 2530. การวิเคราะห์ลูกมะเกี๋ยงสุก (*Eugenia paniala* Roxb., Myrtaceae) ทางเคมี. วิทยานิพนธ์เภสัชศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเภสัชเวท คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 151 หน้า.

พิมพ์ใจ อาษา. 2549. ฤทธิ์ต้านเชื้อ *Propionibacterium acnes* ของสารสกัดและน้ำหมักชีวภาพจากพืชสมุนไพร. รายงานกระบวนวิชาปัญหาพิเศษทางเทคโนโลยีเภสัชกรรม คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

พิมพ์ใจ อาษา. 2551. องค์ประกอบทางเคมีและฤทธิ์ต้านเชื้อ *Propionibacterium acnes* และ *Staphylococcus aureus* ของเมล็ดมะเกี๋ยง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์เภสัชกรรม คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 96 หน้า.

พิมพร ลีลาพรพิสิฐ สุมาลี พฤกษากร และไชยวัฒน์ ไชยสุต. 2549. รายงานการวิจัยเรื่อง การศึกษาฤทธิ์ต้านแบคทีเรียก่อสิวของสารสกัดและน้ำหมักของพืชไทย. คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 28 หน้า.

พิมพร ลีลาพรพิสิฐ อุดมภัณฑ์ ขาลสุวรรณ นิสิต กิตติพงษ์พัฒนา และจตุรงค์ รจนากูล. 2547. รายงานการวิจัยเรื่อง การศึกษาพฤกษเคมีและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากเมล็ดมะเกี๋ยงเพื่อใช้ทางยา เสริมอาหาร และเครื่องสำอาง. คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 43 หน้า.

รายงานการวิจัยโครงการการใช้ประโยชน์จากสมุนไพรเป็นอาหารสุขภาพและเครื่องสำอาง. 2555. (ทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ภายใต้โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี), ข้อมูลที่ยังไม่ได้เผยแพร่.

สุรพจน์ วงศ์ใหญ่. 2552. ทิศทางใหม่ในการพัฒนาสมุนไพรไทย. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://www.rsu.ac.th/oriental_med/ (12 สิงหาคม 2552).

Charoensin, S., S. Taya, S. Wongpornchai, S. Wongpornchai and R. Wongpoomchai. 2012. Assessment of genotxicity and antigenotoxicity of an aqueous extract of *Cleistocalyx nervosum* var. *paniala* in *in vitro* and *in vivo* models. Interdisplinary Toxicology 5(4): 201-206.

Inboot, W., S. Taya, A. Chailungka, P. Meepowpan and R. Wongpoomchai. 2012. Genotoxicity and antigenotoxicity of the methanol extract of *Cleistocalyx nervosum* var. *paniala* seed using a Salmonella mutation assay and rat liver micronucleus tests. Molecular and Cellular Toxicology 8(1): 19-24.

Thuschana, W., T. Thumvijit, S. Chansakaow, S. Ruamrungsri and R. Wongpoomchai. 2012. Chemical constituents and antioxidant activities of *Cleistocalyx nervosum* fruits in *in vitro* and *in vivo* models. Thai Journal of Toxicology 27(2): 194-208.

8. การพัฒนาสีย้อมผ้าสำเร็จรูปจากใบมะเกี๋ยง

ณัฐชัย เที่ยงบูรณธรรม และพรพนา แก่นจันทร์วงค์

ปัจจุบันการใช้สีย้อมผ้าจากวัสดุธรรมชาติกำลังเป็นที่นิยมมากขึ้น ทั้งจากเหตุผลที่สีสังเคราะห์ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมาก และผู้บริโภคโดยเฉพาะตลาดต่างประเทศนิยมโทนสีในแบบของสีจากวัสดุธรรมชาติ ซึ่งมีลักษณะไม่ฉูดฉาด การใช้วัสดุธรรมชาติย้อมสีผ้าหลายกรณีถือเป็นภูมิปัญญาและเป็นเอกลักษณ์ของไทยที่ควรอนุรักษ์หรือส่งเสริม (ด้วง, 2543) อย่างไรก็ตาม การย้อมสีผ้าด้วยสีจากวัสดุธรรมชาติก็ยังไม่แพร่หลายเท่าที่ควร เนื่องจากความไม่สะดวกในการดำเนินการและความไม่แน่นอนของสีผ้าในแต่ละครั้งที่ผลิต ความไม่สะดวกที่เกิดขึ้นมีหลายประการ ได้แก่ วัตถุดิบบางอย่างไม่มีในท้องถิ่นที่มีการย้อมผ้า วัตถุดิบบางอย่างมีบางฤดู ปัญหาเรื่องการขนส่ง การเก็บรักษา (วัตถุดิบหลายอย่างเก็บนานไม่ได้) คุณภาพของวัตถุดิบไม่สม่ำเสมอและสิ้นเปลืองเวลาในการสกัดหรือย้อมมาก (กลุ่มพัฒนาของป่า ส่วนวิจัยและพัฒนาผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้และสมาคมเทคโนโลยีที่เหมาะสม จังหวัดร้อยเอ็ด, 2540; นภัส, 2540) ซึ่งข้อจำกัดเหล่านี้พอจะมีแนวทางแก้ไขได้ โดยนำวัตถุดิบมาสกัดสีในช่วงที่มีวัตถุดิบอยู่มาก สารสกัดที่ทำให้แห้งหรือทำให้เป็นผงแห้งหรือผสมอยู่ในสูตรเฉพาะสามารถเก็บไว้ได้นาน นอกจากนี้การสกัดในปริมาณมากยังทำให้สามารถควบคุมคุณภาพให้สม่ำเสมอได้ง่ายอีกด้วย

สีจากพืชเป็นสารเคมีที่มีคุณสมบัติเป็นสีย้อม สกัดจากพืชโดยกรรมวิธีการหมัก การต้ม หรือกรรมวิธีทางเคมีในปริมาณเล็กน้อย สารสีจากพืชมีคุณสมบัติเป็นสารสีเพราะสารเหล่านี้ดูดซับสีในคลื่นความถี่ของแสง 400-800 นาโนเมตร ซึ่งตาของมนุษย์มองเห็นได้ สารสีในพืชมีหลายกลุ่ม โดยมากเป็นสารจำพวกคลอโรฟิลล์ (chlorophylls) แคโรทีนอยด์ (carotenoids) ฟลาโวนอยด์ (flavonoids) เทอร์ปีนอยด์ (terpenoids) แอลคาลอยด์ (alkaloids) และควิโนน (quinones) ความคงทนของสีเป็นปัจจัยกำหนดคุณภาพและความสำคัญของสารสีจากพืช (เทียนศักดิ์, 2539; สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2544) โดยทั่วไปแล้วสารสีที่ได้จากพืชมีความคงทนค่อนข้างต่ำ สีมักซีดจางหรือสีตกอย่างรวดเร็ว เมื่อซักโดยผงซักฟอกและโดนแดด โดยเฉพาะในสภาพแวดล้อมของเขตร้อน ดังนั้นการใช้สารช่วยติดสี (mordant) ซึ่งทำให้สีย้อมจากวัสดุธรรมชาติติดผ้าได้ทนทานขึ้นจึงเป็นสิ่งจำเป็น สารช่วยติดสีโดยมากเป็นเกลือของโลหะ เช่น อะลูมิเนียม โครเมียม โคบอลต์ นิกเกิล และทองแดง เป็นต้น ทำหน้าที่ยึดโมเลกุลสีให้ติดกับเส้นใยผ้า (นันทนัช, 2533; นฤมล, 2533) โดยใช้ผ้าไหมเป็นตัวแทนของเส้นใยโปรตีน และผ้าฝ้ายเป็นตัวแทนของเส้นใยเซลลูโลส สำหรับทดสอบสีย้อม (วีระศักดิ์, 2543) ซึ่งการใช้สีย้อมจากวัสดุธรรมชาติที่เป็นอยู่ในปัจจุบันก็นิยมใช้กับผ้าทั้งสองชนิดนี้

ใบมะเกี๋ยงสามารถย้อมเส้นไหมติดดีเทียบเท่ากับสีธรรมชาติที่นิยมใช้กัน เช่น ครั่ง มะเกลือ อีกทั้งสีที่ได้ยังมีตั้งแต่สีน้ำตาลไหม้จนถึงน้ำตาลอมเหลือง ซึ่งเป็นโทนสีเฉพาะที่ต่างจากวัตถุดิบอื่น ทำให้ผู้บริโภคมีทางเลือกที่หลากหลายมากขึ้น

สภาวะที่เหมาะสมสำหรับย้อมผ้าไหมและฝ้ายด้วยใบมะเกี๋ยงคือ ใช้ใบมะเกี๋ยง 100 กรัมต่อน้ำกลั่น 1 ลิตร ต้มจนเดือดเป็นเวลา 30 นาที แล้วต้มผ้ากับน้ำย้อมที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5-15 นาที สำหรับผ้าไหมจะได้สีครีม สีน้ำตาลอ่อน และสีน้ำตาลเข้ม ตามระยะเวลาที่ต้ม ส่วนผ้าฝ้ายต้องต้มในน้ำย้อม 20 นาที ได้สีน้ำตาลอ่อนเท่านั้น กระบวนการย้อมดังกล่าวทำให้สีติดผ้าคงทนต่อแสง การซักล้าง คราบเหงื่อไคล และการขัดถู ในระดับดีมากถึงดีเยี่ยม สารช่วยติดสีทำให้ได้สีหลากหลายมากขึ้น โดยคอปเปอร์ซัลเฟตให้สีน้ำตาลคล้ำ โซเดียมคาร์บอเนตให้สีน้ำตาลอมเหลือง ส่วนเฟอริกคลอไรด์ให้สีเทาถึงดำ ขึ้นกับความเข้มข้น เมื่อใช้คอปเปอร์ซัลเฟตร่วมกับโซเดียมคาร์บอเนตจะให้สีน้ำตาลทอง และเฟอริกคลอไรด์ร่วมกับโซเดียมคาร์บอเนตให้สีเทาเหลือบน้ำตาล นอกจากนี้ยังพบว่า คอปเปอร์ซัลเฟตและโซเดียมคาร์บอเนตทำให้สีติดผ้าคงทนยิ่งขึ้น ได้พัฒนาวิธีการเตรียมสีย้อมผ้าสำเร็จรูปจนได้ผลิตภัณฑ์ที่สามารถใช้ย้อมได้เหมือนกับน้ำย้อมจากใบสดทุกประการ และสามารถเก็บไว้ได้นานกว่า 10 เดือน โดยคุณภาพการย้อมยังคงเดิม

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มพัฒนาของป่า ส่วนวิจัยและพัฒนาผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้ และสมาคมเทคโนโลยีที่เหมาะสม จังหวัดร้อยเอ็ด. 2540. รายงานการสำรวจกลุ่มทอผ้าย้อมสีธรรมชาติในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างของประเทศไทย. สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.). 24 หน้า.

ด้วง พุธศุกร์. 2543. สีย้อมผ้าจากธรรมชาติ. วารสารวิทยาศาสตร์ 54(1): 22-23.

เทียนศักดิ์ เมฆพรรณโอภาส. 2539. เคมีของสีธรรมชาติและการย้อม. วารสารวิทยาศาสตร์ 50(3): 155-157.

นภัส ศิริสัมพันธ์. 2540. รายงานสรุปการสำรวจกลุ่มทอผ้าย้อมสีธรรมชาติในภาคต่าง ๆ ของประเทศไทย. สนับสนุนโดย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.). สถาบันวิจัยสังคม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. 40 หน้า.

นฤมล ศราธพันธุ์. 2533. การใช้สารช่วยติดในการย้อมไหมด้วยขมิ้นชัน. วิทยานิพนธ์คหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 81 หน้า.

นันทนัช พิเชษฐวิทย์. 2533. ผลของสารช่วยติดสีที่มีต่อการย้อมไหมด้วยใบตะขบฝรั่ง. วิทยานิพนธ์คหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 91 หน้า.

วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชา. 2543. วิทยาศาสตร์เส้นใย. พิมพ์ครั้งที่ 2. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (สนับสนุนโดย สกว.), กรุงเทพฯ. 307 หน้า.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2544. PROSEA ทรัพยากรพืชในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ 3 (พืชที่ให้สีย้อมและแทนนิน). ห้างหุ้นส่วนจำกัด โรงพิมพ์ชวนพิมพ์, กรุงเทพฯ. 223 หน้า.

เอกสารอ้างอิง

กรมการแพทย์. 2539. ความเป็นจริงเกี่ยวกับไวน์กับโรคหัวใจ. หน้า 146-169. *ใน* เอกสารโรเนียวประกอบการประชุมสัมมนาเรื่อง “วิธีป้องกันโรคหัวใจ? บทบาทของไวน์”. วันที่ 11 กันยายน 2539. ณ โรงแรมเรดิสัน พระราม 9, กรุงเทพฯ.

กรมวิทยาศาสตร์บริการ. 2539. คุณค่าทางโภชนาการของมะเกี๋ยง. หน้า 146-169. *ใน* รายงานกิจกรรมกรมวิทยาศาสตร์บริการ ฉบับที่ 54. โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก, กรุงเทพฯ.

กฤษฎา ทัสนารมย์. 2537. ผลของการให้สารแพคโคลบิวทราโซล โดยวิธีการต่าง ๆ ที่มีต่อผลิตผลนอกฤดูกาลของชมพู่พันธุ์เพชรทูลเกล้า. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 50 หน้า.

กลุ่มพัฒนาของป่า ส่วนวิจัยและพัฒนาผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้ และสมาคมเทคโนโลยีที่เหมาะสม จังหวัดร้อยเอ็ด. 2540. รายงานการสำรวจกลุ่มทอผ้าย้อมสีธรรมชาติในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างของประเทศไทย. สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.). 24 หน้า.

ก่องกานดา ชยามฤต. 2545. คู่มือจำแนกพรรณไม้. พิมพ์ครั้งที่ 2. บริษัทประชาชน จำกัด, กรุงเทพฯ. 232 หน้า.

กัทลีวัลย์ สุขช่วย และอรุณ โสตถิกุล. 2545. โรคและแมลงศัตรูมะเกี๋ยง. หน้า 26-44. *ใน* สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล. มะเกี๋ยง พืชในโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี. คณะเทคโนโลยีสื่อสารมวลชน สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, ปทุมธานี. 100 หน้า.

กันยารัตน์ ไชยสุต. 2532. เซลล์พันธุศาสตร์และเซลล์อนุกรมวิธานของพืชสกุล *Zephyranthes*. ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. 259 หน้า.

คณพล จุฑามณี. 2529. ผลของสาร paclobutrazol ที่มีผลต่อการเจริญทางด้านกิ่งใบและการออกดอกของมะม่วงพันธุ์ “เขียวเสวย”. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

จารุภัทร ประราศรี และฉันทนา สุวรรณธาดา. 2549. การศึกษาโครโมโซมของกล้วยไม้ดินผสมโขลง. วารสารเกษตร 22(3): 189-193.

ฉลองชัย แบบประเสริฐ. 2529. ผลของสาร paclobutrazol ต่อการเจริญทางกิ่งก้านและการออกดอกของมะม่วงหนังกลางวัน. เอกสารประการสัมมนาของชมรมผู้พัฒนามะม่วง. ฉบับโรเนียว.

เฉลิม จันทร์สม สุธาทิพ ภมรประวัติ และอรุณพร อิฐรัตน์. 2551. แอนโทไซยานินหลักในผลมะเกี๋ยงสุก. ธรรมศาสตร์เวชสาร 8(3): 364-370.

ชยะ หัสดิเสวี และพีรเดช ทองอำไพ. 2529. ผลของสาร paclobutrazol ที่มีต่อการเจริญทางด้านกิ่งใบการออกดอกและติดผลของมะม่วงน้ำดอกไม้ทะวายเบอร์ 4. หน้า 295-302. *ใน* รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 24. วันที่ 27-29 มกราคม 2529. ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ชิติ ศรีตนทิพย์ สันติ ช่างเจรจา ยุทธนา เขาสุเมรุ สัญชัย พันธโชติ และอภินันท์ เมฆบังวัน. 2542. การพ่นสารแพคโคลบิวทราโซลต่อการออกดอกและการเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุอาหารในใบของลำไยพันธุ์ดอ. *ใน* รายงานค้นคว้าวิจัยประจำปี 2542. สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, ลำปาง.

ชุลีพร แจ่มอุไร. 2530. ผลของการใช้สารแพคโคลบิวทราโซลซ้ำที่เดิมในอัตราต่าง ๆ ต่อการแทงช่อดอกของมะม่วงน้ำดอกไม้ทะวายเบอร์ 4. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

ด้วง พุธศุกร์. 2543. สีย้อมผ้าจากธรรมชาติ. วารสารวิทยาศาสตร์ 54(1): 22-23.

ดวงกมล ศิริสมพรพงษ์ และพีรเดช ทองอำไพ. 2532. ผลของสารแพคโคลบิวทราโซลซ้ำในปีที่ 2 ที่มีต่อการออกดอกของมะม่วงพันธุ์เขียวเสวย. หน้า 393-397. *ใน* รายงานผลการวิจัยสาขาพืช การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 27. วันที่ 30 มกราคม-1 กุมภาพันธ์ 2532. ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ดำเนิน วัฒนา และเรวดี จอวัะ. 2543. ผลของกระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มมะเกี๋ยงที่มีต่อคุณภาพบางประการของผลิตภัณฑ์และการยอมรับของผู้บริโภค. ปัญหาพิเศษ คณะเกษตรศาสตร์ บางพระ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตลำปาง, ลำปาง. 48 หน้า.

เต็ม สมิตินันทน์. 2544. ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่ 2 (ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม). บริษัทประชาชน จำกัด, กรุงเทพฯ. 810 หน้า.

ทวีพร อุณจักร. 2530. การวิเคราะห์ลูกมะเกี๋ยงสุก (*Eugenia paniala* Roxb., Myrtaceae) ทางเคมี. วิทยานิพนธ์เภสัชศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเภสัชเวท คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 151 หน้า.

ทิพสุคนธ์ ชวฤทธิ์ และฉันทนา สุวรรณธาดา. 2546. การศึกษาแคริโอไทป์ของว่านสี่ทิศพันธุ์พื้นบ้าน. วารสารเกษตร 19(3): 206-215.

เทียนศักดิ์ เมฆพรรณโอภาส. 2539. เคมีของสีธรรมชาติและการย้อม. วารสารวิทยาศาสตร์ 50(3): 155-157.

ธนธร รจนากูล. 2549. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ลดริ้วรอยจากสารสกัดเมล็ดมะเกี๋ยง. วิทยานิพนธ์เภสัชศาสตรมหาบัณฑิต คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 104 หน้า.

ธีรพงษ์ เทพกรณ์. 2553. เปิดตำนานแห่งชา. Coffee, tea & ice cream magazine ฉบับที่ 17, กรกฎาคม-สิงหาคม หน้า 26-27.

ธีรวัลย์ ชาญฤทธิเสน ภัทราภรณ์ ศรีสมรรถการ และนิอร โฉมศรี. 2541. การยอมรับของผู้บริโภคต่อไวน์มะเกี๋ยง (*Cleistocalyx operculatus* var. *panniala*). หน้า 251-260. *ใน* เอกสารการประชุมสัมมนาทางวิชาการสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 15. วันที่ 12-14 กุมภาพันธ์ 2541. ณ โรงแรมโลตัส ปางสวนแก้ว และวิทยาเขตภาคพายัพ, เชียงใหม่.

นพพร บุญปลอด. 2539. การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินในยอดลำไยพันธุ์ดอก่อนการออกดอก. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 50 หน้า.

นภัส ศิริสัมพันธ์. 2540. รายงานสรุปการสำรวจกลุ่มทอผ้าย้อมสีธรรมชาติในภาคต่าง ๆ ของประเทศไทย. สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.). สถาบันวิจัยสังคม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. 40 หน้า.

นฤมล ศราธพันธุ์. 2533. การใช้สารช่วยติดในการย้อมไหมด้วยขมิ้นชัน. วิทยานิพนธ์คหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 81 หน้า.

นันทนัช พิเชษฐวิทย์. 2533. ผลของสารช่วยติดสีที่มีต่อการย้อมไหมด้วยใบตะขบฝรั่ง. วิทยานิพนธ์คหกรรมศาสตร-มหาบัณฑิต สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 91 หน้า.

นาถฤดี ศุภกิจจารักษ์. 2533. ผลของสาร DNOC ต่อการแตกกิ่งใหม่ของตายอดมะม่วงพันธุ์เขียวเสวยและมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ทะวาย. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม. 14 หน้า.

ประภัสสร อารยะกิจเจริญชัย และฉันทนา สุวรรณธาดา. 2544. การศึกษาจำนวนโครโมโซมของว่านสี่ทิศพันธุ์พื้นบ้านและพันธุ์ลูกผสม. วารสารเกษตร 17(1): 43-49.

ปัทมา พิชยางกูร. 2531. ผลของ thiourea, KNO_3 และสารแต่ละชนิดร่วมกับ GA_3 ที่มีผลต่อการทำลายการพักตัวของตายอดมะม่วงพันธุ์เขียวเสวย. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

ปิ่นมณี ขวัญเมือง. 2549. การหมักสาโทมะเกี๋ยง. หน้า 242-249. *ใน* เรื่องเต็มการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44. วันที่ 30 มกราคม-2 กุมภาพันธ์ 2549. ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พวงพรรณ บัวทอง และฉันทนา สุวรรณธาดา. 2551. การศึกษาโครโมโซมของว่านมหาโชค. วารสารเกษตร 24(1): 37-41.

พิมพ์ใจ อาษา. 2549. ฤทธิ์ต้านเชื้อ *Propionibacterium acnes* ของสารสกัดและน้ำหมักชีวภาพจากพืชสมุนไพร. รายงานกระบวนวิชาปัญหาพิเศษทางเทคโนโลยีเภสัชกรรม คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

พิมพ์ใจ อาษา. 2551. องค์ประกอบทางเคมีและฤทธิ์ต้านเชื้อ *Propionibacterium acnes* และ *Staphylococcus aureus* ของเมล็ดมะเกี๋ยง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์เภสัชกรรม คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 96 หน้า.

พิมพร ลีลาพรพิสิฐ สุมาลี พฤกษากร และไชยวัฒน์ ไชยสุต. 2549. รายงานการวิจัยเรื่อง การศึกษาฤทธิ์ต้านแบคทีเรียก่อสิวของสารสกัดและน้ำหมักของพืชไทย. คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 28 หน้า.

พิมพร ลีลาพรพิสิฐ อุดมภัณฑ์ ขาลสุวรรณ นิสิต กิตติพงษ์พัฒนา และจตุรงค์ รจนากูล. 2547. รายงานการวิจัยเรื่อง การศึกษาพฤกษเคมีและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากเมล็ดมะเกี๋ยงเพื่อใช้ทางยาเสริมอาหาร และเครื่องสำอาง. คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 43 หน้า.

ภัญชนา มีแก้วกุญชร และอนันต์ วิสัยเกษม. 2527. การใช้สารเคมีเร่งการออกดอกของมะม่วง 2524. หน้า 150-155. *ใน* รายงานการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 22 ภาคโปสเตอร์. วันที่ 30 มกราคม-3 กุมภาพันธ์ 2527. ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

รวิวรรณ วงศ์ภูมิชัย. 2556. สารสกัดผลมะเกี๋ยงต้านมะเร็งตับ. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.thairath.co.th /content/edu/346443. (21 สิงหาคม 2557).

รายงานการวิจัยโครงการการใช้ประโยชน์จากสมุนไพรเป็นอาหารสุขภาพและเครื่องสำอาง. 2555. (ทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ภายใต้โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี), ข้อมูลที่ยังไม่ได้เผยแพร่.

วรงค์ศิริ เข็มสวัสดิ์ พิทยา ใจคำ รัชพล ไตรทิพย์พสุ และวชิระ จิระรัตนรังษี. 2549. การศึกษาคุณสมบัติของสารต้านอนุมูลอิสระในมะเกี๋ยงสด ระหว่างการเก็บรักษาโดยวิธีแช่เย็น. หน้า 356-357. *ใน* งาน IRPUS Exhibition 49. วันที่ 31 มีนาคม-2 เมษายน 2549. ณ MCC Hall เดอะมอลล์ งามวงศ์วาน, กรุงเทพฯ.

วรวุฒิ จุฬาลักษณานุกูล เพลินพิศ โชคชัยชำนาญกิจ ละเอียด คงกุ่ง พรณรงค์ สิริปิยะสิงห์ ผุสตี ปริยานนท์ และมงคล เกษประเสริฐ. 2544. การศึกษาแคริโอไทป์ของสิ่งมีชีวิต. หน้า 360-378. *ใน* วิสุทธิ์ ใบไม้ และรังสิมา คุ้มหอม (บรรณาธิการ). รายงานการวิจัยในโครงการ BRT 2544. บริษัทจิรวัฒน์ เอ็กซ์เพรส จำกัด, กรุงเทพฯ.

วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชา. 2543. วิทยาศาสตร์เส้นใย. พิมพ์ครั้งที่ 2. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (สนับสนุนโดย สกว.), กรุงเทพฯ. 307 หน้า.

ศุภนารถ เกตุเจริญ และอัญชลี พัดมีเทศ. 2557. ชา. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.eto.ku.ac.th/neweto/e-book/plant/tree_fruit/fruit17.pdf. (25 กรกฎาคม 2557).

สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล. 2545. มะเกี๋ยง พืชในโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี. คณะเทคโนโลยีสื่อสารมวลชน สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, ปทุมธานี. 100 หน้า.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2544. PROSEA ทรัพยากรพืชในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ 3 (พืชที่ให้สีย้อมและแทนนิน). ห้างหุ้นส่วนจำกัด โรงพิมพ์ชวนพิมพ์, กรุงเทพฯ. 223 หน้า.

สิริญญา ทะยะ. 2554. ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดมะเกี๋ยง และผลต่อการเกิดมะเร็งตับหลายขั้นตอนที่เหนี่ยวนำด้วยสารเคมีในหนูขาว. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีวเคมี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

สุรพจน์ วงศ์ใหญ่. 2552. ทิศทางใหม่ในการพัฒนาสมุนไพรไทย. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.rsu.ac.th/oriental_med/ (12 สิงหาคม 2552).

อดิศร กระแสชัย. 2539. เอกสารประกอบการเรียนบทปฏิบัติการกระบวนวิชาพันธุกรรมไซโตในการเกษตร. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 105 หน้า.

อนุพงศ์ ศิริเมืองมูล ฤดีวรรณ สุขใจ นภาพร ศิระวัฒนาวงศ์ และวชิระ จิระรัตนรังษี. 2549. ผลของการแปรรูปโดยการใช้ความร้อนต่อคุณสมบัติของสารต้านอนุมูลอิสระในน้ำมะเกี๋ยง. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.pdffactory.com.

อเนก เหล่านิพนธ์. 2531. ผลของสารแพคโคลบิวทราโซล ไทโอยูเรีย และโพแทสเซียมไนเทรตต่อการออกดอกของมะม่วงพันธุ์เขียวเสวย. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

อมรา คัมภิรานนท์. 2546. พันธุศาสตร์ของเซลล์. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 308 หน้า.

อรุษา เชาวนวิขิต. 2554. การสกัดและวิธีการวิเคราะห์แอนโทไซยานิน. วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี) 3(6): 26-36.

Alobo, A.P. and S.U. Offonry. 2009. Characteristics of coloured wine produced from Roselle (*Hibiscus sabdariffa*) calyx extract. The Institute of Brewing & Distilling 115(2): 91-94.

Apisitwanich, S. and S. Masuthon. 2000. Study on plant chromosomes by enzymatic cell maceration technique. Journal of Science 54(3): 178-183.

Baird, V., A. Abbott, R. Ballard, B. Sonsinski and S. Rajapakse. 1997. DNA diagnostics in horticulture, pp 111-130. *In* Gresshoff, P. (ed.). Current Topics in Plant Molecular Biology: Technology Transfer of Plant Biotechnology. CRC Press, Boca Raton, Florida.

Blaikie, S.J., V.J. Kulkarni and W.J. Muller. 2003. Effects of morphactin and paclobutrazol flowering treatment on shoot and root phenology in mango cv. Kensington pride. CSIRO Plant Industry, PMB44, Winnellie, NT0822 Australia 101: 51-58.

Bondad, N.D. and E. Linsangan. 1979. Flowering in mango induced with potassium nitrate. HortScience 14: 527-528.

Brown, S.M., A.K. Szewc-McFadden and S. Kresovish. 1996. Development and application of simple sequence repeat (SSR) loci for plant genome analysis. pp 147-159. *In* Jauhar, P.P. (ed.). Methods of plant genome analysis: Their merits and pitfalls. CRC Press, Boca Raton, Florida.

Bussler, W. 1964. Comparative examination of plant suffering from potash deficiency. Velag Weirthein. 138 p.

Chaikla, P. 2012. Characteristics and Varietal Phylogenetics of *Peliosanthes teta* Andr., *Basella alba* L. and *Gymnema inodorum* Decne. Collected from Some Areas in the Upper-North of Thailand. Thesis for Doctor of Philosophy (Horticulture), Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai. 320 p.

Chaitrakulsup, T., S. Subhadrabandhu and R. Ogata. 1996. Paclobutrazol and ethephon in influencing flowering and leaf flushing of lychee cultivar Hong Huay. J. ISSAAS 2: 12-23.

Chandraparnik, S., H. Hiranpradit, U. Punnachit and S. Salakpetch. 1992. Paclobutrazol influences flower induction in durian, *Durio zibethinus* Murr. Acta Horticulturae 321: 282-290.

Chantaranothai, P. and J. Parnell. 1990. New Taxa and Combination in *Cleistocalyx* and *Syzygium* (Myrtaceae) in Thailand. Bulletin 48(3): 589-610.

Charoensin, S., S. Taya, S. Wongpornchai, S. Wongpornchai and R. Wongpoomchai . 2012. Assessment of genotxicity and antigenotoxicity of an aqueous extract of *Cleistocalyx nervosum* var. paniala in *in vitro* and *in vivo* models. Interdisplinary Toxicology 5(4): 201-206.

Chen, Z.Y. 1992. Cytology of Zingiberaceae. pp 19-25. *In* Laboratory Manual for the Training Course on Cytotaxonomy of Zingiberaceae and Some Selected Plants. Faculty of Sciences, The Prince of Songkla University, Songkla.

Collard, B.C.Y., M.Z.Z. Jahufer, J.B. Brouwer and E.C.K. Pang. 2005. An introduction to markers, quantitative trait loci (QTL) mapping and marker-assisted selection for crop improvement: The basic concepts. Euphytica 142: 169-196.

Coronel, R.E. 1999. *Syzygium cumini* (L.) Skeels. pp 294-296. *In* Verheij, E.W.M. and R.E. Coronel (eds.). Plant Resources of South-East Asia No.2: Edible Fruits and Nuts. PROSEA, Indonesia.

Davenport, T.L. and R. Nunez-Elisea. 1997. Reproductive physiology. pp 69-146. *In* Litz, E. (ed.). The Mango: Botany, Production and Uses. CABI Publishing, New York.

Dietz, H.J. 1984. Einfluß des Sommerschnittes auf Wachstum, Ertrag und Fruchtqualitat. Obstbau 9(7): 320-321.

Dyer, A.F. 1979. Investigating Chromosomes. Edward Arnold (Publisher) Ltd., London. 297 p.

Feulgen, R. and H. Rossenbeck. 1924. Practical aspects of quantitative Feulgen staining in plants. Zeitschrift für physikalische Chemie 135: 203-248.

Frankel, E.N. and A.S.B.S. Meyer. 1998. Antioxidant in grape and grape juices and their potential health effects. Phamarceutical Biology 36: 1-7.

Ghosh, S., R. Chakraborty and U. Raychaudhuri. 2012. Optimizing process conditions for palm (*Borassus flabelliffer*) wine fermentation using response surface methodology. International Food Research Journal 19(4): 1633-1639.

Gill, A., A.K. Joshi and N. Rana. 2009. Evaluation of preservation methods of low alcoholic plum wine. Natural Product Radiance 8: 392-405.

Haron, N.E., P.B. Laming, J.M. Fundter and R.H.M.J. Lemmens. 1995. *Syzygium*. pp 441-474. *In* Lemmens, R.H.M.J., I. Soerianegara and W.C. Wong (eds.). Plant Resource of South-East Asia No. 5(2) Timber Trees: Miner Commercial Timbers. PROSEA, Indonesia.

Hedden, P. and J.E. Graebe. 1985. Inhibition of gibberellin biosynthesis by paclobutrazol in cell free homogenates of *Cucurbita maxima* and *Maluspumila* embryos. Journal of Plant Growth Regulation 149: 111-122.

Hoagland, D.R. and D.J. Arnon. 1938. The water culture method for growing plants. Trockensubstanzbildung und Starkegehalt bei.

Inboot, W., S. Taya, A. Chailungka, P. Meepowpan and R. Wongpoomchai. 2012. Genotoxicity and antigenotoxicity of the methanol extract of *Cleistocalyx nervosum* var. *paniala* seed using a Salmonella mutation assay and rat liver micronucleus tests. Molecular and Cellular Toxicology 8(1): 19-24.

Johansen, D.A. 1940. Plant Microtechnique. McGraw-Hill Book Co., Inc., New York. 520 p.

Jones, S.B. and A.L. Luchsinger. 1979. Plant Systematics. 2nd ed. McGraw-Hill Book, New York. 338 p.

Kwanmuang, P. 2005. Sato fermentation with white mulberry juice extracts. Research Journal of the ooi Academy 5(1): 15-19.

Laveii, A. and R. Pfliege. 1978. Potassium transport through plant Ce membranes and metabolic role of potassium in plants. *In* Potassium Research Review and Irends: 11-163.

Lee, J.K., J.W. Chung, Y.J. Park, K.H. Ma, H.K. Kang, J.R. Lee, J.G. Kwag, N.S. Kim, T.S. Kim and S.Y. Lee. 2006. Assessment of genetic diversity of Korean landrace rice accessions (*Oryza sativa* L.) by microsatellite analysis. Korean Journal of Breeding Science 38(2): 75-82.

Li, S.H., C. Bussi, H. Clanet and J.L. Regnard. 1989. Response of peach trees to paclobutrazol: product effects on vegetative growth and cropping. Fruits 44: 99-108.

Martin, G.C., F. Yoshikawa and J.H. LaRue. 1987. Effects of soil applications of paclobutrazol on vegetative growth, pruning time, flowering, yield and quality of 'Flavorcrest' peach. Journal of the American Society for Horticultural Science 112: 915-921.

Mengel, K. and E.A. Kirkby. 1980. Potassium in crop production. Advances in Agronomy 32: 59-110.

Messmer, M.M., A.E. Melchinger, R.G. Herrmann and J. Boppenmaier. 1993. Relationships among early European maize inbreds: II. Comparison of pedigree and RFLP data. Crop Science 26: 672-676.

Morgante, M. and A.M. Olivieri. 1993. PCR-amplified microsatellites as markers in plant genetics. Plant Journal 3: 175-182.

Newbury, H. and B.V. Ford-Lloyd. 1997. Estimation of genetic diversity. pp 192-206. *In* Maxted, N., B.V. Ford-Lloyd and J.G. Hawkes (eds.). Plant Genetic Conservation the *In situ* Approach. Chapman and Hall, London.

Panggabean, G. 1999. *Syzygium samarangense* (Blume) Merr. & Perry. pp 292-294. *In* Verheij, E.W.M. and R.E. Coronel (eds.). Plant Resources of South-East Asia No. 2: Edible Fruits and Nuts. PROSEA, Indonesia.

Panthachod, S. 1996. Vegetatives und generatives Wachstum sowie Wasserverbrauch und Nahrstoffaufnahme bei Apfelbaumen in Abhangigkeit von Fruchtbehang und Sommerschnitt. Dissertation Universitat Bonn, Germany. (in German).

Parnell, J. and P. Chantaranothai. 2002. MYRTACEAE. Flora of Thailand 7(4): 778-914.

Paterson, A.H. 1996. Genome Mapping in Plants. Academic Press, Inc., San Diego, California. 330 p.

Pignone, D., I. Galasso, K. Hammer and P. Perrino. 1994. Cytogenetics and genetic relationships between populations of *Aegilops ventricosa* Tausch. Euphytica 79: 81-85.

Powell, W., C. Machray and J. Provan. 1996. Polymorphism revealed by simple sequence repeats. Trends in Plant Science 1: 215-222.

Ramingwong, K., P. Sirikhum and P. Kanjana. 1998. Identification of Longan Varieties by Morphological, Biochemical and Cytogenetic Methods. Final Report Submitted to Chiang Mai University, Chiang Mai. 50 p.

Rasmussen, T.S., P. Allan, A.P. George, R.J. Nissen and M.J. Morleybunker. 1992. Effects of paclobutrazol on phenological cycling of low-chill 'Flordaprince' peach in subtropical Australia. Department of Primary Industries, Australia. 53: 73-84.

Riberea-gayon, P. and Y. Glories. 1987. Phenolics in grapes and wines. pp 247-256. *In* Adelaide, T.L. (ed.). Proceedings of the Sixth Australian Wine Industry Technical Conference, South Australia.

Roy, S.K., G. Gangopadhyay and K.K. Mukherjee. 2010. Is stem twining form of *Basella alba* L. a naturally occurring variant ? Current Science 98(10): 1370-1375.

Sass, J.E. 1966. Botanical Microtechnique. The Iowa State University Press, Iowa. 228 p.

Sharma, A.K. and A. Sharma. 1999. Plant Chromosome. Harwood Academic Publisher, Amsterdam. 371 p.

Sharpe, R.H., W.B. Sherman and J.D. Martsolf. 1990. Peach cultivars in Florida and their chilling requirements. Acta Horticulturae 279: 191-197.

Shen, S.C., K.C. Tseng, F.T. Chao and J.S.B. Wu. 2007. Color quality of rose liqueur. Journal of Food Quality 30: 202-217.

Shiotani, I. 1994. Chromosomes in Mitosis and Meiosis. CMUPB-Workshop. 23rd September 1994. Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai. 4 p.

Singh, R.J. 1993. Plant Cytogenetics. CRC Press, Inc., Florida. 391 p.

Soontornchainaksaeng, P. 2005. Reports on Chromosome Numbers of Plants in Thailand. Biodiversity Research and Training Program (BRT). Chuan Printing Press Ltd., Part., Bangkok. 103 p.

Sponsel, V.M. and P. Hedden. 2004. Gibberellin biosynthesis and inactivation. pp 63-94. *In* Davies, P.J. (ed.). Plant Hormones Physiology, Biosynthesis, Signal Transduction, Action!. 3rd ed. Kluwer Academic Publishers, London. 750 p.

Staub, J.E. and F.C. Serquen. 1996. Genetic markers, map construction, and their applications in plant breeding. HortScience 31(5): 729-741.

Stebbins, G.L. 1971. Chromosomal Evolution in Higher Plants. Edward Arnold (Publishers) Ltd., London. 216 p.

Taya, S., C. Punvittayagul, W. Inboot, S. Fukushima and R. Wongpoomchai. 2014. *Cleistocalyx nervosum* extract ameliorates chemical-induced oxidative stress in early stages of rat hepatocarcinogenesis. Asian Pacific Journal of Cancer Prevention 15(6): 2825-2830.

Thongma, S. 2002. Botanical description of Ma-kiang. pp 66-96. *In* Ma-kiang. Lampang Agricultural Research and Training Center, Bangkok.

Thuschana, W., T. Thumvijit, S. Chansakaow, S. Ruamrungsri and R. Wongpoomchai. 2012. Chemical constituents and antioxidant activities of *Cleistocalyx nervosum* fruits in *in vitro* and *in vivo* models. Thai Journal of Toxicology 27(2): 194-208.

Tongumpai, P., N.K. Chantakulchan, S. Subhadrabandhu and R. Ogata. 1996. Foliar application of paclobutrazol on flowering of mango. Acta Horticulturae 455: 175-179.

Wang C.Y., Y.W. Liu, J.Q. Jia, T.R. Sivakumar, T. Fan and Z.Z. Gui. 2013. Optimization of fermentation process for preparation of mulberry fruit wine by response surface methodology. African Journal of Microbiology Research 7(3): 227-236.

Waugh, R. and W. Powell. 1992. Using RAPD markers for crop improvement. BTECH. 10: 186-191.

Welsh, J. and M. McClelland. 1990. Fingerprinting genomes using PCR with arbitrary primers. Nucleic Acids Research 18: 7213-7218.

Werner, H. and F. Lenz. 1980. Gefaßversuchsanlage fur Obstgeholze. Erwerbsobstbau 22(2): 27-28.

Williams, J.G.K., A.R. Kubelik, K.J. Livak, J.A. Rafalski and S.V. Tingey. 1990. DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. Nucleic Acids Research 18(22): 6531-6535.

Withner, C.L. 1974. The Orchids Scientific Studies. A Wiley-Interscience Publication, New York. 604 p.

Xi, D., C. Liu and Y.C. Su. 2012. Effects of green tea extract on reducing *Vibrio parahaemolyticus* and increasing shelf life of oyster meats. Food Control 25: 368-373.

ดัชนีภาษาไทย

อ

ดัชนีภาษาอังกฤษ

คณะผู้จัดทำ หนังสือ “มะเกี๋ยง พืชอนุรักษ์ อพ.สธ.”

ที่ปรึกษา	นายพรชัย จุฑามาศ	อพ.สธ.
ประธาน	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เรืองเดช วงศ์หล้า	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์
บรรณาธิการ	ดร.ปิยรัษฎ์ ปริญญาพงษ์ เจริญทรัพย์	อพ.สธ.
รองบรรณาธิการ	รองศาสตราจารย์ ดร.ระพินทร์ โพธิ์ศรี	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์
บรรณาธิการผู้ช่วย	ดร.พิชัย ใจกล้า	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

กองบรรณาธิการ

นายพรชัย จุฑามาศ	อพ.สธ.
ดร.ปิยรัษฎ์ ปริญญาพงษ์ เจริญทรัพย์	อพ.สธ.
นางสาววิภารัตน์ เทพแก้ว	อพ.สธ.
นายบุญเลิศ อิทธิพลจันทร์	อพ.สธ.
นางสาวอินทิรา จารุเพ็ง	อพ.สธ.
นางสาวอรชร โชติญาณวงษ์	อพ.สธ.
นางประไพ โมจรินทร์	อพ.สธ.
อาจารย์ทนงศักดิ์ มณีวรรณ	ศูนย์ประสานงาน อพ.สธ.-ม.แม่โจ้
อาจารย์วินัย แสงแก้ว	ศูนย์ประสานงาน อพ.สธ.-ม.แม่โจ้
รองศาสตราจารย์ ดร.ชูศรี ไตรสนธิ	ข้าราชการบำนาญ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปริทรรศน์ ไตรสนธิ	ข้าราชการบำนาญ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ดร.ฉันทนา สุวรรณธาดา	ข้าราชการบำนาญ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ
นางสาวหทัยรัตน์ ไทยนุรักษ์	ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ
นายประสงค์ มั่นสลุง	ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเชียงราย
นางสาวบุญปิยธิดา คล่องแคล่ว	ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเชียงราย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์อุมาพร อุประ	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ดร.กาญจนา นาคประสม	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ดร.นักรบ นาคประสม	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ดร.หยาดฝน ทนงการกิจ	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชูชีพ ชีพอุดม	มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ

ดร.รัฐพงศ์ ปกแก้ว	มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ
นายกิติพงษ์ วุฒิญาณ	มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ
นายธวัชชัย ชัยธวัชวิถี	มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ
นายอนุกูล จันทร์แก้ว	มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชิติ ศรีตนทิพย์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตลำปาง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สันติ ช่างเจรจา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตลำปาง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์อภินันท์ เมฆบังวัน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตลำปาง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธีรวัลย์ ชาญฤทธิเสน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตลำปาง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิรภา พงษ์จันตา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตลำปาง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐชัย เที่ยงบูรณธรรม	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตลำปาง
ดร.ศิริศักดิ์ บุตรกระจ่าง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตลำปาง
ดร.สัญชัย พันธโชติ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตลำปาง
ดร.สุเทพ ทองมา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตลำปาง
ดร.ภัทราภรณ์ ศรีสมรรถการ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตลำปาง
ดร.รัตนพล พนมวัน ณ อยุธยา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตลำปาง
อาจารย์พิทักษ์ พุทธวรชัย	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตลำปาง
อาจารย์พยุงศักดิ์ มะโนชัย	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตลำปาง
นายถวัลย์ บุญทันตา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตลำปาง
นางสาวปุณณภา เผ่าพงศ์วนา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตลำปาง
นางสาวนัฐพร ศิริรัตน์ดำรงกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตลำปาง
นางสาวลชินี ปานใจ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตลำปาง
นางสาวพรพนา แก่นจันทร์วงค์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตลำปาง
รองศาสตราจารย์ ดร.พาณี ศิริสะอาด	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
รองศาสตราจารย์พิมพร ลีลาพรพิสิฐ	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
รองศาสตราจารย์ปราโมทย์ ทิพย์ดวงตา	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนีย์ จันทร์สกาว	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รวิวรรณ วงศ์ภูมิชัย	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อำไพ พฤติวรพงศ์กุล	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุทัศน์ สุระวัง	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ดร.ศิริวุฒิ สุขขี	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ดร.สันธิวัฒน์ พิทักษ์พล	มหาวิทยาลัยพะเยา
นางธิดารัตน์ มุ่งดี	องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย
นางสาวปวีณา สุริยะ	องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย
นางสาวสุภาพ สุริยา	องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย

อาจารย์ธนมนต์ ธนรัตนพิมลกุล มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
ดร.พิชัย ใจกล้า มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

คณะกรรมการดำเนินงานจัดทำหนังสือ "มะเกี๋ยง พืชอนุรักษ์ อพ.สธ."
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เรืองเดช วงศ์หล้า	ที่ปรึกษา
รองศาสตราจารย์ ดร.ระพินทร์ โพธิ์ศรี	ประธานคณะกรรมการ
อาจารย์ ดร.พิชัย ใจกล้า	รองประธานคณะกรรมการ
อาจารย์ปิยะนุช เส็งชา	กรรมการ
อาจารย์ ดร.วิมลฉัตร สมนิยาม	กรรมการ
อาจารย์ชนิกานต์ อัชวนันท์	กรรมการ
อาจารย์อภินันท์ ปานเพชร	กรรมการ
อาจารย์อลิศรา แก้วชะเนตร	กรรมการ
อาจารย์ ดร.จิราภรณ์ นิคมทัศน์	กรรมการและเลขานุการ

ออกแบบปก อาจารย์อภินันท์ ปานเพชร

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของสำนักหอสมุดแห่งชาติ
National Library of Thailand Cataloging in Publication Data
มะเกี๋ยง พืชอนุรักษ์ อพ.สธ.-- อุตรดิตถ์ : โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี สนองพระราชดำริโดย มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์, 2558.
202 หน้า.
1. มะเกี๋ยง (พืช). I. ปิยรัษฎ์ ปริญญาพงษ์ เจริญทรัพย์, บรรณาธิการ. II. ชื่อเรื่อง.

634.42
ISBN 978-616-91083-6-8

พิมพ์ที่ หจก.วนิดาการพิมพ์ 14/2 หมู่ 5 เทศบาลตำบลสันผีเสื้อ อำเภอเมืองเชียงใหม่
จังหวัดเชียงใหม่ 50300
โทรศัพท์ 0-5311-0503, 08-1783-8569 โทรสาร 0-5311-0504 ต่อ 11
e-mail address : wanida@wanidapress.com

ปีที่พิมพ์ พ.ศ. 2558

โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ

สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี

(อพ.สธ.)

ประกาศ อพ.สธ. ที่ ๑๗ / ๒๕๕๘

เรื่องแต่งตั้งคณะทำงาน การอนุรักษ์และพัฒนาการใช้ประโยชน์จากพืชมะเกี๋ยง

เพื่อให้การดำเนินงานของโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ ประสบความสำเร็จเป็นผลประโยชน์แท้ จึงแต่งตั้งคณะปฏิบัติงานวิทยาการ อพ.สธ. เป็นคณะทำงาน การอนุรักษ์และพัฒนาการใช้ประโยชน์จากพืชมะเกี๋ยง โดยเป็นผู้เชี่ยวชาญ ข้าราชการ อาจารย์ ของหน่วยงานราชการ มหาวิทยาลัย สถาบันการศึกษา และองค์กรที่ร่วมสนองพระราชดำริต่างๆ ดังรายนามต่อไปนี้

๑. นายทนงศักดิ์ มณีวรรณ	ที่ปรึกษาประสานงาน
๒. รศ.ดร. ชูศรี ไตรสนธิ	ที่ปรึกษาประสานงาน
๓. ผศ. ปริทรรศน์ ไตรสนธิ	ที่ปรึกษาประสานงาน
๔. นายพรชัย จุฑามาศ	ประธานคณะทำงาน
๕. ดร. ปิยรัษฎ์ ปริญญาพงษ์ เจริญทรัพย์	หัวหน้าคณะทำงาน
๖. ผู้อำนวยการกองแผนงาน กรมพัฒนาที่ดิน	คณะทำงาน
๗. ผู้อำนวยการกองแผนงานและวิชาการ กรมวิชาการเกษตร	คณะทำงาน
๘. ผู้อำนวยการกองพัฒนาการเกษตรพื้นที่เฉพาะ กรมส่งเสริมการเกษตร	คณะทำงาน
๙. หัวหน้าฝ่ายแผนงาน สำนักเลขานุการกรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ	คณะทำงาน
๑๐. ผู้อำนวยการสำนักนโยบายและแผนทรัพยากรน้ำ กรมทรัพยากรน้ำ	คณะทำงาน
๑๑. ผู้อำนวยการศูนย์นานาชาติสิรินธรเพื่อการวิจัยพัฒนา และถ่ายทอดเทคโนโลยี	คณะทำงาน
๑๒. ผู้อำนวยการศูนย์บริหารงานวิจัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	คณะทำงาน
๑๓. ผู้ช่วยอธิการบดีมหาวิทยาลัยแม่โจ้	คณะทำงาน
๑๔. ผู้อำนวยการกองบริหารงานวิจัยมหาวิทยาลัยมหิดล	คณะทำงาน
๑๕. ผู้อำนวยการกองบริหารงานวิจัยมหาวิทยาลัยนเรศวร	คณะทำงาน
๑๖. ผู้อำนวยการอุทยานวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยพะเยา	คณะทำงาน
๑๗. อาจารย์คณะเทคโนโลยีการเกษตรมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่	คณะทำงาน
๑๘. ผู้แทนกรมวิทยาศาสตร์บริการ	คณะทำงาน
๑๙. ผู้แทนสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ	คณะทำงาน
๒๐. ดร. กาญจนา นาคประสงค์	คณะทำงาน
๒๑. ดร.พิชัย ใจกล้า	คณะทำงาน
๒๒. ผศ.ชิติ ศรีตนทิพย์	คณะทำงาน
๒๓. นายพิทักษ์ พุทธวรชัย	คณะทำงาน

๒๔.นายประสงค์ มั่นสลุง	คณะทำงาน
๒๕.นางสาวบุญปิยธิดา คล่องแคล่ว	คณะทำงาน
๒๖.นายสุเมธ อ่องเภา	คณะทำงาน
๒๗.นางจุฑามาศ ณ น่าน	คณะทำงาน
๒๘.นายวินัย สมประสงค์	คณะทำงาน
๒๙.นางธิดารัตน์ มุ่งดี	คณะทำงาน
๓๐.นางนาฏฐมญชุ์ สัมพัทธ์พงษ์	คณะทำงาน
๓๑.นางสาวปวีณา สุริยะ	คณะทำงาน
๓๒.นางสาวสุภาพ สุริยา	คณะทำงาน
๓๓.ผศ.ชูชีพ ชีพอุดม	คณะทำงาน
๓๔.ดร.รัฐพงศ์ ปกแก้ว	คณะทำงาน
๓๕.ดร.วรายุทธ สะโจมแสง	คณะทำงาน
๓๖.นายธวัชชัย ชัยธวัชวิถี	คณะทำงาน
๓๗.นายอนุกูล จันทร์แก้ว	คณะทำงาน
๓๘.นายกิติพงษ์ วุฒิญาณ	คณะทำงาน
๓๙.ดร.วาทิตา ผจญภัย	คณะทำงาน
๔๐.ดร.มารุต แก้ววงศ์	คณะทำงาน
๔๑.ดร.ณภัทร ศรีรักษา	คณะทำงาน
๔๒.นายณฐกร คำแก้ว	คณะทำงาน
๔๓.ดร.สันธิวัฒน์ พิทักษ์พล	คณะทำงาน
๔๔.ดร.วาสนา พิทักษ์พล	คณะทำงาน
๔๕.อ.สุวลี ฟองอินทร์	คณะทำงาน
๔๖.ผศ.ดร. สมชาย จอมดวง	คณะทำงาน
๔๗.ผศ.ดร.ดรุณี นาพรหม	คณะทำงาน
๔๘.ผศ.ดร.นพพร บุญปลอด	คณะทำงาน
๔๙.อ.ธนมนต์ ธนรัตนพิมลกุล	คณะทำงาน
๕๐.ดร.สรุจพิสิษฐ์ พยัคฆภาพ	คณะทำงาน
๕๑.ผศ.ดร.พีระศักดิ์ ฉายประสาท	คณะทำงาน
๕๒.ดร. สมศรี เจริญเกียรติกุล	คณะทำงาน
๕๓.ผู้แทนสำนักงานทรัพยากรน้ำภาค ๑	คณะทำงาน
๕๔.ผู้แทนสถานีพัฒนาที่ดินเชียงใหม่	คณะทำงาน
๕๕.ดร.วรางคณา สงวนพงษ์	คณะทำงาน
๕๖.นายดิฐพล ทองแสน	คณะทำงาน
๕๗.ผู้แทนสถานีพัฒนาที่ดินเชียงราย	คณะทำงาน
๕๘.ผู้แทนสถานีพัฒนาที่ดินลำปาง	คณะทำงาน
๕๙.ผู้แทนสถานีพัฒนาที่ดินแพร่	คณะทำงาน
๖๐.ผู้แทนกรมวิทยาศาสตร์บริการ	คณะทำงาน
๖๑.ผู้แทนองค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย ภาคเหนือตอนบน	คณะทำงาน
๖๒.นางสาวหทัยรัตน์ ไทยนุรักษ์	คณะทำงาน
๖๓.นางสาววิภารัตน์ เทพแก้ว	คณะทำงาน

๖๔. นายขจรศักดิ์ วรประทีป	คณะทำงาน
๖๕. นายบุญเลิศ อิทธิพลจันทร์	คณะทำงาน
๖๖. นางสาวอินทิรา จารุเพ็ง	คณะทำงาน
๖๗. นายวินัย แสงแก้ว	กรรมการและเลขานุการ
๖๘. นางสาวอริศรา รื่นอารมย์	ผู้ช่วยเลขานุการ
๖๙. นายนิรุตติ์ บาโรส	ผู้ช่วยเลขานุการ
๗๐. นางสาวอรชร โชติญาณวงษ์	ผู้ช่วยเลขานุการ
๗๑. นางสาวศิริกุล เกษา	ผู้ช่วยเลขานุการ
๗๒. นางสาวกำไล เรียนหัตถกรรม	ผู้ช่วยเลขานุการ

อำนาจหน้าที่

๑. ดำเนินงานวางแผนงานศึกษา-วิจัยการพัฒนาการอนุรักษ์พัฒนาการใช้ประโยชน์พันธุกรรมพืชอนุรักษ์ มะเกี๋ยง

๒. ดำเนินงานงานเขตกรรมในพื้นที่ปลูกรักษาพันธุกรรมพืชอนุรักษ์มะเกี๋ยง งานผลิตพันธุกรรมพืชอนุรักษ์มะเกี๋ยง งานอนุรักษ์และใช้ประโยชน์จากพันธุกรรมพืชมะเกี๋ยง งานศึกษาสารสำคัญ การแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ฯลฯ

๓. รายงานผลการดำเนินงานด้านงานวิจัย งานเขตกรรม งานผลิตพันธุกรรมพืชอนุรักษ์มะเกี๋ยง งานอนุรักษ์และใช้ประโยชน์จากพันธุกรรมพืชมะเกี๋ยง งานศึกษาสารสำคัญ การแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ฯลฯ

ทั้งนี้ตั้งแต่วันที่ ๒๗ เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๕๘

(นายพรชัย จุฑามาศ)
ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านวิชาการเกษตรทรงคุณวุฒิ
รองผู้อำนวยการโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ
สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี

การอ้างอิง

[หนังสือ-บรรณาธิการ]

ปิยรัษฎ์ ปริญญาพงษ์ เจริญทรัพย์ (บรรณาธิการ). 2558. มะเกี๋ยง พืชอนุรักษ์ อพ.สธ. โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี สนองพระราชดำริโดย มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์, อุตรดิตถ์. 202 หน้า.

[บทความในหนังสือ]

(ชื่อผู้เขียน/คณะผู้เขียน). 2558. (ชื่อหัวข้อเรื่อง). หน้า ...-... . *ใน* ปิยรัษฎ์ ปริญญาพงษ์ เจริญทรัพย์ (บรรณาธิการ). มะเกี๋ยง พืชอนุรักษ์ อพ.สธ. โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี สนองพระราชดำริโดย มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์, อุตรดิตถ์.

ตัวอย่างการอ้างอิงบทความในหนังสือ

วิภารัตน์ เทพแก้ว และทนงศักดิ์ มณีวรรณ. 2558. แหล่งกระจายพันธุ์และระบบนิเวศมะเกี๋ยง. หน้า 22-24. *ใน* ปิยรัษฎ์ ปริญญาพงษ์ เจริญทรัพย์ (บรรณาธิการ). มะเกี๋ยง พืชอนุรักษ์ อพ.สธ. โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี สนองพระราชดำริโดย มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์, อุตรดิตถ์.

For Citation

[Book-edited]

Chareonsap, P.P. (ed.). 2015. Makiang : Conserved Plant in RSPG. Plant Genetic Conservation Project under the Royal Initiative of Her Royal Highness Princess Maha Chakri Sirindhorn by Uttaradit Rajabhat University, Uttaradit. 202 p.

[Paper-edited]

(Author/Authors). 2015. (Title). pp ...-... . *In* Chareonsap, P.P. (ed.). Makiang : Conserved Plant in RSPG. Plant Genetic Conservation Project under the Royal Initiative of Her Royal Highness Princess Maha Chakri Sirindhorn by Uttaradit Rajabhat University, Uttaradit.

Example for paper-edited citation

Thepkaew, V. and T. Maneewan. 2015. Distribution and ecological system of Makiang. pp 22-24. *In* Chareonsap, P.P. (ed.). Makiang : Conserved Plant in RSPG. Plant Genetic Conservation Project under the Royal Initiative of Her Royal Highness Princess Maha Chakri Sirindhorn by Uttaradit Rajabhat University, Uttaradit.

หัวข้อและชื่อผู้เขียนสำหรับการอ้างอิง

สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี กับพืชอนุรักษ์ อพ.สธ.

Her Royal Highness Princess Maha Chakri Sirindhorn and conserved plant in Plant Genetic Conservation Project under the Royal Initiative of Her Royal Highness Princess Maha Chakri Sirindhorn (RSPG)

พรชัย จุฑามาศ

Pornchai Chuthamas

ประวัติความเป็นมาการอนุรักษ์และพัฒนาการใช้ประโยชน์จากพืชมะเกี๋ยง

Background of conservation and development in utilization from Makiang

พรชัย จุฑามาศ ปิยรัษฎ์ ปริญญาพงษ์ เจริญทรัพย์ ทนงศักดิ์ มณีวรรณ และวินัย แสงแก้ว

Pornchai Chuthamas Piyarat Parinyapong Chareonsap Thanongsak Maneewan and Winai Sangkaew

บทที่ 1 ชีววิทยาของมะเกี๋ยง

1. แหล่งกระจายพันธุ์และระบบนิเวศมะเกี๋ยง

   Distribution and ecological system of Makiang

   วิภารัตน์ เทพแก้ว และทนงศักดิ์ มณีวรรณ

   Viparat Thepkaew and Thanongsak Maneewan

2. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์มะเกี๋ยงและความแตกต่างของพืชมะเกี๋ยงและพืชสกุลใกล้เคียง

   Makiang botanical characteristics and the difference between Makiang and some genus plants

   วิภารัตน์ เทพแก้ว ชูศรี ไตรสนธิ ปริทรรศน์ ไตรสนธิ และทนงศักดิ์ มณีวรรณ

   Viparat Thepkaew Chusie Trisonthi Paritat Trisonthi and Thanongsak Maneewan

3. สายพันธุ์มะเกี๋ยง

   Varieties of Makiang

   วิภารัตน์ เทพแก้ว บุญเลิศ อิทธิพลจันทร์ และทนงศักดิ์ มณีวรรณ

   Viparat Thepkaew Boonlert Ittiphonchan and Thanongsak Maneewan

4. ชีววิทยาของดอกและพัฒนาการของดอกมะเกี๋ยง
   Biological and development of Makiang flower
   พิชัย ใจกล้า ฉันทนา สุวรรณธาดา หทัยรัตน์ ไทยนุรักษ์ บุญปิยธิดา คล่องแคล่ว และบุญเลิศ อิทธิพลจันทร์
   Phichai Chaikla Chuntana Suwanthada Hatairat Tainurak Boonpiyathida Klongklaew and Boonlert Ittiphonchan
5. โครโมโซมของมะเกี๋ยง
   Chromosome of Makiang
   พิชัย ใจกล้า ฉันทนา สุวรรณธาดา และปิยรัษฎ์ ปริญญาพงษ์ เจริญทรัพย์
   Phichai Chaikla Chuntana Suwanthada and Piyarat Parinyapong Chareonsap
6. ความหลากหลายทางพันธุกรรมของมะเกี๋ยง
   Genetic diversity of Makiang
   ปิยรัษฎ์ ปริญญาพงษ์ เจริญทรัพย์ อินทิรา จารุเพ็ง อรชร โชติญาณวงษ์ และประไพ โมจรินทร์
   Piyarat Parinyapong Chareonsap Intira Jarupeng Orachorn Chotiyarnwong and Prapai Mojarin

บทที่ 2 การปลูกมะเกี๋ยง

1. การขยายพันธุ์มะเกี๋ยง
   Propagation of Makiang
   วิภารัตน์ เทพแก้ว บุญเลิศ อิทธิพลจันทร์ ชิติ ศรีตนทิพย์ และทนงศักดิ์ มณีวรรณ
   Viparat Thepkaew Boonlert Ittiphonchan Chiti Sritontip and Thanongsak Maneewan
2. ระบบการปลูกพืชมะเกี๋ยง
   Planting system of Makiang
   วิภารัตน์ เทพแก้ว และบุญเลิศ อิทธิพลจันทร์
   Viparat Thepkaew and Boonlert Ittiphonchan
3. การดูแลรักษา
   Management of Makiang
   วิภารัตน์ เทพแก้ว และบุญเลิศ อิทธิพลจันทร์
   Viparat Thepkaew and Boonlert Ittiphonchan

4. การพัฒนาคุณภาพผลผลิตมะเกี๋ยง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตลำปาง

4.1 การใช้น้ำและธาตุอาหารที่มีต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของมะเกี๋ยง

Water consumption and nutrient uptake on growth and development of Makiang

สัญชัย พันธโชติ ชิติ ศรีตนทิพย์ สันติ ช่างเจรจา และถวัลย์ บุญทันตา

Sanchai Panthachod Chiti Sritontip Sunti Changjeraja and Thawan Buntanta

4.2 การพัฒนาคุณภาพของผลมะเกี๋ยงโดยใช้ปุ๋ยโพแทสเซียม

Makiang in fruit quality development by potassium fertilizer application

อภินันท์ เมฆบังวัน สันติ ช่างเจรจา ชิติ ศรีตนทิพย์ และสุเทพ ทองมา

Apinan Mekbangwan Sunti Changjeraja Chiti Sritontip and Suthep Tongma

4.3 ผลของแพคโคลบิวทราโซลต่อการออกดอกนอกฤดูของมะเกี๋ยง

Effect of paclobutrazol on off-season flowering of Makiang

ชิติ ศรีตนทิพย์ อภินันท์ เมฆบังวัน สันติ ช่างเจรจา ศิริศักดิ์ บุตรกระจ่าง

พิทักษ์ พุทธวรชัย และสัญชัย พันธโชติ

Chiti Sritontip Apinan Mekbangwan Sunti Changjeraja Sirisak Butkrachang

Pitak Puttawarachai and Sanchai Panthachod

4.4 ผลของก๊าซเอทิลีนในการเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพผลมะเกี๋ยง

Effect of ethylene for harvesting on quality of Makiang fruits

ศิริศักดิ์ บุตรกระจ่าง ปุณณภา เผ่าพงศ์วนา และอภินันท์ เมฆบังวัน

Sirisak Butkrachang Punapa Phawpongwana and Apinan Mekbangwan

4.5 ผลของกรดจิบเบอเรลลิกต่อคุณภาพของผลมะเกี๋ยง

Effect of gibberellic acid on quality of Makiang fruits

ศิริศักดิ์ บุตรกระจ่าง นัฐพร ศิริรัตน์ดำรงกุล และอภินันท์ เมฆบังวัน

Sirisak Butkrachang Nattaporn Siriratdamrongkul and Apinan Mekbangwan

4.6 ผลของการฉายรังสีอัลตราไวโอเลตต่อการควบคุมโรคและคุณภาพของผลมะเกี๋ยงหลังการเก็บเกี่ยว

Effect of ultraviolet illumination on diseases and postharvest quality of Makiang fruits

ศิริศักดิ์ บุตรกระจ่าง และอภินันท์ เมฆบังวัน

Sirisak Butkrachang and Apinan Mekbangwan

5. การจัดการหลังการเก็บเกี่ยว

Postharvest management

วิภารัตน์ เทพแก้ว

Viparat Thepkaew

6. พื้นที่ปฏิบัติการด้านเขตกรรมพืชมะเกี๋ยงในโครงการ อพ.สธ.
   Cultural practice area of Makiang under RSPG :
   6.1 ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเชียงราย จังหวัดเชียงราย
   Chiang Rai Highland Agricultural Research and Development Center, Chiang Rai
   บุญเลิศ อิทธิพลจันทร์ ประสงค์ มั่นสลุง และบุญปิยธิดา คล่องแคล่ว
   Boonlert Ittiphonchan Prasong Mansalung and Boonpiyathida Klongklaew
   6.2 มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่
   Chiang Mai Rajabhat University, Chiang Mai
   ธนมนต์ ธนรัตนพิมลกุล
   Tanamon Tanarattanapimonkoon
   6.3 มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ จังหวัดแพร่
   Maejo University, Phrae Campus, Phrae
   ชูชีพ ชีพอุดม และกิติพงษ์ วุฒิญาณ
   Choocheep Cheep-udom and Kitipong Wuttiyan
   6.4 มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา
   University of Phayao, Phayao
   สันธิวัฒน์ พิทักษ์พล
   Santiwat Pithakpol
   6.5 ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรลำปาง จังหวัดลำปาง
   Lampang Agricultural Research and Development Center, Lampang
   บุญเลิศ อิทธิพลจันทร์
   Boonlert Ittiphonchan

บทที่ 3 การใช้ประโยชน์จากพืชมะเกี๋ยง

1. คุณค่าทางอาหาร ยา และเครื่องสำอาง
   Food, drug and cosmetic utilization
   สุนีย์ จันทร์สกาว ศิริวุฒิ สุขขี รวิวรรณ วงศ์ภูมิชัย และอำไพ พฤติวรพงศ์กุล
   Sunee Chansakaow Siriwoot Sookkhee Rawiwan Wongpoomchai and Ampai Phrutivarapongkul
2. องค์ประกอบของกรดอินทรีย์ในน้ำมะเกี๋ยงที่สกัดจากผลมะเกี๋ยงต่างสายต้น
   Organic acid composition of Makiang juice extracted from various lines of Makiang fruits
   จิรภา พงษ์จันตา ธีรวัลย์ ชาญฤทธิเสน และลชินี ปานใจ
   Jirapa Pongjanta Thirawan Chanrittisen and Lachinee Banjai

3. ผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพจากมะเกี๋ยง

   Healthy food products from Makiang

   ธีรวัลย์ ชาญฤทธิเสน ภัทราภรณ์ ศรีสมรรถการ ณัฐชัย เที่ยงบูรณธรรม พยุงศักดิ์ มะโนชัย และรัตนพล พนมวัน ณ อยุธยา

   Thirawan Chanrittisen Pattharapom Srisamatthakan Nathachai Tiengburanatam Phayungsak Manochai and Rattanapol Panomwan Na Ayutthaya

4. ชาชงจากยอดอ่อนมะเกี๋ยง

   Tea from young leaf of Makiang

   รัฐพงศ์ ปกแก้ว กิติพงษ์ วุฒิญาณ ธวัชชัย ชัยธวัชวิถี และอนุกูล จันทร์แก้ว

   Rattaphong Pokkaew Kitipong Wuttiyan Tawatchai Chaithawatwithi and Anukul Junkaew

5. กระบวนการหมักไวน์มะเกี๋ยงให้ได้สีที่เหมาะสม

   Fermentation process of Makiang wine for optimum color

   กาญจนา นาคประสม อุมาพร อุประ นักรบ นาคประสม และหยาดฝน ทนงการกิจ

   Kanjana Narkprasom Umaporn Upara Nukrob Narkprasom and Yardfon Tanongkankit

6. โยเกิร์ตผสมแยมมะเกี๋ยง

   Makiang jam yoghurt

   ปวีณา สุริยะ สุภาพ สุริยา และธิดารัตน์ มุ่งดี

   Paweena Suriya Supap Suriya and Thidarat Mungdee

7. การพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพและเครื่องสำอางจากสารสกัดมะเกี๋ยง

   Development of health products and cosmetic products from Makiang extract

   สุนีย์ จันทร์สกาว พาณี ศิริสะอาด พิมพร ลีลาพรพิสิฐ สุทัศน์ สุระวัง และปราโมทย์ ทิพย์ดวงตา

   Sunee Chansakaow Panee Sirisa-ard Pimporn Leelapornpisid Suthat Surawang and Pramote Tipduangta

8. การพัฒนาสีย้อมผ้าสำเร็จรูปจากใบมะเกี๋ยง

   Development of ready-to-use dye from Makiang leaf

   ณัฐชัย เที่ยงบูรณธรรม และพรพนา แก่นจันทร์วงค์

   Nathachai Tiengburanatam and Pornpana Kanjanwong

อพ.สธ.-มรภ.อุตรดิตถ์

27 ถนนอินใจมี ตำบลท่าอิฐ อำเภอเมืองอุตรดิตถ์ จังหวัดอุตรดิตถ์ 53000
โทรศัพท์ 0-5541-6601-20 ต่อ 1711 โทรสาร 0-5541-1296, 0-5541-6020 ต่อ 1711
www.sbg.uru.ac.th