รายงานแผนงานวิจัยย่อย

วิจัยและพัฒนาพันธุ์และเทคโนโลยีการผลิตมะม่วงเพื่อเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ

Research and Develop of Mango Production Technology to Increase Economic value

ประภาพร ฉันทานุมัติ

Prapaporn Chantanumat

กรมวิชาการเกษตร

ปี พ.ศ. (ที่เสร็จ)

2564

รายงานแผนงานวิจัยย่อย

วิจัยและพัฒนาพันธุ์และเทคโนโลยีการผลิตมะม่วงเพื่อเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ

Research and Develop of Mango Production Technology to Increase Economic value

ประภาพร ฉันทานุมัติ

Prapaporn Chantanumat

กรมวิชาการเกษตร

ปี พ.ศ. (ที่เสร็จ)

2564

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ..... 4
ผู้วิจัย 5
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ 5
บทนำ..... 6
บทคัดย่อ..... 10
1. ชื่อโครงการวิจัย 1 วิจัยและปรับปรุงพันธุ์มะม่วง 11
2. ชื่อโครงการวิจัย 2 วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตมะม่วงเพื่อ
เพิ่มศักยภาพการแข่งขันในตลาดส่งออก 42
3. ชื่อโครงการวิจัย 3 การจัดการมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อ
การส่งออกทางเรือ 60
บทสรุปและข้อเสนอแนะ..... 83
บรรณานุกรม..... 88
ภาคผนวก 89

กรมวิชาการเกษตร

กิตติกรรมประกาศ

แผนงานวิจัยย่อยนี้ จะไม่ประสบผลถ้าขาดผู้วิจัยทุกท่าน รวมทั้งผู้สนับสนุนให้งานวิจัยนี้ลุล่วงไปด้วยดี ถึงแม้ว่าจะประสบปัญหาในส่วนของงบประมาณในการดำเนินการปีที่ 1 แต่คณะนักวิจัยก็ไม่ย่อท้อยังมุ่งมั่นที่จะดำเนินการวิจัยให้ประสบผลที่ดีที่สุด คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้ร่วมวิจัย เกษตรกรเจ้าของสวน หรือแม้แต่ผู้อนุเคราะห์เครื่องมือ และให้คำแนะนำให้งานวิจัยนี้ลุล่วง มา ณ โอกาสนี้

กรมวิชาการเกษตร

ผู้วิจัย
(คณะผู้วิจัย)

ประภาพร ฉันทานุมัติ	สมพงษ์ สุขเขตต์	ปาริชาติ พจนศิลป์	อนุวัฒน์ รัตนชัย
ทวีศักดิ์ แสงอุดม	รัชนี ศิริยาน	อุทัยวรรณ ทรัพย์แก้ว	วาริช ศรีละออง
เสาวนี เขตสกุล	รุ้งลาวัลย์ อินต๊ะวงค์	ณัฐชัย พงษ์ประเสริฐ	จันทนา โชคพาชื่น
อุราพร หนูนารถ	ภาณุมาศ โคตรพงศ์	อุทัยวรรณ ทรัพย์แก้ว	ธีรวุฒิ ชุตินันทกุล
ทิวาพร ผดุง	ศศิมา เมืองแก้ว	เพ็ญจันทร์ สุทธานุกูล	สมศักดิ์ ครามโชติ
เพ็ญจันทร์ สุทธานุกูล	ลาวัณย์ จันทร์อัมพร	ริสา รัตนชัย	สุภาวดี สมภาค
สัจจะ ประสงค์ทรัพย์	นุจรี ชินสุทธิ์	วีรยุทธ ดัดตนรัมย์	เกษมศักดิ์ ผลากร
ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล			

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

มะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง มะม่วงลูกผสม การผสมข้ามสายพันธุ์ ลายพิมพ์ดีเอ็นเอ การวิเคราะห์ลักษณะทางพันธุกรรม ลักษณะทางคุณภาพ มะม่วงลูกผสมสายพันธุ์ใหม่ การผสมเกสร การติดผล การคัดเลือกพันธุ์ การติดผล เพลี้ยไฟ ฟองอากาศขนาดไมโครและนาโน โซเดียมไฮโปคลอไรท์ โรคหลังการเก็บเกี่ยว ซิลิกอน การเก็บรักษา เทคนิคซุปเปอร์คูลิงค์ การจัดการหลังการเก็บเกี่ยว การขนส่งทางเรือ

‘Nam Dok Mai Si-Thong’ mango, Hybrid mango, DNA fingerprint, Genetic analysis mango, quality characters, New hybrid mango varieties, Pollination, Fruit set Mango selection, Crossbreeding, pollination, fruit set, Thrips, air micro- and nano-bubbles, sodium hypochlorite, postharvest disease, silicon, storage, Super-cooling, postharvest management, sea transportation

กรมวิชาการเกษตร

บทนำ

สถานการณ์การผลิตและการส่งออกมะม่วงของประเทศไทยแม้ว่าจะจัดอยู่ลำดับที่ 3 และ 4 ของโลกแต่ปริมาณการส่งออกน้อย โดยผลผลิตส่วนใหญ่ร้อยละ 96 ใช้บริโภคภายในประเทศ ส่งออกเพียงร้อยละ 2.3 และแปรรูปร้อยละ 1.67 (ราตรี, 2556) มะม่วงรับประทานผลสุดหลักที่ส่งออกคือพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง ซึ่งมีคุณภาพดีเป็นที่ยอมรับ ซึ่งมีจุดอ่อนหลายประการทั้งในด้านอายุการเก็บรักษาสั้นเพียง 16 วันเมื่อเปรียบมะม่วงพันธุ์คู่แข่งในตลาดโลก (40 วัน) ทำให้ต้องขนส่งทางอากาศซึ่งมีต้นทุนสูง การพัฒนาเทคโนโลยีที่ทำให้สามารถขนส่งทางเรือได้ ก็เป็นอีกทางเลือกที่จะเพิ่มขีดความสามารถในการส่งออก นอกจากนี้ยังอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศที่แปรปรวนซึ่งมีผลกระทบต่อผู้ผลิต ผู้ส่งออก และส่งผลต่อความสามารถในการแข่งขันของมะม่วงไทยในตลาดโลก

การปรับปรุงและพัฒนาพันธุ์มะม่วงรับประทานผลสุกใหม่ๆ เพื่อให้ตรงตามความต้องการของตลาดและมีคุณลักษณะอื่นๆ ทั้งสีสันสดสวย อายุการเก็บรักษายาวนานขึ้น ทนทานต่อการขนส่ง รวมทั้งการปรับปรุงและพัฒนาพันธุ์ที่มีคุณลักษณะเหมาะสมในด้านการบริโภคดิบและอุตสาหกรรมให้เพิ่มมากขึ้น จะเป็นการเพิ่มช่องทางการตลาดและเพิ่มศักยภาพการแข่งขันของมะม่วงไทยในตลาดโลกเช่นกัน กรมวิชาการเกษตรโดยศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษและศูนย์วิจัยพืชสวนสุโขทัยได้มีการรวบรวมพันธุ์มะม่วงดั้งเดิมไว้มากกว่า 200 พันธุ์ รวมทั้งพันธุ์ต่างประเทศบางส่วน ซึ่งได้นำมาใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงและพัฒนาพันธุ์บางส่วนและได้ออกพันธุ์แนะนำของมะม่วงอุตสาหกรรม คือ พันธุ์แก้ว 007 รวมทั้งพันธุ์และได้ทำการปรับปรุงพันธุ์มะม่วงสายพันธุ์ใหม่เพื่อการส่งออก(ระยะที่ 2) ตั้งแต่ปี 2555 –2558 โดยเกณฑ์การคัดเลือกคือคุณภาพดีกว่าหรือเทียบเท่าน้ำดอกไม้ เปลือกหนา สีสันแปลกตา ทนทานต่อโรคแอนแทรคโนส จนถึงปัจจุบันได้ทำการผสมพันธุ์มะม่วงลูกผสม รวม 30 คู่ผสม และได้นำยอดลูกผสมไปเสียบขยายพันธุ์บนต้นมะม่วงที่มีอายุ 5 – 7 ปี และมี 1 สายพันธุ์ที่เริ่มให้ผลผลิต จากงานวิจัยดังกล่าวจึงจำเป็นต้องดำเนินการต่อเนื่อง โดยทำการคัดเลือกลูกผสมที่มีลักษณะทางการเกษตรที่ดีตามขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์ เพื่อจะได้มีพันธุ์มะม่วงลูกผสมที่เหมาะแก่การบริโภคสดสำหรับเกษตรกรต่อไป นอกจากนี้ในช่วงปี 2559-2562 ยังได้ทำการศึกษาคัดเลือกสายต้นมะม่วงอกร่องซึ่งเป็นมะม่วงรับประทานสุกที่เหมาะสำหรับรับประทานข้าวเหนียวมูล ซึ่งเอกลักษณ์โดดเด่นของมะม่วงอกร่องคือ มีรสหวานแหลม เนื้อละเอียด เมื่อดิบเนื้อสีขาวขุ่น มีความเป็นแป้งมาก รสเปรี้ยวจัด เมื่อผลสุกเนื้อจะมีสีเหลืองนวล รสหวานจัด แต่มีข้อเสียคือมีเสี้ยนมาก บอบช้ำง่ายเพราะเปลือกผลบาง อายุการวางตลาดไม่นาน โดยได้ทำการรวบรวมสายต้นมะม่วงอกร่องไว้....37.สายต้น รวมทั้งได้ทำการวิเคราะห์ลายพิมพ์ DNA และจะต้องทำการเปรียบเทียบและคัดเลือกสายต้นที่มีลักษณะตรงตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ตามขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์ เพื่อจะเสนอเป็นพันธุ์แนะนำสำหรับเกษตรกรต่อไป และจากการประชุมร่วมกับสมาคมชาวสวนมะม่วงไทยประเด็นปัญหาหนึ่งคือด้านการปรับปรุงพันธุ์ โดยต้องการให้มีการปรับปรุงพัฒนาพันธุ์มะม่วงผิวสีที่มีคุณภาพเนื้อ ความหวานและรสชาติคล้ายพันธุ์น้ำดอกไม้ เปลือกหนา ทนทานต่อโรคและแมลง อายุหลังการเก็บเกี่ยวยาวนานขึ้น ซึ่งมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เป็นกลุ่มสายพันธุ์อินโดจีนซึ่งมีลักษะผลสีเขียวหรือเหลืองอมเขียวเมื่อสุก ส่วนพันธุ์ที่ตลาดต่างประเทศนิยมจะเป็นมะม่วงในกลุ่มอินเดีย และไต้หวัน ซึ่งจุดเด่นคือเมื่อสุกจะมีผลสีแดง ทรงผลกลมง่ายต่อการบรรจุภัณฑ์เพื่อการส่งออก ดังนั้นการปรับปรุงพันธุ์ให้มะม่วงมีผิวสีแดงและมีคุณลักษณะต่างๆตามที่กล่าวจะตอบสนองความต้องการของตลาด โดยเฉพาะในช่วง

กรมวิชาการเกษตร

เทศกาลตรุษจีน ผลไม้สดที่มีผิวสีแดง รูปทรงกลม จะได้รับความนิยมมาก เนื่องจากมีความเชื่อว่าสีแดงเป็นสีนำโชค ทรงกลมเป็นสัญลักษณ์ของความเป็นหนึ่งเดียวและความสุข

นอกจากนี้การปรับปรุงพันธุ์มะม่วงเพื่อการบริโภคดิบและมะม่วงอุตสาหกรรม จะเป็นการเพิ่มช่องทางเลือกสำหรับเกษตรกรและผู้ประกอบการอีกแนวทางหนึ่ง ซึ่งในส่วนของมะม่วงดิบที่ได้รับความนิยมคือพันธุ์เขียวเสวย แต่มีข้อด้อยด้านการออกดอกติดผลยาก เปอร์เซ็นต์ติดผลต่ำ ปัญหาโรคยางไหล ส่วนมะม่วงอุตสาหกรรมซึ่งใช้ประโยชน์ในหลายวัตถุประสงค์เช่นการแปรรูปเป็นน้ำผลไม้ ฟรุ๊คสลัด ดองเค็ม แช่อิ่ม กวนฯลฯ แต่เรายังไม่มีการปรับปรุงและพัฒนาพันธุ์ที่มีลักษณะเฉพาะตามความต้องการของผู้ประกอบการและประเภทการใช้ประโยชน์ ดังนั้นการที่กรมวิชาการเกษตรได้มีการรวบรวมพันธุ์และมีฐานพันธุกรรมของมะม่วงมากสุดกว่า 200 พันธุ์ และมีข้อมูลคุณลักษณะของพันธุ์ดั้งเดิมบางส่วนแล้วจึงสามารถนำฐานพันธุกรรมที่มีศักยภาพมาใช้ประโยชน์ โดยคัดเลือกหาจุดเด่นของแต่ละพันธุ์ทั้งในด้านคุณภาพ รสชาติ กลิ่น องค์ประกอบทางเคมีด้านต่างๆ และสารสำคัญเพื่อนำมาพัฒนาเพิ่มมูลค่าและสร้างจุดขายเพื่อเพิ่มทางเลือกให้ตลาดจะเป็นการพัฒนาและใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน นอกจากนี้สิ่งหนึ่งที่มีความจำเป็นอย่างมากคือการจัดทำข้อมูลลายพิมพ์ดีเอ็นเอของแต่ละพันธุ์ เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการปรับปรุงพันธุ์ให้ตรงตามวัตถุประสงค์ มีความแม่นยำและรวดเร็วขึ้น ดังนั้นการดำเนินการปรับปรุงพันธุ์มะม่วงทั้งเพื่อการบริโภคสุก บริโภคดิบ และอุตสาหกรรม จะช่วยเพิ่มทางเลือกของเกษตรกร เพิ่มช่องทางเลือกของตลาดตลาด และช่วยขยายตลาดส่งออกรวมทั้งเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของมะม่วงไทยในตลาดโลกได้อย่างยั่งยืน

ปัจจุบันการผลิตของเกษตรกรผู้ปลูกมะม่วงเพื่อการส่งออกคงที่ ประสบปัญหาหลายด้าน ทั้งผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศ อุณหภูมิ ภัยแล้ง ฝนน้อย ฝนชุกช่วงออกดอก แหล่งผลิตที่อาศัยน้ำฝนได้รับน้ำไม่เพียงพอ ฯลฯ ส่งผลทำให้การออกดอกติดผลน้อย เปอร์เซ็นต์การติดผลต่ำ ผลที่ติดส่วนหนึ่งได้รับการผสมเกสรไม่สมบูรณ์ทำให้มีผลกระเทยจำนวนมาก ปัญหาเพลี้ยไฟทำลาย ทำให้ได้ปริมาณผลผลิตคุณภาพน้อย ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตสูงและไม่คุ้มค่ากับการลงทุน ซึ่งเกษตรกรพบปัญหาดังกล่าวมาตั้งแต่ปี 2553 และทวีความรุนแรงเพิ่มขึ้น ซึ่งถึงแม้ว่าจะผ่านมาเป็นกว่าสิบปีก็ยังคงเป็นปัญหาที่เกษตรกรและสมาคมชาวสวนมะม่วงร้องขอให้ช่วยแก้ปัญหาอย่างเร่งด่วนในทุกๆ ครั้งของการประชุมฯ ทั้งนี้กรมวิชาการเกษตรได้ให้คำแนะนำและเสนอแนวทางแก้ไขเบื้องต้น รวมทั้งได้เสนอประเด็นวิจัยเพื่อต่อยอดจากผลการศึกษาที่ผ่านมาเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว อีกทั้งปัญหาในด้านอื่น ได้แก่ ขาดพันธุ์มะม่วงที่จะมาทดแทนพันธุ์หลักคือ พันธุ์น้ำดอกไม้ ปัญหาศัตรูพืชรุนแรง ต้นทุนการผลิตสูง ขาดแคลนแรงงาน การเพิ่มมูลค่าผลผลิต ประเด็นปัญหาเหล่านี้จำจึงเป็นต้องวิจัยเพื่อแก้ไขปัญหาและพัฒนาตลอดห่วงโซ่การผลิตตั้งแต่ต้นน้ำ กลางน้ำและปลายน้ำ ทั้งนี้ในการดำเนินการแก้ไขปัญหาดังกล่าวจึงจำเป็นต้องเริ่มจากการผลิตมะม่วงโดยจะต้องเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและคุณภาพผลผลิต ทั้งในส่วนของพันธุ์การค้าเดิมเช่นพันธุ์น้ำดอกไม้และพันธุ์ที่มีศักยภาพการส่งออกสูงเช่นพันธุ์เขียวเสวย อีกทั้งการแก้ปัญหาเรื่องเพลี้ยไฟมะม่วงที่ยังคงเป็นปัญหาแมลงที่สำคัญในการผลิตมะม่วงเพื่อส่งออก ทั้งนี้เพื่อลดความเสี่ยงทีเกิดขึ้นกับพันธุ์น้ำดอกไม้ ซึ่งลักษณะของมะม่วงน้ำดอกไม้แม้จะเป็นมะม่วงที่มีการออกดอกได้ง่าย แต่การติดผลขึ้นกับหลายปัจจัยทั้งด้านสัดส่วนเพศดอก ด้านการผสมเกสร ด้านความสมบูรณ์ต้น การให้น้ำและธาตุอาหาร โรคและแมลงศัตรู สภาพแวดล้อม ระดับฮอร์โมนภายในต้นและปัจจัยอื่นๆ เช่น พันธุ์ (เกษม, 2543) ในด้านพันธุกรรม พบว่ามะม่วงน้ำดอกไม้มีเปอร์เซ็นต์ดอกสมบูรณ์เพศ 274.75±87.50 ดอก/ช่อ และมีดอกเพศผู้ 1,044.56±298.62 ดอก/ช่อ และหากในช่วงออกดอกต่ำเกินไป (18-20 องศาเซลเซียส) จะทำ

กรมวิชาการเกษตร

ให้เกิดดอกเพศผู้มาก ดอกสมบูรณ์เพศน้อยตั้งแต่ 49:1-117:1 ซึ่งอัตราส่วนต่ำมากจะไม่ติดผลเลย (เกษม, 2543) เพื่อลดปัญหาดังกล่าว จึงมีความพยายามเพิ่มประสิทธิภาพให้มะม่วงมีเปอร์เซ็นต์การติดผลมากขึ้น โดยการวิธีการผสมข้ามพันธุ์ และการหาพันธุ์ที่เป็นทางเลือกซึ่งปัจจุบันเกษตรกรมีการปลูกมะม่วงที่หลากหลายพันธุ์ทั้งพันธุ์ไทยและพันธุ์ต่างประเทศ จึงจำเป็นต้องศึกษาถึงลักษณะพันธุ์ทั้งจากลักษณะการออกดอกติดผล ผลผลิต คุณภาพ ความต้องการของตลาด รวมถึงความยากง่ายในการผลิต เพื่อนำมาเป็นฐานข้อมูลเป็นทางเลือกในการคัดเลือกพันธุ์ที่มีศักยภาพเป็นทางเลือกสำหรับเกษตรกร ดังนั้นจึงควรมีการดำเนินงานวิจัยโดยเริ่มตั้งแต่การผลิตที่เหมาะสมและเป็นต้นแบบการผลิตเพื่อช่วยเพิ่มศักยภาพการแข่งขันของมะม่วงไทยในการผลิตมะม่วงที่ได้ปริมาณและคุณภาพซึ่งจะช่วยรายได้ให้แก่เกษตรกรและเสริมสร้างความมั่นคงและความยั่งยืนในอาชีพต่อไป

นอกเหนือจากปัญหาด้านความหลากหลายของพันธุ์ ปัญหาการผลิตที่พบมากมาย ถึงแม้ว่าเกษตรกรผู้ผลิตจะสามารถผลิตผลมะม่วงได้คุณภาพส่งออกแล้ว การขนส่งมะม่วงเพื่อการส่งออก ก็พึ่งการขนส่งทางอากาศเป็นหลัก ดังจะเห็นได้จากปี 2563 มีการระบาดของโรคโควิด 19 ทำให้การขนส่งทางอากาศชะงัก ส่งผลให้ไม่สามารถส่งออกมะม่วงไปต่างประเทศได้ทำให้ราคาตกต่ำอย่างมาก การวิจัยเพื่อหาแนวทางสำหรับการขนส่งทางเรือเป็นอีกสิ่งหนึ่งที่ต้องเร่งทำการวิจัย ซึ่ง ปัญหาที่พบในโซ่อุปทานมะม่วงเพื่อการส่งออกของทั้ง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มเกษตรกรทั่วไป ผลิตมะม่วงเพื่อการส่งออกได้น้อยกว่าร้อยละ 20 และกลุ่มเกษตรกรที่ผลิตมะม่วงเพื่อการส่งออกคุณภาพสูงร่วมกับการจัดการคุณภาพผลผลิต ถ้ามีการพ่นหรือจุ่มสารป้องกันกำจัดโรคและแมลงก่อนห่อผล การเก็บเกี่ยวที่อายุ 105-112 วันหลังดอกบาน ทำให้ผลมีคุณภาพดี การใช้โฟมตาข่ายห่อกันกระแทกระหว่างการขนส่งช่วยลดความเสียหายในระหว่างการขนย้าย (ชูชาติ, 2556) มะม่วงเป็นผลผลิตที่เกิดการสูญเสียได้ง่าย เนื่องจาก เป็นผลไม้ประเภท Climacteric เมื่อผลสุกจะมีการผลิตแก๊สเอทิลีน และมีการหายใจสูง ซึ่งชักนำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบภายในต่าง ๆ ที่นำไปสู่การสูญเสีย รวมทั้งมะม่วงเป็นผลผลิตทางพืชสวนที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบมาก เนื้อสัมผัสนิ่ม และง่ายต่อการบอบช้ำ (จริงแท้, 2538) การคัดคุณภาพหลังเก็บเกี่ยวจะใช้ความถ่วงจำเพาะ โดยการนำมะม่วงมาลอยน้ำ ผลที่อ่อนจะลอยน้ำ ส่วนผลที่แก่จัดจะจมน้ำ อุณหภูมิที่ 13 องศาเซลเซียส ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 85-95 เปอร์เซ็นต์ เก็บรักษามะม่วงได้ 20 วัน (เบญจมาส และคณะ, 2554) โรคแอนแทรคโนสของมะม่วง (Mangifera indica L.) มีสาเหตุจากเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* เป็นปัญหาสำคัญที่ทำให้คุณภาพของผลมะม่วงลดลง อายุการเก็บรักษาสั้น มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เป็นพันธุ์ที่อ่อนแอต่อการเข้าทำลายของโรคนี้เป็นอย่างมาก (นิพนธ์, 2525) แต่ได้รับความนิยมมากที่สุดจากผู้จำหน่ายและส่งขายในประเทศญี่ปุ่น ผู้ประกอบการผู้ส่งออกมะม่วง ทำความสะอาดมะม่วงโดยใช้ผสมโซเดียมไฮโปคลอไรท์ความเข้มข้น 200 ppm กับน้ำทำความสะอาดมะม่วงหลังจากเก็บเกี่ยวมาจากแปลงของเกษตรกร (มาลิณี และไอลดา, 2557) ในปัจจุบันได้มีการนำเทคโนโลยีฟองก๊าซขนาดไมโครและนาโน (Micro- and Nano- bubbles, MNBs) มาประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายในงานหลายด้าน เช่น การบำบัดน้ำเสีย การเกษตร ด้านสุขภาพ MNBs เป็นฟองก๊าซขนาดเล็ก ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ระหว่าง 10 ถึง 200 นาโนเมตร คุณสมบัติเด่นของ MNBs คือมีพื้นที่ผิวจำเพาะสูง และมีความคงตัวอยู่ได้นานในตัวกลางที่เป็นของเหลว ซึ่งสามารถเพิ่มความสามารถในการละลายของก๊าซในของเหลว นอกจากนี้ในขณะที่ MNB เกิดการยุบตัวจะทำให้เกิดอนุมูลอิสระที่มีสาเหตุมากจากความหนาแน่นของไอออนที่บริเวณรอยต่อของก๊าซและของเหลวก่อนที่จะเกิดการยุบตัว (Eriksson and Ljunggren, 1999) การนำเทคโนโลยีฟองก๊าซขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารป้องกันโรคแอนแทรค

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โนสของมะม่วงอาจทำให้มีประสิทธิภาพในการป้องกันการเกิดโรคเพิ่มขึ้น ซิลิกอนมิใช่มีบทบาทเพียงแต่เป็นองค์ประกอบในผนังเซลล์และทำให้ผนังเซลล์มีเสถียรภาพสูงขึ้นเท่านั้น ยังช่วยลดการสังเคราะห์ลิกนินอีกด้วย การมีซิลิกอนเข้าเสริมในผนังเซลล์ทำให้ผนังแข็งแรงโดยใช้พลังงานต่ำกว่าการสังเคราะห์ลิกนิน หากต้องการลิกนิน 1 กรัม ต้องอาศัยพลังงานจากกลูโคสถึง 2 กรัม และเมื่อเทียบความสิ้นเปลืองพลังงานสำหรับสร้างลิกนินกับการใช้ซิลิกอนเพื่อการนี้คิดเป็นสัดส่วนได้ 20 : 1 ซึ่งแสดงว่าซิลิกอนช่วยเสริมความแข็งแรงให้เซลล์พืชด้วยกระบวนการที่ประหยัดพลังงานอย่างมาก (Raven, 1983) Super-cooling ความเย็นยิ่งยวด เป็นสภาวะที่อุณหภูมิของของเหลวลดต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง (freezing point) แต่ยังไม่มีผลึกน้ำแข็ง (ice crystal) (พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา, 2561) Super-cooling เป็นเทคนิคการแปรรูปอาหารที่มีศักยภาพในการเพิ่มอายุการเก็บรักษาอาหารอย่างมีนัยสำคัญและเพื่อลดการสูญเสียผลิตภัณฑ์อาหารจากภาคการผลิตและการค้าปลีกของห่วงโซ่ความเย็น กระบวนการนี้ใช้อุณหภูมิในการจัดเก็บที่ต่ำกว่าจุดเยือกแข็งเริ่มแรกของอาหารโดยไม่มีการแช่แข็งของผลิตภัณฑ์ซึ่งจะรักษาคุณภาพที่เกี่ยวข้องกับอาหารสด ไม่ใช้กระบวนการแช่แข็งทำให้ระยะเวลาการผลิตลดลงจากการเก็บเกี่ยวถึงการส่งมอบจนถึงการค้าปลีกรวมทั้งการใช้พลังงานที่ลดลง (ไม่มีการกำจัดความร้อนที่แฝงจากแปลง) และเพื่อลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ระหว่างการผลิตเมื่อเทียบกับการผลิตอาหารแช่แข็งตามมาตรฐาน (Stonehouse and Evans, 2015) ซิลิกอนเป็นธาตุที่มีส่วนช่วยในการกระตุ้น (stimulate) การเจริญเติบโตของพืช ในการพัฒนาระบบราก การเจริญของผล และยังส่งผลต่อการเพิ่มผลผลิตอีกด้วย ซิลิกอนยังมีบทบาทสำคัญต่าง ๆ เช่น เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ ซึ่งทำให้ผนังเซลล์แข็งแรง ทนต่อการเข้าทำลายของโรค และแมลง เป็นต้น ทำให้เซลล์มีเสถียรภาพที่สูงขึ้น (ยงยุทธ, 2558; Mawschner, 1995; Synder *et al.*, 2007) และยังพบว่า ซิลิกอนมีความสามารถในการกระตุ้นการดูดธาตุอาหารของพืชไปใช้ได้มาก และเร็วขึ้นจากปกติ (Clark and Burge, 2000) โดยมีรายงานการศึกษาในฝรั่ง ที่พบว่า ซิลิกอนมีผลในการกระตุ้นการดูดธาตุไนโตรเจน และแมกนีเซียม (Raven, 1983) เช่นเดียวกับ Eltez *et al*. (1999) ที่พบว่า ซิลิกอนมีความสามารถในการกระตุ้นการดูดธาตุฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมของรากพืชได้ดี ในการส่งออกมะม่วงส่วนใหญ่ใช้การขนส่งทางเครื่องบินซึ่งมีต้นทุนสูงกว่าการขนส่งทางเรือ 3-4 เท่า ดังนั้น จำเป็นต้องมีการพัฒนาเทคโนโลยีการเก็บรักษาเพื่อการขนส่งทางเรือ เพื่อลดต้นทุนและสามารถแข่งขันกับประเทศคู่แข่งได้มากขึ้น

สำหรับแผนงานวิจัยย่อยนี้ ได้ทำการศึกษาวิจัยทั้งเรื่องการพัฒนาให้ได้สายพันธุ์มะม่วงเพื่อการบริโภคสด และแปรรูปใหม่ๆเป็นทางเลือกของตลาดแล้ว ยังได้ดำเนินงานวิจัยในการแก้ไขปัญหาการผลิตที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศ รวมทั้งการจัดการแปลงเพื่อลดต้นทุน การจัดการแมลงศัตรูสำคัญเพื่อให้การจัดการคุ้มค่าต่อการลงทุน และยังได้วิจัยวิธีการก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมสำหรับการขนส่งทางเรือเพื่อเป็นทางเลือกอีกประการสำหรับผู้ส่งออกด้วย

กรมวิชาการเกษตร

บทคัดย่อ

แผนงานวิจัยย่อยมะม่วงนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาพันธุ์มะม่วง เพื่อบริโภคผลสด และอุตสาหกรรม เป็นทางเลือกใหม่ให้เกษตรกร พร้อมทั้งพัฒนาเทคโนโลยีการผลิต ให้คุ้มค่า และปลอดภัยต่อเกษตรกรและผู้บริโภค รวมทั้งพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมในการขนส่งทางเรือ ดำเนินการในปี 2563 -64 ประกอบด้วยโครงการวิจัย 3 โครงการ คือ (1) โครงการวิจัยและปรับปรุงพันธุมะม่วง ดำเนินงานทั้งค้นหาพ่อแม่พันธุ์ ผสมพันธุ์ และคัดเลือกพันธุ์ลูกผสม โดยนำเอาเทคโนโลยีลายพิมพ์ดีเอ็นเอมาประยุกต์ใช้ พบว่า จากค่าดัชนีของคุณลักษณะทางกายภาพและลายพิมพ์ดีเอ็นเอ สายพันธุ์มะม่วงที่เหมาะสมในการเป็นพ่อแม่พันธุ์สำหรับมะม่วงอุตสาหกรรมมี 2 สายพันธุ์ มะม่วงดิบ มี 2 สายพันธุ์และมะม่วงสุกมี 5 สายพันธุ์ สำหรับ การคัดเลือกมะม่วงผลสุกสามารถคัดเลือกได้ 4 คู่ผสมที่มีความโดดเด่นทั้งรสชาติและรูปลักษณ์ ซึ่งต้องทำการเก็บข้อมูลต่อไปเพื่อยืนยันข้อมูลผลผลิตในการออกเป็นพันธุ์แนะนำ และการสร้างลูกผสมใหม่สำหรับมะม่วงอุตสาหกรรม ทำการผสมพันธุ์และได้ต้นลูกผสมจำนวน 3 คู่ผสม ขณะนี้ดูแลรักษาเพื่อปลูกทดสอบในสภาพแปลง (2) โครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตมะม่วงเพื่อเพิ่มศักยภาพการแข่งขันในตลาดส่งออก มีเป้าหมายในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมะม่วงทั้งด้านการเพิ่มการติดผล ลดปัญหาแมลงศัตรู และการหาข้อมูลการผลิตมะม่วงที่เป็นพันธุ์จากต่างประเทศเพื่อเป็นทางเลือกและเพิ่มกำลังการผลิตให้เกษตรกร พบว่า การใช้พันธุ์โซคอนันต์เป็นตัวถ่ายละอองเกสรให้กับพันธุ์น้ำดอกไม้มีการติดผลสูงสุด การพ่นช่อดอกมะม่วงด้วยสาร brassinosteroid อัตรา 1 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร จำนวน 2 ครั้ง ในระยะดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ มีการติดผลสูงสุด การพ่นแคลเซียมและโบรอน อัตรา 75 มล.ต่อน้ำ 20 ลิตร จำนวน 2 ครั้งมีการร่วงของผลน้อยที่สุด สำหรับการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟ การใช้สารเคมีแบบสลับกลุ่มเพื่อกำจัดเพลี้ยไฟ พบว่า การพ่นสาร spinetoram 12% SC อัตรา 15 มล./น้ำ 20 ลิตร (กลุ่ม 5) มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟในมะม่วง การจัดการแปลงแบบผสมผสานที่มีการตัดแต่งกิ่ง การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน การใช้สารกำจัดแมลงตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร มีแนวโน้มของจำนวนผลผลิตรวมและเปอร์เซ็นต์ผลผลิตเกรดเอมากกว่าวิธีการจัดการแปลงแบบเกษตรกร นอกจากนี้การปลูกมะม่วงหลากหลายพันธุ์ทั้งพันธุ์ไทยและพันธุ์ต่างประเทศจะช่วยลดความเสี่ยงจากพันธุ์หลัก รวมทั้งลดต้นทุนและแรงงาน ทำให้การจัดการการผลิตของเกษตรกรมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น และ (3) โครงการจัดการมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อการส่งออกทางเรือ ดำเนินการทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว การปฏิบัติก่อนการเก็บเกี่ยวเพื่อลดการเกิดโรคในการรักษาคุณภาพของมะม่วงหลังเก็บเกี่ยวพบว่า พ่นซิลิกอนทางใบที่ความเข้มข้น 0.5 ระยะผล 30 45 และ 60 วันหลังดอกบาน มีแนวโน้มของการเกิดโรคหลังเก็บเกี่ยวน้อยกว่ากรรมวิธีควบคุม การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวด้วยการทำความสะอาดผลมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง ด้วยการใช้ฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ความเข้มข้น 200 ppm เกิดโรคช้าที่สุด ซึ่งพบในวันที่ 21 ของการเก็บรักษา ช้ากว่าชุดควบคุม 12 วัน สรุปการจัดการคุณภาพมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อการขนส่งทางเรือ กรรมวิธีใช้ (SiO_2 0.5% + (MNBs bubble + NaOCl 200 ppm พ่นมะม่วงด้วยซิลิกอนความเข้มข้น 0.5% ที่ระยะเวลา 30 45 และ 60 วันหลังดอกบาน ร่วมกับการล้างมะม่วงด้วยฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่ความเข้มข้น 200 ppm นาน 10 นาที สามารถลดการเกิดโรคและรักษาคุณภาพของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองได้ โดยเก็บรักษามะม่วงได้นาน 28 วัน

กรมวิชาการเกษตร

โครงการวิจัยที่ 1

วิจัยและปรับปรุงพันธุ์มะม่วง

Research and Improvement on Mango

สมพงษ์ สุขเขตต์ รัชนี ศิริยาน เสาวนี เขตสกุล จันทนา โชคพาชื่น
อุทัยวรรณ ทรัพย์แก้ว ศศิมา เมืองแก้ว เพ็ญจันทร์ สุทธานุกูล สุภาวดี สมภาค
วีรยุทธ ดัดตนรัมย์ ประภาพร ฉันทานุมัติ ทวีศักดิ์ แสงอุดม
ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล

คำสำคัญ

Key words

Hybrid mango, DNA fingerprint, Genetic analysis
mango, quality characters
Unripening Mango, Breeding, Pollination, Fruit set
Red-Skinned of Mango, Breeding, Pollination, Fruit set
Mango selection, New hybrid mango varieties

กรมวิชาการเกษตร

บทคัดย่อ

งานวิจัยปรับปรุงพันธุ์มะม่วง ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี และศูนย์วิจัยพืชสวนสุโขทัย ดำเนินการ ตุลาคม 2562 ถึง ตุลาคม 2564 ระยะเวล 2 ปี ประกอบด้วย 3 กิจกรรมดังนี้

1. การอนุรักษ์พันธุกรรมมะม่วงเพื่อการปรับปรุงพันธุ์และศึกษาการใช้ประโยชน์ พบว่าสามารถตรวจสอบเครื่องหมายโมเลกุลมะม่วงพันธ์ลูกผสมได้จำนวน 14 สายพันธุ์ และพันธุ์พ่อแม่จำนวน 9 สายพันธุ์ การศึกษาและรวบรวมลักษณะเด่นทางคุณภาพพบว่ามะม่วงพันธุ์ทองดำ พรามทัณฑ์ขายเมีย Aromanis และสาวกระทืบหอ เหมาะใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์สำหรับพัฒนาเป็นพันธ์การค้าเพื่อการแปรรูป พันธุ์ทองดำและพันธุ์ไข่มุกแดงมีค่าสัดส่วนระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และร้อยละของกรดที่ไตรเตรทสูง ซึ่งบ่งบอกถึงรสชาติของมะม่วงมีรสหวานนำเปรี้ยว บ่งบอกได้ว่าเป็นพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับการเป็นพ่อแม่พันธุ์สำหรับพัฒนาเป็นพันธุ์การค้าสำหรับบริโภคสด พันธุ์เขียวไข่กา ฟ้าลั่น และสามปี เป็นพันธุ์ที่ค่าความหวานของผลสุกสูง และสูงกว่าน้ำดอกไม้สีทองซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบ ไข่มุกแดงและสามปี มีค่าวิตามินซีสูง ทั้ง 5 พันธุ์นี้เป็นพันธุ์ที่โดดเด่นในการใช้เป็นพ่อแม่เพื่อพัฒนาเป็นพันธุการค้าใหม่สำหรับบริโภคสุก

2. การปรับปรุงพันธุ์มะม่วงแปรรูปในเชิงอุตสาหกรรม สามารถการคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์มะม่วงที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกในการปรับปรุงพันธุ์มะม่วงแปรรูปในเชิงอุตสาหกรรมมี 6 พันธุ์ คือ เคนชิงตัน อาร์ทูอีทู น้ำดอกไม้ แก้ว ศก 007 แก้วขมิ้น และอินเดียเล็ก การสร้างลูกผสมเพื่อการแปรรูป ได้ลูกผสม 3 คู่คือ น้ำดอกไม้เบอร์ 4 X เคนชิงตัน จินฮวง X มหาชนก อาร์ทูอีทู X น้ำดอกไม้เบอร์ 4

3. การปรับปรุงพันธุ์มะม่วงเพื่อบริโภคผลสด สามารถรวบรวมพ่อแม่พันธุ์มะม่วงสำหรับปรับปรุงพันธุ์มะม่วงเพื่อบริโภคผลดิบ ได้จำนวน 5 พันธุ์ คือ โชคอนันต์ เพชรบ้านลาด ฟ้าลั่น มันทวาย แก้วขมิ้น บันทึกลักษณะประจำพันธุ์ตาม descriptor ของ IPGRI การสร้างลูกผสมชั่วที่ 1 สำหรับปรับปรุงพันธุ์มะม่วงเพื่อบริโภคผลดิบ ได้ลูกผสม 3 เดือนแรกจำนวน 1 คู่ แต่เข้าสู่เดือนเมษายน 2564 ผลที่เกิดจากการผสมหลุดร่วงทั้งหมด การศึกษาและคัดเลือกพันธุ์มะม่วงลูกผสมสายพันธุ์ใหม่ สามารถคัดเลือกได้ 4 คู่ผสม คือ น้ำดอกไม้สีทอง X salam (ยาว) 1 Dancan X มหาชนก Irwin X มหาชนก และ salam (ยาว) X มหาชนก การรวบรวม คัดเลือก และจำแนกพันธุ์มะม่วงอกร่อง สามารถรวบรวมสายพันธุ์อกร่องได้ 13 พันธุ์ บันทึกลักษณะประจำพันธุ์ตาม descriptor ของ IPGRI การทดลองที่ 3 รวบรวมพ่อแม่พันธุ์มะม่วงสำหรับปรับปรุงพันธุ์มะม่วงผิวสีแดงเพื่อบริโภคสุก สามารถรวบรวมพันธุ์มะม่วงต่างประเทศที่มีผิวสีแดง เปลือกผลสีแดงจำนวน 5 สายพันธุ์ได้แก่พันธุ์จินหวง ยู่เหวิน อาร์ทูอีทู อ้ายเหวิน และงาช้างแดง ทำการบันทึกข้อมูลลักษณะประจำพันธุ์ตาม descriptor ของ IPGRI การผสมพันธุ์ชั่วที่ 1 สำหรับปรับปรุงพันธุ์มะม่วงผิวสีแดงเพื่อบริโภคผลสุก 3 เดือนแรกลูกผสมที่ติดผลมี จำนวน 2 คู่ผสม แต่เข้าสู่เดือนเมษายน 2564 ผลที่เกิดจากการผสมหลุดร่วงทั้งหมด

กรมวิชาการเกษตร

Abstract

The Research and breeding of mango project was conducted at Si Sa Ket Horticultural Research Center, Chanthaburi Horticultural Research Center and Sukhothai Horticultural Research Center, for 2 years from October 2019 to October 2021. The project consisted of three experiments including 1) Mango genetic conservation for breeding and utilization studies. 2) Industrial Mango Breeding. 3) Mango breeding for fresh consumption. In the first experiments, the molecular markers of 14 hybrid mango cultivars and 9 parent cultivars were found. Study on 17 quality characters of 63 local cultivars mango. The result show, Thongdam, Phramthankhaimia, Aromanis and Saokratuebho were suitable for use as a parent for the development of a new commercial variety for processing into pickled mango. Khai Muk Daeng, Keitte, Indialek, Salam (klom) Radenkhiao, and Thep Thong had high vitamin C content. Thongdam and Khai Muk Daeng cultivars have a high ratio of soluble solids and a high percentage of titrated acid, which indicates the taste of the mango. This indicates that it is an ideal cultivar for parent breeding for development as a commercial variety for fresh consumption. Khiao Khai Ka, Falan, and Sam Pi had high sweet ripening mango and higher than that of Nam Dok Mai Se Thong, which is a comparable variety, Khai Muk Daeng and Sam Pi had high vitamin C content. These 4 cultivars are outstanding for use as parent to develop new commercial varieties for consumption of ripe fruit. Industrial Mango Breeding Able to 6 parents were selected, namely: Kensington, R2E2, Namdokmai, Kaew 007, Kaew Kamin, and Indialek. Creating hybrids for processing, resulting in 3 pairs of hybrids, namely: Nam Dok Mai No. 4 X Kensington, Jin Huang X Maha Chanok, and R2E2 X Nam Dok Mai No. 4. Mango breeding for fresh consumption. Five parents were collected for mango breeding for raw fruit consumption, namely Chok-anan, Petchbanlad, Fahlan, Mandawei, Kaew-Kummin, the mango characters were recorded using the IPGRI descriptor. The result show one F1 hybrid fruit for fresh consumption was dropped in April 2021. Four F1 new hybrid mangoes from pair parents; Nam Dok Mai Thong X salam (long) 1 Dancan X Chanok Irwin X Mahachanok and salam (long) X Mahachanok were selected. Thirteen Ok Rong Mangoes and 5 red-skinned mango breeding for ripe consumption were collected and classified using the IPGRI descriptor.

กรมวิชาการเกษตร

บทนำ

จากสถานการณ์การผลิตและการส่งออกมะม่วงของประเทศไทยแม้ว่าจะจัดอยู่ลำดับที่ 3 และ 4 ของโลกแต่ปริมาณการส่งออกน้อย โดยผลผลิตส่วนใหญ่ร้อยละ 96 ใช้บริโภคภายในประเทศ ส่งออกเพียงร้อยละ 2.3 และแปรรูปร้อยละ 1.67(ราตรี, 2556) พันธุ์ที่ส่งออกหลักคือพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองซึ่งมีคุณภาพดีเป็นที่ยอมรับแต่ขาดพันธุ์ที่จะมาทดแทนพันธุ์หลักซึ่งมีจุดอ่อนหลายประการทั้งในด้านอายุการเก็บรักษาสั้นเพียง 16 วันเมื่อเปรียบมะม่วงพันธุ์คู่แข่งในตลาดโลก(40 วัน) ทำให้ต้องขนส่งทางอากาศซึ่งมีต้นทุนสูง นอกจากนี้ยังอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศที่แปรปรวนซึ่งมีผลกระทบต่อผู้ผลิต ผู้ส่งออก และส่งผลต่อความสามารถในการแข่งขันของมะม่วงไทยในตลาดโลก ดังนั้นการปรับปรุงและพัฒนาพันธุ์ให้ตรงตามความต้องการของตลาดและมีคุณลักษณะอื่นๆทั้งสีสันสดสวย อายุการเก็บรักษายาวนานขึ้น ทนทานต่อการขนส่ง รวมทั้งการปรับปรุงและพัฒนาพันธุ์ที่มีคุณลักษณะเหมาะสมในด้านการบริโภคดิบและอุตสาหกรรมให้เพิ่มมากขึ้น จะเป็นการเพิ่มช่องทางการตลาดและเพิ่มศักยภาพการแข่งขันของมะม่วงไทยในตลาดโลกเช่นกัน ด้านการปรับปรุงพันธุ์ กรมวิชาการเกษตรโดยศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษและศูนย์วิจัยพืชสวนสุโขทัยได้มีการรวบรวมพันธุ์มะม่วงดั้งเดิมไว้มากกว่า 200 พันธุ์ รวมทั้งพันธุ์ต่างประเทศบางส่วน ซึ่งได้นำมาใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงและพัฒนาพันธุ์บางส่วนและได้ออกพันธุ์แนะนำของมะม่วงอุตสาหกรรม คือพันธุ์แก้ว 007 รวมทั้งพันธุ์และได้ทำการปรับปรุงพันธุ์มะม่วงสายพันธุ์ใหม่เพื่อการส่งออก(ระยะที่ 2) ตั้งแต่ปี 2555 –2558 โดยเกณฑ์การคัดเลือกคือคุณภาพดีกว่าหรือเทียบเท่าน้ำดอกไม้ เปลือกหนา สีสันแปลกตา ทนทานต่อโรคแอนแทรคโนส จนถึงปัจจุบันได้ทำการผสมพันธุ์มะม่วงลูกผสม รวม 30 คู่ผสม และได้นำยอดลูกผสมไปเสียบขยายพันธุ์บนต้นมะม่วงที่มีอายุ 5 – 7 ปี และมี 1 สายพันธุ์ที่เริ่มให้ผลผลิต จากงานวิจัยดังกล่าวจึงจำเป็นต้องดำเนินการต่อเนื่อง โดยทำการคัดเลือกลูกผสมที่มีลักษณะทางการเกษตรที่ดีตามขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์ เพื่อจะได้มีพันธุ์มะม่วงลูกผสมที่เหมาะแก่การบริโภคสดสำหรับเกษตรกรต่อไป นอกจากนี้ในช่วงปี 2559-2562 ยังได้ทำการศึกษาคัดเลือกสายต้นมะม่วงอกร่องซึ่งเป็นมะม่วงรับประทานสุกที่เหมาะสำหรับรับประทานข้าวเหนียวมูล ซึ่งเอกลักษณ์โดดเด่นของมะม่วงอกร่องคือ มีรสหวานแหลม เนื้อละเอียด เมื่อดิบเนื้อสีขาวขุ่น มีความเป็นแป้งมาก รสเปรี้ยวจัด เมื่อผลสุกเนื้อจะมีสีเหลืองนวล รสหวานจัด แต่มีข้อเสียคือมีเสี้ยนมาก บอบช้ำง่ายเพราะเปลือกผลบาง อายุการวางตลาดไม่นาน โดยได้ทำการรวบรวมสายต้นมะม่วงอกร่องไว้....37.สายต้น รวมทั้งได้ทำการวิเคราะห์ลายพิมพ์ DNA และจะต้องทำการเปรียบเทียบและคัดเลือกสายต้นที่มีลักษณะตรงตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ตามขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์ เพื่อจะเสนอเป็นพันธุ์แนะนำสำหรับเกษตรกรต่อไป และจากการประชุมร่วมกับสมาคมชาวสวนมะม่วงไทยประเด็นปัญหาหนึ่งคือด้านการปรับปรุงพันธุ์ โดยต้องการให้มีการปรับปรุงพัฒนาพันธุ์มะม่วงผิวสีที่มีคุณภาพเนื้อ ความหวานและรสชาติคล้ายพันธุ์น้ำดอกไม้ เปลือกหนา ทนทานต่อโรคและแมลง อายุหลังการเก็บเกี่ยวยาวนานขึ้น ซึ่งมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เป็นกลุ่มสายพันธุ์อินโดจีนซึ่งมีลักษะผลสีเขียวหรือเหลืองอมเขียวเมื่อสุก ส่วนพันธุ์ที่ตลาดต่างประเทศนิยมจะเป็นมะม่วงในกลุ่มอินเดีย และไต้หวัน ซึ่งจุดเด่นคือเมื่อสุกจะมีผลสีแดง ทรงผลกลมง่ายต่อการบรรจุภัณฑ์เพื่อการส่งออก ดังนั้นการปรับปรุงพันธุ์ให้มะม่วงมีผิวสีแดงและมีคุณลักษณะต่างๆตามที่กล่าวจะตอบสนองความต้องการของตลาด โดยเฉพาะในช่วงเทศกาลตรุษจีน ผลไม้สดที่มีผิวสีแดง รูปทรงกลม จะได้รับความนิยมมาก เนื่องจากมีความเชื่อว่าสีแดงเป็นสีนำโชค ทรงกลมเป็นสัญลักษณ์ของความเป็นหนึ่งเดียวและความสุข

กรมวิชาการเกษตร

นอกจากนี้การปรับปรุงพันธุ์มะม่วงเพื่อการบริโภคดิบและมะม่วงอุตสากรรม จะเป็นการเพิ่มช่องทางเลือกสำหรับเกษตรกรและผู้ประกอบการอีกแนวทางหนึ่ง ซึ่งในส่วนของมะม่วงดิบที่ได้รับความนิยมคือพันธุ์เขียวเสวย แต่มีข้อด้อยด้านการออกดอกติดผลยาก เปอร์เซ็นต์ติดผลต่ำ ปัญหาโรคยางไหล ส่วนมะม่วงอุตสาหกรรมซึ่งใช้ประโยชน์ในหลายวัตถุประสงค์เช่นการแปรรูปเป็นน้ำผลไม้ ฟรุ๊คสลัด ดองเค็ม แช่อิ่ม กวนฯลฯ แต่เรายังไม่มีการปรับปรุงและพัฒนาพันธุ์ที่มีลักษณะเฉพาะตามความต้องการของผู้ประกอบการและประเภทการใช้ประโยชน์ ดังนั้นการที่กรมวิชาการเกษตรได้มีการรวบรวมพันธุ์และมีฐานพันธุกรรมของมะม่วงมากสุดกว่า 200 พันธุ์ และมีข้อมูลคุณลักษณะของพันธุ์ดั้งเดิมบางส่วนแล้วจึงสามารถนำฐานพันธุกรรมที่มีศักยภาพมาใช้ประโยชน์ โดยคัดเลือกหาจุดเด่นของแต่ละพันธุ์ทั้งในด้านคุณภาพ รสชาติ กลิ่น องค์ประกอบทางเคมีด้านต่างๆและสารสำคัญเพื่อนำมาพัฒนาเพิ่มมูลค่าและสร้างจุดขายเพื่อเพิ่มทางเลือกให้ตลาดจะเป็นการพัฒนาและใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน นอกจากนี้สิ่งหนึ่งที่มีความจำเป็นอย่างมากคือการจัดทำข้อมูลลายพิมพ์ดีเอ็นเอของแต่ละพันธุ์ เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการปรับปรุงพันธุ์ให้ตรงตามวัตถุประสงค์ มีความแม่นยำและรวดเร็วขึ้น ดังนั้นการดำเนินการปรับปรุงพันธุ์มะม่วงทั้งเพื่อการบริโภคสุก บริโภคดิบ และอุตสาหกรรม จะช่วยเพิ่มทางเลือกของเกษตรกร เพิ่มช่องทางเลือกของตลาดตลาด และช่วยขยายตลาดส่งออกรวมทั้งเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของมะม่วงไทยในตลาดโลกได้อย่างยั่งยืน

กรมวิชาการเกษตร

ระเบียบวิธีการวิจัย (Research Methodology)

กิจกรรมที่ 1 การอนุรักษ์พันธุกรรมมะม่วงเพื่อการปรับปรุงพันธุ์และศึกษาการใช้ประโยชน์

<u>การทดลองที่ 1 ฐานข้อมูลลายพิมพ์ดีเอ็นเอของมะม่วงพันธุ์ไทย พันธุ์ต่างประเทศ และพันธุ์ลูกผสม เพื่อการใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์ ระยะที่ 2</u>

เก็บตัวอย่างใบมะม่วงพันธุ์พ่อแม่และมะม่วงลูกผสมที่ต้องการตรวจสอบมาสกัดดีเอ็นเอ นำมาสกัดดีเอ็นจากใบอ่อนมะม่วงตามวิธีการของ Fulton et al. (1995) โดยมีขั้นตอนดังนี้ ตัดใบมะม่วงเป็นชิ้นเล็กๆ โดยตัดเส้นกลางใบออก ใส่ใบลงในโกร่ง เติม Micro prep buffer ปริมาตร 150 ไมโครลิตร บดใบให้ละเอียด เติม Micro prep buffer ปริมาตร 600 ไมโครลิตร หลังจากนั้นใส่ลงในหลอดขนาด 1.5 มิลลิลิตร บ่มที่ 65 องศาเซลเซียส นาน 60 นาที เติม Chloroform : Isoamyl alcohol (24:1) ปริมาตร 500 ไมโครลิตร ลงในหลอดทดลองแล้วกลับหลอดไปมาเพื่อให้สารละลายเข้ากัน ปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็วรอบ 10,000 รอบต่อนาที นาน 5 นาที ดูดสารละลายส่วนใสใส่หลอดใหม่ เติม Chloroform : Isoamyl alcohol (24:1) ปริมาตร 500 ไมโครลิตร อีกครั้ง จากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็วรอบ 10,000 รอบต่อนาที นาน 5 นาที ดูดสารละลายส่วนใสใส่หลอดใหม่ เติม Isopropanol (เย็นจัด) ปริมาตรเท่ากับส่วนใส กลับหลอดไปมาเบาๆ เพื่อให้ดีเอ็นเอตกตะกอน ปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็วรอบ 12,000 รอบต่อนาที นาน 5 นาที เทสารละลายทิ้ง ให้เหลือเฉพาะส่วนตะกอนดีเอ็นเอ ล้างด้วย 70% Ethanol ปริมาตร 1,000 ไมโครลิตร ปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็วรอบ 10,000 รอบต่อนาที นาน 5 นาที เทสารส่วนบนทิ้ง ให้เหลือเฉพาะตะกอนดีเอ็นเอ ตากตะกอนดีเอ็นเอให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง นานประมาณ 2-3 ชั่วโมง ละลายตะกอนดีเอ็นเอด้วย TE buffer ปริมาตร 50 ไมโครลิตร เก็บที่อุณหภูมิ -4 องศาเซลเซียส กำจัดอาร์เอ็นเอด้วย RNaseA 10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 1 ไมโครลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 60 นาที วัดความเข้มข้นของดีเอ็นเอด้วยเครื่อง Nucleic Acid Analyzer (Nano-200) และวัดคุณภาพด้วยวิธี Gel electrophoresis โดยใช้อะกาโรสความเข้มข้น 0.8 เปอร์เซ็นต์ ย้อมด้วยสีย้อม Novel juice (GeneDirex®) นำมาตรวจบันทึกผลด้วยเครื่องถ่ายและวิเคราะห์ภาพเจล (Gel documentation)

2. เพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยปฏิกิริยา PCR ด้วยเครื่องหมายดีเอ็นเอชนิด Microsatellite โดยใช้องค์ประกอบพีซีอาร์ปริมาตร 10 ไมโครลิตร ประกอบด้วย ดีเอ็นเอ 50 นาโนกรัม 1X PCR buffer MgCl2 2 มิลลิโมลาร์ dNTP 0.2 มิลลิโมลาร์ primer 0.2 ไมโครโมลาร์ และ Taq DNA polymerase (Vivantis) 0.5 ยูนิต ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ (Ariffin et al., 2015) ใช้อุณหภูมิในการทำปฏิกิริยาพีซีอาร์ดังนี้ Pre denaturation ที่อุณหภูมิ 92 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที ตามด้วย 35 รอบ Denaturation ที่อุณหภูมิ 92 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที Annealing ที่อุณหภูมิที่เหมาะสมของแต่ละไพรเมอร์ (Begum et al., 2012) (ตารางที่ 1) นาน 2 นาที และ Extension ที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที และ Final extension ที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที นำผลผลิตพีซีอาร์ที่ได้ (PCR product) มาแยกขนาดดีเอ็นเอด้วยเทคนิค Capillary gel electrophoresis (CGE) (Qsep 100, Bioptic, Taiwan) นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม

การบันทึกข้อมูล

กรมวิชาการเกษตร

วิเคราะห์ลักษณะลายพิมพ์ดีเอ็นเอของมะม่วงพันธุ์พ่อแม่และพันธุ์ลูกผสมต่างๆ โดยบันทึกการปรากฏของแถบดีเอ็อป็น 1 และไม่ปรากฏของแถบดีเอ็นเอเป็น 0 นำมาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม NTSYS pc v2.1 วิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ความเหมือน (Similarity coefficient) และจัดกลุ่มด้วยวิธี Unweighted pair group arithmetic average (UPGMA)

<u>การทดลองที่ 2 การศึกษาและรวบรวมลักษณะเด่นทางคุณภาพของมะม่วงพันธุ์ดั้งเดิมเพื่อประโยชน์ ใน การปรับปรุงพันธุ์และพัฒนาเป็นพันธุ์การค้าใหม่สำหรับการบริโภคสดและแปรรูป</u>

ทำการคัดเลือกพันธุ์มะม่วงดั้งเดิมที่มีลักษณะดี มีน้ำหนักผล 200-500 กรัม โดยดูข้อมูลด้านคุณภาพเบื้องต้นจากที่มีการบันทึก ดูแลรักษาและป้องกันกำจัดศัตรูพืช ห่อผลมะม่วง เพื่อป้องกันการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ เมื่อผลแก่บริบูรณ์ เก็บผลมะม่วงโดยการสุ่มมะม่วงจำนวน 5 ผลทำการบันทึกคุณลักษณะทางกายภาพ และคุณภาพทางเคมี ทั้งลักษณะมะม่วงดิบและมะม่วงสุก โดยทำการวิเคราะห์ในระยะพร้อมบริโภคเพื่อเปรียบเทียบศักยภาพของพันธุ์ ดังนี้

- น้ำหนักผล ด้วยเครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง
- ความกว้าง ความยาว และความหนา ของผลและเมล็ด ด้วยเครื่อง Vernier Caliper
- ความหนาของผิวผล-เนื้อผล ด้วยเครื่อง Vernier Caliper
- สีผิวผล-เนื้อผล ด้วยเครื่อง Color Reader (Konica Minolta รุ่น CR-20) ใช้วิธี Hunter system
- ความแน่นเนื้อผิวผล-เนื้อผล บริเวณหัว กลาง และท้าย ด้วยเครื่องวัดความแน่นเนื้อ (Fruit Hardness Tester; 1Kg)
- ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ด้วยเครื่อง Pocket Refractometer (Pal-1)
- ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (%TA) ด้วยวิธีของ AOAC (1990)
- ปริมาณวิตามินซี (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด) ด้วยวิธีการ 2, 6–dichlorophenolindophenol titration method (AOAC, 1990)

โดยทำการวิเคราะห์ในระยะพร้อมบริโภคเปรียบเทียบกับพันธุ์การค้า หลังจากนั้นสรุปรวบรวมข้อมูลและประเมินศักยภาพของพันธุ์ คัดเลือกพันธุ์ที่มีลักษณะโดดเด่นสำหรับบริโภคสดในรูปของการบริโภคดิบหรือสุก และพันธุ์ที่เหมาะสำหรับแปรรูป ส่งเสริมให้เป็นพันธุ์การค้าใหม่ และพัฒนาผลิตภัณฑ์จากมะม่วงต่อไป

กิจกรรมที่ 2 การปรับปรุงพันธุ์มะม่วงแปรรูปในเชิงอุตสาหกรรม

<u>การทดลองที่ 1</u> <u>การคัดเลือกคุณลักษณะพ่อ-แม่พันธุ์มะม่วงที่เหมาะสม เพื่อสร้างมะม่วงสายพันธุ์ใหม่สำหรับการ แปรรูปในเชิงอุตสาหกรรม</u>

กรมวิชาการเกษตร

วางแผนการทดลอง RCB จำนวน 3 ซ้ำ 10 กรรมวิธี คือ มะม่วง 10 พันธุ์ โดยแต่ละซ้ำจะต้องทำมะม่วงอบแห้ง 100 กรัม จำนวน 10 ถุง เพื่อส่งวิเคราะห์สาระสำคัญ ทดสอบการยอมรับและประเมินอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์

การดำเนินการ

1. การเตรียมแปลงมะม่วงเพื่อให้พร้อมออกดอกโดยการตัดแต่งกิ่ง ใส่ปุ๋ย ดูแลรักษาตามหลักการเกษตรดีที่เหมาะสมของการปลูกมะม่วง (GAP) การให้ปุ๋ยมีการประยุกต์ตามสภาพต้นมะม่วงที่คัดเลือกอายุ 10 ปีขึ้นไป มีระยะปลูกชิด 3x4 เมตร ใส่ปุ๋ย 15-15-15 เดือนละครั้ง อัตรา 3 กิโลกรัม/ต้น พร้อมปุ๋ยคอกอัตรา 3 กิโลกรัม/ต้น เมื่อระยะก่อนออกดอกใส่ปุ๋ย 9-24-24 อัตรา 3 กิโลกรัม/ต้น ฉีดพ่นปุ๋ยทางใบ 0-52-34 อัตรา 100 กรัม/น้ำ 20 ลิตร ฉีดพ่นทุก 2 สัปดาห์ รวม 2 ครั้ง

2. เมื่อมะม่วงออกดอก ผูกช่อดอกมะม่วงที่เริ่มมีการติดผลขนาดเล็กเท่าหัวไม้ขีด ทั้ง 15 พันธุ์/สายพันธุ์ เพื่อทำการเก็บเกี่ยวที่อายุการสุกแก่ 75 % (90 วัน หลังติดผลเท่าเมล็ดถั่วเขียว) ให้ทำการห่อผลด้วยกระดาษ เพื่อป้องกันแมลงวันผลไม้เข้าทำลายผล เมื่อขนาดผลเท่าหัวแม่มือ ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 13-13-21 ครั้งละ 2 กิโลกรัม/ต้น เดือนละ 1 ครั้ง จำนวน 3 ครั้ง

3. เก็บเกี่ยวผลผลิตที่คัดเลือก นำมาทำการชั่งน้ำหนัก วัดขนาดต่อผลวัดสีเปลือก สีเนื้อ ความแน่นเนื้อก่อนการแปรรูป

4. ทำการตัดขั้วผล และคว่ำผลลงในตะกร้าที่มีกระดาษหนังสือพิพ์รองอยู่ ให้ยางไหลลง ทิ้งไว้ 20 นาที จากนั้นล้างผิวเปลือกด้วยน้ำยาล้างผัก โดยใช้อัตรา 5 มิลิลิตรต่อน้ำ 10 ลิตร ใช้ฟองน้ำเช็ดสิ่งสกปรกออก ล้างน้ำเปล่า จากนั้นพึ่งให้แห้ง

5.นำมะม่วงเรียงใส่ตะกร้าแล้วบ่มด้วยถ่านแก๊ส ชั่งน้ำหนัก 50-70 กรัม ห่อด้วยกระดาษ วางลงใน ตะกร้า คลุมตะกร้าด้วยกระสอบป่านอีกครั้ง เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง สังเกตุสีผลมะม่วงเหลือง 2 ใน 3 ของผล สามารถนำมาแปรรูปต่อไป

6. นำมะม่วงสุก หั่นตามยาว หนา 0.5 เซนติเมตร ความกว้างตามขนาดผลมะม่วงแต่ละพันธุ์ วางเนื้อมะม่วงลงบนตะแกรงสแตนเลส ชั้นละ 2 กิโลกรัม

7. นำเนื้อมะม่วงที่เหลือวัดคุณภาพก่อนและหลังการอบแห้ง ดังนี้

7.1 ทางกายภาพ เช่น น้ำหนักผลสดทั้งผล น้ำหนักเนื้อ น้ำหนักเปลือก และน้ำหนักเมล็ด สีเปลือก สีเนื้อ ปริมาณ TSS ความแน่เนื้อ เป็นต้น

7.2 ทางเคมีเบื้อต้น เช่น ปริมาณกรดซิตริค และค่าความเป็นกรด-ด่าง (นิธิยา, 2554) ปริมารเส้นใย สด
(จำนงค์ และคณะ 2529)

8. นำมะม่วงเข้าอบด้วยเครื่อง Heat pump dryer อุณหภูมิ 60-65 องศาเซลเซียส นาน 10-12 ชั่วโมง เพื่อลดความชื้น ไม่เกิน 12 % ตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์แปรรูปชุมชุ

9. เมื่ออบมะม่วงแห้ง ทิ้งให้เนื้อมะม่วงเย็นลง นำไปชั่งน้ำหนักเนื้อแต่ละถาด พร้อมนำมาบรรจุบรรจุเนื้อมะม่วง ลงถุงฟลอยด์มีซิปหน้า ขนาด 6x9 นิ้ว น้ำหนัก 100 กรัม ต่อ 1 ถุง จำนวน 10 ถุง ปิดปากถุง นำไปเก็บรักษาในกล่องพลาสติก ที่อุณหภูมิห้อง (35-42 องศาเซลเซียส)

10. ส่งตัวอย่างมะม่วงที่อบแห้งจำนวน 7 ถุง ต่อพันธุ์ เพื่อส่งวิเคราะห์คุณภาพโดย บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด ดังนี้

กรมวิชาการเกษตร

- เส้นใยทั้งหมด (Dietary Fiber) วิเคราะห์โดยประยุกต์จากวิธีการ TE-CH-076 ของ AOAC (2010) 985.29

-วิตามินเอ (β-carotene) วิเคราะห์โดยประยุกต์จากวิธีการ Chemical and Technical Assessment 2004)

- วิตามินซี วิเคราะห์โดยประยุกต์จากวิธีการ TE-CH-120 ของ Bull.Dept.Med.Sci.Vol.40,No.3 (1998) P.347-357

- ปริมาณน้ำอิสระ (a_W) วิเคราะห์โดยประยุกต์จากวิธีการ TE-CH-019 ของ AOAC (2019) 978.19

- การยอมรับของผู้บริโภค (sensory test) โดยวิธี 5 hedonic scale ได้แก่ ลักษณะทั่วไป กลิ่น รสชาติ ความเหนียว ความแห้งของเนื้อ เพื่อนำมาประเมินความชอบโดยรวม ด้วยผู้ชิมที่ผ่านการฝึกอบรม จำนวน 20 คน

11. บันทึกข้อมูลอื่นๆก่อนและหลังการแปรรูป และสังเกตุการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บรักษา เช่น การเปลี่ยนสี การเกิดจุลินทรีย์เข้าทำลาย อย่างน้อย 120 วัน

<u>เกณฑ์คุณลักษณะมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน</u> : ผลไมแหง (มผช.๑๓๖/๒๕๔๖)

1. ลักษณะทั่วไป ตองคงลักษณะเนื้อที่ดีตามธรรมชาติของผลไม้ ผิวหนาแหง ไมเกาะติดกัน เนื้อไมแข็งกระดาง ในภาชนะบรรจุเดียวกันตองมีรูปรางและขนาดใกลเคียงกัน

2. สี ตองมีสีที่ดีตามธรรมชาติของผลไมและสวนประกอบที่ใชอยางสม่ำเสมอ

3. กลิ่นรส ตองมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของผลไมและสวนประกอบที่ใชปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไมพึงประสงค

4. สิ่งแปลกปลอม ตองไมพบสิ่งแปลกปลอมที่ไมใชสวนประกอบที่ใช เชน เสนผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นสวนหรือสิ่งปฏิกูล จากสัตว เชน แมลง หนู นก

5. วัตถุเจือปนอาหาร หากมีการใชวัตถุปรุงแตงกลิ่นรสและวัตถุกันเสีย ใหใชไดตามชนิดและปริมาณที่กฎหมายกำหนด มผช.๑๓๖/๒๕๔๖

6. ความชื้น ตองไมเกินรอยละ 18 โดยน้ำหนัก

7. วอเตอรแอกทิวิตี ตองไมเกิน 0.75

การบันทึกข้อมูล

1. ลักษณะทางการเกษตรเบื้องต้น เช่น การออกดอก การติดผล
2. น้ำหนักผลสดทั้งผล น้ำหนักเนื้อ น้ำหนักเปลือก และน้ำหนักเมล็ด สีเปลือก สีเนื้อ ปริมาณ TSS
3. ความแน่เนื้อ ปริมาณกรดซิตริค ปริมารเส้นใยสด ค่า pH ทั้งก่อนการแปรรูปและหลังการแปรรูป
4. ลักษณะที่ผิดปกติระหว่างการเก็บรักษา เช่น การเหี่ยวของเนื้อมะม่วง การเกิดกลิ่นหมักการ

เปลี่ยนสี การปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ เป็นต้น

กรมวิชาการเกษตร

<u>การทดลองที่ 2</u> <u>การสร้างมะม่วงลูกผสมชั่วที่ 1 สำหรับการปรับปรุงพันธุ์มะม่วงเพื่อ การแปรรูป</u>

วิธีการ

1. ผสมพันธุ์มะม่วงพันธุ์ที่ผ่านการคัดเลือก โดยใช้คนช่วยผสมหรือการผสมด้วยมือ จำนวน 10 พันธุ์ (Hand polination) แบบผสมสด และแบบเก็บละอองเกสร มีวิธีปฏิบัติดังนี้

1.1 ในช่วงเย็น ทำการเลือกช่อดอกในต้นที่จะใช้เป็นสายพันธุ์แม่ แล้วตัดเอาดอกที่บานแล้วและดอกตูมที่มีขนาดเล็กเกินไปออก เหลือเฉพาะดอกตูมที่บานในตอนเช้าของวันรุ่งขึ้น ในแขนงย่อย 1-5 ดอก ให้กระจายทั่วช่อดอกไม่ควรเกิน 10-30 ดอกต่อช่อ ทำหมันดอกตัวผู้ ที่เลือกไว้ โดยใช้ปากคีบปลายแหลมดึงอับเกสรตัวผู้ออกให้หมด แล้วใช้ถุงรีเมย์คลุมช่อดอกไว้ปิดปากถุงให้มิดชิด

1.2 เก็บละอองเกสรตัวผู้ ช่วงเวลา 8.00-9.00 น. โดยเลือกตัวผู้ที่กำลังบาน แต่อับละอองยังไม่แตก (มีสีชมพูหรือสีแดง) เก็บแต่ละพันธุ์ใส่จานแก้ว ที่มีกระดาษรองอยู่ หรือ เด็ดเกสรตัวผู้ใส่หลอดไมโครทิวป์ ให้มีจำนวนมากเพียงพอกับดอกสมบูรณ์เพศที่เตรียมไว้ ดอกตัวผู้ 1 ดอก สามารถผสมกับดอกสมบูรณ์เพศได้ 3-5 ดอก 1.3 ทำการผสมในช่วง 9.00-12.00 น. โดยใช้ปากคีบคีบดอกตัวผู้ที่ละอองเกสรแตกแล้ว (มีสีเทา) แตะละอองเกสรลงปลายยอดเกสรตัวเมีย หรือใช้พู่กันแตะละอองเกสรมาเตะบนก้านชูบนยอดเกสรตัวเมีย ส่องดูด้วยแว่นขยาย (ดอกตัวผู้ 1 ดอกใช้ผสมกับดอกสมบูรณ์เพศ 3-5 ดอก) จนครบทุกดอก เสร็จแล้วใช้กระดาษว่าวสีขาวคลุมช่อดอกไว้ดังเดิม หรือ ใช้ถุงรีเมย์คลุมทั้งช่อดอก ผูกป้ายพลาสติกไว้ที่ช่อดอกที่ทำการผสม หลังจากผสมแล้ว 7-14 วัน เปิดถุงออก

1.4 เมื่อลูกผสมมะม่วงจากต้นแม่ที่ได้รับการผสมติดสมบูรณ์ จนสามารถเจริญเติบโตเก็บเกี่ยวได้ ให้นำเมล็ดที่มีความสมบูรณ์มาเพาะจนงอกเป็นต้นกล้า มะม่วงมีลักษณะเป็น polyembryony คือ 1 เมล็ดมีมากกว่า 1 ต้นกล้า จึงทำการคัดเลือกต้นที่เป็นลูกผสมชั่วที่ 1 จากการตรวจสอบด้วยเครื่องหมายโมเลกุล

2. นำยอดพันธุ์มะม่วงลูกผสมชั่วที่ 1 ไปเสียบข้าง กับต้นต่อมะม่วงที่มีอายุ และการเจริญเติบโตสมบูรณ์พร้อมต่อการให้ผลผลิต เพื่อประเมินลูกผสมที่ได้เบื้องต้นต่อไป

การบันทึกข้อมูล

1.เปอร์เซ็นต์การผสมติดลูกผสมชั่วที่ 1 แต่ละคู่ผสม

2.น้ำหนักผล สีผล ขนาดผล ขนาดเมล็ด ความแน่นเนื้อ และเปอร์เซ็นต์ความหวาน

กิจกรรมที่ 3 ปรับปรุงพันธุ์มะม่วงเพื่อบริโภคผลดิบ

<u>กิจกรรมย่อยที่ 3.1</u> <u>การปรับปรุงพันธุ์มะม่วงเพื่อบริโภคผลดิบ</u>

<u>การทดลองที่ 1</u> <u>การรวบรวมพ่อแม่พันธุ์มะม่วงสำหรับปรับปรุงพันธุ์มะม่วงเพื่อบริโภคดิบ</u>

วิธีปฏิบัติการทดลอง

1. รวบรวมพันธุ์มะม่วงนิยมบริโภคดิบที่ออกดอก ติดผลง่าย จำนวน 5 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์โชคอนันต์ เพชรบ้านลาด ฟ้าลั่น มันทวาย แก้วขมิ้น และพันธุ์การค้าในประเทศไทยที่ออกดอกติดผลยาก ได้แก่ พันธุ์เขียวเสวย

ศรีวิชาการเกษตร

2. ศึกษาลักษณะของพันธุ์มะม่วงที่ทำการรวบรวม โดยพิจารณาตามแบบบันทึกลักษณะพันธุ์มะม่วงตาม ลักษณะประจำพันธุ์ตาม descriptor ของ IPGRI และฐานข้อมูลเชื้อพันธุ์พืชมะม่วง (ภาคผนวก ก.)

การบันทึกข้อมูล

ข้อมูลลักษณะประจำพันธุ์ตาม descriptor ของ IPGRI โดยเลือกเฉพาะส่วนที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ลักษณะดอก ผล

(ด้านคุณภาพผล) ใบ ทรงต้น ของพันธุ์ที่ทำการรวบรวม

โดยการบันทึกข้อมูลด้วยรูปภาพมี 2 แบบ คือ

- ถ่ายภาพภายในแปลง ได้แก่ ทรงต้น เปลือกลำต้น รอยแผลบนต้น ทรงใบ สีของใบ การเรียงตัวของใบ การพัฒนาของตาดอกและดอกในช่อ ตำแหน่งช่อดอก รูปทรงช่อดอก รูปทรงผล ลักษณะเมล็ด
- ถ่ายภาพดอกภายใต้กล้องสเตอริโออย่างละเอียด ได้แก่ ส่วนประกอบดอก ดอกตูมผ่าตามขวาง ดอกตูมผ่าตามยาว ดอกเกสรตัวผู้ อับละอองเรณู ดอกเกสรตัวเมีย รังไข่ ดอกติดเป็นผล

- ลักษณะผล ด้านคุณภาพผล ได้แก่ น้ำหนักผล ขนาดผล สีผิว สีเนื้อ แน่นเนื้อ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (%TSS) วิเคราะห์กลิ่นและรสชาติ (flavor) เมล็ด ลักษณะ embryony

<u>การทดลองที่ 2</u> <u>ผสมพันธุ์ลูกผสมชั่วที่ 1 สำหรับปรับปรุงพันธุ์มะม่วงเพื่อบริโภคผลดิบ</u>

วิธีปฏิบัติการทดลอง

1. บังคับให้มะม่วงที่ใช้สำหรับเป็นพ่อแม่พันธุ์ออกดอก ได้แก่ พันธุ์มะม่วงนิยมบริโภคดิบที่ออกดอก ติดผลง่าย จำนวน 5 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์โชคอนันต์ เพชรบ้านลาด ฟ้าลั่น มันทวาย แก้วขมิ้น และพันธุ์การค้าในประเทศไทยที่ออกดอกติดผลยาก ได้แก่ พันธุ์เขียวเสวย

2. ผสมพันธุ์มะม่วงพันธุ์ที่ผ่านการคัดเลือก โดยการผสมด้วยมือ มีวิธีปฏิบัติดังนี้

2.1 ในช่วงเย็น ทำการเลือกช่อดอกในต้นที่จะใช้เป็นสายพันธุ์แม่ แล้วตัดเอาดอกที่บานแล้ว และดอกตูมที่มีขนาดเล็กเกินไปออก เหลือเฉพาะดอกตูมที่บานในตอนเช้าของวันรุ่งขึ้น ในแขนงย่อย 1-5 ดอก ให้กระจายทั่วช่อดอกไม่ควรเกิน 10-15 ดอกต่อช่อ แล้วทำการทำหมัน ดอกตัวผู้ของดอกที่เลือกไว้ โดยใช้ปากคีบปลายแหลมดึงอับเกสรตัวผู้ออกให้หมดแล้วคลุมช่อดอกไว้ตามเดิม แล้วใช้ถุงรีเมย์คลุมช่อดอกไว้ปิดปากถุงให้มิดชิด

2.2 ทำการเก็บละอองเกสรตัวผู้ ช่วงเวลา 8.00-9.00 น. โดยเลือกตัวผู้ที่กำลังบาน แต่อับละอองยังไม่แตก (มีสีชมพูหรือ สีแดง) เก็บแต่ละพันธุ์ใส่จานแก้วที่มีกระดาษรองอยู่ให้มีจำนวนมากเพียงพอกับดอกสมบูรณ์เพศที่เตรียมไว้ ดอกตัวผู้ 1 ดอก สามารถผสมกับดอกสมบูรณ์เพศได้ 2-3 ดอก แล้วนำมาผึ่งแดดให้อับละอองเกสรแตก

2.3 ทำการผสมในช่วง 9.00-12.00 น. โดยใช้ปากคีบคีบดอกตัวผู้ที่ละอองเกสรแตกแล้ว (มีสีเทา) แตะละอองเกสรลงปลายยอดเกสรตัวเมีย จนเห็นละอองเกสรติดอยู่บนยอดเกสรตัวเมีย ส่องดูด้วยแว่นขยาย (ดอกตัวผู้ 1 ดอกใช้ผสมกับดอกสมบูรณ์เพศ 2-3 ดอก) จนครบทุกดอก เสร็จแล้วใช้

กรมวิชาการเกษตร

ถุงรีเมย์คลุมช่อดอกไว้ดังเดิม ช่อดอกที่ทำการผสมแล้วผูกป้ายพลาสติกไว้ที่ช่อดอกที่ทำการผสม หลังจากผสมแล้ว 7-14 วัน เปิดถุงออก

3. นำยอดพันธุ์มะม่วงลูกผสมชั่วที่ 1 ไปเสียบข้างกับต้นต่อมะม่วงที่มีอายุ และการเจริญเติบโตสมบูรณ์พร้อมต่อการให้ผลผลิต เพื่อประเมินลูกผสมที่ได้เบื้องต้น

กิจกรรมที่ 3 ปรับปรุงพันธุ์มะม่วงเพื่อบริโภคผลสด

<u>กิจกรรมย่อยที่ 3.2 การปรับปรุงพันธุ์มะม่วงลูกผสมเพื่อบริโภคสุก</u>

<u>การทดลองที่ 1 การศึกษาและคัดเลือกพันธุ์มะม่วงลูกผสมสายพันธุ์ใหม่เพื่อการส่งออก ระยะที่ 2</u>

วิธีดำเนินงาน

1. ดูแลรักษาแปลงมะม่วงลูกผสมจำนวน 66 คู่ผสม โดยเก็บข้อมูล คู่ผสมละ 6 ต้น
2. ทำการตัดแต่งกิ่ง ใส่ปุ๋ย และให้น้ำหลังมะม่วงให้ดอกติดผล
3. มีการใช้ฟางข้าวเป็นวัสดุคลุมโคนต้นในช่วงหน้าแล้ง ซึ่งเป็นช่วงมะม่วงให้ผลผลิต
4. ใช้สแลนกั้นขวางทิศทางลมในช่วงฤดูฝน เพื่อป้องกันลมพายุในช่วงมะม่วงติดลูก
5. พ่นสารป้องกันกำจัดแมลง ตามความจำเป็นในช่วงมะม่วงออกดอกติดผลอ่อน
6. ห่อผลด้วยถุงคาร์บอน เมื่อผลมีขนาดเท่าไข่ไก่และเปิดถุงก่อนเก็บเกี่ยวผลผลิตประมาณ 1 สัปดาห์

เกณฑ์การคัดเลือกมะม่วงพันธุ์ลูกผสม

1. ผลมีขนาดใหญ่ มีน้ำหนักผลไม่ต่ำกว่า 250 กรัม
2. เปลือกหนา ทนทานต่อการขนส่ง
3. เปลือกผลมีสีแดง
4. เนื้อเมื่อสุก มีสีเหลืองถึงเหลืองเข้ม
5. รสชาติ หอมหวาน ไม่มีกลิ่นขี้ใต้หรือมีเล็กน้อย
6. มีเส้นใยน้อย เนื้อหนา เหนียวนุ่ม

การบันทึกข้อมูล

ทำการเก็บข้อมูลคุณภาพผลผลิต น้ำหนักผล, ขนาดผล, ความแน่นเนื้อ, สี, ความหนาเนื้อ, หนาเปลือก, น้ำหนักเมล็ด, ขนาดเมล็ด, ความหนากะละ และความหวาน

<u>การทดลองที่ 2</u> <u>การรวบรวม คัดเลือก และจำแนกพันธุ์มะม่วงอกร่อง ระยะที่ 2</u>

วิธีการ

- ศึกษาลักษณะประจำพันธุ์ของพันธุ์มะม่วงที่ทำการรวบรวมได้ในปี 2560-2563 จำนวน 13 พันธุ์ ทั้งลักษณะทางสัณฐานวิทยา ตามเกณฑ์การบันทึกของ IBGRI และความแตกต่างในระดับโมเลกุล และศึกษาลักษณะที่เกี่ยวข้องการการให้ผลผลิต แนวทางในการผสมข้าม (วิธีการและ

กรมวิชาการเกษตร

ช่วงเวลาที่เหมาะ เทคนิคในการผสม) คัดเลือกพันธุ์ที่เหมาะสมในการเป็นพ่อ-แม่พันธุ์ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงพันธุ์ในขั้นตอนต่อไป ไม่มีการวางแผนการทดลอง

การบันทึกข้อมูล

1. ลักษณะประจำพันธุ์ตามแบบ IBGRI
2. ลักษณะเด่นของมะม่วงแต่ละสายต้นจากการรวบรวม
3. ช่วงเวลาในการให้ผลผลิต
4. ความแตกต่างของแต่ละสายต้นในระดับโมเลกุล

<u>การทดลองที่ 3</u> <u>รวบรวมพ่อแม่พันธุ์มะม่วงสำหรับปรับปรุงพันธุ์มะม่วงผิวสีแดงเพื่อบริโภคสุก</u>

วิธีปฏิบัติการทดลอง

1. รวบรวมพันธุ์มะม่วงต่างประเทศที่มีสีผิวเปลือกผลสีแดงอย่างน้อย 5 สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์จินหวง ยู่เหวิน อาร์ทูอี ทู อ้ายเหวิน และงาช้างแดง และพันธุ์การค้าในประเทศไทยคือ พันธุ์มะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง

2. ศึกษาลักษณะของพันธุ์มะม่วงที่ทำการรวบรวม โดยพิจารณาตามแบบบันทึกลักษณะพันธุ์มะม่วงตาม ลักษณะ ประจำพันธุ์ตาม descriptor ของ IPGRI (2006) และฐานข้อมูลเชื้อพันธุ์พืชมะม่วง (ภาคผนวก ก.)

การบันทึกข้อมูล

ข้อมูลลักษณะประจำพันธุ์ตาม descriptor ของ IPGRI โดยเลือกเฉพาะส่วนที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ลักษณะดอก ผล (ด้านคุณภาพผล) ใบ ทรงต้น ของพันธุ์ที่ทำการรวบรวม โดยการบันทึกข้อมูลด้วยรูปภาพมี 2 แบบ คือ

- ถ่ายภาพภายในแปลง ได้แก่ ทรงต้น เปลือกลำต้น รอยแผลบนต้น ทรงใบ สีของใบ การเรียงตัวของใบ การพัฒนาของตาดอกและดอกในช่อ ตำแหน่งช่อดอก รูปทรงช่อดอก รูปทรงผล ลักษณะเมล็ด
- ถ่ายภาพดอกภายใต้กล้องสเตอริโออย่างละเอียด ได้แก่ ส่วนประกอบดอก ดอกตูมผ่าตามขวาง ดอกตูมผ่าตามยาว ดอกเกสรตัวผู้ อับละอองเรณู ดอกเกสรตัวเมีย รังไข่ ดอกติดเป็นผล

ลักษณะผล ด้านคุณภาพผล ได้แก่ น้ำหนักผล ขนาดผล สีผิว สีเนื้อ แน่นเนื้อ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (%TSS) วิเคราะห์กลิ่นและรสชาติ (flavor) เมล็ด ลักษณะ embryony

<u>การทดลองที่ 4</u> <u>ผสมพันธุ์ลูกผสมชั่วที่ 1 สำหรับปรับปรุงพันธุ์มะม่วงเพื่อบริโภคผลสุก</u>

วิธีปฏิบัติการทดลอง

1. บังคับให้มะม่วงที่ใช้สำหรับเป็นพ่อแม่พันธุ์ออกดอก ได้แก่มะม่วงต่างประเทศที่มีสีผิวเปลือกผลสีแดง จำนวน 5 สาย พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์กุ้ยเฟย ยู่เหวิน อาร์ทูอีทู อ้ายเหวิน และงาช้างแดง และพันธุ์การค้าในประเทศไทย ได้แก่ พันธุ์มะม่วง น้ำดอกไม้สีทอง

กรมวิชาการเกษตร

2. ผสมพันธุ์มะม่วงพันธุ์ที่ผ่านการคัดเลือก โดยการผสมด้วยมือ มีวิธีปฏิบัติดังนี้

2.1 ในช่วงเย็น ทำการเลือกช่อดอกในต้นที่จะใช้เป็นสายพันธุ์แม่ แล้วตัดเอาดอกที่บานแล้ว และดอกตูมที่มีขนาด เล็กเกินไปออก เหลือเฉพาะดอกตูมที่บานในตอนเช้าของวันรุ่งขึ้น ในแขนงย่อย 1-5 ดอก ให้กระจายทั่วช่อดอกไม่ ควรเกิน 10-15 ดอกต่อช่อ แล้วทำการทำหมันดอกตัวผู้ของดอกที่เลือกไว้ โดยใช้ปากคีบปลายแหลมดึงอับเกสรตัว ผู้ออกให้หมดแล้วคลุมช่อดอกไว้ตามเดิม แล้วใช้ถุงรีเมย์คลุมช่อดอกไว้ปิดปากถุงให้มิดชิด

2.2 ทำการเก็บละอองเกสรตัวผู้ ช่วงเวลา 8.00-9.00 น. โดยเลือกตัวผู้ที่กำลังบาน แต่อับละอองยังไม่แตก (มีสีชมพู หรือ สีแดง) เก็บแต่ละพันธุ์ใส่จานแก้วที่มีกระดาษรองอยู่ให้มีจำนวนมากเพียงพอกับดอกสมบูรณ์เพศที่เตรียมไว้ ดอกตัวผู้ 1 ดอก สามารถผสมกับดอกสมบูรณ์เพศได้ 2-3 ดอก แล้วนำมาผึ่งแดดให้อับละอองเกสรแตก

2.3 ทำการผสมในช่วง 9.00-12.00 น. โดยใช้ปากคีบคีบดอกตัวผู้ที่ละอองเกสรแตกแล้ว (มีสีเทา) แตะละอองเกสร ลงปลายยอดเกสรตัวเมีย จนเห็นละอองเกสรติดอยู่บนยอดเกสรตัวเมีย ส่องดูด้วยแว่นขยาย (ดอกตัวผู้ 1 ดอกใช้ผสม กับดอกสมบูรณ์เพศ 2-3 ดอก) จนครบทุกดอกเสร็จแล้วใช้ถุงรีเมย์คลุมช่อดอกไว้ดังเดิม ช่อดอกที่ทำการผสมแล้ว ผูกป้ายพลาสติกไว้ที่ช่อดอกที่ทำการผสม หลังจากผสมแล้ว 7-14 วัน เปิดถุงออก

3. นำยอดพันธุ์มะม่วงลูกผสมชั่วที่ 1 ไปเสียบข้างกับต้นต่อมะม่วงที่มีอายุ และการเจริญเติบโตสมบูรณ์พร้อมต่อการให้ ผลผลิต เพื่อประเมินลูกผสมที่ได้เบื้องต้น

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

กิจกรรมที่ 1 การอนุรักษ์พันธุกรรมมะม่วงเพื่อการปรับปรุงพันธุ์และศึกษาการใช้ประโยชน์

การทดลองที่ 1 ฐานข้อมูลลายพิมพ์ดีเอ็นเอของมะม่วงพันธุ์ไทย พันธุ์ต่างประเทศ และพันธุ์ลูกผสม เพื่อการใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์ ระยะที่ 2

ผลการทดลอง

การสร้างลายพิมพ์ดีเอ็นเอของมะม่วงลูกผสม ชุดที่ 1

ผลการดำเนินงานที่ผ่านมาได้มีการสร้างลายพิมพ์ดีเอ็นเอของมะม่วงลูกผสม ศก.0003 ศก.0005 ศก.0006 ศก.0009 และ ศก.0092 แต่จากการสืบประวัติการปรับปรุงพันธุ์ในภายหลังพบว่ามะม่วงลูกผสม 4 สายพันธุ์ คือ ศก.0003 ศก.0005 ศก.0006 และ ศก.0009 จัดอยู่ในกลุ่มมะม่วงแก้ว ส่วน ศก.0092 จัดอยู่ในกลุ่มน้ำดอกไม้ โดยมีประวัติพันธุ์ดังนี้

ศก.0003 เกิดจาก บุญบันดาลxศก.007
ศก.0005 เกิดจาก ศก.007xบุญบันดาล
ศก.0006 เกิดจาก ศก.007xKeitte
ศก.0009 เกิดจาก ศก.007xRuby

กรมวิชาการเกษตร

เนื่องจากการศึกษาที่ผ่านมาไม่ได้นำมะม่วงลูกผสมเทียบกับมะม่วงแก้ว ศก.007 ดังนั้น จึงได้มีการศึกษาเพิ่มเติมโดยนำตัวอย่างมะม่วงที่มีประวัติการเป็นพ่อแม่พันธุ์และมะม่วงแก้ว ศก. 007 มาเปรียบเทียบด้วย ส่วนสายพันธุ์ ศก.0092 อยู่ในกลุ่มมะม่วงน้ำดอกไม้ และมีการนำมะม่วงน้ำดอกไม้มาเปรียบเทียบด้วย ดำเนินการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยเครื่อง PCR โดยใช้ไพรเมอร์ 50 ไพรเมอร์ พบว่า สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอได้ทั้ง 50 ไพรเมอร์ ได้แถบดีเอ็นเอ 287 แถบ นำข้อมูลที่ได้จะนำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมมะม่วงลูกผสม 6 สายพันธุ์ เปรียบเทียบกับมะม่วงแก้ว 007 น้ำดอกไม้สีทอง(NDT) Keitte และ Ruby ผลการวิเคราะห์ พบว่า สายพันธุ์มะม่วงที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความเหมือนมากที่สุด คือ ศก.0009 และมะม่วงแก้ว ศก.007 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ความเหมือนเท่ากับ 0.86 หรือ 86 เปอร์เซ็นต์ และพันธุ์ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความเหมือนน้อยที่สุด คือ ศก. 0005 และ Ruby โดยมีค่าเท่ากับ 0.57 หรือ 57 เปอร์เซ็นต์

หลังจากนั้นจัดกลุ่มด้วยวิธี Unweighted pair group arithmetic average (UPGMA) (**ภาพที่ 1**) สามารถแบ่งกลุ่มมะม่วงได้ดังนี้

กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มใหญ่สุด ประกอบด้วย ศก.0003 ศก.0005 ศก.0006 ศก.0009 และ มะม่วงแก้ว ศก.007

กลุ่มที่ 2 มีสายพันธุ์เดียว คือ ศก.0092

กลุ่มที่ 3 มีเพียงพันธุ์เดียว คือ น้ำดอกไม้สีทอง

กลุ่มที่ 4 มีเพียงพันธุ์เดียว คือ Keitte

กลุ่มที่ 5 มีเพียงพันธุ์เดียว คือ Ruby

ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า มะม่วงลูกผสมกลุ่มแก้วทั้งหมด ได้แก่ ศก.0003 ศก.0005 ศก. 0006 และ ศก.0009 เป็นมะม่วงลูกผสมที่มีพันธุกรรมแตกต่างจากมะม่วงแก้ว ศก.007 โดยในกลุ่มนี้สายพันธุ์ ศก.0009 มีความคล้ายคลึงกับมะม่วงแก้ว ศก.007 มากที่สุด และศก.0005 ยังมีความใกล้เคียงกับ ศก.0006 ส่วนที่มีความแตกต่างมากที่สุดในกลุ่มคือ ศก.0003 ส่วนในมะม่วงน้ำดอกไม้ พบว่า ศก.0092 มีความแตกต่างกับน้ำดอกไม้สีทอง โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ความเหมือน 0.70 หรือ 70 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่า มีความแตกต่างจากมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง

การสร้างลายพิมพ์ดีเอ็นเอของมะม่วงลูกผสม ชุดที่ 2

คัดเลือกมะม่วงลูกผสมในแปลงที่ออกดอกแล้ว จำนวน 10 ต้น เก็บใบมะม่วงลูกผสมและพันธุ์พ่อแม่ นำใบมาสกัดดีเอ็นเอ วัดปริมาณและคุณภาพของดีเอ็นเอตามวิธีการข้างต้น หลังจากนั้นเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยวิธี PCR ด้วยเครื่องหมายโมเลกุล จำนวน 50 ไพรเมอร์ ผลการสร้างลายพิมพ์ดีเอ็นเอเพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของมะม่วงลูกผสมและพ่อแม่พันธุ์ ดังนี้

1. มะม่วงลูกผสม Keitte×มหาชนก จำนวน 6 ต้น และพันธุ์พ่อแม่ พบว่า สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอได้ 42 ไพรเมอร์ ไม่สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอได้ จำนวน 8 ไพรเมอร์ คือ SSR12 SSR14 SSR17 SSR23 SSR37 SSR40 SSR42 และ SSR46 พบแถบดีเอ็นเอที่เป็น Polymorphic จำนวน 114 แถบ จาก 41 ไพรเมอร์ และไพรเมอร์ที่ให้แถบดีเอ็นเอเป็น Monomorphic จำนวน 1 แถบจาก 1 ไพรเมอร์ คือ SSR43 นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมมะม่วงลูกผสม 6 สายพันธุ์ เปรียบเทียบกับพันธุ์ keitte และ มหาชนก โดยมะม่วงที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความเหมือนมากที่สุด คือ

กรมวิชาการเกษตร

Hybrid2 และ Hybrid3 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ความเหมือนเท่ากับ 0.73 หรือ 73 เปอร์เซ็นต์ และพันธุ์ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความเหมือนน้อยที่สุด คือ Hybrid5 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ความเหมือนเท่ากับ 0.539 หรือ 53.9 เปอร์เซ็นต์

หลังจากนั้นจัดกลุ่มด้วยวิธี Unweighted pair group arithmetic average (UPGMA) (**ภาพที่ 2**) ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า มะม่วงทั้ง 6 สายพันธุ์ เป็นมะม่วงลูกผสมที่มีพันธุกรรมแตกต่างจากพันธุ์ Keitte และ มหาชนก ซึ่งเป็นพันธุ์พ่อแม่ สามารถแบ่งกลุ่มมะม่วงได้ 4 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 มีเพียงพันธุ์เดียว คือ Keitte

กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มที่มีประชากรใหญ่สุด ประกอบด้วย มหาชนก Hybrid1 Hybrid2 Hybrid3 และ Hybrid4

กลุ่มที่ 3 มีเพียงพันธุ์เดียว คือ Hybrid5

กลุ่มที่ 4 มีเพียงพันธุ์เดียว คือ Hybrid7

2. มะม่วงลูกผสม Sensation×SK0072 จำนวน 2 ต้น สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอได้ 43 ไพรเมอร์ ไม่สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอได้ 7 ไพรเมอร์ คือ SSR1 SSR8 SSR22 SSR23 SSR26 SSR27 และ SSR37 พบแถบดีเอ็นเอที่เป็น Polymorphic จำนวน 102 แถบ จากไพรเมอร์ 39 ไพรเมอร์ และไพรเมอร์ที่ให้แถบดีเอ็นเอเป็น Monomorphic จำนวน 8 แถบจาก 4 ไพรเมอร์ คือ SSR6 SSR34 SSR38 และ SSR39 นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมมะม่วงลูกผสม 2 สายพันธุ์ เปรียบเทียบกับพันธุ์ Sensation และ SK0072 โดยมะม่วงที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความเหมือนมากที่สุด คือ Sensation และ Hybrid68 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ความเหมือนเท่ากับ 0.555 หรือ 55.5 เปอร์เซ็นต์ และพันธุ์ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความเหมือนน้อยที่สุด คือ SK0072 และ Hybrid7 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ความเหมือนเท่ากับ 0.427 หรือ 42.7 เปอร์เซ็นต์

หลังจากนั้นจัดกลุ่มด้วยวิธี Unweighted pair group arithmetic average (UPGMA) (**ภาพที่ 3**) ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า มะม่วงทั้ง 2 สายพันธุ์ เป็นมะม่วงลูกผสมที่มีพันธุกรรมแตกต่างจากพันธุ์ Sensation และ SK0072 ซึ่งเป็นพันธุ์พ่อแม่ สามารถแบ่งกลุ่มมะม่วงได้ 2 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยมะม่วงพันธุ์ Sensation SK0072 และ Hybrid68

กลุ่มที่ 2 มีเพียงมะม่วงลูกผสมสายพันธุ์เดียวคือ Hybrid67

3. มะม่วงลูกผสม SK0080×Kent (55) จำนวน 1 ต้น สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอได้ 35 ไพรเมอร์ ไม่สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอได้ 15 ไพรเมอร์ คือ SSR1 SSR3 SSR4 SSR8 SSR11 SSR12 SSR15 SSR20 SSR21 SSR22 SSR23 SSR25 SSR26 SSR27 และ SSR37 พบแถบดีเอ็นเอที่เป็น Polymorphic จำนวน 79 แถบ จาก 31 ไพรเมอร์ และไพรเมอร์ที่ให้แถบดีเอ็นเอเป็น Monomorphic จำนวน 4 แถบจาก 4 ไพรเมอร์ คือ SSR2 SSR14 SSR33 และ SSR34 นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมมะม่วงลูกผสม เปรียบเทียบกับพันธุ์ SK0080 และ Kent (55) โดยมะม่วงที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความเหมือนมากที่สุด คือ SK0080 และ มะม่วงลูกผสม โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ความเหมือนเท่ากับ 0.553 หรือ 55.3 เปอร์เซ็นต์

หลังจากนั้นจัดกลุ่มด้วยวิธี Unweighted pair group arithmetic average (UPGMA) (**ภาพที่ 4**) ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า มะม่วงลูกผสมมีพันธุกรรมแตกต่างจากพันธุ์ SK0080 และ Kent (55) ซึ่งเป็นพันธุ์พ่อแม่ สามารถแบ่งกลุ่มมะม่วงได้ 2 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยมะม่วงสายพันธุ์ SK0080 และ มะม่วงลูกผสม

กลุ่มที่ 2 มีเพียงมะม่วงพันธุ์เดียวคือ Kent (55)

กรมวิชาการเกษตร

4. มะม่วงลูกผสม SK0082×Kensington (49) จำนวน 1 ต้น สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอได้ 35 ไพรเมอร์ ไม่สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอได้ 15 ไพรเมอร์ คือ SSR1 SSR3 SSR9 SSR11 SSR13 SSR15 SSR21 SSR22 SSR23 SSR26 SSR27 SSR34 SSR37 SSR39 และ SSR46 พบแถบดีเอ็นเอที่เป็น Polymorphic จำนวน 78 แถบ จาก 33 ไพรเมอร์ และไพรเมอร์ที่ให้แถบดีเอ็นเอเป็น Monomorphic จำนวน 2 แถบจาก 2 ไพรเมอร์ คือ SSR33 และ SSR38 นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมมะม่วงลูกผสม เปรียบเทียบกับพันธุ์ SK0082 และ Kensington (49) โดยมะม่วงที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความเหมือนมากที่สุด คือ SK0082 และ มะม่วงลูกผสม โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ความเหมือนเท่ากับ 0.575 หรือ 57.5 เปอร์เซ็นต์
หลังจากนั้นจัดกลุ่มด้วยวิธี Unweighted pair group arithmetic average (UPGMA) (**ภาพที่ 5**) ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า มะม่วงลูกผสมมีพันธุกรรมแตกต่างจากพันธุ์ SK0082 และ Kensington (49) ซึ่งเป็นพันธุ์พ่อแม่ สามารถแบ่งกลุ่มมะม่วงได้ 2 กลุ่ม ดังนี้
กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยมะม่วงสายพันธุ์ SK0082 และ มะม่วงลูกผสม
กลุ่มที่ 2 มีเพียงมะม่วงพันธุ์เดียวคือ Kensington (49)

การทดลองที่ 2 การศึกษาและรวบรวมลักษณะเด่นทางคุณภาพของมะม่วงพันธุ์ดั้งเดิมเพื่อประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์และพัฒนาเป็นพันธุ์การค้าใหม่สำหรับการบริโภคสดและแปรรูป

จากการศึกษาลักษณะทางคุณภาพของมะม่วงจำนวน 63 พันธุ์ ที่มีน้ำหนักผลระหว่าง 200-500 กรัม ปลูกในแปลงจังหวัดศรีสะเกษ โดยคัดเลือกพันธุ์ที่มีลักษณะเด่นจากข้อมูลลักษณะประจำพันธุ์และลักษณะด้านคุณภาพเบื้องต้นที่มีการจดบันทึก รวบรวมไว้ ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ และศูนย์วิจัยพืชสวนสุโขทัย ทำการวิเคราะห์ในระยะพร้อมบริโภคเพื่อเปรียบเทียบศักยภาพของพันธุ์ จำนวน 17 ลักษณะ ได้แก่น้ำหนักผล ความกว้าง ความยาว และความหนา ของผลและเมล็ด ความหนาของผิวผล-เนื้อผล สีผิวผล-เนื้อผล ความแน่นเนื้อผิวผล-เนื้อผล ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (%TA) ปริมาณวิตามินซี (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด)

การศึกษาลักษณะทางคุณภาพของมะม่วงดิบ

พบพันธุ์มะม่วงดิบที่มีศักยภาพจำนวน 17 พันธุ์เปรียบเทียบกับพันธุ์การค้าเดิมได้แก่ แก้ว ศก 007 R2E2 น้ำดอกไม้สีทอง มหาชนก และแก้วขมิ้น มีน้ำหนักผลระหว่าง 207.63 - 533.08 กรัม มีร้อยละน้ำหนักเนื้อมะม่วงระหว่าง 69.58 - 85.59 พันธุ์ที่มีร้อยละของเนื้อมากกว่า 80% ได้แก่ พรวนขอ ไข่มุกแดง เทพทอง Lippen Lahor India Keitte และทองดำ ค่าความแน่นเนื้อของผลมะม่วงดิบระหว่าง 0.68 - 0.83 พันธุ์ที่มีค่าความแน่นเนื้อของผลมากกว่า 0.80 ได้แก่ ทองดำ ตาลปากกระบอก Lippen Keitte Kohrade ทองขาว และ ไข่มุกแดง ค่าสีเปลือกพบว่าค่าสีของมะม่วงส่วนใหญ่แสดงสีเขียว พันธุ์ที่มีสีเขียวเข้มที่สุดได้แก่พันธุ์ทองคำมีค่าสี 113.23 ยกเว้นมะม่วงไข่มุกแดงค่าสีแสดงสีเหลืองอมส้ม (76.06) ค่าของแข็งที่ละลายน้ำได้มีค่าระหว่าง 6.42 – 11.14 °Brix พันธุ์ที่มีค่าของแข็งที่ละลายน้ำมากกว่า 10 °Brix ได้แก่ ทองดำ Lahor India Aromanis ทองขาว และพรวนขอ ค่าสัดส่วนระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และร้อยละของกรดที่ไตเตรทได้มีค่าระหว่าง 2.31 – 12.38 พันธุ์ทองดำ และไข่มุกแดง มีค่าสูงที่สุด 12.38 และ 11.49 ตามลำดับ ปริมาณวิตามินซีมะม่วง

กรมวิชาการเกษตร

ดิบมีค่าระหว่าง 1.71 - 67.84 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด พันธุ์ที่มีปริมาณวิตามินซีสูงกว่า 30 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด ได้แก่ Keitte Salam (กลม) อินเดียเล็ก เทพทอง ระเด่นเขียว และไข่มุกแดง โดยมีค่า 67.84 63.73 49.13 46.64 43.54 และ 36.64 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ ร้อยละของน้ำหนักแห้งมะม่วงดิบมีค่าระหว่าง 11.58 - 23.23 พันธุ์ทองดำ สาวกระทืบหอ และ พรามทัณฑ์ขายเมีย มีค่าร้อยละของน้ำหนักแห้งมากกว่า 20

การศึกษาลักษณะทางคุณภาพของมะม่วงสุก

พบพันธุ์มะม่วงสุกที่มีศักยภาพจำนวน 18 พันธุ์เปรียบเทียบกับพันธุ์การค้าเดิมได้แก่ แก้ว ศก 007 R2E2 น้ำดอกไม้สีทอง มหาชนก เขียวเสวย และแก้วขมิ้น มีน้ำหนักผลระหว่าง 210.43 - 590.61 กรัม มีร้อยละน้ำหนักเนื้อมะม่วงระหว่าง 74.99 - 84.84 พันธุ์ที่มีร้อยละของเนื้อมากกว่า 80% ได้แก่ เทพทอง จันทร์เจ้าขา ออสเตรเลีย Hong Xing Ya Qui Fei ไข่มุกแดง Keitte สามปี Haden และออนชอน ความแน่นเนื้อไม่ปอกเปลือกมะม่วงสุก มีค่าระหว่าง 0.51 – 0.76 พันธุ์ที่มีค่าความแน่นเนื้อไม่ปอกเปลือกมากกว่า 0.70 ได้แก่ Haden Salam ยาว และออนชอน ความแน่นเนื้อปอกเปลือกมะม่วงสุกมีค่าระหว่าง 0.26 – 0.55 พันธุ์ที่มีค่าความแน่นเนื้อปอกเปลือกมากกว่า 0.50 ได้แก่ Haden เวียดนาม เทพทอง และ Salam ยาว ค่าสีเปลือกพบว่าค่าสีของมะม่วงสุกส่วนใหญ่แสดงเหลืองเหลืองอมส้มจนถึงสีเหลืองมีค่าระหว่าง 62.05 - 97.27 ยกเว้นมะม่วงไข่มุกแดงค่าสีเปลือกแสดงสีแดง (35.85) ค่าสีเนื้อมะม่วงสุกมีค่าระหว่าง 63.36 - 76.01 แสดงสีเหลืองอมส้ม - เหลือง ค่าของแข็งที่ละลายน้ำได้มีค่าระหว่าง 12.54 – 27.5 °Brix มะม่วงสุกพันธุ์ที่มีค่าของแข็งที่ละลายน้ำมากกว่า 20 °Brix ได้แก่ สามปี ฟ้าลั่น เขียวไข่กา เวียดนาม Sentation ออสเตรเลีย และแตงกวา ปริมาณวิตามินซีมะม่วงสุกมีค่าระหว่าง 2.60 - 39.64 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด พันธุ์ที่มีปริมาณวิตามินซีสูงสองลำดับแรกได้แก่ สามปี และไข่มุกแดง

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะต่าง ๆ ด้วย Pearson's correlation analysis

จากการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางคุณภาพของมะม่วง 12 ลักษณะ ในมะม่วง 63 พันธุ์ พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในทิศทางเดียวกันของความแน่นเนื้อไม่ปอกเปลือกของมะม่วงสุกและความแน่นเนื้อปอกเปลือกของมะม่วงสุก (0.710**) ความแน่นเนื้อไม่ปอกเปลือกของมะม่วงสุกยังมีความสัมพันธ์ในทิศตรงกันข้ามกับค่าของแข็งที่ละลายน้ำได้มะม่วงสุก (-0.306*) และค่าสัดส่วนระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และร้อยละของกรดที่ไตเตรทได้ (-0.346**) ความแน่นเนื้อปอกเปลือกมะม่วงสุก มีความสัมพันธ์ในทิศตรงกันข้ามกับ ค่าสัดส่วนระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และร้อยละของกรดที่ไตเตรทได้ (-0.298*) ขณะที่ค่าสีเปลือกมะม่วงสุกมีความสัมพันธ์กับ ค่าของแข็งที่ละลายน้ำได้มะม่วงสุก (0.320*) ค่าสีเปลือกมะม่วงดิบ (0.575**) และค่าสัดส่วนระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และร้อยละของกรดที่ไตเตรทได้ (0.435**) ค่าสีเนื้อมะม่วงสุกมีความสัมพันธ์ในทิศตรงข้ามกับปริมาณวิตามินซีในมะม่วงสุก (-0.254*) และค่าสัดส่วนระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และร้อยละของกรดที่ไตเตรทได้ (-0.254*) ค่าของแข็งที่ละลายน้ำได้ในมะม่วงสุกมีความสัมพันธ์กับค่าสีเปลือกมะม่วงดิบ (0.493**) และ ร้อยละของน้ำหนักแห้งมะม่วงดิบ (0.498**) และในทิศตรงกันข้ามกับปริมาณวิตามินซีในมะม่วงดิบ (-0.249*) ปริมาณวิตามินซีในมะม่วงดิบมีความสัมพันธ์ในทิศตรงกันข้ามกับค่าสีเปลือกมะม่วงดิบ (-0.278*) ค่าสัดส่วนระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และร้อยละของกรดที่ไตเตรทได้ (–0.265*) และร้อยละของ

กรมวิชาการเกษตร

น้ำหนักแห้งมะม่วงดิบ (-0.275*) ร้อยละของกรดที่ไตเตรทได้ในมะม่วงดิบ มีความสัมพันธ์ในทิศทางที่ตรงกันข้ามกับค่าสัดส่วนระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และร้อยละของกรดที่ไตเตรทได้ (-0.706**)

การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal component analysis)

เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบหลักด้วยลักษณะทางคุณภาพของผลมะม่วง 12 ลักษณะ ได้พิจารณาค่า Factor loading ใน Factor ต่าง ๆ พบว่าไม่เห็นความแตกต่างกันอย่างชัดเจนทำให้ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ ดังนั้นจึงได้ทำการหมุนแกนปัจจัยโดยวิธี Varimax ทำให้อธิบายลักษณะทางคุณภาพของผลมะม่วงได้ครอบคลุมมากยิ่งขึ้น หลังจากหมุนแกนปัจจัยพบว่า มี 4 องค์ประกอบหลักที่ค่า eigenvalues มากกว่า 1 และครอบคลุมความแปรปรวนของตัวแปรทั้งหมด 65.804 % (ตารางที่ 5) โดยองค์ประกอบหลักที่ 1 (PC1) มีค่า eigenvalues 2.266 สามารถอธิบายความแปรปรวนได้ 18.885% องค์ประกอบหลักนี้ประกอบด้วยลักษณะที่เกี่ยวข้องกับค่าของแข็งที่ละลายน้ำได้ในมะม่วงสุก ร้อยละของน้ำหนักแห้งมะม่วงดิบ และสีเปลือกมะม่วงดิบ องค์ประกอบหลักที่ 2 (PC2) องค์ประกอบหลักที่ 3 (PC3) และองค์ประกอบหลักที่ 4 (PC4) มีค่า eigenvalues 2.042 1.816 และ 1.772 ตามลำดับ และสามารถอธิบาย ความแปรปรวนได้ 17.018 15.131 และ 14.770% ตามลำดับ องค์ประกอบหลักที่ 2 เกี่ยวข้องกับค่าสัดส่วนระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และร้อยละของกรดที่ไตเตรทได้ของมะม่วงดิบ และร้อยละของกรดที่ไตเตรทได้ของมะม่วงดิบ องค์ประกอบหลักที่ 3 เกี่ยวข้องกับค่าความแนนเนื้อไม่ปอกเปลือกมะม่วงสุก และความแน่นเนื้อปอกเปลือกมะม่วงสุก องค์ประกอบหลักที่ 4 เกี่ยวข้องกับค่าค่าสีเปลือกได้แก่สีเปลือกมะม่วงสุกและสีเปลือกมะม่วงดิบ และและปริมาณวิตามินซีในมะม่วงสุก

แน่นเนื้อปอกเปลือกของมะม่วงสุก (0.710**)

กิจกรรมที่ 2 การปรับปรุงพันธุ์มะม่วงแปรรูปในเชิงอุตสาหกรรม

การทดลองที่ 1 การคัดเลือกคุณลักษณะพ่อ-แม่พันธุ์มะม่วงที่เหมาะสม เพื่อสร้างมะม่วงสายพันธุ์ใหม่สำหรับการแปรรูปใน เชิงอุตสาหกรรม

ผลการดำเนินการแปรรูปมะม่วงโดยการอบแห้งด้วยเครื่อง Heat pump Dryer จำนวน 10 พันธุ์ คือ อินเดียเล็ก (India) ลิปเปนส์ (Lippen) อาร์ทูอีทู (R2E2) ออสเตรเลีย (Australia) มหาชนก (Mahachanok) เคนซิงตัน (Kensington) น้ำดอกไม้ (Namdokmai) อกร่องพิกุลทอง (Okrong Phikunthong) แก้ว 007 (Keaw 007) และแก้วขมิ้น (Keaw Kamin) โดยมะม่วงทุกพันธุ์มีความแก่ 75% และแต่ละพันธุ์มีลักษณะทางการเกษตรดังนี้

พันธุ์อินเดียเล็ก มีการออกดอกและติดผลง่าย (easy) มีดัชนีการเก็บเกี่ยวต้นฤดูกาล เป็นพันธุ์เบา (Early season) ซึ่งให้ผลผลิตเร็วกว่าทุกพันธุ์ถึง 2 สัปดาห์ ทรงผลรูปทรงรี เปลือกผลดิบสีเขียว (G143C) เปลือกผลสุกมีสีเหลืองส้มแกมแดง (O-N25B) (ตารางที่ 11)

พันธุ์ลิปเปนส์ มีการออกดอกและติดผลปานกลาง (intermediate) มีดัชนีการเก็บเกี่ยวปานกลาง (medium season) ทรงผลกลม เปลือกผลดิบสีเขียว (G143B) เปลือกผลสุกมีสีเหลืองแกมแดง (YO17C) (ตารางที่ 11)

กรมวิชาการเกษตร

พันธุ์อาร์ทูอีทู มีการออกดอกและติดผลง่าย (easy) มีดัชนีการเก็บเกี่ยวปานกลาง (medium season) ทรงผลกลม เปลือกผลดิบสีเขียว (YG143B) เปลือกผลสุกมีสีเหลืองแกมแดง (Y13A) (ตารางที่ 11)

พันธุ์ออสเตรเลีย มีการออกดอกและติดผลปานกลาง (intermediate) มีดัชนีการเก็บเกี่ยวปานกลาง (medium season) ทรงผลกลม เปลือกผลดิบสีเขียว (YG144B) เปลือกผลสุกมีสีเหลืองแกมแดง (YO23A) (ตารางที่ 11)

พันธุ์มหาชนก มีมีการออกดอกและติดผลง่าย (easy) มีดัชนีการเก็บเกี่ยวปานกลาง (medium season)ทรงผลทรงกระบอก เปลือกผลดิบสีเขียวอ่อน (YG144B) เปลือกผลสุกมีสีเหลืองแกมแดง (YO17B)

พันธุ์เคนซิงตัน มีการออกดอกและติดผลปานกลาง (intermediate) มีดัชนีการเก็บเกี่ยวปานกลาง (medium season) ทรงผลกลม เปลือกผลดิบสีเขียว (YG143A) เปลือกผลสุกมีสีเหลือง (Y7A)

พันธุ์น้ำดอกไม้ มีการออกดอกและติดผลง่าย (easy) มีดัชนีการเก็บเกี่ยวปานกลาง (medium season) ทรงผลรูปทรงรี เปลือกผลดิบสีเขียว (G144B) เปลือกผลสุกมีสีเหลือง (YO14B)

พันธุ์อกร่องพิกุลทอง มีการออกดอกและติดผลปานกลาง (intermediate) มีดัชนีการเก็บเกี่ยวปานกลาง (medium season) ทรงผลรูปชอบขนาน เปลือกผลดิบสีเขียวอ่อน (YG144C) เปลือกผลสุกมีสีเหลืองอ่อน (Y11A) (ตารางที่ 11)

พันธุ์แก้ว 007 มีการออกดอกและติดผลง่าย (easy) มีดัชนีการเก็บเกี่ยวเบา (early season) ทรงผลรูปไข่กลับ เปลือกผลดิบสีเขียว (YG144A) เปลือกผลสุกมีสีเหลือง (Y14A)

พันธุ์แก้วขมิ้น มีการออกดอกและติดผลง่าย (easy) มีดัชนีการเก็บเกี่ยวต้นฤดูกาล (medium season) ทรงผลไข่กลับ เปลือกผลดิบสีเขียว (YG144B) เปลือกผลสุกมีสีเหลือง (Y13A)

คุณภาพของเนื้อมะม่วงทั้ง 10 พันธุ์ พบว่า ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ (TSS) ของมะม่วงน้ำดอกไม้และอกร่องพิกุลทอง มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำมากที่สุด คือ 22.67 และ 22.33 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ รองลงมา พันธุ์อาร์ทูอีทู แก้ว 007 แก้วขมิ้น มหาชนก ออสเตรเลีย และเคนซิงตัน มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ 17.93 16.33 16.33 15.67 15.11 และ 13.78 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ ตามลำดับ พันธุ์อินเดียเล็กและลิปเปนส์ เป็นพันธุ์ที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำน้อยที่สุด คือ 12.79 และ 12.56 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ ตามลำดับ (ตารางที่ 12)

ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของมะม่วงทุกพันธุ์มีค่าความเป็นกรดสูง อยู่ที่ 3.42-4.87 (ตารางที่ 12)

ปริมาณกรดซิตริคพันธุ์มหาชนก และออสเตรเลีย มีปริมาณกรดซิตริคมากที่สุด คือ 0.91 และ 0.93 เปอร์เซ็นต์ มะม่วงน้ำดอกไม้ อินเดียเล็ก และอกร่องพิกุลทอง มีปริมาณกรดซิตริค น้อยที่สุด คือ 0.13 0.18 และ 0.18 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พันธุ์อื่นๆ มีปริมาณกรดซิตริค 0.20-0.49 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 12)

ปริมาณเส้นใยสดต่อน้ำหนักเนื้อ 100 กรัม พบว่ามะม่วงพันธุ์อินเดียเล็ก มีปริมาณมากที่สุด คือ 0.76 กรัม รองลงมา คือพันธุ์ลิปเปนส์ แก้ว 007 และอาร์ทูอีทู มีปริมาณเส้นใยสด 0.57 0.56 และ 0.53 กรัม ตามลำดับ พันธุ์อกร่องพิกุลทองมีปริมาณเส้นใยน้อยที่สุด คือ 0.20 กรัม (ตารางที่ 12)

กรมวิชาการเกษตร

ค่าความแน่นเนื้อของมะม่วงน้ำดอกไม้ และมหาชนก มีค่ามากที่สุด คือ 7.26 และ 7.14 นิวตันต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ รองลงมา คือ พันธุ์แก้วขมิน ออสเตรเลีย แก้ว007 อาร์ทูอีทู และเคซิงตัน มีค่าความแน่เนื้อ6.90 6.72 6.49 6.48 และ 6.39 นิวตันต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ และพันธุ์อกร่องพิกุลทอง อินเดียเล็ก และ ลิปเปนส์ มีค่าความแน่เนื้อน้อยสุด 5.91 5.39 และ 5.38 นิวตันต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 12)

มะม่วงพันธุ์อินเดียเล็ก อาร์ทูอีทู มหาชนก แก้ว007 และแก้วขมิ้น เนื้อสีเหลืองเข้ม พันธุ์ลิปเปนส์ ออสเตรเลีย เคนซิงตัน น้ำดอกไม้ มีเนื้อสีเหลือง และพันธุ์อกร่องพิกุลทอง เนื้อสีเหลืองอ่อน

คุณภาพผลผลิตของมะม่วงทั้ง 10 พันธุ์ ก่อนทำการแปรรูปโดยวิธีการอบแห้ง พบว่า น้ำหนักผลสดต่อผลมะม่วงแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง พันธุ์ที่มีน้ำหนักสดทั้งผลมากที่สุด คือ ออสเตรเลีย มีน้ำหนัก 670.78 กรัม รองลงมา คือ มหาชนก อาร์ทูอีทู อกร่องพิกุลทอง เคนซิงตัน น้ำดอกไม้ อินเดียเล็ก แก้ว 007 และแก้วขมิ้น มีน้ำหนักสดต่อผล คือ 525.22 483.13 426.34 398.78 377.67 371.44 348.00 และ 344.11 กรัม ตามลำดับ พันธุ์ที่มีน้ำหนักน้อยที่สุด คือ ลิปเปนส์ มีน้ำหนักสดต่อผล 248.78 กรัม (ตารางที่ 13)

เปอร์เซ็นต์น้ำหนักสดของมะม่วง ภายหลังปอกเปลือกเพื่อแยกส่วนของเปลือก เนื้อและเมล็ด พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทุกพันธุ์ โดยพันธุ์อาร์ทูอีทู มีเปอร์เซ็นต์เนื้อมากที่สุด คือ 82.83 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์เปลือกน้อยที่สุด คือ 6.89 เปอร์เซ็นต์ และเปอร์เซ็นต์เมล็ด 9.30 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ เคนซิงตัน และพันธุ์น้ำดอกไม้ มีเปอร์เซ็นต์เนื้อ คือ 81.45 และ 79.04 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์เปลือก คือ 8.77 และ 8.79 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์เมล็ด 11.65 และ 11.32 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พันธุ์ลิปเปนส์ มีเปอร์เซ็นต์เนื้อน้อยที่สุด คือ 69.68 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์เปลือก 11.02 เปอร์เซ็นต์ และเปอร์เซ็นต์เมล็ดมากถึง 15.65 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 13)

ภายหลังทำการอบแห้งเนื้อมะม่วงสด น้ำหนัก 2 กิโลกรัม ต่อพันธุ์ ของมะม่วงทั้ง 10 พันธุ์ ด้วยเครื่อง Heat pump Dryer อุณหภูมิ 60 °C นาน 8-10 ชั่วโมง สามารถลดความชื้นของเนื้อมะม่วงอบแห้งไม่เกิน 12 เปอร์เซ็นต์ พบว่า พันธุ์ออกร่องพิกุลทองมีน้ำหนักแห้งมากที่สุด คือ 0.74 กรัม มีอัตราส่วนผลสดต่อผลแห้ง 3:1 คิดเป็นเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 63.05 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากมะม่วงอกร่องมีปริมาณน้ำตาลมากจึงเกิดรอยไหม้ ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูไม่น่ารับประทาน ส่วนพันธุ์ที่มีน้ำหนักแห้งรองลงมา คือ มะม่วงน้ำดอกไม้ แก้ว007 แก้วขมิ้น เคนซิงตัน ออสเตรเลีย และมหาชนก มีน้ำหนักแห้ง 0.44 0.42 0.39 0.39 0.39 และ 0.36 กรัม ตามลำดับ ทุกพันธุ์มีอัตราส่วนผลสดต่อผลแห้ง 5:1 ยกเว้นพันธุ์น้ำดอกไม้มีอัตราส่วน 4:1 เมื่อคิดเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด คือ 78.19 79.09 80.65 80.54 80.33 และ 81.94 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ
มะม่วงทุกพันธุ์ภายหลังการอบแห้ง มีปริมาณน้ำอิสระ (a_W) น้อยกว่า 0.75 เปอร์เซ็นต์ ตามเกณฑ์มาตรฐานผลไม้อบแห้ง ของ มผช.๑๓๖/๒๕๔๖ (ตารางที่ 14)

คุณภาพของเนื้อมะม่วงภายหลังการอบแห้ง พบว่า ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ (TSS) ของอกร่องพิกุลทอง มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำมากที่สุด คือ 14.00 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ รองลงมา พันธุ์แก้ว 007 อินเดียเล็ก น้ำดอกไม้ และอาร์ทูอีทู มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ 12.50 12.00 12.00 และ 12.00 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ ตามลำดับ พันธุ์ลิปเปนส์ เป็นพันธุ์ที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำน้อยที่สุด คือ 9.50 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ (ตารางที่ 14)

กรมวิชาการเกษตร

ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) นอกจากนี้ค่าความเป็นกรด-ด่าง จะผันแปรตามความอ่อน-แก่ของมะม่วงแต่ละพันธุ์ โดยพบว่า หากมะม่วงที่เก็บแก่ 75 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำมาแปรรูปมะม่วงทุกพันธุ์มีค่าความเป็นกรดสูง อยู่ที่ 2.20-4.85 (ตารางที่ 14)

ปริมาณกรดซิตริด มะม่วงอาร์ทูอีทู มีปริมาณกรดซิตริคมากที่สุด คือ 0.77 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ พันธุ์ออสเตรเลีย มหาชนก อินเดียเล็ก และเคนซิงตัน มีปริมาณกรดซิตริค 0.49 0.49 0.48 และ 0.47 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มะม่วงอกร่องพิกุลทอง และน้ำดอกไม้ มีปริมาณกรดซิตริค น้อยที่สุด คือ 0.14 และ 0.16 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 14)

ปริมาณเส้นใยทั้งหมดต่อน้ำหนักเนื้อ 100 กรัม พันธุ์แก้ว007 มีปริมาณมากที่สุด คือ 12.24 กรัม รองลงมา คือพันธุ์ออสเตรเลีย และอินเดียเล็กมีปริมาณเส้นใยทั้งหมด 10.40 และ 10.19 กรัม ตามลำดับ พันธุ์เคนซิงตันและอกร่องพิกุลทอง มีปริมาณเส้นใยทั้งหมด 7.62 และ 7.90 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 14)

ปริมาณวิตามินเอ (β-Carotene) ของมะม่วงอบแห้ง มีปริมาณสูงในเนื้อมะม่วงสีเหลืองและสีส้ม พันธุ์มะม่วงแก้ว 007 มีปริมาณสูงถึง 7,599.90 ไมโครกรัมต่อนำหนัก 100 กรัม รองลงมา คือ พันธุ์ ลิปเปนส์ มีปริมาณ 4,234.80 ไมโครกรัมต่อนำหนัก 100 กรัม และพันธุ์อื่นๆ มีปริมาณวิตามินเอ อยู่ระหว่าง 2,079.72 - 3,368.88 หน่วย ยกเว้น พันธุ์อกร่องพิกุลทอง มีสีเนื้อเหลืองอ่อน มีปริมาณวิตามินเอน้อยที่สุด คือ 527.34 หน่วย (ตารางที่ 14)

ปริมาณวิตามินซี ทุกพันธุ์มีปริมาณอยู่ที่ 45.03-98.10 มิลลิกรัมต่อน้ำหนัก 100 กรัม ยกเว้น พันธุ์อกร่องพิกุลทอง มีปริมาณวิตามินซีน้อยที่สุด คือ 17.47 มิลลิกรัมต่อน้ำหนัก 100 กรัม (ตารางที่ 14) โดยปริมาณวิตามินซีจะแปรผกผันตามปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และมีค่าความเป็นกรด-ด่างเพิ่มขึ้น

การประเมินความพึงพอใจของมะม่วงอบแห้ง โดยผู้ชิมที่ผ่านการอบรม 20 คน โดยวิธี 5 hedonic scale ของมะม่วงทั้ง 10 พันธุ์ ระดับคะแนนความชอบจากน้อยไปหามาก (คะแนน 1-5) พิจารณาลักษณะทั่วไป กลิ่นรสชาติ ความเหนียว ความแห้ง พบว่า คะแนนความชอบโดยรวม มะม่วงพันธุ์เคนซิงตัน และมะม่วงแก้ว 007 มีคะแนนมากที่สุด คือ 3.8 และ 3.8 คะแนน ตามลำดับ รองลงมาคือ พันธุ์ น้ำดอกไม้และแก้วขมิ้น มีคะแนนความชอบรวม คือ 3.5 และ 3.5 คะแนน ตามลำดับ โดยลักษณะเด่นพันธุ์แก้วขมิ้น มีลักษณะที่ปรากฏและกลิ่น เป็นที่ชื่นชอบของผู้ชิมมากถึง 4.0 และ 4.0 คะแนน ตามลำดับ และพันธุ์เคนซิงตัน แก้ว 007 และแก้วขมิ้น มีรสชาติเป็นที่ชื่นชอบของผู้ชิม สูง 4.0 3.8 และ 3.8 คะแนน ตามลำดับ (ตารางที่ 15)

ภายหลังการเก็บรักษาในถุงฟลอยด์มีซิปด้านหน้าใส ถุงละ 10 กรัม เก็บในกล่องพลาสติกวางบนโต๊ะ และขีดชอคกันมดรอบกล่อง เพื่อป้องกันมดและแมลง อุณหภูมิห้อง 30.2-31.5 องศาเซลเซียส และ ความชื้นสัมพัทธ์ 67-77 เปอร์เซนต์ นาน 120 วัน พบว่า เนื้อมะม่วงอบแห้งมีความชื้นเพิ่มขึ้น เนื้อมะม่วงติดกันเป็นกลุ่ม ลอกออกจากกันได้ยากขึ้น แต่ไม่พบการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ (ภาพที่ 7) เนื่องจากปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำที่น้อยร่วมกับค่าความเป็นกรดสูง คือ pH น้อยกว่า 4.5 ความชื้นผลิตภัณฑ์เริ่มต้นไม่เกิน 12 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณน้ำอิสระ น้อยกว่า 0.6 ทำให้เนื้อมะม่วงอบแห้งไม่อยู่ในสภาวะที่เชื้อจุลินทรีย์จะเจริญเติบโตได้ แต่สีของมะม่วงอบแห้งเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลคล้ำ (Browning) และหากมีความชื้นในซองบรรจุเพิ่มขึ้น อาจทำให้สภาพของเนื้อมะม่วงอบแห้งเปลี่ยนไป เชื้อจุลินทรีย์จะสามารถเจริญเติบโตได้ จึงควรมีการใส่วัตถุกันชื้นในระหว่างการเก็บรักษาเพิ่มเติม เพื่อยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงอบแห้ง

กรมวิชาการเกษตร

<u>การทดลองที่ 2 การสร้างมะม่วงลูกผสมชั่วที่ 1 สำหรับการปรับปรุงพันธุ์มะม่วงเพื่อ การแปรรูป</u>

จากการดำเนินการเตรียมความพร้อมต้นมะม่วง ทั้ง 10 พันธุ์ พันธุ์ละ 5 ต้น ผสมพันธุ์มะม่วง จำนวน 10 พันธุ์ คือ น้ำดอกไม้ เบอร์ 4 (ศก. 0082) แก้ว 007 แก้วขมิ้น มหาชนก ออสเตรเลีย เคนซิงตัน อินเดียเล็ก อาร์ทูอีทู จินฮวง และลิปเปน แบบสลับคู่ผสม สามารถดำเนินการผสม 21 คู่ผสม คิดเป็นจำนวนการผสมช่อดอก 489 ช่อ ภายหลังการผสม 14 วัน เมื่อเปิดถุงคลุมช่อ พบการติดผลขนาดเท่าเมล็ดถั่ว จำนวน 48 ผล เมื่ออายุ 30 วัน ภายหลังการผสม ผลมะม่วงลูกผสม มีการร่วงหล่น จากโรคและแมลงเข้าทำลายแมลงและมีการจัดการในระบบน้ำ ไม่เพียงพอในระหว่างการดูแลรักษา ทำให้เหลือผลมะม่วงที่เจริญเติบโต จนกระทั่งเก็บผลผลิตได้เพียง 10 ผล คือ

1. น้ำดอกไม้ เบอร์ 4 (ศก. 0082) x เคนซิงตัน จำนวน 4 ผล 2. จินฮวง x มหาชนก จำนวน 3 ผล และ 3. อาร์ทูอีทู x น้ำดอกไม้ เบอร์ 4 (ศก.0082) จำนวน 3 ผล

เมื่ออายุผล 100-120 วัน หลังการผสมติดผลมะม่วงทั้ง 10 ผล นำผลมาชั่งน้ำหนัก และวัดขนาดผลเบื้อต้น ของมะม่วงทั้ง 10 ผล พบว่า 1. ลูกผสมระหว่าง น้ำดอกไม้ เบอร์ 4 (ศก. 0082) x เคนซิงตัน ทั้ง 4 ผล (ภาพที่ 8)
มีน้ำหนักผลปานกลาง คือ 192.5-369.1กรัม สีเปลือกผลแก่มีสีเหลือง กลุ่ม YG16B สีเนื้อมีสีเหลือง กลุ่ม YOG17A

ขนาดความกว้างของผล คือ 6.4-7.7 เซนติเมตร ความยาวผล 8.7-11.7 เซนติเมตร ความหนาเนื้อ 2.0-2.7 เซนติเมตร เนื้อผลค่อนข้างนิ่ม มีค่าความแน่นเนื้อ 0.4-0.5 นิวตันต่อตารางเซนติเมตร และมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 17-20 เปอร์เซ็นต์ริกซ์ (ตารางที่ 17)

2. ลูกผสมระหว่าง จินฮวง x มหาชนก จำนวน 3 ผล (ภาพที่ 2) ทรงผลยาวรี ผลขนาดใหญ่ มีน้ำหนักผลปานกลาง คือ 324.7-412.4 กรัม สีเปลือกผลแก่มีสีเหลือง กลุ่ม YOG15A สีเนื้อ มีสีเหลือง กลุ่ม YOG17A (ตารางที่ 2) ขนาดความกว้างของผล คือ 6.9-7.7 เซนติเมตร ความยาวผล 12.8-14.6 เซนติเมตร ความหนาเนื้อ 2.2-2.6 เซนติเมตร เนื้อผลค่อนข้างแข็ง มีค่าความแน่นเนื้อ 0.8 นิวตันต่อตารางเซนติเมตร และมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 13-20 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ (ตารางที่ 17)

3. ลูกผสมระหว่าง อาร์ทูอีทู x น้ำดอกไม้ เบอร์ 4 (ศก.0082) จำนวน 3 ผล (ภาพที่ 3) มีขนาดผลเล็ก ทรงผลสั้น น้ำหนักผลน้อยกว่าทั้ง 2 กลุ่ม คือ 221.8-269.4 กรัม สีเปลือกผลแก่มีสีเหลือง กลุ่ม YOG16A สีเนื้อ มีสีเหลือง กลุ่ม YOG21A (ตารางที่ 17) ขนาดความกว้างของผล คือ 7.1-7.8 เซนติเมตร ความยาวผล 10.1 เซนติเมตร ความหนาเนื้อ 1.8-2.2 เซนติเมตร เนื้อผลนิ่ม มีค่าความแน่นเนื้อ 0.5-0.6 นิวตันต่อตารางเซนติเมตร และมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 21-23 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ (ตารางที่ 17)

กิจกรรมที่ 3 ปรับปรุงพันธุ์มะม่วงเพื่อบริโภคผลดิบ

<u>กิจกรรมย่อยที่ 3.1 การปรับปรุงพันธุ์มะม่วงเพื่อบริโภคผลดิบ</u>

กรมวิชาการเกษตร

การทดลองที่ 1 การรวบรวมพ่อแม่พันธุ์มะม่วงสำหรับปรับปรุงพันธุ์มะม่วงเพื่อบริโภคดิบ

จากการศึกษาข้อมูลลักษณะประจำพันธุ์ตาม descripter ของ IPGRI ลักษณะประจำพันธุ์ลำต้น ใบ ดอก และระยะการออกดอก มีลักษณะคล้ายคลึงกัน แต่ เปอร์เซ็นต์ดอกเพศผู้ จะพบมากในพันธุ์เพชรบ้านลาดและพันธุ์โชคอนันต์ เท่ากับ 86 และ 85 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าพันธุ์เขียวเสวย ที่ให้เปอร์เซ็นต์ดอกเพศผู้เท่ากับ 71 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์ดอกสมบูรณ์เพศ จะพบมากในพันธุ์มันทวาย และพันธุ์แก้วขมิ้น เท่ากับ 47 และ 38 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่า พันธุ์เขียวเสวยที่ให้เปอร์เซ็นต์ดอกสมบูรณ์เพศเท่ากับ 29 เปอร์เซ็นต์

พันธุ์ที่มีสีเปลือกผลดิบเป็นสีเขียวอมเหลือง และเนื้อผลดิบเป็นสีเหลืองคือพันธุ์แก้วขมิ้น ด้านความแน่นเนื้อของผลดิบ พบว่าพันธุ์ที่มีความแน่นเนื้อสูงสุดคือพันธ์โชคอนันต์ มันทวาย และฟ้าลั่น เท่ากับ -10.6 -8.3 และ -8.2 กิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 19)

พันธุ์ที่มีน้ำหนักผลมากที่สุดคือ พันธุ์มันทวาย โชคอนันต์ เขียวเสวย และแก้วขมิ้น เท่ากับ 320 318 312 และ304 กรัม ตามลำดับ พันธุ์ที่มีปริมาณเส้นใยน้อยคือ พันธุ์เพชรบ้านลาดและมันทลาย

การทดลองที่ 2 ผสมพันธุ์ลูกผสมชั่วที่ 1 สำหรับปรับปรุงพันธุ์มะม่วงเพื่อบริโภคผลดิบ

บังคับให้มะม่วงที่ใช้สำหรับเป็นพ่อแม่พันธุ์ออกดอก และผสมพันธุ์มะม่วงที่คัดเลือก โดยใช้คนช่วยผสมหรือการผสมด้วยมือ (ภาพที่ 34) จำนวน 10 คู่ผสม ได้แก่

1. พันธุ์เขียวเสวย x พันธุ์แก้วขมิ้น
2. พันธุ์แก้วขมิ้น x พันธุ์เขียวเสวย
3. พันธุ์เขียวเสวย x พันธุ์โชคอนันต์
4. พันธุ์โชคอนันต์ x พันธุ์เขียวเสวย
5. พันธุ์เขียวเสวย x พันธุ์มันทวาย
6. พันธุ์มันทวาย x พันธุ์เขียวเสวย
7. พันธุ์เขียวเสวย x พันธุ์ฟ้าลั่น
8. พันธุ์ฟ้าลั่น x พันธุ์เขียวเสวย
9. พันธุ์เขียวเสวย x พันธุ์เพชรบ้านลาด
10. พันธุ์เพชรบ้านลาด x พันธุ์เขียวเสวย

พบว่าได้ลูกผสมที่ติดผลมีอายุ 3 เดือน มีจำนวน 1 คู่ผสม คือคู่ผสมระหว่างพันธุ์แก้วขมิ้น x พันธุ์เขียวเสวย จำนวน 3 ผล สำหรับคู่ผสมอื่น ๆ พบว่าผสมไม่ติด แต่เมื่อเข้าสู่เดือนเมษายน 2564 ผลที่ได้เกิดจากการผสมพันธุ์ทั้งหมดหลุดร่วง (ตารางที่ 21)ทั้งนี้เนื่องจากในเดือนธันวาคม 2563 มีสภาพอากาศอุณหภูมิค่อนข้างต่ำมาก คือ 15 องศาเซลเซียส และเดือนมกราคม- กุมภาพันธ์ 2564 มี

กรมวิชาการเกษตร

อุณหภูมิ 13-15 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และมีช่วงระยะเวลาค่อนข้างนาน ส่งผลมะม่วงติดดอกล่าช้าคือในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ 2564 และดอกออกจำนวนน้อยมาก จึงได้ทำการผสมพันธุ์ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2564 และเมื่อทำการผสมพันธ์เรียบร้อย อุณหภูมิเริ่มสูงและเข้าสู่เดือนมีนาคม พ.ศ. 2564 อุณหภูมิสูงมากถึง 40 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 22) ซึ่งถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 35 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส จะทำให้เกสรตัวผู้เป็นหมัน ทำให้ผสมติด ถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 48 องศาเซลเซียส ควรต้องให้น้ำอย่างเพียงพอและทั่วถึง ถึงแม้ช่วงที่การออกดอกของจะถูกกระตุ้นจากอุณหภูมิที่ต่ำประมาณ 10-12 องศาเซลเซียส และสภาพแห้ง (dry period) แต่ในระยะออกดอกถ้าอุณหภูมิต่ำเกินไป เช่น 14 องศาเซลเซียส ทำให้เกิด รังไข่เป็นหมัน (ovule abortion) ซึ่งทำให้เกิดผลแบบ parthenocarpic หรือที่เรียกว่าผลกะเทย ซึ่งจะไม่โตมากนักเพราะมักจะไม่มีเมล็ด หรือถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 35 องศาเซลเซียส ทำให้ละอองเกสรมีอายุสั้นลง (เกษม, 2543) พร้อมทั้งมีการระบาดของเพลี้ยไฟในพื้นที่เขตภาคเหนือตอนล่าง และภาคกลางตอนบน ทำให้ผลที่ได้รับการผสมพันธ์หลุดล่วงค่อนข้างมาก สอดคล้องกับงานวิจัย ขวัญหทัย และคณะ (2561) พบว่าการผสมข้ามพันธุ์ด้วยวิธี (Hand pollination) มะม่วงมีเปอร์เซ็นต์การผสมติดที่สูง แต่เปอร์เซ็นต์การติดผลมีน้อย เนื่องจากมีปัจจัยหลายอย่าง เช่นการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ ความชื้น เปอร์เซ็นต์การงอกของละอองเกสร ความมีชีวิตของละอองเกสร โรคและแมลง ส่งผลทำให้ได้คู่ผสมไม่มาก ซึ่งในการผสมพันธุ์ในปีที่ 1 สามารถสร้างคู่ผสมได้เพียง 2 คู่ผสม คู่ผสมละ 1 ผล เท่านั้น

กิจกรรมย่อยที่ 3.2 การปรับปรุงพันธุ์มะม่วงลูกผสมเพื่อบริโภคสุก

<u>การทดลองที่ 1 การศึกษาและคัดเลือกพันธุ์มะม่วงลูกผสมสายพันธุ์ใหม่เพื่อการส่งออก ระยะที่ 2</u>

จากการเก็บข้อมูลด้านคุณภาพของมะม่วงพันธุ์ลูกผสม ทางด้านกายภาพและด้านเคมีของมะม่วงพันธุ์ลูกผสมทั้งหมด ที่ปลูกไว้จำนวน 66 คู่ผสม พบว่า ในปี 2563-2564 ให้ผลผลิตและเก็บข้อมูลคุณภาพได้จำนวน 40 คู่ผสม สามรถคัดเลือกพันธุ์ที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกในเบื้องต้นได้จำนวน 4 คู่ผสม คือ 1) น้ำดอกไม้สีทอง 3 x salam (ยาว) ซึ่งมีน้ำหนักผลเฉลี่ย 392.46 กรัม (ตาราง 24) ขนาดผล ด้านความกว้าง ความยาว ความหนา เท่ากับ 1.74 10.64 และ 6.29 ซม.ตามลำดับ (ตาราง 25) ความแน่นเนื้อ 0.41 กก./ตร.ซม. สีเปลือก Y-O21A สีเนื้อ O-N25C (ตารางที่ 26) ผลดิบมีรสชาติมันสามารถรับประทานได้ทั้งผลดิบและผลสุก 2) Duncan x มหาชนก ซึ่งมีน้ำหนักผลเฉลี่ย 491.55 กรัม (ตาราง 24) ขนาดผล ด้านความกว้าง ความยาว ความหนา เท่ากับ 8.32 14.20 และ 7.69 ซม.ตามลำดับ (ตาราง 25) ความแน่นเนื้อ 0.31 กก./ตร.ซม. สีเปลือก Y-O17D สีเนื้อ Y-O17D (ตารางที่ 26) มีสีแดงที่ไหล่ผล รสชาติหวานมัน 3) Irwin 4 x มหาชนก ซึ่งมีน้ำหนักผลเฉลี่ย 357.7 กรัม (ตาราง 24) ขนาดผล ด้านความกว้าง ความยาว ความหนา เท่ากับ 5.81 14.62 และ 6.95 ซม. ตามลำดับ (ตาราง 25) ความแน่นเนื้อ 0.26 กก./ตร.ซม. สีเปลือก Y-O23A สีเนื้อ Y-O23B (ตารางที่ 26) มีสีแดงบริเวณไหล่ผล รูปทรงคล้ายมะม่วงอกร่อง มีกลิ่นหอม 4) Salam (ยาว) 1 x มหาชนก ซึ่งมีน้ำหนักผลเฉลี่ย 389.80 กรัม (ตาราง 24) ขนาดผล ด้านความกว้าง ความยาว ความหนา เท่ากับ

กรมวิชาการเกษตร

8.01 13.79 และ 7.39 ซม.ตามลำดับ (ตาราง 25) ความแน่นเนื้อ 0.34 กก./ตร.ซม. สีเปลือก Y-O15A สีเนื้อ Y-O15A (ตารางที่ 26) ผลมีสีแดงส้ม เนื้อเหลืองสวย รสชาติหอมหวาน

<u>การทดลองที่ 2 การรวบรวม คัดเลือก และจำแนกพันธุ์มะม่วงอกร่อง ระยะที่ 2</u>

จากการรวบรวมพันธุ์มะม่วงอกร่อง 13 พันธุ์ ตั้งแต่ปี 2560-2563 ในปี 2564 สามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ยังไม่ให้ผลผลิตจำนวน 11 พันธุ์ ได้แก่ อกร่องทอง อกร่อง 1 อกร่อง 2 อกร่อง 3 อกร่องมันทวาย อกร่องมัน อกร่องบางช้าง อกร่องนวลจันทร์ อกร่องเขียว อกร่องยายกล่ำ และอกร่องทองโบราณ และกลุ่มที่ 2 ออกดอก ติดผล และให้ผลผลิต จำนวน 2 พันธุ์ ได้แก่ อกร่องเลื้อย และอกร่องพิกุลทอง

กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มที่ยังไม่ให้ผลผลิตจำนวน 11 พันธุ์ ได้แก่ อกร่องทอง อกร่อง 1 อกร่อง 2 อกร่องมัน

ทวาย อกร่องมัน อกร่องบางช้าง อกร่องนวลจันทร์ อกร่องเขียว อกร่อง 3 อกร่องยายกล่ำ และอกร่องทองโบราณ

<u>การทดลองที่ 3 รวบรวมพ่อแม่พันธุ์มะม่วงสำหรับปรับปรุงพันธุ์มะม่วงผิวสีแดงเพื่อบริโภคสุก</u>

จากการศึกษาข้อมูลลักษณะประจำพันธุ์ตาม descripter ของ IPGRI ลักษณะประจำพันธุ์ลำต้น ใบ ดอก และระยะการออกดอก มีลักษณะคล้ายคลึงกัน แต่ เปอร์เซ็นต์ดอกเพศผู้ จะพบมากในพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง พันธุ์จินหวง และพันธุ์อาร์ทูอีทู เท่ากับ 79 72 และ 70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์ดอกสมบูรณ์เพศ จะพบมากในพันธุ์ยู่เหวิน อ้ายเหวิน และงาช้างแดง เท่ากับ 45 37 และ 36 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

พันธุ์ที่มีสีเปลือกผลดิบเป็นสีแดง คือพันธุ์งาช้างแดง พันที่มีสีเปลือกดิบสีเขียวปนแดง คือ พันธุ์ยู่เหวินและพันธุ์อาร์ทูอีทู พันธุ์ที่มีสีเปลือกผลสุกเป็นสีแดงคือ พันธุ์อ้ายเหวินและ อาร์ทูอีทู พันธุ์ที่มีสีเปลือกผลสุกแดงอมม่วงคือ พันธุ์ยู่เหวินและงาช้างแดง

พันธุ์ที่มีผลขนาดใหญ่ คืองาช้างแดง ยู่เหวิน อาร์ทูอีทู และจินหวง เท่ากับ 1,200 889 857 และ842 ตามลำดับ พันธุ์ที่มีกลิ่นแรงเมื่อสุก คือยู่เหวินและอ้ายเหวิน พันธุ์ที่มีปริมาณเส้นใยน้อย คือ พันธุ์ยู่เหวิน พันธุ์ที่มีปริมาณเส้นใยมากคือ อาร์ทูอีทู และอ้ายเหวิน

<u>การทดลองที่ 4</u> <u>ผสมพันธุ์ลูกผสมชั่วที่ 1 สำหรับปรับปรุงพันธุ์มะม่วงเพื่อบริโภคผลสุก</u>

บังคับให้มะม่วงที่ใช้สำหรับเป็นพ่อแม่พันธุ์ออกดอก และผสมพันธุ์มะม่วงที่คัดเลือก โดยใช้คนช่วยผสมหรือการผสมด้วยมือ จำนวน 12 คู่ผสม ได้แก่

1. พันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง x พันธุ์กุ้ยเฟย
2. พันธุ์กุ้ยเฟย x พันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง
3. พันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง x พันธุ์ R2E2
4. พันธุ์ R2E2 x พันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง

กรมวิชาการเกษตร

5. พันธุ์น้ำดอกไม้สีทองx พันธุ์งาช้างแดง

6. พันธุ์งาช้างแดง x พันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง

7. พันธุ์น้ำดอกไม้สีทองx พันธุ์ยู่เหวิน

8. พันธุ์ยู่เหวินx พันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง

9. พันธุ์น้ำดอกไม้สีทองx พันธุ์อ้ายเหวิน

10. พันธุ์อ้ายเหวิน x พันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง

11. พันธุ์น้ำดอกไม้สีทองx พันธุ์มหาชนก

12. พันธุ์มหาชนก x พันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง

ในปี 2564 ทำการผสมพันธุ์ช่วงเดือนกุมภาพันธุ์พบว่าได้ลูกผสมที่ติดผลมีอายุ 3 เดือน คือคู่ผสมระหว่างพันธุ์กุ้ยเฟย x พันธุ์น้ำดอกไม้สีทองจำนวน 2 ผล และพันธุ์งาช้างแดง x พันธุ์น้ำดอกไม้สีทองจำนวน 1 ผล สำหรับคู่ผสมอื่น ๆ พบว่าผสมไม่ติด แต่เมื่อเข้าสู่เดือนเมษายน 2564 ผลที่ได้เกิดจากการผสมพันธุ์ทั้งหมดหลุดร่วง (ตารางที่ 31) ทั้งนี้เนื่องจากในเดือนธันวาคม 2563 มีสภาพอากาศอุณหภูมิค่อนข้างต่ำมาก คือ 15 องศาเซลเซียส และเดือนมกราคม- กุมภาพันธ์ 2564 มีอุณหภูมิ 13-15 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และมีช่วงระยะเวลาค่อนข้างนาน ส่งผลมะม่วงติดดอกล่าช้าคือในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ 2564 และดอกออกจำนวนน้อยมาก จึงได้ทำการผสมพันธุ์ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2564 และเมื่อทำการผสมพันธ์เรียบร้อย อุณหภูมิเริ่มสูงและเข้าสู่เดือนมีนาคม พ.ศ. 2564 อุณหภูมิสูงมากถึง 40 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 32) ซึ่งถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 35 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส จะทำให้เกสรตัวผู้เป็นหมัน ทำให้ผสมติด ถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 48 องศาเซลเซียส ควรต้องให้น้ำอย่างเพียงพอและทั่วถึง ถึงแม้ช่วงที่การออกดอกของจะถูกกระตุ้นจากอุณหภูมิที่ต่ำประมาณ 10-12 องศาเซลเซียส และสภาพแห้ง (dry period) แต่ในระยะออกดอกถ้าอุณหภูมิต่ำเกินไป เช่น 14 องศาเซลเซียส ทำให้เกิด รังไข่เป็นหมัน (ovule abortion) ซึ่งทำให้เกิดผลแบบ parthenocarpic หรือที่เรียกว่าผลกะเทย ซึ่งจะไม่โตมากนักเพราะมักจะไม่มีเมล็ด หรือถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 35 องศาเซลเซียส ทำให้ละอองเกสรมีอายุสั้นลง (เกษม, 2543) พร้อมทั้งมีการระบาดของเพลี้ยไฟในพื้นที่เขตภาคเหนือตอนล่าง และภาคกลางตอนบน ทำให้ผลที่ได้รับการผสมพันธ์หลุดล่วงค่อนข้างมาก สอดคล้องกับงานวิจัย ขวัญหทัย และคณะ (2561) พบว่าการผสมข้ามพันธุ์ด้วยวิธี (Hand pollination) มะม่วงมีเปอร์เซ็นต์การผสมติดที่สูง แต่เปอร์เซ็นต์การติดผลมีน้อย เนื่องจากมีปัจจัยหลายอย่าง เช่นการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ ความชื้น เปอร์เซ็นต์การงอกของละอองเกสร ความมีชีวิตของละอองเกสร โรคและแมลง ส่งผลทำให้ได้คู่ผสมไม่มาก และเมื่อดำเนินการบังคับมะม่วงออกนอกฤดูเพื่อบังคับในออกดอกและผสมพันธุ์ใหม่ต่อไป โดยการจัดการแปลงมะม่วงให้ออกดอกช่วงเดือนกันยายนแต่พบว่าในช่วงเดือนดังกล่าวมีปริมาณน้ำฝนค่อนข้างมากถึง 430 มิลลิเมตร จึงทำให้ต้นมะม่วงไม่เปิดตาดอกในช่วงดังกล่าว ไม่สามารถบังคับให้มะม่วงออกนอกฤดูได้

กรมวิชาการเกษตร

สรุปผลและอภิปรายผล

กิจกรรมที่ 1 การอนุรักษ์พันธุกรรมมะม่วงเพื่อการปรับปรุงพันธุ์และศึกษาการใช้ประโยชน์

การทดลองที่ 1 ฐานข้อมูลลายพิมพ์ดีเอ็นเอของมะม่วงพันธุ์ไทย พันธุ์ต่างประเทศ และพันธุ์ ลูกผสม เพื่อการใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์ ระยะที่ 2

การจัดทำลายพิมพ์ดีเอ็นเอของมะม่วงลูกผสมที่เกิดจากการผสมระหว่างมะม่วงต่างพันธุ์กัน ในชุดที่ 1 เป็นมะม่วงแก้วลูกผสมและน้ำดอกไม้ลูกผสม โดยในกลุ่มลูกผสมมะม่วงแก้วเกิดจากการผสมข้ามระหว่างพันธุ์แก้ว007 บุญบันดาล Keitte และ Ruby ส่วนในน้ำดอกไม้ ไม่ทราบประวัติแน่ชัด จึงได้นำมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองมาเป็นตัวเปรียบเทียบ ผลการจัดทำลายพิมพ์ดีเอ็นเอ พบว่า ในกลุ่มมะม่วงแก้วทั้งหมดเป็นลูกผสม โดยมีพันธุกรรมแตกต่างจากมะม่วงแก้ว007 ส่วนในลูกผสมกลุ่มน้ำดอกไม้ คือ ศก.0092 ก็มีพันธุกรรมแตกต่างจากมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง เช่นกัน ในมะม่วงลูกผสมชุดที่ 2 คัดเลือกมะม่วงลูกผสมที่ออกดอกในแปลง จำนวน 10 ต้น 4 คู่ผสม คือ Keitte×มหาชนก จำนวน 6 ต้น Sensation×SK0072 จำนวน 2 ต้น SK0080×Kent 55 จำนวน 1 ต้น SK0082×Kensington (49) จำนวน 1 ต้น ผลการวิเคราะห์ลายพิมพ์ดีเอ็นเอ พบว่า มะม่วงลูกผสมจากทั้ง 4 คู่ผสม จำนวน 10 ต้น มีลักษณะทางพันธุกรรมแตกต่างจากมะม่วงพันธุ์พ่อแม่ทุกต้น โดยในบางสายพันธุ์แม้จะมีค่าสัมประสิทธิ์ความเหมือนสูงสุด แต่ก็ยังมีความแตกต่างทางพันธุกรรม

การทดลองที่ 2 การศึกษาและรวบรวมลักษณะเด่นทางคุณภาพของมะม่วงพันธุ์ดั้งเดิมเพื่อประโยชน์ในการ ปรับปรุงพันธุ์และพัฒนาเป็นพันธุ์การค้าใหม่สำหรับการบริโภคสดและแปรรูป

การศึกษาและรวบรวมลักษณะเด่นทางคุณภาพของมะม่วงพันธุ์ดั้งเดิมเพื่อประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์และพัฒนาเป็นพันธุ์การค้าใหม่สำหรับบริโภคสดและการแปรรูปสามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. มะม่วงพันธุ์ที่เหมาะสำหรับใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์สำหรับพัฒนาเป็นพันธุ์การค้าใหม่สำหรับแปรรูปเป็นมะม่วงดองได้แก่ ทองดำ พรามทัณฑ์ขายเมีย Aromanis และสาวกระทืบหอ เป็นเนื่องจากซึ่งมีค่าร้อยละของน้ำหนักแห้งมากกว่า พันธุ์แก้ว ศก 007 ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบ

2. พันธุ์ที่เหมาะสำหรับการเป็นพ่อแม่พันธุ์สำหรับพัฒนาเป็นพันธุ์การค้าสำหรับการบริโภคผลดิบ ได้แก่ มะม่วงพันธุ์ไข่มุกแดง Keitte อินเดียเล็ก Salam (กลม) ระเด่นเขียว และเทพทอง เป็นพันธุ์ที่มีค่าวิตามินซีสูง พันธุ์ทองดำและพันธุ์ไข่มุกแดงมีค่าสัดส่วนระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และร้อยละของกรดที่ไตเตรทสูงซึ่งเป็นค่าที่บ่งบอกถึงรสชาติของมะม่วง ที่มีรสหวานนำรสเปรี้ยวเมื่อเทียบกับแก้วขมิ้นพบว่ามีค่าสูงกว่า บ่งบอกได้ว่าเป็น

3. พันธุ์ที่เหมาะสำหรับใช้เป็นพันธุ์พ่อแม่เพื่อพัฒนาเป็นพันธุ์การค้าใหม่สำหรับการบริโภคผลสุก ได้แก่ เขียวไข่กา ฟ้าลั่น และสามปี เป็นพันธุ์ที่มีค่าความหวานของผลสุกสูงและสูงกว่าพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองซึ่งเป็นพันธุ์เทียบ ไข่มุกแดง และสามปีมีค่าปริมาณวิตามินซีสูง

ศูนย์วิทยทรัพยากร

4. ความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ของค่าของแข็งที่ละลายน้ำได้ในมะม่วงสุกกับค่าสีเปลือกมะม่วงดิบ (0.493**) และค่าร้อยละของน้ำหนักแห้งมะม่วงดิบ (0.498**) เป็นไปในทิศทางเดียวกัน

กิจกรรมที่ 2 การปรับปรุงพันธุ์มะม่วงแปรรูปในเชิงอุตสาหกรรม

การทดลองที่ 1 การคัดเลือกคุณลักษณะพ่อ-แม่พันธุ์มะม่วงที่เหมาะสม เพื่อสร้างมะม่วงสายพันธุ์ใหม่สำหรับการแปรรูปในเชิงอุตสาหกรรม

จากการศึกษาลักษณะทางกายภาพและเคมี ของมะม่วงพันธุ์ไทยและต่างประเทศ เพื่อคัดเลือกพันธุ์เหมาะต่อการเป็นต้นพ่อ-แม่ พันธุ์มะม่วง ในการสร้างลูกผสมมะม่วงเพื่ออุตสาหกรรมการแปรรูป ที่เป็นไปตามเกณฑ์การคัดเลือกมะม่วงเพื่ออุตสาหกรรมการแปรรูป ดังนี้

กลุ่มที่ 1 มะม่วงที่มีเนื้อมาก เส้นใยน้อย (Fleshy type) เหมาะสำหรับการบรรจุกระป๋อง หรือแช่อิ่ม มะม่วงอบแห้ง ได้แก่ มะม่วงอาร์ทูอีทู เคนซิงตัน แก้ว 007 และแก้วขมิ้น

กลุ่มที่ 2 มะม่วงที่มีปริมาณน้ำและเส้นใยมาก (juicy type) เหมาะสำหรับแปรรูปเป็นน้ำผลไม้ มีสีและกลิ่นหอม มีปริมาณความเป็นกรดสูง และมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูง คือ มะม่วงน้ำดอกไม้

กลุ่มที่ 3 มะม่วงที่ให้ผลผลิตเร็ว (พันธุ์เบา) ออกดอกง่าย ผลผลิตดก คือ พันธุ์อินเดียเล็ก และแก้ว 007

การทดลองที่ 2 การสร้างมะม่วงลูกผสมชั่วที่ 1 สำหรับการปรับปรุงพันธุ์มะม่วงเพื่อการแปรรูป

จากการสร้างมะม่วงลูกผสมชั่วที่ 1 สำหรับการปรับปรุงพันธุ์เพื่อการแปรรูป สามารเก็บเกี่ยวผลผลิตได้จำนวน 10 ผล จาก 3 คู่ผสม คือ น้ำดอกไม้เบอร์ 4 x เคนซิงตัน จำนวน 4 ผล จินหวง x มหาชนก จำนวน 3 ผล อาร์ทูอีทู x น้ำดอกไม้เบอร์ 4 จำนวน 3 ผล ปัจจุบันได้นำเมล็ดไปเพาะเพื่อรอการขยายพันธุ์ แบบไม่ใช้เพศ และตรวจสอบได้ ดีเอ็นเอ ต่อไป

กิจกรรมที่ 3 ปรับปรุงพันธุ์มะม่วงเพื่อบริโภคผลสด

กิจกรรมย่อยที่ 3.1 การปรับปรุงพันธุ์มะม่วงเพื่อบริโภคผลดิบ

การทดลองที่ 1 รวบรวมพ่อแม่พันธุ์มะม่วงสำหรับปรับปรุงพันธุ์มะม่วงเพื่อบริโภคดิบ

การรวบรวมพ่อแม่พันธุ์มะม่วงสำหรับปรับปรุงพันธุ์มะม่วงเพื่อบริโภคดิบ โดยรวบรวมพันธุ์มะม่วงนิยมบริโภคดิบที่ออกดอก ติดผลง่าย จำนวน 5 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์โชคอนันต์ เพชรบ้านลาด ฟ้าลั่น มันทวาย แก้วขมิ้น และพันธุ์การค้าในประเทศไทยที่ออกดอกติดผลยาก ได้แก่ พันธุ์เขียวเสวย ได้ศึกษาข้อมูลลักษณะประจำพันธุ์ตาม descriptor ของ IPGRI พบว่า ลักษณะประจำพันธุ์ลำต้น ใบ ดอก ระยะการออกดอก มีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน แต่ลักษณะของผลสามารถจัดจำแนกความแตกต่าง

กรมวิชาการเกษตร

ของทรงผล ขนาดผล สีของเปลือกผลดิบ และเปลือกผลสุก สีเนื้อผล รสชาติ และชนิดของ embryony เปอร์เซ็นต์ดอกเพศผู้ จะพบมากในพันธุ์เพชรบ้านลาดและพันธุ์โชคอนันต์ เท่ากับ 86 และ 85 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าพันธุ์เขียวเสวย ที่ให้เปอร์เซ็นต์ดอกเพศผู้เท่ากับ 71 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์ดอกสมบูรณ์เพศ จะพบมากในพันธุ์มันทวาย และพันธุ์แก้วขมิ้น เท่ากับ 47 และ 38 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่า พันธุ์เขียวเสวย ที่ให้เปอร์เซ็นต์ดอกสมบูรณ์เพศเท่ากับ 29 เปอร์เซ็นต์

การทดลองที่ 2 ผสมพันธุ์ลูกผสมชั่วที่ 1 สำหรับปรับปรุงพันธุ์มะม่วงเพื่อบริโภคผลดิบ

ทำการผสมพันธุ์ช่วงเดือนกุมภาพันธ์ พบว่า ได้ลูกผสมที่ติดผลมีอายุ 3 เดือน มีจำนวน 1 คู่ผสม คือคู่ผสมระหว่างพันธุ์แก้วขมิ้น x พันธุ์เขียวเสวย จำนวน 3 ผล สำหรับคู่ผสมอื่น ๆ พบว่าผสมไม่ติด แต่เมื่อเข้าสู่เดือนเมษายน 2564 ผลที่ได้เกิดจากการผสมพันธุ์ทั้งหมดหลุดร่วง

กิจกรรมย่อยที่ 3.2 การปรับปรุงพันธุ์มะม่วงลูกผสมเพื่อบริโภคสุก

การทดลองที่ 1 การศึกษาและคัดเลือกพันธุ์มะม่วงลูกผสมสายพันธุ์ใหม่เพื่อการส่งออก ระยะที่ 2

การศึกษาและคัดเลือกมะม่วงลูกผสมสายพันธุ์ใหม่ซึ่งดำเนินการอยู่ในช่วงระยะที่ 2 รวบรวมพันธุ์มะม่วงลูกผสมได้ 66 คู่ผสม ในปี 2563-2564 สามารถออกดอกและให้ผลผลิต นำวิเคราะห์และประเมินคุณภาพ ได้จำนวน 40 คู่ผสม สามารถคัดเลือกพันธุ์ที่มีคุณสมบัติ ผ่านการคัดเลือกในเบื้องต้นได้ 4 คู่ผสม คือ น้ำดอกไม้สีทอง 3 x salam (ยาว) Duncan x มหาชนก Irwin 4 x มหาชนก Salam (ยาว) 1 x มหาชนก อย่างไรก็ตามยังมีพันธุ์มะม่วงลูกผสมที่ยังไม่ออกดอก และให้ผลผลิต ซึ่งยังไม่ได้เก็บมาวิเคราะห์คุณภาพอีกจำนวน 26 สายพันธุ์

การทดลองที่ 2 การรวบรวม คัดเลือก และจำแนกพันธุ์มะม่วงอกร่อง ระยะที่ 2

การรวบรวมพันธุ์มะม่วงอกร่อง สามารถรวบรวมได้ 13 พันธุ์ แบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ยังไม่ให้ผลผลิตจำนวน 11 พันธุ์ ได้แก่ อกร่องทอง อกร่อง 1 อกร่อง 2 อกร่อง 3 อกร่องมันทวาย อกร่องมัน อกร่องบางช้าง อกร่องนวลจันทร์ อกร่องเขียวอกร่องยายกล่ำ และอกร่องทองโบราณ และกลุ่มที่ 2 ออกดอก ติดผล และให้ผลผลิต จำนวน 2 พันธุ์ ได้แก่ อกร่องเลื่อย และอกร่องพิกุลทอง นำมาวิเคราะห์คุณภาพผลผลิตทางการเกษตร

การทดลองที่ 3 รวบรวมพ่อแม่พันธุ์มะม่วงสำหรับปรับปรุงพันธุ์มะม่วงผิวสีแดงเพื่อบริโภคสุก

การรวบรวมพันธุ์มะม่วงที่มีสีผิวเปลือกผลสีแดง ได้ จำนวน 5 สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์จินหวง ยู่เหวิน อาร์ทูอีทู อ้ายเหวิน และงาช้างแดง และพันธุ์การค้าในประเทศไทย ได้แก่ พันธุ์มะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง ได้ศึกษาลักษณะประจำพันธุ์ตาม descriptor ของ IPGRI พบว่า ลักษณะประจำพันธุ์ลำต้น ใบ มีลักษณะคล้ายคลึงกัน ส่วนลักษณะของดอก ขนาดผล สีของเปลือกผลดิบ และเปลือกผลสุก สีเนื้อผล รสชาติ พบว่า เปอร์เซ็นต์ดอกเพศผู้ จะพบมากในพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง พันธุ์จินหวง และ

กรมวิชาการเกษตร

พันธุ์อาร์ทูอีทู เท่ากับ 79 72 และ 70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์ดอกสมบูรณ์เพศ จะพบมากในพันธุ์ยู่เหวิน อ้ายเหวิน และงาช้างแดง เท่ากับ 45 37 และ 36 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ พันธุ์ที่มีสีเปลือกผลดิบเป็นสีแดง คือพันธุ์งาช้างแดง พันที่มีสีเปลือกดิบสีเขียวปนแดง คือพันธุ์ยู่เหวินและพันธุ์อาร์ทูอีทู พันธุ์ที่มีสีเปลือกผลสุกเป็นสีแดงคือ พันธุ์อ้ายเหวินและ อาร์ทูอีทู พันธุ์ที่มีสีเปลือกผลสุกแดงอมม่วงคือ พันธุ์ยู่เหวินและงาช้างแดง พันธุ์ที่มีผลขนาดใหญ่ คืองาช้างแดง ยู่เหวิน อาร์ทูอีทู และจินหวง เท่ากับ 1,200 889 857 และ842 ตามลำดับ พันธุ์ที่มีกลิ่นแรงเมื่อสุก คือยู่เหวินและอ้ายเหวิน พันธุ์ที่มีปริมาณเส้นใยน้อย คือพันธุ์ยู่เหวิน พันธุ์ที่มีปริมาณเส้นใยมากคือ อาร์ทูอีทู และอ้ายเหวิน

การทดลองที่ 4 ผสมพันธุ์ลูกผสมชั่วที่ 1 สำหรับปรับปรุงพันธุ์มะม่วงผิวสีแดงเพื่อบริโภคผลสุก

การศึกษาผสมพันธุ์ลูกผสมชั่วที่ 1 สำหรับปรับปรุงพันธุ์มะม่วงผิวสีแดงเพื่อบริโภคผลสุก ทำการผสมพันธุ์ช่วงเดือนกุมภาพันธุ์พบว่า ได้ลูกผสมที่ติดผลมีอายุ 3 เดือน จำนวน 2 คู่ผสม คือคู่ผสมระหว่างพันธุ์กุ้ยเฟย x พันธุ์น้ำดอกไม้สีทองจำนวน 2 ผล และพันธุ์งาช้างแดง x พันธุ์น้ำดอกไม้สีทองจำนวน 2 ผล สำหรับคู่ผสมอื่น ๆ พบว่าผสมไม่ติด แต่เมื่อเข้าสู่เดือนเมษายน 2564 ผลที่ได้จากการผสมพันธุ์ทั้งหมดหลุดร่วงทุกผล

กรมวิชาการเกษตร

โครงการวิจัยที่ 2

วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตมะม่วงเพื่อเพิ่มศักยภาพการแข่งขันในตลาดส่งออก

Research and Develop of Technology to enhance the Competitiveness of Mango Production for export

คณะผู้วิจัย

ปาริชาติ พจนศิลป์ ทวีศักดิ์ แสงอุดม อุทัยวรรณ ทรัพย์แก้ว รุ้งลาวัลย์ อินต๊ะวงค์
อุราพร หนูนารถ ประภาพร ฉันทานุมัติ สมพงษ์ สุขเขตต์ ธีรวุฒิ ชุตินันทกุล เพ็ญจันทร์ สุทธานุกูล
ลาวัณย์ จันทร์อัมพร สัจจะ ประสงค์ทรัพย์ วีรยุทธ ดัดตนรัมย์ เกษมศักดิ์ ผลากร
Parichart Potchanasin Thaveesak Sangudom Uthaiwan Sapkaew Runglawan Intawong
Uraporn Nounart Prapaporn Chantanumat Somphong Sukkhet
Theerawut Chutinanthakun Phenchan Sutthanukun Lawan Janamporn
Satja Prasongsap Weerayuth Dadtonram Kasemsak Palakorn

คำสำคัญ

มะม่วงน้ำดอกไม้, การผสมข้ามสายพันธุ์, การติดผล, เพลี้ยไฟ

Key words

“Nam Dok Mai” mango, Crossbreeding, pollination, fruit set, Thrips

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตมะม่วงเพื่อเพิ่มศักยภาพการแข่งขันในตลาดส่งออก ดำเนินการระหว่างปี พ.ศ. 2563-2564 ประกอบด้วย 6 การทดลอง มีเป้าหมายในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมะม่วงทั้งด้านการเพิ่มการติดผล ลดปัญหาแมลงศัตรู และการหาข้อมูลการผลิตมะม่วงที่เป็นพันธุ์จากต่างประเทศเพื่อเป็นทางเลือกและเพิ่มกำลังการผลิตให้เกษตรกร โดยมีรายละเอียดผลวิจัยดังนี้ 1) การใช้พันธุ์โชคอนันต์เป็นตัวถ่ายละอองเกสรให้กับพันธุ์น้ำดอกไม้ให้ผลของจำนวนช่อดอกและเปอร์เซ็นต์การติดมากที่สุด เท่ากับ 172 ช่อดอกต่อต้น และ 48 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่การใช้พันธุ์โชคอนันต์เป็นตัวถ่ายละอองเกสรให้กับพันธุ์เขียวเสวย ให้ผลของจำนวนช่อดอกมากที่สุด เท่ากับ 125 ช่อดอกต่อต้น รองลงมาคือ การใช้พันธุ์ R2E2 ที่ให้จำนวนช่อดอก เท่ากับ 58 ช่อดอก/ต้น และให้เปอร์เซ็นต์การติดผลมากที่สุด เท่ากับ 39 เปอร์เซ็นต์ 2) การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตและธาตุอาหารเพื่อเพิ่มการติดผลในมะม่วง พบว่า การพ่นช่อดอกมะม่วงด้วยสาร brassinosteroid อัตรา 1 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร จำนวน 2 ครั้ง ในระยะเมื่อช่อดอก ยาว 3-4 เซนติเมตรและระยะดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ ที่ 4 สัปดาห์หลังพ่นสาร ให้เปอร์เซ็นต์การติดผลสูงสุด เท่ากับ 77.8 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการได้สาร Ethephon ความเข้มข้น 10 ppm จะมีเปอร์เซ็นต์การร่วงสูงที่สุดหลังจากได้รับสาร 2 สัปดาห์ และ 4 สัปดาห์ เท่ากับ 75.9 และ 52.2 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การพ่นแคลเซียมและโบรอน อัตรา 75 มล.ต่อน้ำ 20 ลิตร จำนวน 2 ครั้งแสดงผลเปอร์เซ็นต์การร่วงของผลน้อยที่สุด เท่ากับ 40 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่มีความ

กรมวิชาการเกษตร

แตกต่างกันทางสถิติ 3) การใช้สารเคมีแบบสลับกลุ่มเพื่อกำจัดเพลี้ยไฟ พบว่า การพ่นสาร spinetoram 12% SC อัตรา 15 มล./น้ำ 20 ลิตร (กลุ่ม 5) มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟในมะม่วง และสารไม่มีความเป็นพิษเป็นพิษต่อมะม่วง 4) การจัดการแปลงแบบผสมผสานที่มีการตัดแต่งกิ่ง การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน การใช้สารกำจัดแมลงตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร มีแนวโน้มของจำนวนผลผลิตรวมและเปอร์เซ็นต์ผลผลิตเกรดเอมากกว่าวิธีการจัดการแปลงแบบเกษตรกร 5) การประเมินศักยภาพการผลิตและผลตอบแทนของการปลูกมะม่วงพันธุ์ไทยและพันธุ์ต่างประเทศเพื่อการส่งออก จากการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ปลูกมะม่วงจำนวน 128 ราย ตามภาคต่างๆ รวม 14 จังหวัด พบว่า มีการปลูกมะม่วงพันธุ์ต่างประเทศ 69.9% ไม่ปลูก 30.1% พันธุ์ต่างประเทศที่ปลูกมี 14 พันธุ์ ปลูกมากที่สุดคือพันธุ์ R2E2 37.3% ส่งขายทั้งในประเทศและต่างประเทศ รองมาคือพันธุ์งาช้างแดง 16.4% จินหวง 13.4% แดงจักรพรรดิ 11.9% แก้วขมิ้น 10.45% ส่วนพันธุ์ที่เหลือระหว่าง 0.75-2.99% ต้นทุนการผลิตมะม่วงน้ำดอกไม้ ในฤดู ประมาณ 10,000 – 12,000 บาท นอกฤดูมากกว่าในฤดู ประมาณ 1 เท่า คือประมาณ 20,000 -24,000 บาท/ไร่ สูงกว่ามะม่วงพันธุ์ต่างประเทศ 30-50% โดยเฉพาะค่าถุงห่อ แรงงาน ค่าสารเคมีในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช การปลูกมะม่วงหลากหลายพันธุ์ทั้งพันธุ์ไทยและพันธุ์ต่างประเทศจะช่วยลดความเสี่ยงจากพันธุ์หลัก รวมทั้งลดต้นทุนและแรงงาน ทำให้การจัดการการผลิตของเกษตรกรมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

Abstract

The research and develop project of technology to enhance the competitiveness of mango production for export was conducted during 2020 – 2021, consisting of 6 experiments, which aims to increase efficiency in mango production in terms of increasing fruit set, deceasing pests and researching import mango cultivars for provide alternatives and increase production capacity for farmers. The research results showed as follows: 1) the use of “Chok-anan” varieties as pollen transfers for Nam Dok Mai variety showed the number of inflorescences and fruit set percentages, equal to 172 inflorescences per plant and 48 percent, respectively while as the use of “Chok-anan” cultivar as a pollinator for Khiew Sawoey cultivar showed the highest number of inflorescences was 125 inflorescences per plant, followed by using of R2E2 cultivar showed number of inflorescence was 58 inflorescences/plant and the highest percentage of fruit set at 39 percent. 2) The use of growth regulators and nutrients to increase fruit set in Nam Dok Mai mangoes was found that Brassilnosteroid concentrated at 1 ml/20 liter of water was sprayed to inflorescences two times, the inflorescences 3-4 cm length and 50 percent of flowering stage, showed a significant result with 77.8 percent of fruit set. For fruit drop, the spraying of Ethephon 10 ppm in the inflorescence 3-4 cm length showed highest percentage of fruit drop at 2 weeks and 4 weeks after sprayed with 75.9 and 52.2 percent respectively whereas the spraying of Calcium-Boron concentrated at 75 ml/20 liter of water in the inflorescence 3-4 cm length showed the lowest percentage of fruit drop

กรมวิชาการเกษตร

at 4 weeks after sprayed with 40 percent. 3) For the insecticide application for thrips control revealed that spraying spinetoram 12% SC at the rate of 15 ml./20 liters of water (Group 5) was the most effective in preventing thrips in mango. and the substance is not toxic to mango. 4) the integrated farm management including pruning and fertilizer application based on soil analysis data showed higher results of total yield per tree and yield percentage than farmer management. 6) The Survey of mango production and cultivars for export was survey of farmer production in 14 provinces, 128 persons which the result of mango cultivar showed 69.9% of farmers grow import cultivars with the main are thai-mango and 30.1% of them did not grow import cultivars. Import cultivars of mango were found 14 cultivars and all of these cultivars they grow R2E2 highest 37.3% and sell to domestic and export markets. The second group of import mango cultivars they grow YA-Chang-Daeng 16.4%, Jin-Hueng 13.4%, Daeng-Jakapat 11.9% and Kaew- Kamin 10.45%. Production cost for seasoning of Nam-Dok-Mai was 10,000 – 12,000 baht/rai but lower than in off-season 1 time. For import mango cultivars, production cost was lower than Nam-Dok-Mai 30-50% especially the cost of bagging, labor, and chemicals. Growing mango more than one cultivar by select high potential cultivar in term of marketing, processing and easy for production is one choices of farmer which can be reduce the risk from the main cultivar, reduce cost and labor and increase efficiency of production.

บทนำ (Introduction)

มะม่วงเป็นไม้ผลเศรษฐกิจหลักที่สามารถสร้างรายได้ให้แก่ประเทศไทยมาเป็นเวลานาน เนื่องจากมีปริมาณความต้องการสูงทั้งตลาดภายในและต่างประเทศในทุกปีการผลิต แม้ว่าจะมีปริมาณความต้องการสูงแต่ในการผลิตมะม่วงเพื่อการส่งออกและเพื่อบริโภคภายในประเทศนั้นยังมีการไม่คงที่ทั้งด้านปริมาณและคุณภาพของผลผลิตทั้งจากสภาวะอากาศที่มีการเปลี่ยนแปลงและมาตรฐานการผลิตที่ไม่คงที่ ซึ่งเกษตรกรผู้ปลูกมะม่วงเพื่อการส่งออกประสบปัญหาหลายด้าน ทั้งผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศ อุณหภูมิ ภัยแล้ง ฝนน้อย ฝนชุกช่วงออกดอก แหล่งผลิตที่อาศัยน้ำฝนได้รับน้ำไม้เพียงพอ ฯลฯ ส่งผลทำให้การออกดอกติดผลน้อย เปอร์เซ็นต์การติดผลต่ำ ผลที่ติดส่วนหนึ่งได้รับการผสมเกสรไม่สมบูรณ์ทำให้มีผลกระเทยจำนวนมาก ปัญหาเพลี้ยไฟทำลาย ทำให้ได้ปริมาณผลผลิตคุณภาพน้อย ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตสูงและไม่คุ้มค่ากับการลงทุน ซึ่งเกษตรกรพบปัญหาดังกล่าวมาตั้งแต่ปี 2553 และทวีความรุนแรงเพิ่มขึ้น ซึ่งถึงแม้ว่าจะผ่านมาเป็นกว่าสิบปีก็ยังคงเป็นปัญหาที่เกษตรกรและสมาคมชาวสวนมะม่วงร้องขอให้ช่วยแก้ปัญหาอย่างเร่งด่วนในทุกๆครั้งของการประชุมฯ ทั้งนี้กรมวิชาการเกษตรได้ให้คำแนะนำและเสนอแนวทางแก้ไขเบื้องต้น รวมทั้งได้เสนอประเด็นวิจัยเพื่อต่อยอดจากผลการศึกษาที่ผ่านมาเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว อีกทั้งปัญหาในด้านอื่น ได้แก่ ขาดพันธุ์มะม่วงที่จะมาทดแทนพันธุ์หลักคือ พันธุ์น้ำดอกไม้ ปัญหาศัตรูพืชรุนแรง ต้นทุนการผลิตสูง ขาดแคลนแรงงาน การเพิ่มมูลค่าผลผลิต ประเด็นปัญหาเหล่านี้จำจึงเป็นต้องวิจัยเพื่อแก้ไขปัญหาและพัฒนาตลอดห่วงโซ่การผลิตตั้งแต่ต้นน้ำ กลางน้ำและปลายน้ำ ทั้งนี้ในการดำเนินการแก้ไขปัญหาดังกล่าวจึงจำเป็นต้องเริ่มจากการผลิตมะม่วงโดยจะต้องเพิ่มประสิทธิภาพ

กรมวิชาการเกษตร

การผลิตและคุณภาพผลผลิต ทั้งในส่วนของพันธุ์การค้าเดิมเช่นพันธุ์น้ำดอกไม้และพันธุ์ที่มีศักยภาพการส่งออกสูงเช่นพันธุ์เขียวเสวย อีกทั้งการแก้ปัญหาเรื่องเพลี้ยไฟมะม่วงที่ยังคงเป็นปัญหาแมลงที่สำคัญในการผลิตมะม่วงเพื่อส่งออก ทั้งนี้เพื่อลดความเสี่ยงทีเกิดขึ้นกับพันธุ์น้ำดอกไม้ ซึ่งลักษณะของมะม่วงน้ำดอกไม้แม้จะเป็นมะม่วงที่มีการออกดอกได้ง่าย แต่การติดผลขึ้นกับหลายปัจจัยทั้งด้านสัดส่วนเพศดอก ด้านการผสมเกสร ด้านความสมบูรณ์ต้น การให้น้ำและธาตุอาหาร โรคและแมลงศัตรู สภาพแวดล้อม ระดับฮอร์โมนภายในต้นและปัจจัยอื่นๆ เช่น พันธุ์ (เกษม, 2543) ในด้านพันธุกรรม พบว่ามะม่วงน้ำดอกไม้มีเปอร์เซ็นต์ดอกสมบูรณ์เพศ 274.75±87.50 ดอก/ช่อ และมีดอกเพศผู้ 1,044.56±298.62 ดอก/ช่อ และหากในช่วงออกดอกต่ำเกินไป (18-20 องศาเซลเซียส) จะทำให้เกิดดอกเพศผู้มาก ดอกสมบูรณ์เพศน้อยตั้งแต่ 49:1-117:1 ซึ่งอัตราส่วนต่ำมากจะไม่ติดผลเลย (เกษม, 2543) เพื่อลดปัญหาดังกล่าว จึงมีความพยายามเพิ่มประสิทธิภาพให้มะม่วงมีเปอร์เซ็นต์การติดผลมากขึ้น โดยการวิธีการผสมข้ามพันธุ์ และการหาพันธุ์ที่เป็นทางเลือกซึ่งปัจจุบันเกษตรกรมีการปลูกมะม่วงที่หลากหลายพันธุ์ทั้งพันธุ์ไทยและพันธุ์ต่างประเทศ จึงจำเป็นต้องศึกษาถึงลักษณะพันธุ์ทั้งจากลักษณะการออกดอกติดผล ผลผลิต คุณภาพ ความต้องการของตลาด รวมถึงความยากง่ายในการผลิต เพื่อนำมาเป็นฐานข้อมูลเป็นทางเลือกในการคัดเลือกพันธุ์ที่มีศักยภาพเป็นทางเลือกสำหรับเกษตรกร ดังนั้นจึงควรมีการดำเนินงานวิจัยโดยเริ่มตั้งแต่การผลิตที่เหมาะสมและเป็นต้นแบบการผลิตเพื่อช่วยเพิ่มศักยภาพการแข่งขันของมะม่วงไทยในการผลิตมะม่วงที่ได้ปริมาณและคุณภาพซึ่งจะช่วยรายได้ให้แก่เกษตรกรและเสริมสร้างความมั่นคงและความยั่งยืนในอาชีพต่อไป

โครงการนี้จึงมีวัตถุประสงค์ คือ

1) เพื่อเพิ่มการติดผลของมะม่วงพันธุ์การค้า (พันธุ์น้ำดอกไม้และพันธุ์เขียวเสวย)

2) เพื่อให้ได้วิธีการใช้สารฆ่าแมลงกำจัดศัตรูมะม่วงอย่างมีประสิทธิภาพ

3) เพื่อให้ได้รูปแบบการผลิตมะม่วงที่มีประสิทธิภาพและลดต้นทุนการผลิต

ระเบียบวิธีการวิจัย (Research Methodology)

การทดลองที่ 1 ผลของการผสมข้ามพันธุ์ที่มีต่อการติดผลของมะม่วงน้ำดอกไม้ในสภาพแปลงปลูก

- อุปกรณ์

มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ พันธุ์โชคอนันต์ พันธุ์ R2E2 ปุ๋ยเคมี ธาตุอาหาร ได้แก่ 16-16-16 ไทโอยูเรีย 8-24-24 สารโพแทสเซียมไนเตรท สารแพคโคบิวทราโซล สารป้องกันกำจัดโรคและแมลง วัชพืช อุปกรณ์การเกษตร ได้แก่ อุปกรณ์เปลี่ยนยอดพันธุ์ อุปกรณ์ให้น้ำ พ่นยาสารเคมี

<u>แบบและวิธีการทดลอง</u> วางแผนการทดลองแบบ RCB 7 ซ้ำ ซ้ำละ 9 ต้น มี 3 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธี 1 พันธุ์น้ำดอกไม้ (control)

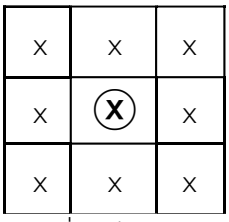
กรรมวิธี 2 พันธุ์น้ำดอกไม้ × พันธุ์โชคอนันต์

กรรมวิธี 3 พันธุ์น้ำดอกไม้ × พันธุ์ R2E2

<u>วิธีดำเนินงาน</u>

1. คัดเลือกแปลงทดลองโดยใช้กรรมวิธีละ 9 ต้นต่อซ้ำ (5 แถว ๆ ละ 3 ต้น โดยแถวที่ 2 ต้นที่ 2 ทำการเปลี่ยนยอดพันธุ์ที่ใช้เป็นตัวถ่ายละอองเกสรตามกรรมวิธีตามภาพที่ 1

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 1 การเปลี่ยนยอดพันธุ์ที่ใช้เป็นตัวถ่ายละอองเกสร

2. เตรียมต้นล่วงหน้าเพื่อให้ต้นมีความสมบูรณ์และทำการบังคับให้ออกดอกและดอกบานในช่วงเวลาเดียวกัน

3. เมื่อออกดอกและดอกเริ่มบานทำการปล่อยแมลงเพื่อผสมเกสร โดยปล่อยในจุดที่ทำการเปลี่ยนยอดพันธุ์เพื่อให้เกิดการถ่ายละอองเกสรกับพันธุ์น้ำดอกไม้ ปฏิบัติดูแลรักษาตามวิธีปฏิบัติดีที่เหมาะสมในการผลิตมะม่วง

4. ทำการตรวจสอบความสมบูรณ์ของละอองเกสร บันทึกการเปอร์เซ็นต์การติดผล การร่วงและผลที่เก็บเกี่ยว

<u>การบันทึกข้อมูล</u>

ความสมบูรณ์ของละอองเกสร เปอร์เซ็นต์ดอกสมบูรณ์เพศ เปอร์เซ็นต์การติดผล ผลร่วง ผลที่เก็บเกี่ยว/ช่อและต่อต้น จำนวนผลผลิต/ต้น ขนาดผล เกรด และคุณภาพด้านต่าง ๆ

<u>ระยะเวลาดำเนินงาน</u> เริ่มต้น ตุลาคม 2562 – กันยายน 2564

<u>สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล:</u> ศูนย์วิจัยพืชสวนสุโขทัย จ.สุโขทัย และสถาบันวิจัยพืชสวน

การทดลองที่ 2 ผลของการผสมข้ามพันธุ์ที่มีต่อการติดผลของมะม่วงเขียวเสวยในสภาพแปลงปลูก

- อุปกรณ์

มะม่วงพันธุ์เขียวเสวย พันธุ์โชคอนันต์ พันธุ์ R2E2 ปุ๋ยเคมี ธาตุอาหาร ได้แก่ 16-16-16 ไทโอยูเรีย 8-24-24 สารโพแทสเซียมไนเตรท สารแพคโคบิวทราโซล สารป้องกันกำจัดโรคและแมลง วัชพืช อุปกรณ์การเกษตร ได้แก่ อุปกรณ์เปลี่ยนยอดพันธุ์ อุปกรณ์ให้น้ำ พ่นยาสารเคมี

<u>แบบและวิธีการทดลอง</u> วางแผนการทดลองแบบ RCB 7 ซ้ำ ซ้ำละ 9 ต้น มี 3 กรรมวิธี ดังนี้

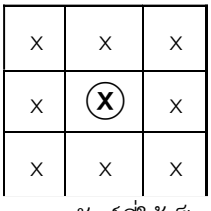
กรรมวิธี 1 พันธุ์เขียวเสวย (control)

กรรมวิธี 2 พันธุ์เขียวเสวย × พันธุ์โชคอนันต์

กรรมวิธี 3 พันธุ์เขียวเสวย × พันธุ์ R2E2

<u>วิธีดำเนินงาน</u>

1. คัดเลือกแปลงทดลองโดยใช้กรรมวิธีละ 9 ต้นต่อซ้ำ (5 แถว ๆ ละ 3 ต้น โดยแถวที่ 2 ต้นที่ 2 ทำการเปลี่ยนยอดพันธุ์ที่ใช้เป็นตัวถ่ายละอองเกสรตามกรรมวิธีตามภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 การเปลี่ยนยอดพันธุ์ที่ใช้เป็นตัวถ่ายละอองเกสร

กรมวิชาการเกษตร

2. เตรียมต้นล่วงหน้าเพื่อให้ต้นมีความสมบูรณ์และทำการบังคับให้ออกดอกและดอกบานในช่วงเวลาเดียวกัน

3. เมื่อออกดอกและดอกเริ่มบานทำการปล่อยแมลงเพื่อผสมเกสร โดยปล่อยในจุดที่ทำการเปลี่ยนยอดพันธุ์เพื่อให้เกิดการถ่ายละอองเกสรกับพันธุ์น้ำดอกไม้ ปฏิบัติดูแลรักษาตามวิธีปฏิบัติดีที่เหมาะสมในการผลิตมะม่วง

4. ทำการตรวจสอบความสมบูรณ์ของละอองเกสร บันทึกการเปอร์เซ็นต์การติดผล การร่วงและผลที่เก็บเกี่ยว

การบันทึกข้อมูล

ความสมบูรณ์ของละอองเกสร เปอร์เซ็นต์ดอกสมบูรณ์เพศ เปอร์เซ็นต์การติดผล ผลร่วง ผลที่เก็บเกี่ยว/ช่อและต่อต้น จำนวนผลผลิต/ต้น ขนาดผล เกรด และคุณภาพด้านต่าง ๆ

ระยะเวลาดำเนินงาน เริ่มต้น ตุลาคม 2562 – กันยายน 2564

สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล: ศูนย์วิจัยพืชสวนสุโขทัย จ.สุโขทัย และสถาบันวิจัยพืชสวน

การทดลองที่ 3 ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตและแคลเซียม-โบรอนที่มีต่อการติดผลของมะม่วงน้ำดอกไม้

แบบและวิธีการทดลอง วางแผนการทดลองแบบ RCB 4 ซ้ำ ซ้ำละ 1 ต้น มี 5 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธี 1 วิธีควบคุม (พ่นน้ำเปล่า)

กรรมวิธี 2 พ่น Ethephon ที่ความเข้มข้น 10 ppm เมื่อช่อดอกยาว 3-4 เซนติเมตร

กรรมวิธี 3 พ่น NAA ที่ความเข้มข้น 100 ppm เมื่อช่อดอกยาว 3-4 เซนติเมตร

กรรมวิธี 4 พ่นแคลเซียมและโบรอน อัตรา 75 มล.ต่อน้ำ 20 ลิตร จำนวน 2 ครั้ง ในระยะเมื่อช่อดอกยาว 3-4 ซ.ม. และระยะดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์.

กรรมวิธี 5 พ่น Brassinosteroid อัตรา 1 มล.ต่อน้ำ 20 ลิตร จำนวน 2 ครั้ง ในระยะ เมื่อช่อดอกยาว 3-4 ซ.ม.และระยะดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์

วิธีปฏิบัติการทดลอง

1. คัดเลือกต้นมะม่วงน้ำดอกไม้ จำนวน 20 ต้น เตรียมต้นให้มีระยะเดียวกัน โดยการตัดแต่งกิ่ง

2. หลังจากตัดแต่งกิ่งแล้วใส่ปุ๋ยคอก 10-20 กิโลกรัมต่อต้น และปุ๋ยสูตร 16-16-16 (หรือ 15-15-15) +15-0-0 ทางดิน รอบบริเวณโคนต้น อัตรา 500 กรัมต่อต้น

3. จัดการให้ต้นมะม่วงมีชุดใบในระยะเดียวกันโดยการตัดแต่งและกระตุ้นให้แตกใบอ่อน โดยการพ่นสารโพแทสเซียมไนเตรทเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ อัตรา 200 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร พ่นให้ทั่วต้นในระยะที่มะม่วงใบแก่จัด หลังจากต้นมะม่วงมีการแตกใบอ่อนและใบอ่อนมีการเจริญถึงระยะใบเพสลาด (อายุประมาณ 25-30 วันหลังจากแตกใบอ่อน) ทำการบังคับให้มะม่วงออกดอกและดอกบานในช่วงเวลาเดียวกัน โดยการราดสารแพคโคลในระยะใบเพสลาด และหลังราดสารแพคโคลบิวทราโซล 45-60 วันทำการพ่นสารโพแทสเซียมไนเตรท 2.5 เปอร์เซ็นต์ อัตรา 200 กรัมต่อต้น เพื่อกระตุ้นให้แตกตาดอกพร้อมกัน และดูแลปฏิบัติบำรุงรักษาตามคำแนะนำ จนต้นมะม่วงมีการแตกตาดอกและแทงช่อดอก (ตามวิธีเกษตรกร)

4. ดำเนินการทดลองตามกรรมวิธี ดังนี้

- กรรมวิธีที่ 2 พ่น Ethephon ที่ความเข้มข้น 10 ppm เมื่อช่อดอกยาว 3-4 เซนติเมตร
- กรรมวิธีที่ 3 พ่น NAA ที่ความเข้มข้น 100 ppm เมื่อช่อดอกยาว 3-4 เซนติเมตร

กรมวิชาการเกษตร

- กรรมวิธีที่ 4 พ่นแคลเซียมและโบรอน อัตรา 75 มล.ต่อน้ำ 20 ลิตร จำนวน 2 ครั้ง ในระยะเมื่อช่อดอกยาว 3-4 ซ.ม. และระยะดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์

- กรรมวิธีที่ 5 พ่น Brassinosteroid อัตรา 1 มล.ต่อน้ำ 20 ลิตร จำนวน 2 ครั้ง ในระยะ เมื่อช่อดอกยาว 3-4 ซ.ม.และระยะดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์

5. ทำการ โดยผูกป้ายยอดให้กระจายทั่วต้น 4 ทิศทาง 3 ระดับ

การบันทึกข้อมูล

ข้อมูลการติดผล ได้แก่ เปอร์เซ็นต์การติดผล เปอร์เซ็นต์การร่วงของผล ผลต่อต้น (ผลมะม่วงที่มีน้ำหนักมากกว่า 200 กรัม ขึ้นไป)

ระยะเวลาดำเนินงาน เริ่มต้น ตุลาคม 2562 – กันยายน 2564

สถานที่ดำเนินการ - สวนมะม่วงเกษตรกร: นายเสาร์ ปรีชาวนา หมู่ 9 ต.ชัยนาม อ.วังทอง จ.พิษณุโลก และ สถาบันวิจัยพืชสวน

การทดลองที่ 4 ศึกษาประสิทธิภาพและระบบของการใช้สารฆ่าแมลงแบบสลับกลุ่มเพื่อการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟในมะม่วง

แบบและวิธีการทดลอง วางแผนการทดลองแบบ RCB 3 ซ้ำ ซ้ำละ 1 ต้น มี 10 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1	พ่นสาร pirimiphos-methyl 50% EC	อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร
กรรมวิธีที่ 2	พ่นสาร fipronil 5% SC	อัตรา 40 มล./น้ำ 20 ลิตร
กรรมวิธีที่ 3	พ่นสาร cypermethrin 35% EC	อัตรา 30 มล../น้ำ20ลิตร
กรรมวิธีที่ 4	พ่นสาร dinotefuran 20% SG	อัตรา 20 ก./น้ำ 20 ลิตร
กรรมวิธีที่ 5	พ่นสาร spinetoram 25% WG	อัตรา 10 ก./น้ำ 20 ลิตร
กรรมวิธีที่ 6	พ่นสาร emamectin benzoate 5% WG	อัตรา 15 มล./น้ำ 20 ลิตร
กรรมวิธีที่ 7	พ่นสาร pymetrozine 50% WG	อัตรา 40 ก./น้ำ 20 ลิตร
กรรมวิธีที่ 8	พ่นสาร cyanitranilipole 10% OD	อัตรา 40 มล./น้ำ 20 ลิตร
กรรมวิธีที่ 9	พ่นสาร flonicamid 50% WG	อัตรา 40 ก./น้ำ 20 ลิตร
กรรมวิธีที่ 10	ไม่พ่นสาร	

วิธีปฏิบัติการทดลอง

ดำเนินการทดลองในแปลงมะม่วงของเกษตรกรที่พบการระบาดเพลี้ยไฟสม่ำเสมอทั่วแปลง เริ่มทำการพ่นสารฆ่าแมลงเมื่อมะม่วงระยะช่อดอก และทิ้งช่วงห่างของการพ่นสารตามการระบาดของเพลี้ยไฟ ทำการตรวจนับเพลี้ยไฟทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยจากช่อดอก ตรวจนับเพลี้ยไฟก่อนพ่นสารและหลังพ่นสาร 3, 5 และ 7 วัน และ 3, 5, 7, 10 และ 14 วันหลังพ่นสารครั้งสุดท้าย โดยพ่นสารไม่น้อยกว่า 2 ครั้ง บันทึกจำนวนเพลี้ยไฟตัวอ่อนและตัวเต็มวัย บันทึกเปอร์เซ็นต์การทำลายบนผลมะม่วง ผลกระทบต่อพืช (phytotoxicity) และต้นทุนการพ่นสาร นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์โดยวิธีทางสถิติที่เหมาะสม และคำนวณเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพการป้องกันกำจัด โดยใช้สูตรของ Henderson-Tilton (Henderson and Tilton, 1955) ดังนี้

$$\% \text{ Efficacy} = [1 - (\text{TaxCb}/\text{CaxTb})] \times 100$$

โดยที่ Tb = จำนวนแมลงที่พบก่อนใช้สารในกรรมวิธีที่ใช้สารฆ่าแมลง

Ta = จำนวนแมลงที่พบหลังใช้สารในกรรมวิธีที่ใช้สารฆ่าแมลง

กรมวิชาการเกษตร

Cb = จำนวนแมลงที่พบก่อนใช้สารในกรรมวิธีที่ไม่ใช้สารฆ่าแมลง

Ca = จำนวนแมลงที่พบหลังใช้สารในกรรมวิธีที่ไม่ใช้สารฆ่าแมลง

การบันทึกข้อมูล

จำนวนเพลี้ยไฟตัวอ่อนและตัวเต็มวัย เปอร์เซ็นต์การทำลายบนผลมะม่วง ผลกระทบต่อพืช (phytotoxicity) และต้นทุนการพ่นสาร นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์โดยวิธีทางสถิติที่เหมาะสม

ระยะเวลาดำเนินงาน เริ่มต้น ตุลาคม 2562 – กันยายน 2564

สถานที่ดำเนินการ

- -สวนมะม่วงเกษตรกร จ.สุพรรณบุรี และ สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร

การทดลองที่ 5 ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตและแคลเซียม-โบรอนที่มีต่อการติดผลของมะม่วงน้ำดอกไม้

แบบและวิธีการทดลอง ไม่มีการวางแผนการทดลอง

เปรียบเทียบการจัดการแปลงระหว่างวิธีเกษตรกรและวิธีทดลองกับ โดยใช้ T-test

วิธีปฏิบัติ	วิธีเกษตรกร	วิธีทดลอง
1. การตัดแต่งกิ่ง	แรงงานคน	แรงงานคน + เครื่องจักรกลการเกษตร (ควบคุมความสูง 3 เมตร)
2. การใส่ปุ๋ย	หว่าน	ระบบน้ำ / ให้ตามค่าวิเคราะห์ (กปผ.)
3. การพ่นสารกำจัดศัตรูพืช	เครื่องพ่นแรงดันสูงและใช้สารเคมีตามที่ปฏิบัติ	การใช้สารเคมีสลับกลุ่มตามคำแนะนำ
4. การติดตั้งเครื่องบันทึกข้อมูลสภาพภูมิอากาศ (อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์อากาศ และความชื้นดิน	-	บันทึกข้อมูลมาใช้ในการปรับสภาพอุณหภูมิ และความชื้นในแปลงให้เหมาะสมกับช่วงพัฒนาการของผล

วิธีปฏิบัติการทดลอง

ทำการจัดการแปลงตามวิธีที่วางไว้ (วิธีทดลอง) เปรียบเทียบกับวิธีเกษตรกร ดำเนินการที่แปลงวิจัยของศูนย์ฯ ในปีที่ 1 และปีที่ 2 ในแปลงเกษตรกรผู้ปลูกมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองเพื่อการส่งออกในพื้นที่ จ.กาฬสินธุ์ โดยเลือกแปลงมะม่วงที่อายุต้นและขนาดทรงพุ่มใกล้เคียงกัน และทำการบันทึกข้อมูลด้านต่างๆทั้งการจัดการการผลิต ผลผลิต คุณภาพ ต้นทุนและผลตอบแทน

การบันทึกข้อมูล

การใช้ปัจจัยการผลิตด้านต่างๆ การใช้แรงงาน การออกดอกติดผล ผลผลิต คุณภาพผลผลิต ต้นทุนและผลตอบแทน

ระยะเวลาดำเนินงาน เริ่มต้น ตุลาคม 2562 – กันยายน 2564

สถานที่ดำเนินการ - สวนมะม่วงเกษตรกร จังหวัดกาฬสินธุ์

- ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ สถาบันวิจัยพืชสวนกรมวิชาการเกษตร

กรมวิชาการเกษตร

การทดลองที่ 6 การประเมินศักยภาพการผลิตและผลตอบแทนของการปลูกมะม่วงพันธุ์ไทยและพันธุ์ต่างประเทศเพื่อการส่งออก

<u>แบบและวิธีการทดลอง</u> ไม่มีการวางแผนการทดลอง

<u>วิธีปฏิบัติการทดลอง</u>

ทำการเก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ปลูกมะม่วงเพื่อส่งออกทั้งพันธุ์ไทยและพันธุ์ต่างประเทศ (เช่น พันธุ์น้ำดอกไม้ เขียวเสวย โชคอนันต์ มหาชนก R2E2 อี้เหวิน แก้วขมิ้น ฯลฯ) ทั้งในด้านการผลิต การติดผล การจัดการแปลง ผลผลิตที่ได้มาตรฐาน ต้นทุนการผลิตด้านต่างๆ ผลตอบแทน ในแหล่งปลูกภาคตะวันออก ภาคกลาง ภาคตะวันตก ภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รวม 128 ราย นำข้อมูลด้านต่างๆมาประเมินศักยภาพของมะม่วงแต่ละพันธุ์เปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ไทยและพันธุ์ต่างประเทศ

<u>การบันทึกข้อมูล</u>

ข้อมูลทั่วไปของเกษตรกรผู้ตอบแบบสอบถาม ข้อมูลด้านการผลิต การออกดอกติดผล ผลผลิต ต้นทุนการผลิต และนำมาประเมินความคุ้มค่าในการลงทุนเปรียบเทียบกับพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง

<u>ระยะเวลาดำเนินงาน</u> เริ่มต้น ตุลาคม 2562 – กันยายน 2564

<u>สถานที่ดำเนินการ</u>

- สวนมะม่วงเกษตรกรภาคตะวันออก กลาง ตะวันตก เหนือ ตะวันออกเฉียงเหนือ
- ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ สถาบันวิจัยพืชสวนกรมวิชาการเกษตร

ผลการวิจัยและอภิปรายผล (Results and Discussion)

การทดลองที่ 1 ผลของการผสมข้ามพันธุ์ที่มีต่อการติดผลของมะม่วงน้ำดอกไม้ในสภาพแปลงปลูก

การผสมข้ามพันธุ์ระว่างมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้กับพันธุ์โชคอนันต์และพันธุ์ R2E2 แสดงผลการทดลองของเปอร์เซ็นต์จำนวนช่อดอก การติดผล และการร่วงของผลที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ พบว่า การใช้พันธุ์โชคอนันต์เป็นตัวถ่ายละอองเกสรให้กับพันธุ์น้ำดอกไม้ ให้จำนวนช่อดอกและเปอร์เซ็นต์การติดผลมากที่สุด เท่ากับ 172 ช่อ และ 48 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนการใช้พันธุ์ R2E2 ให้จำนวนช่อดอกและเปอร์เซ็นต์การติดผลรองลงมา เท่ากับ 149 ช่อ และ 43 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่การผสมด้วยพันธุ์น้ำดอกไม้เอง มีจำนวนช่อดอกและเปอร์เซ็นต์ติดผลน้อยที่สุด เท่ากับ 36 ช่อ และ 36 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับเปอร์เซ็นต์การร่วงของผล พบในทั้ง 3 พันธุ์ในเปอร์เซ็นต์ที่ค่อนข้างสูง เท่ากับ มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ และเปอร์เซ็นต์ผลที่เก็บเกี่ยวได้น้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ทั้งหมด (ตารางที่ 1)

จากการทำการศึกษาผลของการผสมข้ามพันธุ์ที่มีต่อการติดผลของมะม่วงน้ำดอกไม้ในสภาพแปลงปลูก เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้มะม่วงติดผลได้ดีขึ้น นั้นพบว่า กรรมวิธีการผสมข้ามระหว่างพันธุ์น้ำดอกไม้ กับพันธุ์โชคอนันต์ ส่งผลให้มีเปอร์เซ็นต์การติดผลสูงสุด รองลงมาคือผสมข้ามกับพันธุ์ R2E2 และมากกว่ากรรมวิธีที่ไม่ได้รับการผสมข้าม ทั้งนี้เนื่องจากมะม่วงเป็นพืชที่ผสมตัวเอง แต่มีบ้างที่ผสมตัวเองไม่ได้ (self incompetability) ดังนั้นตามธรรมชาติมะม่วงจะผสมตัวเองติดประมาณ 0-1.68% แต่ถ้ามีการผสมข้ามจะมีเปอร์เซ็นต์ติดมากขึ้นเป็น 6.4-23.4% จึงมีความจำเป็นต้องปลูกมะม่วงหลายพันธุ์ในบริเวณใกล้เคียงกัน และถ้าเป็นละอองเกสรที่เข้ากันได้จะช่วยให้มีการผสมข้ามได้ดีขึ้นการติดผลก็จะมากขึ้น (ศักรี, 2536)) แต่จากการทดลองพบว่าพบปัญหาผลหลุดร่วงค่อนข้างมาก ทั้งนี้เนื่องจากในเดือนธันวาคม 2563 มีสภาพอากาศอุณหภูมิค่อนข้างต่ำมาก คือ 15 องศาเซลเซียส

กรมวิชาการเกษตร

และเดือนมกราคม- กุมภาพันธ์ 2564 มีอุณหภูมิ 13-15 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และมีช่วงระยะเวลาค่อนข้างนาน ส่งผลมะม่วงติดดอกล่าช้าคือในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ 2564 และดอกออกจำนวนน้อยมาก จึงได้ทำการผสมพันธุ์ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2564 และเมื่อทำการผสมพันธุ์เรียบร้อย อุณหภูมิเริ่มสูงและเข้าสู่เดือนมีนาคม พ.ศ. 2564 อุณหภูมิสูงมากถึง 40 องศาเซลเซียส (ภาพผนวกที่ 1) ซึ่งถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 35 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส จะทำให้เกสรตัวผู้เป็นหมัน ทำให้ผสมติด ถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 48 องศาเซลเซียส ควรต้องให้น้ำอย่างเพียงพอและทั่วถึง ถึงแม้ช่วงที่การออกดอกของจะถูกกระตุ้นจากอุณหภูมิที่ต่ำประมาณ 10-12 องศาเซลเซียส และสภาพแห้ง (dry period) แต่ในระยะออกดอกถ้าอุณหภูมิต่ำเกินไป เช่น 14 องศาเซลเซียส ทำให้เกิด รังไข่เป็นหมัน (ovule abortion) ซึ่งทำให้เกิดผลแบบ parthenocarpic หรือที่เรียกว่าผลกะเทย ซึ่งจะไม่โตมากนักเพราะมักจะไม่มีเมล็ด หรือถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 35 องศาเซลเซียส ทำให้ละอองเกสรมีอายุสั้นลง (เกษม, 2543)

ตารางที่ 1 เปอร์เซ็นต์การติดผล การร่วงและผลที่เก็บเกี่ยวได้ของมะม่วงน้ำดอกไม้ที่ได้รับการผสมข้ามในสภาพแปลงปลูก ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนสุโขทัย ปี 2564

กรรมวิธี	จำนวนช่อดอก/ต้น	เปอร์เซ็นต์การติดผล	เปอร์เซ็นต์การร่วงของผล	เปอร์เซ็นต์ผลที่เก็บเกี่ยว
กรรมวิธีที่ 1 พันธุ์น้ำดอกไม้ (control)	146	36	99	6
กรรมวิธีที่ 2 พันธุ์น้ำดอกไม้ × พันธุ์โชคอนันต์	172	48	95	5
กรรมวิธีที่ 3 พันธุ์น้ำดอกไม้ × พันธุ์ R2E2	149	43	90	10
F-test	ns	ns	ns	ns

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้งในแต่ละกรรมวิธีไม่แตกต่างกันในทางสถิติจากการเปรียบเทียบความแตกต่างด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การทดลองที่ 2 ผลของการผสมข้ามพันธุ์ที่มีต่อการติดผลของมะม่วงเขียวเสวยในสภาพแปลงปลูก

ผลของการผสมข้ามของมะม่วงพันธุ์เขียวเสวยและพันธุ์ที่ใช้เป็นตัวถ่ายละอองเกสร ได้แก่ พันธุ์โชคอนันต์ และพันธุ์ R2E2 แสดงผลการทดลองของเปอร์เซ็นต์จำนวนช่อดอก การติดผล และการร่วงของผลที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ พบว่า การใช้พันธุ์โชคอนันต์เป็นตัวถ่ายละอองเกสรให้กับพันธุ์เขียวเสวย ให้จำนวนช่อดอกมากที่สุด เท่ากับ 125 ช่อ รองลงมาคือการใช้พันธุ์ R2E2 จำนวน 58 ช่อ และพันธุ์เขียวเสวย จำนวน 57 ช่อ ในขณะที่เปอร์เซ็นตการติดผล การใช้พันธุ์ R2E2 ให้เปอร์เซ็นต์การติดผลมากที่สุด เท่ากับ 39 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือการใช้พันธุ์โชคอนันต์ 28 เปอร์เซ็นต์ และพันธุ์เขียวเสวย 21 เปอร์เซ็นต์ สำหรับเปอร์เซ็นต์การร่วงของผล พบในทั้ง 3 พันธุ์ในเปอร์เซ็นต์ที่ค่อนข้างสูง มากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2) ซึ่งผลการดำเนินการไปในทิศทางเดียวกับการทดลองที่ 1 ที่พบว่ากรรมวิธีการผสมข้ามระหว่างพันธุ์เขียวเสวย กับพันธุ์ R2E2 ส่งผลให้มีเปอร์เซ็นต์การติดผลสูงสุด และมากกว่ากรรมวิธีที่ไม่ได้รับการผสมข้าม ทั้งนี้เนื่องจากมะม่วงเป็นพืชที่ผสมตัวเอง

กรมวิชาการเกษตร

แต่มีบ้างที่ผสมตัวเองไม่ได้ (self incompetability) โดยเฉพาะพันธุ์เขียวเสวย ดังนั้นตามธรรมชาติมะม่วงจะผสมตัวเองติดประมาณ 0-1.68% แต่ถ้ามีการผสมข้ามจะมีเปอร์เซ็นต์ติดมากขึ้นเป็น 6.4-23.4% จึงมีความจำเป็นต้องปลูกมะม่วงหลายพันธุ์ในบริเวณใกล้เคียงกัน และถ้าเป็นละอองเกสรที่เข้ากันได้จะช่วยให้มีการผสมข้ามได้ดีขึ้นการติดผลก็จะมากขึ้น (ศักรี, 2536) แต่จากการทดลองพบว่าพบปัญหาผลหลุดร่วงค่อนข้างมาก ทั้งนี้เนื่องจากในเดือนธันวาคม 2563 มีสภาพอากาศอุณหภูมิค่อนข้างต่ำมาก คือ 15 องศาเซลเซียส และเดือนมกราคม- กุมภาพันธ์ 2564 มีอุณหภูมิ 13-15 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และมีช่วงระยะเวลาค่อนข้างนาน ส่งผลมะม่วงติดดอกล่าช้าคือในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ 2564 และดอกออกจำนวนน้อยมาก จึงได้ทำการผสมพันธุ์ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2564 และเมื่อทำการผสมพันธ์เรียบร้อย อุณหภูมิเริ่มสูงและเข้าสู่เดือนมีนาคม พ.ศ. 2564 อุณหภูมิสูงมากถึง 40 องศาเซลเซียส (ภาพผนวกที่ 1) ซึ่งถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 35 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส จะทำให้เกสรตัวผู้เป็นหมัน ทำให้ผสมติด ถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 48 องศาเซลเซียส ควรต้องให้น้ำอย่างเพียงพอและทั่วถึง ถึงแม้ช่วงที่การออกดอกของจะถูกกระตุ้นจากอุณหภูมิที่ต่ำประมาณ 10-12 องศาเซลเซียส และสภาพแห้ง (dry period) แต่ในระยะออกดอกถ้าอุณหภูมิต่ำเกินไป เช่น 14 องศาเซลเซียส ทำให้เกิด รังไข่เป็นหมัน (ovule abortion) ซึ่งทำให้เกิดผลแบบ parthenocarpic หรือที่เรียกว่าผลกะเทย ซึ่งจะไม่โตมากนักเพราะมักจะไม่มีเมล็ด หรือถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 35 องศาเซลเซียส ทำให้ละอองเกสรมีอายุสั้นลง (เกษม, 2543)

ตารางที่ 2 เปอร์เซ็นต์การติดผล การร่วงและผลที่เก็บเกี่ยวได้ของมะม่วงเขียวเสวยที่ได้รับการผสมข้ามในสภาพแปลงปลูก ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนสุโขทัย ปี 2564

กรรมวิธี	จำนวนช่อช่อดอก/ต้น	เปอร์เซ็นต์การติดผล	เปอร์เซ็นต์การร่วงของผล	เปอร์เซ็นต์ผลที่เก็บเกี่ยว
1) เขียวเสวย (control)	57	21	89	11
2) เขียวเสวย × พันธุ์โชคอนันต์	125	28	84	16
3) เขียวเสวย× พันธุ์ R2E2	58	39	85	15
F-test	ns	ns	ns	ns

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้งในแต่ละกรรมวิธีไม่แตกต่างกันในทางสถิติจากการเปรียบเทียบความแตกต่างด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การทดลองที่ 3 ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตและแคลเซียม-โบรอนที่มีต่อการติดผลของมะม่วงน้ำดอกไม้

การให้สารควบคุมการเจริญเติบโตและธาตุอาหารแคลเซียม-โบรอนในการพ่นที่ระยะออกดอก พบว่า เปอร์เซ็นต์การติดผลที่ 4 สัปดาห์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการพ่นช่อดอกมะม่วงด้วยสาร Brassinosteroid อัตรา 1 มล.ต่อน้ำ 20 ลิตร จำนวน 2 ครั้ง มีเปอร์เซ็นต์การติดผลมากที่สุด เท่ากับ 77.8 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ช่อดอกที่ได้รับสาร NAA ความเข้มข้น 100 ppm และสารแคลเซียมและโบรอน อัตรา 75 มล.ต่อน้ำ 20 ลิตร จำนวน 2 ครั้ง จะมีเปอร์เซ็นต์ติดผลใกล้เคียงกัน เท่ากับ 70.6 และ 69.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าอย่างมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับช่อดอกที่ไม่ได้รับสารที่มีการติดผล เท่ากับ 58.2 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3)

กรมวิชาการเกษตร

ส่วนเปอร์เซ็นต์การร่วงของผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ พบว่า ช่อมะม่วงที่ได้รับสาร Ethephon ที่ความเข้มข้น 10 ppm จะมีเปอร์เซ็นต์การร่วงสูงที่สุด หลังจากได้รับสาร 2 สัปดาห์ และ 4 สัปดาห์ เท่ากับ 75.9 และ 52.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่การพ่นแคลเซียมและโบรอน อัตรา 75 มล.ต่อน้ำ 20 ลิตร จำนวน 2 ครั้งแสดงผลเปอร์เซ็นต์การร่วงของผลน้อยที่สุด หลังจากได้รับสารที่ 4 สัปดาห์ เท่ากับ 40 เปอร์เซ็นต์ ส่วนจำนวนผลที่เก็บเกี่ยวได้ต่อ10 ช่อ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 เปอร์เซ็นต์การติดผล การร่วงและผลที่เก็บเกี่ยวได้ของมะม่วงน้ำดอกไม้ หลังจากที่ได้รับสารในชนิดต่างๆ ที่ 2 สัปดาห์ และ 4 สัปดาห์ ณ แปลงมะม่วง อ.วังทอง จ.พิษณุโลก ปี 2563

กรรมวิธี	เปอร์เซ็นต์การติดผล		เปอร์เซ็นต์การร่วงของผล		ผลที่เก็บเกี่ยวได้ ต่อ 10 ช่อ
	2 สัปดาห์	4 สัปดาห์	2 สัปดาห์	4 สัปดาห์	
1. วิธีควบคุม (พ่นน้ำเปล่า)	45.2	58.2b[1/]	55.5	43.3	29
2. พ่น Ethephon ที่ความเข้มข้น 10 ppm	48.0	62.5a	75.9	52.2	32
3. พ่น NAA ที่ความเข้มข้น 100 ppm	54.3	70.6a	67.5	42.5	34
4. พ่นแคลเซียมและโบรอน อัตรา 75 มล.ต่อน้ำ 20 ลิตร จำนวน 2 ครั้ง	52.3	69.3a	64.7	40.2	32
5. พ่น Brassinosteroid อัตรา 1 มล.ต่อน้ำ 20 ลิตร จำนวน 2 ครั้ง	55.8	77.8a	60.2	41.8	33
F-test	ns	*	ns	ns	ns
C.V. (%)	18.6	16.7	24.1	31.6	20.8

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้งในแต่ละกรรมวิธีไม่แตกต่างกันในทางสถิติจากการเปรียบเทียบความแตกต่างด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การทดลองที่ 4 ศึกษาประสิทธิภาพและระบบของการใช้สารฆ่าแมลงแบบสลับกลุ่มเพื่อการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟในมะม่วง

การใช้สารฆ่าแมลงแบบสลับกลุ่มเพื่อป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟในมะม่วง พบว่า สารที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟในมะม่วง คือ สาร spinetoram 25% WG อัตรา 10 ก/น้ำ 20 ลิตร (กลุ่มกลไกการออกฤทธิ์ที่ 5) โดยมีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัด 70-80% นาน 3-10 วัน รองลงมาคือสาร cyantraniliprole 10% OD อัตรา 40 มล./น้ำ 20 ลิตร (กลุ่ม 28) emamectin benzoate 1.92% EC (กลุ่ม 6) ที่มีประสิทธิภาพไม่ต่างกัน ส่วนสารในกลุ่มที่มีประสิทธิภาพรองลงมานั้นได้แก่สาร fipronil 5% SC อัตรา 40 มล./น้ำ 20 ลิตร (กลุ่ม 2), สาร cypermethrin 35% EC อัตรา 30 มล./น้ำ20ลิตร (กลุ่ม 3) มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดเพลี้ย

กรมวิชาการเกษตร

ไฟ 60-70 % นาน 3-7 วัน และสารในกลุ่มสุดท้ายที่มีประสิทธิภาพต่ำกว่า50% ได้แก่สาร pirimiphos-methyl 50% EC อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร (กลุ่ม 1), สาร dinotefuran 20% SG อัตรา 20 ก./น้ำ 20 ลิตร (กลุ่ม 4), สาร pymetrozine 50% WG อัตรา 40 ก./น้ำ 20 ลิตร (กลุ่ม 9) และสาร flonicamid 50% WG อัตรา 40 ก./น้ำ 20 ลิตร (กลุ่ม 29) (ตารางที่ 4)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 4 ประสิทธิภาพของยาฆ่าแมลงสำหรับการควบคุมเพลี้ยไฟพริก (chilli thrips; *Scirtothrips dorsalis* Hood) ในสวนมะม่วง อ.สามชุก จ.สุพรรณบุรี ระหว่างเดือน มกราคม ถึง กุมภาพันธ์ 2564

Treatment	Rate of appl. (g, ml./20 l of water)	No. of thrips/inflorescence								
		Before appl.	After Appl. 1st (days)			After Appl. 2nd (days)				
			3	5	7	3	5	7	10	14
pirimiphos-methyl 50% EC	50	71.47	44.20b	61.20b	75.06c	60.86d	63.86e	40.46ab	29.40c	28.93a
fipronil 5% SC	40	69.40	30.60ab	27.46a	34.13ab	19.26a	31.33abc	20.40a	18.06ab	25.13a
cypermethrin 35% EC	30	76.27	22.46ab	40.13a	49.93abc	15.86a	29.86abc	21.93a	30.07c	26.80a
dinotefuran 20% SG	20	71.40	41.26ab	37.73a	68.53c	54.33cd	58.53de	48.86bc	22.6abc	35.53a
spinetoram 25% WG	10	77.27	20.26a	22.33a	24.20a	14.66a	20.53a	22.60a	13.13a	21.26a
emamectin benzoate 5%WG	15	74.47	25.26ab	23.80a	29.80ab	24.46a	27.53ab	26.93a	15.26a	23.80a
pymetrozine 50% WG	40	70.13	27.53ab	32.40a	66.93c	36.93abc	42.20bcd	40.86ab	33.13c	32.60a
cyanitranilipole 10% OD	40	78.67	21.46a	27.40a	24.06a	25.33ab	27.13ab	34.26ab	12.66a	24.20a
flonicamid 50% WG	40	74.07	39.06ab	38.46a	54.80bc	47.26bcd	49.80cde	54.20bc	28.53bc	40.86a
untreated	-	73.87	91.86c	95.53c	126d	101.66e	88.00f	69.33c	56.13d	62.46b
C.V.(%)		9.07	31.27	24.16	26.63	30.65	24.99	30.10	23.03	34.41
RE. (%)						-	-	-	-	-

1/ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี

กรมวิชาการเกษตร

การทดลองที่ 5 การผสมผสานการจัดการแปลงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและลดต้นทุนการผลิตมะม่วง

การดำเนินการจัดการแปลงมะม่วงทดลอง โดยการเปรียบเทียบการจัดการการใช้ปัจจัยการผลิตด้านต่างๆ การใช้แรงงาน การใส่ปัจจัยการผลิต เป็นต้น สำหรับแปลงมะม่วง ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ มีการจัดการต้นมะม่วงที่มีอายุ 8 ปี ตามแผนการดำเนินงาน และจากการวิเคราะห์ดิน พบว่า กรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินทั้งทางดินและระบบน้ำ มีค่าวิเคราะห์ดินในส่วนของเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุ เปอร์เซ็นต์ธาตุไนโตรเจน ปริมาณฟอสฟอรัส และปริมาณโพแทสเซียม เท่ากับ 2.14 เปอร์เซ็นต์ 0.107 เปอร์เซ็นต์ 178.9 มก.ต่อ กก. และ 153.41 มก.ต่อ กก. ที่มีค่ามากกว่ากรรมวิธีที่มีการจัดการแบบวิธีเกษตรกรที่มีค่าเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุ เปอร์เซ็นต์ธาตุไนโตรเจน ปริมาณฟอสฟอรัส และปริมาณโพแทสเซียม เท่ากับ 1.15 เปอร์เซ็นต์ 0.058 เปอร์เซ็นต์ 27.45 มก.ต่อ กก. และ 44.3 มก.ต่อ กก. ส่วนแปลงเกษตรกร จ.กาฬสินธุ์ พบว่า จากค่าวิเคราะห์ดิน ในกรรมวิธีที่มีการจัดการแบบเกษตรกร มีค่าปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม เท่ากับ 81.92 และ 120.6 มก.ต่อ กก. สูงกว่ากรรมวิธีที่มีการจัดการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินทั้งทางดินและทางพ่นใบ (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบค่าวิเคราะห์ดินระหว่างวิธีทดสอบและวิธีเกษตรกร ของแปลงมะม่วง ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ จ.ศรีสะเกษ และแปลงเกษตรกร จ.กาฬสินธุ์

ค่าวิเคราะห์ดิน	แปลงมะม่วง ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ		แปลงมะม่วง จ.กาฬสินธุ์	
	วิธีทดสอบ	วิธีเกษตรกร	วิธีทดสอบ	วิธีเกษตรกร
pH	5.6	4.8	5.6	5.6
อุณหภูมิ (°C)	25.9	25.9	25.9	25.9
LR (kg/rai)	240	330	60	80
OM (%)	2.14	1.15	1.06	0.92
N (%)	0.107	0.058	0.053	0.046
P (mg/kg)	178.90	27.45	30.20	81.95
K (mg/kg)	153.50	44.30	100.60	120.60

จากการจัดการแปลงที่มีการผสมผสานเทคโนโลยีการตัดแต่งกิ่งและการใช้ปุ๋ยแบบผสมเองจากเอกสารคำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจของกรมวิชาการเกษตร (2552) นำมาวิเคราะห์การใส่ปุ๋ยร่วมกับผลการวิเคราะห์ดิน ผลการดำเนินการจัดการแปลงมะม่วงแบบผสมผสานใน ปีที่ 1 (ปี 2563) และ ปีที่ 2 (ปี 2564) ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ พบว่า การดำเนินการปีที่ 2 มีปริมาณผลผลิตเปอร์เซ็นต์เกรด A มากกว่าการดำเนินการในปีแรก ผลผลิตมีปริมาณมากกว่าการดำเนินการในปีแรก ปีที่ 2 มีจำนวนผลผลิต เท่ากับ 34 กก.ต่อต้น มากกว่าจำนวนผลผลิตปีที่ 1 ที่มีผลผลิต เท่ากับ 36 กก.ต่อต้น และในส่วนของคุณภาพของผลผลิต พบว่า ผลผลิตที่ได้จากรอบการผลิตปีที่ 2 มีร้อยละความหวานที่สูงกว่าด้วย เท่ากับ 22 องศาบริกซ์ (ตารางที่ 6) ส่วนผลการดำเนินการในแปลงเกษตรกร จ.กาฬสินธุ์ ที่แปลงทดลองมีการจัดการแปลงแบบผสมผสานตามคำแนะนำกรมวิชาการเกษตรและแปลงควบคุมเป็นการจัดการตามวิธีการเกษตรกร พบว่า แปลงทดลองกับแปลงควบคุมไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ด้านผลผลิต แปลงทดลองมีปริมาณผลผลิต และเปอร์เซ็นต์ของผลผลิต

กรมวิชาการเกษตร

เกรด A มากกว่าผลผลิตที่ได้จากแปลงควบคุม โดยแปลงทดลองมีผลผลิตมีน้ำหนักรวมต่อต้น และเปอร์เซ็นต์ผลเกรด A เท่ากับ 38.8 กก.และ 48.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่แปลงทดลองมีผลผลิตมีน้ำหนักรวมต่อต้น และเปอร์เซ็นต์ผลเกรด A เท่ากับ 30.2 กก.และ 35.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 7) ทั้งนี้การดำเนินการในแปลงเกษตรกรที่ จ.กาฬสินธุ์ ได้ดำเนินการเพียง 1 รอบการผลิต เนื่องจากประสบปัญหาสถานการณ์การระบาดของไวรัสโควิค-19 ทำให้ผลการทดลองไม่เห็นถึงความแตกต่างได้อย่างชัดเจน จึงควรต้องมีการดำเนินการต่อเนื่อง 2-3 รอบการผลิต เพื่อให้เห็นถึงผลการทดลองเปรียบเทียบการดำเนินการได้อย่างชัดเจน

ตารางที่ 6 การจัดการแปลง และผลผลิตของมะม่วงน้ำดอกไม้ อายุ 8 ปี ในแปลง ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ ผลผลิตต่อต้นเป็นผลผลิตเฉลี่ย จำนวน 10 ต้น

ปี	การจัดการ			ผลผลิตต่อต้น			
	ปุ๋ย (ครั้ง)	ยาฆ่าแมลง (ครั้ง)	ต้นทุน** (บาทต่อต้น)	รวม (กก./ต้น)	% * เกรด A	ความหวาน (%brix)	สีเปลือกผลสุก
2563	3	4	63.92	24.7	36	20	Y016C
2564	4	6	95.47	34.0	46.3	22	Y017C

* เปอร์เซ็นต์เกรด A คือ ผลผลิตที่มีน้ำหนักมากกว่า 300 ก. ต่อผล

** ต้นทุนคำนวณจากราคาวัสดุเกษตรที่ซื้อในท้องตลาด จ. ศรีสะเกษ ปี 2564 และไม่รวมต้นทุนแรงงาน

ตารางที่ 7 ผลผลิตและคุณภาพของมะม่วงน้ำดอกไม้แปลงเกษตรกร จ.กาฬสินธุ์ ปี 2564

กรรมวิธี	ผลผลิต				คุณภาพผลผลิต					
	นน./ต้น (กก.)	% เกรด A	% เกรด B	% เสียหาย	ผลดิบ		ผลสุก			
					สีเปลือก	นน.เฉลี่ย (กรัม)	สีเปลือก	สีเนื้อ	ความหวาน	% เน่า
แปลงทดลอง	38.8	48.7	40.0	11.3	Y018B	377	Y021C	Y017C	20.0	0
แปลงควบคุม	30.2	35.8	55.0	9.1	Y-G154(	242	Y021D	Y017C	19.6	10

การทดลองที่ 6 การประเมินศักยภาพการผลิตและผลตอบแทนของการปลูกมะม่วงพันธุ์ไทยและพันธุ์ต่างประเทศเพื่อการส่งออก

จากการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ปลูกมะม่วงตามภาคต่างๆ รวมจำนวน 128 ราย ได้แบ่งเป็น 4 กลุ่ม คือ 1) ภาคเหนือจังหวัด เชียงใหม่ เชียงราย ลำพูน พะเยา รวม 28 ราย 2) ภาคเหนือตอนล่าง พิษณุโลก สุโขทัย พิจิตร รวม 8 ราย 3) ภาคกลาง ฉะเชิงเทรา ราชบุรี สมุทรสาคร ประจวบคิรีขันธ์ รวม 80 ราย และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ อุดรธานี ชัยภูมิ และนครราชสีมา รวม 12 ราย ผลการดำเนินการด้านข้อมูลพื้นฐาน พบว่า ผู้ให้สัมภาษณ์ 128 ราย เป็นเพศชาย 55.5 % เพศหญิง 44.5% อายุ 31-40 ปี 27.3% ใกล้เคียงกับช่วงอายุ 51-60 ปี ซึ่งมี 26.56% การศึกษาส่วนใหญ่ระดับ

กรมวิชาการเกษตร

ประถมศึกษา 46.9% รองมาคือ มัยยมศึกษา 25% และระดับปริญญาตรี 14.8% และส่วนใหญ่มีประสบการณ์ในการปลูกมะม่วง 5-10 ปี 37.5% รองมาคือมากกว่า 20 ปี 22.7% **ด้านการขายผลผลิต** ขายในประเทศ 41.3% ทั้งในประเทศและต่างประเทศ 39.7 % เฉพาะตลาดต่างประเทศ 17.5 % โดยมีพ่อค้าคนกลางมารับซื้อ 34.4% ขายเอง 23.4% และบริษัทมารับซื้อ 18% ซึ่งเกษตรกรไม่เป็นสมาชิกชมรม 70.3% เป็นสมาชิก 29.7% **ด้านการจัดการการผลิต** มีแผนการผลิตทั้งในฤดูและนอกฤดู 48.4% ในฤดู 29.7% และนอกฤดู 18% มีการห่อผล 91.4% ไม่ห่อผล 7.8% วัสดุห่อ 90.6% ใช้ถุงคาร์บอน การเก็บเกี่ยวผลผลิต เก็บเกี่ยวเอง 65.4% จ้างเหมาเก็บเกี่ยว 26.9% และผู้ซื้อมาเก็บเกี่ยวเอง 7.7% การคัดขนาด คัดขนาดตามผู้รับซื้อกำหนด 56.9% คัด 3 ขนาด 30.1% ขายเหมา 5.7% **ด้านพันธุ์ปลูก** มีการปลูกมะม่วงพันธุ์ต่างประเทศ 69.9% ไม่ปลูก 30.1% พันธุ์ต่างประเทศที่ปลูกมี 14 พันธุ์ ปลูกมากที่สุดคือพันธุ์ R2E2 37.3% ส่งขายทั้งในประเทศและต่างประเทศ รองมาคือพันธุ์งาช้างแดง 16.4% จินหวง 13.4% แดงจักรพรรดิ 11.9% แก้วขมิ้น 10.45% ส่วนพันธุ์ที่เหลือระหว่าง 0.75-2.99% ต้นทุนการผลิตมะม่วงน้ำดอกไม้ ในฤดู ประมาณ 10,000 – 12,000 บาท นอกฤดูมากกว่าในฤดู ประมาณ 1 เท่า คือประมาณ 20,000 -24,000 บาท/ไร่ สูงกว่ามะม่วงพันธุ์ต่างประเทศ 30-50% โดยเฉพาะค่าถุงห่อ แรงงาน ค่าสารเคมีในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช การปลูกมะม่วงหลากหลายพันธุ์ทั้งพันธุ์ไทยและพันธุ์ต่างประเทศจะช่วยลดความเสี่ยงจากพันธุ์หลัก รวมทั้งลดต้นทุนและแรงงาน ทำให้การจัดการการผลิตของเกษตรกรมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

ในส่วนของด้านต้นทุนการผลิต ในฤดู ประมาณ 10,000 – 12,000 บาท นอกฤดู มากกว่าในฤดู ประมาณ 1 เท่า ตกประมาณ 20,000 -24,000 บาทต่อไร่ ใกล้เคียงกับผลการศึกษาของ ชูชาติ (2556) พบว่าต้นทุนการผลิตมะม่วงน้ำดอกไม้นอกฤดูของเกษตรกรเพื่อการส่งออก พบว่ามีต้นทุนประมาณ 19,000 – 26,000 บาท โดยเป็นต้นทุนด้านปุ๋ย สารเคมี ถุงห่อผลประมาณ 50% แรงงาน 25% และอื่นๆ 25% (เช่นค่าไฟ น้ำมัน ฯลฯ) ซึ่งถุงห่อจะใช้ถุงคาร์บอน ราคาใบละ 1.50 บาท ซึ่ง 1 ไร่จะใช้ถุงห่อประมาณ 4,000-5,000 ใบ จึงเป็นค่าถุงห่อประมาณ 6,000-7,500 บาท ธีรารัตน์ (2563) จากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กล่าวถึงต้นทุนและผลตอบแทนการผลิตมะม่วงน้ำดอกไม้ จ.สมุทรปราการ 10,910 บาท/ไร่ กำไรสุทธิ 26,401 บาท/ไร่ ชัฐพล (2564) การผลิตมะม่วงน้ำดอกไม้ภาคตะวันออก ต้นทุน 11,548 บาท/ไร่ ผลตอบแทนสุทธิ 13,687 บาท/ไร่ ด้านผลตอบแทนระหว่างมะม่วงพันธุ์ต่างประเทศกับพันธุ์น้ำดอกไม้ในพื้นที่ จ.ราชบุรี สมุทรสาคร ฉะเชิงเทรา ประจวบ พบว่า R2E2 ให้ผลตอบแทนมากกว่าน้ำดอกไม้ เนื่องจากผลผลิตสูงต้นทุนต่ำ (ไม่ต้องห่อผล) แต่ตลาดส่งออกไม่กว้างเท่ากับน้ำดอกไม้ แต่พบว่าเกษตรกรรายย่อยส่วนใหญ่ยังไม่ค่อยให้ความสนใจการปลูกพันธุ์ต่างประเทศ เนื่องจากเห็นว่าไม่มีตลาดรองรับ ที่ปลูกไว้เพราะความแปลกโดยปลูกไว้บ้าง 1-2 ต้น ส่วนพันธุ์มะม่วงต่างประเทศที่เกษตรกรบางส่วนต้องการปลูกเพิ่มคือ พันธุ์ อี้เหวิน แดงจักรพรรดิ แอปเปิ้ลแดง และหงส์ไค่เท่อ ส่วนพันธุ์มะม่วงไทยที่น่าสนใจจะปลูกเพิ่ม เช่น พันธุ์น้ำดอกไม้มัน(เป็นที่ต้องการของตลาดต่างประเทศ) พันธุ์แก้วลืมรัง ลิ้นงูเห่า (ตลาดมาเลเซียและสิงคโปร์) และพันธุ์ที่น่าจับตามอง ได้แก่พันธุ์มหาชนกเนื่องจากให้ผลผลิตดก 3-4 ตัน/ไร่ (อายุ 5-6 ปี) ราคาเฉลี่ย 15 บาท และมีต้นทุนการผลิตต่ำกว่าน้ำพันธุ์น้ำดอกไม้ รวมทั้งพันธุ์โชคอนันต์ซึ่งเหมาะกับการแปรรูป เป็น เนื้อแช่แข็ง และดอง เพื่อส่งออก ผลจากการประเมินศักยภาพการผลิตและผลตอบแทนของการปลูกมะม่วงพันธุ์ไทยและพันธุ์ต่างประเทศเพื่อการส่งออก ยังพบว่าพันธุ์หลักของมะม่วงที่เกษตรกรปลูกเป็นพันธุ์น้ำดอกไม้ แต่เกษตรกรก็มีการปลูกมะม่วงพันธุ์อื่นร่วมด้วยทั้งเพื่อ

กรมวิชาการเกษตร

การลดความเสี่ยง ลดหรือหลีกเลี่ยงปัญหาด้านแรงงานเนื่องจากพันธุ์น้ำดอกไม้ต้องมีความพิถีพิถันในการผลิต ใช้แรงงานมาก หากเกษตรกรมีพื้นที่การผลิตมาก การปลูกมะม่วงพันธุ์อื่นที่มีการผลิตแลรักษาง่าย จะเป็นการช่วยในการบริหารจัดการแรงงานในแปลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลดความเสี่ยงจากการผลิตมะม่วงพันธุ์หลัก นอกจากนี้มีกลุ่มพันธุ์มะม่วงจากไต้หวันบางพันธุ์เช่น งาช้างแดง จินหวง และแดงจักรพรรดิ เกษตรกรมีการปลูก 11.9-16.42 % และพันธุ์แก้วขมิ้น 10.45% ซึ่งในพันธุ์แก้วขมิ้นใช้ได้ทั้งบริโภคผลดิบและแปรรูป มีการออกดอกติดผลง่าย ผลดก สมารถผลิตทั้งในฤดูหรือนอกฤดู รวมทั้งไม่ต้องห่อผล แม้ราคาผลผลิตจะต่ำกว่าพันธุ์อื่นๆ แต่ก็นับว่าเป็นพันธุ์ที่มีศักยภาพเหมาะสำหรับเกษตรกรที่มีพื้นที่การผลิตมาก แรงงานจำกัด นับว่าจะช่วยลดความเสี่ยงในการผลิต รวมทั้งสามารถทำให้การบริหารจัดการแรงงานในสวนมีประสิทธิภาพมากขึ้น นอกจากนี้มีผลทางอ้อมคือการปลูกมะม่วงหลากหลายพันธุ์จะมีผลดีในแง่การผสมเกสรข้ามพันธุ์จะช่วยทำให้มะม่วงพันธุ์หลักที่มีปัญหาการติดผลสามารถติดผลได้ดีขึ้น จึงนับเป็นทางเลือกของเกษตรกรในการจัดการการผลิตที่เหมาะสม เพิ่มศักยภาพการผลิตและลดความเสี่ยงในการผลิตของตนเอง ช่วยให้การผลิตและการบริหารจัดการแรงงานในสวนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

กรมวิชาการเกษตร

การจัดการมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อการส่งออกทางเรือ

Postharvest Management of Mango Export by Sea Transportation

ผู้วิจัย

นายอนุวัฒน์ รัตนชัย นายทวีศักดิ์ แสงอุดม สถาบันวิจัยพืชสวน

รศ. ดร.วาริช ศรีละออง ผศ.ดร.ณัฐชัย พงษ์ประเสริฐ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

นายภาณุมาศ โคตรพงศ์ กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

นางสาวทิวาพร ผดุง กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ผศ.ดร. สมศักดิ์ ครามโชติ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

นางริสา รัตนชัย นางสาวนุจรี ชินสุทธิ์ กองพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าพืช

บทคัดย่อ

มะม่วงน้ำดอกไม้สีทองเป็นผลผลิตเน่าเสีย และโรคเข้าทำลายได้ง่าย งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการทำความสะอาดด้วยเทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ต่อการลดการเกิดโรคและรักษาคุณภาพในมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง วางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 4 ซ้ำ 6 กรรมวิธี กรรมวิธีที่ 1 ล้างด้วยน้ำผสมด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 200 ppm ชุดควบคุม กรรมวิธีที่ 2 ล้างด้วยน้ำที่มีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโน กรรมวิธีที่ 3-6 ล้างด้วยน้ำที่มีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 50 100 150 และ 200 ppm ตามลำดับ เป็นเวลา 10 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13±2 °C นาน 28 วัน พบว่าการใช้ฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ความเข้มข้น 200 ppm เกิดโรคช้าที่สุด ซึ่งพบในวันที่ 21 ของการเก็บรักษา ส่วนชุดควบคุมพบในวันที่ 9 ของการเก็บรักษา นำซิลิกอนที่มีบทบาทในการเสริมสร้างความแข็งแรงของเซลล์ และลดการเกิดโรคมาประยุกต์ใช้ในการรักษาคุณภาพของมะม่วง พ่นซิลิกอนทางใบที่ความเข้มข้น 0.5 และ 1 % ระยะผล 30 45 และ 60 วันหลังดอกบาน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 °C นาน 28 วัน พบว่า ซิลิกอนมีแนวโน้มของการเกิดโรคหลังเก็บเกี่ยวน้อยกว่ากรรมวิธีควบคุม กรรมวิธีที่ได้รับซิลิกอน 0.5% เกิดโรคน้อยที่สุด เกิดโรคน้อยกว่า 30% การทดลองเก็บรักษาด้วยเทคนิคซุปเปอร์คูลิงค์ต่อคุณภาพของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง วางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 5 ซ้ำ 4 กรรมวิธี กรรมวิธีที่ 1 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 °C ชุดควบคุม กรรมวิธีที่ 2-4 ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากำลัง 1000 2000 และ 3000 โวลต์ต่อเมตร ตามลำดับ ผลการทดลองเบื้องต้น นำมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองเก็บรักษาในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 13±2 °C นาน 1 เดือน พบว่ามีการเปลี่ยนจากสีเหลืองอ่อนเป็นสีเหลืองทองตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น เกิดการเหี่ยวหรือการสูญเสียน้ำเพิ่มขึ้น การเกิดโรคพบอาการของโรคในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา การดำเนินการทดลองซุปเปอร์คูลิงค์ (super-

กรมวิชาการเกษตร

cooling) ไม่สามารถดำเนินการทดลองต่อได้ เนื่องจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ทำให้ไม่สามารถนำเข้าเครื่องมือจากประเทศญี่ปุ่น การจัดการคุณภาพมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อการขนส่งทางเรือ กรรมวิธีใช้ (SiO_2 0.5% + (MNBs bubble + NaOCl 200 ppm พ่นมะม่วงด้วยซิลิกอนความเข้มข้น 0.5% ที่ระยะเวลา 30 45 และ 60 วันหลังดอกบานร่วมกับการล้างมะม่วงด้วยฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่ความเข้มข้น 200 ppm นาน 10 นาที สามารถลดการเกิดโรคและรักษาคุณภาพของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองได้ โดยเก็บรักษามะม่วงได้นาน 28 วัน เปรียบเทียบกับชุดควบคุมเก็บรักษามะม่วงได้นาน 21 วัน กรรมวิธีการจัดการคุณภาพมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยวสามารถชะลออัตราการหายใจและลดอัตราการผลิตเอทิลีนได้ นอกจากนี้พบว่ามีแนวโน้มในรักษาคุณภาพการบริโภคและคุณค่าทางโภชนาการได้

Abstract

Nam Dok Mai Si-Thong' is a climacteric and highly perishable fruit that requires specialized postharvest handling to extend its storage. This research aims to study the efficacy of air micro- and nano- bubbles technology in combination with sodium hypochlorite on reduced disease and maintained the quality of 'Nam Dok Mai Si-Thong' mango. The experimental design was RCBD, 4 replications, treatments; treatment 1 is sodium hypochlorite 200 ppm in water for 10 minutes (control), treatment 2 is tap water by using air micro- and nano- bubbles technology for 10 minutes, treatment 3-6 used air micro- and nano- bubbles in combination with 50 100 150 and 200 ppm sodium hypochlorite for 10 minutes, respectively. Fruits were stored at 13±2 ºC for 28 days. It was found that using air micro- and nano- bubbles in combination with 200 ppm sodium hypochlorite resulted in the slowest disease. It was found on day 21st of storage whereas the disease of control fruit appeared on day 9th of storage. The objective of this study was silicon; plays a role in strengthening cells and apply for reducing postharvest disease of mango. Mango trees were spayed (silicon concentration 0.5 and 1.0%) 30 45 and 60 days after anthesis. Mango harvested at harvesting index of mango. Fruits were stored at 13 ºC for 28 days. The results show that postharvest disease of 0.5% silicon treatment was 2.17 lower than 0.1% silicon and control treatments about 30%. The objective of the method of storage by supercooling technique was obtained for 'Nam Dok Mai Si-Thong' mango. The experimental design was RCBD, 5 replications, 4 treatments; treatment 1 stored at 13 ºC, treatment 2-4 stored at 13 ºC and use supercooling sheet (electromagnetic waves) at 1000 2000 and 3000 volt/m, respectively. Pre-test research show that mango stored at 13±2 ºC, Relative Humidity (RH) 85-95% for 1 month. The record appearance of mango (color, wilt and disease) showed that developed color lite yellow to golden yellow, wilt and wight loss when stored. Postharvest disease showed at stored 6 days. The experimental about super-cooling cannot do it because COVID-19 pandemic. Quality management of mango

กรมวิทยาศาสตร์

export by sea transportation used the method (spy SiO_2 0.5% at 30 45 and 60 days after anthesis + MNBs bubble + NaOCl 200 ppm 10 minutes) for cleaning mango. The resulted shows the slowest disease. It was found on day 28th of storage whereas the disease of control fruit appeared on day 21st of storage. In addition, it was found that tendency to maintain consumption quality and nutrition of mango.

คำสำคัญ (Key words)

มะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง ฟองอากาศขนาดไมโครและนาโน โซเดียมไฮโปคลอไรท์ โรคหลังการเก็บเกี่ยว ซิลิกอน การเก็บรักษา เทคนิคซุปเปอร์คูลิงค์ การจัดการหลังการเก็บเกี่ยว การขนส่งทางเรือ

'Nam Dok Mai Si-Thong' mango, air micro- and nano- bubbles, sodium hypochlorite, postharvest disease, silicon, storage, Super-cooling, postharvest management, sea transportation

บทนำ

ที่มาและความสำคัญ/หลักการและเหตุผล

ปัญหาที่พบในโซ่อุปทานมะม่วงเพื่อการส่งออกของทั้ง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มเกษตรกรทั่วไป ผลิตมะม่วงเพื่อการส่งออกได้น้อยกว่าร้อยละ 20 และกลุ่มเกษตรกรที่ผลิตมะม่วงเพื่อการส่งออกคุณภาพสูงร่วมกับการจัดการคุณภาพผลผลิต ถ้ามีการพ่นหรือจุ่มสารป้องกันกำจัดโรคและแมลงก่อนห่อผล การเก็บเกี่ยวที่อายุ 105-112 วันหลังดอกบาน ทำให้ผลมีคุณภาพดี การใช้โฟมตาข่ายห่อกันกระแทกระหว่างการขนส่ง ช่วยลดความเสียหายในระหว่างการขนย้าย (ชูชาติ, 2556) มะม่วงเป็นผลผลิตที่เกิดการสูญเสียได้ง่าย เนื่องจาก เป็นผลไม้ประเภท Climacteric เมื่อผลสุกจะมีการผลิตแก๊สเอทิลีน และมีการหายใจสูง ซึ่งชักนำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบภายในต่าง ๆ ที่นำไปสู่การสูญเสีย รวมทั้งมะม่วงเป็นผลผลิตทางพืชสวนที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบมาก เนื้อสัมผัสนิ่ม และง่ายต่อการบอบช้ำ (จริงแท้, 2538) การคัดคุณภาพหลังเก็บเกี่ยวจะใช้ความถ่วงจำเพาะ โดยการนำมะม่วงมาลอยน้ำ ผลที่อ่อนจะลอยน้ำส่วนผลที่แก่จัดจะจมน้ำ อุณหภูมิที่ 13 องศาเซลเซียส ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 85-95 เปอร์เซ็นต์ เก็บรักษามะม่วงได้ 20 วัน (เบญจมาส และคณะ, 2554) โรคแอนแทรคโนสของมะม่วง (Mangifera indica L.) มีสาเหตุจากเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* เป็นปัญหาสำคัญที่ทำให้คุณภาพของผลมะม่วงลดลง อายุการเก็บรักษาสั้น มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เป็นพันธุ์ที่อ่อนแอต่อการเข้าทำลายของโรคนี้เป็นอย่างมาก (นิพนธ์, 2525) แต่ได้รับความนิยมมากที่สุดจากผู้จำหน่ายและส่งขายในประเทศญี่ปุ่น ผู้ประกอบการผู้ส่งออกมะม่วง ทำความสะอาดมะม่วงโดยใช้ผสมโซเดียมไฮโปคลอไรท์ความเข้มข้น 200 ppm กับน้ำทำความสะอาดมะม่วงหลังจากเก็บเกี่ยวมาจากแปลงของเกษตรกร (มาลิณี และไอลดา, 2557) ในปัจจุบันได้มีการนำเทคโนโลยีฟองก๊าซขนาดไมโครและนาโน (Micro- and Nano- bubbles, MNBs) มาประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายในงานหลายด้าน เช่น การบำบัดน้ำเสีย การเกษตร ด้านสุขภาพ MNBs เป็นฟองก๊าซขนาดเล็ก ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ระหว่าง 10 ถึง 200 นาโนเมตร คุณสมบัติเด่นของ MNBs คือมีพื้นที่ผิวจำเพาะสูง และมีความคงตัวอยู่ได้นานในตัวกลางที่เป็นของเหลว ซึ่งสามารถเพิ่มความสามารถในการละลายของก๊าซในของเหลว นอกจากนี้ในขณะที่ MNB เกิดการยุบตัวจะทำให้

กรมวิชาการเกษตร

เกิดอนุมูลอิสระที่มีสาเหตุมากจากความหนาแน่นของไอออนที่บริเวณรอยต่อของก๊าซและของเหลว ก่อนที่จะเกิดการยุบตัว (Eriksson and Ljunggren, 1999) การนำเทคโนโลยีฟองก๊าซขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารป้องกันโรคแอนแทรคโนสของมะม่วงอาจทำให้มีประสิทธิภาพในการป้องกันการเกิดโรคเพิ่มขึ้น ซิลิกอนมิใช่มีบทบาทเพียงแต่เป็นองค์ประกอบในผนังเซลล์และทำให้ผนังเซลล์มีเสถียรภาพสูงขึ้นเท่านั้น ยังช่วยลดการสังเคราะห์ลิกนินอีกด้วย การมีซิลิกอนเข้าเสริมในผนังเซลล์ทำให้ผนังแข็งแรงโดยใช้พลังงานต่ำกว่าการสังเคราะห์ลิกนิน หากต้องการลิกนิน 1 กรัม ต้องอาศัยพลังงานจากกลูโคสถึง 2 กรัม และเมื่อเทียบความสิ้นเปลืองพลังงานสำหรับสร้างลิกนินกับการใช้ซิลิกอนเพื่อการนี้คิดเป็นสัดส่วนได้ 20 : 1 ซึ่งแสดงว่าซิลิกอนช่วยเสริมความแข็งแรงให้เซลล์พืชด้วยกระบวนการที่ประหยัดพลังงานอย่างมาก (Raven, 1983) Super-cooling ความเย็นยิ่งยวด เป็นสภาวะที่อุณหภูมิของของเหลวลดต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง (freezing point) แต่ยังไม่มีผลึกน้ำแข็ง (ice crystal) (พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา, 2561) Super-cooling เป็นเทคนิคการแปรรูปอาหารที่มีศักยภาพในการเพิ่มอายุการเก็บรักษาอาหารอย่างมีนัยสำคัญและเพื่อลดการสูญเสียผลิตภัณฑ์อาหารจากภาคการผลิตและการค้าปลีกของห่วงโซ่ความเย็น กระบวนการนี้ใช้อุณหภูมิในการจัดเก็บที่ต่ำกว่าจุดเยือกแข็งเริ่มแรกของอาหารโดยไม่มีการแช่แข็งของผลิตภัณฑ์ซึ่งจะรักษาคุณภาพที่เกี่ยวข้องกับอาหารสดไม่ใช้กระบวนการแช่แข็งทำให้ระยะเวลาการผลิตลดลงจากการเก็บเกี่ยวถึงการส่งมอบจนถึงการค้าปลีกรวมทั้งการใช้พลังงานที่ลดลง (ไม่มีการกำจัดความร้อนที่แฝงจากแปลง) และเพื่อลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ระหว่างการผลิตเมื่อเทียบกับการผลิตอาหารแช่แข็งตามมาตรฐาน (Stonehouse and Evans, 2015) ซิลิกอนเป็นธาตุที่มีส่วนช่วยในการกระตุ้น (stimulate) การเจริญเติบโตของพืช ในการพัฒนาระบบราก การเจริญของผล และยังส่งผลต่อการเพิ่มผลผลิตอีกด้วย ซิลิกอนยังมีบทบาทสำคัญต่าง ๆ เช่น เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ ซึ่งทำให้ผนังเซลล์แข็งแรง ทนต่อการเข้าทำลายของโรค และแมลง เป็นต้น ทำให้เซลล์มีเสถียรภาพที่สูงขึ้น (ยงยุทธ, 2558; Mawschner, 1995; Synder *et al.*, 2007) และยังพบว่า ซิลิกอนมีความสามารถในการกระตุ้นการดูดธาตุอาหารของพืชไปใช้ได้มาก และเร็วขึ้นจากปกติ (Clark and Burge, 2000) โดยมีรายงานการศึกษาในฝรั่ง ที่พบว่า ซิลิกอนมีผลในการกระตุ้นการดูดธาตุไนโตรเจน และแมกนีเซียม (Raven, 1983) เช่นเดียวกับ Eltez *et al*. (1999) ที่พบว่า ซิลิกอนมีความสามารถในการกระตุ้นการดูดธาตุฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมของรากพืชได้ดี ในการส่งออกมะม่วงส่วนใหญ่ใช้การขนส่งทางเครื่องบินซึ่งมีต้นทุนสูงกว่าการขนส่งทางเรือ 3-4 เท่า ดังนั้น จำเป็นต้องมีการพัฒนาเทคโนโลยีการเก็บรักษาเพื่อการขนส่งทางเรือ เพื่อลดต้นทุนและสามารถแข่งขันกับประเทศคู่แข่งได้มากขึ้น

ระเบียบวิธีการวิจัย (Research Methodology)

การทดลองที่ 1 การใช้เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์กับมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง

<u>วิธีปฏิบัติการทดลอง</u>

1. คัดเลือกมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองระยะแก่ 80 เปอร์เซ็นต์ (หลังดอกบาน 110-115 วัน) ทำการตัดขั้วเหลือประมาณ 0.5 เซนติเมตร และตั้งทิ้งให้ยางไหลออกจนหมด

2. ดำเนินการทดลองขั้นต้นก่อนดำเนินการตามกรรมวิธี เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือและเปรียบเทียบกรรมวิธีที่เหมาะสมสำหรับดำเนินการทดลองตามกรรมวิธีต่อไป วางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ มะม่วง 12 ผล/หน่วยทดลอง มี 4 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ล้างด้วยน้ำผสมด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 200 ppm เป็นเวลา 5 นาที และล้างด้วยน้ำผสมด้วยสาร azoxystrobin 150 ppm เป็นเวลา 5 นาที

กรรมวิธีที่ 2 ล้างด้วยน้ำที่มีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 200 ppm เป็นเวลา 5 นาที

กรรมวิธีที่ 3 ล้างด้วยน้ำผสมด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 200 ppm เป็นเวลา 5 นาที และล้างด้วยน้ำที่มีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโน ร่วมกับสาร azoxystrobin 150 ppm อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที และจุ่มในน้ำเย็น 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที

กรรมวิธีที่ 4 ล้างด้วยน้ำผสมด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 200 ppm เป็นเวลา 5 นาที และล้างด้วยน้ำผสมด้วยสาร azoxystrobin 150 ppm อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที และจุ่มในน้ำเย็น 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที

นำมาผึ่งให้แห้ง ใส่โฟมตาข่าย (foam net) บรรจุลงกล่องกระดาษลูกฟูก เก็บรักษาในห้องเย็นที่ 13 องศาเซลเซียส บันทึกข้อมูล ได้แก่ เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค ทุก 3 วัน นาน 21 วัน

3. หลังจากทดลองขั้นต้นแล้ว ทำการทดลองการใช้เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์กับมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง ตามกรรมวิธี โดยวางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 4 ซ้ำ มะม่วง 12 ผล/หน่วยทดลอง มี 6 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ล้างด้วยน้ำผสมด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 200 ppm เป็นเวลา 10 นาที (ชุดควบคุม)

กรรมวิธีที่ 2 ล้างด้วยน้ำที่มีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโน เป็นเวลา 10 นาที

กรรมวิธีที่ 3 ล้างด้วยน้ำที่มีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 50 ppm เป็นเวลา 10 นาที

กรรมวิธีที่ 4 ล้างด้วยน้ำที่มีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 100 ppm เป็นเวลา 10 นาที

กรรมวิธีที่ 5 ล้างด้วยน้ำที่มีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 150 ppm เป็นเวลา 10 นาที

กรรมวิธีที่ 6 ล้างด้วยน้ำที่มีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 200 ppm เป็นเวลา 10 นาที

4. นำตัวอย่างมะม่วงล้างทำความสะอาดตามกรรมวิธี จากนั้นนำไปทำตามกรรมวิธีส่งออกอบไอน้ำ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส นาน 1 เดือน ตรวจสอบคุณภาพ ทุก 5 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน

กรมวิชาการเกษตร

5. นำข้อมูลวิเคราะห์สถิติ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละกรรมวิธี ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

<u>การบันทึกข้อมูล</u>

1. การเกิดโรค
2. ลักษณะที่ปรากฏ เช่น การเกิดรอยช้ำ การเปลี่ยนแปลงสี เป็นต้น
3. การผลิตเอทิลีน อัตราการหายใจ
4. ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ ปริมาณวิตามินซี

<u>สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล</u>

1. แปลงเกษตรกรผู้ปลูก มะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง จังหวัดเชียงใหม่
2. ห้องปฏิบัติการ สถาบันวิจัยพืชสวน
3. ห้องปฏิบัติการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
4. ห้องปฏิบัติการ กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร
5. บริษัทส่งออกมะม่วง

<u>ระยะเวลาดำเนินการ</u> ตุลาคม 2562 – กันยายน 2564

การทดลองที่ 2 การประยุกต์ใช้ซิลิกอนเพื่อรักษาคุณภาพมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยว

<u>วิธีปฏิบัติการทดลอง</u>

1. การเตรียมตัวอย่างมะม่วง

เก็บเกี่ยวมะม่วง พันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง จากต้นมะม่วงอายุ 10 ปี ที่ระยะสุกแก่ 80 เปอร์เซ็นต์ จากแปลงเกษตรกรผู้ปลูกมะม่วงเพื่อการส่งออกที่ผ่านการรับรอง GAP ในพื้นที่ตำบลโป่งตาลอง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมามาทำการทดลอง โดยแบ่งออกเป็น 3 กรรมวิธีๆ 4 ซ้ำๆ ละ 3 ผล ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 มะม่วงที่ไม่ได้รับธาตุอาหารซิลิกอน (ชุดควบคุม)

กรรมวิธีที่ 2 ฉีดพ่นธาตุอาหารซิลิกอนความเข้มข้น 0.5% ในช่วง 30 45 และ 60 วันหลังดอกบาน

กรรมวิธีที่ 3 ฉีดพ่นธาตุอาหารซิลิกอนความเข้มข้น 1% ในช่วง 30 45 และ 60 วันหลังดอกบาน

ขนส่งโดยรถห้องเย็นมายังห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว กรมวิชาการเกษตร

2. การทดลองจำลองการเก็บรักษาในระหว่างการขนส่งมะม่วง

นำผลมะม่วงมาล้างทำความสะอาด คัดเลือกผลที่ไม่มีตำหนิ โดยมีขนาด และสีผิวใกล้เคียงกัน จากนั้น นำผลมะม่วงไปบรรจุลงในกล่องกระดาษลังลูกฟูก จำนวน 12 ผลต่อกล่อง และจำลองการขนส่ง โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส นาน 28 วัน

3. การบันทึกข้อมูล

บันทึกข้อมูลคุณภาพผล ได้แก่ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงสี ความแน่นเนื้อ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ ปริมาณวิตามินซี การเกิดโรคหลังการเก็บเกี่ยว ทุก 7 วัน

กรมวิชาการเกษตร

3.1 การสูญเสียน้ำหนัก

นำผลมะม่วงมาชั่งน้ำหนักในวันที่บันทึกข้อมูล จากนั้นนำน้ำหนักก่อนการทดลอง และน้ำหนักในวันที่บันทึกผลมาคำนวณเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักด้วยสูตร

$$\% \text{ การสูญเสียน้ำหนัก} = \frac{\text{น้ำหนักเริ่มต้น - น้ำหนักวันที่บันทึกผล}}{\text{น้ำหนักเริ่มต้น}} \times 100$$

3.2 การเปลี่ยนแปลงสีผล

นำมะม่วงมาวัดค่า L* a* b* ด้วยเครื่อง Color reader โดยวัดบริเวณกลางผล ทั้ง 2 ด้านที่ตรงข้ามกัน

3.3 ความแน่นเนื้อ

นำมะม่วงมาวัดความแน่นเนื้อด้วยเครื่อง Texture Analyzer ตัววัดแรง (load cell) 1 กิโลกรัม ความเร็ว 50 มิลลิเมตรต่อนาที ระยะทางในการวัด 5 มิลลิเมตร โดยทำการวัดบริเวณกลางผลทั้ง 2 ด้าน มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)

3.4 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

นำน้ำคั้นที่ได้จากผลมะม่วงมาวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ด้วยเครื่อง Digital Refractometer อ่านค่าที่ได้ในหน่วย เปอร์เซ็นต์

3.5 ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้

นำน้ำคั้นจากผลมะม่วง ปริมาตร 2 มิลลิลิตร เติม Phenolphthalein ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็น indicator จำนวน 2 หยด นำไปไทเทรตด้วยสารละลาย NaOH ความเข้มเข้น 0.1 N จนถึงจุดยุติ หรือ สารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพูอ่อน นำค่าปริมาณ NaOH ที่ใช้ในการไทเทรตไปคำนวณหาปริมาณกรดในรูปของเปอร์เซ็นต์กรดมาลิกจากสูตร (AOAC., 1990)

$$\% \text{ TA} = \frac{\text{(N NaOH) (ml NaOH) (meq. wt of malic acid)}}{\text{ml of sample}} \times 100$$

N NaOH คือ Normality ของสารละลายด่างมาตรฐาน (0.1 N)

ml NaOH คือ ปริมาตร (ml) ของ NaOH ที่ใช้ในการไทเทรต

meq.wt of malic acid คือ 0.067

3.6 ปริมาณวิตามินซี

เตรียมสารละลายกรดแอสคอร์บิคมาตรฐาน (SIGMA-Aldrich, Chemie, Steinheim, Germany) ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัม /100 มิลลิลิตร จากนั้น นำกรดแอสคอร์บิคปริมาตร 2 มิลลิลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่ เติมกรดออกซาลิกปริมาตร 5 มิลลิลิตร แล้วไทเทรตด้วย สารละลาย 2,6-dichlorophenolinophenol จนกระทั่งถึงจุดยุติหรือจุดที่สารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพูอย่างน้อย 5 วินาที

กรมวิชาการเกษตร

การหาปริมาณวิตามินซีจากมะม่วง นำน้ำคั้นมะม่วง ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่ เติมกรดออกซาลิกปริมาตร 5 มิลลิลิตร นำไปไทเทรตด้วย สารละลาย 2,6 dichlorophenolinophenol จนกระทั่งถึง จุดยุตติ หรือจุดที่สารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพูอย่างน้อย 5 วินาที นำค่าของปริมาณสารละลาย 2, 6 dichloroindophenols ที่ใช้ไป มาคำนวณหาปริมาณวิตามินซี โดยมีหน่วยเป็น มิลลิกรัมกรดแอสคอร์บิค/100 มิลลิลิตรน้ำคั้น (mg Ascorbic acid/100mL juice)

$$\text{ปริมาณวิตามินซี} = \frac{\text{ปริมาณ 2.6-dichloroindophenol ที่ใช้ไทเทรตตัวอย่าง}}{\text{ปริมาณน้ำคั้นที่ใช้ (ml)}} \times 100$$

3.7 การเกิดโรคหลังการเก็บเกี่ยว

ประเมินการเกิดโรคหลังการเก็บเกี่ยวที่บริเวณผิวผลด้วยสายตา และให้คะแนนการเกิดโรคตามอาการที่ปรากฏ ดังนี้

1 คะแนน หมายถึง มีการปรากฏของโรค 0 – 20%
2 คะแนน หมายถึง มีการปรากฏของโรค 21 – 40%
3 คะแนน หมายถึง มีการปรากฏของโรค 41 – 60%
4 คะแนน หมายถึง มีการปรากฏของโรค 61 – 80%
5 คะแนน หมายถึง มีการปรากฏของโรค 81 – 100%

<u>การบันทึกข้อมูล</u>

โดยการสุ่มผลมะม่วง ทุก 7 วัน ดังนี้

1. คุณภาพผลผลิตทางกายภาพ ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงสีผิว ความแน่นเนื้อผล อาการสีน้ำตาล ความหนาของเปลือกผล
2. คุณภาพผลผลิตทางเคมี ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ ปริมาณวิตามินซี
3. วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละกรรมวิธี ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95

<u>สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล</u>

1. แปลงปลูกมะม่วงของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนโป่งตาลอง จังหวัดนครราชสีมา
2. กลุ่มวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว และแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร
3. สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

<u>ระยะเวลาดำเนินการ</u> ตุลาคม 2562 – กันยายน 2564

การทดลองที่ 3 การเก็บรักษาด้วยเทคนิคซุปเปอร์คูลิงค์ (super-cooling) ต่อคุณภาพของมะม่วง

กรมวิชาการเกษตร

วิธีปฏิบัติการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ Randomized Complete Block Design (RCBD)จำนวน 5 ซ้ำ มะม่วง 12 ผล/หน่วยทดลอง จำนวน 4 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 ±1 องศาเซลเซียส (ชุดควบคุม)

กรรมวิธีที่ 2 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 ±1 องศาเซลเซียส ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากำลัง 1,000 โวลต์ต่อเมตร

กรรมวิธีที่ 3 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 ±1 องศาเซลเซียส ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากำลัง 2,000 โวลต์ต่อเมตร

กรรมวิธีที่ 4 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 ±1 องศาเซลเซียส ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากำลัง 3,000 โวลต์ต่อเมตร

(2) วิธีปฏิบัติการทดลอง

- นำตัวอย่างมะม่วงเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 ±1 องศาเซลเซียส ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากำลัง 1,000 2,000 และ 3,000 โวลต์ต่อเมตร นาน 2 เดือน

- สุ่มตัวอย่างตรวจสอบคุณภาพทุกๆ 7 วัน

- วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละกรรมวิธี ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

(3) การบันทึกข้อมูล

- ลักษณะที่ปรากฏ เช่น การเกิดรอยช้ำ การเปลี่ยนแปลงสี เป็นต้น

- การผลิตเอทิลีน อัตราการหายใจ

- ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ ปริมาณวิตามินซี

- องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ โปรตีน เยื่อใย เถ้า ไขมัน ความชื้น คาร์โบไฮเดรต

สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

1. แปลงเกษตรกรผู้ปลูก มะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา
2. ห้องปฏิบัติการ สถาบันวิจัยพืชสวน
3. ห้องปฏิบัติการโภชนาการ กองพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าพืช
4. ห้องปฏิบัติการ กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

ระยะเวลาดำเนินการ ตุลาคม 2562 – กันยายน 2564

การทดลองที่ 4 การจัดการคุณภาพมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อการส่งออกทางเรือ

แผนการทดลอง

เปรียบเทียบวิธีการตามกรรมวิธีดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 วิธีการขนส่งในปัจจุบัน (control)

กรรมวิธีที่ 2 วิธีการที่ดีจากการทดลองที่ 1-2

กรมวิชาการเกษตร

วิธีปฏิบัติการทดลอง

1. นำตัวอย่างมะม่วงปฏิบัติตามวิธีการขนส่งปัจจุบัน และวิธีที่ดีจากการทดลองที่ 1-2 ร่วมกัน บรรจุในกล่องตามการส่งออก กรรมวิธีละ 30 กล่อง
2. เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส นาน 1 เดือน จำลองการขนส่งทางเรือ
3. ตรวจสอบคุณภาพทุก 5 วัน
4. บันทึกข้อมูล และวิเคราะห์ผล เปรียบเทียบคุณภาพ

การบันทึกข้อมูล

1. ลักษณะที่ปรากฏ เช่น การเกิดรอยช้ำ การเปลี่ยนแปลงสี เป็นต้น
2. การผลิตเอทิลีน อัตราการหายใจ
3. ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ ปริมาณวิตามินซี ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ
4. องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ โปรตีน เยื่อใย เถ้า ไขมัน ความชื้น คาร์โบไฮเดรต

สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

1. แปลงเกษตรกรผู้ปลูก มะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์
2. ห้องปฏิบัติการ สถาบันวิจัยพืชสวน
3. ห้องปฏิบัติการโภชนาการ กองพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าพืช
4. ห้องปฏิบัติการ กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร
5. บริษัทส่งออกมะม่วง

ระยะเวลาดำเนินการ ตุลาคม 2562 – กันยายน 2564

ผลการวิจัยและวิจารณ์ (Results and Discussions)

การทดลองที่ 1 การใช้เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์กับมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง

จากการทดลองขั้นต้นเพื่อทดสอบประสิทธิภาพการใช้เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ พบว่า เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่ผ่านการล้างด้วยฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่ความเข้มข้นต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 13±2 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน มะม่วงน้ำดอกไม้สีทองทุกกรรมวิธีการทดลองเริ่มเกิดโรคในวันที่ 9 ของการเก็บรักษา โดยมะม่วงกรรมวิธีที่ 3 พบเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคน้อยที่สุด รองลงมาได้แก่กรรมวิธีที่ 4 2 และ 1 โดยมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 13.33 20 26.67 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ หลังจากนั้นเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคของมะม่วงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกกรรมวิธีจนถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษา 21 วัน มะม่วงกรรมวิธีที่ 3 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคสูงสุด 100% ในขณะที่กรรมวิธีอื่นๆ มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 93.33 เปอร์เซ็นต์

จากนั้นดำเนินการตามกรรมวิธีทดลองทั้ง 6 กรรมวิธี

กรมวิชาการเกษตร

1. การเกิดโรค

เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค (percentage of disease) ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา จากการทดลองพบว่ามะม่วงน้ำดอกไม้ชุดควบคุม (ล้างด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 200 ppm) มีการเกิดโรคเร็วที่สุดในวันที่ 9 ของการเก็บรักษา (16.67 เปอร์เซ็นต์) มะม่วงล้างด้วยน้ำที่มีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโน และล้างด้วยน้ำที่มีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 50 ppm มีการเกิดโรคในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา (8.33 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ ในขณะที่มะม่วงล้างด้วยน้ำที่มีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 150 ppm เกิดโรคในวันที่ 15 ของการเก็บรักษา (8.33 เปอร์เซ็นต์) มะม่วงล้างด้วยน้ำที่มีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 100 ppm เกิดโรคในวันที่ 18 ของการเก็บรักษา (16.67 เปอร์เซ็นต์) และล้างด้วยน้ำที่มีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 200 ppm เกิดโรคช้าที่สุด โดยเริ่มเกิดโรคในวันที่ 21 ของการเก็บรักษา (46.67 เปอร์เซ็นต์) หลังจากนั้นพบว่ามะม่วงชุดควบคุม มะม่วงล้างด้วยน้ำที่มีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 50 100 และ 150 ppm มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเพิ่มขึ้นสูงสุดในวันที่ 21 ของการเก็บรักษา 88.33-100 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ล้างด้วยน้ำที่มีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 200 ppm เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเพิ่มขึ้นสูงสุดในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (100 เปอร์เซ็นต์)

ระดับความรุนแรงของการเกิดโรค (degree of disease) ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง โดยการให้คะแนนดังนี้ 0 = no visible disease area, 1 = 1-25 percent of disease area, 2 = 26-50 percent of disease area, 3 = 51-75 percent of disease area และ 4 = 76-100 percent of disease area จากการทดลองพบว่าวันที่เริ่มเกิดโรค (วันที่ 9 ของการเก็บรักษา) มะม่วงชุดควบคุมมีระดับความรุนแรงของการเกิดโรคที่ระดับต่ำกว่า 1 (ประมาณ 0.08-0.17) โดยหลังจากนั้นมะม่วงในชุดควบคุม กรรมวิธีล้างด้วยน้ำที่มีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโน และล้างด้วยน้ำที่มีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 50 100 และ 150 ppm ระดับความรุนแรงของการเกิดโรคเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจนถึงวันที่ 18 ของการเก็บรักษา ระดับความรุนแรงของการเกิดโรคต่ำกว่า 1 (ประมาณ 0.25-0.33) ในขณะที่มะม่วงล้างด้วยน้ำที่มีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 200 ppm ที่เริ่มเกิดโรคในวันที่ 21 ของการเก็บรักษา มีระดับความรุนแรงต่ำกว่า 1 (0.92) หลังจากนั้นระดับความรุนแรงของการเกิดโรคเพิ่มขึ้นทุกกรรมวิธีการทดลอง โดยในวันสุดท้ายของการการเก็บรักษา ระดับความรุนแรงของการเกิดโรคอยู่ในช่วง 3.08-3.58 (พื้นที่เกิดโรค ประมาณ 75-100 เปอร์เซ็นต์)

2. การเปลี่ยนแปลงสี (L*, a*, b* และ hue angle)

การเปลี่ยนแปลงค่าสีเปลือกของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองทุกกรรมวิธีทดลองหลังจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 28 วัน ทำการวัดการเปลี่ยนแปลงสีทุก 7+3 วัน โดยนำมาวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง (25±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 3 วัน จากการทดลองพบว่ามะม่วงน้ำดอกไม้สีทองทุกกรรมวิธีทดลองมีค่าความสว่าง L* ลดลง (มะม่วงมีสีเข้มขึ้น) เมื่ออายุการเก็บรักษานานขึ้น อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงค่า L* ไม่มีความแตกต่างทางสถิติตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยวันเริ่มต้นเก็บรักษาค่า L* เฉลี่ยอยู่ในช่วง 74.56-75.69 และเมื่อสิ้นสุดอายุการเก็บรักษา มีค่า L* เฉลี่ยอยู่ในช่วง 63.21-66.44

กรมวิชาการเกษตร

ค่า a* (ความเป็นสีแดง) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น มะม่วงมีความเป็นสีแดงเพิ่มขึ้น การเปลี่ยนแปลงค่า a* ไม่มีความแตกต่างทางสถิติตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยวันเริ่มต้นเก็บรักษาค่า a* เฉลี่ยอยู่ในช่วง 6.48-7.61 และเมื่อสิ้นสุดอายุการเก็บรักษาค่า a* เฉลี่ยอยู่ในช่วง 11.24-12.19

การเปลี่ยนแปลง ค่า b* (ความเป็นสีเหลือง) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น มะม่วงมีความเป็นสีเหลืองเพิ่มขึ้น โดยวันเริ่มต้นเก็บรักษา (วันที่ 0) พบว่ามะม่วงชุดควบคุม, มะม่วงล้างด้วยน้ำฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 50, 100 และ 150 ppm มีค่า b* สูงสูด รองลงมาคือ ล้างด้วยน้ำที่มีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโน และการล้างด้วยน้ำที่มีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 200 ppm มีค่า b* ต่ำสุด ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 7+3 ของการเก็บรักษา พบว่ามะม่วงล้างด้วยน้ำที่มีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 150 ppm มีค่า b* สูงสูด รองลงมาคือ มะม่วงชุดควบคุม ล้างด้วยน้ำที่มีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 150 และ 200 ppm และล้างด้วยน้ำที่มีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโน, ล้างด้วยน้ำที่มีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 50 ppm มีค่า b* ต่ำสุด หลังจากนั้นการเปลี่ยนแปลงค่า b* ไม่มีความแตกต่างจนสิ้นสุดอายุการเก็บรักษา

การเปลี่ยนแปลงค่า hue angle ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองมีแนวโน้มลดลง และไม่มีความแตกต่างทางสถิติในทุกกรรมวิธีทดลองตลอดอายุการเก็บรักษา โดยวันเริ่มต้นเก็บรักษาค่า hue angle เฉลี่ยอยู่ในช่วง 77.71-80.10 และเมื่อสิ้นสุดอายุการเก็บรักษาค่า hue angle เฉลี่ยอยู่ในช่วง 73.15-73.69

3. เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก (weight loss)

จากการทดลองพบว่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและมีความแตกต่างทางสถิติจนถึงวันที่ 21 ของการเก็บรักษา โดยในวันที่ 7 ของการเก็บรักษา มะม่วงล้างด้วยน้ำที่มีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 50 ppm มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสูงที่สุด 2.67 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ มะม่วงล้างด้วยน้ำที่มีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโน และล้างด้วยน้ำที่มีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 100 ppm (2.36 และ 2.50 เปอร์เซ็นต์) และมะม่วงชุดควบคุม (ล้างด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 200 ppm) กรรมวิธีที่นำมะม่วงล้างด้วยน้ำที่มีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 150 และ 200 ppm มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักต่ำที่สุด (2.14, 2.13 และ 2.16 เปอร์เซ็นต์) ในวันที่ 14 ของการเก็บรักษา มะม่วงล้างด้วยน้ำที่มีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโน กรรมวิธีล้างด้วยน้ำที่มีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 50 และ 100 ppm มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสูงที่สุด และมะม่วงชุดควบคุมและล้างด้วยน้ำที่มีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 200 ppm มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักต่ำที่สุด หลังจากนั้นในวันที่ 21 ของการเก็บรักษามะม่วงล้างด้วยน้ำที่มีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 50 ppm มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสูงที่สุด และมะม่วงล้างด้วยน้ำที่มีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 200 ppm มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม และเมื่อสิ้นสุดอายุการเก็บรักษา มะม่วงทุกกรรมวิธีทดลองมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไม่แตกต่างกัน โดยเฉลี่ยอยู่ในช่วง 8.84-9.92 เปอร์เซ็นต์

4. ความแน่นเนื้อ (firmness)

กรมวิชาการเกษตร

มะม่วงน้ำดอกไม้สีทองมีค่าความแน่นเนื้อเริ่มต้นอยู่ในช่วง 3.87-7.71 กิโลกรัม หลังจากนั้นมีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยพบว่าค่าความแน่นเนื้อลดลงอย่างเห็นได้ชัดในวันที่ 7 ของการเก็บรักษา เนื่องจากมะม่วงเริ่มสุก โดยมะม่วงล้างด้วยน้ำที่มีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 200 ppm มีค่าความแน่นเนื้อสูงที่สุด (0.57 กิโลกรัม) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้นค่าความแน่นเนื้อไม่แตกต่างกัน จนถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษาพบว่ามะม่วงล้างด้วยน้ำที่มีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนมีค่าความแน่นเนื้อสูงสุด (0.27 กิโลกรัม) และมะม่วงล้างด้วยน้ำที่มีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 200 ppm มีค่าความแน่นเนื้อต่ำสุด (0.12 กิโลกรัม)

5. อัตราการหายใจ (Respiration rate)

อัตราการหายใจของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่ผ่านการล้างด้วยฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่ความเข้มข้นต่างๆ เพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วในวันที่ 7 ของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13±2 องศาเซลเซียส เนื่องจากมะม่วงเริ่มเข้าสู่กระบวนการสุก โดยมะม่วงชุดควบคุมมีอัตราการหายใจต่ำกว่ากรรมวิธีอื่นๆ ในวันที่ 14 ของการเก็บรักษา มะม่วงน้ำดอกไม้ทุกกรรมวิธีทดลองมีอัตราการหายใจของลดลงอย่างเห็นได้ชัด หลังจากนั้นอัตราการหายใจมีแนวโน้มคงที่จนถึงวันที่ 21 ของการเก็บรักษา โดยมีอัตราการหายใจอยู่ในช่วง 66.26-124.95 $kgCO_2/kg.hr.$

6. อัตราการผลิตเอทิลีน

ในวันแรกของการเก็บรักษาอัตราการผลิตเอทิลีนของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่ผ่านการล้างด้วยฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่ความเข้มข้นต่างๆ อยู่ในช่วง 0.015-0.035 C_2H_4 µl/kg.hr. อัตราการผลิตเอทิลีนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกกรรมวิธีทดลองในวันที่ 7 ของการเก็บรักษา หลังจากนั้นพบว่ามะม่วงชุดควบคุม (ล้างด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 200 ppm) มะม่วงล้างด้วยน้ำที่มีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโน, ล้างด้วยน้ำที่มีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 100 และ 200 ppm มีอัตราการผลิตเอทิลีนเพิ่มขึ้นจนถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษา ในขณะที่มะม่วงล้างด้วยน้ำที่มีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 50 และ 150 ppm อัตราการผลิตเอทิลีนมีแนวโน้มลดลงเมื่อสิ้นสุดอายุการเก็บรักษา เนื่องจากมะม่วงเริ่มเสื่อมสภาพ

7. ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ (TSS)

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองในวันเริ่มต้นเก็บรักษาอยู่ในช่วง 14.00-15.94 องศาบริกซ์ โดยปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา อย่างไรก็ตามปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ไม่มีความแตกต่างทางสถิติในทุกกรรมวิธีการทดลองตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้อยู่ในช่วง 16.90-18.78 องศาบริกซ์

8. ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA)

ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองในวันเริ่มต้นเก็บรักษาอยู่ในช่วง 1.00-1.36 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาณกรดที่ไตเตรทได้มีแนวโน้มลดลงอย่างเห็นได้ชัดในวันที่ 7+3 ของการเก็บรักษา โดยมะม่วงที่ผ่านการล้างด้วยฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่ความเข้มข้น 150 ppm มีปริมาณกรดที่ไตเตรทได้สูงที่สุด (0.53 เปอร์เซ็นต์) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และมะม่วงที่ผ่านการล้างด้วยฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่ความเข้มข้น 100 ppm มีปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ต่ำสุด (0.27

กรมวิชาการเกษตร

เปอร์เซ็นต์) ในขณะที่มะม่วงที่ล้างด้วยฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่ความเข้มข้นอื่นๆ และชุดควบคุม มีปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ไม่แตกต่างกัน หลังจากนั้นปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ทุกกรรมวิธีการทดลองมีแนวโน้มลดลงและค่อนข้างคงที่จนถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษาและไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยในวันสุดท้ายของการเก็บรักษามีปริมาณกรดที่ไตเตรทได้เฉลี่ยเท่ากับ 0.14-0.18 เปอร์เซ็นต์

การทดลองที่ 2 การประยุกต์ใช้ซิลิกอนเพื่อรักษาคุณภาพมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยว

1. การให้ซิลิกอนก่อนการเก็บเกี่ยว

1.1 คุณภาพผลผลิตทางกายภาพ

- น้ำหนักผล

ผลมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองจากแปลงเกษตรกรจังหวัดนครราชสีมาที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 28 วัน มีน้ำหนักผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีน้ำหนักผลเฉลี่ย 376.10 กรัม

- ความกว้างผล

ผลมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองจากแปลงเกษตรกรจังหวัดนครราชสีมาที่เก็บรักษาในระยะเวลา 28 วัน มีความกว้างผลแตกต่างกันทางสถิติ โดยพบว่ากรรมวิธีที่ได้รับสารละลายซิลิกอนไดออกไซด์ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์และกรรมวิธีที่ได้รับสารละลายซิลิกอนไดออกไซด์ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ก่อนการเก็บเกี่ยว มีความกว้างผลสูงกว่า กรรมวิธีไม่ใช้สารละลาย (control) คือ 7.83 7.77 และ 7.23 เซนติเมตร ตามลำดับ

- ความยาวผล

ผลมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองจากแปลงเกษตรกรจังหวัดนครราชสีมาที่เก็บรักษาในระยะเวลา 28 วัน มีความยาวผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีความยาวผลเฉลี่ยสูงสุดคือ 14.61 เซนติเมตร

1.2 คุณภาพในระหว่างการเก็บรักษา

- การสูญเสียน้ำหนัก

ผลมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองจากแปลงเกษตรกรจังหวัดนครราชสีมาที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 7 และ 14 วัน มีการสูญเสียน้ำหนักแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีการสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 9.37 เปอร์เซ็นต์

- การเปลี่ยนแปลงสีของผล

ผลมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองจากแปลงเกษตรกรจังหวัดนครราชสีมา มีค่าการเปลี่ยนแปลงค่าสีของเปลือกที่วัดในระบบ L* ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าการเปลี่ยนแปลงค่าสีของเปลือกที่วัดในระบบ L* ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งมีแนวโน้มลดลงเมื่อมีการเก็บรักษาที่นานขึ้น โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ 66.95

ผลมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองจากแปลงเกษตรกรจังหวัดนครราชสีมาที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 21 วัน มีค่า a* แตกต่างกันทางสถิติ โดยพบว่ากรรมวิธีที่ได้รับสารละลายซิลิกอนไดออกไซด์ความเข้มข้น 0.5 และ 1.0 เปอร์เซ็นต์ ก่อนการเก็บเกี่ยวมีค่า a* สูงกว่ากรรมวิธีไม่ใช้สารละลาย (control) คือ 10.15 9.71 และ 6.98

กรมวิชาการเกษตร

ผลมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองจากแปลงเกษตรกรจังหวัดนครราชสีมาที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0 วัน มีค่าแตกต่างกันทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่ได้รับสารละลายซิลิกอนไดออกไซด์ความ 1.0 เปอร์เซ็นต์ ก่อนการเก็บเกี่ยว มีค่าความสว่าง (b*) มากกว่ากรรมวิธีไม่ใช้สารละลาย (control) และได้รับสารละลายซิลิกอนไดออกไซด์ความ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ก่อนการเก็บเกี่ยว คือ 34.98 32.50 และ 32.33

- ความแน่นเนื้อผล

ค่าความแน่นเนื้อของเปลือกจากแปลงเกษตรกรจังหวัดจังหวัดนครราชสีมามีค่าความแน่นเนื้อเปลือกแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระยะเวลาเก็บรักษา 14 วัน โดยผลมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่ได้รับสารละลายซิลิกอนไดออกไซด์ความ 1.0 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความแน่นเนื้อผลสูงที่สุดคือ 23.42 นิวตัน ตามลำดับ

- ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณของกรดที่ไทเทรตได้ และปริมาณวิตามินซี

ผลมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองจากแปลงเกษตรกรจังหวัดนครราชสีมาโดยการเก็บรักษาที่ระยะเวลา 7, 21 และ 28 วัน มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 17.80 องศาบริกซ์ ส่วนการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 28 วัน ปริมาณของกรดที่ไทเทรตได้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าสูงสุดคือ 1.90 เปอร์เซ็นต์ และการเก็บรักษาที่ระยะเวลา 14 และ 28 วัน มีปริมาณวิตามินซีแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 39.39 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร

<u>ผลการทดลอง</u> (ปี 2564)

การสูญเสียน้ำหนัก พบว่า ทุกกรรมวิธีมีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มมากขึ้น เมื่อเก็บรักษานานขึ้น โดยกรรมวิธีกับระยะเวลาในการเก็บรักษามีอิทธิพลร่วมกัน ซึ่งตลอดการเก็บรักษากรรมวิธีที่ได้รับซิลิกอน 1% มีการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่ากรรมวิธีอื่น โดยหลังเก็บรักษา 7 วัน ทุกกรรมวิธีมีการสูญเสียน้ำหนักไม่แตกต่างกัน มีค่าเท่ากับ 2.54% – 2.76% หลังเก็บรักษา 14 วัน กรรมวิธีควบคุมมีการสูญเสียน้ำหนักมากถึง 5.64% รองลงมาคือ กรรมวิธีทีได้รับซิลิกอน 0.5% มีค่าเท่ากับ 4.87% และกรรมวิธีที่ได้รับซิลิกอน 1% มีการสูญเสียน้ำหนักเพียง 4.44% เมื่อเก็บรักษานาน 21 วัน กรรมวิธีควบคุมยังคงมีการสูญเสียน้ำหนักมากกว่ากรรมวิธีอื่น มีการสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 7.87% รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ได้รับซิลิกอน 0.5% มีการสูญเสียน้ำหนัก 6.96% ส่วนกรรมวิธีที่ได้รับซิลิกอน 1% มีการสูญเสียน้ำหนักเพียง 6.66% และเมื่อเก็บรักษานาน 28 วัน พบว่า กรรมวิธีที่ได้รับซิลิกอน 0.5% มีการสูญเสียน้ำหนักมากถึง 8.95% รองลงมาคือ กรรมวิธีควบคุมมีการสูญเสียน้ำหนัก 8.76% ส่วนกรรมวิธีที่ได้รับซิลิกอน 1% ยังคงมีการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่ากรรมวิธีอื่น มีการสูญเสียน้ำหนักเพียง 7.54%

การเปลี่ยนแปลงสีผิว ค่าความสว่าง (L*) ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองทุกกรรมวิธีมีค่าลดน้อยลง เมื่อเก็บรักษานานขึ้น โดยกรรมวิธีกับระยะเวลาในการเก็บรักษามีอิทธิพลร่วมกัน ก่อนเก็บรักษา มะม่วงที่ได้รับธาตุอาหารเสริมซิลิกอน 0.5% มีค่า L* มากกว่ากรรมวิธีอื่น มีค่าเท่ากับ 73.45 รองลงมาคือ กรรมวิธีควบคุมมีค่าเท่ากับ 72.38 และกรรมวิธีที่ได้รับธาตุอาหารเสริมซิลิกอน 1% มีค่า L* น้อยที่สุดมีค่าเท่ากับ 71.8 เมื่อเก็บรักษา 7 วัน พบว่า กรรมวิธีควบคุม และซิลิกอน 0.5% มีค่า L* ไม่แตกต่างกัน มีค่าเท่ากับ 72.79 และ72.88 ตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีที่ได้รับซิลิกอน 1% มีค่าเท่ากับ 72.2 หลังเก็บรักษานาน 14 วัน กรรมวิธีที่ได้รับซิลิกอน 1% มีค่าเท่ากับ 72.66 รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ได้รับซิลิกอน 0.5% มีค่าเท่ากับ 71.51 และกรรมวิธีควบคุมมีค่า L* เพียง 70.72 หลังเก็บ

กรมวิชาการเกษตร

รักษานาน 21 วัน พบว่า กรรมวิธีควบคุมและกรรมวิธีที่ได้รับซิลิกอน 0.5% มีค่า L* ไม่แตกต่างกัน มีค่าเท่ากับ 69.81 และ69.9 ตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีที่ได้รับซิลิกอน 1% มีค่าใกล้เคียงกับกรรมวิธีอื่น มีค่าเท่ากับ 69.5 และเมื่อเก็บรักษานาน 28 วัน กรรมวิธีที่ได้รับซิลิกอน 0.5% มีค่า L* มากถึง 70.05 รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ได้รับซิลิกอน 1% มีค่าเท่ากับ 67.33 และกรรมวิธีควบคุมมีค่า L* เพียง 66.4

การเปลี่ยนแปลงค่า a* ซึ่งอ่านค่าสีแดง พบว่า ทุกกรรมวิธีมีค่า a* เพิ่มมากขึ้น โดยกรรมวิธีกับระยะเวลาในการเก็บรักษามีอิทธิพลร่วมกัน โดยก่อนเก็บรักษา กรรมวิธีควบคุมมีค่า a* มากกว่ากรรมวิธีอื่น มีค่าเท่ากับ 7.20 รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ได้รับซิลิกอน 1% มีค่าเท่ากับ 6.81 และซิลิกอน 0.5% มีค่า a* เท่ากับ 5.98 ตามลำดับ เมื่อเก็บรักษานาน 7 วัน กรรมวิธีควบคุมมีค่า a* มากกว่ากรรมวิธีอื่น มีค่าเท่ากับ 7.98 รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ได้รับซิลิกอน 0.5% และ1% มีค่าเท่ากับ 7.53 และ7.24 ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ หลังเก็บรักษานาน 14 วัน กรรมวิธีควบคุม และกรรมวิธีที่ได้รับซิลิกอน 0.5% มีค่า a* ไม่แตกต่างกัน มีค่าเท่ากับ 8.37 และ8.10 และกรรมวิธีที่ได้รับซิลิกอน 1% มีค่า a* เพียง 6.73 เมื่อเก็บรักษานาน 21 วัน ทุกกรรมวิธีมีค่า a* ไม่แตกต่างกัน มีค่าเท่ากับ 8.50 – 8.67 และเมื่อเก็บรักษานาน 28 วัน พบว่า กรรมวิธีควบคุม และกรรมวิธีที่ได้รับซิลิกอน 1% มีค่า a* ไม่แตกต่างกัน มีค่าเท่ากับ 9.38 และ9.52 ส่วนกรรมวิธีที่ได้รับซิลิกอน 0.5% มีค่าเพียง 8.40

การเปลี่ยนแปลง b* ซึ่งอ่านค่าสีเหลือง พบว่า ทุกกรรมวิธีมีค่าไม่แตกต่างกัน โดยกรรมวิธีควบคุม มีค่า b* เท่ากับ 37.89 41.45 40.70 41.60 และ39.56 เมื่อเก็บรักษานาน 0 7 14 21 และ28 วัน ตามลำดับ กรรมวิธีที่ได้รับซิลิกอน 0.5 เปอร์เซ็นต์ มีค่า b* เท่ากับ 39.00 38.43 40.78 42.04 และ39.88 เมื่อเก็บรักษานาน 0 7 14 21 และ 28 วัน ตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีที่ได้รับซิลิกอน 1 เปอร์เซ็นต์ มีค่า b* เท่ากับ 40.64 38.47 36.93 41.85 และ39.65 หลังเก็บรักษานาน 0 7 14 21 และ 28 วัน ตามลำดับ

ความแน่นเนื้อ ความแน่นเนื้อบริเวณเปลือกของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองทุกกรรมวิธีมีค่าลดน้อยลง เมื่อเก็บรักษานานขึ้น ซึ่งกรรมวิธีกับระยะเวลาในการเก็บรักษามีอิทธิพลร่วมกัน โดยในช่วง 7 วันแรกของการเก็บรักษา ทุกกรรมวิธีมีค่าความแน่นเนื้อบริเวณเปลือกไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ค่าเท่ากับ 24.91 – 27.04 เมื่อเก็บรักษานาน 14 วัน กรรมวิธีที่ได้รับซิลิกอน 1% มีค่าความแน่นเนื้อมากกว่ากรรมวิธีอื่นและมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติจากก่อนเก็บรักษา มีค่าเท่ากับ 23.42 นิวตัน ส่วนกรรมวิธีควบคุม และกรรมวิธีที่ได้รับซิลิกอน 0.5% มีค่าความแน่นเนื้อไม่แตกต่างกันมีค่าเท่ากับ 25.81 และ24.91 นิวตัน จากนั้นทุกกรรมวิธีมีค่าความแน่นเนื้อลดน้อยลง และมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเก็บรักษานาน 21 วัน มีค่าเท่ากับ 6.77 – 7.51 นิวตัน และเมื่อเก็บรักษานาน 28 วัน ทุกกรรมวิธีมีค่าลดลงเพียงเล็กน้อย แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับค่าความแน่นเนื้อหลังเก็บรักษา 21 วัน โดยมีค่าเท่ากับ 4.95 – 5.94 นิวตัน เมื่อพิจารณาในภาพรวม พบว่า กรรมวิธีที่ได้รับซิลิกอนมีแนวโน้มที่จะสามารถชะลอการลดลงของค่าความแน่นเนื้อบริเวณเปลือกได้โดยเฉพาะกรรมวิธีที่ได้รับซิลิกอน 1% มีแนวโน้มที่จะชะลอการลดลงของค่าความแน่นเนื้อได้ดีกว่าซิลิกอน 0.5% การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อบริเวณเนื้อผล พบว่า ในช่วง 7 วันแรกของการเก็บรักษา มีค่าความแน่นเนื้อไม่แตกต่างจากก่อนเก็บรักษา จากนั้น ความแน่นเนื้อมีค่าลดลงจนถึงวันที่ 21 ของการเก็บรักษา และเมื่อเก็บรักษานาน 28 วัน ความแน่นเนื้อมีค่าลดน้อยลงเพียงเล็กน้อย และไม่แตกต่างกันทางสถิติกับวันที่ 21 โดยกรรมวิธีที่ได้รับซิลิกอน 1% มีค่าความแน่นเนื้อมากเมื่อเทียบกับกรรมวิธีอื่น มีค่า

กรมวิชาการเกษตร

เท่ากับ 29.63 นิวตัน รองลงมา คือ กรรมวิธีควบคุม และกรรมวิธีที่ได้รับซิลิกอน 0.5% มีค่าความแน่นเนื้อเท่ากับ 26.45 และ23.50 นิวตัน ตามลำดับ

ปริมาณของเข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) พบว่า ทุกกรรมวิธีมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ กรรมวิธีควบคุมมีปริมาณของเข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 8.93% 12.47% 15.25% 14.22% และ16.20% หลังเก็บรักษานาน 0 7 14 21 และ28 วัน ตามลำดับ กรรมวิธีที่ได้รับซิลิกอน 0.5% มีค่าเท่ากับ 7.70% 12.18% 14.93% 14.84% และ15.16% หลังเก็บรักษานาน 0 7 14 21 และ28 วัน ตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีที่ได้รับซิลิกอน 1% มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 8.29% 11.08% 14.48% 15.40% และ16.02% หลังเก็บรักษานาน 0 7 14 21 และ28 วัน ตามลำดับ

ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) พบว่า ทุกกรรมวิธีมีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ลดน้อยลง เมื่อเก็บรักษานานขึ้น โดยกรรมวิธีกับระยะเวลาในการเก็บรักษามีอิทธิพลร่วมกัน ก่อนเก็บรักษา พบว่า มะม่วงที่ได้รับซิลิกอน 0.5% และ1% มีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีค่าเท่ากับ 2.46% และ2.65% ตามลำดับ และมีค่ามากกว่ากรรมวิธีควบคุมที่มีค่าเพียง 1.65% หลังเก็บรักษา 7 วัน มะม่วงทุกกรรมวิธีมีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ไม่แตกต่างกัน มีค่าเท่ากับ 1.35 – 1.50 จากนั้นทุกกรรมวิธีมีค่าลดน้อยลงเมื่อเก็บรักษานาน 14 วัน โดยกรรมวิธีที่ได้รับซิลิกอน 1% มีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้เท่ากับ 1.17% ส่วนกรรมวิธีควบคุม และกรรมวิธีที่ได้รับซิลิกอน 0.5% มีค่าไม่แตกต่างกัน มีค่าเท่ากับ 0.85 – 0.92% หลังเก็บรักษา 21 วัน กรรมวิธีที่ได้รับซิลิกอน 1% มีปริมาณกรดที่ไทเรตได้ 0.57% ในขณะที่อีก 2 กรรมวิธีมีค่าไม่แตกต่างกัน มีค่าเท่ากับ 0.43 – 0.44% เมื่อเก็บรักษาครบ 28 วัน ทุกกรรมวิธีมีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ไม่แตกต่างกัน มีค่าเท่ากับ 0.26 – 0.31% ทั้งนี้ กรรมวิธีที่ได้รับซิลิกอน 1% มีแนวโน้มที่จะสามารถชะลอการลดลงของค่าความแน่นเนื้อได้ดีกว่ากรรมวิธีอื่น

ปริมาณวิตามินซี พบว่า ในช่วง 7 วันแรกของการเก็บรักษามีปริมาณวิตามินซีไม่แตกต่างจากช่วงก่อนเก็บรักษา และมีปริมาณเพิ่มขึ้น ในวันที่ 14 ของการเก็บรักษา จากนั้น ลดน้อยลงในวันที่ 21 ของการเก็บรักษา และลดน้อยลงจนสิ้นสุดการทดลอง โดยทุกกรรมวิธีมีปริมาณวิตามินซีไม่แตกต่างกัน กรรมวิธีควบคุมมีปริมาณวิตามินซีเท่ากับ 28.69 30.60 37.98 14.46 และ14.43 mg ascorbic/100 ml หลังเก็บรักษานาน 0 7 14 21 28 วัน ตามลำดับ กรรมวิธีที่ได้รับซิลิกอน 0.5% มีปริมาณวิตามินซีเท่ากับ 28.85 25.18 35.33 14.37 และ12.51 mg ascorbic/100 ml หลังเก็บรักษานาน 0 7 14 21 28 วัน ตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีที่ได้รับซิลิกอน 1% มีปริมาณวิตามินซีเท่ากับ 29.54 25.73 33.83 16.06 และ14.97 mg ascorbic/100 ml หลังเก็บรักษานาน 0 7 14 21 และ28 วัน ตามลำดับ

การเกิดโรคหลังการเก็บเกี่ยว พบว่า ในช่วง 14 วันแรกของการเก็บรักษา มะม่วงทุกกรรมวิธีมีการเกิดโรคเพียง 1 คะแนน หรือ 0 – 20% โดยในช่วง 7 วันแรก ยังไม่พบการเกิดโรค แต่เมื่อเก็บรักษานาน 14 วัน พบว่า ที่ผิวมะม่วงเริ่มมีการเกิดโรคเล็กน้อย เมื่อเก็บรักษานาน 21 วัน พบว่า มีการเกิดโรคเพิ่มมากขึ้น โดยมีคะแนนการเกิดโรคเฉลี่ย 1.25 คะแนน หรือมีการเกิดโรค 21 – 25% เมื่อสิ้นสุดการทดลอง หรือหลังเก็บรักษาครบ 28 วัน ทุกกรรมวิธีมีการเกิดโรคเพิ่มขึ้น โดยมีการเกิดโรค 2.42 คะแนน หรือ มีการเกิดโรค 40 – 50% นอกจากนี้ ยังพบอาการของโรคขั้วผลเน่า ซึ่งพบเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับการเกิดโรคแอนแทรคโนส ทั้งนี้ เมื่อพิจารณาจะพบว่า การให้ธาตุอาหารซิลิกอนมีแนวโน้มที่จะชะลอการเกิดโรคแอนแทรคโนสได้ (ตารางที่ 30) เนื่องจาก ซิลิกอนมีบทบาทสำคัญต่าง

กรมวิชาการเกษตร

ๆ เช่น เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ ทำให้ผนังเซลล์แข็งแรง ทนต่อการเข้าทำลายของโรค และแมลง (Mawschner, 1995; Synder *et al*., 2007)

การทดลองที่ 3 การเก็บรักษาด้วยเทคนิคซุปเปอร์คูลิงค์ (super-cooling) ต่อคุณภาพของมะม่วง

(1) จัดเตรียมผลผลิตสำหรับการทดลอง

- ได้ดำเนินการติดต่อเกษตรกร สำรวจแปลงปลูกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง ที่อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา และจัดหาผลผลิตมาดำเนินการทดลองเบื้องต้น โดยคัดเลือกมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองระยะสุกแก่ 80 เปอร์เซ็นต์ (หลังดอกบาน 110-115 วัน) ทำการตัดขั้วเหลือประมาณ 0.5 เซนติเมตร และตั้งทิ้งให้ยางไหลออกจนหมด จากนั้นนำมาห่อด้วยโฟมตาข่ายกันกระแทก (foam net) บรรจุลงกล่องกระดาษลูกฟูก เก็บรักษาในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 13 $\pm$1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85-95% เป็นระยะเวลา 1 เดือน เพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏ ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงสี การเหี่ยว และการเกิดโรค จากการทดลองพบว่ามะม่วงน้ำดอกไม้สีทองมีสีเข้มขึ้น โดยเปลี่ยนจากสีเหลืองอ่อนเป็นสีเหลืองทองตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น เกิดการเหี่ยวหรือการสูญเสียน้ำเพิ่มขึ้นระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น ส่วนการเกิดโรคพบอาการของโรคในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา ทั้งนี้จากการทดลองเก็บรักษามะม่วงและเก็บข้อมูลการเปลี่ยนที่เกิดขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการทดลองซุปเปอร์คูลิงค์ (super-cooling) ต่อไป

(2) การดำเนินการทดลองซุปเปอร์คูลิงค์ (super-cooling)

- ไม่สามารถดำเนินการทดลองต่อได้ เนื่องจากการทดลองการเก็บรักษาด้วยเทคนิคซุปเปอร์คูลิงค์ (super-cooling) จำเป็นต้องใช้เครื่องมือนำเข้าจากต่างประเทศ จากสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ทำให้ยังไม่สามารถนำเข้าเครื่องมือได้ จึงยุติการทดลองดังกล่าว เนื่องจากมีความเสี่ยงที่การทดลองดังกล่าวจะไม่ประสบความสำเร็จ ทั้งนี้ ได้แจ้งยุติการทดลองให้คณะที่ปรึกษาด้านวิชาการเกษตรของกรมวิชาการเกษตร และได้ทำหนังสือแจ้งกองแผนงาน กรมวิชาการเกษตร เรียบร้อยแล้ว

การทดลองที่ 4 การจัดการคุณภาพมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อการส่งออกทางเรือ

1. การเกิดโรค

เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค (percentage of disease) ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา จากการทดลองพบว่ามะม่วงน้ำดอกไม้กรรมวิธีการจัดการมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยว (SiO_2 0.5% + (MNBs bubble + NaOCl 200 ppm) มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคต่ำกว่าชุดควบคุมตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% มะม่วงน้ำดอกไม้เริ่มมีอาการของโรคในวันที่ 7 ของการเก็บรักษา โดยมะม่วงชุดควบคุมพบการเกิดโรค 14.00% ในขณะที่กรรมวิธีการจัดการมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยวพบอาการของโรค 6.67% วันที่ 14 ของการเก็บรักษามะม่วงชุดควบคุมพบการเกิดโรคเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วถึง 86.00% ในขณะที่กรรมวิธีการจัดการมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยวพบการเกิดโรค 52.33% ในวันที่ 21

กรมวิชาการเกษตร

ของการเก็บรักษา มะม่วงชุดควบคุมพบการเกิดโรค 98.00% มะม่วงกรรมวิธีการจัดการมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยวพบการเกิดโรค 63.33% โดยมะม่วงชุดควบคุมสามารถเก็บรักษาได้เพียง 21 วัน เนื่องจากเสื่อมสภาพและเน่าเสีย และเมื่อสิ้นสุดอายุการเก็บรักษา กรรมวิธีการจัดการมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยว (SiO_2 0.5% + (MNBs bubble + NaOCl 200 ppm) มีการเกิดโรค เท่ากับ 87.67%

2. การเปลี่ยนแปลงสี (L*, a*, b* และ hue angle)

การเปลี่ยนแปลงค่าสีเปลือกของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองทุกกรรมวิธีทดลอง หลังจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 28 วัน ทำการวัดการเปลี่ยนแปลงสีทุก 7 วัน จากการทดลองพบว่ากรรมวิธีการจัดการมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยว (SiO_2 0.5% + (MNBs bubble + NaOCl 200 ppm) สามารถเก็บรักษามะม่วงได้ นาน 28 วัน ในขณะที่มะม่วงชุดควบคุมเก็บรักษาได้เพียง 21 วัน โดยพบว่ามะม่วงน้ำดอกไม้สีทองทุกกรรมวิธีทดลองมีค่าความสว่าง L* ลดลง (มะม่วงมีสีเข้มขึ้น) (ภาพที่) เมื่ออายุการเก็บรักษานานขึ้น โดยในช่วง 7 วันแรกของการเก็บรักษาพบว่ามะม่วงชุดควบคุมมีค่าความสว่างมากกว่ากรรมวิธีการจัดการมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยว (SiO_2 0.5% + (MNBs bubble + NaOCl 200 ppm) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99% อย่างไรก็ตามหลังจากนั้นการเปลี่ยนแปลงค่า L* ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (28 วัน) กรรมวิธีการจัดการมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยว มีค่าความสว่าง L* เท่ากับ 75.97

ค่า a* (ความเป็นสีแดง) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น มะม่วงมีความเป็นสีแดงเพิ่มขึ้น การเปลี่ยนแปลงค่า a* ไม่มีความแตกต่างทางสถิติตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยวันเริ่มต้นเก็บรักษาค่า a* เฉลี่ยอยู่ในช่วง 2.46 - 3.69 และเมื่อสิ้นสุดอายุการเก็บรักษา กรรมวิธีการจัดการมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยว (SiO_2 0.5% + (MNBs bubble + NaOCl 200 ppm) มีค่าความสว่าง L* เท่ากับ 75.97

การเปลี่ยนแปลง ค่า b* (ความเป็นสีเหลือง) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น มะม่วงมีความเป็นสีเหลืองเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยวันเริ่มต้นเก็บรักษา ค่า b* เฉลี่ยอยู่ในช่วง 35.39 – 37.35 และเมื่อสิ้นสุดอายุการเก็บรักษา (28 วัน) กรรมวิธีการจัดการมะม่วงหลังกา รเก็บเกี่ยว (SiO_2 0.5% + (MNBs bubble + NaOCl 200 ppm) มีค่าความสว่าง b* เท่ากับ 43.23

การเปลี่ยนแปลงค่า hue angle ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองมีแนวโน้มลดลง โดยในวันเริ่มต้นจนถึง 7 วันแรกของการเก็บรักษา มะม่วงชุดควบคุมมีค่า hue angle มากกว่ากรรมวิธีการจัดการมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยว (SiO_2 0.5% + (MNBs bubble + NaOCl 200 ppm) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามหลังจากนั้นค่า hue angle ไม่แตกต่างกัน โดยเมื่อสิ้นสุดอายุการเก็บรักษานาน 28 วัน กรรมวิธีการจัดการมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยว (SiO_2 0.5% + (MNBs bubble + NaOCl 200 ppm) มีค่า hue angle เท่ากับ 81.21

3. เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก (Weight loss)

จากการทดลองพบว่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติตลอดอายุการเก็บรักษา โดย 7 วันแรกของการเก็บรักษามะม่วงมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ย 2.32 – 2.48% และในวันที่ 21 ของการเก็บรักษามะม่วงมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ย 6.87 – 7.19% โดยเมื่อสิ้นสุดอายุการเก็บรักษานาน 28 วัน กรรมวิธีการจัดการมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยว (SiO_2 0.5% + (MNBs bubble + NaOCl 200 ppm) มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 9.79%

4. ความแน่นเนื้อ (Firmness)

กรมวิชาการเกษตร

มะม่วงน้ำดอกไม้สีทองมีค่าความแน่นเนื้อเริ่มต้นอยู่ในช่วง 6.45-7.97 กิโลกรัม หลังจากนั้นมีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยพบว่าค่าความแน่นเนื้อลดลงอย่างเห็นได้ชัดในวันที่ 7 ของการเก็บรักษา เนื่องจากมะม่วงเริ่มสุก โดยกรรมวิธีการจัดการมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยว (SiO_2 0.5% + (MNBs bubble + NaOCl 200 ppm) มีค่าความแน่นเนื้อสูงกว่าชุดควบคุม อย่างไรก็ตามค่าความแน่นเนื้อไม่แตกต่างทางสถิติตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา กรรมวิธีการจัดการมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยวค่าความแน่นเนื้อเท่ากับ 0.41 กิโลกรัม

5. อัตราการหายใจ (Respiration rate)

อัตราการหายใจของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองมีแนวโน้มลดลงเมื่อเก็บรักษานานขึ้น ในวันแรกของการเก็บรักษามะม่วงมีอัตราการหายในเฉลี่ยอยู่ในช่วง 47.91 – 48.03 $kgCO_2/kg.hr$. หลังจากนั้นกรรมวิธีการจัดการมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยว (SiO_2 0.5% + (MNBs bubble + NaOCl 200 ppm) มีอัตราการหายใจต่ำกว่าชุดควบคุม โดยในวันที่ 21 ของการเก็บรักษา กรรมวิธีการจัดการมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยวมีอัตราการหายใจ เท่ากับ 28.05 $kgCO_2/kg.hr$. ต่ำกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 และในวันสุดท้ายของการเก็บรักษากรรมวิธีการจัดการมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยวมีอัตราการหายใจ เท่ากับ 28.20 $kgCO_2/kg.hr$

6. อัตราการผลิตเอทิลีน (Ethylene production rate)

จากการทดลองอัตราการผลิตเอทิลีนของมะม่วงน้ำดอกไม้มีแนวโน้มลดลง กรรมวิธีการจัดการมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยว (SiO_2 0.5% + (MNBs bubble + NaOCl 200 ppm) มีอัตราการผลิตเอทิลีนต่ำกว่าชุดควบคุม ในระหว่างการเก็บรักษานาน 21 วัน โดยในวันแรกของการเก็บรักษาอัตราการผลิตเอทิลีนของมะม่วงน้ำดอกไม้ชุดควบคุมเท่ากับ 0.07 C_2H_4 µl/kg.hr. และกรรมวิธีการจัดการมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยวเท่ากับ 0.03 C_2H_4 µl/kg.hr. หลังจากนั้นอัตราการผลิตเอทิลีนของกรรมวิธีการจัดการมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยวต่ำกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และเมื่อสิ้นสุดอายุการเก็บรักษา 28 วัน กรรมวิธีการจัดการมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยวมีอัตราการผลิตเอทิลีนเท่ากับ 0.16 C_2H_4 µl/kg.hr

7. ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ (Total soluble solid contents; TSS)

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้พบว่าในวันเริ่มต้นเก็บรักษามะม่วงน้ำดอกไม้ชุดควบคุมมีปริมาณปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 14.18 องศาบริกซ์ สูงกว่ากรรมวิธีการจัดการมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยว (SiO_2 0.5% + (MNBs bubble + NaOCl 200 ppm) เท่ากับ 13.19 องศาบริกซ์ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดยปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา อย่างไรก็ตามหลังจากนั้นปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ไม่มีความแตกต่างทางสถิติในทุกกรรมวิธีการทดลอง

8. ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (Titratable acidity; TA)

ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองในวันเริ่มต้นเก็บรักษาอยู่ในช่วง 1.9 - 2.4% โดยปริมาณกรดที่ไตเตรทได้มีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา แต่อย่างไรก็ตามปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ในวันที่ 21 ของการเก็บรักษา มะม่วงมีปริมาณกรดที่ไตเตรทได้เฉลี่ย 0.2–0.4% และเมื่อสิ้นสุดอายุการเก็บรักษานาน 28 วัน กรรมวิธีการจัดการมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยว (SiO_2 0.5% + (MNBs bubble + NaOCl 200 ppm) มีปริมาณกรดที่ไตเตรทได้เท่ากับ 0.3%

กรมวิชาการเกษตร

9. ปริมาณวิตามินซี (Total vitamin C)

ปริมาณวิตามินซีของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองในวันเริ่มต้นเก็บรักษาอยู่ในช่วง 1.99 - 2.03% ในวันที่ 7 ของการเก็บรักษา พบว่าปริมาณวิตามินซีมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น หลังจากนั้นลดลง โดย กรรมวิธีการจัดการมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยว (SiO_2 0.5% + (MNBs bubble + NaOCl 200 ppm) มีปริมาณวิตามินซีสูงกว่าชุดควบคุม และเมื่อสิ้นสุดอายุการเก็บรักษานาน 28 วัน กรรมวิธีการจัดการมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยวมีปริมาณปริมาณวิตามินซีเท่ากับ 1.07%

10. การเปลี่ยนแปลงคุณค่าทางโภชนาการ

การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้น มะม่วงน้ำดอกไม้มีปริมาณความชื้นเริ่มต้นเก็บรักษาอยู่ในช่วง 82.05 – 82.07% หลังจากนั้นปริมาณความชื้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยในวันที่ 21 ของการเก็บรักษามะม่วงมีปริมาณความชื้นอยู่ในช่วง 82.96 – 83.58% และเมื่อสิ้นสุดอายุการเก็บรักษานาน 28 วัน กรรมวิธีการจัดการมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยว (SiO_2 0.5% + (MNBs bubble + NaOCl 200 ppm) มีปริมาณความชื้นเท่ากับ 83.64% อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นไม่มีความแตกต่างกันตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา

การเปลี่ยนแปลงปริมาณโปรตีน จากการทดลองพบว่ามะม่วงมีปริมาณโปรตีนเริ่มต้น (วันที่ 0) เท่ากับ 0.61% หลังจากนั้นในวันที่ 21 ของการเก็บรักษา มะม่วงมีปริมาณโปรตีนเฉลี่ยเท่ากับ 0.60 – 0.72% และเมื่อสิ้นสุดอายุการเก็บรักษานาน 28 วัน กรรมวิธีการจัดการมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยว (SiO_2 0.5% + (MNBs bubble + NaOCl 200 ppm) มีปริมาณโปรตีนเท่ากับ 0.62% อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นไม่มีความแตกต่างกันตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา

การเปลี่ยนแปลงปริมาณไขมัน มะม่วงทั้งสองกรรมวิธีการทดลองมีปริมาณไขมันในวันเริ่มต้นเก็บรักษาเท่ากับ 0.41–0.46% แต่ไม่แตกต่างทางสถิติ หลังจากนั้นในวันที่ 21 ของการเก็บรักษามะม่วงชุดควบมีปริมาณไขมันสูงกว่ากรรมวิธีการจัดการมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยว (SiO_2 0.5% + (MNBs bubble + NaOCl 200 ppm) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดยมีปริมาณไขมันเท่ากับ 0.42% และ 0.36% ตามลำดับ และเมื่อสิ้นสุดอายุการเก็บรักษานาน 28 วัน กรรมวิธีการจัดการมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยว (SiO_2 0.5% + (MNBs bubble + NaOCl 200 ppm) มีปริมาณโปรตีนเท่ากับ 0.33% อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นไม่มีความแตกต่างกันตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา

การเปลี่ยนแปลงปริมาณกากใย จากการทดลองพบว่ามะม่วงน้ำดอกไม้ในวันเริ่มต้นเก็บรักษามีปริมาณกากใยเฉลี่ย 0.50 - 0.51% ในวันที่ 7 ของการเก็บรักษา มะม่วงชุดควบคุมมีปริมาณกากใยมากกว่ากรรมวิธีการจัดการมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยว (SiO_2 0.5% + (MNBs bubble + NaOCl 200 ppm) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดยมีปริมาณกากใยเท่ากับ 0.49% และ 0.43% ตามลำดับ ในวันที่ 14 ของการเก็บรักษา ปริมาณกากใยไม่แตกต่างกัน และในวันที่ 21 ของการเก็บรักษามะม่วงชุดควบคุมมีปริมาณกากใยมากกว่ากรรมวิธีการจัดการมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยว โดยมีปริมาณกากใยเท่ากับ 0.52% และ 0.49% ตามลำดับ และเมื่อสิ้นสุดอายุการเก็บรักษานาน 28 วัน กรรมวิธีการจัดการมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยว มีปริมาณกากใยเท่ากับ 0.45%

การเปลี่ยนแปลงปริมาณเถ้าจากการทดลองพบว่ามะม่วงน้ำดอกไม้ในวันเริ่มต้นเก็บรักษามีปริมาณเถ้าเฉลี่ย 0.41 - 0.44% ในวันที่ 7 ของการเก็บรักษา มะม่วงชุดควบคุมมีปริมาณเถ้ามากกว่ากรรมวิธีการจัดการมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยว (SiO_2 0.5% + (MNBs bubble + NaOCl 200 ppm) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยมีปริมาณเถ้าเท่ากับ 0.41% และ 0.32%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตามลำดับ หลังจากนั้นการเปลี่ยนแปลงปริมาณเถ้าไม่แตกต่างกัน และเมื่อสิ้นสุดอายุการเก็บรักษานาน 28 วัน กรรมวิธีการจัดการมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยว มีปริมาณกากใยเท่ากับ 0.41%

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ (Conclusion and Suggestion)

การทดลองที่ 1 การใช้เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์กับมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง

การล้างมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองด้วยฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ความเข้มข้น 200 ppm นาน 10 นาที สามารถลดการเกิดโรคและรักษาคุณภาพของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองได้ เกิดโรคช้าที่สุด ซึ่งพบในวันที่ 21 ของการเก็บรักษา ส่วนชุดควบคุมพบในวันที่ 9 ของการเก็บรักษา และมีระดับความรุนแรงของการเกิดโรคต่ำกว่าชุดควบคุม นอกจากนี้ยังสามารถช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนักและรักษาคุณภาพของมะม่วงในระหว่างการเก็บรักษาและมีความเป็นไปได้สูงที่จะนำเทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนมาใช้ร่วมกับสารเคมีที่ใช้ในกระบวนการล้างเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดปริมาณการใช้สารเคมี โดยควรจะมีการศึกษาถึงบทบาทและกลไกของฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนต่อการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ตลอดจนคุณภาพในเชิงลึกต่อไป

การทดลองที่ 2 การประยุกต์ใช้ซิลิกอนเพื่อรักษาคุณภาพมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยว

พ่นสารละลายซิลิกอนทั่วทั้งต้นมะม่วง จำนวน 3 ครั้ง ได้แก่ ครั้งที่ 1 ในระยะ 30 วันหลังดอกบาน ครั้งที่ 2 ในระยะ 45 วันหลังดอกบาน และครั้งที่ 3 ในระยะ 60 วันหลังดอกบาน ความเข้มข้นของซิลิกอนที่แตกต่างกันทั่วทั้งต้น เปรียบเทียบ 3 กรรมวิธี คือ กรรมวิธีที่ 1 ไม่ให้ Silicon dioxide (control) กรรมวิธีที่ 2 Silicon dioxide ความเข้มข้น 0.5% และกรรมวิธีที่ 3 Silicon dioxide ความเข้มข้น 1.0% พบว่า Silicon dioxide ความเข้มข้น 0.5% มะม่วงมีคุณภาพดีไม่แตกต่างจากการใช้ Silicon dioxide ความเข้มข้น 1.0% แต่ดีกว่ากรรมวิธีควบคุม การฉีดพ่นสารละลายซิลิกอนทางใบ ความเข้มข้น 0.5 และ 1 เปอร์เซ็นต์ เพื่อรักษาคุณภาพของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง พบว่า ซิลิกอนสามารถชะลอการลดลงของการสูญเสียน้ำหนัก ความแน่นเนื้อ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และมีแนวโน้มว่าซิลิกอนสามารถชะลอการเกิดโรคของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองได้

การทดลองที่ 3 การเก็บรักษาด้วยเทคนิคซุปเปอร์คูลิงค์ (super-cooling) ต่อคุณภาพของมะม่วง

การเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 $\pm$1 องศาเซลเซียส นาน 1 เดือน เพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏ ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงสี การเหี่ยว และการเกิดโรค พบว่ามะม่วงน้ำดอกไม้สีทองมีสีเข้มขึ้น โดยเปลี่ยนจากสีเหลืองอ่อนเป็นสีเหลืองทองและเกิดการเหี่ยวหรือการสูญเสียน้ำเพิ่มขึ้น ตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น ส่วนการเกิดโรคพบอาการของโรคในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา เนื่องจากการทดลองการเก็บรักษาด้วยเทคนิคซุปเปอร์คูลิงค์ (super-cooling) จำเป็นต้องใช้เครื่องมือนำเข้าจากต่างประเทศ

กรมวิชาการเกษตร

ซึ่งปัจจุบันมีสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ทำให้ยังไม่สามารถนำเข้าเครื่องมือได้ จึงยุติการทดลองดังกล่าวเนื่องจากมีความเสี่ยงที่การทดลองดังกล่าวจะไม่ประสบความสำเร็จ ดังนั้นการนำเข้าเครื่องมือจากต่างประเทศถึงแม้มีการติดต่อประสานงานและตกลงร่วมมือกันเป็นที่เรียบร้อยแล้วก็ตามก็มีความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นได้อย่างกรณีสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ทำให้ยังไม่สามารถนำเข้าเครื่องมือได้มาทดลองได้

การทดลองที่ 4 การจัดการคุณภาพมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อการส่งออกทางเรือ

กรรมวิธีการจัดการคุณภาพมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยว (SiO_2 0.5% + (MNBs bubble + NaOCl 200 ppm โดยการฉีดพ่นมะม่วงด้วยซิลิกอนความเข้มข้น 0.5% ที่ระยะเวลา 30 45 และ 60 วันหลังดอกบาน ร่วมกับการล้างมะม่วงด้วยฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่ความเข้มข้น 200 ppm นาน 10 นาที สามารถลดการเกิดโรคและรักษาคุณภาพของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองได้ โดยเก็บรักษามะม่วงได้นาน 28 วัน ในขณะที่ชุดควบคุมเก็บรักษามะม่วงได้นาน 21 วัน กรรมวิธีการจัดการคุณภาพมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยวสามารถชะลออัตราการหายใจและลดอัตราการผลิตเอทิลีนได้ นอกจากนี้พบว่ามีแนวโน้มในรักษาคุณภาพการบริโภคและคุณค่าทางโภชนาการได้

กรมวิชาการเกษตร

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

โครงการวิจัยที่ 1

1. การจัดทำลายพิมพ์ดีเอ็นเอของมะม่วงลูกผสมที่เกิดจากการผสมระหว่างมะม่วงต่างพันธุ์กัน ในชุดที่ 1 เป็นมะม่วงแก้วลูกผสมและน้ำดอกไม้ลูกผสม โดยในกลุ่มลูกผสมมะม่วงแก้วเกิดจากการผสมข้ามระหว่างพันธุ์แก้ว007 บุญบันดาล Keitte และ Ruby ส่วนในน้ำดอกไม้ ไม่ทราบประวัติแน่ชัด จึงได้นำมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองมาเป็นตัวเปรียบเทียบ ผลการจัดทำลายพิมพ์ดีเอ็นเอ พบว่า ในกลุ่มมะม่วงแก้วทั้งหมดเป็นลูกผสม โดยมีพันธุกรรมแตกต่างจากมะม่วงแก้ว007 ส่วนในลูกผสมกลุ่มน้ำดอกไม้ คือ ศก.0092 ก็มีพันธุกรรมแตกต่างจากมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง เช่นกัน ในมะม่วงลูกผสมชุดที่ 2 คัดเลือกมะม่วงลูกผสมที่ออกดอกในแปลง จำนวน 10 ต้น 4 คู่ผสม คือ Keitte×มหาชนก จำนวน 6 ต้น Sensation×SK0072 จำนวน 2 ต้น SK0080×Kent_55 จำนวน 1 ต้น SK0082×Kensington (49) จำนวน 1 ต้น ผลการวิเคราะห์ลายพิมพ์ดีเอ็นเอ พบว่า มะม่วงลูกผสมจากทั้ง 4 คู่ผสม จำนวน 10 ต้น มีลักษณะทางพันธุกรรมแตกต่างจากมะม่วงพันธุ์พ่อแม่ทุกต้น โดยในบางสายพันธุ์แม้จะมีค่าสัมประสิทธิ์ความเหมือนสูงสุด แต่ก็ยังมีความแตกต่างทางพันธุกรรม

2. การศึกษาและรวบรวมลักษณะเด่นทางคุณภาพของมะม่วงพันธุ์ดั้งเดิมเพื่อประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์และพัฒนาเป็นพันธุ์การค้าใหม่สำหรับบริโภคสดและการแปรรูปสามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. มะม่วงพันธุ์ที่เหมาะสำหรับใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์สำหรับพัฒนาเป็นพันธุ์การค้าใหม่สำหรับแปรรูปเป็นมะม่วงดองได้แก่ ทองดำ พรามทัณฑ์ขายเมีย Aromanis และสาวกระทืบหอ เป็นเนื่องจากซึ่งมีค่าร้อยละของน้ำหนักแห้งมากกว่า พันธุ์แก้ว ศก 007 ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบ

2. พันธุ์ที่เหมาะสำหรับการเป็นพ่อแม่พันธุ์สำหรับพัฒนาเป็นพันธุ์การค้าสำหรับการบริโภคผลดิบ ได้แก่ มะม่วงพันธุ์ไข่มุกแดง Keitte อินเดียเล็ก Salam (กลม) ระเด่นเขียว และเทพทอง เป็นพันธุ์ที่มีค่าวิตามินซีสูง พันธุ์ทองดำและพันธุ์ไข่มุกแดงมีค่าสัดส่วนระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และร้อยละของกรดที่ไตเตรทสูงซึ่งเป็นค่าที่บ่งบอกถึงรสชาติของมะม่วง ที่มีรสหวานนำรสเปรี้ยวเมื่อเทียบกับแก้วขมิ้นพบว่ามีค่าสูงกว่า บ่งบอกได้ว่าเป็น

3. พันธุ์ที่เหมาะสำหรับใช้เป็นพันธุ์พ่อแม่เพื่อพัฒนาเป็นพันธุ์การค้าใหม่สำหรับการบริโภคผลสุก ได้แก่ เขียวไข่กา ฟ้าลั่น และสามปี เป็นพันธุ์ที่มีค่าความหวานของผลสุกสูงและสูงกว่าพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองซึ่งเป็นพันธุ์เทียบ ไข่มุกแดง และสามปีมีค่าปริมาณวิตามินซีสูง

4. ความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ของค่าของแข็งที่ละลายน้ำได้ในมะม่วงสุกกับค่าสีเปลือกมะม่วงดิบ (0.493**) และค่าร้อยละของน้ำหนักแห้งมะม่วงดิบ (0.498**) เป็นไปในทิศทางเดียวกัน

3.การศึกษาลักษณะทางกายภาพและเคมี ของมะม่วงพันธุ์ไทยและต่างประเทศ เพื่อคัดเลือกพันธุ์เหมาะต่อการเป็นต้นพ่อ-แม่ พันธุ์มะม่วง ในการสร้างลูกผสมมะม่วงเพื่ออุตสาหกรรมการแปรรูป ที่เป็นไปตามเกณฑ์การคัดเลือกมะม่วงเพื่ออุตสาหกรรมการแปรรูป ดังนี้

กรมวิชาการเกษตร

กลุ่มที่ 1 มะม่วงที่มีเนื้อมาก เส้นใยน้อย (Fleshy type) เหมาะสำหรับการบรรจุกระป๋อง หรือแช่อิ่ม มะม่วงอบแห้ง ได้แก่ มะม่วงอาร์ทูอีทู เคนซิงตัน แก้ว 007 และแก้วขมิ้น

กลุ่มที่ 2 มะม่วงที่มีปริมาณน้ำและเส้นใยมาก (juicy type) เหมาะสำหรับแปรรูปเป็นน้ำผลไม้ มีสีและกลิ่นหอม มีปริมาณความเป็นกรดสูง และมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูง คือ มะม่วงน้ำดอกไม้

กลุ่มที่ 3 มะม่วงที่ให้ผลผลิตเร็ว (พันธุ์เบา) ออกดอกง่าย ผลผลิตดก คือ พันธุ์อินเดียเล็ก และแก้ว 007

4.การสร้างมะม่วงลูกผสมชั่วที่ 1 สำหรับการปรับปรุงพันธุ์เพื่อการแปรรูป สามารเก็บเกี่ยวผลผลิตได้จำนวน 10 ผล จาก 3 คู่ผสม คือ น้ำดอกไม้เบอร์ 4 x เคนซิงตัน จำนวน 4 ผล จินหวง x มหาชนก จำนวน 3 ผล อาร์ทูอีทู x น้ำดอกไม้เบอร์ 4 จำนวน 3 ผล ปัจจุบันได้นำเมล็ดไปเพาะเพื่อรอการขยายพันธุ์ แบบไม่ใช้เพศ และตรวจสอบได้ ดีเอ็นเอ ต่อไป

5. การรวบรวมพ่อแม่พันธุ์มะม่วงสำหรับปรับปรุงพันธุ์มะม่วงเพื่อบริโภคดิบ โดยรวบรวมพันธุ์มะม่วงนิยมบริโภคดิบที่ออกดอก ติดผลง่าย จำนวน 5 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์โชคอนันต์ เพชรบ้านลาด ฟ้าลั่น มันทวาย แก้วขมิ้น และพันธุ์การค้าในประเทศไทยที่ออกดอกติดผลยาก ได้แก่ พันธุ์เขียวเสวย ได้ศึกษาข้อมูลลักษณะประจำพันธุ์ตาม descriptor ของ IPGRI พบว่า ลักษณะประจำพันธุ์ลำต้น ใบ ดอก ระยะการออกดอก มีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน แต่ลักษณะของผลสามารถจัดจำแนกความแตกต่างของทรงผล ขนาดผล สีของเปลือกผลดิบ และเปลือกผลสุก สีเนื้อผล รสชาติ และชนิดของ embryony เปอร์เซ็นต์ดอกเพศผู้ จะพบมากในพันธุ์เพชรบ้านลาดและพันธุ์โชคอนันต์ เท่ากับ 86 และ 85 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าพันธุ์เขียวเสวย ที่ให้เปอร์เซ็นต์ดอกเพศผู้เท่ากับ 71 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์ดอกสมบูรณ์เพศ จะพบมากในพันธุ์มันทวาย และพันธุ์แก้วขมิ้น เท่ากับ 47 และ 38 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่า พันธุ์เขียวเสวย ที่ให้เปอร์เซ็นต์ดอกสมบูรณ์เพศเท่ากับ 29 เปอร์เซ็นต์

5.การศึกษาและคัดเลือกมะม่วงลูกผสมสายพันธุ์ใหม่ซึ่งดำเนินการอยู่ในช่วงระยะที่ 2 รวบรวมพันธุ์มะม่วงลูกผสมได้ 66 คู่ผสม ในปี 2563-2564 สามารถออกดอกและให้ผลผลิต นำวิเคราะห์และประเมินคุณภาพ ได้จำนวน 40 คู่ผสม สามารถคัดเลือกพันธุ์ที่มีคุณสมบัติ ผ่านการคัดเลือกในเบื้องต้นได้ 4 คู่ผสม คือ น้ำดอกไม้สีทอง 3 x salam (ยาว) Duncan x มหาชนก Irwin 4 x มหาชนก Salam (ยาว) 1 x มหาชนก อย่างไรก็ตามยังมีพันธุ์มะม่วงลูกผสมที่ยังไม่ออกดอก และให้ผลผลิต ซึ่งยังไม่ได้เก็บมาวิเคราะห์คุณภาพอีกจำนวน 26 สายพันธุ์

6. การรวบรวมพันธุ์มะม่วงอกร่อง สามารถรวบรวมได้ 13 พันธุ์ แบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ยังไม่ให้ผลผลิตจำนวน 11 พันธุ์ ได้แก่ อกร่องทอง อกร่อง 1 อกร่อง 2 อกร่อง 3 อกร่องมันทวาย อกร่องมัน อกร่องบางช้าง อกร่องนวลจันทร์ อกร่องเขียวอกร่องยายกล่ำ และอกร่องทองโบราณ และกลุ่มที่ 2 ออกดอก ติดผล และให้ผลผลิต จำนวน 2 พันธุ์ ได้แก่ อกร่องเลื้อย และอกร่องพิกุลทอง นำมาวิเคราะห์คุณภาพผลผลิตทางการเกษตร

7. การรวบรวมพันธุ์มะม่วงที่มีสีผิวเปลือกผลสีแดง ได้ จำนวน 5 สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์จินหวง ยู่เหวิน อาร์ทูอีทู อ้ายเหวิน และงาช้างแดง และพันธุ์การค้าในประเทศไทย ได้แก่ พันธุ์มะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง ได้ศึกษาลักษณะประจำพันธุ์ตาม descriptor ของ IPGRI พบว่า ลักษณะประจำพันธุ์ลำต้น ใบ มี

กรมวิชาการเกษตร

ลักษณะคล้ายคลึงกัน ส่วนลักษณะของดอก ขนาดผล สีของเปลือกผลดิบ และเปลือกผลสุก สีเนื้อผล รสชาติ พบว่า เปอร์เซ็นต์ดอกเพศผู้ จะพบมากในพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง พันธุ์จินหวง และพันธุ์อาร์ทูอีทู เท่ากับ 79 72 และ 70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์ดอกสมบูรณ์เพศ จะพบมากในพันธุ์ยู่เหวิน อ้ายเหวิน และงาช้างแดง เท่ากับ 45 37 และ 36 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ พันธุ์ที่มีสีเปลือกผลดิบเป็นสีแดง คือพันธุ์งาช้างแดง พันที่มีสีเปลือกดิบสีเขียวปนแดง คือพันธุ์ยู่เหวินและพันธุ์อาร์ทูอีทู พันธุ์ที่มีสีเปลือกผลสุกเป็นสีแดงคือ พันธุ์อ้ายเหวินและ อาร์ทูอีทู พันธุ์ที่มีสีเปลือกผลสุกแดงอมม่วงคือพันธุ์ยู่เหวินและงาช้างแดง พันธุ์ที่มีผลขนาดใหญ่ คืองาช้างแดง ยู่เหวิน อาร์ทูอีทู และจินหวง เท่ากับ 1,200 889 857 และ842 ตามลำดับ พันธุ์ที่มีกลิ่นแรงเมื่อสุก คือยู่เหวินและอ้ายเหวิน พันธุ์ที่มีปริมาณเส้นใยน้อย คือพันธุ์ยู่เหวิน พันธุ์ที่มีปริมาณเส้นใยมากคือ อาร์ทูอีทู และอ้ายเหวิน

โครงการวิจัยที่ 2

1. การศึกษาผลของการผสมข้ามพันธุ์ที่มีต่อการติดผลของมะม่วงน้ำดอกไม้ในสภาพแปลงปลูก เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้มะม่วงติดผลได้ดีขึ้น โดยการใช้พันธุ์โชคอนันต์เป็นตัวถ่ายละอองเกสรให้กับพันธุ์น้ำดอกไม้ ให้จำนวนช่อดอกและเปอร์เซ็นต์การติดผลสูงสุด โดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

2. การศึกษาผลของการผสมข้ามพันธุ์ที่มีต่อการติดผลของมะม่วงเขียวเสวยในสภาพแปลงปลูก เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้มะม่วงติดผลได้ดีขึ้น โดยกรรมวิธีการผสมข้ามระหว่างพันธุ์เขียวเสวย กับพันธุ์ R2E2 มีแนวโน้มส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การติดผลสูงสุด แต่สำหรับการร่วงและผลที่เก็บเกี่ยวได้ของมะม่วงเขียวเสวยที่ได้รับการผสมข้ามในสภาพแปลงปลูกในแต่ละกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

3. การให้สารควบคุมการเจริญเติบโตและธาตุอาหารแคลเซียม-โบรอนในการพ่นที่ระยะออกดอก โดยการพ่นช่อดอกมะม่วงที่ได้รับสาร Brassinosteroid อัตรา 1 มล.ต่อน้ำ 20 ลิตร จำนวน 2 ครั้ง ในระยะเมื่อช่อดอกยาว 3-4 ซ.ม.และระยะดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ ให้เปอร์เซ็นต์การติดผลสูงสุดที่ 4 สัปดาห์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการได้สาร Ethephon ความเข้มข้น 10 ppm จะมีเปอร์เซ็นต์การร่วงสูงที่สุด หลังจากได้รับสาร 2 สัปดาห์ ในขณะที่การพ่นแคลเซียมและโบรอน อัตรา 75 มล.ต่อน้ำ 20 ลิตร จำนวน 2 ครั้งแสดงผลเปอร์เซ็นต์การร่วงของผลน้อยที่สุดหลังจากได้รับสารที่ 4 สัปดาห์ โดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

4. การพ่นสาร spinetoram 12% SC อัตรา 15 มล./น้ำ 20 ลิตร (กลุ่ม 5) มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟในมะม่วงโดยการใช้สารฆ่าแมลงแบบสลับกลุ่ม และสารไม่มีความเป็นพิษเป็นพิษต่อมะม่วง

5. การจัดการแปลงแบบผสมผสานที่มีการตัดแต่งกิ่ง การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน การใช้สารกำจัดแมลงตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร มีแนวโน้มของจำนวนผลผลิตรวมและเปอร์เซ็นต์ผลผลิตเกรดมากกว่าวิธีการจัดการแปลงแบบเกษตรกร

6. การประเมินศักยภาพการผลิตและผลตอบแทนของการปลูกมะม่วงพันธุ์ไทยและพันธุ์ต่างประเทศเพื่อการส่งออก พบว่า พันธุ์ต่างประเทศที่มีการปลูกมากสุดคือพันธุ R2E2 รองมาเป็นมะม่วงไต้หวัน พันธุ์งาช้างแดง จินหวง และแดงจักรพรรดิ์ และพันธุ์มะม่วงจากประเทศกัมพูชาคือพันธุ์แก้วขมิ้น สำหรับพันธุ์หลักที่ผลิตทั้งหมด คือ พันธุ์น้ำดอกไม้ สำหรับผลิตตลาดในประเทศ 41.3% ตลาดทั้งในประเทศและต่างประเทศ 39.7% เฉพาะตลาดต่างประเทศ 17.5% ซึ่งจะเห็นได้

ว่าการผลิตมะม่วงส่วนใหญ่ของเกษตรกรจะส่วนใหญ่เพื่อจำหน่ายทั้งตลาดในประเทศและต่างประเทศ

โครงการวิจัยที่ 3

1 การใช้เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์กับมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองการล้างมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองด้วยฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ความเข้มข้น 200 ppm นาน 10 นาที สามารถลดการเกิดโรคและรักษาคุณภาพของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองได้ เกิดโรคช้าที่สุด ซึ่งพบในวันที่ 21 ของการเก็บรักษา ส่วนชุดควบคุมพบในวันที่ 9 ของการเก็บรักษา และมีระดับความรุนแรงของการเกิดโรคต่ำกว่าชุดควบคุม นอกจากนี้ยังสามารถช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนักและรักษาคุณภาพของมะม่วงในระหว่างการเก็บรักษาและมีความเป็นไปได้สูงที่จะนำเทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนมาใช้ร่วมกับสารเคมีที่ใช้ในกระบวนการล้างเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดปริมาณการใช้สารเคมี โดยควรจะมีการศึกษาถึงบทบาทและกลไกของฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนต่อการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ตลอดจนคุณภาพในเชิงลึกต่อไป

2 การประยุกต์ใช้ซิลิกอนเพื่อรักษาคุณภาพมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยว พ่นสารละลายซิลิกอนทั่วทั้งต้นมะม่วง จำนวน 3 ครั้ง ได้แก่ ครั้งที่ 1 ในระยะ 30 วันหลังดอกบาน ครั้งที่ 2 ในระยะ 45 วันหลังดอกบาน และครั้งที่ 3 ในระยะ 60 วันหลังดอกบาน ความเข้มข้นของซิลิกอนที่แตกต่างกันทั่วทั้งต้นเปรียบเทียบ 3 กรรมวิธี คือ กรรมวิธีที่ 1 ไม่ให้ Silicon dioxide (control) กรรมวิธีที่ 2 Silicon dioxide ความเข้มข้น 0.5% และกรรมวิธีที่ 3 Silicon dioxide ความเข้มข้น 1.0% พบว่า Silicon dioxide ความเข้มข้น 0.5% มะม่วงมีคุณภาพดีไม่แตกต่างจากการใช้ Silicon dioxide ความเข้มข้น 1.0% แต่ดีกว่ากรรมวิธีควบคุม การฉีดพ่นสารละลายซิลิกอนทางใบ ความเข้มข้น 0.5 และ 1 เปอร์เซ็นต์ เพื่อรักษาคุณภาพของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง พบว่า ซิลิกอนสามารถชะลอการลดลงของการสูญเสียน้ำหนัก ความแน่นเนื้อ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และมีแนวโน้มว่าซิลิกอนสามารถชะลอการเกิดโรคของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองได้

3 การเก็บรักษาด้วยเทคนิคซุปเปอร์คูลิงค์ (super-cooling) ต่อคุณภาพของมะม่วง การเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 $\pm$1 องศาเซลเซียส นาน 1 เดือน เพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏ ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงสี การเหี่ยว และการเกิดโรค พบว่ามะม่วงน้ำดอกไม้สีทองมีสีเข้มขึ้น โดยเปลี่ยนจากสีเหลืองอ่อนเป็นสีเหลืองทองและเกิดการเหี่ยวหรือการสูญเสียน้ำเพิ่มขึ้น ตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น ส่วนการเกิดโรคพบอาการของโรคในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา เนื่องจากการทดลองการเก็บรักษาด้วยเทคนิคซุปเปอร์คูลิงค์ (super-cooling) จำเป็นต้องใช้เครื่องมือนำเข้าจากต่างประเทศ ซึ่งปัจจุบันมีสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ทำให้ยังไม่สามารถนำเข้าเครื่องมือได้ จึงยุติการทดลองดังกล่าวเนื่องจากมีความเสี่ยงที่การทดลองดังกล่าวจะไม่ประสบความสำเร็จ ดังนั้นการนำเข้าเครื่องมือจากต่างประเทศถึงแม้มีการติดต่อประสานงานและตกลงร่วมมือกันเป็นที่เรียบร้อยแล้วก็ตามก็มีความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นได้อย่างกรณีสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ทำให้ยังไม่สามารถนำเข้าเครื่องมือได้มาทดลองได้

4 การจัดการคุณภาพมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อการส่งออกทางเรือ กรรมวิธีการจัดการคุณภาพมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยว (SiO_2 0.5% + (MNBs bubble + NaOCl 200 ppm โดยการฉีดพ่นมะม่วง

กรมวิชาการเกษตร

ด้วยซิลิกอนความเข้มข้น 0.5% ที่ระยะเวลา 30 45 และ 60 วันหลังดอกบาน ร่วมกับการล้างมะม่วงด้วยฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่ความเข้มข้น 200 ppm นาน 10 นาที สามารถลดการเกิดโรคและรักษาคุณภาพของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองได้ โดยเก็บรักษามะม่วงได้นาน 28 วัน ในขณะที่ชุดควบคุมเก็บรักษามะม่วงได้นาน 21 วัน กรรมวิธีการจัดการคุณภาพมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยวสามารถชะลออัตราการหายใจและลดอัตราการผลิตเอทิลีนได้ นอกจากนี้พบว่ามีแนวโน้มในรักษาคุณภาพการบริโภคและคุณค่าทางโภชนาการได้

ข้อเสนอแนะ

1. ทำการศึกษาผลของการผสมข้ามพันธุ์ที่มีต่อการติดผลของมะม่วงน้ำดอกไม้และมะม่วงเขียวเสวยในสภาพแปลงปลูก เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้มะม่วงติดผลได้ดีขึ้นนั้น มีระยะเวลาในการดำเนินงานค่อนข้างน้อยเพียงแค่ 2 ปี แต่ในการทำการทดลองดังกล่าวต้องเปลี่ยนยอดพันธุ์ใช้เวลาประมาณ 1-1½ ปี ในการเตรียมต้นพันธุ์การทดลองให้พร้อมในการออกดอก ประสิทธิภาพการออกดอกของพันธุ์ที่ทำการทดลองจึงน้อยมากในการทำการทดลองผสมข้ามในปีที่ 1 ดังนั้นควรทำการทดลองซ้ำในเรื่องของการผสมข้ามอย่างน้อย 2-3 ฤดูกาลออกดอก เพื่อให้ได้ผลการทดลองที่ถูกต้องและสามารถนำไปแนะนำเกษตรกรได้

2. ปัญหาสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงไปในแต่ละปีนั้น เป็นปัจจัยที่มีผลโดยตรงกับการทำการทดลองในพื้นที่ ซึ่งนับว่าเป็นปัญหาและอุปสรรคหลักในการทำการทดลองนี้ สภาพอากาศที่มีการแปรปรวนและในพื้นที่ศึกษามีฝนตกเป็นระยะเวลานานและไม่คงที่เป็นไปตามฤดูกาล อุณหภูมิที่สูงและต่ำจนส่งผลกระทบกับการออกดอกจนทำให้ประสิทธิภาพการออกดอกและติดผลไม่ดี และไม่สามารถบ่งบอกได้ว่าการผสมข้ามพันธุ์นั้นส่งผลต่อการติดผลได้ดีอย่างไร

3. จากข้อมูลการสัมภาษณ์ พบว่า การผลิตมะม่วงเพื่อการส่งออกมีเปอร์เซ็นต์ไม่สูงมาก เนื่องจากการผลิตเพื่อจำหน่ายต่างประเทศจะมีเงื่อนไขทั้งในด้านคุณภาพ การใช้สารเคมี สารตกค้าง รวมทั้งเงื่อนไขในการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวเช่นการอบไอน้ำ การฉายรังสี ฯลฯ ซึ่งเป็นข้อจำกัดส่วนหนึ่งในการส่งออกมะม่วงของไทย ด้านผลตอบแทนมะม่วงน้ำดอกไม้จะมีผลตอบแทนต่อไร่ค่อนข้างสูง (หากประสบความสำเร็จในการผลิต) รองมาหรือใกล้เคียงคือพันธุ์ R2E2 ส่วนมะม่วงไต้หวันตลาดมีจำกัดหากมีการผลิตมากจำเป็นต้องวางแผนด้านการตลาดให้ดี ส่วนมะม่วงแก้วขมิ้น แม้จะให้ผลตอบแทนต่อไร่ต่ำกว่า แต่มีจุดเด่นในด้านการออกดอก ติดผลดก ผลผลิตต่อไร่สูง บริโภคได้ทั้งดิบและแปรรูป อาจเหมาะสำหรับสวนที่มีพื้นที่ปลูกมาก มีแรงงานจำกัด และช่วยลดความเสี่ยงจากการปลูกมะม่วงพันธุ์หลักบางส่วน

กรมวิชาการเกษตร

บรรณานุกรม

เกษม พวงจิก. 2543. การติดผลของมะม่วง. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(ภาษาไทย) 8(1):44-50.

ชูชาติ วัฒนวรรณ. 2556. การจัดการคุณภาพในระบบโซ่อุปทานมะม่วงเพื่อการส่งออก. วิทยานิพนธ์ปรัญญาดุษฎีบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ.

ชัฐพล สายะพันธ์. 2564. สศก. แนะปลูก 6 พืชที่มีอนาคตในภาคตะวันออก. http://www.bangkokbiznews.com [สืบค้น 20 ม.ค.65].

ทวีศักดิ์ แสงอุดม. 2557. การพัฒนาช่องทางการตลาดมะม่วงจากการเปิดประชาคมเศรษฐกิจอาเซี่ยน. เอกสารประกอบการเสวนา ณ โรงแรมซันธารา อ.เมือง จ.ฉะเชิงเทรา. 7น. (วันที่ 6 และ 28 ส.ค. 2557).

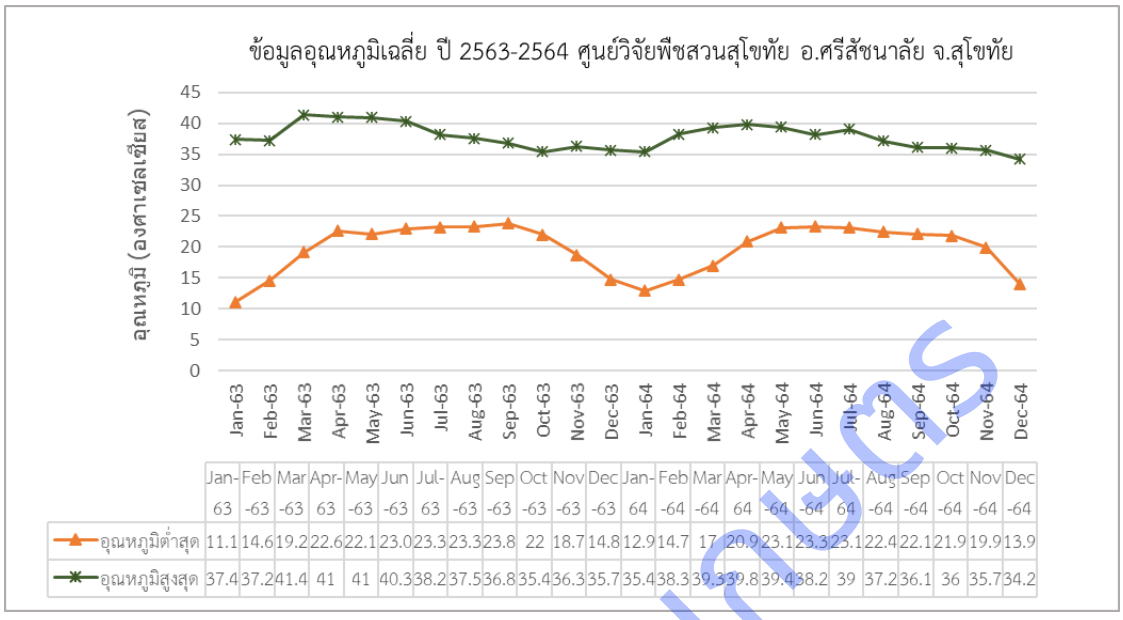
ธีรารัตน์ สมพงษ์. 2563. มะม่วงน้ำดอกไม้-มะพร้าวน้ำหอม สินค้าทางเลือก Future crop จ. สมุทรปราการสร้างรายได้ดี มีโอกาสทางการตลาดสูง.www, oae.go.th [สืบค้น 20 ม.ค.65]

ศักรี น้ำใจทหาร.อิทธิพลของการผสมเกสรมะม่วงพันธุ์เขียวเสวยโดยใช้เกสรตัวผู้พันธุ์ต่าง ๆ ต่อการติดผล. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 2536

สายันต์ บุญยิ่ง. 2564. สมาคมชาวสวนมะม่วงร่วมพันธมิตรเปิดเวทีหารือช่วยชาวสวนกว่า 200,000 ครัวเรือนพลิกฟื้นคุณภาพชีวิต.https://www. mgronline.com. [สืบค้น 18 ม.ค.65].

กรมวิชาการเกษตร

ภาคผนวก



ภาพผนวกที่ 1 อุณหภูมิเฉลี่ย ปี 2563-2564 ศูนย์วิจัยพืชสวนสุโขทัย จ.สุโขทัย

กรมวิชาการเกษตร