กองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

รายงานผลสัมฤทธิ์สำหรับทุนสนับสนุนงานพื้นฐาน (Fundamental Fund)

ปีงบประมาณ พ.ศ. 2564

หน่วยงาน กรมวิชาการเกษตร

กรมวิชาการเกษตร

รายงานโครงการวิจัย

วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตพันธุ์กาแฟอะราบิกา โดย Somatic Embrygenesis และการทดสอบการให้ปุ๋ยเคมีในพื้นที่ แบบเกษตรกรมีส่วนร่วม

Research and Development on Propagation Arabica Coffee by Somatic Embrygenesis and Chemical Fertilizer Trail in Farmer Participation Base Area

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย

สุภัทรา เลิศวัฒนาเกียติ

SUPATTRA LERTWATANAKIAT

ปี 2564

บทสรุปผู้บริหาร

โครงการวิจัยวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตพันธุ์กาแฟอะราบิกาโดย Somatic Embrygenesis และการทดสอบการให้ปุ๋ยเคมีในพื้นที่แบบเกษตรกรมีส่วนร่วม เป็นการดำเนินในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตกาแฟอะราบิกาและลดต้นทุนการผลิต เพื่อให้ได้ผลผลิตคุณภาพและยั่งยืน ประกอบด้วยแนวทางในการปลูกกาแฟภายใต้ร่มเงา เพื่อการปลูกกาแฟอะราบิกาที่ยั่งยืน การจัดการปุ๋ยและธาตุอาหาร ในการขยายพันธุ์โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกาแฟพันธุ์ดีเพื่อได้แนวทางในการขยายพันธุ์ในปริมาณมากทันตามความต้องการ การจัดการศัตรูพืช ได้แก่ โรคแอนแทรกโนส มอดเจาะผลกาแฟ และการจัดการวัชพืชที่มีประสิทธิภาพ ตลอดจนการเก็บรักษาเมล็ดกาแฟที่เหมาะสม โดยดำเนินการศึกษาในปี 2559-2564 พื้นที่ศึกษาในจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย เพชรบูรณ์ น่าน แม่ฮ่องสอน ลำปาง เลย ชุมพร และกรุงเทพมหานคร ประกอบด้วย

การสำรวจคุณภาพผลผลิตกาแฟอะราบิกาภายใต้ร่มเงาในแหล่งต่างๆอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง การคายน้ำประสิทธิภาพการใช้น้ำของใบกาแฟในสภาพร่มเงาต่างๆมีค่าค่อนข้างต่ำ โดยมีการตอบสนองต่อแสงในรอบวันที่คล้ายคลึงกัน โดยจะมีความแปรปรวนค่อนข้างสูงในรอบวันตามปริมาณความเข้มแสงที่เรือนพุ่มได้รับ อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง การคายน้ำ ประสิทธิภาพการใช้น้ำของใบกาแฟจะต่ำในระยะหลังเก็บเกี่ยว และเพิ่มขึ้นในระยะออกดอกและติดผล ความเข้มแสงที่ทำให้เกิดอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิสูงสุด (Light saturation point) ของใบกาแฟที่ปลูกในสภาพร่มเงาในแต่ละระยะการเจริญเติบโตในพื้นที่ต่างๆ มีค่าระหว่าง 313 - 485 μmol m^{-1} s^{-2} และมีความเข้มแสงที่สำให้อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงเท่ากับอัตราการหายใจ (Light compensation point) มีค่าระหว่าง 19-73 μmol m^{-1} sด้านดัชนีพื้นที่ใบมีการเปลี่ยนแปลงคล้ายคลึงกันในแต่ละพื้นที่ โดยจะมีค่าเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยในระยะออกดอกและเพิ่มขึ้นในระยะติดผล การปลูกพืชร่มเงาที่มี ต้นสูง ทรงพุ่มหนาทึบ เช่น มะคาเดเมีย นางพญาเสือโคร่ง หรือระบบวนเกษตร มีผลทำให้กาแฟได้รับความเข้มแสงต่ำจนมีค่าใกล้เคียงศูนย์จากความเข้มแสงปกติ (1,800-2,000 μmol m^{-1} s^{-2}) เมื่อเทียบกับพืชร่วมที่มีลำต้นสูง ทรงพุ่มโปร่ง เช่น ซิลเวอร์โอ๊ค พืชตระกูลกระถินที่กาแฟจะได้รับความเข้มแสงที่สูงกว่า ดังนั้นในการปลูกพืชร่วมกาแฟควรพิจารณาชนิดพืชที่มีเรือนยอดหรือการแผ่กิ่งก้านไม่ใหญ่เกินไป หากเป็นไม้ผลไม้ยืนต้นที่มีทรงพุ่มหรือใบหนาทึบ ควรมีการตัดแต่งกิ่งและควบคุมทรงพุ่มเพื่อให้ได้รับแสงที่เหมาะสม ในกรณีที่มีการปลูกกาแฟร่วมในระบบวนเกษตรควรตัดแต่งกิ่งพืชร่วมกาแฟให้กลางทรงพุ่มโปร่ง และเน้นตัดแต่งในทิศที่ได้รับความเข้มแสงน้อย โดยสามารถใช้แอปพลิเคชั่นในการวัดความเข้มแสงให้ได้ค่าที่เหมาะสม เช่น แอปพลิเคชั่น Korona สำหรับระบบปฏิบัติการ ios ที่สามารถวัดพลังงานแสง (PAR, μmol m^{-1} s^{-2}) ได้ค่อนข้างเที่ยงตรง

การศึกษาโรคแอนแทรคโนส (Anthracnose) ของกาแฟอะราบิกา โดยการสำรวจเก็บตัวอย่างกิ่ง ใบและผลกาแฟที่แสดงอาการโรค จากพื้นที่ปลูกกาแฟอะราบิกาในพื้นที่จังหวัดเชียงราย เชียงใหม่ น่าน แม่ฮ่องสอน ลำปาง เลย และ เพชรบูรณ์ รวมจำนวน 31 ตัวอย่าง นำมาแยกเชื้อ พิสูจน์โรคศึกษาลักษณะทางสัณฐานและศึกษาชีววิทยา ผลการศึกษาพบว่าเชื้อรา *Colletotrichum* spp. ที่แยกได้ทั้งหมด 14 ไอโซเลต เมื่อนำมาพิสูจน์โรคโดยการปลูกเชื้อให้กับต้นกล้ากาแฟ ต้นกล้ากาแฟเริ่มแสดงอาการแผลสีดำหลังปลูกเชื้อได้ 5 วัน ผลการศึกษา

ลักษณะทางสัณฐานวิทยาร่วมกับการใช้แนวทางการวินิจฉัยของ Mordue (1971), Sutton (1980,1992)และวิรัช และคณะ (2528) จึงจำแนกชนิดราสาเหตุโรคแอนแทรคโนส (Anthracnose) ของกาแฟอะราบิกาที่ได้ทำการศึกษาครั้งนี้เป็น *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc.

เนื่องจากในการศึกษาครั้งนี้อาศัยลักษณะทางสัณฐานเพียงอย่างเดียวในการจำแนกชนิด ซึ่งพบปัญหาในการจำแนก เนื่องจากรา *Colletotrichum* spp. บางไอโซเลต มีลักษณะของโคโลนีแตกต่างกันแต่รูปร่างของโคนิเดียเหมือนกัน และบางไอโซเลตมีลักษณะของโคโลนีไม่แตกต่างกัน แต่โคนิเดียมีรูปร่างแตกต่างกันบ้างเล็กน้อย ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมโดยการนำเทคนิคทางอนูชีววิทยาเข้ามาช่วยในการจัด จำแนกชนิดรา *Colletotrichum* spp. สาเหตุโรคแอนแทรคโนสของกาแฟอะราบิก้าที่รวบรวมจากต่างสถานที่และความรุนแรงของโรคแตกต่างกัน เพื่อสนับสนุนให้ข้อมูลของชนิดหรือสายพันธุ์ของเชื้อรามีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น แต่สิ่งที่สำคัญที่สุดที่ควรศึกษาเพิ่มเติมคือ การศึกษาวิธีการป้องกันกำจัดโรคแอนแทรคโนสด้วยวิธีการต่าง รวมทั้งวิธีการป้องกันกำจัดโรคแบบผสมผสานเพื่อการแนะนำสู่เกษตรกร เนื่องจากข้อมูลดังกล่าวมีความสำคัญที่มากและเกษตรกรต้องการเมื่อพบการระบาดของศัตรูพืชทุกขนิด

การศึกษาการป้องกันกำจัดโรคแอนแทรกโนสกาแฟอะราบิกา จากการทดลองแปลงทดลองที่ 1 การเกิดโรคแอนแทรกโนสบนใบกาแฟอะราบิกา พบว่าการใช้สารป้องกันกำจัดโรคพืชทุกกรรมวิธี ให้ผลในการป้องกันกำจัดโรคแอนแทรกโนสได้ใกล้เคียงกันและไม่แตกต่างกันทางสถิติ และพบว่ากรรมวิธีการตัดแต่งกิ่งไม่พ่นสารป้องกันกำจัดโรคพืช ก็มีผลใกล้เคียงและไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืชทุกกรรมวิธี ในขณะที่การเกิดโรคแอนแทรกโนสบนผลกาแฟอะราบิกา พบว่าทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าในช่วงการติดผลกาแฟช่วงแรกการเกิดโรคยังไม่พบหรือพบน้อยมาก การเกิดโรคบนผลจะมาเริ่มพบมากขึ้นในระยะใกล้เก็บเกี่ยวผลผลิต ซึ่งหากมีการป้องกันกำจัดโรคในระยะเกิดโรคบนใบได้อย่างมีประสิทธิภาพ จะช่วยให้การเกิดโรคในระยะผลลดน้อยลง เมื่อทำการทดลองซ้ำในปีที่ 2 ผลการทดลองสอดคล้องกันกับการทดลองแปลงที่ 1 และพบว่าการตัดแต่งกิ่งเพียงอย่างเดียวไม่พ่นสารป้องกันกำจัดโรคพืช ก็สามารถลดการเกิดโรคได้ใกล้เคียงกันกับการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืช โดยพบว่ากรรมวิธีพ่นสารป้องกันกำจัดโรคพืช benomyl 50% WP อัตรา 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร, กรรมวิธีตัดแต่งกิ่ง ไม่พ่นสาร และกรรมวิธีพ่นสาร azoxystrobin+difenoconazole 20%+12.5% W/V SC อัตรา 10 มล./น้ำ 20 ลิตร มีประสิทธิภาพป้องกันกำจัดโรคแอนแทรกโนสกาแฟอะราบิกาบนใบได้ดีไม่แตกต่างกันทางสถิติ รองลงมาคือ กรรมวิธีพ่นสาร prochloraz 45% W/V EC อัตรา 30 กรัม/น้ำ 20 ลิตร และ mancozeb 80% WP อัตรา 50 กรัม/น้ำ 20 ลิตร

การทดลองการป้องกันกำจัดมอดเจาะผลกาแฟในเขตภาคเหนือตอนบนแบบผสมผสาน พบว่า ทั้งในพื้นที่แปลงกาแฟอะราบิกาของเกษตรกร อ.แม่ริม และ อ.ดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่ การใช้ *Beauveria bassiana* สายพันธุ์ DOA B4 ร่วมกับ กับดักฟีโรโมน (เมธิลแอลกอฮอล์ : เอทิลแอลกอฮอล์ = 50 : 50) และ ตัดแต่งกิ่งกาแฟ มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดมอดเจาะผลกาแฟดีที่สุด รองลงมาคือ การตัดแต่งกิ่งกาแฟ ร่วมกับ กับดักฟีโรโมน (เมธิลแอลกอฮอล์ : เอทิลแอลกอฮอล์ = 50 : 50) และ การใช้ *Beauveria bassiana* สายพันธุ์ DOA B4 ร่วมกับ กับดักฟีโรโมน (เมธิลแอลกอฮอล์ : เอทิลแอลกอฮอล์ = 50 : 50) ตามลำดับ ซึ่งวิธีการป้องกันกำจัดดังกล่าวเป็นการลดการใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัด เพื่อก้าวสู่การผลิตกาแฟแบบอินทรีย์ ยกระดับมาตรฐาน

กรมวิชาการเกษตร

การผลิตกาแฟ สร้างมูลค่าเพิ่ม มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม และควรร่วมมือกันทำการป้องกันกำจัดมอดเจาะผลกาแฟในทุกพื้นที่อย่างจริงจัง ถูกต้อง ถูกวิธี และถูกเวลา เพื่อลดการระบาดของมอดเจาะผลกาแฟที่จะระบาดในรุ่นต่อๆ ไป

การศึกษารูปแบบและอายุการเก็บรักษาเมล็ดกาแฟอะราบิกาที่เหมาะสม โดยศึกษาลักษณะสี พบว่า ทำให้สีของเมล็ดกาแฟแบบกาแฟกะลาไม่มีการเปลี่ยนแปลงตามอายุการเก็บรักษา แต่เมื่อนำมากะเทาะเป็น เมล็ดกาแฟแบบสาร พบว่า สีของเมล็ดกาแฟแบบกาแฟสารมีการเปลี่ยนแปลงตามอายุการเก็บรักษา คือ เมื่อเก็บรักษานานขึ้นจะได้คะแนนประเมินในเรื่องของสีของเมล็ดกาแฟแบบกาแฟสารจากมากไปหาน้อยลงตามอายุการเก็บรักษาที่มากขึ้น และการเก็บรักษาเมล็ดกาแฟในถุงทั้งสองชนิดมีการเปลี่ยนแปลงสีของของเมล็ดกาแฟแบบสารเท่ากันคือ เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงสีของเมล็ดกาแฟแบบสารจากมากไปหาน้อย

ความชื้นเมล็ดกาแฟแบบกะลา พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติของความชื้นของเมล็ดกาแฟแบบกะลาในชนิดของถุงที่เก็บรักษา แต่มีความแตกต่างทางสถิติกันความชื้นของเมล็ดกาแฟแบบกะลาในระยะเวลาที่เก็บรักษา โดยเมล็ดกาแฟแบบกะลาที่เก็บรักษาในถุง HDPE ที่หนา 78 ไมครอน มีการเปลี่ยนแปลงความชื้นน้อยกว่าถุง HDPE ที่หนา 40 ไมครอน คือ 1.23 และ 1.52 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงความชื้นลดลงตามอายุการเก็บรักษา ยกเว้นความชื้นของเมล็ดกาแฟแบบกะลาที่เก็บรักษาในถุง HDPE หนา 40 ไมครอน เป็นเวลา 3 เดือน ที่มีความชื้นเพิ่มขึ้นจากก่อนการเก็บรักษาคือจาก 12 เปอร์เซ็นต์ เป็น 12.15 เปอร์เซ็นต์

ความชื้นเมล็ดกาแฟแบบสาร พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติของความชื้นของเมล็ดกาแฟแบบสารในชนิดของถุงที่เก็บรักษา แต่มีความแตกต่างทางสถิติกันความชื้นของเมล็ดกาแฟแบบสารในระยะเวลาที่เก็บรักษา โดยเมล็ดกาแฟแบบสารที่เก็บรักษาในถุง HDPE ที่หนา 78 ไมครอน มีการเปลี่ยนแปลงความชื้นน้อยกว่าถุง HDPE ที่หนา 40 ไมครอน คือ 1.65 และ 1.99 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงความชื้นลดลงตามอายุการเก็บรักษา

ข้อบกพร่องของเมล็ดกาแฟ พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติของข้อบกพร่องของเมล็ดกาแฟในชนิดของถุงที่เก็บรักษา แต่มีความแตกต่างทางสถิติกันในข้อบกพร่องของเมล็ดกาแฟในระยะเวลาที่เก็บรักษา คือ เมล็ดกาแฟที่เก็บรักษาในถุง HDPE ที่หนา 40 ไมครอน มีข้อบกพร่อง 6.8 เปอร์เซ็นต์ และเมล็ดกาแฟที่เก็บรักษาถุง HDPE ที่หนา 78 ไมครอน มีข้อบกพร่อง 6.7 เปอร์เซ็นต์ โดยมีข้อบกพร่องมากขึ้นเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 3 และ 6 เดือน ต่อมาลดลงเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 9 และ 12 เดือน และมากขึ้นเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 18 21 และ 24 เดือนตามลำดับ และมีข้อบกพร่องน้อยที่สุดเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน

คุณภาพการชิมของเมล็ดกาแฟ จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติของคุณภาพการชิมของเมล็ดกาแฟแบบกะลาในชนิดของถุงที่เก็บรักษา แต่มีความแตกต่างทางสถิติกันคุณภาพการชิมของเมล็ดกาแฟแบบกะลาในระยะเวลาที่เก็บรักษาคือ เมล็ดกาแฟแบบกะลาที่เก็บรักษาในถุง HDPE ที่หนา 40 และ 78 ไมครอน ได้คะแนนคุณภาพการชิมเฉลี่ย 80.22 และ 80.26 ตามลำดับ สำหรับคุณภาพการชิมในแต่ละเดือนพบว่า และมีแนวโน้มคุณภาพการชิมที่มากขึ้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้น คือ ตั้งแต่ 0 ถึง เดือนที่ 12 และลดลงตามลำดับในเดือนที่ 15 ถึงเดือน 24 โดยที่อายุเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือนมีคุณภาพการชิมสูงที่สุด รองลงมาคือที่ 15 เดือน และ 9 เดือน คือ 87.94 86.84 และ 82.24 ตามลำดับ

สำนักวิชาการเกษตร

นอกจากนี้ได้นำเมล็ดกาแฟที่เก็บรักษาเดือนในถุงทั้งสองชนิดเป็นเวลา 31 เดือนวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติในองค์ประกอบทางเคมีในชนิดของถุงที่เก็บรักษา ซึ่งมีองค์ประกอบทางเคมีเฉลี่ยคือ เถ้า (Ash) 4.05 g/100g คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrte) 66.7 g/100g พลังงาน (Energy) 378.77 kcal/100g ไขมัน (Fat) 7.33 g/100g ความชื้น (Moisture) 10.42 g/100g โปรตีน (Protein) 12.03 g/100g แทนนิน (Tannin) 252.56 g/100g น้ำตาลฟรุกโตส (Fructose) ไม่พบ น้ำตาลกลูโคส (Glucose) ไม่พบ น้ำตาลซูโครส (Sucrose) 4.02 g/100g น้ำตาลมอลโทส (Maltose) ไม่พบ น้ำตาลแลกโทส (Lactose) ไม่พบ และปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Total sugar: Fructose, Glucose, Sucrose, Maltose and Lactose) 4.02 g/100g ทั้งนี้ควรดำเนินการศึกษาต่อในความสัมพันธ์ระหว่างอายุการเก็บรักษากับการสูญเสียความมีชีวิตของเมล็ด และองค์ประกอบทางเคมีในด้านอื่น ได้แก่ คุณสมบัติทางกายภาพ (pH, Total Acid content, Alkalinity of the soluble ash, Nitrogen content) คุณสมบัติทางเคมี (Caffeine, Quinic acid, Chlorogenic Acid, Trigonelline) ปริมาณสารประกอบได้แก่ ซัลเฟอร์ (Sulphur), ไพราซีน (Pyrazines), ไพริดีน (Pyridine), ไพโรล (Pyrroles), ออกซาโซล (Oxazoles), ฟูแรน (Furans), อัลดีไฮด์ (Aldehydes), คีโตน (Ketoness), ฟีนอล (Phenols) และ คาวีโอลฟูราน (Kahweofuran) เป็นต้น

การจัดการวัชพืชในสวนกาแฟอาราบิก้า: ศึกษาประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอกในสวนกาแฟ สารกำจัดวัชพืช acetochlor และ oxyfluorfen มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีจนถึงระยะ 60 วันหลังพ่นสาร และไม่ส่งผลกระทบต่อการเจริญต่อต้นกาแฟ และพบปริมาณการตกค้างของสารทั้งสองชนิดในดินหลังการพ่นสารน้อยกว่า 0.01 มิลลิกรัม ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช การใช้สารกำจัดวัชวัชพืชประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอกในสวนกาแฟ ควรที่จะทำการศึกษาก่อนว่าพื้นที่นั้นเดิมที่มีวัชพืชประเภทใบแคบหรือประเภทใบกว้างเป็นหลัก หากพบว่ามีวัชพืชใบแคบเป็นหลักควรใช้สารกำจัดวัชพืช acetochlor เนื่องจากมีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชพืชใบแคบได้ดีกว่าใบกว้าง และหากพบวัชพืชในพื้นที่นั้นมีวัชพืชใบกว้างเป็นหลักควรใช้สารกำจัดวัชพืช oxyfluorfen เนื่องจากมีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชพืชใบกว้างได้ดีกว่าใบแคบและ**การ**ศึกษาประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นหลังวัชพืชงอกในสวนกาแฟ โดยใช้สารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอก ได้แก่ สารกำจัดวัชพืช acetochlor และ oxyfluorfen มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีจนถึงระยะ 60 วันหลังพ่นสาร และไม่ส่งผลกระทบต่อการเจริญต่อต้นกาแฟ และพบปริมาณการตกค้างของสาร acetochlor และ oxyfluorfen ในดินที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร และ 10-20 เซนติเมตร และมีปริมาณลดลงหลังจากพ่นที่ระยะ 81 วัน พบปริมาณ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และน้อยกว่า 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และปริมาณสารตกค้างทั้งสองชนิดในดินหลังการพ่นสาร ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพด การใช้สารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นหลังวัชพืชงอก ได้แก่ สารกำจัดวัชพืช glufosinate-amonium+fomesafen และ glufosinate-amonium+oxyfluorfen มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีจนถึงระยะ 30 วันหลังพ่นสาร ไม่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของต้นกาแฟ และจากการตรวจสารตกค้างในดินพบว่ามีปริมาณการตกค้างของสารทั้งสองชนิดในดินหลังการพ่นสารในระดับต่ำ ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

กรมวิชาการเกษตร

บทคัดย่อ

ในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตกาแฟอะราบิกาและลดต้นทุนการผลิต เพื่อให้ได้ผลผลิตคุณภาพและยั่งยืน ประกอบด้วยแนวทางในการปลูกกาแฟภายใต้ร่มเงา เพื่อการปลูกกาแฟอะราบิกาที่ยั่งยืน การจัดการปุ๋ยและธาตุอาหาร ในการขยายพันธุ์โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกาแฟพันธุ์ดีเพื่อได้แนวทางในการขยายพันธุ์ในปริมาณมากทันตามความต้องการ การจัดการศัตรูพืช ได้แก่ โรคแอนแทรกโนส มอดเจาะผลกาแฟ และการจัดการวัชพืชที่มีประสิทธิภาพ ตลอดจนการเก็บรักษาเมล็ดกาแฟที่เหมาะสม โดยดำเนินการศึกษาในปี 2559-2564 พื้นที่ศึกษาในจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย เพชรบูรณ์ น่าน แม่ฮ่องสอน ลำปาง เลย ชุมพร และกรุงเทพมหานคร ผลการศึกษาการสำรวจคุณภาพผลผลิตกาแฟอะราบิกาภายใต้ร่มเงา พบว่ากาแฟที่ปลูกในสภาพร่มเงาที่ระยะหลังเก็บเกี่ยว ออกดอก และติดผลมีความเข้มแสงที่ทำให้เกิดอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสูงสุด 315-485 μmol $m^{-2} s^{-1}$ มีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสูงสุด 4.19-9.85 μmol $CO_2 m^{-2} s^{-1}$ และและมีความเข้มแสงที่ทำให้อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงเท่ากับอัตราการหายใจ (Light compensation point) มีค่าระหว่าง 19-73 μmol $m^{-1} s^{-2}$ และมีอัตราการหายใจ (R_d) ของใบกาแฟในแต่ละสภาพพื้นที่มีค่าใกล้เคียงกัน ระหว่าง 0.15-1.53 μmol $m^{-2} s^{-1}$ ด้านดัชนีพื้นที่ใบพบว่ามีลักษณะการเปลี่ยนแปลงคล้ายคลึงกันในแต่ละพื้นที่ โดยจะมีค่าเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยในระยะออกดอกและเพิ่มขึ้นในระยะติดผล อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง การคายน้ำ ประสิทธิภาพการใช้น้ำของใบกาแฟในสภาพร่มเงาต่างๆมีค่าค่อนข้างต่ำ โดยมีการตอบสนองต่อแสงในรอบวันที่คล้ายคลึงกัน โดยจะมีความแปรปรวนค่อนข้างสูงในรอบวันตามปริมาณความเข้มแสงที่เรือนพุ่มได้รับ การปลูกพืชร่มเงาที่มี ต้นสูง ทรงพุ่มหนาทึบ เช่น มะคาเดเมีย นางพญาเสือโคร่ง หรือระบบวนเกษตร มีผลทำให้กาแฟได้รับความเข้มแสงต่ำจนมีค่าใกล้เคียงศูนย์จากความเข้มแสงปกติ (1,800-2,000 μmol $m^{-1} s^{-2}$) เมื่อเทียบกับพืชร่วมที่มีลำต้นสูง ทรงพุ่มโปร่ง เช่น ซิลเวอร์โอ๊ค พืชตระกูลกระถินที่กาแฟจะได้รับความเข้มแสงที่สูงกว่า

ศึกษาผลของการให้น้ำและไม่ให้น้ำกับต้นกาแฟอะราบิกาช่วงฤดูแล้ง ที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตกาแฟ พบว่าต้นกาแฟอะราบิกาที่มีการให้น้ำแบบมินิสปริงเกอร์ ในช่วงฤดูแล้ง (เดือนกุมภาพันธ์ ถึงพฤษภาคม) พบว่าต้นกาแฟที่มีการให้น้ำมีจำนวนข้อต่อกิ่งและจำนวนผลต่อข้อมากกว่า และผลผลิตกาแฟเฉลี่ยต่อต้นทั้งกาแฟผลสดและกาแฟกะลา มากกว่าต้นกาแฟอะราบิกาที่ไม่มีการให้น้ำในช่วงฤดูแล้ง

ศึกษาการขยายพันธุ์กาแฟอะราบิกาลูกผสมชั่วที่ 1 โดยวิธีการ Micro – Cutting และ Somatic Embryogenesis เพื่อผลิตพันธุ์กาแฟอะราบิกาให้ได้ปริมาณมากและตรงตามพันธุ์ที่กำหนดในเวลาจำกัด พบว่าพันธุ์ H 528/46 ML 2/10-29-65-23 ขยายพันธุ์โดยวิธี somatic embryogenesis โดยใช้ส่วนใบอ่อน เพาะเลี้ยงเพื่อชักนำแคลลัสในอาหารแข็ง สูตรที่เหมาะสมคือ MS/4 + Vitamin Gamborg + IAA 5 mg/L น้ำตาล 30 กรัมต่อลิตร pH5.6 โดยชิ้นส่วนใบเริ่มสร้างแคลลัสในดือนที่ 5 ชักนำแคลลัสให้เกิดต้นอ่อนรูปตอปิโด ในอาหารเหลวสูตร MS+BAP 1 mg/L เป็นเวลา 3 สัปดาห์ และเปลี่ยนเป็นอาหารเหลวสูตร MS เปลี่ยนอาหารทุกๆ 2 สัปดาห์ เป็นเวลา 10 สัปดาห์ วางต้นอ่อนรูปตอปิโดบนกระดาษซับที่ฆ่าเชื้อแล้ว เป็นเวลา 7 วัน ย้ายเลี้ยงบนอาหารกึ่งแข็งสูตร 1/2MS + BAP 0.5 mg/L เป็นเวลา 2 เดือน เปลี่ยนอาหารกึ่งแข็งเป็นสูตร 1/2MS เป็นเวลา 3 เดือน ได้ต้นอ่อนที่พร้อมย้ายไปอนุบาลในเรือนเพาะชำ สำหรับ Catimor CIFC 7963-661-36 พบว่า ยังไม่พบ

กรมวิชาการเกษตร

สูตรอาหารที่สามารถชักนำใบอ่อนให้เกิดแคลลัสได้ ส่วนในพันธุ์กาแฟอะราบิกาลูกผสม F1 พันธุ์ 1/4 B3T3 (Caturra vermello x Sanramon) และพันธุ์ 1/1 B2T5 (Caturra vermello x K7 ศึกษาการขยายพันธุ์โดยวิธี Somatic Embryogenesis จากใบอ่อน มาฟอกฆ่าเชื้อที่ผิว นำมาเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อบนอาหารแข็งสูตร MS ที่เติม ซูโครส 30 กรัม/ลิตร และเติม 2,4-D ร่วมกับ BAP เพื่อชักนำการเกิดแคลลัส โดยนำไปเลี้ยงในสภาพมืด ที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 6-12 เดือน พบว่า พันธุ์1/1 B2T5และพันธุ์ 1/4 B3T3 ให้เปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัสเฉลี่ยสูงสุด 62.5 และ 95.8 เมื่อเลี้ยงในอาหารที่เติม 2,4-D 2.0 มก/ล ร่วมกับ BAP 1.0 มก/ล หลังจากเลี้ยงเป็นเวลา 1 เดือน เริ่มมีแคลลัสเกิดขึ้น และทำการเปลี่ยนอาหารเพื่อเพิ่มปริมาณเป็นเวลา 6-9 เดือน ในการชักนำการเกิดเอมบริโอจินิคแคลลัส และนำไปเลี้ยงในอาหารสูตร MS ที่เติม BAPและ ซูโครส 30 กรัมต่อลิตร เป็นเวลา 12-14 เดือน เปลี่ยนอาหารใหม่ทุก 3- 4 สัปดาห์ พบว่าในพันธุ์ 1/4 B3T3 และ1/1 B2T5 แคลลัสที่พัฒนาเป็นเอมบริโอจินิคแคลลัส สามารถเลี้ยงต่อเพื่อให้พัฒนาเป็นต้นอ่อนรูปตอปิโดสูงสุด ในอาหารสูตร 1/2MS+ BAP 4 มิลลิกรัมต่อลิตร+GA 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 1/2MS+ BAP 3 มิลลิกรัมต่อลิตร+GA 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ จากนั้นย้ายไปเลี้ยงในอาหารแข็งสูตร MS+ BAP 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตรเป็นเวลา 2 เดือนตามด้วยอาหารแข็งสูตร MS เป็นเวลา 2 -3 เดือน พบว่าได้ต้นอ่อนที่มีใบจริง 2 ใบ สำหรับนำไปเลี้ยงต่อเพื่อให้ได้ต้นอ่อนที่โตพร้อมสำหรับย้ายไปอนุบาลในเรือนเพาะชำ ทั้งนี้ยังอยู่ระหว่างดำเนินการหาวิธีที่เหมาะสมต่อไป

การประเมินความต้องการธาตุอาหารและการจัดการปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตกาแฟอะราบิกาตามผลวิเคราะห์ดินและพืช เพื่อศึกษาความต้องการธาตุอาหารและการจัดการปุ๋ยกาแฟอะราบิกาในการลดต้นทุนการผลิตเพิ่มคุณภาพผลผลิต แนะนำแนวทางการใช้ปุ๋ยที่ถูกต้องเหมาะสมให้เกษตรกรในพื้นที่ พบว่า ความต้องการธาตุอาหารของกาแฟต่อการให้ผลผลิต 2 ตัน/ไร่คือ ไนโตรเจน (N) 43 กก. ฟอสเฟต (P_2O_5) 12 กก. และโพแทส (K_2O) 26 กก./ไร่/ปี สัดส่วนของ $N:P_2O_5:K_2O$ เท่ากับ 4:1:3 ให้น้ำหนักผลสดเฉลี่ย 3 ปี 1,430.7 น้ำหนักสดกะลา 520.7 และน้ำหนักแห้งกะลา 252.3 กก./ไร่ คุณภาพของเมล็ดกาแฟน้ำหนัก 100 เมล็ด 17.28 กรัมและขนาดเมล็ดกาแฟเกรด 1 (≥7.1 มม.) 58 % สูงที่สุดเมื่อใส่ปุ๋ยอัตราประเมิน ผลตอบแทนจากการใส่ปุ๋ยเท่ากับ 16,130 บาท/ไร่ มีรายได้สูงกว่าการใส่ปุ๋ย 15-15-15 5,510 บาท/ไร่ ต้นทุนค่าปุ๋ยลดลง 21.7% และเกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น 34.2% คำแนะนำการใส่ปุ๋ยกาแฟอาราบิกาในพื้นที่ภาคเหนือคือ ใส่ปุ๋ย N 43 กก./ไร่ (46-0-0 84 กก./ไร่) P_2O_5 12 กก./ไร่ (18-46-0 26 กก./ไร่) และ K_2O 26 กก./ไร่ (0-0-60 43 กก./ไร่) แบ่งใส่ 3 ครั้ง ครั้งที่ 1 หลัง ตัดแต่งกิ่งเดือนมกราคม - กุมภาพันธ์ ครั้งที่ 2 หลังติดผลเดือนพฤษภาคม และครั้งที่ 3 ผลขยายขนาดเดือนสิงหาคม ในการทดสอบการจัดการปุ๋ยเคมีในสวนกาแฟอาราบิกาแบบเกษตรกรมีส่วนร่วม พบว่าการใส่ปุ๋ยอัตราแนะนำสูงกว่าการใส่ปุ๋ยของเกษตรกร :ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การใส่ปุ๋ยอัตราแนะนำมีผลตอบแทน 45,744 บาท/ไร่สูงกว่าการใส่ปุ๋ยของเกษตรกร 11,874 บาท/ไร่ คิดเป็นร้อยละ 26.0 ต้นทุนค่าปุ๋ยเคมีลดลงร้อยละ 25.8

การศึกษาโรคแอนแทรคโนสของกาแฟอะราบิกาในประเทศไทย โดยการสำรวจกาแฟที่แสดงอาการโรค นำมาแยกเชื้อและศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา ชีววิทยาและพิสูจน์โรค พบว่าลักษณะทางสัณฐานวิทยาสามารถจำแนกชนิดราสาเหตุโรคแอนแทรคโนสของกาแฟอะราบิกาได้เป็น *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc.ในศึกษาการป้องกันกำจัด พบว่าการใช้ benomyl 50% WP อัตรา 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร

ให้ผลในการป้องกันกำจัดดีที่สุด รองลงมาได้แก่ azoxystrobin+difenoconazole 20%+12.5% W/V SC อัตรา 10 มล./น้ำ 20 ลิตร, mancozeb 80% WP อัตรา 50 กรัม/น้ำ 20 ลิตร, prochloraz 45% W/V EC อัตรา 30 กรัม/น้ำ 20 ลิตร และตัดแต่งกิ่ง ไม่พ่นสาร ตามลำดับ ซึ่งเห็นได้ว่าการทำความสะอาดตัดแต่งกิ่งก็สามารถลดการเกิดโรคแอนแทรกโนสกาแฟอะราบิกาได้ใกล้เคียงกับการพ่นสารป้องกันกำจัดโรคพืช

การป้องกันกำจัดมอดเจาะผลกาแฟในเขตภาคเหนือตอนบนแบบผสมผสาน เพื่อหาวิธีการป้องกันกำจัดแบบผสมผสาน มีประสิทธิภาพ และปลอดภัยต่อแมลงศัตรูธรรมชาติ ผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม ในปี 2559-2561 พบว่า วิธีที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดคือ การใช้ *Beauveria bassiana* สายพันธุ์ DOA B4 + กับดักฟีโรโมน (เมธิลแอลกอฮอล์ : เอทิลแอลกอฮอล์ = 50 : 50) + ตัดแต่งกิ่งกาแฟ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีอื่น รองลงมาคือ การใช้ *Beauveria bassiana* สายพันธุ์ DOA B4 + กับดักฟีโรโมน (เมธิลแอลกอฮอล์ : เอทิลแอลกอฮอล์ = 50 : 50) และ กรรมวิธี ตัดแต่งกิ่งกาแฟ + ใช้กับดักฟีโรโมน (เมธิลแอลกอฮอล์ : เอทิลแอลกอฮอล์ = 50 : 50) ตามลำดับ

ในการศึกษาประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอกและหลังวัชพืชงอกในสวนกาแฟ เพื่อหาสารกำจัดวัชพืชที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดี ไม่กระทบต่อการเจริญต่อต้นกาแฟและไม่ตกค้างในดินที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ทดลองในเรือนทดลองพบว่าสารกำจัดวัชพืชก่อนงอก ได้แก่ acetochlor, pendimethalin, s-metolachlor, oxyfluorfen และ alachlor อัตรา 250, 264, 192, 24 และ 384 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ตามลำดับ ไม่เป็นพิษต่อต้นกาแฟ และ oxadiazon อัตรา 120 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ เป็นพิษเล็กน้อย จึงไม่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของต้นกาแฟ เมื่อทดสอบในสภาพไร่ พบว่า acetochlor และ oxyfluorfen มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดี จนถึงระยะ 60 วันหลังพ่นสาร ส่วนในการศึกษาประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นหลังวัชพืชงอกในกาแฟ ทดลองในเรือนทดลอง พบว่า ทุกสารที่ทำการศึกษา เป็นพิษเล็กน้อยต่อต้นกาแฟ ไม่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโต จึงนำมาทดสอบในสภาพไร่ ผลการทดลอง พบว่า ทั้ง 2 แปลง ให้ผลการทดลองไปในทางเดียวกัน โดยพบว่า สารกำจัดวัชพืชทุกชนิดเป็นพิษต่อต้นกาแฟ แต่ไม่กระทบต่อการเจริญเติบโต โดยเฉพาะสารกำจัดวัชพืช glufosinate-ammonium + fomesafen อัตรา 105+50 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และ glufosinate-ammonium + oxyfluorfen อัตรา 105+24 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีจนถึงระยะ 30 วันหลังพ่นสาร

ศึกษารูปแบบที่เหมาะสมในการเก็บรักษาเมล็ดกาแฟ เพื่อหารูปแบบการเก็บเมล็ดกาแฟให้เก็บรักษาได้นานขึ้นที่มีประสิทธิภาพและมีราคาถูก จากการศึกษาพบว่าการเก็บรักษาในถุง HDPE ที่หนา 40 ไมครอน (ราคา 5 บาท) ซึ่งพบว่ามีคุณภาพใกล้เคียงกับถุง HDPE ที่หนา 78 ไมครอน (ราคา 140 บาท) โดยเฉพาะคุณภาพการชิม ในแต่ละเดือนมีแนวโน้มคุณภาพการชิมที่มากขึ้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้น คือ ตั้งแต่ 0 ถึง เดือนที่ 12 และลดลงตามลำดับในเดือนที่ 15 ถึงเดือน 24 โดยที่อายุเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือนมีคุณภาพการชิมสูงที่สุด

กรมวิชาการเกษตร

Abstract

The studies were to increase the efficiency of arabica coffee production and reduce production costs. for quality and sustainable productivity: contained the issues; the guidelines for growing coffee under the shade. for the sustainable cultivation of arabica coffee, fertilizer and nutrient management, tissue culture propagation for good coffee cultivars, pest management including anthracnose, Coffee Berry Borer, and the effective weed management. And also the suitable storage of coffee beans. The study was conducted in 2016-2021. The study areas were in Chiang Mai, Chiang Rai, Phetchabun, Nan, Mae Hong Son, Lampang, Loei, Chumphon and Bangkok. The survey of arabica coffee under shade in various locations, the results showed that the coffee grown in shaded conditions at post harvesting, flowering and fruiting had the maximum light intensity between 315-485 μmol m-2s-1, having the maximum photosynthesis rate 4.19-9.85 μmol CO2m-2s-1, and the light intensity that made the photosynthesis rate equal to the respiration rate (Light compensation point) was between 19-73 μmol m-1 s-2 and leaf respiration rate of all locations between 0.15-1.53 μmol m-2s-1. Leaf area index (LAI) of each locations had similar pattern which increased from post harvesting stage to fruiting stage. The photosynthesis, transpiration, water use efficiency of coffee leaves in various shade conditions were relatively low with a similar response to the light during the day but the variance was quite high during the day according to the light intensity the canopy received. Growing shade plants with tall, dense canopy, such as macadamia, *Prunus cerasoides* or in an agroforestry system resulting in the coffee being exposed to low light intensity to near zero from the normal light intensity (1,800-2,000 μmol m-1 s-2) comparing to a plant with small leaf and expose canopy such as silver oak, acacia, the coffee would get a higher light intensity.

To study the effect of watering and non-irrigating arabica coffee plants during the dry season. on the growth and yield of coffee found that the mini sprinkler irrigation during the dry season (February to May) had a higher number of nodes, fruit per node. and yield per plant more than the coffee plants without irrigation during the dry season.

Study on propagation of arabica coffee hybrid 1st generation by Micro-Cutting and Somatic Embryogenesis to produce arabica coffee varieties in which true to type in large quantities. It was found that H 528/46 ML 2/10-29-65-23 could propagate by somatic embryogenesis. using the young leaves and cultivate to induce callus in MS/4 + Vitamin Gamborg + IAA 5 mg/L (solid media) and sugar 30 g/lit (pH5.6). And then after 5 month induced

กรมวิชาการเกษตร

Torpedo in MS+BAP 1 mg/L (liquid media) for 3 weeks. And then transferred Torpedoes to MS media every 2 weeks for 10 weeks. Put the Torpedoes on paper for 7 days and then transferred to semi solid media 1/2MS + BAP 0.5 mg/L for 2 months. After that should transferred to 1/2MS semi solid media for 3 months and then transfer seedlings to nursery. For Catimor CIFC 7963-661-36, it was not found the media could induce callus by young leaves. In the hybrid arabica coffee cultivar F1, cultivar 1/4 B3T3 (Caturra vermello x Sanramon) and cultivar 1/1 B2T5 (Caturra vermello x K7, propagation by Somatic Embryogenesis from young leaves was studied. Sterilized and put on MS solid media + sugar 30 g/l + 2,4-D 20 g/l + BAP 1.0 mg/l for inducing callus in dark condition at 27°C for 6-12 months. Induced embryogenic callus in MS+ BAP + sucrose 30 g/l for 12-14 months by transferred media each 3-4 weeks. And then induced Torpedos by 1/2MS+ BAP 4 mg/l+ GA 0.5 mg/l and then transferred to 1/2MS+ BAP 3 mg/l+ GA 0.5 mg/l respectively. After that transferred to MS+ BAP 0.3 mg/l for 2 months and then followed by solid media MS for 2 -3 for initiated the plantlets, we got 2 leaves of plantlets.

Assessment of nutrient requirements and fertilizer management on the growth and yield of arabica coffee based on soil and plant analysis. To study the nutrient requirements and management of arabica coffee fertilizers to reduce production costs and increase yield quality and the recommendation for the suitable of fertilizers for farmers. It was found that the nutrient requirements of coffee per yield of 2 tons/rai were nitrogen (N) 43 kg, phosphate (P2O5) 12 kg, and potassium (K2O) 26 kg/rai/year, the proportion of N: P_2O_5. : K_2O equal to 4:1:3, mean of coffee fresh fruit weight for 3 years was 1,430.7, coffee bean weight 520.7 and dry weight 252.3 kg/rai, quality of 100 beans weight 17.28 g, and grade 1 coffee bean size (≥7.1 mm.) 58 % highest when fertilizing the appraisal rate. The return from fertilizing was 16,130 baht/rai, earning higher than fertilizing 15-15-15 at 5,510 baht/rai, lowering the cost of fertilizer by 21.7%, and the farmer's income increased by 34.2%. The recommendation for arabica coffee farmers in the northern region was fertilized with N 43 kg/rai (46-0-0 84 kg/rai), P_2O_5 12 kg/rai (18-46-0 26 kg/rai) and K_2O 26. kg/rai (0-0-60 43 kg/rai) divided 3 times, the 1st time after pruning January - February, the 2nd time after fruiting in May and the 3rd time, the fruit enlarged in August. In the trial in farmer field for fertilizer management with farmers participation, it was found that the yield of arabica coffee of the recommended rate of fertilizer application was higher than the farmers method. The income of the recommended rate of fertilization was 45,744 baht/rai, higher than the farmer's fertilization of 11,874 baht/rai. The cost of chemical fertilizers was reduced by 25.8 percent.

The study on survey Anthracnose of arabica coffee in Thailand. found that symptoms of disease were isolated and studied for morphology. Biology and disease proof by the morphological characteristics which can be classified as anthracnose causative agent of Arabica coffee. *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. In the prevention study, it was found that the use of benomyl 50% WP at the rate of 20 g / 20 liters of water gave the best preventive effect. followed by azoxystrobin+difenoconazole 20%+12.5% W/V SC rate 10 ml/20L water, mancozeb 80% WP rate 50g/20L water, prochloraz 45% W/V EC rate 30g/20L water and pruning the branches (not sprayed), respectively. They could be seen that cleaning and pruning could reduce the incidence of anthracnose arabica coffee similar to spraying plant preventive agents.

Integrated control of coffee borers in the upper northern region found that the combination of prevention methods effective and safe the consumers and the environment. It was found that the most effective method was to use *Beauveria bassiana* DOA B4+ strain with a pheromone trap. (Methyl alcohol : ethyl alcohol = 50 : 50) + coffee pruning could control by significantly different from other treatments, followed by the use of Beauveria bassiana, DOA B4 + strain, pheromone traps. (Methyl alcohol: ethyl alcohol = 50: 50) and coffee pruning process + use of pheromone traps. (Methyl alcohol: Ethyl alcohol = 50: 50) respectively.

In a study on the efficacy of pre- and post-emergence herbicide in coffee plantations. to find suitable herbicides that were effective in controlling weeds as well and no affect the growth of the coffee plant and also the environment. The first step studied in greenhouse, it was found that the pre- emergence herbicides, acetochlor, pendimethalin, s-metolachlor, oxyfluorfen and alachlor at the rate of 250, 264, 192, 24 and 384 grams of the active ingredient per rai, respectively, which were not toxic to coffee plants and also oxadiazon at the rate of 120. grams of active ingredient per rai slightly toxic. Therefore, does not affect the growth of the coffee plant trial in field conditions, acetochlor and oxyfluorfen were effective in controlling weeds until 60 days after spraying. In the study on the efficacy of spray post emergence herbicides in greenhouse, it was found that all the treatments studied slightly toxic to coffee plants and no effect on coffee growth. Therefore, when it was tested in the field conditions, it was found that all herbicides were toxic to the coffee plant. but does not affect growth especially herbicides glufosinate-ammonium + fomesafen at a rate of 105+50 grams of active ingredient per rai and glufosinate-ammonium + oxyfluorfen at a rate of 105+24 grams of active ingredient per rai. Effective for weed control until 30 days after spraying.

กรมวิชาการเกษตร

In the study the proper form of coffee bean storage to find the bag which more efficient and cheaper to store coffee beans for longer storage. In this case, it was found that the storage in HDPE bags with a thickness of 40 microns (price 5 baht) was found to be of similar quality to HDPE bags with a thickness of 78 microns (price 140 baht). The cupping test of the coffee bean which storage from 0-12 months were well and declined respectively from 15 – 24 months, with shelf life of 12 months having the highest cupping score.

กรมวิชาการเกษตร

กิตติกรรมประกาศ

รายงานโครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตพันธุ์กาแฟอะราบิกาโดย Somatic Embrygenesis และการทดสอบการให้ปุ๋ยเคมีในพื้นที่แบบเกษตรกรมีส่วนร่วม มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเทคโนโลยีการผลิตกาแฟในการเพิ่มประสิทธิภาพ คุณภาพการผลิต ลดต้นทุนการผลิต พัฒนาระบบการผลิตกาแฟแบบ ปลอดภัยจากโรคและแมลง เพื่อให้มีผลผลิตและคุณภาพอย่างยั่งยืน คาดว่าจะสามารถนำไปใช้ต่อยอดเพื่อที่จะปฏิบัติดูแลการผลิตกาแฟอะราบิกา ซึ่งเป็นพืชที่ต้องอาศัยความเอาใจใส่เป็นอย่างมาก ทั้งนี้คาดว่ารายงานฉบับนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ร่วมงาน นักวิจัยและผู้สนใจในการปลูกกาแฟ เพื่อให้เข้าใจและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการปลูกกาแฟอะราบิกาคุณภาพได้ หวังว่าผู้สนใจสามารถนำไปใช้หรือปรับประยุกต์ใช้ตามความเหมาะสมได้อย่างดียิ่ง

ในการจัดทำรายงานครั้งนี้ได้รับความร่วมมือจากทีมงานวิจัยเป็นอย่างดียิ่ง ต้องขอขอบคุณ รศ.ดร. ธีรวรรณ บุญญวรรณ ผู้อำนวยการศูนย์บริการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (ศวท-มช.) และ ผศ.ดร.กฤษณะ จิตมณี ผู้จัดการด้านวิชาการเคมีวิเคราะห์ทั่วไป ห้องปฏิบัติการทดสอบ ศวท-มช. ที่ให้ความอนุเคราะห์วิเคราะห์ปริมาณคาเฟอีนในตัวอย่างกาแฟ เกษตรกรผู้ปลูกกาแฟอะราบิกาที่ให้ความร่วมมือด้วยดีตลอดงานวิจัย ตลอดจนทีมงานสนับสนุนเบื้องหลังการจัดทำรายงานทุกท่าน เพื่อให้รายงานฉบับนี้สำเร็จไปด้วยดี

กรมวิชาการเกษตร

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทสรุปผู้บริหาร	2
บทคัดย่อ	6
Abstract	9
กิตติกรรมประกาศ	12
สารบัญ	13
สารบัญภาพ	14
สารบัญตาราง	15
บทที่ 1 บทนำ	16
บทที่ 2 วิธีการดำเนินงาน	21
บทที่ 3 ผลการศึกษา	37
บทที่ 4 สรุปผลและอภิปรายผล	51
เอกสารอ้างอิง	56
ภาคผนวก	57

กรมวิชาการเกษตร

สารบัญภาพ

		หน้า
ภาพที่ 1	ต้นกาแฟกาแฟอะราบิกาลูกผสม F1 ต้านทานราสนิม จากศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ที่นำมาเลี้ยงในสภาพโรงเรือน เตรียมนำไปใช้ในการทดลอง	38
ภาพที่ 2	ใบอ่อนกาแฟอะราบิกาลูกผสม F1ต้านทานราสนิมพันธ์ 1/4 B3T3 (Caturra vermello x Sanramon) และ 1/1 B2T5 (Caturra vermello x K7) ที่นำมาเลี้ยงในอาหารชักนำการเกิดแคลลัส ในสภาพปลอดเชื้อเป็นเวลา 3 สัปดาห์	39
ภาพที่ 3	การพัฒนาและการเกิดแคลลัสกาแฟอะราบิกาลูกผสม F1ต้านทานราสนิมพันธ์ 1/4 B3T3 (Caturra vermello x Sanramon) ที่ได้จากการนำใบอ่อนมาเลี้ยงในอาหารชักนำการเกิดแคลลัส ในสภาพปลอดเชื้อ เป็นเวลา 1-4 เดือน	40
ภาพที่ 4	การพัฒนาและการเกิดแคลลัสกาแฟอะราบิกาลูกผสม F1ต้านทานราสนิมพันธ์ 1/1 B3T3 (Caturra vermello x K7) ที่ได้จากการนำใบอ่อนมาเลี้ยงในอาหารชักนำการเกิดแคลลัส ในสภาพปลอดเชื้อ เป็นเวลา 1-4 เดือน	40
ภาพที่ 5	การเกิดและการพัฒนาของแคลลัสกาแฟอะราบิกาลูกผสม F1 ในระยะต่างๆ ที่ได้จากการนำใบอ่อนมาเลี้ยงในอาหารชักนำการเกิดแคลลัส เพิ่มปริมาณแคลลัส และชักนำการเกิดเอมบริโอจินิคแคลลัส	42
ภาพที่ 6	การเกิดและการพัฒนาของแคลลัสกาแฟอะราบิกาลูกผสม F1 ในระยะต่างๆ ที่ได้จากการนำใบอ่อนมาเลี้ยงในอาหารชักนำการเกิดแคลลัส เพิ่มปริมาณแคลลัส และชักนำการเกิดเอมบริโอจินิคแคลลัส และการพัฒนาเป็นต้นอ่อน	43
ภาพที่ 7	การพัฒนาของเอมบริโอ กาแฟอะราบิกาลูกผสม F1 ในระยะต่างๆ จนพัฒนาเป็นต้นอ่อน	44
ภาพที่ 8	การเกิดและการพัฒนาของเอมบริโอ กาแฟอะราบิกาลูกผสม 1/4B3T3 ในระยะต่างๆ จนเป็นต้น อ่อนที่มีใบจริง 2 ใบ	44
ภาพที่ 9	การเกิดและการพัฒนาของเอมบริโอ กาแฟอะราบิกาลูกผสม 1/1B2T5 ในระยะต่างๆ จนเป็นต้นอ่อนที่มีใบจริง 2ใบ	45
ภาพที่ 10	การเกิดและการพัฒนาของแคลลัสกาแฟอะราบิกาลูกผสม ในระยะต่างๆที่ได้จากการนำใบอ่อนมาเลี้ยงในอาหารชักนำการเกิดแคลลัส เพิ่มปริมาณแคลลัส ชักนำการเกิดเอมบริโอจินิคแคลลัสและการพัฒนาเป็นต้นอ่อน	45

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1	เปอร์เซ็นต์การชักนำการเกิดแคลลัสและลักษณะคุณภาพแคลลัสจากการนำใบอ่อนกาแฟอะราบิกาลูกผสม F1 พันธุ์ 1/1 B2T5และพันธุ์ 1/4 B3T3 ในอาหารสูตรMS ที่เติม2,4-D. ร่วมกับ BAP ในระดับต่างๆ	38
ตารางที่ 2	ผลของ BAP ต่อการชักนำการเกิดเอมบริโอจินิคแคลลัส ในกาแฟอะราบิกาลูกผสม F1ต้านทานราสนิมพันธ์ 1/1 B3T3 (Caturra vermello x K7) หลังจากที่นำมาเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อเป็นเวลา 12 เดือน	41
ตารางที่ 3	ผลของ BAP ต่อการชักนำการเกิดเอมบริโอจินิคแคลลัส ในกาแฟอะราบิกาลูกผสม F1ต้านทานราสนิมพันธ์ 1/4 B3T3 (Caturra vermello x Sanramon) หลังจากที่นำมาเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อเป็นเวลา 12 เดือน	41
ตารางที่ 4	ผลของ BAP ต่อการชักนำการเกิดเอมบริโอ ในกาแฟอะราบิกาลูกผสม F1 ต้านทานราสนิมพันธุ์ 1/1 B3T3 (Caturra vermello x K7) หลังจากที่นำมาเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อเป็นเวลา 14 เดือน	41
ตารางที่ 5	ผลของ BAP ต่อการชักนำการเกิดเอมบริโอ ในกาแฟอะราบิกาลูกผสม F1 ต้านทานราสนิมพันธ์ 1/4 B3T3 (Caturra vermello x Sanramon) หลังจากที่นำมาเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อเป็นเวลา 14 เดือน	42
ตารางที่ 6	ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การพัฒนาเอมบริโอเป็นต้นอ่อนระยะที่มีใบเลี้ยงที่มีความสูง 0.3-1 เซนติเมตร ในกาแฟอะราบิกาลูกผสม F1 พันธุ์ 1/1 B2T5 และพันธุ์ 1/4 B3T3	43
ตารางที่ 7	ผลวิเคราะห์สมบัติของดินเบื้องต้นแปลงเกษตรกรและแปลงทดสอบในศูนย์วิจัยฯ จ.เชียงราย และ จ.เชียงใหม่ก่อนการใส่ปุ๋ยเคมี ปี 2563	47
ตารางที่ 8	น้ำหนักผลสด กะลาสด และกะลาแห้งของกาแฟอาราบิกาเมื่อได้รับปุ๋ยทดสอบและปุ๋ยเกษตรกร จ.เชียงราย และ จ.เชียงใหม่ ปี 2564	47
ตารางที่ 9	ปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในปุ๋ยทดสอบและปุ๋ยเกษตรกรในแปลงทดสอบการจัดการปุ๋ยปี 2564	48
ตารางที่ 10	ผลผลิตกาแฟสด รายได้ ต้นทุนค่าปุ๋ยเคมี และผลตอบแทนหลังหักต้นทุนค่าปุ๋ยจากการทดสอบในแปลงเกษตรกร ปี 2564	48

กรมวิชาการเกษตร

บทที่ 1 บทนำ

1. วิสัยทัศน์ และพันธกิจของหน่วยงาน

<u>วิสัยทัศน์</u>

กรมวิชาการเกษตรเป็นองค์กรที่เป็นเลิศด้านการวิจัยและพัฒนาด้านพืช เครื่องจักรกลการเกษตร และเป็นศูนย์กลางรับรองมาตรฐานสินค้าเกษตรด้านพืชในระดับสากล บนพื้นฐานการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

<u>พันธกิจ</u>

1.สร้างและถ่ายทอดองค์ความรู้จากงานวิจัยด้านพืชและเครื่องจักรกลการเกษตร สู่กลุ่มเป้าหมาย

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. 2564 และโปรดระบุแผนงาน/โครงการให้สอดคล้องกับโปรแกรมของแผน ววน.

กรมวิชาการเกษตร

โปรแกรมตามแผน ววน.	งบประมาณ (บาท)
P10. ยกระดับความสามารถการแข่งขันและวางรากฐานทางเศรษฐกิจ โครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตพันธุ์กาแฟอะราบิกาโดย Somatic Embrygenesis และการทดสอบการให้ปุ๋ยเคมีในพื้นที่แบบเกษตรกรมีส่วนร่วม	1,143,616

4. รายละเอียดโครงการ

ที่มาและความสำคัญ/หลักการและเหตุผล

กาแฟอะราบิกานิยมนำมาเป็นวัตถุดิบในการแปรรูปเป็นกาแฟสด ทำให้มีมูลค่าเพิ่มขึ้น ปัจจุบันกาแฟอะราบิกามีไม่เพียงพอต่ออุตสาหกรรมและการบริโภคจึงต้องนำเข้าจากต่างประเทศอันเนื่องมาจากการเปิดเขตการค้าเสรีในปี 2553 ที่ผ่านมา ทำให้มีการปลอมปนเมล็ดกาแฟจากแหล่งอื่นส่งผลให้ไม่มีมาตรฐานและน่าเชื่อถือ การปลูกกาแฟอะราบิกาบนที่สูงทางภาคเหนือของประเทศไทย ส่วนใหญ่อาศัยน้ำฝนตามธรรมชาติประกอบกับพื้นที่ปลูกมีอากาศค่อนข้างหนาวเย็น ความชื้นสูง และมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยแต่ละปีค่อนข้างมาก การใช้วัสดุคลุมโคนต้นในช่วงฤดูแล้ง การปลูกกาแฟอะราบิกาภายใต้สภาพร่มเงาโดยอาศัยป่าไม้ธรรมชาติและปลูกในระหว่างแถวไม้ผลหรือไม้ผลเมืองหนาว เช่น มะคาเดเมียนัท บ๊วย หรือปลูกไม้บังร่ม จะช่วยลดการสูญเสียน้ำในดินและต้นกาแฟ สามารถเจริญเติบโตอยู่ได้ตลอดช่วงฤดูแล้ง (ช่วงเดือนมีนาคม – เมษายน) อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตระหว่าง 15 – 24 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดสำหรับการเจริญเติบโตของกาแฟอะราบิกา คือ 10 องศาเซลเซียส ถึงระดับต่ำสุดที่ระดับน้ำค้างแข็ง อุณหภูมิสูงสุดสำหรับการเจริญเติบโตคือ 30 องศาเซลเซียส การลดผลกระทบของอุณหภูมิทำได้โดยการคลุมดิน หรือ การทำบังร่มให้ต้นอ่อนของกาแฟ ผลกระทบของอุณหภูมิจะทำให้ต้นกาแฟเกิดอาการตายยอด (die back) และมีผลต่อการเจริญเติบโตและเร่งการออกดอกของกาแฟ กาแฟอะราบิกาปลูกกันในเขตที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยระหว่าง 800 – 2,500 มิลลิเมตรต่อปี ปริมาณน้ำฝนที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 1,400 – 1,600 มิลลิลิตรต่อปี นอกจากปริมาณน้ำฝนแล้ว การกระจายตัวของฝนเป็นสิ่งที่สำคัญมากกว่า โดยเฉพาะการกระจายตัวที่ดี จะต้องมีระยะเวลาฝนแล้ง 2 – 3 เดือนเพื่อกระตุ้นให้กาแฟสร้างตาดอก นอกจากนี้การเก็บเมล็ดกาแฟปนกัน อันเนื่องมาจากปัญหาค่าแรงงานในการเก็บผลกาแฟบ่อยครั้งและถ้ากาแฟขาดน้ำช่วงขยายผลคือเป็นช่วงวิกฤตของกาแฟระยะที่ผลกำลังเติบโตทำให้ เมล็ดกาแฟมีขนาดเล็กได้(ดิเรกและคณะ.มปพ.) เพราะน้ำมีส่วนสำคัญในการพัฒนาของผลกาแฟและแนวโน้มในอนาคต ถ้าไม่มีการจัดการเรื่องน้ำในการผลิตกาแฟก็จะเกิดปัญหาเดิมๆและในหน้าฝนน้ำมาก ในหน้าแล้งขาดน้ำรดกาแฟ ดังนั้นการทดลองปริมาณการให้น้ำแบบน้ำหยดกับกาแฟอะราบิกาในภาคเหนือตอนบน ควรที่จะมีการสนับสนุน ด้านงานวิจัยและพัฒนาครบวงจร เมื่อได้เทคโนโลยีแล้วควรมีการขยายผลไปในแต่ละสภาพแวดล้อม ร่วมกับเทคโนโลยีการผลิตที่เหมาะสมเฉพาะพื้นที่ การเพิ่มผลผลิตต่อไร่ให้สูงขึ้นในแหล่งปลูกเดิม ด้านการจัดการน้ำในสวนกาแฟ จึงน่าจะเป็นทางออกที่ดีอีกด้านหนึ่งมากกว่าการขยายพื้นที่ปลูกและพื้นที่ปลูกกาแฟอะราบิกาส่วนใหญ่อยู่ในป่าสงวน

โดยทั่วไปกาแฟอะราบิกาจะให้ผลผลิตไม่สม่ำเสมอ (สูง-ต่ำ หรือ ปีเว้นปี) เกิดจากไม่มีการเตรียมพร้อมให้มีการแตกกิ่งใหม่เพิ่มขึ้น เพื่อให้ผลผลิตในปีต่อไป ซึ่งโดยปกติกาแฟจะติดผลปีละ 3-5 ข้อในแต่ละกิ่ง และเฉลี่ย 8-

กรมวิชาการเกษตร

14 ผลในแต่ละข้อ ผลผลิตเฉลี่ย 215 กก./ไร่ หากต้องการให้มีผลผลิตสม่ำเสมอต้องมีการตัดแต่งเพื่อให้เกิดกิ่งใหม่สำหรับปีต่อไป และมีการปฏิบัติดูแลรักษาภายในแปลงหลังตัดแต่งกิ่ง (ใส่ปุ๋ย กำจัดวัชพืช คลุมโคนต้น) ในส่วนของเกษตรกรจะไม่มีการตัดแต่งกิ่ง ไม่ใส่ปุ๋ย หรือใส่ปุ๋ยเฉพาะสูตร 15-15-15 กำจัดวัชพืช 1-2 ครั้ง/ปี ไม่มีการคลุมโคนต้นทำให้ปริมาณและคุณภาพผลผลิตต่ำ ให้ผลผลิตเฉลี่ย 134 – 154 กก./ไร่ แต่ทั้งนี้การผลิตกาแฟที่มีคุณภาพดีทั้งรสชาติ (flavour) และมีกลิ่นหอม (Aroma) ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง คือ พันธุ์ สภาพแวดล้อม (ดิน สภาพพื้นที่ปลูกอุณหภูมิ ความชื้น) การปฏิบัติดูแลรักษา การเก็บเกี่ยว กรรมวิธีในการคั่ว และการปรุงแต่ง (De Geus, 1973) จึงทำให้แต่ละแหล่งผลิตกาแฟมีความแตกต่างกัน

การผลิตกาแฟให้ได้คุณภาพตามมาตรฐาน (ปิยนุช และคณะ, 2547) เป็นที่ยอมรับของตลาด จำเป็นต้องมีการปฏิบัติดูแลรักษา ให้น้ำและปุ๋ย ตลอดจนป้องกันกำจัดวัชพืชและโรคแมลงศัตรูพืชที่ดี กาแฟเป็นพืชที่ต้องการปุ๋ยค่อนข้างสูง โดยเฉพาะในช่วงเริ่มออกดอก ติดผล การใส่ปุ๋ยควรพิจารณาจากอายุของต้นกาแฟ ความอุดมสมบูรณ์ของดิน และความเป็นกรดด่างของดิน ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ถ้าปริมาณอินทรียวัตถุในดินต่ำส่งผลทำให้ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารต่ำ พืชไม่สามารถดูดนำไปใช้ได้และธาตุอาหารบางชนิดจะถูกตรึง เช่น เหล็ก ทองแดง ฟอสฟอรัส การใส่ปุ๋ยให้พืชก็จะไม่เกิดประโยชน์ทำให้ต้นทุนการผลิตสูงตามไปด้วย สิ่งที่สำคัญที่สุดในการใส่ปุ๋ยกาแฟ คือ ต้องให้ปุ๋ยในปริมาณที่เหมาะสม ไม่มากหรือน้อยเกินไป ควรให้ปุ๋ยในปริมาณเพียงพอเพื่อให้ผลกาแฟเจริญเติบโตเต็มที่และมีคุณภาพดี นอกจากนั้นสภาพภูมิอากาศ และอายุของกาแฟก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช ซึ่งการกำหนดปริมาณการให้ปุ๋ยกาแฟได้อย่างมีประสิทธิภาพตรงกับความต้องการของกาแฟ เพื่อให้การเจริญเติบโตและผลผลิตตามที่ต้องการจำเป็นต้องมีการประเมินสถานภาพของธาตุอาหารในดินและวิเคราะห์พืชมาเป็นเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจ ก่อนกำหนดการให้ปุ๋ย เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด อีกทั้งช่วยลดต้นทุนการผลิต เนื่องจากค่าการวิเคราะห์พืชบอกให้ทราบถึงความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบพืช เป็นตัวบ่งชี้ถึงความสามารถในการดูดธาตุอาหารของพืช ส่วนค่าการวิเคราะห์ดินบอกให้ทราบว่าดินมีธาตุอาหารพืชอยู่มากน้อยเพียงใด และมีคุณสมบัติเหมาะสมที่จะทำให้ธาตุอาหารเป็นประโยชน์หรือไม่ ถ้าไม่เหมาะสมจะปรับปรุงอย่างไร เพื่อให้ธาตุอาหารที่มีอยู่ในดินรวมทั้งปุ๋ยที่จะใส่เพิ่มให้กับดินอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมากที่สุด การนำค่าการวิเคราะห์พืชไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพจำเป็นต้องมีการศึกษาระดับความเหมาะสมกับภูมิประเทศ และภูมิอากาศ ประกอบ เนื่องจากปริมาณน้ำฝน และอุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่นอกเหนือจากการจัดการด้านธาตุอาหารโดยพบว่า เป็นตัวกำหนดผลผลิตและรสชาติของกาแฟ (จุลศักดิ์, 2550)

การวิจัยและพัฒนาการเพิ่มประสิทธิภาพและคุณภาพการผลิต การพัฒนาระบบพืชผสมผสานเพื่อการใช้ประโยชน์ที่ดินบนพื้นที่สูงอย่างยั่งยืน เป็นการขยายผล และถ่ายทอดรูปแบบการพัฒนา ภายใต้การพัฒนาและอนุรักษ์สภาพแวดล้อม มีความสอดคล้องกับสภาพภูมินิเวศ และภูมิสังคม กระบวนการผลิตต้องไม่ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม โดยมีการจัดการทรัพยากรดิน และน้ำ อย่างถูกต้องและเหมาะสม

เนื่องจากกาแฟอะราบิกามีพื้นที่ที่เหมาะสมในการผลิตเชิงคุณภาพบนพื้นที่สูง ซึ่งพื้นที่การผลิตกาแฟอะราบิกามีค่อนข้างจำกัด นอกจากนี้แล้วในเชิงการค้า ในปัจจุบันมีการรับรองการผลิต ได้แก่ Rainforest Alliance,

กรมวิชาการเกษตร

Bird Friendly, Utz และ อินทรีย์ :ซึ่งเป็นการสนับสนุนการอนุรักษ์พื้นที่ป่าที่เป็นต้นน้ำลำธาร โดยใช้กระบวนการจัดการแบบมีส่วนร่วมเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์และรักษาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน

ทั้งนี้ในการปลูกกาแฟภายใต้ไม้ร่มกาแฟมีส่วนให้เกิดประโยชน์ต่อสภาพแวดล้อม ในเรื่องการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงการสังเคราะห์แสง ทำให้มีการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ในเนื้อเยื่อพืช เช่น ลำต้น กิ่งก้าน และราก ดังนั้น ต้นไม้จึงช่วยในการ mitigate ก๊าซเรือนกระจกในสภาพบรรยากาศ ซึ่งจะมีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ นอกจากนี้มีส่วนช่วยสนับสนุนในการเป็น buffer ทำให้พืชปลูกมีความทนทานสภาพแวดล้อมที่มีการเปลี่ยนแปลง เป็นการสร้าง microclimate ทำให้สภาพแปลงสามารถรักษาความชื้นได้ดี ทนทานต่อสภาพแล้ง การปลูกกาแฟภายใต้ไม้บังร่ม มีข้อได้เปรียบ คือ การควบคุมวัชพืช ลดการออกซิเดชั่น การลดปริมาณสารอินทรีย์ในดิน ลดการติดผลมากเกินไปจนเกิดอาการ die back ลดความเสียหายผลผลิตเนื่องผลกระทบความแห้งแล้งยาวนาน โดยสภาพภายใต้ทรงพุ่ม ระบบราก และการคลุมดิน จะทำให้การสูญเสียหน้าดินลดลงและทำให้สภาพดินอนุรักษ์

ทั้งนี้ในสภาพแปลงปลูกกาแฟอะราบิกาปัจจุบันมีการปลูกเป็นพืชเชิงเดี่ยวโดยปลูกกลางแจ้ง มีบางส่วนปลูกภายใต้ร่มเงาในสภาพป่า ด้วยพื้นที่ปลูกที่เหมาะสมในการปลูกกาแฟอะราบิกามีน้อย เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่ต้นน้ำ แต่ในกาแฟอะราบิกาสามารถปลูกได้ภายใต้สภาพร่มเงา และปลูกพืชแซมได้ และมีพื้นที่ที่เหมาะสมในการปลูก ดังเช่น เขาหัวโล้นอีกเป็นจำนวนมาก ดังนั้นการศึกษาแนวทางของอิทธิพลของไม้บังร่มเงากับการผลิตกาแฟอะราบิกา จึงเป็นแนวทางในการใช้พื้นที่อย่างยั่งยืน โดยมีความสอดคล้องกับยุทธศาสตร์กาแฟอะราบิกา ในกลยุทธ์ เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและพัฒนาคุณภาพผลผลิตโดยไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม

กรมวิชาการเกษตร โดยสถาบันวิจัยพืชสวนได้ทำการปรับปรุงพันธุ์กาแฟอะราบิกา เพื่อให้ได้ลูกผสมและคัดเลือกต้นที่มีลักษณะที่ดีตามที่ต้องการต่อเนื่องเรื่อยมา และปัจจุบันได้คัดเลือกพันธุ์ลูกผสม F1 ที่ต้านทานโรคราสนิมได้ทั้งหมด 17 สายต้นและต้องการที่จะขยายพันธุ์ต้นลูกผสมที่คัดเลือกได้เพื่อให้ได้ต้นในปริมาณมากๆสำหรับให้เกษตรกรนำไปปลูก เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจึงเป็นเทคนิคที่มีประโยชน์และสามารถนำไปช่วยในขั้นตอนการขยายพันธุ์เพื่อได้ต้นที่มีลักษณะที่ดีตรงตามลักษณะต้นแม่ในปริมาณมากในช่วงเวลาอันจำกัดได้ ดังนั้นจึงทำการศึกษาวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกาแฟอะราบิกา เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการขยายพันธุ์กาแฟอะราบิกาลูกผสมที่คัดเลือกได้จากกระบวนการปรับปรุงพันธุ์ เพื่อได้ต้นที่มีลักษณะที่ดี มีคุณภาพสม่ำเสมอ และตรงตามพันธุ์โดยใช้เวลาไม่นาน สำหรับนำไปแจกจ่ายเกษตรกรต่อไป

การปลูกกาแฟทางภาคเหนือ เป็นกาแฟพันธุ์อาราบิกาซึ่งเป็นพันธุ์ที่เจริญเติบโตได้ดีบนพื้นที่สูงและอากาศหนาวเย็น ดังนั้นเกษตรกรจึงนิยมปลูกบนดอยหรือที่เป็นภูเขาสูง ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวเป็นพื้นที่มีอากาศชื้นและฝนตกชุก ทำให้การปลูกกาแฟ ประสบกับปัญหาวัชพืชขึ้นรบกวนตลอดทั้งปี หากปล่อยให้วัชพืชขึ้นรบกวนในปริมาณมากๆ จะมีผลกระทบโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของกาแฟ และทำให้ผลิตลดลง 24-65% (Moraima, et al 2000; Eshetu, 2001) และยังเป็นที่อยู่อาศัยของโรค และแมลง ซึ่งจะทำให้เกิดการระบาดของโรค และแมลงเพิ่มมากขึ้น หากไม่มีการป้องกันกำจัดวัชพืช การจัดการวัชพืชของเกษตรกรผู้ปลูกกาแฟทางภาคเหนือ เกษตรกรส่วนใหญ่นิยมใช้สารกำจัดวัชพืชเป็นวิธีจัดการวัชพืช เนื่องจากสามารถควบคุมวัชพืชได้ดี และไม่ต้องกำจัดวัชพืชบ่อยครั้งเมื่อเปรียบเทียบกับการจัดการวัชพืชโดยใช้แรงงาน ซึ่งทำให้สิ้นเปลืองแรงงาน เวลา และประกอบกับ

กรมวิชาการเกษตร

ค่าแรงงานแพง ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตสูง เกษตรกรจึงหันมาใช้สารกำจัดวัชพืชเพิ่มมากขึ้น แต่สารกำจัดวัชพืชที่แนะนำให้เกษตรกรใช้ ณ ปัจจุบันมีไม่กี่ชนิดที่แนะนำให้เกษตรใช้(กลุ่มวิจัยวัชพืช, 2554) และยังเป็นชนิดเดิมๆที่แนะนำให้เกษตรกรใช้ในปี 2538 จากหนังสือคำแนะนำการควบคุมวัชพืช ได้แก่ atrazine, metribuzine และ alachlor เป็นสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอก และสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นหลังวัชพืชงอกคือ glyphosate และ paraquat ซึ่งสารกำจัดวัชพืชดังกล่าวเมื่อพ่นสัมผัสกับต้นกาแฟจะทำให้เกิดอันตรายกับต้นกาแฟ และบางชนิดก็เกิดการตกค้างในดิน และแหล่งน้ำ โดยเฉพาะการใช้สารกำจัดวัชพืช atrazine หากเกษตรกรใช้สารกำจัดวัชพืชดังกล่าวมาเป็นเวลานาน มีความเสี่ยงต่อสารตกค้างในดิน และประกอบกับพื้นที่ในการปลูกกาแฟเป็นพื้นที่บนดอย มีความลาดเอียง จึงมีโอกาสที่จะเกิดการชะล้างของสารกำจัดวัชพืชลงสู่แหล่งน้ำ

ปัจจุบันมีสารกำจัดวัชพืชชนิดใหม่ๆหลากหลายชนิดที่สามารถควบคุมวัชพืชได้ดี มีความปลอดภัยต่อมนุษย์ และสภาพแวดล้อมมากขึ้น จึงควรนำสารกำจัดวัชพืชเหล่านั้นมาทดสอบประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชเพื่อหาสารกำจัดวัชพืชที่เหมาะสม สามารถความคุมวัชพืชได้ดี ไม่เป็นอันตรายต่อต้นกาแฟ และสภาพแวดล้อม

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อศึกษาเทคโนโลยีการผลิตกาแฟในการเพิ่มประสิทธิภาพ คุณภาพการผลิต ลดต้นทุนการผลิต พัฒนาระบบการผลิตกาแฟแบบ ปลอดภัยจากโรคและแมลง เพื่อให้มีผลผลิตและคุณภาพอย่างยั่งยืน
2. เพื่อให้ได้วิธีการป้องกันกำจัดมอดเจาะผลกาแฟในเขตภาคเหนือตอนบนแบบผสมผสาน มีประสิทธิภาพ และปลอดภัยต่อแมลงศัตรูธรรมชาติ ผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม
3. เพื่อทราบข้อมูลพื้นที่การแพร่ระบาดของโรคแอนแทรคโนสในกาแฟอะราบิกา
4. เพื่อสำรวจและจำแนกชนิดราสาเหตุโรคแอนแทรคโนสของกาแฟอะราบิกา และทราบวิธีการป้องกันกำจัดโรคแอนแทรกโนสในกาแฟอะราบิกา ที่มีประสิทธิภาพดี เพื่อการแนะนำแก่เกษตรกร
5. เพื่อทราบวิธีขยายพันธุ์กาแฟในปริมาณมากโดยใช้เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ
6. เพื่อศึกษาความต้องการธาตุอาหารและการจัดการปุ๋ยกาแฟอาราบิกาในการลดต้นทุนการผลิต เพิ่มคุณภาพผลผลิต แนะนำแนวทางการใช้ปุ๋ยที่ถูกต้องเหมาะสมให้เกษตรกรในพื้นที่
7. เพื่อศึกษาอิทธิพลการเจริญเติบโตและคุณภาพของกาแฟอะราบิกาภายใต้ร่มเงา
8. เพื่อหาสูตรอาหารที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกาแฟอะราบิกาลูกผสม F1ต้านทานราสนิม
9. เพื่อศึกษาการจัดการวัชพืชที่เหมาะสมในกาแฟอะราบิกา

ขอบเขตการศึกษา

ครอบคลุมงานวิจัยด้านเทคโนโลยีการผลิตกาแฟในการเพิ่มประสิทธิภาพ คุณภาพการผลิต ลดต้นทุนการผลิต พัฒนาระบบการผลิตกาแฟแบบ ปลอดภัยจากโรคและแมลง เพื่อให้มีผลผลิตและคุณภาพอย่างยั่งยืนเกี่ยวโดยเกษตรกรสามารถปลูกกาแฟได้เพียงพอกับความต้องการ ผลผลิตมีคุณภาพ รสชาติดี ปลอดภัยจากสารพิษ รวมทั้งเป็นที่ต้องการของตลาดทั้งภายในและต่างประเทศ

กรมวิชาการเกษตร

นิยามศัพท์

พันธุ์, กาแฟโรบัสต้า กาแฟอะราบิกา ระบบการปลูกกาแฟร่วมกับพืชเศรษฐกิจ มอดเจาะผลกาแฟ การสำรวจโรคแอนแทรกโนส การจำแนกชนิดเชื้อราสาเหตุโรค การป้องกันกำจัดโรคแอนแทรกโนส การให้น้ำแบบหยดในกาแฟอะราบิกา ขยายพันธุ์กาแฟอะราบิกา ทดสอบการใช้ปุ๋ยเคมี และการบริหารจัดการศัตรูพืช

varieties, robusta coffee, arabica coffee, *C. canephora, C. arabica*, , torpedo embryo, cup quality ,TIB, somatic embryogenesis, micro cutting, anthracnose , *Colletotrichum gloeosporioides* , drip irrigation , fertilizer trial, pest management

กรมวิชาการเกษตร

บทที่ 2 วิธีการดำเนินงาน

1.วิธีการดำเนินการวิจัย

การทดลองการสำรวจคุณภาพผลผลิตกาแฟอะราบิกาภายใต้ร่มเงาในแหล่งต่างๆ

วิธีดำเนินการ :

- อุปกรณ์

- แปลงกาแฟอะราบิกาที่ปลูกในสภาพร่มเงาในแหล่งต่างๆ
- แบบสอบถามข้อมูลทั่วไป
- เครื่องวัดอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง (Li-Cor 6400, Licoln, Nebraska USA)
- เซ็นเซอร์วัดแสง (Quantum sensor/lux meter)
- เครื่องวัดความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์ (Chlorophyll meter รุ่น SPAD-502, Minolta)
- เครื่องวัดดัชนีพื้นที่ใบ (LAI-2200C, Licoln, Nebraska USA)
- เครื่องตรวจวัดข้อมูลอุตุนิยมวิทยา (EL-USB-2 Data logger, Kwun Tong, Kowloon, Hong Kong)
- เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นบรรยากาศ
- เครื่องชั่งน้ำหนักความละเอียดทศนิยม 2 ตำแหน่ง
- เครื่องวัดพิกัด (GPS)

- วิธีการ

1. ศึกษาและรวบรวมข้อมูลแปลงเกษตรกรที่ปลูกในไม้ร่มเงาในแหล่งต่างๆ เพื่อเก็บข้อมูลชนิดไม้ร่มเงาที่ใช้ในสภาพธรรมชาติ และกำหนดพื้นที่เป้าหมายในการสำรวจ โดยเน้นที่แหล่งปลูกหลักที่สำคัญ ได้แก่ เชียงใหม่ เชียงราย เพชรบูรณ์

2. กำหนดเครื่องมือในการวิจัย คือ ข้อมูลทั่วไปของเกษตรกร สภาพพื้นที่ปลูกกาแฟ (ลักษณะดิน ความลาดชัน ความสูงจากระดับน้ำทะเล) พันธุ์กาแฟที่ใช้ แหล่งที่มา

3. วัดความเข้มแสง อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ บริเวณทรงพุ่ม และอุณหภูมิดิน

4. เก็บตัวอย่างดินในแปลงกาแฟวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี

5. ข้อมูลการตอบสนองทางสรีรวิทยาต่อสภาพแวดล้อมของกาแฟ

5.1 วัดอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สุทธิ (net assimilation rate) การคายน้ำ การนำไหลน้ำของปากใบ (stomatal conductance) อุณหภูมิใบ การหายใจในที่มืด (Dark respiration) โดยคัดเลือกใบที่สมบูรณ์ที่อยู่กลางทรงพุ่มคู่ที่ 3-4 (Frank และ Vaast, 2009) ด้วยเครื่องวัดอัตราการสังเคราะห์แสง (Li-cor 6400) และปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ (Chlorophyll meter) เก็บตัวอย่างใบที่วัดไปวิเคราะห์เพื่อหาปริมาณไนโตรเจน

5.2 ศึกษาการตอบสนองต่อแสง โดยกำหนดความเข้มแสงให้มีค่าต่างกันตั้งแต่ 0-2,000 μmol $CO_2 m^{-2} S^{-1}$

กรมวิชาการเกษตร

ข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์หาค่าตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการตอบสนองต่อแสง ด้วยแบบจำลอง non-rectangular hyperbola (Johnson และคณะ, 1989) โดยมีรูปแบบสมการดังนี้

$$P_n = [\alpha I + P_{max}) - ((\alpha I + P_{max})^2 - 4\ \alpha I\theta\ P_{max}))^{1/2}]/2\theta - R_d$$

เมื่อ P_n คือ อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิ (net photosynthetic rate, μmol $CO_2 m^{-2} s^{-1}$)

I คือ ความเข้มแสง (photosynthetic photon flux, μmol m^{-2} s^{-1})

P_{max} คือ อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิสูงสุด (maximum photosynthetic rate, μmol $CO_2 m^{-2} s^{-1}$)

α คือ ความชันเริ่มต้นของการตอบสนองต่อแสง (initial slope of the curve or quantum efficiency, , μmol CO_2/ μmolPPF)

θ คือ ค่าควบคุมความโค้งของเส้นกราฟ (convexity parameter) $0 \leq \theta \leq 1$

R_d คือ อัตราการหายใจในความมืด (dark respiration, μmol $CO_2 m^{-2} s^{-1}$)

5.3 วัดค่าดัชนีความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์ของใบหลังจากวัดอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง ด้วยเครื่อง Chlorophyll meter คำนวณหาสัดส่วนของน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ใบ (Specific Leaf Weight) ตามวิธีของ Gardner และคณะ (1985)

6. ศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อผลผลิตและคุณภาพผลผลิต ได้แก่ อุตุนิยมวิทยา ความอุดมสมบูรณ์ของดิน เป็นต้น

7. วิเคราะห์ข้อมูล โดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสภาพแวดล้อมโดยเฉพาะปัจจัยแสง สภาพร่มเงาที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง การคายน้ำของใบกาแฟในระยะต่างๆ

- การบันทึกข้อมูล

1. พื้นที่ ได้แก่ พิกัดแปลง พื้นที่ ความลาดชัน ความสูงจากระดับน้ำทะเล ชนิดพืชร่วมระบบกาแฟ
2. ด้านเกษตร ได้แก่ พันธุ์กาแฟ ระบบการปลูก ระยะปลูก อายุ ความสูงและขนาดลำต้น การออกดอก
3. ด้านสรีรวิทยาพืช ได้แก่ อัตราการสังเคราะห์แสง การคายน้ำ การนำไหลของปากใบ การตอบสนองต่อแสง ดัชนีพื้นที่ใบ พื้นที่ใบ น้ำหนักแห้งของใบกาแฟ
4. สภาพแวดล้อม ความเข้มแสง อุณหภูมิ ความชื้นบรรยากาศ คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน

- ระยะเวลาการทดลอง

เริ่มต้น 2562 – สิ้นสุด 2563

- สถานที่ทำการทดลอง

- ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง แม่จอนหลวง) อ.แม่วาง อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่

กรมวิชาการเกษตร

- ศูนย์วิจัยและพัฒนาเกษตรที่สูงเชียงราย อ.แม่สรวย จ.เชียงราย
- ศูนย์วิจัยและพัฒนาเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ อ.เขาค้อ จ.เพชรบูรณ์
- สถานีพัฒนาเกษตรที่สูงตามพระราชดำริปางขอน อ.เมือง จ.เชียงราย

การศึกษาผลของการให้น้ำต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตกาแฟอะราบิกาช่วงฤดูแล้งในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน

อุปกรณ์

1. ต้นกาแฟอะราบิกา พันธุ์เชียงใหม่ 80 อายุ 5-7 ปี ในพื้นที่การทดลองทั้งหมด 1 ไร่
2. อุปกรณ์วางระบบน้ำ แบบมินิสปริงเกอร์
3. ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 18-46-0 และ 0-0-50

ขั้นตอนการดำเนินการ

1. เปรียบเทียบความแตกต่างของกรรมวิธี โดยใช้ t-test คือ

กรรมวิธีที่ 1 ให้น้ำต้นกาแฟแบบมินิสปริงเกอร์ ทุกๆ 3 วัน

กรรมวิธีที่ 2 ไม่ให้น้ำ ปล่อยตามธรรมชาติ

2. เตรียมต้นกาแฟอะราบิกา พันธุ์เชียงใหม่ 80 อายุ 5-7 ปี ในพื้นที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ พื้นที่การทดลอง 1 ไร่
3. เตรียมระบบการให้น้ำแบบมินิสปริงเกอร์ ในพื้นที่แปลงปลูกกาแฟ
4. ให้น้ำต้นกาแฟตามกรรมวิธี หลังจากตัดแต่งกิ่ง ในเดือนกุมภาพันธ์ถึงพฤษภาคม
5. ดูแลรักษา ใส่ปุ๋ยปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 70 g/ต้น ปุ๋ย 18-46-0 อัตรา 22 g/ต้น ปุ๋ย 0-0-50 อัตรา 53 g/ต้นแบ่งใส่ 3 ครั้ง/ปี ในช่วงระยะหลังการตัดแต่งต้นกาแฟ ระยะพัฒนาผล และระยะก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิต
6. หลังจากการเก็บผลผลิต ตัดแต่งกิ่งแบบต้นเดี่ยว เมื่อยอดอ่อนต้นกาแฟมีความสูง ประมาณ 170-180 เซนติเมตร ให้ตัดยอดเหลือ ประมาณ 140-150 เซนติเมตร และต้องคอยตัดยอดอ่อนที่แตกออกมาใหม่ทิ้ง

การบันทึกข้อมูล

1. การเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูงต้น ความกว้างทรงพุ่ม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคนต้น
2. องค์ประกอบผลผลิต ได้แก่ จำนวนข้อต่อกิ่ง และจำนวนผลต่อข้อ
3. การเข้าทำลายของโรคและแมลง
4. น้ำหนักผลผลิต ได้แก่ กาแฟผลสด และกาแฟกะลา

สถานที่ทำการทดลองและเก็บข้อมูล

ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ ต.โป่งน้ำร้อน อ.ฝาง จ.เชียงใหม่

ระยะเวลาดำเนินการ:

ปีที่เริ่มต้น ตุลาคม 2558 ปีที่สิ้นสุด กันยายน 2562

การศึกษาการขยายพันธุ์กาแฟอะราบิกาลูกผสมชั่วที่ 1 โดยวิธี somatic embryogenesis และ micro-cutting

กรมวิชาการเกษตร

ศึกษาในกาแฟอะราบิกาลูกผสม H.528/46 ML2/10-29-65-23 (รหัส 2/8 SF H528) และ Catimor CIFC 7963-661-36 (รหัส 2/27 SF 661-36) จากศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ โดยนำใบอ่อนกาแฟอะราบิกาที่ดูแลรักษาในเรือนเพาะชำไม่น้อยกว่า 3 เดือน มาทำความสะอาดด้วยน้ำสบู่อ่อนๆ จากนั้นล้างในน้ำไหลให้สะอาด ฆ่าเชื้อด้วย การแช่ในเอทิลแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์เป็นเวลา 30 วินาที แล้วนำไปแช่ในแคลเซียมไฮโปรคลอไรค์ ความเข้มข้น 40 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 30 นาที แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้ว 3 ครั้ง นำใบกาแฟมาตัดเป็นชิ้นขนาด 3x3 มม. แล้ววางบนอาหารสูตร MS (Macro elements 50 ml, Micro elements 0.5 ml, Vitamin Gamborg 2 ml, sucrose 30 g/L, pH5.6) ที่เติมฮอร์โมนตามกรรมวิธี แล้วเก็บไว้ในที่มืด โดยเปลี่ยนอาหารทุก 2 เดือน เมื่อได้ embryogenic callus แล้วนำมาทดสอบการผลิตต้นอ่อนรูปตอปิโด (torpedo embryo) ด้วยอาหารเหลว สูตร MS แล้วนำต้นอ่อนรูปตอปิโดแล้ว นำมาทดสอบการพัฒนาเป็น plantlet ต่อไป

ส่วนในกาแฟอะราบิกาที่ไม่สามารถขยายพันธุ์โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อด้วยวิธี Somatic embryogenesis ได้ จะทำการศึกษาการขยายพันธุโดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อด้วยวิธี micro cutting โดยการนำตาข้างมาฟอกฆ่าเชื้อและเพาะเลี้ยงในอาหารสูตร MS เพื่อศึกษาถึงอัตราการขยายพันธุด้วยวิธีการนี้

ดำเนินงานที่ ห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและโรงเรือนอนุบาลต้นกล้า ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร สถาบันวิจัยพืชสวน **ระยะเวลาดำเนินการ:** ตุลาคม 2558 - กันยายน 2561

การประเมินความต้องการธาตุอาหารและการจัดการปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตกาแฟอาราบิกาตามผลวิเคราะห์ดินและพืช

โดยใช้ต้นกล้ากาแฟอาราบิกาสายพันธุ์คาร์ติมอร์ และทิปปิกา

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาปริมาณธาตุอาหารในใบและในผลกาแฟอาราบิกา (ดำเนินการ 1 ปี, 2560

(1) สำรวจสวนกาแฟอาราบิกาในพื้นที่ จ.เชียงรายและเชียงใหม่ที่ให้ผลผลิตแล้ว จำนวน 4 สวน (จังหวัดละ 2 สวน) เก็บตัวอย่างดินวิเคราะห์สมบัติของดินได้แก่ ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH), อินทรียวัตถุ และปริมาณธาตุอาหารในดินได้แก่ ฟอสฟอรัส (P), โพแทสเซียม (K), แคลเซียม (Ca), แมกนีเซียม (Mg), เหล็ก (Fe), แมงกานีส (Mn), ทองแดง (Cu), สังกะสี (Zn) และ โบรอน (B) ที่ห้องปฏิบัติการกลุ่มพัฒนาการตรวจสอบพืชและปัจจัยการผลิต สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 เชียงใหม่ วิธีการวิเคราะห์ pH = ดิน:น้ำ 1:1, อินทรียวัตถุ = Walkley-Black method, P = Bray II, K Ca และ Mg = Ammonium Acetate 1 N pH7 extraction, Fe Mn Cu และ Zn = DTPA และ B = Hot water Soluble

(2) ผูกป้ายต้นกาแฟสวนละ 5 ต้น ทำการเก็บตัวอย่างใบแก่ระยะเก็บเกี่ยวโดยเก็บใบคู่ที่ 3-4 จากยอด ชั่งน้ำหนักสดและแห้งของตัวอย่างส่งวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร N P K Ca Mg Fe Mn Cu Zn และ B ที่ห้องปฏิบัติการกลุ่มพัฒนาการตรวจสอบพืชและปัจจัยการผลิต สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 เชียงใหม่ วิธีการวิเคราะห์ N = Kjeldahl method, P = Vanado molybdate, K Ca Mg Fe Mn Cu Zn = Atomic Absorption Spectrophotometer และ B = Azomethin-H spectrophotometer

กรมวิชาการเกษตร

(3) เก็บตัวอย่างผลกาแฟ มาวิเคราะห์ธาตุอาหารโดยเก็บตัวอย่างผลกาแฟเมื่อแก่เต็มที่ นำมาแยกส่วนเปลือก กะลา และเมล็ดชั่งน้ำหนักสดและแห้งตัวอย่างนำไปวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร N P K Ca Mg Fe Mn Cu Zn และ B วิเคราะห์เช่นเดียวกับตัวอย่างใบ บันทึกน้ำหนักผลผลิตกาแฟต่อพื้นที่ คำนวณปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียไปกับผลผลิตกาแฟ นำมาประเมินความต้องการธาตุอาหารแต่ละชนิดเพื่อใส่ให้ต้นกาแฟในขั้นตอนที่ 2 โดยเทียบกับผลวิเคราะห์ดิน

ขั้นตอนที่ 2 การจัดการปุ๋ยเคมีในสวนกาแฟอาราบิกาตามผลวิเคราะห์ดินและพืช

นำผลการวิเคราะห์และคำนวณความต้องการธาตุอาหารของกาแฟจากขั้นตอนที่1 มาจัดการปุ๋ยในแปลงทดลอง (ดำเนินการ 4 ปี, 2560-2563) วางแผนการทดลองแบบ RCB 4 กรรมวิธี 5 ซ้ำ 2 ต้น/กรรมวิธี

กรรมวิธีที่ 1 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 0.75 เท่าของความต้องการธาตุอาหาร เท่ากับ 33 กก./ไร่/ปี (46-0-0 63 กก./ไร่/ปี)

กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 1 เท่าของความต้องการธาตุอาหาร เท่ากับ 43 กก./ไร่/ปี (46-0-0 84 กก./ไร่/ปี)

กรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 1.5 เท่าของความต้องการธาตุอาหาร เท่ากับ 65 กก./ไร่/ปี (46-0-0 126 กก./ไร่/ปี)

กรรมวิธีที่ 4 ใส่ปุ๋ย 15-15-15 และ 13-13-21 อัตราอย่างละ 100 กก./ไร่/ปี

กรรมวิธีที่ 1-3 ใส่ปุ๋ยฟอสเฟตและโพแทสเท่ากับความต้องการธาตุอาหารของกาแฟ เท่ากับ 12 และ 26 กก. P_2O_5 และ K_2O ต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ โดยใส่ปุ๋ย 18-46-0 อัตรา 26 กก. และ 0-0-60 43 กก./ไร่

เตรียมพื้นที่และเตรียมหลุมปลูก เก็บตัวอย่างดินวิเคราะห์คุณสมบัติเบื้องต้น ได้แก่ pH อินทรียวัตถุ และปริมาณธาตุอาหารก่อนการทดลองปรับความเป็นกรดเป็นด่างของดินโดยการใส่ปูนขาวหรือปูนโดโลไมท์ตามผลวิเคราะห์ดิน แล้วปลูกกาแฟอาราบิกาในแปลงทดลองโดยใช้ต้นกล้าอายุ 1 ปี จำนวน 80 ต้น ระยะปลูก 4x4 เมตร ใส่ปุ๋ยเคมีตามกรรมวิธี การใส่ปุ๋ยแบ่งใส่ 3 ครั้ง/ปี ครั้งที่ 1 ใส่หลังตัดแต่งกิ่งเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ ครั้งที่ 2 ใส่ระยะหลังติดผลเดือนพฤษภาคม ครั้งที่ 3 ใส่ระยะผลขยายขนาดเดือนสิงหาคม โดยใช้ปุ๋ยผสม 46-0-0, 18-46-0 และ 0-0-60 อัตราตามกรรมวิธี พ่นปุ๋ยทางใบ Zn และ B หรือธาตุอาหารอื่นอัตราตามความต้องการ ปุ๋ยเกษตรกรคือปุ๋ย 15-15-15 และ 13-13-21 อัตราอย่างละ 0.5 กก./ต้น/ปี วัดการเจริญเติบโตของต้นกาแฟก่อนใส่ปุ๋ยทุกครั้ง และดูแลรักษาต้นและแปลงทดลอง ให้น้ำ กำจัดวัชพืช และป้องกันกำจัดศัตรูพืชตามความจำเป็น สถานที่ดำเนินการ ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย โครงการพัฒนาดอยตุง จ.เชียงราย และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ อ. ฝาง จ.เชียงใหม่ ระยะเวลาดำเนินการ ตุลาคม 2559 – กันยายน 2563

การขยายพันธุ์กาแฟอะราบิกาลูกผสม F1ต้านทานราสนิม โดยวิธีโซมาติกเอมบริโอเจนิซีส

ทำการศึกษากาแฟพันธุ์อะราบิกาลูกผสม จำนวน 2 พันธุ์ ได้แก่ 1/4B3T3 (Caturra vermello x Sanramon) และ 1/1B2T5 (Caturra vermello x K7) โดยนำต้นกาแฟกาแฟอะราบิกาลูกผสม F1 ต้านทานราสนิม พันธุ์ 1/4 B3T3 (Caturra vermello x Sanramon) และพันธุ์ 1/1 B2T5 (Caturra vermello x K7) จากศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่นำมาเลี้ยงปรับสภาพ ในโรงเรือน เพื่อให้มีใบอ่อนที่เหมาะสำหรับนำมาใช้ในการ

กรมวิชาการเกษตร

ทดลอง นำใบอ่อนของกาแฟอะราบิกา ที่ดูแลรักษาในโรงเรือนมาไม่น้อยกว่า 3 เดือน มาล้างด้วยน้ำสบู่ ล้างด้วยน้ำให้สะอาด จากนั้นนำมาฟอกฆ่าเชื้อที่ผิว โดยแช่ในเอทานอล 70 เปอร์เซนต์ เป็นเวลา 30 นาที แล้วนำไปฟอกฆ่าเชื้อในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ 10 เปอร์เซนต์ นาน 20 นาที จากนั้นล้างด้วยน้ำกลั่นที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้ว 3 ครั้ง

(1) ศึกษาผลของ 2,4-D. ร่วมกับ BAP ในระดับต่างๆ ต่อการต่อการชักนำการเกิดแคลลัสในกาแฟอะราบิกา โดยนำใบอ่อนของกาแฟอะราบิกา ที่ผ่านการฟอกฆ่าเชื้อที่ผิว ตัดใบเป็นรูปสี่เหลี่ยมขนาด 0.5 x 0.5 เซนติเมตร นำมาเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติมซูโครส 30 กรัม/ลิตร และเติม 2,4-D. 1.0 และ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ BAP 0.5 1.0 1.5 และ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ปรับ pH. ให้ได้เท่ากับ 5.6 จากนั้นนำไปเลี้ยงในสภาพมืด ที่อุณหภูมิ 27 องศาเซนเซียส โดยเปลี่ยนอาหารทุกๆ 2 เดือน

วางแผนการทดลองแบบ Comletely Randomized Design (CRD) มีจำนวน 8 ทรีตเมนต์ ทรีตเมนต์ละ10 ซ้ำ บันทึกข้อมูลเปอร์เซนต์ การเกิดแคลลัส หลังจากเลี้ยงเป็นเวลา 45 วัน

(2) ศึกษาผลของ BAP ในระดับต่างๆ ต่อการเกิดเอมบริโอจินิคแคลลัสหรือชักนำการเกิดเอมบริโอ ในกาแฟอะราบิกา โดยนำแคลลัสที่ได้จากการเลี้ยงใบอ่อน (ข้อ1) มานำมาเลี้ยงบนอาหารสูตร 1/2 MS ที่เติมซูโครส 30 กรัม/ลิตรและเติม BAP. ที่ระดับความเข้มข้น 1.0 2.0 3.0 และ 4.0 มิลลิกรัม/ลิตรร่วมกับGA 0.5 มิลลิกรัม/ลิตร. ที่ปรับ pH. ให้ได้เท่ากับ 5.6 จากนั้นนำไปเลี้ยงในสภาพมืด ที่อุณหภูมิ 27 องศาเซนเซียสซ้ำ บันทึกข้อมูลเปอร์เซนต์ การเปลี่ยนแปลงของแคลลัส

(3) การพัฒนาเอมบริโอเป็นต้นอ่อนระยะที่มีใบเลี้ยง จากการนำต้นอ่อนรูปตอปิโด ที่ย้ายไปเลี้ยงในอาหารแข็งสูตร MS+ BAP 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตรเป็นเวลา 2-3 เดือน จนกระทั่งใบจริง 2 ใบ นำไปเลี้ยงต่อ เพื่อให้ได้ต้นอ่อนที่โตพร้อมสำหรับย้ายไปอนุบาลในเรือนเพาะชำ สถานที่ดำเนินงานวิจัย สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ ระยะเวลาดำเนินงานวิจัย ตุลาคม 2561 - กันยายน 2564

การทดสอบการจัดการปุ๋ยเคมีในสวนกาแฟอาราบิกาแบบเกษตรกรมีส่วนร่วม ทำการศึกษาในกาแฟอาราบิกาพันธุ์เชียงใหม่ 80 (Catimor CIFC 7963 -13 – 28 อายุตั้งแต่ 4 ปี ขึ้นไปที่มีขนาดความสูงและทรงพุ่มใกล้เคียงกัน 20 ต้น/แปลง จำนวน 10 แปลงประกอบด้วย 2 กรรมวิธีๆ ละ 10 ต้น เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบ t-test ได้แก่ ใส่ปุ๋ยตามแบบเกษตรกร และ ใส่ปุ๋ย 46-0-0 84 กก. 18-46-0 26 กก. และปุ๋ย 0-0-60 43 กก./ไร่/ปี (46-0-0 70 กรัม 18-46-0 22 กรัม 0-0-60 36 กรัม/ต้น/ครั้ง)

(1) เก็บตัวอย่างดินวิเคราะห์สมบัติของดินได้แก่ ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH), อินทรียวัตถุ และปริมาณธาตุอาหารในดินได้แก่ ฟอสฟอรัส (P), โพแทสเซียม (K) ที่ห้องปฏิบัติการกลุ่มพัฒนาการตรวจสอบพืชและปัจจัยการผลิต สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 เชียงใหม่ วิธีการวิเคราะห์ pH = ดิน:น้ำ 1:1, อินทรียวัตถุ = Walkley-Black method, P = Bray II, K = Ammonium Acetate 1 N pH7 extraction แล้วปรับความเป็นกรดเป็นด่างของดินโดยการใส่ปูนขาวหรือปูนโดโลไมท์ตามค่าวิเคราะห์

(2) ดูแลรักษาและใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธี ปุ๋ยผสมใส่ 3 ครั้ง/ปี ครั้งที่ 1 ใส่หลังตัดแต่งกิ่งประมาณเดือนกุมภาพันธ์ ครั้งที่ 2 ใส่เดือนพฤษภาคม และครั้งที่ 3 ใส่เดือนสิงหาคม ประกอบด้วยปุ๋ย 46-0-0, 18-46-0 และ

กรมวิชาการเกษตร

0-0-60 อัตรา 70 22 และ 36 กรัม/ต้น/ครั้ง ปุ๋ยเกษตรกรใส่ช่วงเดียวกันแต่ใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร ดูแลรักษาให้น้ำ กำจัดวัชพืชตามความจำเป็น และเก็บเกี่ยวผลผลิต ต้นทุนค่าปุ๋ย และผลตอบแทนที่ได้

สถานที่ดำเนินการ

1. ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ และแปลงเกษตรกร อ.ฝาง จ.เชียงใหม่
2. ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย และแปลงเกษตรกร อ.เมือง และอ.แม่ลาว จ.เชียงราย
3. ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเชียงราย และแปลงเกษตรกร อ.แม่สรวย จ.เชียงราย
4. สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 เชียงใหม่ (สวนเกษตรกร อ.ดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่)

ระยะเวลา ตุลาคม 2563 – กันยายน 2564

การศึกษาโรคแอนแทรคโนส (Anthracnose) ของกาแฟอะราบิกาในประเทศไทย

โดยทำการสำรวจรวบรวมเก็บตัวอย่างกาแฟที่เป็นโรคแอนแทรคโนสและศึกษาลักษณะอาการของโรค และเก็บตัวอย่างใบ กิ่ง ผลกาแฟที่เป็นโรคจากแหล่งปลูก บันทึกข้อมูลสถานที่ วันที่และผู้เก็บตัวอย่าง ลักษณะอาการ นำตัวอย่างห่อด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์ใส่ในถุงพลาสติก นำตัวอย่างพืชมาแยกเชื้อสาเหตุในห้องปฏิบัติการวิทยาไมโค กลุ่มวิจัยโรคพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ

การแยกเชื้อราสาเหตุโรค

การแยกเชื้อจากตัวอย่างพืชที่เป็นโรคโดยตรง กรณีพบส่วนของเชื้อราบนตัวอย่างพืชที่เป็นโรค ทำการเขี่ยส่วนของเชื้อจากตัวอย่างพืชลงบนแผ่นสไลด์ นำไปตรวจดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ จากนั้นทำการแยกเชื้อบริสุทธิ์โดยวิธี single spore isolation ในการแยกเชื้อโดยวิธีแยกจากเนื้อเยื่อพืชที่เป็นโรค (Tissue transplant) ส่วนกรณีไม่พบส่วนของเชื้อราหรือเชื้อรายังไม่สร้างส่วนขยายพันธุ์ ทำการแยกเชื้อจากส่วนที่เป็นโรคโดยตัดชิ้นส่วนพืชบริเวณที่เป็นรอยต่อของส่วนที่เป็นโรคและส่วนปกติ ฆ่าเชื้อที่ผิวพืชโดยแช่ชิ้นส่วนพืชในสารละลายโซเดียมไฮเปอร์คลอไรด์ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 3 นาที ล้างด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ ซับให้แห้งด้วยกระดาษกรองนึ่งฆ่าเชื้อแล้วจนแห้งสนิท นำชิ้นส่วนพืชมาวางบนอาหาร water agar บ่มไว้ที่อุณหภูมิ 25+2 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 วัน ตรวจดูเส้นใยราภายใต้กล้องจุลทรรศน์ตัด hyphal tip ของราที่เจริญออกมาจากชิ้นตัวอย่างพืชวางลงบนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA) เลี้ยงบนอาหาร PDA บ่มใต้แสง near UV 12 ชั่วโมงสลับกับความมืด 12 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 25 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน หรือเมื่อพบว่ารามีการสร้างกลุ่มโคนิเดีย (conidial mass) จึงนำมาแยกให้บริสุทธิ์อีกครั้งโดยวิธี single spore isolation บนอาหาร water agar (WA) ตรวจดูโคนิเดียที่งอกเส้นใยภายใต้กล้องจุลทรรศน์ แล้วตัดย้ายไปวางบนอาหาร PDA เพื่อใช้ในการศึกษาต่อไป

การพิสูจน์โรคโดยวิธี Koch's Postulate

นำเชื้อบริสุทธิ์ที่แยกได้ในข้อ 2 มาเลี้ยงบนอาหาร PDA เลี้ยงบนอาหาร PDA บ่มใต้แสง near UV 12 ชั่วโมงสลับกับความมืด 12 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 25 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน หรือเมื่อพบการสร้างกลุ่มโคนิเดีย จากนั้นทำสารแขวนลอยโคนิเดีย โดยล้างกลุ่มโคนิเดียด้วยน้ำนึ่งฆ่าเชื้อ ปรับให้มีความเข้มข้น $1x10^8$ โคนิเดียต่อมิลลิลิตร นำไปปลูกเชื้อโดยการพ่น (spray inoculation) ลงบนใบของต้นกล้ากาแฟ ระยะปีก

กรมวิชาการเกษตร

ผีเสื้อ สังเกตอาการโรคที่เกิดขึ้นหลังปลูกเชื้อ เปรียบเทียบกับที่ไม่ปลูกเชื้อแล้วแยกเชื้อราจากพืชที่แสดงอาการโรคซ้ำอีกครั้ง

การศึกษาลักษณะทางสัณฐานของรา

หลังจากพิสูจน์โรคด้วยวิธี Koch's Postulate แล้วว่าเป็นเชื้อสาเหตุโรค ศึกษาและจัดจำแนกสปีชีสโดยนำเชื้อบริสุทธิ์ *Colletotrichum* sp. มาเลี้ยงบนอาหาร PDA บ่มใต้แสง near UV 12 ชั่วโมงสลับกับความมืด 12 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 25 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน ศึกษาสีและลักษณะของโคโลนี จากนั้นเลี้ยงเชื้อราบนแผ่นกระจกสไลด์ (slide culture) ศึกษารูปร่างและวัดขนาดของโคนิเดีย ศึกษารูปร่างแอพเพรสซอเรีย (appressoria) ภายใตกลองจุลทรรศน์ จำแนกชนิดโดยใช้แนวทางการวินิจฉัยของ Mordue (1971), Sutton (1980,1992) และวิรัชและคณะ (2528)

การศึกษาชีววิทยาของรา

ศึกษาการเจริญของราบนอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดต่างๆ

เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ นึ่งฆ่าเชื้อ แล้วเทลงในจานเลี้ยงเชื้อ นำรา *Colletotrichum* sp. ที่เลี้ยงบนอาหาร PDA อายุ 7 วัน มาตัดเส้นใยที่กำลังเจริญบริเวณขอบของโคโลนี ด้วย cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร นำชิ้นวุ้นมาวางตรงกลางจานอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดต่างๆ แล้วนำไปวางเชื้อไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ตรวจวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีของเชื้อรา ในแนวราบที่ 7 วันหรือจนกระทั่งเชื้อราเจริญเต็มจานอาหารเลี้ยงเชื้อ เพื่อเปรียบเทียบการเจริญของเชื้อราบนอาหารที่แตกต่างกัน

ศึกษาการเจริญของราที่อุณหภูมิต่างๆ

เตรียมอาหาร PDA นึ่งฆ่าเชื้อ เทลงในจานเลี้ยงเชื้อ นำรา *Colletotrichum* spp. ที่เลี้ยงบนอาหาร PDA อายุ 7 วัน มาตัดเส้นใยส่วนที่กำลังเจริญบริเวณขอบของโคโลนีด้วย cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร นำชิ้นวุ้นมาวางตรงกลางจานอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA นำไปวางในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิต่างๆกัน ตรวจวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนีในแนวราบที่ 7 วันหรือจนกระทั่งเชื้อราเจริญเต็มจานอาหารเลี้ยงเชื้อ เพื่อเปรียบเทียบการเจริญของเชื้อราที่อุณหภูมิต่างๆกัน

การศึกษาชนิดพืชอาศัย

เตรียมผลของพืชที่เคยมีรายงานการเข้าทำลายของรา *Colletotrichum* spp. เช่น พริกหยวก พริกจินดา มะม่วง มะเขือเทศ เป็นต้น นำเชื้อรา *Colletotrichum* spp. ที่แยกได้จากกาแฟมาเลี้ยงบนอาหาร PDA เลี้ยงบนอาหาร PDA บ่มใต้แสง near UV 12 ชั่วโมงสลับกับความมืด 12 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 25 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน หรือเมื่อพบการสรางกลุมโคนิเดีย นำมาปลูกเชื้อลงบนผลพืชที่ต้องการทดสอบ

ในการบันทึกผล บันทึกสถานที่ที่เก็บตัวอย่าง สภาพแวดล้อมและการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ขณะเก็บตัวอย่างเท่าที่จะทำได้ เส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเลี้ยงเชื้อบนอาหารเลี้ยงเชื้อต่างกัน เส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเลี้ยงเชื้อที่อุณหภูมิแตกต่างกัน

สถานที่ดำเนินการทดลอง แปลงปลูกกาแฟพันธุ์อะราบิกา และห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช เวลาดำเนินการทดลอง ตุลาคม 2559 - กันยายน 2561

กรมวิชาการเกษตร

การศึกษาการป้องกันกำจัดโรคแอนแทรกโนสในกาแฟอะราบิกา

วางแผนการทดลองแบบ RCB 4 ซ้ำ 5 กรรมวิธีๆ ละ 5 ต้น โดยใช้ระยะปลูกของเกษตรกร ได้แก่

กรรมวิธีที่ 1 azoxystrobin+difenoconazole 20%+12.5% W/V SC อัตรา 10 มล./น้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 2 benomyl 50% WP อัตรา 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 3 mancozeb 80% WP อัตรา 50 กรัม/น้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 4 procloraz 45% WP อัตรา 30 กรัม/น้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 5 ใช้น้ำเปล่า

- กรรมวิธีที่มีการพ่นสาร ทำการพ่นสารทดสอบตามกรรมวิธีที่กำหนดโดยพ่นหลังจากกาแฟเริ่มติดผล พ่นทุก 1 เดือน หยุดพ่นก่อนเก็บเกี่ยว 1 เดือน ใช้เครื่องพ่นสารแบบสูบโยกสะพายหลัง(Knapsack sprayer)

- วัดผลโดยประเมินการเป็นโรค แบ่งเป็น การประเมินโรคที่ใบ ประเมินทั้งต้นเป็นเปอร์เซ็นต์การเกิด

- การประเมินโรคที่ผล ประเมินทั้งต้นเป็นเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค

การบันทึกผล วัดการเกิดโรคแอนแทรกโนสจำนวน 5 ต้นต่อกรรมวิธีต่อซ้ำ ก่อนพ่นสารทุกครั้ง และหลังพ่นครั้งสุดท้าย 1 เดือน และระยะเก็บเกี่ยว โดยการประเมินการเกิดโรคที่ใบจะทำการประเมินตั้งแต่ก่อนพ่นสารครั้งที่ 1 ส่วนการประเมินการเกิดโรคที่ผล จะทำการประเมินเมื่อกาแฟเริ่มติดผล

สถานที่ดำเนินการทดลอง ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่(ขุนวาง) ระยะเวลาดำเนินการ ตุลาคม 2559 - กันยายน 2561

การป้องกันกำจัดมอดเจาะผลกาแฟในเขตภาคเหนือตอนบนแบบผสมผ

ดำเนินการในแปลงปลูกกาแฟอะราบิกาของเกษตรกร อ.แม่ริม และ อ.ดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่ อายุต้นกาแฟอะราบิกา 7-15 ปี ทำการสำรวจและคัดเลือกแปลงกาแฟอะราบิกาที่มีการทำลายของมอดเจาะผลกาแฟประมาณ 5-10 เปอร์เซ็นต์ วางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 5 กรรมวิธี 4 ซ้ำ ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 วิธีของเกษตรกร (control)

กรรมวิธีที่ 2 ตัดแต่งกิ่งกาแฟ + ใช้กับดักฟีโรโมน (เมธิลแอลกอฮอล์ : เอทิลแอลกอฮอล์ = 50 : 50)

กรรมวิธีที่ 3 ใช้ *Beauveria bassiana* สายพันธุ์ DOA B4 + กับดักฟีโรโมน (เมธิลแอลกอฮอล์ : เอทิลแอลกอฮอล์ = 50 : 50)

กรรมวิธีที่ 4 ใช้ *Beauveria bassiana* สายพันธุ์ DOA B4 + กับดักฟีโรโมน (เมธิลแอลกอฮอล์ : เอทิลแอลกอฮอล์ = 50 : 50) + ตัดแต่งกิ่งกาแฟ

กรรมวิธีที่ 5 สาร Dinotefuran

- การทดลองในกรรมวิธีที่ใช้สารเคมี จะทำการฉีดพ่นสารทุกๆ 2 สัปดาห์ และกรรมวิธีที่ใช้ *Beauveria bassiana* สายพันธุ์ DOA B4 จะทำการฉีดพ่นสารทุก 1 เดือน หลังพบการระบาดของมอดเจาะผลกาแฟโดยเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 5% ของแปลงทดลอง และหยุดการให้สารก่อนเก็บเกี่ยวกาแฟ 1 เดือน

กรมวิชาการเกษตร

การบันทึกข้อมูล เปอร์เซ็นต์การระบาดก่อนเริ่มทำการทดลองตามกรรมวิธีที่กำหนด และหลังการจัดการแปลงทดลองตามกรรมวิธีที่กำหนดทุกเดือน ข้อมูลการเข้าทำลายของมอดเจาะผลกาแฟ โดยสุ่มกิ่งกาแฟจำนวน 10 กิ่งต่อต้น ใน 1 กิ่ง สุ่มนับผลกาแฟจำนวน 5 ข้อ สุ่มเก็บเปอร์เซ็นต์การทำลายของมอดเจาะผลกาแฟเมื่อเริ่มเก็บเกี่ยวผลผลิตจนเก็บเกี่ยวผลผลิตหมด

สถานที่ทำการทดลอง แปลงเกษตรกร อ.แม่ริม และอ.ดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่ ระยะเวลาดำเนินการ 2559 –2561

การศึกษารูปแบบและอายุการเก็บรักษาเมล็ดกาแฟอะราบิกาที่เหมาะสม .โดยใช้เมล็ดกาแฟแบบกะลาของกาแฟอะราบิกาพันธุ์คาติมอร์ เชียงใหม่ 80 ถุง HDPE ที่หนา 40 ไมครอน ซึ่งเป็นถุงขาวขุ่นยี่ห้อไทยนำตรามงกุฎ และ ถุง HDPE ที่หนา 78 ไมครอน ยี่ห้อ GRAINPRO SUPERGRAINBAG II ZTM ทำจากวัตถุดิบ มัลติเลเยอร์พีอี (Multilayer PE) ขนาดความกว้าง ยาว 50 x 80 เซนติเมตร สีเขียวอ่อน น้ำหนักถุง 73 g/m^2 Oxygen Transmission Rate เท่ากับ 4.28 cc/m^2/day และ Water Vapor เท่ากับ 2.14 g/cm^2/day มีซิปล็อค ขนาดบรรจุ 25 กิโลกรัม

(1) เก็บตัวอย่างผลสดที่สุกแก่กาแฟอะราบิกาพันธุ์เชียงใหม่ 80 จากแปลงงานทดลองที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง: 1300 เมตร) อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่ ในเดือนมีนาคม 2559 จากนั้นนำมาลอยน้ำ ลอกเปลือกด้วยเครื่องปอกผลสด นำไปหมักที่น้ำไหลเป็นเวลา 2 วัน ขัดเมือกและล้างในน้ำสะอาดและตากบนชั้นวางที่สูงจากพื้น 1.5 เมตร และเสร็จสิ้นการแปรรูปจนได้เมล็ดกาแฟแบบกะลาในเดือน เม.ย. 2559 โดยเก็บในถุงตาข่าย ต่อมา เดือน มิ.ย. 2559 ดำเนินการบรรจุกาแฟกะลาในถุงบรรจุตามกรรมวิธีโดยให้เมล็ดกาแฟแบบกะลามีความชื้นที่ 12%

(2) วางแผนการทดลองแบบ 2 x 9 Factorial in CRD มี 4 ซ้ำ ๆ ละ 5 กิโลกรัม มี 2 ปัจจัยคือ ปัจจัยที่ 1 ชนิดของถุง ได้แก่ ถุง HDPE ที่หนา 40 ไมครอน และ ถุง HDPE ที่หนา 78 ไมครอน ปัจจัยที่ 2 คือ อายุการเก็บรักษาในแต่ละช่วงเดือน คือ 0 3 6 9 12 15 18 21 และ 24 เดือน และบรรจุอีกครั้งในถุงกระสอบป่านอีกครั้งเพื่อป้องกันแสง เนื่องจากแสงมีผลต่อคุณภาพของเมล็ดกาแฟ ขนาดบรรจุ 5 กก. (ไม่รวมน้ำหนักกระสอบ) เก็บวางบนชั้นตะแกรงเหล็กสูง 0.5 เมตร ในโรงเก็บเมล็ดพันธุ์ที่มีอุณหภูมิช่วงเช้า 21.6±3.2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 89.60±5.8 เปอร์เซ็นต์ ช่วงบ่าย 32.9±2.3 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 73.1±4.1 องศาเซลเซียส ที่วางห่างจากผนังอย่างน้อย 1 เมตรที่มีอากาศถ่ายเทสะดวก ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่เหียะ: 350 เมตร) อ.หางดง จ.เชียงใหม่ บรรจุถุงทั้งสองชนิดในกระสอบป่านวางบนชั้นตะแกรงสูง 0.5 เมตร ในห้องที่มีอุณหภูมิช่วงเช้า 21.6±3.2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 89.6-5.8 เปอร์เซ็นต์ ช่วงบ่าย 32.9±2.3 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 73.1±4.1 องศาเซลเซียส และบันทึกข้อมูลคุณภาพทางกายภาพ และคุณภาพทางประสาทสัมผัส (คุณภาพการชิม) ในแต่ละช่วงเดือน คือ 0 3 6 9 12 15 18 21 และ 24 เดือน

(3) การบันทึกข้อมูล

(3.1) คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ความชื้นของเมล็ดกาแฟแบบกะลา ความชื้นของเมล็ดกาแฟแบบสารด้วยเครื่องวัดความชื้นยี่ห้อ KETT รุ่น PM650 Version 6501 ลักษณะสีของเมล็ดกาแฟ ด้วยแผ่นเทียบสี (R.H.S.

กรมวิชาการเกษตร

Colour Chart) สำหรับเมล็ดกาแฟแบบกะลา และใช้หลักการประเมินเปรียบเทียบตามระบบของ Specialty Coffee Association of America (SCCA Green Arabica Coffee Classification System) สำหรับเมล็ดกาแฟแบบสาร ซึ่งมีคุณภาพสีกาแฟสารจากมากไปหาน้อยคือ สีเขียวแกมน้ำเงิน (Blue-Green), สีเขียวแกมน้ำเงินอ่อน (Bluish-Green), สีเขียว (Green), สีเขียวอ่อน (Greenish), สีเขียวแกมเหลือง (Yellow-Green), สีเหลืองอ่อน (Pale Yellow), ค่อนข้างสีเหลือง (Yellowish) และ สีน้ำตาลอ่อน (Brownish)

(3.2) คุณภาพทางประสาทสัมผัส (คุณภาพการชิม) ทดสอบคุณภาพการชิมโดยนักวิชาการของศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ที่ผ่านการอบรมจากส่วนราชการได้แก่ กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร โดยนำเมล็ดกาแฟแบบสารไปคั่วด้วยเครื่องคั่วยี่ห้อ PROBAT รุ่น PRE-1 ELECTRIC ROASTER (พลังงงานไฟฟ้า) ที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส จนเกิด first crack (เมล็ดกาแฟได้รับความร้อนและมีเสียง) เป็นเวลา 30 วินาที คุณภาพการชิม โดยได้แก่ Fragrance/Aroma (10 คะแนน), Flavor (10 คะแนน), Aftertaste (10 คะแนน), Acidity (10 คะแนน), Body (10 คะแนน), Balance (10 คะแนน), Uniformity (10 คะแนน), Sweetness (10 คะแนน), Clean cup (10 คะแนน), และ Overall acceptance (10 คะแนน) คือ มีระดับคะแนนดี (Good = 6.0-6.75) ดีมาก (Very Good = 7.0-7.75) ยอดเยี่ยม (Excellent = 8.0-8.75) สุดยอด (Out standing = 9.0-9.75) รวมคะแนนเต็ม 100 คะแนน

(3.3) องค์ประกอบทางเคมี ทดสอบโดยบริษัทห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด ได้แก่ Ash (g/100g) Carbohydrate (g/100g) Energy (kcal/100g) Fat (g/100g) Moisture (g/100g) Protein (g/100g) Tannin (g/100g) Fructose (g/100g) Glucose (g/100g) Sucrose (g/100g) Maltose (g/100g) Lactose (g/100g) และ Total sugar (Sum of Fructose, Glucose, Sucrose, Maltose and Lactose: g/100g) ดังนี้

รายการทดสอบ	วิธีทดสอบอ้างอิง
Ash(g/100g)	AOAC(2016) 923.03 and 920.153
Carbohydrate(g/100g)	Compendium of Method for Food analysis Thailand.1St Edition. 2003
Energy(kcal/100g)	Compendium of Method for Food analysis Thailand.1St Edition. 2003
Fat(g/100g)	AOAC(2016) 948.15
Moisture(g/100g)	AOAC(2016) 925.10 and 950.46
Protein(g/100g)	AOAC(2016) 991.20
Tannin(g/100g)	AOAC(2005) 952.03
Fructose(g/100g)	In-house method based on compendium of method for food analysis 2003 p 2-80 to p2-81
Glucose(g/100g)	In-house method based on compendium of method for food analysis 2003 p 2-80 to p2-81
Sucrose(g/100g)	In-house method based on compendium of method for food

กรมวิชาการเกษตร

	analysis 2003 p 2-80 to p2-81
Maltose(g/100g)	In-house method based on compendium of method for food analysis 2003 p 2-80 to p2-81
Lactose(g/100g)	In-house method based on compendium of method for food analysis 2003 p 2-80 to p2-81
Total sugar(Sum of Fructose, Glucose, Sucrose, Maltose and Lactose: g/100g)	In-house method based on compendium of method for food analysis 2003 p 2-80 to p2-81

สถานที่ดำเนินการ แปลงกาแฟอะราบิกา ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง : 1300 เมตร) อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่ และห้องปฏิบัติการ ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่เหียะ: 350 เมตร) อ.หางดง จ.เชียงใหม่

ระยะเวลาดำเนินการ ตุลาคม 2559 – กันยายน 2561

การจัดการวัชพืชในสวนกาแฟอะราบิกา

การศึกษาประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอกในสวนกาแฟ

ขั้นตอนที่ 1 ทดสอบความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอกในเรือนทดลอง

กรรมวิธีการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 3 ซ้ำ 10 กรรมวิธี ประกอบด้วย

1. acetochlor อัตรา 250 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
2. pendimethalin อัตรา 264 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
3. s-metolachlor อัตรา 192 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
4. oxadiazon อัตรา 120 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
5. oxyfluorfen อัตรา 24 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
6. alachlor อัตรา 384 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
7. hezaxinone อัตรา 125 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
8. flumioxazin อัตรา 15 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
9. metribuzine อัตรา 105 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
10. ไม่พ่นสารกำจัดวัชพืช

นำต้นกล้ากาแฟ อายุประมาณ 6 เดือน มีจำนวนใบประมาณ 7 คู่ใบ ปลูกในกระถาง หนึ่งต้นต่อกระถาง ซ้ำละ 3 ต้น จำนวน 90 กระถาง โดยใช้ดินผสมระหว่างแกลบดิบ แกลบเผา ขี้วัว และดิน ในอัตรา 1:1 หลังจากปลูกลงในกระถางทำการพ่นสารกำจัดวัชพืชตามกรรมวิธีการทดลอง แต่ละชนิดพ่น คลุมทับต้นกล้ากาแฟ ในขณะที่พ่นใช้อุปกรณ์กันละอองสารกำจัดวัชพืชไม่ให้มีการฟุ้งกระจาย ใช้เครื่องพ่นแบบสะพายหลัง (knapsack sprayer) หัวฉีดแบบแรงปะทะ(flood-jet nozzle) อัตราน้ำ 80 ลิตรต่อไร่ หลังจากนั้นที่ระยะ 7, 15, 30, 45

กรมวิชาการเกษตร

และ 60 วันหลังพ่นสาร ประเมินความเป็นพิษด้วยสายตาตามระบบ 0-10 ตามลักษณะที่ปรากฏ (0 = normal, 1-3 = slightly toxic, 4-6 = moderately toxic, 7-9 = severely toxic และ 10 = completely killed) (Truelove, 1977) และที่ระยะ 90 วันหลังปลูกเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของต้นกาแฟ

การบันทึกของมูล ความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อต้นกาแฟ ความสูงต้น จำนวนใบ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ ขนาดทรงพุ่ม และน้ำหนักสดของต้นกาแฟ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของ ความสูงต้น จำนวนใบ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ ขนาดทรงพุ่ม และน้ำหนักสดของต้นกาแฟ

ขั้นตอนที่ 2 ทดสอบประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอกของกาแฟในสภาพแปลง

นำสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอกที่ทดสอบได้ในการทดลองในเรือนทดลอง (ขั้นตอนที่ 1) ชนิดที่ไม่เป็นอันตรายต่อต้นกาแฟ หรือเป็นพิษเพียงเล็กน้อย ได้แก่ acetochlor 50% EC, pendimethalin 33% EC, s-metolachlor 96% EC, oxydiazon 25% EC, oxyfluorfen 23.5% EC มาทดสอบในสภาพไร่เปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่เกษตรกรใช้คือ alachlor 50%EC อัตรา 300 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่

วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 4 ซ้ำ 8 กรรมวิธี ประกอบด้วย

1. acetochlor 50% EC อัตรา 250 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่
2. pendimethalin 33% EC อัตรา 264 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่
3. s-metolachlor 96% EC อัตรา 192 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่
4. oxydiazon 25% EC อัตรา 120 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่
5. oxyfluorfen 23.5% EC อัตรา 24 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่
6. alachlor 50%EC อัตรา 312 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่
7. กำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน
8. ไม่กำจัดวัชพืช

นำต้นกล้ากาแฟ ปลูกในพื้นที่ โดยมีระยะปลูก 2x2 เมตร ขนาดหลุมปลูก 50x50x50 เซนติเมตร รองก้นหลุมด้วย ปุ๋ยฟอสเฟตสูตร 0-3-0 อัตรา 100 กรัม/หลุม และปุ๋ยคอก 5 กิโลกรัม/หลุม ให้น้ำตามธรรมชาติ และทำการแบ่งแปลงย่อยขนาด 8x6 เมตร ระยะห่างระหว่างแปลงย่อย 4 เมตร แปลงวัดผล ขนาด 4x2 เมตร หลังจากนั้น ประมาณ 2 วันหลังปลูก ทำการพ่นสารกำจัดวัชพืชตามกรรมวิธีการทดลอง ในขณะที่พ่นใช้อุปกรณ์กันละอองสารกำจัดวัชพืชไม่ให้มีการฟุ้งกระจาย ใช้เครื่องพ่นแบบสะพายหลัง (knapsack sprayer) หัวฉีดแบบแรงปะทะ(flood-jet nozzle) อัตราน้ำ 80 ลิตร/ไร่ หลังจากพ่นสารกำจัดวัชพืชตามกรรมวิธีการทดลองที่ระยะ 7, 15 และ 30 วันหลังพ่นสาร ประเมินความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อต้นกาแฟ ด้วยสายตาตามระบบ 0-10 ตามลักษณะที่ปรากฏ (0 = normal, 1-3 = slightly toxic, 4-6 = moderately toxic, 7-9 = severely toxic และ 10 = completely killed) (Truelove, 1977) และที่ระยะ 15, 30 และ 60 วันหลังพ่นสาร ประเมินประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชด้วยสายตาตามระบบ 0-10 ตามลักษณะที่ปรากฏ (0= no control, 1-3 = slightly control, 4-6 = moderately control, 7-9 = good control, 10 = completely control)

กรมวิชาการเกษตร

(Truelove, 1977) และเก็บน้ำหนักแห้งของวัชพืชในแต่ละแปลงย่อย จำนวน 4 จุดๆ ละ 0.25 ตารางเมตร ที่ระยะ 30 และ 60 วันหลังพ่นสาร หลังจากนั้นที่ระยะ 90 วันหลังปลูกเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของต้นกาแฟ

การบันทึกข้อมูล ความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อต้นกาแฟ ประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืช น้ำหนักแห้งของวัชพืชต่อพื้นที่ ความสูงต้น จำนวนใบ ความยาวใบ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของ ความสูงต้น เส้นรอบวง ความกว้างใบ ความยาวใบ และ ขนาดทรงพุ่ม

ขั้นตอนที่ 3 วิเคราะห์สารพิษตกค้างของสารกำจัดวัชพืชในดินและน้ำ

การวิเคราะห์สารพิษตกค้างของสารกำจัดวัชพืช แบ่งการศึกษาออกเป็น 2 วิธี คือ วิธี Bioassay และ วิธี Chromatography

1.ศึกษาผลตกค้างสารกำจัดวัชพืชในดิน โดยวิธี Bioassay

วิธีปฏิบัติการทดลอง

สุ่มเก็บตัวอย่างดินในสภาพไร่ ในแต่ละกรรมวิธีในขั้นตอนที่ 2 โดยสุ่มเก็บดินที่ระยะ 40 และ 60 วันหลังพ่นสาร ที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร จากผิวดิน จำนวน 5 จุด นำมาคลุกกัน ในแต่ละกรรมวิธี แล้วนำใส่กระถาง จำนวน 5 กระถางในแต่ละกรรมวิธี และหยอดเมล็ดข้าวโพดลงในกระถางละ 5 เมล็ด ดูแลรดน้ำ ให้พืชปลูกงอก แล้วถอนแยกให้เหลือ 1 ต้นต่อกระถาง หลังจากนั้นประมาณ 2 เดือน วัดความสูงและตัดต้นข้าวโพดชิดดิน นำไปหาน้ำหนักสด

การบันทึกข้อมูล บันทึกลักษณะความเป็นพิษ น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง

2 การวิเคราะห์สารพิษตกค้างของสารกำจัดวัชพืชในดินและน้ำ โดยวิธี Gas Chromatography

วิธีปฏิบัติการทดลอง

1. ศึกษาวิธีวิเคราะห์สารกำจัดวัชพืช oxyfluorfen, oxadiazon, acetochlor, s-metolachlor, alachlor, pendimethalin, และน้ำ จากวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างในดินและน้ำ โดยใช้ Ethyl acetate method ในการสกัดตัวอย่าง

2. เลือกวิธีทดสอบที่มีความเหมาะสม สำหรับนำมาใช้เป็นวิธีสกัดและตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างหลังการพ่นสารกำจัดวัชพืชในสภาพแปลง

3. เตรียมอุปกรณ์ สารเคมี สารมาตรฐาน ตัวอย่าง และตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Gas Chromatography (Electron Capture Detector, ECD)

4. เตรียมสารมาตรฐานที่มีความบริสุทธิ์สูง ในระดับความเข้มข้นต่างๆ เพื่อใช้เป็นสารละลายมาตรฐาน

5. ทดสอบประสิทธิภาพของวิธีวิเคราะห์ และสภาวะเครื่องมือของวิธีทดสอบโดยให้ผลทดสอบ ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การกลับคืนของสาร (% recovery) ในดินของสารกำจัดวัชพืช acetochlor, pendimethalin s-metolachlor, oxadiazon, oxyfluorfen และ alachlor เท่ากับ 90.57%, 108.99%, 90.89%, 105.88%, 96.98% และ 90.23% ตามลำดับ

6. สุ่มเก็บตัวอย่างดินในสภาพไร่ ของกรรมวิธีต่างๆ ทั้งก่อนและที่ 0, 19, 40, 60, 75 และ 81 วัน หลังพ่นสารกำจัดวัชพืช โดยเก็บที่ระดับความลึก 0-10, 10-20 เซนติเมตร จากผิวดิน ระดับละ 10 จุด นำมาคลุกกัน

กองวิชาการเกษตร

อย่างน้อย 5 ตัวอย่าง ปริมาณต่อตัวอย่าง ไม่น้อยกว่า 1 กิโลกรัม แช่ถังน้ำแข็งระหว่างนำส่งตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง พร้อมบันทึกรายละเอียดของตัวอย่าง

7. สุ่มเก็บตัวอย่างน้ำจากแหล่งน้ำผิวดิน หรือแหล่งน้ำที่ใช้ทางการเกษตร หรือลำคลอง หรือแม่น้ำบริเวณใกล้เคียงพื้นที่แปลงทดลอง อย่างน้อย 5 ตัวอย่าง ปริมาณต่อตัวอย่าง ไม่น้อยกว่า 4 ลิตร นำตัวอย่างแช่ถังน้ำแข็งระหว่างนำส่งตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง พร้อมบันทึกรายละเอียดของตัวอย่าง

8. สกัดตัวอย่าง และตรวจวิเคราะห์สารกำจัดวัชพืชชนิดต่างๆ ตามวิธีทดสอบ และเทคนิคของเครื่องมือวิเคราะห์ที่มีความจำเพาะเจาะจง

การบันทึกข้อมูล ปริมาณสารพิษตกค้างที่พบในดิน หน่วยเป็น มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (mg/kg) ในน้ำ หน่วยเป็นไมโครกรัมต่อลิตร (µg/L) หลังการพ่นสารกำจัดวัชพืชประเภทต่างๆ ของแต่ละกรรมวิธีที่ใช้ทดสอบประสิทธิภาพสาร ในสภาพแปลง วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของสารพิษตกค้างที่พบในตัวอย่างเปรียบเทียบแต่ละกรรมวิธีที่ใช้ทดสอบประสิทธิภาพสารในสภาพแปลง

ระยะเวลาการดำเนินงาน

ปีเริ่มต้น 2560 – สิ้นสุด 2561

สถานที่ดำเนินงาน

ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานวิจัยผลกระทบจากการใช้วัตถุมีพิษการเกษตร กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่

การศึกษาประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นหลังวัชพืชงอกในสวนกาแฟ

วิธีดำเนินการทดลอง

1. ทดสอบประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นหลังวัชพืชงอก

ขั้นตอนที่ 1 ทดสอบความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นหลังวัชพืชงอกในเรือนทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 3 ซ้ำ 22 กรรมวิธี ประกอบด้วย

1. fluazifop-p-butyl+fomesafen	อัตรา 30+50 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
2. fluazifop-p-butyl+oxyfluorfen	อัตรา 30+24 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
3. fluazifop-p-butyl+flumioxazin	อัตรา 30+15 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
4. clethodim+fomesafen	อัตรา 45+50 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
5. clethodim+oxyfluorfen	อัตรา 45+24 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
6. clethodim+flumioxazin	อัตรา 45+15 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
7. quizalofop-p-tefuryl+fomesafen	อัตรา 20+50 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
8. quizalofop-p-tefuryl+oxyfluorfen	อัตรา 20+24 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
9. quizalofop-p-tefuryl+flumioxazin	อัตรา 20+15 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
10. fenoxaprop-p-ethyl+fomesafen	อัตรา 22.08+50 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่

กรมวิชาการเกษตร

11. fenoxaprop-p-ethyl+oxyfluorfen อัตรา 22.08+24 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
12. fenoxaprop-p-ethyl+flumioxazin อัตรา 22.08+15 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
13. glufosinate-ammonium+fomesafen อัตรา 105+50 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
14. glufosinate-ammonium+oxyfluorfen อัตรา 105+24 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
15. glufosinate-ammonium+flumioxazin อัตรา 105+15 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
16. propaquizafop+fomesafen อัตรา 12+50 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
17. propaquizafop + oxyfluorfen อัตรา 12+24 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
18. propaquizafop + flumioxazin อัตรา 12+15 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
19. haloxyfop-R-mehtyl + fomesafen อัตรา 25.92+50 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
20. haloxyfop-R-mehtyl + oxyfluorfen อัตรา 25.92+24 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
21. haloxyfop-R-mehtyl + flumioxazin อัตรา 25.92+15 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
22. ไม่พ่นสารกำจัดวัชพืช

นำต้นกล้ากาแฟ อายุประมาณ 6 เดือน มีจำนวนใบประมาณ 7 คู่ใบ ปลูกในกระถาง หนึ่งต้นต่อกระถาง ซ้ำละ 3 ต้น จำนวน 81 กระถาง โดยใช้ดินผสมระหว่างแกลบดิบ แกลบเผา ขี้วัว และดิน ในอัตรา 1:1 หลังจากปลูกลงในกระถางทำการพ่นสารกำจัดวัชพืชตามกรรมวิธีการทดลอง โดยพ่นคลุมทับลงบนต้นกล้ากาแฟ ในขณะที่พ่นใช้อุปกรณ์กันละอองสารกำจัดวัชพืชไม่ให้มีการฟุ้งกระจาย ใช้เครื่องพ่นแบบสะพายหลัง (knapsack sprayer) หัวฉีดแบบแรงปะทะ (flood-jet nozzle) อัตราน้ำ 80 ลิตรต่อไร่ หลังจากนั้นที่ระยะ 7, 15, 30, 45 และ 60 วันหลังพ่นสาร ประเมินความเป็นพิษด้วยสายตาตามระบบ 0-10 ตามลักษณะที่ปรากฏ (0 = normal, 1-3 = slightly toxic, 4-6 = moderately toxic, 7-9 = severely toxic และ 10 = completely killed) (Truelove, 1977) และที่ระยะ 90 วันหลังปลูกเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของต้นกาแฟ

การบันทึกข้อมูล ความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อต้นกาแฟ ความสูงต้น จำนวนใบ ความยาวใบ เส้นรอบวง ขนาดทรงพุ่ม และน้ำหนักสดของต้นกาแฟ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของความสูงต้น จำนวนใบ ความยาวใบ เส้นรอบวง ขนาดทรงพุ่ม และน้ำหนักสด ของต้นกาแฟ

ขั้นตอนที่ 2 ทดสอบประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นหลังวัชพืชงอกของกาแฟในสภาพแปลง

นำสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอกที่ทดสอบในเรือนทดลอง (ขั้นตอนที่ 1) ชนิดที่ไม่เป็นอันตรายต่อต้นกาแฟ หรือเป็นพิษเพียงเล็กน้อย ได้แก่ fluazifop-p-butyl + fomesafen, clethodim +fomesafen, fenoxaprop-p-ethyl + oxyfluorfen, propaquizafop + fomesafen, propaquizafop + oxyfluorfen, glufosinate +fomesafen, glufosinate + oxyfluorfen ทดสอบในสภาพไร่ เปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่เกษตรกรใช้คือ glyphosate, paraquat และ glufosinate -ammonium

แบบและวิธีการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 3 ซ้ำ 12 กรรมวิธี ประกอบด้วย

1. fluazifop-p-butyl + fomesafen อัตรา 30+50 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
2. clethodim +fomesafen อัตรา 45+50 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่

3. fenoxaprop-p-ethyl + oxyfluorfen	อัตรา 22.08+24 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
4. propaquizafop + fomesafen	อัตรา 12+50 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
5. propaquizafop + oxyfluorfen	อัตรา 12+24 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
6. glufosinate-ammonium +fomesafen	อัตรา 105+50 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
7. glufosinate-ammonium + oxyfluorfen	อัตรา 105+24 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
8. glyphosate	อัตรา 480 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
9. paraquat	อัตรา 240 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
10. glufosinate -ammonium	อัตรา 150 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่

11. กรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน

12. ไม่กำจัดวัชพืช

นำต้นกล้ากาแฟ ปลูกในพื้นที่ โดยมีระยะปลูก 2x2 เมตร ขนาดหลุมปลูก 50x50x50 เซนติเมตร รองก้นหลุมด้วยปุ๋ยสูตร 0-3-0 อัตรา 100 กรัม/หลุม และปุ๋ยคอก 5 กิโลกรัม/หลุม ให้น้ำตามธรรมชาติ และทำการแบ่งแปลงย่อยขนาด 8x6 เมตร ระยะห่างระหว่างแปลงย่อย 4 เมตร แปลงวัดผล ขนาด 4x2 เมตร หลังจากนั้นประมาณ 20 วันหลังปลูก ทำการพ่นสารกำจัดวัชพืชตามกรรมวิธีการทดลอง ในขณะที่พ่นใช้อุปกรณ์กันละอองสารกำจัดวัชพืชไม่ให้มีการฟุ้งกระจาย ใช้เครื่องพ่นแบบสะพายหลัง (knapsack sprayer) หัวฉีดแบบแรงปะทะ (flood-jet nozzle) อัตราน้ำ 80 ลิตร/ไร่ ทำการพ่นสารกำจัดวัชพืชตามกรรมวิธีการทดลองตลอดช่วงฤดูปลูก 3 ปี การพ่นสารกำจัดวัชพืชครั้งถัดไปต้องให้วัชพืชมีความหนาแน่น มากกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่จึงทำการพ่น ในการพ่นสารกำจัดวัชพืชแต่ละครั้งทำการเก็บข้อมูลความเป็นพิษต่อต้นกาแฟและประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืช และเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของต้นกาแฟในปีสุดท้ายของการทดลอง

การบันทึกข้อมูล ความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อต้นกาแฟที่ระยะ 15, 30 และ 60 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช ประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชที่ระยะ 30 และ 60 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช น้ำหนักแห้งของวัชพืชที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช ความสูง ความยาวใบ ความกว้างใบ ความกว้างทรงพุ่ม และเส้นรอบวงของต้นกาแฟ ที่ระยะ 1,2 และ 3 ปี วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักแห้งวัชพืช ความสูง ความยาวใบ ความกว้างใบ ความกว้างทรงพุ่ม และเส้นรอบวงของต้นกาแฟ

2. วิเคราะห์สารพิษตกค้างของสารกำจัดวัชพืชในดิน

การวิเคราะห์สารพิษตกค้างของสารกำจัดวัชพืช แบ่งการศึกษาออกเป็น 2 วิธี คือ วิธี Chromatography และ วิธี Bioassy

1. การวิเคราะห์สารพิษตกค้างของสารกำจัดวัชพืชในดิน โดยวิธี Chromatography

วิธีปฏิบัติการทดลอง

1. ศึกษาวิธีวิเคราะห์สารกำจัดวัชพืช 9 ชนิด ได้แก่ fluazifop-p-butyl, fomesafen, clethodim, fenoxaprop-p-ethyl, oxyfluorfen, propaquizafop, glufosinate, glyphosate, และ paraquat ในดิน จากวิธีทดสอบที่ได้พัฒนาวิธีวิเคราะห์ที่ใช้ในปัจจุบัน หรือ วิธีวิเคราะห์รวม หรือ ตามวิธีมาตรฐานจากเอกสารต่างๆ

2. เลือกวิธีทดสอบที่มีความเหมาะสม สำหรับนำมาใช้เป็นวิธีสกัดและตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างดินหลังการพ่นสารกำจัดวัชพืชในสภาพแปลง

3. เตรียมวัสดุอุปกรณ์ สารเคมี สารมาตรฐาน ตัวอย่าง และเครื่องมือตรวจวิเคราะห์โดยวิธี Chromatography เช่น Gas Chromatography (GC) และ High Performance Liquid Chromatography (HPLC)

4. เตรียมสารมาตรฐานที่มีความบริสุทธิ์สูง ในระดับความเข้มข้นต่างๆ เพื่อใช้เป็นสารละลายมาตรฐาน

5. ทดสอบประสิทธิภาพของวิธีวิเคราะห์ และสภาวะเครื่องมือของวิธีทดสอบโดยให้ผลทดสอบ % recovery, Limit of detection (LOD) และ Limit of determination (LOQ) อยู่ในเกณฑ์การยอมรับตาม AOAC guideline

6. สุ่มเก็บตัวอย่างดินในสภาพไร่ ของกรรมวิธีต่างๆ ทั้งก่อนและหลังพ่นสารกำจัดวัชพืชที่ 0, 7, 20, 30, 60 และ 120 วัน โดยเก็บที่ระดับความลึก 0-10, 10-15 เซนติเมตร จากผิวดิน ระดับละ 10 จุด นำมาคลุกกันอย่างน้อย 5 ตัวอย่าง ปริมาณต่อตัวอย่าง ไม่น้อยกว่า 1 กิโลกรัม แช่ถังน้ำแข็งระหว่างนำส่งตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง พร้อมบันทึกรายละเอียดของตัวอย่าง

7. สกัดตัวอย่าง และตรวจวิเคราะห์สารกำจัดวัชพืชชนิดต่างๆ ตามวิธีทดสอบ และเทคนิคของเครื่องมือวิเคราะห์ที่มีความจำเพาะเจาะจง

7.1 วิธีทดสอบสารกำจัดวัชพืช fluazifop-p-butyl, fomesafen, fenoxaprop-p-ethyl, oxyfluorfen, propaquizafop ในดิน (พงศ์ศรีและคณะ, 2549 และ EPA method GRM 044.03A, 2010)

7.2 วิธีทดสอบสารกำจัดวัชพืช paraquat ในดิน (ดัดแปลงจาก Kennedy, 1986)

7.3 วิธีทดสอบสารกำจัดวัชพืช glyphosate และ glufosinate ในดิน (ดัดแปลงจาก Le Bot, B. *et al*, 2002 และ Anastassiades, M., *et al*., 2007)

การบันทึกข้อมูล

1. ปริมาณสารพิษตกค้างที่พบในดิน หน่วยเป็น มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (mg/kg) หลังการพ่นสารกำจัดวัชพืชประเภทต่างๆ ของแต่ละกรรมวิธีที่ใช้ทดสอบประสิทธิภาพสาร ในสภาพแปลง

- วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ของสารพิษตกค้างที่พบในตัวอย่างเปรียบเทียบแต่ละกรรมวิธีที่ใช้ทดสอบประสิทธิภาพสารในสภาพแปลง

2.ศึกษาผลตกค้างสารกำจัดวัชพืชในดิน โดยวิธี Bioassy

วิธีปฏิบัติการทดลอง

สุ่มเก็บตัวอย่างดินในสภาพไร่ ในแต่ละกรรมวิธีในขั้นตอนที่ 2 โดยสุ่มเก็บดินที่ระยะ 20 และ 60 วันหลังพ่นสาร ที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร จากผิวดิน จำนวน 5 จุด นำมาคลุกกัน ในแต่ละกรรมวิธี แล้วนำใส่กระถาง จำนวน 5 กระถางในแต่ละกรรมวิธี และหยอดเมล็ดข้าวโพดลงในกระถางละ 5 เมล็ด ดูแลรดน้ำ ให้พืชปลูกงอก แล้วถอนแยกให้เหลือ 1 ต้นต่อกระถางที่ระยะ 5 วันหลังปลูก หลังจากนั้นประมาณ 2 เดือน วัดความสูงและตัดต้นข้าวโพดชิดดิน นำไปหาน้ำหนักสดต่อต้น

การบันทึกข้อมูล

ความสูง และน้ำหนักสดของข้าวโพดที่ระยะ 2 เดือนหลังปลูก

- วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ความสูง และน้ำหนักสด

ระยะเวลาดำเนินการทดลอง

ปีเริ่มต้น 2560 – สิ้นสุด 2563

สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานวิจัยผลกระทบจากการใช้วัตถุมีพิษการเกษตร กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่

2. การปรับแผนงบประมาณระหว่างปี

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

❑ เปลี่ยนแปลงงบประมาณ โปรดอธิบายการเปลี่ยนแปลง.....

❑ เปลี่ยนแปลงวัตถุประสงค์/ผลผลิต โปรดอธิบายการเปลี่ยนแปลง.....

กรมวิชาการเกษตร

บทที่ 3 ผลการศึกษา

3.1 ผลการดำเนินงานของโครงการ

การขยายพันธุ์กาแฟอะราบิกาลูกผสม F1ต้านทานราสนิม โดยวิธีโซมาติกเอมบริโอเจนิซีส

ผลของ 2,4-D.ร่วมกับBAPในระดับต่างๆต่อการต่อการชักนำการเกิดแคลลัสในกาแฟอะราบิกา

จากการนำใบอ่อนกาแฟ**อะราบิกา**ลูกผสม F1 พันธ์ 1/4 B3T3 (Caturra vermello x Sanramon) และพันธุ์ 1/1 B2T5 (Caturra vermello x K7) ที่ผ่านการอนุบาลในโรงเรือนเป็นระยะเวลา 4-6 เดือน มาฟอกฆ่าเชื้อที่ผิว แล้วตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมนำมาเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อบนอาหารสูตร MS ที่เติม ซูโครส 30 กรัม/ลิตร และเติม 2,4-D. ร่วมกับ BAP เพื่อชักนำการเกิดแคลลัส โดยนำไปเลี้ยงในสภาพมืด ที่อุณหภูมิ 27 องศาเซนเซียส เป็นเวลา 6-12 เดือน พบว่าหลังจากเลี้ยงเป็นเวลา 1 เดือน เริ่มมีแคลลัสเกิดขึ้นพันธุ์ พันธุ์1/1 B2T5 ให้เปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัสเฉลี่ยสูงสุด 62.5 เมื่อเลี้ยงในอาหารที่เติม 2,4-D 2.0 มก/ล ร่วมกับ BAP 1.0 มก/ล 2,4-D 1.0 มก/ล ร่วมกับ BAP 0.5 มก/ล และให้เปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัสเฉลี่ย 50 เมื่อเลี้ยงในอาหารที่เติม 2,4-D 1.0 มก/ล ร่วมกับ BAP 2.0 มก/ล 2,4-D 2.0 มก/ล ร่วมกับ BAP 1.5 มก/ล และ2,4-D 2.0 มก/ล ร่วมกับ BAP 2.0 มก/ล ที่ระดับ 2,4-D 2.0 มก/ล ร่วมกับ BAP 0.5 มก/ล และ 2,4-D 1.0 มก/ล ร่วมกับ BAP 1.0 มก/ล 2,4-D 1.0 มก/ล ร่วมกับ BAP 1.5 มก/ล เปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัสเฉลี่ย 37.5 และ 25 ตามลำดับ พันธุ์1/4 B3T3 ให้เปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัสเฉลี่ยสูงสุด เมื่อเลี้ยงในอาหารที่เติม 2,4-D 2.0 มก/ล ร่วมกับ BAP 1.0 มก/ล ตามด้วย 2,4-D 1.0 มก/ล ร่วมกับ BAP 0.5 มก/ล เป็น 95.83 และ 87.50 ตามลำดับ เมื่อเลี้ยงในอาหารที่เติม 2,4-D 1.0 มก/ล ร่วมกับ BAP 1.5 มก/ล ใน 2,4-D 2.0 มก/ล ร่วมกับ BAP 1.5 มก/ล ส่วนใน2,4-D 2.0 มก/ล ร่วมกับ BAP 0.5 มก/ล ให้เปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัสเฉลี่ย 75.0 70.83 และ 66.67 ตามลำดับ ที่ระดับ 2,4-D 1.0 มก/ล ร่วมกับ BAP 1.0 มก/ล ระดับ 2,4-D 2.0 มก/ล ร่วมกับ BAP 2.0 มก/ล และ 2,4-D 1.0 มก/ล ร่วมกับ BAP 2.0 มก/ล ให้เปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัสเฉลี่ย 50 45.83 และ 25 ตามลำดับ (ตารางที่ 1 และภาพที่ 1 – 4)

เมื่อคัดเลือกแคลลัสมาเลี้ยงเพื่อเพิ่มปริมาณให้พัฒนาต่อ ได้แคลลัสในปริมาณที่เพิ่มมากขึ้นเมื่อเปลี่ยนอาหารและเลี้ยงต่อเพื่อเพิ่มปริมาณเป็นเวลา 6-9 เดือน จากข้อมูลการเกิดและการพัฒนาของแคลลัสที่ได้จากการเลี้ยงใบกาแฟอะราบิกา พันธุ์1/1 B2T5 และพันธุ์1/4 B3T3 จะเห็นได้ว่าทั้งสองพันธุ์ มีการตอบสนองต่อ 2,4-D ร่วมกับ BAP ในระดับที่ต่างกัน ซึ่งอาจเกิดจากพันธุกรรมที่มีความแตกต่างกัน

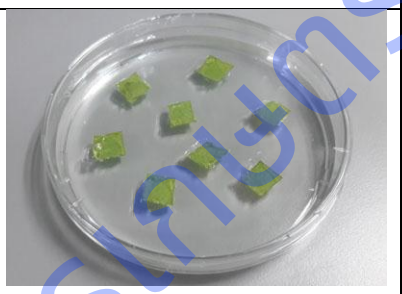
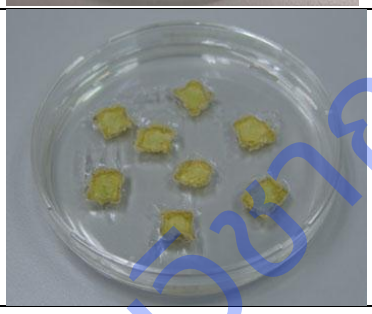
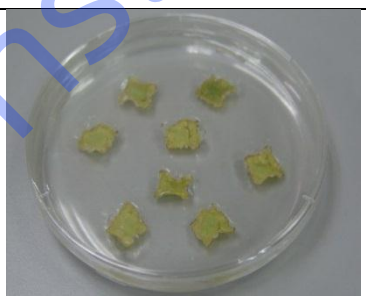
กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 1 เปอร์เซ็นต์การชักนำการเกิดแคลลัสและลักษณะคุณภาพแคลลัสจากการนำใบอ่อนกาแฟอะราบิกา ลูกผสม F1 พันธุ์ 1/1 B2T5และพันธุ์ 1/4 B3T3 ในอาหารสูตรMS ที่เติม2,4-D. ร่วมกับ BAP ในระดับต่างๆ

สูตรอาหาร	% เกิดแคลลัส	
	1/1 B2T5	1/4 B3T3
MS + 2,4-D 1.0 มก/ล+ BAP 0.5 มก/ล	62.5	87.5
MS + 2,4-D 1.0 มก/ล ร่วมกับ BAP 1.0 มก/ล	25.0	50.0
MS + 2,4-D 1.0 มก/ล ร่วมกับ BAP 1.5 มก/ล	25.0	75.0
MS + 2,4-D 1.0 มก/ล ร่วมกับ BAP 2.0 มก/ล	50.0	25.0
MS + 2,4-D 2.0 มก/ล ร่วมกับ BAP 0.5 มก/ล	37.5	66.67
MS + 2,4-D 2.0 มก/ล ร่วมกับ BAP 1.0 มก/ล	62.5	95.83
MS + 2,4-D 2.0 มก/ล ร่วมกับ BAP 1.5 มก/ล	50.0	70.33
MS + 2,4-D 2.0 มก/ล ร่วมกับ BAP 2.0 มก/ล	50.0	45.83

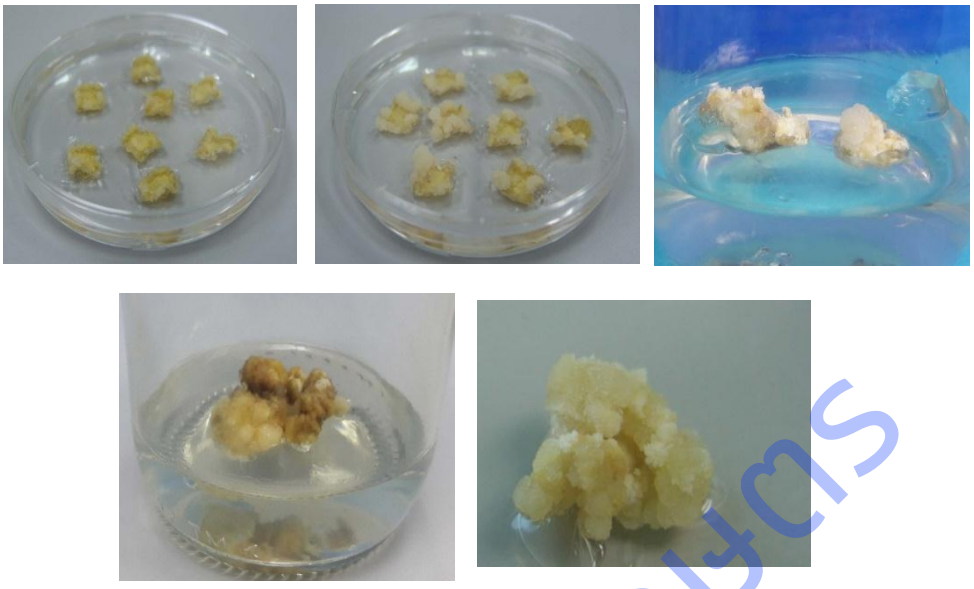
ภาพที่ 1 ต้นกาแฟกาแฟ**อะราบิกา**ลูกผสม F1 ต้านทานราสนิม จากศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ที่นำมาเลี้ยงในสภาพโรงเรือน เตรียมนำไปใช้ในการทดลอง

กรมวิชาการเกษตร

	¼ B3T3	1/1 B2T5
สัปดาห์ที่1		
สัปดาห์ที่3		

ภาพที่ 2 ใบอ่อนกาแฟ**อะราบิกา**ลูกผสม F1ต้านทานราสนิมพันธ์ 1/4 B3T3 (Caturra vermello x Sanramon) และ 1/1 B2T5 (Caturra vermello x K7) ที่นำมาเลี้ยงในอาหารชักนำการเกิดแคลลัสในสภาพปลอดเชื้อเป็นเวลา 3 สัปดาห์

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 3 การพัฒนาและการเกิดแคลลัสกาแฟอะราบิกาลูกผสม F1ต้านทานราสนิมพันธ์ 1/4 B3T3 (Caturra vermello x Sanramon) ที่ได้จากการนำใบอ่อนมาเลี้ยงในอาหารชักนำการเกิดแคลลัส ในสภาพปลอดเชื้อ เป็นเวลา 1-4 เดือน

ภาพที่ 4 การพัฒนาและการเกิดแคลลัสกาแฟอะราบิกาลูกผสม F1ต้านทานราสนิมพันธ์ 1/1 B3T3 (Caturra vermello x K7) ที่ได้จากการนำใบอ่อนมาเลี้ยงในอาหารชักนำการเกิดแคลลัส ในสภาพปลอดเชื้อ เป็นเวลา 1-4 เดือน

กรมวิชาการเกษตร

ผลของ BAP ในระดับต่างๆ ต่อการเกิดเอมบริโอจินิคแคลลัสหรือชักนำการเกิดเอมบริโอในกาแฟ อะราบิกา

จากการนำแคลลัสกาแฟ**อะราบิกา**ลูกผสม F1 ต้านทานราสนิม พันธ์ 1/4 B3T3 และ 1/1 B2T5 ที่ได้จากการพิ่มปริมาณและผ่านการคัดเลือกแคลลัสที่มีคุณภาพ ลักษณะแคลลัส มีสีเหลือง เป็นก้อนแข็ง เกาะกันหลวมๆ สามารถพัฒนาต่อได้ นำมาเลี้ยง เพื่อชักนำการเกิดเอมบริโอจินิคแคลลัส ในอาหารสูตร 1/2MS ที่เติมซูโครส 30 กรัม/ลิตรและและเติม BAP ที่ระดับความเข้มข้น 1.0 2.0 3.0 และ 4.0 มิลลิกรัม/ลิตร ที่อุณหภูมิ 27 องศาเซนเซียส พบว่าที่ระดับ BAP 3 มิลลิกรัม/ลิตร พันธุ์1/1 B2T5 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดเอมบริโอจินิคแคลลัสและชักนำการเกิดเอมบริโอสูงสุด ตามด้วย 2 4 และ 1มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ส่วนในพันธุ์1/4 B3T3 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดเอมบริโอจินิคแคลลัส และชักนำการเกิดเอมบริโอสูงสุดที่ระดับ BAP 4 มิลลิกรัม/ลิตร ตามด้วย 3 1 และ 2 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 2 – 5 และภาพที่ 5 – 6)

ตารางที่ 2 ผลของ BAP ต่อการชักนำการเกิดเอมบริโอจินิคแคลลัส ในกาแฟอะราบิกาลูกผสม F1ต้านทานราสนิมพันธ์ 1/1 B3T3 (Caturra vermello x K7) หลังจากที่นำมาเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อเป็นเวลา 12 เดือน

BAP (มก/ล)	การชักนำการเกิดเอมบริโอจินิคแคลลัส (เปอร์เซ็นต์)	นน.เอมบริโอจินิคแคลลัส/ทรีตเม็นต์ (มก.)
1.0	10.5	665 c
2.0	19.2	1070 ab
3.0	23.9	1389 a
4.0	14.6	869 bc

Cv= 29.25

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่ต่างกันในคอลัมภ์เดียวกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ 3 ผลของ BAP ต่อการชักนำการเกิดเอมบริโอจินิคแคลลัส ในกาแฟอะราบิกาลูกผสม F1ต้านทานราสนิมพันธ์ 1/4 B3T3 (Caturra vermello x Sanramon) หลังจากที่นำมาเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อเป็นเวลา 12 เดือน

BAP (มก/ล)	การชักนำการเกิดเอมบริโอจินิคแคลลัส %	นน.เอมบริโอจินิคแคลลัส/ทรีตเม็นต์ (มก.)
1.0	68	1100 b
2.0	21.8	1051 b
3.0	75	1127 b
4.0	87a	1682 a

กรมวิชาการเกษตร

Cv= 32.05

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่ต่างกันในคอลัมภ์เดียวกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ 4 ผลของ BAP ต่อการชักนำการเกิดเอมบริโอ ในกาแฟอะราบิกาลูกผสม F1 ต้านทานราสนิมพันธุ์ 1/1 B3T3 (Caturra vermello x K7) หลังจากที่นำมาเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อเป็นเวลา 14 เดือน

BAP (มก/ล)	เปอร์เซ็นต์ของชิ้นส่วนที่เกิดเอมบริโอ	ค่าเฉลี่ยจำนวนเอมบริโอ/ขวด
1.0	2	4.714b
2.0	5	5.571ab
3.0	13	7.000a
4.0	4	5.571ab

Cv= 30.9

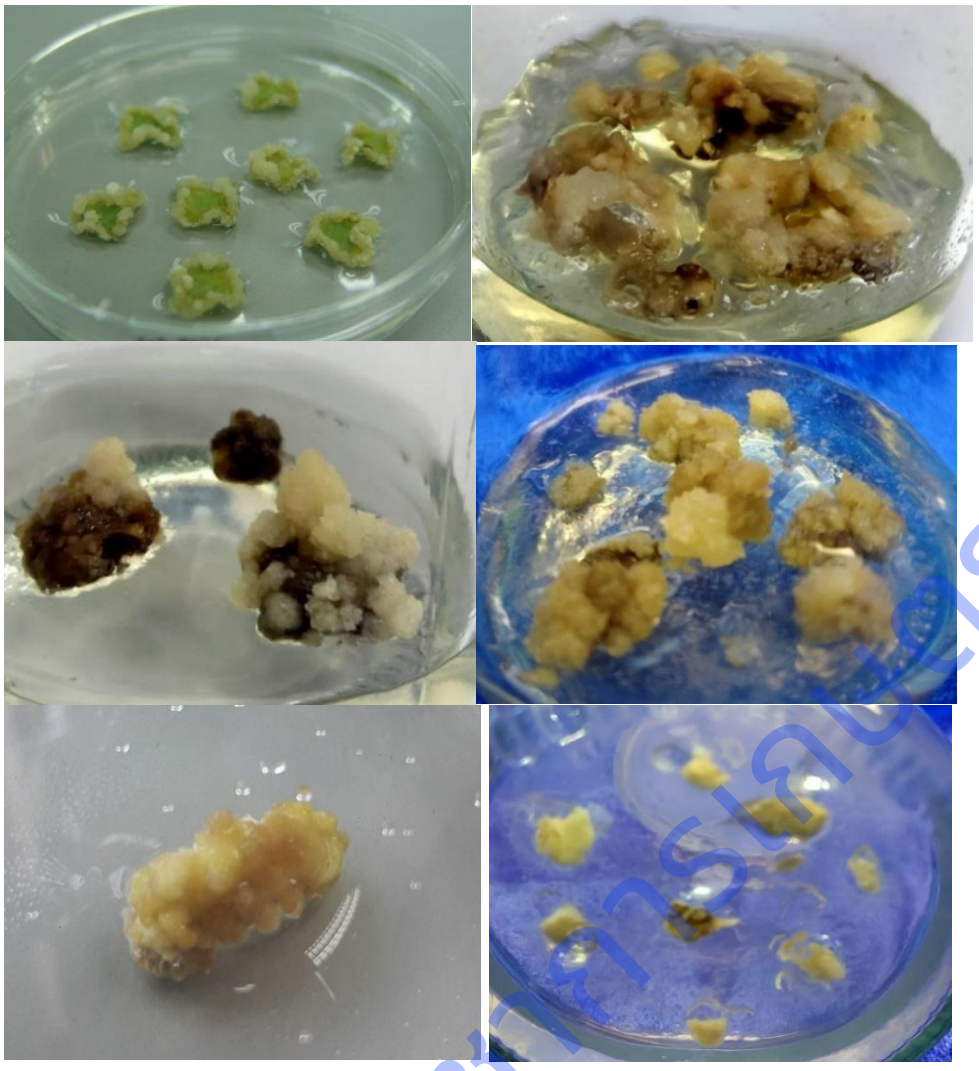
ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่ต่างกันในคอลัมภ์เดียวกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ 5 ผลของ BAP ต่อการชักนำการเกิดเอมบริโอ ในกาแฟอะราบิกาลูกผสม F1ต้านทานราสนิมพันธ์ 1/4 B3T3 (Caturra vermello x Sanramon) หลังจากที่นำมาเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อเป็นเวลา 14 เดือน

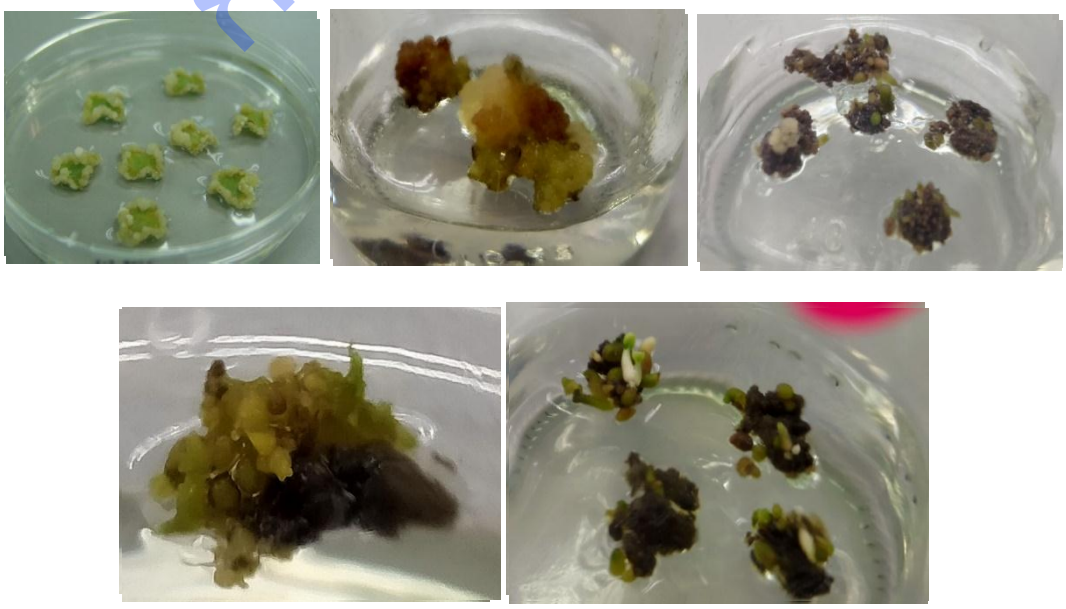
BAP mg/l	เปอร์เซ็นต์ของชิ้นส่วนที่เกิดเอมบริโอ	ค่าเฉลี่ยจำนวนเอมบริโอ/ขวด
1.0	20	12.166 b
2.0	6	8.333 b
3.0	25	25.33 ab
4.0	26	42.33 a

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่ต่างกันในคอลัมภ์เดียวกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 5 การเกิดและการพัฒนาของแคลลัสกาแฟอะราบิกาลูกผสม F1 ในระยะต่างๆ ที่ได้จากการนำใบอ่อนมาเลี้ยงในอาหารชักนำการเกิดแคลลัส เพิ่มปริมาณแคลลัส และชักนำการเกิดเอมบริโอจินิคแคลลัส



กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 6 การเกิดและการพัฒนาของแคลลัสกาแฟอะราบิกาลูกผสม F1 ในระยะต่างๆ ที่ได้จากการนำใบอ่อนมาเลี้ยงในอาหารชักนำการเกิดแคลลัส เพิ่มปริมาณแคลลัส และชักนำการเกิดเอมบริโอจินิคแคลลัส และการพัฒนาเป็นต้นอ่อน

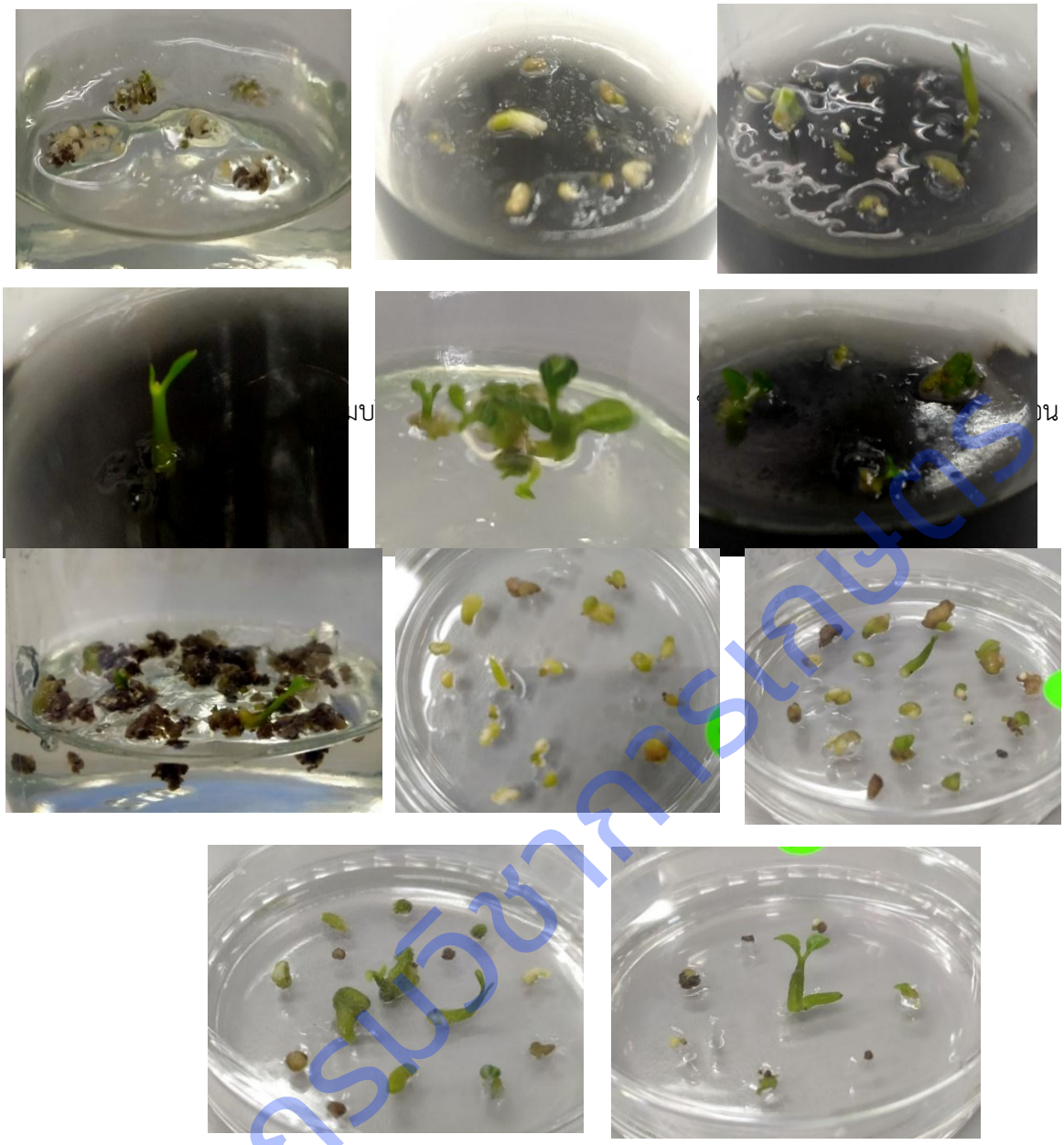
3. การพัฒนาเอมบริโอเป็นต้นอ่อนระยะที่มีใบเลี้ยง

จากการนำต้นอ่อนรูปตอปิโด ที่ย้ายไปเลี้ยงในอาหารแข็งสูตร MS+ BAP 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 2-3 เดือนพบว่าพันธุ์ 1/4 B3T3 และ1/1 B2T5 มีเปอร์เซ็นต์การงอกเกิดได้ต้นอ่อนที่มีความสูง 0.3-1 เซนติเมตร มีใบจริง 2 ใบ เป็น 19.5 และ 55.07 ตามลำดับ สำหรับนำไปเลี้ยงต่อเพื่อให้ได้ต้นอ่อนที่โตพร้อมสำหรับย้ายไปอนุบาลในเรือนเพาะชำทั้งนี้ยังอยู่ระหว่างดำเนินการหาวิธีที่เหมาะสมต่อไป (ตารางที่ 2.29 และ (ภาพที่ 2.10 – 2.13)

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การพัฒนาเอมบริโอเป็นต้นอ่อนระยะที่มีใบเลี้ยงที่มีความสูง 0.3-1 เซนติเมตร ในกาแฟอะราบิกาลูกผสม F1 พันธุ์ 1/1 B2T5และพันธุ์ 1/4 B3T3

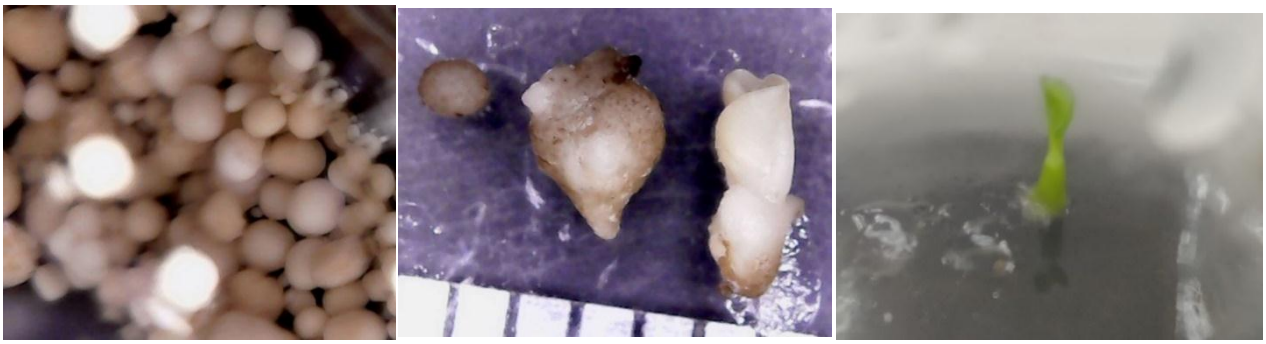
พันธุ์	จำนวนเอมบริโอ/นน.1กรัม	จำนวนเต้นอ่อนที่พัฒนา	เปอร์เซ็นต์การงอกเกิดเป็นต้นอ่อน
1/1B2T5	30	6	19.5
1/4B3T3	69	38	55.07

กรมวิชาการเกษตร

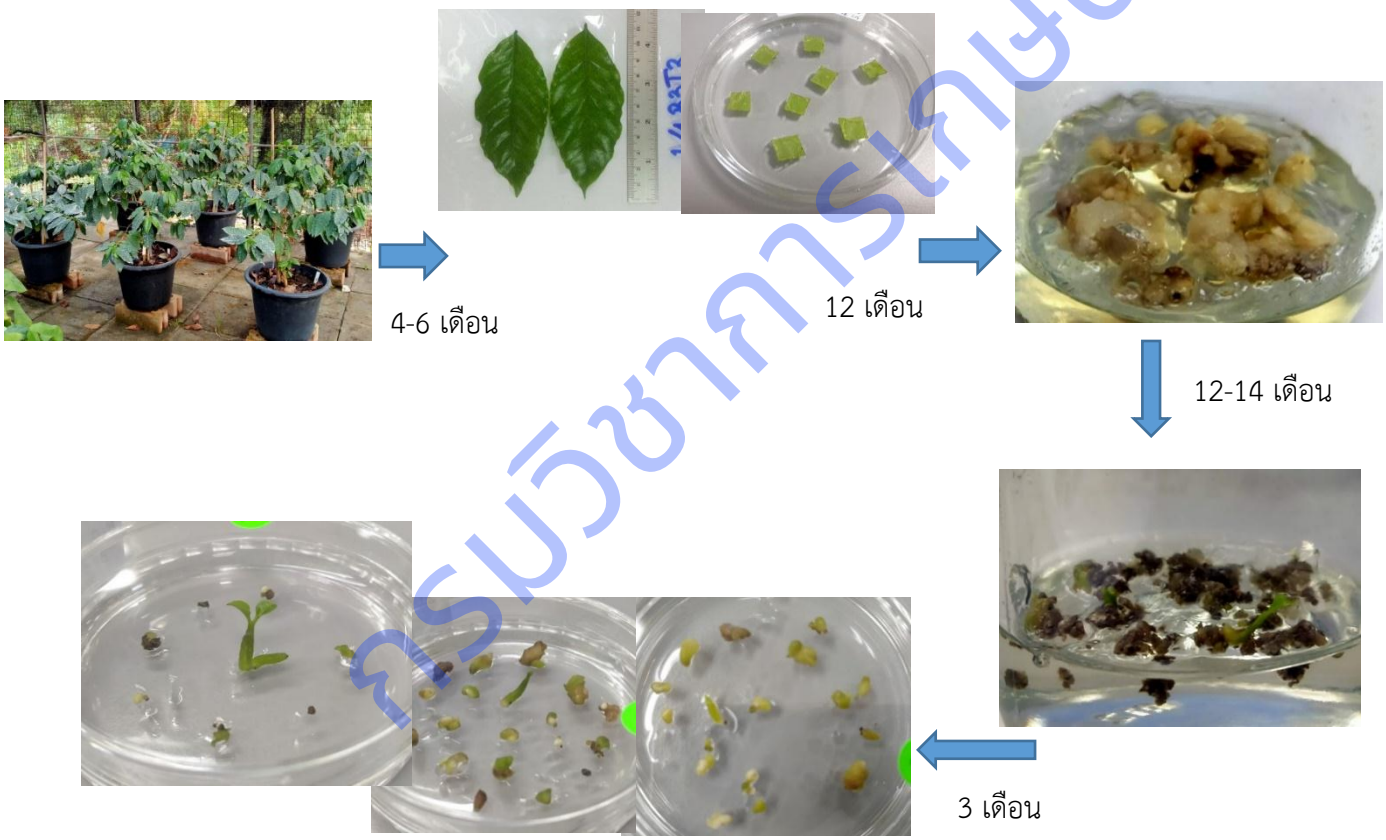


ภาพที่ 8 การเกิดและการพัฒนาของเอมบริโอ กาแฟอะราบิกาลูกผสม 1/4B3T3 ในระยะต่างๆ จนเป็นต้น อ่อนที่มีใบจริง 2 ใบ

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 9 การเกิดและการพัฒนาของเอมบริโอ กาแฟอะราบิกาลูกผสม 1/1B2T5 ในระยะต่างๆ จนเป็นต้นอ่อนที่มีใบจริง 2ใบ



ภาพที่ 10 การเกิดและการพัฒนาของแคลลัสกาแฟอะราบิกาลูกผสม ในระยะต่างๆที่ได้จากการนำใบอ่อนมาเลี้ยงในอาหารชักนำการเกิดแคลลัส เพิ่มปริมาณแคลลัส ชักนำการเกิดเอมบริโอจินิคแคลลัสและการพัฒนาเป็นต้นอ่อน

กรมวิชาการเกษตร

การทดสอบการจัดการปุ๋ยเคมีในสวนกาแฟอาราบิกาแบบเกษตรกรมีส่วนร่วม

ผลการวิเคราะห์สมบัติของดินเบื้องต้นแปลงปลูกกาแฟ

จากการเก็บตัวอย่างดินจากแปลงเกษตรกรและแปลงทดลองก่อนการจัดการปุ๋ยเคมีในสวนกาแฟอาราบิกาในพื้นที่ จ.เชียงราย และเชียงใหม่วิเคราะห์สมบัติของดินเบื้องต้นพบว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) อยู่ระหว่าง 4.5-5.8 (ตารางที่ 7) ดินส่วนใหญ่มีความเป็นกรดซึ่งเหมาะสมสำหรับการปลูกกาแฟที่มีค่า pH ของดิน 4.5-6.5 และค่า pH ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกาแฟคือ 5.0-5.5 เพราะจะควบคุมความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดินให้อยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ (สถาบันวิจัยพืชสวน, 2553) อินทรียวัตถุ (OM) 1.17-3.90% และมีแปลงทดลองจำนวน 1 แปลงที่มีค่าสูงมาก ปริมาณธาตุอาหารฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P_2O_5) มีค่าระหว่าง 2-99 มิลลิกรัม/กิโลกรัม โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable K_2O) 58-500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (ตารางที่ 7) จากผลวิเคราะห์ดินดังกล่าวดินมีความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับปานกลางถึงสูงต้นกาแฟสามารถเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ดีซึ่งสอดคล้องกับ Haaree, 1956 รายงานว่าดินที่เหมาะสมในการปลูกกาแฟอาราบิกาควรเป็นดินที่มีความเป็นกรด ค่า pH ดินอยู่ระหว่าง 4.2-5.1 มีอินทรียวัตถุสูง และมีโพแทสเซียม

ผลการตอบสนองของการใส่ปุ๋ยเคมีต่อผลผลิตกาแฟ การใส่ปุ๋ยอัตราแนะนำหรือปุ๋ยทดสอบ ประกอบด้วย ปุ๋ย 46-0-0 84 กก. 18-46-0 26 กก. และปุ๋ย 0-0-60 43 กก./ไร่/ปี น้ำหนักผลสดกาแฟเฉลี่ย 1,927.1 กก./ไร่ เมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยเกษตรกร 1,477.2 กก./ไร่ เมื่อนำผลผลิตสดมาแปรรูปพบว่า การใส่ปุ๋ยอัตราแนะนำให้น้ำหนักกะลาสด 829.8 กก./ไร่ สูงกว่าการใส่ปุ๋ยเกษตรกรให้น้ำหนักกะลาสด 580.2 กก./ไร่ ผลการบันทึกน้ำหนักกะลาแห้งการใส่ปุ๋ยอัตราแนะนำให้น้ำหนักกะลาแห้ง 359.6 กก./ไร่ สูงกว่าการใส่ปุ๋ยเกษตรกรให้น้ำหนักกะลาแห้ง 261.9 กก./ไร่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 8) ที่เป็นดังนี้เพราะการใส่ปุ๋ยอัตราแนะนำเป็นการใส่ปุ๋ยที่ตรงตามความต้องการธาตุอาหารของกาแฟ ดังผลการทดลองของศศิธร และคณะ, 2563 รายงานว่า ความต้องการธาตุอาหารของกาแฟต่อการให้ผลผลิต 2 ตัน/ไร่คือ ไนโตรเจน (N) 43 กก. ฟอสเฟต (P_2O_5) 12 กก. และโพแทส (K_2O) 26 กก./ไร่/ปี สัดส่วนของ $N:P_2O_5:K_2O$ เท่ากับ 4:1:3 ในขณะที่การใส่ปุ๋ยเกษตรกร อ.แม่สรวย จ.เชียงราย ใส่ปุ๋ย 15-15-15 50 กก. 46-0-0 66 กก. และ 13-13-21 66 กก./ไร่/ปี เมื่อคำนวณปริมาณธาตุอาหารประกอบด้วย N 47 กก. P_2O_5 16 กก. และ K_2O 21.4 กก./ไร่/ปี จะเห็นว่าต้นกาแฟได้รับโพแทสเซียมน้อยเกินไป เกษตรกรเขตอ.เมือง และอ.แม่ลาวมีการใส่ปุ๋ย15-15-15 46-0-0 และ 13-13-21 อัตราอย่างละ 50 กก./ไร่/ปี เมื่อคำนวณปริมาณธาตุอาหารประกอบด้วย N 37 กก. P_2O_5 14 กก. และ K_2O 18 กก./ไร่/ปี (ตารางที่ 9) จะเห็นว่าต้นกาแฟได้รับธาตุอาหารไนโตรเจนและโพแทสเซียมน้อยกว่าความต้องการธาตุอาหารทำให้ผลผลิตที่ได้ต่ำกว่าปุ๋ยอัตราแนะนำ ซึ่งธาตุอาหาร N และ K จะทำให้พืชมีการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตที่ดี (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2523) จึงทำให้ผลการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างเด่นชัด

ผลตอบแทนที่ได้จากการขายผลผลิตและต้นทุนค่าปุ๋ยเคมี รายได้จากการขายผลผลิตกาแฟสด การใส่ปุ๋ยอัตราแนะนำและการใส่ปุ๋ยเกษตรกรเท่ากับ 48,178 และ 36,930 บาท/ไร่ (ตารางที่ 10) ต้นทุนค่าปุ๋ย 2,434 และ 3,060 บาท/ไร่ ทำให้ผลตอบแทนหลังหักต้นทุนค่าปุ๋ยเคมีแล้วการใส่ปุ๋ยอัตราแนะนำมีผลตอบแทน 45,744 บาท เปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยแบบเดิมได้ผลตอบแทนเพียง 33,870 บาท/ไร่ เท่านั้นถ้าเกษตรกรใส่ปุ๋ยอัตรา

แนะนำผลตอบแทนเพิ่มขึ้นจากเดิม 11,847 บาท/ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 26 และต้นทุนค่าปุ๋ยเคมีลดลง ร้อยละ 25.8

ดังนั้นเกษตรกรผู้ปลูกกาแฟอาราบิกาในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนควรใส่ปุ๋ยอัตราแนะนำคือปุ๋ย 46-0-0 84 กก. 18-46-0 26 กก. และปุ๋ย 0-0-60 43 กก./ไร่/ปี แบ่งใส่ 3 ครั้งๆ ละเท่าๆ กัน คือ 1) หลังตัดแต่งกิ่ง มค.-กพ. 2) หลังติดผล พค. และ 3) ผลขยายขนาด สค.

ตารางที่ 7 ผลวิเคราะห์สมบัติของดินเบื้องต้นแปลงเกษตรกรและแปลงทดสอบในศูนย์วิจัยฯ จ.เชียงราย และ จ.เชียงใหม่ก่อนการใส่ปุ๋ยเคมี ปี 2563

สถานที่	ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	อินทรียวัตถุ (OM,%)	ฟอสฟอรัส	โพแทสเซียม
			--------มิลลิกรัม/กิโลกรัม-------	
แปลงที่ 1	5.4	3.35	17	500
แปลงที่ 2	5.4	2.08	44	325
แปลงที่ 3	5.4	3.90	26	300
แปลงที่ 4	5.8	สูงมาก	88	203
แปลงที่ 5	5.1	3.77	14	158
แปลงที่ 6	4.7	3.12	11	110
แปลงที่ 7	5.4	1.17	5	76
แปลงที่ 8	4.5	2.21	2	58
แปลงที่ 9	5.0	3.67	29	-
แปลงที่ 10	4.8	3.63	99	-
ดินทั่วไป	6-7	2.5-3.0	26-42	130

ตารางที่ 8 น้ำหนักผลสด กะลาสด และกะลาแห้งของกาแฟอาราบิกาเมื่อได้รับปุ๋ยทดสอบและปุ๋ยเกษตรกร จ.เชียงราย และ จ.เชียงใหม่ ปี 2564

กรรมวิธี	น้ำหนักผลสด	น้ำหนักกะลาสด	น้ำหนักกะลาแห้ง
	----------กิโลกรัม/ไร่----------		
ปุ๋ยเกษตรกร	1,477.2	580.2	261.9
ปุ๋ยทดสอบ	1,927.1	829.8	359.6
t-test	*	*	*

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 9 ปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในปุ๋ยทดสอบและปุ๋ยเกษตรกรในแปลงทดสอบการจัดการปุ๋ยปี 2564

ปุ๋ยเคมี	ปริมาณธาตุอาหารรับรอง (กก.)		
	N	P_2O_5	K_2O
ปุ๋ยทดสอบ 46-0-0 84 กก. 18-46-0 26 กก. 0-0-60 43 กก.	43	12	26
ปุ๋ยเกษตรกร 1 46-0-0 66 กก. 15-15-15 50 กก. 13-13-21 66 กก.	47	16	21
ปุ๋ยเกษตรกร 2 46-0-0 50 กก. 15-15-15 50 กก. 13-13-21 50 กก.	37	14	18

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 10 ผลผลิตกาแฟสด รายได้ ต้นทุนค่าปุ๋ยเคมี และผลตอบแทนหลังหักต้นทุนค่าปุ๋ยจากการทดสอบในแปลงเกษตรกร ปี 2564

กรรมวิธี	น้ำหนักผลสด	รายได้	ต้นทุนค่าปุ๋ยเคมี	ผลตอบแทน
	กก./ไร่	----------บาท/ไร่----------		
ปุ๋ยเกษตรกร	1,477.2	36,930	3,060	33,870
ปุ๋ยทดสอบ	1,927.1	48,178	2,434	45,744

ราคากาแฟผลสดปี 2564 25 บาท/กก.

ปุ๋ยเกษตรกร 46-0-0 66 กก. 15-15-15 50 กก. และ 13-13-21 66 กก.

ปุ๋ยทดสอบ 46-0-0 84 กก. 18-46-0 26 กก. และ 0-0-60 43 กก.

ราคาปุ๋ยเคมี ปี 2564

46-0-0	750 บาท/50 กก.
18-46-0	1,100 บาท/50 กก.
0-0-60	700 บาท/50 กก.
15-15-15	830 บาท/50 กก.
13-13-21	930 บาท/50 กก.

กรมวิชาการเกษตร

3.2 ผลผลิตที่เกิดขึ้นจริง (Output)

ผลผลิตตามคำรับรอง	จำนวน	หน่วยนับ	ผลผลิตที่เกิดขึ้นจริง	จำนวน	หน่วยนับ	รายละเอียดผลผลิต (พร้อมแนบหลักฐาน)	เชิงคุณภาพ
1. องค์ความรู้	2	เรื่อง	**1. องค์ความรู้**	2	เรื่อง	1.เทคโนโลยีการจัดการปุ๋ยที่ผ่านการทดสอบในศูนย์วิจัยฯและแปลงเกษตรกร: คำแนะนำการใส่ปุ๋ยกาแฟอาราบิกาในพื้นที่ภาคเหนือคือ ใส่ปุ๋ย N 43 กก./ไร่ (46-0-0 84 กก./ไร่) P2O5 12 กก./ไร่ (18-46-0 26 กก./ไร่) และ K2O 26 กก./ไร่ (0-0-60 43 กก./ไร่) แบ่งใส่ 3 ครั้ง ครั้งที่ 1 หลังตัดแต่งกิ่งเดือน มกราคม - กุมภาพันธ์ ครั้งที่ 2 หลังติดผลเดือน พฤษภาคม และครั้งที่ 3 ผลขยายขนาด เดือน สิงหาคม 2.การลดต้นทุนการผลิตในด้านปัจจัยการผลิตที่เกษตรกรสามารถปฏิบัติได้: การใส่ปุ๋ยอัตราแนะนำมีผลตอบแทน 45,744 บาท/ไร่สูงกว่าการใส่ปุ๋ยของเกษตรกร 11,874 บาท/ไร่ คิดเป็นร้อยละ 26.0 ต้นทุนค่าปุ๋ยเคมีลดลงร้อยละ 25.8	เกษตรกรสามารถลดการใช้ปุ๋ย โดยให้ปุ๋ยในอัตราและช่วงเวลาที่เหมาะสม ในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตกาแฟอะราบิกาได้ สามารถลดต้นทุนค่าปุ๋ยได้ร้อยละ 25.8
2. ต้นแบบผลิตภัณฑ์			**2. ต้นแบบผลิตภัณฑ์**				
2.1 ระดับภาคสนาม	1	ต้นแบบ	2.1 ระดับภาคสนาม	2	ต้นแบบ	เทคโนโลยีการขยายพันธุ์กาแฟอะราบิกา: กาแฟอะราบิกาลูกผสม F1 ต้านทานราสนิม พันธุ์ 1/4 B3T3 (Caturra vermello x Sanramon) และ 1/1 B2T5 (Caturra vermello x K7)โดยการนำชิ้นส่วนของใบอ่อนมาเพาะเลี้ยงสามารถชักนำให้เกิดการพัฒนาเป็นต้นใหม่ได้ โดยอาศัยกระบวนโซมาติกเอมบริโอเจนิซีส ได้ต้นอ่อนที่มีใบจริง	ได้แนวทางในการพัฒนาจากใบอ่อนโดย somatic embryogenesis ของกาแฟอะราบิกาพันธุ์ 1/4 B3T3 (Caturra vermello x Sanramon) และ 1/1 B2T5 (Caturra vermello x K7)

กรมวิชาการเกษตร

3.3 ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริง (Outcome) (ถ้ามี)

ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริง	ปีที่เกิดผลลัพธ์
1. ได้คำแนะนำการใส่ปุ๋ยในสัดส่วนและอัตราที่เหมาะสมและถูกต้องแก่เกษตรกรผู้ปลูกกาแฟอะราบิกาในพื้นที่ภาคเหนือ คือ ปุ๋ย N 43 กก./ไร่ (46-0-0 84 กก./ไร่) P2O5 12 กก./ไร่ (18-46-0 26 กก./ไร่) และ K2O 26 กก./ไร่ (0-0-60 43 กก./ไร่) แบ่งใส่ 3 ครั้ง ครั้งที่ 1 หลัง ตัดแต่งกิ่งเดือน มกราคม - กุมภาพันธ์ ครั้งที่ 2 หลังติดผลเดือน พฤษภาคม และครั้งที่ 3 ผลขยายขนาด เดือน สิงหาคม โดยนำไปถ่ายทอดในการฝึกอบรมเกษตรกรและจัดทำวีดีทัศน์	2564
2. เกษตรกรได้รับเทคโนโลยีในการจัดการปุ๋ยในสวนกาแฟอะราบิกา สามารถลดต้นทุนค่าปุ๋ยลงจากเดิมอย่างน้อย 20 % โดยเกษตรกรได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีการใส่ปุ๋ย และนำไปใช้จจริงสามารถลดต้นทุนปุ๋ยลงร้อยละ 25.8	2564
3. ได้เทคโนโลยีการชักนำใบอ่อนโดย somatic embrygenesis ของกาแฟอะราบิกาต้านทานโรคราสนิมลูกผสม F1 ได้ต้นอ่อนที่มีใบจริง	2564

3.4 ผลกระทบที่เกิดขึ้นจริง (Impact) (ถ้ามี)

ผลกระทบที่เกิดขึ้นจริง	ปีที่เกิดผลกระทบ
ด้านเศรษฐกิจ : เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น	2564
ด้านสังคม : เกษตรกรรับเทคโนโลยีในการใส่ปุ๋ยอย่างถูกวิธีและนำไปใช้ประโยชน์สามารถลดต้นทุนการผลิต	2564

3.5 การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1) จัดการถ่ายทอดการจัดการธาตุอาหารในสวนกาแฟอาราบิ**กา** โดยบุคคลเป้าหมายได้แก่ เกษตรกร/กลุ่มเกษตรกรในพื้นที่ และผู้สนใจอื่นๆ และทำการประชาสัมพันธ์ทางสื่อต่างๆ เพื่อเผยแพร่ผลงาน

2) จัดทำเอกสารองค์ความรู้ที่ได้จากงานวิจัยเพื่อเผยแพร่ ในรูปแบบ วีดีทัศน์

ด้านวิชาการ โดยใคร เกษตรกรผู้ปลูกกาแฟ

อย่างไร (1) การอบรมเกษตรกรในเทคโนโลยีการใส่ปุ๋ย

(2) การจัดทำวีดีทัศน์ การผลิตกาแฟอะราบิกา

..

กรมวิชาการเกษตร

บทที่ 4 สรุปผลและอภิปรายผล

สรุปผลและอภิปรายผล

อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง การคายน้ำ ประสิทธิภาพการใช้น้ำของใบกาแฟในสภาพร่มเงาต่างๆมีค่าค่อนข้างต่ำ โดยมีการตอบสนองต่อแสงในรอบวันที่คล้ายคลึงกัน โดยจะมีความแปรปรวนค่อนข้างสูงในรอบวันตามปริมาณความเข้มแสงที่เรือนพุ่มได้รับ

อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง การคายน้ำ ประสิทธิภาพการใช้น้ำของใบกาแฟจะต่ำในระยะหลังเก็บเกี่ยวและเพิ่มขึ้นในระยะออกดอกและติดผล

ความเข้มแสงที่ทำให้เกิดอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิสูงสุด (Light saturation point) ของใบกาแฟที่ปลูกในสภาพร่มเงาในแต่ละระยะการเจริญเติบโตในพื้นที่ต่างๆ และมีความเข้มแสงที่สำให้อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงเท่ากับอัตราการหายใจ (Light compensation point)

ด้านดัชนีพื้นที่ใบมีการเปลี่ยนแปลงคล้ายคลึงกันในแต่ละพื้นที่ โดยจะมีค่าเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยในระยะออกดอกและเพิ่มขึ้นในระยะติดผล

การปลูกพืชร่มเงาที่มี ต้นสูง ทรงพุ่มหนาทึบ เช่น มะคาเดเมีย นางพญาเสือโคร่ง หรือระบบวนเกษตร มีผลทำให้กาแฟได้รับความเข้มแสงต่ำจนมีค่าใกล้เคียงศูนย์จากความเข้มแสงปกติ เมื่อเทียบกับพืชร่วมที่มีลำต้นสูงทรงพุ่มโปร่ง เช่น ซิลเวอร์โอ๊ค พืชตระกูลกระถินที่กาแฟจะได้รับความเข้มแสงที่สูงกว่า ดังนั้นในการปลูกพืชร่วมกาแฟควรพิจารณาชนิดพืชที่มีเรือนยอดหรือการแผ่กิ่งก้านไม่ใหญ่เกินไป หากเป็นไม้ผลไม้ยืนต้นที่มีทรงพุ่มหรือใบหนาทึบ ควรมีการตัดแต่งกิ่งและควบคุมทรงพุ่มเพื่อให้ได้รับแสงที่เหมาะสม ในกรณีที่มีการปลูกกาแฟร่วมในระบบวนเกษตรควรตัดแต่งกิ่งพืชร่วมกาแฟให้กลางทรงพุ่มโปร่ง และเน้นตัดแต่งในทิศที่ได้รับความเข้มแสงน้อย โดยสามารถใช้แอปพลิเคชั่นในการวัดความเข้มแสงให้ได้ค่าที่เหมาะสม เช่น แอปพลิเคชั่น Korona สำหรับระบบปฏิบัติการ ios ที่สามารถวัดพลังงานแสง ได้ค่อนข้างเที่ยงตรง

การให้น้ำกับต้นกาแฟอะราบิกาในช่วงฤดูแล้ง (เดือนกุมภาพันธ์ ถึงพฤษภาคม) หลังทำการตัดแต่งกิ่ง ในปริมาณที่มากเพียงพอ ทำให้ต้นกาแฟมีการเจริญเติบโตด้านความสูง ขนาดของลำต้น ขนาดทรงพุ่มและการติดดอกที่ดีกว่าต้นกาแฟที่ไม่มีการให้น้ำ

ต้นกาแฟอะราบิกาที่ได้รับน้ำอย่างเพียงพอในช่วงของการเจริญพัฒนาทางผลผลิต ในช่วงฤดูแล้ง ต้นกาแฟมีจำนวนผลต่อข้อ จำนวนการติดผล ขนาดของกาแฟผลสดและกาแฟกะลา และผลผลิตต่อต้นที่สูงกว่าต้นกาแฟที่ไม่มีการให้น้ำ

น้ำเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญปัจจัยหนึ่ง ในระบบการปลูกกาแฟ ดังนั้นการนำระบบการให้น้ำที่เพียงพอในช่วงฤดูแล้ง เข้ามาใช้ในการผลิตกาแฟอะราบิกา จะเป็นตัวช่วยส่งเสริมให้การผลิตกาแฟอะราบิกาให้ได้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น อีกทั้งสามารถนำไปปรับใช้ในพื้นที่ที่ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยไม่เพียงพอต่อการปลูกกาแฟได้อีกทางหนึ่ง

กรมวิชาการเกษตร

กาแฟอะราบิกาสายพันธุ์ H.528/46 ML2/10-29-65-23 สามารถชักนำให้ชิ้นส่วนใบอ่อนสร้าง embryogenic callus และ direct embryos ด้วยอาหารสูตร MS/4 + IAA 5 mg/L และสามารถผลิตต้นกล้าจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อด้วยวิธี somatic embryogenesis และได้ต้นกล้าที่อนุบาลในถุงดำจำนวน 266 ต้น

ปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน (N) ในใบกาแฟพบมีค่าสูง 2.85-4.38 % ฟอสฟอรัส (P) ต่ำมาก 0.06-0.14 % โพแทสเซียม (K) ปานกลาง 1.42-3.06 % แมงกานีส (Mn) สูงมาก 175-328 mg/kg ส่วนดินปลูกกาแฟ ดินเป็นกรดค่า pH 5.1-5.5 ปริมาณธาตุอาหารฟอสฟอรัส (P) ปานกลาง-สูง มีค่า 27-213 ธาตุโพแทสเซียมสูงมาก 434-690 แคลเซียม (Ca) ปานกลาง-สูง 918-2,007 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ส่วนโบรอน (B) มีค่าต่ำ ในเมล็ดกาแฟมี N สูง 2.75% ส่วนเปลือกนอกมี K สูงกว่าส่วนอื่นๆ โดยพบสูงถึง 2.8%

ประเมินความต้องการธาตุอาหาร N P_2O_5 และ K_2O ของกาแฟ พบว่า ต้องการ 43 12 และ 26กก./ไร่/ปี ต่อการให้ผลผลิต 2 ตัน/ไร่ สัดส่วนของความต้องการธาตุอาหาร N:P_2O_5:K_2O เท่ากับ 4:1:3

การใส่ปุ๋ยอัตราตามความต้องการธาตุอาหารตามความต้องการธาตุอาหารของกาแฟคือ ปุ๋ยไนโตรเจน 43 กก./ไร่ ฟอสเฟต 12 กก./ไร่ และโพแทส 26 กก./ไร่ ให้น้ำหนักผลสดเฉลี่ย 3 ปี 1,430.7 น้ำหนักสดกะลา 520.7 และน้ำหนักแห้งกะลา 252.3 กก./ไร่ ซึ่งสูงกว่าการใส่ปุ๋ย 15-15-15 ร่วมกับ 13-13-21 อัตรา 100 กก./ไร่ น้ำหนักผลสด 1,060 น้ำหนักสดกะลา 379.3 และน้ำหนักแห้งกะลา 185.0 กก./ไร่

การใส่ปุ๋ยอัตราตามความต้องการธาตุอาหารและ สูงกว่าอัตราตามความต้องการธาตุอาหาร 1.5 เท่า มีผลให้น้ำหนักเมล็ดกาแฟ 100 เมล็ดสูงสุด และขนาดเมล็ดกาแฟเกรด 1 (≥7.1 มม.) สูงถึง 42-55% เมื่อเทียบกับการใส่ปุ๋ย 15-15-15 ขนาดเมล็ดกาแฟเกรด 1 25-42.5%

ผลตอบแทนจากการใส่ปุ๋ยอัตราตามความต้องการธาตุอาหารสูงสุดเท่ากับ 16,130 บาท/ไร่ มีรายได้สูงกว่าการใส่ปุ๋ย 15-15-15 5,510 บาท/ไร่ ต้นทุนค่าปุ๋ยลดลง 21.7% และเกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น 34.2%

คำแนะนำการใส่ปุ๋ยกาแฟอาราบิกาในพื้นที่ภาคเหนือคือ ใส่ปุ๋ย N 43 กก./ไร่ (46-0-0 84 กก./ไร่) P_2O_5 12 กก./ไร่ (18-46-0 26 กก./ไร่) และ K_2O 26 กก./ไร่ (0-0-60 43 กก./ไร่) แบ่งใส่ 3 ครั้ง ครั้งที่ 1 หลัง ตัดแต่งกิ่งเดือน มกราคม - กุมภาพันธ์ ครั้งที่ 2 หลังติดผลเดือน พฤษภาคม และครั้งที่ 3 ผลขยายขนาด เดือน สิงหาคม

ในพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง การเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนให้มากกว่าอัตราแนะนำ สามารถดำเนินการได้ เนื่องจากพื้นที่สูงมีการชะล้างพังทลายของดินและปริมาณฝนมาก ไนโตรเจนมีโอกาสสูญเสียไปได้ง่าย ไม่ควรใส่ปุ๋ยในครั้งเดียวคราวละมากๆ ควรแบ่งใส่ตามระยะการเจริญเติบโตของพืช เพื่อเป็นการลดต้นทุนและเพิ่มผลผลิตให้ได้ตามต้องการ

จากการศึกษาการขยายพันธุ์กาแฟ**อะราบิกา**ลูกผสม F1 ต้านทานราสนิม พันธ์ 1/4 B3T3 (Caturra vermello x Sanramon) และ 1/1 B2T5 (Caturra vermello x K7)โดยการนำชิ้นส่วนของใบอ่อนมาเพาะเลี้ยงสามารถชักนำให้เกิดการพัฒนาเป็นต้นใหม่ได้ โดยอาศัยกระบวนโซมาติกเอมบริโอเจนิซีส ได้ต้นอ่อนที่มีใบจริงสำหรับนำไปเลี้ยงต่อเพื่อให้ได้ต้นอ่อนที่โตพร้อมสำหรับย้ายไปอนุบาลในเรือนเพาะชำ ทั้งนี้ยังอยู่ระหว่างดำเนินการหาวิธีที่เหมาะสมต่อไป

กรมวิชาการเกษตร

การใส่ปุ๋ยอัตราแนะนำผลผลิตน้ำหนักสด น้ำหนักกะลาสด และน้ำหนักกะลาแห้งเฉลี่ย 1,927.1, 829.8 และ 359.6 กก./ไร่ สูงกว่าการใส่ปุ๋ยของเกษตรกร ซึ่งให้ผลผลิต 1,477.2, 580.2 และ 261.9 กก./ไร่ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การใส่ปุ๋ยอัตราแนะนำมีผลตอบแทน 45,744 บาท/ไร่สูงกว่าการใส่ปุ๋ยของเกษตรกร 11,874 บาท/ไร่ คิดเป็นร้อยละ 26.0 ต้นทุนค่าปุ๋ยเคมีลดลงร้อยละ 25.8

คำแนะนำเทคโนโลยีการจัดการปุ๋ยกาแฟควรใส่ในอัตราแนะนำ ดังนี้ ไนโตรเจน 43 กก. ฟอสเฟต 12 กก. และโพเทส 26 กก./ไร่/ปี หรือปุ๋ย 46-0-0 84 กก./ไร่ (70 g/ต้น/ครั้ง)
18-46-0 26 กก./ไร่ (22 g/ต้น/ครั้ง)
0-0-60 43 กก./ไร่ (36 g/ต้น/ครั้ง)
แบ่งใส่ 3 ครั้งดังนี้ 1) หลังตัดแต่งกิ่ง มค.-กพ. 2) หลังติดผล พค. และ 3) ผลขยายขนาด สค.

การศึกษาโรคแอนแทรคโนส (Anthracnose) ของกาแฟอะราบิกา โดยการสำรวจเก็บตัวอย่างกิ่ง ใบและผลกาแฟที่แสดงอาการโรค จากพื้นที่ปลูกกาแฟอะราบิกาในพื้นที่จังหวัดเชียงราย เชียงใหม่ น่าน แม่ฮ่องสอน ลำปาง เลย และ เพชรบูรณ์ รวมจำนวน 31 ตัวอย่าง นำมาแยกเชื้อ พิสูจน์โรคศึกษาลักษณะทางสัณฐานและศึกษาชีววิทยา ผลการศึกษาพบว่าเชื้อรา *Colletotrichum* spp. ที่แยกได้ทั้งหมด 14 ไอโซเลต เมื่อนำมาพิสูจน์โรคโดยการปลูกเชื้อให้กับต้นกล้ากาแฟ ต้นกล้ากาแฟเริ่มแสดงอาการแผลสีดำหลังปลูกเชื้อได้ 5 วัน ผลการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาร่วมกับการใช้แนวทางการวินิจฉัยของ Mordue (1971), Sutton (1980,1992)และวิรัชและคณะ (2528) จึงจำแนกชนิดราสาเหตุโรคแอนแทรคโนส (Anthracnose) ของกาแฟอะราบิกาที่ได้ทำการศึกษาครั้งนี้เป็น *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc.

เนื่องจากในการศึกษาครั้งนี้อาศัยลักษณะทางสัณฐานเพียงอย่างเดียวในการจำแนกชนิด ซึ่งพบปัญหาในการจำแนก เนื่องจากรา *Colletotrichum* spp. บางไอโซเลต มีลักษณะของโคโลนีแตกต่างกันแต่รูปร่างของโคนิเดียเหมือนกัน และบางไอโซเลตมีลักษณะของโคโลนีไม่แตกต่างกัน แต่โคนิเดียมีรูปร่างแตกต่างกันบ้างเล็กน้อย ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมโดยการนำเทคนิคทางอนูชีววิทยาเข้ามาช่วยในการจัดจำแนกชนิดรา *Colletotrichum* spp. สาเหตุโรคแอนแทรคโนสของกาแฟอะราบิก้าที่รวบรวมจากต่างสถานที่และความรุนแรงของโรคแตกต่างกัน เพื่อสนับสนุนให้ข้อมูลของชนิดหรือสายพันธุ์ของเชื้อรามีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น แต่สิ่งที่สำคัญที่สุดที่ควรศึกษาเพิ่มเติมคือ การศึกษาวิธีการป้องกันกำจัดโรคแอนแทรคโนสด้วยวิธีการต่าง รวมทั้งวิธีการป้องกันกำจัดโรคแบบผสมผสานเพื่อการแนะนำสู่เกษตรกร เนื่องจากข้อมูลดังกล่าวมีความสำคัญที่มากและเกษตรกรต้องการเมื่อพบการระบาดของศัตรูพืชทุกชนิด

การศึกษาการป้องกันกำจัดโรคแอนแทรกโนสกาแฟอะราบิกา จากการทดลองแปลงทดลองที่ 1 การเกิดโรคแอนแทรกโนสบนใบกาแฟอะราบิกา พบว่าการใช้สารป้องกันกำจัดโรคพืชทุกกรรมวิธี ให้ผลในการป้องกันกำจัดโรคแอนแทรกโนสได้ใกล้เคียงกันและไม่แตกต่างกันทางสถิติ และพบว่ากรรมวิธีการตัดแต่งกิ่งไม่พ่นสารป้องกันกำจัดโรคพืช ก็มีผลใกล้เคียงและไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืชทุกกรรมวิธี

กรมวิชาการเกษตร

ในขณะที่การเกิดโรคแอนแทรกโนสบนผลกาแฟอะราบิกา พบว่าทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าในช่วงการติดผลกาแฟช่วงแรกการเกิดโรคยังไม่พบหรือพบน้อยมาก การเกิดโรคบนผลจะมาเริ่มพบมากขึ้นในระยะใกล้เก็บเกี่ยวผลผลิต ซึ่งหากมีการป้องกันกำจัดโรคในระยะเกิดโรคบนใบได้อย่างมีประสิทธิภาพ จะช่วยให้การเกิดโรคในระยะผลลดน้อยลง เมื่อทำการทดลองซ้ำในปีที่ 2 ผลการทดลองสอดคล้องกันกับการทดลองแปลงที่ 1 และพบว่าการตัดแต่งกิ่งเพียงอย่างเดียวไม่พ่นสารป้องกันกำจัดโรคพืช ก็สามารถลดการเกิดโรคได้ใกล้เคียงกันกับการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืช โดยพบว่ากรรมวิธีพ่นสารป้องกันกำจัดโรคพืช benomyl 50% WP อัตรา 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร, กรรมวิธีตัดแต่งกิ่ง ไม่พ่นสาร และกรรมวิธีพ่นสาร azoxystrobin+difenoconazole 20%+12.5% W/V SC อัตรา 10 มล./น้ำ 20 ลิตร มีประสิทธิภาพป้องกันกำจัดโรคแอนแทรกโนสกาแฟอะราบิกาบนใบได้ดีไม่แตกต่างกันทางสถิติ รองลงมาคือ กรรมวิธีพ่นสาร prochloraz 45% W/V EC อัตรา 30 กรัม/น้ำ 20 ลิตร และ mancozeb 80% WP อัตรา 50 กรัม/น้ำ 20 ลิตร

การทดลองการป้องกันกำจัดมอดเจาะผลกาแฟในเขตภาคเหนือตอนบนแบบผสมผสาน พบว่า ทั้งในพื้นที่แปลงกาแฟอะราบิกาของเกษตรกร อ.แม่ริม และ อ.ดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่ การใช้ *Beauveria bassiana* สายพันธุ์ DOA B4 ร่วมกับ กับดักฟีโรโมน (เมธิลแอลกอฮอล์ : เอทิลแอลกอฮอล์ = 50 : 50) และ ตัดแต่งกิ่งกาแฟ มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดมอดเจาะผลกาแฟดีที่สุด รองลงมาคือ การตัดแต่งกิ่งกาแฟ ร่วมกับ กับดักฟีโรโมน (เมธิลแอลกอฮอล์ : เอทิลแอลกอฮอล์ = 50 : 50) และ การใช้ *Beauveria bassiana* สายพันธุ์ DOA B4 ร่วมกับ กับดักฟีโรโมน (เมธิลแอลกอฮอล์ : เอทิลแอลกอฮอล์ = 50 : 50) ตามลำดับ ซึ่งวิธีการป้องกันกำจัดดังกล่าวเป็นการลดการใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัด เพื่อก้าวสู่การผลิตกาแฟแบบอินทรีย์ ยกระดับมาตรฐานการผลิตกาแฟ สร้างมูลค่าเพิ่ม มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม และควรร่วมมือกันทำการป้องกันกำจัดมอดเจาะผลกาแฟในทุกพื้นที่อย่างจริงจัง ถูกต้อง ถูกวิธี และถูกเวลา เพื่อลดการระบาดของมอดเจาะผลกาแฟที่จะระบาดในรุ่นต่อๆ ไป

การศึกษารูปแบบและอายุการเก็บรักษาเมล็ดกาแฟอะราบิกาที่เหมาะสม โดยศึกษาลักษณะสี พบว่า ทำให้สีของเมล็ดกาแฟแบบกาแฟกะลาไม่มีการเปลี่ยนแปลงตามอายุการเก็บรักษา แต่เมื่อนำมากะเทาะเป็นเมล็ดกาแฟแบบสาร พบว่า สีของเมล็ดกาแฟแบบกาแฟสารมีการเปลี่ยนแปลงตามอายุการเก็บรักษา คือ เมื่อเก็บรักษานานขึ้นจะได้คะแนนประเมินในเรื่องของสีของเมล็ดกาแฟแบบกาแฟสารจากมากไปหาน้อยลงตามอายุการเก็บรักษาที่มากขึ้น และการเก็บรักษาเมล็ดกาแฟในถุงทั้งสองชนิดมีการเปลี่ยนแปลงสีของของเมล็ดกาแฟแบบสารเท่ากันคือ เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงสีของเมล็ดกาแฟแบบสารจากมากไปหาน้อย

ความชื้นเมล็ดกาแฟแบบกะลา พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติของความชื้นของเมล็ดกาแฟแบบกะลาในชนิดของถุงที่เก็บรักษา แต่มีความแตกต่างทางสถิติกันความชื้นของเมล็ดกาแฟแบบกะลาในระยะเวลาที่เก็บรักษา โดยเมล็ดกาแฟแบบกะลาที่เก็บรักษาในถุง HDPE ที่หนา 78 ไมครอน มีการเปลี่ยนแปลงความชื้นน้อยกว่าถุง HDPE ที่หนา 40 ไมครอน คือ 1.23 และ 1.52 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงความชื้นลดลงตามอายุการเก็บรักษา ยกเว้นความชื้นของเมล็ดกาแฟแบบกะลาที่เก็บรักษาในถุง HDPE หนา 40 ไมครอน เป็นเวลา 3 เดือน ที่มีความชื้นเพิ่มขึ้นจากก่อนการเก็บรักษาคือจาก 12 เปอร์เซ็นต์ เป็น 12.15 เปอร์เซ็นต์

กรมวิชาการเกษตร

ความชื้นเมล็ดกาแฟแบบสาร พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติของความชื้นของเมล็ดกาแฟแบบสารในชนิดของถุงที่เก็บรักษา แต่มีความแตกต่างทางสถิติกันความชื้นของเมล็ดกาแฟแบบสารในระยะเวลาที่เก็บรักษา โดยเมล็ดกาแฟแบบสารที่เก็บรักษาในถุง HDPE ที่หนา 78 ไมครอน มีการเปลี่ยนแปลงความชื้นน้อยกว่าถุง HDPE ที่หนา 40 ไมครอน คือ 1.65 และ 1.99 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงความชื้นลดลงตามอายุการเก็บรักษา

ข้อบกพร่องของเมล็ดกาแฟ พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติของข้อบกพร่องของเมล็ดกาแฟในชนิดของถุงที่เก็บรักษา แต่มีความแตกต่างทางสถิติกันในข้อบกพร่องของเมล็ดกาแฟในระยะเวลาที่เก็บรักษา คือ เมล็ดกาแฟที่เก็บรักษาในถุง HDPE ที่หนา 40 ไมครอน มีข้อบกพร่อง 6.8 เปอร์เซ็นต์ และเมล็ดกาแฟที่เก็บรักษาถุง HDPE ที่หนา 78 ไมครอน มีข้อบกพร่อง 6.7 เปอร์เซ็นต์ โดยมีข้อบกพร่องมากขึ้นเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 3 และ 6 เดือน ต่อมาลดลงเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 9 และ 12 เดือน และมากขึ้นเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 18 21 และ 24 เดือนตามลำดับ และมีข้อบกพร่องน้อยที่สุดเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน

คุณภาพการชิมของเมล็ดกาแฟ จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติของคุณภาพการชิมของเมล็ดกาแฟแบบกะลาในชนิดของถุงที่เก็บรักษา แต่มีความแตกต่างทางสถิติกันคุณภาพการชิมของเมล็ดกาแฟแบบกะลาในระยะเวลาที่เก็บรักษาคือ เมล็ดกาแฟแบบกะลาที่เก็บรักษาในถุง HDPE ที่หนา 40 และ 78 ไมครอน ได้คะแนนคุณภาพการชิมเฉลี่ย 80.22 และ 80.26 ตามลำดับ สำหรับคุณภาพการชิมในแต่ละเดือนพบว่า และมีแนวโน้มคุณภาพการชิมที่มากขึ้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้น คือ ตั้งแต่ 0 ถึง เดือนที่ 12 และลดลงตามลำดับในเดือนที่ 15 ถึงเดือน 24 โดยที่อายุเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือนมีคุณภาพการชิมสูงที่สุด รองลงมาคือที่ 15 เดือน และ 9 เดือน คือ 87.94 86.84 และ 82.24 ตามลำดับ

นอกจากนี้ได้นำเมล็ดกาแฟที่เก็บรักษาเดือนในถุงทั้งสองชนิดเป็นเวลา 31 เดือนวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติในองค์ประกอบทางเคมีในชนิดของถุงที่เก็บรักษา ซึ่งมีองค์ประกอบทางเคมีเฉลี่ยคือ เถ้า (Ash) 4.05 g/100g คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrte) 66.7 g/100g พลังงาน (Energy) 378.77 kcal/100g ไขมัน (Fat) 7.33 g/100g ความชื้น (Moisture) 10.42 g/100g โปรตีน (Protein) 12.03 g/100g แทนนิน (Tannin) 252.56 g/100g น้ำตาลฟรุกโตส (Fructose) ไม่พบ น้ำตาลกลูโคส (Glucose) ไม่พบ น้ำตาลซูโครส (Sucrose) 4.02 g/100g น้ำตาลมอลโทส (Maltose) ไม่พบ น้ำตาลแลกโทส (Lactose) ไม่พบ และปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Total sugar: Fructose, Glucose, Sucrose, Maltose and Lactose) 4.02 g/100g ทั้งนี้ควรดำเนินการศึกษาต่อในความสัมพันธ์ระหว่างอายุการเก็บรักษากับการสูญเสียความมีชีวิตของเมล็ด และองค์ประกอบทางเคมีในด้านอื่น ได้แก่ คุณสมบัติทางกายภาพ (pH, Total Acid content, Alkalinity of the soluble ash, Nitrogen content) คุณสมบัติทางเคมี (Caffeine, Quinic acid, Chlorogenic Acid, Trigonelline) ปริมาณสารประกอบได้แก่ ซัลเฟอร์ (Sulphur), ไพราซีน (Pyrazines), ไพริดีน (Pyridine), ไพโรล (Pyrroles), ออกซาโซล (Oxazoles), ฟูแรน (Furans), อัลดีไฮด์ (Aldehydes), คีโตน (Ketoness), ฟีนอล (Phenols) และ คาวีโอลฟูราน (Kahweofuran) เป็นต้น

การจัดการวัชพืชในสวนกาแฟอาราบิก้า: ศึกษาประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอกในสวนกาแฟ สารกำจัดวัชพืช acetochlor และ oxyfluorfen มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีจนถึงระยะ

60 วันหลังพ่นสาร และไม่ส่งผลกระทบต่อการเจริญต่อต้นกาแฟ และพบปริมาณการตกค้างของสารทั้งสองชนิดในดินหลังการพ่นสารน้อยกว่า 0.01 มิลลิกรัม ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช การใช้สารกำจัดวัชวัชพืชประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอกในสวนกาแฟ ควรที่จะทำการศึกษาก่อนว่าพื้นที่นั้นเดิมที่มีวัชพืชประเภทใบแคบหรือประเภทใบกว้างเป็นหลัก หากพบว่ามีวัชพืชใบแคบเป็นหลักควรใช้สารกำจัดวัชพืช acetochlor เนื่องจากมีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชพืชใบแคบได้ดีกว่าใบกว้าง และหากพบวัชพืชในพื้นที่นั้นมีวัชพืชใบกว้างเป็นหลักควรใช้สารกำจัดวัชพืช oxyfluorfen เนื่องจากมีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชพืชใบกว้างได้ดีกว่าใบแคบและ**การ**ศึกษาประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นหลังวัชพืชงอกในสวนกาแฟ โดยใช้สารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอก ได้แก่ สารกำจัดวัชพืช acetochlor และ oxyfluorfen มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีจนถึงระยะ 60 วันหลังพ่นสาร และไม่ส่งผลกระทบต่อการเจริญต่อต้นกาแฟ และพบปริมาณการตกค้างของสาร acetochlor และ oxyfluorfen ในดินที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร และ 10-20 เซนติเมตร และมีปริมาณลดลงหลังจากพ่นที่ระยะ 81 วัน พบปริมาณ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และน้อยกว่า 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และปริมาณสารตกค้างทั้งสองชนิดในดินหลังการพ่นสาร ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพด การใช้สารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นหลังวัชพืชงอก ได้แก่ สารกำจัดวัชพืช glufosinate-amonium+fomesafen และ glufosinate-amonium+oxyfluorfen มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีจนถึงระยะ 30 วันหลังพ่นสาร ไม่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของต้นกาแฟ และจากการตรวจสารตกค้างในดินพบว่ามีปริมาณการตกค้างของสารทั้งสองชนิดในดินหลังการพ่นสารในระดับต่ำ ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

ข้อเสนอแนะต่อผู้เกี่ยวข้องสำหรับการดำเนินงานในระยะต่อไป

-

ปัญหาและอุปสรรคในการทำงาน

-

กรมวิชาการเกษตร

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร, 2547. กาแฟ. เอกสารวิชาการ. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 90น.

กาแฟ. Available from: https://th.wikipedia.org/). Accessed 20 May 2017

กาแฟอาราบิก้า Available from: http://www.doa.go.th/hrc/cmroyal Accessed 20 May 2017.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2523. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 4. โรงพิมพ์รุ่งเรืองธรรม. กรุงเทพฯ. 673 หน้า.

ประภาพร ฉันทานุมัติ ไพรัตน์ ช่วยเต็ม อรทัย ธนัญชัย ยุพิน กสินเกษมพงษ์ และ ฉัตต์นภา ข่มอาวุธ. 2558 .ศึกษาการขยายพันธุ์กาแฟอะราบิกาโดยวิธี somatic embryogenesis และ micro-cutting. รายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ศศิธร วรปิติรังสี และคณะ. 2563. การประเมินความต้องการธาตุอาหารและการจัดการปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตกาแฟอาราบิกาตามผลวิเคราะห์ดินและพืช. ในรายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองสิ้นสุด ปี 2563. ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สถาบันวิจัยพืชสวน. 2553. การจัดการความรู้เทคโนโลยีการผลิตกาแฟครบวงจร. สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. ISBN:978-974-463-755-6. 86 หน้า.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2558. กาแฟ.สรุปภาวะการผลิต การตลาดและราคาในประเทศ. ข้อมูลระบบออนไลน์ www:oae.go.th ค้นเมื่อ 4 พฤษภาคม 2558.

Etienne, H., Anthony, F., Dussert, S., Fernandez, D., Lashermes, P., Bertrand, B., 2002.Biotechnological applications for the improvement of coffee (Coffea arabica L.)(review). In Vitro Cell. Dev. Biol. Plant 38, 129–138. *In* Frédéric Georgeta,

Gatica , A. M.,Arrieta, E.G. and Espinoza, A. M. (2008a). Direct somatic embryogenesis in *Coffea arabica* L. cvs. ‘Catura’ and‘Catuai’: Effect of triacontanol, light conditions and medium consistency. *Agronomia Costaroiecense*, **32,** 140–145.

Haarer, A. E. 1956. Modern coffee production. Leonard hill (Books) Limited. Printed in Great Britain by Ebenezer Baylis and Son, LTD. The trinity Press, Worcester and London. 467 pps.

nternational Coffee Organization. 2007. Botanical Aspects. *In* กาแฟ. Available fromhttps://th.wikipedia.org/). Accessed 20 May 2017.

Meynarti Sari Dewi Ibrahim , R Sri Hartati , Rubiyo , Agus Purwito AB A A B Raden oro ,

กรมวิชาการเกษตร

and Sudarsono. 2015. The Induction of Primary and Secondary Somatic Embryogenesis for Arabica Coffee Propagation. Journal of Tropical Crop Science Vol. 2 No.3 , October 2015 www.j-tropical-crops.com

Philippe Courtelb, Eduardo Malo Garciab, Martin Hidalgoc,Edgardo Alpizarb, Jean-Christophe Breitlera, Benoît Bertranda, Hervé Etienne.2017.Somatic embryogenesis-derived coffee plantlets can be efficientlypropagated by horticultural rooted mini-cuttings: A boost for somaticembryogenesis. Scientia Horticulturae 216 (2017) 177–185

USDA (2011). *Coffee: World Market and Trade*. USDA, Washington, D.C., USA. 26 pp.

ภาคผนวก

ก) เครื่องวัดอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง

ข) เครื่องวัดความเข้มแสง

ค) เครื่องวัดความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์

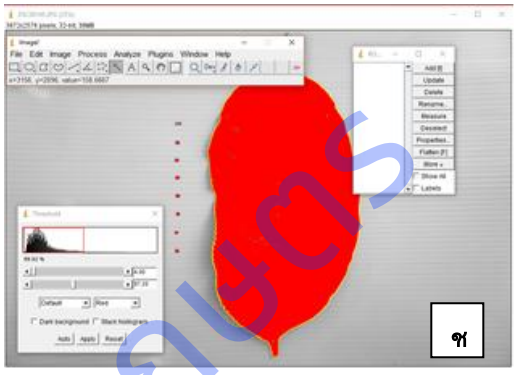
ง) เครื่องบันทึกข้อมูลสภาพอากาศ

กรมวิชาการเกษตร

จ) เครื่องวัดดัชนีพื้นที่ใบ

ภาพภาคผนวกที่ ก อุปกรณ์บันทึกข้อมูลทางสรีรวิทยา และสภาพแวดล้อม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพภาคผนวกที่ ข การวัดการสังเคราะห์แสง การคายน้ำของใบกาแฟในรอบวัน(ก) การวัดการตอบสนองต่อแสงของใบกาแฟด้วยแสง LED (ข) เครื่องวัดและการวัดดัชนีพื้นที่ใบ (ค, ง) การวัดการตอบสนองทางสรีรวิทยาด้วยเครื่องวัดการสังเคราะห์แสง(จ) การถ่ายภาพใบกาแฟและการใช้โปรแกรมในการประเมินพื้นที่ใบกาแฟ (ฉ,ช)

กรมวิชาการเกษตร