ระดับโครงการวิจัย

กองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

รายงานผลสัมฤทธิ์สำหรับทุนสนับสนุนงานมูลฐาน (Fundamental Fund)

ปีงบประมาณ พ.ศ. 2565

หน่วยงาน กรมวิชาการเกษตร

กรมวิชาการเกษตร

รายงานโครงการวิจัย

วิจัยและพัฒนาพืชสวนอุตสาหกรรมเพื่อเพิ่มผลิตภาพทางการเกษตรและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย

นางสุภัทรา เลิศวัฒนาเกียรติ

MRS.SUPATTRA LERTWATANAKIAT

ปี 2565

บทสรุปผู้บริหาร

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

ในการพัฒนาพืชสวนอุตสาหกรรม ได้แก่ กาแฟอะราบิกา กาแฟโรบัสตา โกโก้ มะคาเดเมีย เป็นพืชที่มีศักยภาพในการผลิต ตลาดมีความต้องการอย่างต่อเนื่อง แต่การผลิตไม่เพียงพอกับความต้องการ จะต้องมีการนำเข้าเพื่อการบริโภคและอุตสาหกรรมภายในประเทศ ถ้าหากมีการขยายการผลิตเพิ่มในปริมาณตามความต้องการและสามารถส่งออกเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน เนื่องจากลูกค้ามีความเชื่อมั่นในมาตรฐานสินค้าของไทยตลอดจนสามารถสร้างมูลค่าเพิ่มของสินค้าใหม่ สร้างความเข้มแข็งให้ชุมชนต้นน้ำการผลิต มุ่งสู่มาตรฐานสากล บนฐานทรัพยากรชีวภาพ โดยการพัฒนาพันธุ์ และเทคโนโลยีการผลิต เพื่อเพิ่มผลิตภาพการผลิต สนับสนุนการสร้างฐานความมั่นคงด้านอาหาร ก่อให้เกิดความมั่นคงทางอาชีพ ลดการย้ายถิ่นฐานเข้าเมือง ซึ่งการวิจัยและพัฒนาพืชสวนอุตสาหกรรมเพื่อเพิ่มผลิตภาพทางการเกษตรและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ได้ทำการศึกษาใน กาแฟอะราบิกา กาแฟโรบัสตา โกโก้ และมะคาเดเมีย ซึ่งในแต่ละชนิดมีความต้องการตลาดและมีการผลิตในระดับอุตสาหกรรมภายในประเทศ

2. วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาพันธุ์และเทคโนโลยีการผลิต ตลอดจนพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว โดยพัฒนาเทคโนโลยีต้นแบบการกระบวนการแปรรูปใหม่ในกาแฟโกโก้ และมะคาเดเมีย และพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อยอดวัสดุเหลือใช้จากการแปรรูปกาแฟและโกโก้

3. ระเบียบวิธีวิจัย

1. ปรับปรุงพันธุ์กาแฟเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน โดยการพัฒนาพันธุ์กาแฟโรบัสตา ให้ผลผลิตสูง น้ำหนักเมล็ดดี ส่วนในการพัฒนาพันธุ์กาแฟอะราบิกาเพื่อได้พันธุ์ที่มีผลผลิตปานกลาง-สูง ต้านทานโรค รสชาติดี และทราบเครื่องหมายโมเลกุลของยีน Caffeine synthase ที่สัมพันธ์กับปริมาณคาเฟอีนในกาแฟ และได้เทคนิคและสูตรอาหารที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกาแฟอะราบิกาลูกผสมของกรมวิชาการเกษตรเพื่อเตรียมพร้อมในการกระจายพันธุ์ลูกผสมต่อไป

2. วิจัยและพัฒนาคำแนะนำการจัดการดินและธาตุอาหารในการผลิตกาแฟอะราบิกา โดยการประเมินความต้องการธาตุอาหาร ทดสอบการตอบสนองต่อปุ๋ยและการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยในการผลิต และนำข้อมูลที่ได้มาประยุกต์ใช้เพื่อลดการสูญเสียธาตุอาหาร เพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยเคมีด้วยปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยชีวภาพ และการใช้ปุ๋ยแบบผสมผสานจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร และศึกษาการจัดการดินโดยการใช้ปุ๋ยแบบผสมผสาน แล้วประเมินผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ จะทำให้ได้ข้อมูลที่สามารถพัฒนาไปเป็นคำแนะนำการใช้ปุ๋ยสำหรับกาแฟอะราบิกาได้

3. วิจัยการจัดการน้ำเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของกาแฟอะราบิกา โดยวิจัยการศึกษารอยเท้าน้ำ ในการผลิตกาแฟอะราบิกา และการประเมินความต้องการน้ำของกาแฟต่อการเจริญเติบโตและผลผลิต ค่าการใช้น้ำของพืชในสภาวะแท้จริง ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช ประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืช ซึ่งจะได้คำแนะนำการให้น้ำที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพของกาแฟอะราบิกา

4. การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเพิ่มผลผลิตโกโก้เพื่อรองรับเกษตรกรรมยั่งยืน โดยศึกษาเพื่อให้ได้แนวทางในการจัดการแปลงเพื่อเพิ่มผลผลิตโกโก้ให้ได้ทั้งปริมาณและคุณภาพ นำพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงไปปลูกในภาคต่าง ๆ เพื่อดูศักยภาพของพันธุ์ในแต่ละแห่ง และหาแนวทางในการจัดการแปลงให้เหมาะสมกับพื้นที่และถ่ายทอดความรู้แก่เกษตรกรในพื้นที่ต่อไป

5. พัฒนานวัตกรรมการแปรรูปกาแฟและโกโก้คุณภาพและการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้สู่ระบบการพัฒนาเกษตรหมุนเวียน โดยพัฒนาเทคโนโลยีต้นแบบการหมัก การบ่ม เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ ต่อยอดการพัฒนาบรรจุ

กรมวิชาการเกษตร

ภัณฑ์จากวัสดุเหลือใช้ในภาคอุตสาหกรรม การสร้างมูลค่าเพิ่มและขับเคลื่อน BCG economy จากฐานความหลากหลายชีวภาพของกาแฟและโกโก้

5.1 พัฒนาการผลิตกาแฟพิเศษโดยหมักบ่มกาแฟและการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้สู่ระบบการพัฒนาเกษตรหมุนเวียน มุ่งเน้นพัฒนานวัตกรรมโดยใช้เทคโนโลยีชีวภาพพัฒนาการแปรรูปกาแฟอะราบิกาและกาแฟโรบัสตาชนิดพิเศษ เพื่อเพิ่มคุณภาพและยกระดับมาตรฐานการผลิตผ่านการพัฒนากระบวนการแปรรูป การหมัก การพัฒนาหัวเชื้อพร้อมใช้ การบ่มกาแฟและการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้ เพิ่มมูลค่าขับเคลื่อนเศรษฐกิจชีวภาพ และการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรสู่เศรษฐกิจหมุนเวียน

5.2 วิจัยและพัฒนาการแปรรูปโกโก้คุณภาพและพัฒนาการใช้ประโยชน์วัสดุเหลือใช้จากการแปรรูป มุ่งเน้นพัฒนาเทคโนโลยีการแปรรูปโกโก้คุณภาพและการใช้ประโยชน์จากผลผลิตพลอยได้จากการแปรรูปโกโก้ เพื่อยกระดับผลิตภัณฑ์จากโกโก้ให้มีคุณภาพเทียบเท่ากับนานาชาติ ลดการสูญเสียวัตถุดิบ ลดปริมาณขยะ เตรียมพร้อมสำหรับการส่งเสริมให้เกษตรกรเพิ่มพื้นที่เพาะปลูกและรองรับผลผลิตโกโก้ของประเทศไทยที่สูงขึ้น

6. วิจัยพันธุ์และเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มคุณภาพผลิตภาพการผลิตมะคาเดเมียอย่างยั่งยืน เพื่อให้ได้พันธุ์ที่มีลักษณะดีเหมาะสมกับพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลตั้งแต่ 400 เมตรขึ้นไป ในด้านเทคโนโลยีการผลิตได้ทำการศึกษาการจัดการสวน การจัดการปุ๋ยในสวนมะคาเดเมีย เพื่อให้ได้เทคโนโลยีการจัดการผลผลิตมะคาเดเมีย ณ จุดคุ้มทุน เพื่อเป็นข้อมูลขยายผลสู่เกษตรกร ในการผลิตอย่างยั่งยืนให้มีรายได้และความเป็นอยู่ดีขึ้น และสร้างความยั่งยืนของสภาพแวดล้อม

4. งบประมาณที่ใช้ ในปี 2565 ได้รับงบประมาณทั้งสิ้น 4,966,030 บาท

5. ผลการวิจัย

การปรับปรุงพันธุ์กาแฟเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน ได้สายพันธุ์ก้าวหน้ากาแฟอะราบิกา Sachimor ชั่วที่ 6 และสายพันธุ์กาแฟอะราบิกาลูกผสมชั่วที่ 2 ที่ต้านทานต่อ โรคราสนิมในระดับห้องปฏิบัติการ ได้แก่ สายพันธุ์ CIFC No.1-T8 และ 1/1 B2T5 ตามลำดับ ได้ข้อมูลการเจริญเติบโตและการเกิดโรคในกาแฟอะราบิกาในการทดลองคัดเลือกพันธุ์กาแฟอะราบิกาต้านทานต่อโรคแอนแทรกโนส พบว่ากรรมวิธีที่ 3 มีค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโตมากที่สุดและไม่พบการเกิดโรคแอนแทรกโนสในทุกกรรมวิธี ได้ตัวอย่าง DNA และผลผลิต PCR และทราบตำแหน่ง SNP ของยีน caffeine synthase พบว่า มี 5 จุด ที่ตำแหน่ง 877 904 10,14 1,017 และ 1,133 มีรูปการเกิดสนิปส์ทั้งแบบ homozygous และ heterozygous ในสายพันธุ์กาแฟอะราบิกากลุ่มที่มีคาแฟอีนสูงและคาแฟอีนต่ำ ได้สูตรอาหารในการชักนำให้เกิดแคลลัสจากใบอ่อนกาแฟอะราบิกาลูกผสม F1 พันธ์ 2/27 B4T5 คือ อาหารแข็งสูตร MS ที่เติม ซูโครส 30 กรัม/ลิตร และเติม 2,4-D ร่วมกับ BAP หรือ kinetin เลี้ยงในที่มืด ที่อุณหภูมิ 27 องศาเซนเซียส เป็นเวลา 6-12 เดือน ได้ข้อมูลการเจริญเติบโตของกาแฟโรบัสตาสายพันธุ์คัดเลือกจากการสำรวจจำนวน 8 สายพันธุ์ ได้ข้อมูลการเจริญเติบโตและผลผลิตของกาแฟโรบัสตาในการทดลองการเปรียบเทียบพันธุ์กาแฟโรบัสตาพันธุ์ไทยและพันธุ์พื้นเมือง และการทดลองการเปรียบเทียบพันธุ์กาแฟโรบัสตาเพื่อให้ได้ผลขนาดใหญ่ ได้แก่ สายพันธุ์ JM03 และ TP014 ตามลำดับ ที่มีค่าเฉลี่ยผลผลิตและการเจริญเติบโตมากที่สุด

การวิจัยและพัฒนาคำแนะนำการจัดการดินและธาตุอาหารในการผลิตกาแฟอะราบิกา ผลการทดลองพบว่า ความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมทั้งหมดในใบกาแฟมีแนวโน้มลดลงตามอายุใบกาแฟที่เพิ่มขึ้น ในช่วงเดือนพฤษภาคม ถึง เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2565 (อายุใบ 5-7 เดือน) เป็นช่วงที่ใบกาแฟมีการเปลี่ยนแปลงของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมทั้งหมดน้อยที่สุดจึงอาจเป็นข้อพิจารณาสำหรับการเก็บตัวอย่างใบเพื่อวิเคราะห์ความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชในใบในช่วงเวลาดังกล่าว ผลการวิเคราะห์สมบัติดินทางเคมีของพื้นที่ทดลอง ในจังหวัดเชียงใหม่ ทำให้ทราบถึงสถานะความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดิน โดยพบว่าค่าปฏิกิริยาอยู่ในช่วง กรดจัด-กรดเล็กน้อย (5.01-6.33) ค่าการนำไฟฟ้าของดินอยู่ในระดับที่ไม่กระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช (< 2 dS/m) ปริมาณอินทรียวัตถุเฉลี่ย 5.81±2.47 เปอร์เซ็นต์, ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เฉลี่ย 69.34±82.04 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ย

187.62±95.36 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนการทดลองการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสเฟต และปุ๋ยโพแทช ของกาแฟอะราบิกา พบว่าส่วนใหญ่การใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธีต่างๆ ไม่ทำให้เส้นรอบวงโคนต้นและขนาดทรงพุ่มของต้นกาแฟแตกต่างกันทางสถิติ

การศึกษาวิจัยความต้องการน้ำและการจัดการน้ำในกาแฟอะราบิกา ผลการทดลองพบว่า การศึกษาสัมประสิทธิ์การใช้น้ำ (Crop water coefficient, Kc) ของกาแฟอะราบิกา ในแปลงกาแฟอาราบิกาที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงขุนวาง ตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงตุลาคม มีค่า Kc อยู่ระหว่าง 0.52-2.59 ในแปลงกาแฟอาราบิกาที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงแม่จอนหลวง ตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงตุลาคม มีค่า Kc อยู่ระหว่าง 0.45-2.25 การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อดัชนีความเครียด (Depletion factor, p และ Crop water stress coefficient, Ks) กับสมดุลน้ำในกาแฟอะราบิกา ในแปลงกาแฟอาราบิกาที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงขุนวาง ตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงตุลาคม มีค่าปัจจัยการพร่องน้ำ (Depletion factor, p) อยู่ระหว่าง 0.35-0.52 ในแปลงกาแฟอาราบิกาที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงแม่จอนหลวง ตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงตุลาคม มีค่าปัจจัยการพร่องน้ำ (Depletion factor, p) อยู่ระหว่าง 0.34-0.54 ในการศึกษาปริมาณรอยเท้าน้ำ (Water Footprint) ของผลผลิตกาแฟสำหรับกาแฟที่ให้ปลูกใหม่มีสัมประสิทธิ์การระบายน้ำ 0.12-0.83 และในการศึกษาปริมาณรอยเท้าน้ำ (Water Footprint) ของผลผลิตกาแฟสำหรับกาแฟที่ให้ผลผลิตแล้วมีสัมประสิทธิ์การระบายน้ำ 0.10-0.83

การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเพิ่มผลผลิตโกโก้เพื่อรองรับเกษตรกรรมยั่งยืน ผลการทดลองพบว่า การเปรียบเทียบระบบปลูกและชนิดของต้นพันธุ์เพื่อเพิ่มผลผลิตโกโก้ พบว่าการปลูกโกโก้แบบพืชเดี่ยวมีการให้ผลผลิตมากกว่าการปลูกโกโก้แบบพืชร่วมอย่างมีนัยสำคัญ โดยให้ผลผลิตมากกว่าประมาณ 2-2.74 เท่า ส่วนการเจริญเติบโตพบว่า โกโก้ที่ปลูกแบบพืชร่วมมีการเจริญเติบโตดีกว่าการปลูกแบบพืชเดี่ยว ในเรื่องของพันธุ์พบว่าโกโก้พันธุ์ชุมพร 1 ให้ผลผลิตมากกว่าพันธุ์อื่นอย่างมีนัยสำคัญทั้งระบบปลูกแบบพืชเดี่ยวและพืชร่วม ส่วนพันธุ์ที่เหมาะสมในการปลูกแบบพืชร่วม ได้แก่ พันธุ์ชุมพร 1 เปลี่ยนยอดและพันธุ์ ICS95 การศึกษาผลของการให้น้ำและการคลุมโคนต่อการติดผลและเพิ่มขนาดฝักโกโก้ พบว่าการให้น้ำแก่ต้นโกโก้ 30 ลิตรต่อต้น มีแนวโน้มที่จำนวนดอกจะพัฒนาไปเป็นผลได้มากกว่าการให้น้ำ 10 ลิตรต่อต้น ไม่ว่าจะใช้หรือไม่ใช้วัสดุคลุมโคนก็ตาม การศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการปลูกโกโก้ในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน ภาคเหนือตอนล่าง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ตอนบน และภาคใต้ตอนล่าง พบว่าปัจจัยสิ่งแวดล้อมมีความสำคัญกับพัฒนาการของโกโก้อย่างมาก โดยเฉพาะการกระจายตัวของฝน อุณหภูมิ แสง ความชื้นในอากาศมีส่วนต่อการเจริญเติบโต การออกดอก ติดผล และการให้ผลผลิตของโกโก้ โดยจังหวัดเชียงรายมีปริมาณน้ำฝนรวมต่อปีสูงที่สุด 2,027 มม. รองลงมา ได้แก่ ชุมพร 1,794 มม. อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นที่ปลูกโกโก้ในจังหวัดเชียงรายและเพชรบูรณ์ช่วงเดือนมีนาคมถึงกรกฎาคมสูงกว่า 32 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิจะลดลงเมื่อเข้าสู่ฤดูฝนเช่นเดียวกับความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ ส่วนพื้นที่ปลูกโกโก้จังหวัดชุมพรและสงขลามีอุณหภูมิเฉลี่ยและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศค่อนข้างคงที่ตลอดปี โดยอุณหภูมิเฉลี่ยไม่เกิน 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ 80-95 เปอร์เซ็นต์ ส่วนโรคและแมลงที่พบมาก ได้แก่ โรคผลเน่าดำ แมลงกินใบและมวนโกโก้ โดยโรคผลเน่าดำจะพบมากในช่วงที่มีฝนชุก นอกจากนี้ในช่วงแล้งของเชียงรายและเพชรบูรณ์มีปริมาณน้ำฝนน้อยกว่า 100 มม. ติดต่อกัน 3-4 เดือน ก่อนที่จะเข้าสู่ช่วงฤดูฝนซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของโกโก้ได้ ดังนั้นในช่วงนี้เกษตรกรผู้ปลูกโกโก้จึงควรมีการให้น้ำเพื่อลดผลกระทบจากการขาดน้ำ

นวัตกรรมการแปรรูปกาแฟและโกโก้คุณภาพและการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้สู่ระบบการพัฒนาเกษตรหมุนเวียน ทำ**การศึกษา**เทคโนโลยีการใช้สายพันธุ์จุลินทรีย์เพื่อหมักกาแฟแบบ Semi-wet process โดยใช้จุลินทรีย์ ได้สายพันธุ์จุลินทรีย์ที่สามารถใช้หมักกาแฟ ได้แก่ *Saccharomyces cerevisiae, Pichia kluyveri. Hanesiaspora spp., Kurtzmaniella spp. และ Wickerhanomyces spp.* และแบคทีเรียที่มีศักยภาพ 1 ชนิด ได้แก่ *Mycetocola reblochoni* และการเปลี่ยนแปลงของการผลิตสารให้กลิ่นของจุลินทรีย์ทั้ง 4 ชนิดเริ่มจากการผลิตกรดอินทรีย์ได้แก่ กรดแลคติก กรดอะซีติก แลคติกและซิตริก โดยในชุดที่เติมเชื้อมีการควบคุมกรดดีกว่าและสร้างกลิ่นรสจำเพาะ โดยมีการสร้างกลิ่นถั่วในชุด *Wickerhamyces spp.* กลิ่นชีสใน *Hanseniaspora spp.* และ

กลิ่นดอกไม้ใน *Kurtzmaniella spp.* อัตราส่วน 50 - 200 ppm ตลอดการหมัก 144 ชั่วโมงโดยจะมีปริมาณแตกต่างชัดเจนในชั่วโมงที่ 6 – 120 3. ปัจจัยต่อผลของแสงแบ่งการผลิตกลิ่นเป็น 3 รูปแบบที่น้อยกว่า 1,000 lux, 1,000 – 2,000 lux และ 2,000 lux ขึ้นไปและปริมาณลมที่มากกว่า 0.54 m3/s ที่ส่งผลต่อการแห้งของเมือกกาแฟให้มีความชื้นลดลงในอัตราร้อยละ 0.025 ต่อชั่วโมง รวมทั้งการผลิตกลิ่น รสและคุณภาพกาแฟคั่วหลังการเสร็จสิ้นการหมักโดยผลคะแนนอยู่ที่ 80 – 85 SCAA score **การศึกษา**เทคโนโลยีการใช้สายพันธุ์จุลินทรีย์เพื่อหมักโกโก้ ได้สายพันธุ์จุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการย่อยเมือกโกโก้ ได้แก่ *Saccharomyces cerevisiae*, *Pichia kluyveri, Lanchancea* spp. และกลุ่มแบคทีเรียอะซิติก ปัจจัยที่ส่งผลต่อการหมักโกโก้คืออุณหภูมิโดยอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการหมักโกโก้ในลังไม้ต้องไม่น้อยกว่า 42 องศาเซลเซียสโดยใช้เวลาในการหมักไม่น้อยกว่า 4-6 วัน และสารให้กลิ่นรสของโกโก้ที่ได้จากการหมักโดยจุลินทรีย์ ได้แก่ Benzaldehyde และ 2,3,5,6-tetramethyl pyrazine ให้กลิ่นในโทนถั่ว, Phenylethyl Alcohol และ Phenethyl acetate ให้กลิ่นในโทนหวานและดอกไม้ และ 2,3- butanediol ให้กลิ่นนมเนย **การศึกษา**เทคโนโลยีการสกัดเส้นใยเซลลูโลสจากเปลือกโกโก้ ได้เปลือกโกโก้ และส่วนผสมการสกัดเส้นใยด้วยวิธีต้มเยื่อแบบโซดา (soda pulping) ในการสกัดเส้นใยเซลลูโลส กรรมวิธีการสกัดเส้นใยเซลลูโลสจากเปลือกโกโก้ทำโดยต้มด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์-แอนทราควิโนน ได้ปริมาณร้อยละของเยื่อที่ได้ (%yield) สูงสุดโดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์-ร้อยละ 20 (โดยน้ำหนัก/ปริมาตร) แอนทราควิโนน ร้อยละ 0.1 (โดยน้ำหนัก/น้ำหนัก)ที่อุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที และสมบัติของเส้นใยเซลลูโลสที่ได้เป็นเส้นใยที่แข็งแรงเหมาะสม สามารถนำไปขึ้นรูปเป็นกระดาษได้ ต้นทุนการผลิตเยื่อจากเปลือกโกโก้ เท่ากับ 280 บาท ต่อเปลือกโกโก้แห้ง 100 กรัม

การวิจัยพันธุ์และเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มคุณภาพการผลิตมะคาเดเมียอย่างยั่งยืน ผลการศึกษาวิธีปฏิบัติการใส่ปุ๋ยความความต้องการของมะคาเดเมีย พบว่า ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบมะคาเดเมียในระยะใบเพสลาด ธาตุในโตรเจนมีความเข้มข้นมากที่สุด รองลงมาคือ โพแทสเซียม และฟอสฟอรัส ด้านผลผลิต ในแต่ละพันธุ์และพื้นที่ต้องการธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่แตกต่างกัน การศึกษาวิธีการขยายพันธุ์โดยวิธีการเสียบยอดที่เหมาะสม พบว่า ในช่วง 3 แรกหลังจากเสียบยอด กรรมวิธีที่ 1 (ไม่ควั่นกิ่ง และไม่ใช้ฮอร์โมน มีเปอร์เซ็นต์เสียบยอดดีที่สุด มีการแตกยอด แต่ในช่วง 4 เดือนหลังจากนั้นไม่มีกรรมวิธีไหนที่เหมาะสม การศึกษาข้อมูลการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของการทดสอบพันธุ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพมะคาเดเมียในแหล่งต่าง ๆ ที่ระดับความสูง 400 เมตรจากระดับน้ำทะเล พบว่า พันธุ์ที่มีแนวโน้มด้านการเจริญเติบโต และคุณภาพผลผลิตคือ พันธุ์ KK27 และผลผลิตมากที่สุดคือ พันธุ์ CR-5 ที่ระดับความสูง 700 เมตรจากระดับน้ำทะเล คือ พันธุ์ CR7 พันธุ์ KW86 และพันธุ์ KK27 ตามลำดับ ที่ระดับความสูง 900 เมตรจากระดับน้ำทะเล คือ พันธุ์ 741 และคุณภาพผลผลิตคือ พันธุ์ CR7 ที่ระดับความสูง 1400 เมตรจากระดับน้ำทะเล คือ พันธุ์ KK27 พันธุ์ KW86 และพันธุ์ CR7 ตามลำดับ และการทดสอบพันธุ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพมะคาเดเมียในแปลงเกษตรกร จ.ตาก พบว่า พันธุ์ที่มีแนวโน้มด้านการเจริญเติบโต ผลผลิตและคุณภาพผลผลิตคือ พันธุ์ FNG21 พันธุ์ KW86 และพันธุ์ 741 การศึกษาข้อมูลการเจริญเติบโตและผลผลิตของมะคาเดเมีย ปริมาณจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตที่มีชีวิตรอด และเปอร์เซ็นต์การเข้ารากของไมคอร์ไรซาในการทดลองศึกษาการจัดการธาตุอาหารแบบผสมผสานเพื่อการผลิตมะคาเดเมีย พบว่า หลังการใส่ปัจจัยการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟต และปุ๋ยชีวภาพไมคอร์ไรซาตามกรรมวิธีการทดลอง ยังคงพบการมีชีวิตของจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต Talaromyces aff. macrosporus ในจำนวนที่มากพอไม่ต้องใส่เพิ่ม และพบการเข้ารากของเชื้อราไมคอร์ไรซา การศึกษาข้อมูลเปอร์เซ็นต์การเสียบติดของมะคาเดเมียในการเปรียบเทียบสายต้นมะคาเดเมียที่ได้จากการเพาะเมล็ดตามกรรมวิธี พบว่า ไม่สามารถดำเนินการได้เนื่องจากกิ่งทาบพันธุ์ดีพบการเข้าทำลายของสัตว์ฟันแทะ ทำให้ไม่สามารถเตรียมต้นได้ทันตามกรรมวิธี จึงขอสิ้นสุดการทดลอง การศึกษาข้อมูลการเจริญเติบโต และผลผลิตของการจัดการสวนมะคาเดเมียที่มีอายุมากกว่า 30 ปี โดยวิธีการตัดแต่งกิ่ง โดยที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอนหลวง) และศูนย์วิจัยเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ พบว่า ที่ ศกล.ชม. การเจริญเติบโตก่อนการตัดแต่ง พบว่า มีขนาดเส้นรอบวงโคนต้นเฉลี่ย 88.53-96.24 ซม. ขนาดทรงพุ่มเฉลี่ย 7.53-8.58 ซม. และที่ ศวพ.กส. เพชรบูรณ์ การเจริญเติบโตก่อนการตัดแต่ง พบว่า มีขนาดเส้นรอบวงโคนต้นเฉลี่ย 83.7-1.3.1 ซม. ขนาดทรงพุ่มเฉลี่ย

6.73-7.35 ซม. และความสูงเฉลี่ย 8.35-10.3 ซม. หลังการตัดแต่งพบว่า ไม่มีเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโตในด้านขนาดเส้นรอบวงโคน

6. ข้อเสนอแนะที่ได้จากงานวิจัย

จากผลดำเนินงานวิจัยในปี 2565 เป็นเพียงข้อมูลงานวิจัยเบื้องต้น ซึ่งจำเป็นต้องมีการเก็บข้อมูลและศึกษาวิจัยเพิ่มเติมในปีถัดไป เพื่อให้ได้ข้อมูลและองค์ความรู้ที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้นซึ่งมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. วิธี Pathogenicity test สามารถใช้ในการประเมินความต้านทานหรือทนทานของสายพันธุ์กาแฟอะราบิกาและสายพันธุ์อื่นๆ ต่อโรคราสนิมในห้องปฏิบัติการได้ ในสภาพที่สามารถควบคุมอุณหภูมิระหว่าง 20-25 องศาเซลเซียสความชื้น 80-90 เปอร์เซ็นต์ และแสง 16 ชั่วโมงต่อวัน สามารถแก้ไขข้อจำกัดในการทดสอบการเกิดโรคในสภาพพื้นที่จริง สามารถควบคุมเรื่องสภาพอากาศ อุณหภูมิ ความชื้น และปริมาณเชื้อที่ได้รับ และลดระยะเวลาในการทดสอบให้สั้นลงเหลือเพียง 10-15 วัน ทำให้นักปรับปรุงพันธุ์มีกลยุทธ์ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นในการใช้ประโยชน์ นอกจากนี้ยังเป็นข้อมูลในการนำไปใช้ขึ้นทะเบียนหรือขอรับรองพันธุ์ได้ด้วย

2. การรวบรวมพันธุ์และการเปรียบเทียบพันธุ์กาแฟโรบัสตา เป็นการพัฒนาพันธุ์กาแฟโรบัสตาอย่างต่อเนื่องเพื่อตอบสนองความต้องการใช้พันธุ์ดีที่มีศักยภาพของเกษตรกร เป็นทางเลือกในการใช้พันธุ์ที่หลากหลายและเกษตรกรสามารถเข้าถึงพันธุ์ดีได้ รวมทั้งการถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านพันธุ์ เพื่อให้เกษตรกรใช้เลือกพันธุ์ในการปลูกทดแทนพันธุ์เดิมจากการขยายพันธุ์ด้วยการเพาะเมล็ดซึ่งมีความแปรปรวนในด้านผลผลิต รวมถึงแปลงกาแฟเดิมที่มีอายุต้นมากให้ผลผลิตน้อย นอกจากนั้นยังสามารถเป็นข้อมูลสำหรับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร /หน่วยงานภาครัฐ เอกชน ในพัฒนาขยายผลต่อยอดงานวิจัยต่อไปในอนาคต เพื่อเพิ่มผลผลิตกาแฟโรบัสตาให้เพียงพอกับความต้องการและรักษาฐานการผลิตกาแฟโรบัสตา ให้เกษตรกรมีอาชีพการปลูกกาแฟโรบัสตาเป็นพืชเศรษฐกิจที่ยั่งยืน ลดการนำเข้าจากต่างประเทศ

3. การดำเนินงานของโครงการวิจัย โกโก้ ในปีต่อไปจะดำเนินการเก็บข้อมูลให้มีความละเอียดมากขึ้น ในเรื่องข้อมูลสภาพอากาศและทำการประมวลผลจากข้อมูลที่ได้ โดยจะดำเนินการศึกษาด้านสรีรวิทยาเพิ่มเติมเพื่อให้ได้แนวทางในการจัดการแปลงเพื่อเพิ่มผลผลิตโกโก้ให้ได้ทั้งปริมาณและคุณภาพ รวมถึงการบริหารจัดการการให้น้ำในช่วงแล้งต่อไป

7. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

7.1 ประโยชน์ที่เกิดต่อผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องโดยตรง

โดยการอบรมถ่ายทอดความรู้ เรื่อง พันธุ์ และเทคโนโลยีการผลิต และการแปรรูป กาแฟโกโก้และมะคาเดเมีย ให้แก่ กลุ่มเกษตรกร และผู้ประกอบการ

7.2 ประโยชน์ทางวิชาการ

ตีพิมพ์เผยแพร่ในการประชุมวิชาการระดับชาติ การประชุมวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติ ครั้งที่ 7 ระหว่างวันที่ 7 – 9 ธันวาคม 2565 ณ อุทยานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและศูนย์วิจัย สาธิต และฝึกอบรมการเกษตรแม่เหียะ คณะเกษตรศาสตร์ จังหวัดเชียงใหม่ และการประชุมวิชาการนวัตกรรมการเกษตรและทรัพยากรธรรมชาติ ครั้งที่ 1 ระหว่างวันที่ 18-19 สิงหาคม 2565 ณ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ซึ่งเป็นประโยชน์ด้านวิชาการ การเรียนรู้ การเรียนการสอนในวงนักวิชาการและผู้สนใจด้านวิชาการ รวมถึงการนำผลงานวิจัยไปวิจัยต่อยอดสื่อสาธารณะ การเผยแพร่ความรู้จากผลงานวิจัยที่ได้ต่อสาธารณะ

7.3 หน่วยงานที่นำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ และเกิดประโยชน์ในด้านใด

ด้านนโยบาย หน่วยงานภาครัฐได้นำความรู้จากงานวิจัยไปใช้ในกระบวนการกำหนดนโยบายระดับจังหวัดเพื่อเพิ่มคุณภาพชีวิตของประชาชน และด้านวิชาการ นักวิจัย นักศึกษา อาจารย์มหาวิทยาลัย และประชาชนทั่วไป

8. การเผยแพร่ผลงานวิจัย

8.1 เผยแพร่ผลงาน/ต้นฉบับบทความวิจัย (Abstract) บทความในประเทศ

กรมวิชาการเกษตร

8.1.1 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพการนำน้ำของดิน ความหนาแน่นรวมของดินและเนื้อดินที่ปลูกกาแฟอะราบิกา ในการประชุมวิชาการระดับชาติ การประชุมวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติ ครั้งที่ 7 ระหว่างวันที่ 7 – 9 ธันวาคม 2565 ณ อุทยานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและศูนย์วิจัย สาธิต และฝึกอบรมการเกษตรแม่เหียะ คณะเกษตรศาสตร์ จังหวัดเชียงใหม่

8.1.2 เรื่อง การทดสอบพันธุ์โกโก้ที่ให้ผลผลิตสูงและมีคุณภาพสำหรับทำช็อกโกแลต ในการประชุมวิชาการนวัตกรรมการเกษตรและทรัพยากรธรรมชาติ ครั้งที่ 1 ระหว่างวันที่ 18-19 สิงหาคม 2565 ณ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

8.1.3 เรื่อง พัฒนาวิธีการตรวจสอบความต้านทานโรคราสนิมที่รวดเร็วในกาแฟอะราบิกาในกิจกรรม Thailand Research Expo & Symposium 2022 ระหว่างวันที่ 1 – 5 สิงหาคม 2565 ณ โรงแรมเซนทาราแกรานด์และบางกอกคอนเวนชัน เซ็นเตอร์ เซ็นทรัลเวิลด์ กรุงเทพฯ

8.2 เผยแพร่ผลงาน/บทความวิจัยภาคโปสเตอร์ (Poster)

8.2.1 เรื่อง Relationships between soil hydraulic conductivity, bulk density and soil texture of coffee (Coffea arabica L.) cultivation ในการประชุมวิชาการระดับชาติ การประชุมวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติ ครั้งที่ 7 ระหว่างวันที่ 7 – 9 ธันวาคม 2565 ณ อุทยานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและศูนย์วิจัย สาธิต และฝึกอบรมการเกษตรแม่เหียะ คณะเกษตรศาสตร์ จังหวัดเชียงใหม่

8.2.2 เรื่อง เปรียบเทียบการปลูกโกโก้แบบพืชเดี่ยวและพืชร่วม ในการประชุมวิชาการนวัตกรรมการเกษตรและทรัพยากรธรรมชาติ ครั้งที่ 1 ระหว่างวันที่ 18-19 สิงหาคม 2565 ณ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

8.2.3 เรื่อง เรื่อง พัฒนาวิธีการตรวจสอบความต้านทานโรคราสนิมที่รวดเร็วในกาแฟอะราบิกาในกิจกรรม Thailand Research Expo & Symposium 2022 ระหว่างวันที่ 1 – 5 สิงหาคม 2565 ณ โรงแรมเซนทาราแกรานด์และบางกอกคอนเวนชัน เซ็นเตอร์ เซ็นทรัลเวิลด์ กรุงเทพฯ

8.3 จัดฝึกอบรมถ่ายทอดความรู้

8.3.1 การถ่ายทอดเทคโนโลยีกาแฟโรบัสตา ภายใต้โครงการส่งเสริมการปลูกกาแฟโรบัสตาคุณภาพของสมาชิกสหกรณ์การเกษตรในเขตปฏิรูปที่ดินหงษ์เจริญ จำกัด ระหว่างวันที่ 23-24 พ.ย. 2564 ณ ศาลาเอนกประสงค์ ม.5 ต.หงษ์เจริญ และกลุ่มวิสาหกิจชุมชนวิถีพอเพียงเกษตรอินทรีย์ ต.หินแก้ว อ.ท่าแซะ จ.ชุมพร

8.3.2 การถ่ายทอดเทคโนโลยีการปลูกกาแฟ โกโก้และทุเรียน แก่เกษตรกรและเจ้าหน้าที่ของสหกรณ์การเกษตรรัตภูมิ จำกัด อ.รัตภูมิ จ.สงขลา จำนวน 20 คน ในวันที่ 3 มี.ค. 2565 ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร

8.3.3 การถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตโกโก้และกาแฟโรบัสตา แก่เจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมที่สูงมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จำนวน 10 ท่าน เมื่อวันที่ 27 ตุลาคม 2565

8.3.4 การถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตกาแฟโรบัสตาและโกโก้ แก่นักศึกษาคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น นำจำนวน 72 คน เข้าศึกษาดูงานด้านการผลิตพืชสวน ได้แก่ เมื่อวันที่ 23 พฤศจิกายน 2565

8.3.5 การถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตกาแฟพรีเมี่ยมและการใช้หัวเชื้อ CSC แก่เจ้าหน้าที่และเกษตรกร ระหว่างเดือนกรกฎาคม – สิงหาคม 2565 ณ กรมวิชาการเกษตร

กรมวิชาการเกษตร

บทคัดย่อ

ในการวิจัยและพัฒนาพืชสวนอุตสาหกรรมเพื่อเพิ่มผลิตภาพทางการเกษตรและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ได้ทำการศึกษาใน กาแฟอะราบิกา กาแฟโรบัสตา โกโก้ และมะคาเดเมีย ซึ่งในแต่ละชนิดมีความต้องการตลาดและมีการผลิตในระดับอุตสาหกรรมภายในประเทศ มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาพันธุ์และเทคโนโลยีการผลิตตลอดจนพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว โดยพัฒนาเทคโนโลยีต้นแบบการกระบวนการแปรรูปใหม่ในกาแฟและโกโก้ และพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อยอดวัสดุเหลือใช้จากการแปรรูปกาแฟและโกโก้ สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

การปรับปรุงพันธุ์กาแฟเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน ได้สายพันธุ์ก้าวหน้าต้านทานโรคราสนิม ได้แก่ สายพันธุ์ Sachimor ชั่วที่ 6, CIFC No.1-T8 และ 1/1 B2T5 ตามลำดับ ส่วนการคัดเลือกพันธุ์กาแฟอะราบิกาต้านทานต่อโรคแอนแทรกโนส พบว่า กรรมวิธีที่ 3 มีค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโตมากที่สุดและไม่พบการเกิดโรคแอนแทรกโนสในทุกกรรมวิธี ได้ตัวอย่าง DNA ผลผลิต PCR และทราบตำแหน่ง SNP ของยีน caffeine synthase พบ 5 จุด มีรูปการเกิดสนิปส์ทั้งแบบ homozygous และ heterozygous ในสายพันธุ์กาแฟอะราบิกากลุ่มที่มีคาแฟอีนสูงและคาแฟอีนต่ำ ในการชักนำให้เกิดแคลลัสจากใบอ่อนกาแฟอะราบิกาลูกผสม F1 พันธุ์ 2/27 B4T5 คือ อาหารแข็งสูตร MS ที่เติม ซูโครส 30 กรัม/ลิตร และเติม 2,4-D ร่วมกับ BAP หรือ kinetin เลี้ยงในที่มืด ที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6-12 เดือน ส่วนในกาแฟโรบัสตาข้อมูลการเจริญเติบโตของสายพันธุ์คัดเลือกจากการสำรวจจำนวน 8 สายพันธุ์ กาแฟโรบัสตาพันธุ์ไทยและพันธุ์พื้นเมือง และในการทดลองการเปรียบเทียบพันธุ์กาแฟโรบัสตาเพื่อให้ได้ผลขนาดใหญ่ ได้แก่ สายพันธุ์ JM03 และ TP014 ตามลำดับ ที่มีค่าเฉลี่ยผลผลิตและการเจริญเติบโตมากที่สุด

การวิจัยและพัฒนาคำแนะนำการจัดการดินและธาตุอาหารในการผลิตกาแฟอะราบิกา พบว่า ความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมทั้งหมดในใบกาแฟมีแนวโน้มลดลงตามอายุใบกาแฟที่เพิ่มขึ้นในช่วงเดือนพฤษภาคม ถึง เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2565 (อายุใบ 5-7 เดือน) จึงอาจเป็นข้อพิจารณาสำหรับการเก็บตัวอย่างใบเพื่อวิเคราะห์ความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชในใบในช่วงเวลาดังกล่าว ในการวิเคราะห์สมบัติดินทางเคมีเพื่อทราบสถานะความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดิน พบว่าค่าปฏิกิริยาอยู่ในช่วง กรดจัด-กรดเล็กน้อย (5.01-6.33) ค่าการนำไฟฟ้าของดินอยู่ในระดับที่ไม่กระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช (< 2 dS/m) ปริมาณอินทรียวัตถุเฉลี่ย 5.81±2.47 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เฉลี่ย 69.34±82.04 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ย 187.62±95.36 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนการศึกษาการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสเฟต และปุ๋ยโพแทชของกาแฟอะราบิกา พบว่าส่วนใหญ่การใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธีต่างๆ ไม่ทำให้เส้นรอบวงโคนต้นและขนาดทรงพุ่มของต้นกาแฟแตกต่างกันทางสถิติ

การศึกษาวิจัยความต้องการน้ำและการจัดการน้ำในกาแฟอะราบิกา ผลการทดลองพบว่า การศึกษาสัมประสิทธิ์การใช้น้ำ (Crop water coefficient, Kc) ของกาแฟอะราบิกา ในแปลงกาแฟอาราบิกาที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ แปลงขุนวางและแม่จอนหลวง ในเดือนมีนาคมถึงตุลาคม มีค่า Kc อยู่ระหว่าง 0.52-2.59 และ 0.45-2.25 ตามลำดับ การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อดัชนีความเครียด (Depletion factor, p และ Crop water stress coefficient, Ks) กับสมดุลน้ำในกาแฟอะราบิกา ในแปลงกาแฟอาราบิกาที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ แปลงขุนวางและแม่จอนหลวง ในเดือนมีนาคมถึงตุลาคม มีค่าปัจจัยการพร่องน้ำ (Depletion factor, p) อยู่ระหว่าง 0.35-0.52 และ 0.34-0.54 ตามลำดับ ในการศึกษาปริมาณรอยเท้าน้ำ (Water Footprint) ของผลผลิตกาแฟสำหรับกาแฟที่ให้ปลูกใหม่และกาแฟที่ให้ผลผลิตมีสัมประสิทธิ์การระบายน้ำ 0.12-0.83 และ 0.10-0.83 ตามลำดับ

การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเพิ่มผลผลิตโกโก้เพื่อรองรับเกษตรกรรมยั่งยืน พบว่าการปลูกโกโก้แบบพืชเดี่ยวมีการให้ผลผลิตมากกว่าการปลูกโกโก้แบบพืชร่วมอย่างมีนัยสำคัญ โดยให้ผลผลิตมากกว่าประมาณ 2-2.74 เท่า ส่วนการเจริญเติบโตพบว่า โกโก้ที่ปลูกแบบพืชร่วมมีการเจริญเติบโตดีกว่าการปลูกแบบพืชเดี่ยว ในเรื่องของพันธุ์พบว่าโกโก้พันธุ์ชุมพร 1 ให้ผลผลิตมากกว่าพันธุ์อื่นอย่างมีนัยสำคัญทั้งระบบปลูกแบบพืชเดี่ยวและพืชร่วม

ส่วนพันธุ์ที่เหมาะสมในการปลูกแบบพืชร่วม ได้แก่ พันธุ์ชุมพร 1 เปลี่ยนยอดและพันธุ์ ICS95 การศึกษาผลของการให้น้ำและการคลุมโคน ต่อการติดผลและเพิ่มขนาดฝักโกโก้ พบว่าการให้น้ำแก่ต้นโกโก้ 30 ลิตรต่อต้น มีแนวโน้มที่จำนวนดอกจะพัฒนาไปเป็นผลได้มากกว่าการให้น้ำ 10 ลิตรต่อต้น ไม่ว่าจะใช้หรือไม่ใช้วัสดุคลุมโคนก็ตาม การศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการปลูกโกโก้ในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน ภาคเหนือตอนล่าง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ตอนบน และภาคใต้ตอนล่าง พบว่าปัจจัยสิ่งแวดล้อม ได้แก่ การกระจายตัวของฝน อุณหภูมิ แสง ความชื้นในอากาศมีความสำคัญกับพัฒนาการของโกโก้อย่างมาก โดยจังหวัดเชียงรายมีปริมาณน้ำฝนรวมต่อปีสูงที่สุด 2,027 มม. รองลงมา ได้แก่ ชุมพร 1,794 มม. อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นที่ปลูกโกโก้ในจังหวัดเชียงรายและเพชรบูรณ์ช่วงเดือนมีนาคมถึงกรกฎาคมสูงกว่า 32 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิจะลดลงเมื่อเข้าสู่ฤดูฝน เช่นเดียวกับความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ ส่วนพื้นที่ปลูกโกโก้จังหวัดชุมพรและสงขลามีอุณหภูมิเฉลี่ยและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศค่อนข้างคงที่ตลอดปี โดยอุณหภูมิเฉลี่ยไม่เกิน 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ 80-95 เปอร์เซ็นต์ ส่วนโรคและแมลงที่พบมาก ได้แก่ โรคผลเน่าดำ แมลงกินใบและมวนโกโก้ โดยโรคผลเน่าดำจะพบมากในช่วงที่มีฝนชุก นอกจากนี้ในช่วงแล้งของเชียงรายและเพชรบูรณ์มีปริมาณน้ำฝนน้อยกว่า 100 มม. ติดต่อกัน 3-4 เดือน ก่อนที่จะเข้าสู่ช่วงฤดูฝนซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของโกโก้ได้ ดังนั้นในช่วงนี้เกษตรกรผู้ปลูกโกโก้จึงควรมีการให้น้ำเพื่อลดผลกระทบจากการขาดน้ำ

นวัตกรรมการแปรรูปกาแฟและโกโก้คุณภาพและการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้สู่ระบบการพัฒนาเกษตรหมุนเวียน ทำ**การศึกษา**เทคโนโลยีการใช้สายพันธุ์จุลินทรีย์เพื่อหมักกาแฟแบบ Semi-wet process โดยใช้จุลินทรีย์ ได้สายพันธุ์จุลินทรีย์ที่สามารถใช้หมักกาแฟ ได้แก่ *Saccharomyces cerevisiae, Pichia kluyveri. Hanesiaspora spp., Kurtzmaniella spp. และ Wickerhanomyces spp.* และแบคทีเรียที่มีศักยภาพ 1 ชนิด ได้แก่ *Mycetocola reblochoni* และการเปลี่ยนแปลงของการผลิตสารให้กลิ่นของจุลินทรีย์ทั้ง 4 ชนิดเริ่มจากการผลิตกรดอินทรีย์ได้แก่ กรดแลคติก กรดอะซีติก แลคติกและซิตริก โดยในชุดที่เติมเชื้อมีการควบคุมกรดดีกว่าและสร้างกลิ่นรสจำเพาะ โดยมีการสร้างกลิ่นถั่วในชุด *Wickerhamyces spp.* กลิ่นชีสใน *Hanseniaspora spp.* และกลิ่นดอกไม้ใน *Kurtzmaniella spp.* อัตราส่วน 50 - 200 ppm ตลอดการหมัก 144 ชั่วโมงโดยจะมีปริมาณแตกต่างชัดเจนในชั่วโมงที่ 6 – 120 3. ปัจจัยต่อผลของแสงแบ่งการผลิตกลิ่นเป็น 3 รูปแบบที่น้อยกว่า 1,000 lux, 1,000 – 2,000 lux และ 2,000 lux ขึ้นไปและปริมาณลมที่มากกว่า 0.54 m3/s ที่ส่งผลต่อการแห้งของเมือกกาแฟให้มีความชื้นลดลงในอัตราร้อยละ 0.025 ต่อชั่วโมง รวมทั้งการผลิตกลิ่น รสและคุณภาพกาแฟคั่วหลังการเสร็จสิ้นการหมักโดยผลคะแนนอยู่ที่ 80 – 85 SCAA score **การศึกษา**เทคโนโลยีการใช้สายพันธุ์จุลินทรีย์เพื่อหมักโกโก้ ได้สายพันธุ์จุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการย่อยเมือกโกโก้ ได้แก่ *Saccharomyces cerevisiae*, *Pichia kluyveri, Lanchancea* spp. และกลุ่มแบคทีเรียอะซิติก ปัจจัยที่ส่งผลต่อการหมักโกโก้คืออุณหภูมิโดยอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการหมักโกโก้ในลังไม้ต้องไม่น้อยกว่า 42 องศาเซลเซียสโดยใช้เวลาในการหมักไม่น้อยกว่า 4-6 วัน และสารให้กลิ่นรสของโกโก้ที่ได้จากการหมักโดยจุลินทรีย์ ได้แก่ Benzaldehyde และ 2,3,5,6-tetramethyl pyrazine ให้กลิ่นในโทนถั่ว, Phenylethyl Alcohol และ Phenethyl acetate ให้กลิ่นในโทนหวานและดอกไม้ และ 2,3- butanediol ให้กลิ่นนมเนย **การศึกษา**เทคโนโลยีการสกัดเส้นใยเซลลูโลสจากเปลือกโกโก้ ได้เปลือกโกโก้ และส่วนผสมการสกัดเส้นใยด้วยวิธีต้มเยื่อแบบโซดา (soda pulping) ในการสกัดเส้นใยเซลลูโลส กรรมวิธีการสกัดเส้นใยเซลลูโลสจากเปลือกโกโก้ทำโดยต้มด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์-แอนทราควิโนน ได้ปริมาณร้อยละของเยื่อที่ได้ (%yield) สูงสุดโดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์-ร้อยละ 20 (โดยน้ำหนัก/ปริมาตร) แอนทราควิโนน ร้อยละ 0.1 (โดยน้ำหนัก/น้ำหนัก)ที่อุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที และสมบัติของเส้นใยเซลลูโลสที่ได้เป็นเส้นใยที่แข็งแรงเหมาะสม สามารถนำไปขึ้นรูปเป็นกระดาษได้ ต้นทุนการผลิตเยื่อจากเปลือกโกโก้ เท่ากับ 280 บาท ต่อเปลือกโกโก้แห้ง 100 กรัม

การวิจัยพันธุ์และเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มคุณภาพการผลิตมะคาเดเมียอย่างยั่งยืน ผลการศึกษาวิธีปฏิบัติการใส่ปุ๋ยความต้องการของมะคาเดเมีย พบว่า ธาตุอาหารในใบมะคาเดเมียในระยะใบเพสลาด ไนโตรเจนมีความเข้มข้นมากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างในแต่ละพันธุ์และพื้นที่ ด้านการทดสอบพันธุ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพมะคาเดเมียพบว่า พันธุ์

กรมวิชาการเกษตร

ที่มีแนวโน้มผลผลิตดีที่ระดับความสูง 400, 700 และ 900 เมตรจากระดับน้ำทะเลคือ พันธุ์ CR5, CR7 และ KK27 ตามลำดับ ในการทดสอบพันธุ์ในแปลงเกษตรกร จ.ตาก พบว่า พันธุ์ที่มีแนวโน้มด้านการเจริญเติบโต ผลผลิตและคุณภาพผลผลิตคือ พันธุ์ FNG21, KW86 และ 741 ตามลำดับ ในการทดลองศึกษาการจัดการธาตุอาหารแบบผสมผสานเพื่อการผลิตมะคาเดเมีย พบว่า หลังการใส่ปัจจัยการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟตและปุ๋ยชีวภาพไมคอร์ไรซาตามกรรมวิธีการทดลอง ยังคงพบการมีชีวิตของจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต Talaromyces aff. macrosporus ในจำนวนที่มากพอไม่ต้องใส่เพิ่ม และพบการเข้ารากของเชื้อราไมคอร์ไรซา การตัดแต่งสวนมะคาเดเมียที่มีอายุมากกว่า 30 ปี ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอนหลวง) และศูนย์วิจัยเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ พบว่า ในรอบ 1 ปีหลังการตัดแต่งพบว่า ไม่มีเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโตในด้านขนาดเส้นรอบวงโคนต้น

กรมวิชาการเกษตร

Abstract

In the research and development of industrial horticulture to increase agricultural productivity and reduce environmental impact, the study was conducted on arabica coffee, robusta coffee, cocoa, and macadamia. Each type has a market demand and is produced at the domestic industrial level. The objectives were to develop varieties and production technology as well as develop post-harvest technology by developing new processing technology prototypes in coffee and cocoa and develop products to extend the leftover materials from coffee and cocoa processing. The research results can be summarized as follows:

Coffee Breeding to Increase Production Efficiency and Increase Competitiveness Project got the progressive cultivars resistant to rust Sacchimor cultivar 6, CIFC No.1-T8, and 1/1 B2T5, respectively. As for the selection of arabica coffee varieties resistant to anthracnose, it was found that method 3 had the highest mean growth and no anthracnose incidence was found in all treatments. DNA samples, PCR yields, and 5 SNP sites of the caffeine synthase gene were known. Both homozygous and heterozygous SNPs were observed in high-caffeine and low-caffeinated arabica coffee cultivars. To induce callus from young leaves, F1 hybrid arabica coffee cv. 2/27 B4T5 was solid media formulated with MS containing 30 g/l sucrose and 2,4-D added with BAP or kinetin in the dark at 27 °C for 6-12 months. As for robusta coffee, the growth data of 8 clones selected from the survey were Thai and native robusta coffee varieties. In the comparison of robusta coffee cultivars for large yield, cultivars JM03, and TP014, respectively, had the highest average yield and growth.

Research and development of recommendations for soil and nutrient management in the production of arabica coffee found that the concentrations of total nitrogen, phosphorus, and potassium in coffee leaves tended to decrease with increasing age of the coffee leaves from May to July 2022 (leaf age 5-7 months). This may therefore be considered for leaf sampling to analyze plant nutrient concentrations in the leaves during this period by soil chemical analysis to know the beneficial status of nutrients in the soil. It was found that the reaction was in the range of strongly acidic - slightly acidic (5.01-6.33), soil electrical conductivity at a level that does not affect plant growth (< 2 dS/m), average organic matter content 5.81±2.47 percent, average useful phosphorus content 69.34± 82.04 mg/kg and the average exchangeable potassium content was 187.62±95.36 mg/kg. The response to nitrogen, phosphate, and potash fertilizers of arabica coffee was investigated. It was found that most fertilization was done by various methods. The root circumference and canopy size of the coffee trees were not statistically different.

In research on water demand and water management in arabica coffee, the experimental results showed that study on the crop water coefficient (Kc) of arabica coffee. In the arabica coffee plot at the Chiang Mai Royal Agricultural Research Center, Khun Wang and Mae Jon Luang Site from March to October, the Kc values were between 0.52-2.59 and 0.45-2.25, respectively. Factors affecting the stress index (Depletion factor, p, and Crop water stress coefficient, Ks) and water balance in arabica coffee were studied. The depletion factor (p) was between 0.35-0.52 and 0.34-0.54, respectively. In the study of the water footprint of coffee yield

กรมวิชาการเกษตร

for replanting and yielding coffee, the drainage coefficients were 0.12-0.83 and 0.10-0.83, respectively.

Research and development of technology to increase cocoa production to support sustainable agriculture, it was found that mono-crop cocoa yields were significantly higher than cocoa crops. The yield was about 2-2.74 times higher. As for the growth, it was found that cocoa planted as a co-crop showed better growth than mono-crop. Regarding the cultivars, it was found that Chumphon 1 cocoa cultivar yielded significantly more than other cultivars in both single-crop and co-crop systems. The suitable cultivars for planting in combination were Chumphon 1 (grafted) and ICS95. In a study of the effects of watering and mulching on fruit setting and cocoa pod size increase, it was found that the irrigation of 30 liters of water per plant was more likely to produce fruitful flower numbers than 10 liters of water per plant, with or without mulching. Study of the relationship of environmental factors affecting cocoa plantation in the upper northern region, lower north Northeast, upper south, and lower south. It was found that environmental factors such as the distribution of rain, temperature, light, and humidity in the air were very important to the development of cocoa. The total annual rainfall of Chiang Rai and Chumphon were 2,027 and 1,794 mm., respectively. The average temperature of cocoa growing areas in Chiang Rai and Phetchabun provinces from March to July was more than 32 degrees Celsius and the temperature decreases with the onset of the rainy season, as does the relative humidity. The cocoa growing areas in Chumphon and Songkhla provinces had relatively stable average temperatures and relative humidity throughout the year. The average temperature does not exceed 30 degrees Celsius, and the relative humidity was 80-95 percent. The most common diseases and insects were black rot, leaf-eating insects, and cocoa rolls. The black rot disease is most common during the rainy season. In addition, during the dry season in Chiang Rai and Phetchabun, there is less than 100 mm of rainfall for 3-4 consecutive months before entering the rainy season, which may affect the growth and productivity of cocoa. Therefore, during this period, cocoa farmers should provide water to reduce the effects of dehydration.

Innovation in quality coffee and cocoa processing and the utilization of waste materials for circular agriculture development. To study the technology of using microbial strains for semi-wet process coffee fermentation. The coffee fermented microbial strains were *Saccharomyces cerevisiae, Pichia kluyveri., Hanesiaspora spp., Kurtzmaniella spp., and Wickerhanomyces spp*., and one potential bacterial species was *Mycetocola reblochoni* and the changes in flavor production of the four microorganisms were obtained. The initial types for the production of organic acids are lactic, acetic, lactic and citric acids. The inoculated batch had better acid control and specific odor unhandy. By creating a nut smell in the set *Wickerhamyces spp*., cheese aroma in *Hanseniaspora spp*. and floral aroma in *Kurtzmaniella spp*. at the ratio of 50 - 200 ppm throughout the fermentation period of 144 hours, with a significant difference in the 6th - 120th hour. 3. Factors affecting the effect of light divided the odor production into 3 forms less than 1,000 lux, 1,000 - 2,000. lux and 2,000 lux or more and the air volume greater than 0.54 m3/s that affects the drying of the coffee slime to reduce the moisture at the rate of 0.025 percent per hour, including the production of odor Taste and quality of roasted coffee after the completion of

fermentation with a score of 80 – 85 SCAA score. *Saccharomyces cerevisiae, Pichia kluyveri, Lanchancea spp*., and acetic bacteria were obtained. The factors that affect cocoa fermentation are the temperature, with the optimum temperature for cocoa fermentation in wooden crates not less than 42 degrees Celsius, taking at least 4-6 days for fermentation, and cocoa flavoring agents. From fermentation by microorganisms, including Benzaldehyde and 2,3,5,6-tetramethyl pyrazine giving a nutty flavor, Phenylethyl Alcohol and Phenethyl acetate giving a sweet and floral flavor and 2,3- butanediol giving a buttermilk flavor. Study on cellulose fiber extraction technology from cocoa husks get cocoa husks and fiber extraction mixture by soda pulping method to extract cellulose fibers. Process for extracting cellulose fibers from cocoa husks by boiling with sodium hydroxide-anthraquinone. The highest percent yield (%yield) was obtained by using sodium hydroxide-20% (wt/vol) anthraquinone 0.1% (wt/wt) at a temperature of 140 degrees. Celsius for 60 minutes and the properties of the cellulose fibers obtained were suitable strong fibers. can be formed into paper The cost of pulping from cocoa husks is 280 baht per 100 grams of dry cocoa husks.

In the research and technology to increase the quality of sustainable macadamia production, the results of the study of fertilization practices for macadamia requirements showed that the nutrient content of macadamia leaves in the leaf stage was Nitrogen is the most concentrated, which was different in each species and area. As for the varietal trial for increasing the efficiency of macadamia, it was found that the cultivars with good yield potential at elevations of 400, 700, and 900 m above sea level were CR5, CR7, and KK27, respectively. Yield and yield quality were cultivars FNG21, KW86, and 741, respectively. In an experiment to study the integrated nutrient management for macadamia production, it was found that after the application of the inputs of organic fertilizers, chemical fertilizers, and phosphate-soluble bio-fertilizers and mycorrhizal bio-fertilizer according to the experimental method. The viability of the phosphate-soluble microorganism Talaromyces aff. macrosporus and the rooting of mycorrhizal fungi were found. Pruning of macadamia orchards older than 30 years at Chiang Mai Royal Agricultural Research Center (Mae Jon Luang) and Phetchabun Highland Agricultural Research Center found that there was no growth change in stem circumference after pruning one year.

กิตติกรรมประกาศ

รายงานโครงการวิจัยวิจัยและพัฒนาพืชสวนอุตสาหกรรมเพื่อเพิ่มผลิตภาพทางการเกษตรและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่ ฉบับนี้ เป็นการดำเนินงานวิจัยเพื่อพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตด้านพันธุ์พืชสวนอุตสาหกรรม การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเพิ่มผลิตภาพทางการผลิต และสร้างนวัตกรรมหรือรูปแบบการผลิตพืชที่มีประสิทธิภาพให้เหมาะสมกับเกษตรกรและสภาพพื้นที่เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตหรือลดการใช้แรงงานโดยการเทคโนโลยีสมัยใหม่ เพื่อเพิ่มมูลค่าและลดของเสียให้เหลือน้อยที่สุด

รายงานฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความร่วมมือจากนักวิจัย เกษตรกร ผู้ประกอบการ รวมทั้งบุคคลากรจากหน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชน ที่ให้คำปรึกษาและแนะนำตลอดการวิจัย รวมทั้งร่วมแก้ไขข้อบกพร่องเพื่อสร้างความสมบูรณ์แก่รายงานฉบับเต็ม คณะผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ณ โอกาสนี้

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากการศึกษาวิจัยนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้ให้ความอนุเคราะห์ทุกภาคส่วน ที่ให้คำแนะนำและร่วมมือปฏิบัติงานทดลอง ซึ่งถือเป็นกำลังใจสำคัญในการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตด้านพันธุ์ และการเพิ่มผลิตภาพทางการผลิตพืชสวนอุตสาหกรรม กระทั่งสามารถถ่ายทอดเทคโนโลยีให้แก่เกษตรกรหรือกลุ่มเกษตรกรเพื่อสร้างความเข้มแข็ง และเป็นการยกระดับรายได้อย่างยั่งยืน

สุภัทรา เลิศวัฒนาเกียรติ และคณะ

มกราคม 2566

กรมวิชาการเกษตร

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทสรุปผู้บริหาร	2
บทคัดย่อ	8
Abstract	11
กิตติกรรมประกาศ	14
สารบัญ	15
บทที่ 1 บทนำ	16
บทที่ 2 วิธีการดำเนินงาน	23
บทที่ 3 ผลการศึกษา	52
บทที่ 4 สรุปผลและอภิปรายผล	177
เอกสารอ้างอิง	189
ภาคผนวก	192

กรมวิชาการเกษตร

บทที่ 1 บทนำ

1. วิสัยทัศน์ และพันธกิจของหน่วยงาน

วิสัยทัศน์

กรมวิชาการเกษตรเป็นองค์กรที่เป็นเลิศด้านการวิจัยและพัฒนาด้านพืช เครื่องจักรกลการเกษตร และเป็นศูนย์กลางรับรองมาตรฐานสินค้าเกษตรด้านพืชในระดับสากล บนพื้นฐานการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

พันธกิจ

1. สร้างและถ่ายทอดองค์ความรู้จากงานวิจัยด้านพืชและเครื่องจักรกลการเกษตรสู่กลุ่มเป้าหมาย
2. กำหนดและกำกับดูแลมาตรฐานระบบการผลิตและผลิตพันธุ์พืชและปัจจัยการผลิต พัฒนาระบบตรวจรับรองสินค้าการเกษตรด้านพืชให้เป็นที่ยอมรับในระดับสากล
3. อนุรักษ์และพัฒนาการใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพด้านพืช แมลง และจุลินทรีย์
4. กำกับ ดูแล และพัฒนากฎหมายที่กรมวิชาการเกษตรรับผิดชอบ

2. ยุทธศาสตร์ชาติที่สอดคล้องกับแผนปฏิบัติงานด้าน ววน. ของหน่วยงาน (โปรดเลือกเฉพาะยุทธศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับหน่วยงานของท่าน)

- ❑ ยุทธศาสตร์ที่ 1 ด้านความมั่นคง
  เพื่อบริหารจัดการสภาวะแวดล้อมของประเทศให้มีความมั่นคง ปลอดภัย และมีความสงบเรียบร้อยในทุกระดับและทุกมิติ
- ☑ ยุทธศาสตร์ที่ 2 ด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขัน
  เน้นการยกระดับศักยภาพในหลากหลายมิติควบคู่กับการขยายโอกาสของประเทศไทยในเวทีโลก
- ❑ ยุทธศาสตร์ที่ 3 ด้านพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพทรัพยากรมนุษย์
  คนไทยในอนาคต มีความพร้อมทั้งกาย ใจ สติปัญญา มีทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 มีทักษะสื่อสารภาษาอังกฤษและภาษาที่ 3 และมีคุณธรรม
- ❑ ยุทธศาสตร์ที่ 4 ด้านการสร้างโอกาสและความเสมอภาคทางสังคม
  สร้างความเป็นธรรม และลดความเหลื่อมล้ำในทุกมิติ กระจายศูนย์กลางความเจริญทางเศรษฐกิจและสังคม เพิ่มโอกาสให้ทุกภาคส่วนเข้ามาเป็นกำลังของการพัฒนาประเทศในทุกระดับ
- ❑ ยุทธศาสตร์ที่ 5 ด้านการสร้างการเติบโตบนคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
  คำนึงถึงความยั่งยืนของฐานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของประชาชนให้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ผ่านมาตรการต่างๆ ที่มุ่งเน้นให้เกิดผลลัพธ์ต่อความยั่งยืน
- ❑ ยุทธศาสตร์ที่ 6 ด้านการปรับสมดุลและพัฒนาระบบการบริหารจัดการภาครัฐ
  การปรับเปลี่ยนภาครัฐ ยึดหลัก “ภาครัฐของประชาชนเพื่อประชาชนและประโยชน์ส่วนรวม”

3. วงเงินงบประมาณกองทุน ววน. ที่ได้รับจัดสรรในปีงบประมาณ พ.ศ. 2565 จำนวน 4,966,030 บาท

สรุปงานการเกษตร

4. รายละเอียดโครงการ

ที่มาและความสำคัญ/หลักการและเหตุผล

ในการพัฒนาพืชสวนอุตสาหกรรม ได้แก่ กาแฟอะราบิกา กาแฟโรบัสตา โกโก้ มะคาเดเมีย เป็นพืชที่มีศักยภาพในการผลิต ตลาดมีความต้องการอย่างต่อเนื่อง แต่การผลิตไม่เพียงพอกับความต้องการ จะต้องมีการนำเข้าเพื่อการบริโภคและอุตสาหกรรมภายในประเทศ ถ้าหากมีการขยายการผลิตเพิ่มในปริมาณตามความต้องการและสามารถส่งออกเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน เนื่องจากลูกค้ามีความเชื่อมั่นในมาตรฐานสินค้าของไทยตลอดจนสามารถสร้างมูลค่าเพิ่มของสินค้าใหม่ สร้างความเข้มแข็งให้ชุมชนต้นน้ำการผลิต มุ่งสู่มาตรฐานสากล บนฐานทรัพยากรชีวภาพ โดยการพัฒนาพันธุ์ และเทคโนโลยีการผลิต เพื่อเพิ่มผลิตภาพการผลิต สนับสนุนการสร้างฐานความมั่นคงด้านอาหาร ก่อให้เกิดความมั่นคงทางอาชีพ ลดการย้ายถิ่นฐานเข้าเมือง

ในพืชกาแฟตลาดกาแฟโลกมีแนวโน้มการเติบโตต่อเนื่อง มูลค่าการตลาดอุตสาหกรรมกาแฟไทยสูงกว่า 30000 ล้านบาท หากผู้ผลิตสามารถพัฒนาคุณภาพผลผลิตตั้งแต่ต้นน้ำถึงปลายน้ำ และสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่ผลิตภัณฑ์ จะช่วยให้ขยายฐานลูกค้าใหม่ที่ชื่นชอบรสชาติที่มีอัตลักษณ์ของไทย ในการระดมสมองเพื่อ จัดทำร่างแผนพัฒนากาแฟแห่งชาติปี 2563-2573 ได้สรุปปัญหาของกาแฟ คือ กาแฟไทยมีสายพันธุ์น้อย ไม่ตอบสนองความต้องการของตลาด พันธุ์กาแฟเริ่มไม่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่และสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงไป ในกาแฟโรบัสตาพบว่า ไม่เพียงพอกับความต้องการของในประเทศ ต้องนำเข้าจากต่างประเทศปีละไม่น้อยกว่า 40,000-60,000 ตันต่อปี สำหรับกาแฟอะราบิกาพบว่า เกิดโรคราสนิมสายพันธุ์ใหม่ การระบาดโรคแอนแทรกโนส ทำให้ปริมาณผลผลิตและคุณภาพลดลง การออกดอกกาแฟไม่พร้อมกัน ทำให้เพิ่มต้นทุนการผลิตด้านแรงงานในการเก็บเกี่ยว ไม่มีระบบไม้บังร่มในแปลงกาแฟที่เหมาะสม ทำให้อายุการเก็บเกี่ยวสั้นลง ต้นโทรม คุณภาพลดลง ดังนั้นต้องปรับปรุงพันธุ์ที่ตรงกับความต้องการของผู้บริโภค และได้รับการยอมรับจากเกษตรกร และมีพันธุ์ของไทยเองเพื่อแก้ปัญหาเรื่องลิขสิทธิ์พันธุ์ในอนาคต **ดำเนินการ** การปรับปรุงพันธุ์กาแฟอะราบิกาโดยคัดเลือกและเปรียบเทียบพันธุ์ที่ได้จากการผสมพันธุ์ คัดเลือกพันธุ์จากการรวบรวมภายในประเทศและนำเข้าจากต่างประเทศ โดยมีลักษณะที่คัดเลือก เพื่อการต้านทานต่อโรคราสนิม และแอนแทรกโนสในลูกผสมชั่วต่างๆ ทั้งในสภาพโรงเรือนและในสภาพธรรมชาติ โดยดำเนินการศึกษาต่อเนื่องในปี 2565-2567 การจำแนกลักษณะทางพันธุกรรม ประเมินจากลักษณะทางฟีโนไทป์ ลักษณะทางการเกษตร ร่วมกับการยืนยันผลในระดับดีเอ็นเอ เพื่อให้ได้พันธุ์ที่มีผลผลิตปานกลางถึงสูง นอกจากนี้ ได้มีการพัฒนาการวิจัยการขยายพันธุ์กาแฟอะราบิกาสายพันธุ์ก้าวหน้าในสภาพปลอดเชื้อเพื่อให้กระจายพันธุ์สู่เกษตรกรได้เร็วขึ้น

ส่วนในการปรับปรุงพันธุ์กาแฟโรบัสตาพันธุ์ดีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต เป็นการเปรียบเทียบพันธุ์ที่ได้จากการผสมพันธุ์ระหว่างพันธุ์ที่มีการรวบรวมภายในประเทศและนำเข้าจากต่างประเทศที่ดำเนินการปี 2555-2564 นำมาศึกษาต่อในปี 2565-2567 ลักษณะพื้นฐานที่คัดเลือก ได้แก่ การปรับตัวได้ดี การให้ผลผลิตเร็ว ความทนทานต่อโรค-แมลง การมีรสชาติที่ดี การให้ผลผลิตเมล็ดกาแฟสูง ไม่น้อยกว่า 300 กก./ไร่ น้ำหนักเมล็ดที่ดี เมล็ดกาแฟ 100 เมล็ดควรมีน้ำหนักไม่ต่ำกว่า 17 กรัม เมล็ดกาแฟควรมีขนาดเมล็ดเบอร์ 16 ไม่น้อยกว่า 50% มีช่วงเก็บเกี่ยวกาแฟตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนเป็นต้นไป เพื่อหลีกเลี่ยงฤดูฝนตกชุกในช่วงเก็บเกี่ยวและตากผลผลิตสำหรับแหล่งปลูกทางภาคใต้ แต่ในแหล่งปลูกภาคอื่น ควรพิจารณาให้เหมาะสมกับพื้นที่นั้น ๆ ทั้งนี้ควรพิจารณาถึงแรงงานในการเก็บเกี่ยวกาแฟด้วย หากมีพืชอื่นที่มีการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเวลาเดียวกัน อาจทำให้เกิดปัญหาการขาดแคลนแรงงาน

การพัฒนาเทคโนโลยีในการจัดการดิน ธาตุอาหารให้มีการใช้อย่างเหมาะสมในกาแฟอะราบิกา เพื่อลดต้นทุนการผลิต เพิ่มระดับมาตรฐานของผลผลิตให้เป็นที่ยอมรับในตลาดสากล ขณะที่ราคาปุ๋ยเคมีมีแนวโน้มสูงขึ้น ทำให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้นด้วย การใช้ปุ๋ยให้มีประสิทธิภาพสูงสุดจึงเป็นแนวทางการลดต้นทุนการผลิต แต่ในด้านวิชาการยังขาดองค์ความรู้ด้านความต้องการธาตุอาหาร ที่เหมาะสม นอกจากนี้ยังไม่มีคำแนะนำการใช้ปุ๋ยที่เหมาะสมตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับกาแฟอะราบิกา จำเป็นต้องมีการศึกษาด้านการจัดการดิน และธาตุอาหารพืชที่เหมาะสม

กรมวิชาการเกษตร

สำหรับกาแฟอะราบิกา เพื่อให้ได้เทคโนโลยีการผลิตสมัยใหม่ที่สามารถขยายศักยภาพการผลิตสู่ระบบการเกษตรแบบแปลงใหญ่ ซึ่งจะส่งผลต่อประสิทธิภาพการจัดการดินและธาตุอาหารพืช อีกทั้งยังช่วยในการวางแผนการผลิต และลดค่าใช้จ่ายปัจจัยการผลิตด้านปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

การศึกษาเรื่องการให้น้ำในกาแฟอะราบิกา ปริมาณน้ำที่พืชต้องการในแต่ละช่วงเวลาอาจจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องเก็บน้ำไว้ให้พืชได้ใช้อยู่เสมอ จึงจำเป็นต้องทราบจุดต่ำสุดที่จะยอมให้น้ำในดินลดลงได้ เพื่อทำการให้น้ำก่อนที่จะกระทบกระเทือนต่อการเจริญเติบโตของพืช จึงทำการศึกษาสัมประสิทธิ์การใช้น้ำและ depletion factor เพื่อทราบปริมาณน้ำที่ดินสามารถเก็บกักเอาไว้ได้ ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดว่าพืชจะสามารถใช้น้ำได้นานเท่าไรโดยไม่มีการให้น้ำแก่ดิน นอกจากนี้ยังศึกษาปริมาณรอยเท้าน้ำ (Water footprint) ซึ่งเป็นตัวชี้วัดปริมาณการใช้น้ำทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยเริ่มตั้งแต่กระบวนการผลิตไปจนกระทั่งสินค้าถึงมือผู้บริโภค สินค้าที่มีปริมาณรอยเท้าน้ำน้อยได้รับความสนใจมากกว่าสินค้าที่มีปริมาณรอยเท้าน้ำมาก เนื่องจากมีการใช้น้ำ (Water consumption) และทำให้น้ำสกปรก (Water pollution) น้อยกว่า ซึ่งรอยเท้าน้ำกลายเป็นเทรนด์การผลิตสินค้าเกษตรของโลกที่มีความสำคัญ และมีบทบาทในภาคเกษตรมากขึ้นในอนาคต เพราะเป็นประเด็นที่หลายประเทศต่างให้ความสำคัญมากขึ้น ในด้านการใช้ทรัพยากรน้ำเพื่อการผลิตสินค้าอย่างยั่งยืน ทั้งนี้ในการศึกษาวิจัยความต้องการน้ำและการจัดการน้ำในกาแฟอะราบิกา เพื่อให้มีการบริหารจัดการน้ำต้นทุนที่มีจำกัดในปัจจุบัน ให้มีการจัดการอย่างเหมาะสมในการผลิตกาแฟอะราบิกาคุณภาพ ในการศึกษาปริมาณรอยเท้าน้ำนี้จะมีความเฉพาะเจาะจงในพื้นที่ เนื่องจากในสภาพพื้นที่ปลูกจริงจะมีความแตกต่างในชนิดดิน คุณสมบัติดินซึ่งมีการอุ้มน้ำไม่เท่ากัน ซึ่งขึ้นกับเนื้อดินและความหนาแน่นรวมของดิน ทั้งนี้จะสามารถปรับปรุงค่าพารามิเตอร์ ได้แก่ ETC และ α (สัดส่วนของน้ำที่ระบายออกจากผิวดินและน้ำที่ซาบซึมลึก ต่อปริมาณน้ำฝน) ในการคำนวณสมการ water footprint ได้แม่นยำมากขึ้น

กาแฟเป็นผลผลิตทางการเกษตรที่จำเป็นต้องผ่านกระบวนการแปรรูปให้เหมาะสมเพื่อการบริโภค ในการพัฒนากระบวนการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวให้ได้สินค้าที่ได้มาตรฐานและปลอดภัย พัฒนาการแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ และสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ให้ตรงกับความต้องการของตลาดซึ่งจะช่วยขยายโอกาสด้านการตลาดและเพิ่มการส่งออกได้ ตอบสนองยุทธศาสตร์ชาติในการสร้างโมเดลเศรษฐกิจจากความหลากหลายทางชีวภาพ ที่มุ่งเน้นการผลิตเกษตรหมุนเวียนและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเพื่อระบบเกษตรที่ยั่งยืน ในการผลิตกาแฟอะราบิกาและโรบัสตาในเกรดพิเศษ หรือกาแฟชนิดพิเศษ ใช้ความพิถีพิถันในการแปรรูปตั้งแต่การเก็บเกี่ยวจนถึงการชง เกษตรกร/ผู้ประกอบการนิยมการกำจัดเยื่อหุ้มเมล็ดออกโดยใช้วิธีการหมัก เป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญมากที่ทำให้เกิดกลิ่นรสเฉพาะในกาแฟ การหมักกาแฟมีการพัฒนาหลากหลายกระบวนการ กรมวิชาการเกษตรได้ศึกษากระบวนการหมักกาแฟมาตั้งแต่ปี 2556 โดยได้จัดจำแนกจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการหมักและระหว่างการหมักทั้งหมด ซึ่งได้พัฒนาเทคนิคการหมักแบบเปียกเทคนิคใหม่ในปี 2561 ชื่อว่า AAF techniques โดยใช้จุลินทรีย์ที่คัดเลือกสายพันธุ์ Saccharomyces cerevisiae strain BAwine ร่วมกับการควบคุมปัจจัยของกรดและอากาศเพื่อหมักกาแฟพร้อมมีการนำไปใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง และในปี 2562 ยังได้พัฒนาเทคนิคใหม่ที่ไม่ใช้อากาศที่ชื่อว่า Pro-Y technique โดยใช้เชื้อ Pichia Kluyveri strain ProY-15 ที่มีความจำเพาะในการใช้ในพื้นที่สูง และสามารถเพิ่มทางเลือกในพัฒนากลิ่นรสที่แตกต่างกับวิธีแรกที่ทำให้เกิดกลิ่นกลุ่ม Fruity ในขณะที่เทคนิคที่สองนั้นจะพัฒนากลุ่ม Nutty-Cocoa จากการศึกษาการหมักกาแฟที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่าหัวเชื้อจุลินทรีย์ที่เติมลงในกระบวนการแปรรูปกาแฟนั้น มีบทบาทสำคัญในการเพิ่มคุณภาพของกาแฟและช่วยลดต้นทุนการผลิต นอกจากนี้จะมีการศึกษาการบ่มกาแฟหรือ Coffee Aging เป็นขั้นตอนที่สำคัญต่อจากการแปรรูปกาแฟ เป็นการพัฒนากลิ่น-รสทุติยภูมิ (Secondary profile) ที่จุลินทรีย์ไม่สามารถผลิตได้ ซึ่งจำเป็นต้องใช้เวลาและปัจจัยหลายอย่างเพื่อการพัฒนากลิ่นรสจากปฏิกิริยาเคมีที่ซับซ้อน และหลายครั้งที่การบ่มกาแฟไม่สามารถพัฒนาการเกิดกลิ่นรสได้ตามที่ต้องการเกิด ในการปรับปรุงและพัฒนาสารกาแฟให้มีคุณภาพโดยการบ่ม (Aging) จึงเป็นการพัฒนาคุณภาพที่แก้ไขปัญหาจากกระบวนการผลิต กระบวนการหลังการเก็บเกี่ยวและการเก็บรักษาที่ไม่เหมาะสม ซึ่งส่งผลให้สารกาแฟเกิดการเสื่อมสภาพ ความแข็งแรง กลิ่นรสลดลง ทำให้เป็นอุปสรรค

กรมวิชาการเกษตร

ในการดำเนินการคั่วกาแฟ โดยศึกษาเทคโนโลยี Seed priming เพื่อเป็นการเตรียม Metabolites ให้สารกาแฟโดยการเร่งการงอก หรือการเร่งบ่มกาแฟให้พร้อมที่จะดำเนินการแปรรูปตามเวลาที่ต้องการ พร้อมปรับระดับคุณภาพสารกาแฟให้สูงขึ้น

ปัจจุบันกระแสสิ่งแวดล้อมกำลังเป็นที่จับตามองทำให้มีการรณรงค์ลดปริมาณขยะและนำขยะมาแปรรูปเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมต่อไปซึ่งเป็นแนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียน การนำ Coffee Silverskin เป็นผลพลอยได้ที่เกิดจากการคั่วกาแฟและจำเป็นต้องกรองออกก่อนปล่อยสู่อากาศ มีปริมาณร้อยละ 4.2 ของน้ำหนักสารกาแฟ ในโรงคั่วระดับอุตสาหกรรมพบในปริมาณมาก ประโยชน์ของ Coffee Silverskin Extract (CSE) จะมีปริมาณกรดโครโรจีนิกและมีสารกลุ่ม melanoidins ที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระชั้นดีที่ให้ประโยชน์มากในการลดการเสื่อมของ DNA การเสื่อมของไมโตคอนเดรีย และป้องกันเซลล์จากการเสื่อมสภาพจากภาวะต่างๆได้ด้วย พบว่าสารสกัด CSE จากทั้งกาแฟอะราบิกาและโรบัสตาสามารถช่วยลดการอุดตันและสะสมของไขมันได้เป็นอย่างดีอีกทั้งลดน้ำหนักของคนในภาวะปกติหรือภาวะเบาหวานได้ซึ่งถือเป็นอาหารชนิดใหม่ (novel food) ส่วนกากกาแฟ เป็นผลพลอยได้จากการแปรรูปกาแฟมาวิจัยพัฒนาการขึ้นรูปเป็นบรรจุภัณฑ์

สำหรับประเทศไทยเกษตรกรมีความสนใจในการปลูกโกโก้มากขึ้น เนื่องจากราคาพืชเศรษฐกิจหลัก เช่น ยางพารา ปาล์มน้ำมัน มีราคาต่ำ ทำให้เกษตรกรมองหาพืชทางเลือกอื่น เช่น โกโก้ โดยมีบริษัทเอกชนส่งเสริมการปลูกโกโก้ทั่วทุกภาคของประเทศ พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกโกโก้ต้องมีความชื้นค่อนข้างสูง หน้าดินลึก ดินมีค่าความเป็นกรดอ่อนถึงกลาง (pH 6.5-7.0) ดินมีการระบายน้ำดี ปริมาณน้ำฝนที่เหมาะสมประมาณ 1,500-2,000 มิลลิเมตรต่อปี การกระจายตัวของฝนสม่ำเสมอ อุณหภูมิ 18-32 องศาเซลเซียสและไม่ควรต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส พื้นที่ปลูกไม่ควรสูงกว่า 600 เมตรจากระดับน้ำทะเลและไม่มีลมแรง (Wood, 1975) การปลูกโกโก้สามารถปลูกแบบพืชร่วมและพืชเดี่ยวได้ แต่การจัดการแปลงจะมีความแตกต่างกัน ในโกโก้ที่มีอายุน้อยกว่า 1 ปี ต้องการแสงประมาณ 30% เมื่อออกดอกติดผลจะต้องการแสงมากขึ้น ประมาณ 70% ดังนั้นหากปลูกโกโก้ในพื้นที่ที่ไม่เหมาะสมต้องมีแนวทางในการบริหารจัดการแปลงเพื่อให้สามารถปลูกโกโก้ได้ ทั้งนี้ต้องพิจารณาถึงต้นทุนการผลิตที่อาจจะเพิ่มขึ้นด้วย ทั้งการจัดการน้ำและดิน การจัดการเรื่องโรคและแมลงศัตรูพืช นอกจากนี้เกษตรกรยังไม่เข้าใจถึงวิธีการปลูก การดูแลรักษา การตัดแต่งกิ่ง การเก็บเกี่ยวและการแปรรูปที่ถูกต้อง เนื่องจากโกโก้เป็นพืชใหม่ที่เพิ่งได้รับความสนใจ ดังนั้นเมื่อได้แนวทางการจัดการที่เหมาะสมในแต่ละพื้นที่จะดำเนินการถ่ายทอดความรู้ให้แก่เกษตรกรในพื้นที่ต่อไป จึงต้องมีการศึกษาศักยภาพของพันธุ์และเทคโนโลยีเพื่อให้สามารถนำข้อมูลมาปรับใช้ในพื้นที่ปลูกที่มีสภาพแวดล้อมแตกต่างกันได้อย่างเหมาะสม

เนื่องจากปัจจุบันการผลิตเมล็ดโกโก้แบบเป็นการผลิตรายย่อย เกษตรกรและผู้ประกอบการยังขาดความรู้ในการหมักและการแปรรูปโกโก้ทำให้ไม่สามารถควบคุมคุณภาพโกโก้ของแต่ละครัวเรือนได้ อีกทั้งบริษัทผลิตช็อกโกแลตขนาดใหญ่ในเมืองไทยเป็นบริษัทต่างชาติซึ่งมีวิธีการแปรรูปที่เป็นความลับเพื่อให้ได้รสชาติแตกต่างและมีการควบคุมคุณภาพการผลิต โกโก้ที่ผลิตในประเทศไทยยังมีปริมาณไม่มากพอและควบคุมคุณภาพได้ไม่ดี จึงเป็นปัญหาในการส่งเป็นวัตถุดิบให้กับอุตสาหกรรมรายใหญ่หรือส่งออกต่างประเทศได้ ในการพัฒนาเทคโนโลยีการหมักเมล็ดโกโก้ให้มีคุณภาพดี เนื่องจากการแปรรูปโกโก้เป็นขั้นตอนหลังการเก็บเกี่ยวที่มีความซับซ้อนเช่นเดียวกับการแปรรูปกาแฟ อย่างไรก็ตามการหมักโกโก้เป็นการหมักแบบแห้งซึ่งแตกต่างจากเทคโนโลยีการหมักกาแฟที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน การเลือกใช้จุลินทรีย์และกรรมวิธีการหมักเป็นขั้นตอนสำคัญที่ส่งผลต่อคุณภาพเมล็ดโกโก้และช็อกโกแลต เมล็ดโกโก้ที่ไม่ผ่านกระบวนการหมักหรือการหมักที่เกิดขึ้นแบบไม่สมบูรณ์จะให้กลิ่นรสไม่ดี ซึ่งในขั้นตอนของการหมักโกโก้ตามธรรมชาตินั้นใช้เวลาประมาณ 7 วัน โดยอาศัยจุลินทรีย์จากธรรมชาติได้แก่ แบคทีเรียแลคติก แบคทีเรียอะซิติก และยีสต์ โดยในระหว่างการหมักนี้จุลินทรีย์จะทำหน้าที่หลักในการสร้างสารเคมีเพื่อยับยั้งการเจริญของเมล็ดโกโก้และยังสร้างตั้งต้นของกลิ่นรสในโกโก้ด้วย ในระบบการแปรรูปโกโก้จะมีวัสดุที่เหลือใช้ ได้แก่ เปลือกหุ้มเมล็ดโกโก้ เนื้อผลโกโก้ จึงควรมีการศึกษาและพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อใช้ประโยชน์จากผลโกโก้ทุกส่วน ได้แก่ การผลิตชาจากเปลือกหุ้ม

เมล็ดโกโก้ การผลิตเครื่องดื่มจากเนื้อของผลโกโก้ เพื่อลดปริมาณของเสีย เพิ่มรายได้ให้เกษตรกรและผู้ประกอบการขยายกลุ่มของผู้บริโภคให้มีความหลากหลายขึ้น

มะคาเดเมียเป็นพืชอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพในการผลิตเฉพาะพื้นที่ ด้วยเหตุพื้นที่ที่เหมาะสมกับ มะคาเดเมียมีจำกัด ในการพัฒนาพันธุ์ให้กระจายพื้นที่ให้มากขึ้นบนพื้นฐานการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ มะคาเดเมียเป็นพืชที่ไม่ทิ้งใบในช่วงแล้ง สามารถช่วยอุ้มน้ำในต้นน้ำลำธารได้และรักษาสภาพแวดล้อม จึงพัฒนาพันธุ์ที่เหมาะสมในพื้นที่ระดับสูงจากน้ำทะเล 400 และ 700 เมตรเพื่อขยายพื้นที่ปลูก ตลอดจนพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตเพื่อเพิ่มผลิตภาพการผลิตให้เพียงพอกับความต้องการตลาด ลดการนำเข้า ปัญหาที่พบในการผลิตมะคาเดเมีย คือ ระยะเวลาเริ่มให้ผลผลิตค่อนข้างนาน (5-7ปี) ส่งผลให้ผู้ปลูกขาดรายได้ในช่วงเวลานั้น ขาดพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับปลูกในระดับต่ำกว่า 700 เมตร เกษตรกรขาดองค์ความรู้ในการผลิตมะคาเดเมียแบบครบวงจร ทำให้ผลผลิตต่ำ และมีคุณภาพไม่สม่ำเสมอ และเกษตรกรขาดต้นพันธุ์ดี พื้นที่ปลูกที่เหมาะสมจำกัด ทำให้มีพื้นที่ปลูกน้อย ส่งผลให้ผลผลิตไม่พอต่อความต้องการของตลาด จึงวิจัยพัฒนาพันธุ์มะคาเดเมียต่อเนื่องในการวิจัยพันธุ์ในปี 2535-2564 นำมาศึกษาต่อในปี 2565-2567 เนื่องจากมะคาเดเมียเริ่มออกดอกและติดผลเมื่ออายุ 5-7 ปีหลังจากปลูกขึ้นไปขึ้นกับอุณหภูมิที่เหมาะสม (อุณหภูมิต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส นานประมาณ 1 เดือนถึงจะพัฒนาตาดอกได้) จึงใช้ระยะเวลามากกว่า 10 ปี ขึ้นไปสำหรับเก็บข้อมูล เพราะมะคาเดเมียจะให้ผลผลิตเต็มที่ในช่วงอายุ 10-12 ปี เพื่อเสนอขอพันธุ์แนะนำมะคาเดเมียชุดใหม่ในปี 2567 ปัจจุบันมะคาเดเมียมีอายุมากขึ้น ประกอบกับสภาพแวดล้อมและสภาพอากาศเปลี่ยนแปลงไป ทำให้เทคโนโลยีเดิมที่ใช้ต้องพัฒนาเพื่อปรับใช้ให้เหมาะสม ดังนั้นในปี 2565-2567 จึงต้องมีการการวิจัยและศึกษาการตัดแต่งกิ่งในต้นมะคาเดเมียอายุ 30 ปี การจัดการปุ๋ยและปุ๋ยชีวภาพในสวนมะคาเดเมียที่มีอายุ 8-10เพื่อให้ได้เทคโนโลยีการจัดการผลผลิตมะคาเดเมีย ณ จุดคุ้มทุน และศึกษาการขยายพันธุ์มะคาเดเมียโดยการเสียบกิ่ง โดยศึกษาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตร่วมกับการควั่นกิ่ง เพื่อแก้ไขปัญหาการผลิตต้นพันธุ์ไม่เพียงพอกับความต้องการ เพื่อเป็นข้อมูลขยายผลสู่เกษตรกร เพื่อให้มีรายได้และความเป็นอยู่ดีขึ้นอย่างยั่งยืน

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1) พัฒนาพันธุ์กาแฟอะราบิกาผลผลิตดี ทนโรค คุณภาพรสชาติดี อย่างน้อย 1 พันธุ์ และทราบเครื่องหมายโมเลกุลของยีน Caffeine synthase ที่สัมพันธ์กับปริมาณคาเฟอีนในกาแฟอย่างน้อย 1 ต้นแบบ และได้เทคนิคและสูตรอาหารที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกาแฟอะราบิกาลูกผสมของกรมวิชาการเกษตรอย่างน้อย 1 วิธีการ

2) ได้พันธุ์กาแฟโรบัสตาที่ให้ผลผลิตสูง คุณภาพดี จำนวนครั้งการเก็บเกี่ยวน้อย อย่างน้อย 1 พันธุ์

3) ได้เทคโนโลยีการจัดการดินและธาตุอาหารเพื่อการผลิตกาแฟอะราบิกาและองค์ความรู้เกณฑ์ระดับมาตรฐานของธาตุอาหารในดินและใบสำหรับนำไปใช้ในการประเมินความต้องการธาตุอาหารเพื่อพัฒนาคำแนะนำการใช้ปุ๋ยที่เหมาะสมสำหรับผลิตกาแฟอะราบิกา

4) ได้ปริมาณรอยเท้าน้ำ สัมประสิทธิ์การใช้น้ำ และปัจจัยที่มีผลต่อความเครียดกับสมดุลน้ำเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ในการจัดทำคำแนะนำการให้น้ำสำหรับกาแฟอะราบิกาในสภาวะการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

5) ได้ข้อมูลการให้ผลผลิตและการปรับตัวของโกโก้แต่ละพันธุ์ในพื้นที่และสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันตลอดจนแนวทางในการจัดการแปลงที่เหมาะสมในแต่ละพื้นที่เพื่อเพิ่มผลผลิตโกโก้

6) สร้างมูลค่าเพิ่มจากการใช้เทคโนโลยีชีวภาพเพื่อการพัฒนากระบวนการใหม่แก่กาแฟและโกโก้ เกิดเป็นนวัตกรรมต้นแบบอย่างน้อย 4 ผลิตภัณฑ์

7) พัฒนาเทคโนโลยีต้นแบบการหมัก การบ่ม การเติมด่าง การสกัดสาร Coffee silverskin Extract เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ ต่อยอดการพัฒนาบรรจุภัณฑ์จากวัสดุเหลือใช้ในภาคอุตสาหกรรมกาแฟและโกโก้อย่างน้อย 4 กระบวนการ

8) ส่งเสริมพัฒนาข้อมูลความหลากหลายทางชีวภาพของจุลินทรีย์ การใช้ฐานทรัพยากรชีวภาพจากการแปรรูปพืชอุตสาหกรรมเพื่อต่อยอดการพัฒนาเกษตร 5.0 เพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์เดิมสู่กาแฟพิเศษและโกโก้คุณภาพมูลค่าสูงจากเดิมไม่น้อยกว่าร้อยละ 25 ภายในปี 2567

กรมวิชาการเกษตร

9) ได้พันธุ์มะคาเดเมียพันธุ์แนะนำพันธุ์ใหม่ที่เหมาะสำหรับปลูกบนพื้นที่สูงที่ระดับน้ำทะเลแตกต่างกัน และชุดเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับขยายผลสู่เกษตรกรในแหล่งปลูก

ขอบเขตการศึกษา

1. ปรับปรุงพันธุ์กาแฟเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน โดยการพัฒนาพันธุ์กาแฟโรบัสตา ให้ผลผลิตสูง น้ำหนักเมล็ดดี ส่วนในการพัฒนาพันธุ์กาแฟอะราบิกาเพื่อได้พันธุ์ที่มีผลผลิตปานกลาง-สูง ต้านทานโรค รสชาติดี และทราบเครื่องหมายโมเลกุลของยีน Caffeine synthase ที่สัมพันธ์กับปริมาณคาเฟอีนในกาแฟ และได้เทคนิคและสูตรอาหารที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกาแฟอะราบิกาลูกผสมของกรมวิชาการเกษตรเพื่อเตรียมพร้อมในการกระจายพันธุ์ลูกผสมต่อไป

2. วิจัยและพัฒนาคำแนะนำการจัดการดินและธาตุอาหารในการผลิตกาแฟอะราบิกา โดยการประเมินความต้องการธาตุอาหาร ทดสอบการตอบสนองต่อปุ๋ยและการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยในการผลิต และนำข้อมูลที่ได้มาประยุกต์ใช้เพื่อลดการสูญเสียธาตุอาหาร เพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยเคมีด้วยปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยชีวภาพ และการใช้ปุ๋ยแบบผสมผสานจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร และศึกษาการจัดการดินโดยการใช้ปุ๋ยแบบผสมผสาน แล้วประเมินผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ จะทำให้ได้ข้อมูลที่สามารถพัฒนาไปเป็นคำแนะนำการใช้ปุ๋ยสำหรับกาแฟอะราบิกาได้

3. วิจัยการจัดการน้ำเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของกาแฟอะราบิกา โดยวิจัยการศึกษารอยเท้าน้ำ ในการผลิตกาแฟอะราบิกา และการประเมินความต้องการน้ำของกาแฟต่อการเจริญเติบโตและผลผลิต ค่าการใช้น้ำของพืชในสภาวะแท้จริง ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช ประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืช ซึ่งจะได้คำแนะนำการให้น้ำที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพของกาแฟอะราบิกา

4. การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเพิ่มผลผลิตโกโก้เพื่อรองรับเกษตรกรรมยั่งยืน โดยศึกษาเพื่อให้ได้แนวทางในการจัดการแปลงเพื่อเพิ่มผลผลิตโกโก้ให้ได้ทั้งปริมาณและคุณภาพ นำพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงไปปลูกในภาคต่าง ๆ เพื่อดูศักยภาพของพันธุ์ในแต่ละแห่ง และหาแนวทางในการจัดการแปลงให้เหมาะสมกับพื้นที่และถ่ายทอดความรู้แก่เกษตรกรในพื้นที่ต่อไป

5. พัฒนานวัตกรรมการแปรรูปกาแฟและโกโก้คุณภาพและการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้สู่ระบบการพัฒนาเกษตรหมุนเวียน โดยพัฒนาเทคโนโลยีต้นแบบการหมัก การบ่ม เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ ต่อยอดการพัฒนาบรรจุภัณฑ์จากวัสดุเหลือใช้ในภาคอุตสาหกรรม การสร้างมูลค่าเพิ่มและขับเคลื่อน BCG economy จากฐานความหลากหลายชีวภาพของกาแฟและโกโก้

5.1 พัฒนาการผลิตกาแฟพิเศษโดยหมักบ่มกาแฟและการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้สู่ระบบการพัฒนาเกษตรหมุนเวียน มุ่งเน้นพัฒนานวัตกรรมโดยใช้เทคโนโลยีชีวภาพพัฒนาการแปรรูปกาแฟอะราบิกาและกาแฟโรบัสตาชนิดพิเศษ เพื่อเพิ่มคุณภาพและยกระดับมาตรฐานการผลิตผ่านการพัฒนากระบวนการแปรรูป การหมัก การพัฒนาหัวเชื้อพร้อมใช้ การบ่มกาแฟและการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้ เพิ่มมูลค่าขับเคลื่อนเศรษฐกิจชีวภาพ และการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรสู่เศรษฐกิจหมุนเวียน

5.2 วิจัยและพัฒนาการแปรรูปโกโก้คุณภาพและพัฒนาการใช้ประโยชน์วัสดุเหลือใช้จากการแปรรูป มุ่งเน้นพัฒนาเทคโนโลยีการแปรรูปโกโก้คุณภาพและการใช้ประโยชน์จากผลผลิตพลอยได้จากการแปรรูปโกโก้ เพื่อยกระดับผลิตภัณฑ์จากโกโก้ให้มีคุณภาพเทียบเท่ากับนานาชาติ ลดการสูญเสียวัตถุดิบ ลดปริมาณขยะ เตรียมพร้อมสำหรับการส่งเสริมให้เกษตรกรเพิ่มพื้นที่เพาะปลูกและรองรับผลผลิตโกโก้ของประเทศไทยที่สูงขึ้น

6. วิจัยพันธุ์และเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มคุณภาพผลิตภาพการผลิตมะคาเดเมียอย่างยั่งยืน เพื่อให้ได้พันธุ์ที่มีลักษณะดีเหมาะสมกับพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลตั้งแต่ 400 เมตรขึ้นไป ในด้านเทคโนโลยีการผลิตได้ทำการศึกษาการจัดการสวน การจัดการปุ๋ยในสวนมะคาเดเมีย เพื่อให้ได้เทคโนโลยีการจัดการผลผลิตมะคาเดเมีย ณ จุดคุ้มทุน เพื่อเป็นข้อมูลขยายผลสู่เกษตรกร ในการผลิตอย่างยั่งยืนให้มีรายได้และความเป็นอยู่ดีขึ้น และสร้างความยั่งยืนของสภาพแวดล้อม

กรมวิชาการเกษตร

นิยามศัพท์

ค่าวิกฤตของธาตุอาหารพืช (critical nutrient concentration) = ค่าความเข้มข้นของธาตุอาหารในพืชหรือส่วนของพืชซึ่งถ้าความเข้มข้นสูงกว่านี้พืชจะไม่ให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มธาตุอาหาร และถ้าความเข้มข้นต่ำกว่านี้พืชจะให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มธาตุอาหาร

Pod Index = จำนวนผลโกโก้สดที่นำมาแปรรูปเป็นเมล็ดโกโก้แห้งได้ 1 กิโลกรัม

เปอร์เซ็นต์เนื้อในหลังกะเทาะ (% kernel) = $\frac{\text{น้ำหนักเนื้อใน} \times 100}{\text{น้ำหนักทั้งเมล็ด}}$

เปอร์เซ็นต์เนื้อในเกรด 1 (% floating) = ได้จากการสุ่มเนื้อใน 100 เมล็ดไปลอยในน้ำสะอาด เมล็ดที่ลอยถือว่าเป็นเกรด 1 โดยเนื้อในที่ลอยถือว่ามีเปอร์เซ็นต์น้ำมันเกิน 72% จัดเป็นเกรด 1

เปอร์เซ็นต์เกรด 1 เนื้อใน (% recovery) = $\frac{\text{เปอร์เซ็นต์เนื้อในหลังกะเทาะ} \times \text{เปอร์เซ็นต์เนื้อในลอยน้ำ}}{100}$

กรมวิชาการเกษตร

บทที่ 2 วิธีการดำเนินงาน

1.วิธีการดำเนินการวิจัย

โครงการวิจัยย่อยที่ 1 การปรับปรุงพันธุ์กาแฟเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน

กิจกรรมที่ 1 วิจัยและปรับปรุงพันธุ์กาแฟอะราบิกา ระยะที่ 2 มี 5 การทดลอง ได้แก่

การทดลองที่ 1.1 เปรียบเทียบและทดสอบกาแฟอะราบิกา Sarchimor ลูกผสมชั่วที่ 6 ของสายพันธุ์คัด

สิ่งที่ใช้ในการทดลอง

1. วัสดุและอุปกรณ์การเกษตรได้แก่

1.1 ต้นพันธุ์กาแฟอะราบิกา จำนวน 10 สายพันธุ์ได้แก่

1.1.1 ลูกผสมชั่วที่ 6 สายต้นคัด จำนวน 8 สายพันธุ์ ได้แก่ CIFC No.1-T8, CIFC No.1-T15, CIFC No.1-T16, CIFC No.1-T51, CIFC No.2-T10, CIFC No.2-T14, CIFC No.2-T21 และ CIFC No.2-T27

1.1.2 พันธุ์อ่อนแอต่อโรคราสนิม จำนวน 1 พันธุ์ได้แก่ Caturra

1.1.3 พันธุ์รับรอง จำนวน 1 พันธุ์ได้แก่ CIFC7963-13-28 (เชียงใหม่80)

1.2 อื่นๆ ได้แก่เครื่องชั่งน้ำหนัก ตาข่าย ถุง ตะกร้า ชั้นวาง ปุ๋ยคอก (มูลไก่ มูลวัว) ปุ๋ยเคมี (15-15-15 18-46-0 46-0-0 0-0-60) โดโลไมด์ ฟางข้าว เป็นต้น

2. วัสดุวิทยาศาสตร์ สำหรับประเมินการเจริญเติบโต ความต้านทานโรค และผลผลิต

3. วัสดุสำนักงานได้แก่ กล้องถ่ายรูป กระดาษ ดินสอ ปากกา เป็นต้น

4. วัสดุคอมพิวเตอร์ ได้แก่ เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ หมึกพิมพ์ เครื่องพรินท์

แบบและวิธีการทดลอง แผนการทดลองแบบ RCBD มี 10 กรรมวิธี (พันธุ์) 3 ซ้ำๆ ละ 25 ต้น ได้แก่

กรรมวิธีที่ 1 CIFC No.1-T8

กรรมวิธีที่ 2 CIFC No.1-T15

กรรมวิธีที่ 3 CIFC No.1-T16

กรรมวิธีที่ 4 CIFC No.1-T51

กรรมวิธีที่ 5 CIFC No.2-T10

กรรมวิธีที่ 6 CIFC No.2-T14

กรรมวิธีที่ 7 CIFC No.2-T21

กรรมวิธีที่ 8 CIFC No.2-T27

กรรมวิธีที่ 9 CIFC 7963-13-28 (เชียงใหม่ 80) พันธุ์เปรียบเทียบเป็นพันธุ์รับรอง

กรรมวิธีที่ 10 Caturra (พันธุ์เปรียบเทียบอ่อนแอต่อโรคราสนิม)

วิธีปฏิบัติการทดลอง

การทดลองย่อยที่ 1 นำเมล็ดกาแฟของ Sachimor ชั่วที่ 6 (F6) จากต้นแม่ (F5) จากแปลงทดลองของศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง: 1432 ม. จากระดับน้ำทะเล) อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่ มาเพาะเป็นต้นกล้า จำนวนกรรมวิธีละ 50 ต้น อนุบาลจนมีใบจริง 4-5 คู่ใบ ทั้งนี้ให้เพาะเมล็ดพันธุ์ Typica (T980) พร้อมกันไปเพื่อใช้เป็นพันธุ์อ่อนแอในการประเมินการเป็นโรคราสนิมในระดับห้องปฏิบัติการ ที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย ดังนี้

1. เก็บรวบรวมเชื้อรา *Hemiliea vastatrix* Berk & Br. โดยขูดจากใบที่เป็นโรค เพื่อใช้ปลูกเชื้อ

2. คัดเลือกต้นกล้าที่สมบูรณ์และมีใบจริง 4-5 คู่ใบ มาทดสอบความต้านทานต่อโรคราสนิม (*Hemiliea vastatrix* Berk & Br.) ในสภาพควบคุม (โรงเรือน)

3. ทำการปลูกเชื้อ (inoculate) เชื้อ *Hemiliea vastatrix* Berk & Br. จำนวน 2 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 1 เดือน ในการปลูกเชื้อโดยนำ uredospore ของเชื้อราโดยขูดจากใบที่เป็นโรค ใส่ใน petri-dish ที่มีน้ำกลั่น (นึ่งฆ่า

กรมวิชาการเกษตร

เชื้อแล้ว) 1 ชั่วโมง แล้วกรองด้วยกระดาษกรอง จากนั้นนำ uredospore มาทำ spore suspension ประมาณ 300 ซีซี แล้วบ่ม (incubate) ไว้ในอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ประมาณ 3-5 ชั่วโมง จากนั้นนำ spore suspension มาพ่นด้วย atomizer กับต้นกล้ากาแฟในตู้พลาสติกขนาดประมาณ 2.0x1.0x1.0 เมตร ซึ่งสามารถควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ 90-92 เปอร์เซ็นต์ ในห้องปรับอากาศที่ควบคุมอุณหภูมิ 21-24 องศาเซลเซียส ในเวลากลางคืนประมาณ 20.00 น. เป็นต้นไป ควรเก็บในที่มืด เนื่องจากแสงมีอิทธิพลต่อการความงอกของ uredospore ของเชื้อรา หลังจากพ่นเชื้อราแล้วต้องเก็บในที่มืด 1 คืน ช่วงเช้าเวลาประมาณ 8.00 น. จึงนำกล้ากาแฟมาเก็บในเรือนเพาะชำเพื่อสังเกตอาการของโรค ทั้งนี้หากต้นที่เป็นโรคราสนิมแล้ว ไม่ต้องปลูกเชื้อ (inoculate) ซ้ำ โดยปลูกเชื้อห่างจากครั้งแรกนาน 1 เดือน

4.การเก็บข้อมูลให้นับจำนวนต้นที่เป็นโรคราสนิม จากการปลูกเชื้อต้นกล้ากาแฟจำนวนต้นกล้าต่อพันธุ์ เกณฑ์การคัดเลือกต้น โดยคัดเลือกพันธุ์ที่ไม่เป็นโรคราสนิมเกินกว่า 96 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูตรคำนวณคือ

$$\text{เปอร์เซ็นต์ต้านทานโรคราสนิม} = \frac{\text{จำนวนต้นกล้าที่ไม่เป็นโรคราสนิม} \times 100}{\text{จำนวนต้นกล้าที่ปลูกเชื้อ}}$$

การทดลองย่อยที่ 2 นำเมล็ดกาแฟของ Sachimor ชั่วที่ 6 (F6) จากต้นแม่ (F5) จากแปลงทดลองของศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง: 1432 ม. จากระดับน้ำทะเล) อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่ มาเพาะเป็นต้นกล้าที่สมบูรณ์จำนวนกรรมวิธีละ 25 ต้นและมีใบจริง 4-5 คู่ใบ และปลูกในสภาพธรรมชาติ ใน 2 สถานที่ตามกรรมวิธี ได้แก่ ศกล.ชม. (ขุนวาง) และ ศพ.กส.ชร. (วาวี) โดยประเมินความเป็นโรคราสนิมในสภาพธรรมชาติทุกเดือน ซึ่งปกติเกณฑ์การคัดเลือกคือ มีความต้านทานต่อโรคราสนิม 95 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป ซึ่งสูตรคำนวณคือ

$$\text{เปอร์เซ็นต์ต้านทานโรคราสนิม} = \frac{\text{จำนวนต้นที่ไม่เป็นโรคราสนิม} \times 100}{\text{จำนวนต้นที่ปลูก}}$$

เปอร์เซ็นต์การระบาดของโรคราสนิมกาแฟ โดยประเมินจากเปอร์เซ็นต์การสูญเสียพื้นที่ใบ คือ ในแต่ละต้นที่ทดลอง จะติดป้ายแสดงหมายเลข (1-12) แบ่งต้นกาแฟเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนโคน ส่วนกลาง และส่วนยอด ซึ่งแต่ละส่วนแบ่งเป็น 4 ทิศ คือ ทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก โดยติดป้ายแสดงหมายเลข 1-4 บริเวณส่วนโคนต้น หมายเลข 5-8 บริเวณส่วนกลางต้น และหมายเลข 9-12 บริเวณส่วนยอด เพื่อประเมินความรุนแรงของการระบาดของโรคราสนิมกาแฟ จากกิ่งที่ติดป้าย ในบริเวณที่ติดป้ายแต่ละส่วนดังนี้

- ส่วนต้น กำหนดให้ทั้งต้น คิด 100 เปอร์เซ็นต์ ดูการระบาดของโรคราสนิมว่าเป็นกี่เปอร์เซ็นต์
- ส่วนกิ่ง กำหนดให้ทั้งกิ่ง คิด 100 เปอร์เซ็นต์ ดูการระบาดของโรคราสนิมว่าเป็นกี่เปอร์เซ็นต์
- ส่วนใบ กำหนดให้ทั้งใบ คิด 100 เปอร์เซ็นต์ ดูการระบาดของโรคราสนิมว่าเป็นกี่เปอร์เซ็นต์

จากนั้นหาค่าเฉลี่ยทั้งสามส่วน สำหรับแบบประเมินเป็นแบบที่ปรับมาจากการประเมินของ ศูนย์วิจัยโรคราสนิม (Coffee Leaf Rust Research Centre: CIFC) โดย D'Oliveira (1954-1957) และ นายศุภชัย ลีลจำเนียร นักวิชาการโรคพืช กรมวิชาการเกษตร โดย Eskes และ Toma-Braghini (1981) ซึ่งทางโครงการวิจัยและปรับปรุงพันธุ์กาแฟอะราบิกาโดยวิธีการผสมพันธุ์ (อุทัย และคณะ, 2556) ได้ปรับวิธีการในการประเมินผลความต้านทานของกาแฟต่อเชื้อราสนิม (Hemileia vastatrix) ภายใต้การชี้แนะและให้คำปรึกษาจากผู้เชี่ยวชาญด้านโรคราสนิม Dr. Vitor Pinto Varzea จาก CIFC

การบันทึกข้อมูล

1.การเจริญเติบโต ได้แก่ ขนาดเส้นรอบวงโคนต้น, ความสูง, ทรงพุ่ม, อัตราการเพิ่มขนาดของเส้นรอบวงโคนต้น, ความยาวระหว่างข้อของลำต้น, ความยาวระหว่างกิ่งที่ให้ผล (กิ่งล่าง 3 กิ่ง, กิ่งจากส่วนกลาง 4 กิ่ง และกิ่งจากส่วนปลายของลำต้น 3 กิ่ง)

2. ผลผลิต ได้แก่ ผลผลิต (น้ำหนักของสารกาแฟที่ความชื้น 12%) เปอร์เซ็นต์สารกาแฟแยกตามขนาด (ตามมาตรฐาน มกอช., 2560) ลักษณะการเกิด Pea berry ลักษณะทางกายภาพของเมล็ดกาแฟ

กรมวิชาการเกษตร

3. ความเป็นโรคราสนิมในสภาพแปลง ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ต้านทานโรคราสนิม เปอร์เซ็นต์การระบาดของโรคราสนิมกาแฟ ลักษณะอาการของโรคที่พบ

4. การใช้เครื่องหมายโมเลกุลในการตรวจสอบลายพิมพ์ดีเอ็นเอของกาแฟอะราบิกา ตรวจหากลุ่มยีนที่เกี่ยวข้องกับการความต้านทานโรคราสนิม

5. องค์ประกอบทางเคมีในเมล็ดกาแฟ และคุณภาพการชิม

ระยะเวลาดำเนินการทดลอง ต.ค 2564-ก.ย.2567

สถานที่ดำเนินการทดลอง

1. ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) (สูงจากระดับน้ำทะเล 1400 ม.)
2. ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเชียงราย (วาวี) (สูงจากระดับน้ำทะเล 1300 ม.)
3. ห้องปฏิบัติการโรคพืชศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย
4. ห้องปฏิบัติการศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น
5. สำนักงานของศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่

เดิมมีแผนที่จะดำเนินการใช้เครื่องหมายโมเลกุลในการตรวจสอบลายพิมพ์ดีเอ็นเอของกาแฟอะราบิกา พร้อมตรวจหากลุ่มยีนที่เกี่ยวข้องกับการความต้านทานโรคราสนิมแบบจำลองโครงสร้างทางพันธุกรรมในระดับดีเอ็นเอของกลุ่มประชากรที่ต้านทานต่อโรคราสนิมในทุกต้นทดลองในแต่ละปี เพื่อทำให้ลดระยะเวลาการทดลองให้สั้นลง จึงดำเนินการแก้ไขในวิธีดำเนินการวิจัย คือ ตรวจเฉพาะสายพันธุ์ที่มีความต้านทานทั้งในสภาพโรงเรือนและในสภาพธรรมชาติเหมือนกันโดยปี 2565-2566 ดำเนินการทดสอบปฏิกิริยาของเชื้อราสนิมต่อสายพันธุ์กาแฟโดยวิธี Pathogenicity test พร้อมตรวจสอบยีนและการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับการแสดงความต้านทานโรคราสนิมในกาแฟอะราบิกา ร่วมกับการทดสอบความต้านทานต่อโรคราสนิม ด้วยวิธี inoculation ในสภาพควบคุม (โรงเรือน) และปี 2567 ดำเนินการใช้เครื่องหมายโมเลกุลในการตรวจสอบลายพิมพ์ดีเอ็นเอของกาแฟอะราบิกา

ดังนั้น ในปี 2565 มีวิธีปฏิบัติการทดลอง ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การทดสอบปฏิกิริยาความต้านทานโรคราสนิมกาแฟต่อสายพันธุ์กาแฟอะราบิกา

1.1 เก็บรวบรวมเชื้อราสนิม *Hemilea vastatrix* Berk.&Br.

สำรวจและเก็บรวบรวมสปอร์ราสนิมในพื้นศูนย์วิจัยและพัฒนาเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ จากแปลงรวบรวมพันธุ์กาแฟ สังเกตอาการใบกาแฟที่มีอาการใบจุดเหลือง ใต้ใบจะมีสปอร์ฟูมีสีเหลือง โดยใช้พู่กันขูดเก็บ uredospore ใส่ในหลอด microcentrifuge tube ขนาด 1.5 มิลลิลิตร ยืนยันเชื้อสาเหตุโรคราสนิมโดยการส่องภายใต้กล้องสเตอริโอดูลักษณะ uredospore เก็บที่อุณภูมิ 4 องศาเซลเซียส

1.2 รวบรวมตัวอย่างใบกาแฟพันธุ์กาแฟอะราบิกา

เก็บใบกาแฟที่อายุใบเท่ากันไม่อ่อนหรือแก่จนเกินไป ลักษณะใบที่ไม่มีตำหนิและไม่มีการเกิดโรคราสนิม บันทึกตำแหน่งพิกัดที่ต้นและตัวอย่างที่เก็บให้ตรงกัน

1.3 ทดสอบปฏิกิริยาความต้านทานของกาแฟอะราบิกา

นำใบกาแฟที่เก็บรวบรวมมาทำความสะอาดด้วยน้ำนึ่งฆ่าเชื้อพักให้ใบแห้ง ใช้ cock borer ขนาด 2.5 เซนติเมตร เจาะบริเวณเนื้อใบ จำนวน 5 ชิ้นต่อ 1 ซ้ำต่อใบ วางในเพลทแก้วที่นึ่งฆ่าเชื้อ ขนาด 9 เซนติเมตร ที่มีกระดาษกรองชื้นรองพื้น โดยวางลักษณะหงายใต้ใบขึ้น ใช้ปลายเข็มปลอดเชื้อเตรียมสารแขวนลอยสปอร์จาก uredospore ของราสนิมกาแฟ ละลายน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อตรวจนับสปอร์ด้วย haemacytometer ส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ปรับระดับความเข้มข้นที่ 1.5×10^5 สปอร์และมิลลิลิตร และเติม 0.01% Tween R 80 จำนวน 1 หยอดต่อสารแขวนลอยสปอร์ 20 มิลลิลิตร ดูดสารแขวนลอยสปอร์ปริมาตร 30 ไมโครลิตร หยดบนชิ้นใบกาแฟ กรรมวิธีควบคุมนั้นใช้น้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ) ปิดฝาเพลทแล้วนำไปบ่มที่มืดอุณหภูมิ 22+2 องศาเซลเซียส และความชื้น 95-100 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำออกมาให้แสง 16 ชั่วโมง สังเกตอาการที่เกิดขึ้นบนชิ้นใบกาแฟที่ 7 และ 10 วัน

1.4 ประเมินการเกิดแผลบนใบกาแฟ

นำใบกาแฟที่ผ่านการปลูกเชื้อด้วยราสนิมกาแฟมาวัดขนาดของแผลที่เกิดขึ้นโดยวัดแนวเส้นผ่านศูนย์กลางของแผลที่เกิดขึ้นในวันที่ 7 และ 10 วัน โดยหาค่าเฉลี่ยและการคำนวณทางสถิติหาความแตกต่างเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม

ขั้นตอนที่ 2 การตรวจยีนต้านทานโรคราสนิม:

2.1 การแยกความแตกต่างของยีนต้านทานโรคราสนิมด้วยเทคนิค HRM และการวิเคราะห์ลำดับนิวคลิโอไทด์

วิธีการทดลอง : เก็บตัวอย่างใบ ทำการสกัดดีเอ็นเอ ตรวจสอบชิ้นส่วนยีนเป้าหมายทั้ง 7 ยีนด้วยเทคนิคพีซีอาร์โดยไพร์เมอร์ทั้งอ้างอิงตาม Ramiro และคณะ (2009) ดังนี้

CaPR1b*(DQ335594)	F-GATTACCTGGACGCCCATAA	R-GCTGCCAGGTTTTCTCCATA
CaPR10 *(CF589103)	F- GCCACCATCCTTGAAGAGAA	R-CAACTCTCTGCTTGGCAGTCT
CaR111 *(CF589193)	F-TCCAAATCGCTTCGACACC	R-GAGACGTCTTGCAAGGTTTTGA
CaGT *(CO773975)	F-ACTCCAGCAACAACCACCATTA	R-GTTGCGGTTTGTATATGGAGATTG
CaWRKY1*(CO773974)	F-TGCAACAAGGACAGCACCAG	R-CGTGATCGCGGCCGT
CaRLK *(CF589181)	F-ATGGGAGAAAAGAATGGCAGAAG	R-GGCCAATTACAGTTTGAAAACACC
CaUbiquitin *(AF297089)	F- AACATTGAGGGTGGTTCTGTTC	R-GCAGAAAACCAACTAAGACCTAACAA

การทำพีซีอาร์ : ปฏิกิริยา PCR ประกอบด้วย 10X buffer 1.5 µl, 2.5 mM dNTP 1.2 µl, 25 mM $MgCl_2$ 0.9 µl, 5U Taq DNA polymerase 0.3 U, DNA template 3 µl ในปริมาตรรวม 15 µl เพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยโปรแกรม Pre-incubation 95°ซ/5 นาที 1 รอบ, ตามด้วย Denaturation 95 °ซ /15 วินาที Annealing 57 °ซ/30 วินาที Extension 72 °ซ/40 วินาที จำนวน 40 รอบ ตามด้วย Final extension 72 °ซ/7 นาที 1 รอบ

การตรวจ Tm ด้วย Real-Time PCR : ยีนแต่ละตัวจะใช้สภาวะในการเพิ่มชิ้นส่วนยีนไม่เท่ากัน และสภาวะในการทำ Real-Time PCR กับ conventional PCR ก็แตกต่างกัน โดยจะใช้สภาวะเริ่มต้น ดังนี้ Pre-incubation 95 °ซ/10 นาที ตามด้วย Denaturation 95 °ซ /15 วินาที Annealing 58 °ซ/20 วินาที Extension 72 °ซ/40 วินาที จำนวน 45 รอบ ตามด้วย Melting Curve denaturing 95 °ซ Annealing 65 °ซ Extension 97 °ซ /5 วินาที 1 นาที Cooling 40 °ซ/30 วินาที

การตรวจลำดับเบส (sequencing) : นำตัวอย่างดีเอ็นเอที่เตรียมไว้โดยผ่านการทำให้บริสุทธิ์แล้วทำการหาลำดับเบสด้วยสารเคมีชุด ABI Big Dye Terminator v3.1 Cycle Sequencing Kit ตามตามที่วิธีที่ระบุในคู่มือ และตรวจสอบลำดับเบสด้วยเครื่อง ABI 3500 Genetic Analyzer จากนั้นอ่านผลลำดับเบสด้วยโปรแกรม Seqscap (Appliedbiosystems) มื่อได้ลำดับเบสมาแล้วนำมาเปรียบเทียบกับลำดับเบสที่อยู่ในฐานข้อมูล

ขั้นตอนที่ 3 การตรวจการแสดงออกของยีนต้านทานโรคราสนิม

การสกัดอาร์เอ็นเอ : นำตัวอย่างใบกาแฟ มาสกัด RNA โดยใช้ชุดสกัด GF-1 Total RNA Extraction kit (Vivantis, California, U.S.A.) ตามที่วิธีที่ระบุในคู่มือ จากนั้นตรวจคุณภาพของอาร์เอ็นเอด้วยวิธีอิเล็กโทรโฟริซิส วัดความเข้มข้นและความบริสุทธิ์ของอาร์เอ็นเอที่สกัดได้ด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ NanoDrop® (Thermo Fisher Scientific Inc., Wilmington, U.S.A.) กำจัดดีเอ็นเอที่อาจหลงเหลืออยู่ในสารละลายอาร์เอ็นเอด้วยเอนไซม์ DNaseI (Vivantis, California, U.S.A.) หาก RNA ที่สกัดได้มีความเข้มข้นและมีความบริสุทธิ์อยู่ในระดับที่เหมาะสม คือช่วง 2.0-2.2 จึงนำไปใช้เป็นต้นแบบในการสังเคราะห์ cDNA ด้วย Thermo Scientific RevertAid First Strand cDNA Synthesis kit (Thermo Fisher Scientific, Massachusetts, U.S.A.) โดยใช้ไพรเมอร์ชนิดออลิโกดีที (oligo dT primer) เป็นตัวตั้งต้นในการสังเคราะห์สายดีเอ็นเอสายแรก (first strand cDNA) ด้วยเครื่องพีซีอาร์ แล้วนำ

กรมวิชาการเกษตร

cDNA ที่ได้ไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ -20 °ซ เพื่อนำไปใช้ในปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอเรส (Polymerase Chain Reaction, PCR)

การสังเคราะห์ cDNA : สังเคราะห์ cDNA ด้วย Thermo Scientific RevertAid First Strand cDNA Synthesis kit (Thermo Fisher Scientific, Massachusetts, U.S.A.) โดยใช้ RNA เริ่มต้น 1µg/µl ใช้ไพร์เมอร์ชนิด Oligo(dT) 18 primer 1 µl ในปริมาตรรวม 12 µl นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 65 °ซ เป็นเวลา 5 นาที ในเครื่องพีซีอาร์ แล้วเก็บไว้ในน้ำแข็ง เตรียมส่วนผสม RT-Mix (Reaction Buffer (5X, green,) 4 µl RioLock RNase Inhibitor (20 U/µl) 1 µl dNTP mix (10 mM each) 2 µl , Revert Aid M-MuLV reverse transcriptase (200 U/µl) 1 µl เฉพาะหลอดทดสอบ ส่วนหลอด control ไม่เติม ปริมาตรรวม 20 µl นำไปสังเคราะห์ cDNA ในเครื่องพีซีอาร์โดยใช้อุณหภูมิและจำนวนรอบ ดังนี้ Pre-heating 94 °ซ/3 นาที Incubation 42 °ซ/60 นาที Heating 70 °ซ/ 5 นาที

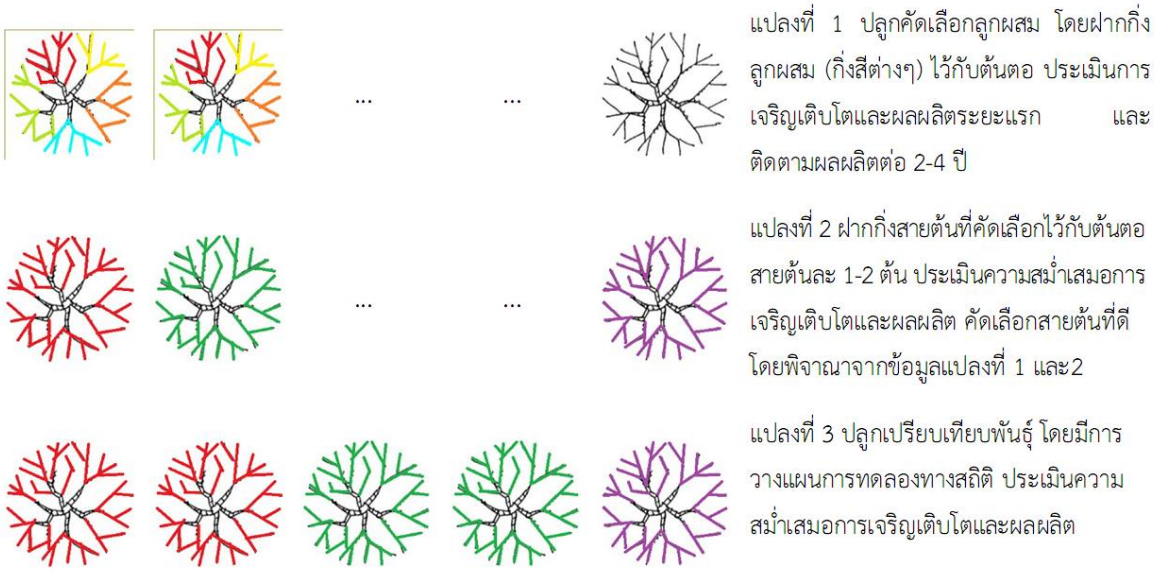
การเพิ่มปริมาณชิ้นส่วนดีเอ็นเอของยีนที่สนใจด้วยปฏิกิริยา real time PCR : การทดสอบสภาวะที่เหมาะสมในการวิเคราะห์การแสดงออกของยีนด้วยเครื่อง real-time PCR (Roche Diagnostics, Thailand) โดยส่วนประกอบที่ใช้ในการเพิ่มปริมาณชิ้นส่วนดีเอ็นเอของยีนที่สนใจ Pre-incubation 95 °ซ/10 นาที 1 รอบ ตามด้วย Denaturation 95 °ซ /15 วินาที Annealing 60 °ซ/20 วินาที Extension 72 °ซ/40 วินาที จำนวน 45 รอบ ตามด้วย Melting Curve denaturing 95 °ซ Annealing 65 °ซ Extension 97 °ซ/5 วินาที 1 นาที Cooling 40 °ซ/ 30 วินาที

การวิเคราะห์ผลการแสดงออกของยีน ใช้วิธีการวัดปริมาณแบบสัมพัทธ์ (relative quantification) ซึ่งเป็นการหาปริมาณ DNA เริ่มต้นที่ต่างกัน 2 ตัวอย่างโดยเปรียบเทียบค่า Crossing point (cp) หรือค่า threshold cycler (ct) ซึ่งค่าที่ได้จากการคำนวนจำออกมาเป็นจำนวนเท่า โดยนำค่า cp ของยีนที่ใช้เป็น reference (housekeeping gene) ใช้เป็นเป็นค่าเปรียบเทียบกับค่า cp ของยีนที่ใช้ศึกษาการแสดงออกของยีน การหาปริมาณการแสดงออกของยีน (expression level) คำนวนจากวิธี ΔΔCt (ΔΔCt method) ของ Livak and Schmittgen, (2001) จากสมการ

Ratio = $2^{-\Delta\Delta Ct}$ โดย $\Delta\Delta Ct = (Ct\ Target - reference)_{sample} - (Ct\ Target - reference)_{calibrator}$

การบันทึกข้อมูล : การเกิดแผลจากเชื้อสาเหตุโรค และการแสดงออกของยีนต้านทานต่อโรคราสนิม

การทดลองที่ 1.2 เปรียบเทียบและทดสอบกาแฟอะราบิกาลูกผสมสายต้นคัดที่ได้จากการคัดเลือกในปี 2563 (2565 - 2567)



ภาพที่ 5.18 ผังการคัดเลือกไม้ผลแบบคัดเลือกสายต้นและการปลูกเปรียบเทียบพันธุ์

กรมวิชาการเกษตร

สิ่งที่ใช้ในการทดลอง

1. วัสดุและอุปกรณ์การเกษตรได้แก่

1.1 ต้นพันธุ์กาแฟอะราบิกา จำนวน 10 สายพันธุ์ได้แก่

1.1.1 ลูกผสมชั่วที่ 1 สายต้นคัด จำนวน 8 สายพันธุ์ ได้แก่ 1) 1/1 B2T5 2) 1/4 B3T3 3) 2/12 B1T3 4) 2/12 B2T1 5) 2/12 B2T3 6) 2/27 B4T5 7) 2/22 BC B5T1 8) 2/57 BC B6T76

1.1.2 พันธุ์อ่อนแอต่อโรคราสนิม จำนวน 1 พันธุ์ได้แก่ Caturra

1.1.3 พันธุ์รับรอง จำนวน 1 พันธุ์ได้แก่ CIFC7963-13-28 (เชียงใหม่80)

1.2 อื่นๆ ได้แก่เครื่องชั่งน้ำหนัก ตาข่าย ถุง ตะกร้า ชั้นวาง ปุ๋ยคอก (มูลไก่ มูลวัว) ปุ๋ยเคมี (15-15-15 18-46-0 46-0-0 0-0-60) โดโลไมด์ ฟางข้าว เป็นต้น

2. วัสดุวิทยาศาสตร์ สำหรับประเมินการเจริญเติบโตและพัฒนาของผลผลิต

3. วัสดุสำนักงานได้แก่ กล้องถ่ายรูป กระดาษ ดินสอ ปากกา เป็นต้น

4. วัสดุคอมพิวเตอร์ ได้แก่ เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ หมึกพิมพ์ เครื่องพรินท์

แบบและวิธีการทดลอง แผนการทดลองแบบ RCBD มี 10 กรรมวิธี (พันธุ์) 3 ซ้ำๆ ละ 25 ต้น ได้แก่

กรรมวิธีที่ 1 1/1 B2T5

กรรมวิธีที่ 2 1/4 B3T3

กรรมวิธีที่ 3 2/12 B1T3

กรรมวิธีที่ 4 2/12 B2T1

กรรมวิธีที่ 5 2/12 B2T3

กรรมวิธีที่ 6 2/27 B4T5

กรรมวิธีที่ 7 2/22 BC B5T1

กรรมวิธีที่ 8 2/57 BC B6T76

กรรมวิธีที่ 9 CIFC 7963-13-28 (เชียงใหม่ 80) พันธุ์เปรียบเทียบเป็นพันธุ์รับรอง

กรรมวิธีที่ 10 Caturra (พันธุ์เปรียบเทียบอ่อนแอต่อโรคราสนิม)

วิธีปฏิบัติการทดลอง

1. แปลงที่ 1 ปลูกคัดเลือกลูกผสม โดยฝากกิ่ง ลูกผสม ไว้กับต้นตอ ประเมินการ เจริญเติบโตและผลผลิตระยะแรก และ ติดตามผลผลิตต่อ 2-4 ปี

2. แปลงที่ 2 ฝากกิ่งสายต้นที่คัดเลือกไว้กับต้นตอ สายต้นละ 1-2 ต้น ประเมินความสม่ำเสมอการเจริญเติบโตและผลผลิต คัดเลือกสายต้นที่ดี โดยพิจาณาจากข้อมูลแปลงที่ 1 และ 2

3. แปลงที่ 3 ปลูกเปรียบเทียบพันธุ์ โดยมีการวางแผนการทดลองทางสถิติ แผนการทดลองแบบ RCBD มี 10 กรรมวิธี (พันธุ์) 3 ซ้ำๆ ละ 25 ต้น ประเมินความ สม่ำเสมอการเจริญเติบโตและผลผลิต ดังนี้

3.1 นำเมล็ดกาแฟของลูกผสมชั่วที่ 2 (F2) จากต้นแม่ (F2) จากแปลงทดลองของศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง: 1432 ม. จากระดับน้ำทะเล) อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่ มาเพาะเป็นต้นกล้า จำนวนกรรมวิธีละ 50 ต้น อนุบาลจนมีใบจริง 4-5 คู่ใบ ทั้งนี้ให้เพาะเมล็ดพันธุ์ Typica (T980) พร้อมกันไปเพื่อใช้เป็นพันธุ์อ่อนแอในการประเมินการเป็นโรคราสนิมในระดับห้องปฏิบัติการ ที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย ดังนี้

3.1.1 เก็บรวบรวมเชื้อรา *Hemiliea vastatrix* Berk & Br. โดยขูดจากใบที่เป็นโรค เพื่อใช้ปลูกเชื้อ

3.1.2 คัดเลือกต้นกล้าที่สมบูรณ์และมีใบจริง 4-5 คู่ใบ มาทดสอบความต้านทานต่อโรคราสนิม (*Hemiliea vastratrix* Berk & Br.) ในสภาพควบคุม (โรงเรือน)

3.1.3 ทำการปลูกเชื้อ (inoculate) เชื้อ *Hemiliea vastatrix* Berk & Br. จำนวน 2 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 1 เดือน ในการปลูกเชื้อโดยนำ uredospore ของเชื้อราโดยขูดจากใบที่เป็นโรค ใส่ใน petri-dish ที่มีน้ำกลั่น (นึ่งฆ่าเชื้อแล้ว) 1 ชั่วโมง แล้วกรองด้วยกระดาษกรอง จากนั้นนำ uredospore มาทำ spore suspension

กรมวิชาการเกษตร

ประมาณ 300 ซีซี แล้วบ่ม (incubate) ไว้ในอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ประมาณ 3-5 ชั่วโมง จากนั้นนำ spore suspension มาพ่นด้วย atomizer กับต้นกล้ากาแฟในตู้พลาสติกขนาดประมาณ 2.0x1.0x1.0 เมตร ซึ่งสามารถควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ 90-92 เปอร์เซ็นต์ ในห้องปรับอากาศที่ควบคุมอุณหภูมิ 21-24 องศาเซลเซียส ในเวลากลางคืนประมาณ 20.00 น. เป็นต้นไป ควรเก็บในที่มืด เนื่องจากแสงมีอิทธิพลต่อการความงอกของ uredospore ของเชื้อรา หลังจากพ่นเชื้อราแล้วต้องเก็บในที่มืด 1 คืน ช่วงเช้าเวลาประมาณ 8.00 น. จึงนำกล้ากาแฟมาเก็บในเรือนเพาะชำเพื่อสังเกตอาการของโรค ทั้งนี้หากต้นที่เป็นโรคราสนิมแล้ว ไม่ต้องปลูกเชื้อ (inoculate) ซ้ำ โดยปลูกเชื้อห่างจากครั้งแรกนาน 1 เดือน

3.1.4 ในการเก็บข้อมูลให้นับจำนวนต้นที่เป็นโรคราสนิม จากการปลูกเชื้อต้นกล้ากาแฟจำนวนต้นกล้าต่อพันธุ์ เกณฑ์การคัดเลือกต้น โดยคัดเลือกพันธุ์ที่ไม่เป็นโรคราสนิมเกินกว่า 96 เปอร์เซ็นต์ สูตรคือ

$$\text{เปอร์เซ็นต์ต้านทานโรคราสนิม} = \frac{\text{จำนวนต้นกล้าที่ไม่เป็นโรคราสนิม} \times 100}{\text{จำนวนต้นกล้าที่ปลูกเชื้อ}}$$

3.2 นำเมล็ดกาแฟของลูกผสมชั่วที่ 2 (F2) จากต้นแม่ (F2) จากแปลงทดลองของศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง: 1432 ม. จากระดับน้ำทะเล) อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่ มาเพาะเป็นต้นกล้าที่สมบูรณ์จำนวนกรรมวิธีละ 25 ต้นและมีใบจริง 4-5 คู่ใบ และปลูกในสภาพธรรมชาติ ใน 2 สถานที่ตามกรรมวิธี ได้แก่ ศกล.ชม. (ขุนวาง) และ ศพ.กส.ชร. (วาวี) โดยประเมินความเป็นโรคราสนิมในสภาพธรรมชาติทุกเดือน ซึ่งปกติเกณฑ์การคัดเลือกคือ มีความต้านทานต่อโรคราสนิม 95 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป สูตรคือ

$$\text{เปอร์เซ็นต์ต้านทานโรคราสนิม} = \frac{\text{จำนวนต้นที่ไม่เป็นโรคราสนิม} \times 100}{\text{จำนวนต้นที่ปลูก}}$$

เปอร์เซ็นต์การระบาดของโรคราสนิมกาแฟ โดยประเมินจากเปอร์เซ็นต์การสูญเสียพื้นที่ใบ คือ ในแต่ละต้นที่ทดลอง จะติดป้ายแสดงหมายเลข (1-12) แบ่งต้นกาแฟเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนโคน ส่วนกลาง และส่วนยอด ซึ่งแต่ละส่วนแบ่งเป็น 4 ทิศ คือ ทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก โดยติดป้ายแสดงหมายเลข 1-4 บริเวณส่วนโคนต้น หมายเลข 5-8 บริเวณส่วนกลางต้น และหมายเลข 9-12 บริเวณส่วนยอด เพื่อประเมินความรุนแรงของการระบาดของโรคราสนิมกาแฟ จากกิ่งที่ติดป้าย ในบริเวณที่ติดป้ายแต่ละส่วนดังนี้

- ส่วนต้น กำหนดให้ทั้งต้น คิด 100 เปอร์เซ็นต์ ดูการระบาดของโรคราสนิมว่าเป็นกี่เปอร์เซ็นต์
- ส่วนกิ่ง กำหนดให้ทั้งกิ่ง คิด 100 เปอร์เซ็นต์ ดูการระบาดของโรคราสนิมว่าเป็นกี่เปอร์เซ็นต์
- ส่วนใบ กำหนดให้ทั้งใบ คิด 100 เปอร์เซ็นต์ ดูการระบาดของโรคราสนิมว่าเป็นกี่เปอร์เซ็นต์

จากนั้นหาค่าเฉลี่ยทั้งสามส่วน สำหรับแบบประเมินเป็นแบบที่ปรับมาจากการประเมินของ ศูนย์วิจัยโรคราสนิม (Coffee Leaf Rust Research Centre: CIFC) โดย D'Oliveira (1954-1957) และ นายศุภชัย ลีลจำเนียร นักวิชาการโรคพืช กรมวิชาการเกษตร โดย Eskes และ Toma-Braghini (1981) ซึ่งทางโครงการวิจัยและปรับปรุงพันธุ์กาแฟอะราบิกาโดยวิธีการผสมพันธุ์ (อุทัย และคณะ, 2556) ได้ปรับวิธีการในการประเมินผลความต้านทานของกาแฟต่อเชื้อราสนิม (Hemileia vastatrix) ภายใต้การชี้แนะและให้คำปรึกษาจากผู้เชี่ยวชาญด้านโรคราสนิม Dr. Vitor Pinto Varzea จาก CIFC

การบันทึกข้อมูล

1.การเจริญเติบโต ได้แก่ ขนาดเส้นรอบวงโคนต้น, ความสูง, ทรงพุ่ม, อัตราการเพิ่มขนาดของเส้นรอบวงโคนต้น, ความยาวระหว่างข้อของลำต้น, ความยาวระหว่างกิ่งที่ให้ผล (กิ่งล่าง 3 กิ่ง, กิ่งจากส่วนกลาง 4 กิ่ง และกิ่งจากส่วนปลายของลำต้น 3 กิ่ง)

2. ผลผลิต ได้แก่ ผลผลิต (น้ำหนักของสารกาแฟที่ความชื้น 12%) เปอร์เซ็นต์สารกาแฟแยกตามขนาด (ตามมาตรฐาน มกอช., 2560) ลักษณะการเกิด Pea berry ลักษณะทางกายภาพของเมล็ดกาแฟ

3. ความเป็นโรคราสนิมในสภาพแปลง ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ต้านทานโรคราสนิม เปอร์เซ็นต์การระบาดของโรคราสนิมกาแฟ ลักษณะอาการของโรคที่พบ

4. การใช้เครื่องหมายโมเลกุลในการตรวจสอบลายพิมพ์ดีเอ็นเอของกาแฟอะราบิกา ตรวจหากลุ่มยีนที่เกี่ยวข้องกับการความต้านทานโรคราสนิม

5. องค์ประกอบทางเคมีในเมล็ดกาแฟ และคุณภาพการชิม

ระยะเวลาดำเนินการทดลอง ต.ค 2564-ก.ย.2567

สถานที่ดำเนินการทดลอง

1. ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) (สูงจากระดับน้ำทะเล 1300 ม.)
2. ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเชียงราย (วาวี) (สูงจากระดับน้ำทะเล 1300 ม.)
3. ห้องปฏิบัติการโรคพืชศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย
4. ห้องปฏิบัติการศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น
5. สำนักงานของศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่

เดิมมีแผนที่จะดำเนินการใช้เครื่องหมายโมเลกุลในการตรวจสอบลายพิมพ์ดีเอ็นเอของกาแฟอะราบิกา พร้อมตรวจหากลุ่มยีนที่เกี่ยวข้องกับการความต้านทานโรคราสนิมแบบจำลองโครงสร้างทางพันธุกรรมในระดับดีเอ็นเอของกลุ่มประชากรที่ต้านทานต่อโรคราสนิมในทุกต้นทดลองในแต่ละปี เพื่อทำให้ลดระยะเวลาการทดลองให้สั้นลง จึงดำเนินการแก้ไขในวิธีดำเนินการวิจัย คือ ตรวจเฉพาะสายพันธุ์ที่มีความต้านทานทั้งในสภาพโรงเรือนและในสภาพธรรมชาติเหมือนกันโดยปี 2565-2566 ดำเนินการทดสอบปฏิกิริยาของเชื้อราสนิมต่อสายพันธุ์กาแฟโดยวิธี Pathogenicity test พร้อมตรวจสอบยีนและการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับการแสดงความต้านทานโรคราสนิมในกาแฟอะราบิกา ร่วมกับการทดสอบความต้านทานต่อโรคราสนิม ด้วยวิธี inoculation ในสภาพควบคุม (โรงเรือน) และปี 2567 ดำเนินการใช้เครื่องหมายโมเลกุลในการตรวจสอบลายพิมพ์ดีเอ็นเอของกาแฟอะราบิกา

ดังนั้น ในปี 2565 มีวิธีปฏิบัติการทดลอง ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การทดสอบปฏิกิริยาความต้านทานโรคราสนิมกาแฟต่อสายพันธุ์กาแฟอะราบิกา

1.1 เก็บรวบรวมเชื้อราสนิม *Hemilieа vastatrix* Berk.&Br.

สำรวจและเก็บรวบรวมสปอร์ราสนิมในพื้นศูนย์วิจัยและพัฒนาเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ จากแปลงรวบรวมพันธุ์กาแฟ สังเกตอาการใบกาแฟที่มีอาการใบจุดเหลือง ใต้ใบจะมีสปอร์ฟูมีสีเหลือง โดยใช้พู่กันขูดเก็บ uredospore ใส่ในหลอด microcentrifuge tube ขนาด 1.5 มิลลิลิตร ยืนยันเชื้อสาเหตุโรคราสนิมโดยการส่องภายใต้กล้องสเตอริโอดูลักษณะ uredospore เก็บที่อุณภูมิ 4 องศาเซลเซียส

1.2 รวบรวมตัวอย่างใบกาแฟพันธุ์กาแฟอะราบิกา

เก็บใบกาแฟที่อายุใบเท่ากันไม่อ่อนหรือแก่จนเกินไป ลักษณะใบที่ไม่มีตำหนิและไม่มีการเกิดโรคราสนิม บันทึกตำแหน่งพิกัดที่ต้นและตัวอย่างที่เก็บให้ตรงกัน

1.3 ทดสอบปฏิกิริยาความต้านทานของกาแฟอะราบิกา

นำใบกาแฟที่เก็บรวบรวมมาทำความสะอาดด้วยน้ำนึ่งฆ่าเชื้อพักให้ใบแห้ง ใช้ cock borer ขนาด 2.5 เซนติเมตร เจาะบริเวณเนื้อใบ จำนวน 5 ชิ้นต่อ 1 ซ้ำต่อใบ วางในเพลทแก้วที่นึ่งฆ่าเชื้อ ขนาด 9 เซนติเมตร ที่มีกระดาษกรองชั้นรองพื้น โดยวางลักษณะหงายใต้ใบขึ้น ใช้ปลายเข็มปลอดเชื้อเตรียมสารแขวนลอยสปอร์จาก uredospore ของราสนิมกาแฟ ละลายน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อตรวจนับสปอร์ด้วย haemacytometer ส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ปรับระดับความเข้มข้นที่ 1.5×10^5 สปอร์และมิลลิลิตร และเติม 0.01% Tween R 80 จำนวน 1 หยอดต่อสารแขวนลอยสปอร์ 20 มิลลิลิตร ดูดสารแขวนลอยสปอร์ปริมาตร 30 ไมโครลิตร หยดบนชิ้นใบกาแฟ กรรมวิธีควบคุมนั้นใช้น้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ) ปิดฝาเพลทแล้วนำไปบ่มที่มืดอุณหภูมิ 22+2 องศาเซลเซียส และความชื้น 95-100 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำออกมาให้แสง 16 ชั่วโมง สังเกตอาการที่เกิดขึ้นบนชิ้นใบกาแฟที่ 7 และ 10 วัน

1.4 ประเมินการเกิดแผลบนใบกาแฟ

นำใบกาแฟที่ผ่านการปลูกเชื้อด้วยราสนิมกาแฟมาวัดขนาดของแผลที่เกิดขึ้นโดยวัดแนวเส้นผ่านศูนย์กลางของแผลที่เกิดขึ้นในวันที่ 7 และ 10 วัน โดยหาค่าเฉลี่ยและการคำนวณทางสถิติหาความแตกต่างเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม

ขั้นตอนที่ 2 การตรวจยีนต้านทานโรคราสนิม:

2.1 การแยกความแตกต่างของยีนต้านทานโรคราสนิมด้วยเทคนิค HRM และการวิเคราะห์ลำดับนิวคลิโอไทด์

วิธีการทดลอง : เก็บตัวอย่างใบ ทำการสกัดดีเอ็นเอ ตรวจสอบชิ้นส่วนยีนเป้าหมายทั้ง 7 ยีนด้วยเทคนิคพีซีอาร์โดยไพร์เมอร์ทั้งอ้างอิงตาม Ramiro และคณะ (2009) ดังนี้

CaPR1b*(DQ335594)	F-GATTACCTGGACGCCCATAA	R-GCTGCCAGGTTTTCTCCATA
CaPR10 *(CF589103)	F- GCCACCATCCTTGAAGAGAA	R-CAACTCTCTGCTTGGCAGTCT
CaR111 *(CF589193)	F-TCCAAATCGCTTCGACACC	R-GAGACGTCTTGCAAGGTTTTGA
CaGT *(CO773975)	F-ACTCCAGCAACAACCACCATTA	R-GTTGCGGTTTGTATATGGAGATTG
CaWRKY1*(CO773974)	F-TGCAACAAGGACAGCACCAG	R-CGTGATCGCGGCCGT
CaRLK *(CF589181)	F-ATGGGAGAAAAGAATGGCAGAAG	R-GGCCAATTACAGTTTGAAAACACC
CaUbiquitin *(AF297089)	F- AACATTGAGGGTGGTTCTGTTC	R-GCAGAAAACCAACTAAGACCTAACAA

การทำพีซีอาร์ : ปฏิกิริยา PCR ประกอบด้วย 10X buffer 1.5 µl, 2.5 mM dNTP 1.2 µl, 25 mM $MgCl_2$ 0.9 µl, 5U Taq DNA polymerase 0.3 U, DNA template 3 µl ในปริมาตรรวม 15 µl เพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยโปรแกรม Pre-incubation 95°ซ/5 นาที 1 รอบ, ตามด้วย Denaturation 95 °ซ /15 วินาที Annealing 57 °ซ/30 วินาที Extension 72 °ซ/40 วินาที จำนวน 40 รอบ ตามด้วย Final extension 72 °ซ/7 นาที 1 รอบ

การตรวจ Tm ด้วย Real-Time PCR : ยีนแต่ละตัวจะใช้สภาวะในการเพิ่มชิ้นส่วนยีนไม่เท่ากัน และสภาวะในการทำ Real-Time PCR กับ conventional PCR ก็แตกต่างกัน โดยจะใช้สภาวะเริ่มต้น ดังนี้ Pre-incubation 95 °ซ/10 นาที ตามด้วย Denaturation 95 °ซ /15 วินาที Annealing 58 °ซ/20 วินาที Extension 72 °ซ/40 วินาที จำนวน 45 รอบ ตามด้วย Melting Curve denaturing 95 °ซ Annealing 65 °ซ Extension 97 °ซ /5 วินาที 1 นาที Cooling 40 °ซ/30 วินาที

การตรวจลำดับเบส (sequencing) : นำตัวอย่างดีเอ็นเอที่เตรียมไว้โดยผ่านการทำให้บริสุทธิ์แล้วทำการหาลำดับเบสด้วยสารเคมีชุด ABI Big Dye Terminator v3.1 Cycle Sequencing Kit ตามตามที่วิธีที่ระบุในคู่มือ และตรวจสอบลำดับเบสด้วยเครื่อง ABI 3500 Genetic Analyzer จากนั้นอ่านผลลำดับเบสด้วยโปรแกรม Seqscap (Appliedbiosystems) มื่อได้ลำดับเบสมาแล้วนำมาเปรียบเทียบกับลำดับเบสที่อยู่ในฐานข้อมูล

ขั้นตอนที่ 3 การตรวจการแสดงออกของยีนต้านทานโรคราสนิม

การสกัดอาร์เอ็นเอ : นำตัวอย่างใบกาแฟ มาสกัด RNA โดยใช้ชุดสกัด GF-1 Total RNA Extraction kit (Vivantis, California, U.S.A.) ตามที่วิธีที่ระบุในคู่มือ จากนั้นตรวจคุณภาพของอาร์เอ็นเอด้วยวิธีอิเล็กโทรโฟริซิส วัดความเข้มข้นและความบริสุทธิ์ของอาร์เอ็นเอที่สกัดได้ด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ NanoDrop® (Thermo Fisher Scientific Inc., Wilmington, U.S.A.) กำจัดดีเอ็นเอที่อาจหลงเหลืออยู่ในสารละลายอาร์เอ็นเอด้วยเอนไซม์ DNaseI (Vivantis, California, U.S.A.) หาก RNA ที่สกัดได้มีความเข้มข้นและมีความบริสุทธิ์อยู่ในระดับที่เหมาะสม คือช่วง 2.0-2.2 จึงนำไปใช้เป็นต้นแบบในการสังเคราะห์ cDNA ด้วย Thermo Scientific RevertAid First Strand cDNA Synthesis kit (Thermo Fisher Scientific, Massachusetts, U.S.A.) โดยใช้ไพรเมอร์ชนิดออลิโกดีที (oligo dT primer) เป็นตัวตั้งต้นในการสังเคราะห์สายดีเอ็นเอสายแรก (first strand cDNA) ด้วยเครื่องพีซีอาร์ แล้วนำ

กรมวิชาการเกษตร

cDNA ที่ได้ไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ -20 °ซ เพื่อนำไปใช้ในปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอเรส (Polymerase Chain Reaction, PCR)

การสังเคราะห์ cDNA : สังเคราะห์ cDNA ด้วย Thermo Scientific RevertAid First Strand cDNA Synthesis kit (Thermo Fisher Scientific, Massachusetts, U.S.A.) โดยใช้ RNA เริ่มต้น 1µg/µl ใช้ไพร์เมอร์ชนิด Oligo(dT) 18 primer 1 µl ในปริมาตรรวม 12 µl นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 65 °ซ เป็นเวลา 5 นาที ในเครื่องพีซีอาร์ แล้วเก็บไว้ในน้ำแข็ง เตรียมส่วนผสม RT-Mix (Reaction Buffer (5X, green,) 4 µl RioLock RNase Inhibitor (20 U/µl) 1 µl dNTP mix (10 mM each) 2 µl , Revert Aid M-MuLV reverse transcriptase (200 U/µl) 1 µl เฉพาะหลอดทดสอบ ส่วนหลอด control ไม่เติม ปริมาตรรวม 20 µl นำไปสังเคราะห์ cDNA ในเครื่องพีซีอาร์โดยใช้อุณหภูมิและจำนวนรอบ ดังนี้ Pre-heating 94 °ซ/3 นาที Incubation 42 °ซ/60 นาที Heating 70 °ซ/ 5 นาที

การเพิ่มปริมาณชิ้นส่วนดีเอ็นเอของยีนที่สนใจด้วยปฏิกิริยา real time PCR : การทดสอบสภาวะที่เหมาะสมในการวิเคราะห์การแสดงออกของยีนด้วยเครื่อง real-time PCR (Roche Diagnostics, Thailand) โดยส่วนประกอบที่ใช้ในการเพิ่มปริมาณชิ้นส่วนดีเอ็นเอของยีนที่สนใจ Pre-incubation 95 °ซ/10 นาที 1 รอบ ตามด้วย Denaturation 95 °ซ /15 วินาที Annealing 60 °ซ/20 วินาที Extension 72 °ซ/40 วินาที จำนวน 45 รอบ ตามด้วย Melting Curve denaturing 95 °ซ Annealing 65 °ซ Extension 97 °ซ/5 วินาที 1 นาที Cooling 40 °ซ/ 30 วินาที

การวิเคราะห์ผลการแสดงออกของยีน ใช้วิธีการวัดปริมาณแบบสัมพัทธ์ (relative quantification) ซึ่งเป็นการหาปริมาณ DNA เริ่มต้นที่ต่างกัน 2 ตัวอย่างโดยเปรียบเทียบค่า Crossing point (cp) หรือค่า threshold cycler (ct) ซึ่งค่าที่ได้จากการคำนวนจำออกมาเป็นจำนวนเท่า โดยนำค่า cp ของยีนที่ใช้เป็น reference (housekeeping gene) ใช้เป็นเป็นค่าเปรียบเทียบกับค่า cp ของยีนที่ใช้ศึกษาการแสดงออกของยีน การหาปริมาณการแสดงออกของยีน (expression level) คำนวนจากวิธี ΔΔCt (ΔΔCt method) ของ Livak and Schmittgen, (2001) จากสมการ

Ratio = $2^{-\Delta\Delta Ct}$ โดย $\Delta\Delta Ct = (Ct\ Target - reference)_{sample} - (Ct\ Target - reference)_{calibrator}$

การบันทึกข้อมูล : การเกิดแผลจากเชื้อสาเหตุโรค และการแสดงออกของยีนต้านทานต่อโรคราสนิม

การทดลองที่ 1.3 การคัดเลือกพันธุ์กาแฟอะราบิกาต้านทานต่อโรคแอนแทรกโนสที่ได้จากการผสมพันธุ์และที่นำเข้าจากต่างประเทศในสภาพธรรมชาติ (2565 - 2567)

สิ่งที่ใช้ในการทดลอง

1. วัสดุและอุปกรณ์การเกษตร ได้แก่

1.1 ต้นพันธุ์กาแฟอะราบิกาลูกผสมที่คัดเลือกไว้ จำนวน 6 คู่ผสม ได้แก่

1.1.1 ลูกผสม สายต้นคัด จำนวน 6 สายพันธุ์ ได้แก่ Catimor CIFC 7963-13-28 x 1/4 B3 SF (Caturra vermelho), Catimor CIFC 7963-13-28 x 2/20 B2 SF (H.420/9 ML2/4-78-62-34), Catimor CIFC 7963-13-28 x 3/8-2 B7 T8 (Catimor CIFC 7963-661-36 X Sanramon), Catimor CIFC 7963-13-28 x 3/14-2 B7 T10 (Sanramon X H.420/9 ML2/4-78-62-26), Catimor CIFC 7963-13-28 x 3/8-2 B7 T9 (Catimor CIFC 7963-661-36 X Sanramon) และ Catimor CIFC 7963-13-28 x 3/2-1 B7 T6 (H.528/46ML2/10-29-65-29 X Sanramon)

1.1.2 ต้นคัดที่นำเข้าจากต่างประเทศ จำนวน 1 สายพันธุ์ ได้แก่ 3/2-1-T7-B7

1.1.3 พันธุ์รับรอง จำนวน 1 พันธุ์ ได้แก่ CIFC7963-13-28 (เชียงใหม่80)

1.1.4 พันธุ์อ่อนแอต่อโรคราสนิม จำนวน 1 พันธุ์ ได้แก่ Catui

2. วัสดุวิทยาศาสตร์ สำหรับประเมินการเจริญเติบโต ความต้านทานโรค และผลผลิต
3. วัสดุสำนักงานได้แก่ กล้องถ่ายรูป กระดาษ ดินสอ ปากกา เป็นต้น

กรมวิชาการเกษตร

4. วัสดุคอมพิวเตอร์ ได้แก่ เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ หมึกพิมพ์ เครื่องพรินท์

แบบและวิธีการทดลอง แผนการทดลองแบบ RCBD มี 9 กรรมวิธี (พันธุ์) 3 ซ้ำๆ ละ 10 ต้น ได้แก่

กรรมวิธีที่ 1 Catimor CIFC 7963-13-28 x 1/4 B3 SF (Caturra vermelho)

กรรมวิธีที่ 2 Catimor CIFC 7963-13-28 x 2/20 B2 SF (H.420/9 ML2/4-78-62-34)

กรรมวิธีที่ 3 Catimor CIFC 7963-13-28 x 3/8-2 B7 T8 (Catimor CIFC 7963-661-36 X Sanramon)

กรรมวิธีที่ 4 Catimor CIFC 7963-13-28 x 3/14-2 B7 T10 (Sanramon X H.420/9 ML2/4-78-62-26)

กรรมวิธีที่ 5 Catimor CIFC 7963-13-28 x 3/8-2 B7 T9 (Catimor CIFC 7963-661-36 X Sanramon)

กรรมวิธีที่ 6 Catimor CIFC 7963-13-28 x 3/2-1 B7 T6 (H.528/46ML2/10-29-65-29 X Sanramon)

กรรมวิธีที่ 7 3/2-1-T7-B7

กรรมวิธีที่ 8 CIFC 7963-13-28 (เชียงใหม่ 80) พันธุ์เปรียบเทียบเป็นพันธุ์รับรอง

กรรมวิธีที่ 9 Catui (พันธุ์เปรียบเทียบอ่อนแอต่อโรคแอนแทรกโนส)

วิธีปฏิบัติการทดลอง

1. ดูแลรักษาต้นกาแฟตามกรรมวิธีที่กำหนด ที่ได้จากการทดลองการผสมพันธุ์กาแฟอะราบิกาต้านทานต่อโรคแอนแทรกโนส (59-2563) และการทดลองที่ 2.2 คัดเลือกพันธุ์กาแฟอะราบิกาที่นำเข้าจากต่างประเทศต้านทานต่อโรคแอนแทรกโนส (59-64) ที่ปลูกในปี 2563 ตามสภาพธรรมชาติ

2. ดำเนินการประเมินการเกิดโรคแอนแทรกโนสในสภาพธรรมชาติ โดยประเมินความเป็นโรคแอนแทรกโนสในสภาพธรรมชาติทุกเดือน ซึ่งปกติเกณฑ์การคัดเลือกคือ มีความต้านทานต่อโรคแอนแทรกโนส 95 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป สูตรคือ

$$\text{เปอร์เซ็นต์ต้านทานโรคแอนแทรกโนส} = \frac{\text{จำนวนต้นที่ไม่เป็นโรคราแอนแทรกโนส} \times 100}{\text{จำนวนต้นที่ปลูก}}$$

เปอร์เซ็นต์การระบาดของโรคแอนแทรกโนสกาแฟ โดยประเมินจากเปอร์เซ็นต์การสูญเสียพื้นที่ใบ คือ ในแต่ละต้นที่ทดลอง จะติดป้ายแสดงหมายเลข (1-12) แบ่งต้นกาแฟเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนโคน ส่วนกลาง และส่วนยอด ซึ่งแต่ละส่วนแบ่งเป็น 4 ทิศ คือ ทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก โดยติดป้ายแสดงหมายเลข 1-4 บริเวณส่วนโคนต้น หมายเลข 5-8 บริเวณส่วนกลางต้น และหมายเลข 9-12 บริเวณส่วนยอด เพื่อประเมินความรุนแรงของการระบาดของโรคแอนแทรกโนสกาแฟ จากกิ่งที่ติดป้าย ในบริเวณที่ติดป้ายแต่ละส่วนดังนี้

- ส่วนต้น กำหนดให้ทั้งต้น คิด 100 เปอร์เซ็นต์ ดูการระบาดของโรคแอนแทรกโนสว่าเป็นกี่เปอร์เซ็นต์
- ส่วนกิ่ง กำหนดให้ทั้งกิ่ง คิด 100 เปอร์เซ็นต์ ดูการระบาดของโรคแอนแทรกโนสว่าเป็นกี่เปอร์เซ็นต์
- ส่วนใบ กำหนดให้ทั้งใบ คิด 100 เปอร์เซ็นต์ ดูการระบาดของโรคแอนแทรกโนสว่าเป็นกี่เปอร์เซ็นต์

จากนั้นหาค่าเฉลี่ยทั้งสามส่วน สำหรับแบบประเมินเป็นแบบที่ปรับมาจากการประเมินของ ศูนย์วิจัยโรคราสนิม (Coffee Leaf Rust Research Centre: CIFC) และ นายยุทธศักดิ์ เจียมชัยศรี นักวิชาการโรคพืช กรมวิชาการเกษตร ซึ่งทางนักวิจัยได้ปรับวิธีการในการประเมินผลความต้านทานของกาแฟต่อโรคแอนแทรกโนส (Anthracnose) ที่เกิดจากเชื้อรา Collectotrichum gloeosporioides ภายใต้การชี้แนะและให้คำปรึกษาจากผู้เชี่ยวชาญด้านโรคราสนิม Dr. Vitor Pinto Varzea จาก CIFC

3. เมื่อติดผลให้นำผลกาแฟสีเขียว ทดสอบความต้านทานต่อโรคแอนแทรกโนสในห้องปฏิบัติการ ดังนี้

3.1 เตรียมวัสดุและอุปกรณ์ ได้แก่ ฟองน้ำ กล่องพลาสติก ตะแกรงตาข่าย ถุงพลาสติก

3.2 เตรียมสารแขวนลอยสปอร์เชื้อรา Collectotrichum gloeosporioides

3.3 นำฟองน้ำมาวางในกล่องพลาสติก ใส่น้ำให้ชุ่ม นำตะแกรงตาข่ายมาวางบนฟองน้ำ และนำผลกาแฟมาวางบนตะแกรง

3.4 หยดสารแขวนลอยสปอร์ ลงบนผล

3.5 นำถุงพลาสติกที่เตรียมไว้มา ใส่น้ำลงในถุงแล้วเทน้ำออก เพื่อให้ถุงพลาสติกมีความชื้น

กรมวิชาการเกษตร

3.6 นำกล่องที่มีผลกาแฟที่ปลูกเชื้อใส่ในถุงพลาสติกชื้น คลุมด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์ นำไปวางในตู้มืด ที่อุณหภูมิ 19-21 องศาเซลเซียส ทำการประเมินการเกิดโรคที่พบบนผลกาแฟ หลังจากปลูกเชื้อ 3, 6 วัน และ 9 วัน เป็นระยะตามความเหมาะสม ซึ่งหากเป็นพันธุ์อ่อนแอ ผิวผลจะเกิดจุดที่ดำจากการเข้าทำลายของเชื้อ บริเวณลำต้น หากรุนแรงจะมีขนาดใหญ่กินพื้นที่โดยรอบผล โดยเช็คเปรียบเทียบกับพันธุ์อ่อนแอ (ระดับความรุนแรงจาก 0-4) ซึ่งไม่ต้องทดสอบในต้นกาแฟขนาดใหญ่ที่มีผลกาแฟ เพราะเนื้อเยื่อที่ลำต้นกล้ากาแฟเป็นเนื้อเยื่อที่มีปฏิกิริยาตอบสนองต่อเชื้อเหมือนเนื้อผลกาแฟ

การบันทึกข้อมูล

1. ความต้านทานโรคแอนแทรกโนสและโรคราสนิม ลักษณะอาการของโรคที่พบ

2. การเจริญเติบโต ขนาดเส้นรอบวงโคนต้น, ความสูง, ทรงพุ่ม, อัตราการเพิ่มขนาดของเส้นรอบวงโคนต้น, ความยาวระหว่างข้อของลำต้น, ความยาวระหว่างกิ่งที่ให้ผล (กิ่งล่าง 3 กิ่ง, กิ่งจากส่วนกลาง 4 กิ่ง และกิ่งจากส่วนปลายของลำต้น 3 กิ่ง) ขนาดของใบ (ใบจากกิ่งล่าง 3 กิ่ง, จากส่วนกลาง 3 กิ่ง, จากส่วนปลาย 3 กิ่ง โดยใช้ใบคู่ที่ 3-5 นับจากปลายกิ่งเข้ามา) สีของใบ สีผล, (ใช้แผ่นเทียบสี)

3. ผลผลิต (น้ำหนักของสารกาแฟที่ความชื้น 13%) จำนวนเมล็ดต่อน้ำหนัก 100 กรัม

4. คุณภาพการชิม

ระยะเวลาดำเนินการทดลอง ต.ค 2564-ก.ย.2567

สถานที่ดำเนินการทดลอง

1. ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง)

2. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

การทดลองที่ 1.4 เครื่องหมายโมเลกุลที่สัมพันธ์กับปริมาณคาเฟอีนในกาแฟอะราบิกา (2565 - 2567)

วิธีปฏิบัติการทดลอง

1. การสำรวจตำแหน่งสนิปส์ของยีน *caffeine synthase* ที่เกี่ยวข้องกับปริมาณคาเฟอีนในกาแฟ

การศึกษาในขั้นตอนนี้เป็นการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงลำดับของดีเอ็นเอบนยีน *caffeine synthase* จำนวน 2 ยีน คือ CCS1 และ CaDMXT1 ที่เกี่ยวข้องกับปริมาณคาเฟอีนในกาแฟพันธุ์ต่าง ๆ โดยการค้นหาข้อมูลและออกแบบไพรเมอร์เพื่อเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอของยีนจากกาแฟ แล้วทำการเปรียบเทียบลำดับดีเอ็นเอของแต่ละพันธุ์เพื่อหาตำแหน่งของลำดับดีเอ็นเอที่มีการเปลี่ยนแปลงลำดับเบสแบบสนิปส์ นำไปใช้ออกแบบไพรเมอร์และโพรบให้มีความจำเพาะกับตำแหน่งสนิปส์ของยีน *caffeine synthase* ที่สัมพันธ์กับปริมาณคาเฟอีนในกาแฟ มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

1.1 เก็บตัวอย่างใบกาแฟ นำมาสกัดดีเอ็นเอ โดยใช้ชุดสกัดดีเอ็นเอสำเร็จรูป Plant Genomic DNA Mini Kit (Geneaid) ตามรายละเอียดของวิธีการในชุดสกัด จากนั้นตรวจสอบคุณภาพ และปริมาณของดีเอ็นเอที่ได้ โดยวิธีการวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ และตรวจสอบด้วยวิธีอะกาโรสเจลอิเล็คโทรโฟรีซีส บันทึกแถบดีเอ็นเอด้วยชุดถ่ายภาพ แล้วเจือจางดีเอ็นเอให้ได้ความเข้มข้น 10 นาโนกรัม/ไมโครลิตร เพื่อนำไปทำปฏิกิริยาพีซีอาร์ และเก็บดีเอ็นเอที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส

1.2 การออกแบบไพรเมอร์เพื่อเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอส่วนของยีน *caffeine synthase* ในกาแฟ โดยการนำข้อมูลลำดับเบสของยีน จากฐานข้อมูล NCBI เพื่อหาตำแหน่งที่เหมาะสมในการออกแบบไพรเมอร์ด้วยโปรแกรม BatchPrimer 3 จากนั้นนำไพรเมอร์ที่ได้ไปต่อด้วยลำดับเบสด้านปลาย 5’ ด้วย M13 forward (GTTTTCCCAGTCACGACGTTGTA) และ M13 revers (AGGAAACAGCTATGACCAT) ของไพรเมอร์แต่ละเส้น เพื่อใช้เป็นไพรเมอร์ในการหาลำดับเบส นำลำดับเบสที่ได้ไปสังเคราะห์ไพรเมอร์

1.3 การทำปฏิกิริยาพีซีอาร์เพิ่มปริมาณยีน *caffeine synthase* ของกาแฟ โดยใช้ไพรเมอร์ที่ออกแบบได้จากข้อ 1.2 ทำปฏิกิริยาพีซีอาร์โดยใช้ชุดน้ำยา Platinum *Taq* DNA Polymerase (Invitrogen,USA) ตาม

กรมวิชาการเกษตร

รายละเอียดของวิธีการในชุดน้ำยาเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอ และตรวจสอบผลผลิตพีซีอาร์ที่ได้ด้วยวิธีอะกาโรสเจลอิเล็คโทรโฟรีซีส นำผลผลิตพีซีอาร์ที่เหลือไปทำให้บริสุทธิ์โดยใช้ชุดทำความสะอาดผลผลิตพีซีอาร์ RBC HiYield Gel/PCR DNA Fragments Extraction Kit (RBC Bioscience) ตามรายละเอียดของวิธีการในชุดทำความสะอาดผลผลิตพีซีอาร์

1.4 การวิเคราะห์หาลำดับเบสของยีน *caffeine synthase* ด้วยเครื่อง ABI 3730 Genetic Anlyzer จากนั้นเปรียบเทียบลำดับเบสของยีน *caffeine synthase* ระหว่างกาแฟแต่ละพันธุ์ โดยการทำ Contig Assembly ด้วยโปรแกรม *CodonCode Aligner* เพื่อหาความเหมือนและความแตกต่างกันของลำดับเบสของแต่ละพันธุ์ เมื่อพบตำแหน่งของเบสที่มีการเปลี่ยนแปลง(ตำแหน่งสนิปส์) ที่สัมพันธ์กับปริมาณคาเฟอีนในกาแฟ นำข้อมูลของตำแหน่งสนิปส์และเบสบริเวณใกล้เคียงนำไปใช้ออกแบบไพรเมอร์และโพรบให้มีความจำเพาะกับตำแหน่งสนิปส์บนยีน *caffeine synthase* ด้วยเทคนิค TaqMan SNP Genotyping Assays หรือเทคนิคการตรวจจีโนไทป์อื่น ๆ ต่อไป

2. การพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลของยีน *caffeine synthase* เพื่อคัดเลือกลักษณะปริมาณคาเฟอีน

การพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลเพื่อตรวจสอบตำแหน่งสนิปน์ของของยีน *caffeine synthase* ด้วยเทคโนโลยี TaqMan SNP Genotyping โดยใช้เครื่อง Real-time PCR การออกแบบโพรบและไพรเมอร์ โดยนำลำดับเบสของยีน *caffeine synthase* พร้อมระบุตำแหน่งสนิปส์ที่ต้องการตรวจสอบ นำไปออกแบบโพรบและไพรเมอร์ตามเทคโนโลยี TaqMan SNP genotyping assays (Applied Biosystems, USA) โดยแต่ละยีนออกแบบไพรเมอร์ 1 คู่ ให้ขนาบข้างตำแหน่งของสนิปส์ที่ต้องการตรวจสอบ และออกแบบโพรบ 2 เส้น ที่มีความจำเพาะและเป็นเบสคู่สมกับตำแหน่งสนิปส์ที่ต้องการตรวจสอบ โพรบแต่ละเส้นจะติดฉลากด้วยฟลูออเรสเซนต์ที่แตกต่างกัน ทำให้สามารถจำแนกแยกสนิปส์ที่มีความจำเพาะกับปริมาณคาเฟอีนสูงและต่ำในกาแฟ โดยติดฉลากด้วยฟลูออเรสเซนต์สี FAM และ VIC ที่ปลายด้าน 5’ ตามลำดับ ส่วนปลายด้าน 3’ ของโพรบทั้งสองเส้นติดฉลากด้วย nonfluorescent quencher (NFQ) เมื่อนำไพรเมอร์และโพรบที่ได้ไปตรวจสอบกับดีเอ็นเอของกแฟด้วยเครื่อง Real-time PCR จะมีการเพิ่มปริมาณชิ้นดีเอ็นเอและตรวจสอบสัญญาณของแสงฟลูออเรสเซนต์ตามชนิดของสีที่ติดฉลากไว้ ทำให้สามารถจำแนกชนิดของสนิปส์ที่เกิดขึ้นบนดีเอ็นเอตามลักษณะปริมาณคาเฟอีนในกาแฟ จากนั้นนำไปใช้ตรวจคัดเลือกหากาแฟที่มีปริมาณคาเฟอีนต่ำด้วยวิธี Real-time PCR โดยใช้เทคโนโลยี TaqMan SNP genotyping โดยการนำดีเอ็นเอของกาแฟไปเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยไพรเมอร์และโพรบ TaqMan SNP genotyping Assays ที่ได้ออกแบบไว้ โดยปฏิกิริยาทั้งหมด 20 ไมโครลิตร ประกอบด้วย TaqMan® GTXpress™ master mix (2X) 10 ไมโครลิตร TaqMan genotyping assay mix (40X) 0.5 ไมโครลิตร ดีเอ็นเอกาแฟ 1 ไมโครลิตร และน้ำกลั่นสำหรับพีซีอาร์ 8.5 ไมโครลิตร เพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยเครื่อง *QuantStudio 5* Real-Time PCR (Thermo Fisher Scientific) โดยตั้งค่ามีสภาวะการทำปฏิกิริยา 95 องศาเซลเซียส 20 วินาที จำนวน 1 รอบ ตามด้วย 95 องศาเซลเซียส 3 วินาที 60 องศาเซลเซียส 20 วินาที จำนวน 40 รอบ ค่าการเกิดสีของฟลูออเรสเซนต์จะถูกบันทึกไว้ตามจำนวนรอบที่ทำพีซีอาร์ การวิเคราะห์ตำแหน่งสนิปส์ จะสร้าง allelic discrimination plot ของแต่ละตัวอย่างด้วยโปรแกรม QuantStudio Design & Analysis Software โดย allele จะแยกออกจากันอยู่ที่แกน X และแกน Y ถ้าตัวอย่างที่สนิปส์แบบผสม allele จะอยู่กึ่งกลางระหว่างแกนทั้งสอง

3. การใช้เครื่องหมายโมเลกุลคัดเลือกพันธุ์กาแฟที่มีปริมาณคาเฟอีนต่ำ

3.1 เก็บตัวอย่างใบกาแฟของกรมวิชาการเกษตร นำมาสกัดดีเอ็นเอ โดยใช้ชุดสกัดดีเอ็นเอสำเร็จรูป Plant Genomic DNA Mini Kit (Geneaid) ตามรายละเอียดของวิธีการในชุดสกัด จากนั้นตรวจสอบคุณภาพ และปริมาณของดีเอ็นเอที่ได้ โดยวิธีการวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ และตรวจสอบด้วยวิธีอะกาโรสเจลอิเล็คโทรโฟรีซีส บันทึกแถบดีเอ็นเอด้วยชุดถ่ายภาพ แล้วเจือจางดีเอ็นเอให้ได้ความเข้มข้น 10 นาโนกรัม/ไมโครลิตร เพื่อนำไปทำปฏิกิริยาพีซีอาร์ และเก็บดีเอ็นเอที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส

3.2 ใช้เครื่องหมายโมเลกุลคัดเลือกพันธุ์กาแฟที่มีปริมาณคาเฟอีนต่ำด้วยวิธี Real-time PCR โดยใช้เทคโนโลยี TaqMan SNP genotyping โดยการนำดีเอ็นเอของกาแฟไปเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยเครื่องหมายดีเอ็นเอ

กรมวิชาการเกษตร

ที่ออกแบบไว้ใน ข้อ 2 โดยปฏิกิริยาทั้งหมด 20 ไมโครลิตร ประกอบด้วย TaqMan® GTXpress™ master mix (2X) 10 ไมโครลิตร TaqMan genotyping assay mix (40X) 0.5 ไมโครลิตร ดีเอ็นเอกาแฟ 1 ไมโครลิตร และน้ำกลั่นสำหรับพีซีอาร์ 8.5 ไมโครลิตร เพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยเครื่อง *QuantStudio 5* Real-Time PCR (Thermo Fisher Scientific) โดยตั้งค่ามีสภาวะการทำปฏิกิริยา 95 องศาเซลเซียส 20 วินาที จำนวน 1 รอบ ตามด้วย 95 องศาเซลเซียส 3 วินาที 60 องศาเซลเซียส 20 วินาที จำนวน 40 รอบ ค่าการเกิดสีของฟลูออเรสเซนต์จะถูกบันทึกไว้ตามจำนวนรอบที่ทำพีซีอาร์ การวิเคราะห์ตำแหน่งสนิปส์ จะสร้าง allelic discrimination plot ของแต่ละตัวอย่างด้วยโปรแกรม QuantStudio Design & Analysis Software

3.3 บันทึกรูปแบบการเกิดตำแหน่งสนิปส์ของยีน *caffeine synthase* ในเชื้อพันธุกรรมกาแฟในรูปแบบดิจิทัลไฟล์

3.4 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของเครื่องหมายโมเลกุลสนิปส์ของ *caffeine synthase* กับลักษณะปริมาณคาเฟอีนสูงและต่ำในกาแฟ

ระยะเวลาดำเนินการทดลอง ต.ค 2564-ก.ย.2567

สถานที่ดำเนินการทดลอง

1. สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ
2. แปลงวิจัยศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่
3. สำนักงานของศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่

การทดลองที่ 1.5 การขยายพันธุ์กาแฟอะราบิกาลูกผสม F1 ในสภาพปลอดเชื้อ (2565 - 2567)

แบบและวิธีการทดลอง แผนการทดลองแบบ CRD มี 5 กรรมวิธี จำนวน 10 ซ้ำ ได้แก่

กรรมวิธีที่ 1 ระดับ 2,4-D. 1.0 มิลลิกรัม/ลิตร ร่วมกับ BAP. 0.5 มิลลิกรัมต่อ/ลิตร

กรรมวิธีที่ 2 ระดับ 2,4-D. 1.0 มิลลิกรัม/ลิตร ร่วมกับ BAP. 1.0 มิลลิกรัมต่อ/ลิตร

กรรมวิธีที่ 3 ระดับ 2,4-D. 1.0 มิลลิกรัม/ลิตร ร่วมกับ BAP. 1.5 มิลลิกรัมต่อ/ลิตร

กรรมวิธีที่ 4 ระดับ 2,4-D. 1.0 มิลลิกรัม/ลิตร ร่วมกับ BAP. 2.0 มิลลิกรัมต่อ/ลิตร

กรรมวิธีที่ 5 ระดับ 2,4-D. 1.0 มิลลิกรัม/ลิตร ร่วมกับ kinetin 5.0 มิลลิกรัมต่อ/ลิตร

วิธีปฏิบัติการทดลอง

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกาแฟอะราบิกา ในกาแฟอะราบิกาลูกผสม 2/27B4T5 (CIFC7963-661-36 x Typica)

<u>การเพาะเลี้ยงส่วนของใบอ่อน</u> มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

1. การชักนำการสร้างแคลลัสจากใบอ่อน ศึกษาผลของ 2,4-D. ร่วมกับ BAP ในระดับต่างๆ ต่อการชักนำการเกิดแคลลัสในกาแฟอะราบิกา นำใบอ่อนของกาแฟอะราบิกา ที่เลี้ยงในสภาพโรงเรือนมาไม่น้อยกว่า 3 เดือน มาฟอกฆ่าเชื้อที่ผิว ตัดใบเป็นรูปสี่เหลี่ยมขนาด 5 x 5 มิลลิเมตร นำมาเลี้ยงบนอาหารแข็งสูตร MS ที่เติมซูโครส 30 กรัม/ลิตร และเติม 2,4-D. 1.0 มิลลิกรัม/ลิตร ร่วมกับ BAP. 0.5 1.0 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อ/ลิตร หรือเติม kinetin 5 มิลลิกรัม/ลิตร ปรับ pH. ให้ได้เท่ากับ 5.6 จากนั้นนำไปเลี้ยงในสภาพมืด ที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส วางแผนการทดลองแบบ Comletely Randomized Design (CRD) บันทึกข้อมูลเปอร์เซ็นต์ การเกิดแคลลัส หลังจากเลี้ยงเป็นเวลา 30 วัน จากนั้นนำแคลลัสไปเลี้ยงต่อเพื่อเพิ่มปริมาณ และชักนำการเกิดเอมบริโอจินิคแคลลัสโดยเลี้ยงในสภาพมืด ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซนเซียส เป็นเวลา 6-12 เดือน

2. การชักนำให้เอมบริโอจินิคแคลลัสพัฒนาเป็นต้นอ่อน

<u>ศึกษาผลของ BAP ในระดับต่างๆ ต่อการพัฒนาเอมบริโอจินิคแคลลัสเป็นเอมบริโอในกาแฟอะราบิกา</u>

นำเอมบริโอจินิคแคลลัสที่จากการเลี้ยงใบอ่อน มาเลี้ยงในอาหาร โดยใช้อาหารเหลวสูตร MS ที่เติมซูโครส 30 กรัม/ลิตรและเติม BAP ที่ระดับความเข้มข้น 1.0 2.0 3.0 และ 4.0 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ปรับ pH ให้ได้เท่ากับ 5.6

กรมวิชาการเกษตร

จากนั้นนำไปเลี้ยงในสภาพแสง 12 ชั่วโมงต่อวัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส บันทึกข้อมูลเปอร์เซ็นต์ การเปลี่ยนแปลงของแคลลัส หลังจากเลี้ยงเป็นเวลา 4 เดือน

ระยะเวลาดำเนินการทดลอง ต.ค 2564-ก.ย.2567

สถานที่ดำเนินการทดลอง สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ

การทดลองที่ 1.6 เปรียบเทียบสายพันธุ์กาแฟอะราบิกาที่มีความต้านทานต่อโรคราสนิม (2567-2569)

สิ่งที่ใช้ในการทดลอง

1. วัสดุและอุปกรณ์การเกษตร ได้แก่

1.1 ต้นพันธุ์กาแฟอะราบิกาที่คัดเลือกไว้ จากการทดลองการศึกษาจำแนกลักษณะพันธุกรรมโดยสัณฐานวิทยาของกาแฟอะราบิกาในแปลงรวบรวมพันธุ์ ในปี 2564 จำนวน 6 สายพันธุ์ ได้แก่

1.1.1 กาแฟอะราบิกา สายพันธุ์ 5-1-54 (ต้นที่ 7), 5-4-2764 (ต้นที่ 8), 5-4-2764 (ต้นที่ 9) และ 5-4-2764 (ต้นที่ 11) ที่คัดเลือกจากศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเชียงราย (วาวี)

1.1.2 กาแฟอะราบิกา สายพันธุ์ B-1 (ต้นที่ 24) และ H420/9 ML 1/3 8-1 (ต้นที่ 35) ที่คัดเลือกจากศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง)

1.1.3 พันธุ์รับรอง จำนวน 1 พันธุ์ ได้แก่ CIFC7963-13-28 (เชียงใหม่ 80)

1.1.4 พันธุ์อ่อนแอต่อโรคราสนิม จำนวน 1 พันธุ์ ได้แก่ Catura หรือ Typica

2. วัสดุวิทยาศาสตร์ สำหรับประเมินการเจริญเติบโต ความต้านทานโรค ผลผลิต และคุณภาพผลผลิต

3. วัสดุสำนักงานได้แก่ กล้องถ่ายรูป กระดาษ ดินสอ ปากกา เป็นต้น

4. วัสดุคอมพิวเตอร์ ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ หมึกพิมพ์ เครื่องพรินท์

แบบและวิธีการทดลอง แผนการทดลองแบบ RCBD มี 9 กรรมวิธี (สายต้น) 3 ซ้ำๆ ละ 10 ต้น (รวมทั้งหมด 270 ต้นต่อ 1 สถานที่ปลูก) ได้แก่

กรรมวิธีที่ 1 5-1-54 (ต้นที่ 7)

กรรมวิธีที่ 2 5-4-2764 (ต้นที่ 8)

กรรมวิธีที่ 3 5-4-2764 (ต้นที่ 9)

กรรมวิธีที่ 4 5-4-2764 (ต้นที่ 11)

กรรมวิธีที่ 5 B-1 (ต้นที่ 24)

กรรมวิธีที่ 6 H420/9 ML 1/3 8-1 (ต้นที่ 35)

กรรมวิธีที่ 7 CIFC 7963-13-28 (เชียงใหม่ 80) พันธุ์เปรียบเทียบเป็นพันธุ์รับรอง

กรรมวิธีที่ 8 Catura หรือ Typica (พันธุ์เปรียบเทียบอ่อนแอต่อโรคราสนิมและโรคแอนแทรกโนส)

วิธีปฏิบัติการทดลอง

1. เตรียมต้นเสียบยอดตามกรรมวิธีๆ ละ 60 ต้น เพื่อแบ่งปลูก 2 สถานที่ ได้แก่ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) (1,300 ม.) และ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเชียงราย (วาวี) (1,400 ม.) และเตรียมแปลงทดลองสำหรับปลูกต้นกาแฟอะราบิกาสายพันธุ์ที่คัดเลือกไว้

2. เตรียมหลุมปลูกขนาด 0.50x0.50x0.50 เมตร รองก้นหลุมด้วยหินฟอสเฟตอัตรา 100 กรัม/หลุม ปุ๋ยคอกอัตรา 5 กก./หลุม ระยะห่างระหว่างต้น-แถว 2 x 2 เมตร ระยะห่างระหว่างกรรมวิธีและซ้ำ 4 เมตร และปลูกร่วมกับไม้บังร่ม

3. การปฏิบัติดูแลรักษา เมื่ออายุ 1-2 ปี แรก ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 100 ก./ต้น และ 46-0-0 อัตรา 50 ก./ต้น/ครั้ง ปีละ 2 ครั้ง ในช่วงเดือนพฤษภาคม และสิงหาคม กำจัดวัชพืชปีละ 4 ครั้ง คลุมโคนต้นทั้งปลายฤดูฝนของปีถัดไป

กรมวิชาการเกษตร

4. ทดสอบปฏิกิริยาความต้านทานของกาแฟอะราบิกาต่อโรคราสนิม ดัดแปลงวิธีการของ Edgar Couttolenc-Brenis et al. (2020) โดยนำใบกาแฟตามกรรมวิธีมาทำความสะอาดด้วยน้ำนึ่งฆ่าเชื้อพักให้ใบแห้ง ใช้ cock borer ขนาด 2.5 เซนติเมตร เจาะบริเวณเนื้อใบวางในเพลทแก้วที่นึ่งฆ่าเชื้อ ขนาด 9 เซนติเมตร ที่มีกระดาษกรองชื้นรองพื้น โดยวางลักษณะหงายใต้ใบขึ้น เตรียมสารแขวนลอยสปอร์จาก uredospore ของราสนิมกาแฟ ละลายน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อตรวจนับสปอร์ด้วย haemacytometer ส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ปรับระดับความเข้มข้นที่ 1.5 × 105 สปอร์และมิลลิลิตร และเติม 0.01% Tween R 80 จำนวน 1 หยอดต่อสารแขวนลอยสปอร์ 20 มิลลิลิตร ดูดสารแขวนลอยสปอร์ปริมาตร 20 ไมโครลิตร หยดบนชิ้นใบกาแฟ ปิดฝาเพลทแล้วนำไปบ่มที่มืดอุณหภูมิ 22+2 องศาเซลเซียส และความชื้น 95-100 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำออกมาให้แสง 16 ชั่วโมง สังเกตอาการที่เกิดขึ้นบนชิ้นใบกาแฟที่ 3 5 และ 7 วัน และประเมินการเกิดแผลบนใบกาแฟ

5. การบันทึกข้อมูล ได้แก่

5.1 บันทึกวันออกดอก ดอกบาน และติดผล เพื่อประเมินระยะเวลาการเก็บเกี่ยวผลผลิต

5.2 ประเมินความเป็นโรคราสนิมและโรคแอนแทรกโนสในสภาพแปลง ทุกเดือน (เปอร์เซ็นต์ต้นที่ไม่เป็นโรคราสนิม = จำนวนต้นที่ไม่เป็นโรคราสนิม (ที่พบในแปลง) x 100) /จำนวนต้นที่ปลูก)

5.3 ผลผลิต และคุณภาพผลผลิต ได้แก่ สีของผล โดยใช้แผ่นเทียบสี (R.H.S. Colour Chart) ขนาดผล วัดโดยใช้เวอร์เนียคาลิปเปอร์ น้ำหนักผล รูปร่างผล ความหวานผลสุก ($^{\circ}$Brix) น้ำหนักแห้ง (กะลากาแฟ/ต้น และสารกาแฟ/ต้น ที่ความชื้น 13%) ขนาดของสารกาแฟ เปอร์เซ็นต์สารกาแฟเกรด 1,2,3 และ 4 ลักษณะการเกิด Peaberry ข้อบกพร่อง (Deflect) จำนวนเมล็ดต่อน้ำหนัก 100 กรัม (เมล็ด)

5.4 คุณภาพการชิมเบื้องต้น (Cup Quality taste) ระดับคะแนนรวมไม่น้อยกว่า 6 จาก 10 คะแนน

5.5 คุณสมบัติทางเคมี ได้แก่ ค่าความสว่าง (L) ค่าสีแดง (a) ค่าสีน้ำเงิน (b) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณ Total Soluble Solid (TSS) คาเฟอีน และกรดคลอโรเจนนิก (Chologenic acid : CGAs)

5.6 สภาพภูมิอากาศและสภาพแวดล้อม ได้แก่ พื้นที่ปลูก ลักษณะดิน และข้อมูลอุตุนิยมวิทยาอุณหภูมิ

หลักการคัดเลือกพันธุ์ สายต้นพันธุ์กาแฟอะราบิกามีความต้านทานต่อโรคราสนิมและโรคแอนแทรกโนสในสภาพธรรมชาติ ผลผลิต (เกรด A) มากกว่าหรือเทียบเท่าพันธุ์เชียงใหม่ 80 จำนวนเมล็ด/น้ำหนัก 100 กรัม ไม่น้อยกว่า 400 เมล็ด คุณภาพการชิม (Cup Quality test) ระดับคะแนนรวมไม่น้อยกว่า 6 จาก 10 คะแนน (เกณฑ์มาตรฐาน SCAA Quality Scale : final cup score มากกว่า 80 คะแนน)

ระยะเวลาดำเนินการ ตุลาคม 2566 – กันยายน 2568

สถานที่ทำการทดลอง

1. ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) (1,300 ม.)
2. ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเชียงราย (วาวี) (1,400 ม.)
3. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช
4. กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร
5. ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น
6. สำนักงานของศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่

กิจกรรมที่ 2 การปรับปรุงพันธุ์กาแฟโรบัสตาพันธุ์ดีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต

การทดลองที่ 2.1 สำรวจ รวบรวมและคัดเลือกกาแฟโรบัสตาสายพันธุ์ดี (2565 - 2567)

สิ่งที่ใช้ในการทดลอง

1) ต้นกาแฟโรบัสตาสายพันธุ์ดีจากแหล่งปลูกกาแฟโรบัสตาที่สำคัญๆ ในประเทศไทย และแปลงภายในศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร

2) ปุ๋ยเคมี สูตร 46-0-0 18-46-0 และ 0-0-60 ตามค่าวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีบางประการของดิน

กรมวิชาการเกษตร

3) ปุ๋ยคอก หรือปุ๋ยหมัก

4) ธาตุอาหารรอง และจุลธาตุ

5) สารปรับปรุงดิน

6) อุปกรณ์ระบบการให้น้ำในแปลงปลูก

7) อุปกรณ์ชั่ง ตวง วัดต่าง ๆ เช่น สายวัด เวอเนียร์คาลิปเปอร์ เครื่องชั่งน้ำหนัก ฯลฯ

8) อุปกรณ์บันทึกข้อมูลและเก็บตัวอย่าง เช่น ถุงพลาสติก กรรไกรตัดแต่งกิ่ง

9) สารป้องกันกำจัดโรคและแมลง และสารกำจัดวัชพืช

แบบและวิธีการทดลอง ไม่มีการวางแผนการทดลอง

วิธีปฏิบัติการทดลอง

1. สำรวจ กาแฟโรบัสตาพันธุ์ไทยพื้นเมืองสายพันธุ์ดี และพันธุ์ต่างประเทศ เช่น ให้ผลผลิตสูง การให้ผลผลิตสม่ำเสมอทุกปี ขนาดเมล็ดมีน้ำหนัก100 เมล็ดสูงกว่า 15 กรัม เก็บเกี่ยวผลผลิตง่าย ทนทานต่อโรคและแมลงศัตรู มีลักษณะพิเศษแปลกใหม่ เป็นต้น ตามแหล่งปลูกกาแฟโรบัสตาที่สำคัญๆในประเทศไทย อย่างน้อย 5 สายพันธุ์/ปี และอนุรักษ์พันธุ์ไว้ในแปลงรวบรวมพันธุ์

2. รวบรวมกาแฟโรบัสตาที่มีลักษณะดีเด่น โดยการเสียบยอดกาแฟโรบัสตาสายพันธุ์ดีที่ได้จากการคัดเลือกบนต้นตอกาแฟโรบัสตาพันธุ์ชุมพร 2 พันธุ์ละ 15 ต้น ดูแลรักษาต้นกล้ากาแฟโรบัสตาเสียบยอดในโรงเรือนเพาะชำจนกระทั่งได้ต้นกล้ากาแฟโรบัสตามีความแข็งแรง สมบูรณ์ พร้อมสำหรับการนำไปปลูกในแปลงปลูก

3. การเตรียมพื้นที่ปลูก โดยการไถปรับพื้นที่ จัดทำแผนผังการปลูก มีการขุดร่องระบายน้ำรอบๆ และภายในแปลงปลูก เพื่อไม่ให้เกิดน้ำท่วมขังในฤดูฝนติดตั้งระบบการให้น้ำในแปลงปลูก การเตรียมหลุมปลูกขนาด 50 ซม. X 50 ซม. X 50 ซม. รองก้นหลุมด้วยปุ๋ยคอก อัตรา 5 กิโลกรัม ปุ๋ยร็อกฟอสเฟต อัตรา 200 กรัม โดโลไมต์อัตรา 300 กรัม และปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 30 กรัม คลุกเคล้ากับดินบนให้เข้ากัน รองก้นหลุมปลูก ระยะปลูก 3X3 เมตร

4. ปลูกต้นกาแฟโรบัสตาสายพันธุ์ดี ที่มีความแข็งแรง สมบูรณ์ ในแปลงปลูกรวบรวมพันธุ์ ของศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร ตามแผนผังแปลงที่วางไว้ ปลูกจำนวนพันธุ์ละ 10 ต้น หลังปลูกช่วงแรกใช้ทางมะพร้าวบังร่มให้แต่ละต้น

5. ดูแลต้นกาแฟโรบัสตาสายพันธุ์ดี จากการสำรวจและรวบรวมในแปลงปลูก ให้เจริญเติบโตดี และให้ผลผลิต มีการให้น้ำในช่วงแล้ง ประมาณสัปดาห์ละ 1 ครั้งกำจัดวัชพืช โดยส่วนใหญ่จะใช้วิธีตัดหญ้าด้วยเครื่องสะพายไหล่ มีการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีบางประการของดิน โดยแบ่งใส่ 4 ครั้งตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร ใส่ปุ๋ยคอก หรือปุ๋ยหมัก เพื่อปรับโครงสร้างของดิน ปีละ 1 ครั้ง ใส่ธาตุอาหารรอง และจุลธาตุ ปีละ2 ครั้ง ใส่สารปรับปรุงดิน ปีละ 1 ครั้ง ตัดแต่งกิ่งทรงต้นให้แต่ละต้นมี 3-4 กิ่งหลัก และปลิดกิ่งแขนงออกทุกๆ 2-4 เดือนฉีดพ่นสารเคมีกำจัดโรคและแมลงศัตรูพืช

6. บันทึกข้อมูลตามระบบของ IPGRI (International Plant Genetic Resources Institute) โดยการสร้างฐานข้อมูลเพื่อใช้ร่วมกันบนเว็บไซต์หน่วยงาน

การบันทึกข้อมูล

1. ทำการบันทึกชื่อสามัญ หรือชื่ออื่นๆ

2. บันทึกข้อมูลของแหล่งเก็บตัวอย่าง

3. บันทึกข้อมูลทั่วไปของต้นนั้นๆ เช่น อายุ และประวัติของต้น เป็นต้น

4.บันทึกลักษณะประจำพันธุ์ทางพฤกษศาสาตร์ที่เด่นชัด เช่น ลักษณะทางลำต้น ช่อดอกและการออกดอก (Inflorescence and flowering) ผล (Fruit) และเมล็ด (Seed)

5.บันทึกลักษณะทางการเกษตร เช่น การเจริญเติบโต จำนวนข้อต่อลำต้น จำนวนข้อต่อกิ่ง จำนวนข้อที่ติดผลต่อกิ่ง ความยาวระหว่างข้อในกิ่ง จำนวนผลต่อข้อ

6. บันทึกข้อมูลการให้ผลผลิตและคุณภาพผลผลิต เช่น น้ำหนักผลสดต่อต้น (Berry weight per tree) อัตราเมล็ดลีบ (Empty fruit rate) น้ำหนัก 100 เมล็ด (100- bean weight) และสัดส่วนผลสดต่อเมล็ดกาแฟสาร (% Out-turn)

7. ลักษณะการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อม เช่น ความทนทานต่อโรคและแมลง สภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมอื่น เช่น ความทนแล้ง

ระยะเวลาดำเนินการทดลอง ต.ค 2564-ก.ย.2567

สถานที่ดำเนินการทดลอง

1. ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร จ.ชุมพร และแปลงเกษตรกร
2. สำนักงานของศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่

การทดลองที่ 2.2 การเปรียบเทียบพันธุ์กาแฟโรบัสตาพันธุ์ไทยพื้นเมืองและพันธุ์ต่างประเทศ

- สิ่งที่ใช้ในการทดลอง

1) กาแฟโรบัสตา จำนวน 11 สายพันธุ์ ซึ่งเป็นพันธุ์ไทยพื้นเมือง จำนวน 8 สายพันธุ์ได้แก่ JM03, JM04, JM08, SC10, SC11, PP08, SKE08 และ SWJ102 สำหรับพันธุ์ต่างประเทศ จำนวน 8 สายพันธุ์ได้แก่ FRT133, FRT135 และ FRT 141 และพันธุ์แนะนำของกรมวิชาการเกษตร (พันธุ์ชุมพร 2) เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ

2) ปุ๋ยเคมี สูตร 46-0-0 18-46-0 และ 0-0-60 ตามค่าวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีบางประการของดิน

3) ปุ๋ยคอก หรือปุ๋ยหมัก

4) ธาตุอาหารรอง และจุลธาตุ

5) สารปรับปรุงดิน

6) อุปกรณ์ระบบการให้น้ำในแปลงปลูก

7) อุปกรณ์ชั่ง ตวง วัดต่าง ๆ เช่น สายวัด เวอเนียร์คาลิปเปอร์ เครื่องชั่งน้ำหนัก ฯลฯ

8) อุปกรณ์บันทึกข้อมูลและเก็บตัวอย่าง เช่น ถุงพลาสติก กรรไกรตัดแต่งกิ่ง

9) สารป้องกันกำจัดโรคและแมลง และสารกำจัดวัชพืช

- แบบและวิธีการทดลอง วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 3 ซ้ำ ซ้ำละ 9 ต้น ให้สายพันธุ์เป็นกรรมวิธี มีทั้งหมด 12 กรรมวิธี ใช้ 6 ต้น เป็น 1 experimental unit กรรมวิธี มีดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 พันธุ์ชุมพร 2 (Control)
กรรมวิธีที่ 2 สายพันธุ์ FRT133
กรรมวิธีที่ 3 สายพันธุ์ JM04
กรรมวิธีที่ 4 สายพันธุ์ JM03
กรรมวิธีที่ 5 สายพันธุ์ FRT135
กรรมวิธีที่ 6 สายพันธุ์ FRT141
กรรมวิธีที่ 7 สายพันธุ์ SC10
กรรมวิธีที่ 8 สายพันธุ์ SC11
กรรมวิธีที่ 9 สายพันธุ์ PP08
กรรมวิธีที่ 10 สายพันธุ์ SKE08
กรรมวิธีที่ 11 สายพันธุ์ SWJ02
กรรมวิธีที่ 12 สายพันธุ์ JM08

- วิธีปฏิบัติการทดลอง

<u>ขั้นตอนที่ 1</u> ปี 2555-2558 ศึกษา ประเมินและคัดเลือกพันธุ์กาแฟโรบัสตาพันธุ์ไทยพื้นเมืองจากแปลงเกษตรกร และพันธุ์ต่างประเทศ จากความร่วมมือกับบริษัทควอลิตี้ คอฟฟี่ โปรดักท์ส จำกัด โดยจะมีการประเมินผลผลิตเบื้องต้นติดต่อกันอย่างน้อย 3 ปี การผลิต ตามมาตรฐานในการคัดเลือกพันธุ์กาแฟโรบัสตา

<u>ขั้นตอนที่ 2</u> ปี 2559-2564 ปลูกเปรียบเทียบสายพันธุ์ต่างๆ ในแปลงปลูกเปรียบเทียบพันธุ์ วางแผนการทดลองโดยใช้สถิติ และเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลโดยใช้ค่า Duncan's multiple range test (DMRT)

กรมวิชาการเกษตร

โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block ; RCB) เบื้องต้นได้ข้อมูลการเจริญเติบโต ข้อมูลผลผลิตและคุณภาพของผลผลิต ปีที่2 (ปี 2563 และปี2564)

ขั้นตอนที่ 3 ปี 2565-2567 บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต บันทึกข้อมูลผลผลิตและคุณภาพผลผลิตต่อเนื่องเป็นเวลาอีก 3 ปี เพื่อให้ได้พันธุ์ที่มีลักษณะที่ดีตามเกณฑ์ในการเปรียบเทียบพันธุ์ โดยมีการดูแลรักษาแปลงเปรียบเทียบพันธุ์ จากการปลูกกาแฟโรบัสตาตามกรรมวิธีต่างๆ ภายในศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร ใช้ระยะ 3x3 เมตร ปัจจุบันต้นกาแฟอายุ 5 ปี 6 เดือน มีการบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต ข้อมูลผลผลิตและคุณภาพของผลผลิต ปีที่ 2 (ปี 2564) และในปี 2565 - 2567 ดำเนินการดังนี้

1) ดูแลรักษาแปลงปลูกเปรียบเทียบพันธุ์กาแฟโรบัสตา ให้น้ำในช่วงแล้ง ประมาณสัปดาห์ละ 1 ครั้ง

2) กำจัดวัชพืช โดยส่วนใหญ่จะใช้วิธีตัดหญ้าด้วยเครื่องสะพายไหล่ มีการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีบางประการของดิน โดยแบ่งใส่ 4 ครั้งตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร

3) ใส่ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมัก ปีละ 1 ครั้ง ใส่ธาตุอาหารรอง และจุลธาตุ ปีละ 2 ครั้ง และใส่สารปรับปรุงดิน ปีละ 1 ครั้ง

4) ตัดแต่งกิ่งทรงต้นให้แต่ละต้นมี 3-4 กิ่งหลักและปลิดกิ่งแขนงออกทุก ๆ 2-4 เดือน

5) ทำการตัดแต่งกิ่งที่เสียหายออกหลังการเก็บเกี่ยวเสร็จสิ้น

6) ฉีดพ่นสารเคมีกำจัดโรคและแมลงศัตรูพืช

7) บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต ทุกๆ 6 เดือนและข้อมูลผลผลิต

- การบันทึกข้อมูล

1) การเจริญเติบโต เช่น ขนาดรอบโคน ความสูงต้น จำนวนกิ่ง/ต้น ความยาวกิ่ง จำนวนข้อที่ให้ผลผลิตต่อกิ่ง ความยาวข้อ และจำนวนผลต่อข้อ

2) ด้านผลผลิต เช่น ปริมาณผลสด และผลผลิตเมล็ดกาแฟ

3) คุณภาพผลผลิต เช่น เปอร์เซ็นต์ Extractability เปอร์เซ็นต์คาเฟอีน สัดส่วนผลสดต่อเมล็ดกาแฟสาร (% Out-turn) ขนาดเมล็ดกาแฟและน้ำหนัก 100 เมล็ด

4) การให้ผลผลิตเร็วและการให้ผลผลิตสม่ำเสมอทุกปี

5) ระยะเวลาการออกดอก และจำนวนรุ่นของดอกต่อปี

6) ช่วงเวลาการเก็บเกี่ยว และจำนวนครั้งในการเก็บเกี่ยวผลผลิตต่อปี

7) การเข้าทำลายของโรคและแมลง

8) ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

- ระยะเวลาดำเนินการทดลอง ต.ค 2564-ก.ย.2567

- สถานที่ดำเนินการทดลอง ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร จ.ชุมพร

การทดลองที่ 2.3 การเปรียบเทียบพันธุ์กาแฟโรบัสตาเพื่อให้ได้ผลขนาดใหญ่ (2565 – 2567)

- สิ่งที่ใช้ในการทดลอง

1) กาแฟโรบัสตาไทยพื้นเมือง จำนวน 7 สายพันธุ์ และพันธุ์แนะนำของกรมวิชาการเกษตร (พันธุ์ชุมพร 2) เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ

2) ปุ๋ยเคมี สูตร 46-0-0 18-46-0 และ 0-0-60 ตามค่าวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีบางประการของดิน

3) ปุ๋ยคอก หรือปุ๋ยหมัก

4) ธาตุอาหารรอง และจุลธาตุ

5) สารปรับปรุงดิน

6) อุปกรณ์ระบบการให้น้ำในแปลงปลูก

7) อุปกรณ์ชั่ง ตวง วัดต่าง ๆ เช่น สายวัด เวอเนียร์คาลิปเปอร์ เครื่องชั่งน้ำหนัก ฯลฯ

กรมวิชาการเกษตร

8) อุปกรณ์บันทึกข้อมูลและเก็บตัวอย่าง เช่น ถุงพลาสติก กรรไกรตัดแต่งกิ่ง

9) สารป้องกันกำจัดโรคและแมลง และสารกำจัดวัชพืช

- แบบและวิธีการทดลอง วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 3 ซ้ำ ซ้ำละ 9 ต้น ให้สายพันธุ์เป็นกรรมวิธี มีทั้งหมด 8 กรรมวิธี ใช้ 6 ต้น เป็น 1 experimental unit กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 พันธุ์ชุมพร 2 (Control)
กรรมวิธีที่ 2 สายพันธุ์ SC07
กรรมวิธีที่ 3 สายพันธุ์ SKE10
กรรมวิธีที่ 4 สายพันธุ์ TPO14
กรรมวิธีที่ 5 สายพันธุ์ TPO17
กรรมวิธีที่ 6 สายพันธุ์ Pro –SRP13
กรรมวิธีที่ 7 สายพันธุ์ SKS03
กรรมวิธีที่ 8 สายพันธุ์ TPO10

- วิธีปฏิบัติการทดลอง

ขั้นตอนที่ 1 ปี 2556-2558 ศึกษา ประเมินและคัดเลือกพันธุ์กาแฟโรบัสตาพันธุ์ไทยพื้นเมืองจากแปลงเกษตรกรโดยความร่วมมือจากบริษัทควอลิตี้ คอฟฟี่ โปรดักท์ส จำกัด มีการประเมินผลผลิตเบื้องต้นติดต่อกันอย่างน้อย 3 ปี การผลิตตามมาตรฐานในการคัดเลือกพันธุ์กาแฟโรบัสตา

ขั้นตอนที่ 2 ปี 2559-2564 การเตรียมต้นกล้ากาแฟโรบัสตาสำหรับการเปรียบเทียบพันธุ์ โดยการเสียบยอดพันธุ์ดีกับต้นตอกาแฟโรบัสตาพันธุ์ชุมพร2 ปลูกเปรียบเทียบสายพันธุ์ต่างๆ ในแปลงปลูกเปรียบเทียบพันธุ์ วางแผนการทดลองโดยใช้สถิติ และเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลโดยใช้ค่า Duncan's multiple range test (DMRT) โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block ; RCB) เบื้องต้นได้ข้อมูลการเจริญเติบโต ข้อมูลผลผลิตและคุณภาพของผลผลิต ปีที่ 2 (ปี 2563 และปี2564)

ขั้นตอนที่ 3 ปี 2565-2567 บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต บันทึกข้อมูลผลผลิตและคุณภาพผลผลิตต่อเนื่องเป็นเวลาอีก 3 ปี เพื่อให้ได้พันธุ์ที่มีลักษณะที่ดีตามเกณฑ์ในการเปรียบเทียบพันธุ์ โดยมีการดูและรักษาแปลงเปรียบเทียบพันธุ์ จากการปลูกกาแฟโรบัสตาตามกรรมวิธีต่างๆ ภายในศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร ใช้ระยะ 3x3 เมตร ปัจจุบันต้นกาแฟอายุ 5 ปี 6 เดือน มีการบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต ข้อมูลผลผลิตและคุณภาพของผลผลิต ปีที่ 2 (ปี 2564) และในปี 2565 - 2567 ดำเนินการดังนี้

1) ดูแลรักษาแปลงปลูกเปรียบเทียบพันธุ์กาแฟโรบัสตา ให้น้ำในช่วงแล้ง ประมาณสัปดาห์ละ 1 ครั้งกำจัดวัชพืช โดยส่วนใหญ่จะใช้วิธีตัดหญ้าด้วยเครื่องสะพายไหล่ มีการปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีบางประการของดิน โดยแบ่งใส่ 4 ครั้งตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร ใส่ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมัก ปีละ 1 ครั้ง ใส่ธาตุอาหารรอง และจุลธาตุ ปีละ 2 ครั้ง ใส่สารปรับปรุงดิน ปีละ 1 ครั้ง

2) ตัดแต่งกิ่งทรงต้นให้แต่ละต้นมี 3-4 กิ่งหลักและปลิดกิ่งแขนงออกทุก ๆ 2-4 เดือน

3) ทำการตัดแต่งกิ่งที่เสียหายออกหลังการเก็บเกี่ยวเสร็จสิ้น

4) ฉีดพ่นสารเคมีกำจัดโรคและแมลงศัตรูพืช

5) บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต ทุกๆ 6 เดือนและข้อมูลผลผลิต

- การบันทึกข้อมูล

1) การเจริญเติบโต เช่น ขนาดรอบโคน ความสูงต้น จำนวนกิ่ง/ต้น ความยาวกิ่ง จำนวนข้อที่ให้ผลผลิตต่อกิ่ง ความยาวข้อ และจำนวนผลต่อข้อ

2) ด้านผลผลิต เช่น ผลผลิตปริมาณผลสด ผลผลิตเมล็ดกาแฟ

3) คุณภาพผลผลิต เช่น เปอร์เซ็นต์ Extractability เปอร์เซ็นต์คาเฟอีน สัดส่วนผลสดต่อเมล็ดกาแฟสาร (% Out-turn) ขนาดเมล็ดกาแฟและน้ำหนัก 100 เมล็ด

กรมวิชาการเกษตร

4) การให้ผลผลิตเร็วและการให้ผลผลิตสม่ำเสมอทุกปี

5) ระยะเวลาการออกดอก และจำนวนรุ่นของดอกต่อปี

6) ช่วงเวลาการเก็บเกี่ยว และจำนวนครั้งในการเก็บเกี่ยวผลผลิตต่อปี

7) การเข้าทำลายของโรคและแมลง

8) ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

- ระยะเวลาดำเนินการทดลอง ต.ค. 2564-ก.ย.2567
- สถานที่ดำเนินการทดลอง ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร จ.ชุมพร

โครงการวิจัยย่อยที่ 2 วิจัยและพัฒนาคำแนะนำการจัดการดินและธาตุอาหารในการผลิตกาแฟอะราบิกา

การทดลองที่ 1.1 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุอาหารในใบในรอบปีและปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียออกนอกพื้นที่เพาะปลูกกาแฟอะราบิกา

คัดเลือกแปลงกาแฟพันธุ์อะราบิกา ระยะให้ผลผลิต อายุ 5-10 ปี ที่ปลูกในพื้นที่ดินเหนียว-ร่วนเหนียว จำนวน 2 แปลง สุ่มเลือกต้นกาแฟ 15 ต้น/แปลง ทำการบันทึกข้อมูล ชื่อ-สกุลเจ้าของแปลง พิกัดตำแหน่งที่ตั้งแปลง ชนิดและอัตราปุ๋ยที่ใช้ก่อนการทดลอง ลักษณะพื้นที่ การดูแลจัดการภายในแปลง ปริมาณผลผลิตกาแฟ (กิโลกรัมต่อไร่) ทำการเก็บตัวอย่างดินและพืช โดยตัวอย่างดินจะทำการเก็บก่อนและหลังการทดลอง ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร และ 15-30 เซนติเมตร ใต้ทรงพุ่มจำนวน 4 จุดต่อต้น และตัวอย่างพืชจะทำการเก็บใบเดือนละครั้งตามอายุในแต่ละเดือนนับจากการเริ่มผลิใบครั้งแรก ต้นละ 20-30 ใบ หากมีการตัดแต่งกิ่ง หรือเก็บเกี่ยวผลผลิตกาแฟ จะทำการสุ่มเก็บตัวอย่างกิ่งตัดแต่ง หรือผลผลิตกาแฟ เพื่อประเมินธาตุอาหารพืชที่สูญเสียออกนอกพื้นที่เพาะปลูกด้วย แล้วนำตัวอย่างดินและพืชที่เก็บมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ โดยตัวอย่างดินทำการวิเคราะห์สมบัติดินทางเคมี และปริมาณธาตุอาหารพืชในดิน และตัวอย่างใบ รวมทั้งตัวอย่างกิ่งตัดแต่ง หรือผลผลิตกาแฟ ทำการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารพืชทั้งหมดในตัวอย่าง แล้วนำข้อมูลปริมาณธาตุอาหารในใบกาแฟมาสร้างกราฟการเปลี่ยนแปลงของธาตุอาหารพืชในใบกาแฟในรอบปี

การทดลองที่ 1.2 ศึกษาสมบัติดินทางเคมี และปริมาณธาตุอาหารพืชต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของกาแฟอะราบิกาในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ (ปีเริ่มต้น 2565 - สิ้นสุด 2566)

คัดเลือกแปลงกาแฟพันธุ์อะราบิการะยะให้ผลผลิต ที่ปลูกในพื้นที่จ.เชียงใหม่ จำนวน 20 แปลง สุ่มเลือกต้นกาแฟ 15 ต้น/แปลง ทำการบันทึกข้อมูล ชื่อ-สกุลเจ้าของแปลง พิกัดตำแหน่งที่ตั้งแปลง ชนิดและอัตราปุ๋ยที่ใช้ก่อนการทดลอง ลักษณะพื้นที่ การดูแลจัดการภายในแปลง ปริมาณผลผลิตกาแฟ (กิโลกรัมต่อไร่) ทำการเก็บตัวอย่างดินและพืช โดยตัวอย่างดินจะทำการเก็บก่อนและหลังการทดลอง ที่ระดับความลึก 0-15เซนติเมตร และ 15-30 เซนติเมตร ใต้ทรงพุ่มจำนวน 4 จุดต่อต้น และตัวอย่างพืชจะทำการเก็บตัวอย่างใบอายุ 4, 6 และ8 เดือน ต้นละ 20-30 ใบ และการเก็บตัวอย่างผลผลิต โดยทำการสุ่มเก็บตัวอย่างผลผลิต เพื่อประเมินธาตุอาหารที่สูญเสียออกนอกพื้นที่เพาะปลูก รวมทั้งเก็บข้อมูลผลผลิตในส่วนของน้ำหนักผลสด นำตัวอย่างดินและพืชที่เก็บมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ โดยตัวอย่างดินทำการวิเคราะห์สมบัติดินทางเคมี และปริมาณธาตุอาหารพืชในดิน และตัวอย่างใบ รวมทั้งตัวอย่างผลผลิตกาแฟ ทำการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารพืชทั้งหมดในตัวอย่าง แล้วทำการประเมินเกณฑ์ระดับมาตรฐานของธาตุอาหารในดิน และค่ามาตรฐานของธาตุอาหารพืชในใบกาแฟพันธุ์อะราบิกาด้วยวิธีเส้นขอบเขต โดยการนำข้อมูลค่าวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน และปริมาณธาตุอาหารพืชในใบกาแฟ มาสร้างกราฟกระจายกับผลผลิตสัมพัทธ์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ ช่วงต่ำ เพียงพอ และมากเกินพอ โดยใช้ข้อมูลระดับผลผลิตในช่วง <60-80 เปอร์เซ็นต์ 80-100 เปอร์เซ็นต์ และค่าความเข้มข้นที่เริ่มทำให้ผลผลิตกาแฟลดลง ตามลำดับ

การทดลองที่ 1.3 ศึกษาการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนของกาแฟอะราบิกา (ปีเริ่มต้น 2565 - สิ้นสุด 2566)

- สิ่งที่ใช้ในการทดลอง

1) กาแฟพันธุ์อะราบิกา ระยะให้ผลผลิต อายุ 5-10 ปี

2) ปุ๋ยเคมีเกรด 46-0-0, 0-46-0 และ 0-0-60

3) สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ตัวอย่างดินและพืชในห้องปฏิบัติการ

4) เครื่องมือวิทยาศาสตร์ และวัสดุวิทยาศาสตร์สำหรับวิเคราะห์ตัวอย่างดินและพืชในห้องปฏิบัติการ

5) เครื่องมือ และอุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างดินและพืช

- แบบและวิธีการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block (RCB) จำนวน 4 ซ้ำๆ ละ 6 ต้น ประกอบด้วย 5 กรรมวิธี

กรรมวิธีที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน

กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 0.5 เท่าตามคำแนะนำ

กรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 1.0 เท่าตามคำแนะนำ

กรรมวิธีที่ 4 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 1.5 เท่าตามคำแนะนำ

กรรมวิธีที่ 5 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 2.0 เท่าตามคำแนะนำ

หมายเหตุ ทุกกรรมวิธีใส่ปุ๋ยฟอสเฟตและปุ๋ยโพแทช อัตราตามคำแนะนำ คือปุ๋ยฟอสเฟต 46 กรัมต่อต้นต่อปี และปุ๋ยโพแทช 90 กรัมต่อต้นต่อปี (สถาบันวิจัยพืชสวน, 2562)

- วิธีปฏิบัติการทดลอง

1) เลือกแปลงกาแฟอะราบิกาอายุ 5-10 ปี ที่มีปริมาณอินทรียวัตถุในดินระดับต่ำ ปานกลาง และสูง (FAO, 2005) ระดับละ 1 แปลง

2) เก็บตัวอย่างดินก่อนทำการทดลอง โดยเก็บที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร และ 15-30 เซนติเมตร มาวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของดินในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ เนื้อดิน pH อินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ พร้อมวัดการเจริญเติบโตก่อนการทดอง ได้แก่ ความสูง ขนาดลำต้น

3) ใส่ปุ๋ยในเดือนพฤษภาคม สิงหาคม และตุลาคม ตามอัตราที่กำหนดในกรรมวิธีต่างๆ (สถาบันวิจัยพืชสวน, 2562)

4) ดูแลกำจัดวัชพืช และแมลงศัตรูพืช

5) เก็บเกี่ยวผลผลิตกาแฟ และสุ่มเก็บตัวอย่างใบ และผลกาแฟในแต่ละกรรมวิธี มาวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในพืช ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม พร้อมสุ่มเก็บตัวอย่างดินหลังเก็บเกี่ยว สำหรับนำมาวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดินหลังเก็บเกี่ยว

6) ประเมินผลของการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในแต่ละกรรมวิธี ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของกาแฟ เช่น น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง ปริมาณความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในเมล็ด และวัดการเจริญเติบโตหลังใส่ปุ๋ย

7) ประเมินผลของการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในแต่ละกรรมวิธี ต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติต่าง ๆ ของดิน เช่น ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน ปริมาณอินทรียวัตถุ และธาตุอาหารในดิน ได้แก่ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

- การบันทึกข้อมูล

1) ข้อมูลทั่วไป ได้แก่ ชื่อ-สกุลเจ้าของแปลง พิกัดตำแหน่งที่ตั้งแปลงทางภูมิศาสตร์ (GPS) ที่ตั้งแปลง ชนิดและอัตราปุ๋ยที่ใช้ก่อนการทดลอง การดูแลจัดการภายในแปลง

2) ข้อมูลสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ที่ทำการทดลอง เช่น ข้อมูลปริมาณฝนรายวัน และอุณหภูมิต่ำสุด-สูงสุดรายวัน

กรมวิชาการเกษตร

3) ข้อมูลผลวิเคราะห์ดินก่อนทำการทดลองและหลังเก็บเกี่ยว ได้แก่ เนื้อดิน ความหนาแน่นรวมของดิน ความเป็นกรด-ด่างของดิน ปริมาณอินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

4) ข้อมูลผลผลิต ได้แก่น้ำหนักผลสด น้ำหนักแห้ง และผลผลิตต่อไร่

6) ข้อมูลปริมาณธาตุอาหารในผลผลิต ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม

7) ข้อมูลต้นทุนการผลิตโดยการหาอัตราผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

8) การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การทดลองที่ 1.4 ศึกษาการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยฟอสเฟตของกาแฟอะราบิกา (ปีเริ่มต้น 2565 - สิ้นสุด 2566)

- แบบและวิธีการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block (RCB) จำนวน 4 ซ้ำๆ ละ 6 ต้น ประกอบด้วย 5 กรรมวิธี

กรรมวิธีที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยฟอสเฟต
กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยฟอสเฟต 0.5 เท่าตามคำแนะนำ
กรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ยฟอสเฟต 1.0 เท่าตามคำแนะนำ
กรรมวิธีที่ 4 ใส่ปุ๋ยฟอสเฟต 1.5 เท่าตามคำแนะนำ
กรรมวิธีที่ 5 ใส่ปุ๋ยฟอสเฟต 2.0 เท่าตามคำแนะนำ

หมายเหตุ ทุกกรรมวิธีใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและปุ๋ยโพแทช อัตราตามคำแนะนำ คือปุ๋ยไนโตรเจน 110 กรัมต่อต้นต่อปี และปุ๋ยโพแทช 90 กรัมต่อต้นต่อปี (สถาบันวิจัยพืชสวน, 2562)

เลือกแปลงกาแฟอะราบิกาอายุในระยะให้ผลผลิต ที่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ดินระดับต่ำ ปานกลาง และสูง (FAO, 2005) ระดับละ 1 แปลง

- สิ่งที่ใช้ทดลอง วิธีปฏิบัติการทดลอง และการบันทึกข้อมูลเหมือนการทดลองที่ 1.3

การทดลองที่ 1.5 ศึกษาการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยโพแทชของกาแฟอะราบิกา (ปีเริ่มต้น 2565 - สิ้นสุด 2566)

- แบบและวิธีการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block (RCB) จำนวน 4 ซ้ำๆ ละ 6 ต้น ประกอบด้วย 5 กรรมวิธี

กรรมวิธีที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยโพแทช
กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยโพแทช 0.5 เท่าตามคำแนะนำ
กรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ยโพแทช 1.0 เท่าตามคำแนะนำ
กรรมวิธีที่ 4 ใส่ปุ๋ยโพแทช 1.5 เท่าตามคำแนะนำ
กรรมวิธีที่ 5 ใส่ปุ๋ยโพแทช 2.0 เท่าตามคำแนะนำ

หมายเหตุ ทุกกรรมวิธีใส่ปุ๋ยฟอสเฟตและปุ๋ยไนโตรเจน อัตราตามคำแนะนำ คือปุ๋ยไนโตรเจน 110 กรัมต่อต้นต่อปี และปุ๋ยฟอสเฟต 46 กรัมต่อต้นต่อปี (สถาบันวิจัยพืชสวน, 2562)

เลือกแปลงกาแฟอะราบิกาอายุ 5-10 ปี ที่มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินระดับต่ำ ปานกลาง และสูง (Sousa *et al*., 2018) ระดับละ 1 แปลง

- สิ่งที่ใช้ทดลอง วิธีปฏิบัติการทดลอง และการบันทึกข้อมูลเหมือนการทดลองที่ 1.3

โครงการวิจัยย่อยที่ 3 วิจัยการจัดการน้ำเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของกาแฟอะราบิกา

กรมวิชาการเกษตร

วิจัยการจัดการน้ำเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของกาแฟอะราบิกา โดยวิจัยการศึกษารอยเท้าน้ำ ในการผลิตกาแฟอะราบิกา และการประเมินความต้องการน้ำของกาแฟต่อการเจริญเติบโตและผลผลิต ค่าการใช้น้ำของพืชในสภาวะแท้จริง ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช ประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืช ซึ่งจะได้คำแนะนำการให้น้ำที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพของกาแฟอะราบิกา ประกอบด้วย

กิจกรรม 1 การศึกษาสัมประสิทธิ์การใช้น้ำและ Depletion Factor ของกาแฟอะราบิกา

การทดลองที่ 1.1 การศึกษาสัมประสิทธิ์การใช้น้ำ(Crop water coefficient, Kc) ของกาแฟอะราบิกา

- สำรวจและเตรียมพื้นที่ วางแผนการทดลอง เตรียม lysimeter (ถังวัดความชื้นในดิน)
- เก็บข้อมูลปริมาณน้ำในดิน สภาพภูมิอากาศ การเจริญเติบโตของกาแฟ ข้อมูลสมบัติทางกายภาพดินและข้อมูลความชื้นดิน

การทดลองที่ 1.2 การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อดัชนีความเครียด (Depletion factor, p และ Crop water stress coefficient, Ks) กับสมดุลน้ำในกาแฟอะราบิกา

- สำรวจและเตรียมพื้นที่ วางแผนการทดลอง เตรียม lysimeter (ถังวัดความชื้นในดิน)
- เก็บข้อมูลปริมาณน้ำในดิน สภาพภูมิอากาศ การเจริญเติบโตของกาแฟ ข้อมูลสมบัติทางกายภาพดินและข้อมูลความชื้นดิน

กิจกรรม 2 การศึกษาปริมาณรอยเท้าน้ำในการผลิตเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของกาแฟอะราบิกา

การทดลองที่ 2.1 การศึกษาปริมาณรอยเท้าน้ำ (Water Footprint) ของผลผลิตกาแฟ สำหรับกาแฟปลูกใหม่

- สำรวจและเตรียมพื้นที่ วางแผนการทดลอง และเตรียมถังวัดการไหลบ่าของน้ำผิวดินและอัตราการซาบซึมลึกของน้ำในดิน
- เก็บข้อมูลปริมาณน้ำในดิน สภาพภูมิอากาศ การเจริญเติบโตของกาแฟ ข้อมูลสมบัติทางกายภาพดินและข้อมูลการไหลบ่าของน้ำผิวดินและอัตราการซาบซึมลึกของน้ำในดิน

การทดลองที่ 2.2 การศึกษาปริมาณรอยเท้าน้ำ (Water Footprint) ของผลผลิตกาแฟ สำหรับกาแฟที่ให้ผลผลิตแล้ว

- สำรวจและเตรียมพื้นที่ วางแผนการทดลอง และเตรียมถังวัดการไหลบ่าของน้ำผิวดินและอัตราการซาบซึมลึกของน้ำในดิน
- เก็บข้อมูลปริมาณน้ำในดิน สภาพภูมิอากาศ การเจริญเติบโตของกาแฟ ข้อมูลสมบัติทางกายภาพดินและข้อมูลการไหลบ่าของน้ำผิวดินและอัตราการซาบซึมลึกของน้ำในดิน

โครงการวิจัยย่อยที่ 4 วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเพิ่มผลผลิตโกโก้เพื่อรองรับเกษตรกรรมยั่งยืน

การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเพิ่มผลผลิตโกโก้เพื่อรองรับเกษตรกรรมยั่งยืน โดยศึกษาเพื่อให้ได้แนวทางในการจัดการแปลงเพื่อเพิ่มผลผลิตโกโก้ให้ได้ทั้งปริมาณและคุณภาพ นำพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงไปปลูกในภาคต่าง ๆ เพื่อดูศักยภาพของพันธุ์ในแต่ละแห่ง และหาแนวทางในการจัดการแปลงให้เหมาะสมกับพื้นที่และถ่ายทอดความรู้แก่เกษตรกรในพื้นที่ต่อไป

กิจกรรม 1 การศึกษาระบบปลูกและการจัดการน้ำ โรคและแมลงเพื่อเพิ่มผลผลิตโกโก้

การทดลองที่ 1.1 การทดลองศึกษาระบบปลูกและชนิดของต้นพันธุ์เพื่อเพิ่มผลผลิตโกโก้

1) ดูแลรักษาต้นโกโก้ ใส่ปุ๋ย ตัดแต่งกิ่ง ป้องกันกำจัดโรคและแมลง
2) เก็บเกี่ยวผลผลิต เก็บข้อมูลผลผลิต แปรรูปและส่งวิเคราะห์คุณภาพ
3) เก็บข้อมูลสภาพภูมิอากาศ

การทดลองที่ 1.2 การทดลองศึกษาการปลูกโกโก้แบบพืชร่วมยางพาราในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช

1) คัดเลือกแปลงเกษตรกร ปลูกโกโก้แซมยางพาราตามกรรมวิธี

กรมวิชาการเกษตร

2) ใส่ปุ๋ย ตัดแต่งกิ่ง เก็บข้อมูลการเจริญเติบโต

การทดลองที่ 1.3 การทดลองศึกษาผลของการให้น้ำและการคลุมโคน ต่อการติดผลและเพิ่มขนาดฝักโกโก้

1) คัดเลือกแปลงเกษตรกร 3 จังหวัด

2) เก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีบางประการของดิน และติดตั้งระบบน้ำ

3) ดูแลรักษาโกโก้ ใส่ปุ๋ย ให้น้ำตามกรรมวิธี เก็บข้อมูลการติดผล

4) เก็บเกี่ยวผลผลิต บันทึกข้อมูลและคุณภาพของผลผลิต

5) บันทึกข้อมูลสภาพอากาศ

การทดลองที่ 1.4 การทดลองสำรวจ รวบรวม และคัดเลือกสายต้นโกโก้ในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช

1) รวบรวมข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับแหล่งปลูกและลักษณะเด่นของโกโก้ในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช

2) สำรวจเพื่อรวบรวมสายต้นโกโก้จากแหล่งปลูกในพื้นที่

3) บันทึกผลข้อมูลทั่วไป ได้แก่ การเจริญเติบโต อายุการเก็บเกี่ยว การให้ผลผลิต โรคและแมลงที่พบ

การทดลองที่ 1.5 การทดลองศึกษาชีววิทยา นิเวศวิทยา และการป้องกันกำจัดโรคและแมลงศัตรูสำคัญของโกโก้ในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช

1) สำรวจและเก็บตัวอย่างโรคและแมลงโกโก้ในพื้นที่ปลูกจังหวัดนครศรีธรรมราช ของต้นโกโก้ระยะเจริญเติบโตต่าง ๆ

2) สำรวจความเสียหายจากการเข้าทำลายของโรคและแมลงศัตรูโกโก้ที่พบ

3) ตรวจวินิจฉัยโรคและจำแนกชนิดแมลงศัตรูพืชที่พบ โดยเก็บตัวอย่างและส่งตัวอย่างที่ไม่ทราบชนิดไปจำแนก ณ สำนักวิจัยและพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร

4) ศึกษาวงจรชีวิตของแมลง การเกิดโรคชนิดต่าง ๆ และความสัมพันธ์ระหว่างโรค แมลง กับสภาพแวดล้อม

5) ดำเนินการทดสอบเทคโนโลยีการป้องกันกำจัดศัตรูโกโก้แบบผสมผสาน บันทึกข้อมูล

กิจกรรม 2 ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางสภาพแวดล้อมกับการเจริญเติบโตของโกโก้ในพื้นที่ปลูกที่มีสภาพแวดล้อมแตกต่างกัน

การทดลองที่ 2.1 การทดลองศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางสภาพแวดล้อมกับการเจริญเติบโตของโกโก้ในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน

1) เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของโกโก้ที่ให้ผลผลิตแล้วในแปลงเกษตรกรจำนวน 15 ราย รายละ 6 ต้น ทำการเก็บข้อมูลทุก 2 เดือน

2) เก็บข้อมูลปัจจัยทางสภาพแวดล้อม ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ อุณหภูมิ

3) เก็บตัวอย่างดินเพื่อส่งวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีบางประการของดิน

4) เก็บข้อมูลการปฏิบัติทางการเกษตรของเกษตรกร เช่น การใส่ปุ๋ย การให้น้ำ การจัดการแปลง การจัดการโรคและแมลง การเก็บเกี่ยว การแปรรูป และการเก็บรักษาผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว

5) นำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ทางสถิติ

การทดลองที่ 2.2 ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางสภาพแวดล้อมกับการเจริญเติบโตของโกโก้ในพื้นที่ภาคเหนือตอนล่าง

1) เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของโกโก้ที่ให้ผลผลิตแล้วในแปลงเกษตรกรจำนวน 15 ราย รายละ 6 ต้น ทำการเก็บข้อมูลทุก 2 เดือน

2) เก็บข้อมูลปัจจัยทางสภาพแวดล้อม ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ อุณหภูมิ

3) เก็บตัวอย่างดินเพื่อส่งวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีบางประการของดิน

กรมวิชาการเกษตร

4) เก็บข้อมูลการปฏิบัติทางการเกษตรของเกษตรกร เช่น การใส่ปุ๋ย การให้น้ำ การจัดการแปลง การจัดการโรคและแมลง การเก็บเกี่ยว การแปรรูป และการเก็บรักษาผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว

5) นำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ทางสถิติ

การทดลองที่ 2.3 การทดลองศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางสภาพแวดล้อมกับการเจริญเติบโตของโกโก้ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

1) เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของโกโก้ที่ให้ผลผลิตแล้วในแปลงเกษตรกรจำนวน 15 ราย รายละ 6 ต้น ทำการเก็บข้อมูลทุก 2 เดือน

2) เก็บข้อมูลปัจจัยทางสภาพแวดล้อม ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ อุณหภูมิ

3) เก็บตัวอย่างดินเพื่อส่งวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีบางประการของดิน

4) เก็บข้อมูลการปฏิบัติทางการเกษตรของเกษตรกร เช่น การใส่ปุ๋ย การให้น้ำ การจัดการแปลง การจัดการโรคและแมลง การเก็บเกี่ยว การแปรรูป และการเก็บรักษาผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว

5) นำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ทางสถิติ

การทดลองที่ 2.4 การทดลองศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางสภาพแวดล้อมกับการเจริญเติบโตของโกโก้ในพื้นที่ภาคใต้ตอนบน

1) เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของโกโก้ที่ให้ผลผลิตแล้วในแปลงเกษตรกรจำนวน 15 ราย รายละ 6 ต้น ทำการเก็บข้อมูลทุก 2 เดือน

2) เก็บข้อมูลปัจจัยทางสภาพแวดล้อม ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ อุณหภูมิ

3) เก็บตัวอย่างดินเพื่อส่งวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีบางประการของดิน

4) เก็บข้อมูลการปฏิบัติทางการเกษตรของเกษตรกร เช่น การใส่ปุ๋ย การให้น้ำ การจัดการแปลง การจัดการโรคและแมลง การเก็บเกี่ยว การแปรรูป และการเก็บรักษาผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว

5) นำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ทางสถิติ

การทดลองที่ 2.5 การทดลองศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางสภาพแวดล้อมกับการเจริญเติบโตของโกโก้ในพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง

1) เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของโกโก้ที่ให้ผลผลิตแล้วในแปลงเกษตรกรจำนวน 15 ราย รายละ 6 ต้น ทำการเก็บข้อมูลทุก 2 เดือน

2) เก็บข้อมูลปัจจัยทางสภาพแวดล้อม ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ อุณหภูมิ

3) เก็บตัวอย่างดินเพื่อส่งวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีบางประการของดิน

4) เก็บข้อมูลการปฏิบัติทางการเกษตรของเกษตรกร เช่น การใส่ปุ๋ย การให้น้ำ การจัดการแปลง การจัดการโรคและแมลง การเก็บเกี่ยว การแปรรูป และการเก็บรักษาผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว

5) นำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ทางสถิติ

โครงการวิจัยย่อยที่ 5 นวัตกรรมการแปรรูปกาแฟและโกโก้คุณภาพและการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้สู่ระบบการพัฒนาเกษตรหมุนเวียน

พัฒนาการผลิตกาแฟพิเศษโดยหมักบ่มกาแฟและการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้สู่ระบบการพัฒนาเกษตรหมุนเวียน มุ่งเน้นพัฒนานวัตกรรมโดยใช้เทคโนโลยีชีวภาพพัฒนาการแปรรูปกาแฟอะราบิกาและกาแฟโรบัสตาชนิดพิเศษ เพื่อเพิ่มคุณภาพและยกระดับมาตรฐานการผลิตผ่านการพัฒนากระบวนการแปรรูป การหมัก การพัฒนาหัวเชื้อพร้อมใช้ การบ่มกาแฟและการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้ เพิ่มมูลค่าขับเคลื่อนเศรษฐกิจชีวภาพ และการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรสู่เศรษฐกิจหมุนเวียน

วิจัยและพัฒนาการแปรรูปโกโก้คุณภาพและพัฒนาการใช้ประโยชน์วัสดุเหลือใช้จากการแปรรูป มุ่งเน้นพัฒนาเทคโนโลยีการแปรรูปโกโก้คุณภาพและการใช้ประโยชน์จากผลผลิตพลอยได้จากการแปรรูปโกโก้ เพื่อยกระดับ

กรมวิชาการเกษตร

ผลิตภัณฑ์จากโกโก้ให้มีคุณภาพเทียบเท่ากับนานาชาติ ลดการสูญเสียวัตถุดิบ ลดปริมาณขยะ เตรียมพร้อมสำหรับการส่งเสริมให้เกษตรกรเพิ่มพื้นที่เพาะปลูกและรองรับผลผลิตโกโก้ของประเทศไทยที่สูงขึ้น

กิจกรรมที่ 1 การพัฒนาการผลิตกาแฟพิเศษโดยหมักบ่มกาแฟและการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้ สู่ระบบการพัฒนาเกษตรหมุนเวียน

การทดลองที่ 1.1 การวิจัยและพัฒนาการหมักกาแฟโดยเทคนิค Semi-wet process (Honey process)

1.ตรวจสอบและจำแนกเชื้อจุลินทรีย์จากหมักกาแฟอะราบิก้าโดยวิธี Semi-wet process

2.ศึกษาการเจริญของจุลินทรีย์และทดลองแปรผันปัจจัยในการผลิตกลิ่นรสต่อการตากเมล็ดกาแฟ

การทดลองที่ 1.2 การพัฒนาหัวเชื้อจุลินทรีย์พร้อมใช้เพื่อการหมักกาแฟในรูปแบบ Semi-wet process

1. พัฒนาวิธีการเตรียมหัวเชื้อจุลินทรีย์ให้เหมาะสมต่อการนำไปใช้ของเกษตรกร

2. ศึกษาการหมักกาแฟแบบ Semi-wet process โดยใช้หัวเชื้อจุลินทรีย์ในห้องปฏิบัติการ

การทดลองที่ 1.3 การวิจัยและพัฒนาการเร่งกระบวนการบ่มกาแฟ

1. ศึกษาคุณภาพของสารกาแฟระหว่างการเก็บรักษา

2. การทดสอบเร่งการบ่มกาแฟโดยประยุกต์ใช้จากกระบวนการ Seed priming

การทดลองที่ 1.4 การใช้ประโยชน์จากกากกาแฟ

1.นำกากกาแฟเหลือทิ้งมาผึ่งให้แห้งและวิเคราะห์คุณสมบัติกากกาแฟ

2. ทดสอบส่วนผสมของแป้งมันสำปะหลัง และแป้งผสม

การทดลองที่ 1.5 การประยุกต์ใช้ Coffee Silverskin Extract ในอาหารเสริม Prebiotic

1.ศึกษาสารสำคัญของ Coffee Silverskin ที่ได้จากการคั่วกาแฟ

2.พัฒนาการสกัดสาร Coffee Silverskin Extract (CSE)

3.ประยุกต์ใช้ในการผลิตชอคโกแล็ตบาร์เติม CSE

การทดลองที่ 1.6 การหาสภาวะที่เหมาะสมเพื่อผลิตสารสำคัญจากการหมักจากเปลือกกาแฟโดยวิธี Oxidative fermentation

1.ทดสอบปัจจัยที่ส่งผลต่อการหมักแบบใช้ออกซิเจนต่อการผลิตปริมาณสารสำคัญ

2.ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารแอนโทไซยานินและสารต้านอนุมูลอิสระอื่นในพื้นที่ทดสอบ

กิจกรรมที่ 2 การวิจัยและพัฒนาการแปรรูปโกโก้คุณภาพและพัฒนาการใช้ประโยชน์วัสดุเหลือใช้จากการแปรรูป

การทดลองที่ 2.1 ศึกษาการพัฒนาระบบหมักที่เหมาะสมต่อกระบวนการหมักโกโก้เพื่อการแปรรูป

1.คัดแยกจุลินทรีย์จากธรรมชาติ ทดสอบความสามารถในการย่อยเมือกโกโก้ในห้องปฏิบัติการและตรวจสอบสายพันธุ์ของจุลินทรีย์

2.ศึกษาการเจริญของจุลินทรีย์และทดลองแปรผันปัจจัยในการหมักเพื่อเร่งการย่อยเมือกโกโก้

การทดลองที่ 2.2 ศึกษาการพัฒนาหัวเชื้อจุลินทรีย์พร้อมใช้สำหรับการหมักโกโก้

1.พัฒนาวิธีการเตรียมหัวเชื้อจุลินทรีย์ให้เหมาะสมต่อการนำไปใช้ของเกษตรกร

2.ทดสอบสภาวะที่ใช้ในการทำแห้งหัวเชื้อจุลินทรีย์

การทดลองที่ 2.3 ผลของการเติมด่าง (Alkalization treatment) ในการผลิตผงโกโก้และโกโก้แมส ต่อคุณภาพสีและปริมาณสารสำคัญ

1.เตรียมตัวอย่างผงโกโก้และวิเคราะห์คุณสมบัติ

2.ทดลองการเติมด่างในผงโกโก้

กรมวิชาการเกษตร

การทดลองที่ 2.4 การพัฒนาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อผลโกโก้

1.ศึกษาความคงตัวของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการเก็บรักษา

2.ศึกษาผลของการคั้นน้ำจากเยื่อหุ้มเมล็ดโกโก้ต่อการหมักโกโก้

3.พัฒนาการผลิตแยมจากเนื้อผลโกโก้สด

การทดลองที่ 2.5 การผลิตบรรจุภัณฑ์จากเปลือกหุ้มเมล็ดโกโก้

1. ทดสอบผลิตบรรจุภัณฑ์กระดาษจากเปลือกหุ้มเมล็ดโกโก้และการประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์

2.ทดสอบคุณสมบัติต่างๆ ของแผ่นกระดาษ

โครงการวิจัยย่อยที่ 6 วิจัยพันธุ์และเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มคุณภาพการผลิตมะคาเดเมียอย่างยั่งยืน

วิจัยพันธุ์และเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มคุณภาพผลิตภาพการผลิตมะคาเดเมียอย่างยั่งยืน เพื่อให้ได้พันธุ์ที่มีลักษณะดีเหมาะสมกับพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลตั้งแต่ 400 เมตรขึ้นไป ในด้านเทคโนโลยีการผลิตได้ทำการศึกษาการจัดการสวน การจัดการปุ๋ยในสวนมะคาเดเมีย เพื่อให้ได้เทคโนโลยีการจัดการผลผลิตมะคาเดเมีย ณ จุดคุ้มทุน เพื่อเป็นข้อมูลขยายผลสู่เกษตรกร ในการผลิตอย่างยั่งยืนให้มีรายได้และความเป็นอยู่ดีขึ้น และสร้างความยั่งยืนของสภาพแวดล้อม ประกอบด้วย

กิจกรรมที่ 1 วิจัยพัฒนาพันธุ์มะคาเดเมีย

การทดลองที่ 1.1 การทดสอบพันธุ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพมะคาเดเมียในแหล่งต่าง ๆ

-ปฏิบัติดูแลรักษา/เก็บข้อมูลผลผลิตและคุณภาพ เพื่อคัดเลือกตามเกณฑ์การคัดเลือก ซึ่งเป็นงานวิจัยต่อเนื่องจากปี 2555-2564 ที่มี 8 กรรมวิธี (พันธุ์) ได้แก่ MCL-829, CR -7, CR-5, KK-27, 660, 741, KW86 และ FNG21 ดำเนินการ 4 สถานที่ ได้แก่ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ศูนย์วิจัยพืชสวนเลย ศูนย์วิจัยเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ และศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย

การทดลองที่ 1.2 การทดสอบพันธุ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพมะคาเดเมียในแปลงเกษตรกร

-ปฏิบัติดูแลรักษา/เก็บข้อมูลผลผลิตและคุณภาพ เพื่อคัดเลือกตามเกณฑ์การคัดเลือก ซึ่งเป็นงานวิจัยต่อเนื่องจากปี 2555-2564 ที่มี 9 กรรมวิธี(พันธุ์) ได้แก่ 660, 741, A4 , 849, KW86, KK27, CR5, CR7 และ FNG21 ดำเนินการ 2 สถานที่ในแปลงเกษตรกรได้แก่ จ.นครราชสีมา: ปากช่อง (500 ม.) และ จ. ตาก : แม่สอด (700ม.)

การทดลองที่ 1.3 การเปรียบเทียบสายต้นมะคาเดเมีย ที่ได้จากการเพาะเมล็ดของพันธุ์ D4

-ปลูกและดูแลรักษามะคาเดเมียที่ได้จากการคัดเลือกมี 9 กรรมวิธี (สายต้น) ได้แก่ KK# 9, KK#10, KK#11, KK#12, KK#13, KK#14, KK#15 เปรียบเทียบกับ พันธุ์ 741 และพันธุ์ 660 ดำเนินการ 3 สถานที่ ได้แก่ ศูนย์วิจัยเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ และศูนย์วิจัยพืชสวนเลย

- เก็บข้อมูลเก็บรวมรวบข้อมูลการเจริญเติบโต ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาสภาพพื้นที่ปลูก ความลาดชันของพื้นที่ การท่วมขังของน้ำภาวะแล้ง ข้อมูลดิน ปริมาณแมลงศัตรูพืช และการเกิดโรค

กิจกรรม 2 วิจัยเทคโนโลยีการผลิตมะคาเดเมียที่เหมาะสำหรับแหล่งปลูกต่าง ๆ ในประเทศไทย

การทดลองที่ 2.1 การจัดการสวนมะคาเดเมียที่มีอายุมากกว่า 30 ปี โดยวิธีการตัดแต่งกิ่ง

-คัดเลือกแปลงมะคาเดเมียที่มีอายุ 30 ปีและตัดแต่งกิ่งตามกรรมวิธี 4 วิธีได้แก่ ไม่มีการตัดแต่งกิ่ง ตัดแต่งกิ่งแบบเปิดกลาง ตัดแต่งกิ่งแบบทรงสี่เหลี่ยม และตัดแต่งกิ่งแบบทรงปิรามิด ดำเนินการ 2 สถานที่ ได้แก่ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอนหลวง) และศูนย์วิจัยเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ ปฏิบัติดูแลรักษา และบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต และผลผลิต

การทดลองที่ 2.2 ศึกษาความต้องการธาตุอาหารของมะคาเดเมีย

-เก็บตัวอย่างดินในแปลงปลูกที่ให้ผลผลิตแล้วที่มีอายุ 8-10 ปี วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร และเก็บตัวอย่างดินปลูกและใบมะคาเดเมีย เพื่อประมวลผลความต้องการธาตุอาหารของมะคาเดเมีย ดำเนินการใน 4 สถานที่

กรมวิชาการเกษตร

ได้แก่ ศูนย์วิจัยเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรตาก และแปลงมะคาเดเมีย เกษตรกร จ.เพชรบูรณ์ จ.เชียงใหม่ และ จ.ตาก

-วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

การทดลองที่ 2.3 ศึกษาการจัดการธาตุอาหารแบบผสมผสานเพื่อการผลิตมะคาเดเมีย

-คัดเลือกต้น เก็บตัวอย่างดินก่อนการทดลอง เก็บตัวอย่างใบ ใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธีมี 4 กรรมวิธี ได้แก่ วิธีปฏิบัติของเกษตรกร/ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับการใช้ปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟต/ ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับการใช้ปุ๋ยชีวภาพไมคอร์ไรซา และใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับการใช้ปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟตและปุ๋ยชีวภาพไมคอร์ไรซา บันทึกข้อมูลผลผลิต และตัวอย่างดินหลังเก็บเกี่ยวผลผลิต ดำเนินการ 3 สถานที่ ได้แก่ ศูนย์วิจัยเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์. ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอนหลวง) และ กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

การทดลองที่ 2.4 ศึกษาวิธีการขยายพันธุ์ของมะคาเดเมียโดยการเสียบยอดกิ่งพันธุ์ดี

-เตรียมกิ่งพันธุ์ดี ต้นตอ และทดลองตามกรรมวิธีมี 2 ปัจจัย คือ การควั่นกิ่งและไม่ควั่นกิ่ง และการใช้ฮอร์โมนออกซิน และไซโตไคนิน ที่ระดับความเข้มข้น 0, 250 และ500 ppm มี 14 กรรมวิธี ดำเนินการ 2 สถานที่ ได้แก่ ศูนย์วิจัยเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ และศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอนหลวง) บันทึกข้อมูลเปอร์เซ็นต์การเสียบติด และข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา

-วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

2. การปรับแผนงบประมาณระหว่างปี

❑ ไม่มี ❑ มี ได้รับอนุมัติเมื่อวันที่..... (โปรดแสดงหลักฐานในภาคผนวก)

❑ เปลี่ยนแปลงงบประมาณ โปรดอธิบายการเปลี่ยนแปลง.....

❑ เปลี่ยนแปลงวัตถุประสงค์/ผลผลิต โปรดอธิบายการเปลี่ยนแปลง.....

กรมวิชาการเกษตร

บทที่ 3 ผลการศึกษา

3.1 ผลการดำเนินงานของโครงการ

โครงการวิจัยย่อยที่ 1 การปรับปรุงพันธุ์กาแฟเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน

กิจกรรมที่ 1 วิจัยและปรับปรุงพันธุ์กาแฟอะราบิกา ระยะที่ 2 มี 5 การทดลอง ได้แก่

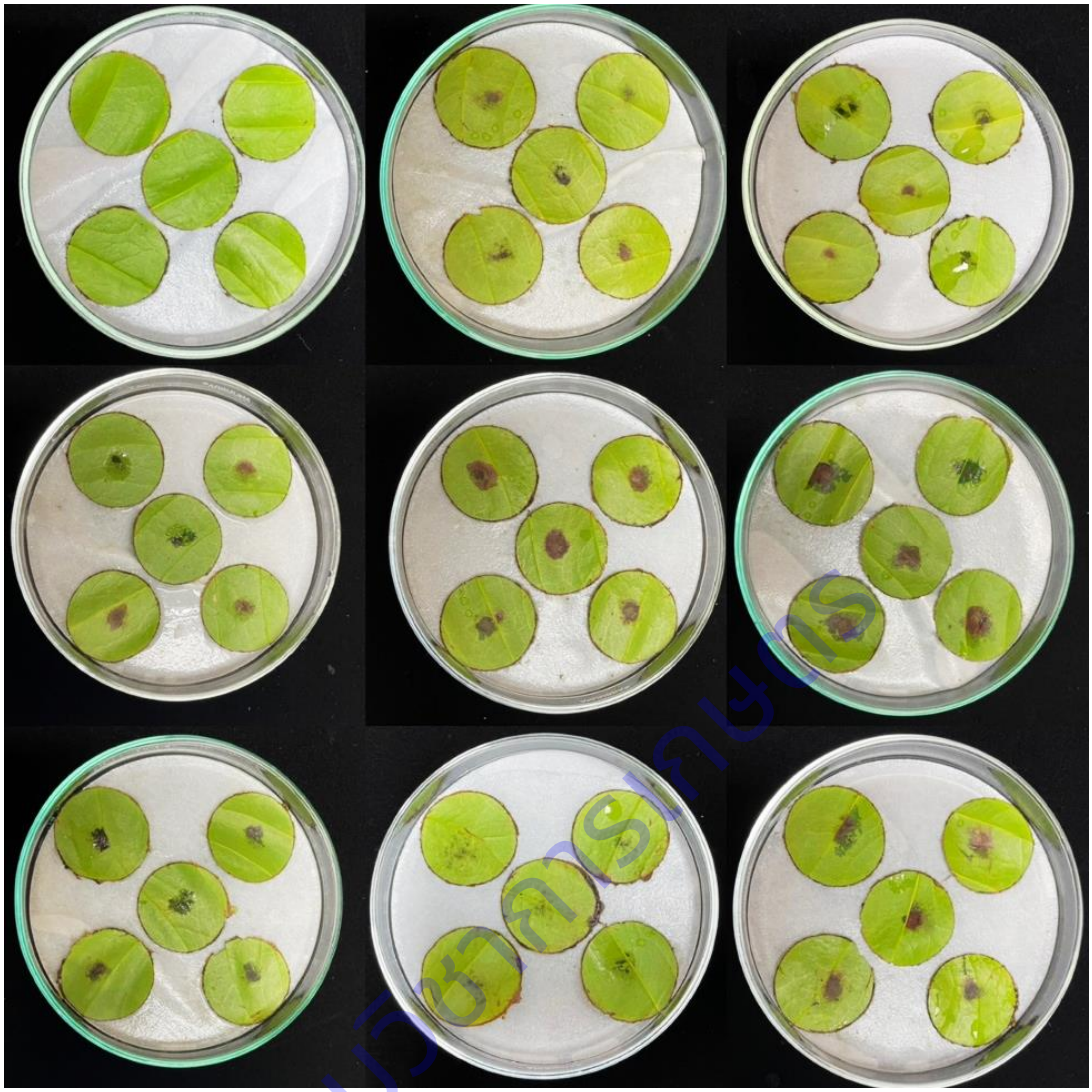
การทดลองที่ 1.1 เปรียบเทียบและทดสอบกาแฟอะราบิกา Sarchimor ลูกผสมชั่วที่ 6 ของสายพันธุ์คัด

ปี 2565 ดำเนินการทดสอบปฏิกิริยาของเชื้อราสนิมต่อสายพันธุ์กาแฟจำนวน 10 กรรมวิธี (สายพันธุ์) ได้แก่ CIFC No.1-T8, CIFC No.1-T15, CIFC No.1-T16, CIFC No.1-T51, CIFC No.2-T10, CIFC No.2-T14, CIFC No.2-T21, CIFC No.2-T27, CIFC 7963-13-28 (เชียงใหม่ 80 หรือ CM80) พันธุ์เปรียบเทียบเป็นพันธุ์รับรองที่ต้านทานต่อโรคราสนิม และ Caturra (พันธุ์เปรียบเทียบอ่อนแอต่อโรคราสนิม) ในต้นแม่พันธุ์ โดยวิธี Pathogenicity test พร้อมตรวจสอบยีนและการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับการแสดงความต้านทานโรคราสนิมในกาแฟอะราบิกา ผลการดำเนินงานคือ ทุกกรรมวิธี (สายพันธุ์) แสดงอาการเกิดแผลบนใบที่ได้ทดสอบ โดยสายพันธุ์ CIFC No.1-T8 แสดงอาการเกิดแผลบนใบขนาดเล็กที่สุดแสดงถึงความทนทาน คือ 0.45 เซนติเมตร รองลงมา CIFC No.2-T14 คือ 0.48 เซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์อ่อนแอต่อโรคราสนิม คือ Caturra มีขนาดแผล 0.96 เซนติเมตร ในการทดสอบครั้งนี้ยังพบว่า มีสายพันธุ์ที่ค่อนข้างอ่อนแอ ได้แก่ CIFC No.1-T16 และ CIFC No.1-T51 โดยมีขนาดแผลที่ใหญ่กว่า สายพันธุ์ Caturra (ตารางที่ 1) (ภาพที่ 1)

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบปฏิกิริยาความต้านทานโรคราสนิมกาแฟลูกผสมชั่วที่ 6 สายต้นคัด (ต้นแม่)

รายละเอียด	สายพันธุ์	หลังปลูกเชื้อ (ซม.)	
		7 วัน	10 วัน
Mock inoculated		0.00a	0.00a
กาแฟอะราบิกา Sarchimor ลูกผสมชั่วที่ 6 ของสายพันธุ์คัด	CIFC No.1-T8	0.11a	0.45b
	CIFC No.1-T15	0.31b	0.83c
	CIFC No.1-T16	0.63d	1.13e
	CIFC No.1-T51	0.50c	1.04e
	CIFC No.2-T10	0.51c	0.84c
	CIFC No.2-T14	0.41bc	0.48b
	CIFC No.2-T21	0.65d	0.93d
	CIFC No.2-T27	0.52c	0.71c
พันธุ์อ่อนแอต่อโรคราสนิม	Caturra	0.83e	0.96d
พันธุ์ต้านทานต่อราสนิม	เชียงใหม่ 80	0.09a	0.16ab
CV (%)		11.5	15.8

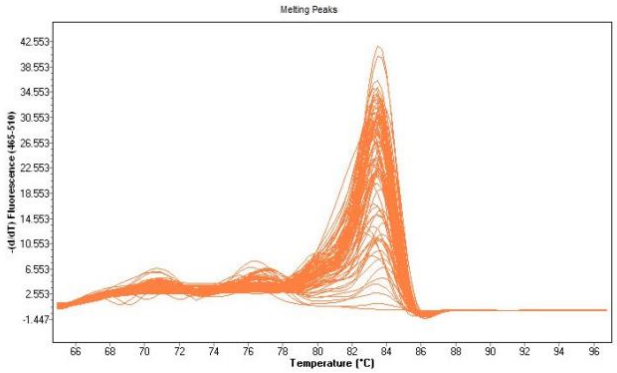
กรมวิชาการเกษตร



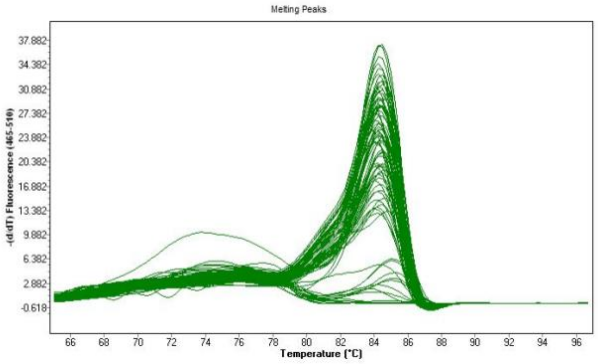
ภาพที่ 1 เปรียบเทียบปฏิกิริยาความต้านทานโรคราสนิมกาแฟต่อสายพันธุ์กาแฟในการเปรียบเทียบและทดสอบกาแฟอะราบิกา Sarchimor ลูกผสมชั่วที่ 6 ของสายพันธุ์คัด

ศูนย์วิทยทรัพยากร

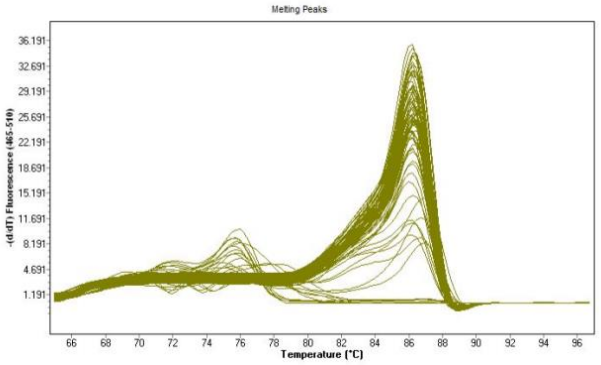
เมื่อตรวจสอบการแสดงออกของยีนต้านทานโรคราสนิมทั้ง 6 ชนิด ได้แก่ CaR111, CaWRKY, CaGT, CaPR1b, CaPR10 และ CaRLK ด้วยวิธี qRT-PCR (ภาพที่ 2 - 7) พันธุ์กาแฟที่มีที่การแสดงออกที่มีสูงในกลุ่ม CM80 ได้แก่ ยีน *R111* พบว่า CIFC No.2-T14 มีการแสดงออกของยีนสูงที่สุด รองลงมา คือ CIFC No.1-T27 และ CIFC7963-13-28 ยีน *GT* พบว่า CIFC No.1-T51 T14 มีการแสดงออกของยีนสูงที่สุด รองลงมา คือ CIFC7963-13-28 และ CIFC No.1-T8 ยีน *PR1b* พบว่า CIFC No.1-T8 มีการแสดงออกของยีนสูงที่สุด รองลงมา คือ CIFC No.1-T8 และ CIFC7963-13-28 ตามลำดับ (ภาพที่ 8 - 13) จากผลการทดลองแสดงว่า ทุกสายพันธุ์กาแฟแสดงอาการเกิดแผลบนใบที่ได้ทดสอบ ที่มีการแสดงอาการเกิดแผลบนใบขนาดเล็กที่สุด แสดงถึง ความทนทานโรคราสนิม เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์อ่อนแอต่อมีที่ใหญ่กว่า ซึ่งสอดคล้องกับผลตรวจสอบการแสดงออกของยีนต้านทานโรคราสนิมด้วยวิธี qRT-PCR ที่มีการแสดงออกของยีนสูงในสายพันธุ์กาแฟที่มีขนาดของแผลเล็กและมีการแสดงออกของยีนต่ำในสายพันธุ์กาแฟที่มีขนาดของแผลใหญ่



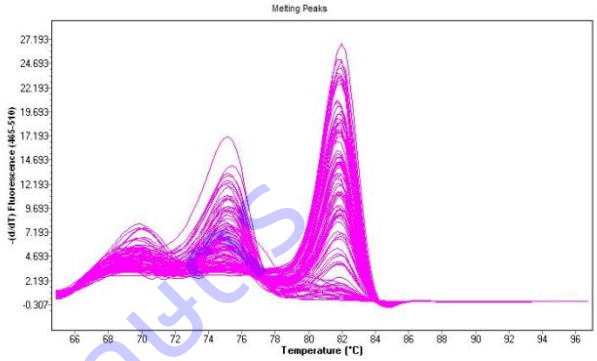
ภาพที่ 2 การแสดงออกของยีน CaPR10 ในกาแฟ



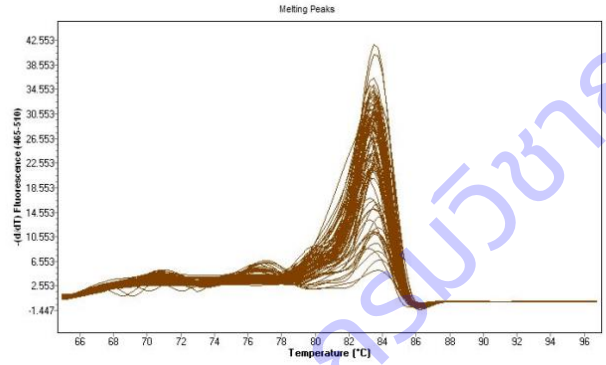
ภาพที่ 3 การแสดงออกของยีน CaGT ในกาแฟ



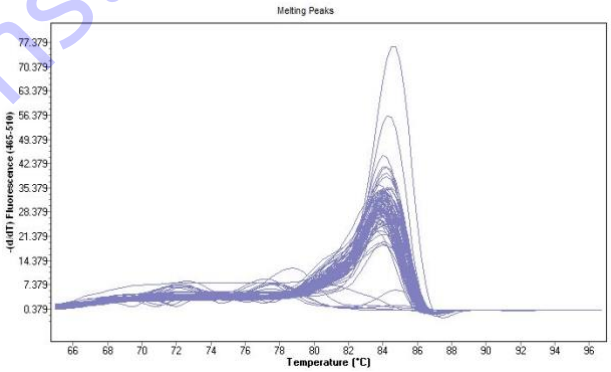
ภาพที่ 4 การแสดงออกของยีน CaWRKY ในกาแฟ



ภาพที่ 5 การแสดงออกของยีน CaPR1b ในกาแฟ

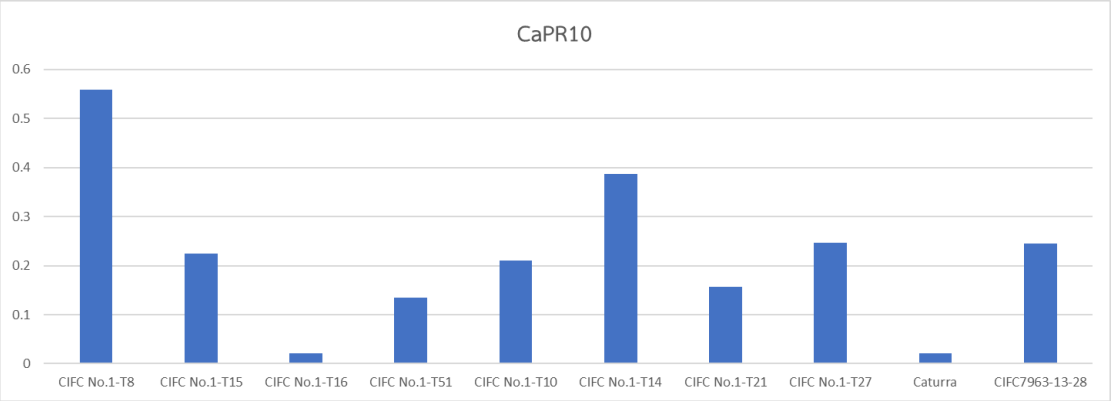


ภาพที่ 6 การแสดงออกของยีน CaR111 ในกาแฟ

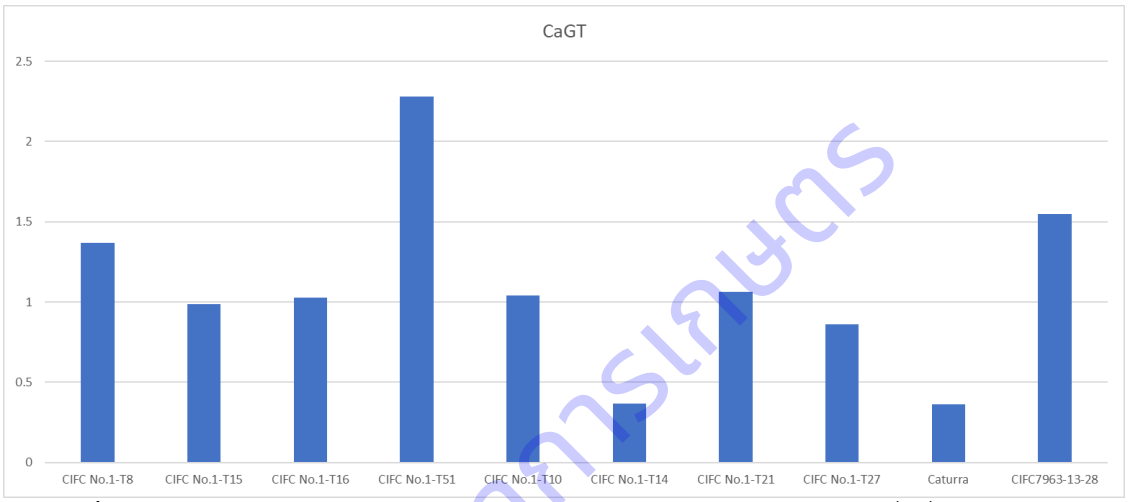


ภาพที่ 7 การแสดงออกของยีน CaRLK ในกาแฟ

กรมวิชาการเกษตร

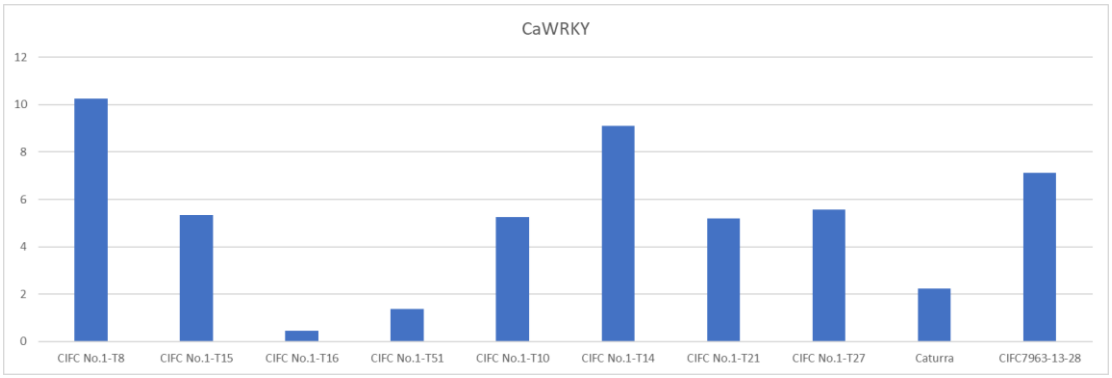


ภาพที่ 8 การแสดงออกของยีน CaPR10 ในกาแฟอะราบิกา Sarchimor ลูกผสมชั่วที่ 6 สายพันธุ์คัด

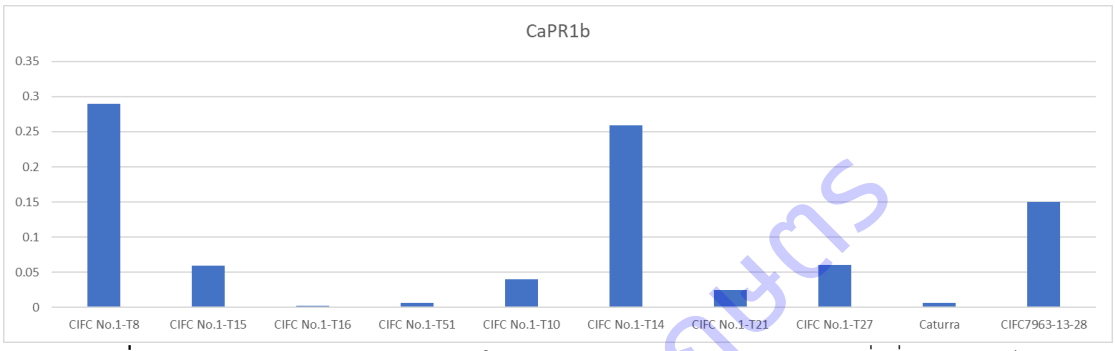


ภาพที่ 9 การแสดงออกของยีน CaGT ในกาแฟอะราบิกา Sarchimor ลูกผสมชั่วที่ 6 สายพันธุ์คัด

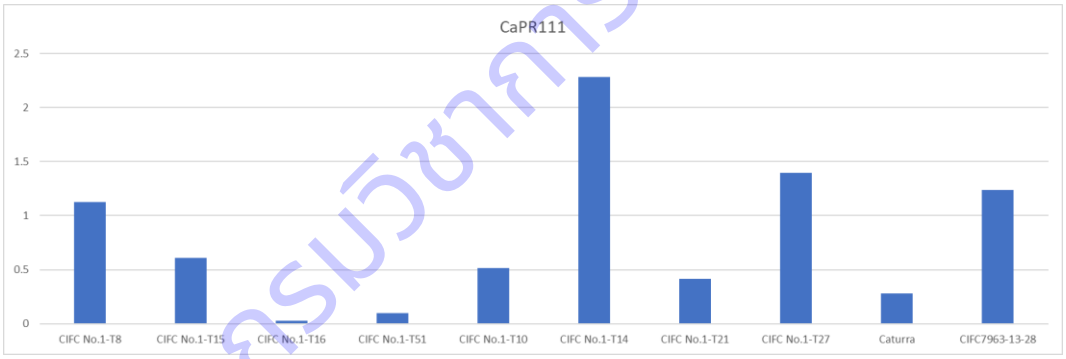
กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 10 การแสดงออกของยีน CaWRKY ในกาแฟอะราบิกา Sarchimor ลูกผสมชั่วที่ 6 สายพันธุ์คัด

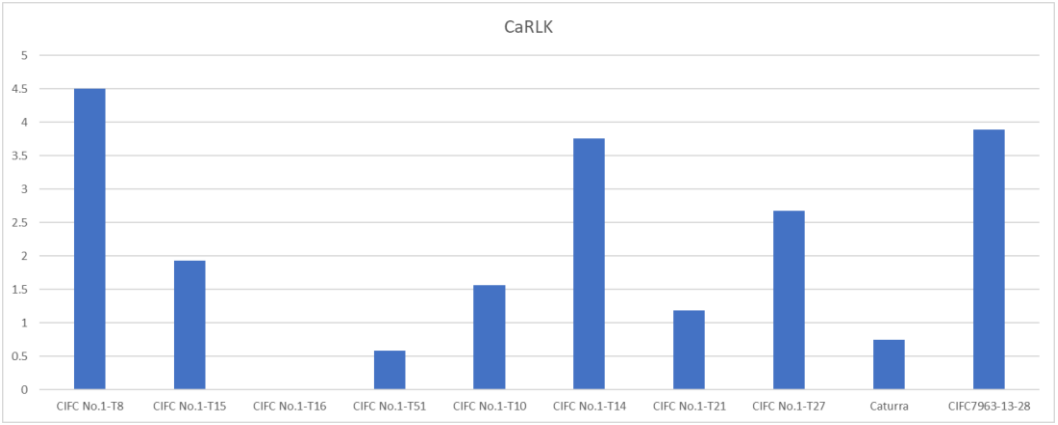


ภาพที่ 11 การแสดงออกของยีน CaPR1b ในกาแฟอะราบิกา Sarchimor ลูกผสมชั่วที่ 6 สายพันธุ์คัด



กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 12 การแสดงออกของยีน CaR111 ในกาแฟอะราบิกา Sarchimor ลูกผสมชั่วที่ 6 สายพันธุ์คัด



ภาพที่ 13 การแสดงออกของยีน CaRLK ในกาแฟอะราบิกา Sarchimor ลูกผสมชั่วที่ 6 สายพันธุ์คัด

ดังนั้นจึงนำวิธี Pathogenicity test ตามวิธีการของ วีรกรณ์ และคณะ (2565) ทดสอบปฏิกิริยาของเชื้อราสนิมต่อสายพันธุ์กาแฟแต่ละกรรมวิธี (สายพันธุ์) ในต้นกล้ากาแฟอะราบิกาเพาะเมล็ด โดยใช้เชื้อราสนิมกาแฟ Race 37 ทดสอบจำนวน 9 กรรมวิธี (สายพันธุ์) จำนวน 16 ต้นต่อกรรมวิธี รวม 144 ต้น โดยมีเกณฑ์ประเมินความต้านทานปฏิกิริยาของเชื้อราสนิมต่อสายพันธุ์กาแฟ ดัดแปลงวิธีการจาก Iosody SILVA-CASTRO et.al. (2018) จำแนกโดย ประเมินอาการเกิดแผลบนใบที่ได้ทดสอบดังนี้ 0.00-0.09 เซนติเมตร แสดงว่า มีความต้านทาน (resistant: R) 0.10-0.49 เซนติเมตร แสดงว่า มีความต้านทานปานกลาง (moderately resistant: MR) 0.50-0.99 เซนติเมตร แสดงว่า มีความอ่อนแอปานกลาง (moderately susceptible: MS) และ 1.00-2.00 เซนติเมตร แสดงว่า มีความอ่อนแอ (susceptible: S) ผลการดำเนินงานคือ พบต้นกล้ากาแฟแสดงลักษณะต้านทานต่อโรคราสนิมกาแฟจำนวน 67 ต้น โดยกลุ่มสายพันธุ์ CIFC No.1-T8 และ CIFC No.2-T27 มีจำนวนต้นต้านทานมากที่สุดตามลำดับ ต้านทานปานกลาง จำนวน 66 ต้น อ่อนแอปานกลาง จำนวน 9 ต้น และไม่มีต้นอ่อนแอ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบปฏิกิริยาความต้านทานโรคราสนิมกาแฟลูกผสมชั่วที่ 6 สายต้นคัด (ต้นกล้ากาแฟอะราบิกาเพาะเมล็ด) โดยใช้เชื้อราสนิมกาแฟ Race 37

ลูกผสมชั่วที่ 6 สายต้นคัด (ต้นกล้ากาแฟอะราบิกาเพาะเมล็ด)	Reactions			
	R	MR	MS	S
CIFC NO.1-15	6	8	1	0
CIFC NO.2-14	7	9	0	0
CIFC NO.2-27	10	6	0	0
CIFC NO.1-8	13	3	0	0
CIFC NO.1-16	3	9	4	0
CIFC NO.1-51	9	6	1	0
CIFC NO.2-10	8	6	1	0
CIFC NO.2-21	8	6	2	0
CM 80	3	13	0	0
Total	67	66	9	0

หมายเหตุ * Reaction: R = resistant, MR = moderately resistant, MS= moderately susceptible, S = susceptible

สำหรับปี 2566 มีแผนดำเนินการทดสอบปฏิกิริยาของเชื้อราสนิมต่อสายพันธุ์กาแฟจำนวน 10 กรรมวิธี (สายพันธุ์) ในต้นกล้ากาแฟอะราบิกาเพาะเมล็ด โดยวิธีการ inoculation

การทดลองที่ 1.2 เปรียบเทียบและทดสอบกาแฟอะราบิกาลูกผสมชั่วที่ 1 สายต้นคัดที่ได้จากการคัดเลือกในปี 2563

ปี 2565 ดำเนินการทดสอบปฏิกิริยาของเชื้อราสนิมต่อสายพันธุ์กาแฟจำนวน 8 กรรมวิธี (สายพันธุ์) ได้แก่ 1/1 B2T5 , 1/1 B2T5 , 2/12 B1T3, 2/12 B2T1, 2/12 B2T3, 2/27 B4T5, 2/22 BC B5T1, 2/57 BC B6T76, CIFC 7963-13-28 (เชียงใหม่ 80 หรือ CM80) พันธุ์เปรียบเทียบเป็นพันธุ์รับรองที่ต้านทานต่อโรคราสนิม และ Caturra (พันธุ์เปรียบเทียบอ่อนแอต่อโรคราสนิม) ในต้นแม่พันธุ์ โดยวิธี Pathogenicity test พร้อมตรวจสอบยืนและการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับการแสดงความต้านทานโรคราสนิมในกาแฟอะราบิกา ผลการดำเนินงานคือ ทุกสายพันธุ์กาแฟแสดงอาการเกิดแผลบนใบที่ได้ทดสอบ โดยสายพันธุ์ 1/1 B2T5 แสดงอาการเกิดแผลบนใบขนาดเล็กที่สุด คือ 0.35 เซนติเมตร รองลงมา 2/12 B1T3 คือ 0.51 เซนติเมตร ซึ่งแสดงถึงความทนทาน เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์อ่อนแอต่อโรคราสนิม คือ Caturra มีขนาดแผล 0.96

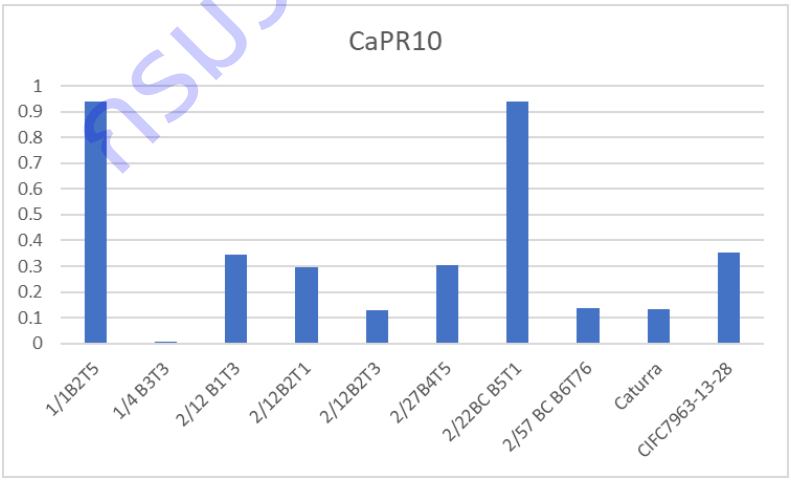
กรมวิชาการเกษตร

เซนติเมตร พบว่า มีสายพันธุ์ที่ค่อนข้างอ่อนแอ ได้แก่ 1/4 B3T3 และ 2/12 B2T3 โดยมีขนาดแผลที่ใหญ่กว่าสายพันธุ์ Caturra (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบและทดสอบกาแฟอะราบิกาลูกผสมชั่วที่ 1 สายต้นคัดที่ได้จากการคัดเลือกในปี 2563 (ต้นแม่)

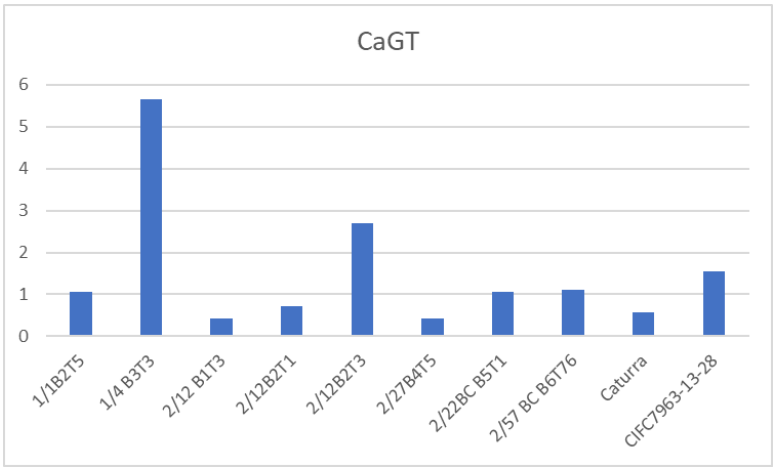
รายละเอียด	สายพันธุ์	หลังปลูกเชื้อ	
		7 วัน	10 วัน
Mock inoculated		0.00a	0.00a
ลูกผสมชั่วที่ 1 สายต้นคัด	1/1 B2T5	0.11a	0.35b
	1/4 B3T3	0.83d	1.14e
	2/12 B1T3	0.39b	0.51c
	2/12 B2T1	0.41b	0.53c
	2/12 B2T3	0.33b	1.05d
	2/27 B4T5	0.35b	0.52c
	2/22 BC B5T1	0.57c	0.87d
	2/57 BC B6T76	0.57c	0.95d
พันธุ์อ่อนแอต่อโรคราสนิม	Caturra	0.83d	0.96d
พันธุ์ต้านทานต่อราสนิม	เชียงใหม่ 80	0.09a	0.16ab
CV (%)		12.0	16.2

เมื่อตรวจสอบการแสดงออกของยีนต้านทานโรคราสนิมทั้ง 6 ชนิด ได้แก่ R111, WRKY, GT, PR1b PR10 และ RLK ด้วยวิธี qRT-PCR (ภาพที่ 2 - 7) พันธุ์กาแฟที่มีที่การแสดงออกที่มีสูงในกลุ่ม CM80 ได้แก่ ยีน *R111* พบว่า CIFC7963-13-28 มีการแสดงออกของยีนสูงที่สุด รองลงมา คือ 2/22BC B5T1 และ 1/1 B2T5 ยีน *GT* พบว่า 1/4 B3T3 มีการแสดงออกของยีนสูงที่สุด รองลงมา คือ 2/12B2T3 และ CIFC7963-13-28 ยีน *PR1b* พบว่า CIFC7963-13-28 มีการแสดงออกของยีนสูงที่สุด รองลงมา คือ 2/1B2T5 และ 2/22BC B5T1 ตามลำดับ (ภาพที่ 14 - 19)

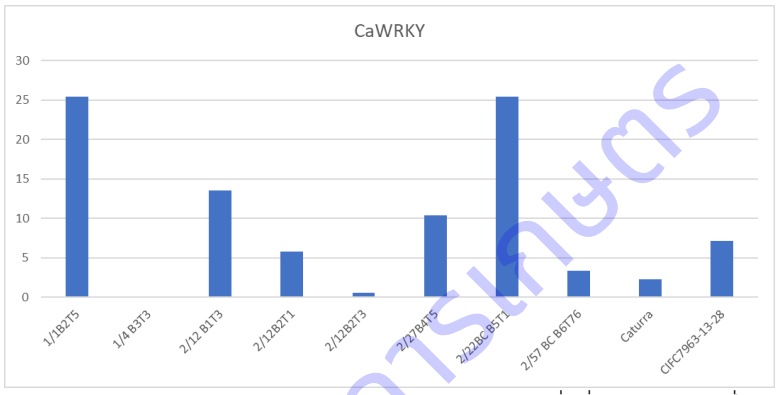


ภาพที่ 14 การแสดงออกของยีน CaPR10 ในกาแฟอะราบิกาลูกผสมชั่วที่ 1 สายต้นคัดที่ได้จากการคัดเลือกในปี 2563

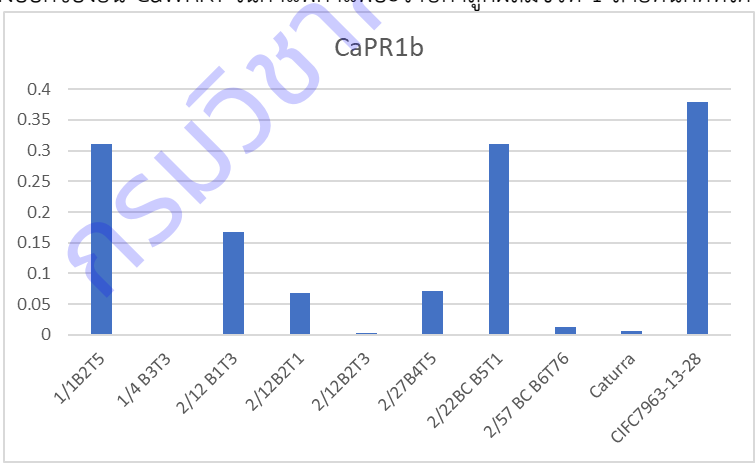
กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 15 การแสดงออกของยีน CaGTในกาแฟอะราบิกาลูกผสมชั่วที่ 1 สายต้นคัดที่ได้จากการคัดเลือกในปี 2563

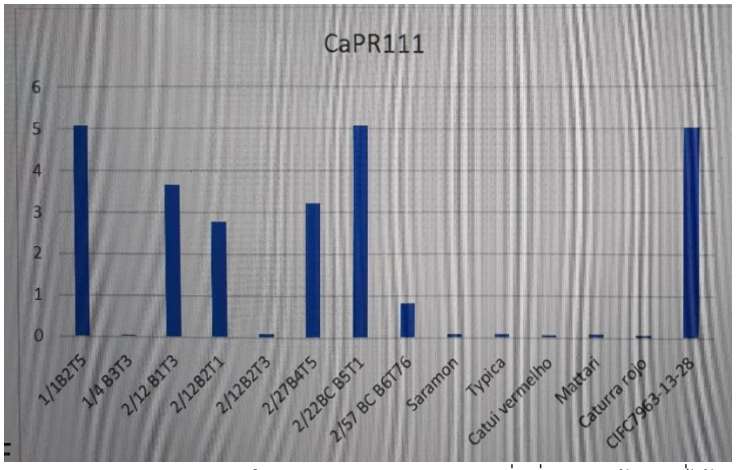


ภาพที่ 16 การแสดงออกของยีน CaWRKY ในกาแฟกาแฟอะราบิกาลูกผสมชั่วที่ 1 สายต้นคัดที่ได้จากการคัดเลือกปี 2563

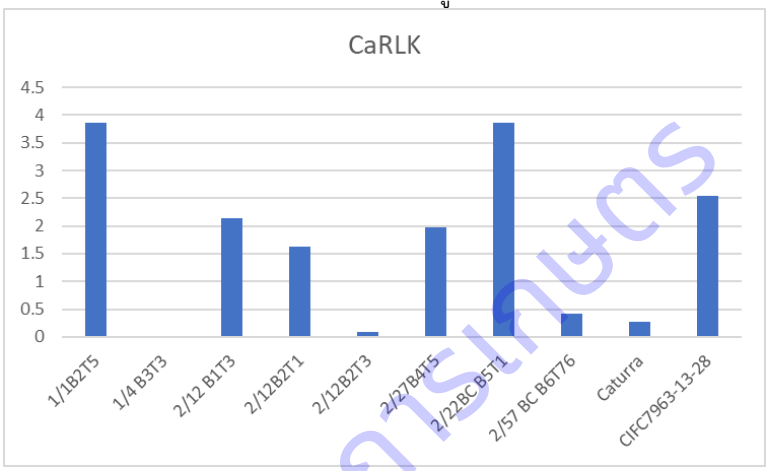


ภาพที่ 17 การแสดงออกของยีน CaPR1b ในกาแฟอะราบิกาลูกผสมชั่วที่ 1 สายต้นคัดที่ได้จากการคัดเลือกปี 2563

ศูนย์วิทยทรัพยากร



ภาพที่ 18 การแสดงออกของยีน CaPR111 ในกาแฟอะราบิกาลูกผสมชั่วที่ 1 สายต้นคัดที่ได้จากการคัดเลือกปี 2563



ภาพที่ 19 การแสดงออกของยีน CaRLK ในกาแฟอะราบิกาลูกผสมชั่วที่ 1 สายต้นคัดที่ได้จากการคัดเลือกปี 2563

จากผลการทดลองแสดงว่า ทุกสายพันธุ์กาแฟแสดงอาการเกิดแผลบนใบที่ได้ทดสอบ ที่มีการแสดงอาการเกิดแผลบนใบขนาดเล็กที่สุด แสดงถึง ความทนทานโรคราสนิม เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์อ่อนแอต่อมีที่ใหญ่กว่า ซึ่งสอดคล้องกับผลตรวจสอบการแสดงออกของยีนต้านทานโรคราสนิมด้วยวิธี qRT-PCR ที่มีการแสดงออกของยีนสูงในสายพันธุ์กาแฟที่มีขนาดของแผลเล็กและมีการแสดงออกของยีนต่ำในสายพันธุ์กาแฟที่มีขนาดของแผลใหญ่

ดังนั้นจึงนำวิธี Pathogenicity test ตามวิธีการของ วีรกรณ์ และคณะ (2565) ทดสอบปฏิกิริยาของเชื้อราสนิมต่อสายพันธุ์กาแฟแต่ละกรรมวิธี (สายพันธุ์) ในต้นกล้ากาแฟอะราบิกาเพาะเมล็ด โดยใช้เชื้อราสนิมกาแฟ Race 37 ทดสอบจำนวน 9 กรรมวิธี (สายพันธุ์) จำนวน 16 ต้นต่อกรรมวิธี รวม 144 ต้น โดยมีเกณฑ์ประเมินความต้านทานปฏิกิริยาของเชื้อราสนิมต่อสายพันธุ์กาแฟ ดัดแปลงวิธีการจาก Iosody SILVA-CASTRO et.al. (2018) จำแนกโดย ประเมินอาการเกิดแผลบนใบที่ได้ทดสอบดังนี้ 0.00-0.09 เซนติเมตร แสดงว่า มีความต้านทาน (resistant: R) 0.10-0.49 เซนติเมตร แสดงว่า มีความต้านทานปานกลาง (moderately resistant: MR) 0.50-0.99 เซนติเมตร แสดงว่า มีความอ่อนแอปานกลาง (moderately susceptible: MS) และ 1.00-2.00 เซนติเมตร แสดงว่า มีความอ่อนแอ (susceptible: S) ผลการดำเนินงาน คือ พบต้นกล้ากาแฟแสดงลักษณะต้านทานต่อโรคราสนิมกาแฟ จำนวน 46 ต้น โดยลักษณะต้านทานมากที่สุดในกลุ่มสายพันธุ์ 1/1 B2T5 และ 1/4 B3T3 ตามลำดับ ต้านทานปานกลาง จำนวน 83 ต้น อ่อนแอปานกลาง จำนวน 12 ต้น และอ่อนแอ จำนวน 3 ต้น (ตารางที่ 4)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบและทดสอบกาแฟอะราบิกาลูกผสมชั่วที่ 1 สายต้นคัดที่ได้จากการคัดเลือกในปี 2563 (ต้นกล้ากาแฟอะราบิกาเพาะเมล็ด) โดยใช้เชื้อราสนิมกาแฟ Race 37

กาแฟอะราบิกาลูกผสมชั่วที่ 1 สายต้นคัดที่ได้จากการคัดเลือกในปี 2563 (ต้นกล้ากาแฟอะราบิกาเพาะเมล็ด)	Reactions			
	R	MR	MS	S
2/22 BCB5T1	0	9	7	0
2/57 BCB6T76	4	10	2	0
2/12 B2T3	5	10	1	0
2/12 B2T1	5	10	1	0
2/27 B4T5	4	10	1	1
2/12 B1T3	4	10	0	2
1/4 B3T3	10	6	0	0
1/1 B2T5	11	5	0	0
CM 80	3	13	0	0
Total	46	83	12	3

หมายเหตุ * Reaction: R = resistant, MR = moderately resistant, MS= moderately susceptible, S = susceptible

สำหรับปี 2566 มีแผนดำเนินการทดสอบปฏิกิริยาของเชื้อราสนิมต่อสายพันธุ์กาแฟจำนวน 10 กรรมวิธี (สายพันธุ์) ในต้นกล้ากาแฟอะราบิกาเพาะเมล็ด โดยวิธีการ inoculation

การทดลองที่ 1.3 การคัดเลือกพันธุ์กาแฟอะราบิกาต้านทานต่อโรคแอนแทรกโนสที่ได้จากการผสมพันธุ์และที่นำเข้าจากต่างประเทศในสภาพธรรมชาติ (2565 - 2567)

เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตทุก 3 เดือน และความต้านทานโรคในสภาพแปลงทุกเดือน คือ เดือนมิถุนายน 2565 พบว่า กรรมวิธีที่ 2 Catimor CIFC 7963-13-28 x 2/20 B2 SF (H.420/9 ML2/4-78-62-34) และ กรรมวิธีที่ 4 Catimor CIFC 7963-13-28 x 3/14-2 B7 T10 (Sanramon X H.420/9 ML2/4-78-62-26) มีค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโต (ความสูง เส้นรอบวงโคนต้น ขนาดทรงพุ่ม) มากที่สุด และไม่พบอาการโรคราสนิมและแอนแทรกโนสในกาแฟอะราบิกาแต่ละสายพันธุ์ (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 การเจริญเติบโตของต้นกาแฟอะราบิกาในการคัดเลือกพันธุ์กาแฟอะราบิกาต้านทานต่อโรคแอนแทรกโนสที่ได้จากการผสมพันธุ์และที่นำเข้าจากต่างประเทศในสภาพธรรมชาติ เดือนมิถุนายน 2565

กรรมวิธี	เส้นรอบวงโคนต้น(ซม.)	ความสูง (ซม)	จน.ข้อ (ข้อ)	ความยาวข้อ/ต้น(ซม.)	ขนาดทรงพุ่มเฉลี่ย/ต้น (ซม.)
1. Catimor CIFC 7963-13-28 x 1/4 B3 SF (Caturra vermelho)	3.97	49.40	15.12	3.59	35.62
2. Catimor CIFC 7963-13-28 x 2/20 B2 SF (H.420/9 ML2/4-78-62-34)	4.00	54.43	16.13	3.61	37.88
3. Catimor CIFC 7963-13-28 x 3/8-2 B7 T8 (Catimor CIFC 7963-661-36 X Sanramon)	3.46	45.65	16.96	2.87	30.58
4. Catimor CIFC 7963-13-28 x 3/14-2 B7 T10 (Sanramon X H.420/9 ML2/4-78-62-26)	3.63	48.55	14.85	3.62	36.65
5. Catimor CIFC 7963-13-28 x 3/8-2 B7 T9 (Catimor CIFC 7963-661-36 X Sanramon)	2.89	37.44	13.04	3.40	32.90
6. Catimor CIFC 7963-13-28 x 3/2-1 B7 T6 (H.528/46ML2/10-29-65-29 X Sanramon)	3.24	41.87	14.95	3.14	29.78
7. 3/2-1-T7-B7	2.73	40.25	13.04	2.99	28.42
8. CIFC 7963-13-28 (เชียงใหม่ 80)	3.20	40.75	14.75	3.12	37.66
9. Catui (พันธุ์เปรียบเทียบอ่อนแอต่อโรคแอนแทรกโนส)	2.73	35.45	12.04	3.61	27.39

กรมวิชาการเกษตร

เดือนกันยายน 2565 พบว่า กรรมวิธีที่ 3 Catimor CIFC 7963-13-28 x 3/8-2 B7 T8 (Catimor CIFC 7963-661-36 X Sanramon) มีค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโต (ความสูง เส้นรอบวงโคนต้น ขนาดทรงพุ่ม) มากที่สุด เดือนธันวาคม 2565 พบว่า กรรมวิธีที่ 3 Catimor CIFC 7963-13-28 x 3/8-2 B7 T8 (Catimor CIFC 7963-661-36 X Sanramon) มีค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโต (ความสูง เส้นรอบวงโคนต้น ขนาดทรงพุ่ม) มากที่สุด (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 การเจริญเติบโตของต้นกาแฟอะราบิกาในการคัดเลือกพันธุ์กาแฟอะราบิกาต้านทานต่อโรคแอนแทรกโนสที่ได้จากการผสมพันธุ์และที่นำเข้าจากต่างประเทศในสภาพธรรมชาติ เดือนกันยายน 2565

กรรมวิธี	เส้นรอบวงโคนต้น(ซม.)	ความสูง (ซม)	จน.ข้อ (ข้อ)	ความยาวข้อ/ต้น (ซม.)	ขนาดทรงพุ่มเฉลี่ย/ต้น(ซม.)
1. Catimor CIFC 7963-13-28 x 1/4 B3 SF (Caturra vermelho)	4.8	67.4	15.6	4.3	56.2
2. Catimor CIFC 7963-13-28 x 2/20 B2 SF (H.420/9 ML2/4-78-62-34)	5.3	70.9	16.3	4.4	59.5
3. Catimor CIFC 7963-13-28 x 3/8-2 B7 T8 (Catimor CIFC 7963-661-36 X Sanramon)	5.5	65.7	13.8	4.7	65.7
4. Catimor CIFC 7963-13-28 x 3/14-2 B7 T10 (Sanramon X H.420/9 ML2/4-78-62-26)	4.3	62.0	14.7	4.2	50.6
5. Catimor CIFC 7963-13-28 x 3/8-2 B7 T9 (Catimor CIFC 7963-661-36 X Sanramon)	4.5	64.6	17.0	3.9	54.1
6. Catimor CIFC 7963-13-28 x 3/2-1 B7 T6 (H.528/46ML2/10-29-65-29 X Sanramon)	4.4	57.6	15.0	3.9	44.5
7. 3/2-1-T7-B7	3.8	50.1	12.7	3.9	39.0
8. CIFC 7963-13-28 (เชียงใหม่ 80)	4.6	62.5	15.0	4.1	46.8
9. Catui (พันธุ์เปรียบเทียบอ่อนแอต่อโรคแอนแทรกโนส)	4.1	61.5	15.1	4.1	43.4

ประเมินความต้านทานโรคในสภาพแปลงทุกเดือน ในเดือนกันยายน 2565 พบว่า กรรมวิธีที่ 8 CIFC 7963-13-28 (เชียงใหม่ 80) พบอาการโรคแอนแทรกโนส 5 เปอร์เซ็นต์ และกรรมวิธีที่ 4 Catimor CIFC 7963-13-28 x 3/14-2 B7 T10 (Sanramon X H.420/9 ML2/4-78-62-26) พบอาการโรคราสนิม 5 เปอร์เซ็นต์ อยู่ระหว่างการทดสอบความต้านทานโรคแอนแทรกโนสในผลกาแฟดิบในห้องปฏิบัติการ และสภาพแปลงปลูก (ตารางที่ 7)

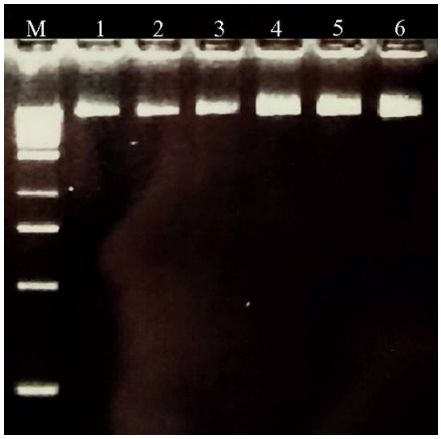
ตารางที่ 7 การประเมินโรคของต้นกาแฟอะราบิกาในการคัดเลือกพันธุ์กาแฟอะราบิกาต้านทานต่อโรคแอนแทรกโนสที่ได้จากการผสมพันธุ์และที่นำเข้าจากต่างประเทศในสภาพธรรมชาติ เดือนกันยายน 2565

กรรมวิธี	แอนแทรกโนส (%)		ราสนิม
	ใบ	ผล	(%)
1. Catimor CIFC 7963-13-28 x 1/4 B3 SF (Caturra vermelho)	0.00	0.00	2.25
2. Catimor CIFC 7963-13-28 x 2/20 B2 SF (H.420/9 ML2/4-78-62-34)	0.00	0.00	4.50
3. Catimor CIFC 7963-13-28 x 3/8-2 B7 T8 (Catimor CIFC 7963-661-36 X Sanramon)	0.00	0.00	4.25
4. Catimor CIFC 7963-13-28 x 3/14-2 B7 T10 (Sanramon X H.420/9 ML2/4-78-62-26)	0.00	0.00	5.00
5. Catimor CIFC 7963-13-28 x 3/8-2 B7 T9 (Catimor CIFC 7963-661-36 X Sanramon)	0.00	0.00	1.11
6. Catimor CIFC 7963-13-28 x 3/2-1 B7 T6 (H.528/46ML2/10-29-65-29 X Sanramon)	0.00	0.00	4.25
7. 3/2-1-T7-B7	0.00	0.00	0.50
8. CIFC 7963-13-28 (เชียงใหม่ 80)	5.00	5.00	0.63
9. Catui (พันธุ์เปรียบเทียบอ่อนแอต่อโรคแอนแทรกโนส)	0.00	0.00	0.00

การทดลองที่ 1.4 เครื่องหมายโมเลกุลที่สัมพันธ์กับปริมาณคาเฟอีนในกาแฟอะราบิกา (2565 - 2567)

ดำเนินการสกัดดีเอ็นเอจากใบโดยใช้ชุดสกัดดีเอ็นเอจากพืช พบว่า การใช้ใบของกาแฟสามารถสกัดได้ดีเอ็นเอที่มีคุณภาพดี ความบริสุทธิ์สูง และปริมาณเพียงพอต่อการใช้ในการทดลอง (ภาพที่ 20)

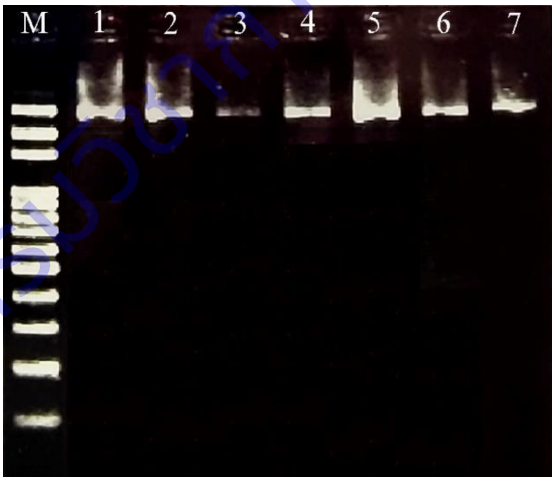
ศูนย์วิทยบริการ



ภาพที่ 20 Shows DNA bands extracted from coffee arabica leaves.

ผลจากการสืบค้นและออกแบบไพรเมอร์เพื่อเพิ่มปริมาณยีน caffeine synthase (CCS1) ของกาแฟ โดยอาศัยข้อมูลจากฐานข้อมูล NCBI พบว่าลำดับนิวคลีโอไทด์หมายเลข AB086414 เป็นยีน caffeine synthase จากนั้นนำไปหาตำแหน่งการวางตัวของยีนบนจีโนมกาแฟอะราบิกา พบว่ายีน caffeine synthase วางตัวอยู่บนโครโมโซมที่ 1 หมายเลข Accession NC_039898 (Coffea arabica cultivar Caturra red)

การเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอของยีน caffeine synthase ด้วยวิธีพีซีอาร์โดยใช้ไพรเมอร์ที่ออกแบบได้ และใช้ดีเอ็นเอของกาแฟอะราบิกา จำนวน 7 สายพันธุ์ ได้แก่ 2/8 B3T4, 2/12 B3T6, 1/4 B3T4, 1/1 B2T4, 1/1 B3T2, 1/4 B3T3 และ 1/4 B3T2 พบไพรเมอร์สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอได้ขนาด 2,940 bp ซึ่งเป็นขนาดของชิ้นดีเอ็นเอที่ตรงกับขนาดเป้าหมายที่ได้จากการออกแบบไพรเมอร์ (ภาพที่ 21)

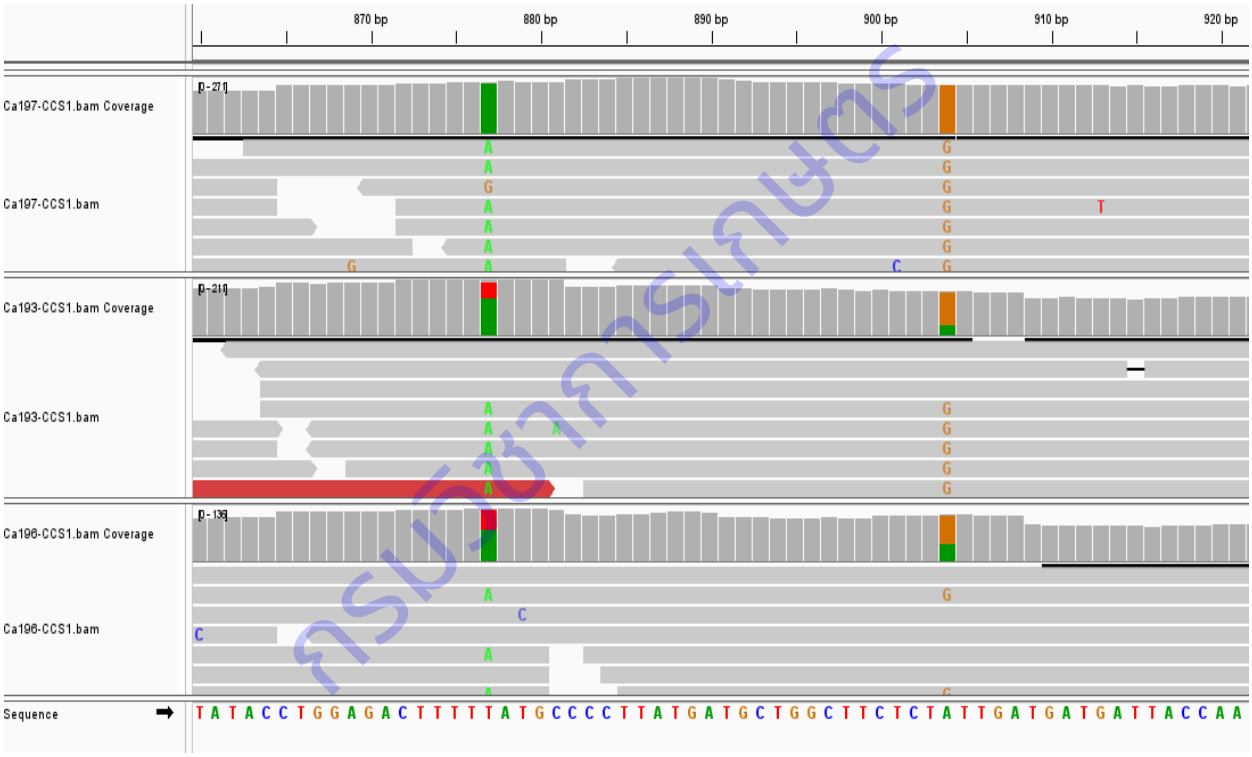


ภาพที่ 21 shows the 2,940 bp PCR yield of the caffeine synthase gene from coffee arabica.

การค้นหาตำแหน่งสนิปส์ที่สัมพันธ์กับลักษณะคาแฟอีน พบว่าเมื่อนำผลผลิตของพีซีอาร์ของยีน caffeine synthase ไปอ่านลำดับเบส และเปรียบเทียบลำดับเบสของยีน caffeine synthase ของแต่ละพันธุ์ พบว่าลำดับดีเอ็นเอของยีน caffeine synthase มีการเปลี่ยนแปลงลำดับเบสไป 5 จุด ที่ตำแหน่ง 877 904 10,14 1017 และ 1,133 มีการเปลี่ยนแปลงลำดับเบสแบบสนิปส์ (SNP) (ตารางที่ 8) (ภาพที่ 22) โดยการเปลี่ยนแปลงลำดับดีเอ็นเอในสายพันธุ์กาแฟอะราบิกามีการเกิดสนิปส์แบบ homozygous และ heterozygous ในสายพันธุ์กาแฟที่ทำการศึกษา

ตารางที่ 8 Summary of SNPs positions for genotyping of *Coffea arabica*. Data were generated from nucleotide sequences of the *caffeine synthase* gene.

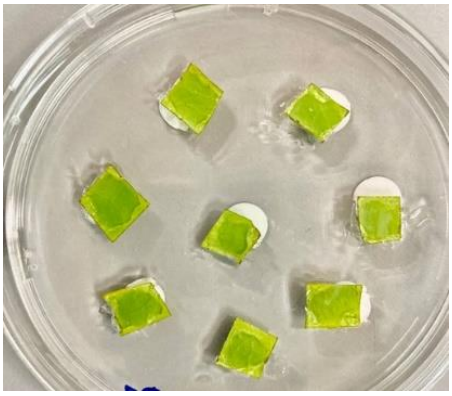
No	Clone	SNP Variation Type				
		T877A	A904G	G1014A	T1017C	A1133T
1	2/8 B3T4	A/A	G/G	A/A	C/C	T/T
2	2/12 B3T6	A/A	G/G	A/A	C/C	T/T
3	1/4 B3T4	T/A	A/G	G/A	T/C	A/T
4	1/1 B2T4	T/A	A/G	G/A	T/C	A/T
5	1/1 B3T2	T/A	A/G	G/A	T/C	A/T
6	1/4 B3T3	T/T	A/A	G/G	T/T	A/A
7	1/4 B3T2	T/T	A/A	G/G	T/T	A/A



ภาพที่ 22 Comparison of the DNA sequences of the caffeine synthase gene in coffee arabica clone showed SNPs A/T and A/G

การทดลองที่ 1.5 การขยายพันธุ์กาแฟอะราบิกาลูกผสม F1 ในสภาพปลอดเชื้อ (2565 - 2567)

การนำใบอ่อนกาแฟ**อะราบิกา**ลูกผสม F1 พันธ์ 2/27 B4T5 (CIFC 7963-661-36 x Typica) ที่ผ่านการอนุบาลในโรงเรือนมาช่วงเวลาหนึ่ง มาฟอกฆ่าเชื้อที่ผิว แล้วตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมนำมาเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อบนอาหารสูตร MS ที่เติม ซูโครส 30 กรัม/ลิตร และเติม 2,4-D. ร่วมกับ BAP หรือ kinetin เพื่อชักนำการเกิดแคลลัส พบว่าหลังจากเลี้ยงเป็นเวลา 1 เดือน เริ่มมีแคลลัสเกิดขึ้น และได้แคลลัสในปริมาณที่เพิ่มมากขึ้นเมื่อทำการเปลี่ยนอาหารและเลี้ยงต่อเพื่อเพิ่มปริมาณเป็นเวลา 6-12 เดือน (ภาพที่ 23)



ภาพที่ 23 กาแฟอะราบิกาลูกผสม F1 พันธ์ 2/27B4T5 (CIFC 7963-661-36 x Typica)ที่นำมาเลี้ยงในอาหารชักนำการเกิดแคลลัส ในสภาพปลอดเชื้อ

กิจกรรมที่ 2 การปรับปรุงพันธุ์กาแฟโรบัสตาพันธุ์ดีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต

การทดลองที่ 2.1 สำรวจ รวบรวมและคัดเลือกกาแฟโรบัสตาสายพันธุ์ดี (2565 - 2567)

จากสำรวจกาแฟโรบัสตาพันธุ์ไทยพื้นเมืองสายพันธุ์ดีและพันธุ์ต่างประเทศ และทำการรวบรวมกาแฟโรบัสตาที่มีลักษณะดีเด่น ทำการเสียบยอดกาแฟโรบัสตาสายพันธุ์ดีที่ได้จากการคัดเลือกบนต้นตอกาแฟโรบัสตาพันธุ์ชุมพร 2 จากนั้นปลูกต้นกาแฟโรบัสตาสายพันธุ์ดี ที่มีความแข็งแรง สมบูรณ์ ในแปลงปลูกรวบรวมพันธุ์ จำนวน 8 สายพันธุ์ สายพันธุ์ละ 10 ต้น ดูแลต้นกาแฟโรบัสตาสายพันธุ์ดีจากแปลงรวบรวมพันธุ์ และบันทึกข้อมูลการรเจริญเติบโตของกาแฟโรบัสตาสายพันธุ์ดีเมื่ออายุ 3 เดือนหลังปลูก (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 การเจริญเติบโตของกาแฟโรบัสตาสายพันธุ์ดีเมื่ออายุต้น 3 เดือน หลังปลูกในการทดลองสำรวจรวบรวมและคัดเลือกกาแฟโรบัสตาสายพันธุ์ดี ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร

สายพันธุ์	รอบโคนต้น (ซม.)	ความสูงต้น (ซม.)	ความกว้างทรงพุ่ม (ซม.)
CT02	2.46	31.60	31.89
KA01	2.96	25.00	38.65
CS02	2.20	26.00	29.44
CS04	2.16	27.40	27.90
KP01	2.90	31.00	30.71
KP02	2.61	24.33	19.00
KP03	2.56	24.00	25.75
TT01	2.25	23.00	26.45
เฉลี่ย	**2.51**	**26.54**	**28.72**

การทดลองที่ 2.2 การเปรียบเทียบพันธุ์กาแฟโรบัสตาพันธุ์ไทยพื้นเมืองและพันธุ์ต่างประเทศ

จากการปลูกกาแฟโรบัสตาตามกรรมวิธีต่าง ๆ ภายในศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร ใช้ระยะปลูก 3X3 เมตร มีการขุดร่องระบายน้ำรอบๆ และภายในแปลงปลูก วางระบบน้ำแบบสปริงเกอร์ ดูแลรักษาแปลงปลูก กำจัด

กรมวิชาการเกษตร

วัชพืชและใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน โดยแบ่งใส่ปีละ 4 ครั้ง ปัจจุบันต้นกาแฟอายุ 6 ปี เก็บเกี่ยวผลผลิตกาแฟโรบัสตาเป็นปีที่ 4 (2565/66) ซึ่งในเดือนธันวาคม 2564 อยู่ระหว่างการตากและการสีกาแฟ จึงนำเสนอข้อมูลผลผลิตปีที่ 3 (2564/65) ดังนี้

ข้อมูลด้านผลผลิตและคุณภาพของผลผลิต

1. ผลผลิตเมล็ดกาแฟ (Bean yield) จากการเก็บผลผลิตเมล็ดกาแฟของแต่ละสายพันธุ์ ในปีที่ 3 ของการให้ผลผลิต พบว่า สายพันธุ์ JM03 มีผลผลิตเมล็ดกาแฟเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 246.40 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ รองลงมา ได้แก่ สายพันธุ์ PP08 มีผลผลิตเมล็ดกาแฟเฉลี่ยเท่ากับ 237.32 กิโลกรัมต่อไร่ ขณะที่สายพันธุ์ SKE08 มีผลผลิตเมล็ดกาแฟสารเฉลี่ยน้อยที่สุด 196.13 กิโลกรัมต่อไร่ เนื่องจากบางสายพันธุ์ต้นตายมีการปลูกซ่อมต้นกาแฟบางส่วนยังไม่สมบูรณ์ ให้ผลผลิตต่อต้นน้อย จากการวิเคราะห์ข้อมูลจึงพบความแปรปรวนระหว่างซ้ำต่างๆ ของแต่ละสายพันธุ์ ซึ่งในแต่ละซ้ำมีข้อมูลผลผลิตที่แตกต่างกัน ทำให้ค่า CV ค่อนข้างสูง จากการทดลองนี้สามารถเก็บผลผลิตได้เพียง 3 ปี ยังไม่สามารถสรุปสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตดีที่สุดได้ เนื่องจากกาแฟจะให้ผลผลิตเต็มที่เมื่อต้นมีอายุ 4 ปี และจากจุดนี้ควรเก็บข้อมูลผลผลิตไม่น้อยกว่า 4 ปีต่อเนื่องกันไป (Carvalho, et al., 1969; Cilas, et al., 2003) เพื่อให้แต่ละสายพันธุ์แสดงศักยภาพการให้ผลผลิตได้อย่างเต็มที่และต่อเนื่อง (ตาราง10)

2. เปอร์เซ็นต์คาเฟอีน เมื่อนำตัวอย่างเมล็ดกาแฟสารของแต่ละสายพันธุ์ตรวจวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์คาเฟอีน พบว่า สายพันธุ์ต่างๆ มีเปอร์เซ็นต์คาเฟอีนอยู่ระหว่าง 1.28 - 2.21 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งบางสายพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์คาเฟอีนน้อยกว่าค่ามาตรฐานคาเฟอีน โดยส่วนใหญ่แล้วคาเฟอีนของกาแฟโรบัสตาอยู่ระหว่าง 1.6 - 2.4 เปอร์เซ็นต์ (Wintgens, 2004) โดยสายพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์คาเฟอีนน้อยที่สุด ได้แก่ สายพันธุ์ JM04 เท่ากับ 1.28 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งคาเฟอีนน้อยกว่ากาแฟโรบัสตาทั่วไป แต่ยังมากกว่ากาแฟอราบิกา ในอนาคตอาจจะมีการพัฒนาพันธุ์กาแฟโรบัสตาที่ให้คาเฟอีนน้อย สำหรับผู้บริโภคบางกลุ่มที่ต้องการดื่มกาแฟโรบัสตาคาเฟอีนน้อย ขณะที่พันธุ์ชุมพร 2 (Control) มีเปอร์เซ็นต์คาเฟอีนเท่ากับ 2.15 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง10)

3. น้ำหนัก 100 เมล็ดแห้ง (100 - bean weight) จากการบันทึกข้อมูลน้ำหนัก 100 เมล็ดแห้งเฉลี่ยในปีที่ 3 ของแต่ละสายพันธุ์มีความแตกต่างกัน ทุกสายพันธุ์มีน้ำหนัก 100 เมล็ดแห้งได้ตามค่ามาตรฐานสากลของกาแฟโรบัสตาซึ่งมีน้ำหนักอยู่ระหว่าง 12-15 กรัม (Charrier and Berthaud, 1987) มี 11 สายพันธุ์ที่มีน้ำหนัก 100 เมล็ดแห้งมากกว่าค่ามาตรฐาน ประกอบด้วย สายพันธุ์ FRT133, JM04, JM03, FRT135, FRT141, SC11, PP08, SKE08, JM08 และ SWJ02 โดยสายพันธุ์ JM08 มีน้ำหนัก 100 เมล็ดเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 24.18 กรัม (ตาราง10)

4. สัดส่วนผลสดต่อเมล็ดกาแฟสาร (เปอร์เซ็นต์ Out-turn) จากการบันทึกข้อมูลเปอร์เซ็นต์ Out-turn เฉลี่ย ในปีที่ 3 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ สายพันธุ์ JM04 มีเปอร์เซ็นต์ Out-turn เฉลี่ยมากที่สุด 24.03เปอร์เซ็นต์ ซึ่งหมายถึงเป็นสายพันธุ์ที่ต้นทุนการเก็บเกี่ยวน้อยกว่าสายพันธุ์อื่น เนื่องจากเปลือกของผลบางน้อยกว่าสายพันธุ์อื่น โดยส่วนใหญ่แต่ละสายพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์ Out-turn ตามมาตรฐาน ซึ่งเปอร์เซ็นต์ Out-turn ของกาแฟโรบัสตา โดยส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง 20-25 เปอร์เซ็นต์ (Wintgens, 2004) (ตารางที่ 10)

ศูนย์วิทยทรัพยากร

ตารางที่ 10 ผลผลิตเมล็ดกาแฟ เปอร์เซ็นต์คาเฟอีน น้ำหนัก 100 เมล็ด และ สัดส่วนผลสดต่อเมล็ดกาแฟสาร (เปอร์เซ็นต์ Out-turn) ในการทดลองการเปรียบเทียบพันธุ์กาแฟโรบัสตาพันธุ์ไทยพื้นเมืองและพันธุ์ต่างประเทศ ในปีที่ 3 (2564/65)

สายพันธุ์	ผลผลิตเมล็ดกาแฟ (กิโลกรัมต่อไร่)	เปอร์เซ็นต์คาเฟอีน (เปอร์เซ็นต์)	น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)	สัดส่วนผลสดต่อเมล็ดกาแฟสาร (เปอร์เซ็นต์ Out-turn)
ชุมพร 2 (Control)	216.59	2.15	18.80	21.70
FRT133	236.75	2.13	16.36	21.30
JM04	214.47	1.28	22.35	24.03
JM03	246.40	1.89	17.49	20.93
FRT135	225.85	1.97	15.67	20.80
FRT141	198.28	1.60	15.46	22.30
SC10	203.50	2.03	14.63	20.57
SC11	213.99	1.98	16.20	21.87
PP08	234.56	2.00	21.87	20.63
SKE08	196.13	1.89	20.11	20.10
SWJ02	204.25	2.21	18.68	20.00
JM08	237.32	2.07	24.18	21.63
CV (%)	20.1		9.9	7.3
F-test	ns		ns	ns

ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันทางสดมภ์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% หรือ 99%

5. ขนาดเมล็ดแห้ง (Bean size) พบว่า สายพันธุ์ต่าง ๆ มีขนาดเมล็ดหลากหลาย แบ่งกลุ่ม ดังนี้ 1) กลุ่มขนาดเมล็ดเล็ก (เบอร์ 12-13) ได้แก่ สายพันธุ์ FRT133, FRT135, FRT141 และ SC10 2) กลุ่มขนาดเมล็ดปานกลาง (เบอร์ 14-15) ได้แก่ พันธุ์ชุมพร 2, SC11, SKE08 และ SWJ02 3) กลุ่มขนาดเมล็ดใหญ่เป็นเกรดพรีเมี่ยม (เบอร์ 16-20) ได้แก่ สายพันธุ์ JM04, JM03, PP08, และJM08 (ตารางที่ 11)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 11 ขนาดเมล็ดแห้ง (Bean size) ในการทดลองการเปรียบเทียบพันธุ์กาแฟโรบัสตาพันธุ์ไทยพื้นเมืองและพันธุ์ต่างประเทศ ในปีที่ 3 (2564/65)

สายพันธุ์	ต่ำกว่าเบอร์ 12	เบอร์ 12	เบอร์ 13	เบอร์ 14	เบอร์ 15	เบอร์ 16	เบอร์ 17	เบอร์ 18	เบอร์ 19	เบอร์ 20	เกรดพรีเมี่ยม
ชุมพร 2 (Control)	0.70	4.12	11.81	16.82	29.11	17.20	10.90	4.97	3.39	0.97	37.44
FRT133	1.11	4.93	20.83	32.42	11.97	12.03	7.90	4.83	3.14	0.83	28.73
JM04	0.47	0.91	5.39	15.96	7.04	18.48	19.82	14.72	11.60	5.61	70.23
JM03	0.71	3.58	9.25	15.92	13.10	22.97	19.48	8.62	4.52	1.84	57.44
FRT135	2.37	4.80	13.85	27.19	17.16	14.56	8.79	5.78	3.99	1.52	34.64
FRT141	1.89	5.81	12.05	35.50	19.58	12.80	7.20	3.12	1.66	0.39	25.17
SC10	0.60	7.28	15.20	31.93	25.09	10.78	5.41	2.32	0.91	0.48	19.90
SC11	4.60	2.33	12.73	18.82	20.01	17.02	13.35	6.76	3.39	0.99	41.51
PP08	0.09	0.64	5.05	13.01	6.49	13.05	17.08	15.07	17.46	12.06	74.71
SKE08	2.24	3.82	12.44	20.91	16.80	22.23	13.35	4.87	3.34	0.00	43.78
SWJ02	0.52	2.33	9.75	29.96	15.36	16.08	13.78	6.59	3.75	1.88	42.07
JM08	0.00	1.49	5.72	9.93	6.98	19.26	24.83	17.76	9.90	4.14	75.88

หมายเหตุ : การหาขนาดเมล็ดกาแฟ โดยนำเมล็ดไปวางบนตะแกรงชั้นบนสุด ปิดฝาแล้วเขย่าแรง ๆ 2-3 ครั้ง เมล็ดจะผ่านตะแกรงทั้งชุดซึ่งตะแกรงแต่ละชั้นที่มีขนาดไล่เรียงกันตั้งแต่ใหญ่สุด (ชั้นบนสุด) จนถึงเล็กสุด (ชั้นล่างสุด) คือเบอร์ 20, 19, 18, 17, 16, 15, 14, 13 และ 12 ตามลำดับ เมล็ดค้างบนตะแกรงชั้นใด ถือเป็นขนาดเมล็ดเบอร์นั้น

: เกรดพรีเมี่ยม หมายถึง เมล็ดกาแฟที่มีขนาดตั้งแต่เบอร์ 16 ขึ้นไป

ตะแกรงเบอร์ 12 มีเส้นผ่านศูนย์กลางรูขนาด 12/64 นิ้ว หรือประมาณ 4.75 มม.
ตะแกรงเบอร์ 13 มีเส้นผ่านศูนย์กลางรูขนาด 13/64 นิ้ว หรือประมาณ 5.0 มม.
ตะแกรงเบอร์ 14 มีเส้นผ่านศูนย์กลางรูขนาด 14/64 นิ้ว หรือประมาณ 5.6 มม.
ตะแกรงเบอร์ 15 มีเส้นผ่านศูนย์กลางรูขนาด 15/64 นิ้ว หรือประมาณ 6.0 มม.
ตะแกรงเบอร์ 16 มีเส้นผ่านศูนย์กลางรูขนาด 16/64 นิ้ว หรือประมาณ 6.3 มม.
ตะแกรงเบอร์ 17 มีเส้นผ่านศูนย์กลางรูขนาด 17/64 นิ้ว หรือประมาณ 6.7 มม.
ตะแกรงเบอร์ 18 มีเส้นผ่านศูนย์กลางรูขนาด 18/64 นิ้ว หรือประมาณ 7.1 มม.
ตะแกรงเบอร์ 19 มีเส้นผ่านศูนย์กลางรูขนาด 19/64 นิ้ว หรือประมาณ 7.5 มม.
ตะแกรงเบอร์ 20 มีเส้นผ่านศูนย์กลางรูขนาด 20/64 นิ้ว หรือประมาณ 8.0 มม.

สำนักวิชาการเกษตร

ข้อมูลด้านการเจริญเติบโต

จากการบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของกาแฟโรบัสตาสายพันธุ์ต่าง ๆ จำนวนกิ่งที่ให้ผลผลิตต่อกิ่งหลัก ความยาวกิ่ง จำนวนข้อที่ติดผล ความยาวข้อ จำนวนผลต่อข้อ และจำนวนผลต่อกิ่ง เมื่อต้นกาแฟอายุ 6 ปี หลังปลูก ดังนี้

1. ขนาดเส้นรอบวงโคนต้น จากการวัดขนาดรอบโคนต้นที่ตำแหน่งสูงจากพื้นดิน 5 เซนติเมตร พบว่า พันธุ์ชุมพร 2 (Control) มีขนาดรอบโคนต้นเฉลี่ยมากที่สุด คือ 22.97 เซนติเมตร ใกล้เคียงกับ สายพันธุ์ SC10 มีขนาดรอบโคนต้นเฉลี่ย เท่ากับ 20.60 เซนติเมตร (ตารางที่ 12)

2. ความสูงต้น จากการวัดความสูงต้นที่ตำแหน่งสูงจากพื้นดิน 5 เซนติเมตร ขึ้นไปจนถึงยอด พบว่า พันธุ์ชุมพร 2 (Control) มีความสูงเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 203.87 เซนติเมตร (ตารางที่ 12)

3. จำนวนกิ่งที่ให้ผลผลิตต่อกิ่งหลัก พบว่า พันธุ์ชุมพร 2 (Control) มีจำนวนกิ่งที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 41.88 กิ่ง (ตารางที่ 12)

4. ความยาวกิ่ง พบว่า สายพันธุ์ JM 03 มีความยาวกิ่งเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 104.76 เซนติเมตร ขณะที่พันธุ์ชุมพร 2 (Control) มีความยาวกิ่งเฉลี่ย เท่ากับ 91.88 เซนติเมตร (ตารางที่ 12)

5. จำนวนข้อที่ติดผลต่อกิ่ง พบว่า สายพันธุ์ SC11 มีจำนวนข้อที่ติดผลต่อกิ่งเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 15.90 ข้อ มากกว่าพันธุ์ชุมพร 2 (Control) มีจำนวนข้อที่ติดผลต่อกิ่งเฉลี่ย เท่ากับ 13.75 ข้อ (ตารางที่ 12)

6. ความยาวข้อ พบว่า สายพันธุ์ JM08 มีความยาวข้อเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 2.63 เซนติเมตร ขณะที่พันธุ์ชุมพร 2 (Control) มีความยาวข้อเฉลี่ย เท่ากับ 3.34 เซนติเมตร (ตารางที่ 12)

7. จำนวนผลต่อข้อ พบว่า สายพันธุ์ JM08 มีจำนวนผลต่อข้อเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 22.55 ผล มากกว่าพันธุ์ชุมพร 2 (Control) มีจำนวนผลต่อข้อ เฉลี่ย เท่ากับ 16.73 ผล (ตารางที่ 12)

8. จำนวนผลต่อกิ่ง พบว่า สายพันธุ์ FRT133 มีจำนวนผลต่อกิ่งเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 198.76 ผล มากกว่าพันธุ์ชุมพร 2 (Control) มีจำนวนผลต่อกิ่ง เฉลี่ยเท่ากับ 141.13 ผล (ตารางที่ 12)

ตารางที่ 12 การเจริญเติบโตในการทดลองการเปรียบเทียบพันธุ์กาแฟโรบัสตาพันธุ์ไทยพื้นเมืองและพันธุ์ต่างประเทศ ในปีที่ 3 (2564/65) เมื่ออายุต้น 6 ปีหลังปลูก

สายพันธุ์	ขนาดเส้นรอบวงโคนต้น (ซม.)	ความสูงต้น (ซม.)	จำนวนกิ่งที่ให้ผลผลิตต่อกิ่งหลัก (กิ่ง)	ความยาวกิ่ง (ซม.)	จำนวนข้อที่ติดผล/กิ่ง (ข้อ)	ความยาวข้อ (ซม.)	จำนวนผล/ข้อ (ผล)	จำนวนผล/กิ่ง (ผล)
ชุมพร 2(Control)	22.97 a	203.87	41.88 a	91.88 bc	13.75 bc	3.34 a	16.73 cd	141.13 def
FRT133	22.50 ab	198.52	41.24 a	90.38 bcd	14.77 abc	2.82 bc	20.01 ab	198.76 a
JM04	18.30 bc	186.50	34.89 b	88.74 bcd	14.97 ab	3.46 a	16.95 cd	126.63 efg
JM03	20.23 ab	162.38	42.62 a	104.76 a	14.12 bc	2.65 c	20.32 ab	190.90 abc
FRT135	18.16 bc	167.78	34.12 bc	86.81 b-e	14.62 abc	2.97 abc	17.47 bcd	147.99 def
FRT141	18.25 bc	182.33	31.02 bcd	95.66 b	14.81 abc	3.19 ab	18.47 bc	161.48 cde
SC10	21.38 ab	183.83	32.08 bcd	83.97 cde	14.30 bc	3.14 ab	16.00 cd	123.27 fg
SC11	19.09 abc	180.82	33.53 bcd	95.30 b	15.90 a	3.23 ab	18.40 bc	164.27 bcd
PP08	20.91 ab	185.20	31.63 bcd	85.74 cde	11.72 d	3.29 ab	18.61 bc	134.22 d-g
SKE08	15.69 c	164.27	28.43 d	79.06 e	13.94 bc	3.27 ab	15.29 d	118.06 fg
SWJ02	21.06 ab	198.34	29.04 cd	79.57 e	13.28 c	3.21 ab	15.66 cd	103.59 g
JM08	19.14 abc	173.72	33.53 bcd	81.79 de	15.00 ab	2.63 c	22.55 a	196.01 ab
CV (%)	11.50	11.0	8.1	5.4	5.7	8.6	8.7	12.4
F-test	*	ns	**	**	**	*	**	**

ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันทางสดมภ์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% หรือ 99%

กรมวิชาการเกษตร

การทดลองที่ 2.3 การเปรียบเทียบพันธุ์กาแฟโรบัสตาเพื่อให้ได้ผลขนาดใหญ่

จากการปลูกกาแฟโรบัสตาสายพันธุ์ต่าง ๆ ตามกรรมวิธีที่กำหนดภายในศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร โดยใช้ระยะปลูก 3X3 เมตร มีการขุดร่องระบายน้ำรอบ ๆ และภายในแปลงปลูก วางระบบน้ำแบบสปริงเกอร์หลังปลูก มีการดูแลรักษาแปลงปลูก กำจัดวัชพืช ใส่ปุ๋ยหมักแกลบกาแฟในอัตรา 10 กก.ต่อต้น ใส่โดโลไมท์ อัตรา 500 กรัมต่อต้น และใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน โดยแบ่งใส่ปีละ 4 ครั้ง ปัจจุบันกาแฟโรบัสตาอายุ 6 ปี หลังปลูก เก็บเกี่ยวผลผลิตกาแฟโรบัสตาเป็นปีที่ 4 (2565/66) ซึ่งอยู่ระหว่างการตากและการสีกาแฟ จึงนำเสนอข้อมูลผลผลิตปีที่ 3 (2564/65) ดังนี้

ข้อมูลด้านผลผลิตและคุณภาพผลผลิต

1. ผลผลิตเมล็ดกาแฟ (Bean yield) พบว่า สายพันธุ์ TPO14 มีผลผลิตเมล็ดกาแฟเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 238.26 กิโลกรัมต่อไร่ มากกว่าพันธุ์ชุมพร 2 ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบ มีผลผลิตเมล็ดกาแฟเฉลี่ยเท่ากับ 213.61 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากบางสายพันธุ์ต้นตายมีการปลูกซ่อม ต้นกาแฟบางส่วนยังไม่สมบูรณ์ ให้ผลผลิตต่อต้นน้อย จากการวิเคราะห์ข้อมูลจึงพบความแปรปรวนระหว่างซ้ำต่างๆ ของแต่ละสายพันธุ์ ซึ่งในแต่ละซ้ำมีข้อมูลผลผลิตที่แตกต่างกัน ทำให้ค่า CV ค่อนข้างสูง จากการทดลองนี้สามารถเก็บผลผลิตได้เพียง 2 ปี ยังไม่สามารถสรุปสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตดีที่สุดได้ ควรเก็บผลผลิตต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 6 ปี (Medina-fiho, et al., 1984) เพื่อให้แต่สายพันธุ์แสดงศักยภาพการให้ผลผลิตได้อย่างเต็มที่และต่อเนื่อง (ตารางที่ 13)

2. เปอร์เซ็นต์คาเฟอีน เมื่อนำตัวอย่างกาแฟสารของแต่ละสายพันธุ์ตรวจทดสอบเพื่อหาเปอร์เซ็นต์คาเฟอีน พบว่า สายพันธุ์ต่างๆ มีค่าเปอร์เซ็นต์คาเฟอีนอยู่ระหว่าง 1.31 - 2.39 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งน้อยกว่าค่ามาตรฐานคาเฟอีน โดยส่วนใหญ่แล้วคาเฟอีนของกาแฟโรบัสตาอยู่ระหว่าง 1.6 – 2.4 (Wintgens, 2004) สายพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์คาเฟอีนน้อยที่สุด ได้แก่ สายพันธุ์ TPO17 มีเปอร์เซ็นต์คาเฟอีน 1.31 เปอร์เซ็นต์ และมีเปอร์เซ็นต์คาเฟอีนน้อยกว่าพันธุ์ชุมพร 2 ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบที่มีเปอร์เซ็นต์คาเฟอีน 2.15 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 13)

3. น้ำหนัก 100 เมล็ดแห้ง (100- bean weight) พบว่า น้ำหนัก 100 เมล็ดแห้งมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทุกปี โดยสายพันธุ์ TPO14 มีน้ำหนัก 100 เมล็ดเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 21.41 กรัม รองลงมา ได้แก่ สายพันธุ์ SKE10 มีน้ำหนัก 100 เมล็ดเฉลี่ยเท่ากับ 19.81 กรัม มากกว่าพันธุ์ชุมพร 2 ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบ มีน้ำหนัก 100 เมล็ดเฉลี่ย เท่ากับ 17.11 กรัม (ตารางที่ 13) จากการทดลองทุกสายพันธุ์มีน้ำหนักเมล็ดได้มาตรฐานสากลของกาแฟโรบัสตาซึ่งมีน้ำหนักอยู่ระหว่าง 12-15 กรัม (Wintgens, 2004)

4. สัดส่วนผลสดต่อเมล็ดกาแฟสาร (เปอร์เซ็นต์ Out-turn) พบว่า สายพันธุ์ TPO14 มีเปอร์เซ็นต์ Out-turn เฉลี่ย สูงที่สุด เท่ากับ 21.70 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา ได้แก่ สายพันธุ์ SKE10 มีเปอร์เซ็นต์ Out-turn เท่ากับ 20.53 เปอร์เซ็นต์ ส่วนพันธุ์ชุมพร2 เป็นพันธุ์เปรียบเทียบมีเปอร์เซ็นต์ Out-turn เท่ากับ 20.10 เปอร์เซ็นต์ (ตารางการทดลองที่ 2.3-1) สำหรับกาแฟโรบัสตาโดยส่วนใหญ่มีเปอร์เซ็นต์ Out-turn อยู่ระหว่าง 20-25 เปอร์เซ็นต์ (Wintgens, 2004) จากการทดลอง ในปีที่ 3 พบว่า สายพันธุ์ Pro –SRP13 มีเปอร์เซ็นต์ Out-turn น้อยกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ หากมีเปอร์เซ็นต์ Out-turn ต่ำ หมายถึงเป็นสายพันธุ์ที่มีเปลือกของผลหนากว่า และมีต้นทุนการเก็บเกี่ยวต่อเมล็ดแห้ง 1 กิโลกรัมสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆ (ตารางที่ 13)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 13 ผลผลิตเมล็ดกาแฟ เปอร์เซ็นต์คาเฟอีน น้ำหนัก 100 เมล็ด และสัดส่วนผลสดต่อเมล็ดกาแฟสาร (เปอร์เซ็นต์ Out-turn) ในการทดลองการเปรียบเทียบพันธุ์กาแฟโรบัสตาเพื่อให้ได้ผลขนาดใหญ่ ในปีที่ 3 (2564/65)

สายพันธุ์	ผลผลิตเมล็ดกาแฟ (กิโลกรัมต่อไร่)	เปอร์เซ็นต์คาเฟอีน (เปอร์เซ็นต์)	น้ำหนัก 100 เมล็ด(กรัม)	สัดส่วนผลสดต่อเมล็ดกาแฟสาร (เปอร์เซ็นต์ Out-turn)
ชุมพร 2 (Control)	213.61 ab	2.15	17.11	20.10
SC07	169.33 bc	1.85	16.65	20.00
SKE10	157.72 bcd	2.00	19.81	20.53
TPO14	238.26 a	1.83	21.41	21.70
TPO17	200.69 ab	1.31	13.85	20.13
Pro–SRP13	104.67 d	1.69	15.00	19.70
SKS03	138.65 cd	1.75	15.97	20.40
TPO10	135.25 cd	2.39	14.22	20.37
CV (%)	18.2		7.5	3.4
F-test	**		**	ns

ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันทางสถมภ์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% หรือ 99%

5. ขนาดเมล็ดแห้ง (Bean size) สายพันธุ์ต่าง ๆ มีขนาดเมล็ดหลากหลาย แบ่งกลุ่ม ดังนี้ 1) กลุ่มขนาดเมล็ดปานกลาง (เบอร์ 14-15) ได้แก่ พันธุ์ชุมพร 2 (Control), TPO17, Pro-SRP13, TPO10 2) กลุ่มขนาดเมล็ดใหญ่เป็นเกรดพรีเมี่ยม (เบอร์ 16-20) ได้แก่ สายพันธุ์ SC07, SKE10 TPO14 และ SKS03 (ตารางที่ 14) เนื่องจากเนื้อดินเป็นดินทรายมีอินทรียวัตถุเพียง 1.05 เปอร์เซ็นต์ มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำอาจจะส่งผลต่อขนาดของเมล็ดของกาแฟซึ่งสอดคล้องกับข้อสรุปของ Wintgens (2004) เกี่ยวกับความอุดมสมบูรณ์ของดินมีความสัมพันธ์กับขนาดเมล็ดของกาแฟโรบัสตา จากการทดลองหากต้องการเพิ่มขนาดของเมล็ดให้ใหญ่ขึ้น ควรเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินให้มากขึ้น

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 14 ขนาดเมล็ดแห้ง (Bean size) ในการทดลองการเปรียบเทียบพันธุ์กาแฟโรบัสตาเพื่อให้ได้ผลขนาดใหญ่ในปีที่ 3 (2564/65)

สายพันธุ์	ต่ำกว่าเบอร์ 12	เบอร์ 12	เบอร์ 13	เบอร์ 14	เบอร์ 15	เบอร์ 16	เบอร์ 17	เบอร์ 18	เบอร์ 19	เบอร์ 20	เกรดพรีเมี่ยม
ชุมพร 2 (Control)	0.00	3.71	13.25	12.57	33.75	16.33	10.45	5.42	3.61	0.92	33.73
SC07	0.00	2.04	4.05	17.17	21.77	23.15	18.57	9.13	4.13	0.00	54.97
SKE10	0.00	0.12	3.81	12.22	13.64	14.95	22.36	17.49	11.21	4.20	70.21
TPO14	0.00	0.00	0.86	4.95	2.93	7.87	15.18	20.37	29.09	18.73	91.25
TPO17	0.27	4.11	6.70	35.97	28.06	19.12	3.93	1.01	0.82	0.00	14.88
Pro–SRP13	0.00	5.37	14.29	17.42	26.85	14.44	14.39	5.41	1.83	0.00	36.07
SKS03	0.00	2.00	7.80	18.61	20.75	19.57	22.68	5.71	2.89	0.00	50.84
TPO10	0.00	4.61	12.56	40.79	21.23	12.16	5.27	2.31	1.06	0.00	20.80

หมายเหตุ : การหาขนาดเมล็ดกาแฟ โดยนำเมล็ดวางบนตะแกรงชั้นบนสุด ปิดฝาแล้วเขย่า 2-3 ครั้ง เมล็ดจะผ่านตะแกรงทั้งชุดซึ่งตะแกรงแต่ละชั้นที่มีขนาดไล่เรียงกันตั้งแต่ใหญ่สุด (ชั้นบนสุด) จนถึงเล็กสุด (ชั้นล่างสุด) คือเบอร์ 20, 19, 18, 17, 16, 15, 14, 13 และ 12 ตามลำดับ เมล็ดค้างบนตะแกรงชั้นใด ถือเป็นขนาดเมล็ดเบอร์นั้น

: เกรดพรีเมี่ยม หมายถึง เมล็ดกาแฟที่มีขนาดตั้งแต่เบอร์ 16 ขึ้นไป

ตะแกรงเบอร์ 12 มีเส้นผ่านศูนย์กลางรูขนาด 12/64 นิ้ว หรือประมาณ 4.75 มม.
ตะแกรงเบอร์ 13 มีเส้นผ่านศูนย์กลางรูขนาด 13/64 นิ้ว หรือประมาณ 5.0 มม.
ตะแกรงเบอร์ 14 มีเส้นผ่านศูนย์กลางรูขนาด 14/64 นิ้ว หรือประมาณ 5.6 มม.
ตะแกรงเบอร์ 15 มีเส้นผ่านศูนย์กลางรูขนาด 15/64 นิ้ว หรือประมาณ 6.0 มม.
ตะแกรงเบอร์ 16 มีเส้นผ่านศูนย์กลางรูขนาด 16/64 นิ้ว หรือประมาณ 6.3 มม.
ตะแกรงเบอร์ 17 มีเส้นผ่านศูนย์กลางรูขนาด 17/64 นิ้ว หรือประมาณ 6.7 มม.
ตะแกรงเบอร์ 18 มีเส้นผ่านศูนย์กลางรูขนาด 18/64 นิ้ว หรือประมาณ 7.1 มม.
ตะแกรงเบอร์ 19 มีเส้นผ่านศูนย์กลางรูขนาด 19/64 นิ้ว หรือประมาณ 7.5 มม.
ตะแกรงเบอร์ 20 มีเส้นผ่านศูนย์กลางรูขนาด 20/64 นิ้ว หรือประมาณ 8.0 มม.

กรมวิชาการเกษตร

ข้อมูลด้านการเจริญเติบโต

จากการบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของกาแฟโรบัสตาสายพันธุ์ต่าง ๆ จำนวนกิ่งที่ให้ผลผลิตต่อกิ่งหลัก ความยาวกิ่ง จำนวนข้อที่ติดผล ความยาวข้อ และจำนวนผลต่อข้อ และจำนวนผลต่อกิ่ง เมื่อต้นกาแฟอายุ 1 ปี - 6 ปี หลังปลูก ดังนี้

1. ขนาดรอบโคนต้น จากการวัดขนาดรอบโคนต้นที่ตำแหน่งสูงจากพื้นดิน 5 เซนติเมตร โดยเมื่ออายุ 6 ปี พบว่า สายพันธุ์ TPO14 มีขนาดรอบโคนต้นเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 23.75 เซนติเมตร ใกล้เคียงกับ สายพันธุ์ SKE10 มีขนาดรอบโคนต้นเฉลี่ย เท่ากับ 23.48 เซนติเมตร มากกว่าพันธุ์ชุมพร 2 (Control) มีขนาดรอบโคนต้นเฉลี่ย เท่ากับ 21.89 เซนติเมตร (ตารางที่ 15)

2. ความสูงต้น จากการวัดความสูงต้นที่ตำแหน่งสูงจากพื้นดิน 5 เซนติเมตร ขึ้นไปจนถึงยอด โดยเมื่ออายุ 6 ปี พบว่า สายพันธุ์ SKE10 มีความสูงเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 204.40 เซนติเมตร ขณะที่พันธุ์ชุมพร 2 (Control) มีความสูงเฉลี่ย เท่ากับ 189.60 เซนติเมตร (ตารางที่ 15)

3. จำนวนกิ่งที่ให้ผลผลิตต่อกิ่งหลัก ในช่วง 3 ปีของการให้ผลผลิต พบว่า จำนวนกิ่งที่ให้ผลผลิตต่อกิ่งหลักมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในทุกปี ยกเว้นในปีที่ 3 ของการให้ผลผลิต มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับในปีที่ 4 พบว่า พันธุ์ชุมพร 2 (Control) มีจำนวนกิ่งที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 42.11 กิ่ง (ตารางที่ 15)

4. ความยาวกิ่ง สำหรับปีที่ 4พบว่า สายพันธุ์ TPO10 มีความยาวกิ่งเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 100.39 เซนติเมตร ขณะที่พันธุ์ชุมพร 2 (Control) มีความยาวกิ่งเฉลี่ย เท่ากับ 86.11 เซนติเมตร (ตารางที่ 15)

5. จำนวนข้อที่ติดผลต่อกิ่ง สำหรับในปีที่ 4 ของการให้ผลผลิต พบว่า พันธุ์ชุมพร 2 (Control) มีจำนวนข้อที่ติดผลต่อกิ่งเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 17.25 ข้อ (ตารางที่ 15)

6. ความยาวข้อ สำหรับปีที่ 4 ของการให้ผลผลิต พบว่า สายพันธุ์ TPO 17 มีความยาวข้อเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 2.67 เซนติเมตร ใกล้เคียงกับสายพันธุ์ SC 07 มีความยาวข้อเฉลี่ยเท่ากับ 2.99 เซนติเมตร ขณะที่พันธุ์ชุมพร 2 (Control) มีความยาวข้อเฉลี่ย เท่ากับ 3.23 เซนติเมตร (ตารางที่ 15)

7. จำนวนผลต่อข้อ สำหรับปีที่ 4 ของการให้ผลผลิต พบว่า สายพันธุ์ TPO 10 มีจำนวนผลต่อข้อเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 24.04 ผล ขณะที่พันธุ์ชุมพร 2 (Control) มีจำนวนผลต่อข้อเฉลี่ย เท่ากับ 19.42 ผล (ตารางที่ 15)

8. จำนวนผลต่อกิ่ง สำหรับในปีที่ 4 ของการให้ผลผลิต พบว่า สายพันธุ์ TPO 10 มีจำนวนผลต่อกิ่งเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 183.90 ผล ขณะที่พันธุ์ชุมพร 2 (Control) มีจำนวนผลต่อกิ่งเฉลี่ยเท่ากับ 159.58 ผล (ตารางที่ 15)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 15 การเจริญเติบโตในการทดลองการเปรียบเทียบพันธุ์กาแฟโรบัสตาเพื่อให้ได้ผลขนาดใหญ่ ในปีที่ 3 (2564/65) เมื่ออายุต้น 6 ปีหลังปลูก

สายพันธุ์	ขนาดเส้นรอบวงโคนต้น (ซม.)	ความสูงต้น (ซม.)	จำนวนกิ่งที่ให้ผลผลิตต่อกิ่งหลัก (กิ่ง)	ความยาวกิ่ง (ซม.)	จำนวนข้อที่ติดผล/กิ่ง (ข้อ)	ความยาวข้อ (ซม.)	จำนวนผล/ข้อ (ผล)	จำนวนผล/กิ่ง (ผล)
ชุมพร 2 (Control)	21.89 ab	189.60 ab	42.11 a	86.11 b	17.25 a	3.23 bc	19.42 b	159.58 ab
SC07	19.20 b	155.66 cd	23.99 d	64.21 c	12.28 d	2.99 c	16.05 c	102.34 d
SKE10	23.48 a	204.40 a	32.15 bc	78.40 b	16.09 ab	3.12 bc	14.92 c	118.26 cd
TPO14	23.75 a	187.48 abc	27.25 cd	78.72 b	14.58 c	3.35 b	16.53 bc	138.34 bcd
TPO17	20.15 ab	185.00 abc	27.81 cd	81.54 b	17.11 a	2.67 d	15.83 c	146.22 abc
Pro–SRP13	11.92 c	130.97 d	26.84 cd	77.26 b	16.39 ab	3.69 a	14.74 c	102.21 d
SKS03	20.30 ab	176.30 abc	28.12 cd	86.83 b	14.12 c	3.38 b	16.79 bc	128.88 bcd
TPO10	18.59 b	162.00 bcd	34.00 b	100.39 a	15.21 bc	3.27 bc	24.04 a	183.90 a
CV (%)	10.0	9.9	10.5	8.2	5.0	5.2	9.2	15.9
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**

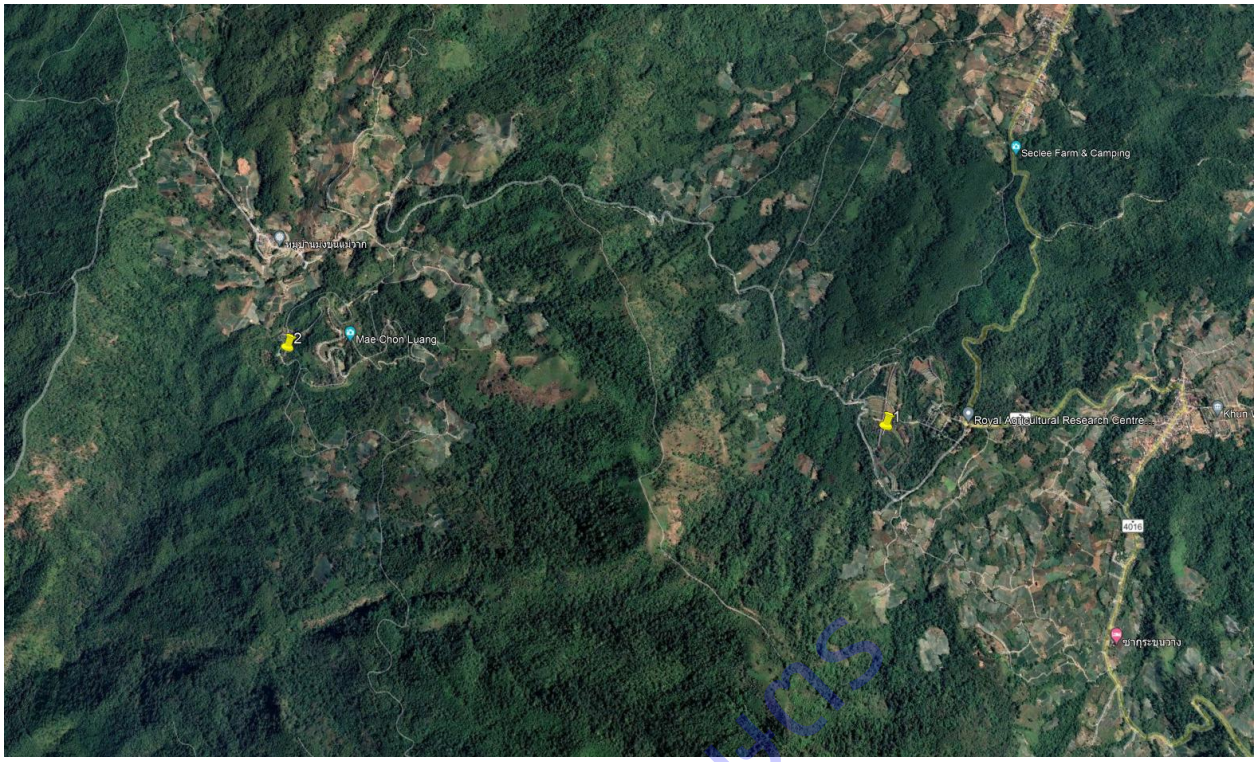
ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันทางสดมภ์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% หรือ 99%

โครงการวิจัยย่อยที่ 2 วิจัยและพัฒนาคำแนะนำการจัดการดินและธาตุอาหารในการผลิตกาแฟอะราบิกา

การทดลองที่ 1.1 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุอาหารในใบในรอบปีและปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียออกนอกพื้นที่เพาะปลูกกาแฟอะราบิกา

ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ขุนวาง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 1 แปลง พิกัด 47Q 447532 2059841 และที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ แม่จอนหลวง ตำบลแม่แจ่ม อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 1 แปลง พิกัด 47Q 444362 2061943 (ภาพที่ 24) ทำการคัดเลือกต้นกาแฟที่มีการเจริญเติบโตสม่ำเสมอ แปลงละ 15 ต้น ทำสัญลักษณ์ที่ลำต้น และกิ่งที่ทำการเก็บตัวอย่างใบในแต่ละเดือน

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 24 ตำแหน่งสถานที่ทำการทดลองศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ขุนวาง ตำบลแม่วิน และ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ แม่จอนหลวง ตำบลแม่แจ่ม อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่

ทำการเก็บตัวอย่างดินก่อนทำการทดลอง ที่ความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร นำมาวิเคราะห์สมบัติดินทางเคมี พบว่า สมบัติดินทางเคมีของแปลงทดลองศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ขุนวาง และ แม่จอนหลวง มีค่าวิเคราะห์ที่ใกล้เคียงกัน โดยที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร มีค่าปฏิกิริยาดิน เท่ากับ 5.35 และ 5.69 ตามลำดับ ค่าการนำไฟฟ้าของดิน เท่ากับ 0.08 และ 0.09 เดซิซีเมนต่อเมตร ตามลำดับ ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน เท่ากับ 5.15 และ 4.02 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน เท่ากับ 290 และ 263.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน เท่ากับ 81.2 และ 87.9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ แต่ในส่วนของปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน พบว่า แปลงทดลองศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ขุนวาง มีค่าสูงกว่า แม่จอนหลวง เท่ากับ 126.8 และ 85.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ขณะที่ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน แปลงทดลองศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ แม่จอนหลวง มีค่าสูงกว่า ขุนวาง เท่ากับ 747 และ 443.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และนอกจากนี้ยังพบว่า ที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร มีค่าวิเคราะห์สมบัติดินทางเคมีที่ต่ำกว่าที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ทั้ง 2 แปลงทดลอง (ตารางที่ 16 และ 17)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 16 ผลวิเคราะห์สมบัติดินทางเคมีก่อนทำการทดลองแปลงศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ขุนวาง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่

Depth (cm)	pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	Avail.P (mg/kg)	Exch.K (mg/kg)	Exch.Ca (mg/kg)	Exch.Mg (mg/kg)
0-15	5.35	0.08	5.15	126.8	290.0	443.1	81.2
15-30	5.33	0.05	4.39	53.1	169.3	283.8	42.8

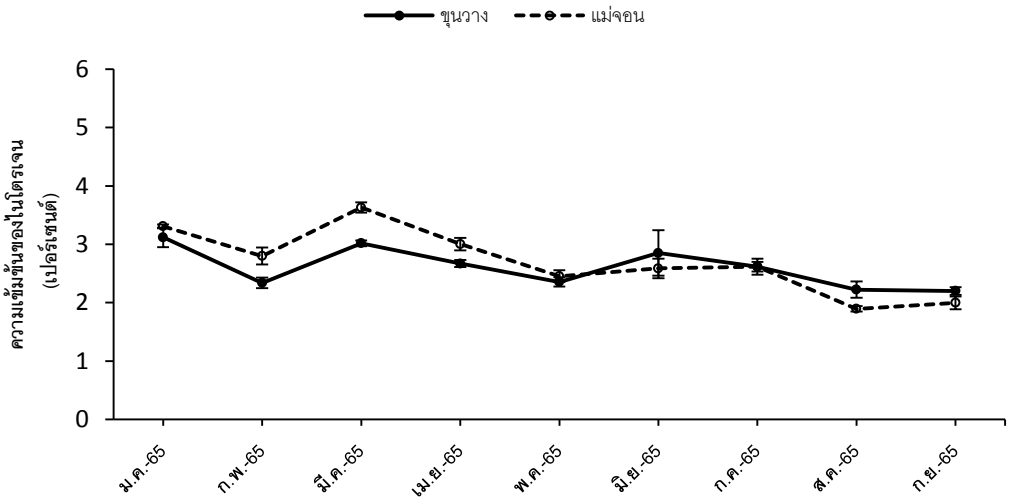
ตารางที่ 17 ผลวิเคราะห์สมบัติดินทางเคมีก่อนทำการทดลองแปลงศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ แม่จอนหลวง ตำบลแม่แจ่ม อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่

Depth (cm)	pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	Avail.P (mg/kg)	Exch.K (mg/kg)	Exch.Ca (mg/kg)	Exch.Mg (mg/kg)
0-15	5.69	0.09	4.02	85.1	263.2	747.0	87.9
15-30	5.48	0.06	3.10	30.4	198.1	346.8	38.0

สำหรับการเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นธาตุอาหารพืชในใบกาแฟในรอบปี ได้แก่ ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมทั้งหมด มีดังนี้

ความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบทั้งหมดเฉลี่ยในช่วงเดือน มกราคม ถึง กันยายน พ.ศ. 2565 จากแปลงทดลองศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ขุนวาง เท่ากับ 2.60 เปอร์เซ็นต์ มีค่าใกล้เคียงกับแปลงทดลองศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ แม่จอนหลวง เท่ากับ 2.70 เปอร์เซ็นต์ แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นของไนโตรเจนทั้งหมดทั้ง 2 แปลงเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบจากแปลงทดลองศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ขุนวาง และแม่จอนหลวงตั้งแต่เดือนมีนาคม พ.ศ. 2565 (อายุใบ 3 เดือน) คือ 3.02 และ 3.63 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องไปจนถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2565 (อายุใบ 9 เดือน) คือ 2.20 และ 2.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุดในช่วงเดือนพฤษภาคม ถึง กรกฎาคม พ.ศ. 2565 (ภาพที่ 25) โดยความเข้มข้นของไนโตรเจนทั้งหมดจากแปลงทดลองศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ขุนวาง และแม่จอนหลวงจะมีความเข้มข้นต่ำสุดในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2565 (อายุใบ 8 เดือน) คือ 2.22 และ 1.89 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีค่าสูงสุดในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2565 (อายุใบ 3 เดือน) คือ 3.02 และ 3.63 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 18 และ 19)

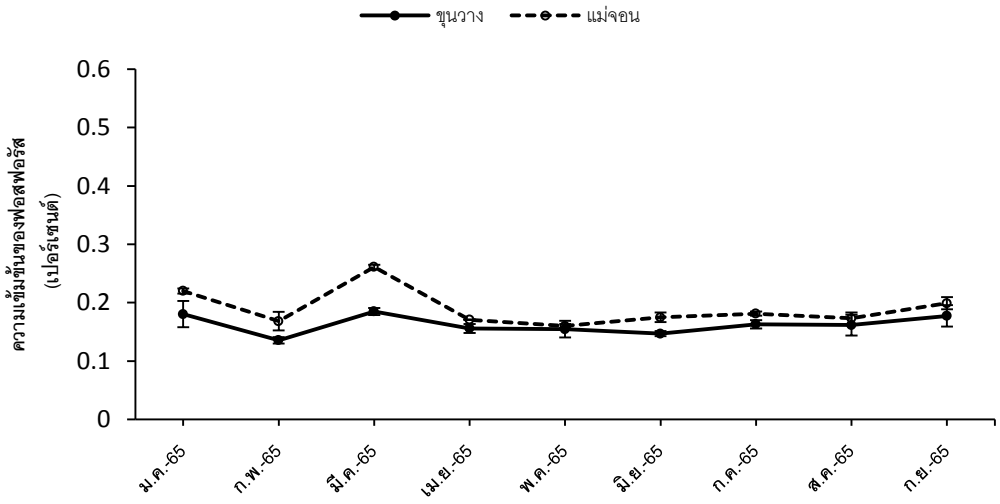
กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 25 การเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นของไนโตรเจนทั้งหมดในใบกาแฟ
หมายเหตุ : I = ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในใบทั้งหมดเฉลี่ยในช่วงเดือน มกราคม ถึง กันยายน พ.ศ. 2565 จากแปลงทดลองศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ขุนวาง เท่ากับ 0.16 เปอร์เซ็นต์ มีค่าใกล้เคียงกับแปลงทดลองศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ แม่จอนหลวง เท่ากับ 0.19 เปอร์เซ็นต์ แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นของฟอสฟอรัสทั้งหมดทั้ง 2 แปลงเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในใบจากแปลงทดลองศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ขุนวาง และแม่จอนหลวงตั้งแต่เดือนมีนาคม พ.ศ. 2565 (อายุใบ 3 เดือน) คือ 0.18 และ 0.26 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องไปจนถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2565 (อายุใบ 8 เดือน) คือ 0.16 และ 0.17 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุดในช่วงเดือนเมษายน ถึง สิงหาคม พ.ศ. 2565 (ภาพที่ 26) โดยความเข้มข้นของฟอสฟอรัสทั้งหมดจากแปลงทดลองศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ขุนวาง และแม่จอนหลวงจะมีความเข้มข้นต่ำสุดในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2565 (อายุใบ 6 เดือน) คือ 0.15 และ 0.17 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีค่าสูงสุดในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2565 (อายุใบ 3 เดือน) คือ 0.18 และ 0.26 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 18 และ 19)

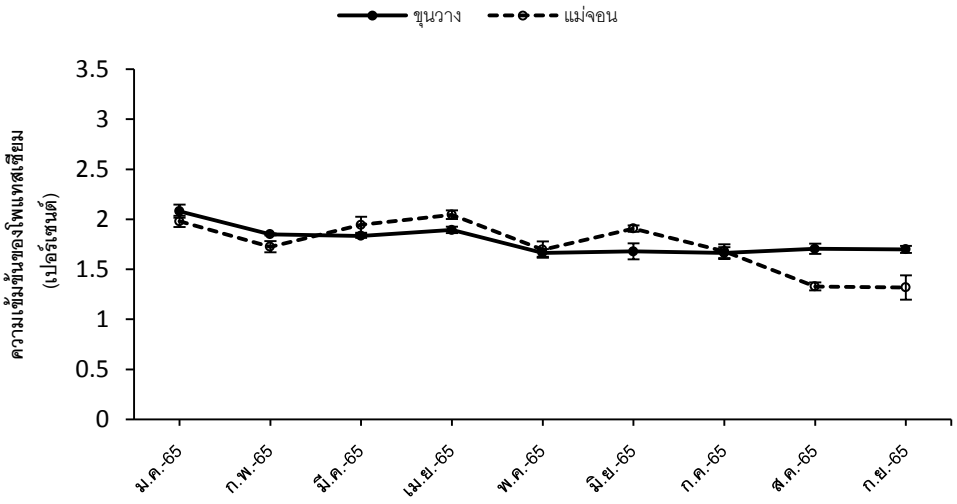
กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 26 การเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นของฟอสฟอรัสทั้งหมดในใบกาแฟ
หมายเหตุ : I = ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในใบทั้งหมดเฉลี่ยในช่วงเดือน มกราคม ถึง กันยายน พ.ศ. 2565 จากแปลงทดลองศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ขุนวาง เท่ากับ 1.79 เปอร์เซ็นต์ มีค่าใกล้เคียงกับแปลงทดลองศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ แม่จอนหลวง เท่ากับ 1.74 เปอร์เซ็นต์ แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นของโพแทสเซียมทั้งหมดทั้ง 2 แปลงเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในใบจากแปลงทดลองศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ขุนวาง และแม่จอนหลวงตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2565 (อายุใบ 1 เดือน) คือ 2.08 และ 1.98 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องไปจนถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2565 (อายุใบ 9 เดือน) คือ 1.70 และ 1.32 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุดในช่วงเดือนพฤษภาคม ถึง กรกฎาคม พ.ศ. 2565 (ภาพที่ 27) โดยความเข้มข้นของโพแทสเซียมทั้งหมดจากแปลงทดลองศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ขุนวาง และแม่จอนหลวงจะมีความเข้มข้นต่ำสุดในเดือนกันยายน พ.ศ. 2565 (อายุใบ 9 เดือน) คือ 1.70 และ 1.32 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีค่าสูงสุดในเดือนมกราคม พ.ศ. 2565 (อายุใบ 1 เดือน) คือ 2.08 และ 1.98 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 18 และ 19)

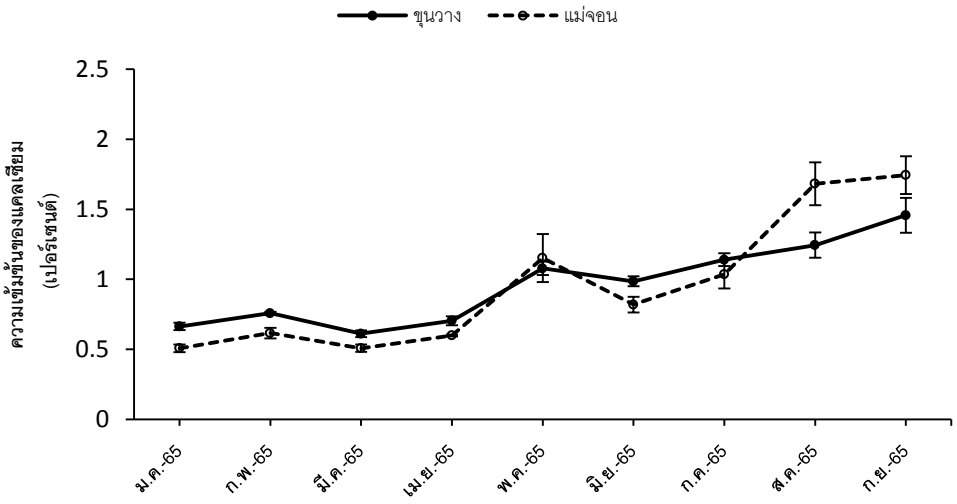
กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 27 การเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นของโพแทสเซียมทั้งหมดในใบกาแฟ
หมายเหตุ : I = ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

ความเข้มข้นของแคลเซียมในใบทั้งหมดเฉลี่ยในช่วงเดือน มกราคม ถึง กันยายน พ.ศ. 2565 จากแปลงทดลองศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ขุนวาง เท่ากับ 0.96 เปอร์เซ็นต์ มีค่าใกล้เคียงกับแปลงทดลองศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ แม่จอนหลวง เท่ากับ 0.96 เปอร์เซ็นต์ แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นของแคลเซียมทั้งหมดทั้ง 2 แปลงเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ความเข้มข้นของแคลเซียมในใบจากแปลงทดลองศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ขุนวาง และแม่จอนหลวงตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2565 (อายุใบ 1 เดือน) คือ 0.66 และ 0.51 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องไปจนถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2565 (อายุใบ 9 เดือน) คือ 1.46 และ 1.74 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุดในช่วงเดือนพฤษภาคม ถึง กรกฎาคม พ.ศ. 2565 (ภาพที่ 28) โดยความเข้มข้นของแคลเซียมทั้งหมดจากแปลงทดลองศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ขุนวาง และแม่จอนหลวงจะมีความเข้มข้นต่ำสุดในเดือนมกราคม พ.ศ. 2565 (อายุใบ 1 เดือน) คือ 0.66 และ 0.51 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีค่าสูงสุดในเดือนกันยายน พ.ศ. 2565 (อายุใบ 9 เดือน) คือ 1.46 และ 1.74 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 18 และ 19)

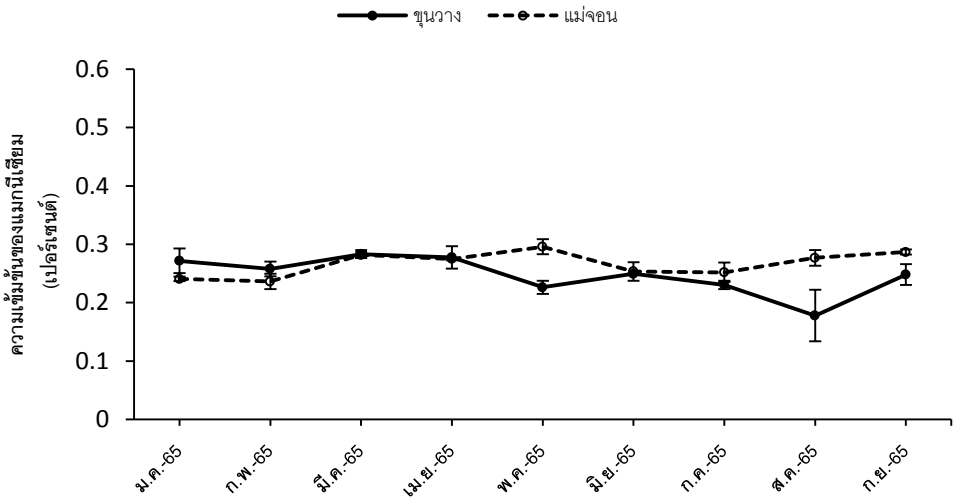
กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 28 การเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นของแคลเซียมทั้งหมดในใบกาแฟ
หมายเหตุ : I = ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

ความเข้มข้นของแมกนีเซียมในใบทั้งหมดเฉลี่ยในช่วงเดือน มกราคม ถึง กันยายน พ.ศ. 2565 จากแปลงทดลองศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ขุนวาง เท่ากับ 0.25 เปอร์เซนต์ มีค่าใกล้เคียงกับแปลงทดลองศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ แม่จอนหลวง เท่ากับ 0.27 เปอร์เซ็นต์ แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นของแมกนีเซียมทั้งหมดทั้ง 2 แปลงเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ความเข้มข้นของแมกนีเซียมในใบจากแปลงทดลองศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ขุนวาง และแม่จอนหลวงตั้งแต่เดือนมีนาคม พ.ศ. 2565 (อายุใบ 3 เดือน) คือ 0.28 และ 0.28 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องไปจนถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2565 (อายุใบ 7 เดือน) คือ 0.23 และ 0.25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุดในช่วงเดือนเมษายน ถึงกรกฎาคม พ.ศ. 2565 (ภาพที่ 29) โดยความเข้มข้นของแมกนีเซียมทั้งหมดจากแปลงทดลองศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ขุนวางจะมีความเข้มข้นต่ำสุดในในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2565 (อายุใบ 8 เดือน) คือ 0.18 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าสูงสุดในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2565 (อายุใบ 3 เดือน) คือ 0.28 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่แปลงทดลองศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ แม่จอนหลวงจะมีความเข้มข้นต่ำสุดในในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2565 (อายุใบ 2 เดือน) คือ 0.24 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าสูงสุดในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2565 (อายุใบ 5 เดือน) คือ 0.30 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 18 และ 19)

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 29 การเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นของแมกนีเซียมทั้งหมดในใบกาแฟ

หมายเหตุ : I = ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

ตารางที่ 18 การเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นธาตุอาหารพืชในใบกาแฟในรอบปีแปลงศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ขุนวาง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่

เดือน (อายุใบ)	ความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชทั้งหมดในใบ (%)				
	ไนโตรเจน	ฟอสฟอรัส	โพแทสเซียม	แคลเซียม	แมกนีเซียม
ม.ค. 2565	3.12 a	0.18 a	2.08 a	0.66 d	0.27 a
ก.พ. 2565	2.34 bc	0.14 b	1.85 bc	0.76 d	0.26 a
มี.ค. 2565	3.02 a	0.18 a	1.83 bc	0.61 d	0.28 a
เม.ย. 2565	2.67 abc	0.16 ab	1.89 b	0.70 d	0.28 a
พ.ค. 2565	2.36 bc	0.15 ab	1.66 d	1.08 bc	0.23 ab
มิ.ย. 2565	2.85 ab	0.15 b	1.68 d	0.99 c	0.25 ab
ก.ค. 2565	2.61 abc	0.16 ab	1.66 d	1.14 bc	0.23 ab
ส.ค. 2565	2.22 c	0.16 ab	1.70 cd	1.24 bc	0.18 b
ก.ย. 2565	2.20 c	0.18 a	1.70 cd	1.46 a	0.25 ab
f-test	**	*	**	**	*
CV (%)	11.4	9.1	4.5	10.4	15.5

** ตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมัน 99% โดย DMRT

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 19 การเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นธาตุอาหารพืชในใบกาแฟในรอบปีแปลงศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ แม่จอนหลวง ตำบลแม่แจ่ม อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่

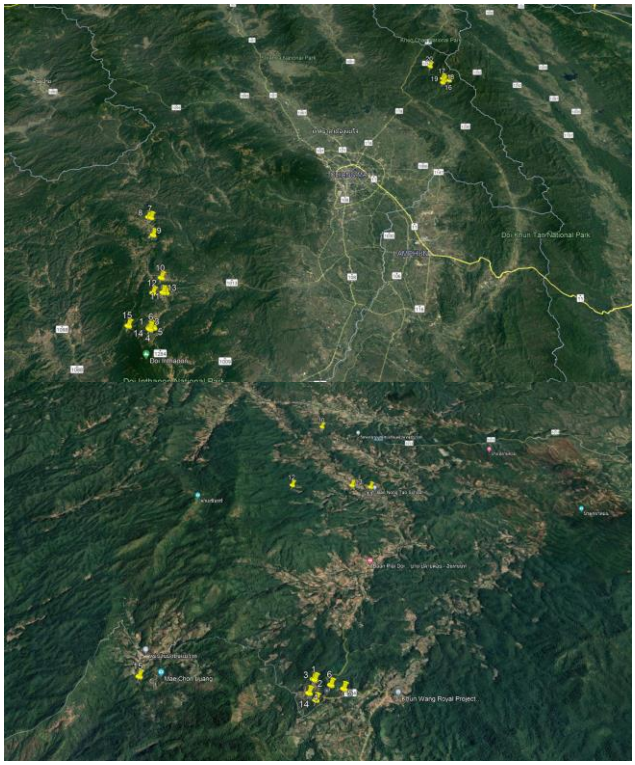
เดือน	ความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชทั้งหมดในใบ (%)				
(อายุใบ)	ไนโตรเจน	ฟอสฟอรัส	โพแทสเซียม	แคลเซียม	แมกนีเซียม
ม.ค. 2565	3.31 ab	0.22 b	1.98 a	0.51 e	0.24 b
ก.พ. 2565	2.80 cd	0.17 d	1.73 bc	0.62 de	0.24 b
มี.ค. 2565	3.63 ab	0.26 a	1.94 a	0.51 e	0.28 ab
เม.ย. 2565	3.00 bc	0.17 d	2.05 a	0.60 de	0.27 ab
พ.ค. 2565	2.45 d	0.16 d	1.70 c	1.15 b	0.30 a
มิ.ย. 2565	2.59 d	0.17 cd	1.91 ab	0.82 cd	0.25 b
ก.ค. 2565	2.62 d	0.18 cd	1.68 c	1.04 bc	0.25 b
ส.ค. 2565	1.89 e	0.17 d	1.33 d	1.68 a	0.28 ab
ก.ย. 2565	2.00 e	0.20 bc	1.32 d	1.74 a	0.29 a
f-test	**	**	**	**	*
CV (%)	7.2	7.3	6.7	16.6	6.9

** ตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมัน 99% โดย DMRT

กรมวิชาการเกษตร

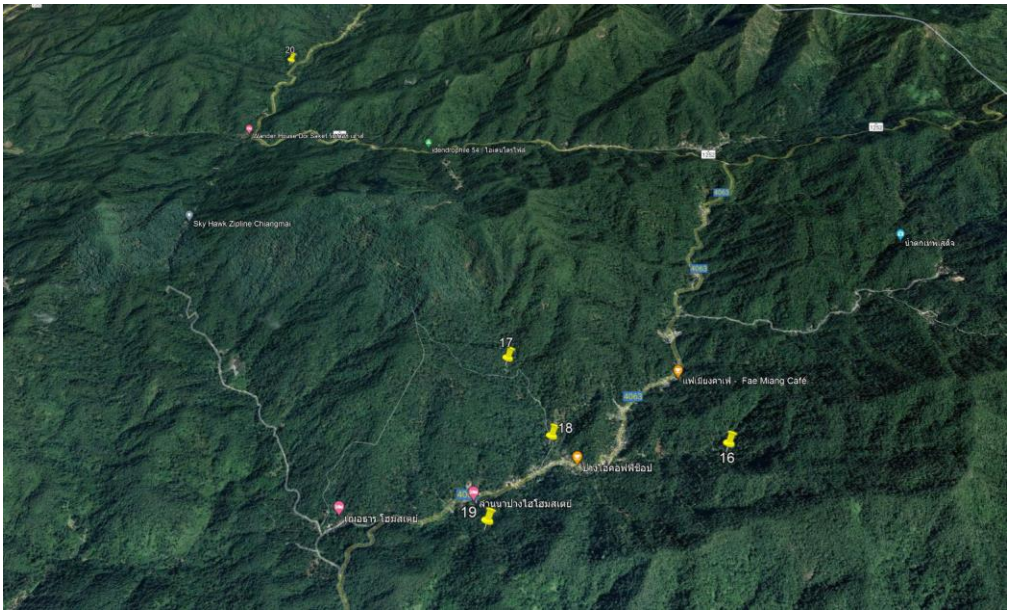
การทดลองที่ 1.2 ศึกษาสมบัติดินทางเคมี และปริมาณธาตุอาหารพืชต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของกาแฟอะราบิกาในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่

ดำเนินการทดลองในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ โดยทำการเลือกพื้นที่แปลงกาแฟจำนวน 20 แปลง (ตารางที่ 20) โดยแบ่งเป็นพื้นที่ในอำเภอแม่วาง 11 แปลง อำเภอแม่แจ่ม 1 แปลง (ภาพที่ 30) อำเภอสะเมิง 3 แปลง (ภาพที่ 31) และอำเภอดอยสะเก็ด 5 แปลง (ภาพที่ 32) ทำการคัดเลือกต้นกาแฟที่มีการเจริญเติบโตสม่ำเสมอแปลงละ 15 ต้น ทำสัญลักษณ์ที่ลำต้นเพื่อเก็บข้อมูล



ภาพที่ 30 ตำแหน่งสถานที่ทำการทดลอง อำเภอแม่วาง 11 แปลง และอำเภอแม่แจ่ม 1 แปลง ในจังหวัดเชียงใหม่

ภาพที่ 31 ตำแหน่งสถานที่ทำการทดลอง อำเภอสะเมิง 3 แปลง ในจังหวัดเชียงใหม่



ภาพที่ 32 ตำแหน่งสถานที่ทำการทดลอง อำเภอดอยสะเก็ด 5 แปลง ในจังหวัดเชียงใหม่

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 20 พิกัดสถานที่ทำการทดลองทำการทดลอง จังหวัดเชียงใหม่

แปลงที่	ผู้ดูแล	อำเภอ	UTM	X	Y
1	ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ขุนวาง	แม่วาง	47Q	447940	2060083
2	ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ขุนวาง	แม่วาง	47Q	447918	2060110
3	ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ขุนวาง	แม่วาง	47Q	447940	2060083
4	ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ขุนวาง	แม่วาง	47Q	447664	2059810
5	เกษตรกร	แม่วาง	47Q	448434	2059587
6	เกษตรกร	แม่วาง	47Q	448201	2059782
7	เกษตรกร	สะเมิง	47Q	454657	2083873
8	เกษตรกร	สะเมิง	47Q	454170	2084275
9	เกษตรกร	สะเมิง	47Q	453883	2079350
10	เกษตรกร	แม่วาง	47Q	452577	2069165
11	เกษตรกร	แม่วาง	47Q	452532	2065580
12	เกษตรกร	แม่วาง	47Q	450240	2066498
13	เกษตรกร	แม่วาง	47Q	452006	2065845
14	ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ขุนวาง	แม่วาง	47Q	447726	2059585
15	ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ แม่จอน	แม่แจ่ม	47Q	444298	2061966
16	เกษตรกร	ดอยสะเก็ด	47Q	535687	2091777
17	เกษตรกร	ดอยสะเก็ด	47Q	534607	2093190
18	เกษตรกร	ดอยสะเก็ด	47Q	534608	2092446
19	เกษตรกร	ดอยสะเก็ด	47Q	533887	2092015
20	เกษตรกร	ดอยสะเก็ด	47Q	534383	2098653

กรมวิชาการเกษตร

ทำการเก็บตัวอย่างดินก่อนทำการทดลอง ทั้ง 20 แปลง ที่ความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร นำมาวิเคราะห์สมบัติดินทางเคมี ได้ค่าวิเคราะห์ดังนี้

แปลงที่ 1 มีค่าปฏิกิริยาดิน เท่ากับ 5.01 และ 4.99 ตามลำดับ ค่าการนำไฟฟ้าของดิน เท่ากับ 0.04 เดซิซีเมนต่อเมตร ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน เท่ากับ 5.89 และ 5.61 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน เท่ากับ 13.1 และ 10.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน เท่ากับ 93.3 และ 73.4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน เท่ากับ 119.1 และ 94.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน เท่ากับ 30.3 และ 21.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 21)

ตารางที่ 21 ผลวิเคราะห์สมบัติดินทางเคมีก่อนทำการทดลองแปลงที่ 1

Depth (cm)	pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	Avail.P (mg/kg)	Exch.K (mg/kg)	Exch.Ca (mg/kg)	Exch.Mg (mg/kg)
0-15	5.01	0.04	5.89	13.1	93.3	119.1	30.3
15-30	4.99	0.04	5.61	10.5	73.4	94.0	21.6

แปลงที่ 2 มีค่าปฏิกิริยาดิน เท่ากับ 5.13 และ 5.04 ตามลำดับ ค่าการนำไฟฟ้าของดิน เท่ากับ 0.04 และ 0.03 เดซิซีเมนต่อเมตร ตามลำดับ ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน เท่ากับ 5.95 และ 5.18 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน เท่ากับ 35.3 และ 19.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน เท่ากับ 136.5 และ 96.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน เท่ากับ 262.2 และ 106.4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน เท่ากับ 67.6 และ 32.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 22)

ตารางที่ 22 ผลวิเคราะห์สมบัติดินทางเคมีก่อนทำการทดลองแปลงที่ 2

Depth (cm)	pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	Avail.P (mg/kg)	Exch.K (mg/kg)	Exch.Ca (mg/kg)	Exch.Mg (mg/kg)
0-15	5.13	0.04	5.95	35.3	136.5	262.2	67.6
15-30	5.04	0.03	5.18	19.1	96.2	106.4	32.6

แปลงที่ 3 มีค่าปฏิกิริยาดิน เท่ากับ 5.38 และ 5.32 ตามลำดับ ค่าการนำไฟฟ้าของดิน เท่ากับ 0.05 และ 0.04 เดซิซีเมนต่อเมตร ตามลำดับ ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน เท่ากับ 5.36 และ 4.78 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน เท่ากับ 62.4 และ 49.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน เท่ากับ 217.7 และ 181.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณแคลเซียมที่

กรมวิทยาศาสตร์

แลกเปลี่ยนได้ในดิน เท่ากับ 373.2 และ 232.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน เท่ากับ 55.6 และ 34.4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 23)

ตารางที่ 23 ผลวิเคราะห์สมบัติดินทางเคมีก่อนทำการทดลองแปลงที่ 3

Depth (cm)	pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	Avail.P (mg/kg)	Exch.K (mg/kg)	Exch.Ca (mg/kg)	Exch.Mg (mg/kg)
0-15	5.38	0.05	5.36	62.4	217.7	373.2	55.6
15-30	5.32	0.04	4.78	49.8	181.7	232.5	34.4

แปลงที่ 4 มีค่าปฏิกิริยาดิน เท่ากับ 5.48 และ 5.19 ตามลำดับ ค่าการนำไฟฟ้าของดิน เท่ากับ 0.05 และ 0.06 เดซิซีเมนต่อเมตร ตามลำดับ ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน เท่ากับ 5.89 และ 4.87 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน เท่ากับ 93.3 และ 41.9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน เท่ากับ 232.6 และ 182.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน เท่ากับ 504.6 และ 260.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน เท่ากับ 65.0 และ 34.9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 24)

ตารางที่ 24 ผลวิเคราะห์สมบัติดินทางเคมีก่อนทำการทดลองแปลงที่ 4

Depth (cm)	pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	Avail.P (mg/kg)	Exch.K (mg/kg)	Exch.Ca (mg/kg)	Exch.Mg (mg/kg)
0-15	5.48	0.05	5.89	93.3	236.2	504.6	65.0
15-30	5.19	0.06	4.87	41.9	182.0	260.5	34.9

แปลงที่ 5 มีค่าปฏิกิริยาดิน เท่ากับ 5.16 และ 5.14 ตามลำดับ ค่าการนำไฟฟ้าของดิน เท่ากับ 0.04 และ 0.03 เดซิซีเมนต่อเมตร ตามลำดับ ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน เท่ากับ 8.68 และ 6.87 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน เท่ากับ 38.6 และ 8.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน เท่ากับ 107.1 และ 88.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน เท่ากับ 182.6 และ 81.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน เท่ากับ 39.8 และ 20.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 25)

กรมวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 25 ผลวิเคราะห์สมบัติดินทางเคมีก่อนทำการทดลองแปลงที่ 5

Depth (cm)	pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	Avail.P (mg/kg)	Exch.K (mg/kg)	Exch.Ca (mg/kg)	Exch.Mg (mg/kg)
0-15	5.16	0.04	8.68	38.6	107.1	182.6	39.8
15-30	5.14	0.03	6.87	8.7	88.2	81.2	20.1

แปลงที่ 6 มีค่าปฏิกิริยาดิน เท่ากับ 5.38 และ 5.44 ตามลำดับ ค่าการนำไฟฟ้าของดิน เท่ากับ 0.05 และ 0.04 เดซิซีเมนต่อเมตร ตามลำดับ ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน เท่ากับ 10.72 และ 8.75 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน เท่ากับ 10.1 และ 26.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน เท่ากับ 89.2 และ 66.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน เท่ากับ 389.6 และ 211.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน เท่ากับ 77.2 และ 45.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 26)

ตารางที่ 26 ผลวิเคราะห์สมบัติดินทางเคมีก่อนทำการทดลองแปลงที่ 6

Depth (cm)	pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	Avail.P (mg/kg)	Exch.K (mg/kg)	Exch.Ca (mg/kg)	Exch.Mg (mg/kg)
0-15	5.38	0.05	10.72	10.1	89.2	398.6	77.2
15-30	5.44	0.04	8.75	26.8	66.3	211.3	45.0

แปลงที่ 7 มีค่าปฏิกิริยาดิน เท่ากับ 5.24 และ 5.20 ตามลำดับ ค่าการนำไฟฟ้าของดิน เท่ากับ 0.03 เดซิซีเมนต่อเมตร ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน เท่ากับ 2.84 และ 2.78 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน เท่ากับ 160.4 และ 82.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน เท่ากับ 127.0 และ 113.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน เท่ากับ 171.8 และ 173.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน เท่ากับ 90.4 และ 86.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 27)

ตารางที่ 27 ผลวิเคราะห์สมบัติดินทางเคมีก่อนทำการทดลองแปลงที่ 7

Depth (cm)	pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	Avail.P (mg/kg)	Exch.K (mg/kg)	Exch.Ca (mg/kg)	Exch.Mg (mg/kg)
0-15	5.24	0.03	2.84	160.4	127.0	171.8	90.4
15-30	5.20	0.03	2.78	82.6	113.2	173.3	86.7

แปลงที่ 8 มีค่าปฏิกิริยาดิน เท่ากับ 5.63 และ 5.37 ตามลำดับ ค่าการนำไฟฟ้าของดิน เท่ากับ 0.05 และ 0.04 เดซิซีเมนต่อเมตร ตามลำดับ ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน เท่ากับ 5.28 และ 3.03 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

กรมวิชาการเกษตร

ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน เท่ากับ 114.0 และ 39.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน เท่ากับ 331.4 และ 201.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน เท่ากับ 537.7 และ 187.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน เท่ากับ 208.9 และ 97.4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 28)

ตารางที่ 28 ผลวิเคราะห์สมบัติดินทางเคมีก่อนทำการทดลองแปลงที่ 8

Depth (cm)	pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	Avail.P (mg/kg)	Exch.K (mg/kg)	Exch.Ca (mg/kg)	Exch.Mg (mg/kg)
0-15	5.63	0.05	5.28	114.0	331.4	537.7	208.9
15-30	5.37	0.04	3.03	39.3	201.6	187.3	97.4

แปลงที่ 9 มีค่าปฏิกิริยาดิน เท่ากับ 6.33 และ 6.21 ตามลำดับ ค่าการนำไฟฟ้าของดิน เท่ากับ 0.04 เดซิซีเมนต่อเมตร ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน เท่ากับ 5.69 และ 4.39 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน เท่ากับ 35.0 และ 22.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน เท่ากับ 316.9 และ 255.9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน เท่ากับ 1,006.6 และ 767.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน เท่ากับ 214.7 และ 170.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 29)

ตารางที่ 29 ผลวิเคราะห์สมบัติดินทางเคมีก่อนทำการทดลองแปลงที่ 9

Depth (cm)	pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	Avail.P (mg/kg)	Exch.K (mg/kg)	Exch.Ca (mg/kg)	Exch.Mg (mg/kg)
0-15	6.33	0.04	5.69	35.0	316.9	1,006.6	214.7
15-30	6.21	0.04	4.39	22.0	255.9	767.8	170.0

แปลงที่ 10 มีค่าปฏิกิริยาดิน เท่ากับ 6.08 และ 5.94 ตามลำดับ ค่าการนำไฟฟ้าของดิน เท่ากับ 0.04 และ0.03 เดซิซีเมนต่อเมตร ตามลำดับ ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน เท่ากับ 4.04 และ 2.91 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน เท่ากับ 24.0 และ 11.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน เท่ากับ 185.4 และ 166.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน เท่ากับ 340.2 และ 219.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน เท่ากับ 106.9 และ 79.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 30)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 30 ผลวิเคราะห์สมบัติดินทางเคมีก่อนทำการทดลองแปลงที่ 10

Depth (cm)	pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	Avail.P (mg/kg)	Exch.K (mg/kg)	Exch.Ca (mg/kg)	Exch.Mg (mg/kg)
0-15	6.08	0.04	4.04	24.0	185.4	340.2	106.9
15-30	5.94	0.03	2.91	11.5	166.1	219.5	79.3

แปลงที่ 11 มีค่าปฏิกิริยาดิน เท่ากับ 6.25 และ 6.17 ตามลำดับ ค่าการนำไฟฟ้าของดิน เท่ากับ 0.06 และ 0.04 เดซิซีเมนต่อเมตร ตามลำดับ ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน เท่ากับ 4.42 และ 3.45 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน เท่ากับ 123.6 และ 84.9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน เท่ากับ 235.3 และ 287.4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน เท่ากับ 1,005.1 และ 792.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน เท่ากับ 164.8 และ 139.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 31)

ตารางที่ 31 ผลวิเคราะห์สมบัติดินทางเคมีก่อนทำการทดลองแปลงที่ 11

Depth (cm)	pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	Avail.P (mg/kg)	Exch.K (mg/kg)	Exch.Ca (mg/kg)	Exch.Mg (mg/kg)
0-15	6.25	0.06	4.42	123.6	235.3	1005.1	164.8
15-30	6.17	0.04	3.45	84.9	287.4	792.0	139.1

แปลงที่ 12 มีค่าปฏิกิริยาดิน เท่ากับ 5.56 และ 5.53 ตามลำดับ ค่าการนำไฟฟ้าของดิน เท่ากับ 0.05 เดซิซีเมนต่อเมตร ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน เท่ากับ 6.51 และ 6.07 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน เท่ากับ 20.0 และ 21.9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน เท่ากับ 170.2 และ 148.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน เท่ากับ 555.3 และ 469.4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน เท่ากับ 118.8 และ 95.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 32)

ตารางที่ 32 ผลวิเคราะห์สมบัติดินทางเคมีก่อนทำการทดลองแปลงที่ 12

Depth (cm)	pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	Avail.P (mg/kg)	Exch.K (mg/kg)	Exch.Ca (mg/kg)	Exch.Mg (mg/kg)
0-15	5.56	0.05	6.51	20.0	170.2	555.3	118.8
15-30	5.53	0.05	6.07	21.9	148.1	469.4	95.7

ศูนย์วิทยทรัพยากร

แปลงที่ 13 มีค่าปฏิกิริยาดิน เท่ากับ 5.24 และ 5.18 ตามลำดับ ค่าการนำไฟฟ้าของดิน เท่ากับ 0.02 เดซิซีเมนต่อเมตร ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน เท่ากับ 3.39 และ 2.73 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน เท่ากับ 8.8 และ 4.4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน เท่ากับ 139.0 และ 127.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน เท่ากับ 12.4 และ 9.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน เท่ากับ 26.8 และ 25.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 33)

ตารางที่ 33 ผลวิเคราะห์สมบัติดินทางเคมีก่อนทำการทดลองแปลงที่ 13

Depth (cm)	pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	Avail.P (mg/kg)	Exch.K (mg/kg)	Exch.Ca (mg/kg)	Exch.Mg (mg/kg)
0-15	5.24	0.02	3.39	8.8	139.0	12.4	26.8
15-30	5.18	0.02	2.73	4.4	127.3	9.8	25.2

แปลงที่ 14 มีค่าปฏิกิริยาดิน เท่ากับ 5.16 และ 5.06 ตามลำดับ ค่าการนำไฟฟ้าของดิน เท่ากับ 0.07 และ 0.05 เดซิซีเมนต่อเมตร ตามลำดับ ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน เท่ากับ 8.97 และ 7.47 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน เท่ากับ 172.3 และ 70.9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน เท่ากับ 176.4 และ 114.9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน เท่ากับ 411.7 และ 144.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน เท่ากับ 44.0 และ 13.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 34)

ตารางที่ 34 ผลวิเคราะห์สมบัติดินทางเคมีก่อนทำการทดลองแปลงที่ 14

Depth (cm)	pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	Avail.P (mg/kg)	Exch.K (mg/kg)	Exch.Ca (mg/kg)	Exch.Mg (mg/kg)
0-15	5.16	0.07	8.97	172.3	176.4	411.7	44.0
15-30	5.06	0.05	7.47	70.9	114.9	144.0	13.5

แปลงที่ 15 มีค่าปฏิกิริยาดิน เท่ากับ 5.55 และ 5.29 ตามลำดับ ค่าการนำไฟฟ้าของดิน เท่ากับ 0.08 และ 0.07 เดซิซีเมนต่อเมตร ตามลำดับ ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน เท่ากับ 5.63 และ 4.96 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน เท่ากับ 105.3 และ 48.4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน เท่ากับ 244.6 และ 198.4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน เท่ากับ 599.5 และ 349.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน เท่ากับ 46.3 และ 27.9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 35)

กรมวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 35 ผลวิเคราะห์สมบัติดินทางเคมีก่อนทำการทดลองแปลงที่ 15

Depth (cm)	pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	Avail.P (mg/kg)	Exch.K (mg/kg)	Exch.Ca (mg/kg)	Exch.Mg (mg/kg)
0-15	5.55	0.08	5.63	105.3	244.6	599.5	46.3
15-30	5.29	0.07	4.96	48.4	198.4	349.1	27.9

แปลงที่ 16 มีค่าปฏิกิริยาดิน เท่ากับ 5.47 และ 5.53 ตามลำดับ ค่าการนำไฟฟ้าของดิน เท่ากับ 0.05 และ 0.04 เดซิซีเมนต่อเมตร ตามลำดับ ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน เท่ากับ 4.93 และ 3.84 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน เท่ากับ 9.0 และ 6.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน เท่ากับ 220.1 และ 237.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน เท่ากับ 740.7 และ 520.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน เท่ากับ 113.6 และ 94.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 36)

ตารางที่ 36 ผลวิเคราะห์สมบัติดินทางเคมีก่อนทำการทดลองแปลงที่ 16

Depth (cm)	pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	Avail.P (mg/kg)	Exch.K (mg/kg)	Exch.Ca (mg/kg)	Exch.Mg (mg/kg)
0-15	5.47	0.05	4.93	9.0	220.1	740.7	113.6
15-30	5.53	0.04	3.84	6.8	237.8	520.3	94.5

แปลงที่ 17 มีค่าปฏิกิริยาดิน เท่ากับ 5.59 และ 5.46 ตามลำดับ ค่าการนำไฟฟ้าของดิน เท่ากับ 0.07 และ 0.06 เดซิซีเมนต่อเมตร ตามลำดับ ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน เท่ากับ 5.62 และ 4.56 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน เท่ากับ 6.0 และ 4.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน เท่ากับ 320.9 และ 284.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน เท่ากับ 324.0 และ 204.4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน เท่ากับ 147.8 และ 106.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 37)

ตารางที่ 37 ผลวิเคราะห์สมบัติดินทางเคมีก่อนทำการทดลองแปลงที่ 17

Depth (cm)	pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	Avail.P (mg/kg)	Exch.K (mg/kg)	Exch.Ca (mg/kg)	Exch.Mg (mg/kg)
0-15	5.59	0.07	5.62	6.0	320.9	324.0	147.8
15-30	5.46	0.06	4.56	4.7	284.1	204.4	106.0

ศูนย์วิทยทรัพยากร

แปลงที่ 18 มีค่าปฏิกิริยาดิน เท่ากับ 5.85 และ 5.70 ตามลำดับ ค่าการนำไฟฟ้าของดิน เท่ากับ 0.05 และ 0.04 เดซิซีเมนต่อเมตร ตามลำดับ ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน เท่ากับ 4.93 และ 3.85 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน เท่ากับ 75.7 และ 74.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน เท่ากับ 293.7 และ 228.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน เท่ากับ 964.6 และ 666.9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน เท่ากับ 162.5 และ 115.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 38)

ตารางที่ 38 ผลวิเคราะห์สมบัติดินทางเคมีก่อนทำการทดลองแปลงที่ 18

Depth (cm)	pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	Avail.P (mg/kg)	Exch.K (mg/kg)	Exch.Ca (mg/kg)	Exch.Mg (mg/kg)
0-15	5.85	0.05	4.93	75.7	293.7	964.6	162.5
15-30	5.70	0.04	3.85	74.6	228.7	666.9	115.5

แปลงที่ 19 มีค่าปฏิกิริยาดิน เท่ากับ 5.38 และ 5.20 ตามลำดับ ค่าการนำไฟฟ้าของดิน เท่ากับ 0.06 และ 0.04 เดซิซีเมนต่อเมตร ตามลำดับ ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน เท่ากับ 4.52 และ 3.62 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน เท่ากับ 7.2 และ 5.4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน เท่ากับ 176.7 และ 141.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน เท่ากับ 260.1 และ 157.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน เท่ากับ 103.6 และ 66.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 39)

ตารางที่ 39 ผลวิเคราะห์สมบัติดินทางเคมีก่อนทำการทดลองแปลงที่ 19

Depth (cm)	pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	Avail.P (mg/kg)	Exch.K (mg/kg)	Exch.Ca (mg/kg)	Exch.Mg (mg/kg)
0-15	5.38	0.06	4.52	7.2	176.7	260.1	103.6
15-30	5.20	0.04	3.62	5.4	141.0	157.1	66.5

แปลงที่ 20 มีค่าปฏิกิริยาดิน เท่ากับ 6.06 และ 6.33 ตามลำดับ ค่าการนำไฟฟ้าของดิน เท่ากับ 0.08 และ 0.05 เดซิซีเมนต่อเมตร ตามลำดับ ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน เท่ากับ 6.83 และ 5.19 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน เท่ากับ 45.1 และ 34.9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน เท่ากับ 367.9 และ 283.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน เท่ากับ 1,630.5 และ 1,252.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน เท่ากับ 422.5 และ 313.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 40)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 40 ผลวิเคราะห์สมบัติดินทางเคมีก่อนทำการทดลองแปลงที่ 20

Depth (cm)	pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	Avail.P (mg/kg)	Exch.K (mg/kg)	Exch.Ca (mg/kg)	Exch.Mg (mg/kg)
0-15	6.06	0.08	6.83	45.1	367.9	1,630.5	422.5
15-30	6.33	0.05	5.19	34.9	283.2	1,252.2	313.2

การทดลองที่ 1.3 ศึกษาการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนของกาแฟอะราบิกา

ทำการเก็บตัวอย่างดินและคัดเลือกแปลงกาแฟอะราบิกาในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ที่มีปริมาณอินทรียวัตถุในดินระดับต่ำ ปานกลาง และสูง จำนวน 3 แปลง ได้แก่ แปลงทดลองในศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 2 แปลง พิกัดแปลงที่ 1 47Q 447940X 2060083Y แปลงที่ 2 47Q 447664X 2059810Y และแปลงที่ 3 แปลงทดลองในศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอนหลวง) ตำบลแม่นาจร อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่จำนวน 1 แปลง พิกัดแปลง 47Q 444362X 2061943Y

คัดเลือกต้นกาแฟที่มีการเจริญเติบโตสม่ำเสมอ แปลงละ 120 ต้น ประกอบด้วย 5 กรรมวิธี 4 ซ้ำๆ ละ 6 ต้น และทำสัญลักษณ์ต้น จากนั้นวัดการเจริญเติบโตของต้นกาแฟก่อนการใส่ปุ๋ย ได้แก่ เส้นรอบวงโคนต้น และขนาดทรงพุ่ม (ตารางที่ 41) พบว่า แปลงที่มีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับต่ำ เส้นรอบวงโคนต้น อยู่ในช่วง 15.6-18.8 เซนติเมตร ขนาดทรงพุ่มทิศเหนือ-ใต้ อยู่ในช่วง 124.8-131.7 เซนติเมตร และขนาดทรงพุ่มทิศตะวันออก-ตะวันตก อยู่ในช่วง 124.0-134.0 เซนติเมตร แปลงที่มีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับปานกลาง เส้นรอบวงโคนต้น อยู่ในช่วง 16.8-18.3 เซนติเมตร ขนาดทรงพุ่มทิศเหนือ-ใต้ อยู่ในช่วง 131.3-150.6 เซนติเมตร และขนาดทรงพุ่มทิศตะวันออก-ตะวันตก อยู่ในช่วง 137.7-151.9 เซนติเมตร และแปลงที่มีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับสูง เส้นรอบวงโคนต้น อยู่ในช่วง 18.5-20.5 เซนติเมตร ขนาดทรงพุ่มทิศเหนือ-ใต้ อยู่ในช่วง 161.7-171.6 เซนติเมตร และขนาดทรงพุ่มทิศตะวันออก-ตะวันตก อยู่ในช่วง 168.5-175.6 เซนติเมตร

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 41 การเจริญเติบโตของต้นกาแฟก่อนใส่ปุ๋ย

แปลง	เส้นรอบวงโคนต้น (ซม.)	ขนาดทรงพุ่มทิศเหนือ-ใต้ (ซม.)	ขนาดทรงพุ่มทิศตะวันออก-ตะวันตก (ซม.)
แปลงที่มีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับต่ำ			
กรรมวิธีที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน	16.3	126.5	127.3
กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 0.5 เท่าตามคำแนะนำ	15.6	124.8	124.4
กรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 1.0 เท่าตามคำแนะนำ	17.5	131.7	134.0
กรรมวิธีที่ 4 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 1.5 เท่าตามคำแนะนำ	16.7	126.9	124.0
กรรมวิธีที่ 5 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 2.0 เท่าตามคำแนะนำ	18.8	126.7	126.3
แปลงที่มีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับปานกลาง			
กรรมวิธีที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน	18.3	142.3	145.8
กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 0.5 เท่าตามคำแนะนำ	17.1	141.0	143.5
กรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 1.0 เท่าตามคำแนะนำ	16.8	150.6	151.9
กรรมวิธีที่ 4 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 1.5 เท่าตามคำแนะนำ	17.1	144.0	139.8
กรรมวิธีที่ 5 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 2.0 เท่าตามคำแนะนำ	17.4	131.3	137.7
แปลงที่มีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับสูง			
กรรมวิธีที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน	20.5	170.4	168.5
กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 0.5 เท่าตามคำแนะนำ	20.2	161.7	175.6
กรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 1.0 เท่าตามคำแนะนำ	19.3	171.6	174.3
กรรมวิธีที่ 4 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 1.5 เท่าตามคำแนะนำ	18.5	170.4	174.3
กรรมวิธีที่ 5 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 2.0 เท่าตามคำแนะนำ	20.5	162.5	170.0

ทำการเก็บตัวอย่างดินก่อนใส่ปุ๋ย ที่ระดับความลึก 0-15 ซม. เพื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดิน พบว่า แปลงที่มีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำ ปานกลาง และสูง มีเนื้อดินเป็นดินเหนียวปนทราย ดินเหนียว และดินร่วนเหนียวปนทราย ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) 5.49 4.96 และ 5.77 ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน 3.68 5.57 และ 6.17 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน 104 77 และ 215 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน 193 164 และ 225 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน 0.25 0.29 และ 0.34 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และปริมาณธาตุอาหารอื่นๆ (ตารางที่ 42 43 และ 44)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 42 ผลวิเคราะห์สมบัติของดินก่อนทำการทดลองแปลงที่มีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับต่ำ ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอนหลวง) ตำบลแม่นาจร อำเภอแจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

pH (1:1)	EC (1:5) (dS/m)	OM (%)	Available P (mg/kg)	Exchangeable K (mg/kg)	Exchangeable Ca (mg/kg)	Exchangeable Mg (mg/kg)	Total N (%)	Texture
5.49	0.078	3.68	104	193	1,031	89	0.25	Sandy Clay

ตารางที่ 43 ผลวิเคราะห์สมบัติของดินก่อนทำการทดลองแปลงที่มีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับปานกลาง ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่

pH (1:1)	EC (1:5) (dS/m)	OM (%)	Available P (mg/kg)	Exchangeable K (mg/kg)	Exchangeable Ca (mg/kg)	Exchangeable Mg (mg/kg)	Total N (%)	Texture
4.96	0.080	5.57	77	164	386	55	0.29	Clay

ตารางที่ 44 ผลวิเคราะห์สมบัติของดินก่อนทำการทดลองแปลงที่มีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับสูง ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่

pH (1:1)	EC (1:5) (dS/m)	OM (%)	Available P (mg/kg)	Exchangeable K (mg/kg)	Exchangeable Ca (mg/kg)	Exchangeable Mg (mg/kg)	Total N (%)	Texture
5.77	0.079	6.17	215	225	1,477	122	0.34	Sandy Clay Loam

สุ่มเก็บตัวอย่างใบกาแฟก่อนใส่ปุ๋ย และนำมาวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในใบ พบว่า แปลงที่มีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับต่ำ มีปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแมกนีเซียมทั้งหมดอยู่ในระดับค่ามาตรฐาน แต่ปริมาณแคลเซียมทั้งหมดอยู่ในระดับต่ำกว่าค่ามาตรฐาน (ตารางที่ 45) แปลงที่มีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับปานกลาง มีปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแคลเซียมทั้งหมดอยู่ในระดับค่ามาตรฐานมาตรฐาน แต่ปริมาณแมกนีเซียมทั้งหมดอยู่ในระดับต่ำกว่าค่ามาตรฐาน (ตารางที่ 46) และแปลงที่มีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับสูง มีปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแคลเซียมทั้งหมดอยู่ในระดับค่ามาตรฐานมาตรฐาน แต่ปริมาณแมกนีเซียมทั้งหมดอยู่ในระดับต่ำกว่าค่ามาตรฐาน (ตารางที่ 47)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 45 ผลวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในใบกาแฟก่อนทำการทดลองแปลงที่มีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับต่ำ ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอนหลวง) ตำบลแม่นาจร อำเภอแจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

Total N (%)	Total P (%)	Total K (%)	Total Ca (%)	Total Mg (%)
2.56	0.17	2.29	0.77	0.30

ตารางที่ 46 ผลวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในใบกาแฟก่อนทำการทดลองแปลงที่มีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับปานกลาง ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่

Total N (%)	Total P (%)	Total K (%)	Total Ca (%)	Total Mg (%)
2.69	0.18	2.69	0.80	0.29

ตารางที่ 47 ผลวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในใบกาแฟก่อนทำการทดลองแปลงที่มีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับสูง ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่

Total N (%)	Total P (%)	Total K (%)	Total Ca (%)	Total Mg (%)
2.75	0.20	2.23	0.86	0.24

ดำเนินการใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธีต่างๆ จากนั้นทำวัดการเจริญเติบโตของต้นกาแฟหลังจากใส่ปุ๋ย พบว่า เส้นรอบวงโคนต้น ขนาดทรงพุ่มทิศเหนือ-ใต้ และขนาดทรงพุ่มทิศตะวันออก-ตะวันตก ในแปลงที่มีปริมาณอินทรียอยู่ในระดับต่ำ ปานกลาง และสูง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยในแปลงที่มีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับต่ำ พบว่าทุกกรรมวิธีมีเส้นรอบวงโคนต้น ขนาดทรงพุ่มทิศเหนือ-ใต้ และขนาดทรงพุ่มทิศตะวันออก-ตะวันตก ต่ำสุดเฉลี่ย 17.7 162.5 และ 162.5 เซนติเมตร (ตารางที่ 48) แปลงที่มีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับปานกลางให้เส้นรอบวงโคนต้น ขนาดทรงพุ่มทิศเหนือ-ใต้ และขนาดทรงพุ่มทิศตะวันออก-ตะวันตก เฉลี่ยเท่ากับ 18.2 167.6 และ 169.2 ตามลำดับ (ตารางที่ 49) สำหรับแปลงที่มีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับสูง ให้เส้นรอบวงโคนต้น ขนาดทรงพุ่มทิศเหนือ-ใต้ และขนาดทรงพุ่มทิศตะวันออก-ตะวันตก เฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 20.3 186.7 และ 184.8 ตามลำดับ (ตารางที่ 50) และเมื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตก่อนและหลังการใส่ปุ๋ย พบว่าในทั้ง 3 แปลง มีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นหลังการใส่ปุ๋ย

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 48 การเจริญเติบโตของต้นกาแฟหลังใส่ปุ๋ยในแปลงที่มีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับต่ำ ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอนหลวง) ตำบลแม่นาจร อำเภอแจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

กรรมวิธี	เส้นรอบวงโคนต้น (.ซม)	ขนาดทรงพุ่มทิศเหนือใต้- (ซม(.	ขนาดทรงพุ่มทิศตะวันออกตะวันตก- (ซม(.
1. ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน	17.53	156.3	161.9
2. ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 0.5 เท่าตามคำแนะนำ	17.03	160.0	155.8
.3 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน เท่าตามคำแนะนำ 1.0	16.90	171.0	167.1
.4 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน เท่าตามคำแนะนำ 1.5	17.95	161.1	160.2
.5 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน เท่าตามคำแนะนำ 2.0	19.25	164.4	167.7
Mean	17.73	162.5	162.5
F-test	ns	ns	ns
CV)%(	8.4	7.4	10.5

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 49 การเจริญเติบโตของต้นกาแฟหลังใส่ปุ๋ยในแปลงที่มีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับปานกลาง ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่

กรรมวิธี	เส้นรอบวงโคนต้น (.ซม)	ขนาดทรงพุ่มทิศเหนือใต้- (ซม(.	ขนาดทรงพุ่มทิศตะวันออก-ตะวันตก (ซม(.
1. ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน	17.35	162.9	167.1
2. ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 0.5 เท่าตามคำแนะนำ	17.65	169.8	165.2
.3 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน เท่าตาม 1.0 คำแนะนำ	18.83	169.2	173.8
.4 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน เท่าตาม 1.5 คำแนะนำ	17.60	168.1	173.3
.5 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน เท่าตาม 2.0 คำแนะนำ	19.55	167.9	166.5
Mean	18.20	167.6	169.2
F-test	ns	ns	ns
CV)%(	8.3	5.1	4.3

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 50 การเจริญเติบโตของต้นกาแฟหลังใส่ปุ๋ยในแปลงที่มีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับสูง ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่

กรรมวิธี	เส้นรอบวงโคนต้น (.ซม)	ขนาดทรงพุ่มทิศเหนือใต้- (ซม(.	ขนาดทรงพุ่มทิศตะวันออก-ตะวันตก (ซม(.
1. ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน	19.78	179.0	183.7
2. ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 0.5 เท่าตามคำแนะนำ	20.10	194.4	191.9
.3 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน เท่าตาม 1.0 คำแนะนำ	20.40	188.5	177.5
.4 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน เท่าตาม 1.5 คำแนะนำ	20.35	185.4	185.4
.5 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน เท่าตาม 2.0 คำแนะนำ	20.90	186.3	185.6
Mean	20.31	186.7	184.8
F-test	ns	ns	ns
CV)%(	7.3	6.4	7.4

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

การทดลองที่ 1.4 ศึกษาการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยฟอสเฟตของกาแฟอะราบิกา

ทำการเก็บตัวอย่างดินและคัดเลือกแปลงกาแฟอะราบิกาในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ที่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินระดับต่ำ ปานกลาง และสูง จำนวน 3 แปลง ได้แก่ แปลงเกษตรกร ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 1 แปลง พิกัดแปลง 47Q 448201X 2059782Y แปลงทดลองในศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 2 แปลง พิกัดแปลงที่ 1 47Q 447918X 2060110Y แปลงที่ 2 47Q 447940X 2060083Y

คัดเลือกต้นกาแฟที่มีการเจริญเติบโตสม่ำเสมอ แปลงละ 120 ต้น ประกอบด้วย 5 กรรมวิธี 4 ซ้ำๆ ละ 6 ต้น และทำสัญลักษณ์ต้น เก็บตัวอย่างดินก่อนใส่ปุ๋ย ที่ความลึก 0-15, 15-30 ซม. และวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดิน พบว่าแปลงที่มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ปริมาณต่ำ ปานกลาง สูง ที่ความลึก 0-15 ซม. ดินมีเนื้อดินเป็น ร่วนเหนียวปนทราย ร่วนเหนียว และดินเหนียว ตามลำดับ มีค่า pH 5.49 5.22 และ5.09 ตามลำดับ มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ เท่ากับ 9.3 64.6 และ 86.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด เท่ากับ 1071 909 และ739 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนปริมาณธาตุอาหารอื่นๆ (ตารางที่ 51 52 และ 53)

ศูนย์วิชาการเกษตร

ตารางที่ 51 ผลวิเคราะห์สมบัติของดินก่อนทำการทดลองแปลงที่มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำ

ความลึก (ซม.)	pH (1:1)	Ec (1:5) (dS/m)	OM (%)	Avai.P (mg/kg)	Total-P (mg/kg)	Exch.K (mg/kg)	Exch.Ca (mg/kg)	Exch.Mg (mg/kg)
0-15	5.49	0.056	16.4	9.3	1071	118	923	194
15-30	5.46	0.043	12.7	7.7	946	101	502	103

ตารางที่ 52 ผลวิเคราะห์สมบัติของดินก่อนทำการทดลองแปลงที่มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ปานกลาง

ความลึก (ซม.)	pH (1:1)	Ec (1:5) (dS/m)	OM (%)	Avai.P (mg/kg)	Total-P (mg/kg)	Exch.K (mg/kg)	Exch.Ca (mg/kg)	Exch.Mg (mg/kg)
0-15	5.22	0.033	6.9	64.6	909	161	408	113
15-30	5.09	0.024	5.8	2.05	736	119	259	72

ตารางที่ 53 ผลวิเคราะห์สมบัติของดินก่อนทำการทดลองแปลงที่มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูง

ความลึก (ซม.)	pH (1:1)	Ec (1:5) (dS/m)	OM (%)	Avai.P (mg/kg)	Total-P (mg/kg)	Exch.K (mg/kg)	Exch.Ca (mg/kg)	Exch.Mg (mg/kg)
0-15	5.09	0.037	5.6	86.2	739	186	290	53
15-30	4.99	0.029	4.7	60.5	627	148	149	29

สำหรับปริมาณธาตุอาหารในใบ ได้แก่ ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมทั้งหมด พบว่า แปลงที่มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำ ปานกลาง และสูง มีปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมทั้งหมดอยู่ในระดับค่ามาตรฐาน (ศรีสม, 2544) (ตารางที่ 54 55 และ 56)

ตารางที่ 54 ผลวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในใบกาแฟก่อนทำการทดลองแปลงที่มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ระดับต่ำ ที่แปลงเกษตรกรตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ กาแฟอายุ 7 ปี

N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
2.82	0.18	2.40	1.28	0.34

ตารางที่ 55 ผลวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในใบกาแฟก่อนทำการทดลองแปลงที่มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ระดับปานกลาง ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ กาแฟอายุ 12 ปี

N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
2.29	0.19	2.40	1.51	0.32

ตารางที่ 56 ผลวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในใบกาแฟก่อนทำการทดลองแปลงที่มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ระดับสูง ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ กาแฟอายุ 8 ปี

N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
2.68	0.18	2.40	1.38	0.31

กรมวิชาการเกษตร

การเจริญเติบโตของต้นกาแฟก่อนการใส่ปุ๋ย ได้แก่ เส้นรอบวงโคนต้น และขนาดทรงพุ่ม พบว่า แปลงที่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำ มีเส้นรอบวงโคนต้น เฉลี่ย 11.4 เซนติเมตร ขนาดทรงพุ่มทิศเหนือ-ใต้ เฉลี่ย 145.9 เซนติเมตร และขนาดทรงพุ่มทิศตะวันออก-ตะวันตก เฉลี่ย 149.4 เซนติเมตร แปลงที่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับปานกลาง มีเส้นรอบวงโคนต้น เฉลี่ย 17.7 เซนติเมตร ขนาดทรงพุ่มทิศเหนือ-ใต้ เฉลี่ย 158.8 เซนติเมตร และขนาดทรงพุ่มทิศตะวันออก-ตะวันตก เฉลี่ย 160.3 เซนติเมตร และแปลงที่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับสูง มีเส้นรอบวงโคนต้น เฉลี่ย 16.7 เซนติเมตร ขนาดทรงพุ่มทิศเหนือ-ใต้ เฉลี่ย 153.5 เซนติเมตร และขนาดทรงพุ่มทิศตะวันออก-ตะวันตก เฉลี่ย 154.1 เซนติเมตร (ตารางที่ 57)

ตารางที่ 57 การเจริญเติบโตของต้นกาแฟก่อนการใส่ปุ๋ย

แปลง	เส้นรอบวงโคนต้น (ซม.)	ขนาดทรงพุ่มทิศเหนือ-ใต้ (ซม.)	ขนาดทรงพุ่มทิศตะวันออก-ตะวันตก (ซม.)
แปลงที่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำ	**11.4**	**145.9**	**149.4**
กรรมวิธีที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยฟอสเฟต	11.8	149.6	153.5
กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยฟอสเฟต 0.5 เท่าตามคำแนะนำ	11.2	140.6	144.6
กรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ยฟอสเฟต 1.0 เท่าตามคำแนะนำ	11.8	142.8	148.5
กรรมวิธีที่ 4 ใส่ปุ๋ยฟอสเฟต 1.5 เท่าตามคำแนะนำ	10.7	148.7	149.0
กรรมวิธีที่ 5 ใส่ปุ๋ยฟอสเฟต 2.0 เท่าตามคำแนะนำ	11.6	147.9	151.4
แปลงที่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับปานกลาง	**17.7**	**158.8**	**160.3**
กรรมวิธีที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยฟอสเฟต	17.6	159.0	162.5
กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยฟอสเฟต 0.5 เท่าตามคำแนะนำ	17.9	164.2	163.8
กรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ยฟอสเฟต 1.0 เท่าตามคำแนะนำ	18.8	163.5	164.2
กรรมวิธีที่ 4 ใส่ปุ๋ยฟอสเฟต 1.5 เท่าตามคำแนะนำ	17.2	147.5	150.4
กรรมวิธีที่ 5 ใส่ปุ๋ยฟอสเฟต 2.0 เท่าตามคำแนะนำ	17.0	160.0	160.8
แปลงที่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับสูง	**16.7**	**153.5**	**154.1**
กรรมวิธีที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยฟอสเฟต	16.2	157.7	154.4
กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยฟอสเฟต 0.5 เท่าตามคำแนะนำ	18.4	146.5	149.2
กรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ยฟอสเฟต 1.0 เท่าตามคำแนะนำ	16.1	153.3	155.4
กรรมวิธีที่ 4 ใส่ปุ๋ยฟอสเฟต 1.5 เท่าตามคำแนะนำ	16.5	158.5	156.7
กรรมวิธีที่ 5 ใส่ปุ๋ยฟอสเฟต 2.0 เท่าตามคำแนะนำ	16.4	151.5	155.0

การเจริญเติบโตของต้นกาแฟหลังการใส่ปุ๋ย แปลงที่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำและปานกลาง จากการใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธีต่างๆ พบว่า การเจริญเติบโตของต้นกาแฟมีเส้นรอบวงโคนต้น ขนาดทรงพุ่มทิศเหนือ-ใต้ และขนาดทรงพุ่มทิศตะวันออก-ตะวันตก ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เช่นเดียวแปลงที่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่อยู่ในระดับสูง จากการใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธีต่างๆ พบว่า การเจริญเติบโตของต้นกาแฟมีเส้นรอบวงโคนต้น และขนาดทรงพุ่มทิศตะวันออก-ตะวันตก ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ขนาดทรงพุ่มทิศเหนือ-ใต้ มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดย กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยฟอสเฟตอัตรา 1.5 เท่า และ 2.0 เท่าของอัตราแนะนำ มี

ขนาดทรงพุ่มทิศเหนือ-ใต้ สูงกว่า กรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ยฟอสเฟต และใส่ปุ๋ยฟอสเฟตอัตรา 0.5 เท่าของอัตราแนะนำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 58) จะเห็นว่ากาแฟทั้ง 3 แปลงมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับการเจริญเติบโตก่อนการใส่ปุ๋ย

ตารางที่ 58 การเจริญเติบโตของต้นกาแฟแปลงที่มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำ ที่แปลงเกษตรกร ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ กาแฟอายุ 7 ปี

กรรมวิธี	เส้นรอบวงโคนต้น (.ซม)	ขนาดทรงพุ่ม ทิศเหนือ-ใต้ (ซม.)	ขนาดทรงพุ่ม ทิศตะวันออก-ตะวันตก (ซม.)
1. ไม่ใส่ปุ๋ยฟอสเฟต	12	159	165
2. ใส่ปุ๋ยฟอสเฟต 0.5 เท่าตามคำแนะนำ	12	160	166
3. ใส่ปุ๋ยฟอสเฟต 1.0 เท่าตามคำแนะนำ	12	160	166
4. ใส่ปุ๋ยฟอสเฟต 1.5 เท่าตามคำแนะนำ	13	164	166
5. ใส่ปุ๋ยฟอสเฟต 2.0 เท่าตามคำแนะนำ	13	165	166
Mean	12	162	166
F-test	ns	ns	ns
CV (%)	9.1	4.1	4.6

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 59 การเจริญเติบโตของต้นกาแฟแปลงที่มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับปานกลาง ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ กาแฟอายุ 12 ปี

กรรมวิธี	เส้นรอบวงโคนต้น (.ซม)	ขนาดทรงพุ่ม ทิศเหนือ-ใต้ (ซม.)	ขนาดทรงพุ่ม ทิศตะวันออก-ตะวันตก (ซม.)
1. ไม่ใส่ปุ๋ยฟอสเฟต	18	181	180
2. ใส่ปุ๋ยฟอสเฟต 0.5 เท่าตามคำแนะนำ	18	181	184
3. ใส่ปุ๋ยฟอสเฟต 1.0 เท่าตามคำแนะนำ	18	192	197
4. ใส่ปุ๋ยฟอสเฟต 1.5 เท่าตามคำแนะนำ	20	194	202
5. ใส่ปุ๋ยฟอสเฟต 2.0 เท่าตามคำแนะนำ	19	192	201
Mean	19	181	193
F-test	ns	ns	ns
CV (%)	8.0	9.2	10.7

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 60 การเจริญเติบโตของต้นกาแฟแปลงที่มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับสูง ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ กาแฟอายุ 8 ปี

กรรมวิธี	เส้นรอบวงโคนต้น (.ซม)	ขนาดทรงพุ่ม ทิศเหนือ-ใต้ (ซม.)	ขนาดทรงพุ่ม ทิศตะวันออก-ตะวันตก (ซม.)
1. ไม่ใส่ปุ๋ยฟอสเฟต	17.0	176.8 b	179
2. ใส่ปุ๋ยฟอสเฟต 0.5 เท่าตามคำแนะนำ	18.5	179.3 b	183
3. ใส่ปุ๋ยฟอสเฟต 1.0 เท่าตามคำแนะนำ	16.8	186.8 ab	191
4. ใส่ปุ๋ยฟอสเฟต 1.5 เท่าตามคำแนะนำ	18.0	197.8 a	193
5. ใส่ปุ๋ยฟอสเฟต 2.0 เท่าตามคำแนะนำ	18.3	200.3 a	195
Mean	17.7	188.2	188.2
F-test	ns	*	ns
CV (%)	12.6	5.8	6.1

หมายเหตุ * ตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดย DMRT ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

การทดลองที่ 1.5 ศึกษาการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยโพแทชของกาแฟอะราบิกา

ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 2 แปลง พิกัดแปลงที่ 1 47Q 447940 2060083 แปลงที่ 2 47Q 447726 2059585 และแปลงที่ 3 แปลงเกษตรกร ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 1 แปลง พิกัดแปลง 47Q 448434 2059587 ทำการคัดเลือกต้นกาแฟที่มีการเจริญเติบโตสม่ำเสมอ แปลงละ 120 ต้น ประกอบด้วย 5 กรรมวิธี 4 ซ้ำๆ ละ 6 ต้น และทำสัญลักษณ์ต้น

ทำการเก็บตัวอย่างดินก่อนใส่ปุ๋ย ที่ความลึก 0-15 ซม. และวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดิน พบว่าแปลงที่มีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำ ดินมีเนื้อดินเป็นดินเหนียวปนทราย มีค่าปฏิกิริยาดิน 4.97 ค่าการนำไฟฟ้าของดิน 0.043 เดซิซีเมนต่อเมตร ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน 6.1 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน 5.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดในดิน 3,437 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน 136 268 และ 60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 61) แปลงที่มีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ปานกลาง ดินมีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย มีค่าปฏิกิริยาดิน 5.08 ค่าการนำไฟฟ้าของดิน 0.056 เดซิซีเมนต่อเมตร ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน 9.6 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน 31.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดในดิน 2,890 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณโพแทสเซียมแคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน 229 711 และ 62 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 62) แปลงที่มีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูง ดินมีเนื้อดินเป็นดินเหนียว มีค่าปฏิกิริยาดิน 5.03 ค่าการนำไฟฟ้าของดิน 0.047 เดซิซีเมนต่อเมตร ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน 9.4 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน 33.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดในดิน

3,812 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน 447 355 และ 85 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 63)

ตารางที่ 61 ผลวิเคราะห์สมบัติของดินก่อนทำการทดลองแปลงที่มีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับต่ำ ที่แปลงเกษตรกรตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่

pH (1:1)	Ec (1:5) (dS/m)	OM (%)	Avai. P (mg/kg)	Total K (mg/kg)	Exch. K (mg/kg)	Exch. Ca (mg/kg)	Exch. Mg (mg/kg)	Texture
4.97	0.043	6.1	5.6	3473	136	268	60	Sandy Clay

ตารางที่ 62 ผลวิเคราะห์สมบัติของดินก่อนทำการทดลองแปลงที่มีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับปานกลางที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่

pH (1:1)	Ec (1:5) (dS/m)	OM (%)	Avai. P (mg/kg)	Total K (mg/kg)	Exch. K (mg/kg)	Exch. Ca (mg/kg)	Exch. Mg (mg/kg)	Texture
5.08	0.056	9.6	31.8	2890	229	711	62	Sandy Clay Loam

ตารางที่ 63 ผลวิเคราะห์สมบัติของดินก่อนทำการทดลองแปลงที่มีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับสูง ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่

pH (1:1)	Ec (1:5) (dS/m)	OM (%)	Avai. P (mg/kg)	Total K (mg/kg)	Exch. K (mg/kg)	Exch. Ca (mg/kg)	Exch. Mg (mg/kg)	Texture
5.03	0.047	9.6	33.2	3812	447	355	85	Clay

สำหรับปริมาณธาตุอาหารในใบ ได้แก่ ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมทั้งหมด พบว่า แปลงที่มีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับต่ำ มีปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแมกนีเซียมทั้งหมดอยู่ในระดับค่ามาตรฐาน สำหรับปริมาณแคลเซียมทั้งหมดอยู่ในระดับต่ำกว่าค่ามาตรฐาน (ตารางที่ 64) แปลงที่มีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับปานกลาง มีปริมาณไนโตรเจน โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมทั้งหมดอยู่ในระดับค่ามาตรฐาน สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดอยู่ในระดับสูงกว่าค่ามาตรฐาน (ตารางที่ 65) แปลงที่มีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับสูง ปริมาณไนโตรเจน โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมทั้งหมดอยู่ในระดับค่ามาตรฐาน สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดอยู่ในระดับสูงกว่าค่ามาตรฐาน (ตารางที่ 66)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 64 ผลวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในใบกาแฟก่อนทำการทดลองแปลงที่มีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับต่ำ ที่แปลงเกษตรกรตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่

N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
2.54	0.29	2.09	0.79	0.32

ตารางที่ 65 ผลวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในใบกาแฟก่อนทำการทดลองแปลงที่มีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับปานกลาง ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่

N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
2.99	0.42	2.79	1.17	0.32

ตารางที่ 66 ผลวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในใบกาแฟก่อนทำการทดลองแปลงที่มีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับสูง ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่

N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
2.72	0.39	2.41	1.26	0.33

การเจริญเติบโตของต้นกาแฟก่อนการใส่ปุ๋ย ได้แก่ เส้นรอบวงโคนต้น และขนาดทรงพุ่ม พบว่า แปลงที่มีปริมาณโพแทสเซียมอยู่ในระดับต่ำ มีเส้นรอบวงโคนต้น เฉลี่ย 20.2 เซนติเมตร ขนาดทรงพุ่มทิศเหนือ-ใต้ เฉลี่ย 151.9 เซนติเมตร และขนาดทรงพุ่มทิศตะวันออก-ตะวันตก เฉลี่ย 156.3 เซนติเมตร แปลงที่มีปริมาณโพแทสเซียมอยู่ในระดับปานกลาง มีเส้นรอบวงโคนต้น เฉลี่ย 17.9 เซนติเมตร ขนาดทรงพุ่มทิศเหนือ-ใต้ เฉลี่ย 157.6 เซนติเมตร และขนาดทรงพุ่มทิศตะวันออก-ตะวันตก เฉลี่ย 160.1 เซนติเมตร และแปลงที่มีปริมาณโพแทสเซียมอยู่ในระดับสูง มีเส้นรอบวงโคนต้น เฉลี่ย 17.3 เซนติเมตร ขนาดทรงพุ่มทิศเหนือ-ใต้ เฉลี่ย 158.2 เซนติเมตร และขนาดทรงพุ่มทิศตะวันออก-ตะวันตก เฉลี่ย 162.3 เซนติเมตร (ตารางที่ 67)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 67 การเจริญเติบโตก่อนใส่ปุ๋ยของต้นกาแฟที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) และแปลงเกษตรกร ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่

แปลง	เส้นรอบวงโคนต้น (ซม.)	ขนาดทรงพุ่ม ทิศเหนือ-ใต้ (ซม.)	ขนาดทรงพุ่ม ทิศตะวันออก-ตะวันตก (ซม.)
แปลงที่มีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับต่ำ	20.2	151.9	156.3
กรรมวิธีที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยโพแทช	19.9	141.3	148.9
กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยโพแทช 0.5 เท่าตามคำแนะนำ	20.6	154.0	152.8
กรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ยโพแทช 1.0 เท่าตามคำแนะนำ	20.0	147.1	147.1
กรรมวิธีที่ 4 ใส่ปุ๋ยโพแทช 1.5 เท่าตามคำแนะนำ	20.2	166.0	169.6
กรรมวิธีที่ 5 ใส่ปุ๋ยโพแทช 2.0 เท่าตามคำแนะนำ	20.1	151.5	163.2
แปลงที่มีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับปานกลาง	17.9	157.6	160.1
กรรมวิธีที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยโพแทช	18.8	158.3	159.0
กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยโพแทช 0.5 เท่าตามคำแนะนำ	18.1	158.1	157.3
กรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ยโพแทช 1.0 เท่าตามคำแนะนำ	17.7	155.4	159.4
กรรมวิธีที่ 4 ใส่ปุ๋ยโพแทช 1.5 เท่าตามคำแนะนำ	16.9	154.8	156.3
กรรมวิธีที่ 5 ใส่ปุ๋ยโพแทช 2.0 เท่าตามคำแนะนำ	18.3	161.3	168.5
แปลงที่มีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับสูง	17.3	158.2	162.3
กรรมวิธีที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยโพแทช	16.5	162.3	162.5
กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยโพแทช 0.5 เท่าตามคำแนะนำ	17.6	154.0	160.2
กรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ยโพแทช 1.0 เท่าตามคำแนะนำ	17.8	157.9	164.6
กรรมวิธีที่ 4 ใส่ปุ๋ยโพแทช 1.5 เท่าตามคำแนะนำ	17.4	152.7	161.7
กรรมวิธีที่ 5 ใส่ปุ๋ยโพแทช 2.0 เท่าตามคำแนะนำ	17.4	164.4	163.8

กรมวิชาการเกษตร

การเจริญเติบโตของต้นกาแฟหลังการใส่ปุ๋ย แปลงที่มีปริมาณโพแทสเซียมอยู่ในระดับต่ำ จากการใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธีต่างๆ พบว่า การเจริญเติบโตของต้นกาแฟมีเส้นรอบวงโคนต้น ขนาดทรงพุ่มทิศเหนือ-ใต้ และขนาดทรงพุ่มทิศตะวันออก-ตะวันตก ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยทุกกรรมวิธีมีเส้นรอบวงโคนต้น เฉลี่ย 20.9 เซนติเมตร ขนาดทรงพุ่มทิศเหนือ-ใต้ เฉลี่ย 165.2 เซนติเมตร และขนาดทรงพุ่มทิศตะวันออก-ตะวันตก เฉลี่ย 175.2 เซนติเมตร (ตารางที่ 68) แปลงที่มีปริมาณโพแทสเซียมอยู่ในระดับปานกลาง จากการใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธีต่างๆ พบว่า การเจริญเติบโตของต้นกาแฟมีเส้นรอบวงโคนต้น ขนาดทรงพุ่มทิศเหนือ-ใต้ และขนาดทรงพุ่มทิศตะวันออก-ตะวันตก ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยทุกกรรมวิธีมีเส้นรอบวงโคนต้น เฉลี่ย 18.4 เซนติเมตร ขนาดทรงพุ่มทิศเหนือ-ใต้ เฉลี่ย 171.5 เซนติเมตร และขนาดทรงพุ่มทิศตะวันออก-ตะวันตก เฉลี่ย 170.5 เซนติเมตร แสดง (ตารางที่ 69) และแปลงที่มีปริมาณโพแทสเซียมอยู่ในระดับสูง จากการใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธีต่างๆ พบว่า การเจริญเติบโตของต้นกาแฟมีเส้นรอบวงโคนต้น ขนาดทรงพุ่มทิศเหนือ-ใต้ และขนาดทรงพุ่มทิศตะวันออก-ตะวันตก ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยทุกกรรมวิธีมีเส้นรอบวงโคนต้น เฉลี่ย 18.1 เซนติเมตร ขนาดทรงพุ่มทิศเหนือ-ใต้ เฉลี่ย 179.9 เซนติเมตร และขนาดทรงพุ่มทิศตะวันออก-ตะวันตก เฉลี่ย 178.3 เซนติเมตร (ตารางที่ 70) จะเห็นว่ากาแฟทั้ง 3 แปลงมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับการเจริญเติบโตก่อนการใส่ปุ๋ย

ตารางที่ 68 การเจริญเติบโตของต้นกาแฟแปลงที่มีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับต่ำ ที่แปลงเกษตรกร ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่

กรรมวิธี	เส้นรอบวงโคนต้น (.ซม)	ขนาดทรงพุ่ม ทิศเหนือ-ใต้ (ซม.)	ขนาดทรงพุ่ม ทิศตะวันออก-ตะวันตก (ซม.)
1. ไม่ใส่ปุ๋ยโพแทช	21.7	162.1	176.5
2. ใส่ปุ๋ยโพแทช 0.5 เท่าตามคำแนะนำ	21.3	163.3	174.4
3. ใส่ปุ๋ยโพแทช 1.0 เท่าตามคำแนะนำ	20.6	160.2	166.6
4. ใส่ปุ๋ยโพแทช 1.5 เท่าตามคำแนะนำ	21.4	168.8	179.6
5. ใส่ปุ๋ยโพแทช 2.0 เท่าตามคำแนะนำ	19.7	171.9	178.8
Mean	20.9	165.2	175.2
F-test	ns	ns	ns
CV (%)	9.8	8.2	4.0

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 69 การเจริญเติบโตของต้นกาแฟแปลงที่มีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับปานกลาง ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่

กรรมวิธี	เส้นรอบวงโคนต้น (.ซม)	ขนาดทรงพุ่ม ทิศเหนือ-ใต้ (ซม.)	ขนาดทรงพุ่ม ทิศตะวันออก-ตะวันตก (ซม.)
1. ไม่ใส่ปุ๋ยโพแทช	18.8	167.5	167.7
2. ใส่ปุ๋ยโพแทช 0.5 เท่าตามคำแนะนำ	19.2	168.8	166.1
3. ใส่ปุ๋ยโพแทช 1.0 เท่าตามคำแนะนำ	17.7	163.9	162.5
4. ใส่ปุ๋ยโพแทช 1.5 เท่าตามคำแนะนำ	17.4	175.6	172.5
5. ใส่ปุ๋ยโพแทช 2.0 เท่าตามคำแนะนำ	19.1	181.5	183.8
Mean	18.4	171.5	170.5
F-test	ns	ns	ns
CV (%)	7.4	5.8	5.7

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 70 การเจริญเติบโตของต้นกาแฟแปลงที่มีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับสูง ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่

กรรมวิธี	เส้นรอบวงโคนต้น (.ซม)	ขนาดทรงพุ่ม ทิศเหนือ-ใต้ (ซม.)	ขนาดทรงพุ่ม ทิศตะวันออก-ตะวันตก (ซม.)
1. ไม่ใส่ปุ๋ยโพแทช	17.3	176.0	175.6
2. ใส่ปุ๋ยโพแทช 0.5 เท่าตามคำแนะนำ	18.0	180.4	168.5
3. ใส่ปุ๋ยโพแทช 1.0 เท่าตามคำแนะนำ	19.0	179.4	182.5
4. ใส่ปุ๋ยโพแทช 1.5 เท่าตามคำแนะนำ	17.5	184.2	188.3
5. ใส่ปุ๋ยโพแทช 2.0 เท่าตามคำแนะนำ	18.7	179.6	176.7
Mean	18.1	179.9	178.3
F-test	ns	ns	ns
CV (%)	7.6	5.5	5.7

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

โครงการวิจัยย่อยที่ 3 วิจัยการจัดการน้ำเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของกาแฟอะราบิกา

การทดลองที่ 1.1 การศึกษาสัมประสิทธิ์การใช้น้ำ (Crop water coefficient, Kc) ของกาแฟอะราบิกา

คัดเลือกแปลงกาแฟอะราบิกาในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่จำนวน 2 แปลง ได้แก่ แปลงทดลองในศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 1 แปลง พิกัดแปลงที่ 1 47Q 447556 2059825 ทำการคัดเลือกต้นกาแฟที่ให้ผลผลิตแล้วที่มีการเจริญเติบโตสม่ำเสมอจำนวน 5 ต้น และสำหรับแปลงที่ 2 แปลงทดลองในศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอน) ตำบลแม่จอน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 1 แปลง พิกัดแปลง 47Q 444396 2061893 จำนวน จำนวน 4 ต้น จากนั้นเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-50 เซนติเมตร เพื่อวัดสมบัติทางกายาภาพของดิน และตรวจสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ (ตารางที่ 71 -78)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 71 สมบัติทางกายภาพของดินแปลงทดลองในศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง)

ความลึกดิน (cm)	ความชื้นดิน (FC) % โดยน้ำหนัก	เนื้อดิน	ความชื้นดิน (PWP) % โดยน้ำหนัก	ค่าการนำน้ำของดิน (cm/hr)	ความหนาแน่นรวมของดิน (g/cm^3)	ความเป็นประโยชน์น้ำในดิน (mm)
0-10	36.99	ดินร่วนปนเหนียวปนทราย	28.18	2.30	1.18	10.35
10-20	36.44	ดินร่วน	27.28	2.31	1.18	10.84
20-30	36.16	ดินร่วนปนทราย	28.23	1.94	1.10	8.62
30-40	35.89	ดินร่วนปนเหนียวปนทราย	29.54	0.96	1.14	7.22
40-50	34.59	ดินร่วนปนเหนียวปนทราย	29.28	0.40	1.17	6.23
เฉลี่ยหรือรวม	36.01		28.50	1.58	1.15	43.27

ตารางที่ 72 สมบัติทางกายภาพของดินแปลงทดลองในศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอน)

ความลึกดิน (cm)	ความชื้นดิน (FC) % โดยน้ำหนัก	เนื้อดิน	ความชื้นดิน (PWP) % โดยน้ำหนัก	ค่าการนำน้ำของดิน (cm/hr)	ความหนาแน่นรวมของดิน (g/cm^3)	ความเป็นประโยชน์น้ำในดิน (mm)
0-10	31.79	ดินร่วนปนเหนียวปนทราย	26.57	2.08	1.29	2.08
10-20	20.66	ดินร่วนปนทราย	15.11	10.67	1.40	10.67
20-30	18.36	ดินร่วนปนทราย	16.33	4.18	1.49	4.18
30-40	13.14	ดินร่วนปนทราย	9.71	2.50	1.61	2.50
40-50	27.19	ดินเหนียวปนทราย	23.34	1.69	1.31	1.69
เฉลี่ยหรือรวม	22.23		18.21	4.22	1.42	31.05

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 73 ค่าเฉลี่ยสภาพอากาศ และปริมาณน้ำฝนรวมในแปลงทดลองทดลองในศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง)

เดือน	อุณหภูมิสูงสุด (^{O}C)	อุณหภูมิต่ำสุด (^{O}C)	ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (%)	ปริมาณน้ำฝน (mm)	ความเร็วลม (m/s)	ชั่วโมงแสง (hours)	ความร้อนรังสี (MJ/m^2/day)	การคายน้ำพืชอ้างอิง (ETo) (mm/day)
ก.พ.	27.6	9.0	67	132.0	0.46	7.6	18.2	3.20
มี.ค.	29.1	16.8	65	85.2	0.27	8.3	21.1	3.93
เม.ย.	28.6	16.8	73	357.8	0.31	7.2	20.6	4.04
พ.ค.	30.8	20.1	77	589.1	0.09	4.0	16.8	3.55
มิ.ย.	31.1	18.1	80	197.8	0.32	3.6	14.4	3.11
ก.ค.	27.7	17.9	89	615.0	0.32	3.3	14.7	3.11
ส.ค.	26.2	18.0	92	424.0	0.45	2.8	13.8	2.89
ก.ย.	25.3	17.6	93	684.8	0.43	2.2	12.2	2.48
ต.ค.	21.7	16.3	92	219.5	1.05	5.7	15.9	2.71

ตารางที่ 74 ค่าเฉลี่ยสภาพอากาศ และปริมาณน้ำฝนรวมในแปลงทดลองทดลองในศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอน)

เดือน	อุณหภูมิสูงสุด (^{O}C)	อุณหภูมิต่ำสุด (^{O}C)	ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (%)	ปริมาณน้ำฝน (mm)	ความเร็วลม (m/s)	ชั่วโมงแสง (hours)	ความร้อนรังสี (MJ/m^2/day)	การคายน้ำพืชอ้างอิง (ETo) (mm/day)
ก.พ.	25.9	8.8	75	59.4	0.64	7.6	18.2	3.12
มี.ค.	30.4	14.3	78	54.3	0.32	7.9	20.3	3.87
เม.ย.	29.5	15.2	82	222.9	0.32	7.2	20.6	4.02
พ.ค.	26.2	17.7	87	615.6	0.60	4.0	15.8	3.23
มิ.ย.	25.6	17.6	88	211.8	0.83	3.6	15.2	3.10
ก.ค.	26.7	18.4	91	404.7	0.31	3.3	14.7	3.03
ส.ค.	25.8	18.2	92	435.0	0.37	2.8	13.7	2.80
ก.ย.	29.1	20.8	94	569.8	0.60	2.2	12.2	2.66
ต.ค.	26.3	17.0	86	164.9	0.49	5.7	15.9	2.96

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 75 การคำนวณการคายน้ำของพืชแท้จริงเฉลี่ยรายเดือน (ETc) ในแปลงทดลองทดลองในศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) เริ่มทำการวัดตั้งแต่วันที่ 1 มี.ค. 2565

เดือน	ความชื้นดินที่เปลี่ยนแปลง (mm)	ปริมาณน้ำซาบซึมลึก (mm)	ปริมาณน้ำที่ไหลบ่า (mm)	ปริมาณน้ำที่ให้ (mm)	ปริมาณน้ำฝน (mm)	การคายน้ำของพืช (ETc) (mm)
มี.ค.	-10.5	12.2	0	0	85.2	62.5
เม.ย.	2.3	206.6	0	0	357.8	153.5
พ.ค.	22.7	488.5	0	0	589.1	123.3
มิ.ย.	-5.7	136.4	0	0	197.8	55.7
ก.ค.	1.5	511.8	0	0	615.0	104.7
ส.ค.	8.0	256.6	0	0	424.0	175.4
ก.ย.	-0.1	491.3	0	0	684.8	193.4
ต.ค.	-21.7	103.5	1.5	0	219.5	92.8

หมายเหตุ : 1. สภาพพื้นที่แปลงทดลองเป็นแบบขั้นบันไดมีการตัดขวางของความชันในพื้นที่ทำให้มีปริมาณน้ำไหลบ่าที่ผิวที่ไหลลงถังดักตะกอนในปริมาณที่น้อยต่อการวัด

2. การคำนวณปริมาณน้ำซาบซึมลึกคำนวณโดยใช้สมการของ USDA soil conservation service

3. ความชื้นดินที่เปลี่ยนแปลงวัดจากความลึกดิน 0-60 เซนติเมตร โดยใช้เครื่องมือ Prob-meter PR 2 ในการวัดความชื้นดิน

ตารางที่ 76 การคำนวณการคายน้ำของพืชแท้จริงเฉลี่ยรายเดือน (ETc) ในแปลงทดลองทดลองในศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอน) เริ่มทำการวัดตั้งแต่วันที่ 1 มี.ค. 2565

เดือน	ความชื้นดินที่เปลี่ยนแปลง (mm)	ปริมาณน้ำซาบซึมลึก (mm)	ปริมาณน้ำที่ไหลบ่า (mm)	ปริมาณน้ำที่ให้ (mm)	ปริมาณน้ำฝน (mm)	การคายน้ำของพืช (ETc) (mm)
มี.ค.	-11.4	6.6	0.4	17.7	54.3	53.6
เม.ย.	10.5	85.7	14.0	18.1	222.9	151.8
พ.ค.	9.6	362.4	66.6	0	615.6	196.2
มิ.ย.	-3.1	79.1	10.0	0	211.8	119.6
ก.ค.	3.8	226.3	12.9	0	404.7	169.3
ส.ค.	4.7	257.6	8.9	0	435.0	173.2
ก.ย.	-2.1	345.5	42.3	0	569.8	179.9
ต.ค.	-9.3	60.5	23.6	0	164.9	71.5

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 77 การคำนวณสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของกาแฟรายเดือน (Kc) ในแปลงทดลองทดลองในศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) เริ่มทำการวัดตั้งแต่วันที่ 1 มี.ค. 2565

เดือน	ค่าการคายน้ำของพืชแท้จริงรวม (ETc) (mm/month)	ค่าการคายน้ำของพืชอ้างอิงรวม (ETo) (mm/month)	ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc)
มี.ค.	62.5	120.9	0.52
เม.ย.	153.5	121.1	1.27
พ.ค.	123.3	110.1	1.12
มิ.ย.	55.7	93.3	0.60
ก.ค.	104.7	96.5	1.08
ส.ค.	175.4	89.5	1.96
ก.ย.	193.4	74.6	2.59
ต.ค.	92.8	83.9	1.11

ตารางที่ 78 การคำนวณสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของกาแฟรายเดือน (Kc) ในแปลงทดลองในศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอน) เริ่มทำการวัดตั้งแต่วันที่ 1 มี.ค. 2565

เดือน	ค่าการคายน้ำของพืชแท้จริงรวม (ETc) (mm/month)	ค่าการคายน้ำของพืชอ้างอิงรวม (ETo) (mm/month)	ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc)
มี.ค.	53.6	120.1	0.45
เม.ย.	151.8	120.7	1.26
พ.ค.	196.2	100.0	1.96
มิ.ย.	119.6	93.0	1.29
ก.ค.	169.3	94.0	1.80
ส.ค.	173.2	87.4	1.98
ก.ย.	179.9	79.9	2.25
ต.ค.	71.5	91.7	0.78

กรมวิชาการเกษตร

กิจกรรมที่ 1 การศึกษาสัมประสิทธิ์การใช้น้ำและ Depletion Factor ของกาแฟอะราบิกา

การทดลองที่ 1.2 การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อดัชนีความเครียด (Depletion factor, p และ Crop water stress coefficient, Ks) กับสมดุลน้ำในกาแฟอะราบิกา

จากข้อมูลสภาพอากาศในการทดลองที่ 1.1 จากตารางที่ 7 และที่ 8 ในแปลงการทดลองในศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) และทดลองในศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอน) สามารถนำมาคำนวณปัจจัยการพร่องน้ำให้กับพืช

จากข้อมูลดังกล่าว Allen et. al. (1998) ได้แนะนำว่าเมื่อรากกาแฟมีความยาวรากลึกสูงสุดอยู่ในช่วง 90 ถึง 150 เซนติเมตร ให้มีค่าปัจจัยการพร่องน้ำ (Depletion factor, p) เท่ากับ 0.40 อย่างไรก็ตามเราสามารถ

ปรับค่าดังกล่าวได้ตามสภาพอากาศที่ปลูกพืชโดยนำค่าการคายน้ำของพืชแท้จริงมาคำนวณ (มิลลิเมตร/วัน) ดังสมการที่ 2 (ตารางที่ 79-82)

p = ค่า Depletion factor ที่แนะนำเท่ากับ 0.40 + 0.04 (5-ETc) (2)

5 = การคายน้ำของพืชแท้จริงรายวันเท่ากับ 5 มิลลิเมตร/วัน

ETc = การคายน้ำของพืชแท้จริงที่วัดได้ (มิลลิเมตร/วัน)

ตารางที่ 79 การคำนวณการคายน้ำของพืชแท้จริงเฉลี่ยรายเดือน (ETc) ในแปลงทดลองในศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) เริ่มทำการวัดตั้งแต่วันที่ 1 มี.ค. 2565

เดือน	ความชื้นดินที่เปลี่ยนแปลง (mm)	ปริมาณน้ำซาบซึมลึก (mm)	ปริมาณน้ำที่ไหลบ่า (mm)	ปริมาณน้ำที่ให้ (mm)	ปริมาณน้ำฝน (mm)	การคายน้ำของพืช (ETc) (mm)
มี.ค.	-4.4	12.2	0	0	85.2	68.6
เม.ย.	-1.0	206.6	0	0	357.8	150.2
พ.ค.	29.9	488.5	0	0	589.1	130.5
มิ.ย.	-4.5	136.4	0	0	197.8	56.9
ก.ค.	4.6	511.8	0	0	615.0	107.8
ส.ค.	11.0	256.6	0	0	424.0	178.4
ก.ย.	-5.5	491.3	0	0	684.8	188.0
ต.ค.	-19.3	101.4	3.7	0	219.5	95.1

หมายเหตุ : 1. สภาพพื้นที่แปลงทดลองเป็นแบบขั้นบันไดมีการตัดขวางของความชันในพื้นที่ทำให้มีปริมาณน้ำไหลบ่าที่ผิวที่ไหลลงถังดักตะกอนในปริมาณที่น้อยต่อการวัด

2. การคำนวณปริมาณน้ำซาบซึมลึกคำนวณโดยใช้สมการของ USDA soil conservation service

3. ความชื้นดินที่เปลี่ยนแปลงวัดจากความลึกดิน 0-60 เซนติเมตร โดยใช้เครื่องมือ Prob-meter PR 2 ในการวัดความชื้นดิน

ตารางที่ 80 การคำนวณปัจจัยการพร่องน้ำ (Depletion factor, p) ในแปลงทดลองในศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) เริ่มทำการวัดตั้งแต่วันที่ 1 มี.ค. 2565

เดือน	ค่าการคายน้ำของพืชแท้จริงรวม (ETc) (mm/month)	ค่าการคายน้ำของพืชแท้จริง (ETc) (mm/day)	ปัจจัยการพร่องน้ำ (Depletion factor, p)
มี.ค.	68.8	2.2	0.51
เม.ย.	150.2	5.0	0.40
พ.ค.	130.5	4.2	0.43
มิ.ย.	56.9	1.9	0.52
ก.ค.	107.8	3.5	0.46
ส.ค.	178.4	5.75	0.37
ก.ย.	188.0	6.27	0.35
ต.ค.	95.1	3.07	0.48

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 81 การคำนวณการคายน้ำของพืชแท้จริงเฉลี่ยรายเดือน (ETc) ในแปลงทดลองในศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอน) เริ่มทำการวัดตั้งแต่วันที่ 1 มี.ค. 2565

เดือน	ความชื้นดินที่เปลี่ยนแปลง (mm)	ปริมาณน้ำซาบซึมลึก (mm)	ปริมาณน้ำที่ไหลบ่า (mm)	ปริมาณน้ำที่ให้ (mm)	ปริมาณน้ำฝน (mm)	การคายน้ำของพืช (ETc) (mm)
มี.ค.	-14.0	0	17.9	23.8	54.3	46.2
เม.ย.	5.7	54.5	45.2	24.5	222.9	153.4
พ.ค.	13.6	241.8	187.2	0	615.6	200.2
มิ.ย.	-8.3	62.5	26.6	0	211.8	114.4
ก.ค.	1.9	153.6	85.6	0	404.7	163.6
ส.ค.	5.8	199.3	67.2	0	435.0	174.3
ก.ย.	-2.8	259.3	128.4	0	569.8	179.3
ต.ค.	-9.5	12.4	71.7	0	164.9	71.3

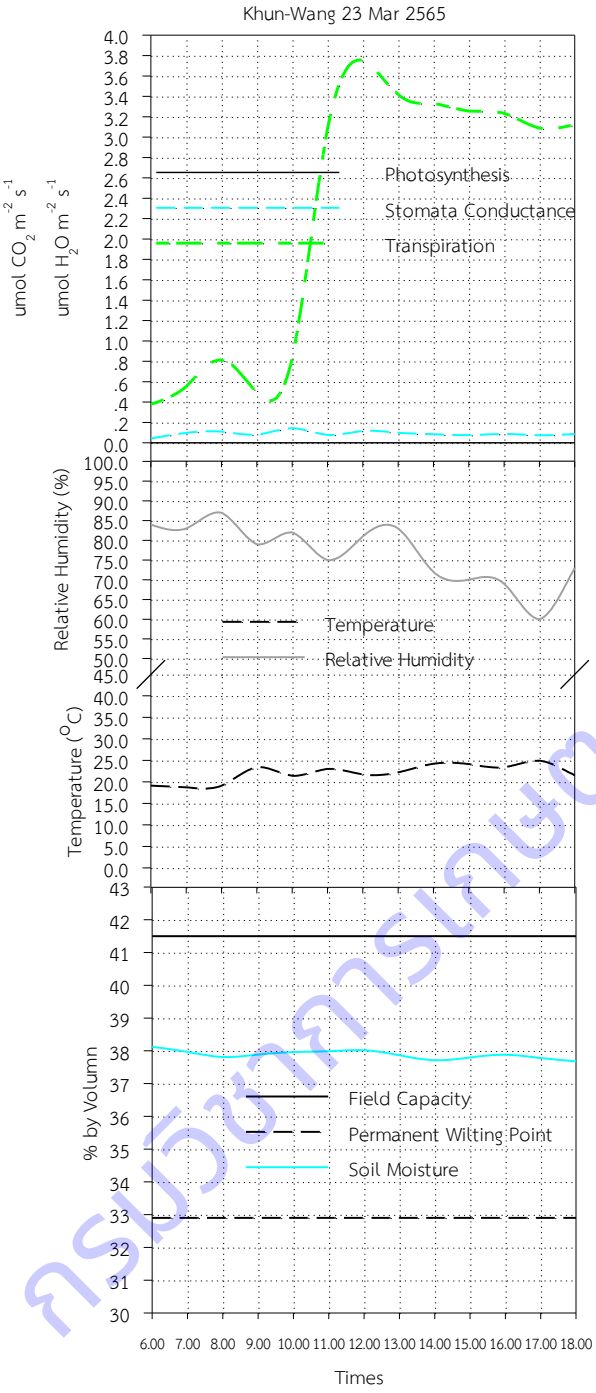
หมายเหตุ : 1. การคำนวณปริมาณน้ำซาบซึมลึกคำนวณโดยใช้สมการของ USDA soil conservation service
2. ความชื้นดินที่เปลี่ยนแปลงวัดจากความลึกดิน 0-60 เซนติเมตร โดยใช้เครื่องมือ Prob-meter PR 2 ในการวัดความชื้นดิน

ตารางที่ 82 การคำนวณปัจจัยการพร่องน้ำ (Depletion factor, p) ในแปลงทดลองในศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอน) เริ่มทำการวัดตั้งแต่วันที่ 1 มี.ค. 2565

เดือน	ค่าการคายน้ำของพืชแท้จริงรวม (ETc) (mm/month)	ค่าการคายน้ำของพืชแท้จริง (ETc) (mm/day)	ปัจจัยการพร่องน้ำ (Depletion factor, p)
มี.ค.	46.2	1.5	0.54
เม.ย.	153.4	5.1	0.40
พ.ค.	200.2	6.5	0.34
มิ.ย.	114.4	3.8	0.45
ก.ค.	163.6	5.3	0.39
ส.ค.	174.3	5.6	0.38
ก.ย.	179.3	6.0	0.36
ต.ค.	71.3	2.3	0.51

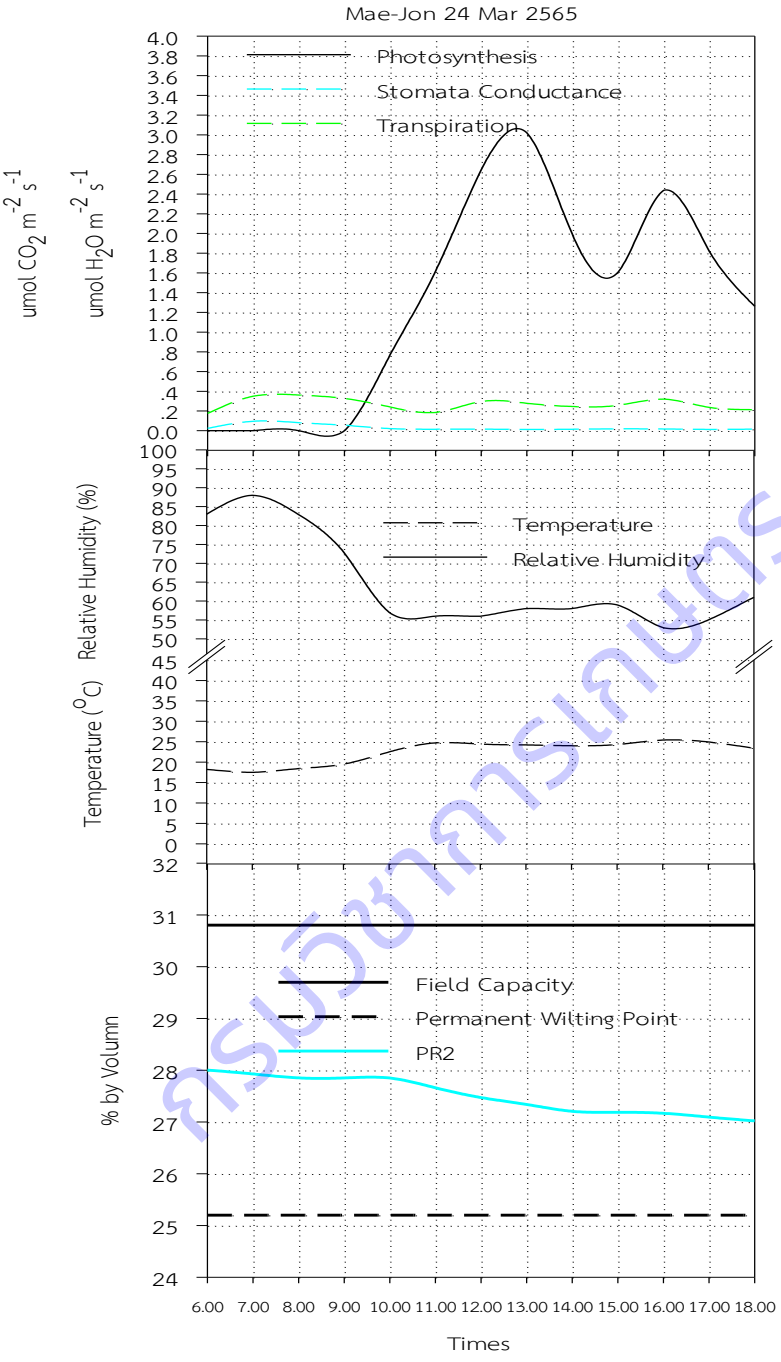
อย่างไรก็ตามเราได้ทำการวัดการสังเคราะห์แสงของกาแฟ การนำไหลปากใบของกาแฟ ความชื้นดินในขณะนั้น รวมทั้งสภาพภูมิอากาศที่มีผลต่อปัจจัยดังกล่าว ได้แก่ อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ในแปลงทดลองทดลองในศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) และแปลงทดลองในศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอน) (ภาพที่ 1 และ 2)

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 33 การวัดการสังเคราะห์แสงของกาแฟ การนำไหลปากใบของกาแฟ ความชื้นดินในแปลงทดลองในศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) เมื่อมีความคลื้มของเมฆ 80 เปอร์เซ็นต์

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 34 การวัดการสังเคราะห์แสงของกาแฟ การนำไหลปากใบของกาแฟ ความชื้นดินในแปลงทดลองในศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอน) เมื่อมีความคลื้มของเมฆ 40 เปอร์เซ็นต์

ศูนย์วิทยทรัพยากร

ชื่อโครงการย่อยที่ 2 การศึกษาปริมาณรอยเท้าน้ำในการผลิตเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของกาแฟอะราบิกา

การทดลองที่ 2.1 การศึกษาปริมาณรอยเท้าน้ำ (Water Footprint) ของผลผลิตกาแฟสำหรับกาแฟปลูกใหม่

ทำการศึกษาในแปลงกาแฟอายุ 1-3 ปี เก็บตัวอย่างดินไปวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ เพื่อประเมินความสมบัติดินที่เกี่ยวข้องกับการใช้น้ำของกาแฟอะราบิกา โดยทำการทดลองในพื้นที่ปลูกกาแฟโดยแบ่งพื้นที่เป็น 3 ระดับ ที่ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 800-1000 , 1000-1200 และ 1200-1400 เมตร แต่ละระดับความสูงทำการศึกษาจำนวน 2 แห่ง (ตารางที่ 83 และ 84)

ตารางที่ 83 การคำนวณการคายน้ำของพืชแท้จริงเฉลี่ยรายเดือน (ETc) ในแปลงทดลองในศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) เริ่มทำการวัดตั้งแต่วันที่ 1 มี.ค. 2565

เดือน	ความชื้นดินที่เปลี่ยนแปลง (mm)	ปริมาณน้ำซาบซึมลึก (mm)	ปริมาณน้ำที่ไหลบ่า (mm)	ปริมาณน้ำที่ให้ (mm)	ปริมาณน้ำฝน (mm)	การคายน้ำของพืช (ETc) (mm)
มี.ค.	-2.1	12.2	0	0	85.2	73.3
เม.ย.	-3.4	206.6	0	0	357.8	147.8
พ.ค.	19.4	488.5	0	0	589.1	120.0
มิ.ย.	-0.5	136.4	0	0	197.8	60.9
ก.ค.	7.9	511.8	0	0	615.0	111.1
ส.ค.	3.9	256.6	0	0	424.0	171.3
ก.ย.	14.9	491.3	0	0	684.8	208.4
ต.ค.	-30.0	69.1	35.9	0	219.5	84.5

หมายเหตุ : 1. สภาพพื้นที่แปลงทดลองเป็นแบบขั้นบันไดมีการตัดขวางของความชันในพื้นที่ทำให้มีปริมาณน้ำไหลบ่าที่ผิวที่ไหลลงถังดักตะกอนในปริมาณที่น้อยต่อการวัด

2. การคำนวณปริมาณน้ำซาบซึมลึกคำนวณโดยใช้สมการของ USDA soil conservation service

3. ความชื้นดินที่เปลี่ยนแปลงวัดจากความลึกดิน 0-60 เซนติเมตร โดยใช้เครื่องมือ Prob-meter PR 2 ในการวัดความชื้นดิน

ตารางที่ 84 การคำนวณการคายน้ำของพืชแท้จริงเฉลี่ยรายเดือน (ETc) ในแปลงทดลองในศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอน) เริ่มทำการวัดตั้งแต่วันที่ 1 มี.ค. 2565

เดือน	ความชื้นดินที่เปลี่ยนแปลง (mm)	ปริมาณน้ำซาบซึมลึก (mm)	ปริมาณน้ำที่ไหลบ่า (mm)	ปริมาณน้ำที่ให้ (mm)	ปริมาณน้ำฝน (mm)	การคายน้ำของพืช (ETc) (mm)
มี.ค.	-2.0	0.0	8.4	14.1	54.3	57.9
เม.ย.	8.1	76.1	23.6	12.4	222.9	143.7
พ.ค.	3.9	277.2	151.8	0	615.6	190.5
มิ.ย.	-13.3	23.8	65.3	0	211.8	109.4
ก.ค.	4.2	169.6	69.6	0	404.7	169.7
ส.ค.	8.2	209.3	57.2	0	435.0	176.7
ก.ย.	0.5	296.7	91.1	0	569.8	182.5
ต.ค.	-9.2	17.9	66.2	0	164.9	71.6

หมายเหตุ : 1. การคำนวณปริมาณน้ำซาบซึมลึกคำนวณโดยใช้สมการของ USDA soil conservation service

2. ความชื้นดินที่เปลี่ยนแปลงวัดจากความลึกดิน 0-60 เซนติเมตร โดยใช้เครื่องมือ Prob-meter PR 2 ในการวัดความชื้นดิน

กรมวิชาการเกษตร

จากข้อมูลดังตารางที่ 13 และ 14 ทั้งในแปลงทดลองในศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) และแปลงทดลองในศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอน) นำมาเป็นพารามิเตอร์ในสมการคำนวณปริมาณรอยเท้าน้ำสีเขียว ปริมาณรอยเท้าน้ำสีน้ำเงิน และปริมาณรอยเท้าน้ำสีเทา (ตารางที่ 85 และ 86)

ตารางที่ 85 พารามิเตอร์ที่นำมาคำนวณปริมาณรอยเท้าน้ำของกาแฟเนื่องจากกาแฟยังไม่ได้ให้ผลผลิตในแปลงทดลองในศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) เริ่มทำการวัดตั้งแต่วันที่ 1 มี.ค. 2565

เดือน	ปริมาณน้ำฝน (mm)	ปริมาณน้ำที่ให้ (mm)	ปริมาณน้ำที่ไหลบ่า (mm)	ปริมาณน้ำซาบซึมลึก (mm)	สัมประสิทธิ์การระบายน้ำ α
มี.ค.	85.2	0	0	12.2	0.14
เม.ย.	357.8	0	0	206.6	0.58
พ.ค.	589.1	0	0	488.5	0.83
มิ.ย.	197.8	0	0	136.4	0.69
ก.ค.	615.0	0	0	511.8	0.83
ส.ค.	424.0	0	0	256.6	0.61
ก.ย.	684.8	0	0	491.3	0.71
ต.ค.	219.5	0	35.9	69.1	0.48

หมายเหตุ : 1. สภาพพื้นที่แปลงทดลองเป็นแบบขั้นบันไดมีการตัดขวางของความชันในพื้นที่ทำให้มีปริมาณน้ำไหลบ่าที่ผิวที่ไหลลงถังดักตะกอนในปริมาณที่น้อยต่อการวัด

2. การคำนวณปริมาณน้ำซาบซึมลึกคำนวณโดยใช้สมการของ USDA soil conservation service

3. ความชื้นดินที่เปลี่ยนแปลงวัดจากความลึกดิน 0-60 เซนติเมตร โดยใช้เครื่องมือ Probmeter PR 2 ในการวัดความชื้นดิน

ตารางที่ 86 พารามิเตอร์ที่นำมาคำนวณปริมาณรอยเท้าน้ำของกาแฟเนื่องจากกาแฟยังไม่ได้ให้ผลผลิตในแปลงทดลองในศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอน) เริ่มทำการวัดตั้งแต่วันที่ 1 มี.ค. 2565

เดือน	ปริมาณน้ำฝน	ปริมาณน้ำที่ให้	ปริมาณน้ำที่ไหลบ่า (mm)	ปริมาณน้ำซาบซึมลึก	สัมประสิทธิ์การระบายน้ำ α
มี.ค.	(mm)	(mm)	8.4	(mm)	0.12
เม.ย.	54.3	14.1	23.6	0.0	0.42
พ.ค.	222.9	12.4	151.8	76.1	0.70
มิ.ย.	615.6	0	65.3	277.2	0.42
ก.ค.	211.8	0	69.6	23.8	0.59
ส.ค.	404.7	0	57.2	169.6	0.56
ก.ย.	435.0	0	91.1	209.3	0.69
ต.ค.	569.8	0	66.2	296.7	0.64

หมายเหตุ : 1. การคำนวณปริมาณน้ำซาบซึมลึกคำนวณโดยใช้สมการของ USDA soil conservation service

2. ความชื้นดินที่เปลี่ยนแปลงวัดจากความลึกดิน 0-60 เซนติเมตร โดยใช้เครื่องมือ Prob-meter PR 2 ในการวัดความชื้นดิน

ศูนย์วิชาการเกษตร

ชื่อกิจกรรมที่ 2 การศึกษาปริมาณรอยเท้าน้ำในการผลิตเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของกาแฟอะราบิกา

การทดลองที่ 2.2 การศึกษาปริมาณรอยเท้าน้ำ (Water Footprint) ของผลผลิตกาแฟสำหรับกาแฟที่ให้ผลผลิตแล้ว

ทำการศึกษาในแปลงกาแฟอายุ 3 ปีขึ้นไป เก็บตัวอย่างดินไปวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ เพื่อประเมินความสมบัติดินที่เกี่ยวข้องกับการใช้น้ำของกาแฟอะราบิกา โดยทำการทดลองในพื้นที่ปลูกกาแฟโดยแบ่งพื้นที่เป็น 3 ระดับ ที่ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 800-1000 , 1000-1200 และ 1200-1400 เมตร แต่ละระดับความสูงทำการศึกษาจำนวน 2 แห่ง

จากข้อมูลตารางที่ 85 และ 86) ของการทดลองที่ 1.1 ทั้งในแปลงทดลองในศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) และแปลงทดลองในศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอน) นำมาเป็นพารามิเตอร์ในสมการคำนวณปริมาณรอยเท้าน้ำสีเขียว ปริมาณรอยเท้าน้ำสีน้ำเงิน และปริมาณรอยเท้าน้ำสีเทา (ตารางที่ 87 และ 88)

ตารางที่ 87 พารามิเตอร์ที่นำมาคำนวณปริมาณรอยเท้าน้ำของกาแฟเนื่องจากกาแฟยังไม่ได้ให้ผลผลิตในแปลงทดลองทดลองในศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) เริ่มทำการวัดตั้งแต่วันที่ 1 มี.ค. 2565

เดือน	ปริมาณน้ำฝน (mm)	ปริมาณน้ำที่ให้ (mm)	ปริมาณน้ำที่ไหลบ่า (mm)	ปริมาณน้ำซาบซึมลึก (mm)	สัมประสิทธิ์การระบายน้ำ α
มี.ค.	85.2	0	0	12.2	0.14
เม.ย.	357.8	0	0	206.6	0.58
พ.ค.	589.1	0	0	488.5	0.83
มิ.ย.	197.8	0	0	136.4	0.68
ก.ค.	615.0	0	0	511.8	0.83
ส.ค.	424.0	0	0	256.6	0.61
ก.ย.	684.8	0	0	491.3	0.72
ต.ค.	219.5	0	1.5	103.5	0.48

หมายเหตุ : 1. สภาพพื้นที่แปลงทดลองเป็นแบบขั้นบันไดมีการตัดขวางของความชันในพื้นที่ทำให้มีปริมาณน้ำไหลบ่าที่ผิวที่ไหลลงถังดักตะกอนในปริมาณที่น้อยต่อการวัด

2. การคำนวณปริมาณน้ำซาบซึมลึกคำนวณโดยใช้สมการของ USDA soil conservation service

3. ความชื้นดินที่เปลี่ยนแปลงวัดจากความลึกดิน 0-60 เซนติเมตร โดยใช้เครื่องมือ Prob-meter PR 2 ในการวัดความชื้นดิน

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 88 พารามิเตอร์ที่นำมาคำนวณปริมาณรอยเท้าน้ำของกาแฟเนื่องจากกาแฟยังไม่ได้ให้ผลผลิตในแปลงทดลองทดลองในศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอน) เริ่มทำการวัดตั้งแต่วันที่ 1 มี.ค. 2565

เดือน	ปริมาณน้ำฝน	ปริมาณน้ำที่ให้	ปริมาณน้ำที่ไหลบ่า	ปริมาณน้ำซาบซึมลึก	สัมประสิทธิ์การระบายน้ำ α
มี.ค.	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	0.10
เม.ย.	54.3	17.7	0.4	6.6	0.41
พ.ค.	222.9	18.1	14.0	85.7	0.69
มิ.ย.	615.6	0	66.6	362.4	0.42
ก.ค.	211.8	0	10.0	79.1	0.59
ส.ค.	435.0	0	8.9	257.6	0.61
ก.ย.	569.8	0	42.3	345.5	0.68
ต.ค.	164.9	0	23.6	60.5	0.51

หมายเหตุ : 1. การคำนวณปริมาณน้ำซาบซึมลึกคำนวณโดยใช้สมการของ USDA soil conservation service
2. ความชื้นดินที่เปลี่ยนแปลงวัดจากความลึกดิน 0-60 เซนติเมตร โดยใช้เครื่องมือ Prob-meter PR 2 ในการวัดความชื้นดิน

โครงการวิจัยย่อยที่ 4 วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเพิ่มผลผลิตโกโกเพื่อรองรับเกษตรกรรมยั่งยืน

กิจกรรมที่ 1 การศึกษาระบบปลูกและการจัดการน้ำเพื่อเพิ่มผลผลิตโกโก้

1.1) การศึกษาระบบปลูกและชนิดของต้นพันธุ์เพื่อเพิ่มผลผลิตโกโก้ ทำการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตและผลผลิตรวมในรอบปี ข้อมูลการเกิดโรคและแมลงเปรียบเทียบระหว่างระบบปลูกแบบพืชเดี่ยวและพืชร่วม พบว่า การปลูกโกโก้แบบพืชเดี่ยวให้ผลผลิตสูงกว่าการการปลูกแบบพืชร่วมประมาณ 2 เท่า โดยพันธุ์ชุมพร 1 ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์อื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 89) นำผลผลิตโกโก้ทั้งสองระบบปลูกมาเปรียบเทียบกัน พบว่าโกโก้ที่ปลูกแบบพืชเดี่ยวให้ผลผลิตมากกว่าโกโก้ที่ปลูกแบบพืชร่วมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อแบ่งตามระบบปลูก พบว่าพันธุ์ชุมพร 1 เพาะเมล็ด ชุมพร 1 ที่ติดตาเพิ่มพันธุ์ ICS95 หรือ UF676 และพันธุ์ UF676 ที่ปลูกแบบพืชเดี่ยวให้ผลผลิตมากกว่าการปลูกแบบพืชร่วมอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ส่วนพันธุ์ชุมพร 1 เปลี่ยนยอดและพันธุ์ ICS95 ที่ปลูกแบบพืชเดี่ยวกับการปลูกแบบพืชร่วมให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) สอดคล้องกับ Koko et al. (2013) ที่ทำการก็บข้อมูลโกโก้อายุ 5 ปีที่ปลูกแบบพืชเดี่ยวเปรียบเทียบกับโกโก้ที่ปลูกแบบพืชร่วมที่ไอวอรี่โคสต์ พบว่าโกโก้ที่ปลูกแบบพืชเดี่ยวให้ผลผลิต 64 ผล/ต้น/ปี ในขณะที่โกโก้ที่ปลูกร่วมกับส้มและอโวกาโดให้ผลผลิต 30 ผล และ 28 ผล/ต้น/ปี ตามลำดับ ซึ่งปริมาณแสงที่โกโก้ได้รับส่งผลต่อความแข็งแรงของต้นและปริมาณผลผลิตอย่างมาก

ส่วนการเจริญเติบโตพบว่าโกโก้ที่ปลูกแบบพืชเดี่ยว พันธุ์ชุมพร 1 ทุกกรรมวิธีมีเส้นรอบวงโคนต้นมากกว่าพันธุ์ ICS95 และ UF676 อย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 90) ส่วนโกโก้ที่ปลูกแบบพืชร่วม ทุกกรรมวิธีมีเส้นรอบวงโคนต้นไม่แตกต่างกัน เมื่อนำทั้งสองระบบปลูกมาเปรียบเทียบกัน พบว่าโกโก้ที่ปลูกแบบพืชเดี่ยวมีการเจริญเติบโตดีกว่าโกโก้ที่ปลูกแบบพืชร่วม โดยมีเส้นรอบวงโคนต้นของโกโก้มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) หากแบ่งตามกรรมวิธี พบว่าพันธุ์ชุมพร 1 ทุกกรรมวิธีที่ปลูกแบบพืชเดี่ยวมีเส้นรอบวงโคนต้นมากกว่าพันธุ์ชุมพร 1 ที่ปลูกแบบพืชร่วมอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) และพันธุ์ ICS95 ที่ปลูกแบบพืชร่วมมีเส้นรอบวงโคนต้น

มากกว่าที่ปลูกแบบพืชเดี่ยวอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ส่วนพันธุ์ UF676 มีเส้นรอบวงโคนต้นไม่แตกต่างกันทั้งการปลูกแบบพืชเดี่ยวและปลูกแบบพืชร่วม ($p > 0.05$) (ตารางที่ 90)

ในปี 2565 พบการทำลายของหนอนเจาะลำต้นทำลายกิ่งโกโก้ที่ปลูกแบบพืชเดี่ยวมากกว่าโกโก้ที่ปลูกแบบพืชร่วม และพบการทำลายของหนอนเจาะผล (*Carmenta* sp. หรือ *Eupatorium* sp.) นอกจากนี้ปริมาณผลผลิตโกโก้ทั้งสองแปลงลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับปี 2564 เนื่องจากมีฝนตกต่อเนื่องเป็นเวลาหลายสัปดาห์ในช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต (ก.ย.2564 - ก.พ. 2565) (ภาพที่ 35) ส่งผลให้เกิดการระบาดของโรคผลเน่าดำ จึงต้องทำการตัดผลโกโก้ที่เป็นโรคออกนำไปเผาทำลายนอกแปลงเพื่อยับยั้งการระบาดของโรค

ตารางที่ 89 ผลผลิตของโกโก้แต่ละกรรมวิธี ในระบบปลูกแบบพืชเดี่ยวและพืชร่วม (ปี 2564/65)

ระบบปลูก / กรรมวิธี	ผลผลิต/ต้น/ปี (ผล)		ผลผลิต/ไร่/ปี [1] (ผล)	
	ปลูกแบบพืชเดี่ยว	ปลูกแบบพืชร่วม	ปลูกแบบพืชเดี่ยว	ปลูกแบบพืชร่วม
1.พันธุ์ชุมพร 1 (เพาะเมล็ด)	19.89 a	8.38 b	3,521	1,483
2.พันธุ์ชุมพร 1 (เสียบยอด)	20.79 a	16.28 a	3,680	2,881
3.พันธุ์ชุมพร 1+พันธุ์ ICS 95 หรือ UF676	15.99 a	7.64 bc	2,831	1,352
4.พันธุ์ ICS95	7.22 b	3.89 bc	1,278	687
5.พันธุ์ UF676	7.67 b	2.79 c	1,357	493
%CV	53.1	66.9		

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เปรียบเทียบโดยวิธี DMRT

หมายเหตุ: [1] คำนวณจากต้นโกโก้ 177 ต้น (ระยะปลูก 3 x 3 เมตร)

*ผลผลิต/ไร่/ปี (ผล) เป็นการคำนวณจำนวนผลโกโก้ในพื้นที่ 1 ไร่ เพื่อให้เห็นจำนวนผลผลิตในภาพรวม จึงไม่มีค่า %CV

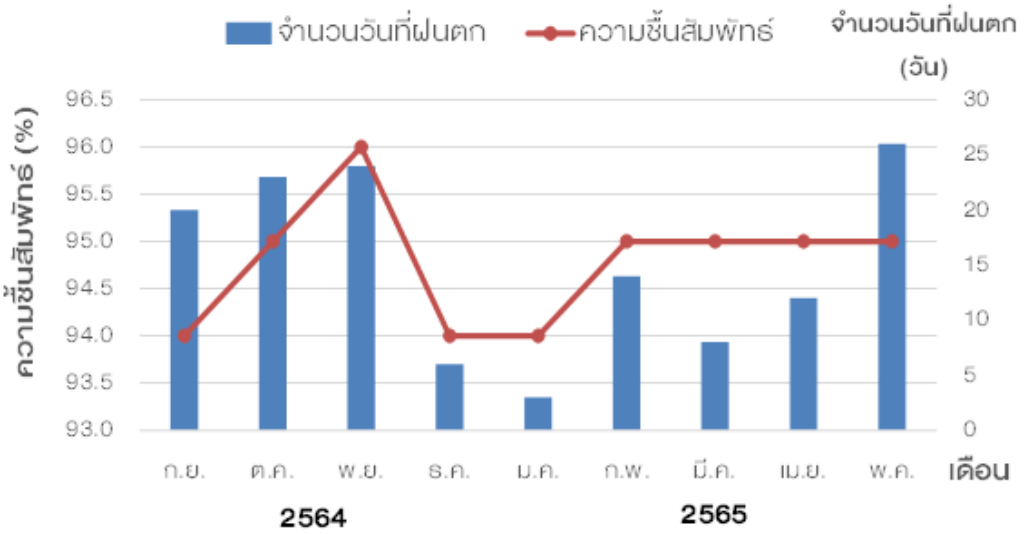
ตารางที่ 90 ค่าเฉลี่ยความสูงและความกว้างของเส้นรอบวงของโกโก้ ปี 2565

ระบบปลูก / กรรมวิธี	ความสูง (ซม.)		เส้นรอบวง (ซม.)	
	ปลูกแบบพืชเดี่ยว	ปลูกแบบพืชร่วม	ปลูกแบบพืชเดี่ยว	ปลูกแบบพืชร่วม
1.พันธุ์ชุมพร 1 (เพาะเมล็ด)	**315 a**	**325 a**	**38.82 a**	32.61
2.พันธุ์ชุมพร 1 (เสียบยอด)	270 b	272 b	**38.11 a**	34.19
3.พันธุ์ชุมพร 1+พันธุ์ ICS 95 หรือ UF676	279 b	286 b	**38.57 a**	34.26
4.พันธุ์ ICS95	266 b	**311 a**	30.76 b	34.79
5.พันธุ์ UF676	257 b	232 c	29.77 b	31.70
%CV	9.40	9.70	13.4	ns

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เปรียบเทียบโดยวิธี DMRT

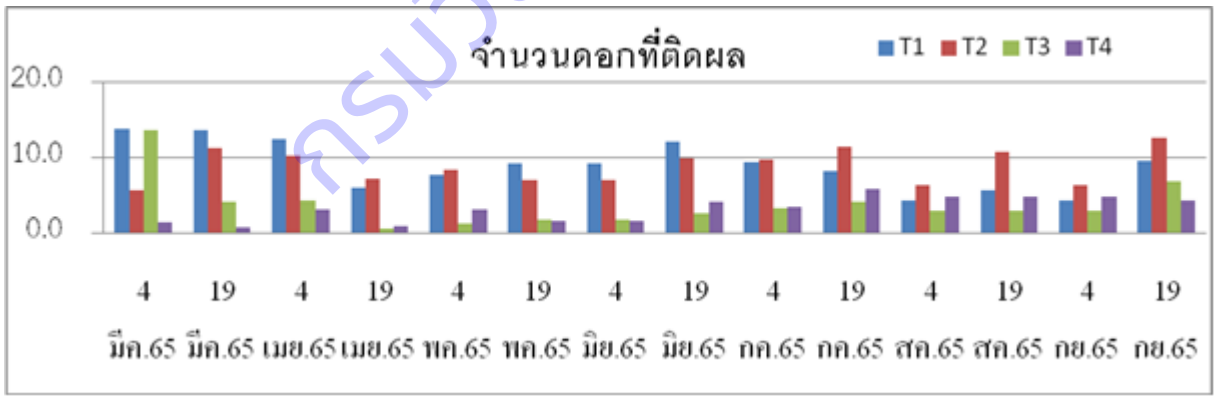
ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 35 จำนวนวันที่ฝนตกและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศระหว่างเดือน ก.ย. 2564-พ.ค. 2565

1.2) การให้น้ำและการคลุมโคนต่อการติดผลและเพิ่มขนาดฝักโกโก้ ดำเนินการ ณ สหกรณ์การเกษตรห้วยคต จ.อุทัยธานี ทำการติดตั้งระบบน้ำและดำเนินการตามกรรมวิธีที่กำหนด พร้อมทั้งทำการเก็บดินวิเคราะห์ พบว่า ดินเป็นดินร่วนปนทราย มีความเป็นกรดอ่อน pH 6.58 มีธาตุอินทรีย์วัตถุ 1.98% มีฟอสฟอรัสน้อย 3 ppm และมีโพแทสเซียม 115 ppm จากการเก็บข้อมูลจำนวนดอกที่พัฒนาไปเป็นผล เดือนละ 2 ครั้ง (วันที่ 4 และ 19 ของทุกเดือน ตั้งแต่เดือน มี.ค. – ก.ย. 65) พบว่า ทุกกรรมวิธี มีแนวโน้มว่าในช่วงปลายเดือนเมษายน ถึง ต้นเดือนมิถุนายน ปี 2565 เป็นช่วงที่มีดอกพัฒนาไปเป็นผลน้อย (ภาพที่ 36) โดยกรรมวิธีที่ 1 และ 2 ซึ่งเกษตรกรให้น้ำ 30 ลิตรต่อต้น มีแนวโน้มจำนวนดอกที่พัฒนาไปเป็นผลในปริมาณสูงกว่ากรรมวิธีที่ 3 และ 4 ที่ให้น้ำ 10 ลิตรต่อต้น ไม่ว่าจะใช้หรือไม่ใช้วัสดุคลุมโคนก็ตาม

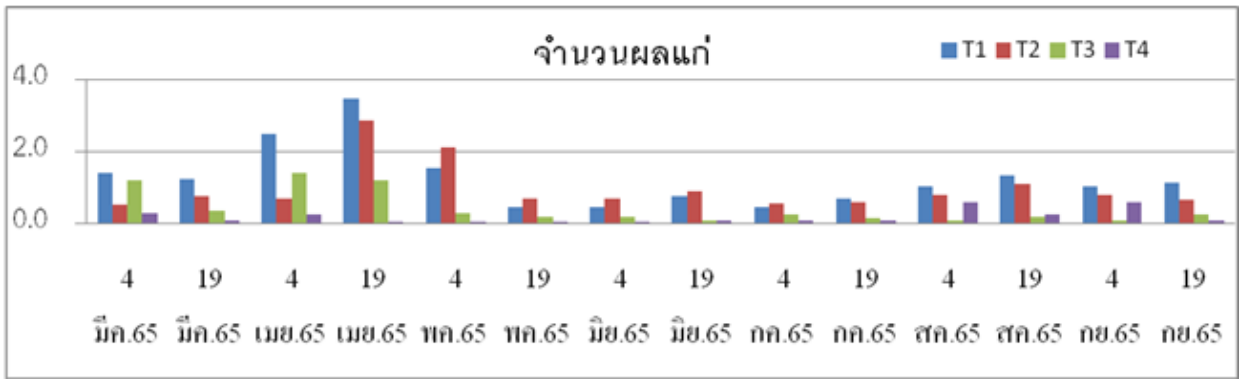


ภาพที่ 36 แสดงจำนวนดอกของโกโก้ที่ติดผลระหว่างวันที่ 4 มีนาคม-19 กันยายน 2565

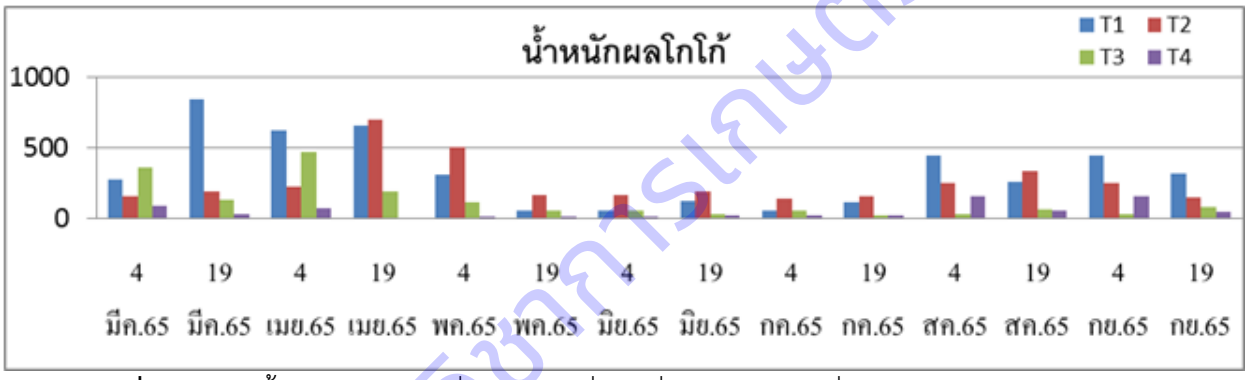
สำหรับจำนวนดอกที่ติดผล นั้นได้ติดตามเก็บข้อมูลการพัฒนาจากผลเล็กไปเป็นผลที่เก็บเกี่ยวได้และ น้ำหนักผลโกโก้ พบว่า ในปีแรกโกโก้ติดผลน้อยมาก เฉลี่ยกรรมวิธีละ 1 ผลเท่านั้น มีเพียงช่วงเดือนเมษายน 2565 ที่ต้นโกโก้ของกรรมวิธีที่ 1 ให้น้ำ 30 ลิตรต่อต้น ที่สามารถเก็บผลผลิตได้มากกว่า 2 ผลต่อต้น และช่วงปลายเดือนเมษายน ถึงต้นเดือนพฤษภาคม กรรมวิธีที่ 2 ให้น้ำ 30 ลิตรต่อต้นและคลุมโคน ที่เก็บผลผลิตได้มากกว่า 2 ผลต่อต้น (ภาพที่ 37)

กรมวิชาการเกษตร

ส่วนน้ำหนักฝักโกโก้นั้น ส่วนใหญ่มีน้ำหนักต่ำกว่า 500 กรัม ยกเว้นกรรมวิธีที่ 1 ให้น้ำ 30 ลิตรต่อต้น ที่เก็บเกี่ยวได้ในช่วง มี.ค.-เม.ย.2565 มีน้ำหนักมากกว่า 500 กรัม (ภาพที่ 38) ผลผลิตโกโก้ส่วนใหญ่ของแปลงทดลองนี้เป็นผลที่ยังไม่สมบูรณ์ อาจเป็นเพราะต้นโกโก้เพิ่งเริ่มให้ผลผลิต ผลโกโก้จึงมีน้ำหนักน้อย



ภาพที่ 37 แสดงน้ำหนักจำนวนฝักโกโก้ที่เก็บเกี่ยวได้ ระหว่างวันที่ 4 มีนาคม-19 กันยายน 2565



ภาพที่ 38 แสดงน้ำหนักผลผลิตเฉลี่ยของโกโก้ที่เก็บเกี่ยว ระหว่างวันที่ 4 มีนาคม-19 กันยายน 2565

กิจกรรมที่ 2 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางสภาพแวดล้อมกับการเจริญเติบโตของโกโก้ในพื้นที่ปลูกที่มีสภาพแวดล้อมแตกต่างกัน 5 การทดลอง ทำการศึกษาในแปลงเกษตรกรของจังหวัดเชียงราย เพชรบูรณ์ซึ่งตั้งอยู่ทางภาคเหนือ หนองคายทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ชุมพร และสงขลาซึ่งตั้งอยู่ทางภาคใต้ โดยในปี 2565 ทำการสุ่มเก็บข้อมูลสมบัติทางเคมีบางประการของดิน โดยผลการเก็บข้อมูลดังตารางที่ 3 และทำการเก็บข้อมูลพัฒนาการของโกโก้อย่างน้อยแปลงละ 50 ต้น จำนวน 14 แปลง โกโก้อายุ 2-4 ปี เป็นการปลูกโกโก้แบบเชิงเดี่ยวและปลูกแบบพืชร่วมไม้ผล ร่วมยางพารา และอื่น ๆ โดยโกโก้มีการแตกใบอ่อนที่สัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝน ซึ่งเมื่อแตกใบอ่อนแล้วจะมีการออกดอกตามมาในเวลาใกล้เคียงกัน การเก็บเกี่ยวผลผลิตสามารถเก็บเกี่ยวได้เกือบตลอดปี โรคที่พบมาก ได้แก่ โรคผลเน่าดำ พบมากในจังหวัดที่มีฝนตกชุกและมีความชื้นสูง เช่น ชุมพร สงขลา และเชียงราย เป็นต้น แมลงที่พบมากที่สุด ได้แก่ มวนโกโก้ ด้วงกินใบ เพลี้ยอ่อนและเพลี้ยแป้ง สัตว์ศัตรูที่พบ คือ หนูและกระรอกเข้าทำลายช่วงผลโกโก้ใกล้เก็บเกี่ยว

จากการเก็บสุ่มเก็บตัวอย่างดินเพื่อทำการวิเคราะห์สมบัติบางประการของดินในพื้นที่ปลูกโกโก้ 5 จังหวัด ผลการวิเคราะห์ (ตารางที่ 91) โดยดินทางภาคเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือจะมีความเป็นกรดด่าง (pH) ปาน

กรมวิชาการเกษตร

กลางถึงด่างอ่อน อยู่ในช่วง 6.05-7.41 ส่วนดินทางภาคใต้จะมีความเป็นกรดอ่อน pH อยู่ในช่วง 4.40-5.84 ซึ่งดินส่วนใหญ่ทางภาคใต้มักจะมีความเป็นกรดเนื่องจากมีการกัดกร่อนและชะล้างของหน้าดินเนื่องจากปริมาณฝนที่ตกมากกว่าภาคอื่น (ภาพที่ 5)

ตารางที่ 91 ผลการวิเคราะห์สมบัติของดินปลูกโกโก้ของเกษตรกรในแต่ละพื้นที่ ปี 2565

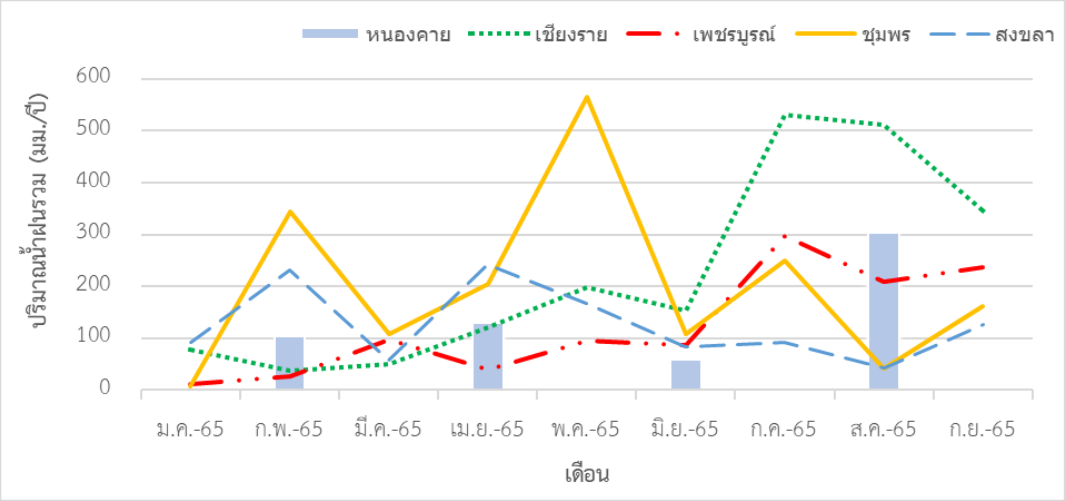
แปลง	จังหวัด	pH	OM	P	K	Ca	Mg	Texture
1. โกโก้เชิงเดี่ยว	เชียงราย	6.87	3.48	63	264			ดินเหนียว
2. โกโก้เชิงเดี่ยว	เชียงราย	6.93	2.84	59	255			ดินร่วนปนทราย
3. โกโก้เชิงเดี่ยว	เพชรบูรณ์	7.20	2.28	135	266			ดินเหนียว
4. โกโก้เชิงเดี่ยว	เพชรบูรณ์	7.41	1.86	61.5	270			ดินร่วนปนทราย
5. โกโก้เชิงเดี่ยว	หนองคาย	6.20	1.70	15	33			ดินร่วน
6. โกโก้เชิงเดี่ยว	หนองคาย	6.05	2.24	4	69			ดินร่วน
7. โกโก้เชิงเดี่ยว	ชุมพร	5.68	1.69	35.76	71.19	262.4	59.36	ดินร่วน
8. โกโก้ร่วมยางพารา	ชุมพร	5.84	1.96	35.76	67.52	877.5	140.07	ดินร่วนเหนียว
9. โกโก้เชิงเดี่ยว	ชุมพร	5.15	1.82	73.85	87.4	238.95	51.31	ดินร่วนปนทราย
10. โกโก้ร่วมไม้ผล	ชุมพร	5.00	1.11	104.73	55.89	170.40	32.36	ดินทรายปนดินร่วน
11. โกโก้เชิงเดี่ยว	สงขลา	4.46	1.14	4.37	11.58	1.29	0.26	ดินร่วน
12. โกโก้ร่วมยางพารา	สงขลา	5.41	1.40	13.75	30.89	4.37	0.92	ดินร่วนเหนียว
13. โกโก้ร่วมมังคุด	สงขลา	4.40	1.11	35.14	58.07	0.74	0.23	ดินร่วน
14. โกโก้ร่วมสะตอ	สงขลา	4.92	1.20	59.08	54.78	0.97	0.17	ดินร่วน

1. สภาพภูมิอากาศในแหล่งปลูกโกโก้

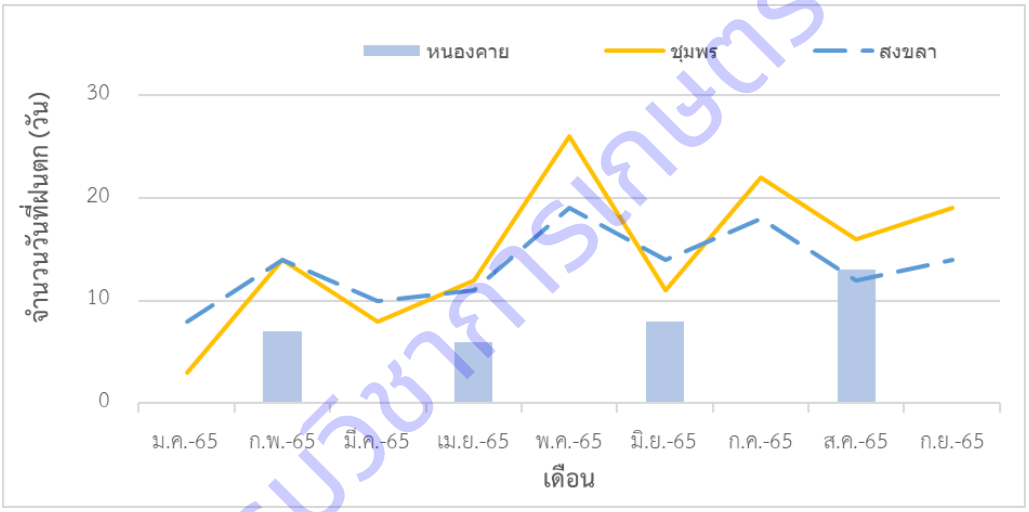
- **ปริมาณน้ำฝนรวมต่อปีและการกระจายตัวของฝน** ฝนมีส่วนสำคัญในการเจริญเติบโตของโกโก้ ในพื้นที่ปลูกโกโก้เชียงรายมีปริมาณน้ำฝนรวมต่อปีสูงที่สุด 2,027 มม. รองลงมา ได้แก่ ชุมพร 1,794 มม. ส่วนยะลา เพชรบูรณ์ และหนองคาย มีปริมาณน้ำฝนรวมประมาณ 1,100 มม. การกระจายตัวของฝนในพื้นที่เชียงราย เพชรบูรณ์ และหนองคายที่ตั้งอยู่ทางภาคเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือจะกระจายตัวมากในช่วงฤดูฝน ตั้งแต่เดือนพฤษภาคมเป็นต้นไป และช่วงแล้งมีปริมาณน้ำฝนน้อยกว่า 100 มม. (Wood and Lass, 1985) ประมาณ 2-3 เดือนติดต่อกันก่อนเข้าฤดูฝน ส่วนชุมพรและสงขลาที่ตั้งอยู่ทางภาคใต้มีการกระจายตัวของฝนดีเกือบตลอดปี โดยมีช่วงแล้งประมาณ 2 เดือน (ภาพที่ 39 และ 40)

- **อุณหภูมิ** เพชรบูรณ์ และเชียงราย มีอุณหภูมิสูงในช่วงฤดูแล้งและลดลงเมื่อเข้าสู่ฤดูฝน อุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ในช่วง 31-35 องศาเซลเซียส ส่วนหนองคาย ชุมพร และสงขลา มีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ในช่วง 27-29 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 41) ซึ่งค่อนข้างคงที่ตลอดปี

กรมวิชาการเกษตร



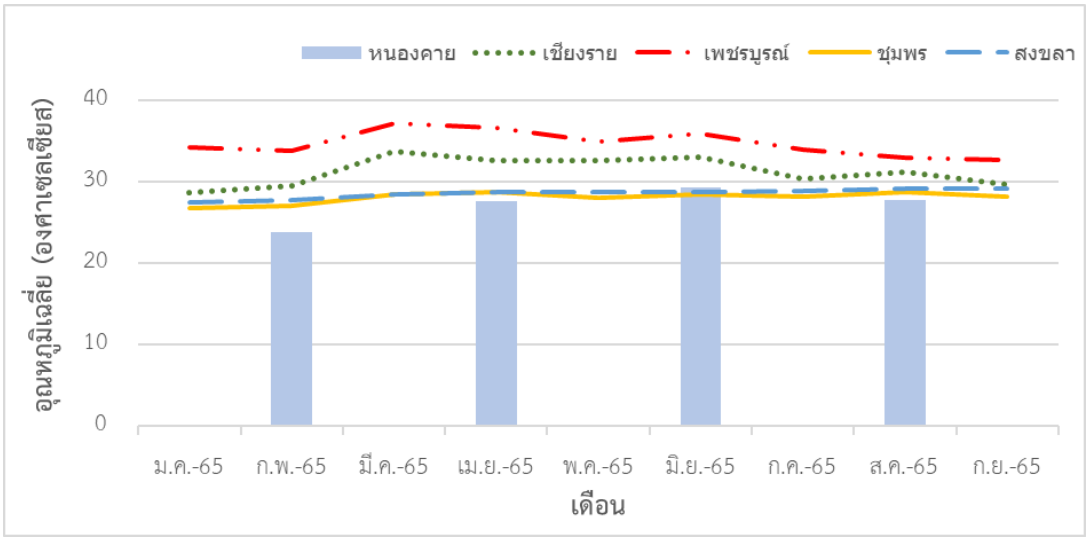
ภาพที่ 39 ปริมาณน้ำฝนรวมต่อปีของแหล่งปลูกโกโก้แต่ละแห่ง



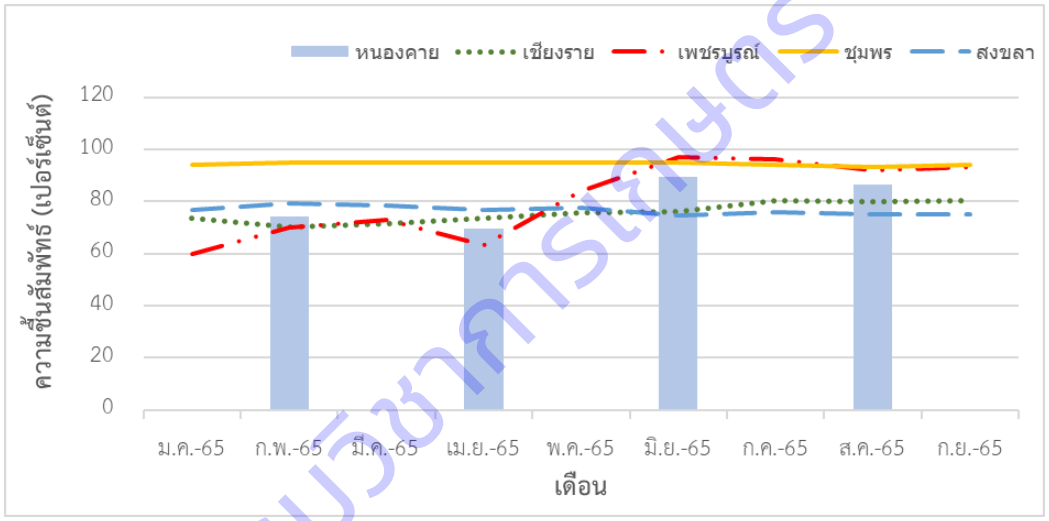
ภาพที่ 40 จำนวนวันที่ฝนตกในแต่ละเดือนของแหล่งปลูกโกโก้แต่ละแห่ง

- **ความชื้นสัมพัทธ์** เชียงราย เพชรบูรณ์ และหนองคาย จะมีความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงฤดูแล้งประมาณ 60-74 เปอร์เซ็นต์ และความชื้นสัมพัทธ์จะเพิ่มขึ้นเมื่อเข้าสู่ฤดูฝนไปจนถึงฤดูหนาว ความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 76-97 เปอร์เซ็นต์ ส่วนชุมพรและสงขลามีความชื้นสัมพัทธ์ค่อนข้างคงที่ โดยชุมพรมีความชื้นสูง 93-95 เปอร์เซ็นต์ และสงขลามีความชื้นสัมพัทธ์ 75-79 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 42)

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 41 อุณหภูมิเฉลี่ยของแหล่งปลูกโกโก้แต่ละแห่ง



ภาพที่ 42 ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยของแหล่งปลูกโกโก้แต่ละแห่ง

กรมวิชาการเกษตร

2. การเจริญเติบโตของโกโก้

- **จ.เชียงราย** โกโก้ทั้ง 2 แปลง มีอายุประมาณ 2-3 ปี มีขนาดเส้นรอบวงโคนต้นจากการวัดรอบโคนต้นสูงจากพื้นดินที่ระดับ 10 ซม. มีเส้นรอบวงโคนต้นเฉลี่ย 27 ซม. ความสูงต้นเฉลี่ย 262. ซม. ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ย 180-240x185-295 ซม. กิ่งข้างเฉลี่ย 3.45 กิ่ง

- **จ.เพชรบูรณ์** โกโก้มีขนาดเส้นรอบวงโคนต้นจากการวัดรอบโคนต้นสูงจากพื้นดินที่ระดับ 20 ซม. พบว่าโกโก้มีเส้นรอบวงโคนต้นเฉลี่ยทั้ง 2 แปลงที่ 36.37 ซม. โดยมีอัตราการเจริญเติบโตที่ 0.5-1.1 เซนติเมตร ต่อเดือน ความสูงต้นเฉลี่ยทั้ง 2 แปลงที่ 286.05. ซม. โดยมีอัตราการเจริญเติบโตที่ 4 -15 เซนติเมตร ต่อเดือน ความสูงคาคบเฉลี่ยทั้ง 2 แปลงที่ 23.58 ซม. ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ยทั้ง 2 แปลง ที่ 243.97 ซม. จำนวนกิ่งข้างเฉลี่ยทั้ง 2 แปลงที่ 3.75 กิ่ง

- **จ.หนองคาย** ปลูกโกโก้แบบพืชเดี่ยว เส้นรอบวงโคนต้นจากการวัดรอบโคนต้นสูงจากพื้นดินที่ระดับ 20 ซม. เฉลี่ยทั้ง 2 แปลงที่ 29.82 ซม. ความสูงเฉลี่ยทั้ง 2 แปลงที่ 350.18 ซม. ความสูงคาคบเฉลี่ยทั้ง 2 แปลงที่ 91.5 ซม. ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ยทั้ง 2 แปลงที่ 380.52 ซม. จำนวนกิ่งข้างเฉลี่ยทั้ง 2 แปลงที่ 3.97 กิ่ง

- **จ.ชุมพร** โกโก้แปลงที่ 1 ปลูกแบบพืชเดี่ยว มีเส้นรอบวงโคนต้นเฉลี่ย 34.70 เซนติเมตร อัตราการเจริญเติบโต 0.96 เซนติเมตร/เดือน แปลงที่ 2 ปลูกแบบพืชร่วมยาง มีเส้นรอบวงโคนต้นเฉลี่ย 27.72 เซนติเมตร อัตราการเจริญเติบโต 0.68 เซนติเมตร/เดือน แปลงที่ 3 ปลูกแบบพืชเดี่ยว มีเส้นรอบวงโคนต้นเฉลี่ย 33.21 เซนติเมตร อัตราการเจริญเติบโต 1.17 เซนติเมตร/เดือน แปลงที่ 4 ปลูกแบบพืชร่วมไม้ผล มีเส้นรอบวงโคนต้นเฉลี่ย 33.23 เซนติเมตร อัตราการเจริญเติบโต 1.22 เซนติเมตร/เดือน ซึ่งการปลูกโกโก้แบบพืชเดี่ยวมีแนวโน้มมีอัตราการเจริญเติบโตมากกว่าการปลูกโกโก้แบบพืชร่วม และเกษตรกรมีการตัดแต่งกิ่งเพื่อควบคุมทรงต้นทุก 2 เดือน จึงไม่ได้ทำการวัดความสูงและความกว้างทรงพุ่ม

- **จ.สงขลา** ต้นโกโก้แปลงร่วมสะตอมีเส้นรอบวงโคนต้น มากที่สุด 26.19 เซนติเมตร รองลงมา แปลงร่วมมังคุด แปลงร่วมเงายางพารา และแปลงเชิงเดี่ยว โกโก้มีเส้นรอบวงโคนต้น เท่ากับ 24.97 19.39 และ 18.01 เซนติเมตร ตามลำดับ การเพิ่มของเส้นรอบวงโคนต้นพบว่าแต่ละแปลง ในรอบปีโกโก้มีการเพิ่มขึ้นของเส้นรอบวงโคนต้นที่แตกต่างกัน ระหว่าง 0.04 – 2.01 เซนติเมตร พบว่า โกโก้ในแปลงร่วมมังคุด เส้นรอบวงโคนต้นเพิ่มมากที่สุด 2.01 เซนติเมตร และ ต้นโกโก้แปลงร่วมสะตอมีเส้นรอบวงโคนต้นเพิ่มน้อยที่สุด 0.04 เซนติเมตร

ความสูงของต้นโกโก้ อยู่ระหว่าง 210.31 - 337.38 เซนติเมตร ต้นโกโก้แปลงร่วมสะตอมีความสูงมากที่สุด 337.38 เซนติเมตร รองลงมา ได้แก่ แปลงร่วมยางพารา แปลงร่วมมังคุด 275.12 และ 266.88 เซนติเมตร ตามลำดับ โกโก้แปลงเชิงเดี่ยวมีความสูงของต้นโกโก้น้อยที่สุด 210.11 เซนติเมตร เกษตรกรมีการตัดแต่งกิ่งเพื่อจัดการทรงพุ่ม

ความกว้างทรงพุ่ม อยู่ระหว่าง 180.60– 415.83 เซนติเมตร พบว่า ต้นโกโก้แปลงร่วมสะตอมีความกว้างทรงพุ่มมากที่สุด 415.83 เซนติเมตร รองลงมา ได้แก่ โกโก้แปลงร่วมยางพาราและโกโก้แปลงร่วมมังคุด เท่ากับ 346.64 และ 311.38 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนโกโก้แปลงเชิงเดี่ยวมีความกว้างทรงพุ่มน้อยที่สุด 180.60 เซนติเมตร ทั้งนี้เกษตรกรมีการตัดแต่งเพื่อควบคุมทรงพุ่มและตัดแต่งกิ่งโกโก้ที่เสียหายจากลมพายุ

3. พัฒนาการของโกโก้

1) การแตกใบอ่อน

- เชียงราย โกโก้มีการแตกใบอ่อนทุกๆ เดือน ออกมากที่สุดในเดือนกุมภาพันธุ์ จำนวน 60 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา เดือนพฤษภาคม 55 เปอร์เซ็นต์ น้อยที่สุดเดือนสิงหาคมกันยายน 35 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 92)

- เพชรบูรณ์ โกโก้มีการแตกใบอ่อนมากที่สุดในเดือนกุมภาพันธุ์ จำนวน 78 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ เดือน มีนาคม และพฤษภาคม 52 และ 43 เปอร์เซ็นต์ น้อยที่สุดเดือนธันวาคม 11 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 93)

- หนองคาย โกโก้มีการแตกใบอ่อนมากที่สุดในเดือน ธันวาคม และสิงหาคม 99.6 เปอร์เซ็นต์ และ 96.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ รองลงมา เดือนมิถุนายน และกุมภาพันธ์ (ภาพที่ 43)

- ชุมพร โกโก้ทุกแปลงมีการแตกใบอ่อนตลอดปี โดยมีการแตกใบอ่อนมากในช่วงฤดูฝน (พฤษภาคม ถึง ธันวาคม) และมีปริมาณมากที่สุด 99.10 และ 95.95 เปอร์เซ็นต์ในเดือนกันยายนและมิถุนายน ตามลำดับ ส่วนเมษายนจะมีการแตกใบอ่อนน้อยที่สุดเฉลี่ย 36.49 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 44)

- สงขลา โกโก้มีการแตกใบอ่อนตลอดปี แต่ละแปลงมีการแตกใบอ่อนในแต่ละเดือนแตกต่างกัน แปลงเชิงเดี่ยวมีแตกใบอ่อนมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ เดือนมิถุนายน 63.33 เปอร์เซ็นต์ และกันยายน 60.00 เปอร์เซ็นต์ แปลงร่วมยางพารามีแตกใบอ่อน มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ เดือนสิงหาคม กันยายน พฤษภาคม เมษายน และ มีนาคม เท่ากับ 65.38, 69.23, 73.08, 76.92 และ 76.92 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แปลงร่วมมังคุดมีแตกใบอ่อนมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ เดือน พฤษภาคม มีนาคม กันยายน กรกฎาคม เมษายน และ มิถุนายน เท่ากับ 88.46, 84.62, 84.62, 76.92 และ 65.38 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แปลงร่วมสะตอมีแตกใบอ่อนมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ คือ เดือน กรกฎาคม พฤษภาคมเมษายน มิถุนายน มีนาคม กันยายน

และ สิงหาคม เท่ากับ 100, 96.15, 92.31, 92.31, 80.77, 73.08 และ 73.08 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าโกโก้ที่ปลูกในแปลงเชิงเดี่ยว แปลงร่วมมังคุดและแปลงร่วมสะตอไม่มีการแตกใบอ่อนในเดือนกุมภาพันธ์ (ตารางที่ 94)

2) การติดดอก

- เชียงราย โกโก้มีการออกดอกทุกเดือน โดยออกดอกมากที่สุดในเดือนมีนาคม 90 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเดือนที่ออกดอกน้อยที่สุดคือ ธันวาคม สิงหาคม และกันยายน 50 เปอร์เซ็นต์

- เพชรบูรณ์ การออกดอกพบทุกเดือน โดยออกดอกมากที่สุดในเดือนมกราคม กรกฎาคม และเมษายน 80, 64 และ 63 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนเดือนที่ออกดอกน้อยที่สุดคือ ธันวาคม 11 เปอร์เซ็นต์

- หนองคาย โกโก้มีการออกดอกทุกเดือน โดยออกดอกมากที่สุดในเดือนตุลาคมและเมษายน ส่วนเดือนที่ออกดอกน้อยที่สุดคือ ธันวาคม

- ชุมพร มีต้นออกดอกประมาณ 89-100 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนต้นทั้งหมด โดยออกดอกประมาณ 17.41-45.00 เปอร์เซ็นต์ โดยออกดอกมากที่สุดในเดือนกันยายนและมีนาคม 45 และ 40.69 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และออกดอกน้อยที่สุดในเดือนสิงหาคมและกุมภาพันธ์ (ภาพที่ 45)

- สงขลา แปลงเชิงเดี่ยวมีต้นออกดอกประมาณ 10- 90 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนต้นทั้งหมด โดยจำนวนต้นที่ออกมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ คือ เดือน พฤษภาคม เมษายน มิถุนายน กรกฎาคม และกันยายน เท่ากับ 90.00 90.00 90.00 90.00 และ70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และ น้อยกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ คือ เดือน สิงหาคม และ มีนาคม เท่ากับ 23.08 และ 10.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 95)

แปลงร่วมยางพารามีต้นออกดอก อยู่ระหว่าง 23.08 - 100.00 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนต้นทั้งหมด โดยจำนวนต้นออกดอกมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ คือ เดือน พฤษภาคม มิถุนายน สิงหาคม กันยายน กรกฎาคม และ เมษายน เท่ากับ 100.00 100.00 92.31 84.62 และ53.83 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ น้อยกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ คือ เดือน มีนาคม 23.08 เปอร์เซ็นต์

แปลงร่วมมังคุดมีต้นออกดอก อยู่ระหว่าง 10- 100.00 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนต้นทั้งหมด โดยจำนวนต้นออกดอกมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ คือ เดือน เมษายน พฤษภาคม มิถุนายน กันยายน สิงหาคม กรกฎาคม เท่ากับ 100.00 100.00 76.92 76.92 69.23 และ 53.58 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และ น้อยกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ คือ เดือน มีนาคม 23.08 เปอร์เซ็นต์

แปลงร่วมสะตอมีต้นออกดอก อยู่ระหว่าง 7.69 - 100.00 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนต้นทั้งหมด โดยจำนวนต้นที่ออกดอกมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ คือ เดือน มิถุนายน กรกฎาคม กันยายน สิงหาคม พฤษภาคม และ เมษายน เท่ากับ 100.00 100.00 100.00 92.31 84.62 และ 84.62 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และ น้อยกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ คือ เดือน มีนาคม 7.69 เปอร์เซ็นต์

3) การติดผลอ่อน

- เชียงราย โกโก้มีการติดผลอ่อนมากที่สุดในเดือนมีนาคม เมษายน 90 เปอร์เซ็นต์ น้อยสุดในเดือนธันวาคม 30 เปอร์เซ็นต์

- เพชรบูรณ์ โกโก้มีการติดผลอ่อนมากที่สุดในเดือนสิงหาคม 23.15 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือเดือนธันวาคม และพฤศจิกายน 21.78 และ 18.8 เปอร์เซ็นต์ น้อยสุดในเดือนเมษายน 1.70 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ยต้นละ 10.77 ผล/ต้น

- ชุมพร ต้นโกโก้ติดผลอ่อนตลอดปีประมาณ 48.65-94.55 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนต้นทั้งหมด และมีจำนวนผลอ่อน/ต้น มากที่สุดในเดือนกันยายนและมิถุนายน เฉลี่ยต้นละ 15.53 และ 13.53 ผล ตามลำดับ และจำนวนผลอ่อน/ต้น น้อยที่สุดในเดือนกุมภาพันธ์ เฉลี่ยต้นละ 6.57 ผล (ภาพที่ 45) โดยโกโก้ที่ปลูกร่วมยางจะติด

กรมวิชาการเกษตร

ผลน้อยกว่าโกโก้ที่ปลูกแบบพืชเดี่ยว โดยติดผลอ่อนมากที่สุดเฉลี่ยต้นละ 12.86 ผลในเดือนมิถุนายน และติดผลอ่อนน้อยที่สุดเฉลี่ยต้นละ 3.70 ผล ในเดือนกุมภาพันธ์

- สงขลา โกโก้แต่ละแปลงให้ผลผลิตสูงสุดอยู่ระหว่าง 19.5– 46.9 เปอร์เซ็นต์ โดยแปลงร่วมสะตอในเดือนเมษายนให้ผลผลิตมากที่สุด 46.9 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา แปลงร่วมยางพาราในเดือนสิงหาคม แปลงร่วมมังคุดในเดือนกรกฎาคม และแปลงเชิงเดี่ยวในเดือนสิงหาคม เท่ากับ 40.10 29.10 และ 19.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และไม่พบการติดผลเลยในเดือนมีนาคม (ตารางที่ 96)

4) ผลเหี่ยว เกิดจากหลายปัจจัย เช่น การแก่งแย่งสารอาหารระหว่างการเจริญทางลำต้นกับผลโกโก้ และการทำลายของโรคและแมลงศัตรูพืช เช่น โรคผลเน่า และมวนโกโก้ดูดกินน้ำเลี้ยง ซึ่งแต่ละแหล่งปลูกจะมีการเหี่ยวของผลอ่อนโกโก้แตกต่างกัน ที่เชียงรายพบการเหี่ยวของผลอ่อนโกโก้มากที่สุดในเดือนพฤษภาคม-กันยายน และพบผลเหี่ยวน้อยที่สุดช่วงเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม ที่เพชรบูรณ์พบการเหี่ยวของผลอ่อนพบมากที่สุดเดือนมกราคม 8.51 ผล/ต้น ผลเหี่ยวน้อยที่สุด ในเดือนเมษายน 3.3 ผล/ต้น ที่ชุมพรพบการเหี่ยวของผลอ่อนได้ตลอดทั้งปี พบมากที่สุดในช่วงฤดูฝนตั้งแต่เดือนเมษายน-กันยายน โดยพบ 71.62-95.95 เปอร์เซ็นต์ของต้นโกโก้ในแปลง พบผลเหี่ยวมากที่สุดในเดือนมิถุนายนโดยแปลงโกโก้ที่ปลูกแบบพืชเดี่ยวพบผลเหี่ยวเฉลี่ยต้นละ 6.26 ผล และโกโก้ที่ปลูกร่วมยางพบผลเหี่ยวเฉลี่ยต้นละ 20.05 ผล ที่สงขลาพบผลเหี่ยวมากเกือบทุกแปลง ในช่วงเดือนสิงหาคมถึงกันยายน

5) ผลสุก เชียงราย โกโก้มีผลสุกมากที่สุดในเดือนกรกฎาคม-กันยายน 60% ผลสุกน้อยในเดือนมีนาคม-เมษายน 40% เพชรบูรณ์ โกโก้เก็บเกี่ยวผลสุกมากที่สุดในเดือนธันวาคม 4.4 ผล/ต้น รองลงมาคือเดือน เมษายน 4.2 ผล/ต้น ผลสุกน้อยที่ในเดือน มิถุนายน 1.45 ผล/ต้น เฉลี่ยผลสุก 2.65 ผล/ต้น หนองคายมีผลสุกเฉลี่ย 3.52 ผล/ต้น/ปี มีผลสุกมากช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน ผลสุกมีน้อยช่วงเดือนตุลาคมถึงธันวาคม ที่ชุมพรผลผลิตโกโก้ทั้งปีในแปลงที่ปลูกแบบพืชเดี่ยวมีผลสุกเฉลี่ย 6.07 ผล/ต้น/ปี ในขณะที่โกโก้ปลูกร่วมยางมีผลสุกเฉลี่ย 3.67 ผล/ต้น/ปี โดยจะมีผลสุกตลอดปีแต่จะมีมากช่วงเดือนสิงหาคมถึงกุมภาพันธ์ และมีผลสุกน้อยที่สุดในเดือนพฤษภาคม เช่นเดียวกับสงขลาที่จะมีผลสุกมากในช่วงเดือนสิงหาคมถึงกุมภาพันธ์

6) โรค แมลงและสัตว์ศัตรูโกโก้

- เชียงรายและเพชรบูรณ์พบโรคผลเน่าดำ เพลี้ยแป้ง สัตว์ศัตรู เช่น กระรอกและหนูเข้าทำลายผลสุก แต่ไม่อยู่ในระดับที่สร้างความเสียหาย

- หนองคายไม่พบโรคแต่พบการเข้าทำลายของเพลี้ยแป้ง เพลี้ยหอย สัตว์ศัตรูพบกระรอกและหนูเข้าทำลายผลสุก

- ชุมพร พบการทำลายผลโกโก้ของมวนโกโก้ แมลงกินใบ เพลี้ยอ่อน เพลี้ยหอย โดยมวนโกโก้สามารถพบได้ตลอดปีโดยเฉพาะในช่วงเดือนกันยายนในแปลงโกโก้ที่ปลูกแบบพืชเดี่ยวจะพบมาก 68.25 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแปลงโกโก้ปลูกร่วมยางพบ 78.57 เปอร์เซ็นต์ แมลงกินใบพบได้ตลอดปี ในแปลงโกโก้ที่ปลูกแบบพืชเดี่ยวจะพบมากในช่วงเดือนกุมภาพันธ์-พฤษภาคม พบมากที่สุดในเดือนกุมภาพันธ์ 66.67 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแปลงโกโก้ปลูกร่วมยางพบแมลงกินใบประมาณ 34.35-48.98 เปอร์เซ็นต์ ทั้งสองแปลงพบแมลงกินใบน้อยหรือไม่พบเลยในเดือนกันยายน มีเพลี้ยอ่อนทำลายใบมากในเดือนกุมภาพันธ์ มีนาคม และมิถุนายน พบการทำลายประมาณ 12.21-18.37 เปอร์เซ็นต์ เพลี้ยหอยพบมากในแปลงโกโก้ร่วมยางพาราในเดือนกุมภาพันธ์ 20.41 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในแปลงโกโก้พืชเดี่ยวพบมากในเดือนกันยายน 12.70 เปอร์เซ็นต์ ส่วนสัตว์ศัตรูพบสัตว์ฟันแทะเข้าทำลายผลโกโก้ในช่วงเดือนสิงหาคม-กันยายน ซึ่งเป็นช่วงที่ผลโกโก้สุก (ภาพที่ 46 – 48)

- สงขลา โกโก้ที่ปลูกแบบพืชเดี่ยวพบแมลงกินใบ หนอนเจาะต้นในเดือนกุมภาพันธ์ โกโก้ร่วมยางพาราพบการทำลายของมวนโกโก้ในเดือนมิถุนายนและเดือนกันยายน โกโก้ร่วมมังคุดพบเพลี้ยหอยและมี

อาการผลเหี่ยวและผลเน่าในเดือนเมษายน และพบว่าในเดือนสิงหาคมมีผลโกโก้ขนาดกลางที่แห้งและหนอนเจาะผล ส่วนโกโก้ร่วมสะตอ ผลโกโก้ถูกทำลายโดยสัตว์ฟันแทะในช่วงเดือนสิงหาคม นอกจากนี้ยังพบว่าโรคและแมลงโดยเฉพาะในแปลงร่วมมังคุด และร่วมยางพารา พบมากกว่าแปลงเชิงเดี่ยว และร่วมสะตอ

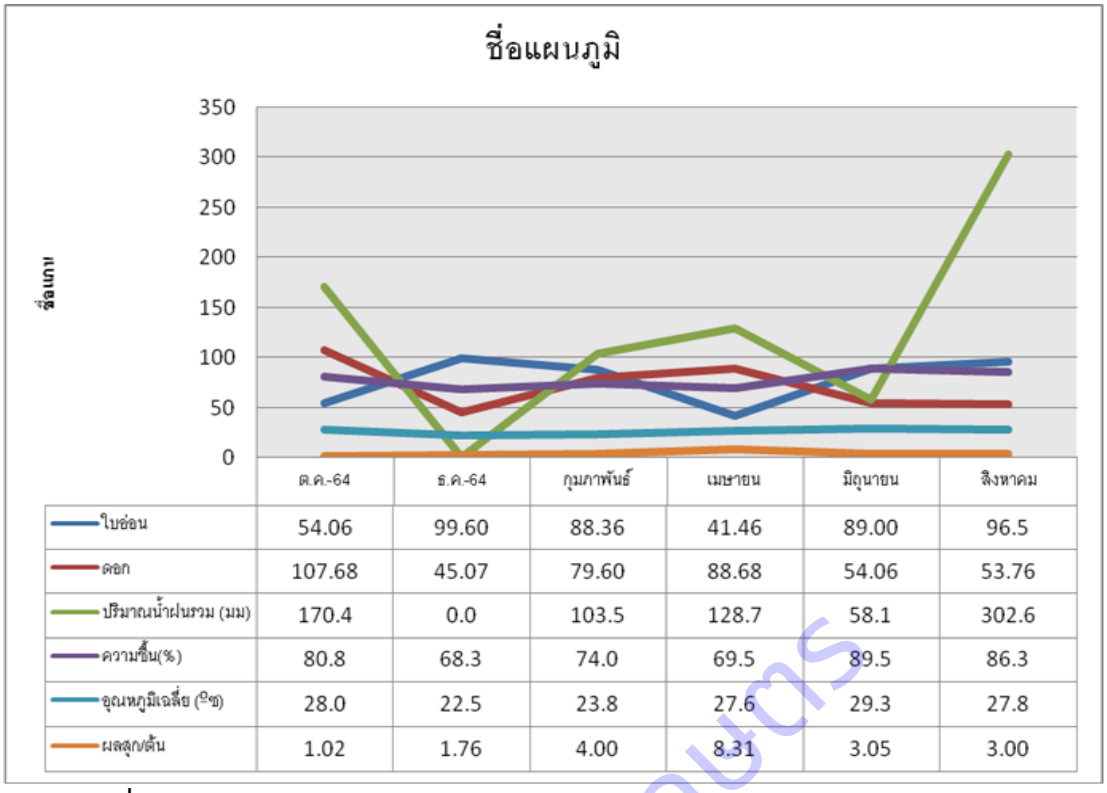
ตารางที่ 92 พัฒนาการของโกโก้ที่จังหวัดเชียงรายในรอบปี 2565

เดือน	**ใบอ่อน** (%)	**การออกดอก**(%)	**ผลอ่อน** (%)	**ผลเหี่ยว** (%)	**ผลสุก** (%)
ธ.ค.64	50	50	35	10	55
ม.ค.65	50	70	40	10	50
ก.พ.65	65	80	75	5	40
มี.ค.64	45	90	90	5	40
เม.ย.65	55	75	85	10	45
พ.ค.65	50	65	80	15	55
มิ.ย.65	55	70	90	15	55
ก.ค.65	45	60	80	15	60
ส.ค.65	30	50	65	15	60
ก.ย.65	35	50	70	15	60

ตารางที่ 93 พัฒนาการของโกโก้ที่จังหวัดเพชรบูรณ์ในรอบปี 2565

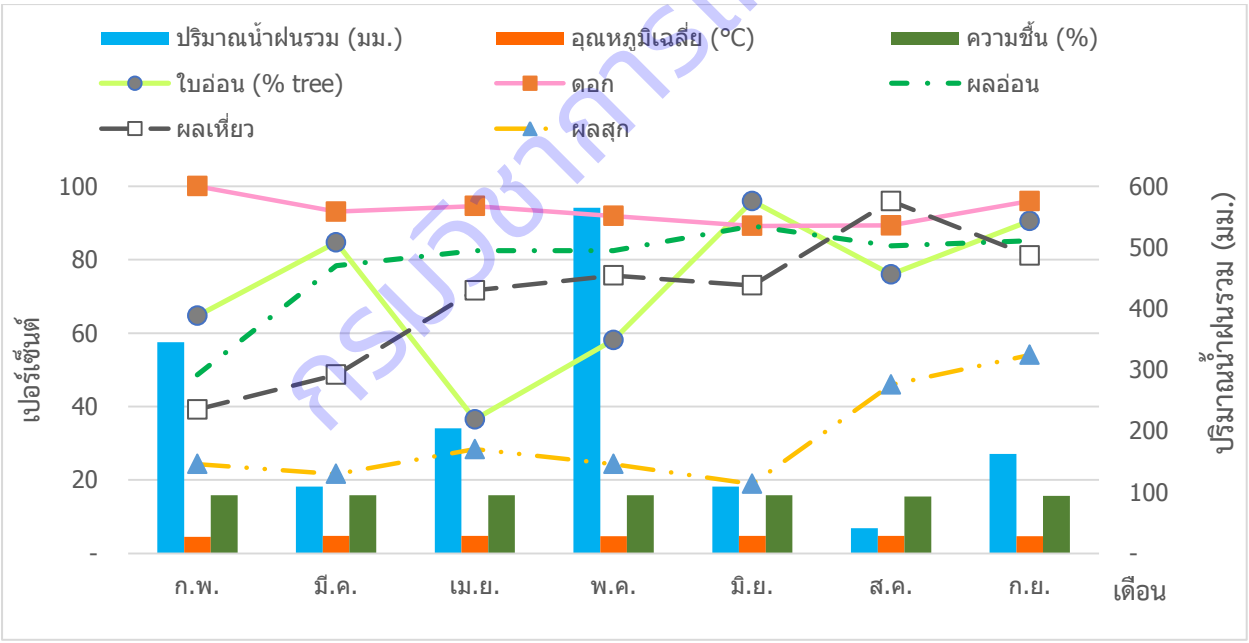
เดือน	**ใบอ่อน (%)**	**ดอก (%)**	**ผลอ่อน (ผล)**	**ผลเหี่ยว (ผล)**	**ผลสุก (ผล)**
พ.ย.64	28	18.00	18.8	6.94	2.54
ธ.ค.64	11	11.00	21.78	7.835	4.44
ม.ค.65	40	80.00	7.77	8.51	2.26
ก.พ.65	78	42.00	4.25	4.5	2.29
มี.ค.64	52	41.00	2.8	3.61	2.58
เม.ย.65	35	63.00	1.70	3.3	4.2
พ.ค.65	43	52.00	3.755	3.9125	2.97
มิ.ย.65	19	41.00	7.34	3.74	1.45
ก.ค.65	42	64.00	9.85	3.47	1.65
ส.ค.65	21	47.50	23.15	6.28	1.85
ก.ย.65	11	33.00	17.27	5.3	2.99
เฉลี่ย			**10.77**	**5.21**	**2.65**

กรมวิชาการเกษตร



	ต.ค.-64	ธ.ค.-64	กุมภาพันธ์	เมษายน	มิถุนายน	สิงหาคม
ใบอ่อน	54.06	99.60	88.36	41.46	89.00	96.5
ดอก	107.68	45.07	79.60	88.68	54.06	53.76
ปริมาณน้ำฝนรวม (มม)	170.4	0.0	103.5	128.7	58.1	302.6
ความชื้น(%)	80.8	68.3	74.0	69.5	89.5	86.3
อุณหภูมิเฉลี่ย (°ซ)	28.0	22.5	23.8	27.6	29.3	27.8
ผลสุก/ต้น	1.02	1.76	4.00	8.31	3.05	3.00

ภาพที่ 43 ความสัมพันธ์ของสภาพอากาศกับพัฒนาการของโกโก้หนองคายในรอบปี 2565

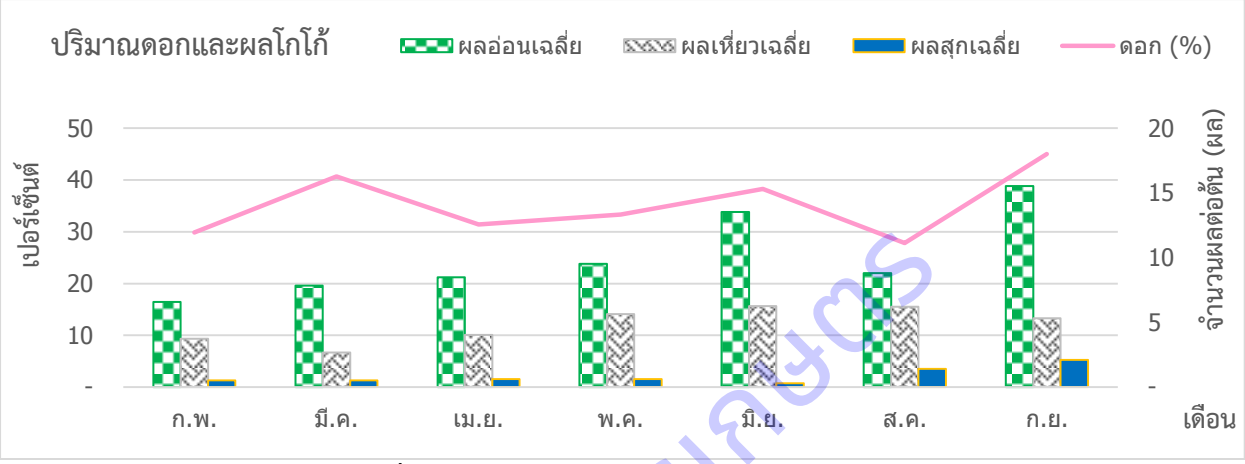


ภาพที่ 44 ความสัมพันธ์ของสภาพอากาศกับพัฒนาการของโกโก้ชุมพรในรอบปี 2565

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 94 การแตกใบอ่อนของโกโก้แปลงเกษตรกรที่มีระบบปลูกต่างกัน ในจังหวัดสงขลา

ระบบปลูก	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
โกโก้เชิงเดี่ยว	**0.00**	36.67	23.33	23.33	63.33	43.33	3.33	60.00
โกโก้ร่วมยางพารา	26.92	65.38	69.23	73.08	15.38	30.77	76.92	76.92
โกโก้ร่วมมังคุด	**0.00**	84.62	65.38	88.46	65.38	76.92	11.54	84.62
โกโก้ร่วมสะตอ	**0.00**	80.77	92.31	96.15	92.31	100.00	69.23	73.08



ภาพที่ 45 ปริมาณดอกและผลโกโก้ของจังหวัดชุมพร

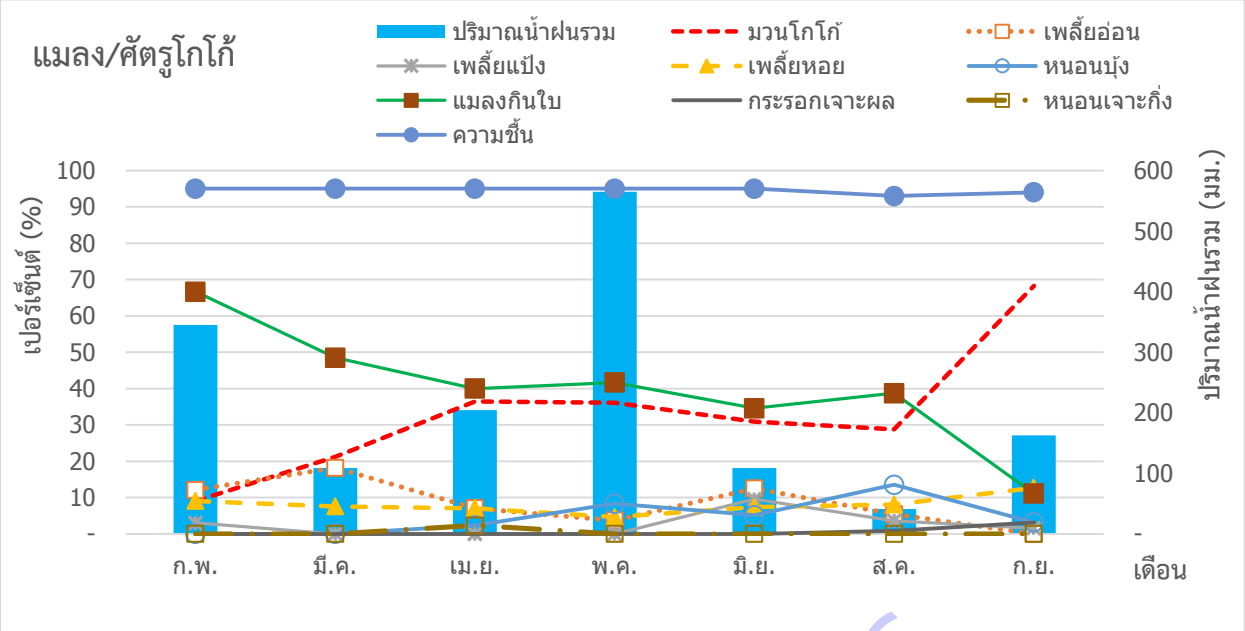
ตารางที่ 95 เปอร์เซ็นต์การออกดอกของโกโก้แปลงเกษตรกรที่มีระบบปลูกต่างกัน ในจังหวัดสงขลา

ระบบปลูก	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
โกโก้เชิงเดี่ยว	10.00	70.00	90.00	90.00	90.00	20.00	90.00
โกโก้ร่วมยางพารา	23.08	53.85	100.00	100.00	84.62	92.31	92.31
โกโก้ร่วมมังคุด	23.08	100.00	100.00	76.92	53.85	69.23	76.92
โกโก้ร่วมสะตอ	7.69	84.62	84.62	100	100	92.31	100

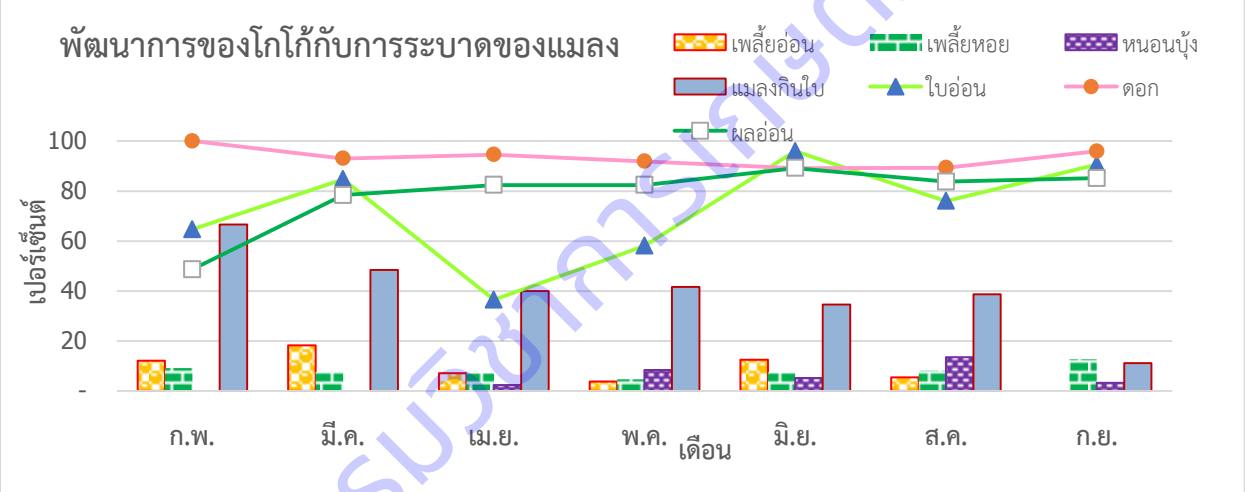
ตารางที่ 96 เปอร์เซ็นต์การติดผลของโกโก้แปลงเกษตรกรที่มีระบบปลูกต่างกัน ในจังหวัดสงขลา

ระบบปลูก	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
โกโก้เชิงเดี่ยว	0.0	12.1	6.0	0.4	3.1	19.5	13.6
โกโก้ร่วมยางพารา	8.3	32.5	27.9	9.7	7.3	40.1	27.2
โกโก้ร่วมมังคุด	12.9	25.2	26.8	2.0	2.9	18.6	21.7
โกโก้ร่วมสะตอ	14.3	46.9	22.1	17.2	12.2	6.9	16.2

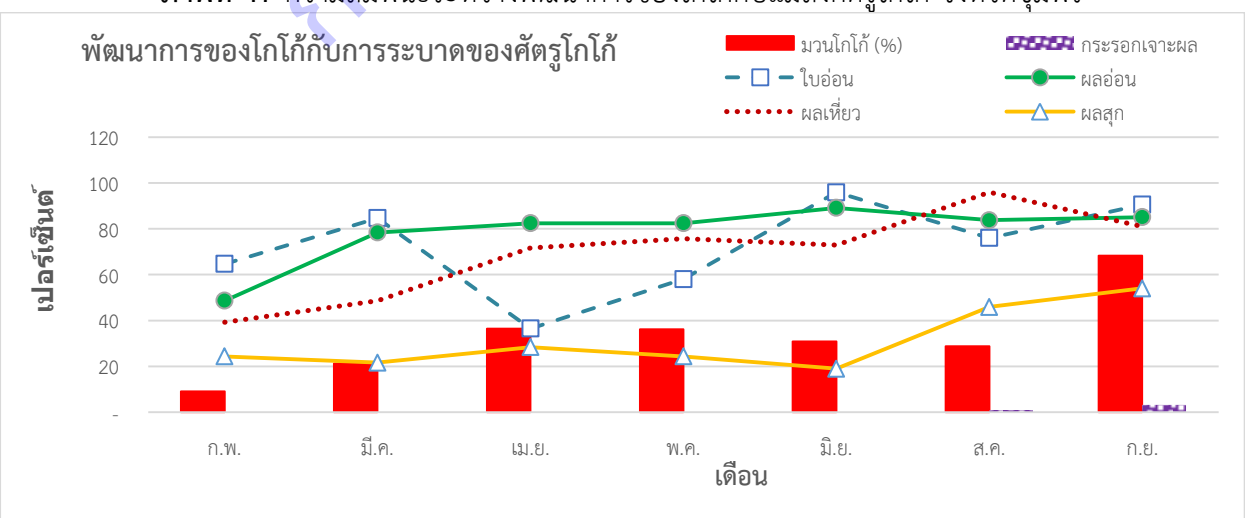
กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 46 ความสัมพันธ์ของสภาพอากาศและการทำลายของแมลงและสัตว์ศัตรูโกโก้ จังหวัดชุมพร



ภาพที่ 47 ความสัมพันธ์ระหว่างพัฒนาการของโกโก้กับแมลงศัตรูโกโก้ จังหวัดชุมพร



ภาพที่ 48 ความสัมพันธ์ระหว่างพัฒนาการของโกโก้กับแมลงและสัตว์ศัตรูโกโก้ จังหวัดชุมพร

กรมวิชาการเกษตร

5. ผลผลิตโกโก้

ผลผลิตโกโก้ในแต่ละพื้นที่มีความหลากหลายของขนาดผลและน้ำหนัก เนื่องจากโกโก้ส่วนใหญ่เป็นพืชผสมข้าม จึงจำเป็นต้องปลูก 3-5 พันธุ์ร่วมกันในแปลงจะช่วยให้มีการผสมเกสรดีขึ้น ประกอบกับโกโก้ในแปลงเกษตรกรจะปลูกจากเมล็ดจึงทำให้มีความหลากหลายในเรื่องของขนาดผล น้ำหนักและปริมาณผลผลิต ผลโกโก้ที่มีน้ำหนักมากที่สุด หนัก 1,200 กรัม/ผล น้ำหนักผลน้อยที่สุดหนัก 220 กรัม/ผล น้ำหนักผลเฉลี่ยแต่ละพื้นที่หนักประมาณ 400-500 กรัม/ผล (ตารางที่ 97)

6. ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมกับพัฒนาการของโกโก้ในพื้นที่ปลูกที่แตกต่างกัน

ปัจจัยสิ่งแวดล้อมมีความสำคัญกับพัฒนาการของโกโก้อย่างมาก โดยเฉพาะการกระจายตัวของฝน อุณหภูมิ แสง ความชื้นในอากาศและความชื้นในดินมีส่วนต่อการเจริญเติบโต การออกดอก ติดผล และการให้ผลผลิตของโกโก้ (Hutcheon, 1977; Alvim, 1983; Sale, 1970a, b *อ้างอิงใน* วราวุธ และคณะ, 2534; Wood and Lass, 1985) การแตกยอดอ่อนของโกโก้มีความสัมพันธ์กับฝนที่ตกภายหลังผ่านช่วงแล้งมาก่อนทำให้มีการแตกยอดอ่อนมากหลังจากได้รับฝนแรก การแตกยอดอ่อนช่วงต่อไปขึ้นอยู่กับการกระจายของฝน เช่นเดียวกับการออกดอก ดอกจะออกเป็นจำนวนมากหลังจากผ่านช่วงแล้งมาระยะหนึ่งแล้วได้รับฝน ดอกจะออกหลังจากฝนตกประมาณ 1-2 สัปดาห์ (วราวุธ และคณะ, 2534) จากการเก็บข้อมูลพบว่าทุกพื้นที่ปลูกโกโก้มีการแตกใบอ่อนและติดดอกตลอดทั้งปี แต่จะมีปริมาณแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ปลูกที่ซึ่งสัมพันธ์กันกับปริมาณน้ำฝน เช่นเดียวกับคุณภาพของผลผลิต ซึ่งพบว่าโกโก้ในจังหวัดเชียงรายและเพชรบูรณ์ที่เก็บเกี่ยวในช่วงเดือนที่มีอากาศร้อนอุณหภูมิสูง ทั้งสองจังหวัดมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่า 30 องศาเซลเซียส ผลโก้โก้จะสุกเร็วมากขึ้น เพราะแสงแดดทำให้สีของผลโกโก้เป็นสีเข้มขึ้น เมื่อเกษตรกรเก็บผลลิต พบว่าในช่วงเดือนเมษายน ผลผลิตเนื้อในของโกโก้ไม่สมบูรณ์เท่าไรนัก และอาจพบการงอกของเมล็ดภายในผลได้

เนื่องจากโกโก้มีการแตกใบอ่อน การออกดอกและติดผลตลอดปี ทำให้มีการเข้าทำลายของโรคและแมลงศัตรูพืชเกือบตลอดปีเช่นกัน โดยพบโรคผลเน่าดำในในแปลงทดลองพื้นที่ปลูกจังหวัดเชียงราย เพชรบูรณ์ และสงขลา ซึ่งพบในช่วงที่มีฝนชุก ส่วนหนองคายและชุมพรยังไม่พบโรคผลเน่าดำ ซึ่งเกษตรกรในจังหวัดชุมพรมีการตัดแต่งทุกสองเดือน จึงมีการตัดกิ่งและผลที่เสียหายออกจึงทำให้ไม่มีแหล่งเพาะโรคในแปลง แต่ที่ชุมพรพบการทำลายของแมลงกินใบตลอดปีและพบมากในช่วงที่มีฝนตกชุกซึ่งเป็นช่วงที่มีการแตกใบอ่อนมากเช่นกัน พบการเข้าทำลายของมวนโกโก้ในพื้นที่จังหวัดชุมพรและสงขลาโดยพบมากในช่วงที่มีฝนชุก นอกจากนี้ในแปลงที่มีการปลูกโกโก้แบบพืชร่วมกับแปลงที่ปลูกโกโก้แบบพืชเดี่ยวมีความแตกต่างกันในเรื่องของการเกิดโรคและแมลงโดยเฉพาะในแปลงที่ปลูกร่วมกับพืชร่วมที่มีร่มเงาค่อนข้างทึบ เช่น มังคุด และยางพาราจะพบโรคและแมลงมากกว่าแปลงเชิงเดี่ยวและแปลงโกโก้ที่ปลูกร่วมกับพืชที่มีร่มเงาไม่หนาทึบมากนัก เช่น สะตอ

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 97 ขนาดและน้ำหนักเฉลี่ยของผลและเมล็ดผลโกโก้ในแต่ละแหล่งปลูก

แปลง	จังหวัด	ขนาดผล (ซม.)			น้ำหนัก (กรัม)				จำนวนเมล็ดเฉลี่ย/ผล (เมล็ด)	จำนวนเมล็ดลีบเฉลี่ย (เมล็ด)
		กว้าง	ยาว	หนา	ผล	เปลือก	เมล็ดสด	เมล็ดแห้ง		
1. โกโก้เชิงเดี่ยว	เชียงราย	7.30	13.4	1.10	425	N/A	N/A	N/A	28.60	N/A
2. โกโก้เชิงเดี่ยว	เพชรบูรณ์	9.50	21.50	N/A	438	N/A	N/A	N/A	41.67	N/A
3. โกโก้เชิงเดี่ยว	ชุมพร	8.40	17.06	1.06	548	390	141	42.68	40.19	2.91
4. โกโก้ร่วมยางพารา	ชุมพร	7.95	16.14	0.99	485	350	127	45.44	42.95	3.53
5. โกโก้ร่วมไม้ผล	ชุมพร	8.42	17.66	1.22	534	417	108	32.72	36.92	4.21
6. โกโก้เชิงเดี่ยว	สงขลา	8.00	17.48	1.34	450	320	132	37.22	41.81	1.53
7. โกโก้ร่วมยางพารา	สงขลา	7.88	16.82	1.28	410	290	109	33.84	40.10	1.12
8. โกโก้ร่วมมังคุด	สงขลา	8.09	17.70	1.27	470	330	131	37.68	42.88	1.74
9. โกโก้ร่วมสะตอ	สงขลา	8.11	17.34	1.29	430	310	111	36.54	38.23	1.95

หมายเหตุ: N/A = ไม่มีข้อมูล

กรมวิชาการเกษตร

โครงการวิจัยย่อยที่ 5 นวัตกรรมการแปรรูปกาแฟและโกโก้คุณภาพและการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้สู่ระบบการพัฒนาเกษตรหมุนเวียน

การทดลองที่ 1 เทคโนโลยีการใช้สายพันธุ์จุลินทรีย์เพื่อหมักกาแฟแบบ Semi-wet process โดยใช้จุลินทรีย์

1.สายพันธุ์จุลินทรีย์ที่สามารถใช้หมักกาแฟ ได้แก่ *Saccharomyces cerevisiae, Pichia kluyveri. Hanesiaspora spp., Kurtzmaniella spp. และ Wickerhanomyces spp.*และแบคทีเรียที่มีศักยภาพ 1 ชนิดได้แก่ *Mycetocola reblochoni*

2.การเปลี่ยนแปลงของการผลิตสารให้กลิ่นของจุลินทรีย์ทั้ง 4 ชนิดเริ่มจากการผลิตกรดอินทรีย์ได้แก่ กรดแลคติก กรดอะซีติก แลคติกและซิตริก โดยในชุดที่เติมเชื้อมีการควบคุมกรดดีกว่าและสร้างกลิ่นรสจำเพาะ โดยมีการสร้างกลิ่นถั่วในชุด *Wickerhamyces spp.* กลิ่นซีสใน *Hanseniaspora spp.* และ กลิ่นดอกไม้ใน *Kurtzmaniella spp.* อัตราส่วน 50 - 200 ppm ตลอดการหมัก 144 ชั่วโมงโดยจะมีปริมาณแตกต่างชัดเจนในชั่วโมงที่ 6 – 120

3. ปัจจัยต่อผลของแสงแบ่งการผลิตกลิ่นเป็น 3 รูปแบบที่น้อยกว่า 1,000 lux, 1,000 – 2,000 lux และ 2,000 lux ขึ้นไปและปริมาณลมที่มากกว่า 0.54 m3/s ที่ส่งผลต่อการแห้งของเมือกกาแฟให้มีความชื้นลดลงในอัตราร้อยละ 0.025 ต่อชั่วโมง รวมทั้งการผลิตกลิ่น รสและคุณภาพกาแฟคั่วหลังการเสร็จสิ้นการหมักโดยผลคะแนนอยู่ที่ 80 – 85 SCAA score

การทดลองที่ 2 เทคโนโลยีการใช้สายพันธุ์จุลินทรีย์เพื่อหมักโกโก้

1.สายพันธุ์จุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการย่อยเมือกโกโก้ ได้แก่ *Saccharomyces cerevisiae*, *Pichia kluyveri, Lanchancea* spp. และกลุ่มแบคทีเรียอะซิติก

2.ปัจจัยที่ส่งผลต่อการหมักโกโก้คืออุณหภูมิโดยอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการหมักโกโก้ในลังไม้ต้องไม่น้อยกว่า 42 องศาเซลเซียสโดยใช้เวลาในการหมักไม่น้อยกว่า 4-6 วัน

3.สารให้กลิ่นรสของโกโก้ที่ได้จากการหมักโดยจุลินทรีย์ ได้แก่ Benzaldehyde และ 2,3,5,6-tetramethyl pyrazine ให้กลิ่นในโทนถั่ว, Phenylethyl Alcohol และ Phenethyl acetate ให้กลิ่นในโทนหวานและดอกไม้ และ 2,3- butanediol ให้กลิ่นนมเนย

การทดลองที่ 3 เทคโนโลยีการสกัดเส้นใยเซลลูโลสจากเปลือกโกโก้

1.เปลือกโกโก้ และส่วนผสมการสกัดเส้นใยด้วยวิธีต้มเยื่อแบบโซดา (soda pulping) ในการสกัดเส้นใยเซลลูโลส

2. กรรมวิธีการสกัดเส้นใยเซลลูโลสจากเปลือกโกโก้ทำโดยต้มด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์-แอนทราควิโนน ได้ปริมาณร้อยละของเยื่อที่ได้ (%yield) สูงสุดโดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์-ร้อยละ 20 (โดยน้ำหนัก/ปริมาตร) แอนทราควิโนน ร้อยละ 0.1 (โดยน้ำหนัก/น้ำหนัก)ที่อุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที

3.สมบัติของเส้นใยเซลลูโลสที่ได้เป็นเส้นใยที่แข็งแรงเหมาะสม สามารถนำไปขึ้นรูปเป็นกระดาษได้ ต้นทุนการผลิตเยื่อจากเปลือกโกโก้ เท่ากับ 280 บาท ต่อเปลือกโกโก้แห้ง 100 กรัม การนำเปลือกโกโก้มาสกัดเป็นเส้นใยเซลลูโลส โดยการต้มด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์-แอนทราควิโนน (Soda-AQ) ด้วยกระบวนการที่เรียกว่า Soda-pulping เพื่อให้สารสำคัญที่อยู่ในเปลือกโกโก้แยกออกจากเส้นใยเซลลูโลส ได้เส้นใยเซลลูโลสที่เหมาะสมสำหรับเป็นวัตถุดิบในการขึ้นรูปกระดาษในขั้นตอนต่อไป

สำนักวิจัยการเกษตร

โครงการวิจัยย่อยที่ 6 การวิจัยพันธุ์และเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มคุณภาพการผลิตมะคาเดเมียอย่างยั่งยืน ประกอบด้วย 2 กิจกรรม 8 การทดลอง แต่ในปี 2565 ดำเนินการ 2 กิจกรรม 7 การทดลอง ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 โครงการวิจัยพัฒนาพันธุ์มะคาเดเมีย

การทดลองที่ 1.1 การทดสอบพันธุ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพมะคาเดเมียในแหล่งต่าง ๆ (2565 -2567)

ดำเนินการ 8 กรรมวิธีได้แก่ MCL-829, CR -7, CR-5, KK-27, 660, 741, KW86 และ FNG21 วางแผนการทดลองแบบ RCB ทดสอบใน 4 ระดับความสูง คือ 400, 900, 700 และ 1,400 เมตรจากระดับน้ำทะเล ผลการดำเนินงานในปี 2565 ดังนี้

1. ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย อ.เมือง จ.เชียงราย ความสูง 400 เมตร จากระดับน้ำทะเล

การเจริญเติบโตด้านขนาดเส้นรอบวงโคนต้นพบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ 660 มีขนาดเส้นรอบวงโคนต้นมากที่สุดคือ 46.10 เซนติเมตร (ตารางที่ 98) ด้านขนาดทรงพุ่มเฉลี่ย พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ KW86 มีขนาดทรงพุ่มเฉลี่ยมากที่สุดคือ 429 เซนติเมตร (ตารางที่ 99) ด้านความสูงต้น พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ 660 มีความสูงต้นมากที่สุด 602 เซนติเมตร (ตารางที่ 100) ด้านผลผลิตและคุณภาพผลผลิต เริ่มให้ผลผลิตปีแรกในปี 2564 และให้ผลผลิตครบทั้ง 8 พันธุ์ในปี 2565 พบว่า พันธุ์ที่มีผลผลิตเฉลี่ย 2 ปีมากที่สุดคือ พันธุ์ CR-5 รองลงมาคือ พันธุ์ MCL829 และ KW86 คือ 5,875, 5,698 และ 3,300 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 101) พันธุ์ FNG21 น้ำหนักเนื้อในเฉลี่ยมากที่สุดคือ 2.7 กรัม พันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์เนื้อในและมีเปอร์เซ็นต์เกรด 1 เนื้อใน (% recovery) มากที่สุดได้แก่ KK27 คือ 32.53 และ 30.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์เนื้อในเกรด 1 (% ลอยน้ำ) มากที่สุดได้แก่ พันธุ์ CR-7 คือ 95 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 105 และ ตารางที่ 106)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 98 ขนาดเส้นรอบวงโคนต้น ตั้งแต่ปี 2560-2565 ในการทดสอบพันธุ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพมะคาเดเมียในแหล่งต่าง ๆ ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย

พันธุ์	ขนาดเส้นรอบวงโคนต้น(เซนติเมตร)					
	2560	2561	2562	2563	2564	2565
1. MCL829	5.84 b	14.28 ab	16.56	23.2 b	25.96 b	31.72 c
2. KW86	11.9 a	19.30 ab	23.06	31.1 ab	35.50 a	41.16 a
3. CR-7	6.45 b	13.24 ab	17.06	28.1 ab	32.56 ab	39.90 ab
4. 660	12.4 a	19.66 a	23.78	34.7 ab	38.76 a	**46.10 a**
5. KK27	**12.6 a**	**20.39 a**	22.56	35.1 a	**39.06 a**	44.42 a
6. CR-5	7.83 ab	17.47 ab	20.65	**35.4 a**	32.86 ab	40.92 ab
7. 741	12.3 a	20.16 a	**24.30**	32.3 ab	36.20 a	42.70 a
8. FNG21	6.28 b	12.40 b	15.59	21.7 b	25.82 b	33.06 bc
F-test	*	*	ns	*	*	*
C.V. (%)	56.40	42.20	37.10	18.70	16.30	13.00

หมายเหตุ : * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

ตารางที่ 99 ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ย ตั้งแต่ปี 2560-2565 ในการทดสอบพันธุ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพมะคาเดเมียในแหล่งต่าง ๆ ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย

พันธุ์	ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ย(เซนติเมตร)					
	2560	2561	2562	2563	2564	2565
1. MCL829	71.60 b	147.42	182.00	225.5	259.00	328.00
2. KW86	149.00 a	200.75	215.80	301.5	333.50	**429.00**
3. CR-7	80.00 b	116.75	166.25	273.0	296.00	400.00
4. 660	139.00 a	185.00	216.40	304.0	335.90	404.00
5. KK27	**157.00 a**	203.30	226.30	**342.0**	**363.50**	423.00
6. CR-5	89.40 b	153.80	198.55	261.0	322.00	401.00
7. 741	147.00 a	**204.35**	**226.50**	289.0	321.50	402.00
8. FNG21	80.40 b	138.11	164.68	223.5	256.00	359.00
F-test	*	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	60.70	48.10	38.00	23.20	18.60	12.90

หมายเหตุ : * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์
ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 100 ความสูงต้น ตั้งแต่ปี 2560-2565 ในการทดสอบพันธุ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพมะคาเดเมียในแหล่งต่าง ๆ ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย

พันธุ์	ความสูงต้น(เซนติเมตร)					
	2560	2561	2562	2563	2564	2565
1. MCL829	124.00 d	213.00 c	256.02 bc	329.00 cd	cd 00.350	418.00 b
2. KW86	204.00 abc	285.10 abc	335.00 abc	421.00 bc	441.00 bc	534.00 a
3. CR-7	146.00 cd	227.50 bc	273.00 bc	365.00 bcd	413.00 bcd	518.00 a
4. 660	221.00 abc	307.90 abc	360.50 ab	458.00 ab	507.20 ab	**602.00 a**
5. KK27	**285.00 a**	**352.70 a**	**394.50 a**	**530.00 a**	**543.60 a**	600.00 a
6. CR-5	180.00 bcd	278.80 abc	316.50 abc	378.00 bcd	429.00 bcd	510.00 a
7. 741	253.00 ab	321.30 ab	359.00 ab	430.00 abc	463.00 ab	556.00 a
8. FNG21	139.00cd	217.22 bc	257.14 c	304.20 d	330.60 d	412.00 b
F-test	*	*	*	*	*	*
C.V. (%)	47.60	38.40	32.50	18.40	40.16	12.60

หมายเหตุ : * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์
ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

ตารางที่ 101 น้ำหนักผลผลิตรวม ตั้งแต่ปี 2564-2565 ในการทดสอบพันธุ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพมะคาเดเมียในแหล่งต่าง ๆ ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย

พันธุ์	น้ำหนักผลผลิตรวมปี 2564(กรัม)	น้ำหนักผลผลิตรวมปี 2565(กรัม)	เฉลี่ย 2 ปี(กรัม)
1. MCL829	**9,175**	2,220	5,698
2. KW86	2,677	3,923	3,300
3. CR-7	1,467	3,880	2,674
4. 660	1,352	674	1,013
5. KK27	1,729	3,080	2,405
6. CR-5	2,750	**9,000**	5,875
7. 741	2,721	2,423	2,572
8. FNG21	229	518	374

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 102 การวิเคราะห์ผลสดทั้งเปลือกเขียวของมะคาเดเมียทั้ง ทั้ง 8 พันธุ์ ในการทดสอบพันธุ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพมะคาเดเมียในแหล่งต่าง ๆ ปี 2565 ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย

พันธุ์	น้ำหนักผลสดทั้งเปลือก (กรัม)	ขนาดผลสด(มิลลิเมตร)			ความหนาเปลือก (มิลลิเมตร)	น้ำหนักเปลือก (กรัม)	น้ำหนักกะลาทั้งเนื้อใน (กรัม)	ขนาดกะลา(มิลลิเมตร)			ความหนากะลา (มิลลิเมตร)	น้ำหนักกะลา (กรัม)	น้ำหนักเนื้อใน (กรัม)
		กว้าง	ยาว	หนา				กว้าง	ยาว	หนา			
1.MCL829	22.58 b	38.81 c	34.12 b	34.02 b	3.80	13.00 b	9.58 c	25.31 c	26.82 b	25.10 b	4.20 ab	7.69 c	1.90 b
2.KW86	27.04 a	35.67 d	35.08 b	35.14 b	3.65	**15.05 a**	11.99 b	27.03 b	28.04 a	27.30 a	4.01 b	10.12 b	1.87 b
3.CR-7	18.28 c	41.24 b	31.29 c	31.29 c	2.86	10.26 c	7.54 d	24.52 c	24.14 c	23.63 bc	2.54 c	5.26 d	2.28 a
4.660	14.53 de	30.81 f	27.97 d	27.87 d	3.00	8.09 d	6.44 de	21.63 ed	22.28 e	21.31 d	3.32 bd	4.78 d	1.67 bc
5.KK27	13.18 e	34.65 de	28.01 d	28.10 d	**4.57**	13.18 b	6.07 e	21.33 e	22.71 de	21.61 d	3.23 bc	**11.75 a**	1.44 c
6.CR-5	14.09 de	33.45 e	28.58 d	28.91 d	3.05	7.77 d	6.32 de	22.25 de	21.85 e	22.19 cd	2.87 c	4.99 d	1.33 c
7.741	15.32 d	29.57 f	28.32 d	28.52 d	2.78	8.64 d	6.68 de	22.68 d	23.50 cd	22.76 cd	2.47 c	4.99 d	1.69 bc
8.FNG21	**28.20 a**	**48.65 a**	**36.74 a**	**37.39 a**	3.38	14.06 ab	**14.14 a**	**28.27 a**	**29.15 a**	**28.78 a**	**5.12 a**	11.63 a	**2.51 a**
F-test	*	*	*	*	ns	*	*	*	*	*	*	*	*
C.V. (%)	14.63	5.76	5.99	5.96	79.82	18.40	22.34	7.89	7.47	10.78	47.68	23.75	32.30

ตารางที่ 103 การวิเคราะห์คุณภาพผลผลิต และคะแนนคุณภาพจากการประเมินคะแนนเนื้อในทางประสาทสัมผัส(รสชาติ) ทั้ง 8 พันธุ์ ในการทดสอบพันธุ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพมะคาเดเมียในแหล่งต่าง ๆ ปี 2565 ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย

พันธุ์	น้ำหนักเนื้อในเฉลี่ย (กรัม)	เปอร์เซ็นต์เนื้อใน	เปอร์เซ็นต์เนื้อในเกรด 1(% ลอยน้ำ)	เปอร์เซ็นต์เกรด 1 เนื้อใน(% recovery)	ระดับคะแนนเนื้อใน(*)					รสชาติ(**)
					สีเนื้อใน	ความสม่ำเสมอ	ขนาด	รูปร่าง	เฉลี่ย	
1. MCL829	1.4	22.41	92.0	20.6	3.5	3.0	2.8	3.0	**3.1**	6.64
2. KW86	1.8	19.11	69.0	13.2	3.0	3.0	3.5	3.0	**3.1**	6.44
3. CR-7	1.6	28.08	**95.0**	26.7	2.8	3.0	2.5	3.0	2.8	6.52
4. 660	1.7	30.90	89.0	27.5	3.0	3.0	2.8	3.0	3.0	7.24
5. KK27	1.7	**32.53**	94.0	**30.6**	3.0	3.0	2.8	2.5	2.8	6.52
6. CR-5	1.4	27.68	91.0	25.2	3.0	2.5	2.8	2.5	2.7	6.36
7. 741	0.9	24.44	90.0	22.0	3.5	3.0	1.5	3.0	2.8	**7.36**
8. FNG21	**2.7**	23.41	91.0	21.3	3.0	3.0	3.5	3.0	**3.1**	6.68

* ระดับคะแนนเนื้อใน เป็น 4 ระดับ (1-4 จากน้อยไปมาก)

** ระดับคะแนนชาติ เป็น 9 ระดับ (1-9 จากชอบน้อยไปมาก)

กรมวิชาการเกษตร

2. ศูนย์วิจัยเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ อ.เขาค้อ จ.เพชรบูรณ์ ความสูง 700 เมตร จากระดับน้ำทะเล

การเจริญเติบโตด้านขนาดเส้นรอบวงโคนต้น พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ FNG21 มีขนาดเส้นรอบวงโคนต้นมากที่สุดคือ 51.23 เซนติเมตร (ตารางที่ 104) ด้านขนาดทรงพุ่มเฉลี่ย พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ 660 มีขนาดทรงพุ่มมากที่สุดคือ 770 เซนติเมตร (ตารางที่ 105) ด้านความสูงเฉลี่ย พบว่า พันธุ์ KK27 มีความสูงต้นมากที่สุดคือ 980 เซนติเมตร (ตารางที่ 106) ด้านผลผลิตและคุณภาพผลผลิต เริ่มให้ผลผลิตปีแรกในปี 2563 และให้ผลผลิตครบทั้ง 8 พันธุ์ในปี 2565พบว่า พันธุ์ที่มีผลผลิตเฉลี่ย 3 ปีมากที่สุดคือ พันธุ์ 660 รองลงมาคือพันธุ์ KW86 และพันธุ์ CR7 คือ 65,233.33 57,166.67 และ 46,833.33 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 107) พันธุ์ KK27 และ 660 มีน้ำหนักเนื้อในเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากันคือ 2.4 กรัม พันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์เนื้อใน เปอร์เซ็นต์เนื้อในเกรด 1 (% ลอยน้ำ) และมีเปอร์เซ็นต์เกรด 1 เนื้อใน (% recovery) มากที่สุดได้แก่ KK27 คือ 36.16 92 และ 33.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 108 และ ตารางที่ 109)

ตารางที่ 104 ขนาดเส้นรอบวงโคนต้น ตั้งแต่ปี 2560-2565 ในการทดสอบพันธุ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพมะคาเดเมียในแหล่งต่าง ๆ ณ ศูนย์วิจัยเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์

พันธุ์	ขนาดเส้นรอบวงโคนต้น(เซนติเมตร)					
	2560	2561	2562	2563	2564	2565
1. MCL829	**33.20 a**	34.30 bc	38.15 ab	42.50 ab	46.00 ab	48.00
2. KW86	27.20 ab	29.70 c	35.90 b	41.00 b	44.63 b	50.10
3. CR-7	25.50 b	**39.60 a**	**42.86 a**	**45.70 a**	48.15 a	51.21
4. 660	32.40 ab	36.10 ab	39.26 ab	44.40 ab	47.81 ab	50.38
5. KK27	32.40 ab	38.40 ab	40.35 ab	43.60 ab	46.69 ab	48.45
6. CR-5	31.40 ab	33.60 bc	36.35 b	43.30 ab	46.48 ab	48.23
7. 741	27.00 ab	33.40 bc	38.00 ab	42.00ab	45.53 ab	49.15
8. FNG21	29.70 ab	35.10 bc	38.05 ab	44.10 ab	**48.63 a**	**51.23**
F-test	*	*	*	*	*	ns
C.V. (%)	89.30	20.78	74.33	85.21	81.10	56.34

หมายเหตุ : * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ
ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

ตารางที่ 105 ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ย ตั้งแต่ปี 2560-2565 ในการทดสอบพันธุ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพมะคาเดเมียในแหล่งต่าง ๆ ณ ศูนย์วิจัยเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์

พันธุ์	ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ย(เซนติเมตร)					
	2560	2561	2562	2563	2564	2565
1. MCL829	337.75 ab	395.00 ab	517.50 bc	532.00	709.00 a	735.00 ab
2. KW86	315.95 b	377.00 ab	418.90 c	513.00	629.00 ab	631.00 c
3. CR-7	345.30 ab	**425.00 a**	**566.00 a**	**578.00**	599.00 ab	708.00 bc
4. 660	368.80 a	367.00 ab	518.00 bc	538.00	605.00 ab	**770.00 a**
5. KK27	351.93 ab	386.00 ab	520.00 b	531.00	639.00 ab	645.00 bc
6. CR-5	**376.30 a**	401.00 ab	518.50 bc	542.00	**725.00 a**	745.00 ab
7. 741	341.10 ab	313.00 b	494.40 bc	507.00	663.00 ab	705.00 bc
8. FNG21	350.10 ab	394.00 ab	523.00 b	558.00	561.00 b	718.00 b
F-test	*	*	*	ns	*	*
C.V. (%)	55.41	21.45	34.69	86.12	74.00	63.45

หมายเหตุ : * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

กรมวิชาการเกษตร

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

ตารางที่ 106 ความสูงต้น ตั้งแต่ปี 2560-2565 ในการทดสอบพันธุ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพมะคาเดเมียในแหล่งต่าง ๆ ณ ศูนย์วิจัยเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์

พันธุ์	ความสูงต้น(เซนติเมตร)					
	2560	2561	2562	2563	2564	2565
1. MCL829	484.00	532.00	551.70	630.00	657.00 ab	715.00 c
2. KW86	451.00	424.00	560.00	580.00	607.00 b	728.00 c
3. CR-7	398.00	536.00	596.10	635.00	675.00 ab	824.00 b
4. 660	478.00	**567.00**	**610.00**	631.90	659.00 ab	815.00 bc
5. KK27	500.00	566.00	600.20	**676.00**	**713.00 a**	**980.00 a**
6. CR-5	**521.00**	535.00	573.00	619.50	**713.00 a**	915.00 a
7. 741	437.00	545.00	594.00	608.90	653.00 ab	836.00 ab
8. FNG21	473.00	531.00	554.50	571.00	611.00 b	825.00 b
F-test	ns	ns	ns	ns	*	*
C.V. (%)	27.5	18.95	74.36	55.91	87.14	56.66

หมายเหตุ : * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

ตารางที่ 107 น้ำหนักผลผลิตรวม ตั้งแต่ปี 2563-2565 ในการทดสอบพันธุ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพมะคาเดเมียในแหล่งต่าง ๆ ณ ศูนย์วิจัยเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์

พันธุ์	น้ำหนักผลผลิตรวม ปี 2563 (กรัม)	น้ำหนักผลผลิตรวม ปี 2564 (กรัม)	น้ำหนักผลผลิตรวม ปี 2565 (กรัม)	เฉลี่ย 3 ปี (กรัม)
1. MCL829	15,900	29,300	46,200	30,466.67
2. KW86	19,800	**75,300**	76,400	57,166.67
3. CR-7	23,600	56,600	60,300	46,833.33
4. 660	22,800	69,800	**103,100**	**65,233.33**
5. KK27	15,600	44,600	60,210	40,136.67
6. CR-5	**23,800**	32,600	26,200	27,533.33
7. 741	16,400	31,400	57,400	35,066.67
8. FNG21	11,900	26,800	49,400	29,366.67

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 108 การวิเคราะห์ผลสดทั้งเปลือกเขียวของมะคาเดเมียทั้ง ทั้ง 8 พันธุ์ ในการทดสอบพันธุ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพมะคาเดเมียในแหล่งต่าง ๆ ในปี 2565 ณ ศูนย์วิจัยเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์

พันธุ์	น้ำหนักผลสดทั้งเปลือก (กรัม)	ขนาดผลสด (มิลลิเมตร)			ความหนาของเปลือก (มิลลิเมตร)	น้ำหนักเปลือก (กรัม)	น้ำหนักกะลาทั้งเนื้อใน (กรัม)	ขนาดกะลา (มิลลิเมตร)			ความหนากะลา (มิลลิเมตร)	น้ำหนักกะลา (กรัม)	น้ำหนักเนื้อใน (กรัม)
		กว้าง	ยาว	หนา				กว้าง	ยาว	หนา			
1.MCL829	21.57 ab	32.21 a	34.62 d	32.42 a	2.89 bc	13.00 b	10.85 a	25.31 c	26.82 c	25.10 b	4.20 ab	7.69 c	1.90 a
2.KW86	18.23 abc	30.74 b	39.54 c	30.99 b	2.81 c	**15.05 a**	9.64 bc	27.03 b	28.04 b	27.30 a	4.01 b	10.12 b	1.87 b
3.CR-7	21.47 ab	**33.23 a**	33.37 d	32.59 a	**3.38 a**	10.26 c	9.89 b	24.52 c	24.14 d	23.63 bc	2.54 c	5.26 d	2.28 a
4.660	20.51 abc	32.41 a	42.11 b	**32.45 a**	2.74 c	8.09 d	**11.37 a**	21.63 de	22.28 ef	21.31 d	3.32 bc	4.78 d	1.67 bc
5.KK27	14.22 bc	28.57 c	34.82 d	28.89 c	2.72 c	13.18 b	6.24 d	21.33 e	22.71 ef	21.61 d	3.23 bc	**11.75 a**	1.44 c
6.CR-5	13.33 c	27.87 c	28.86 e	27.92 d	2.36 d	7.77 d	6.47 d	22.25 de	21.85 f	22.19 cd	2.87 c	4.99 b	1.33 c
7.741	18.23 ab	30.83 b	42.66 ab	30.73 b	2.85 bc	8.64 d	9.65 bc	22.68 d	23.50 de	22.76 cd	2.47 c	4.99 d	1.69 bc
8.FNG21	**25.32 a**	30.78 b	**44.11 a**	31.06 b	3.14 ab	14.06 b	8.87 c	**28.27 a**	**29.23 a**	**28.78 a**	**5.12 a**	11.63 a	**2.51 a**
F-test	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
C.V. (%)	58.32	5.50	7.02	4.76	16.13	18.40	14.89	7.89	7.56	10.78	47.68	23.75	32.30

ตารางที่ 109 การวิเคราะห์คุณภาพผลผลิต และคะแนนคุณภาพจากการประเมินคะแนนเนื้อในทางประสาทสัมผัส(รสชาติ) ทั้ง 8 พันธุ์ ในการทดสอบพันธุ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพมะคาเดเมียในแหล่งต่าง ๆ ปี 2565 ณ ศูนย์วิจัยเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์

พันธุ์	น้ำหนักเนื้อในเฉลี่ย (กรัม)	เปอร์เซ็นต์เนื้อใน	เปอร์เซ็นต์เนื้อในเกรด 1 (%ลอยน้ำ)	เปอร์เซ็นต์เกรด 1 เนื้อใน (% recovery)	ระดับคะแนนเนื้อใน(*)					รสชาติ (**)
					สีเนื้อใน	ความสม่ำเสมอ	ขนาด	รูปร่าง	เฉลี่ย	
1. MCL829	2.3	28.27	85.0	24.0	3.5	3	3	3.5	**3.3**	6.68
2. KW86	1.6	21.94	52.0	11.4	3	3.5	2	2	2.6	6.56
3. CR-7	1.9	25.66	80.0	20.5	3.5	3	3	3	3.1	6.64
4. 660	**2.4**	28.33	82.0	23.2	3.5	3	3	3	3.1	6.44
5. KK27	**2.4**	**36.16**	**92.0**	**33.3**	3.5	3	3	3	3.1	6.28
6. CR-5	1.7	34.15	70.0	23.9	3	3	2.5	3	2.9	6.80
7. 741	2.0	31.87	87.0	27.7	3.5	3	3	3	3.1	**6.84**
8. FNG21	1.8	25.64	72.0	18.5	2	2.5	2.5	2	2.3	6.40

หมายเหตุ * ระดับคะแนนเนื้อใน เป็น 4 ระดับ (1-4 จากน้อยไปมาก) ** ระดับคะแนนรสชาติ เป็น 9 ระดับ (1-9 จากชอบน้อยไปมาก)

กรมวิชาการเกษตร

3. ศูนย์วิจัยพืชสวนเลย อ.ภูเรือ จ.เลย ความสูง 900 เมตร จากระดับน้ำทะเล

การเจริญเติบโตด้านขนาดเส้นรอบวงโคนต้น พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ FNG21 มีขนาดเส้นรอบวงโคนต้นมากที่สุดคือ 55.03 เซนติเมตร (ตารางที่ 110) ด้านขนาดทรงพุ่มพบว่า มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ 660 มีขนาดทรงพุ่มมากที่สุดคือ 638 เซนติเมตร (ตารางที่ 111) ด้านความสูง พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ 741 มีความสูงมากที่สุดคือ 756.56 เซนติเมตร (ตารางที่ 112) ด้านผลผลิตและคุณภาพผลผลิต เริ่มให้ผลผลิตปีแรกในปี 2562 พบว่า พันธุ์ที่มีผลผลิตเฉลี่ย 4 ปีมากที่สุดคือ พันธุ์ 741 รองลงมาคือพันธุ์ 660 และพันธุ์ KW86 คือ 22,507.5 20,855 และ 16,595 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 113) พันธุ์ KW86 มีน้ำหนักเนื้อในเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากันคือ 3.2 กรัม พันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์เนื้อในและเปอร์เซ็นต์เกรด 1 เนื้อใน (% recovery) มากที่สุดคือ พันธุ์ CR7 คือ 38.37 และ 33.8 เปอร์เซ็นต์ และพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์เนื้อในเกรด 1 (% ลอยน้ำ) มากที่สุดได้แก่ FNG21 คือ 91 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 114 และ ตารางที่ 115)

ตารางที่ 110 ขนาดเส้นรอบวงโคนต้น ตั้งแต่ปี 2560-2565 ในการทดสอบพันธุ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพมะคาเดเมียในแหล่งต่าง ๆ ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนเลย

พันธุ์	ขนาดเส้นรอบวงโคนต้น(เซนติเมตร)					
	2560	2561	2562	2563	2564	2565
1. MCL829	32.30 c	18.32 b	40.07 ab	41.55 bc	43.98 bcd	47.72 ab
2. KW86	58.80 a	**38.61 a**	44.21 a	46.82 ab	48.60 abc	54.56 a
3. CR-7	50.00 ab	31.85 a	39.36 ab	42.14 abc	43.26 cd	48.74 ab
4. 660	62.00 a	37.38 a	43.54 a	47.36 ab	49.05 abc	51.02 ab
5. KK27	53.60 a	31.48 a	37.42 ab	39.89 bc	41.72 d	47.55 ab
6. CR-5	32.80 bc	21.49 b	33.18 b	38.82 c	38.82 d	46.13 b
7. 741	**65.10 a**	38.01 a	**44.22 a**	**49.13 a**	**51.04 a**	54.87 a
8. FNG21	56.90 ab	33.74 a	42.84 a	47.13 ab	49.91 ab	**55.03 a**
F-test	*	*	*	*	*	*
C.V. (%)	29.60	28.28	18.70	16.96	12.40	13.72

หมายเหตุ : * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ
ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

ตารางที่ 111 ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ย ตั้งแต่ปี 2560-2565 ในการทดสอบพันธุ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพมะคาเดเมียในแหล่งต่าง ๆ ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนเลย

พันธุ์	ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ย(เซนติเมตร)					
	2560	2561	2562	2563	2564	2565
1. MCL829	270.00 c	229.10 b	457.00 ab	529.60 abc	506.40 b	554.00 bcd
2. KW86	404.00 a	**486.75 a**	526.50 a	569.56 abc	580.50 ab	559.70 abc
3. CR-7	350.00 ab	399.70 a	463.00 ab	502.44 bc	512.89 b	544.88 cd
4. 660	296.00 bc	423.15 a	**550.50 a**	**625.60 a**	**632.20 a**	**638.00 a**
5. KK27	354.00 ab	380.90 a	409.80 b	484.78 c	491.30 b	509.23 d
6. CR-5	250.00 c	265.45 b	397.44 b	482.78 c	500.33 b	508.00 d
7. 741	370.00 ab	416.05 a	468.50 ab	592.00 ab	627.78 a	599.56 ab
8. FNG21	**426.00 ab**	425.40 a	482.22 ab	576.78 abc	585.33 ab	562.00 abc
F-test	*	*	*	*	*	*
C.V. (%)	29.6	31.17	21.60	19.14	18.24	13.38

ศูนย์วิชาการเกษตร

หมายเหตุ : * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ
ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

ตารางที่ 112 ความสูงต้น ตั้งแต่ปี 2560-2565 ในการทดสอบพันธุ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพมะคาเดเมียในแหล่งต่าง ๆ ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนเลย

พันธุ์	ความสูงต้น(เซนติเมตร)					
	2560	2561	2562	2563	2564	2565
1. MCL829	70.00 c	300.40 c	557.00	646.00	606.00 bc	664.00
2. KW86	375.00 ab	528.30 a	636.50	**751.30**	721.50 ab	731.60
3. CR-7	275.00 b	605.00 a	601.50	634.22	571.78 c	651.89
4. 660	300.00 ab	564.20 a	**678.00**	729.00	736.40 a	744.90
5. KK27	300.00 ab	378.60 bc	632.00	687.60	693.90 abc	753.44
6. CR-5	150.00 c	**577.70 a**	515.00	555.33	570.00 c	637.67
7. 741	450.00 a	477.80 ab	655.50	733.89	**740.56 a**	**756.56**
8. FNG21	**456.00 a**	300.40 c	596.11	643.89	651.44 abc	657.78
F-test	*	*	ns	ns	*	ns
C.V. (%)	28.5	29.73	19.91	19.62	17.60	15.44

หมายเหตุ : * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ
ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

ตารางที่ 113 น้ำหนักผลผลิตรวม ตั้งแต่ปี 2563-2565 ในการทดสอบพันธุ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพมะคาเดเมียในแหล่งต่าง ๆ ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนเลย

พันธุ์	น้ำหนักผลผลิตรวม ปี 2562(กรัม)	น้ำหนักผลผลิตรวม ปี 2563 (กรัม)	น้ำหนักผลผลิตรวม ปี 2564(กรัม)	น้ำหนักผลผลิตรวม ปี 2565(กรัม)	เฉลี่ย 4 ปี (กรัม)
1.MCL829	6,710	10,270	20,900	13,600	12,870.00
2.KW86	**20,320**	6,410	23,700	15,950	16,595.00
3.CR-7	17,360	11,760	22,470	10,630	15,555.00
4.660	12,610	16,060	33,960	**20,790**	20,855.00
5.KK27	18,140	12,020	13,570	8,270	13,000.00
6.CR-5	10,250	7,370	16,970	7,650	10,560.00
7.741	13,630	**19,450**	**38,140**	18,810	22,507.50
8.FNG21	13,800	5,990	22,580	14,000	14,092.50

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 114 การวิเคราะห์ผลสดทั้งเปลือกเขียวมะคาเดเมีย 8 พันธุ์ ในการทดสอบพันธุ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพมะคาเดเมียในแหล่งต่าง ๆ ปี 2565 ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนเลย

พันธุ์	น้ำหนักผลสดทั้งเปลือก (กรัม)	ขนาดผลสด(มิลลิเมตร)			ความหนาของเปลือก (มิลลิเมตร)	น้ำหนักเปลือก (กรัม)	น้ำหนักกะลาทั้งเนื้อใน (กรัม)	ขนาดกะลา(มิลลิเมตร)			ความหนากะลา (มิลลิเมตร)	น้ำหนักกะลา (กรัม)	น้ำหนักเนื้อใน (กรัม)
		กว้าง	ยาว	หนา				กว้าง	ยาว	หนา			
1.MCL829	8.38 d	**37.47**	32.64 f	25.11 d	2.41 c	3.42 e	4.96 d	19.83 d	20.40 b	19.63 d	2.50 c	3.67 c	1.29 c
2.KW86	**27.07 a**	33.75	**47.68 a**	**35.74 a**	2.96 ab	**11.92 a**	**15.15 a**	**29.17 a**	28.33 ab	**29.48 a**	**4.54 a**	**10.83 a**	**4.32 a**
3.CR-7	17.65 c	30.02	38.86 de	30.45 c	2.92 ab	8.84 b	8.81 c	24.30 c	**35.77 a**	24.95 bc	2.69 c	5.91b	2.90 b
4.660	18.47 abc	31.33	42.32 c	31.47 bc	2.81 b	8.41 b	10.06 b	25.48 bc	25.92 ab	26.01 b	1.85 d	7.15 b	2.91 b
5.KK27	15.90 cd	32.22	38.94 de	32.16 b	**3.20 a**	5.94 c	9.97 b	25.65 b	26.33 ab	26.13 b	3.18 b	6.79 b	2.48 b
6.CR-5	13.85 cd	30.52	37.73 e	30.98 bc	2.73 b	4.65 d	9.20 bc	24.61 bc	23.66 ab	25.72 bc	3.41 b	6.81 b	2.39 b
7.741	25.02 ab	30.15	40.54 cd	30.19 c	2.67 bc	7.85 b	9.17 bc	24.60 bc	25.29 ab	24.24 c	2.70 c	6.62 b	2.55 b
8.FNG21	18.25 abc	30.37	44.43 b	31.69 bc	2.82 b	8.97 b	9.29 bc	24.58 bc	25.59 ab	24.94 bc	3.38 b	7.11 b	2.18 bc
F-test	*	ns	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
C.V. (%)	72.20	60.48	7.44	7.58	15.58	24.42	16.56	7.14	69.06	8.80	20.98	28.28	56.97

ตารางที่ 115 การวิเคราะห์คุณภาพผลผลิต และคะแนนคุณภาพจากการประเมินคะแนนเนื้อในทางประสาทสัมผัส(รสชาติ) ทั้ง 8 พันธุ์ ในการทดสอบพันธุ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพมะคาเดเมียในแหล่งต่าง ๆ ในปี 2565 ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนเลย ความสูงจากระดับน้ำทะเล 900 เมตร

พันธุ์	น้ำหนักเนื้อในเฉลี่ย (กรัม)	เปอร์เซ็นต์เนื้อใน	เปอร์เซ็นต์เกรด 1 เนื้อใน (% recovery)	เปอร์เซ็นต์เนื้อในเกรด 1 (%ลอยน้ำ)	ระดับคะแนนเนื้อใน(*)					รสชาติ(**)
					สีเนื้อใน	ความสม่ำเสมอ	ขนาด	รูปร่าง	เฉลี่ย	
1. MCL829	1.8	34.20	28.7	84.0	3	2.5	3	2.5	2.8	6.68
2. KW86	**3.2**	24.81	16.6	67.0	2.5	3	3.5	3	3.0	6.76
3. CR-7	2.8	**38.37**	**33.8**	88.0	3.5	3	3.5	3	**3.3**	6.58
4. 660	2.7	33.06	27.4	83.0	3.5	3	3.5	3	**3.3**	**7.96**
5. KK27	2.2	34.23	27.4	80.0	3	2.5	3	3	2.9	6.40
6. CR-5	2.1	30.59	26.3	86.0	2.5	3	3	2.5	2.8	6.76
7. 741	2.2	28.68	22.9	80.0	2	3	3	3	2.8	7.64
8. FNG21	2.7	34.01	30.9	**91.0**	3.5	3	3.5	3	**3.3**	6.72

* ระดับคะแนนเนื้อใน เป็น 4 ระดับ (1-4 จากน้อยไปมาก) ** ระดับคะแนนรสชาติ เป็น 9 ระดับ (1-9 จากชอบน้อยไปมาก)

กรมวิชาการเกษตร

4. ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่ ความสูง 1400 เมตร จากระดับน้ำทะเล

การเจริญเติบโตด้านขนาดเส้นรอบวงโคนต้น พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ 660 มีขนาดเส้นรอบวงโคนต้นมากที่สุดคือ 54.30 เซนติเมตร (ตารางที่ 116) ด้านขนาดทรงพุ่มเฉลี่ย พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ 741 มีขนาดทรงพุ่มเฉลี่ยมากที่สุดคือ 578.6 เซนติเมตร (ตารางที่ 117) ด้านความสูง พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ KK27 มีความสูงมากที่สุดคือ 800.25 เซนติเมตร (ตารางที่ 118) ด้านผลผลิตและคุณภาพผลผลิต เริ่มให้ผลผลิตปีแรกในปี 2563 พบว่า พันธุ์ที่มีผลผลิตเฉลี่ย 3 ปีมากที่สุดคือ KW86 รองลงมาคือ CR7 และ KK27 คือ 16,055.97 7,626.23 และ 3,118.27 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 119) พันธุ์ KW86 มีน้ำหนักเนื้อในเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากันคือ 3.4 กรัม พันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์เนื้อในและเปอร์เซ็นต์เกรด 1 เนื้อใน (% recovery) มากที่สุดคือ พันธุ์ CR7 คือ 38.37 และ 33.8 เปอร์เซ็นต์ และพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์เนื้อในเกรด 1 (% ลอยน้ำ) มากที่สุดได้แก่ FNG21 คือ 91 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 120 และตารางที่ 121)

ตารางที่ 116 ขนาดเส้นรอบวงโคนต้น ตั้งแต่ปี 2560-2565 ในการทดสอบพันธุ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพมะคาเดเมียในแหล่งต่าง ๆ ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) ความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,400 เมตร

พันธุ์	ขนาดเส้นรอบวงโคนต้น(เซนติเมตร)					
	2560	2561	2562	2563	2564	2565
1. MCL829	9.77 c	18.30 b	21.83 c	28.00 b	31.70 b	39.65 c
2. KW86	15.10 ab	28.75 ab	34.63 a	37.90 ab	45.70 a	49.00 abc
3. CR-7	9.77 bc	26.00 ab	33.00 a	36.60 ab	40.60 ab	52.60 ab
4. 660	9.34 bc	18.21 b	22.10 c	32.00 ab	42.00 ab	**54.30 a**
5. KK27	15.70 abc	27.73 ab	33.20 a	**43.00 a**	**46.30 a**	49.90 abc
6. CR-5	**19.80 a**	**32.67 a**	**36.00 a**	38.00 ab	43.50 ab	48.55 bc
7. 741	9.62 c	20.00 b	24.00 bc	31.50 ab	40.70 ab	50.25 ab
8. FNG21	9.75 c	21.22 b	30.75 ab	37.00 a	44.00 ab	50.40 ab
F-test	*	*	*	*	*	*
C.V. (%)	83.00	23.22	16.78	16.40	33.70	48.32

หมายเหตุ : * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ
ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

ตารางที่ 117 ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ย ตั้งแต่ปี 2560-2565ณ ในการทดสอบพันธุ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพมะคาเดเมียในแหล่งต่าง ๆ ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) ความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,400 เมตร

พันธุ์	ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ย(เซนติเมตร)					
	2560	2561	2562	2563	2564	2565
1. MCL829	88.20 c	228.17 bc	200.00 b	230.0 c	288.5 c	364.25 d
2. KW86	178.00 a	320.17 ab	**360.19 a**	405.7 a	446.3 ab	500.63 bc
3. CR-7	146.00 ab	296.29 abc	335.83 a	388.6 ab	409.1 bc	490.78 bc
4. 660	89.60 bc	196.79 c	206.50 b	375.0 ab	407.5 bc	485.75 cd
5. KK27	159.00 abc	322.08 ab	358.60 a	415.0 a	428.5 ab	480.22 cd
6. CR-5	**196.00 a**	**344.33 a**	336.50 a	**470.0 a**	**520.7 a**	560.78 ab
7. 741	94.10 bc	216.20 c	223.00 b	302.5 bc	348.8 bc	**578.60 a**
8. FNG21	99.80 bc	257.20 abc	331.50 a	401.7 ab	475.8 ab	510.91 b
F-test	*	*	*	*	*	*
C.V. (%)	81.10	18.99	18.33	14.10	58.42	72.65

หมายเหตุ : * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ
ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

ตารางที่ 118 ความสูงต้น ตั้งแต่ปี 2560-2565 ในการทดสอบพันธุ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพมะคาเดเมียในแหล่งต่าง ๆ ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) ความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,400 เมตร

พันธุ์	ความสูงต้น(เซนติเมตร)					
	2560	2561	2562	2563	2564	2565
1. MCL829	213.00 b	306.67 bc	380.00 b	545.0 b	570.00 bc	620.13 c
2. KW86	293.00 ab	416.00 ab	494.13 ab	630.6 ab	642.70 ab	680.45 bc
3. CR-7	278.00 ab	385.86 abc	503.33 ab	617.6 ab	628.90 bc	684.72 bc
4. 660	148.00 b	250.00 c	359.60 b	625.0 ab	659.50 ab	790.23 ab
5. KK27	306.00 ab	431.50 ab	**559.00 a**	**737.5 a**	**755.60 a**	**800.25 a**
6. CR-5	**369.00 a**	**510.00 a**	555.00 a	560.0 b	616.50 bc	658.79 bc
7. 741	148.00 b	250.00 c	359.60 b	625.0 ab	659.50 ab	790.23 ab
8. FNG21	189.00 b	340.00 bc	476.25 ab	584.7 ab	635.70 ab	660.36 bc
F-test	*	*	*	*	*	*
C.V. (%)	82.00	22.64	23.77	14.60	28.71	57.32

หมายเหตุ : * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ
ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

ตารางที่ 119 น้ำหนักผลผลิตรวม ตั้งแต่ปี 2563-2565 ในการทดสอบพันธุ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพมะคาเดเมียในแหล่งต่าง ๆ ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) ความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,400 เมตร

พันธุ์	น้ำหนักผลผลิตรวมปี 2563 (กรัม)	น้ำหนักผลผลิตรวม ปี 2564 (กรัม)	น้ำหนักผลผลิตรวม ปี 2565 (กรัม)	เฉลี่ย 3 ปี (กรัม)
1. MCL829	1,890	2,985.30	-	
2. KW86	**28,640**	13,415.90	**6,112**	
3. CR-7	8,080	**14,254.70**	544	
4. 660	170	158.80	-	
5. KK27	2,760	6,466.80	128	
6. CR-5	2,010	1,288.70	-	
7. 741	-	5,125.20	-	
8. FNG21	1,310	1,922.30	343	

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 120 การวิเคราะห์ผลสดทั้งเปลือกเขียวของมะคาเดเมียทั้ง 4 พันธุ์ ในการทดสอบพันธุ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพมะคาเดเมียในแหล่งต่าง ๆ ปี 2565 ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) ความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,400 เมตร

พันธุ์	น้ำหนักผลสดทั้งเปลือก (กรัม)	ขนาดผลสด(มิลลิเมตร)			ความหนาของเปลือก (มิลลิเมตร)	น้ำหนักเปลือก (กรัม)	น้ำหนักกะลาทั้งเนื้อใน (กรัม)	ขนาดกะลา(มิลลิเมตร)			ความหนากะลา (มิลลิเมตร)	น้ำหนักกะลา (กรัม)	น้ำหนักเนื้อใน (กรัม)
		กว้าง	ยาว	หนา				กว้าง	ยาว	หนา			
1. KW86	**25.62 a**	**34.98 a**	**37.84 a**	**34.98 a**	3.11 ab	**10.73 a**	**13.76 a**	**28.26 a**	**27.64 a**	**28.13 a**	**4.30 a**	**8.96 a**	**3.70 a**
2.CR-7	15.17 c	28.38 c	27.59 b	28.67 c	2.78 b	8.54 b	6.63 d	21.53 c	20.84 c	21.67c	1.86 c	3.56 c	2.35 b
3.KK27	18.37 b	31.56 b	39.73 a	31.59 b	**3.38 a**	8.70 b	8.70 c	23.93 b	24.25 b	24.60 b	2.44 b	5.34 b	2.51 b
4.FNG21	13.88 c	29.21 c	36.51 a	29.18 c	3.50 a	2.72 c	11.16 b	27.69 a	27.34 a	27.54 a	4.18 a	8.42 a	2.34 b
F-test	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
C.V. (%)	13.72	4.74	11.12	5.34	15.18	15.82	17.02	7.79	7.09	7.36	13.38	17.98	24.92

ตารางที่ 121 การวิเคราะห์คุณภาพผลผลิต และคะแนนคุณภาพจากการประเมินคะแนนเนื้อในทางประสาทสัมผัส(รสชาติ) ทั้ง 4 พันธุ์ ในการทดสอบพันธุ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพมะคาเดเมียในแหล่งต่าง ๆ ปี 2565 ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) ความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,400 เมตร)

พันธุ์	**น้ำหนักเนื้อในเฉลี่ย (กรัม)**	**เปอร์เซ็นต์เนื้อใน**	**เปอร์เซ็นต์เนื้อในเกรด 1 (%ลอยน้ำ)**	**เปอร์เซ็นต์เกรด 1 เนื้อใน(% recovery)**	**ระดับคะแนนเนื้อใน(*)**					**รสชาติ(**)**
					สีเนื้อใน	**ความสม่ำเสมอ**	**ขนาด**	**รูปร่าง**	**เฉลี่ย**	
1.KW86	**3.4**	25.7	72.0	18.5	2.5	3	3	3.5	3.0	**6.92**
2.CR-7	0.6	**31.1**	86.5	**26.9**	3.5	3	3	3	**3.1**	6.80
3.KK27	0.1	19.9	**91.7**	18.2	3	3	2	3	2.8	6.76
4.FNG21	0.2	23.7	87.5	20.8	2.5	2.8	2.8	2	2.5	6.76

* ระดับคะแนนเนื้อใน เป็น 4 ระดับ (1-4 จากน้อยไปมาก) ** ระดับคะแนนรสชาติ เป็น 9 ระดับ (1-9 จากชอบน้อยไปมาก)

กรมวิชาการเกษตร

การทดลองที่ 1.2 การทดสอบพันธุ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพมะคาเดเมียในแปลงเกษตรกร (2565 -2567)

ดำเนินการ 9 กรรมวิธีได้แก่ 660, 741 A4 , 849, KW86, KK27, CR5, CR7 และ FNG21 วางแผนการทดลองแบบ RCB ผลการดำเนินงานในปี 2565 ดังนี้ การเจริญเติบโตด้านขนาดเส้นรอบวงโคนต้นและด้านขนาดทรงพุ่ม พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ CR-5 มีขนาดเส้นรอบวงโคนต้นและขนาดทรงพุ่มมากที่สุดคือ 50.04 561.43 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 122 และ ตารางที่ 123) ด้านความสูง พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ FNG21 มีความสูงมากที่สุดคือ 698 เซนติเมตร (ตารางที่ 124) ด้านอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยพบว่า พันธุ์ FNG21 มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยมากที่สุด (ตารางที่ 125) การออกดอกเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงกันยายน คือ พันธุ์ KK27 KW86 CR-7 741 และ FNG21 ช่วงเดือนตุลาคม คือ พันธุ์ 849 และ 660 และช่วงเดือนพฤศจิกายน คือ พันธุ์ A4 และ CR-5 และทั้ง 9 พันธุ์จะเริ่มเก็บเกี่ยวผลผลิตในเดือนกรกฎาคม-กันยายน เริ่มให้ผลผลิตในปี 2564 และปี 2565 ตามลำดับ ผลผลิตเฉลี่ย 2 ปี พบว่า พันธุ์ KW86 ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงที่สุด รองลงมาคือ พันธุ์ CR7 และ พันธุ์ 741 ตามลำดับ คือ 13,523.1 11,870.75 และ 3,288.8 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 126) คุณภาพผลผลิต พบว่า พันธุ์ 741 มีน้ำหนักเนื้อในเฉลี่ยมากที่สุดคือ 2.4 กรัมต่อเมล็ด พันธุ์ 741 มีเปอร์เซ็นต์เนื้อในและเปอร์เซ็นต์เกรด 1 เนื้อใน (% recovery) มากที่สุดคือ 41.94 และ 39.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และพันธุ์ 849 มีเปอร์เซ็นต์เนื้อในเกรด 1 (%ลอยน้ำ) มากที่สุดคือ 97 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 127 และ ตารางที่ 128)

ตารางที่ 122 ขนาดเส้นรอบวงโคนต้น ตั้งแต่ปี 2560-2565 ณ แปลงเกษตรกร อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ในการทดสอบพันธุ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพมะคาเดเมียในแปลงเกษตรกร

พันธุ์	ขนาดเส้นรอบวงโคนต้น(เซนติเมตร)					
	2560	2561	2562	2563	2564	2565
1. A4	13.80 b	12.50 b	21.00 bc	35.00 ab	38.00 bc	39.25 b
2. KK27	13.70 b	12.25 b	19.00 c	28.00 b	32.50 c	33.38 c
3. KW86	15.50 ab	20.50 ab	27.33 abc	31.60 ab	39.00 bc	39.92 b
4. 849	21.60 ab	20.29 ab	27.83 abc	38.80 ab	42.00 abc	43.14 b
5. CR-5	**28.10 a**	**32.86 a**	**37.43 a**	40.70 a	**49.75 a**	**50.04 a**
6. CR-7	20.20 ab	19.71 ab	27.00 abc	30.30 ab	33.25 c	38.33 b
7. 660	21.80 ab	23.25 ab	32.50 ab	**42.30 a**	49.25 ab	49.69 ab
8. 741	22.00 ab	26.60 ab	28.20 abc	41.30 a	48.25 ab	49.00 ab
9. FNG21	20.70 ab	27.17 ab	33.83 a	41.30 a	45.25 abc	49.40 ab
F-test	*	*	*	*	*	*
C.V. (%)	113.00	43.78	32.09	20.50	28.64	65.79

หมายเหตุ : * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ
ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 123 ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ย ตั้งแต่ปี 2560-2565 ณ แปลงเกษตรกร อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ในการทดสอบพันธุ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพมะคาเดเมียในแปลงเกษตรกร

พันธุ์	ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ย(เซนติเมตร)					
	2560	2561	2562	2563	2564	2565
1. A4	139.00 b	142.17b	274.40	425.00	447.50 ab	460.31 b
2. KK27	202.00 ab	158.33b	279.10	328.30	388.13 b	396.88 c
3. KW86	148.00 ab	221.92ab	337.92	362.00	485.00 ab	495.00 ab
4. 849	226.00 ab	221.64ab	361.58	421.30	448.53 ab	456.07 bc
5. CR-5	**274.00 a**	**389.36a**	**412.50**	450.00	**553.87 a**	**561.43 a**
6. CR-7	212.00 ab	238.07ab	353.25	386.70	456.13 ab	480.42 b
7. 660	201.00 ab	228.08ab	372.17	415.00	487.13 ab	489.69 b
8. 741	177.00 ab	258.50ab	378.00	458.30	498.73 ab	502.50 ab
9. FNG21	193.00 ab	314.17ab	390.42	**467.50**	545.13 a	555.00 a
F-test	*	*	ns	ns	*	*
C.V. (%)	116	43.07	31.36	20.8	24.13	33.79

หมายเหตุ : * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ
ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

ตารางที่ 124 ความสูงต้น ตั้งแต่ปี 2560-2565 ณ แปลงเกษตรกร อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ในการทดสอบพันธุ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพมะคาเดเมียในแปลงเกษตรกร

พันธุ์	ความสูงต้น(เซนติเมตร)					
	2560	2561	2562	2563	2564	2565
1. A4	208.00 b	160.17b	302.40 b	460.00 de	552.50 abc	563.25 b
2. KK27	257.00 b	175.50b	310.40 b	405.00 e	440.00 bc	477.50 c
3. KW86	232.00 ab	296.67ab	405.83 ab	478.00 cde	613.75 ab	623.33 bc
4. 849	340.00 ab	293.00ab	462.17 a	580.00 abc	509.50 abc	526.43 bc
5. CR-5	**386.00 a**	**401.43a**	504.29 a	562.90 abc	610.00 ab	614.29 b
6. CR-7	314.00 ab	294.86ab	421.50 ab	515.00 bcd	562.50 ab	568.33 b
7. 660	333.00 ab	333.00a	482.50 a	615.00 ab	657.50 a	663.75 ab
8. 741	338.00 ab	397.00a	**512.00 a**	593.30 ab	685.00 a	689.00 a
9. FNG21	303.00 ab	384.70a	500.00 a	**635.00 a**	**690.00 a**	**698.00 a**
F-test	*	*	*	*	*	*
C.V. (%)	110.00	30.34	21.79	11.9	18.19	44.80

หมายเหตุ : * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ
ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 125 อัตราการเพิ่มขึ้นเฉลี่ยของเส้นรอบวงโคนต้น ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ย และ ความสูงต้นมะคาเดเมีย ตั้งแต่ปี 2560-2565 ณ แปลงเกษตรกร อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ในการทดสอบพันธุ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพมะคาเดเมียในแปลงเกษตรกร

พันธุ์	อัตราการเพิ่มขึ้นเฉลี่ยของเส้นรอบวงโคนต้น	อัตราการเพิ่มขึ้นเฉลี่ยของความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ย	อัตราการเพิ่มขึ้นเฉลี่ยของความสูงต้น	อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย
1. A4	5.09	64.26	71.05	
2. KK27	3.04	38.98	44.10	
3. KW86	4.88	64.40	78.27	
4. 849	4.31	46.01	37.29	
5. CR-5	4.39	57.48	45.66	
6. CR-7	3.63	53.68	50.87	
7. 660	**5.90**	57.74	66.15	
8. 741	5.76	65.10	70.20	
9. FNG21	5.84	**72.40**	**79.00**	

ตารางที่ 126 ช่วงที่เริ่มออกดอก ช่วงที่ติดผล ช่วงที่เก็บผลผลิต จำนวนต้นที่เหลืออยู่ น้ำหนักผลผลิตรวม ณ แปลงเกษตรกร อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ในการทดสอบพันธุ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพมะคาเดเมียในแปลงเกษตรกร

พันธุ์	ช่วงที่เริ่มออกดอก	ช่วงที่ติดผล	ช่วงที่เก็บผลผลิต	น้ำหนักผลผลิตรวมปี 2564 (กรัม)	น้ำหนักผลผลิตรวมปี 2565 (กรัม)	ผลผลิตเฉลี่ย 2 ปี(กรัม)
1. A4	พฤศจิกายน-ธันวาคม	มกราคม-กุมภาพันธ์	กรกฎาคม-กันยายน	4,097	517.50	2,307.25
2. KK27	กันยายน-ตุลาคม	พฤศจิกายน-ธันวาคม	กรกฎาคม-กันยายน	1,444	278.90	861.45
3. KW86	กันยายน-ตุลาคม	พฤศจิกายน-ธันวาคม	กรกฎาคม-กันยายน	20,526	6,520.20	13,523.10
4. 849	ตุลาคม-พฤศจิกายน	มกราคม-กุมภาพันธ์	กรกฎาคม-กันยายน	501	3,445.40	1,973.20
5. CR-5	พฤศจิกายน-ธันวาคม	มกราคม-กุมภาพันธ์	กรกฎาคม-กันยายน	4,791	1,187.00	2,989.00
6. CR-7	กันยายน	ธันวาคม	กรกฎาคม-กันยายน	13,851	9,890.50	11,870.75
7. 660	ตุลาคม-พฤศจิกายน	มกราคม	กรกฎาคม-กันยายน	2,200	2,724.10	2,462.05
8. 741	กันยายน-พฤศจิกายน	ธันวาคม-มกราคม	กรกฎาคม-กันยายน	3,714	2,863.60	3,288.80
9. FNG21	กันยายน-ตุลาคม	พฤศจิกายน-ธันวาคม	กรกฎาคม-กันยายน	-	1,205.40	602.70

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 127 การวิเคราะห์ผลสดทั้งเปลือกเขียวของมะคาเดเมีย 9 พันธุ์ ในการทดสอบพันธุ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพมะคาเดเมียในแปลงเกษตรกร ณ แปลงเกษตรกร อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ปี 2565

พันธุ์	น้ำหนักผลสดทั้งเปลือก (กรัม)	ขนาดผลสด(มิลลิเมตร)			ความหนาเปลือก (มิลลิเมตร)	น้ำหนักเปลือก (กรัม)	น้ำหนักกะลาทั้งเนื้อใน (กรัม)	ขนาดกะลา(มิลลิเมตร)			ความหนากะลา (มิลลิเมตร)	น้ำหนักกะลา (กรัม)	น้ำหนักเนื้อใน (กรัม)
		กว้าง	ยาว	หนา				กว้าง	ยาว	หนา			
1. A4	18.96 ab	32.37	**46.07 a**	**32.32 a**	2.45 d	10.18	8.78 abc	24.88 ab	**25.82 a**	22.86 ab	2.45 ab	6.60 ab	2.18 ab
2.KK27	13.96 b	28.04	37.26 e	28.25 ed	2.42 d	7.09	6.87 de	22.29 ab	22.69 cd	22.56 ab	2.03 b	4.82 cd	2.05 ab
3.KW86	17.57 ab	30.50	41.55 bcd	30.61 abc	3.14 ab	9.21	8.36 abcd	23.49 ab	23.66 bc	23.43 ab	2.92 ab	5.93 bc	**2.43 a**
4.849	15.01 ab	29.22	39.21 cde	29.38 bcd	2.95 bc	7.93	7.08 cde	22.74 ab	22.42 cd	22.90 ab	2.29 b	4.93cd	2.15 ab
5.CR-5	10.78 b	26.69	38.65 ecd	26.89 e	2.79 bcd	5.89	5.99 e	20.90 b	20.90 d	20.71 b	1.81 b	4.34 d	1.65 b
6.CR-7	**30.67 a**	**56.75**	38.41 de	29.48 bcd	2.67 cd	**21.56**	9.11 ab	**44.19 a**	23.83 bc	24.09 ab	**4.18 a**	6.85 ab	2.26 a
7.660	17.86 ab	30.52	41.89 bc	31.09 ab	2.88 bc	17.86	9.34 ab	24.55 ab	24.71 ab	24.88 ab	2.71 ab	6.91 ab	**2.43 a**
8.741	15.33 ab	28.08	42.70 b	29.16 cd	2.94 bc	7.65	7.68 bcde	23.07 ab	23.22 bc	**43.73 a**	2.56 ab	5.66 bcd	2.02 ab
9.FNG21	20.06 ab	31.83	43.70 a	31.76 a	**3.53 a**	10.52	**9.54 a**	24.52 ab	25.10 ab	24.46 ab	3.32 ab	**7.62 a**	1.92 ab
F-test	*	ns	*	*	*	ns	*	*	*	*	*	*	*
C.V. (%)	88.92	88.75	8.16	6.15	15.16	143.57	22.00	82.69	8.59	86.06	64.51	25.72	25.99

หมายเหตุ : * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ
ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 128 การวิเคราะห์คุณภาพผลผลิต และคะแนนคุณภาพจากการประเมินคะแนนเนื้อในทางประสาทสัมผัส(รสชาติ) ในการทดสอบพันธุ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพมะคาเดเมียในแปลงเกษตรกร ณ แปลงเกษตรกร อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ปี 2565

พันธุ์	น้ำหนักเนื้อในเฉลี่ย (กรัม)	เปอร์เซ็นต์เนื้อใน	เปอร์เซ็นต์เนื้อในเกรด 1 (%ลอยน้ำ)	เปอร์เซ็นต์เกรด 1 เนื้อใน(% recovery)	ระดับคะแนนเนื้อใน(*)					รสชาติ(**)
					สีเนื้อใน	ความสม่ำเสมอ	ขนาด	รูปร่าง	เฉลี่ย	
1. A4	0.4	30.54	80.0	24.4	3.5	3	3.5	3.5	**3.4**	5.84
2.KK27	0.2	36.51	66.7	24.3	3.5	3.5	3	3	3.3	7.28
3.KW86	1.8	31.39	96.0	30.1	3.5	3	3.5	3	3.3	7.04
4.849	1.6	29.39	**97.0**	28.5	3	3.5	3.5	3	3.3	7.08
5.CR-5	0.9	29.65	84.0	24.9	3	2.5	2.5	3	2.8	7.60
6.CR-7	2.3	36.24	91.0	33.0	3	3	3.5	3	3.1	6.48
7.660	1.7	24.91	93.0	23.2	3	3	3.5	3.5	3.3	6.72
8.741	**2.4**	**41.94**	94.0	**39.4**	3.5	3	3	3	3.1	**8.04**
9.FNG21	1.1	38.11	84.8	32.3	3.5	3	3	3	3.1	7.52

* ระดับคะแนนเนื้อใน เป็น 4 ระดับ (1-4 จากน้อยไปมาก)

** ระดับคะแนนรสชาติ เป็น 9 ระดับ (1-9 จากชอบน้อยไปมาก)

กรมวิชาการเกษตร

การทดลองที่ 1.3 การเปรียบเทียบสายต้นมะคาเดเมีย ที่ได้จากการเพาะเมล็ดของพันธุ์ D4 (ปี 2565-2567)

ดำเนินการ 9 กรรมวิธีได้แก่ KK# 9 ต้นเพาะเมล็ด D4 เบอร์ต้น 826 เปอร์เซ็นต์เนื้อใน 46, KK#10 ต้นเพาะเมล็ด D4 เบอร์ต้น 565 เปอร์เซ็นต์เนื้อใน 56, KK#11 ต้นเพาะเมล็ด D4 เบอร์ต้น 415 เปอร์เซ็นต์เนื้อใน 50, KK#12 ต้นเพาะเมล็ด D4 เบอร์ต้น 237 เปอร์เซ็นต์เนื้อใน 51, KK#13 ต้นเพาะเมล็ด D4 เบอร์ต้น 367 เปอร์เซ็นต์เนื้อใน 49, KK#14 ต้นเพาะเมล็ด D4 เบอร์ต้น 688 เปอร์เซ็นต์เนื้อใน 54, KK#15 ต้นเพาะเมล็ด D4 เบอร์ต้น 561 เปอร์เซ็นต์เนื้อใน 50, พันธุ์ 741 (Check) และพันธุ์ 660 (Check) วางแผนแบบ RCB พบว่า กรรมวิธีที่ 1 KK#9 ต้นเพาะเมล็ด D4 เบอร์ต้น 826 ตาย ได้คัดสายต้น KK#3 ต้นเพาะเมล็ด D4 เบอร์ต้น 736 แทน และปฏิบัติดูแลรักษาต้นพันธุ์มะคาเดเมียที่ทำการคัดเลือก และเสียบยอดตามกรรมวิธีเมื่อ 29 ส.ค.-2 ก.ย. 2565 ทำให้ได้ข้อมูลเปอร์เซ็นต์เสียบติดแค่ 1 เดือนหลังจากเสียบยอด และเมื่อเก็บข้อมูลต่อถึงเดือนธันวาคม 2565 พบการเข้าทำลายของสัตว์ฟันแทะ ประกอบกับเสียบยอดไม่ติด ทำให้ไม่สามารถเตรียมต้นได้ทันตามกรรมวิธี จึงขอสิ้นสุดการทดลอง

กิจกรรม 2 วิจัยเทคโนโลยีการผลิตมะคาเดเมียที่เหมาะสำหรับแหล่งปลูกต่าง ๆ ในประเทศไทย

การทดลองที่ 2.1 การจัดการสวนมะคาเดเมียที่มีอายุมากกว่า 30 ปี โดยวิธีการตัดแต่งกิ่ง

ดำเนินการ 4 กรรมวิธี ใน 2 สถานที่ ดังนี้

1. ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอนหลวง) อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่

ตัดแต่งกิ่งในวันที่ 27 เม.ย-26 พ.ค.2565 โดยวัดข้อมูลการเจริญก่อนการตัดแต่ง พบว่า มีขนาดเส้นรอบวงโคนต้นเฉลี่ย 88.53-96.24 ซม. ขนาดทรงพุ่มเฉลี่ย 7.53-8.58 ซม. หลังการตัดแต่งพบว่า ไม่มีเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโตในด้านขนาดเส้นรอบวงโคนต้น แต่ กรรมวิธีที่ 2 ถึง 4 มีการเจริญเติบโตด้านความสูงและขนาดทรงพุ่มลดลง ยกเว้นกรรมวิธีที่ 1 เนื่องจากไม่มีการตัดแต่งกิ่ง แต่มีจำนวนยอดใหม่เกิดขึ้นแตกต่างในแต่ละกรรมวิธีดังนี้ หลังตัดแต่งกิ่ง 4 เดือนคือ กรรมวิธีที่ 2 มีจำนวนยอดที่เกิดใหม่มากที่สุดคือ 25.1 ยอด รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 3 กรรมวิธีที่ 4 และ กรรมวิธีที่ 1 ตามลำดับ ที่มีจำนวนยอดที่เกิดใหม่คือ 20, 14.2 และ 12.7 ยอด ตามลำดับ (ตารางที่ 129)

2. ศูนย์วิจัยเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ อ.เขาค้อ จ.เพชรบูรณ์

ตัดแต่งกิ่งวันที่ 26 ส.ค. 2565 โดยวัดข้อมูลการเจริญก่อนการตัดแต่ง พบว่า มีขนาดเส้นรอบวงโคนต้นเฉลี่ย 83.7-1.3.1 ซม. ขนาดทรงพุ่มเฉลี่ย 6.73-7.35 ซม. และความสูงเฉลี่ย 8.35-10.3 ซม. หลังการตัดแต่งพบว่า ไม่มีเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโตในด้านขนาดเส้นรอบวงโคนต้น แต่ กรรมวิธีที่ 2 ถึง 4 มีการเจริญเติบโตด้านความสูงและขนาดทรงพุ่มลดลง ยกเว้นกรรมวิธีที่ 1 เนื่องจากไม่มีการตัดแต่งกิ่ง แต่มีจำนวนยอดใหม่เกิดขึ้น แตกต่างในแต่ละกรรมวิธีดังนี้ หลังตัดแต่งกิ่ง 1 เดือน กรรมวิธีที่ 3 (สี่เหลี่ยม) มีจำนวนยอดที่เกิดใหม่มากที่สุดคือ 14.2 ยอด รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 2 (เปิดกลาง) กรรมวิธีที่ 4 (ปิรามิด) และ กรรมวิธีที่ 1 (ไม่ตัดแต่ง) ตามลำดับ ที่มีจำนวนยอดที่เกิดใหม่คือ 7.4, 6.2 และ 6 ยอด ตามลำดับ (ตารางที่ 130)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 129 ข้อมูลการเจริญเติบโตและผลผลิต ในการจัดการสวนมะคาเดเมียที่มีอายุมากกว่า 30 ปี โดยวิธีการตัดแต่งกิ่ง ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอนหลวง) อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่ ตัดแต่งกิ่งวันที่ 27 เม.ย-26 พ.ค.2565

กรรมวิธี	เส้นรอบวงโคนต้น (ซ.ม.)				ความสูง (ม.)				ขนาดทรงพุ่มเฉลี่ย (ม.)				จำนวนยอดใหม่เฉลี่ยหลังตัดแต่งกิ่ง 3 เดือน (ยอด)
	ก่อนตัดแต่งกิ่ง (เม.ย65)	หลังตัดแต่งกิ่ง 1 เดือน (มิ.ย.65)	หลังตัดแต่งกิ่ง 3 เดือน (ก.ย.65)	หลังตัดแต่งกิ่ง 6 เดือน (ธ.ค.65)	ก่อนตัดแต่งกิ่ง (เม.ย65)	หลังตัดแต่งกิ่ง 1 เดือน (มิ.ย.65)	หลังตัดแต่งกิ่ง 3 เดือน (ก.ย.65)	หลังตัดแต่งกิ่ง 6 เดือน (ธ.ค.65)	ก่อนตัดแต่งกิ่ง (เม.ย65)	หลังตัดแต่งกิ่ง 1 เดือน (มิ.ย.65)	หลังตัดแต่งกิ่ง 3 เดือน (ก.ย.65)	หลังตัดแต่งกิ่ง 6 เดือน (ธ.ค.65)	
1.ไม่ตัดแต่ง	91.2	92.5	93.2	93.67	11.61	11.8	11.96	12.0	7.55	8.36	8.55	8.57	12.7
2.เปิดกลาง	94.00	95.3	96.2	96.54	15.04	11.74	11.94	11.99	8.01	8.3	8.51	8.59	25.1
3.สี่เหลี่ยม	86.50	87.8	88.5	88.99	11.72	11.88	12.08	12.31	7.98	7.59	7.70	7.79	20
4.ปิรามิด	88.80	90.20	90.8	91.2	11.28	11.33	11.41	11.63	7.33	7.3	7.48	7.54	14.4

ตารางที่ 130 ข้อมูลการเจริญเติบโตและผลผลิต ในการจัดการสวนมะคาเดเมียที่มีอายุมากกว่า 30 ปี โดยวิธีการตัดแต่งกิ่ง ณ ศูนย์วิจัยเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ อ.เขาค้อ จ.เพชรบูรณ์ ตัดแต่งกิ่งวันที่ 26 ส.ค. 2565

กรรมวิธี	เส้นรอบวงโคนต้น (ซ.ม.)		ความสูง (ม.)		ทรงพุ่ม (ม.)		ผลสดเฉลี่ยก่อนตัดแต่งกิ่ง (กก.)	ผลกะลาสดเฉลี่ยก่อนตัดแต่งกิ่ง (กก.)	จำนวนยอดใหม่เฉลี่ยหลังตัดแต่งกิ่ง 1 เดือน (ยอด)
	ก่อนตัด	หลังตัดแต่งกิ่ง 1 เดือน	ก่อนตัด	หลังตัดแต่งกิ่ง 1 เดือน	ก่อนตัด	หลังตัดแต่งกิ่ง 1 เดือน			
1.ไม่ตัดแต่ง	83.70	83.70	8.35	8.35	6.95	6.95	4.62	2.52	6.00
2.เปิดกลาง	103.10	103.10	8.94	7.84	7.35	6.40	9.10	4.22	7.40
3.สี่เหลี่ยม	90.80	90.80	8.70	7.21	6.73	5.71	13.12	5.50	14.20
4.ปิรามิด	92.60	92.60	10.30	7.20	7.24	6.64	10.78	4.38	6.20

กรมวิชาการเกษตร

การทดลองที่ 2.2 ศึกษาความต้องการธาตุอาหารของมะคาเดเมีย (ปี 2565)

ดำเนินการคัดเลือกแปลงปลูกมะคาเดเมียที่ให้ผลผลิตแล้วและวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน จำนวน 12 แปลง แบ่งเป็น 2 จังหวัดดังนี้

1. จังหวัดเลย จำนวน 7 แปลง คือ แปลงในพื้นที่อำเภอภูเรือ ได้แก่ แปลงภายในศูนย์วิจัยพืชสวนเลย จำนวน 1 แปลง แปลงเกษตรกร จำนวน 3 แปลง ในพื้นที่อำเภอนาแห้ว ได้แก่แปลงเกษตรกร จำนวน 3 แปลง สมบัติทางเคมีของดินพบว่า แปลงปลูกมะคาเดเมียในศูนย์วิจัยพืชสวนเลย ความเป็นกรด-ด่าง มีค่า 5.1 อินทรียวัตถุ 2.24% ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีค่า 14.7 มก./กก. โพแทสเซียมที่สกัดได้มีค่า 240 มก./กก. แคลเซียม 95.4 มก./กก. และแมกนีเซียม 37.7 มก./กก. สำหรับแปลงเกษตรกร พบว่า ความเป็นกรด-ด่าง มีค่าเฉลี่ย 4.6 มีอินทรียวัตถุ 2.34% ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีค่า 9.1 มก./กก. โพแทสเซียมที่สกัดได้มีค่า 98.3 มก./กก. แคลเซียม 119.5 มก./กก. และแมกนีเซียม 34.8 มก./กก. ความเข้มข้นของธาตุอาหารที่ได้จากการวิเคราะห์ใบมะคาเดเมีย พบว่า ในระหวางพันธุ์มีความเข้มข้นแต่ละธาตุใกล้เคียง โดยไนโตรเจนอยู่ในระดับสูงที่สุด (2.15-2.40%) รองลงมาคือโพแทสเซียม (1.01-1.02%) และฟอสฟอรัส (0.49-0.55%) ตามลำดับ ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันทั้งสามพันธุ์ เมื่อวิเคราะห์ความเข้มข้นของธาตุอาหารในส่วนเปลือกผล กะลา และเนื้อในของผลมะคาเดเมีย พบว่า ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสส่วนเนื้อในอยู่ในระดับที่สูงที่สุด (1.49-1.50% และ 0.57-0.73%) รองลงมาคือส่วนเปลือกผล (0.73-0.85% และ 0.30-0.39%) และส่วนกะลา (0.39-0.66% และ 0.30-0.39%) ตามลำดับ ในทางกลับกันพบว่าโพแทสเซียมในเปลือกผล อยู่ในระดับที่สูงที่สุด (0.59-0.72%) รองลงมาคือ กะลา (0.08-0.48%) และเนื้อใน (0.29-0.34%) ตามลำดับ (ตารางที่ 132) จากการประเมินปริมาณธาตุอาหารจากผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบของผลมะคาเดเมีย พบว่าผลมะคาเดเมียสด 1 กิโลกรัมต้องการธาตุอาหารไนโตรเจน เฉลี่ย 17.11 17.63 และ 17.98 กรัม ฟอสฟอรัส 7.93 8.30 และ 8.29 กรัม และโพแทสเซียม 6.78 8.40 และ 8.93กรัม สำหรับพันธุ์เชียงใหม่1000 เชียงใหม่700 และเชียงใหม่400 ตามลำดับ (ตารางที่ 131 132 และตารางที่ 134)

2. จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 5 แปลง คือ แปลงภายในศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ แม่จอนหลวง จำนวน 1 แปลง แปลงเกษตรกรอำเภอแม่วาง จำนวน 1 แปลง เกษตรกรอำเภอแม่แจ่ม จำนวน 2 แปลง และแปลงเกษตรกรอำเภอฮอด จำนวน 1 แปลง สมบัติทางเคมีของดินพบว่า แปลงปลูกในศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ แม่จอนหลวง มีความเป็นกรด-ด่างมีค่า 4.9 มีอินทรียวัตถุ 6.17 % ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีค่า 13.5 มก./กก. โพแทสเซียมที่สกัดได้มีค่า 243.7 มก./กก. แคลเซียม 176.8 มก./กก. และแมกนีเซียม 41.0 มก./กก. (ตารางที่ 131) ความเข้มข้นของธาตุอาหารที่ได้จากการวิเคราะห์ใบมะคาเดเมีย พบว่า ในระหว่างพันธุ์มีความเข้มข้นธาตุฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมใกล้เคียงกัน ยกเว้นไนโตรเจนที่พบว่าพันธุ์เชียงใหม่ 400 มีความเข้มข้นน้อยกว่าพันธุ์เชียงใหม่ 700 และพันธุ์เชียงใหม่ 1000 ที่มีค่าใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตาม พบไนโตรเจนอยู่ในระดับสูงที่สุด (1.29-3.78%) รองลงมาคือโพแทสเซียม (0.60-0.73%) และฟอสฟอรัส (0.34-0.43%) ตามลำดับ ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันทั้งสามพันธุ์ เมื่อวิเคราะห์ความเข้มข้นของธาตุอาหารในส่วนเปลือกผล กะลา และเนื้อในของผลมะคาเดเมีย พบว่า ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสส่วนเนื้อในอยู่ในระดับที่สูงที่สุด (6.20-6.96% และ 0.55-0.63%) รองลงมาคือส่วนเปลือกผล (2.59-3.25% และ 0.25-0.29%) และส่วนกะลา (0.78-0.89% และ 0.15-0.16%) ตามลำดับ ในทางกลับกันพบว่าโพแทสเซียมในเปลือกผล อยู่ในระดับที่สูงที่สุด (0.60-0.73%) รองลงมาคือ เนื้อใน (0.30-0.39%) และ กะลา (0.06-0.07%) ตามลำดับ (ตารางที่ 133) จากการประเมินปริมาณธาตุอาหารจากผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบของผลมะคาเดเมีย พบว่าผลมะคาเดเมียสด 1 กิโลกรัมต้องการธาตุอาหารไนโตรเจน เฉลี่ย 52.88 55.64 และ 53.33 กรัม

ฟอสฟอรัส 5.11 5.54 และ 4.94 กรัม และโพแทสเซียม 8.50 9.58 และ 8.66 กรัม สำหรับพันธุ์เชียงใหม่ 1000 เชียงใหม่700 และเชียงใหม่400 ตามลำดับ (ตารางที่ 131 133 และตารางที่ 135)

ตารางที่ 131 สมบัติทางเคมีของดินปลูกมะคาเดเมีย ที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร ในศึกษาความต้องการธาตุอาหารของมะคาเดเมีย ปี 2565

รายการวิเคราะห์ / สถานที่	pH	อินทรียวัตถุ (%)	ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์	โพแทสเซียมที่สกัดได้	แคลเซียม	แมกนีเซียม
			(มก./กก.)			
ศูนย์วิจัยพืชสวนเลย	5.1	2.24	14.7	240.0	95.4	37.7
แปลงเกษตรกร จ.เลย	4.6	2.34	9.1	98.3	119.5	34.8
ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่	4.9	6.17	13.5	243.7	176.8	41.0
ค่ามาตรฐานอ้างอิง (norm)*	5.5-6.5		20-80	80-150	400-800	100-200

* Kuperus and Abercrombie (2003)

ตารางที่ 132 ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบ เปลือกผล กะลา และเนื้อในผลมะคาเดเมียในพื้นที่ อ.ภูเรือ และอ.นาแห้ว จ.เลย ในศึกษาความต้องการธาตุอาหารของมะคาเดเมีย ปี 2565

ธาตุอาหารพืช	พันธุ์	ใบ	เปลือกผล	กะลา	เนื้อใน
ไนโตรเจน (%)	เชียงใหม่ 1000 (#508)	2.40	0.85	0.39	1.49
	เชียงใหม่ 700 (#741)	2.15	0.73	0.62	1.50
	เชียงใหม่ 400 (#660)	2.31	0.78	0.66	1.50
	ค่าเฉลี่ย	2.29	0.79	0.56	1.49
	Norm*	1.4-1.5%			
ฟอสฟอรัส (%)	เชียงใหม่ 1000 (#508)	0.55	0.39	0.31	0.57
	เชียงใหม่ 700 (#741)	0.49	0.30	0.27	0.77
	เชียงใหม่ 400 (#660)	0.53	0.33	0.29	0.73
	ค่าเฉลี่ย	0.52	0.34	0.29	0.69
	Norm**	0.08-0.10%			
โพแทสเซียม (%)	เชียงใหม่ 1000 (#508)	1.01	0.72	0.08	0.29
	เชียงใหม่ 700 (#741)	1.02	0.59	0.46	0.31
	เชียงใหม่ 400 (#660)	1.02	0.64	0.48	0.34
	ค่าเฉลี่ย	1.02	0.65	0.34	0.31
	Norm*	0.6-0.7%			

* Stephenson and Cull (1986), ** Huett and Vimpany (2007)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 133 ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบ เปลือกผล กะลา และเนื้อในผลมะคาเดเมียในพื้นที่อ.แม่วาง อ.แม่แจ่ม และอ.ฮอด จ.เชียงใหม่ ในศึกษาความต้องการธาตุอาหารของมะคาเดเมีย ปี 2565

ธาตุอาหารพืช	พันธุ์	ใบ	เปลือกผล	กะลา	เนื้อใน
ไนโตรเจน (%)	เชียงใหม่ 1000 (#508)	3.78	2.59	0.78	6.96
	เชียงใหม่ 700 (#741)	3.70	3.06	0.89	6.75
	เชียงใหม่ 400 (#660)	1.29	3.25	0.89	6.20
	ค่าเฉลี่ย	2.92	2.96	0.85	6.64
	Norm*	1.4-1.5%			
ฟอสฟอรัส (%)	เชียงใหม่ 1000 (#508)	0.34	0.25	0.16	0.58
	เชียงใหม่ 700 (#741)	0.38	0.29	0.15	0.63
	เชียงใหม่ 400 (#660)	0.43	0.25	0.16	0.55
	ค่าเฉลี่ย	0.39	0.26	0.16	0.59
	Norm**	0.08-0.10%			
โพแทสเซียม (%)	เชียงใหม่ 1000 (#508)	0.60	1.30	0.06	0.30
	เชียงใหม่ 700 (#741)	0.61	1.39	0.06	0.39
	เชียงใหม่ 400 (#660)	0.73	1.29	0.07	0.32
	ค่าเฉลี่ย	0.65	1.33	0.06	0.33
	Norm*	0.6-0.7%			

* Stephenson and Cull (1986), ** Huett and Vimpany (2007)

ตารางที่ 134 ปริมาณธาตุอาหารในผลผลิตสดมะคาเดเมียพันธุ์ต่างๆ ในพื้นที่อ.ภูเรือ และอ.นาแห้ว จ.เลย ในศึกษาความต้องการธาตุอาหารของมะคาเดเมีย ปี 2565

พันธุ์	น้ำหนักสดเฉลี่ย(กรัม)	ปริมาณธาตุอาหาร (กรัม/กก.)		
		N	P	K
เชียงใหม่ 1000 (#508)	308	17.11	7.93	6.78
เชียงใหม่ 700 (#741)	308	17.63	8.30	8.40
เชียงใหม่ 400 (#660)	308	17.98	8.29	8.93
ค่าเฉลี่ย	308	17.57	8.17	8.04

ตารางที่ 135 ปริมาณธาตุอาหารในผลผลิตสดมะคาเดเมียพันธุ์ต่างๆ ในพื้นที่อ.แม่วาง อ.แม่แจ่ม และอ.ฮอด จ.เชียงใหม่ ในศึกษาความต้องการธาตุอาหารของมะคาเดเมีย ปี 2565

พันธุ์	น้ำหนักสดเฉลี่ย(กรัม)	ปริมาณธาตุอาหาร (กรัม/กก.)		
		N	P	K
เชียงใหม่ 1000 (#508)	250	52.88	5.11	8.50
เชียงใหม่ 700 (#741)	250	55.64	5.54	9.58
เชียงใหม่ 400 (#660)	250	53.33	4.94	8.66
ค่าเฉลี่ย	250	53.95	5.20	8.92

การทดลองที่ 2.3 การจัดการปุ๋ยเคมีที่เหมาะสมต่อผลผลิตของมะคาเดเมีย (2566 -2567) เริ่มดำเนินการปี 2566

กรมวิชาการเกษตร

การทดลองที่ 2.4 ศึกษาการจัดการธาตุอาหารแบบผสมผสานเพื่อการผลิตมะคาเดเมีย (ปี 2565-2567)

ดำเนินการเก็บตัวอย่างดิน และใบมะคาเดเมีย เพื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดินและใบพืช ใน 2 สถานที่ดังนี้

1. ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอนหลวง) อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่ (พิกัดแปลง N 18° 38.8500' E98° 28.4720') เป็นมะคาเดเมียพันธุ์ เชียงใหม่ 660 พบว่า แปลงที่ใช้ทำการทดลองไม่เคยมีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีมาเป็นระยะเวลานานกว่า 5 ปี คัดเลือกต้น ทำเครื่องหมายต้น วัดการเจริญเติบโตก่อนการทดลองด้านความสูง ทรงพุ่ม ขนาดต้น ทำการใส่ปุ๋ยชีวภาพตามกรรมวิธีการทดลอง ส่วนปุ๋ยเคมีใส่ตามผลวิเคราะห์ดิน (ภาพที่ 49)

ภาพที่ 49 ต้นมะคาเดเมียที่ใช้ในการทดลองศึกษาการจัดการธาตุอาหารแบบผสมผสานเพื่อการผลิตมะคาเดเมีย ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอนหลวง) ปี 2565

2. ศูนย์วิจัยพืชสวนเลย ต.ปลาบ่า อ.ภูเรือ จ.เลย (พิกัดแปลง N 17° 18.123' E101° 24.576') เป็นมะคาเดเมียพันธุ์ ชม.344 พบว่า แปลงที่ใช้ทำการทดลอง มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ เป็น Soil Amendment สารปรับปรุงดินจากประเทศญี่ปุ่น ใช้ปุ๋ยเคมีบ้างจำนวนเล็กน้อย สูตร 15-15-15 ต้นละ 0.5 กก. และ 46-0-0 ต้นละ 0.5 กก. ปุ๋ยอินทรีย์ คัดเลือกต้น ทำเครื่องหมายต้น วัดการเจริญเติบโตก่อนการทดลองด้านความสูง ทรงพุ่ม ขนาดต้น (ภาพที่ 50)

ภาพที่ 50 ต้นมะคาเดเมียที่ใช้ในการทดลองศึกษาการจัดการธาตุอาหารแบบผสมผสานเพื่อการผลิตมะคาเดเมีย ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนเลย ปี 2565

จากผลการวิเคราะห์ดินทั้ง 2 สถานที่ พบว่า เนื้อดินเป็นดินเหนียวปนทราย (Sandy clay) ดินค่อนข้างเป็นกรด ค่าการนำไฟฟ้า ดินไม่มีความเค็ม ปริมาณอินทรียวัตถุปานกลางถึงสูง ปริมาณฟอสฟอรัสปานกลาง ปริมาณโพแทสเซียมสูงมาก ปริมาณแคลเซียมต่ำ ปริมาณแมกนีเซียมต่ำมากถึงต่ำ (ตารางที่ 136)

ตารางที่ 136 ผลวิเคราะห์สมบัติดินและปริมาณธาตุอาหารก่อนการทดลองในการศึกษาการจัดการธาตุอาหารแบบผสมผสานเพื่อการผลิตมะคาเดเมีย ปี 2565

สมบัติดินและปริมาณธาตุอาหาร	ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่		ศูนย์วิจัยพืชสวนเลย	
	0-20 ซม.	20-50 ซม.	0-20 ซม.	20-50 ซม.
เนื้อดิน	Sandy clay	Sandy clay	Sandy clay	Sandy clay
ค่าความเป็นกรด-ด่าง (1:1)	4.9	4.8	5.1	4.8
ค่าการนำไฟฟ้า (1:5) (µS/cm)	26.3	17.4	59.7	37.5
ปริมาณอินทรียวัตถุ (%)	6.2	4.5	2.24	1.04
ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (mg/Kg)	13.5	5.8	14.7	8.7
ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (mg/Kg)	243.7	128.8	239.8	140.9
ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (mg/Kg)	176.8	53.4	95.4	60.9
ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (mg/Kg)	41.0	9.4	37.7	21.1

เมื่อเก็บตัวอย่างดินเพื่อหาปริมาณจุลินทรีย์ดินที่เป็นประโยชน์ พบจุลินทรีย์ประเภทแบคทีเรียทั้งหมดประมาณ 2.40×10^8 และ1.39×10^8 โคโลนีต่อดิน 1กรัม จุลินทรีย์ประเภทราทั้งหมดประมาณ 2.20×10^6 และ2.34×10^5 โคโลนีต่อดิน 1กรัม พบจำนวนสปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ประมาณ 75 และ 120 สปอร์ต่อดิน 100 กรัม ซึ่งค่อนข้างมากในดินพื้นที่ป่า และพื้นที่ปลูกไม้ผล พบจำนวนจุลินทรียละลายฟอสเฟตประมาณ 2.46×10^4และ 1.25×10^4โคโลนีต่อดิน 1กรัม แต่เป็นจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตที่มีประสิทธิภาพการละลายฟอสเฟตต่ำ และไม่พบจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตสายพันธุ์ *Talaromyces* aff. *macrosporus* ที่ใช้ในการทดลอง ทั้ง 2 พื้นที่ใช้ในการทดลอง (ตารางที่ 137)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 137 ผลวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ดินในดินก่อนการทดลอง ในการศึกษาการจัดการธาตุอาหารแบบผสมผสานเพื่อการผลิตมะคาเดเมีย ปี 2565

ปริมาณจุลินทรีย์ดินที่เป็นประโยชน์	ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่	ศูนย์วิจัยพืชสวนเลย
แบคทีเรียทั้งหมด (cfu/soil 1 g)	2.40×10^{8}	1.39×10^{8}
ราทั้งหมด (cfu/soil 1 g)	2.20×10^{6}	2.34×10^{5}
จำนวนสปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา(สปอร์ต่อดิน 100 กรัม)	120	75
จำนวนจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต (cfu/soil 1 g)	2.46×10^{4}	1.25×10^{4}

เมื่อวัดการเจริญเติบโตของมะคาเดเมีย เริ่มต้นเดือนมกราคม 2565 จนถึงเดือน กันยายน 2566 พบว่า มีการเจริญเติบโตด้านความสูง เส้นรอบวงโคนต้น และค่าเฉลี่ยทรงพุ่ม เพิ่มขึ้นเล็กน้อย (ตารางที่ 138) ส่วนแปลงมะคาเดเมียศูนย์วิจัยพืชสวนเลย จะวัดการเจริญเติบโตเริ่มต้นในเดือนเมษายน 2565 เนื่องจากต้องเปลี่ยนพื้นที่ทำการทดลอง แต่ยังไม่ได้วัดการเจริญติบโตปัจจุบัน ซึ่งจะทำการวัดอีกครั้งในเดือนเมษายน 2566 (ตารางที่ 139)

ตารางที่ 138 การเจริญเติบโตของต้นมะคาเดเมียตามกรรมวิธี ในการศึกษาการจัดการธาตุอาหารแบบผสมผสานเพื่อการผลิตมะคาเดเมีย ณ แปลงศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ เดือนมกราคม 2565 ถึง เดือนกันยายน 2565

กรรมวิธี	ความสูง (ม.)		เส้นรอบวงโคนต้น (ซม)		ค่าเฉลี่ยทรงพุ่ม (ม.)	
	ม.ค. 65	ก.ย. 65	ม.ค. 65	ก.ย. 65	ม.ค. 65	ก.ย. 65
T1	7.0	7.9	77.3	79.0	8.10	8.65
T2	8.8	9.1	39.0	41.1	6.10	6.35
T3	7.3	8.8	54.0	56.0	6.70	7.00
T4	6.8	7.5	44.6	46.1	5.40	5.45

ตารางที่ 139 การเจริญเติบโตของมะคาเดเมีย ในการศึกษาการจัดการธาตุอาหารแบบผสมผสานเพื่อการผลิตมะคาเดเมีย เดือนเมษายน 2565 ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนเลย

กรรมวิธี	ความสูง (ม.)	เส้นรอบวงโคนต้น (ซม)	ทรงพุ่ม	
			เหนือ-ใต้ (ซม.)	ออก-ตก (ซม.)
T1	791.0	69.7	630.0	670.0
T2	751.7	70.3	714.3	789.0
T3	803.7	83.7	702.7	685.0
T4	765.3	64.0	670.0	607.7

หลังใส่ปุ๋ยชีวภาพตามกรรมวิธีการทดลอง พบจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต *Talaromyced* aff. *macrosporus* จำนวน 1.0×10^{3} ถึง 2.5×10^{4} โคโลนีต่อดิน 1 กรัม และยังคงประสิทธิภาพการละลายตะกอนแคลเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต การเก็บตัวอย่างรากเพื่อตรวจสอบการเข้าอาศัยในรากพืชของเชื้อราไมคอร์ไรซา พบการเข้ารากที่จำนวน 24 ถึง 184 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 140)

แปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชสวนเลย เริ่มเก็บผลผลิตมะคาเดเมียเดือนมิถุนายน ถึงกรกฎาคม 2565 พบว่ากรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับการใช้ปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟตให้น้ำหนักผลสดเฉลี่ยรวม 37.1

กรมวิชาการเกษตร

กิโลกรัม และน้ำหนักกะลาสดเฉลี่ยรวม 17 กิโลกรัม ส่วนกรรมวิธีของเกษตรกรให้น้ำหนักผลสดเฉลี่ยรวม 16.4 กิโลกรัม และน้ำหนักกะลาสดเฉลี่ยรวม 7.6 กิโลกรัม (ตารางที่ 141

ตารางที่ 140 จำนวนจุลินทรีย์ในดิน และรากมะคาเดเมียที่ระยะเวลา 6 เดือนหลังใส่ปุ๋ยชีวภาพในการศึกษาการจัดการธาตุอาหารแบบผสมผสานเพื่อการผลิตมะคาเดเมีย ปี 2565

กรรมวิธี	ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่		ศูนย์วิจัยพืชสวนเลย	
	จำนวนจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต (cfu/soil 1 g)	การเข้ารากของไมคอร์ไรซา (%)	จำนวนจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต (cfu/soil 1 g)	การเข้ารากของไมคอร์ไรซา (%)
T1	-	24	-	24
T2	1.5×10^3	35	2.5×10^4	63
T3	1.0×10^3	75	1.0×10^4	85
T4	2.0×10^4	184	2.0×10^4	129

ตารางที่ 141 น้ำหนักผลผลิตของมะคาเดเมียในการศึกษาการจัดการธาตุอาหารแบบผสมผสานเพื่อการผลิตมะคาเดเมีย ปี 2565 ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนเลย (มิ.ย. –ก.ค. 2565)

กรรมวิธี	น้ำหนักผลสดเฉลี่ยรวม (ก.ก.)	น้ำหนักกะลาสดเฉลี่ยรวม (ก.ก.)
T1	16.4	7.6
T2	37.1	17.0
T3	21.0	9.6
T4	20.3	9.6

แปลงทดลองเกษตรหลวงเชียงใหม่จะเริ่มเก็บผลผลิตในเดือน มกราคม 2566 พบว่า กรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับการใช้ปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟตให้น้ำหนักผลสดเฉลี่ยรวม 29.8 กิโลกรัม และน้ำหนักกะลาสดเฉลี่ยรวม 18.2 กิโลกรัม ส่วนกรรมวิธีของเกษตรกรให้น้ำหนักผลสดเฉลี่ยรวม 11.2 กิโลกรัม และน้ำหนักกะลาสดเฉลี่ยรวม 5.5 กิโลกรัม (ตารางที่ 142)

ตารางที่ 142 น้ำหนักผลผลิตของมะคาเดเมียในการศึกษาการจัดการธาตุอาหารแบบผสมผสานเพื่อการผลิตมะคาเดเมีย ปี 2565 ณ แปลงเกษตรหลวงเชียงใหม่ (พ.ย. –ธ.ค. 2565)

กรรมวิธี	น้ำหนักผลสดเฉลี่ยรวม (ก.ก.)	น้ำหนักกะลาสดเฉลี่ยรวม (ก.ก.)
T1	11.2	5.5
T2	29.8	18.2
T3	17.4	8.3
T4	19.5	9.2

วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในองค์ประกอบผลผลิต แยกเป็น เปลือก กะลา และเนื้อมะคาเดเมีย โดยวิเคราะห์ปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม มีปริมาณธาตุอาหารแตกต่างกันในแต่ละกรรมวิธีการทดลอง ซึ่งต้องนำข้อมูลดังกล่าวมาประมวลผลในรอบปีต่อไป (ตารางที่ 143 และตารางที่ 144)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 143 ผลวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารใน เปลือก กะลา และเนื้อมะคาเดเมีย แปลงเกษตรหลวงเชียงใหม่ในการศึกษาการจัดการธาตุอาหารแบบผสมผสานเพื่อการผลิตมะคาเดเมีย ปี 2565

	กรรมวิธี	N (%)	P(%)	K(%)
เปลือก	T1	0.86	0.24	0.78
	T2	1.25	0.51	1.12
	T3	1.30	0.49	1.17
	T4	1.48	0.71	1.45
กะลา	T1	0.45	0.29	0.05
	T2	0.46	0.21	0.05
	T3	0.43	0.22	0.07
	T4	0.55	0.27	0.06
เนื้อ	T1	1.44	0.74	0.33
	T2	1.48	0.54	0.56
	T3	1.71	0.56	0.65
	T4	1.56	0.59	0.82

ตารางที่ 144 ผลวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารใน เปลือก กะลา และเนื้อมะคาเดเมีย แปลงศูนย์วิจัยพืชสวนเลย ในการศึกษาการจัดการธาตุอาหารแบบผสมผสานเพื่อการผลิตมะคาเดเมีย ปี 2565

	กรรมวิธี	N (%)	P(%)	K(%)
เปลือก	T1	0.98	0.34	0.88
	T2	1.05	0.35	1.29
	T3	1.07	0.39	1.14
	T4	1.28	0.41	1.25
กะลา	T1	0.42	0.19	0.07
	T2	0.36	0.27	0.05
	T3	0.34	0.22	0.06
	T4	0.36	0.24	0.05
เนื้อ	T1	1.35	0.64	0.23
	T2	1.42	0.74	0.20
	T3	1.37	0.54	0.28
	T4	1.46	0.52	0.28

กรมวิชาการเกษตร

การทดลองที่ 2.5 ศึกษาวิธีการขยายพันธุ์ของมะคาเดเมียโดยการเสียบยอดกิ่งพันธุ์ดี (ปี 2565)

วางแผนการทดลองแบบ RCBD มี 14 กรรมวิธี ได้แก่ กรรมวิธีที่ 1 ไม่ควั่นกิ่ง + ไม่ใช้ฮอร์โมน (Control) กรรมวิธีที่ 2 ไม่ควั่นกิ่ง + NAA 250 ppm กรรมวิธีที่ 3 ไม่ควั่นกิ่ง + NAA 500 ppm กรรมวิธีที่ 4 ไม่ควั่นกิ่ง + 6-BAP 250ppm กรรมวิธีที่ 5 ไม่ควั่นกิ่ง + 6-BAP 500 ppm กรรมวิธีที่ 6 ไม่ควั่นกิ่ง + NAA 250 ppm + 6-BAP 250 ppm กรรมวิธีที่ 7 ไม่ควั่นกิ่ง + NAA 500 ppm + 6-BAP 500 ppm

กรรมวิธีที่ 8 ควั่นกิ่งแต่ไม่ใช้ฮอร์โมน (control) กรรมวิธีที่ 9 ควั่นกิ่ง + NAA 250 ppm กรรมวิธีที่ 10 ควั่นกิ่ง + NAA 500 ppm กรรมวิธีที่ 11. ควั่นกิ่ง + 6-BAP 250 ppm กรรมวิธีที่ 12 ควั่นกิ่ง + 6-BAP 500 ppm กรรมวิธีที่ 13 ควั่นกิ่ง + NAA 250 ppm + 6-BAP 250 ppm และกรรมวิธีที่ 14 ควั่นกิ่ง + NAA 500 ppm + 6-BAP 500 ppm โดยดำเนินตามกรรมวิธีเมื่อวันที่ 30 ส.ค. 2565 บันทึกข้อมูลหลังจากเสียบยอดทุก 7 วัน ผลการดำเนินงานดังนี้ เปอร์เซ็นต์รอดชีวิต คือ หลังเสียบยอด 28 วัน มีเปอร์เซ็นต์รอดชีวิต 100% หลังเสียบยอด 35 วัน เริ่มพบเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตลดลงในกรรมวิธีที่ 13 และหลังเสียบยอด 119 วัน มีเปอร์เซ็นต์รอดชีวิต 0 เปอร์เซ็นต์ในทุกกรรมวิธี จำนวนการแตกตายอดใหม่ คือ หลังเสียบยอด 28 วัน เริ่มพบการแตกตายอดใหม่ในกรรมวิธีที่ 1 (ไม่ควั่นกิ่ง และไม่ใช้ฮอร์โมน) และ กรรมวิธีที่ 12 (ควั่นกิ่ง + 6-BAP 500 ppm) และหลังเสียบยอด 49 วัน พบการแตกตายอดใหม่ในกรรมวิธีที่ 4 (ไม่ควั่นกิ่ง + 6-BAP 250ppm) ต่อมาหลังเสียบยอด 63 วัน ไม่พบการแตกตายอดใหม่ในทุกกรรมวิธี ความยาวยอด คือ หลังเสียบยอด 42 วัน พบการพัฒนาของยอดในกรรมวิธีที่ 1 (ไม่ควั่นกิ่ง และไม่ใช้ฮอร์โมน) จาก 0.25 เซนติเมตร จนมีความยาว 1.49 เซนติเมตรหลังเสียบยอด 105 วัน จากนั้นยอดเกิดการตายหลังเสียบยอด 112 วันในทุกกรรมวิธี (ตารางที่ 145-147)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 145 เปอร์เซ็นต์รอดชีวิตทุก 7 วัน หลังเสียบยอดตามกรรมวิธีวันที่ 30 ส.ค. 2565 ในศึกษาวิธีการขยายพันธุ์ของมะคาเดเมียโดยการเสียบยอดกิ่งพันธุ์ดี ปี 2565 ณ ศูนย์วิจัยเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์

กรรมวิธี	6 กย.65 7 วัน	13กย.65 14 วัน	20กย.65 21 วัน	27กย.65 28 วัน	4ตค.65 35 วัน	11 ตค.65 42 วัน	18 ตค.65 49 วัน	25 ตค.65 56 วัน	1 พย.65 63 วัน	8 พย.65 70 วัน	15 พย.65 77 วัน	22 พย.65 84 วัน	29 พย.65 91 วัน	6 ธค.65 98 วัน	13 ธค.65 105 วัน	20 ธค.65 112 วัน	27ธค.65 119 วัน
กรรมวิธีที่ 1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	83.33	38.89	16.67	11.11	0.00
กรรมวิธีที่ 2	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	66.66	11.11	5.56	0.00	0.00
กรรมวิธีที่ 3	100	100	100	100	100	100	100	100	100	94.44	94.44	94.44	77.77	16.67	0.00	0.00	0.00
กรรมวิธีที่ 4	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	66.66	11.11	5.56	0.00	0.00
กรรมวิธีที่ 5	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	77.77	16.67	0.00	0.00	0.00
กรรมวิธีที่ 6	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	88.89	16.67	0.00	0.00	0.00
กรรมวิธีที่ 7	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	61.11	27.78	0.00	0.00	0.00
กรรมวิธีที่ 8	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	88.89	22.22	5.56	0.00	0.00
กรรมวิธีที่ 9	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	72.22	27.78	5.56	0.00	0.00
กรรมวิธีที่ 10	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	77.77	5.56	0.00	0.00	0.00
กรรมวิธีที่ 11	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	72.22	5.56	0.00	0.00	0.00
กรรมวิธีที่ 12	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	94.44	94.44	77.77	22.22	0.00	0.00	0.00
กรรมวิธีที่ 13	100	100	100	100	94.44	94.44	94.44	94.44	94.44	94.44	88.89	88.89	66.66	16.67	0.00	0.00	0.00
กรรมวิธีที่ 14	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	77.77	5.56	0.00	0.00	0.00
เฉลี่ย	100	100	100	100	99.6	99.6	99.6	99.6	99.6	99.21	98.41	98.41	75.39	17..46	2.78	0.79	0
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns
CV.	0	0	0	0	2.58	2.58	2.58	2.58	2.58	3.67	4.53	4.64	17.82	82.61	232.5	324.04	0

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 146 จำนวนการแตกตายอดใหม่ทุก 7 วัน หลังเสียบยอดตามกรรมวิธีวันที่ 30 ส.ค. 2565 ในศึกษาวิธีการขยายพันธุ์ของมะคาเดเมียโดยการเสียบยอดกิ่งพันธุ์ดี ปี 2565 ณ ศูนย์วิจัยเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์

กรรมวิธี	6กย.65 7 วัน	13กย.65 14 วัน	20กย.65 21 วัน	27กย.65 28 วัน	4ตค.65 35 วัน	11 ตค.65 42 วัน	18 ตค.65 49 วัน	25 ตค.65 56 วัน	1 พย.65 63 วัน	8 พย.65 70 วัน	15 พย.65 77 วัน	22 พย.65 84 วัน	29 พย.65 91 วัน	6 ธค.65 98 วัน	13 ธค.65 105 วัน	20 ธค.65 112 วัน	27ธค.65 119 วัน
กรรมวิธีที่ 1	0	0	0	0.33	1.67	0.33	0	0.33	0	0	0	0	0	0	0	0	0
กรรมวิธีที่ 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
กรรมวิธีที่ 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
กรรมวิธีที่ 4	0	0	0	0	0	0	0.33	0.33	0	0	0	0	0	0	0	0	0
กรรมวิธีที่ 5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
กรรมวิธีที่ 6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
กรรมวิธีที่ 7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
กรรมวิธีที่ 8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
กรรมวิธีที่ 9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
กรรมวิธีที่ 10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
กรรมวิธีที่ 11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
กรรมวิธีที่ 12	0	0	0	0.33	1.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
กรรมวิธีที่ 13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
กรรมวิธีที่ 14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
เฉลี่ย	0	0	0	0.0476	0.1905	0.0238	0.0238	0.0476	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV.	0	0	0	382.25	321.69	648.07	648.07	446.99	0	0	0	0	0	0	0	0	0

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 147 ความยาวยอดใหม่ทุก 7 วัน หลังเสียบยอดตามกรรมวิธีวันที่ 30 ส.ค. 2565 ในศึกษาวิธีการขยายพันธุ์ของมะคาเดเมียโดยการเสียบยอดกิ่งพันธุ์ดี ปี 2565 ณ ศูนย์วิจัยเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์

กรรมวิธี	6กย.65 7 วัน	13กย.65 14 วัน	20กย.65 21 วัน	27กย.65 28 วัน	4ตค.65 35 วัน	11 ตค.65 42 วัน	18 ตค.65 49 วัน	25 ตค.65 56 วัน	1 พย.65 63 วัน	8 พย.65 70 วัน	15 พย.65 77 วัน	22 พย.65 84 วัน	29 พย.65 91 วัน	6 ธค.65 98 วัน	13 ธค.65 105 วัน	20 ธค.65 112 วัน	27ธค.65 119 วัน
กรรมวิธีที่ 1	0	0	0	0	0	0.25	0.50	0.70	0.70	0.84	1.38	1.49	1.49	1.49	1.49	0	0
กรรมวิธีที่ 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
กรรมวิธีที่ 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
กรรมวิธีที่ 4	0	0	0	0	0	0	0	0.33	0.33	0	0	0	0	0	0	0	0
กรรมวิธีที่ 5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
กรรมวิธีที่ 6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
กรรมวิธีที่ 7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
กรรมวิธีที่ 8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
กรรมวิธีที่ 9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
กรรมวิธีที่ 10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
กรรมวิธีที่ 11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
กรรมวิธีที่ 12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
กรรมวิธีที่ 13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
กรรมวิธีที่ 14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
เฉลี่ย	0	0	0	0	0	0.0179	0.0357	0.0738	0.0738	0.0602	0.0833	0.0983	0.1067	0.1067	0.1067	0	0
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV.	0	0	0	0	0	648.84	648.84	493.46	493.46	648.07	648.07	648.07	648.07	648.07	648.07	0	0

กรมวิชาการเกษตร

3.2 ผลผลิตที่เกิดขึ้นจริง (Output)

ผลผลิตตามคำรับรอง	จำนวน	หน่วยนับ	ผลผลิตที่เกิดขึ้นจริง	จำนวน	หน่วยนับ	รายละเอียดผลผลิต (พร้อมแนบหลักฐาน)**	เชิงคุณภาพ
1. กำลังคน หรือหน่วยงาน ที่ได้รับการพัฒนาทักษะ	100	คน	การถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตกาแฟพรีเมี่ยมและการใช้หัวเชื้อ CSC และการขยายผลต่อยอดในการส่งเสริมการรับรองกาแฟเป็นสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์	300	คน	การถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตกาแฟพรีเมี่ยมและการใช้หัวเชื้อ CSC จำนวน 300 ราย ณ กรมวิชาการเกษตร และการขยายผลต่อยอดในการส่งเสริมการรับรองกาแฟเป็นสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์	เกษตรกร ผู้ประกอบการ นำนวัตกรรมต้นแบบได้แก่ หัวเชื้อพร้อมใช้ในการหมัก ระบบหมัก การบ่มกาแฟและใช้ประโยชน์จากกะลากาแฟ ไปใช้ในผลิตภัณฑ์กาแฟเกรดพิเศษในประเทศและระดับสากล
			การถ่ายทอดเทคโนโลยีกาแฟโรบัสตา ภายใต้โครงการส่งเสริมการปลูกกาแฟโรบัสตาคุณภาพ ไม่มีในคำรับรอง	105	คน	1) กาแฟโรบัสตา ภายใต้โครงการส่งเสริมการปลูกกาแฟโรบัสตาคุณภาพ ของสมาชิกสหกรณ์การเกษตรในเขตปฏิรูปที่ดินหงษ์เจริญ จำกัด ระหว่างวันที่ 23 – 24 พฤศจิกายน 2564 ณ ศาลาเอนกประสงค์ ม.5 ต.หงษ์เจริญ และกลุ่มวิสาหกิจชุมชนวิถีพอเพียงเกษตรอินทรีย์ ต.หินแก้ว อ.ท่าแซะ จ.ชุมพร จัดโดย สำนักงานสหกรณ์จังหวัดชุมพร กรมส่งเสริมสหกรณ์	
			การถ่ายทอดเทคโนโลยีกาแฟโรบัสตา ไม่มีในคำรับรอง	20	คน	2) การปลูกกาแฟ แก่เกษตรกรและเจ้าหน้าที่ของสหกรณ์การเกษตรรัตภูมิ จำกัด อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา จำนวน 20 คน ในวันที่ 3 มีนาคม 2565 ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร	
2. ต้นฉบับบทความวิจัย (Manuscript)/การนำเสนอผลงานแบบโปสเตอร์	1	เรื่อง	1. การนำเสนอผลงานภาคโปสเตอร์	1	เรื่อง	เปรียบเทียบการปลูกโกโก้แบบพืชเดี่ยวและพืชร่วม (นำเสนอในการประชุมวิชาการนวัตกรรมการเกษตรและทรัพยากรธรรมชาติ ครั้งที่ 1 ระหว่างวันที่ 18-19 สิงหาคม 2565 ณ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	ได้ข้อมูลผลผลิตของโกโก้ที่ปลูกแบบพืชเดี่ยวและพืชร่วม

กรมวิชาการเกษตร

ผลผลิตตามคำรับรอง	จำนวน	หน่วยนับ	ผลผลิตที่เกิดขึ้นจริง	จำนวน	หน่วยนับ	รายละเอียดผลผลิต (พร้อมแนบหลักฐาน)**	เชิงคุณภาพ
						วิทยาเขตหาดใหญ่)	
			2. การนำเสนอผลงานภาคโปสเตอร์ ในงานประชุมดินและปุ๋ยแห่งชาติ	**1**	**เรื่อง**	โปสเตอร์บทความวิจัย (Poster) เรื่อง Relationships between soil hydraulic conductivity, bulk density and soil texture of coffee (Coffea arabica L.) cultivation ในการประชุมวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติ ครั้งที่ 7 ประจำปี 2565 จังหวัดเชียงใหม่	เผยแพร่ผลงานภาคนิทรรศการ
			3. พัฒนาวิธีการตรวจสอบความต้านทานโรคราสนิมที่รวดเร็วในกาแฟอะราบิกา ไม่มีในคำรับรอง	1	เรื่อง	พัฒนาวิธีการตรวจสอบความต้านทานโรคราสนิมที่รวดเร็วในกาแฟอะราบิกา ในกิจกรรม Thailand Research Expo & Symposium 2022 นำเสนอภาคโปสเตอร์ในวันที่ 3 สิงหาคม 2565 ที่จัดโดยสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.)	
2. ต้นฉบับบทความวิจัย (Manuscript)/การนำเสนอผลงานแบบปากเปล่า			1. การนำเสนอผลงานแบบปากเปล่า	1	เรื่อง	การทดสอบพันธุ์โกโก้ที่ให้ผลผลิตสูงและมีคุณภาพสำหรับทำช็อกโกแลต (นำเสนอในการประชุมวิชาการนวัตกรรมการเกษตรและทรัพยากรธรรมชาติ ครั้งที่ 1 ระหว่างวันที่ 18-19 สิงหาคม 2565 ณ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่)	- โกโก้ที่ให้ผลผลิตสูงและมีคุณภาพจำนวน 1-2 พันธุ์ - ได้รับรางวัลเหรียญทองแดงจากการนำเสนอ
			2. ต้นฉบับบทความวิจัย (Abstract) บทความในประเทศ	1	เรื่อง	สมบัติทางกายภาพของดินเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่มีความสำคัญในระบบการผลิตพืช เนื้อดินและความหนาแน่นรวมของดินมีผลต่อค่าสภาพการนำน้ำของดิน ในการประชุม วิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติ ครั้งที่ 7 ประจำปี 2565 จังหวัดเชียงใหม่	ได้ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างสภาพการนำน้ำของดิน ความหนาแน่นรวมของดิน และเนื้อดินที่ปลูกกาแฟอะราบิกา
2. ต้นฉบับบทความวิจัย (Manuscript)/บทความในประเทศ	2	เรื่อง	1. ศึกษาความต้องการธาตุอาหารของมะคาเดเมีย	1	เรื่อง	1. วิธีปฏิบัติการใส่ปุ๋ยความความต้องการของมะคาเดเมีย พบว่า ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบมะคาเดเมียในระยะใบเพสลาด ธาตุในโตรเจนมีความเข้มข้นมากที่สุด	นำผลงานปริมาณธาตุอาหารพืชที่ต้นมะคาเดเมียต้องการใช้ในระยะให้ผลผลิต

กรมวิชาการเกษตร

ผลผลิตตามคำรับรอง	จำนวน	หน่วยนับ	ผลผลิตที่เกิดขึ้นจริง	จำนวน	หน่วยนับ	รายละเอียดผลผลิต (พร้อมแนบหลักฐาน)**	เชิงคุณภาพ
						รองลงมาคือ โพแทสเซียม และฟอสฟอรัส	และนำไปใช้กำหนดสัดส่วนธาตุอาหารพืชในการทดลองที่ 2.3 การจัดการปุ๋ยเคมีที่เหมาะสมต่อผลผลิตของมะคาเดเมีย
			2. วิธีการขยายพันธุ์โดยวิธีการเสียบยอดที่เหมาะสม	1	เรื่อง	-	เนื่องจากผลการศึกษาพบว่าการขยายพันธุ์มีปัญหากิ่งที่เสียบยอดไปไม่มีการแตกตาใหม่ ทั้งนี้จะดำเนินการซ้ำใหม่ในปี 2566
3. ต้นแบบผลิตภัณฑ์หรือเทคโนโลยี/กระบวนการใหม่ หรือ นวัตกรรมทางสังคม/ต้นแบบผลิตภัณฑ์ระดับห้องปฏิบัติการ	7	ต้นแบบ	1. สายพันธุ์ก้าวหน้ากาแฟอะราบิกา Sachimor ชั่วที่ 6 ที่มีความต้านทานต่อโรคราสนิมในระดับห้องปฏิบัติการ	1	ต้นแบบ	-วิธี Pathogenicity test ใช้ตรวจสอบความต้านทานต่อโรคราสนิมสอดคล้องกับการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับการแสดงความต้านทานโรคราสนิมในกาแฟอะราบิกา เมื่อนำมาทดสอบพบว่า ต้นกล้ากาแฟแสดงลักษณะต้านทานต่อโรคราสนิมกาแฟจำนวน 67 ต้น โดยกลุ่มสายพันธุ์ CIFC No.1-T8 และ CIFC No.2-T27 มีจำนวนต้นต้านทานมากที่สุดตามลำดับ ต้านทานปานกลาง จำนวน 66 ต้น อ่อนแอปานกลาง จำนวน 9 ต้น และไม่มีต้นอ่อนแอ	ข้อมูลความต้านทานต่อโรคราสนิมในระดับห้องปฏิบัติการ
			2. สายพันธุ์กาแฟอะราบิกาลูกผสมชั่วที่ 2 ที่มีความต้านทานต่อโรคราสนิมในระดับห้องปฏิบัติการ	1	ต้นแบบ	-วิธี Pathogenicity test ใช้ตรวจสอบความต้านทานต่อโรคราสนิมสอดคล้องกับการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับการแสดงความต้านทานโรคราสนิมในกาแฟอะราบิกา เมื่อนำมาทดสอบพบว่าพบต้นกล้ากาแฟแสดงลักษณะต้านทานต่อโรคราสนิมกาแฟจำนวน 46 ต้น โดยลักษณะต้านทานมากที่สุดในกลุ่มสายพันธุ์ 1/1 B2T5 และ 1/4 B3T3	

กรมวิชาการเกษตร

ผลผลิตตามคำรับรอง	จำนวน	หน่วยนับ	ผลผลิตที่เกิดขึ้นจริง	จำนวน	หน่วยนับ	รายละเอียดผลผลิต (พร้อมแนบหลักฐาน)**	เชิงคุณภาพ
						ตามลำดับ ต้านทานปานกลาง จำนวน 83 ต้น อ่อนแอปานกลาง จำนวน 12 ต้น และ อ่อนแอ จำนวน 3 ต้น	
			3. ต้นแบบ DNA และผลผลิต PCR ของ caffeine synthase และทราบตำแหน่ง SNP	1	ต้นแบบ	ตัวอย่าง DNA และผลผลิต PCR ของ caffeine synthase และทราบตำแหน่ง SNP พบว่า มี 5 จุด ที่ตำแหน่ง 877 904 10,14 1,017 และ 1,133 มีรูปการเกิดสนิปส์ทั้งแบบ homozygous และ heterozygous ในสายพันธุ์กาแฟอะราบิกากลุ่มที่มีคาแฟอีนสูงและคาแฟอีนต่ำ	ข้อมูลตำแหน่ง SNP เป็นตำแหน่งที่สามารถนำไปพัฒนาต่อเป็นเครื่องหมายโมเลกุลต่อไป
			4. สูตรอาหารในการชักนำให้เกิดแคลลัสจากใบอ่อนกาแฟ	1	ต้นแบบ	สูตรอาหารในการชักนำให้เกิดแคลลัสจากใบอ่อนกาแฟอะราบิกาลูกผสม F1 พันธ์ 2/27 B4T5 คือ อาหารแข็งสูตร MS ที่เติม ซูโครส 30 กรัม/ลิตร และเติม 2,4-D ร่วมกับ BAP หรือ kinetin เลี้ยงในที่มืด ที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6-12 เดือน	ได้แคลลัสสำหรับนำไปเลี้ยงต่อเพิ่มปริมาณและพัฒนาต่อ
			5. เทคโนโลยีการใช้สายพันธุ์จุลินทรีย์เพื่อหมักกาแฟแบบ Semi-wet process โดยใช้จุลินทรีย์	1	ต้นแบบ	เทคโนโลยีการใช้สายพันธุ์จุลินทรีย์เพื่อหมักกาแฟแบบ Semi-wet process โดยใช้จุลินทรีย์	
			6. เทคโนโลยีการใช้สายพันธุ์จุลินทรีย์เพื่อหมักโกโก้	1	ต้นแบบ	เทคโนโลยีการใช้สายพันธุ์จุลินทรีย์เพื่อหมักโกโก้	
			7. เทคโนโลยีการสกัดเส้นใยเซลลูโลสจากเปลือกโกโก้	1	ต้นแบบ	เทคโนโลยีการสกัดเส้นใยเซลลูโลสจากเปลือกโกโก้	
3. ต้นแบบผลิตภัณฑ์หรือเทคโนโลยี/กระบวนการใหม่หรือ นวัตกรรมทางสังคม/ระดับภาคสนาม	1	ต้นแบบ	1. ข้อมูลการเจริญเติบโตและการเกิดโรคในกาแฟอะราบิกาในแต่ละสายพันธุ์ในการทดลองคัดเลือกพันธุ์กาแฟอะราบิกาต้านทานต่อโรคแอนแทรกโนสจากการผสมพันธุ์และการนำเข้าจากต่างประเทศในสภาพธรรมชาติ	1	ต้นแบบ	- ลูกผสมสายต้นคัดกรรมวิธีที่ 3 Catimor CIFC 7963-13-28 x 3/8-2 B7 T8 มีค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโตมากที่สุด -ไม่พบการเกิดโรคแอนแทรกโนสในทุกกรรมวิธียกเว้นกรรมวิธีที่ 8 CIFC 7963-13-28 (เชียงใหม่ 80) ที่พบการเข้าทำลายของโรคแอนแทรกโนส 5% -ไม่พบการเกิดโรคราสนิมในทุกกรรมวิธียกเว้นกรรมวิธีที่ 4 Catimor CIFC 7963-13-28 x 3/14-2 B7 T10 (Sanramon	ข้อมูลพื้นฐานเป็นฐานพันธุกรรมในการคัดเลือกพันธุ์กาแฟอะราบิกาที่มีศักยภาพ

กรมวิชาการเกษตร

ผลผลิตตามคำรับรอง	จำนวน	หน่วยนับ	ผลผลิตที่เกิดขึ้นจริง	จำนวน	หน่วยนับ	รายละเอียดผลผลิต (พร้อมแนบหลักฐาน)**	เชิงคุณภาพ
						X H.420/9 ML2/4-78-62-26) ที่พบการเข้าทำลายของโรคราสนิม 5%	
			2. ข้อมูลเบื้องต้น/กิ่งพันธุ์/ต้นกล้าของกาแฟโรบัสตาสายพันธุ์คัดเลือกจากการสำรวจ	1	ต้นแบบ	สำรวจ ประเมินผลผลิตและรวบรวมพันธุ์กาแฟโรบัสตาจากแหล่งต่าง ๆ ได้จำนวน 10 สายพันธุ์ ปลูกลงแปลงแล้ว 8 สายพันธุ์ๆละ 10 ต้น	ข้อมูลพื้นฐานเป็นฐานพันธุกรรมในการคัดเลือกพันธุ์กาแฟโรบัสตาที่มีศักยภาพ
			3. ข้อมูลการเจริญเติบโตและผลผลิตของกาแฟโรบัสตาแต่ละพันธุ์ในการทดลองการเปรียบเทียบพันธุ์กาแฟโรบัสตาพันธุ์ไทยพื้นเมืองและพันธุ์ต่างประเทศ และการทดลองการเปรียบเทียบพันธุ์กาแฟโรบัสตาเพื่อให้ได้ผลขนาดใหญ่	1	ต้นแบบ	1.กาแฟโรบัสตาพันธุ์ไทยพื้นเมืองและพันธุ์ต่างประเทศ พบว่า สายพันธุ์ JM03 ซึ่งพันธุ์ไทยพื้นเมือง มีจำนวนกิ่งที่ให้ผลผลิตต่อกิ่งหลัก ความยาวกิ่งและให้ผลผลิตมากที่สุด เท่ากับ 42.62 กิ่ง 104.76 เซนติเมตร และ 246.40 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ 2.กาแฟโรบัสตาเพื่อให้ได้ผลขนาดใหญ่ พบว่า สายพันธุ์ TPO14 มีการเจริญเติบโตรอบโคนต้นมากที่สุด เท่ากับ 23.75 เซนติเมตร และให้ผลผลิตมากที่สุด เท่ากับ 238.36 กิโลกรัมต่อไร่	ข้อมูลพื้นฐานเป็นฐานพันธุกรรมในการคัดเลือกพันธุ์กาแฟโรบัสตาที่มีศักยภาพ
33.2 ต้นแบบผลิตภัณฑ์ หรือ เทคโนโลยี/กระบวนการ ใหม่ หรือ นวัตกรรมทาง สังคม - เทคโนโลยี/กระบวนการใหม่ ระดับห้องปฏิบัติการ	2	กระบวนการใหม่	การเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารและสัดส่วนความต้องการธาตุอาหารหลักในแต่ละช่วงการเจริญเติบโต	1	กระบวนการใหม่	กระบวนการนำองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารและสัดส่วนความต้องการธาตุอาหารหลักในแต่ละช่วงการเจริญเติบโตเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดทำคำแนะนำการใช้ปุ๋ยสำหรับกาแฟอะราบิการูปแบบใหม่	ข้อมูลพื้นฐานในการจัดทำคำแนะนำการใช้ปุ๋ยสำหรับกาแฟอะราบิการูปแบบใหม่
			สมบัติทางกายภาพดินที่ใช้ในการจัดการน้ำ	1	กระบวนการใหม่	กระบวนการนำองค์ความรู้ด้านสมบัติทางกายภาพดินที่ใช้ในการจัดการน้ำเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดทำคำแนะนำการจัดการน้ำกับกาแฟอะราบิกา	ได้ข้อมูลพื้นฐานการจัดการน้ำสำหรับกาแฟอะราบิกา

*** ใส่ผลผลิตที่ได้ตามคำรับรอง**

**** หลักฐานเชิงประจักษ์ของผลผลิตให้แสดงรายละเอียดในภาคผนวก และแนบไฟล์ เรียงตามลำดับผลผลิต**

กรมวิชาการเกษตร

3.3 ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริง (Outcome) (ถ้ามี)

ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริง	ปีที่เกิดผลลัพธ์
- ข้อมูลพื้นฐานเพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดทำคำแนะนำการใช้ปุ๋ยที่เหมาะสมกับพื้นที่สำหรับกาแฟอะราบิกา - ถ่ายทอดเทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตกาแฟเพื่อขับเคลื่อนให้เกิดการนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์และส่งผลให้เกิดผลกระทบในวงการพืชอุตสาหกรรม	2565
- เกษตรกรผู้ปลูกโกโก้แปลงทดลองนำข้อมูลการเจริญเติบโตและผลผลิตของโกโก้ไปปรับใช้เพื่อเพิ่มผลผลิตโกโก้ให้เหมาะสมกับรูปแบบการปลูกของเกษตรกร	2566
ข้อมูลเชิงวิชาการเทคโนโลยีการจัดการธาตุอาหารและความต้องการน้ำของกาแฟอาราบิกา - ต้นแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Products) ผลิตภัณฑ์ต้นแบกาแฟจากการหมักแบบ Semi-wet process, ผลิตภัณฑ์หัวเชื้อจุลินทรีย์พร้อมใช้สำหรับการหมักโกโก้, หัวเชื้อพร้อมใช้สำหรับการหมักแบบ Semi-wet, บรรจุภัณฑ์จากกากกาแฟ, สารสกัด Coffee silverskin extract (CSE) และผลิตภัณฑ์ชอคโกแลตเสริม CSE รวมทั้งบรรจุภัณฑ์จากเปลือกหุ้มเมล็ดโกโก้จะเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ท้องถิ่นสู่การยอมรับระดับประเทศและสร้างชื่อเสียงให้ชุมชน ส่งเสริมภาพลักษณ์การพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์และต่อยอดสู่ตลาดชุมชนและตลาดดิจิตอลที่เข้าถึงได้ง่าย - กิจกรรมสร้างการมีส่วนร่วม (Engagement Activities) ส่งเสริมถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตกาแฟและโกโก้คุณภาพเพื่อขับเคลื่อนให้เกิดการนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ และส่งผลให้เกิดผลกระทบในวงการพืชอุตสาหกรรม - ด้านผลงานตีพิมพ์ (Publication) สามารถนำผลงานเทคนิคการหมักกาแฟแบบ Semi-wet process, และเทคโนโลยีการแปรรูปโกโก้คุณภาพไปเผยแพร่ในระดับประเทศและระดับสากล - ผลงานตีพิมพ์ เรื่อง เทคโนโลยีการเพิ่มผลผลิตมะคาเดเมีย	2567
- ผลงานตีพิมพ์ เรื่อง พันธุ์และเทคโนโลยีการขยายพันธุ์กาแฟอะราบิกาและโรบัสตา	2568

*ผลลัพธ์ : ผลสำเร็จที่เกิดจากการนำผลผลิต (Output)ไปต่อยอด การเปลี่ยนรูปของผลผลิตไปสู่รูปแบบที่ใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง หรือการเคลื่อนผลผลิตไปสู่กิจกรรมที่ต่อเนื่อง ซึ่งก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง (Change) ที่ปรากฏชัด และมีคุณค่าทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม

3.4 ผลกระทบที่เกิดขึ้นจริง (Impact) (ถ้ามี)

ผลกระทบที่เกิดขึ้นจริง	ปีที่เกิดผลกระทบ
ด้านเศรษฐกิจ : - เกษตรกรสามารถเพิ่มคุณภาพ ปริมาณ ผลผลิต และลดต้นทุนการผลิตกาแฟอะราบิกา ทำให้เกิดการจ้างงานในชุมชนมากขึ้น ส่งผลให้เกษตรกรมีรายได้ เพิ่มขึ้น และลดการนำเข้าผลผลิตกาแฟอะราบิกาจากต่างประเทศ - สามารถนำข้อมูลมาปรับใช้เพื่อให้เกษตรกรสามารถจัดการน้ำในแปลงกาแฟได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ผลผลิตเพิ่มและคุณภาพของผลผลิตดีขึ้น เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น - เพิ่มมูลค่าสินค้าเกษตรท้องถิ่นอัตลักษณ์ของพืชอุตสาหกรรมกาแฟและโกโก้ในพื้นที่เป้าหมาย 7 จังหวัดครอบคลุมพื้นที่เพาะปลูกกว่า 200,000 ไร่สู่การยอมรับระดับประเทศ และระดับสากลและสร้างชื่อเสียง รายได้ให้ชุมชน - พันธุ์ใหม่ ผลผลิตสูง คุณภาพดีสามารถเพิ่มผลิตภาพจนกระทั่งลดการนำเข้าจากต่างประเทศทำให้มีรายได้เพิ่มขึ้นไม่น้อยกว่า 15% ผู้ได้รับประโยชน์ (Beneficiary) คือ เกษตรกรผู้ปลูกกาแฟอะราบิกาและโรบัสตาพันธุ์แนะนำ / วิสาหกิจชุมชน/สมาคมผู้ปลูกกาแฟ/หอการค้าจังหวัด/อบจ/อบต/หน่วยงานราชการในสังกัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์/กระทรวงอุตสาหกรรม/กระทรวงพาณิชย์ สำหรับพื้นที่ที่คาดว่าจะนำผลงานไปใช้ประโยชน์คือ พื้นที่สูงจากระดับน้ำทะเล 700 เมตรขึ้นไปในเขตภาคเหนือตอนบน ภาคเหนือตอนล่าง และภาคอีสานตอนบนบางส่วนเหมาะสำหรับกาแฟอะราบิกา และพื้นที่ที่มีความสูงต่ำกว่าระดับน้ำทะเล 400 เมตรลงมาในเขตภาคใต้และภาคตะวันออก	2567 2567 2567 2568

กรมวิชาการเกษตร

ผลกระทบที่เกิดขึ้นจริง	ปีที่เกิดผลกระทบ
เหมาะสำหรับกาแฟโรบัสตา - เทคนิคการใช้เครื่องหมายโมเลกุลช่วยคัดเลือกพันธุ์กาแฟที่มีคาเฟอีนต่ำ ทำให้ลดระยะเวลาและขั้นตอนในการปรับปรุงพันธุ์ ลดการใช้พื้นที่และกำลังคน ผู้ได้รับประโยชน์ (Beneficiary) คือ นักวิจัยและนักวิชาการในกรมวิชาการเกษตร มหาวิทยาลัย มูลนิธิโครงการหลวง สถาบันวิจัยบนพื้นที่สูง สำหรับพื้นที่ที่คาดว่าจะนำผลงานไปใช้ประโยชน์คือ พื้นที่ของกรมวิชาการเกษตร มหาวิทยาลัย มูลนิธิโครงการหลวง สถาบันวิจัยบนพื้นที่สูง - มะคาเดเมียพันธุ์ดีที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ปลูก และองค์ความรู้ด้านเทคโนโลยีการขยายพันธุ์ การจัดการทรงต้น ความต้องการและการจัดการธาตุอาการที่เหมาะสม ทำให้มะคาเดเมียมีคุณภาพ และมีมาตรฐานระดับสากล ลดการนำเข้าและเพิ่มการส่งออกอย่างน้อย 5 เปอร์เซ็นต์	2568 2568
ด้านสังคม : - ลดการเคลื่อนย้ายแรงงานออกจากพื้นที่ปลูกกาแฟอะราบิก้า เพิ่มความมั่นคงของสถาบันครอบส่งผลให้เกษตรกรมีความเป็นอยู่ดีขึ้น - การจัดการน้ำมีประสิทธิภาพทำให้มีชุมชนมีน้ำใช้อย่างพอเพียงในด้านการเกษตร และสามารถช่วยบรรเทาปัญหาภัยแล้งที่เกิดขึ้นทุกปีได้ - พันธุ์ดีตรงตามพันธุ์ ซึ่งเป็นผลจากเทคนิคการขยายพันธุ์ที่มีความจำเพาะเจาะจงกับพันธุ์คัดเลือก ทำให้เพิ่มพื้นที่ปลูกกาแฟ ชุมชนมีการพัฒนา คนในชุมชนไม่ทิ้งถิ่นฐานฐาน สร้างความสัมพันธ์อันดีภายในครอบครัว สร้างความเข้มแข็งให้เกษตรกรผู้ผลิตในการผลิตสินค้าคุณภาพมาตรฐานสู่มาตรฐานระดับสากล ผู้ได้รับประโยชน์ (Beneficiary) คือ เกษตรกรผู้ปลูกกาแฟอะราบิกาและโรบัสตาพันธุ์แนะนำ /วิสาหกิจชุมชน/สมาคมผู้ปลูกกาแฟ/หอการค้าจังหวัด/อบจ/อบต/หน่วยงานราชการในสังกัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์/กระทรวงอุตสาหกรรม/กระทรวงพาณิชย์/กระทรวงการพัฒนาสังคมและความมั่นคงในมนุษย์ สำหรับพื้นที่ที่คาดว่าจะนำผลงานไปใช้ประโยชน์คือ ทั้งประเทศ - พันธุ์ดี เทคโนโลยีการขยายพันธุ์ และเทคโนโลยีการเพิ่มผลผลิต ทำให้เพิ่มพื้นที่ปลูกมะคาเดเมียชุมชนมีการพัฒนาคนในชุมชนไม่ทิ้งถิ่นฐานฐาน สร้างความสัมพันธ์อันดีภายในครอบครัว สร้างความเข้มแข็งให้เกษตรกรผู้ผลิตในการผลิตสินค้าคุณภาพมาตรฐานสู่มาตรฐานระดับสากล - ส่งเสริมวิถีเกษตรวัฒนธรรมให้ชุมชนตระหนักถึงความสำคัญของชุมชน - ส่งเสริมภาพลักษณ์การพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์และต่อยอดสู่ตลาดชุมชนและตลาดดิจิตอลที่เข้าถึงได้ง่าย	2567 2567 2568 2568 2569 2569
ด้านสิ่งแวดล้อม : - สามารถลดมลภาวะทางสิ่งแวดล้อมจากการใช้ปุ๋ยและปัจจัยการผลิตเกินความจำเป็น และช่วยลดความเสื่อมโทรมของดินในการผลิตกาแฟอะราบิกา - การจัดการน้ำทำให้เกษตรกรสามารถวางแผนการใช้น้ำในการเกษตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดจนลดการสูญเสียน้ำที่เกินความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้ลดปริมาณไนเตรทที่ปนเปื้อนจากการเกษตรสู่น้ำใต้ดินได้อย่างปลอดภัยต่อชุมชน - พันธุ์ดีที่ทนต่อโรค ทำให้ใช้สารเคมีน้อย ทั้งกาแฟอะราบิกา และโรบัสตา ที่สามารถปลูกร่วมกับพืชอื่นได้อย่างเป็นระบบ ทำให้มีการปลูกอย่างยั่งยืน เป็นพืชที่ช่วยให้สภาพแวดล้อมเป็นสีเขียว ผู้ได้รับประโยชน์ (Beneficiary) คือ เกษตรกรผู้ปลูกกาแฟอะราบิกาและโรบัสตา/อบจ/อบต/หน่วยงานราชการในสังกัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์/กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สำหรับพื้นที่ที่คาดว่าจะนำผลงานไปใช้ประโยชน์คือ กาแฟอะราบิกาควรปลูกบนพื้นที่สูงจากระดับน้ำทะเล 700 เมตรขึ้นไปในเขตภาคเหนือตอนบน ภาคเหนือตอนล่าง และภาคอีสานตอนบนบางส่วน และกาแฟโรบัสตาควรปลูกในพื้นที่ที่มีความสูงต่ำกว่าระดับน้ำทะเล 400 เมตรลงมาในเขตภาคใต้และภาคตะวันออก - มะคาเดเมียพันธุ์ดีที่เหมาะสมกับพื้นที่ สามารถปลูกกับพืชเศรษฐกิจอื่นได้ ใบเขียวทั้งปี ทำให้มีการปลูกอย่างยั่งยืน เป็นพืชที่ช่วยให้สภาพแวดล้อมเป็นสีเขียว - พัฒนาระบบการผลิตกาแฟและโกโก้สู่การใช้ประโยชน์จากฐานเศรษฐกิจชีวภาพการพัฒนาระบบธุรกิจปิดวงจร (BCG for Close-loop Economy)	2567 2568 2570

กรมวิชาการเกษตร

3.5 การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

วิธีการ/กระบวนการผลักดันงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ (โปรดแนบหลักฐานเชิงประจักษ์การนำผลงานไปใช้ประโยชน์ โดยชี้แจงรายละเอียดไว้ในภาคผนวก และแนบไฟล์หลักฐาน)

การเชื่อมโยงหรือความร่วมมือกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย และผู้ใช้ประโยชน์จากงานวิจัย (Stakeholder and User Engagement) โดยระบุชื่อหน่วยงานภาครัฐ เอกชน ประชาสังคมและชุมชน โดยอธิบายกระบวนการดำเนินงานร่วมกันและการเชื่อมโยงการขับเคลื่อนผลการวิจัยไปสู่การใช้ประโยชน์อย่างชัดเจน รวมถึงอธิบายกระบวนการดำเนินงานต่อเนื่องของผู้ใช้ประโยชน์จากงานวิจัยเมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น

ด้านสังคม

โดย เกษตรกร ผู้ประกอบการ

อย่างไร ลดการเคลื่อนย้ายแรงงานออกจากพื้นที่และเกิดการจ้างงานในพื้นที่ปลูกกาแฟอะราบิกา เพิ่มความมั่นคงของสถาบันครอบครัวส่งผลให้เกษตรกรมีความเป็นอยู่ดีขึ้นและสร้างรายได้ สามารถลดมลภาวะทางสิ่งแวดล้อมจากการใช้ปุ๋ยและปัจจัยการผลิตเกินความจำเป็น และช่วยลดความเสื่อมโทรมของดินในการผลิตกาแฟ อะราบิกา

ด้านเศรษฐกิจ

โดย เกษตรกร ผู้ประกอบการ

อย่างไร เกษตรกรสามารถเพิ่มคุณภาพ ปริมาณ ผลผลิต และลดต้นทุนการผลิตกาแฟอะราบิกา เพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน ทำให้เกิดการจ้างงานในชุมชนมากขึ้น ส่งผลให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น และลดการนำเข้าผลผลิตกาแฟอะราบิกาจากต่างประเทศ

ด้านวิชาการ

โดยใคร นักศึกษา นักวิชาการ นักส่งเสริม รวมถึงองค์กรในหน่วยงานภาครัฐและเอกชน เกษตรกร เจ้าหน้าที่ภาครัฐ/เอกชน สถาบันการศึกษา

อย่างไร สามารถนำองค์ความรู้และเทคโนโลยีที่ได้จากงานวิจัยไปศึกษาและวิจัยพัฒนาต่อยอดได้

การนำเอาไปเป็นความรู้เพื่อใช้ในการแนะนำให้แก่เกษตรกร หรือนำไปใช้ปฏิบัติด้วยตนเอง เพื่อเพิ่มผลผลิตและลดต้นทุนการผลิต และเป็นการเผยแพร่ความรู้จากผลงานวิจัยที่ได้ต่อสาธารณะ ผ่านทาง คู่มือ/ แผ่นพับ การฝึกอบรม Smart Box และสื่อสังคมออนไลน์ของหน่วยงาน โดยมีการถ่ายทอดความรู้แก่นักวิชาการ เกษตรกร ผู้ประกอบการและผู้สนใจที่มาดูงาน ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร ตลอดจนการอบรมในพื้นที่ของเกษตรกรหรือหน่วยงาน ซึ่งในแต่ละปีจะมีผู้มาดูงานและเข้ารับการถ่ายทอดความรู้อย่างน้อย ปีละ 50-100 ราย และการถ่ายทอดความรู้แก่นักศึกษาจากมหาวิทยาลัยต่าง ๆ

กรมวิชาการเกษตร

บทที่ 4 สรุปผลและอภิปรายผล

สรุปผลและอภิปรายผล

โครงการวิจัยย่อยที่ 1 การปรับปรุงพันธุ์กาแฟเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและเพิ่มขีดความสามารถในการ

แข่งขัน

กิจกรรมที่ 1 วิจัยและปรับปรุงพันธุ์กาแฟอะราบิกา ระยะที่ 2

การทดลองที่ 1.1 เปรียบเทียบและทดสอบกาแฟอะราบิกา Sarchimor ลูกผสมชั่วที่ 6 ของสายพันธุ์คัด จำนวน 8 สายพันธุ์ ได้แก่ CIFC No.1-T8, CIFC No.1-T15, CIFC No.1-T16, CIFC No.1-T51, CIFC No.2-T10, CIFC No.2-T14, CIFC No.2-T21, CIFC No.2-T27) และการทดลองที่ 1.2 เปรียบเทียบและทดสอบกาแฟอะราบิกาลูกผสมสายต้นคัดที่ได้จากการคัดเลือกในปี 2563 จำนวน 8 สายพันธุ์ ได้แก่ 1/1 B2T5 , 1/1 B2T5 , 2/12 B1T3, 2/12 B2T1, 2/12 B2T3, 2/27 B4T5, 2/22 BC B5T1, 2/57 BC B6T76 เมื่อเปรียบเทียบกับกาแฟสายพันธุ์ Catura rojo เป็นพันธุ์อ่อนแอต่อราสนิม และเชียงใหม่ 80 ที่เป็นพันธุ์ต้านทานต่อราสนิม โดยวิธี Pathogenicity test พร้อมตรวจสอบยีนและการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับการแสดงความต้านทานโรคราสนิมในกาแฟอะราบิกาจำนวน 6 ยีน ได้แก่ CaR111, CaWRKY, CaGT, CaPR1b, CaPR10 และ CaRLK พบว่า สายพันธุ์ก้าวหน้ากาแฟอะราบิกา Sachimor ชั่วที่ 6 ที่มีความต้านทานต่อโรคราสนิมในระดับห้องปฏิบัติการมากที่สุดคือ สายพันธุ์ CIFC No.1-T8 ตามลำดับ และได้สายพันธุ์ก้าวหน้ากาแฟอะราบิกาลูกผสมชั่วที่ 2 ที่มีความต้านทานต่อโรคราสนิมในระดับห้องปฏิบัติการมากที่สุด คือ สายพันธุ์ 1/1 B2T5 สอดคล้องกับการศึกษายีนในกาแฟอะราบิกาสายพันธุ์ Tupil AC1669-33 และ Catuai IAC81 ทั้งพันธุ์ทนและอ่อนแอต่อโรค ทั้งหมด 7 ยีนประกอบด้วย CaR111, CaWRKY1, CaRLK, CaGT CaPR1b, CaPR10 และ CaUbiquitin ได้รายงานว่า ยีนส่วนใหญ่ทำหน้าเป็นเส้นทางในการส่งสัญญาณเพื่อให้เกิดการตอบสนองเมื่อมีเชื้อบุกรุกเข้ามาในเซลล์พืช (Ramiro al. et., 2009) ทำการเปรียบเทียบการแสดงออกของยีน บันทึกลักษณะอาการของโรค พบว่า กลุ่มพันธุ์ เชียงใหม่ 80 ที่เป็นพันธุ์ทนโรคราสนิมมีการแสดงอาการของโรคราสนิมน้อยกว่ากลุ่ม Saramon, Typica, Catui Vermelho, Mattari และ Catura rojo ที่อ่อนแอต่อโรค และกลุ่มอื่นที่นำมาศึกษา มียีนที่มีการแสดงสูงในกลุ่ม CM80 ได้แก่ CaR111, CaGT, CaPR1b สอดคล้องกับการศึกษาของ Sakuanrungsirikul al. et. (2018) การหายีนที่ต้านทานต่อโรคราสนิมในกาแฟอาราบิก้าลูกผสม ชุดที่ 3/1 พบว่า ยีน PR1b มีการแสดงออกสูงในกลุ่มที่ทนทานต่อเชื้อราสนิมที่ทำการทดสอบในกลุ่มพันธุ์ CM80 (ภาพที่ 4) และเมื่อเปรียบเทียบกับความแตกต่างของการแสดงออกของยีนที่มีการเกิดโรคราสนิม พบว่ายีน PR1b มีค่าการแสดงออกของยีนในใบที่มีการแสดงอาการของโรคสูงขึ้นกว่าใบที่ไม่มีการแสดงอาการของโรคในการตรวจการแสดงออกของยีนต้านทานโรคราสนิม พบว่ายีน PR1b มีการแสดงออกสูงในกลุ่มที่ทนราสนิมทั้งสองช่วงปีที่ทำการทดสอบ ในกลุ่มพันธุ์ CM80 แต่เนื่องจากความแปรปรวนของประชากรกลุ่มพันธุ์ CM80 ที่ส่งผลต่อความต้านทานราสนิมที่ไม่สม่ำเสมอ จึงทำให้การวิเคราะห์การแสดงออกของยีนนี้ในกลุ่มประชากรทนโรคไม่เด่นชัด หากใช้ประชากรที่มีปฏิกิริยาต่อโรคที่ชัดเจน จะทำให้สามารถระบุชนิดของยีนที่มีผลต่อการต้านทานโรคราสนิมอย่างแม่นยำยิ่งขึ้น ผลการทดสอบนี้อาจใช้ยีน PR1b ในการตรวจสอบความต้านทานของโรคราสนิมในกลุ่มประชากรพันธุ์เชียงใหม่ 80 ร่วมกับการตรวจปฏิกิริยาการต้านทานโรคด้วยวิธีปลูกเชื้อบนใบอย่างง่ายเพื่อทำให้ผลการทดสอบมีความแม่นยำยิ่งขึ้น สอดคล้องกับการศึกษา Flor al. et. (1947) ยีน CaPR1b และ CaPR10 มีการแสดงออกที่จำเพาะเกี่ยวกับ

การเกิดโรค (pathogenesis-related proteins) ของพืช สำหรับ CaUbiquitin ถูกเลือกใช้เป็นยีนควบคุม (internal control gene) จากผลการศึกษาพบว่ากาแฟพันธุ์อ่อนแอและพันธุ์ทนมีการแสดงออกของยีนที่ต้านทานต่อราสนิมแตกต่างกันอย่างชัดเจนในระยะ 'secondary haustoria' โดยพบยีน CaPR1b และ CaPR10 แสดงออกสูงสุดในกาแฟพันธุ์ต้านทานต่อราสนิม แต่พบว่ายีนดังกล่าวนี้แสดงออกในระดับที่ต่ำในกาแฟพันธุ์อ่อนแอ (ภาพที่ 3) ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ว่ายีน PR1b มีความสำคัญกับการแสดงอาการทนโรคราสนิมในพันธุ์เชียงใหม่ 80 ทั้งนี้ความทนทานของความทนโรคราสนิมในพันธุ์ เชียงใหม่ 80 นี้อาจมีการทำงานร่วมกันกับยีนประกอบอื่นด้วย คือ R111, GT และ PR10 อย่างไรก็ตามในระดับการแสดงออกของยีนทนทานต่อโรคของกลุ่มพันธุ์เชียงใหม่ 80 นั้น ยังพบว่ามีความแปรปรวน จึงอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้กลุ่มพันธุ์เชียงใหม่ 80 นี้ มีความทนทานต่อโรคราสนิมได้ไม่เท่ากัน ซึ่งอาจเกิดจากการกระจายตัวไปของกลุ่มยีน สาเหตุจากใช้การขยายพันธุ์ด้วยเมล็ด (ศุจิรัตน์และคณะ, 2564)

การทดลองที่ 1.3 การคัดเลือกพันธุ์กาแฟอะราบิกาต้านทานต่อโรคแอนแทรกโนสที่ได้จากการผสมพันธุ์และที่นำเข้าจากต่างประเทศในสภาพธรรมชาติ พบว่า ลูกผสมสายต้นคัดกรรมวิธีที่ 3 Catimor CIFC 7963-13-28 x 3/8-2 B7 T8 มีค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโตมากที่สุด ไม่พบการเกิดโรคแอนแทรกโนสในทุกกรรมวิธียกเว้นกรรมวิธีที่ 8 CIFC 7963-13-28 (เชียงใหม่ 80) ที่พบการเข้าทำลายของโรคแอนแทรกโนส 5% และไม่พบการเกิดโรคราสนิมในทุกกรรมวิธียกเว้นกรรมวิธีที่ 4 Catimor CIFC 7963-13-28 x 3/14-2 B7 T10 (Sanramon X H.420/9 ML2/4-78-62-26) ที่พบการเข้าทำลายของโรคราสนิม 5% ทั้งนี้ให้ทดสอบความต้านทานโรคแอนแทรกโนสในผลกาแฟดิบในห้องปฏิบัติการ พร้อมกับการประเมินในสภาพธรรมชาติเพื่อให้ได้ข้อมูลเร็วขึ้น

การทดลองที่ 1.4 เครื่องหมายโมเลกุลที่สัมพันธ์กับปริมาณคาเฟอีนในกาแฟอะราบิกา พบว่า การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงลำดับของดีเอ็นเอบนยีน caffeine synthase ในกาแฟอะราบิกา พบตำแหน่งการเปลี่ยนลำดับเบสของดีเอ็นเอแบบสนิปส์ของยีน caffeine synthase จำนวน 5 จุด ที่ตำแหน่ง 877 904 10,14 1017 และ 1,133 โดยการเปลี่ยนแปลงลำดับดีเอ็นเอในสายพันธุ์กาแฟอะราบิกามีการเกิดสนิปส์แบบ homozygous และ heterozygous ในสายพันธุ์กาแฟที่ทำการศึกษา เป็นตำแหน่งที่สามารถนำไปพัฒนาต่อเป็นเครื่องหมายโมเลกุลต่อไป

การทดลองที่ 1.5 การขยายพันธุ์กาแฟอะราบิกาลูกผสม F1 ในสภาพปลอดเชื้อ พบว่า การนำใบอ่อนกาแฟอะราบิกาลูกผสม F1 พันธ์ 2/27 B4T5 (CIFC 7963-661-36 x Typica) ที่ผ่านการอนุบาลในโรงเรือนมาช่วงเวลาหนึ่ง มาฟอกฆ่าเชื้อที่ผิว แล้วตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมนำมาเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อบนอาหารสูตร MS ที่เติม ซูโครส 30 กรัม/ลิตร และเติม 2,4-D. ร่วมกับ BAP หรือ kinetin เพื่อชักนำการเกิดแคลลัส พบว่าหลังจากเลี้ยงเป็นเวลา 1 เดือน เริ่มมีแคลลัสเกิดขึ้น และได้แคลลัสในปริมาณที่เพิ่มมากขึ้นเมื่อทำการเปลี่ยนอาหารและเลี้ยงต่อเพื่อเพิ่มปริมาณเป็นเวลา 6-12 เดือน สำหรับนำไปเลี้ยงต่อเพิ่มปริมาณและพัฒนาต่อ

กิจกรรมที่ 2 การปรับปรุงพันธุ์กาแฟโรบัสตาพันธุ์ดีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต

การทดลองที่ 2.1 สำรวจ รวบรวมและคัดเลือกกาแฟโรบัสตาสายพันธุ์ดี พบว่า ปี 2565 รวบรวมกาแฟโรบัสตา สายพันธุ์ดี จากจังหวัดชุมพร จังหวัดกระบี่ และจังหวัดตรัง ปลูกรวบรวมพันธุ์ จำนวน 8 สายพันธุ์ สายพันธุ์ละ 10 ต้น จากการบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของกาแฟโรบัสตาสายพันธุ์ดีเมื่ออายุ 3 เดือนหลังปลูก พบว่า มีการเจริญเติบโตเริ่มต้นที่ใกล้เคียงกัน

การทดลองที่ 2.2 การเปรียบเทียบพันธุ์กาแฟโรบัสตาพันธุ์ไทยพื้นเมืองและพันธุ์ต่างประเทศ พบว่าจากการบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต เมื่ออายุต้น 6 ปี หลังปลูก และข้อมูลผลผลิตปีที่ 3 (64/65) ของกาแฟโรบัสตาพันธุ์ไทยพื้นเมืองและพันธุ์ต่างประเทศ พบว่า สายพันธุ์ JM03 มีจำนวนกิ่งที่ให้ผลผลิตต่อกิ่งหลัก ความยาว

กิ่ง และให้ผลผลิตมากที่สุด เท่ากับ 42.62 กิ่ง 104.76 เซนติเมตร และ 246.40 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ รองลงมา สายพันธุ์ JM08 มีจำนวนผลต่อข้อมากที่สุด เท่ากับ 22.55 ผล ให้ผลผลิต เท่ากับ 237.32 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ละสายพันธุ์มีขนาดเมล็ดใหญ่ ซึ่งโดยส่วนใหญ่มีน้ำหนัก 100 เมล็ดแห้งสูงกว่าค่ามาตรฐานสากลของกาแฟโรบัสตาซึ่งมีน้ำหนักอยู่ระหว่าง 12-15 กรัม (Charrier and Berthaud, 1987) จากข้อมูลการเจริญเติบโตที่ส่งผลต่อองค์ประกอบผลผลิต และข้อมูลผลผลิต พบว่า สายพันธุ์ JM 03 เป็นสายพันธุ์ก้าวหน้าที่มีศักยภาพมากที่สุดกว่าสายพันธุ์อื่นๆ จากการทดลองสามารถเก็บผลผลิตได้เพียง 3 ปี ซึ่งสำหรับกาแฟโรบัสตาหลังจากให้ผลผลิตแล้ว ควรมีการเก็บข้อมูลผลผลิตต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 4 ปี (Carvalho, et al., 1969; Cilas, et al., 2003) จึงต้องมีการเก็บข้อมูลผลผลิตเพิ่มเติมอีก 2 ปี เพื่อให้แต่ละสายพันธุ์แสดงศักยภาพการให้ผลผลิตได้อย่างเต็มที่

การทดลองที่ 2.3 การเปรียบเทียบพันธุ์กาแฟโรบัสตาเพื่อให้ได้ผลขนาดใหญ่ พบว่า จากการบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต เมื่ออายุต้น 6 ปี หลังปลูก และข้อมูลผลผลิตปีที่ 3 (64/65) พบว่า สายพันธุ์ TPO14 มีการเจริญเติบโตรอบโคนต้นมากที่สุด เท่ากับ 23.75 เซนติเมตร และให้ผลผลิตมากที่สุด เท่ากับ 238.36 กิโลกรัมต่อไร่ พันธุ์ชุมพร 2 ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบ มีจำนวนกิ่งที่ให้ผลผลิต และจำนวนข้อที่ติดผลมากที่สุด เท่ากับ 42.11 กิ่ง และ 17.25 ข้อ ตามลำดับ และให้ผลผลิต เท่ากับ 213.61 กก.ต่อไร่ จากข้อมูลทุกสายพันธุ์มีน้ำหนัก 100 เมล็ดแห้งได้ตามค่ามาตรฐานสากลของกาแฟโรบัสตาซึ่งมีน้ำหนักอยู่ระหว่าง 12-15 กรัม (Charrier and Berthaud, 1987) การเจริญเติบโตที่ส่งผลต่อองค์ประกอบผลผลิต และข้อมูลผลผลิต พบว่า สายพันธุ์ TPO14 เป็นสายพันธุ์ก้าวหน้าที่มีศักยภาพมากที่สุดกว่าสายพันธุ์อื่นๆ จากการทดลองสามารถเก็บผลผลิตได้เพียง 3 ปี ซึ่งสำหรับกาแฟโรบัสตาหลังจากให้ผลผลิตแล้ว ควรมีการเก็บข้อมูลผลผลิตต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 4 ปี (Carvalho, et al., 1969; Cilas, et al., 2003) จึงต้องมีการเก็บข้อมูลผลผลิตเพิ่มเติมอีก 2 ปี เพื่อให้แต่ละสายพันธุ์แสดงศักยภาพการให้ผลผลิตได้อย่างเต็มที่

โครงการวิจัยย่อยที่ 2 วิจัยและพัฒนาคำแนะนำการจัดการดินและธาตุอาหารในการผลิตกาแฟอะราบิกา

ผลการศึกษาด้านการเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นธาตุอาหารพืชในใบกาแฟในรอบปี จากแปลงทดลองศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ขุนวาง และ แม่จอนหลวงมีการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกัน โดยความเข้มข้นของไนโตเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมทั้งหมดในใบกาแฟมีแนวโน้มลดลงตามอายุใบกาแฟที่เพิ่มขึ้น ขณะที่ความเข้มข้นของแคลเซียมทั้งหมดในใบกาแฟมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุใบกาแฟที่เพิ่มขึ้น แต่ความเข้มข้นของแมกนีเซียมทั้งหมดในใบกาแฟไม่สามารถสังเกตถึงการเปลี่ยนแปลงตามอายุใบได้อย่างชัดเจน ผลการวิเคราะห์สมบัติดินทางเคมีของพื้นที่ทดลองทั้ง 20 แปลง ในจังหวัดเชียงใหม่ ทำให้ทราบถึงสถานะความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดิน เพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับแปลงทดลอง โดยพบว่าค่าปฏิกิริยาอยู่ในช่วง กรดจัด-กรดเล็กน้อย (5.01-6.33) ค่าการนำไฟฟ้าของดินอยู่ในระดับที่ไม่กระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช (< 2 dS/m) ปริมาณอินทรียวัตถุเฉลี่ย 5.81±2.47 เปอร์เซ็นต์, ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เฉลี่ย 69.34±82.04 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ย 187.62±95.36 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนการทดลองการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสเฟต และปุ๋ยโพแทชของกาแฟอะราบิกา สำหรับการเจริญเติบโตของต้นกาแฟ ได้แก่ เส้นรอบวงโคนต้น และขนาดทรงพุ่ม จากการใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธีต่างๆ ไม่ทำให้การเจริญเติบโตของต้นกาแฟแตกต่างกัน ยกเว้นการทดลองด้านการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยฟอสเฟต ที่ขนาดทรงพุ่มทิศเหนือ-ใต้มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยฟอสเฟต

อัตรา 1.5 เท่า และ 2.0 เท่าของอัตราแนะนำ มีขนาดทรงพุ่มทิศเหนือ-ใต้สูงกว่ากรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ยฟอสเฟตและใส่ปุ๋ยฟอสเฟตอัตรา 0.5 เท่าของอัตราแนะนำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อภิปรายผล ผลการศึกษาด้านการเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นธาตุอาหารพืชในใบกาแฟในรอบปี ที่อายุแตกต่างกัน พบว่าในช่วงเดือนพฤษภาคม ถึง เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2565 (อายุใบ 5-7 เดือน) เป็นช่วงที่ใบกาแฟมีการเปลี่ยนแปลงของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมทั้งหมดน้อยที่สุดจึงอาจเป็นข้อพิจารณาสำหรับการเก็บตัวอย่างใบเพื่อวิเคราะห์ความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชในใบในช่วงเวลาดังกล่าว และในส่วนของการศึกษาค่ามาตรฐานของธาตุอาหารในดินและใบกาแฟอะราบิกาจากผลการวิเคราะห์ดินเบื้องต้นเมื่อนำมาปริมาณอินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินมาเปรียบเทียบกับระดับความอุดมสมบูรณ์ในดินที่เหมะสมต่อการเจริญเติบโตของกาแฟอะราบิกา (Sousa *et al*, 2018) พบว่า มีปริมาณอินทรียวัตถุในดินอยู่ในระดับต่ำ (< 3.7 %) จำนวน 2 แปลง ระดับปานกลาง (3.7-5.2 %) จำนวน 5 แปลง และระดับสูง (> 5.2 %) จำนวน 13 แปลง ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินอยู่ในระดับต่ำ (< 7.4 mg/kg) จำนวน 2 แปลง ระดับปานกลาง (7.4-15.6 mg/kg) จำนวน 4 แปลง และระดับสูง (> 15.6 mg/kg) จำนวน 14 แปลง และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน อยู่ในระดับปานกลาง (76.4-127.2 mg/kg) จำนวน 4 แปลง และระดับสูง (> 127.2 mg/kg) จำนวน 16 แปลง เมื่อนำปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของ FAO (2005) พบว่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินอยู่ในระดับต่ำ (< 60 mg/kg) จำนวน 12 แปลง ระดับปานกลาง (60-80 mg/kg) จำนวน 2 แปลง และระดับสูง (> 80 mg/kg) จำนวน 6 แปลง ส่วนผลการศึกษาด้านการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสเฟต และปุ๋ยโพแทชของกาแฟอะราบิกา พบว่าส่วนใหญ่การใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธีต่างๆ ไม่ทำให้การเจริญเติบโตของต้นกาแฟแตกต่างกัน อาจเกิดจากการเก็บข้อมูลหลังจากใส่ปุ๋ยไม่นาน (2 เดือน) แต่กาแฟทั้ง 9 แปลงมีแนวโน้มการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับการเจริญเติบโตก่อนการใส่ปุ๋ย จึงจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลผลผลิตของกาแฟในแต่ละกรรมวิธีการทดลองเพื่อดูผลการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยของกาแฟอะราบิกา นอกจากนี้จะเห็นได้ว่า ดินที่ใช้ปลูกกาแฟอะราบิกาในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่มีความหลากหลายด้านความอุดมสมบูรณ์ของดิน เพราะฉะนั้นจำเป็นต้องมีการจัดการปุ๋ยแบบเฉพาะเจาะจงกับสภาพพื้นที่เพื่อให้เพิ่มผลผลิตและคุณภาพของกาแฟอะราบิกาต่อไป

โครงการวิจัยย่อยที่ 3 วิจัยการจัดการน้ำเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของกาแฟอะราบิกา

กิจกรรมที่ 1 การศึกษาสัมประสิทธิ์การใช้น้ำและ Depletion Factor ของกาแฟอะราบิกา

สรุปผล การศึกษาสัมประสิทธิ์การใช้น้ำ (Crop water coefficient, Kc) ของกาแฟอะราบิกา ในแปลงกาแฟอาราบิกาที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงขุนวาง ตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงตุลาคม มีค่า Kc อยู่ระหว่าง 0.52-2.59 ในแปลงกาแฟอาราบิกาที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงแม่จอนหลวง ตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงตุลาคม มีค่า Kc อยู่ระหว่าง 0.45-2.25 การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อดัชนีความเครียด (Depletion factor, p และ Crop water stress coefficient, Ks) กับสมดุลน้ำในกาแฟอะราบิกา ในแปลงกาแฟอาราบิกาที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงขุนวาง ตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงตุลาคม มีค่าปัจจัยการพร่องน้ำ (Depletion factor, p) อยู่ระหว่าง 0.35-0.52 ใน

แปลงกาแฟอาราบิกาที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงแม่จอนหลวง ตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงตุลาคม มีค่าปัจจัยการพร่องน้ำ (Depletion factor, p) อยู่ระหว่าง 0.34-0.54

อภิปรายผล ในการศึกษาสัมประสิทธิ์การใช้น้ำและปัจจัยที่มีผลต่อดัชนีความเครียดกับสมดุลน้ำในกาแฟอาราบิกา ซึ่งทำการศึกษายังไม่ครบรอบปี ข้อมูลที่ได้ยังไม่สมบูรณ์ ซึ่งจะทำให้ครบสองรอบปีเพื่อประเมินการใช้น้ำของกาแฟอาราบิกามาหาคำแนะนำการให้น้ำแก่กาแฟอาราบิกาต่อไป

กิจกรรมที่ 2การศึกษาปริมาณรอยเท้าน้ำในการผลิตเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของกาแฟอะราบิกา

สรุปผล ในการศึกษาปริมาณรอยเท้าน้ำ (Water Footprint) ของผลผลิตกาแฟสำหรับกาแฟที่ให้ปลูกใหม่มีสัมประสิทธิ์การระบายน้ำ 0.12-0.83 และในการศึกษาปริมาณรอยเท้าน้ำ (Water Footprint) ของผลผลิตกาแฟสำหรับกาแฟที่ให้ลูผลผลิตแล้วมีสัมประสิทธิ์การระบายน้ำ 0.10-0.83

อภิปรายผล.ในการศึกษาสัมประสิทธิ์การใช้น้ำและปัจจัยที่มีผลต่อดัชนีความเครียดกับสมดุลน้ำในกาแฟอาราบิกา ซึ่งทำการศึกษายังไม่ครบรอบปี ข้อมูลที่ได้ยังไม่สมบูรณ์ซึ่งยังขาดข้อมูลที่ต้องเก็บต่อไป เพื่อให้ได้ปริมาณน้ำที่ใช้ในการผลิตกาแฟอาราบิกา เพื่อมาคำนวณเป็น Water footprint ต่อไป

โครงการวิจัยย่อยที่ 4 วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเพิ่มผลผลิตโกโกเพื่อรองรับเกษตรกรรมยั่งยืน

1. กิจกรรมที่ 1 การศึกษาระบบปลูกและการจัดการน้ำเพื่อเพิ่มผลผลิตโกโก้

การจัดการระบบปลูกโกโก้ที่ดีมีส่วนสำคัญในเรื่องต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของโกโก้ จากการเก็บข้อมูล พบว่าการปลูกโกโก้แบบพืชเดี่ยวมีการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตมากกว่าการปลูกโกโก้แบบพืชร่วมอย่างมีนัยสำคัญ โดยให้ผลผลิตมากกว่าประมาณ 2-2.74 เท่า ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยหลายเรื่อง อาทิ Wood and Lass (1985) และ Koko *et al*. (2013) ที่สรุปว่าการปลูกโกโก้แบบพืชเดี่ยวจะให้ผลผลิตสูงกว่าการปลูกภายใต้ร่มเงา 2-3 เท่า โดย Koko *et al*. (2013) รายงานว่าโกโก้อายุ 5 ปีที่ปลูกแบบพืชเดี่ยวเปรียบเทียบกับโกโก้ที่ปลูกแบบพืชร่วมที่ไอวอรี่โคสต์ พบว่าโกโก้ที่ปลูกแบบพืชเดี่ยวให้ผลผลิต 64 ผล/ต้น/ปี ในขณะที่โกโก้ที่ปลูกร่วมกับส้มและอโวกาโดให้ผลผลิต 30 ผล และ 28 ผล/ต้น/ปี ตามลำดับ ส่วนการเจริญเติบโตพบว่า โกโก้ที่ปลูกแบบพืชร่วมมีการเจริญเติบโตดีกว่าการปลูกแบบพืชเดี่ยวและพันธุ์ลูกผสมชุมพร 1 ให้ผลผลิตมากกว่าพันธุ์อื่นอย่างมีนัยสำคัญทั้งระบบปลูกแบบพืชเดี่ยวและพืชร่วม ส่วนพันธุ์ที่เหมาะสมในการปลูกแบบพืชร่วม ได้แก่ พันธุ์ลูกผสมชุมพร 1 เปลี่ยนยอดและพันธุ์ ICS95 ซึ่งปริมาณแสงที่โกโก้ได้รับส่งผลต่อความแข็งแรงของต้นและปริมาณผลผลิตอย่างมาก (Koko *et al*., 2013)

ในปี 2565 พบการทำลายของหนอนเจาะลำต้นทำลายกิ่งโกโก้ที่ปลูกแบบพืชเดี่ยวมากกว่าโกโก้ที่ปลูกแบบพืชร่วม และพบการทำลายของหนอนเจาะผล (*Carmenta* sp. หรือ *Eupatorium* sp.) นอกจากนี้ปริมาณผลผลิตโกโก้ทั้งสองแปลงลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับปี 2564 เนื่องจากมีฝนตกต่อเนื่องเป็นเวลาหลายสัปดาห์ในช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต (ก.ย.2564 - ก.พ. 2565) ส่งผลให้เกิดการระบาดของโรคผลเน่าดำ ซึ่งการเกิดโรคผลเน่าดำมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝนและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสูง (ยุพินและคณะ, 2534) จึงต้องทำการตัดผลโกโก้ที่เป็นโรคออกนำไปเผาทำลายนอกแปลงเพื่อยับยั้งการระบาดของโรค

การให้น้ำและคลุมโคนเพื่อเพิ่มขนาดและผลผลิตโกโก้ พบว่าการให้น้ำแก่ต้นโกโก้ 30 ลิตรต่อต้น มีแนวโน้มที่จำนวนดอกจะพัฒนาไปเป็นผลได้ในปริมาณสูงกว่าการให้น้ำ 10 ลิตรต่อต้น ไม่ว่าจะใช้หรือไม่ใช้วัสดุคลุมโคนก็ตาม ส่วนน้ำหนักฝักโกโก้นั้น ผลผลิตโกโก้ส่วนใหญ่เป็นผลที่ยังไม่สมบูรณ์จำเป็นต้องมีการให้ปัจจัยการผลิตแก่ต้นโกโก้ให้มากขึ้นในการดำเนินการทดลองในปีต่อไป

2. กิจกรรมที่ 2 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางสภาพแวดล้อมกับการเจริญเติบโตของโกโก้ในพื้นที่ปลูกที่มีสภาพแวดล้อมแตกต่างกัน

ปัจจัยสิ่งแวดล้อมมีความสำคัญกับพัฒนาการของโกโก้อย่างมาก โดยเฉพาะการกระจายตัวของฝน อุณหภูมิ แสง ความชื้นในอากาศและความชื้นในดินมีส่วนต่อการเจริญเติบโต การออกดอก ติดผล และการให้ผลผลิตของโกโก้ (Hutcheon, 1977; Alvim, 1983; Sale, 1970a, b *อ้างอิงใน* วราวุธ และคณะ, 2534; Wood and Lass, 1985; Carr and Lockwood, 2011; Angela *et al*., 2022) การแตกยอดอ่อนของโกโก้มีความสัมพันธ์กับฝนที่ตกภายหลังผ่านช่วงแล้งมาก่อนทำให้มีการแตกยอดอ่อนมากหลังจากได้รับฝนแรก การแตกยอดอ่อนช่วงต่อไปขึ้นอยู่กับการกระจายของฝน เช่นเดียวกับการออกดอก ดอกจะออกเป็นจำนวนมากหลังจากผ่านช่วงแล้งมาระยะหนึ่งแล้วได้รับฝน ดอกจะออกหลังจากฝนตกประมาณ 1-2 สัปดาห์ (วราวุธ และคณะ, 2534) ซึ่งในปี 2565 ต้นโกโก้ในพื้นที่ปลูกทุกแหล่งมีการแตกใบอ่อนและดอกตลอดทั้งปี เนื่องจากมีการกระจายของฝนดีและมีการออกดอกแต่ละครั้งไม่มากเกินไป ทำให้โกโก้มีการออกดอกตลอดทั้งปี

สภาพอากาศส่งผลต่อการพัฒนาผลของโกโก้ Angela *et al.* (2022) รายงานว่าการพัฒนาสรีรวิทยาของผลโกโก้มีความสัมพันธ์กับปัจจัยทางสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ เช่นเดียวกับ Carr and Lockwood (2011) ได้รายงานว่า อุณหภูมิที่สูงขึ้นมีผลให้อายุของใบลดลง แต่โกโก้จะสุกเร็วขึ้นและปริมาณน้ำฝนที่น้อยกว่า 1,200 มิลลิเมตรในรอบปี ดินอาจจะขาดน้ำ ซึ่งจะทำให้ผลผลิตและอัตราการเจริญเติบโตของต้นโกโก้ลดลง ดังนั้นปัจจัยทางสภาพแวดล้อมทางภูมิอากาศจึงมีความสำคัญต่อการพัฒนาต้นโกโก้ทั้งในแง่ปริมาณและคุณภาพของผลผลิตโกโก้ ทั้งนี้พบว่าอุณภูมิเฉลี่ยของพื้นที่ปลูกโกโก้ในจังหวัดเชียงรายและเพชรบูรณ์ช่วงเดือนมีนาคมถึงกรกฎาคมสูงกว่า 32 องศาเซลเซียส ซึ่งสูงกว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการปลูกโกโก้ที่ 18-32 องศาเซลเซียส (Wood and Lass, 1985; Afoakwa, 2014) แต่จากรายงานของ Lahive, *et. al*., (2019) ได้รายงานว่าอุณหภูมิในพื้นที่ปลูกปลูกโกโก้หลายทวีป เช่น ทวีปแอฟริกาตะวันตก อเมริกากลาง อเมริกาใต้ และเอเชียมีอุณหภูมิสูงกว่าที่เคยรายงานไว้ในอดีต ซึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ทั้งนี้การจัดการแปลงของเกษตรกรก็เป็นปัจจัยที่สำคัญอีกปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญมากเช่นกัน ซึ่งเกษตรกรผู้ปลูกโกโก้ในพื้นที่ภาคเหนือมีการให้ปุ๋ยไม่ตรงกับระยะการเจริญเติบโตของพืช ทำให้ผลผลิตและคุณภาพต่ำกว่าผลผลิตทางภาคใต้ และจากเก็บข้อมูลพบว่า แปลงร่วมสะตอและ แปลงร่วมยางพารา เกษตรกรจะเข้าดูแลแปลงสม่ำเสมอส่งผลให้ต้นโกโก้มีอัตราการเจริญเติบโตค่อนข้างสมบูรณ์ แต่ในแปลงร่วมยางพาราเกษตรกรต้องมีการจัดการแปลงมากกว่าแปลงร่วมสะตอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการขุดตัดรากของยางพาราป้องกันรากยางพาราแย่งธาตุอาหารโกโก้อย่างน้อยทุก 6 เดือน สำหรับแปลงร่วมมังคุด ต้นโกโก้เจริญเติบโตดีแต่ประสบปัญหาต้นเลื้อยออกข้างขนานกับพื้นดินหาแสงเนื่องจากเกษตรกรปลูกใต้รอบทรงพุ่มมังคุด อย่างไรก็ตามการปลูกโกโก้ในระบบวนเกษตรจะมีความชื้นมากกว่าการปลูกระบบเชิงเดี่ยว เนื่องจากมี

การปกคลุมของเรือนยอดไม้ปลูกร่วมที่สูงจะช่วยลดอัตราการคายน้ำ และระบบวนเกษตรที่มีต้นไม้ร่วมที่เหมาะสมจะทนทานต่อความเครียดจากภัยแล้งได้ดีกว่าระบบการผลิตพืชอื่นๆ

จากสภาพอากาศที่มีฝนตกชุก ในพื้นที่ปลูกโกโก้หลายแห่งในปี 2565 ทำให้เกิดผลผลิตโกโก้เสียหายจากโรคผลเน่าดำที่พบได้ในผลอ่อนและผลที่กำลังพัฒนาไปเป็นผลสุก ในปัจจุบันสภาพอากาศมีความแปรปรวนมากขึ้นส่งผลให้เกิดการแพร่ระบาดของโรคและแมลง (Ceccarelli, *et al.,* 2021) ดังนั้นปริมาณน้ำฝนที่ไม่แน่นอนและอุณหภูมิที่สูงมากเป็นปัญหาสำคัญ (Bunn, *et al*., 2017) สำหรับแมลงที่พบในพื้นที่ปลูกโกโก้ส่วนใหญ่พบการทำลายผลผลิตของมวนโกโก้เป็นจำนวนมาก ซึ่งมวนโกโก้จะดูดน้ำเลี้ยงทำให้ผลโกโก้เหี่ยว ซึ่งเป็นอีกหนึ่งสาเหตุหลักที่ทำให้ผลโกโก้เหี่ยวเป็นจำนวนมากนอกเหนือจากการเหี่ยวทีเกิดขึ้นตามธรรมชาติ นอกจากนี้หากมีมวนโกโก้จำนวนมากและมีการทำลายของมวนโกโก้มากมีแนวโน้มส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของผลและน้ำหนักของผลสุกด้วย (ไพศาล และคณะ, 2532; จรัสศรี และคณะ, 2535) โดยเปอร์เซ็นต์ความเสียหายของผลโกโก้ที่เกิดจากมวนโกโก้ดูดน้ำเลี้ยงบริเวณผิวจนเกิดเป็นสีดำที่ครอบคลุมพื้นที่ผิวผลมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์จะมีผลกระทบต่อน้ำหนักรวมต่อผลถึง 23.31 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นระดับที่เกิดความเสียหาย (Economic Threshold level) และหากปล่อยทิ้งไว้จนถึงระดับ 75-100 เปอร์เซ็นต์ จะมีผลต่อน้ำหนักเมล็ดภายใน มีเปอร์เซ็นต์สูญเสียเท่ากับ 33.79 และ 78.63 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งจะทำให้เกิดความเสียหายในระดับที่เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจ (Economic Injury level) ได้ หากเกษตรกรมีการจัดการแปลงที่ดี มีการตัดแต่งกิ่งและผลที่เสียหายออกเป็นประจำจะสามารถลดความเสียหายจากโรคและแมลงได้

โครงการวิจัยย่อยที่ 5 นวัตกรรมการแปรรูปกาแฟและโกโก้คุณภาพและการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้สู่ระบบการพัฒนาเกษตรหมุนเวียน

การศึกษาเทคโนโลยีการใช้สายพันธุ์จุลินทรีย์เพื่อหมักกาแฟแบบ Semi-wet process โดยใช้จุลินทรีย์ ได้สายพันธุ์จุลินทรีย์ที่สามารถใช้หมักกาแฟ ได้แก่ *Saccharomyces cerevisiae, Pichia kluyveri. Hanesiaspora spp., Kurtzmaniella spp. และ Wickerhanomyces spp.*และแบคทีเรียที่มีศักยภาพ 1 ชนิดได้แก่ *Mycetocola reblochoni* และการเปลี่ยนแปลงของการผลิตสารให้กลิ่นของจุลินทรีย์ทั้ง 4 ชนิดเริ่มจากการผลิตกรดอินทรีย์ได้แก่ กรดแลคติก กรดอะซีติก แลคติกและซิตริก โดยในชุดที่เติมเชื้อมีการควบคุมกรดดีกว่าและสร้างกลิ่นรสจำเพาะ โดยมีการสร้างกลิ่นถั่วในชุด *Wickerhamyces spp.* กลิ่นชีสใน *Hanseniaspora spp.* และ กลิ่นดอกไม้ใน *Kurtzmaniella spp.* อัตราส่วน 50 - 200 ppm ตลอดการหมัก 144 ชั่วโมงโดยจะมีปริมาณแตกต่างชัดเจนในชั่วโมงที่ 6 – 120 3. ปัจจัยต่อผลของแสงแบ่งการผลิตกลิ่นเป็น 3 รูปแบบที่น้อยกว่า 1,000 lux, 1,000 – 2,000 lux และ 2,000 lux ขึ้นไปและปริมาณลมที่มากกว่า 0.54 m3/s ที่ส่งผลต่อการแห้งของเมือกกาแฟให้มีความชื้นลดลงในอัตราร้อยละ 0.025 ต่อชั่วโมง รวมทั้งการผลิตกลิ่น รสและคุณภาพกาแฟคั่วหลังการเสร็จสิ้นการหมักโดยผลคะแนนอยู่ที่ 80 – 85 SCAA score

การศึกษาเทคโนโลยีการใช้สายพันธุ์จุลินทรีย์เพื่อหมักโกโก้ ได้สายพันธุ์จุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการย่อยเมือกโกโก้ ได้แก่ *Saccharomyces cerevisiae*, *Pichia kluyveri, Lanchancea* spp. และกลุ่มแบคทีเรียอะซิติก ปัจจัยที่ส่งผลต่อการหมักโกโก้คืออุณหภูมิโดยอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการหมักโกโก้ในลังไม้ต้องไม่น้อยกว่า 42 องศาเซลเซียสโดยใช้เวลาในการหมักไม่น้อยกว่า 4-6 วัน และสารให้กลิ่นรสของโกโก้ที่ได้

จากการหมักโดยจุลินทรีย์ ได้แก่ Benzaldehyde และ 2,3,5,6-tetramethyl pyrazine ให้กลิ่นในโทนถั่ว, Phenylethyl Alcohol และ Phenethyl acetate ให้กลิ่นในโทนหวานและดอกไม้ และ 2,3- butanediol ให้กลิ่นนมเนย

การศึกษาเทคโนโลยีการสกัดเส้นใยเซลลูโลสจากเปลือกโกโก้ ได้เปลือกโกโก้ และส่วนผสมการสกัดเส้นใยด้วยวิธีต้มเยื่อแบบโซดา (soda pulping) ในการสกัดเส้นใยเซลลูโลส กรรมวิธีการสกัดเส้นใยเซลลูโลสจากเปลือกโกโก้ทำโดยต้มด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์-แอนทราควิโนน ได้ปริมาณร้อยละของเยื่อที่ได้ (%yield) สูงสุดโดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์-ร้อยละ 20 (โดยน้ำหนัก/ปริมาตร) แอนทราควิโนน ร้อยละ 0.1 (โดยน้ำหนัก/น้ำหนัก)ที่อุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที และสมบัติของเส้นใยเซลลูโลสที่ได้เป็นเส้นใยที่แข็งแรงเหมาะสม สามารถนำไปขึ้นรูปเป็นกระดาษได้ ต้นทุนการผลิตเยื่อจากเปลือกโกโก้ เท่ากับ 280 บาท ต่อเปลือกโกโก้แห้ง 100 กรัม

โครงการวิจัยย่อยที่ 6 การวิจัยพันธุ์และเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มคุณภาพการผลิตมะคาเดเมียอย่างยั่งยืน

กิจกรรมที่ 1 โครงการวิจัยพัฒนาพันธุ์มะคาเดเมีย

การทดลองที่ 1.1 การทดสอบพันธุ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพมะคาเดเมียในแหล่งต่าง ๆ (2565-2567)

ดำเนินการ 8 กรรมวิธีได้แก่ MCL-829, CR -7, CR-5, KK-27, 660, 741, KW86 และ FNG21 วางแผนการทดลองแบบ RCB ทดสอบใน 4 ระดับความสูง คือ 400, 900, 700 และ 1,400 เมตรจากระดับน้ำทะเลดังนี้ 1)ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย อ.เมือง จ.เชียงราย ความสูง 400 เมตร จากระดับน้ำทะเล พบว่า ด้านการเจริญเติบโต พันธุ์ 660 และ KW86 เจริญเติบโตมากที่สุด ด้านผลผลิต พันธุ์ที่มีผลผลิตเฉลี่ย 2 ปีมากที่สุดคือ พันธุ์ CR-5 รองลงมาคือ พันธุ์ MCL829 และ KW86 ด้านคุณภาพผลผลิตได้แก่ พันธุ์ FNG21 KK27 และ CR-7

2) ศูนย์วิจัยเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ อ.เขาค้อ จ.เพชรบูรณ์ ความสูง 700 เมตร จากระดับน้ำทะเล พบว่า ด้านการเจริญเติบโต พันธุ์ FNG21 660 และ KK27 เจริญเติบโตมากที่สุด ด้านผลผลิต พันธุ์ที่มีผลผลิตเฉลี่ย 3 ปีมากที่สุดคือ พันธุ์ 660 รองลงมาคือพันธุ์ KW86 และพันธุ์ CR7 ด้านคุณภาพผลผลิตได้แก่ พันธุ์ KK27 และ 660

3) ศูนย์วิจัยพืชสวนเลย อ.ภูเรือ จ.เลย ความสูง 900 เมตร จากระดับน้ำทะเล พบว่า ด้านการเจริญเติบโต พันธุ์ FNG21 660 และ 741 เจริญเติบโตมากที่สุด ด้านผลผลิต พันธุ์ที่มีผลผลิตเฉลี่ย 4 ปีมากที่สุดคือ พันธุ์ 741 รองลงมาคือพันธุ์ 660 และพันธุ์ KW86 ด้านคุณภาพผลผลิตได้แก่ พันธุ์ KW86 CR7 และ FNG21

4) ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่ ความสูง 1400 เมตร จากระดับน้ำทะเล พบว่า ด้านการเจริญเติบโต พันธุ์ 660 741 และ KK27 เจริญเติบโตมากที่สุด ด้านผลผลิต พันธุ์ที่มีผลผลิตเฉลี่ย 3 ปีมากที่สุดคือ KW86 รองลงมาคือ CR7 และ KK27 ด้านคุณภาพผลผลิตได้แก่ พันธุ์ KW86 CR7 และ FNG21

ทั้งนี้ต้องมีการวิเคราะห์ข้อมูลตามเกณฑ์การคัดเลือกของมะคาเดเมียเช่น น้ำหนักเนื้อในเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์เนื้อใน เปอร์เซ็นต์เนื้อในเกรด 1 (%ลอยน้ำ) เปอร์เซ็นต์เกรด 1 เนื้อใน(% recovery) เป็นต้น ซึ่งต้องมีการเก็บข้อมูลซ้ำในปีต่อไป

การทดลองที่ 1.2 การทดสอบพันธุ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพมะคาเดเมียในแปลงเกษตรกร (2565 -2567)

ดำเนินการ 9 กรรมวิธีได้แก่ 660, 741 A4 , 849, KW86, KK27, CR5, CR7 และ FNG21 วางแผนการทดลองแบบ RCB ณ แปลงเกษตรกร จ.ตาก คือ ด้านการเจริญเติบโต พันธุ์ CR5 และ FNG21 เจริญเติบโต

กรมวิชาการเกษตร

มากที่สุด ด้านผลผลิต พันธุ์ที่มีผลผลิตเฉลี่ย 2 ปีมากที่สุดคือ พันธุ์ KW86 ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงที่สุด รองลงมาคือ พันธุ์ CR7 และ พันธุ์ 741 ด้านคุณภาพผลผลิตได้แก่ พันธุ์ 741 และ 849 ทั้งนี้ต้องมีการวิเคราะห์ข้อมูลตามเกณฑ์การคัดเลือกของมะคาเดเมียเช่น น้ำหนักเนื้อในเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์เนื้อใน เปอร์เซ็นต์เนื้อในเกรด 1 (% ลอยน้ำ) เปอร์เซ็นต์เกรด 1 เนื้อใน(% recovery) เป็นต้น ซึ่งต้องมีการเก็บข้อมูลซ้ำในปีต่อไป

การทดลองที่ 1.3 การเปรียบเทียบสายต้นมะคาเดเมีย ที่ได้จากการเพาะเมล็ดของพันธุ์ D4 (ปี 2565-2567)

ดำเนินการ 9 กรรมวิธี วางแผนแบบ RCB ณ ศูนย์วิจัยเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ พบว่า กรรมวิธีที่ 1 KK#9 ต้นเพาะเมล็ด D4 เบอร์ต้น 826 ตาย ได้คัดสายต้น KK#3 ต้นเพาะเมล็ด D4 เบอร์ต้น 736 แทน เสียบยอดตามกรรมวิธีเมื่อ 29 ส.ค.-2 ก.ย. 2565 ทำให้ได้ข้อมูลเปอร์เซ็นต์เสียบติดแค่ 1 เดือนหลังจากเสียบยอด และเมื่อเก็บข้อมูลต่อถึงเดือนธันวาคม 2565 พบการเข้าทำลายของสัตว์ฟันแทะ ประกอบกับเสียบยอดไม่ติด ทำให้ไม่สามารถเตรียมต้นได้ทันตามกรรมวิธี จึงขอสิ้นสุดการทดลอง

กิจกรรม 2 วิจัยเทคโนโลยีการผลิตมะคาเดเมียที่เหมาะสำหรับแหล่งปลูกต่าง ๆ ในประเทศไทย

การทดลองที่ 2.1 การจัดการสวนมะคาเดเมียที่มีอายุมากกว่า 30 ปี โดยวิธีการตัดแต่งกิ่ง

ดำเนินการ 4 กรรมวิธี ใน 2 สถานที่ ดังนี้

1. ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอนหลวง) อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่ ตัดแต่งกิ่งวันที่ 27 เม.ย-26 พ.ค.2565 ไม่มีเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโตในด้านขนาดเส้นรอบวงโคนต้น แต่ กรรมวิธีที่ 2 ถึง 4 มีการเจริญเติบโตด้านความสูงและขนาดทรงพุ่มลดลง ยกเว้นกรรมวิธีที่ 1 เนื่องจากไม่มีการตัดแต่งกิ่ง แต่มีจำนวนยอดใหม่เกิดขึ้น แตกต่างในแต่ละกรรมวิธีดังนี้ หลังตัดแต่งกิ่ง 4 เดือนคือ กรรมวิธีที่ 2 (เปิดกลาง) มีจำนวนยอดที่เกิดใหม่มากที่สุด

2.ศูนย์วิจัยเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ ตัดแต่งกิ่งวันที่ 26 ส.ค. 2565 หลังการตัดแต่งพบว่า ไม่มีเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโตในด้านขนาดเส้นรอบวงโคนต้น แต่ กรรมวิธีที่ 2 ถึง 4 มีการเจริญเติบโตด้านความสูงและขนาดทรงพุ่มลดลง ยกเว้นกรรมวิธีที่ 1 เนื่องจากไม่มีการตัดแต่งกิ่ง แต่มีจำนวนยอดใหม่เกิดขึ้น แตกต่างในแต่ละกรรมวิธีดังนี้ หลังตัดแต่งกิ่ง 1 เดือน กรรมวิธีที่ 3 (สี่เหลี่ยม) มีจำนวนยอดที่เกิดใหม่มากที่สุด

ทั้งนี้ต้องมีการเก็บข้อมูลผลผลิตร่วมด้วยซึ่งต้องรอในรอบปีต่อไป

การทดลองที่ 2.2 ศึกษาความต้องการธาตุอาหารของมะคาเดเมีย (ปี 2565)

1.ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบมะคาเดเมียในระยะใบเพสลาด พบว่าธาตุในโตรเจนมีความเข้มข้นมากที่สุด รองลงมาคือ โพแทสเซียม และฟอสฟอรัส ซึ่งผลวิเคราะห์ทั้งสามพันธุ์เป็นไปในทิศทางเดียวกัน โดยจังหวัดเลยมีค่าเฉลี่ย 2.29 1.02 และ 0.52% ตามลำดับ และในจังหวัดเชียงใหม่มีค่าเฉลี่ย 2.92 0.39 และ 0.65% ตามลำดับ

2. ในพื้นที่อ.ภูเรือ และอ.นาแห้ว จ.เลย มะคาเดเมียพันธุ์เชียงใหม่1000 ต้องการธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม สำหรับการสร้างผลผลิตประมาณ 17.11 7.93 และ 6.78 กรัม/ผลสด 1 กิโลกรัม ส่วนวะคาเดเมียพันธุ์เชียงใหม่700 ต้องการธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมประมาณ 17.63 8.30 และ 8.29 กรัม/ผลสด 1 กิโลกรัม ขณะที่มะคาเดเมียพันธุ์เชียงใหม่400 ต้องการธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมประมาณ 17.98 8.29 และ 8.93 กรัม/ผลสด 1 กิโลกรัม

3. ในพื้นที่อ.แม่แจ่ม และอ.ฮอด จ.เชียงใหม่ มะคาเดเมียพันธุ์เชียงใหม่1000 ต้องการธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม สำหรับการสร้างผลผลิตประมาณ 52.88 5.11 และ 8.50 กรัม/ผลสด 1 กิโลกรัม ส่วนวะคาเดเมียพันธุ์เชียงใหม่700 ต้องการธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม

กรมวิชาการเกษตร

ประมาณ 55.64 5.54 และ9.58 กรัม/ผลสด 1 กิโลกรัม ขณะที่มะคาเดเมียพันธุ์เชียงใหม่400 ต้องการธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมประมาณ 53.33 4.94 และ 8.92 กรัม/ผลสด 1 กิโลกรัม

ซึ่งจะนำไปใช้จัดการธาตุอาหารมะคาเดเมียในฤดูกาลผลิตปี 2566-2567 จากผลวิเคราะห์ดินเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานอ้างอิง (norm) ที่เสนอโดย Kuperus and Abercrombie (2003) พบว่า ความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณแมกนีเซียมในดินที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียมที่สกัดได้ และปริมาณแคลเซียมในดิน อยู่ในระดับที่ต่ำกว่าค่ามาตรฐาน ความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชในใบมะคาเดเมียที่เปรียบเทียบกับข้อมูลของ Stephenson and Cull (1986) และ Huett and Vimpany (2007) พบว่าระดับไนโตรเจนในใบมีสูงกว่าค่ามาตรฐานอ้างอิง (norm) ซึ่งสอดคล้องกับค่าไนโตรเจนและอินทรียวัตถุในดินที่มีในระดับสูง เช่นเดียวกันกับธาตุอื่นๆ พบในระดับที่สูงกว่า อาจเนื่องจากระดับในดินที่มีมาก ทำให้มีการสะสมที่ใบมากตามไปด้วย

การทดลองที่ 2.3 การจัดการปุ๋ยเคมีที่เหมาะสมต่อผลผลิตของมะคาเดเมีย (2566 -2567) เริ่มดำเนินการปี 2566

การทดลองที่ 2.4 ศึกษาการจัดการธาตุอาหารแบบผสมผสานเพื่อการผลิตมะคาเดเมีย (ปี 2565-2567)

ทดลองในแปลงทดลองในพื้นที่ แปลงเกษตรหลวงเชียงใหม่ และแปลงศูนย์วิจัยพืชสวนเลย โดยใช้มะคาเดเมียพันธุ์เชียงใหม่ 660 อายุ 10 ปี ทำการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟต และปุ๋ยชีวภาพไมคอร์ไรซาตามกรรมวิธีการทดลอง เก็บข้อมูลดิน พืช การเจริญเติบโต และการให้ผลผลิต เพื่อนำมาประมวลผลในการจัดการธาตุอาหาร แบบผสมผสานเพื่อการผลิตมะคาเดเมียพันธุ์เชียงใหม่ 660 ซึ่งพบว่า ในปีที่ 1 หลังการใส่ปัจจัยการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟต และปุ๋ยชีวภาพไมคอร์ไรซาตามกรรมวิธีการทดลอง ยังคงพบการมีชีวิตของจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต Talaromyces aff. macrosporus ในจำนวนที่มากพอไม่ต้องใส่เพิ่ม และพบการเข้ารากของเชื้อราไมคอร์ไรซา ซึ่งต้องทำการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโต และการดูดใช้ธาตุอาหารในใบและผลมะคาเดเมียต่อไป

การทดลองที่ 2.5 ศึกษาวิธีการขยายพันธุ์ของมะคาเดเมียโดยการเสียบยอดกิ่งพันธุ์ดี (ปี 2565)

ดำเนินตามกรรมวิธีวันที่ 30 ส.ค. 2565 หลังเสียบยอด 1 เดือนพบว่า แต่ละกรรมวิธีไม่แตกต่างกัน โดยมีเปอร์เซ็นต์รอดชีวิต 100% แต่เมื่อเก็บข้อมูลถึงวันที่ 27 ธันวาคม 2565 (119วัน) กิ่งที่เสียบใหม่ไม่มีการพัฒนาและเกิดการตายของยอดในทุกกรรมวิธี ทั้งนี้เนื่องจากการเตรียมกิ่งที่มาเสียบยอดไม่ใช้กิ่งที่มีความสมบูรณ์ เป็นกิ่งแก่ และพื้นที่ที่ปลูกอยู่ในสภาพความชื้นสูง ทำให้กิ่งมีไลเคนเกาะ ทำให้เมื่อนำมาเสียบยอดจึงไม่ประสบความสำเร็จ จึงจะดำเนินการซ้ำใหม่ในปี 2566

ข้อเสนอแนะต่อผู้เกี่ยวข้องสำหรับการดำเนินงานในระยะต่อไป

กาแฟ

1. วิธี Pathogenicity test สามารถใช้ในการประเมินความต้านทานหรือทนทานของสายพันธุ์กาแฟอะราบิกาและสายพันธุ์อื่นๆ ต่อโรคราสนิมในห้องปฏิบัติการได้ ที่สามารถความคุมอุณภูมิระหว่าง 20-25 องศาเซลเซียสความชื้น 80-90 เปอร์เซ็นต์ และแสง 16 ชั่วโมงต่อวัน สามารถแก้ไขข้อจำกัดในการทดสอบการเกิดโรคในสภาพพื้นที่จริง สามารถควบคุมเรื่องสภาพอากาศ อุณหภูมิ ความชื้น และปริมาณเชื้อที่ได้รับ และลดระยะเวลาในการทดสอบให้สั้นลงเหลือเพียง 10-15 วัน ทำให้นักปรับปรุงพันธุ์มีกลยุทธ์ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นในการใช้ประโยชน์ นอกจากนี้ยังเป็นข้อมูลในการนำไปใช้ขึ้นทะเบียนหรือขอรับรองพันธุ์ได้ด้วย

2. การรวบรวมพันธุ์และการเปรียบเทียบพันธุ์กาแฟโรบัสตา เป็นการพัฒนาพันธุ์กาแฟโรบัสตาอย่างต่อเนื่องเพื่อตอบสนองความต้องการใช้พันธุ์ดีที่มีศักยภาพของเกษตรกร เป็นทางเลือกในการใช้พันธุ์ที่

หลากหลาย และเกษตรกรสามารถเข้าถึงพันธุ์ดีได้ รวมทั้งการถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านพันธุ์ เพื่อให้เกษตรกรใช้เลือกพันธุ์ในการปลูกทดแทนพันธุ์เดิมจากการขยายพันธุ์ด้วยการเพาะเมล็ดซึ่งมีความแปรปรวนในด้านผลผลิต รวมถึงแปลงกาแฟเดิมที่มีอายุต้นนานให้ผลผลิตน้อย นอกจากนั้นยังสามารถเป็นข้อมูลสำหรับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร /หน่วยงานภาครัฐ เอกชน ในพัฒนาขยายผลต่อยอดงานวิจัยต่อไปในอนาคต เพื่อเพิ่มผลผลิตกาแฟโรบัสตาให้เพียงพอกับความต้องการและรักษาฐานการผลิตกาแฟโรบัสตา ให้เกษตรกรมีอาชีพการปลูกกาแฟโรบัสตาเป็นพืชเศรษฐกิจที่ยั่งยืน ลดการนำเข้าจากต่างประเทศ

โกโก้

การดำเนินงานในปีต่อไปจะดำเนินการเก็บข้อมูลให้มีความละเอียดมากขึ้น ในเรื่องข้อมูลสภาพอากาศ และทำการประมวลผลจากข้อมูลที่ได้ โดยจะดำเนินการศึกษาด้านสรีรวิทยาเพิ่มเติมเพื่อให้ได้แนวทางในการจัดการแปลงเพื่อเพิ่มผลผลิตโกโก้ให้ได้ทั้งปริมาณและคุณภาพ รวมถึงการบริหารจัดการการให้น้ำในช่วงแล้งต่อไป

มะคาเดเมีย

การทดลองที่ 1.3 การเปรียบเทียบสายต้นมะคาเดเมีย ที่ได้จากการเพาะเมล็ดพันธุ์ D4 เดิมมีแผนดำเนินการต่อเนื่องตั้งแต่ปี 2565-2568 แต่ไม่สามารถดำเนินต่อเนื่องในปี 2566-2567 ได้ ปัญหาที่พบในปี 2565 คือ พบการเข้าทำลายของสัตว์ฟันแทะ และเสียบยอดไม่ติด ทำให้ไม่สามารถเตรียมต้นได้ทันตามกรรมวิธี จึงขอสิ้นสุดการทดลองในปี 2565

การทดลองที่ 2.5 ศึกษาวิธีการขยายพันธุ์ของมะคาเดเมียโดยการเสียบยอดกิ่งพันธุ์ดี ที่ดำเนินการปี 2565 เพียงปีเดียว ปัญหาที่พบคือ เมื่อดำเนินการเสียบยอดตามกรรมวิธี และเก็บข้อมูลต่อเนื่องแม้สิ้นสุดงานทดลองเมื่อ 30 กันยายน 2565 ซึ่งได้เก็บข้อมูลต่อเนื่องถึง 27 ธันวาคม 2565 พบว่า ไม่มีกรรมวิธีไหนในการขยายพันธุ์ได้ตามวัตถุประสงค์ จึงขอทำซ้ำโดยไม่รับงบประมาณ

ปัญหาและอุปสรรคในการทำงาน

กาแฟ

กิจกรรมที่ 1 วิจัยและปรับปรุงพันธุ์กาแฟอะราบิกา ระยะที่ 2 ได้แก่ การทดลองที่ 1.1 เปรียบเทียบและทดสอบกาแฟอะราบิกา Sarchimor ลูกผสมชั่วที่ 6 ของสายพันธุ์คัด และการทดลองที่ 1.2 เปรียบเทียบและทดสอบกาแฟอะราบิกาลูกผสมสายต้นคัดที่ได้จากการคัดเลือกในปี 2563 เดิมมีแผนที่จะดำเนินการใช้เครื่องหมายโมเลกุลในการตรวจสอบลายพิมพ์ดีเอ็นเอของกาแฟอะราบิกา พร้อมตรวจหากลุ่มยีนที่เกี่ยวข้องกับการความต้านทานโรคราสนิมแบบจำลองโครงสร้างทางพันธุกรรมในระดับดีเอ็นเอของกลุ่มประชากรที่ต้านทานต่อโรคราสนิมในทุกต้นทดลองในแต่ละปี เพื่อทำให้ลดระยะเวลาการทดลองให้สั้นลง จึงดำเนินการแก้ไขในวิธีดำเนินการวิจัย คือ ตรวจเฉพาะสายพันธุ์ที่มีความต้านทานทั้งในสภาพโรงเรือนและในสภาพธรรมชาติเหมือนกันโดยปี 2565-2566 ดำเนินการทดสอบปฏิกิริยาของเชื้อราสนิมต่อสายพันธุ์กาแฟโดยวิธี Pathogenicity test พร้อมตรวจสอบยีนและการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับการแสดงความต้านทานโรคราสนิมในกาแฟอะราบิกา ร่วมกับการทดสอบความต้านทานต่อโรคราสนิม ด้วยวิธี inoculation ในสภาพควบคุม (โรงเรือน) และปี 2567 ดำเนินการใช้เครื่องหมายโมเลกุลในการตรวจสอบลายพิมพ์ดีเอ็นเอของกาแฟอะราบิกา จึงทำให้ได้ผลการทดสอบเพื่อลงปลูกในสภาพธรรมชาติอาจล่าช้ากว่ากำหนด

กรมวิชาการเกษตร

โกโก้

การทดลองที่ 1.2 มีปัญหากระรอกกัดกินฝักโกโก้ที่ได้ทำเครื่องหมายไว้ ทำให้ข้อมูลสูญหาย และต้นโกโก้ทดลองในกรรมวิธีที่ 4 เป็นโรคกิ่งแห้ง ใบร่วง ต้นทรุดโทรม ทำให้ต้องปรับเปลี่ยนกรรมวิธีทดลอง ในปี 2566

กรมวิชาการเกษตร

เอกสารอ้างอิง

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2544. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. ครั้งที่ 9. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พริมลักษณ์ ประพุทธ์พิทยา ชวลิต กอสัมพันธ์ และบัณฑูรย์ วาฤทธิ. 2548. ผลของการให้น้ำต่อการบานของดอก องค์ประกอบผลผลิต และคุณภาพของกาแฟอาราบิกา. วารสารเกษตร ปีที่ 21 ฉบับ 1 เล่มที่ 37-45 หน้า 37-45.

วีรกรณ์ แสงไสย์, เบญจวรรณ รัตต์วัตร, ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล ฉัตต์นภา ข่มอาวุธ และศิริภรณ์จรินทร. 2565.

พัฒนาวิธีการตรวจสอบความต้านทานโรคราสนิมที่รวดเร็วในกาแฟอะราบิกา. ใน: กิจกรรม Thailand Research Expo & Symposium 2022 ภาคโปสเตอร์ งาน “มหกรรมงานวิจัยแห่งชาติ 2565 (Thailand Research Expo 2022)” วันที่ ๓-๕ สิงหาคม ๒๕๖๕. กรุงเทพฯ.

สถานีอุตุนิยมวิทยาสวี. 2564. รายงานข้อมูลอุตุนิยมวิทยา พ.ศ. 2558-2564. กรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงเทคโนโลยีและการสื่อสาร.

สถาบันวิจัยพืชสวน. 2562. คู่มือการจัดการการผลิตกาแฟอะราบิกา. สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ.

สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา. 2561. การคำนวณการใช้น้ำของพืช และการคำนวณฝนใช้การ. สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 44 หน้า.

ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล, วีรกรณ์ แสงไสย์, วสันต์ สิงค์คำ, ธวัชชัย ทรัพย์ถิระ, เบญจวรรณ รัตวัตร์, ศุภรัตน์ ศรีธะวงศ์, สินีนาถ พลธิราช และ ฉัตต์นภา ข่มอาวุธ. 2564. การหายีนที่ต้านทานต่อโรคราสนิมในกาแฟอาราบิก้าลูกผสม ชุดที่ 3/1. น.1404-1420. ในเอกสารประกอบประชุมวิชาการประจำปี 2564 ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น จ.ขอนแก่น.

Allen, R. G., L. S. Perreira., D. Raes. and M. Smith. 1998. Guidelines for computing crop water requirement. FAO Irrigation and Drainage Paper. 300 pages.

Babel, M. S., B. Shrestha, and S. R. Perret. 2011. Hydrological impact of biofuel production: A case study of the Khlong Phlo Watershed in Thailand. Agriculture Water Management. 101: 8-26.

Brady, N. C. and R. R. Weil. 2002. The Nature and Properties of Soils 13TH Edition. The New Jersey State of America. 960 pages.

Carvalho, A., F. P. Ferwerda, J. A. Frahm-Leliveld, D. M. Medina, A. J. T. Mendes and L. C. Monaco. 1969. Coffee. *In:* Ferwerda F. P. and F. Wit. (Eds.). Outlines of Perennial Crop Breeding in the Tropics. 189-241 pp.

Charrier, A. and J. Berthaud. 1987. Principles and Methods in Coffee Plant Breeding: *Coffea canephora* Pierre. *In*: Clarke, R.J. and R. Macrae. (eds.) Coffee Vol. 4: Agronomy. Elsevier Applied Science, London. 167-197 pp.

El-Hendawy, S. and U. Schmidhalter. 2010. Optimal coupling combination between irrigation frequency and rate for drip-irrigated maize grown on sandy soil. Agriculture Water Management. 97: 439-448.

Eulgem, T., Somssich, I.E., 2007. Networks of WRKY transcription factors in defense signaling. Current Opinion in Plant Biology 10, 366–71.

กรมวิชาการเกษตร

Figueiredo, L.P., Borém, F.M., Cirillo, M.Â., Ribeiro, F.C., Giomo, G.S., Salva, T.D.J.G. 2013. The potential for high quality bourbon coffees from different environments. J. Agric. Sci. 5:87-98.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2005. Arabica coffee manual for Lao-PDR. FAO Regional Office for Asia and the Pacific. Bangkok. Thailand.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2005. Arabica coffee manual for Myanmar. FAO Regional Office for Asia and the Pacific. Bangkok. Thailand.

Gold, R.E., Mendgen, K., 1991. Rust basidiospore germlings and disease initiation. In: Cole GT, Hoch C, eds. *The Fungal Spore and Disease Initiation in Plants and Animals*. New York, USA: Plenum, 67–99.

Heath, M.C., 1977. A comparative study of nonhost interactions with rust fungi. Physiological Plant Pathology 10, 73–88.

Kashyap, P. S. and R. K. Panda. 2003. Effect of irrigation scheduling on potato crop parameters under water stressed condition. Agriculture Water Management. 59: 49-66.

Kongboon, R. and S. Sampattagul. 2012. The water footprint of sugarcane and cassava in northern Thailand. Social and Behavioral Science. 40: 451-460.

Land Classification Division and FAO Project Staff, 1973. Soil Interpretation Handbook for Thailand. Department of Land Development, Min. of Agri. and Coop., Bangkok. 135 p.

Liu, C., Kroeze, C., Hoekstra, A.Y. and W. Gerbens-Leenes. 2012. Past and future trends in grey water footprints of anthropogenic nitrogen and phosphorus input to major world rivers. Ecological Indicators. 18: 42-49.

Livak, K.J. and Schmittgen TD. 2001. Analysis of relative gene expression data using real-time quantitative PCR and the 2(-Delta Delta C(T)) Method. Methods. 25(4):402-8.

Medina-Filho, H.P., A. Carvalho, M.R. Sondahl, L.C. Fazuoli and W.M. Costa. 1984. Coffee Breeding and Related Evolutionary Aspects. *In* : J. Janick (ed.) Plant Breeding Reviews. Vol.2. AVI Publishing Company, Inc., Westport. 157 – 193 pp

Nie, N.H. (1980). SCSS: A User's Guide to the SPSS Conversational Statistical System. ISBN 978-0070465336.

O'Connell R.J., Panstruga R, 2006. Teˆte-a`-teˆte inside a plant cell: establishing compatibility between plants and biotrophic fungi and oomycetes. New Phytologist 171, 699–718.

Ramiro, et al. (2010) Ramiro D, Jalloul A, Petitot A-S, De Sá MFG, Maluf MP, Fernandez D. Identification of coffee WRKY transcription factor genes and expression profiling in resistance responses to pathogens. Tree Genetics & Genomes. 2010;6(5):767–781. doi: 10.1007/s11295-010-0290-1

Ramiro, D.A., Escoute, J., Petitot, A.S., Nicole, M., Maluf, M.P. and Fernandez, D. 2009. Biphasic haustorial differentiation of coffee rust (*Hemileia vastatrixrace* II) associated with defence responses in resistant and susceptible coffee cultivars. Plant Pathology 58(5): 944–955.

Sakuanrungsirikul, S., Srithawong S., Subthira T., Saengsai W., Rattawat B., Khomarwut C. and

Lertwattanakiet S. 2018. Investigating the Resistance (R) Genes Associated With Coffee Leaf Rust Disease in Coffee (*Coffea* spp.) in Thailand By Melting Peak Analysis. In 1st ASEAN Coffee Industry Development Conference 2018. Chiangmai Thailand.

Silva, M.C., Nicole M, Guerra-Guimaraes L, Rodrigues Jr CJ, 2002. Hypersensitive cell death and post-haustorial defence responses arrest the orange rust (Hemileia vastatrix) growth in resistant coffee leaves. Physiological and Molecular Plant Pathology 60, 169–83.

Shiu, S.H., Bleecker, A.B. 2001. Plant receptor-like kinase gene family: diversity, function, and signaling. Science's STKE 113:re22.

Song, W.Y., Wang, G., Chen, L., Kim, H., Pi, L.-Y., Gardner, J., Wang, B., Holsten, T., Zhai, W., Zhu,

L., Fauquet, C., and Ronald, P.C. 1995. A receptor kinase-like protein encoded by the rice disease resistance gene Xa21. Science 270, 661–667.

Sousa, S. J., Neves, L. C. J., Martinez, H. E. P. and Alvarez V, V. H. 2018. Relationship between Coffee Leaf Analysis and Soil Chemical Analysis. Rev Bra Cience Solo. 2018;42: e0170109.

Sun, H., Y. Shen, Q. Yu, G. N. Flerchinger, Y. Zhang, C. Liu, and X. Zhang. 2010. Effect of precipitation change on water balance and WUE of the winter wheat-summer maize rotation in the North China Plain. Agricultural Water Management. 97: 1139–1145.

Wintgens, J. N. 2004. Coffee: Growing, Processing, Sustainable Production: A Guidebook for Growers, Processors, Traders, and Researchers. Wiley-VCH Verlag, Weinheim. 976 p.

Xu, Y., K. Huang, Y. Yu, and X. Wang. 2015. Changes in water footprint of crop production in Beijing from 1978 to 2012: a logarithmic mean Divisia index decomposition analysis. Journal of Cleaner production. 87: 180-187.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ภาคผนวก 1 สิ่งที่แสดงประกอบเพิ่มเติมที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา

กรมวิชาการเกษตร

โครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเพิ่มผลผลิตโกโก้เพื่อรองรับเกษตรกรรมยั่งยืน

1) การดำเนินงานการทดลองที่ 1.1

โกโก้ที่ปลูกแบบพืชเดี่ยว

โกโก้ที่ปลูกร่วมมะพร้าว

ผลโกโก้ที่ถูกมวนโกโก้ทำลาย

ผลโกโกที่ถูกหนอนเจาะผล (*Carmenta* sp.) ทำลาย

ผลโกโก้เสียหายจากโรคผลเน่าดำเนื่องจากฝนตกหนักต่อเนื่องเป็นเวลานาน

กิ่งโกโก้แห้งตายจากราสีชมพู

2) กิจกรรมการดำเนินงานการทดลองที่ 1.2

ภาพที่ 1 ต้นโกโก้ ก่อนการตัดแต่งกิ่งและ

ภาพที่ 2 ต้นโกโก้ หลังการตัดแต่ง

ภาพที่ 3 การเตรียมอุปกรณ์ติดตั้งระบบน้ำ

ภาพที่ 4 การติดตั้งระบบน้ำเสร็จ พร้อมใช้

ภาพที่ 5 การวัดความสูง

ภาพที่ 6 การผูกเชือกทำเครื่องหมาย

ภาพที่ 7 การหว่านปุ๋ยรอบโคนต้นโกโก้

ภาพที่ 8 การฉีดยาฆ่ามด ป้องกันการระบาดของเพลี้ย

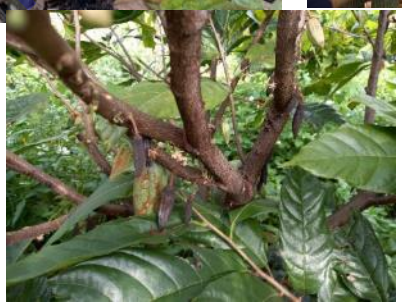
ภาพที่ 9 ฝักอ่อนของโกโก้ที่แห้งไป ไม่พัฒนาไปเป็นผลแก่

ภาพที่ 10 เก็บเกี่ยวโกโก้ได้ผลผลิตค่อนข้างเล็ก

ภาพที่ 11 ฝักโกโก้ที่ทำเครื่องหมายไว้ ถูกกระรอกกัดกิน

ภาพที่ 12 ต้นโกโก้มีอาการกิ่งแห้ง และยืนต้นตาย

3) การออกดอกและติดผลของโกโก้ในพื้นที่จังหวัดเชียงราย (การดลองที่ 2.1)



4) การเก็บข้อมูลโกโก้ในแปลงเกษตรกร พื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์ (การดลองที่ 2.2)

การแตกใบอ่อนของโกโก้

การเข้าทำลายของ และเพลี้ยแป้ง หนอนเจาะกิ่ง ผลเหี่ยว และโรคผลเน่าดำ

ลักษณะผลผลิตในแปลง

5) การเก็บข้อมูลโกโก้ในแปลงเกษตรกร พื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์ (การดลองที่ 2.2)

6) การเก็บข้อมูลพัฒนาการของโกโก้ จ.ชุมพร (การทดลองที่ 2.4)

- แปลงที่ 1 นายสุรศักดิ์ แจ้งพัฒน์ ต.สลุย อ.ท่าแซะ จ.ชุมพร ปลูกโกโก้แบบพืชเดี่ยว

- แปลงที่ 2 นายสุรศักดิ์ แจ้งพัฒน์ ต.สองพี่น้อง อ.ท่าแซะ จ.ชุมพร ปลูกโกโก้ร่วมยาง

- แปลงที่ 3 นายทองอยู่ แก้วเจริญ ต.พะรักษ์ อ.พะโต๊ะ จ.ชุมพร ปลูกโกโก้แบบพืชเดี่ยว

- แปลงที่ 4 นางสำอาง บุญล้ำ ต.สองพี่น้อง อ.ท่าแซะ จ.ชุมพร ปลูกโกโก้ร่วมไม้ผล

7) การเก็บข้อมูลโกโก้ในแปลงเกษตรกร จ.สงขลา (การทดลองที่ 2.5)

ก

ตำแหน่งแปลงโกโก้ที่ทำการเก็บข้อมูลจำนวน 4 แปลง ในพื้นที่ อ.นาทวี และ อ.จะนะ จังหวัดสงขลา

ศูนย์วิทยทรัพยากร

1.1 การปลูกโกโก้เชิงเดี่ยว (C1)

เจ้าของแปลง : นายสุริยา ยีรัน

ที่อยู่ : 17 ม.9 ต.ขุนตัดหวาย อ.จะนะ จ.สงขลา

พันธุ์โกโก้ : ชุมพร1 ต้นกล้าเพาะเมล็ด เก็บเพาะเมล็ดเอง
ไอเอ็ม1 ต้นกล้าจากบริษัทเอกชน เซาร์เทิร์นไทยแลนด์

อายุหลังลงปลูก : 1 ปี 6 เดือน

พิกัดแปลง : 6.775348,100.691107

สภาพพื้นที่แปลง: ที่ราบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร

1.2 การปลูกโกโก้ร่วมกับยางพารา(C2)

เจ้าของแปลง : นายพิทยา เยาวนิตย์

ที่อยู่ : 18 ม.2 ต.ฉาง อ.นาทวี จ.สงขลา

พันธุ์โกโก้ : โกโก้ไทย1

อายุหลังลงปลูก : 1 ปี 6 เดือน

พิกัดแปลง : 6.751388, 100.723663

สภาพพื้นที่แปลง: ที่ราบ

กรมวิชาการเกษตร

1.3 การปลูกโกโก้ร่วมกับไม้ผล (C3)

เจ้าของแปลง : นายนิรันด์ นิคมรัตน์

ที่อยู่ : 17 ม.6 ต.นาทวี อ.นาทวี จ.สงขลา

พันธุ์โกโก้ : ไม่ระบุ ซื้อต้นพันธุ์โกโก้จากร้านจำหน่ายต้นพันธุ์พืชในจังหวัดชุมพร

อายุหลังลงปลูก : 2 ปี

พิกัดแปลง : 6.710818, 100.787688

สภาพพื้นที่แปลง: ที่ราบ

กรมวิชาการเกษตร

1.4 การปลูกโกโก้ร่วมกับสะตอ (C4)

เจ้าของแปลง : นายทองหล่อ จันทรทิพย์

ที่อยู่ : 175 ม.3 ต.วังใหญ่ อ.นาทวี จ.สงขลา

พันธุ์โกโก้ : โกโก้ไทย1

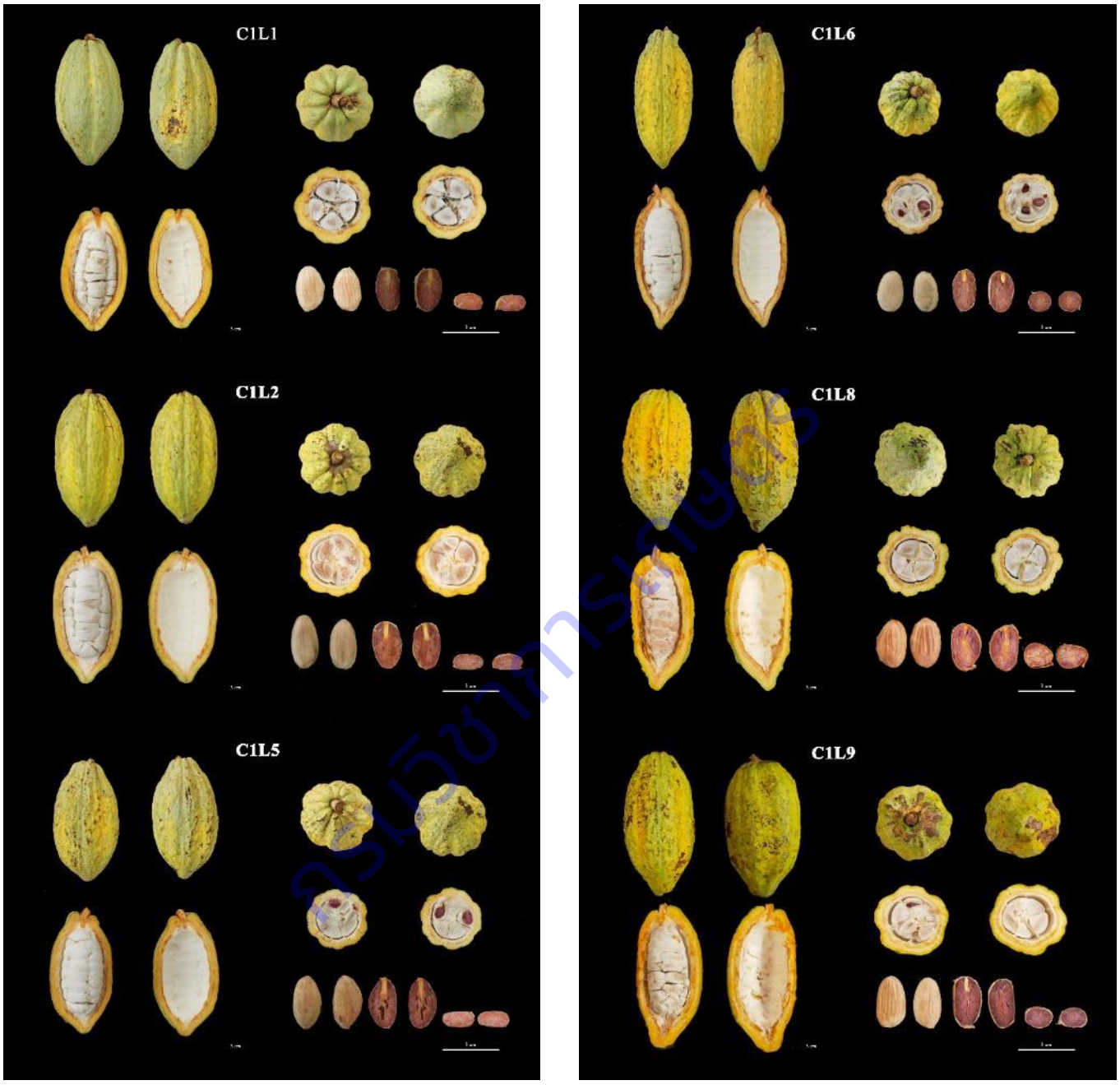
อายุหลังลงปลูก : 1 ปี 6 เดือน

พิกัดแปลง : 6.718630, 100.863184

สภาพพื้นที่แปลง: ที่ราบ

2. ภาพแสดงลักษณะผลผลิตโกโก้ที่เก็บเกี่ยวได้จากเกษตรกร

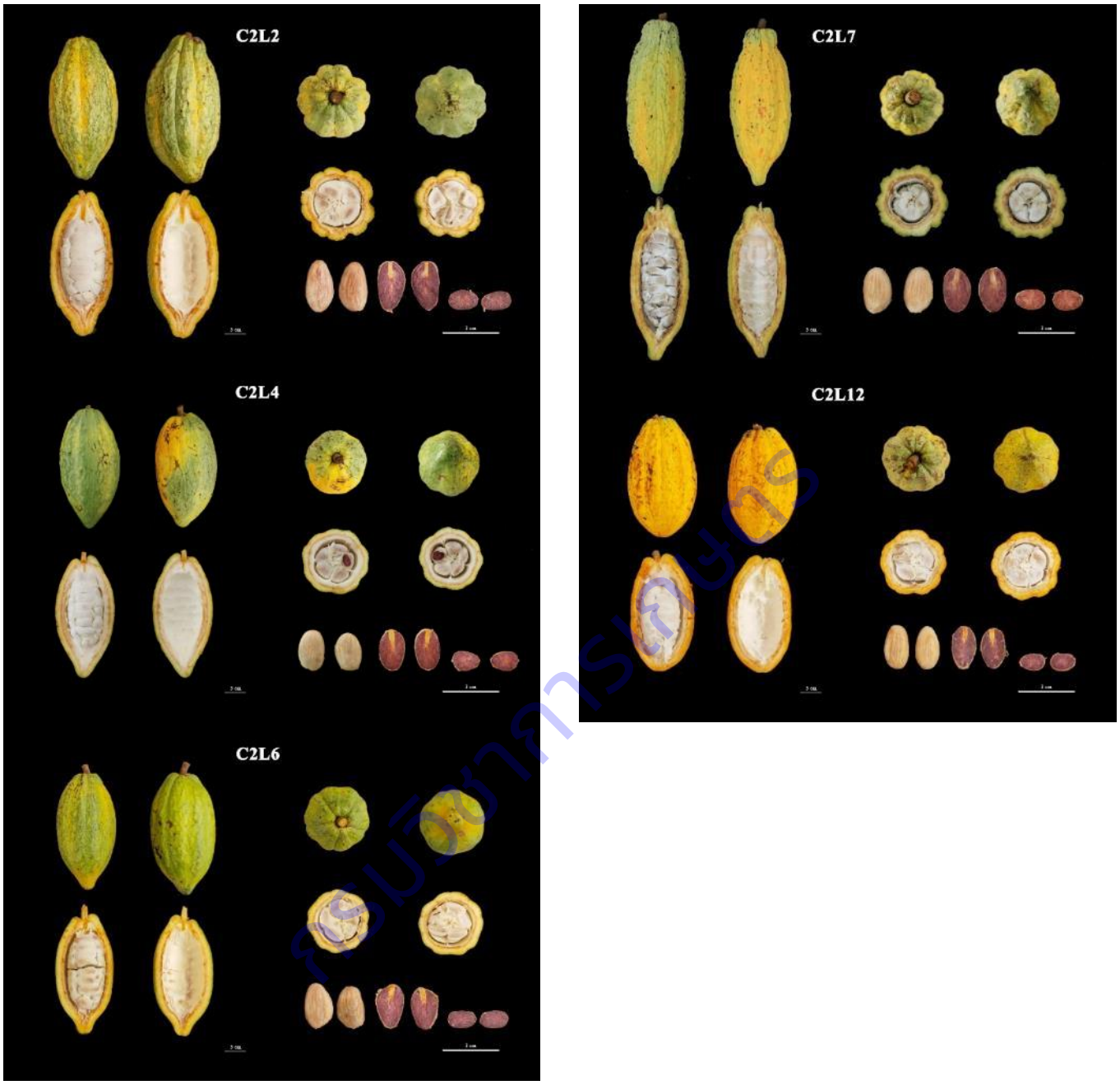
2.1 โกโก้แปลงเชิงเดี่ยว



ภาพผลผลิตโกโก้จากแปลงเชิงเดี่ยว (C1)

สำนักวิทยบริการฯ

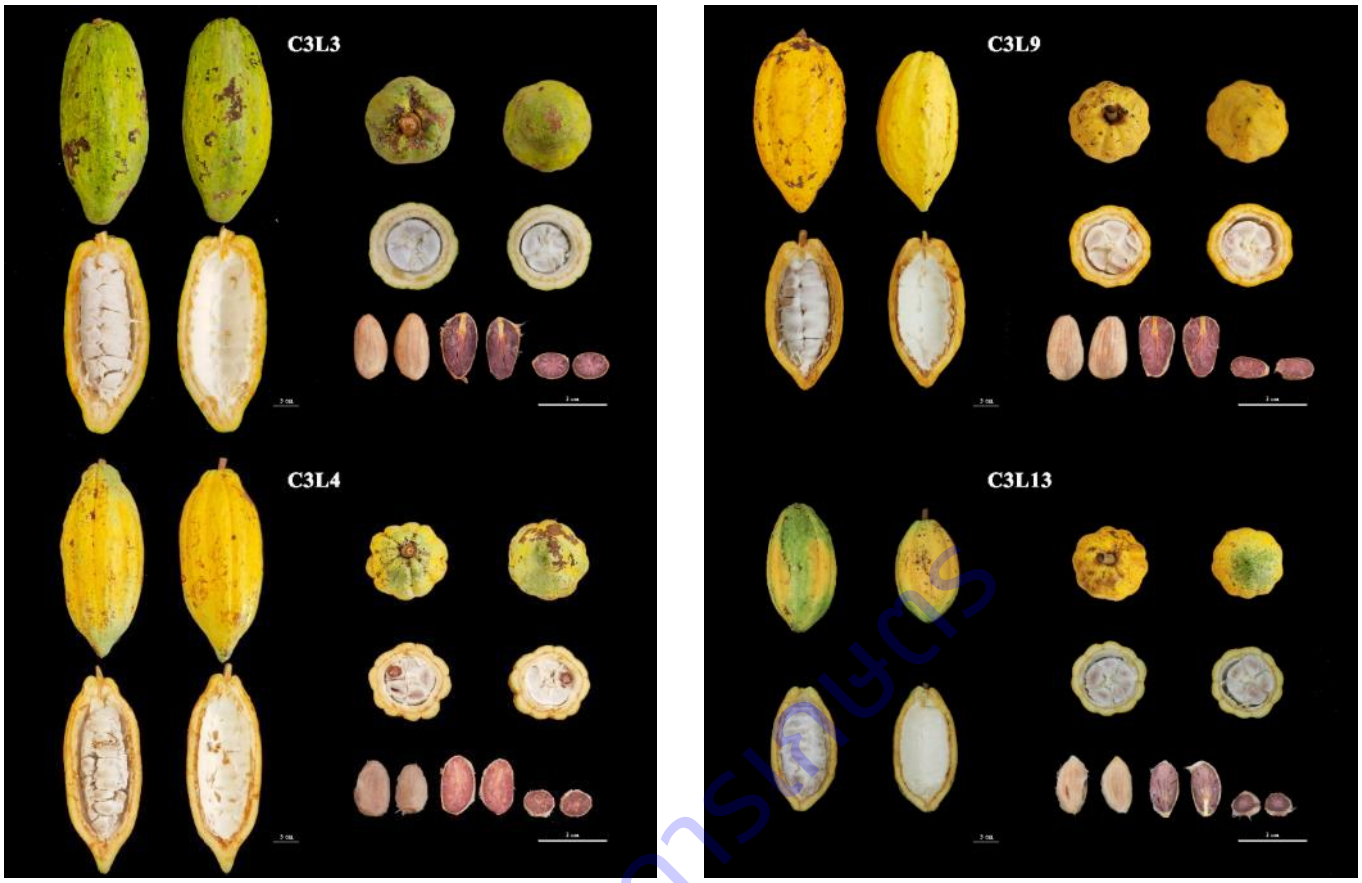
2.2 โกโก้แปลงร่มยางพารา



ภาพผลผลิตโกโก้จากแปลงร่มยางพารา (C2)

กรมวิชาการเกษตร

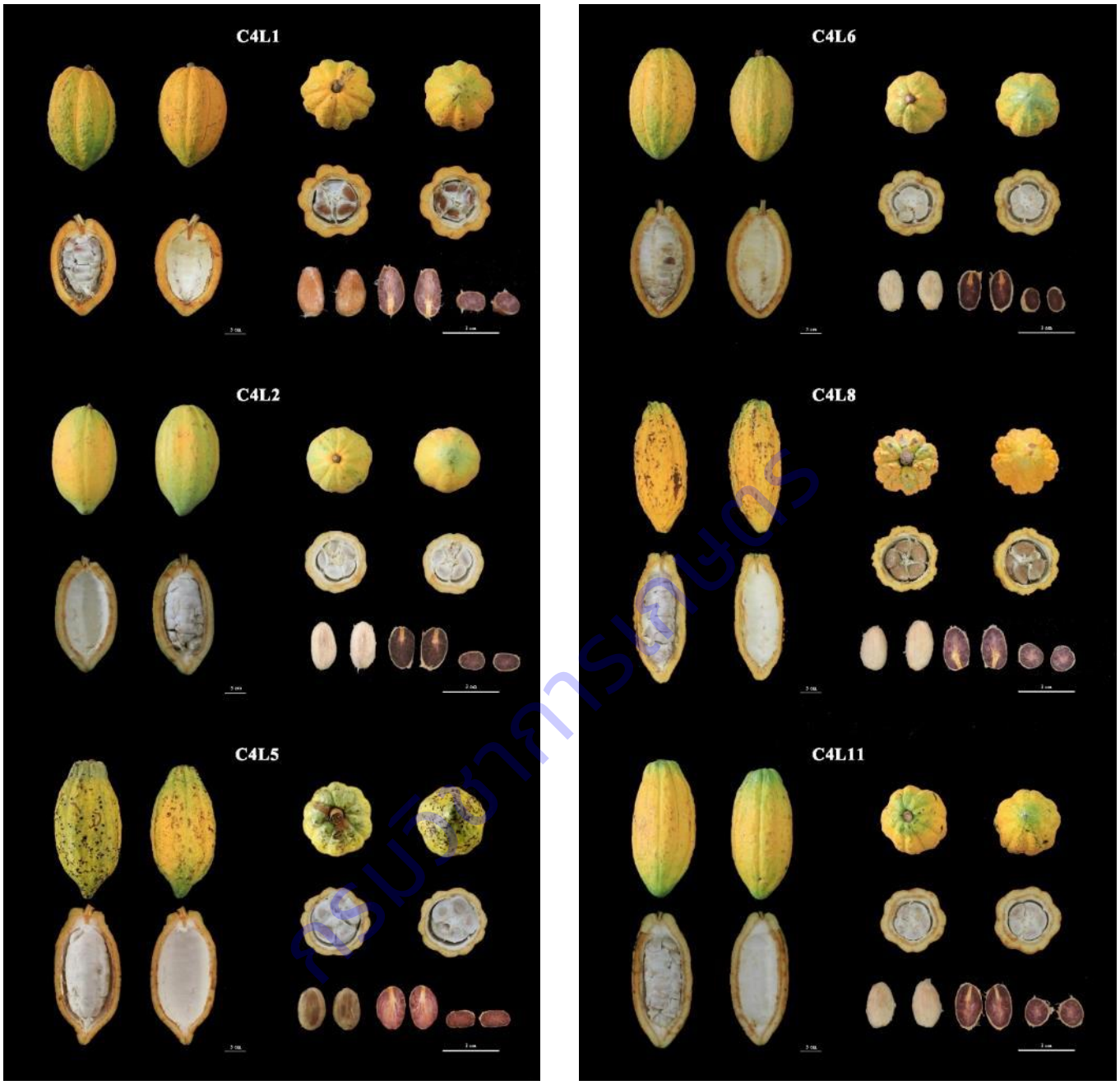
2.3 โกโก้แปลงร่มเงามังคุด



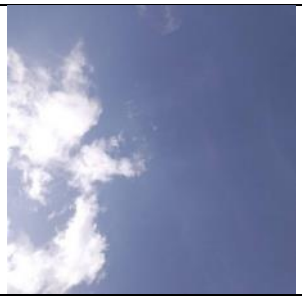
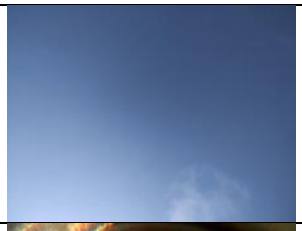
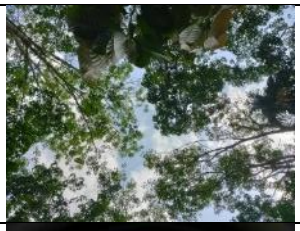
ภาพผลผลิตโกโก้จากแปลงร่มเงามังคุด (C3)

กรมวิชาการเกษตร

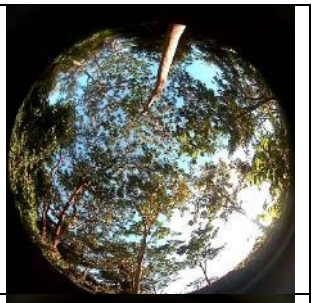
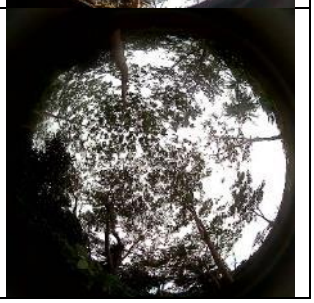
2.4 โกโก้แปลงร่มเงาสะตอ



ภาพผลผลิตโกโก้จากแปลงร่มเงาสะตอ (C4)

	แปลงที่1	แปลงที่2	แปลงที่3	แปลงที่4
กุมภาพันธ์ 2565				
มีนาคม 2565				
เมษายน 2565				
พฤษภาคม 2565				
มิถุนายน 2565				
กรกฎาคม 2565				

ร่างรับรองผลการ

สิงหาคม 2565				
กันยายน 2565				

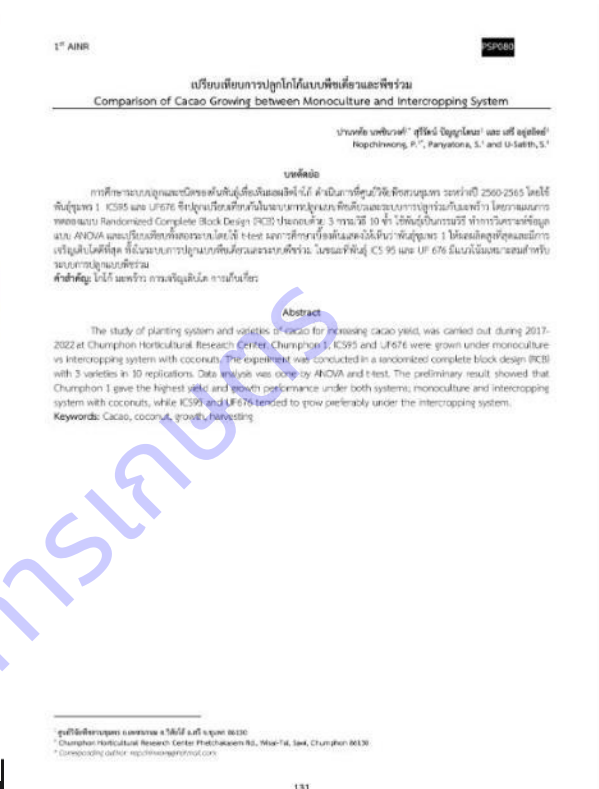
ภาพเรือนยอดพืชหลักในแปลงโกโก้แต่ละช่วงเวลา

กรมวิชาการเกษตร

ภาคผนวก 2 หลักฐานเชิงประจักษ์ของผลผลิตที่ได้ จากข้อ 3.2

โครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเพิ่มผลผลิตโกโก้เพื่อรองรับเกษตรกรรมยั่งยืน

1. การประชุมเผยแพร่ผลงาน/สัมมนาระดับชาติ: การนำเสนอผลงานแบบโปสเตอร์ เรื่อง “เปรียบเทียบการปลูกโกโก้แบบพืชเดี่ยวและพืชร่วม” นำเสนอในการประชุมวิชาการนวัตกรรมการเกษตรและทรัพยากรธรรมชาติ ครั้งที่ 1 ระหว่างวันที่ 18-19 สิงหาคม 2565 ณ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่


1st AINR

PSP080

เปรียบเทียบการปลูกโกโก้แบบพืชเดี่ยวและพืชร่วม

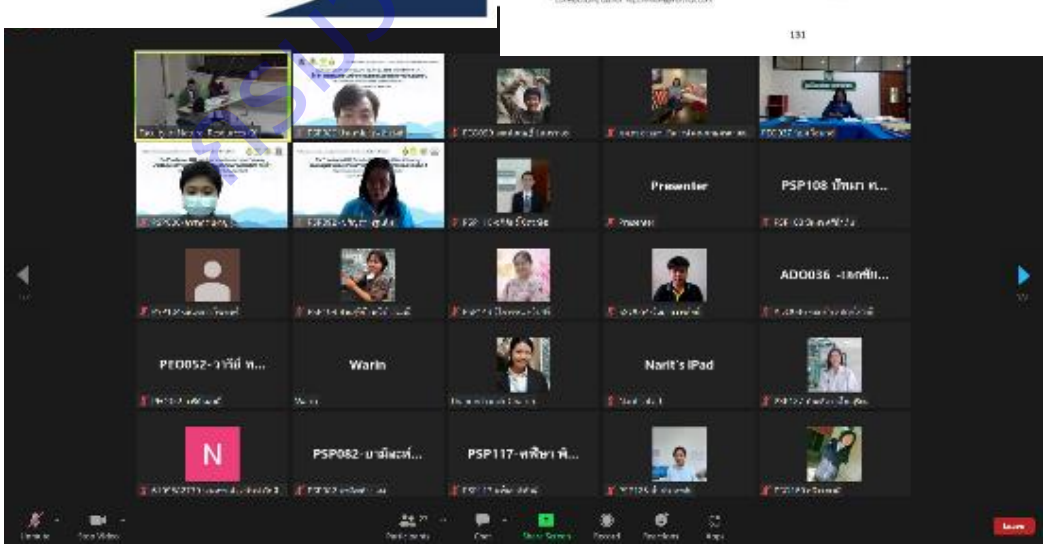
Comparison of Cacao Growing between Monoculture and Intercropping System

Abstract

The study of planting system and varieties of cacao for increasing cacao yield, was carried out during 2017-2022 at Chumphon Horticultural Research Center, Chumphon 1, IC595 and UF676 were grown under monoculture vs intercropping system with coconuts. The experiment was conducted in a randomized complete block design (RCB) with 3 varieties in 10 replications. Data analysis was done by ANOVA and t-test. The preliminary result showed that Chumphon 1 gave the highest yield and growth performance under both systems; monoculture and intercropping system with coconuts, while IC595 and UF676 tended to grow preferably under the intercropping system.

Keywords: Cacao, coconut, growth, harvesting

131



2. การประชุมเผยแพร่ผลงาน/สัมมนาระดับชาติ: การนำเสนอผลงานภาคบรรยาย เรื่อง “การทดสอบพันธุ์โกโก้ที่ให้ผลผลิตสูงและมีคุณภาพสำหรับทำช็อกโกแลต” นำเสนอในการประชุมวิชาการนวัตกรรมการเกษตรและทรัพยากรธรรมชาติ ครั้งที่ 1 ระหว่างวันที่ 18-19 สิงหาคม 2565 ณ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ และได้รับรางวัลเหรียญทองแดงในการนำเสนอผลงานภาคบรรยาย

1st AINR PSO081

การทดสอบพันธุ์โกโก้ที่ให้ผลผลิตสูงและมีคุณภาพสำหรับทำช็อกโกแลต
Selection of Cacao Varieties for High Yield and Good Quality for Chocolate Making

ปานหทัย นพชินวงศ์[1]* สุรีรัตน์ ปัญญาโตนะ[1] และ เสรี อยู่สถิตย์[1]
Nopchinwong, P.[1]* Panyatona, S.[1] and U-Satith, S.[1]

บทคัดย่อ
การทดสอบพันธุ์โกโก้สำหรับทำช็อกโกแลต จำนวน 4 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ ICS6 ICS40 ICS95 UF676 ซึ่งเป็นพันธุ์ในกลุ่มพันธุ์ทรินิตาริโอ (Trinitario) และพันธุ์โกโก้ลูกผสมชุมพร 1 ซึ่งเป็นพันธุ์ในกลุ่มฟอราสเตอโร (Forastero) และใช้เป็นพันธุ์เปรียบเทียบในการทดลองนี้ ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร ระหว่างปี 2560-2564 (เมื่อต้นโกโก้อายุ 7 ปีถึง 11 ปี) ผลการทดลอง พบว่า พันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง ได้แก่ พันธุ์ ICS40 ชุมพร 1 และ ICS6 ซึ่งให้ผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 250 232 และ 202 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ พันธุ์ที่ให้ผลผลิตต่ำ ได้แก่ ICS95 และ UF676 ซึ่งให้ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ต่อปี 86 และ 59 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างจากกลุ่มแรกอย่างมีนัยสำคัญ และให้เมล็ดที่ทั้ง 5 พันธุ์นี้มีผลต่อรสชาติของช็อกโกแลตที่ผลิตขึ้นมาอย่างไรบ้าง ตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ ICS40 และ ICS6 เป็นพันธุ์ที่มีรสชาติของช็อกโกแลตที่ผลิตขึ้นมาอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ส่วนตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ ICS40 และ ICS6 เป็นพันธุ์ที่มีรสชาติของช็อกโกแลตที่ผลิตขึ้นมาอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้
คำสำคัญ: โกโก้ เมล็ดโกโก้ ช็อกโกแลต

Abstract
The selection of cacao varieties e.g. ICS6, ICS40, ICS95, UF676 (Trinitario group) and Chumphon 1 (Forastero group) which was the control treatment for this study. The experiment was carried out during 2017-2021 with 7-11 years old cacao trees at Chumphon Horticultural Research Center (CHPC). The result found that ICS40, Chumphon 1 and ICS6 gave high yield of average dry bean of 250, 232 and 202 kg/rai/year, respectively. While ICS95 and UF676 gave average dry bean of only 86 and 59 kg/rai/year, respectively, which was significantly different from the high yield varieties. Chocolate made from the 5 cacao varieties has acceptable flavor. The result suggests that ICS40 and ICS6 should be the varieties that have chocolate flavor in the acceptable range. The sample of ICS40 and ICS6 cacao varieties has chocolate flavor in the acceptable range.
Keywords: Cocoa, Cocoa bean, Chocolate

[1] ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร 1 ตำบลสวี 1 อำเภอสวี 86130
[1] Chumphon Horticultural Research Center Phetkasem Rd., Nua-Tai, Swi, Chumphon 86130
* Corresponding author: nopchinwong@hotmail.com

กรมวิชาการเกษตร

ภาคผนวก 3 หลักฐานเชิงประจักษ์ของการนำผลงานไปใช้ประโยชน์ (ด้านวิชาการ)

โครงการการปรับปรุงพันธุ์กาแฟเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน

1. ต้นฉบับบทความวิจัย : บทความในประเทศ (ภาคโปสเตอร์) เรื่อง พัฒนาวิธีการตรวจสอบความต้านทานโรคราสนิมที่รวดเร็วในกาแฟอะราบิกา ในกิจกรรม Thailand Research Expo & Symposium 2022 นำเสนอภาคโปสเตอร์ในวันที่ 3 สิงหาคม 2565 ที่จัดโดยสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

กรมวิชาการเกษตร

ที่ อว ๐๔๐๗/ว ๒๙๗๓๖

กองส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยและนวัตกรรม
สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ
๑๙๖ ถนนพหลโยธิน เขตจตุจักร กทม. ๑๐๙๐๐

๒๙ มิถุนายน ๒๕๖๕

เรื่อง แจ้งผลการพิจารณาบทความผลงานวิจัยเพื่อเข้าร่วมกิจกรรม Thailand Research Expo & Symposium 2022 (เบื้องต้น)

เรียน นายวีรกรณ์ แสงไสย์

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. ข้อเสนอแนะการปรับปรุงบทความผลงานวิจัย เงื่อนไขการเข้าร่วม
๒. แบบตอบรับการนำเสนอบทความผลงานวิจัย

ตามที่ ท่านได้ส่งบทความผลงานวิจัยเพื่อขอรับการพิจารณานำเสนอในกิจกรรม Thailand Research Expo & Symposium 2022 ซึ่งสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) กำหนดจัดขึ้นในระหว่างงาน "มหกรรมงานวิจัยแห่งชาติ ๒๕๖๕" (Thailand Research Expo 2022) ระหว่างวันที่ ๑ – ๕ สิงหาคม ๒๕๖๕ ณ โรงแรมเซ็นทาราแกรนด์ และบางกอกคอนเวนชันเซ็นเตอร์ เซ็นทรัลเวิลด์ กรุงเทพฯ นั้น

ในการนี้ วช. โดยคณะกรรมการ Thailand Research Expo & Symposium 2022 ขอเรียนให้ท่าน ทราบว่า **ผลงานของท่านผ่านการพิจารณา** (เบื้องต้น) เพื่อนำเสนอในกิจกรรม Thailand Research Expo & Symposium 2022 ใน**วันพุธที่ ๓ สิงหาคม ๒๕๖๕ ณ โรงแรมเซ็นทาราแกรนด์ และบางกอกคอนเวนชัน เซ็นเตอร์ เซ็นทรัลเวิลด์ กรุงเทพฯ** โดยขอให้ท่านพิจารณาปรับปรุงผลงานตามประเด็นข้อเสนอแนะและเงื่อนไขในการเข้าร่วมนำเสนอผลงานดังสิ่งที่สิ่งมาด้วย ๑ โดยขอให้ท่านส่งแบบตอบรับเข้าร่วมนำเสนอผลงาน (สิ่งที่ส่งมาด้วย ๒) ให้กับฝ่ายเลขานุการฯ วช. ทางอีเมล์ symposium@nrct.go.th **ภายในวันที่ ๑๒ กรกฎาคม ๒๕๖๕**

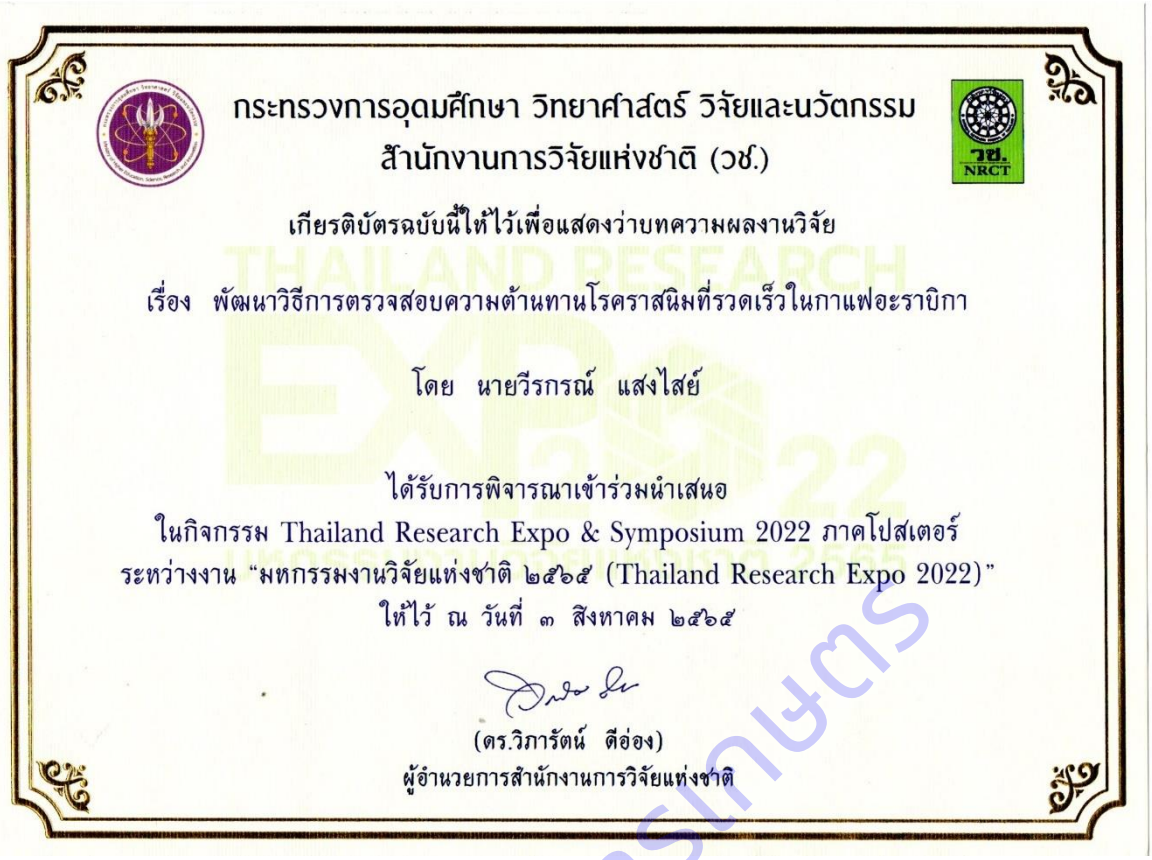
จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นายธีรวัฒน์ บุญสม)
ผู้อำนวยการกองประเมินผลและจัดการความรู้การวิจัย
ปฏิบัติหน้าที่ ผู้อำนวยการกองส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยและนวัตกรรม

ฝ่ายส่งเสริมพัฒนาศักยภาพบุคลากรการวิจัย
โทร. ๐ ๒๕๖๑ ๒๔๔๕ ต่อ ๕๑๕
Email : symposium@nrct.go.th
ผู้ประสานงาน : นางสาวนิรินทร เกี่ยวม่าน

กรมวิทยาศาสตร์บริการ



กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม
สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

เกียรติบัตรฉบับนี้ให้ไว้เพื่อแสดงว่าบทความผลงานวิจัย

เรื่อง พัฒนาวิธีการตรวจสอบความต้านทานโรคราสนิมที่รวดเร็วในกาแฟอะราบิกา

โดย นายวีรกรณ์ แสงไสย์

ได้รับการพิจารณาเข้าร่วมนำเสนอ
ในกิจกรรม Thailand Research Expo & Symposium 2022 ภาคโปสเตอร์
ระหว่างงาน "มหกรรมงานวิจัยแห่งชาติ ๒๕๖๕ (Thailand Research Expo 2022)"
ให้ไว้ ณ วันที่ ๓ สิงหาคม ๒๕๖๕

(ดร.วิภารัตน์ ดีอ่อง)
ผู้อำนวยการสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ

กรมวิชาการเกษตร

2. การถ่ายทอดเทคโนโลยี จำนวน 2 เรื่อง ได้แก่

การถ่ายทอดเทคโนโลยีกาแฟโรบัสตา ภายใต้โครงการส่งเสริมการปลูกกาแฟโรบัสตาคุณภาพ ของสมาชิกสหกรณ์การเกษตรในเขตปฏิรูปที่ดินหงษ์เจริญ จำกัด ระหว่างวันที่ 23 – 24 พฤศจิกายน 2564 จำนวน 105 คน ณ ศาลาเอนกประสงค์ ม.5 ต.หงษ์เจริญ และกลุ่มวิสาหกิจชุมชนวิถีพอเพียงเกษตรอินทรีย์ ต.หินแก้ว อ.ท่าแซะ จ.ชุมพร จัดโดย สำนักงานสหกรณ์จังหวัดชุมพร กรมส่งเสริมสหกรณ์

กรมวิชาการเกษตร

กรมวิชาการเกษตร

บัญชีรายชื่อสมาชิกผู้เข้าอบรม

โครงการส่งเสริมการปลูกกาแฟโรบัสต้าคุณภาพของสมาชิกสหกรณ์การเกษตรในเขตปฏิรูปที่ดินหงษ์เจริญ จำกัด ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.๒๕๖๔

กิจกรรมที่ ๒ จัดอบรมส่งเสริมการปลูกกาแฟโรบัสต้าคุณภาพของสมาชิกสหกรณ์การเกษตรในเขตปฏิรูปที่ดินหงษ์เจริญ จำกัด

วันที่ ๒๓ พฤศจิกายน ๒๕๖๔ (อบรม)

ณ ศาลาเอนกประสงค์ หมู่ที่ ๕ ตำบลหงษ์เจริญ อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร

ผู้เข้าประชุม/ผู้สังเกตการณ์ ได้รับเงินจากสำนักงานสหกรณ์จังหวัดชุมพร จังหวัดชุมพร ปรากฏรายละเอียดดังนี้

ที่	คำนำหน้าชื่อ	ชื่อ	นามสกุล	เลขประจำตัวประชาชน	ที่อยู่				ลายมือชื่อ	หมายเหตุ
					บ้านเลขที่/หมู่ที่	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด		
๑	นางสาว	ศิวิณี	อินทะโก	๒๘๖๐๒๐๐๐๒๑๔๙๓	๔๘๖ หมู่ที่ ๔	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	ศิวิณี อินทะโก	
๒	นางสาว	กัลยา	จิตรบรรจง	๓๘๖๐๒๐๐๓๘๒๔๒๗	๘๖ หมู่ที่ ๑๒	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	กัลยา จิตรบรรจง	
๓	นางสาว	วิจิตตรา	คงกระพันธ์	๓๗๗๐๔๐๐๑๒๖๘๐๘	๔๙๘ หมู่ที่ ๔	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	วิจิตตรา คงกระพันธ์	
๔	นาย	เจริญ	สุขสวัสดิ์	๓๘๖๐๓๐๐๒๗๒๕๑๘	๔๙๐ หมู่ที่ ๔	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	เจริญ สุขสวัสดิ์	
๕	นาง	ลำดวน	องอาจ	๓๘๖๐๒๐๐๓๒๑๑๑๘	๕๐๔ หมู่ที่ ๔	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	ลำดวน องอาจ	
๖	นาง	มาลา	ด่วนดี	๓๘๖๐๒๐๐๐๑๔๐๖๑	๔๙๒ หมู่ที่ ๔	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	มาลา ด่วนดี	
๗	นางสาว	พิมลพร	แซ่เฮง	๑๘๐๑๖๐๐๐๙๗๘๖๔	๕๐๒ หมู่ที่ ๔	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	พิมลพร	
๘	นางสาว	ปาริชาต	เนียมหอม	๑๘๖๐๒๐๐๐๘๕๙๙๐	๕๒๕ หมู่ที่ ๔	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	ปาริชาต เนียมหอม	
๙	นาย	มานิตย์	คงแดง	๓๘๖๐๒๐๐๑๓๙๘๙๑	๕๓๐ หมู่ที่ ๔	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	มานิตย์ คงแดง	
๑๐	นาย	ทองแดง	รักษาเคน	๓๘๔๐๓๐๐๑๗๘๙๓๗	๕๒๙ หมู่ที่ ๔	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	ทองแดง รักษาเคน	
๑๑	นาย	ถนอม	ทองเงิน	๓๘๐๐๗๐๐๓๘๒๕๖๖	๑๐๐/๓ หมู่ที่ ๑๔	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	ถนอม ทองเงิน	
๑๒	นาย	สมาน	กมลขัน	๓๕๖๐๓๐๐๙๗๗๑๗๔	๕๒๖ หมู่ที่ ๔	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	สมาน กมลขัน	
๑๓	นาง	สมศรี	สวัสดี	๓๑๐๑๔๐๑๔๒๔๘๒๕	๕๑๒ หมู่ที่ ๔	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	สมศรี สวัสดี	
๑๔	นางสาว	หทัยทิพย์	เงากระจ่าง	๑๘๖๐๒๐๐๐๗๒๖๑๘	๕๐๐ หมู่ที่ ๔	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	หทัยทิพย์ เงากระจ่าง	

สหกรณ์การเกษตร

หน้าที่ 2

ที่	คำนำหน้าชื่อ	ชื่อ	นามสกุล	เลขประจำตัวประชาชน	ที่อยู่				ลายมือชื่อ	หมายเหตุ
					บ้านเลขที่/หมู่ที่	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด		
๑๕	นาย	สวัสดิ์	บุญระงับ	๓๘๖๐๒๐๐๓๙๒๗๔๑	๕๑๕ หมู่ที่ ๔	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	สวัสดิ์ บุญระงับ	
๑๖	นาย	ศรีดาน	ภาชนะ	๓๔๑๒๑๐๐๐๑๐๕๖๖	๕๐๖ หมู่ที่ ๔	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	ศรีดาน ภาชนะ	
๑๗	นางสาว	รจนา	พวงนุ้ย	๒๘๖๐๒๐๐๐๑๖๔๑๔	๕๐๓ หมู่ที่ ๔	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	รจนา	
๑๘	นาง	สุวรรณ	พลสิงห์	๓๘๖๐๒๐๐๓๒๙๔๑๑	๕๗๒ หมู่ที่ ๔	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	สุวรรณ พลสิงห์	
๑๙	นาย	สุพจน์	พูลสวัสดิ์	๕๘๖๐๒๐๐๐๐๒๖๓๙	๔๙๑ หมู่ที่ ๔	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	[illegible]	
๒๐	นาง	สไบแพร	ดีประดิษฐ์	๒๓๒๐๖๐๐๐๓๕๑๘๖	๕๐๑ หมู่ที่ ๔	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	สไบแพร [illegible]	
๒๑	นางสาว	นิยดา	สยุมพร	๓๘๖๐๒๐๐๔๐๔๖๒๕	๔๘๑ หมู่ที่ ๔	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	นิยดา สยุมพร	
๒๒	นางสาว	วงเดือน	นายน้อย	๒๓๓๑๒๐๐๐๑๖๑๒๖	๔๘๙ หมู่ที่ ๔	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	วงเดือน นายน้อย	
๒๓	นาง	ละอาย	ลำแย	๓๘๐๐๔๐๐๗๐๔๕๐๙	๔๙๕ หมู่ที่ ๔	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	ละอาย [illegible]	
๒๔	นาย	ชนะกานต์	นิยะกิจ	๑๘๔๐๒๐๐๐๘๓๐๓๒	๕๑๔ หมู่ที่ ๔	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	ชนะกานต์	
๒๕	นาย	ประยูร	คงหญีต	๕๘๖๐๒๐๑๐๕๓๖๘๗	๔๙๓ หมู่ที่ ๔	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	ประยูร [illegible]	
๒๖	นาย	สมหมาย	คชชะ	๓๘๖๐๓๐๐๒๑๗๒๔๐	๕๑๐ หมู่ที่ ๔	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	สมหมาย	
๒๗	นาย	จิน	แก้วรักษ์	๓๘๖๐๒๐๐๓๒๓๗๘๑	๑๑/๔ หมู่ที่ ๑๔	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	จิน แก้วรักษ์	
๒๘	นาง	บังอร	คำชาลี	๓๓๓๐๕๐๐๒๖๘๔๔๖	๕๓๓ หมู่ที่ ๔	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	บังอร คำชาลี	
๒๙	นาย	เจริญ	แท่งทอง	๓๘๖๐๒๐๐๓๑๘๔๗๘	๕๓๔ หมู่ที่ ๔	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	เจริญ แท่งทอง	
๓๐	นาย	คำสิงห์	พรมศรี	๑๓๒๐๖๐๐๑๐๖๘๓๒	๕๒๑ หมู่ที่ ๔	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	นาย คำสิงห์ พรมศรี	
๓๑	นาย	ธรรมนูญ	บุญฤทธิ์	๓๘๐๙๙๐๐๖๐๔๓๗๔	๔๘๔ หมู่ที่ ๔	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	นายธรรมนูญ บุญฤทธิ์	
๓๒	นาง	เภาแก้ว	น้อยสมบูรณ์	๓๗๗๙๘๐๐๑๗๘๗๒๒	๔๙๗ หมู่ที่ ๔	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	เภาแก้ว น้อยสมบูรณ์	
๓๓	นาย	วิชิต	หอมโชติ	๔๗๗๐๔๐๐๐๒๘๖๔	๔๘๗ หมู่ที่ ๔	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	นายวิชิต หอมโชติ	

กรมวิทยาศาสตร์

ที่	คำนำหน้าชื่อ	ชื่อ	นามสกุล	เลขประจำตัวประชาชน	ที่อยู่				ลายมือชื่อ	หมายเหตุ
					บ้านเลขที่/หมู่ที่	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด		
๓๔	นางสาว	ละมูล	จันทร์เปล่ง	๓๗๖๙๙๐๐๐๔๐๘๙๗	๕๐๕ หมู่ที่ ๔	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	ละมูล	
๓๕	นางสาว	อนัดดา	แก้วทองดี	๓๓๔๑๕๐๑๔๒๘๔๙๙	๕๑๓ หมู่ที่ ๔	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	อนัดดา แก้วทองดี	
๓๖	นางสาว	เพ็ญนภา	แซ่เฮง	๓๘๐๑๖๐๐๒๗๘๙๒๐	๔๘๘ หมู่ที่ ๔	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	เพ็ญนภา	
๓๗	นาง	เพ็ญศรี	หอมกลิ่น	๓๘๐๑๖๐๐๒๗๔๔๕๒	๕๑๑ หมู่ที่ ๔	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	เพ็ญศรี หอมกลิ่น	
๓๘	นาย	อนุวัตร	หลังทอง	๑๘๖๐๒๐๐๑๐๒๓๐๔	๕๒๔ หมู่ที่ ๔	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	อนุวัตร หลังทอง	
๓๙	นาย	ชัยวัชน์	แก้วแกมทอง	๓๘๐๙๙๐๐๒๐๐๑๗๖	๔๙๔ หมู่ที่ ๔	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	ชัยวัชน์	
๔๐	นาย	เดชา	รักเพ็ชร	๓๘๐๑๖๐๐๐๑๖๘๓๖	๔๘๒ หมู่ที่ ๔	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	เดชา รักเพ็ชร	
๔๑	นาย	อำไพ	แสงสว่าง	๓๓๓๐๕๐๑๔๕๘๐๘๗	๔๘๓ หมู่ที่ ๔	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	อำไพ แสงสว่าง	
๔๒	นาย	บุญชู	ชาญกระโทก	๒๔๓๐๒๐๐๐๑๘๔๕๓	๔๙๖ หมู่ที่ ๔	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	บุญชู ชาญกระโทก	
๔๓	นาย	วัชระ	สอาดฤทธิ์	๑๘๔๐๓๐๐๐๐๕๔๔๑	๔๘๐ หมู่ที่ ๔	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	วัชระ สอาดฤทธิ์	
๔๔	นางสาว	พรสวรรค์	ชมเชย	๒๘๖๙๙๐๐๐๓๑๕๓๘	๕๒๓ หมู่ที่ ๔	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	พรสวรรค์ ชมเชย	
๔๕	นาย	สมบูรณ์	สิทธิรักษ์	๓๘๐๙๙๐๐๖๔๐๖๔๘	๕๐๗ หมู่ที่ ๕	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	สมบูรณ์ สิทธิรักษ์	
๔๖	นางสาว	พัสภร	ปี่แก้ว	๓๘๖๐๒๐๐๓๐๘๒๗๘	๒๗๒ หมู่ที่ ๕	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	พัสภร ปี่แก้ว	
๔๗	นาย	ไตรรัตน์	พงศ์พิรุฬห์	๑๘๖๐๒๐๐๐๕๒๓๘๒	๓๖๖ หมู่ที่ ๕	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	ไตรรัตน์ พงศ์พิรุฬห์	
๔๘	นาง	สุปราณี	กากเพ็ชร	๓๓๓๐๕๐๐๒๐๙๘๕๗	๓๕๑ หมู่ที่ ๕	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	สุปราณี	
๔๙	นางสาว	วาสนา	บุญยแพทย์	๑๘๖๐๔๐๐๐๑๕๘๘๐	๔๐๔ หมู่ที่ ๕	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	วาสนา บุญยแพทย์	
๕๐	นาง	สัญญา	หนองน้อย	๓๘๖๐๒๐๐๓๘๑๑๐๒	๒๗๐ หมู่ที่ ๕	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	สัญญา หนองน้อย	
๕๑	นางสาว	อรอุมา	จินดาศรี	๑๘๖๐๒๐๐๐๑๗๒๙๓	๔๐๕ หมู่ที่ ๕	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	อรอุมา จินดาศรี	
๕๒	นาย	วินัย	สยุมพร	๓๘๖๐๒๐๐๔๐๔๖๓๓	๔๑๕ หมู่ที่ ๕	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	วินัย สยุมพร	

กรมวิทยาศาสตร์

ที่	คำนำหน้าชื่อ	ชื่อ	นามสกุล	เลขประจำตัวประชาชน	ที่อยู่				ลายมือชื่อ	หมายเหตุ
					บ้านเลขที่/หมู่ที่	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด		
๕๓	นางสาว	มนทิพย์	ศรีสงคราม	๓๘๖๐๑๐๐๖๑๖๘๐๙	๓๗๐ หมู่ที่ ๕	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	มนทิพย์ ศรีสงคราม	
๕๔	นาย	พิชัย	นุชเนียม	๓๘๖๐๒๐๐๓๙๘๕๖๑	๔๓๔ หมู่ที่ ๕	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	พิชัย	
๕๕	นาย	โกสินทร์	สวัสดิ์ชิง	๓๘๖๐๒๐๐๓๙๕๗๔๐	๓๙๓ หมู่ที่ ๕	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	โกสินทร์	
๕๖	นาย	สมหมาย	ทีมะสวัสดิ์	๑๗๗๙๙๐๐๐๘๔๗๓๑	๔๒๖ หมู่ที่ ๕	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	สมหมาย	
๕๗	นาย	รังสรรค์	อินทรีย์	๓๓๓๐๒๐๐๐๒๕๒๔๖	๔๕๓ หมู่ที่ ๕	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร		
๕๘	นางสาว	พรศรี	ชูขาวศรี	๓๘๖๐๒๐๐๔๒๑๕๙๗	๔๒๒ หมู่ที่ ๕	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	พรศรี	
๕๙	นาง	สมศรี	สอนประสิทธิ์	๓๘๖๐๓๐๐๐๔๘๓๓๒	๓๙๗ หมู่ที่ ๕	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	สมศรี	
๖๐	นาย	สมคิด	จิตต์ประสงค์	๓๘๖๐๒๐๐๓๑๘๗๑๑	๔๓๐ หมู่ที่ ๕	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	สมคิด จิตต์ประสงค์	
๖๑	นางสาว	ลำยอง	ชนะยวด	๕๘๖๐๒๙๐๐๐๔๐๘๓	๓๗๕ หมู่ที่ ๕	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	ลำยอง	
๖๒	นาย	สุภาพ	พรหมสุทธิ์	๓๘๐๐๖๐๐๔๕๐๗๔๘	๒๗๔ หมู่ที่ ๕	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	สุภาพ พรมสุทธิ์	
๖๓	นาย	มั่น	อ่อนหล้า	๕๗๗๐๔๐๐๐๓๑๙๒	๓๙๒ หมู่ที่ ๕	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	มั่น	
๖๔	นางสาว	กุหลาบ	พรมมา	๑๘๔๐๒๐๐๐๙๐๕๒๗	๓๙๙ หมู่ที่ ๕	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	กุหลาบ พรมมา	
๖๕	นางสาว	จันทรา	อุ้ยนอง	๓๘๖๐๒๐๐๓๒๑๖๑๔	๓๗๒ หมู่ที่ ๕	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	จันทรา อุ้ยนอง	
๖๖	นางสาว	จันทรา	สิงห์โต	๓๗๖๙๙๐๐๑๗๐๖๔๒	๔๐๐ หมู่ที่ ๕	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	จันทรา	
๖๗	นางสาว	จงรักษ์	สยุมพร	๓๘๖๐๒๐๐๔๐๔๖๔๑	๓๙๘ หมู่ที่ ๕	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	จงรักษ์	
๖๘	นาย	นพดล	พูนสวัสดิ์	๓๘๖๐๑๐๐๙๕๗๕๙๒	๔๑๒ หมู่ที่ ๕	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	นพดล	
๖๙	นาย	เดชา	แซ่อึ้ง	๓๗๗๐๑๐๐๓๙๐๒๘๓	๕๐ หมู่ที่ ๓	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	เดชา แซ่อึ้ง	
๗๐	นางสาว	รัชนี	เคลื่อนทองคำ	๓๘๖๐๒๐๐๓๑๓๗๖๐	๔๒๔ หมู่ที่ ๕	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	รัชนี	
๗๑	นาง	อำนวย	เมฆสวี	๕๘๖๐๗๙๐๐๐๔๖๘๖	๔๕๒ หมู่ที่ ๕	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	อำนวย	

กรมวิทยาศาสตร์

ที่	คำนำหน้าชื่อ	ชื่อ	นามสกุล	เลขประจำตัวประชาชน	ที่อยู่				ลายมือชื่อ	หมายเหตุ
					บ้านเลขที่/หมู่ที่	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด		
๗๒	นาง	อุไร	พากเพียร	๓๘๖๐๒๐๐๔๐๕๕๘๓	๔๑๘ หมู่ที่ ๕	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	อุไร	
๗๓	นาย	สุทัศน์	ชูศรี	๓๘๖๐๒๐๐๓๘๘๐๘๕	๔๕๑ หมู่ที่ ๕	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	สุทัศน์ ชูศรี	
๗๔	นาง	อำภา	ชุมวรฐายี	๕๘๖๐๒๐๑๐๕๓๒๐๒	๔๓๖ หมู่ที่ ๕	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	อำภา ชุมวรฐายี	
๗๕	นาย	อุทัย	จานสอน	๓๘๖๐๒๐๐๓๙๔๖๖๒	๔๐๘ หมู่ที่ ๕	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	อุทัย จานสอน	
๗๖	นาง	สุณีย์	สิทธิศักดิ์	๓๘๐๑๔๐๐๔๖๒๐๕๑	๔๑๖ หมู่ที่ ๕	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	สุณีย์	
๗๗	นาง	สมหมาย	หรบรรพ์	๕๓๒๑๓๙๐๐๑๗๑๑๕	๓๙๔ หมู่ที่ ๕	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	สมหมาย	
๗๘	นางสาว	ปรีดา	ฉิมมณี	๓๘๖๙๙๐๐๑๑๓๙๔๐	๒๗๖ หมู่ที่ ๕	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	ปรีดา	
๗๙	นาง	นิด	แซ่ลิ้ม	๓๗๗๐๖๐๐๔๔๑๕๕๓	๓๙๖ หมู่ที่ ๕	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	นิด	
๘๐	นางสาว	สวิง	ท้าวด่อน	๓๔๗๐๒๐๐๒๕๕๕๒๖	๓๙๕ หมู่ที่ ๕	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	สวิง	
๘๑	นาย	สุภาพ	การพิลม	๓๔๖๐๕๐๐๘๙๖๖๙๑	๔๔๘ หมู่ที่ ๕	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	สุภาพ	
๘๒	นาย	ศรายุทธ	จุลรักษ์	๑๘๖๐๒๐๐๐๖๐๕๒๑	๔๑๓ หมู่ที่ ๕	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	ศรายุทธ จุลรักษ์	
๘๓	นาย	สมควร	คล้ายโสม	๕๘๔๐๒๐๐๐๓๔๘๖๗	๔๙๙ หมู่ที่ ๔	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	สมควร คล้ายโสม	
๘๔	นาย	สมยศ	หญีตป้อม	๓๘๖๐๒๐๐๓๐๕๕๔๖	๔๐๒ หมู่ที่ ๕	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	สมยศ หญีตป้อม	
๘๕	นาย	สมยา	บวบหอม	๓๘๖๐๒๐๐๓๘๗๔๗๐	๓๖๘ หมู่ที่ ๕	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร		
๘๖	นาย	กิตติ	โพธิ์ระย้า	๓๗๗๐๖๐๐๖๗๔๙๙๐	๑๑๐ หมู่ที่ ๕	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	กิตติ โพธิ์ระย้า	
๘๗	นาย	วีรพงษ์	สมศรี	๑๒๐๐๑๐๐๑๖๐๒๒๗	๖๕ หมู่ที่ ๒	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	วีรพงษ์ สมศรี	
๘๘	นาง	บุญศรี	ภักดี	๓๕๐๑๐๐๐๑๕๗๓๖๙	๒๗๕ หมู่ที่ ๕	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	บุญศรี ภักดี	
๘๙	นางสาว	กิตติมา	ท่าจีน	๑๙๓๐๒๐๐๐๓๓๘๔๑	๔๑๙ หมู่ที่ ๕	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	กิตติมา ท่าจีน	
๙๐	นาย	จันทร	จานสอน	๑๗๖๙๘๐๐๐๕๖๖๕๕	๓๗๑ หมู่ที่ ๕	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	จันทร	

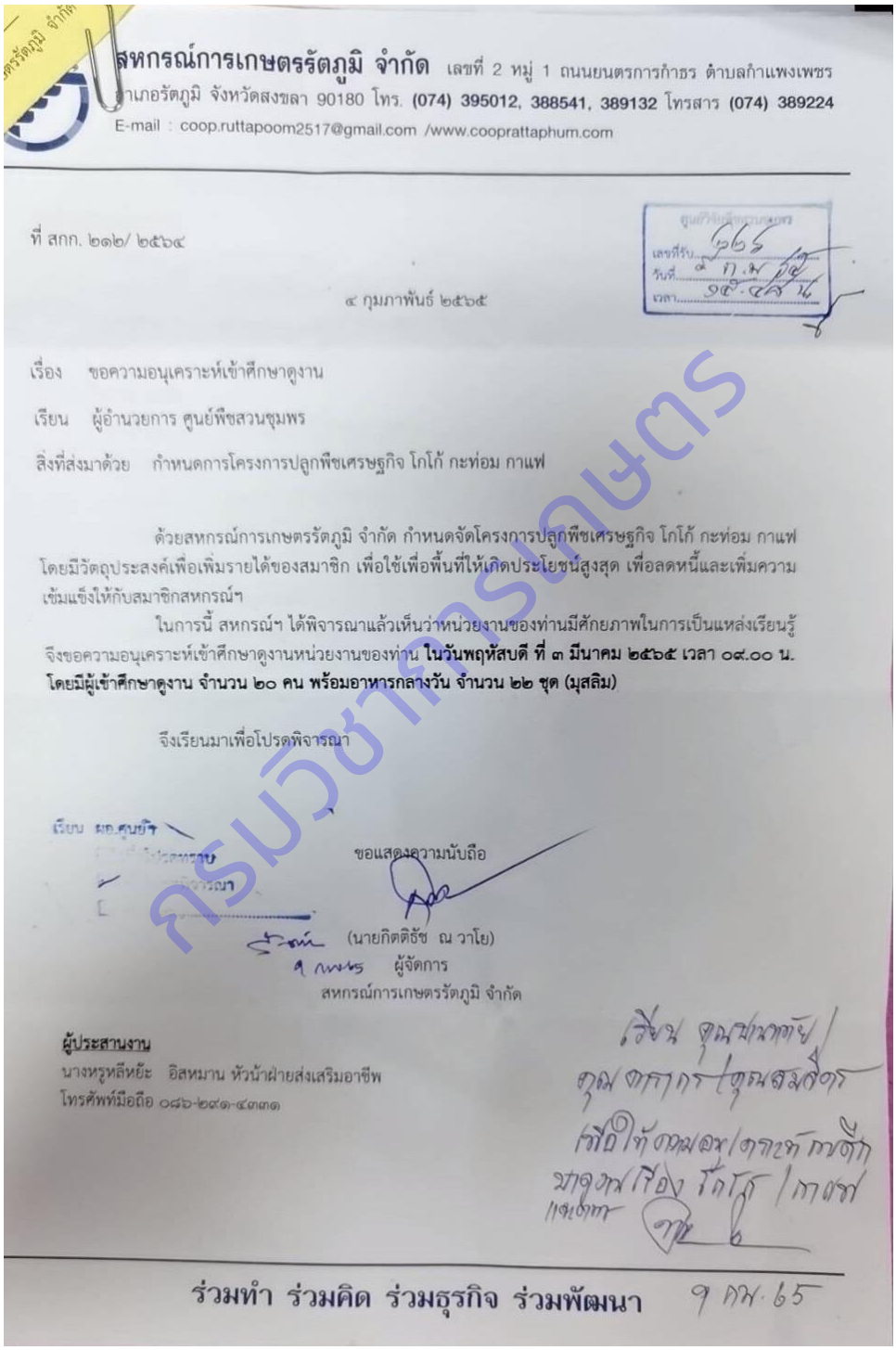
ศรีวิทยาการเกษตร

หน้าที่ 6

ที่	คำนำหน้าชื่อ	ชื่อ	นามสกุล	เลขประจำตัวประชาชน	ที่อยู่				ลายมือชื่อ	หมายเหตุ
					บ้านเลขที่/หมู่ที่	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด		
๙๑	นางสาว	เสงี่ยม	สระหงษ์ทอง	๓๖๒๐๔๐๐๔๑๘๖๔๘	๔๑๔ หมู่ที่ ๕	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร		
๙๒	นางสาว	จิดาพร	ขลิบเทศ	๑๘๖๐๒๐๐๐๗๗๘๕๗	๓๖๙ หมู่ที่ ๕	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	จิดาพร ขลิบเทศ	
๙๓	นาง	สัญญา	สุขหอม	๓๘๖๐๒๐๐๓๙๖๕๓๓	๑๗๒/๒ หมู่ที่ ๔	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	สัญญา สุขหอม	
๙๔	นาย	มงคล	ชูขาวศรี	๓๘๖๐๒๐๐๔๒๑๕๘๙	๒๘๐ หมู่ที่ ๕	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร		
๙๕	นาย	พรพิทักษ์	ชูสิทธิ์	๓๑๐๑๕๐๐๙๙๗๗๕๓	๔๒๑ หมู่ที่ ๕	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	พรพิทักษ์	
๙๖	นาย	สวาท	นาคยรรยงค์	๕๖๒๐๑๐๐๐๕๗๓๗๙	๔๑๐ หมู่ที่ ๕	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	สวาท	
๙๗	นาย	สิริชัย	อิ่มจันทร์	๓๗๗๐๖๐๐๖๗๘๑๖๒	๒๗๓ หมู่ที่ ๕	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	สิริชัย อิ่มจันทร์	
๙๘	นางสาว	นุชรี	เย็นเปิง	๑๘๖๐๒๐๐๐๕๖๐๕๑	๓๖๗ หมู่ที่ ๕	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	นุชรี เย็นเปิง	
๙๙	นาย	พยงค์	บวบหอม	๓๘๖๐๒๐๐๓๘๗๕๐๐	๔๑๑ หมู่ที่ ๕	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	พยงค์	
๑๐๐	นาย	ณัฐวุฒิ	จันทร์ชุ่ย	๑๘๖๐๒๐๐๐๘๑๕๒๘	๔๔๔ หมู่ที่ ๕	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	ณัฐวุฒิ	
๑๐๑	นาย	บุญหลง	วงษ์มณี	๓๘๖๐๑๐๐๒๓๘๖๖๙	๔๓๓ หมู่ที่ ๕	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	บุญหลง	
๑๐๒	นาย	สุชาติ	จันทนา	๓๘๖๐๒๐๐๒๓๔๕๘๔	๔๐ หมู่ที่ ๑๓	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	สุชาติ	
๑๐๓	นาย	ทวีศักดิ์	หญีตป้อม	๑๘๖๐๒๐๐๐๘๗๕๑๘	๔๑ หมู่ที่ ๑๓	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	ทวีศักดิ์	
๑๐๔	นาย	พร	ขันธรรม	๕๖๕๐๔๐๐๐๑๓๗๒๕	๗๒๙/๒ หมู่ที่ ๕	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	พร	
๑๐๕	นาง	มนฤดี	ยังจีน	๓๘๖๐๒๐๐๔๐๔๗๐๖	๒๑๕/๒ หมู่ที่ ๔	หงษ์เจริญ	ท่าแซะ	ชุมพร	พร มนฤดี	

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

การศึกษาดูงาน ของสหกรณ์การเกษตรรัตภูมิ จำกัด วันที่ 3 มีนาคม 2565



สหกรณ์การเกษตรรัตภูมิ จำกัด เลขที่ 2 หมู่ 1 ถนนยนตรการกำธร ตำบลกำแพงเพชร อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา 90180 โทร. (074) 395012, 388541, 389132 โทรสาร (074) 389224
E-mail : coop.ruttapoom2517@gmail.com /www.cooprattaphum.com

ที่ สกก. ๒๑๒/ ๒๕๖๕

๔ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๕

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เข้าศึกษาดูงาน

เรียน ผู้อำนวยการ ศูนย์พืชสวนชุมพร

สิ่งที่ส่งมาด้วย กำหนดการโครงการปลูกพืชเศรษฐกิจ โกโก้ กะท่อม กาแฟ

ด้วยสหกรณ์การเกษตรรัตภูมิ จำกัด กำหนดจัดโครงการปลูกพืชเศรษฐกิจ โกโก้ กะท่อม กาแฟ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มรายได้ของสมาชิก เพื่อใช้เพื่อพื้นที่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด เพื่อลดหนี้และเพิ่มความเข้มแข็งให้กับสมาชิกสหกรณ์ฯ

ในการนี้ สหกรณ์ฯ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าหน่วยงานของท่านมีศักยภาพในการเป็นแหล่งเรียนรู้ จึงขอความอนุเคราะห์เข้าศึกษาดูงานหน่วยงานของท่าน **ในวันพฤหัสบดี ที่ ๓ มีนาคม ๒๕๖๕ เวลา ๐๙.๐๐ น. โดยมีผู้เข้าศึกษาดูงาน จำนวน ๒๐ คน พร้อมอาหารกลางวัน จำนวน ๒๒ ชุด (มุสลิม)**

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

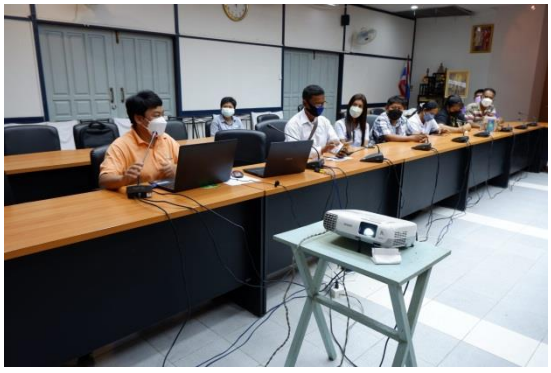
(นายกิตติธัช ณ วาโย)
ผู้จัดการ
สหกรณ์การเกษตรรัตภูมิ จำกัด

ผู้ประสานงาน
นางหรูหลีหยัะ อิสหมาน หัวน้าฝ่ายส่งเสริมอาชีพ
โทรศัพท์มือถือ ๐๘๖-๒๙๑-๔๓๓๑

ร่วมทำ ร่วมคิด ร่วมธุรกิจ ร่วมพัฒนา ๗ กพ. ๖๕

กรมวิชาการเกษตร

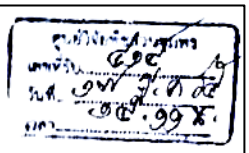
ภาพประกอบการศึกษาดูงาน ของสหกรณ์การเกษตรรัตภูมิ จำกัด วันที่ 3 มีนาคม 2565



โครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเพิ่มผลผลิตโกโก้เพื่อรองรับเกษตรกรรมยั่งยืน

- เป็นวิทยากรให้ความรู้เกี่ยวกับการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตโกโก้ ณ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนเครือข่ายวิถีเกษตรธรรมชาติจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ วันที่ 22 มี.ค. 2565

กรมวิชาการเกษตร



ที่ สกจ.ปข ๐๒๐๔/๔๕ สำนักงานสภาเกษตรกรจังหวัดประจวบคีรีขันธ์
ศาลากลางจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ (หลังเก่า) ชั้น ๑
ถนนสละชีพ อำเภอเมือง ประจวบคีรีขันธ์ ๗๗๐๐๐

๑๖ มีนาคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอเชิญบุคลากรเป็นวิทยากร

เรียน ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร

สิ่งที่ส่งมาด้วย กำหนดการ จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วย สำนักงานสภาเกษตรกรจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ มีกำหนดจัดกิจกรรมอบรมเชิงปฏิบัติการ "การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตโกโก้" วันที่ ๒๒ มีนาคม ๒๕๖๕ เวลา ๙.๐๐ น. ณ ที่ทำการกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเครือข่ายวิถีเกษตรธรรมชาติจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ หมู่ที่ ๕ ตำบลช้างแรก อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ โดยอบรมให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเครือข่ายวิถีเกษตรธรรมชาติจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จำนวน ๒๐ คน เพื่อรับองค์ความรู้การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตโกโก้

ในการนี้ สำนักงานสภาเกษตรกรจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ พิจารณาแล้วเห็นว่าบุคลากรในสังกัดของท่านเป็นผู้มีความรู้และประสบการณ์ที่เหมาะสมเป็นอย่างยิ่ง จึงขอเชิญบุคลากรในสังกัดของท่านเป็นวิทยากรบรรยายให้ความรู้แก่ผู้เข้าร่วมกิจกรรมอบรมเชิงปฏิบัติการ "การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตโกโก้" ตามวัน เวลา และสถานที่ดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(นายวัชรชัย องคเรียน)
หัวหน้าสำนักงานสภาเกษตรกรจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

เรียน ผอ.ศูนย์ฯ
☐ เพื่อโปรดทราบ
☑ เพื่อ...พิจารณา
☐ อื่นๆ.....

เรียน คุณปานทิพย์
เพื่อโปรดพิจารณาดำเนินการ
17 มี.ค. 65

ส่วนยุทธศาสตร์การเกษตร
โทร/โทรสาร ๐ ๗๖๖๐-๖๗๔๙
E-mail: saraban_pkn@nfc.mail.go.th

กรมวิชาการเกษตร

- เป็นวิทยากรในการเสวนาทางวิชาการ “ทิศท งบในอนาคตของโกโก้ไทย” วันที่ 10 เม.ย. 2565 ณ วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีชุมพร

- สหกรณ์การเกษตรรัตภูมิ จังหวัดสงขลา นำเกษตรกร 20 คน ศึกษาดูงานการปลูกพืชเศรษฐกิจ โกโก้ กาแฟโรบัสตา และทุเรียน วันที่ 3 มี.ค. 2565

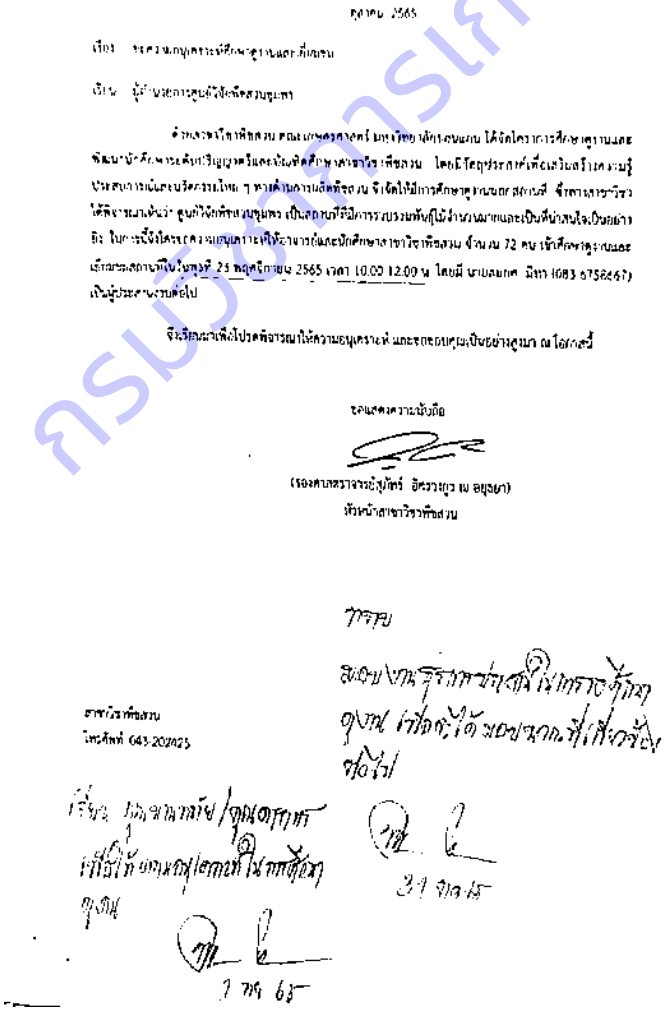
https://www.doa.go.th/hc/chumphon/?p=7148

- ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมที่สูง มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ **จำนวน 10 ท่าน ศึกษาดูงานเกี่ยวกับการปลูก การผลิตโกโก้ และกาแฟโรบัสตา เมื่อ**วันพฤหัสบดี ที่ 27 ตุลาคม 2565

https://www.doa.go.th/hc/chumphon/?p=9479

- คณะเกษตรศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น นำนักศึกษาจำนวน 72 คน เข้าศึกษาดูงานด้านการผลิตพืชสวน ได้แก่ การผลิตกาแฟโรบัสตาและโกโก้ เมื่อวันที่ 23 พฤศจิกายน 2565

https://www.doa.go.th/hc/chumphon/?p=9752



- เป็นวิทยากรอบรมนักศึกษา ประสบการณ์วิชาชีพ ระหว่างเดือน เม.ย.-มิ.ย. 2565

เม.ย.65	งานเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ	น.ส.อรทัย ธนัญชัย
เม.ย.65	งานวิจัยเทคโนโลยีการผลิตมะพร้าว	น.ส.หยกทิพย์ สุดารีย์
เม.ย.65	งานวิจัยพันธุ์มะพร้าว	น.ส.พันธ์ทิพย์ มิลลิตย์
.ค.65	งานวิจัยการจัดการปุ๋ยมะพร้าว	น.ส.กุลินดา แท่นจันทร์
.ค.65 ถึง พ.ค.65)	งานวิจัยสมุนไพร	น.ส.ปรีดา หมวดจันทร์
น.ค.65	งานวิจัยกาแฟ โกโก้	น.ส.ปานหทัย นพจินวงศ์
พ.ค.65 ราชบุรี)	งานวิจัยกาแฟ และ สะตอ	น.ส.ดาราภร เผ่าชู
พ.ค.65	งานวิจัยทุเรียน และ กล้วยไม้	น.ส.ณิชชา แหลมเพชร์
น.ค.65	งานผลิตพันธุ์พืช กาแฟ โกโก้ มะพร้าว ในแปลงเพาะชำ	นายไพรัตน์ ช่วยเต็ม
5	งานแปรรูปมะพร้าว	น.ส.สุภาพร ชุมพงษ์
5	สรุปและประเมินผล	นวก.และผู้ควบคุมการฝึกงาน

ชั้นปีที่ 3 ภาควิชาโรคพืช จำนวน 1 คน
อมรรัตน์ เพรชหนัก

	ปฐมนิเทศ - แนะนำศูนย์	น.ส.สุภาพร ชุมพงษ์
.ย.65	งานเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ	น.ส.อรทัย ธนัญชัย
.ย.65	งานวิจัยเทคโนโลยีการผลิตมะพร้าว	น.ส.หยกทิพย์ สุดารีย์
.65 พ.ค.65)	งานวิจัยพันธุ์มะพร้าว	น.ส.พันธ์ทิพย์ มิลลิตย์
.65	งานวิจัยการจัดการปุ๋ยมะพร้าว	น.ส.กุลินดา แท่นจันทร์
.65	งานวิจัยกาแฟ โกโก้	น.ส.ปานหทัย นพจินวงศ์
.ค.65 ราชบุรี	งานวิจัยกาแฟ และ สะตอ	น.ส.ดาราภร เผ่าชู
.ค.65	งานวิจัยทุเรียน และ กล้วยไม้	น.ส.ณิชชา แหลมเพชร์
.65 ราชบุรี)	งานวิจัยพืชอนุรักษ์มะพร้าว และ งานแปรรูปมะพร้าว	น.ส.สุภาพร ชุมพงษ์
.65	งานผลิตพันธุ์พืช กาแฟ โกโก้ มะพร้าว ในแปลงเพาะชำ	นายไพรัตน์ ช่วยเต็ม
.65	งานวิจัยสมุนไพร	น.ส.ปรีดา หมวดจันทร์
	สรุปและประเมินผล	นวก.และผู้ควบคุมการฝึกงาน

ชั้นปีที่ 3 ภาควิชาพืชสวน จำนวน 2 คน
ง
มสมุทร

	หัวข้อการฝึกงาน	ผู้รับผิดชอบ
	ปฐมนิเทศ - แนะนำศูนย์	น.ส.สุภาพร ชุมพงษ์
	งานเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ	น.ส อรทัย ธนัญชัย
	งานวิจัยเทคโนโลยีการผลิตมะพร้าว	น.ส.หยกทิพย์ สุดารีย์
	งานวิจัยพันธุ์มะพร้าว	น.ส.พันธ์ทิพย์ มิลลิตย์
	งานวิจัยการจัดการปุ๋ยมะพร้าว	น.ส.กุลินดา แท่นจันทร์
)	งานวิจัยสมุนไพร	น.ส.ปรีดา หมวดจันทร์
	งานวิจัยกาแฟ โกโก้	น.ส.ปานหทัย นพจินวงศ์
	งานวิจัยกาแฟ และ สะตอ	น.ส.ดาราภร เผ่าชู
	งานวิจัยทุเรียน และ กล้วยไม้	น.ส.ณิชชา แหลมเพชร์
	งานผลิตพันธุ์พืช กาแฟ โกโก้ มะพร้าว ในแปลงเพาะชำ	นายไพรัตน์ ช่วยเต็ม
	งานแปรรูปมะพร้าว	น.ส.สุภาพร ชุมพงษ์
	สรุปและประเมินผล	นวก.และผู้ควบคุมการฝึกงาน

ที่ 3 ภาควิชาพืชไร่นา สาขาวิทยาศาสตร์เกษตร แขนงวิชาวิทยาศาสตร์ด้านพืชไร่

กองวิชาการและวิจัย

โครงการนวัตกรรมการแปรรูปกาแฟและโกโก้คุณภาพและการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้สู่ระบบการพัฒนาเกษตรหมุนเวียน

การขยายผลการอบรมเจ้าหน้าที่และเกษตรกร (กรกฎาคม – สิงหาคม 2565)

ศูนย์เรียนรู้โรงงานการแปรรูปกาแฟพรีเมี่ยมในศูนย์วิจัย

แปลง-โรงงานต้นแบบการผลิตกาแฟพรีเมี่ยม

ภาพที่ 1 พื้นที่ทดสอบหัวเชื้อแห้งที่ผลิตโดยใช้แป้งข้าวเจ้าเป็นสารเพิ่มปริมาณและเป็นที่ยึดเกาะของเซลล์จุลินทรีย์โดยใช้พื้นที่ศูนย์วิจัยและแปลงเกษตรกร

การทดสอบในพื้นที่ทดสอบกาแฟอะราบิกาและโรบัสตา (กันยายน 2565 – กุมภาพันธ์ 2566)

ภาพที่ 2 การถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตกาแฟพรีเมี่ยมและการใช้หัวเชื้อ CSC จำนวน 300 ราย ณ กรม วิชาการเกษตร และการขยายผลต่อยอดในการส่งเสริมการรับรองกาแฟเป็นสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์

โครงการวิจัยพันธุ์และเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มคุณภาพการผลิตมะคาเดเมียอย่างยั่งยืน

1. ต้นฉบับบทความวิจัย : บทความในประเทศ เรื่อง ศึกษาความต้องการธาตุอาหารของมะคาเดเมีย

ศึกษาความต้องการธาตุอาหารของมะคาเดเมีย

Study on Nutrient Requirements of Macadamia

ลาวัณย์ จันทร์อัมพร[1] ชิดชนก ก่อเจดีย์[2] สุปรานี มั่นหมาย[3] ฉัตต์นภา ข่มอาวุธ[4] สุภัทรา เลิศวัฒนาเกียรติ[5]

Lawan Chanamporn[1] Chitchanok Kawchadee[2] Supranee Munmai[3] Chatnapa Khomawut[4] Supttra Lertwatanakiat[5]

กรมวิชาการเกษตร

บทคัดย่อ

ดำเนินการวิเคราะห์ตัวอย่างใบและผลมะคาเดเมียพันธุ์เชียงใหม่ 1000 เชียงใหม่ 700 และเชียงใหม่ 400 ในพื้นที่อำเภอภูเรือ อำเภอนาแห้ว จังหวัดเลย และอำเภอแม่แจ่ม อำเภอแม่วาง และอำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ความเข้มข้นของธาตุอาหารที่ใช้ในการสร้างใบระยะเพสลาดทั้งสามพันธุ์ในจังหวัดเลยมีค่าเฉลี่ย 2.29 1.02 และ 0.52% ตามลำดับ และในจังหวัดเชียงใหม่มีค่าเฉลี่ย 2.92 0.39 และ 0.65% ตามลำดับ ส่วนปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียไปกับผลผลิตมะคาเดเมียสด 1 กิโลกรัม พบว่า มีการสูญเสียธาตุไนโตรเจน (N) ในสัดส่วนที่สูงกว่าโพแทสเซียม (K) และฟอสฟอรัส (P) โดยผลผลิตจากจังหวัดเลยสูญเสียธาตุ N P และ K เฉลี่ย 17.57 8.17 และ 8.04 กรัม ตามลำดับ ส่วนผลผลิตจากจังหวัดเชียงใหม่สูญเสียธาตุ N P และ K เฉลี่ย 53.95 5.20 และ 8.92 กรัม ตามลำดับ นอกจากนี้เมื่อแยกวิเคราะห์ส่วนเปลือกผล กะลา และเนื้อใน พบว่า ส่วนกะลามีการสะสมธาตุอาหารน้อยกว่าส่วนเปลือกผลและเนื้อใน โดยส่วนเปลือกผลมีการสะสมธาตุโพแทสเซียม(K) ในสัดส่วนที่มากกว่าไนโตรเจน (N) และฟอสฟอรัส (P) และส่วนเนื้อในมีการสะสมธาตุไนโตรเจน (N) และฟอสฟอรัส (P) ในสัดส่วนที่

[1] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเลย 81 หมู่ 8 ตำบลนาโป่ง อำเภอเมืองเลย จังหวัดเลย 42000

[2] ศูนย์วิจัยพืชสวนเลย ตำบลปลาบ่า อำเภอภูเรือ จังหวัดเลย 42160

[3] กองวิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[4] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ 205 หมู่ที่ 5 บ้านวังหงส์ ตำบลวังหงษ์ อำเภอเมืองแพร่ จังหวัดแพร่ 54000

[5] สถาบันวิจัยพืชสวน 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

สูงกว่าโพแทสเซียม (K) จากข้อมูลที่ได้ ชี้ให้เห็นปริมาณธาตุอาหารพืชแต่ละธาตุที่สะสมในส่วนต่างๆ ของผลมะคาเดเมีย ซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการจัดการปุ๋ยอย่างเหมาะสมต่อไป
คำสำคัญ ธาตุอาหารพืช การวิเคราะห์ดินและพืช ความต้องการธาตุอาหารในรอบปี

Abstract

Macadamia leaf and fruit samples from Phurua and Na Haeo districts, Loei province and Mae Chaem, Mae Wang and Hod district, Chiang Mai province for Chiang Mai 1000, Chiang Mai 700, and Chiang Mai 400 variety were analyzed. The result show nutrient concentrations in recently mature leaves stage for Loei province were 2.29%N, 1.02%P, and 0.52%K, respectively. For Chiang Mai province were 2.92%N, 0.39%P, and 0.65%K, respectively. While 1 kg of fresh macadamia nuts had a nutritional loss of nitrogen (N) was higher than potassium (K) and phosphorus (P). The product of Loei province had lost N P and K were 17.57, 8.17, and 8.04 grams, respectively. The average losses of N P and K in Chiang Mai province were 53.95, 5.20 grams. In addition, when analyzing the peel, shell, and pulp, it was found that the nutrient accumulation in the shell was less than in the peel and pulp. The accumulation of potassium (K) in the peel is greater than nitrogen (N) and phosphorus (P) where the accumulation nitrogen (N) and phosphorus (P) is higher than potassium (K). Based on these data, the amount of plant nutrients accumulated in various parts of macadamia nut fruit. This is the basic information for further appropriate fertilizer management.
Keyword plant nutrient, soil and plant analysis, annual nutrient requirement

กรมวิชาการเกษตร