รายงานโครงการวิจัย

โครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตพันธุ์กาแฟอะราบิกา โดย Somatic Embrygenesis และการทดสอบการให้ปุ๋ยเคมีในพื้นที่แบบเกษตรกรมีส่วนร่วม

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 พ.ศ. 2564

กรมวิชาการเกษตร

รายงานโครงการวิจัย

โครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตพันธุ์กาแฟอะราบิกา โดย Somatic Embrygenesis และการทดสอบการให้ปุ๋ยเคมีในพื้นที่แบบเกษตรกรมีส่วนร่วม

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 พ.ศ. 2564

กรมวิชาการเกษตร

คำปรารภ (Foreword หรือ Preface)

รายงานโครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตพันธุ์กาแฟอะราบิกาโดย Somatic Embrygenesis และการทดสอบการให้ปุ๋ยเคมีในพื้นที่แบบเกษตรกรมีส่วนร่วม เริ่มดำเนินงานปีงบประมาณ 2559 - 2564 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเทคโนโลยีการผลิตกาแฟในการเพิ่มประสิทธิภาพ คุณภาพการผลิต ลดต้นทุนการผลิต พัฒนาระบบการผลิตกาแฟแบบ ปลอดภัยจากโรคและแมลง เพื่อให้มีผลผลิตและคุณภาพอย่างยั่งยืน คาดว่าจะสามารถนำไปใช้ต่อยอดเพื่อที่จะปฏิบัติดูแลการผลิตกาแฟอะราบิกา ซึ่งเป็นพืชที่ต้องอาศัยความเอาใจใส่เป็นอย่างมาก ทั้งนี้คาดว่ารายงานฉบับนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ร่วมงาน นักวิจัยและผู้สนใจในการปลูกกาแฟ เพื่อให้เข้าใจและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการปลูกกาแฟอะราบิกาคุณภาพได้ หวังว่าผู้สนใจสามารถนำไปใช้หรือปรับประยุกต์ใช้ตามความเหมาะสมได้อย่างดียิ่ง

กรมวิชาการเกษตร

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	1
ผู้วิจัย	2
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	3
บทนำ	4
บทคัดย่อ	8
1. กิจกรรมงานวิจัย 1 การพัฒนาระบบการปลูกกาแฟอะราบิกา	14
2. กิจกรรมงานวิจัย 2 พัฒนาเทคโนโลยีการผลิตกาแฟ	62
3. กิจกรรมงานวิจัย 3 วิจัยและพัฒนาการบริหารจัดการศัตรูพืชของกาแฟและการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว	101
บทสรุปและข้อเสนอแนะ	203
บรรณานุกรม	207
ภาคผนวก	215

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

ผู้วิจัย

สุภัทรา เลิศวัฒนาเกียรติ
ประภาพร ฉันทานุมัติ
ธารทิพย ภาสบุตร
โกเมศ สัตยาวุธ
ไพรัตน์ ช่วยเต็ม
วิมล แก้วสีดา
ศิริพร หัสสรังสี
เอกรัตน์ ธนูทอง
เทอดพงษ์ มหาวงศ์

ฉัตต์นภา ข่มอาวุธ
ศศิธร วรปิติรังสี
ยุทธศักดิ์ เจียมไชยศรี
สิริพร มะเจี่ยว
ยุพิน กสินเกษมพงษ์
ปาริฉัตร สังข์สะอาด
ผกาสินี คล้ายมาลา
เมธาสิทธิ์ คนการ
อุษณีย์ จินดากุล

นฤนาท ชัยรังสี
กุหลาบ คงทอง
สุเมธ พากเพียร
ศิริลักษณ์ อินทะวงศ์
ปฏิพัทธ์ ใจปิน
วิชญา ศรีสุข
พรพนัช มีกุล
นาราญ์ โชติอิ่มอุดม

กรกช จันทร
วีระ วรปิติรังสี
จรัญญา ปิ่นสุภา
อรทัย ธนัญชัย
สนอง จรินทร
ประสาน สืบสุข
อภิรัชต์ สมฤทธิ์
ศิริภรณ์ จรินทร

กรมวิชาการเกษตร

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

Leaf photosynthesis rate = อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง (μmol $CO_2m^{-2}s^{-1}$)

Net Photosynthesis = อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ (Pn: μmol $CO_2m^{-2}s^{-1}$)

Photon Flux Density ความเข้มแสงที่ใบกาแฟได้รับ (PPF:μmol $m^{-2}s^{-1}$)

Transpiration rate = อัตราการคายน้ำ (Tr: mmol H_2O $m^{-2}s^{-1}$)

Stomatal conductance = การนำไหลของปากใบ (g_s: mmol H_2O $m^{-2}s^{-1}$)

Water use efficiency = ประสิทธิภาพการใช้น้ำ (WUE:mmol CO_2/ mmol H_2O)

Leaf Area Index = ดัชนีพื้นที่ใบ (LAI)

Specific Leaf Weight = สัดส่วนน้ำหนักใบต่อพื้นที่ใบ (SLW: mg/cm^{-2})

Light use efficiency = ประสิทธิภาพการใช้แสง (α)

Convexity parameter = ความต้านทางทางฟิสิกส์ต่อความต้านทานทั้งหมดของใบ (θ)

Maximum photosynthesis rate = อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิสูงสุด (P_{max}: μmol $CO_2m^{-2}s^{-1}$)

Respiration rate = อัตราการหายใจ (R_d: μmol $m^{-2}s^{-1}$)

Light compensation point = อัตราที่การสังเคราะห์ด้วยแสงเท่ากับอัตราการหายใจ (Lc, μmol $m^{-2}s^{-1}$)

Light saturation point = จุดอิ่มตัวด้วยแสง (Lc, μmol $m^{-2}s^{-1}$)

กรมวิชาการเกษตร

บทนำ

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 8-14 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 ถ้าปริมาณอินทรียวัตถุในดินต่ำ ส่งผลทำ

ให้ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารต่ำ พืชไม่สามารถดูดนำไปใช้ได้และธาตุอาหารบางชนิดจะถูกตรึงเช่น เหล็ก ทองแดง ฟอสฟอรัส การใส่ปุ๋ยให้พืชก็จะไม่เกิดประโยชน์ทำให้ต้นทุนการผลิตสูงตามไปด้วย สิ่งที่สำคัญที่สุดในการใส่ปุ๋ยกาแฟ คือ ต้องให้ปุ๋ยในปริมาณที่เหมาะสม ไม่มากหรือน้อยเกินไป ควรให้ปุ๋ยในปริมาณเพียงพอเพื่อให้ผลกาแฟเจริญเติบโตเต็มที่และมีคุณภาพดี นอกจากนั้นสภาพภูมิอากาศ และอายุของกาแฟก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช ซึ่งการกำหนดปริมาณการให้ปุ๋ยกาแฟได้อย่างมีประสิทธิภาพตรงกับความต้องการของกาแฟ เพื่อให้การเจริญเติบโตและผลผลิตตามที่ต้องการจำเป็นต้องมีการประเมินสถานภาพของธาตุอาหารในดินและวิเคราะห์พืชมาเป็นเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจ ก่อนกำหนดการให้ปุ๋ย เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด อีกทั้งช่วยลดต้นทุนการผลิต เนื่องจากค่าการวิเคราะห์พืชบอกให้ทราบถึงความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบพืช เป็นตัวบ่งชี้ถึงความสามารถในการดูดธาตุอาหารของพืช ส่วนค่าการวิเคราะห์ดิน บอกให้ทราบว่าดินมีธาตุอาหารพืชอยู่มากน้อยเพียงใด 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, 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

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 และประกอบกับค่าแรงงานแพง 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

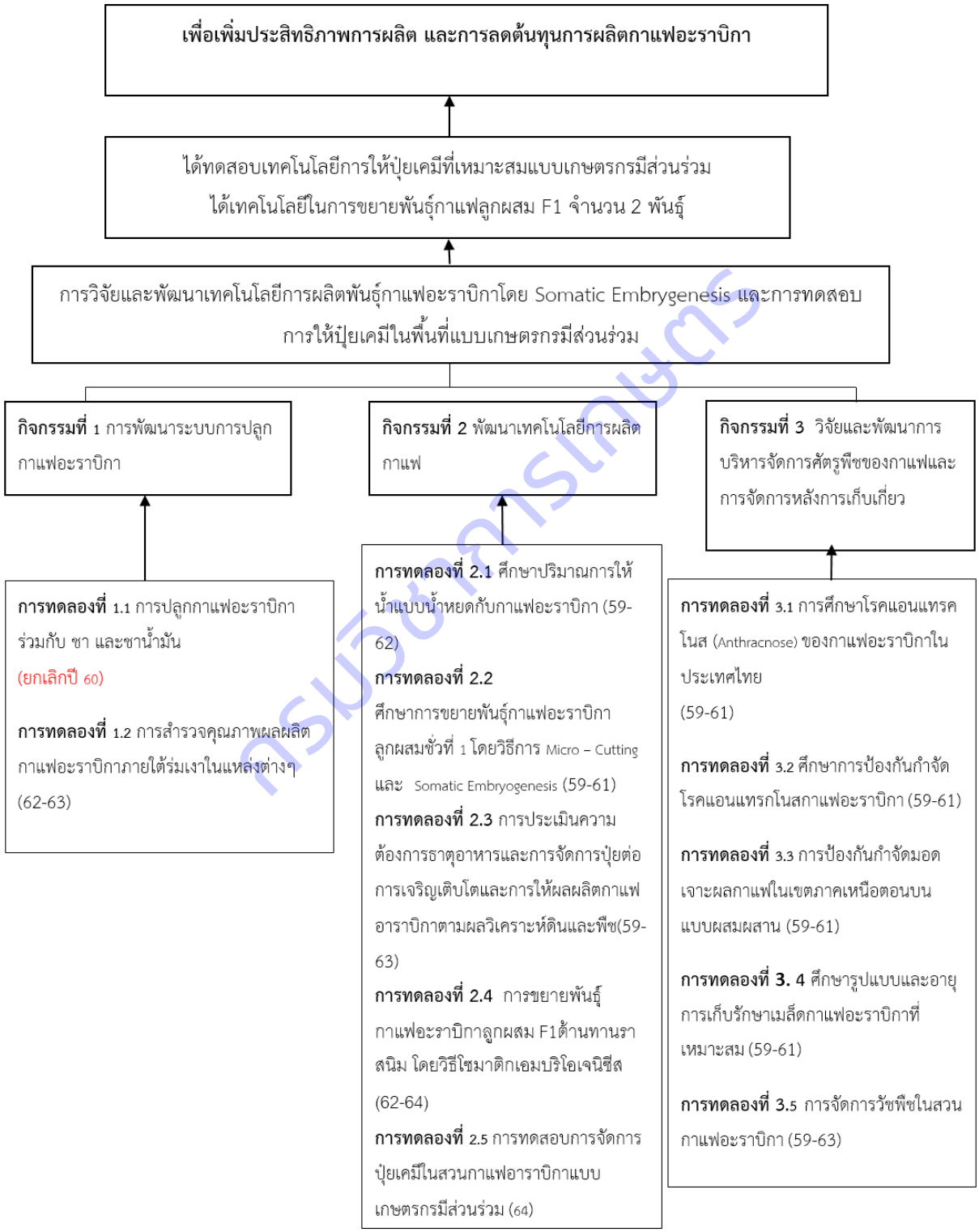
วัตถุประสงค์

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

กรมวิชาการเกษตร

7. เพื่อศึกษาอิทธิพลการเจริญเติบโตและคุณภาพของกาแฟอะราบิกาภายใต้ร่มเงา
8. เพื่อหาสูตรอาหารที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกาแฟอะราบิกาลูกผสม F1ต้านทานราสนิม
9. เพื่อศึกษาการจัดการวัชพืชที่เหมาะสมในกาแฟอะราบิกา

วิธีการวิจัย



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 พบว่ากาแฟที่ปลูกในสภาพร่มเงาที่ระยะหลังเก็บเกี่ยวออกดอก และติดผลมีความเข้มแสงที่ทำให้เกิดอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสูงสุด 315-485 μmol $m^{-2}s^{-1}$ มีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสูงสุด 4.19-9.85 μmol $CO_2m^{-2}s^{-1}$ 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 ยังไม่พบสูตรอาหารที่สามารถชักนำใบอ่อนให้เกิดแคลลัสได้ 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 หลังจาก

กรมวิชาการเกษตร

เลี้ยงเป็นเวลา 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 สำหรับนำไปเลี้ยงต่อเพื่อให้ได้ต้นอ่อนที่โต พร้อมสำหรับย้ายไปอนุบาลในเรือนเพาะชำ 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 พบว่าลักษณะทางสัณฐานวิทยา สามารถจำแนกชนิดราสาเหตุโรคแอนแทรคโนสของกาแฟอะราบิกาได้เป็น *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

กรมวิชาการเกษตร

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 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.

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

กิจกรรมที่ 1

การพัฒนาระบบการปลูกกาแฟอะราบิกา

Development of Arabica coffee cultivation systems

ชื่อผู้วิจัย

นฤนาท ชัยรังษี ฉัตต์นภา ข่มอาวุธ สุภัทรา เลิศวัฒนาเกียรติ โกเมศ สัตยาวุธ สิริพร มะเจี่ยว

Narunenat Chairungsee, Chatnapa Khomarwut, Supattra Lertwatanakiat, Siriporn Mameaw

คำสำคัญ (Key words)

กาแฟ สภาพร่มเงา การสังเคราะห์แสง การคายน้ำ ดัชนีพื้นที่ใบ

Coffee, shadind, photosynthesis, dehydration, leaf area index

บทคัดย่อ

การสำรวจคุณภาพผลผลิตกาแฟอะราบิกาภายใต้ร่มเงาในแหล่งต่างๆ ดำเนินงานในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ เชียงรายและเพชรบูรณ์ ระหว่างปี 2562-2563 โดยการบันทึกข้อมูลทางสรีรวิทยาของกาแฟในสภาพร่มเงาในแหล่งต่างๆ เช่น การสังเคราะห์ด้วยแสง การตอบสนองต่อแสงของใบกาแฟ การคายน้ำ ดัชนีพื้นที่ใบ ฯลฯ และข้อมูลสภาพแวดล้อมในแต่ละระยะการเจริญเติบโต ผลการสำรวจพบว่า กาแฟที่ปลูกในสภาพร่มเงาที่ระยะหลังเก็บเกี่ยว ออกดอก และติดผลมีความเข้มแสงที่ทำให้เกิดอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสูงสุด 315-485 μmol $m^{-2}s^{-1}$ มีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสูงสุด 4.19-9.85 μmol $CO_2m^{-2}s^{-1}$ 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

The quality survey of Arabica coffee under shade in various locations in Chiang Mai, Chiang Rai and Phetchabun Province during 2019-2020 had been organised by recording a physiological data of coffee in shaded conditions in different locations such as photosynthesis, light response of the coffee leaf, transpiration, leaf area index, etc., and environmental data at each growth stage. The survey results showed that the coffee grown in shaded conditions at post harvesting, flowering and fruiting had the maximum light intensity between 315-485 μmol $m^{-2}s^{-1}$, having the maximum photosynthesis rate 4.19-9.85 μmol $CO_2m^{-2}s^{-1}$, 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 $m^{-2}s^{-1}$. 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.

บทนำ (Introduction)

กาแฟอะราบิกาเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญมีพื้นที่ปลูกในปี 2563/64 รวม 121,8จ6 ไร่ พื้นที่ปลูกส่วนใหญ่อยู่ในภาคเหนือ เนื่องจากกาแฟอะราบิกามีพื้นที่ที่เหมาะสมในการผลิตเชิงคุณภาพบนพื้นที่สูง ซึ่งพื้นที่การผลิตกาแฟอะราบิกามีค่อนข้างจำกัด นอกจากนี้แล้วในเชิงการค้า ในปัจจุบันมีการรับรองการผลิต ได้แก่ Rainforest Alliance , Bird Friendly, UTZ และ อินทรีย์ ซึ่งเป็นการสนับสนุนการอนุรักษ์พื้นที่ป่าที่เป็นต้นน้ำลำธาร โดยใช้กระบวนการจัดการแบบมีส่วนร่วมเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์และรักษาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน

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

การปลูกกาแฟอะราบิกาปัจจุบันมีการปลูกเป็นพืชเชิงเดี่ยวโดยปลูกกลางแจ้ง และมีปลูกภายใต้ร่มเงาในสภาพป่า หรือปลูกร่วมกับไม้ผลไม้ยืนต้นแต่ยังประสบปัญหาการเลือกชนิดพืชที่เหมาะสมที่จะปลูกร่วมกับกาแฟ การจัดการสภาพแวดล้อมโดยเฉพาะปัจจัยแสงให้เหมาะสม ดังนั้นการศึกษาแนวทางของอิทธิพลของไม้บังร่มเงากับการผลิตกาแฟอะราบิกา โดยเฉพาะปัจจัยด้านแสง ซึ่งมีความสำคัญต่อการออกดอก การสร้างและสะสมอาหารของกาแฟซึ่งส่งผลกระทบโดยตรงต่อคุณภาพของกาแฟที่จะนำไปปรับใช้ในการจัดการสวนกาแฟเพื่อให้มีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม จึงเป็นแนวทางในการใช้พื้นที่อย่างยั่งยืน โดยมีความสอดคล้องกับยุทธศาสตร์กาแฟอะราบิกา ในกลยุทธ์ เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและพัฒนาคุณภาพผลผลิตโดยไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม

กรมวิชาการเกษตร

ระเบียบวิธีการวิจัย (Research Methodology)

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 $CO_2 m^{-2} s^{-1}$

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

กรมวิชาการเกษตร

ผลการวิจัย (Results)

การทดลองการสำรวจคุณภาพผลผลิตกาแฟอะราบิกาภายใต้ร่มเงาในแหล่งต่างๆ

ปี 2562

คัดเลือกพื้นที่แปลงกาแฟอะราบิกาเพื่อบันทึกข้อมูล จำนวน 3 แห่ง

1. ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) ที่อยู่ หมู่ 10 ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงราย
   พิกัด X: 47Q 447627 Y: 2060096 ความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,413 เมตร
   พืช: พืชหลัก กาแฟ ระยะปลูก 2x2 เมตร ความสูงเฉลี่ย 2.56 เมตร ขนาดทรงพุ่ม 2.32 เมตร
   พืชร่วม มะคาเดเมีย ระยะปลูก 7X7 เมตร สูง 6.5 เมตร ขนาดทรงพุ่ม 7.2 เมตร
   แนวปลูก ตะวันออก-ตะวันตก พื้นที่ลาดชันจากใต้-เหนือ
2. ศูนย์วิจัยและพัฒนาเกษตรที่สูงเชียงราย ที่อยู่ หมู่ 3 ตำบลวาวี อำเภอแม่สรวย จังหวัดเชียงราย
   พิกัด X: 47Q 559381 Y: 2190291 ความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,407 เมตร

พืช: พืชหลัก กาแฟ ระยะปลูก 2x2 เมตร ความสูงเฉลี่ย 2.50 เมตร ขนาดทรงพุ่ม 1.94 เมตร
พืชร่วม มะคาเดเมีย ระยะปลูก 7X7 เมตร สูงเฉลี่ย 7 เมตร ขนาดทรงพุ่ม 6 เมตร
แนวปลูก ตะวันออก-ตะวันตก พื้นที่ลาดชัน ภายในหุบเขา พื้นที่ลาดชันจากตะวันออก-ตะวันตก

3. ศูนย์วิจัยและพัฒนาเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ ที่อยู่ 51 หมู่ที่ 3 ตำบลสะเดาะพง อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์
พิกัด X: 47Q 709490 Y: 1834907 ความสูงจากระดับน้ำทะเล 736 เมตร
พืช: พืชหลัก กาแฟ ระยะปลูก 2x2 เมตร ความสูงเฉลี่ย 1.86 เมตร ขนาดทรงพุ่ม 1.53 เมตร
พืชร่วม มะคาเดเมีย ระยะปลูก 7X7 เมตร สูง 8 เมตรขนาดทรงพุ่ม 7.5 เมตร
แนวปลูก ตะวันออก-ตะวันตก พื้นที่ลาดชันจากตะวันออก-ตะวันตก

ติดตั้งและบันทึกข้อมูลด้านสภาพแวดล้อมในแปลงได้แก่ อุณหภูมิ และความชื้นบรรยากาศ

1. บันทึกความเข้มแสงในทรงพุ่ม เก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี และความชื้นดิน (ภาพภาคผนวกที่ ก)

2. บันทึกข้อมูลด้านสรีรวิทยา ได้แก่ การตอบสนองต่อแสงของใบกาแฟ การสังเคราะห์แสง การคายน้ำของใบกาแฟในรอบวัน ดัชนีพื้นที่ใบ พื้นที่ใบ ในระยะหลังการเก็บเกี่ยว (ภาพภาคผนวกที่ ข)

3. บันทึกข้อมูลด้านสรีรวิทยาและข้อมูลด้านสภาพแวดล้อมของแปลงกาแฟหลังการเก็บเกี่ยวในช่วงเดือน ธันวาคม 2561-มกราคม 2562 แปลงกาแฟอะราบิกา พันธุ์เชียงใหม่ 80 ในพื้นที่ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) ศูนย์วิจัยและพัฒนาเกษตรที่สูงเชียงราย และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์

ผลวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีดินของแปลงกาแฟอะราบิกา พบว่าดินมี pH 4.55-5.05 อินทรียวัตถุ 2.00-5.80 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 104-584 mg/kg โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ 141-399 mg/kg แคลเซียม 187-417 mg/kg และแมกนีเซียม 28-67 mg/kg (ตารางที่ 1.1)

ตารางที่ 1.1 ผลวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีดินของแปลงกาแฟอะราบิกา พื้นที่ จ.เชียงใหม่ เพชรบูรณ์ และเชียงราย

สถานที่	pH	อินทรียวัตถุ	N (%)	Avai P (mg/kg)	Avai K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
เชียงใหม่ (ขุนวาง)	4.80	5.15	0.26	104	399	187	28
เชียงราย (วาวี)	4.55	5.80	0.29	584	141	272	48
เพชรบูรณ์ (เขาค้อ)	5.05	2.00	0.10	108	159	417	67

การเปลี่ยนแปลงด้านสรีรวิทยาและสภาพแวดล้อมของกาแฟในระยะหลังการเก็บเกี่ยว

ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) มีมะคาเดเมียเป็นพืชร่วมกาแฟ พืชร่วม มะคาเดเมีย ระยะปลูก 7X7 เมตร สูง 6.5 เมตร ขนาดทรงพุ่ม 7.2 เมตร จากการวัดอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงในรอบวันพบว่า อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิของใบกาแฟค่อนข้างต่ำและมีความแปรปรวนในรอบวันขึ้นอยู่กับปริมาณแสงที่ได้รับ โดยมีค่าติดลบทั้งในช่วงเช้า ช่วงกลางวัน และช่วงบ่าย ซึ่งหมายถึงใบนั้นๆมีการหายใจและปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จนถึงมีค่าบวก พบว่ามีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิและอัตราการหายใจสูงสุดในช่วงเช้า (ตารางที่ 1.2) เช่นเดียวกับอัตราการคายน้ำ และการนำไหลของปากใบกาแฟที่มีความสัมพันธ์ทางบวกกับอัตรา

กรมวิชาการเกษตร

การสังเคราะห์ด้วยแสง ด้านประสิทธิภาพการใช้น้ำของใบกาแฟพบว่ามีค่าสูงสุดในช่วงเช้าและลดลงในช่วงกลางวันและเพิ่มขึ้นอีกครั้งในช่วงบ่าย ด้านความเขียวของใบพบว่าใบมีค่าความเขียวสูงสุด 85.8 ต่ำสุด 59.9 และเฉลี่ย 73.7 ส่วนค่าดัชนีพื้นที่ใบเท่ากับ 2.29-6.15 และ Specific leaf weight (SLW) ซึ่งจะเป็นตัวบ่งบอกการสะสมหรือเคลื่อนย้ายธาตุอาหารของใบกาแฟซึ่งจะขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและช่วงเวลาการเจริญเติบโต โดยพบว่าใบมีค่า SLW 5.1-10.9 mg/cm^2 อุณหภูมิรอบวัน 13.1-27.5 องศาเซลเซียส ความเข้มของแสงนอกทรงพุ่ม 513-1566 μmol m^{-2}s^{-1} ดินมีความชื้น 6.7-16.2% (ตารางที่ 1.2)

ตารางที่ 1.2 ข้อมูลด้านสรีรวิทยาและสภาพแวดล้อมในแปลงกาแฟหลังเก็บเกี่ยว ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) ต.แม่วิน อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่

พารามิเตอร์	เช้า (07.00-09.00 น.)	กลางวัน (11.00-13.00 น.)	บ่าย (15.00-17.00 น.)
- อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ (Pn: μmol CO_2m^{-2}s^{-1})	(-4.78) - 10.03	(-1.12) - 3.88	(-0.96) - 4.93
- อัตราการคายน้ำ (Tr: mmol H_2O m^{-2}s^{-1})	0.04 - 2.79	0.08 - 2.20	0.04 - 1.47
- การนำไหลของปากใบ (g_s: mmol H_2O m^{-2}s^{-1})	0.004 - 0.27	0.004 - 0.16	0-002 - 0.10
- ประสิทธิภาพการใช้น้ำ (WUE:mmol CO_2/ mmol H_2O)	0.34 - 2.61	0.23 - 1.13	0.34 - 2.60
ความเขียวของใบ (SPAD)			
ความเขียวของใบ	59.9 – 85.8		
ความเขียวของใบเฉลี่ย	73.7		
Leaf Area Index			
LAI	2.29 – 6.15		
LAI เฉลี่ย	4.04		
Specific Leaf Weight (SLW: mg/cm^{-2})			
SLW	5.1 - 10.9		
SLW เฉลี่ย	7.94		
อุณหภูมิ (°C)			
อุณหภูมิสูงสุด	23.2	27.5	23.7
อุณหภูมิต่ำสูด	13.1	18.8	21.7
อุณหภูมิเฉลี่ย	18.5	24.5	23.1

กรมวิชาการเกษตร

ศูนย์วิจัยและพัฒนาเกษตรที่สูงเชียงราย ต.วาวี อ.แม่สรวย จ.เชียงราย จากการวัดอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงในรอบวันพบว่า ในช่วงเช้า ช่วงกลางวัน และช่วงบ่ายใบกาแฟมีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงที่มีค่าเป็นบวกและติดลบ พบว่ามีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิสูงสุดในช่วงเช้า และมีอัตราการหายใจสูงสุดในช่วงบ่าย (ตารางที่ 1.2) และมีอัตราการคายน้ำสูงสุดในช่วงเวลากลางวัน มีการนำไหลของปากใบกาแฟในรอบวันค่อนข้างต่ำ ด้านประสิทธิภาพการใช้น้ำของใบกาแฟพบว่ามีค่าสูงสุดในช่วงกลางวัน ด้านความเขียวของใบพบว่าใบมีค่าความเขียวสูงสุดเท่ากับ 85.5 ต่ำสุดเท่ากับ 59.7 และเฉลี่ย 73.0 ส่วนค่าดัชนีพื้นที่ใบอยู่ระหว่าง 1.99-5.33 และมีค่า SLW 3.2-14.2 mg/cm^{-2} มีปริมาณไนโตรเจนในใบ 6.00-9.36% อุณหภูมิรอบวัน 19.7-27.8 องศาเซลเซียส ความเข้มของแสงนอกทรงพุ่ม 411-1,373 μmol m^{-2}s^{-1} ดินมีความชื้น 8.1-32.6% (ตารางที่ 1.3)

ตารางที่ 1.3 ข้อมูลด้านสรีรวิทยาและสภาพแวดล้อมในแปลงกาแฟหลังเก็บเกี่ยว ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเชียงราย อ.แม่สรวย จ.เชียงราย

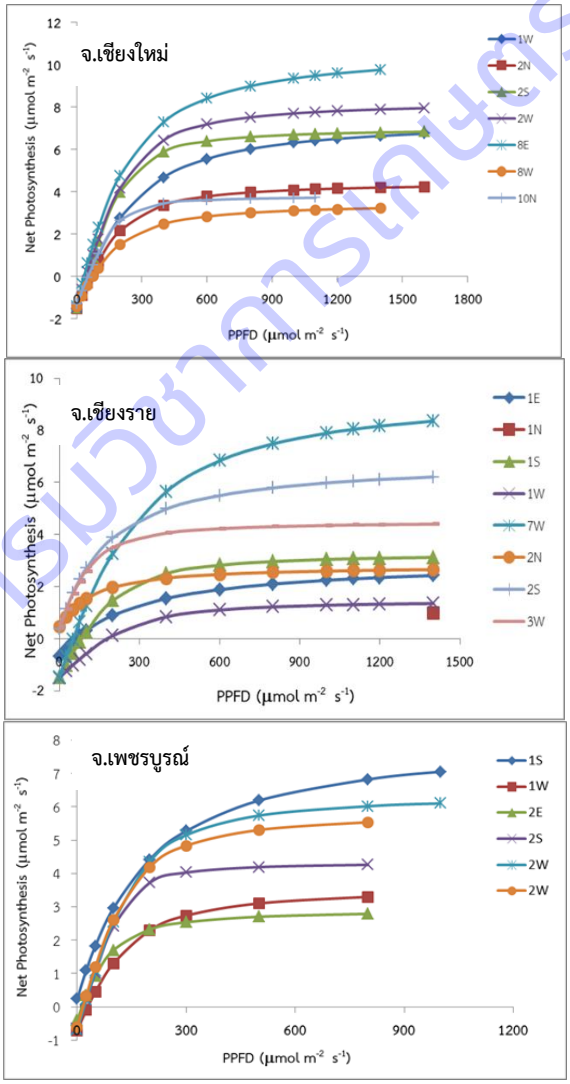
พารามิเตอร์	เช้า (07.00-09.00 น.)	กลางวัน (11.00-13.00 น.)	บ่าย (15.00-17.00 น.)
อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ (Pn: μmol $CO_2 m^{-2} s^{-1}$)	(-1.20) - 6.60	(-1.49) - 5.96	(-2.04) - 2.35
อัตราการคายน้ำ (Tr: mmol H_2O $m^{-2} s^{-1}$)	0.04 - 1.30	0.07 - 1.88	(-0.28) - 1.48
การนำไหลของปากใบ (g_s: mmol H_2O $m^{-2} s^{-1}$)	0.003 - 0.14	0.01 - 0.14	0.007 - 0.09
ประสิทธิภาพการใช้น้ำ (WUE:mmol CO_2/ mmol H_2O)	0.12 - 2.88	0.61 - 5.80	0.06 - 4.52
ความเขียวของใบ (SPAD)			
ความเขียวของใบ	59.7 – 85.5		
ความเขียวของใบเฉลี่ย	73.0		
ดัชนีพื้นที่ใบ (Leaf Area Index:LAI)			
LAI	1.99 – 5.33		
LAI เฉลี่ย	3.53		
Specific Leaf Weight (SLW: mg/cm^{-2})			
SLW	3.23 - 14.02		
SLW เฉลี่ย	7.95		
อุณหภูมิ (°C)			
อุณหภูมิสูงสุด	25.6	26.6	27.8
อุณหภูมิต่ำสุด	19.7	20.1	22.5
อุณหภูมิเฉลี่ย	22.2	24.4	25.5
พารามิเตอร์	เช้า (07.00-09.00 น.)	กลางวัน (11.00-13.00 น.)	บ่าย (15.00-17.00 น.)
ความเข้มของแสงนอกทรงพุ่ม (μmol $m^{-2} s^{-1}$)	492	1,373	411
ความเข้มของแสงในทรงพุ่ม (μmol $m^{-2} s^{-1}$)			
ความเข้มแสงสูงสุด	492.0	291.7	52.2
ความเข้มแสงต่ำสุด	0.1	0.1	0.0
ความเข้มแสงเฉลี่ย	32.0	44.0	10.5
ความชื้นดิน (%)			
ความชื้นดินสูงสุด	8.1 - 32.6		
ความชื้นดินเฉลี่ย	16.1		

การตอบสนองต่อแสงของใบกาแฟอะราบิการะยะหลังการเก็บเกี่ยว

วัดอัตราการสังเคราะห์แสงในช่วงหลังการเก็บเกี่ยวที่ความเข้มแสงต่างๆ คือ 2,000 1,800 1,500 1,200 1,000 800 500 300 200 100 75 50 25 และ 0 μmol $m^{-2} s^{-1}$ พบว่า หากเริ่มวัดการตอบสนองต่อแสงที่อัตราความเข้มแสง

กรมวิชาการเกษตร

สูง 1,500-2,000 μmol $m^{-2}s^{-1}$ จะทำให้ปากใบกาแฟปิดอัตราการสังเคราะห์แสงลดลง เนื่องจากแปลงกาแฟทั้ง 3 แห่งปลูกในสภาพที่มีร่มเงาใบกาแฟปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่มีแสงน้อยเมื่อให้แสงที่มีความเข้มแสงสูงอาจทำให้เกิด photo inhibition ได้ ในการบันทึกข้อมูลจึงได้ปรับความเข้มแสงสูงที่สุดที่ 1,200 μmol $m^{-2}s^{-1}$ หรือต่ำกว่าขึ้นอยู่กับการตอบสนองของใบ ผลการศึกษาในแปลงกาแฟศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบูรณ์ พบว่า อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของใบกาแฟในแต่ละทิศ มีลักษณะคล้ายคลึงกันคือมีการตอบสนองต่อแสงในทางบวกและมีลักษณะอิ่มตัว (Saturating curve) โดยมี light compensation point อยู่ในช่วง 12.95-29.42 μmol $m^{-2}s^{-1}$ ส่วน Light Saturation point อยู่ที่ 183-830 μmolCO_2 $m^{-2}s^{-1}$ มีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิสูงสุดระหว่าง 3.32-7.85 μmol $m^{-2}s^{-1}$ ในส่วนของพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่พบว่า มี light compensation point อยู่ในช่วง 33.7-74.5 μmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ ส่วน Light Saturation point อยู่ที่ 281-664 μmol $m^{-2}s^{-1}$ และมีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิสูงสุดระหว่าง 4.93-12.17 μmol $CO_2m^{-2}s^{-1}$ ส่วนพื้นที่จังหวัดเชียงราย มี light compensation point อยู่ในช่วง 8.95-83.8 μmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ ส่วน Light Saturation point อยู่ที่ 249-761 μmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ และมีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิสูงสุดระหว่าง 3.21-9.30 μmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ ซึ่งพารามิเตอร์แต่ละตัวจะมีความแตกต่างกันตามในแต่ละทิศของใบในทรงพุ่มที่ได้รับความเข้มแสงแตกต่างกัน (ภาพที่ 1.1)



ภาพที่ 1.1 การตอบสนองต่อแสงของใบกาแฟในทิศต่างๆ ช่วงหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตกาแฟ ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่(ขุนวาง) ศูนย์วิจัยและพัฒนาเกษตรที่สูงเชียงราย (วาวี) และศูนย์วิจัยและพัฒนาเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ (เขาค้อ)

หมายเหตุ: N = ทิศเหนือ E = ทิศตะวันออก S = ทิศใต้ W = ทิศตะวันตก

กรมวิชาการเกษตร

การเปลี่ยนแปลงด้านสรีรวิทยาและสภาพแวดล้อมของกาแฟในระยะออกดอก

ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) จากการบันทึกข้อมูลด้านสรีรวิทยาและข้อมูลสภาพแวดล้อมของแปลงกาแฟในรอบวันช่วงออกดอก พบว่าใบกาแฟมีอัตราการสังเคราะห์แสงสูงที่สุดในช่วงกลางวัน และมีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงติดลบ หรือใบมีการหายใจสูงสุดในช่วงเช้า (ตารางที่ 1.4) ส่วนอัตราการคายน้ำจะเพิ่มขึ้นในช่วงเช้าและมีค่าสูงสุดในช่วงกลางวัน ส่วนการนำไหลของปากใบกาแฟมีค่าสูงสุดในช่วงกลางวันและมีความสัมพันธ์ทางบวกกับอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง ด้านประสิทธิภาพการใช้น้ำของใบกาแฟพบว่ามีค่าสูงสุดในช่วงเช้าและลดลงในช่วงกลางวันจนถึงช่วงบ่าย ด้านความเขียวของใบพบว่าใบมีค่าความเขียวสูงสุดเท่ากับ 95.8 ต่ำสุด 56.4 และเฉลี่ย 76.0 ส่วนค่าดัชนีพื้นที่ใบเท่ากับ 1.16-5.62 และ Specific leaf weight (SLW) ซึ่งจะเป็นตัวบ่งบอกการสะสมหรือเคลื่อนย้ายธาตุอาหารของใบกาแฟซึ่งจะขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและช่วงเวลาการเจริญเติบโต โดยพบว่าใบมีค่า SLW 0.0045-0.0129 mg/cm^{-2} มีปริมาณไนโตเจนในใบร้อยละ 2.36-3.4 อุณหภูมิรอบวัน 22.67-33.04 องศาเซลเซียส ความเข้มของแสงนอกทรงพุ่ม 202-2,000 μmol m^{-2}s^{-1} ความเข้มแสงในทรงพุ่ม 2-1,999 μmol m^{-2}s^{-1} ดินมีความชื้นร้อยละ 16.4-40.4 (ตารางที่ 1.4)

ตารางที่ 1.4 ข้อมูลด้านสรีรวิทยาและสภาพแวดล้อมในแปลงกาแฟระยะออกดอก ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) ต.แม่วาง อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่

พารามิเตอร์	เช้า (07.00-09.00 น.)	กลางวัน (11.00-13.00 น.)	บ่าย (15.00-17.00 น.)
- อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ (Pn: μmol CO_2m^{-2}s^{-1})	(-2.27) – 7.49	(-0.69) – 12.30	(-0.72)- 8.22
- อัตราการคายน้ำ (Tr: mmol H_2O m^{-2}s^{-1})	0.04 – 1.41	0.34 – 3.85	0.09 – 2.93
- การนำไหลของปากใบ (g_s: mmol H_2O m^{-2}s^{-1})	0.006 – 0.10	0.014 – 0.18	0.004 – 0.11
- ประสิทธิภาพการใช้น้ำ (WUE:mmol CO_2/ mmol H_2O)	(-4.72) – 12.83	(-0.50) – 6.44	(-3.98) – 6.51
ความเขียวของใบ (SPAD)			
ความเขียวของใบ	56.4 – 95.8		
ความเขียวของใบเฉลี่ย	76.0		
Leaf Area Index			
LAI	1.16 – 5.72		
LAI เฉลี่ย	3.66		
Specific Leaf Weight (SLW: mg/cm^{-2})			
SLW	0.0045-0.0129		
SLW เฉลี่ย	0.0083		
ปริมาณไนโตรเจนในใบ (%)			
%N	2.36 – 3.46		
%N เฉลี่ย	3.05		
อุณหภูมิ (°C)			
อุณหภูมิสูงสุด	27.86	33.04	35.52
อุณหภูมิต่ำสุด	22.67	27.90	29.72
อุณหภูมิเฉลี่ย	26.55	30.93	32.47

กรมวิชาการเกษตร

ความเข้มของแสงนอกทรงพุ่ม (μmol $m^{-2}s^{-1}$)	202	2,000	880
ความเข้มแสงสูงสุด	202	1,999	365
ความเข้มแสงต่ำสุด	2	12	4
ความเข้มแสงเฉลี่ย	56.2	799.5	81.2
ความชื้นดิน (%)			
ความชื้นดิน	16.4-40.4		
ความชื้นดินเฉลี่ย	27.9		

ศูนย์วิจัยและพัฒนาเกษตรที่สูงเชียงราย ต.วาวี อ.แม่สรวย จ.เชียงราย จากการบันทึกข้อมูลด้านสรีรวิทยาและข้อมูลสภาพแวดล้อมของแปลงกาแฟในรอบวันระยะออกดอก พบว่าใบกาแฟมีอัตราการสังเคราะห์แสงสูงที่สุดในช่วงกลางวัน และมีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงติดลบ หรือใบมีการหายใจสูงสุดในช่วงกลางวัน (ตารางที่ 1.5) ส่วนอัตราการคายน้ำจะเพิ่มขึ้นในช่วงเช้าและมีค่าสูงสุดในช่วงบ่าย ส่วนการนำไหลของปากใบกาแฟมีค่าสูงสุดในช่วงเช้า ด้านประสิทธิภาพการใช้น้ำของใบกาแฟพบว่ามีค่าสูงสุดในช่วงกลางวันและลดลงในช่วงบ่าย ด้านความเขียวของใบพบว่าใบมีค่าความเขียวสูงสุดเท่ากับ 87.7 ต่ำสุด 59.9 และเฉลี่ย 73.06 ส่วนค่าดัชนีพื้นที่ใบเท่ากับ 0.95-4.82 และ Specific leaf weight (SLW) ซึ่งจะเป็นตัวบ่งบอกการสะสมหรือเคลื่อนย้ายธาตุอาหารของใบกาแฟซึ่งจะขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและช่วงเวลาการเจริญเติบโต โดยพบว่าใบมีค่า SLW 0.0045-0.0130 mg/cm^{-2} มีปริมาณไนโตเจนในใบร้อยละ 3.30-4.05 อุณหภูมิรอบวัน 20.33-34.24 องศาเซลเซียส ความเข้มของแสงนอกทรงพุ่ม 282-694 μmol $m^{-2}s^{-1}$ ความเข้มแสงในทรงพุ่ม 2-694 μmol $m^{-2}s^{-1}$ ดินมีความชื้นร้อยละ 11.1-39.3 (ตารางที่ 1.5)

ตารางที่ 1.5 ข้อมูลด้านสรีรวิทยาและสภาพแวดล้อมในแปลงกาแฟระยะออกดอก ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเชียงราย อ.แม่สรวย จ.เชียงราย

พารามิเตอร์	เช้า (07.00-09.00 น.)	กลางวัน (11.00-13.00 น.)	บ่าย (15.00-17.00 น.)
อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ (Pn: μmol $CO_2m^{-2}s^{-1}$)	(-1.72) – 4.50	(-2.01) – 5.45	(-1.53) – 3.17
อัตราการคายน้ำ (Tr: mmol H_2O $m^{-2}s^{-1}$)	0.025 – 1.93	0.013 – 1.27	0.014 – 1.99
การนำไหลของปากใบ ($g_{s:}$ mmol H_2O $m^{-2}s^{-1}$)	0.0013 – 0.0823	0.0006 – 0.051	0.0003 – 0.061
ประสิทธิภาพการใช้น้ำ (WUE:mmol CO_2/ mmol H_2O)	(-8.02) – 9.84	(-9.04) – 16.10	(-3.47) – 7.85

ศูนย์วิทยทรัพยากร

พารามิเตอร์	เช้า (07.00-09.00 น.)	กลางวัน (11.00-13.00 น.)	บ่าย (15.00-17.00 น.)
ความเขียวของใบ (SPAD)			
ความเขียวของใบ		59.9-87.7	
ความเขียวของใบเฉลี่ย		73.06	
ดัชนีพื้นที่ใบ (Leaf Area Index:LAI)			
LAI		0.95 – 4.82	
LAI เฉลี่ย		3.31	
Specific Leaf Weight (SLW: mg/cm^{-2})			
SLW ต่ำสุด-สูงสุด		0.0045 – 0.0130	
SLW เฉลี่ย		0.007	
ปริมาณไนโตรเจนในใบ (%)			
%N		3.30-4.05	
%N เฉลี่ย		3.66	
อุณหภูมิ (^{o}C)			
อุณหภูมิสูงสุด	31.86	33.32	34.24
อุณหภูมิต่ำสูด	20.33	20.33	20.33
อุณหภูมิเฉลี่ย	29.18	30.83	30.86
ความเข้มของแสงนอกทรงพุ่ม (μmol m^{-2}s^{-1})	282	694	305
ความเข้มของแสงในทรงพุ่ม (μmol m^{-2}s^{-1})			
ความเข้มแสงสูงสุด	282	694	305
ความเข้มแสงต่ำสุด	3	7	2
ความเข้มแสงเฉลี่ย	38	110	36
ความชื้นดิน (%)			
ความชื้นดินสูงสุด		39.3	
ความชื้นดินต่ำสุด		11.1	
ความชื้นดินเฉลี่ย		27.6	

กรมวิชาการเกษตร

ศูนย์วิจัยและพัฒนาเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ จากการบันทึกข้อมูลด้านสรีรวิทยาและข้อมูลสภาพแวดล้อมของแปลงกาแฟในรอบวันช่วงออกดอก พบว่าใบกาแฟมีอัตราการสังเคราะห์แสงสูงที่สุดในช่วงเช้าหลังจากนั้นจะลดลงในช่วงกลางวันและช่วงบ่าย (ตารางที่ 1.6) ส่วนอัตราการคายน้ำจะเพิ่มขึ้นในช่วงเช้าและมีค่าสูงสุดในช่วงบ่าย ส่วนการนำไหลของปากใบกาแฟมีค่าสูงสุดในช่วงเช้าและมีความสัมพันธ์ทางบวกกับอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง ด้านประสิทธิภาพการใช้น้ำของใบกาแฟพบว่ามีค่าสูงสุดในช่วงเช้าและลดลงในช่วงกลางวันจนถึงช่วงบ่าย ด้านความเขียวของใบพบว่าใบมีค่าความเขียวสูงสุดเท่ากับ 78.8 ต่ำสุดเท่ากับ 56.0 และเฉลี่ย 69.35 ส่วนค่าดัชนีพื้นที่ใบเท่ากับ 3.59-4.64 และ Specific leaf weight (SLW) มีค่า 0.0045-0.0083 mg/cm^{-2} อุณหภูมิรอบวัน 16.4-28.3 องศาเซลเซียส ความเข้มของแสงนอกทรงพุ่ม 302-1685 μmol m^{-2}s^{-1} ความเข้มแสงในทรงพุ่ม 0-656 μmol m^{-2}s^{-1} ดินมีความชื้นร้อยละ 8.10-13.55 (ตารางที่ 1.6)

ตารางที่ 1.6 ข้อมูลด้านสรีรวิทยาและสภาพแวดล้อมในแปลงกาแฟระยะออกดอก ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ ต.สะเดาะพง อ.เขาค้อ จ.เพชรบูรณ์

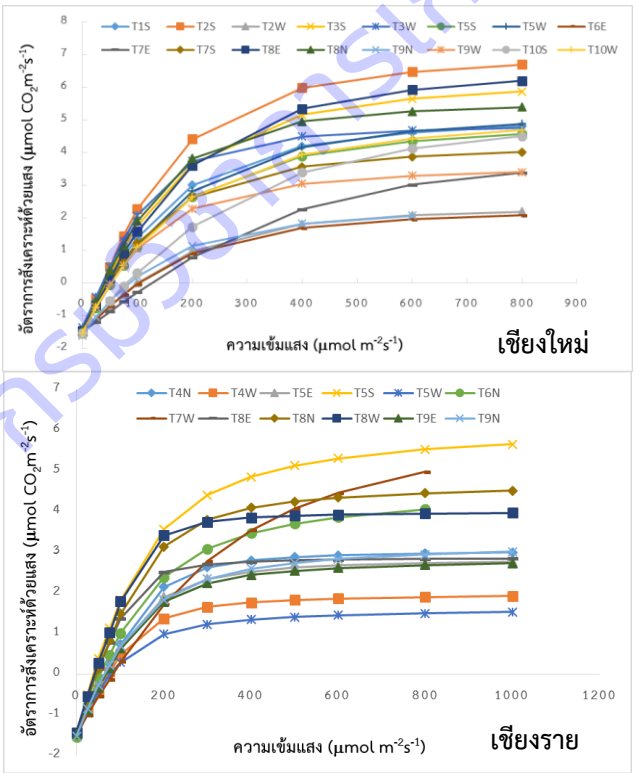
พารามิเตอร์	เช้า (07.00-09.00 น.)	กลางวัน (11.00-13.00 น.)	บ่าย (15.00-17.00 น.)
- อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ (Pn: μmol $CO_2 m^{-2} s^{-1}$)	(-1.60)- 4.84	(-2.42) – 2.94	(-0.88) – 2.68
- อัตราการคายน้ำ (Tr: mmol H_2O $m^{-2} s^{-1}$)	0.06-1.12	0.13-1.33	0.07-2.12
- การนำไหลของปากใบ (g_s: mmol H_2O $m^{-2} s^{-1}$)	0.004-0.07	0.004-0.04	0.001-0.06
- ประสิทธิภาพการใช้น้ำ (WUE:μmol CO_2/ mmol H_2O)	(-15.5) – 15.38	(-3.16) – 7.04	(-7.78) – 3.66
ความเขียวของใบ (SPAD)			
ความเขียวของใบ	56.0-78.8		
ความเขียวของใบเฉลี่ย	69.35		
Leaf Area Index			
LAI	3.59-4.64		
LAI เฉลี่ย	4.086		
Specific Leaf Weight (SLW: mg/cm^{-2})			
SLW	0.0045-0.0083		
SLW เฉลี่ย	0.0057		
อุณหภูมิ (°C)			
อุณหภูมิสูงสุด	23.32	28.23	24.17
อุณหภูมิต่ำสุด	16.4	19.51	21.48
อุณหภูมิเฉลี่ย	19.33	24.93	22.77
ความเข้มของแสงนอกทรงพุ่ม (μmol $m^{-2} s^{-1}$)	302	1,685	1,019
ความเข้มของแสงในทรงพุ่ม (μmol $m^{-2} s^{-1}$)			
ความเข้มแสงสูงสุด	9	656	509
ความเข้มแสงต่ำสุด	0	0	0
ความเข้มแสงเฉลี่ย	1.35	46.35	32.13

พารามิเตอร์	เช้า (07.00-09.00 น.)	กลางวัน (11.00-13.00 น.)	บ่าย (15.00-17.00 น.)
ความชื้นดิน (%)			
ความชื้นดิน	8.10-13.55		
ความชื้นดินเฉลี่ย	10.13		

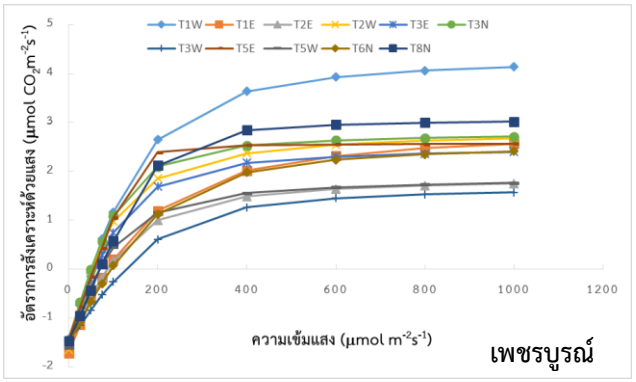
กรมวิชาการเกษตร

การตอบสนองต่อแสงของใบกาแฟในระยะออกดอก

ศึกษาการตอบสนองต่อแสงของใบกาแฟ โดยวัดอัตราการสังเคราะห์แสงที่ความเข้มแสงต่างๆ คือ 1,000 800 500 300 200 100 75 50 25 และ 0 μmol $m^{-2}s^{-1}$ พบว่า หากเริ่มวัดการตอบสนองต่อแสงที่อัตราความเข้มแสง สูง 1,500-2,000 μmol $m^{-2}s^{-1}$ จะทำให้ปากใบกาแฟปิดอัตราการสังเคราะห์แสงลดลง เนื่องจากแปลงกาแฟทั้ง 3 แห่ง ปลูกในสภาพที่มีร่มเงาใบกาแฟปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่มีแสงน้อยเมื่อให้แสงที่มีความเข้มแสงสูงอาจทำให้เกิด photo inhibition ได้ ในการบันทึกข้อมูลจึงได้ปรับความเข้มแสงสูงที่สุดที่ 800-1,000 μmol $m^{-2}s^{-1}$ หรือต่ำกว่าขึ้นอยู่กับการตอบสนองของใบ ผลการศึกษาในแปลงกาแฟศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบูรณ์ พบว่า อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของใบกาแฟที่ตำแหน่งใบต่างกัน มีลักษณะคล้ายคลึงกันคือ มีการตอบสนองต่อแสงในทางบวกและมีลักษณะอิ่มตัว (Saturating curve) โดยมี light compensation point หรือจุดที่อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงเท่ากับอัตราการหายใจ ระหว่าง 51-124 μmol $m^{-2}s^{-1}$ ส่วน Light Saturation point หรือจุดที่แม้จะเพิ่มความเข้มของแสงแต่อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงจะคงที่ ระหว่าง 162-489 μmol $m^{-2}s^{-1}$ (ภาพที่ 1.1) ส่วนของแปลงกาแฟพื้นที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่พบว่ามี light compensation point ระหว่าง 36-124 μmol $m^{-2}s^{-1}$ ส่วน Light Saturation point ระหว่าง 258-550 μmol $m^{-2}s^{-1}$ (ภาพที่ 1.2) และเชียงราย มี light compensation point ระหว่าง 39-94 μmol $m^{-2}s^{-1}$ ส่วน Light Saturation point ระหว่าง 180-634 μmol $m^{-2}s^{-1}$ (ภาพที่ 1.3)



ศูนย์วิจัยเกษตรหลวง



ภาพที่ 1.2 การตอบสนองต่อแสงของใบกาแฟในทิศต่างๆ ช่วงกาแฟออกดอก ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่(ขุนวาง) ศูนย์วิจัยและพัฒนาเกษตรที่สูงเชียงราย (วาวี) และศูนย์วิจัยและพัฒนาเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ (เขาค้อ)

หมายเหตุ: N = ทิศเหนือ E = ทิศตะวันออก S = ทิศใต้ W = ทิศตะวันตก

การเปลี่ยนแปลงด้านสรีรวิทยาในรอบวันและข้อมูลสภาพแวดล้อมของกาแฟในระยะติดผล

ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) จากการบันทึกข้อมูลด้านสรีรวิทยาและข้อมูลสภาพแวดล้อมของแปลงกาแฟในรอบวันระยะติดผลเดือนกันยายน 2562 พบว่าใบกาแฟมีอัตราการสังเคราะห์แสงสูงที่สุดในช่วงกลางวัน และมีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงติดลบ หรือใบมีการหายใจสูงในช่วงเช้าทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับการได้รับแสงของใบกาแฟ (ตารางที่ 1.7) ส่วนอัตราการคายน้ำจะเพิ่มขึ้นในช่วงเช้าและมีค่าสูงสุดในช่วงกลางวัน ส่วนการนำไหลของปากใบกาแฟมีค่าสูงสุดในช่วงกลางวันและมีความสัมพันธ์ทางบวกกับอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง ด้านประสิทธิภาพการใช้น้ำของใบกาแฟพบว่ามีค่าสูงสุดในช่วงบ่าย ด้านความเขียวของใบพบว่าใบมีค่าความเขียวสูงสุดเท่ากับ 88.4 ต่ำสุด 46.4 และเฉลี่ย 71.1 ส่วนค่าดัชนีพื้นที่ใบพบว่ามีค่าสูงขึ้นเมื่อเทียบกับระยะออกดอกเท่ากับ 2.80 – 7.95 และ Specific leaf weight (SLW) มีค่า 0.0048 – 0.010 mg/cm^{-2} ปริมาณไนโตรเจนในใบร้อยละ 2.30-3.06 อุณหภูมิรอบวัน 19.68-30.82 องศาเซลเซียส มีฝนตกและท้องฟ้ามีเมฆสลับแดดทั้งวัน ความเข้มของแสงนอกทรงพุ่ม 165-995 µmol $m^{-2}s^{-1}$ ความเข้มแสงในทรงพุ่ม 1-895 µmol $m^{-2}s^{-1}$ ดินมีความชื้นร้อยละ 14.5-44.16 (ตารางที่ 1.7)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 1.7 ข้อมูลด้านสรีรวิทยาและสภาพแวดล้อมในแปลงกาแฟระยะติดผล ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) ต.แม่วาง อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่

พารามิเตอร์	เช้า (07.00-09.00 น.)	กลางวัน (11.00-13.00 น.)	บ่าย (15.00-17.00 น.)
- อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ (Pn: μmol $CO_2 m^{-2} s^{-1}$)	(-1.29)-6.46	(-3.99)-9.54	(-2.75)-3.35
- อัตราการคายน้ำ (Tr: mmol H_2O $m^{-2} s^{-1}$)	0.24-2.54	0.24-3.17	0.03-1.47
- การนำไหลของปากใบ ($g_{s:}$ mmol H_2O $m^{-2} s^{-1}$)	0.017-0.19	0.025-0.21	0.002-0.13
- ประสิทธิภาพการใช้น้ำ (WUE:μmol CO_2/ mmol H_2O)	(-2.06)-3.58	(-3.90)-5.27	(-3.45)-2.70
ความเขียวของใบ (SPAD)			
ความเขียวของใบ	46.4 – 88.4		
ความเขียวของใบเฉลี่ย	71.4		
Leaf Area Index			
LAI	2.80 – 7.95		
LAI เฉลี่ย	5.64		
Specific Leaf Weight (SLW: mg/cm^{-2})			
SLW	0.0048 – 0.010		
SLW เฉลี่ย	0.007		
ปริมาณไนโตรเจนในใบ (%)			
%N	2.30-3.06		
%N เฉลี่ย	2.68		
อุณหภูมิ (^{O}C)			
อุณหภูมิสูงสุด	27.19	30.82	27.32
อุณหภูมิต่ำสุด	19.68	20.59	24.79
อุณหภูมิเฉลี่ย	27.19	28.09	26.48

พารามิเตอร์	เช้า (07.00-09.00 น.)	กลางวัน (11.00-13.00 น.)	บ่าย (15.00-17.00 น.)
ความเข้มของแสงนอกทรงพุ่ม (μmol $m^{-2} s^{-1}$)	165 – 424	675 - 995	121 - 197
ความเข้มของแสงในทรงพุ่ม (μmol $m^{-2} s^{-1}$)			
ความเข้มแสงสูงสุด	253	895	181
ความเข้มแสงต่ำสุด	1	1	1
ความเข้มแสงเฉลี่ย	35	298	59
ความชื้นดิน (%)			
ความชื้นดิน	14.15 – 44.16		
ความชื้นดินเฉลี่ย	24.98		

กรมวิชาการเกษตร

ศูนย์วิจัยและพัฒนาเกษตรที่สูงเชียงราย ต.วาวี อ.แม่สรวย จ.เชียงราย จากการบันทึกข้อมูลด้านสรีรวิทยาและข้อมูลสภาพแวดล้อมของแปลงกาแฟในรอบวันระยะติดผลเดือนสิงหาคม 2562 พบว่าใบกาแฟมีอัตราการสังเคราะห์แสงสูงที่สุดในช่วงกลางวัน และมีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงติดลบ หรือใบมีการหายใจสูงสุดในช่วงบ่าย (ตารางที่ 1.8) ส่วนอัตราการคายน้ำจะเพิ่มขึ้นในช่วงเช้าและมีค่าสูงสุดในช่วงกลางวัน การนำไหลของปากใบกาแฟมีค่าสูงสุดในช่วงกลางวัน ด้านประสิทธิภาพการใช้น้ำของใบกาแฟพบว่ามีค่าสูงสุดในช่วงกลางวันและลดลงในช่วงบ่าย ด้านความเขียวของใบพบว่าใบมีค่าความเขียวสูงสุดเท่ากับ 81.5 ต่ำสุด 50.8 และเฉลี่ย 69.0 ส่วนค่าดัชนีพื้นที่ใบเท่ากับ 4.48 – 6.15 และ Specific leaf weight (SLW) มีค่า 0.0047-0.0090 mg/cm^{-2} มีปริมาณไนโตรเจนในใบร้อยละ 3.3-4.05 อุณหภูมิรอบวัน 19.6-30.7 องศาเซลเซียส ความเข้มของแสงนอกทรงพุ่ม 120-1,279 μmol m^{-2}s^{-1} ความเข้มแสงในทรงพุ่ม 0-1,460 μmol m^{-2}s^{-1} ดินมีความชื้นสูงร้อยละ 20.01 – 41.06 (ตารางที่ 1.8)

ตารางที่ 1.8 ข้อมูลด้านสรีรวิทยาและสภาพแวดล้อมในแปลงกาแฟระยะติดผล ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเชียงราย อ.แม่สรวย จ.เชียงราย

พารามิเตอร์	เช้า (07.00-09.00 น.)	กลางวัน (11.00-13.00 น.)	บ่าย (15.00-17.00 น.)
อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ (Pn: μmol CO_2m^{-2}s^{-1})	(-2.79)-6.26	(-2.23)-11.95	(-4.69)-5.53
อัตราการคายน้ำ (Tr: mmol H_2O m^{-2}s^{-1})	0.14-2.81	(-0.58)-3.12	0.07-1.90
การนำไหลของปากใบ (g_s: mmol H_2O m^{-2}s^{-1})	0.011-0.148	0.037-0.201	0.002-0.103
ประสิทธิภาพการใช้น้ำ (WUE:μmol CO_2/ mmol H_2O)	(-3.01)-5.29	(-9.13)-22.5	(-3.23)-6.43

พารามิเตอร์	เช้า (07.00-09.00 น.)	กลางวัน (11.00-13.00 น.)	บ่าย (15.00-17.00 น.)
ความเขียวของใบ (SPAD)			
ความเขียวของใบ	50.8-81.5		
ความเขียวของใบเฉลี่ย	69.0		
ดัชนีพื้นที่ใบ (Leaf Area Index:LAI)			
LAI	4.48 – 6.15		
LAI เฉลี่ย	5.39		
Specific Leaf Weight (SLW: mg/cm^{-2})			
SLW ต่ำสุด-สูงสุด	0.0047-0.0090		
SLW เฉลี่ย	0.0063		
ปริมาณไนโตรเจนในใบ (%)			
%N	3.3-4.05		
%N เฉลี่ย	3.66		
อุณหภูมิ (°C)			
อุณหภูมิสูงสุด	27.4	22.2	20.6

กรมวิชาการเกษตร

อุณหภูมิต่ำสูด	19.6	28.7	30.7
อุณหภูมิเฉลี่ย	22.03	26.61	26.4
ความเข้มของแสงนอกทรงพุ่ม (μmol m^{-2} s^{-1})	138-358	120-529	135-1,279
ความเข้มของแสงในทรงพุ่ม (μmol m^{-2} s^{-1})			
ความเข้มแสงสูงสุด	463	500	1,460
ความเข้มแสงต่ำสุด	2	0	2
ความเข้มแสงเฉลี่ย	57	59	124
ความชื้นดิน (%)			
ความชื้นดิน	20.01 – 41.06		
ความชื้นดินเฉลี่ย	32.69		

ศูนย์วิจัยและพัฒนาเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ จากการบันทึกข้อมูลด้านสรีรวิทยาและข้อมูลสภาพแวดล้อมของแปลงกาแฟในรอบวันระยะติดผลเดือนสิงหาคม 2562 พบว่าใบกาแฟมีอัตราการสังเคราะห์แสงสูงที่สุดในช่วงบ่ายเนื่องจากมีเมฆปกคลุมในช่วงเช้าและกลางวัน (ตารางที่ 1.9) ส่วนอัตราการคายน้ำจะเพิ่มขึ้นสูงสุดในช่วงเช้าและลดลงในช่วงบ่าย ส่วนการนำไหลของปากใบกาแฟมีค่าสูงสุดในช่วงเช้าและมีความสัมพันธ์ทางบวกกับอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง ด้านประสิทธิภาพการใช้น้ำของใบกาแฟพบว่ามีค่าสูงสุดในช่วงบ่าย ด้านความเขียวของใบพบว่าใบมีค่าความเขียวสูงสุดเท่ากับ 75.3 ต่ำสุดเท่ากับ 51.9 และเฉลี่ย 66.6 ส่วนค่าดัชนีพื้นที่ใบเท่ากับ 2.52-5.71 และ Specific leaf weight (SLW) มีค่า SLW 0.0031-0.0084 mg/cm^{-2} มีปริมาณไนโตเจนในใบ 2.96 – 4.49% อุณหภูมิรอบวัน 18.08-30.29 องศาเซลเซียส ความเข้มของแสงนอกทรงพุ่ม 81-1,824 μmol m^{-2} s^{-1} ความเข้มแสงในทรงพุ่ม 2-290 μmol m^{-2} s^{-1} ดินมีความชื้นร้อยละ 16.68 – 22.34 (ตารางที่ 1.9)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 1.9 ข้อมูลด้านสรีรวิทยาและสภาพแวดล้อมในแปลงกาแฟช่วงติดผล ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ ต.สะเดาะพง อ.เขาค้อ จ.เพชรบูรณ์

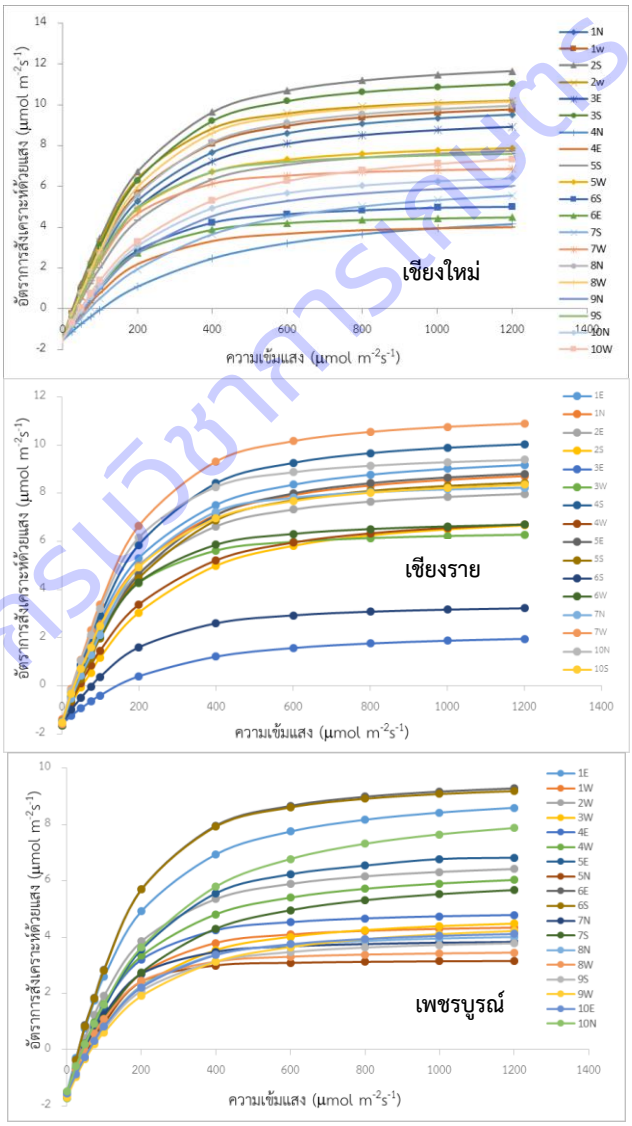
พารามิเตอร์	เช้า (07.00-09.00 น.)	กลางวัน (11.00-13.00 น.)	บ่าย (15.00-17.00 น.)
- อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ (Pn: μmol $CO_2 m^{-2} s^{-1}$)	-2.54 – 3.71	-0.53 -4.58	-3.089 - 7.07
- อัตราการคายน้ำ (Tr: mmol H_2O $m^{-2} s^{-1}$)	0.38 – 2.68	0.24 – 2.52	0.18 – 2.00
- การนำไหลของปากใบ (g_s: mmol H_2O $m^{-2} s^{-1}$)	0.02 - 0.19	0.009 – 0.14	0.005 - 0.105
- ประสิทธิภาพการใช้น้ำ (WUE:mmol CO_2/ mmol H_2O)	-1.03 – 2.44	-1.26 – 4.85	-4.67 – 19.75
ความเขียวของใบ (SPAD)			
ความเขียวของใบ	51.9 – 75.3		
ความเขียวของใบเฉลี่ย	66.6		
Leaf Area Index			
LAI	2.52 – 5.71		
LAI เฉลี่ย	4.28		
Specific Leaf Weight (SLW: mg/cm^{-2})			
SLW	0.0031-0.0084		
SLW เฉลี่ย	0.0062		
ปริมาณไนโตรเจนในใบ (%)			
%N	2.96 – 4.49		
%N เฉลี่ย	3.60		
อุณหภูมิ (°C)			
อุณหภูมิสูงสุด	29.28	30.29	30.05
อุณหภูมิต่ำสุด	18.46	18.08	19.81
อุณหภูมิเฉลี่ย	25.03	25.16	26.66

พารามิเตอร์	เช้า (07.00-09.00 น.)	กลางวัน (11.00-13.00 น.)	บ่าย (15.00-17.00 น.)
ความเข้มของแสงนอกทรงพุ่ม (μmol $m^{-2} s^{-1}$)	81-288	575-1,824	81-288
ความเข้มของแสงในทรงพุ่ม (μmol $m^{-2} s^{-1}$)			
ความเข้มแสงสูงสุด	30	290	234
ความเข้มแสงต่ำสุด	2	7	3
ความเข้มแสงเฉลี่ย	10.3	52.2	33.50
ความชื้นดิน (%)			
ความชื้นดิน	16.68 – 22.34		
ความชื้นดินเฉลี่ย	19.31		

กรมวิชาการเกษตร

การตอบสนองต่อแสงของใบกาแฟในระยะติดผล

การศึกษาการตอบสนองต่อ โดยวัดอัตราการสังเคราะห์แสงที่ความเข้มแสงต่างๆ คือ 1,200 1,000 800 500 300 200 100 75 50 25 และ 0 μmol $m^{-2}s^{-1}$ ผลการศึกษาในแปลงกาแฟศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ พบว่า อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของใบกาแฟที่ตำแหน่งใบต่างกัน มีลักษณะคล้ายคลึงกันคือมีการตอบสนองต่อแสงในทางบวกและมีลักษณะอิ่มตัว (Saturating curve) โดยมี อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสูงสุดระหว่าง 4.60- 11.30 μmol $CO_2m^{-2}s^{-1}$ ส่วน Light Saturation point หรือจุดที่แม้จะเพิ่มความเข้มของแสงแต่อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงจะคงที่ระหว่าง 241-578 μmol $m^{-2}s^{-1}$ (ภาพที่ 1.3) ส่วนของแปลงกาแฟพื้นที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่พบว่ามี อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสูงสุดระหว่าง 5.79-14.0 μmol $CO_2m^{-2}s^{-1}$ และมี light compensation point ที่ความเข้มแสงระหว่าง 27-103 μmol $m^{-2}s^{-1}$ ส่วน Light Saturation point ที่ความเข้มแสงระหว่าง 327-730 μmol $m^{-2}s^{-1}$ (ภาพที่ 2) และแปลงกาแฟจังหวัดเชียงราย มีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสูงสุดระหว่าง 3.92- 12.9 μmol $CO_2m^{-2}s^{-1}$ มี light compensation point ระหว่าง 28-145 μmol $m^{-2}s^{-1}$ ส่วน Light Saturation point ระหว่าง 325-680 μmol $m^{-2}s^{-1}$ (ภาพที่ 1.3)



ภาพที่ 1.3 การตอบสนองต่อแสงของใบกาแฟในทิศต่างๆ ช่วงกาแฟติดผล ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่(ขุนวาง) ศูนย์วิจัยและพัฒนาเกษตรที่สูงเชียงราย (วาวี) และศูนย์วิจัยและพัฒนาเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ (เขาค้อ

หมายเหตุ: N = ทิศเหนือ E = ทิศตะวันออก S = ทิศใต้ W = ทิศตะวันตก

ศูนย์วิชาการเกษตร

การตอบสนองทางสรีรวิทยาของกาแฟอะราบิกาในสภาพร่มเงาในพื้นที่ต่าง

เส้นตอบสนองต่อแสง จากการวัดอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของใบกาแฟอะราบิกาที่ระยะการเจริญเติบโตต่างๆในพื้นที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ศูนย์วิจัยและพัฒนาเกษตรที่สูงเชียงราย และเพชรบูรณ์ พบว่า เส้นตอบสนองต่อแสงของกาแฟอะราบิกามีรูปแบบการตอบสนองในทิศทางเดียวกัน โดยตอบสนองต่อแสงในทางบวกและมีลักษณะอิ่มตัว โดยมีการตอบสนองที่ความเข้มแสงสูงสุด (Light saturation point) ระหว่าง 313-485 μmol $m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ (ตารางที่ 1.10) ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 300-700 μmol $m^{-2}s^{-1}$ ในรายงานของ Damatta (2004)

ประสิทธิภาพการใช้แสง (α) ของใบกาแฟอะราบิกาทั้ง 3 พื้นที่และในแต่ละระยะการเจริญเติบโตมีค่าใกล้เคียงกันระหว่าง 0.026- 0.041 mol CO_2 $molPPF^{-1}$ ซึ่งใกล้เคียงกับปาล์มน้ำมันที่วิรัชณีย์ 2558 ได้รายงานว่า มีค่าระหว่าง 0.035-0.052 mol CO_2 $molPPF^{-1}$ แต่ต่ำกว่าใบฝ้ายที่มีประสิทธิภาพการใช้แสงระหว่าง 0.05-0.09 mol $CO_2molPPF^{-1}$ (ดวงรัตน์ และคณะ, 2542) Evan (1987) รายงานว่าประสิทธิภาพการใช้แสงของพืช C_3 ทั่วไปมีค่า 0.053 mol CO_2 $molPPF^{-1}$

ค่าความต้านทางทางฟิสิกส์ต่อความต้านทานทั้งหมดของใบ (Convexity parameter, θ) มีค่าต่ำในช่วงระยะเก็บเกี่ยวและสูงขึ้นในระยะออกดอกยกเว้นค่าจากศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ที่มีค่าสูงในช่วงเก็บเกี่ยวและลดลงในระยะออกดอกและติดผล โดยในระยะเก็บเกี่ยวมีค่า θ ระหว่าง 0.567-0.746 ในระยะออกดอก มีค่า θ ระหว่าง 0.738-0.831 และในระยะติดผล มีค่า θ ระหว่าง 0.720-0.740 Sassenrath-Cole และคณะ (1996) พบว่าเมื่ออายุใบเพิ่มขึ้นค่า θ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นขณะที่อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงกลับลดลง โดยค่า θ ของใบกาแฟมีค่าใกล้เคียงกับปาล์มน้ำมันลูกผสม และสูงกว่าฝ้าย

อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิสูงสุด (P_{max}) เป็นการบ่งบอกถึงศักยภาพในการสร้างอาหารของกาแฟ โดยพบว่ากาแฟอะราบิกาในพื้นที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง)มีค่าสูงกว่าในพื้นที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาเกษตรที่สูงเชียงรายและเพชรบูรณ์ ทั้งในระยะเกี่ยว ออกดอก และติดผล คือ 7.92 6.27 และ 9.85 μmol $CO_2m^{-2}s^{-1}$ (ตารางที่ 1.10)

อัตราการหายใจ (R_d) ของใบกาแฟในแต่ละสภาพพื้นที่มีค่าใกล้เคียงกัน ระหว่าง 0.15-1.53 μmol $m^{-2}s^{-1}$ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับอัตราการหายใจของใบปาล์มน้ำมัน 0.05-1.87 μmol $m^{-2}s^{-1}$ (วิรัชณีย์, 2558) แต่ต่ำกว่าอัตราการหายใจของใบฝ้ายที่มีค่าระหว่าง 2.5-3.1 μmol $m^{-2}s^{-1}$ โดยใบที่มีอัตราการหายใจสูงส่วนใหญ่เป็นใบที่มีอายุน้อย เนื่องจากใบดังกล่าวต้องมีการหายใจเพื่อการเจริญเติบโตและรักษาสภาพ สำหรับใบกาแฟที่ใช้ในการวัดครั้งนี้เป็นใบที่อยู่ในตำแหน่งที่ 3-4 จากปลายยอด ซึ่งมีการเจริญเติบโตเต็มที่ อัตราหายใจจึงมีค่าน้อยเนื่องจากการหายใจเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตลดลง และการหายใจส่วนใหญ่ใช้ในการรักษาสภาพและการลำเลียงสารอาหารไปยังส่วนเจริญอื่นๆ (Salisbury และ Ross, 1985)

ศูนย์วิทยทรัพยากร

ตารางที่ 1.10 พารามิเตอร์ของสมการ non-rectangular hyperbola ของเส้นตอบสนองต่อแสงของใบกาแฟที่ระยะการเจริญเติบโตต่างๆ

ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง)

พารามิเตอร์	ระยะเก็บเกี่ยว	ระยะออกดอก	ระยะติดผล
α, mol CO_2 molPPF^{-1}	0.031	0.030	0.040
θ	0.746	0.738	0.724
Pmax, μmol m^{-2} s^{-1}	7.92	6.27	9.85
Rd, μmol m^{-2} s^{-1}	1.45	1.53	1.51
Lc, μmol m^{-2} s^{-1}	53	64	45
Ls, μmol m^{-2} s^{-1}	485	395	462

ศูนย์วิจัยและพัฒนาเกษตรที่สูงเชียงราย (วาวี)

พารามิเตอร์	ระยะเก็บเกี่ยว	ระยะออกดอก	ระยะติดผล
α, mol mol^{-1}	0.030	0.031	0.039
θ	0.567	0.813	0.740
Pmax, μmol m^{-2} s^{-1}	5.37	5.02	9.43
Rd, μmol m^{-2} s^{-1}	0.15	1.26	1.52
Lc, μmol m^{-2} s^{-1}	52	50	48
Ls, μmol m^{-2} s^{-1}	412	313	450

ศูนย์วิจัยและพัฒนาเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ (เขาค้อ)

พารามิเตอร์	ระยะเก็บเกี่ยว	ระยะออกดอก	ระยะติดผล
α, mol mol^{-1}	0.034	0.026	0.035
θ	0.655	0.796	0.720
Pmax, μmol m^{-2} s^{-1}	5.73	4.19	7.51
Rd, μmol m^{-2} s^{-1}	0.32	1.53	1.51
Lc, μmol m^{-2} s^{-1}	19	73	50
Ls, μmol m^{-2} s^{-1}	393	346	425

อิทธิพลของระยะการเจริญเติบโตต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของใบกาแฟอะราบิกา

ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) จ.เชียงใหม่

อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิของใบกาแฟอะราบิกาในระยะการเจริญเติบโตต่างๆ กาแฟในระยะหลังการเก็บเกี่ยวมีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิของใบต่ำกว่าในระยะออกดอก และติดผล โดยพบว่าอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของใบกาแฟที่ระยะต่างๆมีการเปลี่ยนแปลงในรอบวันที่คล้ายคลึงกัน คือ จะมีค่าเป็นบวกในช่วง 07.30 น. โดยเพิ่มขึ้นตามความเข้มแสงที่เพิ่ม และเพิ่มขึ้นสูงสุดในช่วง 11.00-13.00 น. โดยจะมีค่าเป็นบวกและลดลงจนติดลบตามความเข้มแสงที่ลดสลับไปในรอบวัน โดยพบว่าในระยะหลังเก็บเกี่ยว ออกดอก และติดผลมีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิของใบสูงสุดประมาณ 10.5, 12 และ 9.8 μmol $CO_2 m^{-2} s^{-1}$ ตามลำดับ

กรมวิชาการเกษตร

(ภาพที่ 1.4) อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิของใบที่ค่อนข้างต่ำในระยะหลังเก็บเกี่ยวอาจเนื่องมาจากลักษณะทางสรีรวิทยา เช่น ความหนาแน่นของทรงพุ่ม หรือความสัมพันธ์ระหว่าง source กับ sink ในแต่ละระยะการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน และปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่น ความชื้นของดิน และบรรยากาศที่ต่ำ และเมื่อมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในช่วงออกดอก และพัฒนาผล ประกอบกับกาแฟต้องการธาตุอาหารในการพัฒนาดอกและผล จึงทำให้กาแฟมีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของใบเพิ่มขึ้น และเป็นผลมาจาการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลที่มีการเปลี่ยนแปลงของตำแหน่งดวงอาทิตย์ส่งผลให้ทรงพุ่มได้รับแสงที่เปลี่ยนแปลงไป (Francisco, 2019)

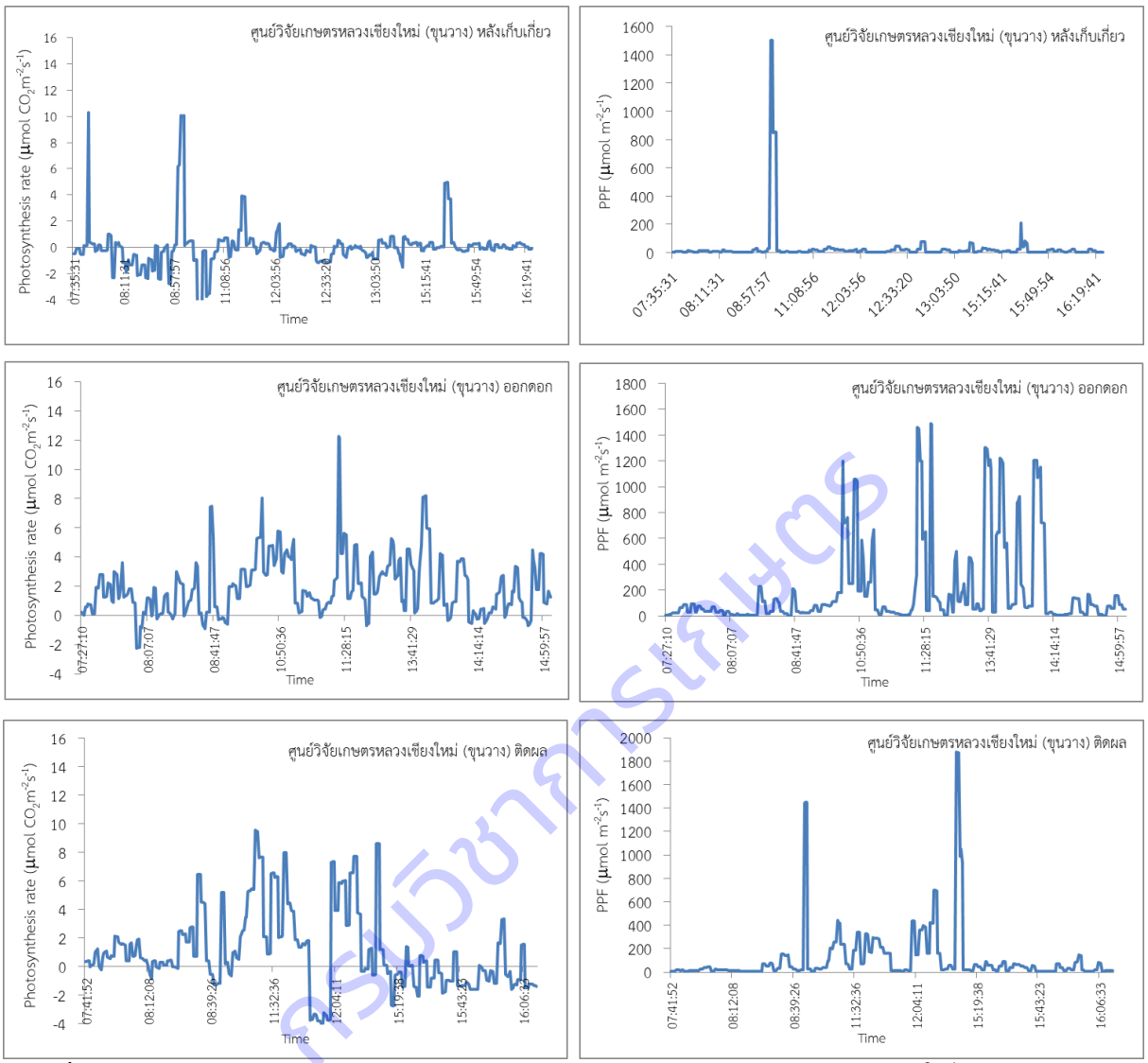
อัตราการคายน้ำของใบกาแฟในช่วงกลางวันของใบกาแฟอะราบิกาในระยะต่างๆ ใบกาแฟในช่วงออกดอกและติดผลมีอัตราการคายน้ำของใบในช่วงกลางวันสูงกว่าในระยะหลังการเก็บเกี่ยว โดยพบว่าในช่วงออกดอกมีอัตราการคายน้ำของใบสูงสุดประมาณ 3.8 mmol H_2O $m^{-2}s^{-1}$ รองลงมาอยู่ในระยะติดผลประมาณ 3.3 mmol H_2O $m^{-2}s^{-1}$ และในระยะหลังเก็บเกี่ยวประมาณ 2.8 mmol H_2O $m^{-2}s^{-1}$ เมื่อพิจารณาจากภาพ พบว่าอัตราการคายน้ำของใบจะเพิ่มขึ้นในช่วงเช้า และมีค่าสูงสุดในช่วง 11.00-12.00 น. และลดลงในช่วงบ่าย (ภาพที่ 1.5) ซึ่งลักษณะดังกล่าวจะมีความสัมพันธ์กับอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของใบที่เปลี่ยนแปลงในรอบวัน โดยทั่วไปความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงและการคายน้ำของใบพืชจะมีความสัมพันธ์เชิงบวกคือ เมื่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงเพิ่มขึ้นอัตราการคายน้ำจะเพิ่มตาม โดยระดับของความสัมพันธ์ดังกล่าวจะแตกต่างกันในช่วงเช้าและช่วงบ่าย เนื่องจากความแตกต่างของความชื้นสัมพัทธ์ (RH) และอุณหภูมิอากาศซึ่งมีอิทธิพลโดยตรงต่ออัตราการคายน้ำ โดยในช่วงบ่ายความชื้นสัมพัทธ์น้อยกว่า และอุณหภูมิอากาศสูงกว่าในช่วงเช้า จึงทำ ให้อัตราการคายน้ำในช่วงบ่ายมีค่ามากกว่า เมื่อเปรียบเทียบที่ระดับมีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงเท่ากัน

ประสิทธิภาพการใช้น้ำในการสังเคราะห์ด้วยแสงของใบกาแฟอะราบิกาในรอบวัน ที่ระยะต่างๆ อัตราส่วนระหว่างอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงและการคายน้ำของใบกาแฟอะราบิกาในระยะหลังเก็บเกี่ยวมีค่าสูงกว่าในระยะออกดอกและติดผล โดยจะมีค่าเพิ่มขึ้นในช่วงเช้าจนเพิ่มขึ้นสูงสุดในช่วง 12.00-13.00 น. ประมาณ 57 mmol $H_2Om^{-2}s^{-1}$:μmol $CO_2m^{-2}s^{-1}$ ส่วนในระยะออกดอกและติดผลพบว่าจะมีค่าค่อนข้างคงที่ (ภาพที่ 1.6)

ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ใบกาแฟสามารถตรึงไว้ได้ การคายน้ำ และประสิทธิภาพการใช้น้ำในเวลากลางวัน:ในระยะเก็บเกี่ยว ออกดอก และติดผล กาแฟจะเริ่มตรึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สุทธิได้ตั้งแต่เวลาประมาณ 07.30 น. และจะตรึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้มากขึ้นตามลำดับ ซึ่งจะสัมพันธ์กับความเข้มของแสงที่เพิ่มขึ้น และจะเพิ่มขึ้นจนมีค่าสูงสุดในช่วงเวลา 10.00-14.00 น. แต่จะมีความแปรปรวนในการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ของตามความเข้มแสงที่ใบได้รับ หลังจากนั้นเมื่อความเข้มแสงลดลงปริมาณการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ของเรือนพุ่มจะลดลง และจะลดลงจนไม่สามารถตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ได้ในช่วง 16.30 น. เมื่อรวมพื้นที่ใต้กราฟระหว่างเวลา 07.30-16.30 น. ของกาแฟทั้ง 3 ระยะการเจริญเติบโต พบว่าในระยะออกดอกมีการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุด เท่ากับ 685 μmol CO_2m^{-2} รองลงมาคือในระยะติดผล เท่ากับ 387 μmol CO_2m^{-2} และมีค่าต่ำมากในระยะหลังเก็บเกี่ยว (ตารางที่ 1.11)

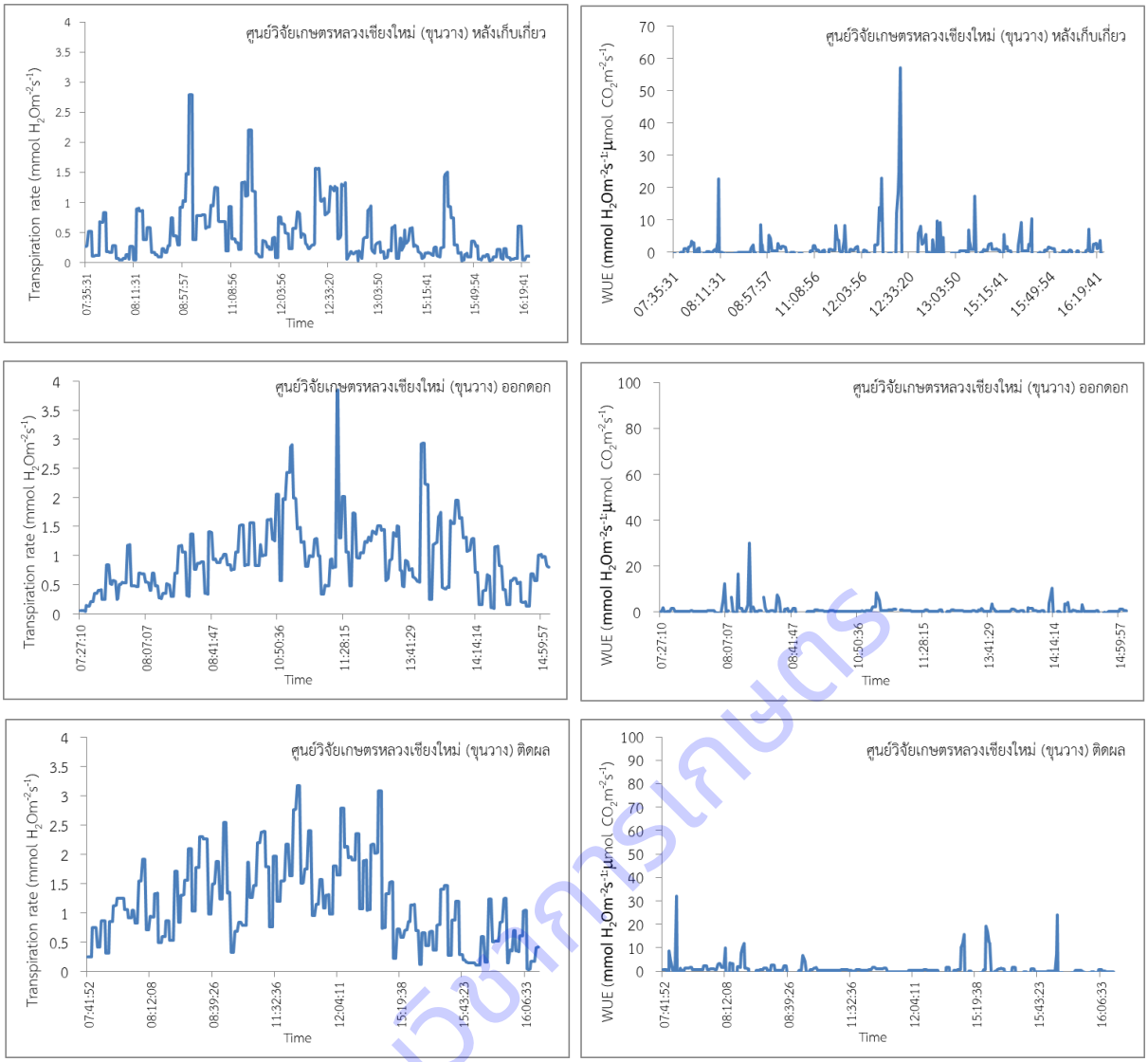
ส่วนปริมาณการคายน้ำของใบโดยรวมในช่วงเวลากลางวัน พบว่าเมื่อรวมพื้นที่ใต้กราฟของกาแฟทั้ง 3 ระยะการเจริญเติบโต ใบกาแฟในระยะติดผลมีปริมาณการคายน้ำของใบสูงที่สุด รองลงมาคือในระยะออกดอกและระยะหลังเก็บเกี่ยว เท่ากับ 419 336 และ 215 mmolH_2Om^{-2} ด้านประสิทธิภาพการใช้น้ำของใบกาแฟในช่วงกลางวันพบว่า ในระยะหลังเก็บเกี่ยวมีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงในช่วงเช้าและลดลงอย่างช้า ส่วนกาแฟในระยะออกดอกและระยะติดผลมีประสิทธิภาพการใช้น้ำต่ำในช่วงเช้าและเพิ่มสูงในช่วงกลางวันหลังจากนั้นจะลดลงในช่วงเย็น โดยใบกาแฟในระยะออกดอกมีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงที่สุด คือต้องใช้น้ำ 491 โมลเพื่อแลกกับการตรึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 1 โมล ในขณะที่ระยะติดผลต้องใช้น้ำ 1,083 molH_2O/molCO_2 ตามลำดับ

(ตารางที่ 1.11) ส่วนในระยะหลังการเก็บเกี่ยวไม่สามารถคำนวณได้เนื่องจากอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงในรอบวันมีค่าต่ำมาก



ภาพที่ 1.4 อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง (Leaf photosynthesis rate; µmol $CO_2m^{-2}s^{-1}$) และความเข้มแสงที่ใบกาแฟได้รับ (Photon Flux Density; PPF:µmol $m^{-2}s^{-1}$) ในรอบวันของใบกาแฟอะราบิกาที่ระยะการเจริญเติบโตต่างๆ ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) จ.เชียงใหม่

ศูนย์วิทยทรัพยากร



ภาพที่ 1.5 อัตราการคายน้ำ (Transpiration rate; mmol$H_2O m^{-2} s^{-1}$) และประสิทธิภาพการใช้น้ำ (water use efficiency(WUE); mmol$H_2O m^{-2} s^{-1}$/µmol$CO_2 m^{-2} s^{-1}$) ในรอบวันของใบกาแฟอะราบิกาที่ระยะการเจริญเติบโตต่างๆ ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) จ.เชียงใหม่

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 1.11 อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง (leaf photosynthesis) การคายน้ำ (leaf transpiration) ประสิทธิภาพการใช้น้ำ (water use efficiency) ของใบกาแฟในระยะหลังเก็บเกี่ยว ออกดอก และติดผลของกาแฟอะราบิกา ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) จ.เชียงใหม่

ระยะการเจริญเติบโต	รวม 07.00-17.00 น.		
	P_{leaf}	T_{eaf}	WUE
หลังเก็บเกี่ยว	2	215	N/A
ออกดอก	685	336	491
ติดผล	387	419	1,083

P_{leaf} = net leaf photosynthesis (μmol CO_2m^{-2})

T_{leaf} = net leaf transpiration (mmolH_2Om^{-2})

WUE = Water use efficiency (molH_2O/molCO_2)

ศูนย์วิจัยและพัฒนาเกษตรที่สูงเชียงราย (วาวี) จ.เชียงราย

อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิของใบกาแฟอะราบิกาในระยะต่างๆ กาแฟในระยะหลังการเก็บเกี่ยว ออกดอก และติดผล มีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิของใบใกล้เคียงกัน พบว่าอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของใบกาแฟที่ระยะต่างๆแสงการเปลี่ยนแปลงในรอบวันที่คล้ายคลึงกัน คือ จะมีค่าเป็นบวกในช่วง 07.30 น. โดยเพิ่มขึ้นตามความเข้มแสงที่เพิ่ม และเพิ่มขึ้นสูงสุดในช่วง 11.00-14.00 น. โดยจะมีค่าเป็นบวกและลดลงจนติดลบตามความเข้มแสงที่ลดสลับไปในรอบวัน โดยพบว่าในระยะหลังเก็บเกี่ยว ออกดอก และติดผลมีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิของใบสูงสุดประมาณ 7, 6 และ 13 μmol $CO_2m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิของใบที่ค่อนข้างต่ำทั้ง 3 อาจเนื่องมาจากสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม โดยเฉพาะความเข้มและปริมาณแสงที่ใบกาแฟได้รับ (ภาพที่ 1.7) ซึ่งพบว่าในพื้นที่ดังกล่าวมีพืชร่วมคือมะคาเดเมียที่มีทรงพุ่มหนาทึบ และอยู่ในบริเวณหุบเขาจึงทำให้แสงส่องผ่านลงมาในแปลงกาแฟได้น้อย

อัตราการคายน้ำของใบกาแฟในช่วงกลางวันของใบกาแฟอะราบิกาในระยะต่างๆใบกาแฟในช่วงติดผลมีอัตราการคายน้ำของใบในช่วงกลางวันสูงกว่าในระยะออกดอกและหลังการเก็บเกี่ยว โดยพบว่าในช่วงติดผลมีอัตราการคายน้ำของใบสูงสุดประมาณ 3.3 mmol H_2O $m^{-2}s^{-1}$ รองลงมาอยู่ในระยะติดผลประมาณ 2.2 mmol H_2O $m^{-2}s^{-1}$ และในระยะหลังเก็บเกี่ยวประมาณ 1.9 mmol H_2O $m^{-2}s^{-1}$ เมื่อพิจารณาจากภาพ พบว่าอัตราการคายน้ำของใบจะเพิ่มขึ้นในช่วงเช้า และมีค่าสูงสุดในช่วง 12.00-14.00 น. และลดลงในช่วงบ่าย

ประสิทธิภาพการใช้น้ำในการสังเคราะห์ด้วยแสงของใบกาแฟอะราบิกาในรอบวัน ที่ระยะต่างๆ อัตราส่วนระหว่างอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงและการคายน้ำของใบกาแฟอะราบิกาในระยะติดผลมีค่าสูงกว่าในหลังการเก็บเกี่ยวและระยะออกดอก โดยจะมีค่าเพิ่มขึ้นในช่วงเช้าจนเพิ่มขึ้นสูงสุดในช่วง 12.00-13.00 น. ประมาณ 43 mmol $H_2Om^{-2}s^{-1}$/μmol $CO_2m^{-2}s^{-1}$ ส่วนในระยะหลังการเก็บเกี่ยวพบว่าจะมีค่าค่อนข้างคงที่ในช่วงเช้าและเพิ่มขึ้นในช่วงบ่าย และในระยะออกดอกจะมีค่าค่อนข้างคงที่

ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ใบกาแฟสามารถตรึงไว้ได้ การคายน้ำ และประสิทธิภาพการใช้น้ำในเวลากลางวัน:ในระยะเก็บเกี่ยว ออกดอก และติดผล กาแฟจะเริ่มตรึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สุทธิได้ตั้งแต่เวลาประมาณ 07.40 น. และจะตรึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้มากขึ้นตามลำดับ ซึ่งจะสัมพันธ์กับความเข้มของแสงที่เพิ่มขึ้น และจะเพิ่มขึ้นจนมีค่าสูงสุดในช่วงเวลา 10.00-14.00 น. แต่จะมีความแปรปรวนในการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ของตามความเข้มแสงที่ใบได้รับ หลังจากนั้นเมื่อความเข้มแสงลดลงปริมาณการตรึง

กรมวิชาการเกษตร

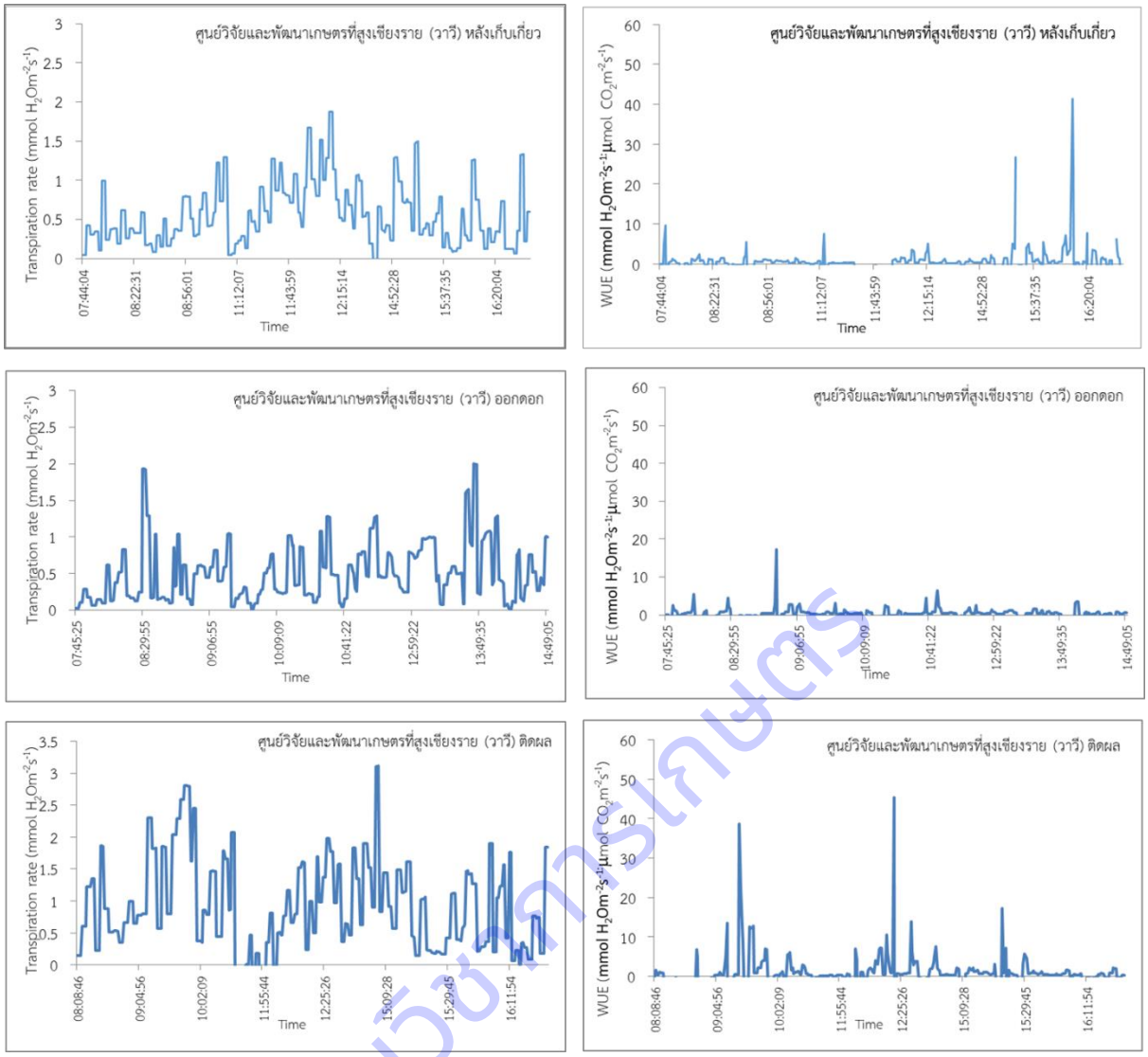
คาร์บอนไดออกไซด์ของเรือนพุ่มจะลดลง และจะลดลงจนไม่สามารถตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ได้ในช่วง 16.30 น. เมื่อรวมพื้นที่ใต้กราฟระหว่างเวลา 07.30-16.30 น. ของกาแฟทั้ง 3 ระยะการเจริญเติบโต พบว่าในระยะหลังการเก็บเกี่ยวมีการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุด เท่ากับ 286 μmol CO_2m^{-2} รองลงมาคือในระยะติดผล เท่ากับ 273 μmol CO_2m^{-2} และมีค่าต่ำมากในระยะออกดอก (ตารางที่ 1.12)

ส่วนปริมาณการคายน้ำของใบโดยรวมในช่วงเวลากลางวัน พบว่าเมื่อรวมพื้นที่ใต้กราฟของกาแฟทั้ง 3 ระยะการเจริญเติบโต ใบกาแฟในระยะติดผลมีปริมาณการคายน้ำของใบสูงที่สุด รองลงมาคือในระยะหลังเก็บเกี่ยว และระยะออกดอกเท่ากับ 348 240 และ 179 mmolH_2Om^{-2} ด้านประสิทธิภาพการใช้น้ำของใบกาแฟในช่วงกลางวันพบว่า ในระยะหลังเก็บเกี่ยวมีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงในช่วง 15.00-16.00 น. ส่วนกาแฟในระยะติดผลมีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงในช่วง 09.30 น. และ 12.20 น. ส่วนในระยะออกดอกมีประสิทธิภาพการใช้น้ำต่ำที่สุด โดยใบกาแฟในระยะหลังการเก็บเกี่ยวมีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ระยะออกดอก และระยะติดผล เท่ากับ 839 844 และ 1,275 mmolH_2O/μmolCO_2 ตามลำดับ (ตารางที่ 1.12)

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 1.6 อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง (Leaf photosynthesis rate; µmol $CO_2m^{-2}s^{-1}$) และความเข้มแสงที่ใบกาแฟได้รับ (Photon Flux Density; PPF:µmol $m^{-2}s^{-1}$) ในรอบวันของใบกาแฟอะราบิกาที่ระยะการเจริญเติบโตต่างๆ ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาเกษตรที่สูงเชียงราย (วาวี) จ.เชียงราย

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 1.7 อัตราการคายน้ำ (Transpiration rate; mmol $H_2Om^{-2}s^{-1}$) และประสิทธิภาพการใช้น้ำ (water use efficiency(WUE); mmol $H_2Om^{-2}s^{-1}$:µmol $CO_2m^{-2}s^{-1}$) ในรอบวันของใบกาแฟอะราบิกาที่ระยะการเจริญเติบโตต่างๆ ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาเกษตรที่สูงเชียงราย (วาวี) จ.เชียงราย

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 1.12 อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง (leaf photosynthesis) การคายน้ำ (leaf transpiration) ประสิทธิภาพการใช้น้ำ (water use efficiency) ของใบกาแฟในระยะหลังเก็บเกี่ยว ออกดอก และติดผลของกาแฟอะราบิกา ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเชียงราย (วาวี) จ.เชียงราย

ระยะการเจริญเติบโต	รวม 07.00-17.00 น.		
	P_{leaf}	T_{eaf}	WUE
หลังเก็บเกี่ยว	286	240	839
ออกดอก	212	179	844
ติดผล	273	348	1,275

P_{leaf} = net leaf photosynthesis (μmol CO_2m^{-2})

T_{leaf} = net leaf transpiration (mmolH_2Om^{-2})

WUE = Water use efficiency (molH_2O/molCO_2)

ศูนย์วิจัยและพัฒนาเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ (เขาค้อ) จ.เพชรบูรณ์

อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิของใบกาแฟอะราบิกาในระยะต่างๆ กาแฟในระยะติดผล มีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิของใบสูงกว่าระยะออกดอก พบว่าอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของใบกาแฟที่ระยะออกดอกจะมีค่าสูงสุดในช่วงเช้าและมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยในช่วง 10.00 – 16.30 น. ส่วนในระยะติดผลพบว่าอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของใบจะเพิ่มขึ้นในช่วงเช้าจนมีค่าสูงสุดในช่วง 15.00 น. โดยพบว่าในระยะออกดอกและติดผลใบกาแฟได้รับความเข้มแสงส่วนใหญ่ที่ต่ำกว่า 100 μmol $m^{-2}s^{-1}$ มีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิของใบสูงสุดประมาณ 5 และ 7.5 μmol $CO_2m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ (ภาพที่ 1.8)

อัตราการคายน้ำของใบกาแฟในช่วงกลางวันของใบกาแฟอะราบิกาในระยะต่างๆ ใบกาแฟในช่วงติดผลมีอัตราการคายน้ำของใบในช่วงกลางวันสูงกว่าในระยะออกดอกและหลังการเก็บเกี่ยว โดยพบว่าในช่วงติดผลมีอัตราการคายน้ำของใบสูงสุดประมาณ 2.8 mmol H_2O $m^{-2}s^{-1}$ และในระยะออกดอกประมาณ 2.3 mmol H_2O $m^{-2}s^{-1}$ เมื่อพิจารณาจากภาพ พบว่าอัตราการคายน้ำของใบในระยะออกดอกจะเพิ่มขึ้นในช่วง 09.00 น. และมีค่าสูงในช่วง13.00 – 17.00 น. ส่วนในระยะติดผลพบว่าการคายน้ำของใบกาแฟจะสูงในช่วง 08.20 – 12.00 น. และลดลงอย่างช้าๆในช่วงบ่าย (ภาพที่ 1.9)

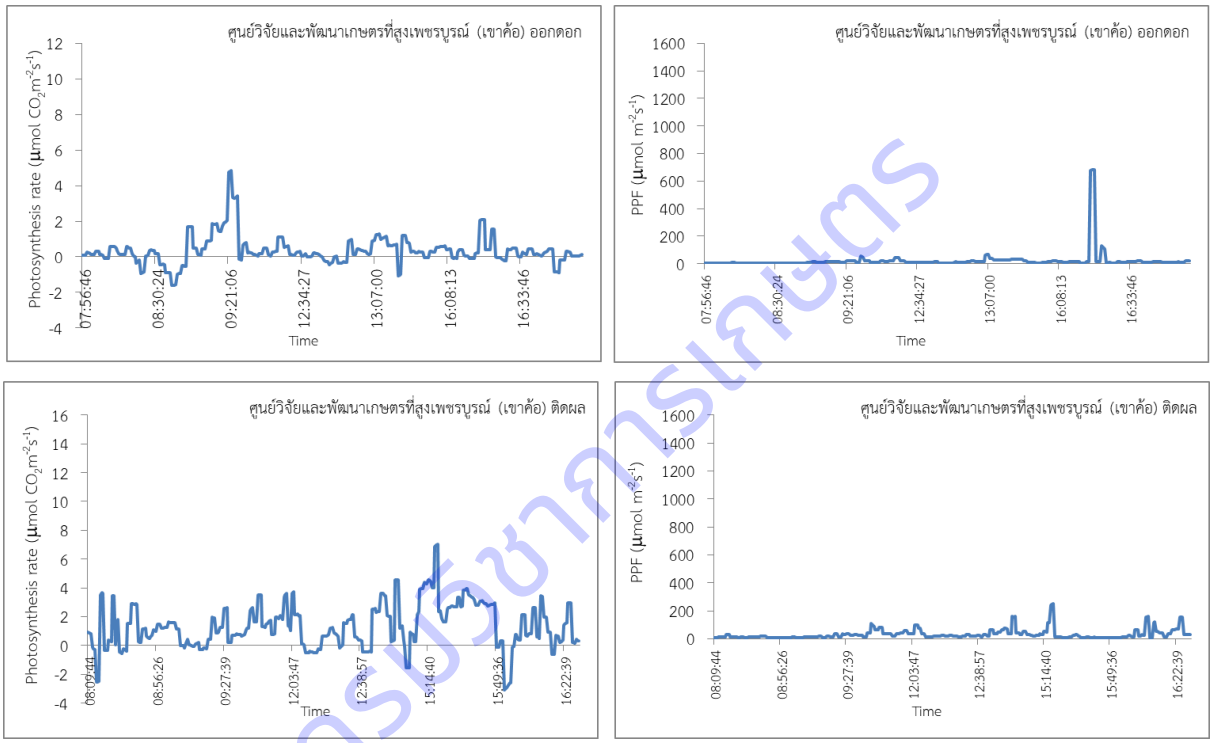
ประสิทธิภาพการใช้น้ำในการสังเคราะห์ด้วยแสงของใบกาแฟอะราบิกาในรอบวัน ที่ระยะต่างๆ อัตราส่วนระหว่างอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงและการคายน้ำของใบกาแฟอะราบิกาในระยะออกดอกมีค่าต่ำในช่วงเช้าและเพิ่มขึ้นสูงสุดในช่วง 12.40 น. ประมาณ 88 mmol $H_2Om^{-2}s^{-1}$:μmol $CO_2m^{-2}s^{-1}$ ส่วนในระยะติดผลพบว่าจะมีค่าสูงสุดในช่วงเช้าและเปลี่ยนแปลงน้อยในช่วงบ่าย พบว่ามีอัตราส่วนระหว่างอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงและการคายน้ำสูงสุด คือ 65 mmol $H_2Om^{-2}s^{-1}$:μmol $CO_2m^{-2}s^{-1}$

ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ใบกาแฟสามารถตรึงไว้ได้ การคายน้ำ และประสิทธิภาพการใช้น้ำในเวลากลางวัน:ในระยะออกดอก และติดผล กาแฟจะเริ่มตรึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สุทธิได้ตั้งแต่เวลาประมาณ 07.30 น. และจะตรึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้มากขึ้นตามลำดับ ซึ่งจะสัมพันธ์กับความเข้มของแสงที่เพิ่มขึ้น และจะเพิ่มขึ้นจนมีค่าสูงสุดในช่วงเวลา 10.00-15.00 น. แต่จะมีความแปรปรวนในการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ของตามความเข้มแสงที่ใบได้รับ หลังจากนั้นเมื่อความเข้มแสงลดลงปริมาณการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ของเรือนพุ่มจะลดลง และจะลดลงจนไม่สามารถตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ได้ในช่วง 16.30 น. เมื่อรวมพื้นที่ใต้กราฟระหว่างเวลา

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

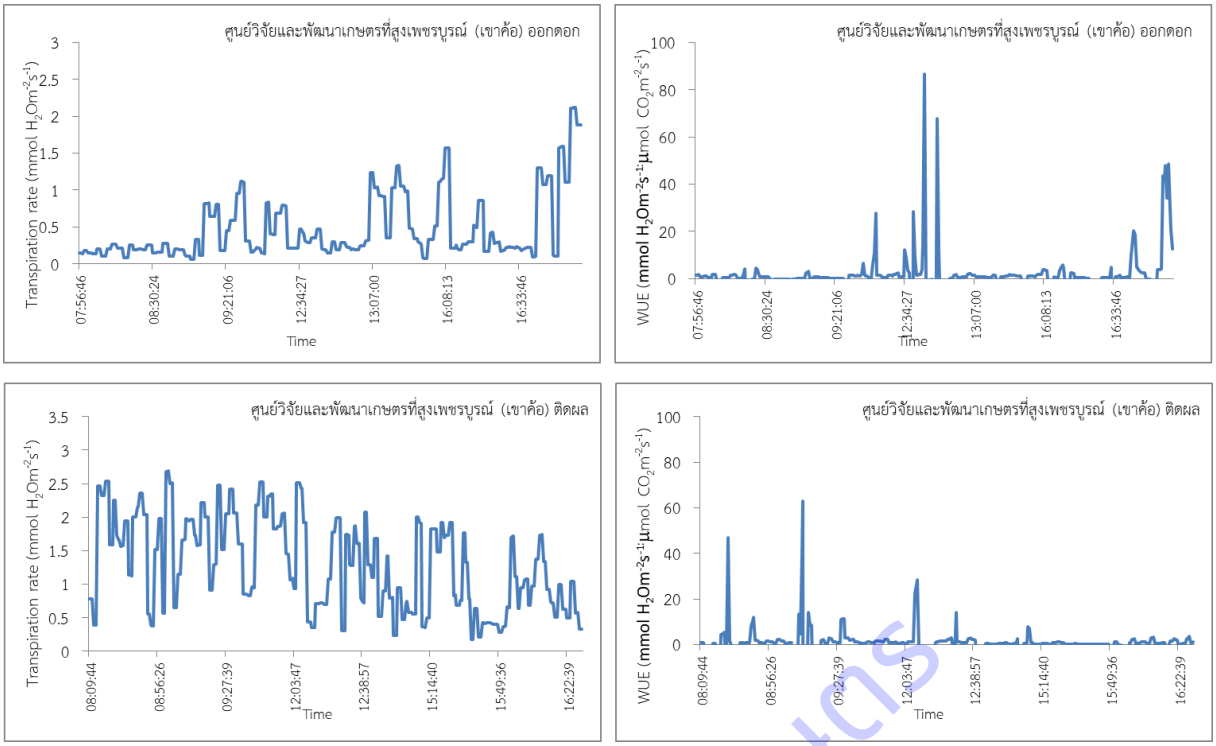
07.30-16.30 น. ของกาแฟทั้ง 2 ระยะการเจริญเติบโต พบว่าในระยะติดผลมีการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุดเท่ากับ 473 μmol CO_2m^{-2} และในระยะออกดอกเท่ากับ 120 μmol CO_2m^{-2} (ตารางที่ 1.13)

ส่วนปริมาณการคายน้ำของใบโดยรวมในช่วงเวลากลางวัน พบว่าเมื่อรวมพื้นที่ใต้กราฟของกาแฟทั้ง 2 ระยะการเจริญเติบโต ใบกาแฟในระยะติดผลมีปริมาณการคายน้ำของใบสูงที่สุด เท่ากับ 482 mmolH_2Om^{-2} และในระยะออกดอกเท่ากับ 163 mmolH_2Om^{-2} ด้านประสิทธิภาพการใช้น้ำของใบกาแฟในช่วงกลางวันพบว่า ในระยะออกดอกมีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงในช่วงเช้าและลดลงในช่วง 11.00-12.30 น. ส่วนกาแฟในระยะติดผลมีประสิทธิภาพการใช้น้ำต่ำในช่วงเช้าและเพิ่มสูงในช่วง 09.00-16.30 น. โดยใบกาแฟในระยะติดผลมีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงที่สุด เท่ากับ 1,019 mmolH_2O/μmolCO_2 และระยะออกดอกเท่ากับ 1,358 mmolH_2O/μmolCO_2 ตามลำดับ (ตารางที่ 1.13)



ภาพที่ 1.8 อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง (Leaf photosynthesis rate; μmol $CO_2m^{-2}s^{-1}$) และความเข้มแสงที่ใบกาแฟได้รับ (Photon Flux Density; PPF:μmol $m^{-2}s^{-1}$) ในรอบวันของใบกาแฟอะราบิกาที่ระยะการเจริญเติบโตต่างๆ ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ (เขาค้อ) จ.เพชรบูรณ์

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 1.9 อัตราการคายน้ำ (Transpiration rate; mmol $H_2Om^{-2}s^{-1}$)และประสิทธิภาพการใช้น้ำ (water use efficiency(WUE); mmol $H_2Om^{-2}s^{-1}$:µmol $CO_2m^{-2}s^{-1}$) ในรอบวันของใบกาแฟอะราบิกาที่ระยะการเจริญเติบโตต่างๆ ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ (เขาค้อ) จ.เพชรบูรณ์

ตารางที่ 1.13 อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง (leaf photosynthesis) การคายน้ำ (leaf transpiration) ประสิทธิภาพการใช้น้ำ (water use efficiency) ของใบกาแฟในระยะออกดอก และติดผลของกาแฟอะราบิกา ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ (เขาค้อ) จ.เพชรบูรณ์

ระยะการเจริญเติบโต	รวม 07.00-17.00 น.		
	P_{leaf}	T_{eaf}	WUE
ออกดอก	120	163	1,358
ติดผล	473	482	1,019

P_{leaf} = net leaf photosynthesis (µmol CO_2m^{-2})

T_{leaf} = net leaf transpiration (mmolH_2Om^{-2})

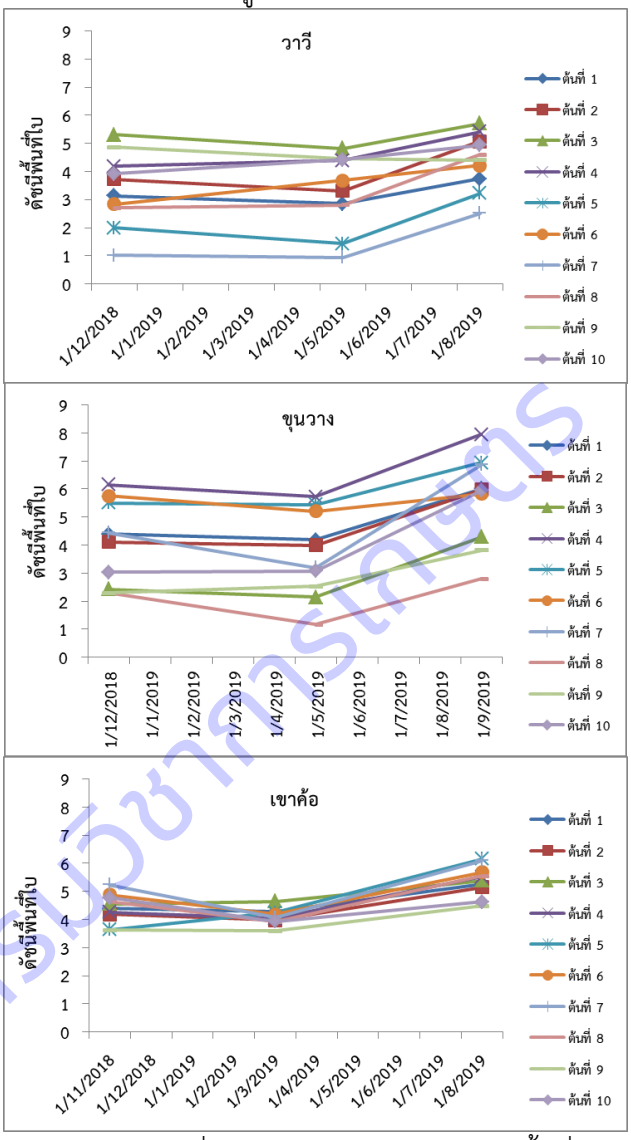
WUE = Water use efficiency (molH_2O/molCO_2)

การเปลี่ยนแปลงดัชนีพื้นที่ใบในรอบปีของแปลงกาแฟที่มีมะคาเดเมียเป็นพืชร่วม

วัดดัชนีพื้นที่ใบของแปลงกาแฟที่มีมะคาเดเมียเป็นพืชร่วมในพื้นที่จังหวัดเชียงราย เชียงใหม่ และเพชรบูรณ์ โดยสุ่มเลือกต้นในแปลงจำนวน 10 ต้น และวัดดัชนีพื้นที่ใบด้วยเครื่องวัดดัชนีพื้นที่ใบ LAI-2200 จำนวน 4 ตำแหน่ง (ทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก) คำนวณหาค่าดัชนีพื้นที่ใบของแต่ละต้น ดำเนินการในช่วงหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต ช่วงออกดอก และช่วงพัฒนาผล พบว่าในแปลงกาแฟจังหวัดเชียงรายมี

กรมวิชาการเกษตร

ดัชนีพื้นที่ใบค่อนค้างคงที่ในช่วงหลังการเก็บเกี่ยวและออกดอกอยู่ระหว่าง 1.0-5.3 และมีดัชนีเพิ่มขึ้นในช่วงพัฒนาผลอยู่ระหว่าง 2.5-5.1 (ภาพที่ 1.10) ส่วนแปลงกาแฟในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่พบว่าดัชนีพื้นที่ใบลดลงเล็กน้อยในช่วงออกดอกอยู่ระหว่าง 1.1-5.2 และเพิ่มขึ้นในช่วงพัฒนาผลอยู่ระหว่าง 2.8-6.8 (ภาพที่ 1.10) และแปลงกาแฟในพื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์พบว่ามีแนวโน้มเช่นเดียวกัน คือมีดัชนีพื้นที่ใบหลังการเก็บเกี่ยวระหว่าง 3.6-4.7 และอยู่ระหว่าง 3.5-4.6 และเพิ่มขึ้นในช่วงพัฒนาผลอยู่ระหว่าง 4.5-6.1 (ภาพที่ 1.10)



ภาพที่ 1.10 ดัชนีพื้นที่ใบของกาแฟ ช่วงหลังเก็บเกี่ยว ออกดอก และพัฒนาผล พื้นที่จังหวัดเชียงราย เชียงใหม่ และเพชรบูรณ์

กรมวิชาการเกษตร

ปี 2563

สำรวจและบันทึกข้อมูลด้านสรีรวิทยาและสภาพแวดล้อมในแปลงกาแฟที่มีการปลูกพืชร่วมในพื้นที่ จังหวัดเชียงใหม่ และจังหวัดเชียงราย พบว่า

แปลงกาแฟอะราบิกา อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่

แปลงที่ 1 ระบบพืช กาแฟ-มะคาเดเมีย

กาแฟและพืชร่วมปลูกในทิศตะวันออก-ตะวันตก slope ของแปลงจากทิศใต้-ทิศเหนือ กาแฟอยู่ในระยะใกล้เก็บเกี่ยวโดยผลกาแฟเริ่มเปลี่ยนสี สุ่มวัดการเจริญเติบโตของต้นกาแฟพบว่าต้นกาแฟมีขนาดใกล้เคียงกัน มีระยะปลูก 2x2

เมตร กาแฟมีความสูงเฉลี่ย 1.81 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มเฉลี่ย 1.61 เมตร เส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ย 11.2 เซนติเมตร (ตารางที่ 1.14) ส่วนพืชร่วมคือมะคาเดเมีย พบว่ามีความสูงเฉลี่ย 6.78 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มเฉลี่ย 7.78 เมตร เส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ย 87.2 เซนติเมตร (ตารางที่ 1.15) เมื่อวัดความเข้มแสงที่ส่องผ่านลงมาภายใต้ทรงพุ่มในระยะทุกๆ 1 เมตรห่างจากต้นกาแฟจนถึงกลางทรงพุ่มพบว่า มีความเข้มแสงอยู่ระหว่าง 8-650 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ หรือร้อยละ 1.1-36.1 ซึ่งเป็นความเข้มของแสงที่ค่อนข้างต่ำที่กาแฟจะนำไปใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง (ตารางที่ 1.16)

ตารางที่ 1.14 ความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มและเส้นรอบวงกาแฟอะราบิกา ระยะปลูก 2x2 เมตร

ต้นที่	ความสูง (เมตร)	เส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม (เมตร)	เส้นรอบวงลำต้น (เซนติเมตร)
1	1.80	1.53	10.6
2	1.80	1.45	10.5
3	1.80	1.80	11.3
4	1.85	1.62	12.0
5	1.82	1.65	11.5
เฉลี่ย	**1.81**	**1.61**	**11.2**

ตารางที่ 1.15 ความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มและเส้นรอบวงมะคาเดเมีย ระยะปลูก ระยะปลูก 8x8 เมตร

ต้นที่	ความสูง (เมตร)	เส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม (เมตร)	เส้นรอบวงลำต้น (เซนติเมตร)
1	6.5	9.3	84.3
2	6.3	5.7	78.8
3	7.5	6.1	88.2
4	6.8	10.0	97.5
เฉลี่ย	**6.78**	**7.78**	**87.2**

ตารางที่ 1.16 ความเข้มแสงภายใต้ทรงพุ่มในระบบกาแฟ-มะคาเดเมีย ที่ระยะต่างๆ (วัดเมื่อเวลา 11.30 น.)

ระยะห่างจากต้นมะคาเดเมีย (เมตร)	ความเข้มแสงใต้ทรงพุ่ม ($\mu molm^{-2}s^{-1}$) และร้อยละของแสงที่ทรงพุ่มได้รับที่ความสูง 1.0 เมตร				ความเข้มแสงภายนอกทรงพุ่ม ($\mu molm^{-2}s^{-1}$)
	ต้นที่ 1	ต้นที่ 2	ต้นที่ 3	ต้นที่ 4	
1	8 (0.44%)	13 (0.72%)	35 (1.94%)	24 (1.33%)	1800
2	5 (0.28%)	9 (0.50%)	43 (2.39%)	55 (3.06%)	
3	11 (0.61%)	650 (36.1%)	34 (1.89%)	102 (5.67%)	
4	16 (0.89%)	20 (1.11%)	342 (19%)	20 (1.11%)	

แปลงที่ 2 ระบบพืช กาแฟ-ซิลเวอร์โอ๊ค

พบว่าแปลงกาแฟ และพืชร่วมปลูกในแนวเหนือใต้ มี slope จากทิศตะวันออก-ทิศตะวันตก กาแฟอยู่ในระยะใกล้เก็บเกี่ยวโดยผลกาแฟเริ่มเปลี่ยนสี สุ่มวัดการเจริญเติบโตของต้นกาแฟพบว่าต้นกาแฟมีขนาดใกล้เคียงกัน มีระยะปลูก 2x2 เมตร กาแฟมีความสูงเฉลี่ย 1.81 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มเฉลี่ย 1.41 เมตร เส้นรอบวงลำ

กรมวิชาการเกษตร

ต้นเฉลี่ย 15.8 เซนติเมตร (ตารางที่ 1.17) ส่วนพืชร่วมคือซิลเวอร์โอ๊ค พบว่ามีความสูงเฉลี่ย 8.05 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มเฉลี่ย 5.29 เมตร เส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ย 58.73 เซนติเมตร (ตารางที่ 1.18) เมื่อวัดความเข้มแสงที่ส่องผ่านลงมาภายใต้ทรงพุ่มซิลเวอร์โอ๊คในระยะทุกๆ 1 เมตรจากลำต้นจนถึงชายพุ่มพบว่า มีความเข้มแสงอยู่ระหว่าง 231-1420 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ หรือร้อยละ 12.8-78.9 ของความเข้มแสงนอกทรงพุ่ม (1,800 ซึ่งเป็นความเข้มของแสงที่ค่อนข้างสูงที่กาแฟจะนำไปใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง (400-600 $\mu molm^{-2}s^{-1}$) (ตารางที่ 1.19) เนื่องจากซิลเวอร์โอ๊คมีใบขนาดเล็ก ทรงพุ่มโปรง มีระยะระหว่างแถวค่อนข้างมาก (16 เมตร) จึงทำให้แสงส่องผ่านได้มาก และพบว่าการได้รับแสงของต้นกาแฟนอกจากจะขึ้นกับพืชร่วมแล้วยังจะขึ้นกับฤดูกาล ทิศทาง และลักษณะพื้นที่

ตารางที่ 1.17 ความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มและเส้นรอบวงกาแฟอะราบิกา ระยะปลูก 2x2 เมตร

ต้นที่	ความสูง (เมตร)	เส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม (เมตร)	เส้นรอบวงลำต้น (เซนติเมตร)
1	1.75	1.55	14.7
2	1.95	1.15	17.5
3	2.10	1.30	17.7
4	1.60	1.45	15.7
5	1.65	1.60	13.5
เฉลี่ย	1.81	1.41	15.8

ตารางที่ 1.18 ความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มและเส้นรอบวงซิลเวอร์โอ๊ค ระยะปลูก ระยะปลูก 7x16 เมตร

ต้นที่	ความสูง (เมตร)	เส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม (เมตร)	เส้นรอบวงลำต้น (เซนติเมตร)
1	7.8	5.1	45.3
2	8.2	5.25	63.8
3	7.5	5.35	60.0
4	8.7	5.45	65.8
เฉลี่ย	8.05	5.29	58.73

ตารางที่ 1.19 ความเข้มแสงภายใต้ทรงพุ่มในระบบกาแฟ-ซิลเวอร์โอ๊ค แบ่งตามทิศและระยะต่างๆ (เวลา 11.00 น.)

ระยะห่างจากต้นซิลเวอร์โอ๊ค (เมตร)	ความเข้มแสงใต้ทรงพุ่ม ($\mu molm^{-2}s^{-1}$) และร้อยละของแสงที่ทรงพุ่มได้รับที่ความสูง 1.0 เมตร				ความเข้มแสงภายนอกทรงพุ่ม ($\mu molm^{-2}s^{-1}$)
	ทิศ ต.ออก	ทิศเหนือ	ทิศ ต.ตก	ทิศใต้	
1	1,409 (78%)	329 (18%)	1,121 (62%)	1,409 (78%)	
2	1,211 (67%)	231 (13%)	1,420 (79%)	1,316 (73%)	1800
3	1,123 (62%)	275 (15%)	1,657 (92%)	1,277 (71%)	

กรมวิชาการเกษตร

แปลงที่ 3 สถานีพัฒนาเกษตรที่สูงตามแนวพระราชดำริ บ้านปางขอน

สำรวจและบันทึกข้อมูลด้านสรีรวิทยาและสภาพแวดล้อมในแปลงกาแฟที่มีการปลูกพืชร่วม คือ นางพญาเสือโคร่ง (*Prunus cerasoides* D.Don) ในพื้นที่สถานีพัฒนาเกษตรที่สูงตามแนวพระราชดำริ บ้านปางขอน ต.ปางขอน อ.แม่สรวย จ.เชียงราย พิกัด 47Q X562473 Y2200465 ความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 1,366 เมตร พบว่า เป็นแปลงกาแฟอายุ 15 ปี ปลูกในทิศตะวันออก-ตะวันตก Slope ของแปลงจากทิศตะวันตก-ทิศตะวันออก กาแฟอยู่ในระยะหลังเก็บเกี่ยว สุ่มวัดภายใต้สภาพร่มเงาพบว่ากาแฟมีขนาดต้นและทรงพุ่มใกล้เคียงกัน ระยะปลูกเฉลี่ย 2x2 เมตร กาแฟมีความสูงเฉลี่ย 1.55 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม 1.88 เมตร เส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ย 20.3 เซนติเมตร วัดดัชนีพื้นที่ใบ (LAI) โดยใช้เครื่อง LAI-2200 พบว่ามีค่าดัชนีพื้นที่ใบ 4.53-6.30 วัดค่าความเขียวของใบด้วยเครื่อง SPAD พบว่ามีค่าความเขียว 60.9-70.4 (ตารางที่ 1.20) พืชร่วมคือนางพญาเสือโคร่ง พบว่ามีความสูงเฉลี่ย 11.6 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มเฉลี่ย 8.9 เมตร เส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ย 84.7 เซนติเมตร (ตารางที่ 1.21)

ทรงพุ่มจะได้รับแสงสูงในช่วง 11.00-113.00 น. และได้รับแสงค่อนข้างต่ำในช่วงเช้าและเย็นทำให้เกิดการหายใจของใบไรระหว่างวัน (ตารางที่ 1.23) เมื่อวัดความเข้มแสงที่ส่องผ่านลงมาภายใต้ทรงพุ่มในรอบวัน ณ ตำแหน่งเหนือทรงพุ่ม กลางทรงพุ่ม และใต้ทรงพุ่มกาแฟ พบว่า ตำแหน่งใบด้านบนทรงพุ่มได้รับแสงสูงสุด รองลงมาคือตำแหน่งกลางทรงพุ่ม และมีค่าน้อยที่ตำแหน่งด้านล่างของทรงพุ่ม (ภาพที่ 1.11) โดยมีความเข้มแสงเหนือทรงพุ่ม 15-358 μmolPPFm^{-2}s^{-1} หรือมีการรับแสง 3.8-34.1% ความเข้มแสงกลางทรงพุ่มกาแฟ 12-221 μmolPPFm^{-2}s^{-1} หรือมีการรับแสง 2.5-21.0% และความเข้มแสงใต้ทรงพุ่มกาแฟ 4-29 μmolPPFm^{-2}s^{-1} หรือมีการรับแสง 0.7-4.0% ซึ่งเป็นความเข้มของแสงที่ค่อนข้างต่ำที่กาแฟจะนำไปใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง (ภาพที่ 1.12 และตารางที่ 1.22)

ตารางที่ 1.20 ข้อมูลความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มและเส้นรอบลำต้นกาแฟอะราบิกา ระยะปลูก 2x2 เมตร ต.ปางขอน อ.แม่สรวย จ.เชียงราย

ต้นที่	ความสูง (เมตร)	เส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม (เมตร)	เส้นรอบวงลำต้น (เซนติเมตร)	ดัชนีพื้นที่ใบ (LAI)	ค่าความเขียวของใบ (SPAD)
1	1.55	1.90	23	5.35	60.9
2	1.65	1.95	17.5	6.00	63.3
3	1.3	1.85	18.5	4.53	70.4
4	1.6	1.83	18.5	6.30	63.6
5	1.65	1.90	24	4.58	67.9
เฉลี่ย	1.55	1.90	20.3	5.35	60.9

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 1.21 ข้อมูลความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มและเส้นรอบวงลำต้นนางพญาเสือโคร่ง ระยะปลูก ระยะปลูก 8x10 เมตร ต.ปางขอน อ.แม่สรวย จ.เชียงราย

ต้นที่	ความสูง (เมตร)	เส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม (เมตร)	เส้นรอบวงลำต้น (เซนติเมตร)
1	105	9.8	84.7
2	12.3	10.2	97.3
3	11.6	7.5	87.9
4	12.3	8.3	78.5
5	11.4	8.7	75.3
เฉลี่ย	11.62	8.9	84.74

ตารางที่ 1.22 ความเข้มแสงเฉลี่ยในรอบวันที่ระดับต่างๆของทรงพุ่มกาแฟ ในระบบกาแฟ-นางพญาเสือโคร่ง ต. ปางขอน อ.แม่สรวย จ.เชียงราย

ตำแหน่งวัดความเข้มแสง	ความเข้มแสงใต้ทรงพุ่ม ($\mu molm^{-2}s^{-1}$) และร้อยละของแสงที่ทรงพุ่มได้รับ			ความเข้มแสงภายนอกทรงพุ่ม ($\mu molm^{-2}s^{-1}$)
	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย	
ยอดทรงพุ่ม	15 (3.8%)	358 (34.1%)	85 (10.6%)	176-1,679
กลางทรงพุ่ม	12 (2.5%)	221 (21%)	57 (7.3%)	176-1,679
ด้านล่างทรงพุ่ม	4 (0.7%)	29 (4.0%)	13 (1.8%)	176-1,679

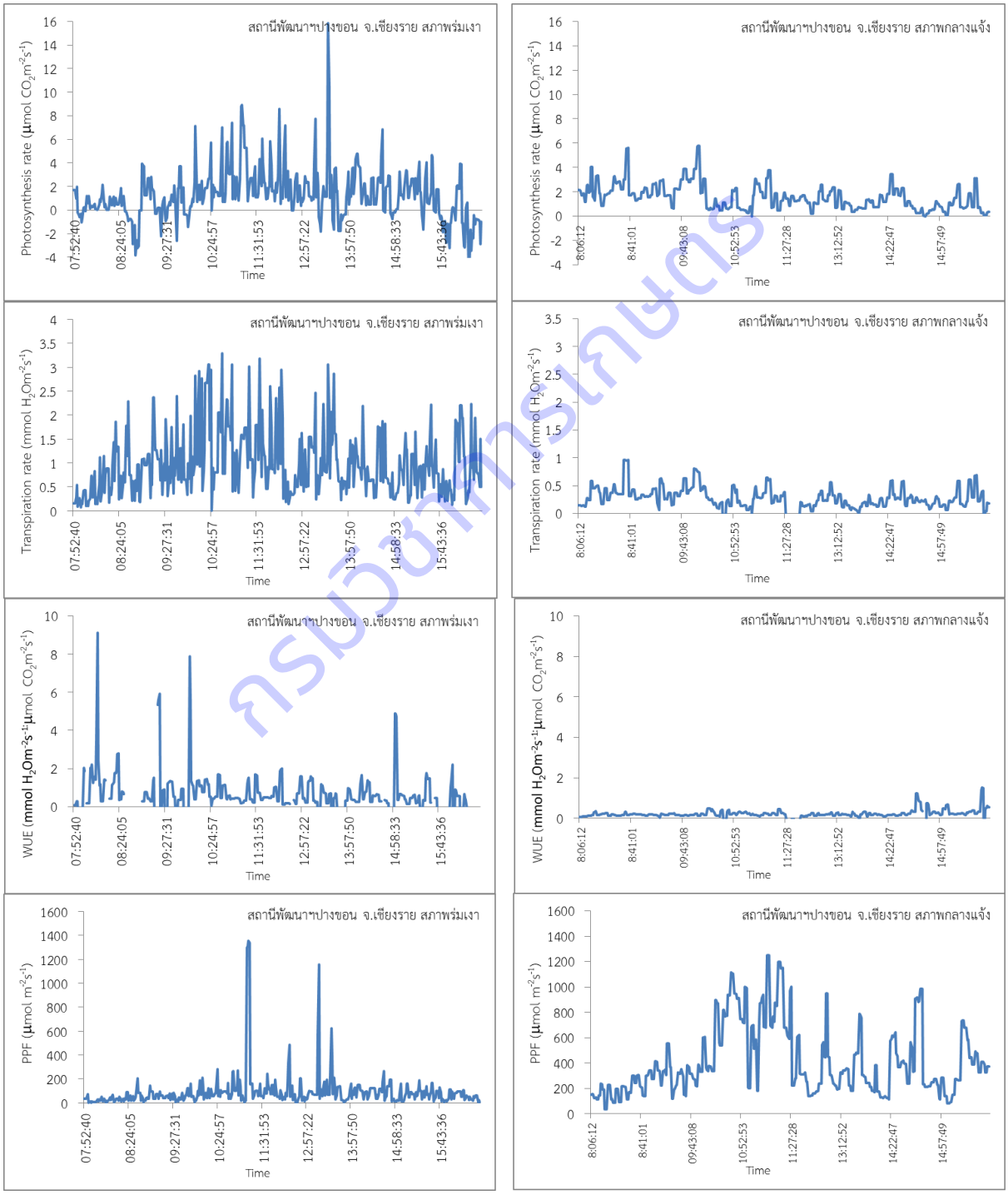
ตารางที่ 1.23 การสังเคราะห์ด้วยแสง การคายน้ำ การนำไหลของปากใบ อุณหภูมิและแสง ณ รอบวันของกาแฟอะราบิกา ต.ปางขอน อ.แม่สรวย จ.เชียงราย

ช่วงเวลา	การสังเคราะห์ด้วยแสง ($\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$)	การคายน้ำ (mmol H_2O $m^{-2}s^{-1}$)	การนำไหลปากใบ (mmol $m^{-2}s^{-1}$)	อุณหภูมิอากาศ ($^{\circ}C$)	แสงที่ใบได้รับ ($\mu molPPFm^{-2}s^{-1}$)
07:00-10.00	(-)1.2-2.39	0.001-1.33	0.003-0.05	21.7-28.6	2.98-87.6
11:00-13:00	(0.89)-5.28	0.14-1.01	0.009-0.04	25.7-29.9	4.8-289.7
14:00-16:00	(-)1.59-1.53	0.09-0.74	0.004-0.03	27.1-29.8	6.50-70.3

ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ใบกาแฟสามารถตรึงไว้ได้ การคายน้ำ และประสิทธิภาพการใช้น้ำในเวลากลางวัน:ในสภาพร่มเงาและกลางแจ้ง พื้นที่สถานีพัฒนาฯปางขอน จ.เชียงราย กาแฟจะเริ่มตรึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สุทธิได้ตั้งแต่เวลาประมาณ 07.50 น. และจะตรึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้มากขึ้นตามลำดับซึ่งจะสัมพันธ์กับความเข้มของแสงที่เพิ่มขึ้น และจะเพิ่มขึ้นจนมีค่าสูงสุดในช่วงเวลา 10.00-14.00 น. แต่จะมีความแปรปรวนในการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ของตามความเข้มแสงที่ใบได้รับ (ภาพที่ 1.11) หลังจากนั้นเมื่อความเข้มแสงลดลงปริมาณการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ของเรือนพุ่มจะลดลง และจะลดลงจนไม่สามารถตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ได้ในช่วง 15.30 น. และพบว่าในสภาพร่มเงามีความแปรปรวนของการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่าในสภาพกลางแจ้ง เมื่อรวมพื้นที่ใต้กราฟระหว่างเวลา 07.30-16.30 น. ของกาแฟทั้ง 2 สภาพแวดล้อม พบว่าใบกาแฟในสภาพกลางแจ้งสามารถตรึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้สูงกว่าในสภาพร่มเงา คือ 620 และ 575 $\mu mol\ CO_2m^{-2}$ ตามลำดับ (ตารางที่ 1.24)

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

ส่วนปริมาณการคายน้ำของใบโดยรวมในช่วงเวลากลางวัน พบว่าเมื่อรวมพื้นที่ใต้กราฟของกาแฟทั้ง 2 สภาพแวดล้อม ใบกาแฟในสภาพร่มเงามีปริมาณการคายน้ำของใบสูงกว่าในสภาพกลางแจ้ง เท่ากับ 443 และ 109 mmolH_2Om^{-2} ด้านประสิทธิภาพการใช้น้ำของใบกาแฟในช่วงกลางวันพบว่า กาแฟในสภาพร่มเงาและสภาพกลางแจ้งมีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงในช่วงเช้า และลดลงในช่วงเวลากลางวัน หลังจากนั้นจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในช่วงเย็น โดยใบกาแฟในสภาพกลางแจ้งมีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงกว่าในสภาพร่มเงาเท่ากับ 176 และ 770 mmolH_2O/μmolCO_2 ตามลำดับ (ตารางที่ 1.24)



กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 11 อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง (Leaf photosynthesis rate; μmol $CO_2m^{-2}s^{-1}$) อัตราการคายน้ำ (Transpiration rate; mmol $H_2Om^{-2}s^{-1}$) ประสิทธิภาพการใช้น้ำ (water use efficiency(WUE); mmol $H_2Om^{-2}s^{-1}$/μmol $CO_2m^{-2}s^{-1}$) และความเข้มแสงที่ใบกาแฟได้รับ (Photon Flux Density; PPF:μmol $m^{-2}s^{-1}$) ในรอบวันของใบกาแฟอะราบิกาที่ปลูกในสภาพร่มเงาและสภาพกลางแจ้ง ณ สถานีพัฒนาฯปางขอน จ.เชียงราย

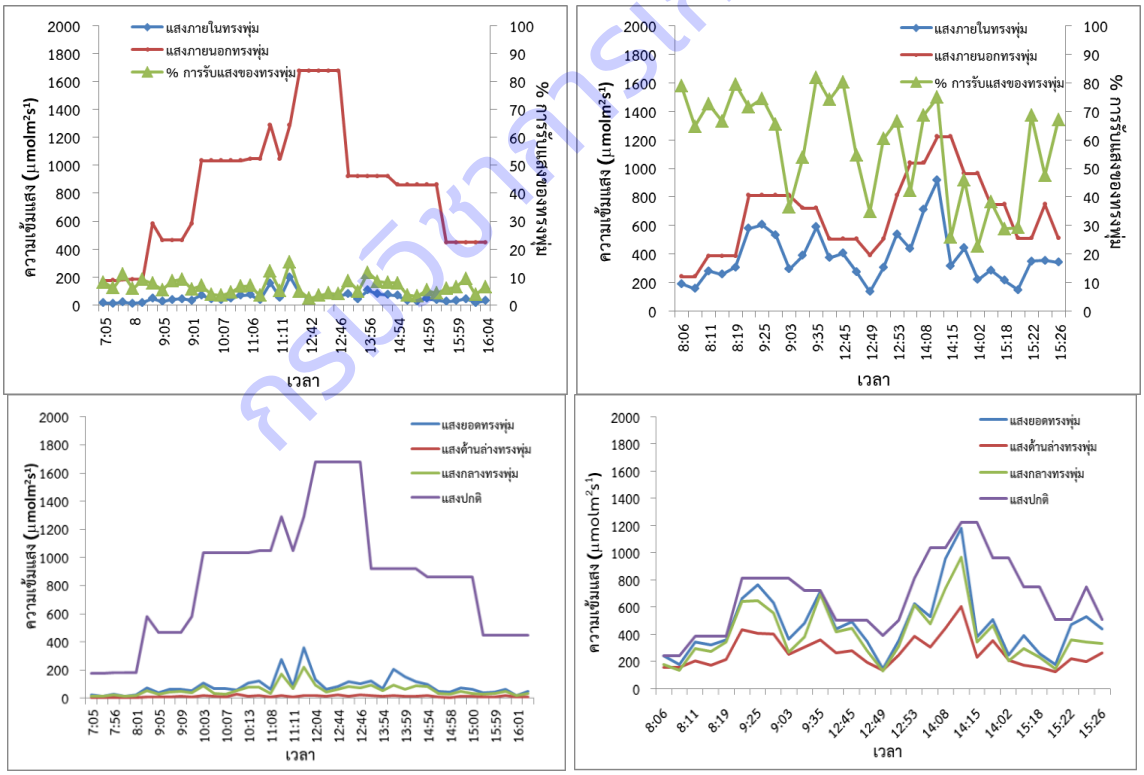
ตารางที่ 1.23 อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง (leaf photosynthesis) การคายน้ำ (leaf transpiration) ประสิทธิภาพการใช้น้ำ (water use efficiency) ของใบกาแฟในสภาพร่มเงาและสภาพกลางแจ้ง ณ สถานีพัฒนาฯปางขอน จ.เชียงราย

สภาพแวดล้อม	รวม 07.30-16.30 น.		
	P_{leaf}	T_{leaf}	WUE
สภาพร่มเงา	575	443	770
สภาพกลางแจ้ง	620	109	176

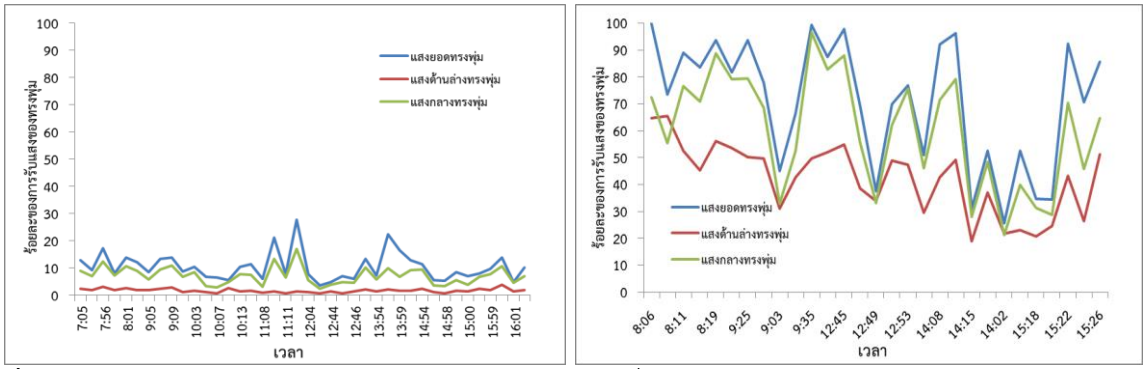
P_{leaf} = net leaf photosynthesis (μmol CO_2m^{-2})

T_{leaf} = net leaf transpiration (mmolH_2Om^{-2})

WUE = Water use efficiency (mmolH_2O/μmolCO_2)



กรมวิชาการเกษตร

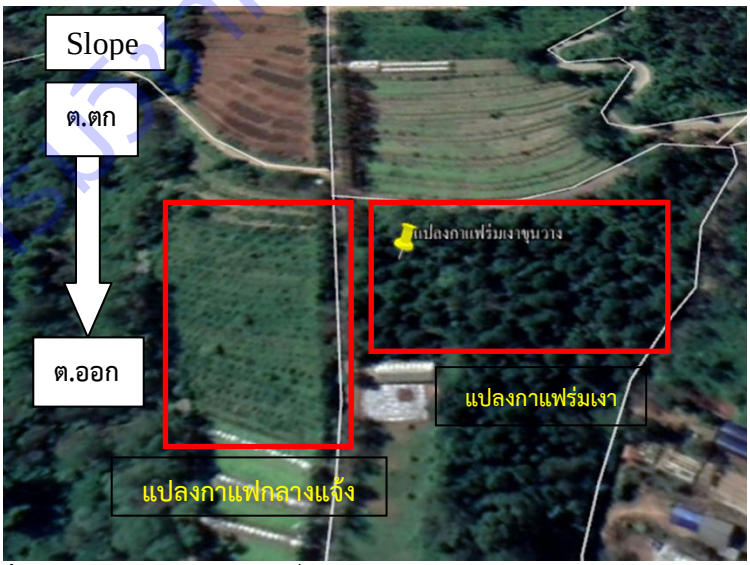


ภาพที่ 1.12 ความเข้มแสง ร้อยละของการรับแสงของทรงพุ่มที่ตำแหน่งต่างๆ ในสภาพร่มเงาและกลางแจ้ง ณ สถานีพัฒนาฯปางขอน จ.เชียงราย

ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่(ขุนวาง)

ข้อมูลสภาพพื้นที่แปลงกาแฟ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง)

1. ระบบการปลูก กาแฟอะราบิกา+พืชร่วม (นางพญาเสือโคร่ง)
   ทิศทางความลาดชัน (Slope) ทิศตะวันตก-ทิศตะวันออก
   พืช กาแฟ ระยะปลูก 2x2 เมตร ความสูง 1.7-1.9 เมตร ขนาดทรงพุ่ม 1.65-2.10 เมตร
   พืชร่วม นางพญาเสือโคร่ง ระยะปลูก 6x10 เมตร ความสูง 6-8 เมตร ขนาดทรงพุ่ม 7-14 เมตร
2. ระบบการปลูก กาแฟอะราบิกา สภาพกลางแจ้ง
   ทิศทางความลาดชัน (Slope) ทิศตะวันตก-ทิศตะวันออก
   พืช กาแฟ ระยะปลูก 2x2 เมตร ความสูง 1.7- 2.0 เมตร ขนาดทรงพุ่ม 1.7-2.30 เมตร



ภาพที่ 1.13 สภาพแปลงกาแฟที่ปลูกภายใต้สภาพร่มเงาและในสภาพกลางแจ้ง

บันทึกความเข้มแสงในรอบวันของกาแฟอะราบิกาที่ตำแหน่งต่างๆของทรงพุ่มใน 2 สภาพแวดล้อมคือ สภาพร่มเงาและสภาพกลางแจ้ง พบว่าในทั้ง 2 สภาพแวดล้อม ยอดทรงพุ่มจะได้รับความเข้มแสงสูงกว่ากลางทรงพุ่ม และด้านล่างทรงพุ่ม โดยกาแฟที่ปลูกในสภาพร่มเงาได้รับแสงสูงสุด 91% ต่ำสุดเพียง 0.8% และได้รับแสงเฉลี่ยที่ยอดทรงพุ่ม 18% กลางทรงพุ่ม 17% และด้านล่างทรงพุ่ม 6.7% ของความเข้มแสงภายนอก (ตารางที่

กรมวิชาการเกษตร

1.24) (ภาพที่ 1.14) ส่วนกาแฟที่ปลูกในสภาพกลางแจ้ง ได้รับความเข้มแสงด้านล่างทรงพุ่มต่ำสุด 2.0% สูงสุด 98% และยอดทรงพุ่มได้รับความเข้มแสงเฉลี่ย 60% กลางทรงพุ่ม 45% และด้านล่างทรงพุ่ม 22% ของความเข้มแสงภายนอกทรงพุ่ม (ภาพที่ 1.14 และตารางที่ 1.25)

ตารางที่ 1.24 ความเข้มแสงเฉลี่ยในรอบวันที่ระดับต่างๆของทรงพุ่มกาแฟ ในสภาพเงา (กาแฟ-มะคาเดเมีย) ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) จังหวัดเชียงใหม่

ตำแหน่งวัดความเข้มแสง	ความเข้มแสงใต้ทรงพุ่ม ($\mu molm^{-2}s^{-1}$) และร้อยละของแสงที่ทรงพุ่มได้รับ			ความเข้มแสงภายนอกทรงพุ่ม ($\mu molm^{-2}s^{-1}$)
	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย	
ยอดทรงพุ่ม	37 (2.2%)	1573 (91%)	314 (18%)	115-1,716
กลางทรงพุ่ม	29 (1.7%)	1563 (91%)	293 (17%)	115-1,716
ด้านล่างทรงพุ่ม	13 (0.8%)	713 (42%)	115 (6.7%)	115-1,716

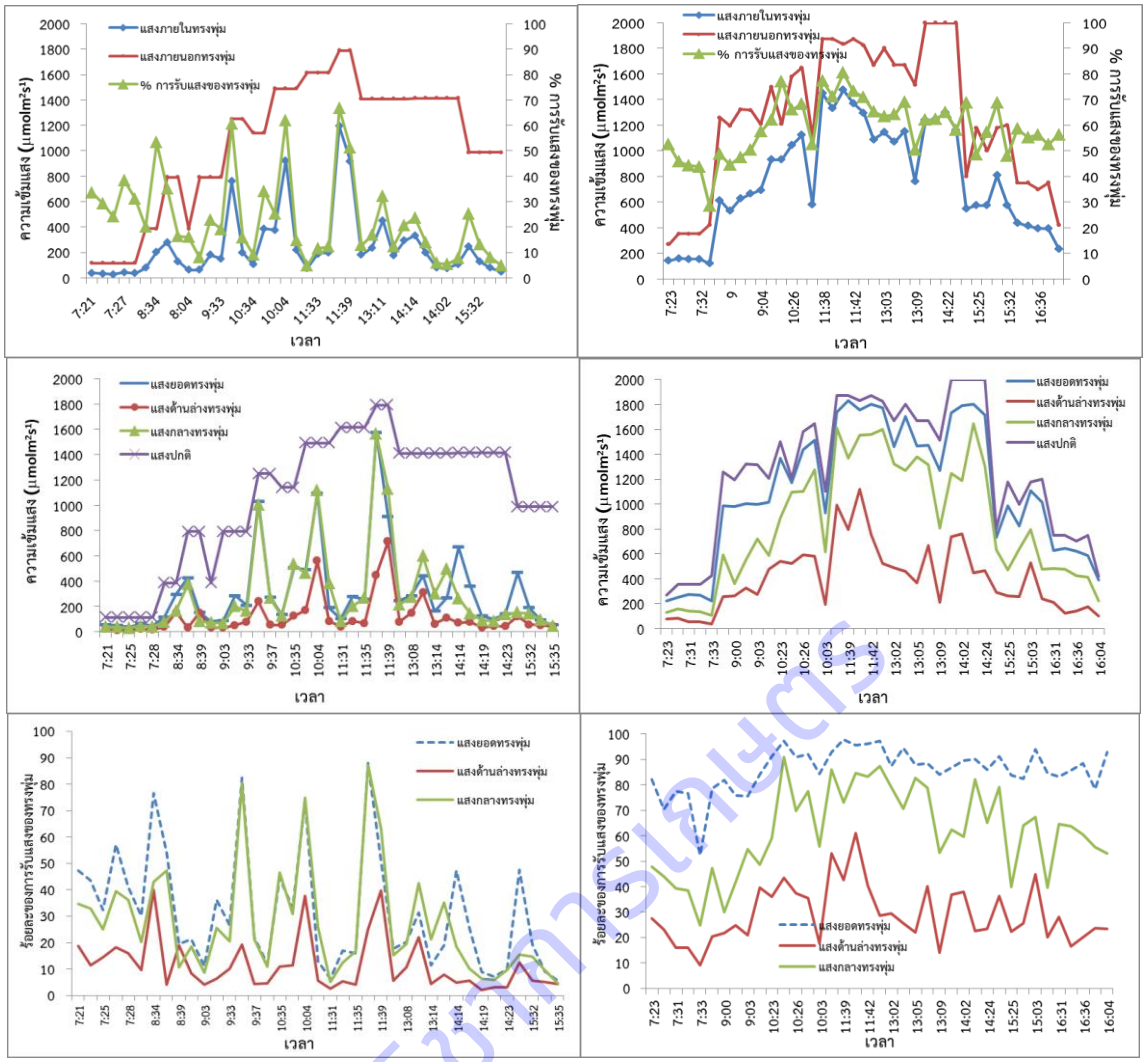
ตารางที่ 1.25 ความเข้มแสงเฉลี่ยในรอบวันที่ระดับต่างๆของทรงพุ่มกาแฟ ในสภาพกลางแจ้ง ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) จังหวัดเชียงใหม่

ตำแหน่งวัดความเข้มแสง	ความเข้มแสงใต้ทรงพุ่ม ($\mu molm^{-2}s^{-1}$) และร้อยละของแสงที่ทรงพุ่มได้รับ			ความเข้มแสงภายนอกทรงพุ่ม ($\mu molm^{-2}s^{-1}$)
	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย	
ยอดทรงพุ่ม	220 (11.7%)	1831 (98%)	1132 (60%)	270-1873
กลางทรงพุ่ม	105 (5.6%)	1645 (88%)	846 (45%)	270-1873
ด้านล่างทรงพุ่ม	38 (2.0%)	1118 (60%)	406 (22%)	270-1873

ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ใบกาแฟสามารถตรึงไว้ได้ การคายน้ำ และประสิทธิภาพการใช้น้ำในเวลากลางวัน: ในสภาพร่มเงาและกลางแจ้ง พื้นที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) จ.เชียงใหม่

กาแฟจะเริ่มตรึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สุทธิได้ตั้งแต่เวลาประมาณ 07.20 น. และจะตรึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้มากขึ้นตามลำดับ ซึ่งจะสัมพันธ์กับความเข้มของแสงที่เพิ่มขึ้น และจะเพิ่มขึ้นจนมีค่าสูงสุดในช่วงเวลา 10.00-14.00 น. แต่จะมีความแปรปรวนในการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ของตามความเข้มแสงที่ใบได้รับ หลังจากนั้นเมื่อความเข้มแสงลดลง ปริมาณการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ของเรือนพุ่มจะลดลง และจะลดลงจนไม่สามารถตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ได้ในช่วง 15.30 น. และพบว่าในสภาพร่มเงามีความแปรปรวนของการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่าในสภาพกลางแจ้ง (ภาพที่ 1.15) เมื่อรวมพื้นที่ใต้กราฟระหว่างเวลา 07.30-17.00 น. ของกาแฟทั้ง 2 สภาพแวดล้อม พบว่าใบกาแฟในสภาพกลางแจ้งสามารถตรึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้สูงกว่าในสภาพร่มเงา คือ 1,149 และ 904 $\mu mol\ CO_2m^{-2}$ ตามลำดับ (ตารางที่ 1.26)

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

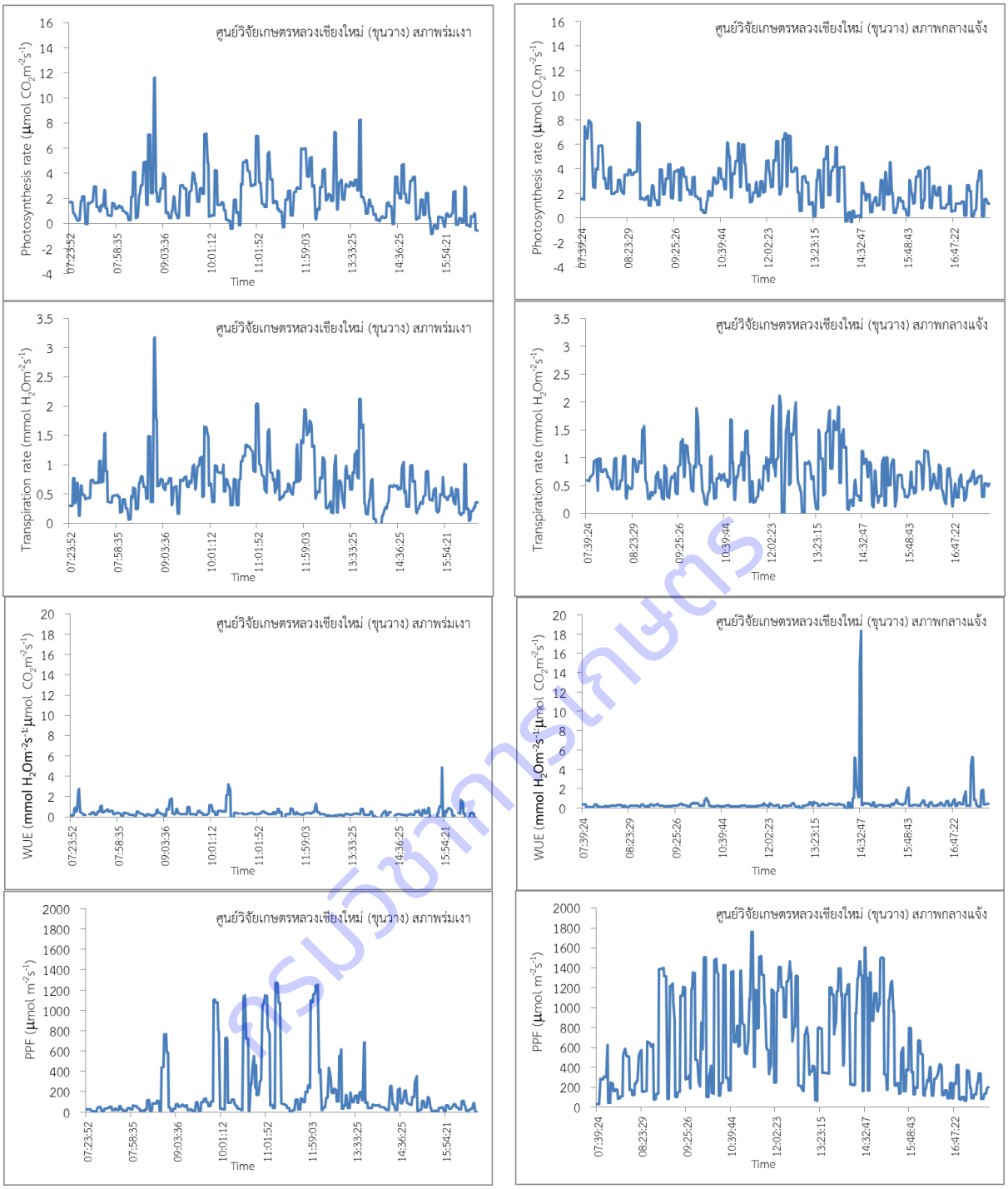


ก) แปลงกาแฟร่มเงา ข) แปลงกาแฟกลางแจ้ง

ภาพที่ 1.14 ความเข้มแสง ร้อยละของการรับแสงของทรงพุ่มที่ตำแหน่งต่างๆ ในสภาพร่มเงาและกลางแจ้ง ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) จังหวัดเชียงใหม่

ส่วนปริมาณการคายน้ำของใบโดยรวมในช่วงเวลากลางวัน พบว่าเมื่อรวมพื้นที่ใต้กราฟของกาแฟทั้ง 2 สภาพแวดล้อม ใบกาแฟในสภาพกลางแจ้งมีปริมาณการคายน้ำของใบใกล้เคียงกับในสภาพร่มเงา คือ 310 และ 297 $mmolH_2Om^{-2}$ ด้านประสิทธิภาพการใช้น้ำของใบกาแฟในช่วงกลางวันพบว่า กาแฟในสภาพร่มเงามีประสิทธิภาพการใช้น้ำค่อนข้างคงที่ตลอดทั้งวัน ส่วนในสภาพกลางแจ้งจะมีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงในช่วงเช้าและจะเพิ่มขึ้นในช่วง 14.00 น.และช่วงเย็น โดยใบกาแฟในสภาพร่มเงามีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงกว่าในสภาพกลางแจ้ง เท่ากับ 152 และ 204 $mmolH_2O/\mu molCO_2$ ตามลำดับ (ตารางที่ 1.26)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่



ภาพที่ 15 อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง (Leaf photosynthesis rate; µmol $CO_2m^{-2}s^{-1}$) อัตราการคายน้ำ (Transpiration rate; mmol $H_2Om^{-2}s^{-1}$)ประสิทธิภาพการใช้น้ำ (water use efficiency(WUE); mmol $H_2Om^{-2}s^{-1}$:µmol $CO_2m^{-2}s^{-1}$) และความเข้มแสงที่ใบกาแฟได้รับ (Photon Flux Density; PPF:µmol $m^{-2}s^{-1}$) ในรอบวันของกาแฟอะราบิกาที่ปลูกในสภาพร่มเงาและสภาพกลางแจ้ง ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) จ.เชียงใหม่

ลิขสิทธิ์เกษตร

ตารางที่ 1.26 อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง (leaf photosynthesis) การคายน้ำ (leaf transpiration) ประสิทธิภาพการใช้น้ำ (water use efficiency) ของใบกาแฟในสภาพร่มเงาและสภาพกลางแจ้ง ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) จ.เชียงใหม่

สภาพแวดล้อม	รวม 07.00-17.00 น.		
	P_{leaf}	T_{leaf}	WUE
สภาพร่มเงา	906	297	152
สภาพกลางแจ้ง	1,149	310	204

P_{leaf} = net leaf photosynthesis (μmol CO_2m^{-2})

T_{leaf} = net leaf transpiration ($mmolH_2Om^{-2}$)

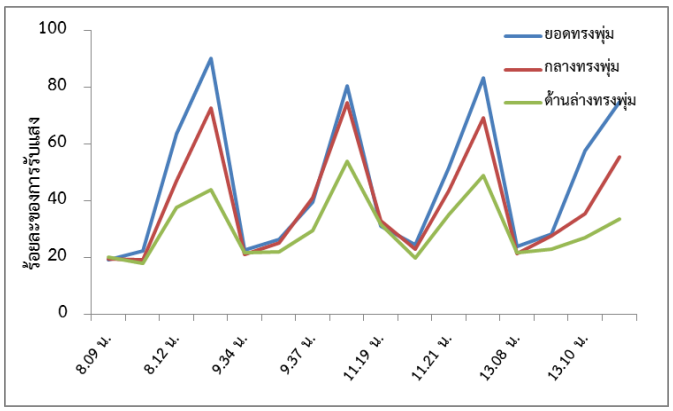
WUE = Water use efficiency ($mmolH_2O/\mu molCO_2$)

การรับแสงของทรงพุ่มกาแฟที่ปลูกในสภาพร่มเงาต่างๆ

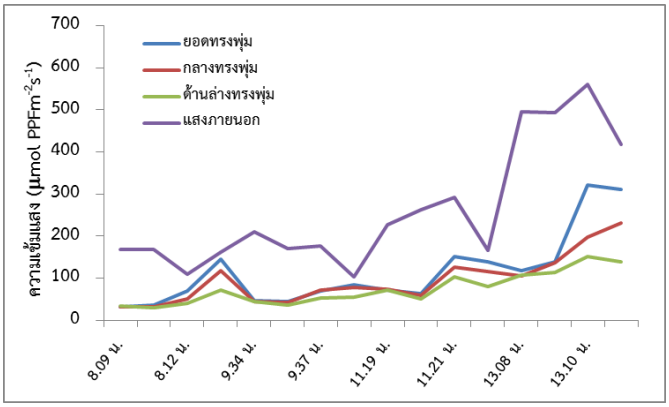
บันทึกข้อมูลการรับแสงของทรงพุ่มในรอบวันของแปลงกาแฟอะราบิกาในระยะติดผลที่มีพืชร่วมคือ ซิลเวอร์โอ๊ค พืชตระกูลกระถิน และมะคาเดเมีย ในพื้นที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอนหลวง) อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่ และแปลงกาแฟที่ปลูกในระบบวนเกษตร มีไม้ป่าและชาเมี่ยงเป็นพืชร่วมในแปลงเกษตรกร อ.ดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่ ในช่วงเดือนสิงหาคม-กันยายน 2563 พบว่า

แปลงกาแฟที่ปลูกในสภาพร่มเงา (กาแฟ+ซิลเวอร์โอ๊ค)

วัดความเข้มแสงในรอบวันของแปลงกาแฟที่มีต้นซิลเวอร์โอ๊คเป็นพืชร่วม ต้นกาแฟได้รับแสงเฉลี่ยร้อยละ 39 ของแสงทั้งหมด โดยด้านล่างของทรงพุ่มได้รับแสงต่ำสุดเฉลี่ยร้อยละ 18 และยอดทรงพุ่มได้รับแสงสูงสุดเฉลี่ยร้อยละ 90 (ภาพที่ 1.16) ด้านความเข้มของแสงภายนอกในรอบวันพบว่ามีค่า 104-560 μmol PPF $m^{-1}s^{-2}$ ซึ่งถือว่าค่อนข้างต่ำเนื่องจากสภาพท้องฟ้ามีเมฆมากและมีฝนตก หากเทียบกับแสงในช่วงเวลาที่ไม่มีเมฆปกคลุมจะมีความเข้มแสงสูงสุดประมาณ 1,800-2,000 μmol PPF $m^{-1}s^{-2}$ ประเมินความเข้มของแสงที่ทรงพุ่มกาแฟได้รับพบว่า มีความเข้มแสงอยู่ระหว่าง 30-322 μmol PPF $m^{-1}s^{-2}$ ประเมินการติดผลของกาแฟพบว่ามีการติดผลร้อยละ 52



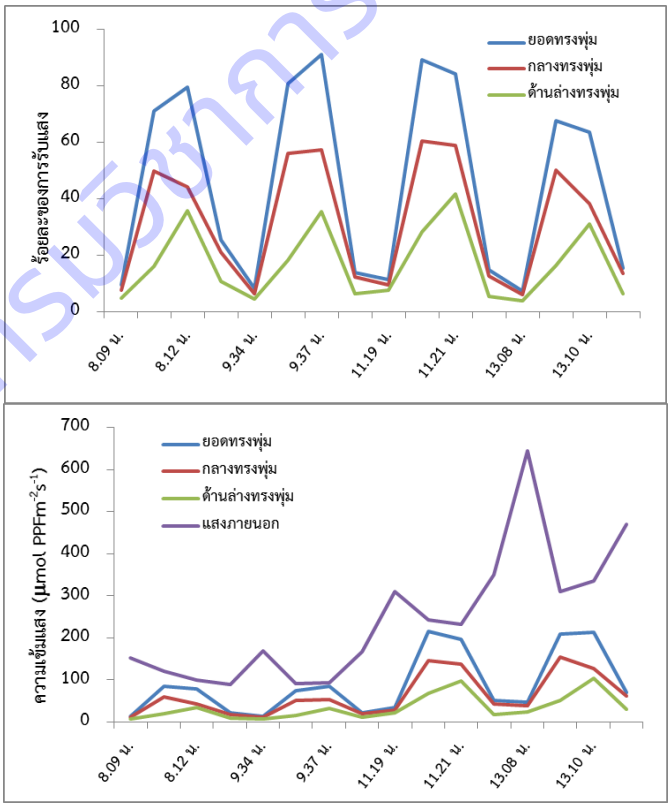
กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 1.16 ร้อยละของการรับแสงของทรงพุ่ม และความเข้มแสงกาแฟที่ตำแหน่งต่างๆของทรงพุ่มที่ปลูกร่วมกับซิลเวอร์โอ๊คได้รับในรอบวัน

แปลงกาแฟที่ปลูกในสภาพร่มเงา (กาแฟ+พืชตระกูลกระถิน)

วัดความเข้มแสงในรอบวันของแปลงกาแฟที่มีพืชตระกูลกระถินเป็นพืชร่วม ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอนหลวง) พบว่า ต้นกาแฟได้รับแสงเฉลี่ยร้อยละ 31 ของแสงทั้งหมด โดยด้านล่างของทรงพุ่มได้รับแสงต่ำสุดเฉลี่ยร้อยละ 4 และยอดทรงพุ่มได้รับแสงสูงสุดเฉลี่ยร้อยละ 91 (ภาพที่ 1.17) ด้านความเข้มของแสงภายนอกในรอบวันพบว่ามีค่า 90-644 µmol PPF $m^{-1}s^{-2}$ ประเมินความเข้มของแสงที่ทรงพุ่มกาแฟได้รับพบว่ามีความเข้มแสงอยู่ระหว่าง 7-216 µmol PPF $m^{-1}s^{-2}$ ประเมินการติดผลของกาแฟพบว่ามีการติดผลร้อยละ 40

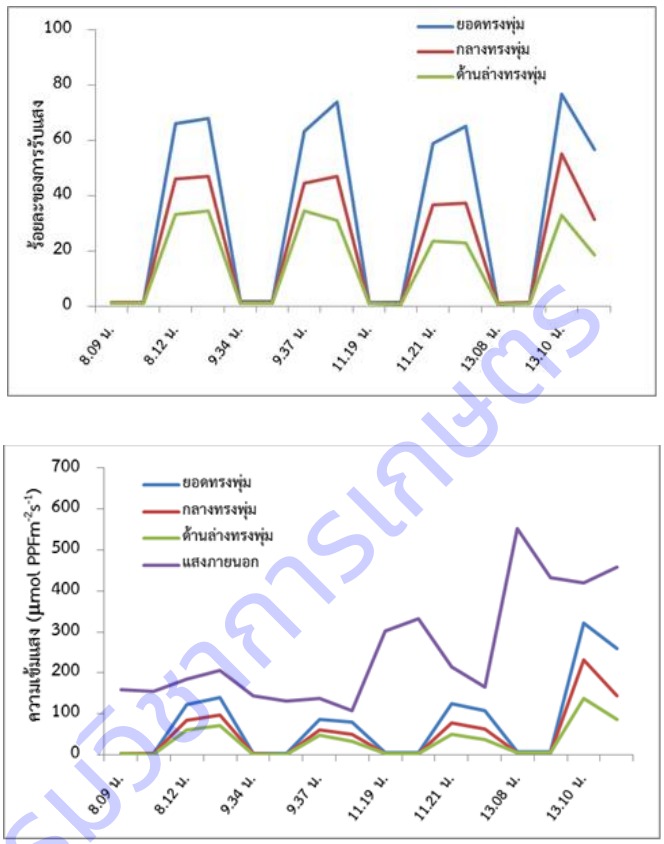


ภาพที่ 1.17 ร้อยละของการรับแสงของทรงพุ่ม และความเข้มแสงที่ตำแหน่งต่างๆของทรงพุ่มของกาแฟที่ปลูกร่วมกับพืช ตระกูลกระถินได้รับในรอบวัน

กรมวิชาการเกษตร

แปลงกาแฟที่ปลูกในสภาพร่มเงา (กาแฟ+มะคาเดเมีย)

วัดความเข้มแสงในรอบวันของแปลงกาแฟที่มีมะคาเดเมียเป็นพืชร่วม ต้นกาแฟได้รับแสงเฉลี่ยร้อยละ 24 ของแสงทั้งหมด โดยด้านล่างของทรงพุ่มได้รับแสงต่ำสุดเฉลี่ยร้อยละ 1 และยอดทรงพุ่มได้รับแสงสูงสุดเฉลี่ยร้อยละ 71 (ภาพที่ 1.18) ด้านความเข้มของแสงภายนอกในรอบวันพบว่ามีค่า 108-553 μmol PPF $m^{-1}s^{-2}$ ประเมินความเข้มของแสงที่ทรงพุ่มกาแฟได้รับพบว่า มีความเข้มแสงอยู่ระหว่าง 2-232 μmol PPF m^{-1} s^{-2} ซประเมินการติดผลของกาแฟพบว่ามีการติดผลร้อยละ 40



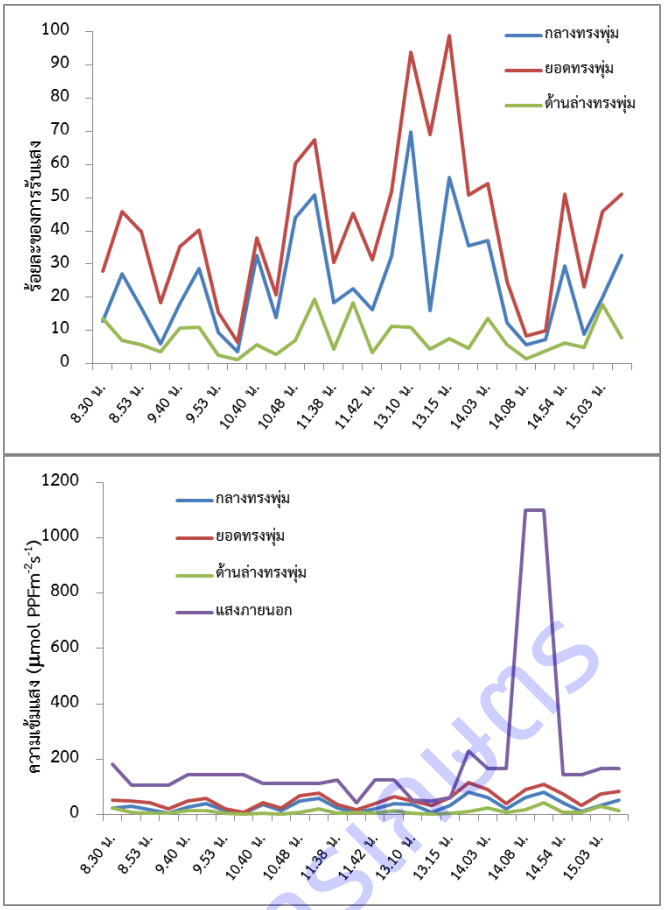
ภาพที่ 1.18 ร้อยละของการรับแสงของทรงพุ่ม และความเข้มแสงที่ตำแหน่งต่างๆของทรงพุ่มของกาแฟที่ปลูกร่วมกับพืชมะคาเดเมียได้รับในรอบวัน

แปลงกาแฟที่ปลูกในสภาพร่มเงา (กาแฟ+วนเกษตร)

บันทึกข้อมูลความเข้มของแสงในรอบวันของแปลงกาแฟในระยะติดผลที่ปลูกในระบบวนเกษตร มีไม้ป่าและชาเมี่ยงเป็นพืชร่วมในแปลงเกษตรกร อ.ดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่ พบว่า แปลงกาแฟปลูกในรูปแบบวนเกษตรมีไม้ป่าขนาดใหญ่และชาเมี่ยงเป็นพืชร่วมกระจายทั่วแปลง แปลงปลูกมีลักษณะลาดชัน 2 รูปแบบคือ จากทิศตะวันตก-ทิศตะวันออก และจากทิศตะวันออก-ตะวันตก

วัดความเข้มแสงในรอบวันของแปลงกาแฟที่ปลูกตามแนวลาดชันจากทิศตะวันตก-ทิศตะวันออก ต้นกาแฟได้รับแสงเฉลี่ยร้อยละ 25 ของแสงทั้งหมด โดยด้านล่างของทรงพุ่มได้รับแสงต่ำสุดเฉลี่ยร้อยละ 1 และยอดทรงพุ่มได้รับแสงสูงสุดเฉลี่ยร้อยละ 99 (ภาพที่ 1.19) ด้านความเข้มของแสงภายนอกในรอบวันพบว่ามีค่า 42-1,100 μmol PPF $m^{-1}s^{-2}$ ประเมินความเข้มของแสงที่ทรงพุ่มกาแฟได้รับพบว่า มีความเข้มแสงอยู่ระหว่าง 2-117 μmol PPF m^{-1} s^{-2} ประเมินการติดผลของกาแฟพบว่ามีการติดผลร้อยละ 35

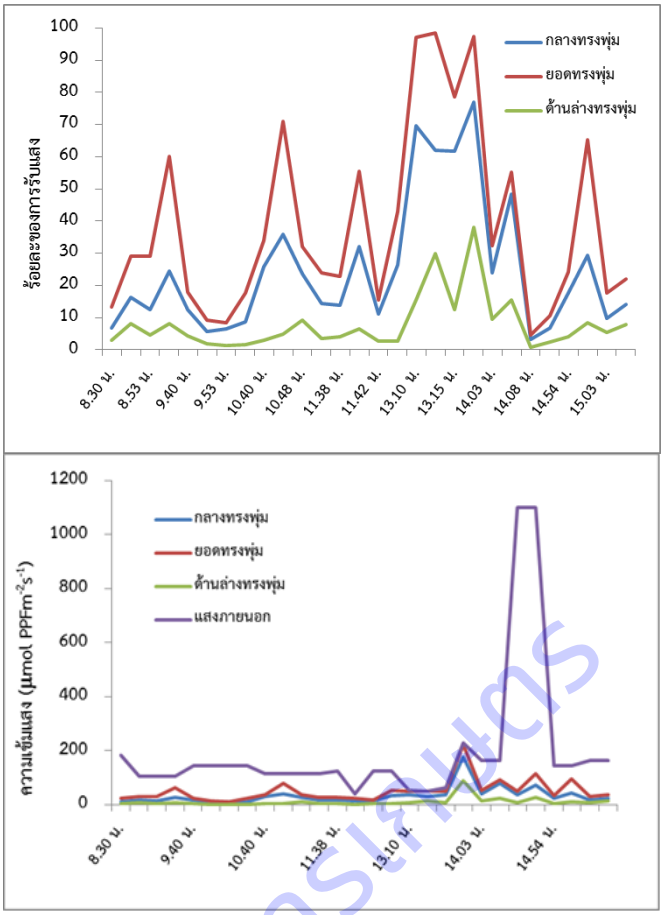
กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 1.19 ร้อยละของแสงและความเข้มแสงที่แปลงกาแฟอะราบิกาที่ตำแหน่งต่างๆที่ปลูกในแนวลาดชันจากตะวันตก-ตะวันออก อ.ดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่

วัดความเข้มแสงในรอบวันของแปลงกาแฟที่ปลูกตามแนวลาดชันจากทิศตะวันออก-ทิศตะวันตก ต้นกาแฟได้รับแสงเฉลี่ยร้อยละ 24 ของแสงทั้งหมด โดยด้านล่างของทรงพุ่มได้รับแสงต่ำสุดเฉลี่ยร้อยละ 1 และยอดทรงพุ่มได้รับแสงสูงสุดเฉลี่ยร้อยละ 99 (ภาพที่ 1.20) ด้านความเข้มของแสงภายนอกในรอบวันพบว่ามีค่า 42-1,100 µmol PPF m^{-1} s^{-2} ประเมินความเข้มของแสงที่ทรงพุ่มกาแฟได้รับพบว่า มีความเข้มแสงอยู่ระหว่าง 2-224 µmol PPF m^{-1} s^{-2} ประเมินการติดผลของกาแฟพบว่ามีการติดผลร้อยละ 27

ลิขสิทธิ์การเกษตร



ภาพที่ 1.20 ร้อยละของแสงและความเข้มแสงที่แปลงกาแฟอะราบิกาที่ตำแหน่งต่างๆที่ปลูกในแนวลาดชันจากตะวันออก-ตะวันตก อ.ดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่

กรมวิชาการเกษตร

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ (Conclusion and Suggestion)

1. อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง การคายน้ำ ประสิทธิภาพการใช้น้ำของใบกาแฟในสภาพร่มเงาต่างๆมีค่าค่อนข้างต่ำ โดยมีการตอบสนองต่อแสงในรอบวันที่คล้ายคลึงกัน โดยจะมีความแปรปรวนค่อนข้างสูงในรอบวันตามปริมาณความเข้มแสงที่เรือนพุ่มได้รับ

2. อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง การคายน้ำ ประสิทธิภาพการใช้น้ำของใบกาแฟจะต่ำในระยะหลังเก็บเกี่ยวและเพิ่มขึ้นในระยะออกดอกและติดผล

3. ความเข้มแสงที่ทำให้เกิดอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิสูงสุด (Light saturation point) ของใบกาแฟที่ปลูกในสภาพร่มเงาในแต่ละระยะการเจริญเติบโตในพื้นที่ต่างๆมีค่าระหว่าง 313 - 485 µmol m^{-1} s^{-2} และมีความเข้มแสงที่สำให้อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงเท่ากับอัตราการหายใจ (Light compensation point) มีค่าระหว่าง 19-73 µmol m^{-1} s^{-2}

4. ด้านดัชนีพื้นที่ใบมีการเปลี่ยนแปลงคล้ายคลึงกันในแต่ละพื้นที่ โดยจะมีค่าเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยในระยะออกดอกและเพิ่มขึ้นในระยะติดผล

5. การปลูกพืชร่มเงาที่มี ต้นสูง ทรงพุ่มหนาทึบ เช่น มะคาเดเมีย นางพญาเสือโคร่ง หรือระบบวนเกษตร มีผลทำให้กาแฟได้รับความเข้มแสงต่ำจนมีค่าใกล้เคียงศูนย์จากความเข้มแสงปกติ (1,800-2,000 µmol m^{-1} s^{-2}) เมื่อเทียบกับพืชร่วมที่มีลำต้นสูง ทรงพุ่มโปร่ง เช่น ซิลเวอร์โอ๊ค พืชตระกูลกระถินที่กาแฟจะได้รับความเข้มแสงที่สูง

กว่า ดังนั้นในการปลูกพืชร่วมกาแฟควรพิจารณาชนิดพืชที่มีเรือนยอดหรือการแผ่กิ่งก้านไม่ใหญ่เกินไป หากเป็นไม้ผลไม้ยืนต้นที่มีทรงพุ่มหรือใบหนาทึบ ควรมีการตัดแต่งกิ่งและควบคุมทรงพุ่มเพื่อให้ได้รับแสงที่เหมาะสม ในกรณีที่มีการปลูกกาแฟร่วมในระบบวนเกษตรควรตัดแต่งกิ่งพืชร่วมกาแฟให้กลางทรงพุ่มโปร่ง และเน้นตัดแต่งในทิศที่ได้รับความเข้มแสงน้อย โดยสามารถใช้แอปพลิเคชั่นในการวัดความเข้มแสงให้ได้ค่าที่เหมาะสม เช่น แอปพลิเคชั่น Korona สำหรับระบบปฏิบัติการ ios ที่สามารถวัดพลังงานแสง (PAR, μmol m^{-1} s^{-2}) ได้ค่อนข้างเที่ยงตรง

กรมวิชาการเกษตร

กิจกรรมที่ 2

พัฒนาเทคโนโลยีการผลิตกาแฟ

Develop Technology of Coffee Production

ชื่อผู้วิจัย

กรกช จันทร ประภาพร ฉันทานุมัติ กุหลาบ คงทอง ศศิธร วรปิติรังสี วีระ วรปิติรังสี อรทัย ธนัญชัย ไพรัตน์ช่วยเต็ม ฉัตต์นภา ข่มอาวุธ ยุพิน กสินเกษมพงษ์ ปฏิพัทธ์ ใจปิน สนอง จรินทร วิมล แก้วสีดา พรพนัช มีกุล สุภัทรา เลิศวัฒนาเกียรติ สิริพร มะเจี่ยว วิชญา ศรีสุข ศิริลักษณ์ อินทะวงศ์ ประสาน สีบสุข ปาริฉัตร สังข์สะอาด ศิริพร หัสสรังสี และ นฤนาท ชัยรังษี

Korakoch Chantorn, Prapaporn Chantanumat, Kularb Kongthong, Sasithorn Vorapitirangsree, Veera Vorapitirangsree, Orathai Tananchai, Pairat Chuaytem, Chatnapa Khomarwut, Yupin Kasinkasaempong, Patipat Jaipin, Sanong Jarintorn,,Wimol Kaewseeda, Pornpanuch Meekul, Supattra Lertwatanakiat, Siriporn Mameaw, Witchaya Srisook, Sirilak Inthawong, Prasarn Seubsuk, Parichart Sangkasa-ad, Siriporn Hassarangsee and Narunenat Chairungsee

คำสำคัญ (Key words)

กาแฟ, ขยายพันธุ์กาแฟอะราบิกา, การให้น้ำแบบหยดในกาแฟอะราบิกา, ปุ๋ย, ธาตุอาหาร, โซมาติกเอมบริโอเจนิซีส, การจัดการปุ๋ยเคมีในสวนกาแฟอาราบิกา

coffee, colletotrichum gloeosporioides , drip irrigation, fertilizer, nutrients, somatic embryogenesis, chemical fertilizer management in arabica coffee

บทคัดย่อ

ในการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตเพื่อให้มีประสิทธิภาพการผลิตและลดต้นทุนการผลิตกาแฟอะราบิกา โดยศึกษาการให้น้ำ ปุ๋ยและธาตุอาหาร ตลอดจนการขยายพันธุ์โดย Somatic embryogenesis และ micro- cutting กาแฟอะราบิกาพันธุ์ดี จากการศึกษาพบว่า ในการศึกษาพบว่าต้นกาแฟอะราบิกาที่มีการให้น้ำแบบมินิสปริงเกอร์ในช่วงฤดูแล้ง (เดือนกุมภาพันธ์ ถึงพฤษภาคม) พบว่ามีจำนวนข้อต่อกิ่งและจำนวนผลต่อข้อมากกว่า และผลผลิตกาแฟเฉลี่ยต่อต้นทั้งกาแฟผลสดและกาแฟกะลา มากกว่าต้นกาแฟอะราบิกาที่ไม่มีการให้น้ำในช่วงฤดูแล้ง ส่วนการประเมินความต้องการธาตุอาหารของกาแฟต่อการให้ผลผลิต 2 ตัน/ไร่คือ ไนโตรเจน (N) 43 กก. ฟอสเฟต (P_2O_5) 12 กก. และโพแทส (K_2O) 26 กก./ไร่/ปี สัดส่วนของเท่ากับ 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 % 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 พบว่า การใส่ปุ๋ยอัตราแนะนำได้

กรมวิชาการเกษตร

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

ในการศึกษาการขยายพันธุ์กาแฟอะราบิกาลูกผสมชั่วที่ 1 โดยวิธีการ Micro – Cutting และ Somatic Embryogenesis พบว่า พันธุ์ H 528/46 ML 2/10-29-65-23 ขยายพันธุ์โดยวิธี somatic embryogenesis โดยใช้ส่วนใบอ่อน เพื่อชักนำแคลลัสในอาหารแข็ง สูตรที่เหมาะสมคือ MS/4 + Vitamin Gamborg + IAA 5 mg/L น้ำตาล 30 กรัมต่อลิตร pH5.6 โดยเริ่มสร้างแคลลัสในเดือนที่ 5 และชักนำแคลลัสให้เกิดต้นอ่อนรูปตอปิโด ในอาหารเหลวสูตร MS+BAP 1 mg/L เป็นเวลา 3 สัปดาห์ แล้วเปลี่ยนเป็นอาหารเหลวสูตร 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 ยังไม่พบสูตรอาหารที่สามารถชักนำใบอ่อนให้เกิดแคลลัสได้ 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

Abstract

To develop production technology to increase production efficiency and reduce the cost of arabica coffee production. by studying water fertilizer and nutrients as well as propagation by Somatic embryogenesis and micro- cutting of fine Arabica coffee varieties. The study found that the effect of irrigation 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), which had a higher number of nodes, fruit per node. and yield per plant more than the coffee plants without irrigation during the dry season. 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

กรมวิชาการเกษตร

requirements of coffee per yield of 2 tons/rai were nitrogen (N) 43 kg, phosphate (P_2O_5) 12 kg, and potassium (K_2O) 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 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.

Study on propagation of arabica coffee F1 hybrid 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 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.

บทนำ (Introduction)

การปลูกกาแฟอะราบิกาบนที่สูงทางภาคเหนือของประเทศไทย ส่วนใหญ่อาศัยน้ำฝนตามธรรมชาติ ประกอบกับพื้นที่ปลูกมีอากาศค่อนข้างหนาวเย็น ความชื้นสูง และมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยแต่ละปีค่อนข้างมาก การใช้วัสดุคลุมโคนต้นในช่วงฤดูแล้ง การปลูกกาแฟอะราบิกาภายใต้สภาพร่มเงาโดยอาศัยป่าไม้ธรรมชาติและปลูกในระหว่างแถวไม้ผลหรือไม้ผลเมืองหนาว เช่น มะคาเดเมียนัท บ๊วย หรือปลูกไม้บังร่ม จะช่วยลดการสูญเสียน้ำในดินและต้นกาแฟ สามารถเจริญเติบโตอยู่ได้ตลอดช่วงฤดูแล้ง (ช่วงเดือนมกราคม ถึงพฤษภาคม) กาแฟอะราบิกาปลูกกันในเขตที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยระหว่าง 800-2,500 มิลลิเมตรต่อปี ปริมาณน้ำฝนที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 1,400-1,600 มิลลิลิตรต่อปี นอกจากปริมาณน้ำฝนแล้ว การกระจายตัวของฝนเป็นสิ่งที่สำคัญมากกว่า โดยเฉพาะการกระจายตัวที่ดี จะต้องมีระยะเวลาฝนแล้ง 2-3 เดือนเพื่อกระตุ้นให้กาแฟสร้างตาดอก การที่กาแฟขาดน้ำช่วงการขยายผล ถือเป็นช่วงวิกฤตของกาแฟระยะที่ผลกำลังเติบโตทำให้เมล็ดกาแฟมีขนาดเล็กได้ เนื่องจากน้ำมีส่วนสำคัญในการพัฒนาของผลกาแฟ และหากไม่มีการจัดการเรื่องน้ำในการผลิตกาแฟก็จะเกิดปัญหาในการผลิตกาแฟขึ้น ดังนั้นการทดลองศึกษาผลของการให้น้ำที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตกาแฟอะราบิกาในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน ควรที่จะมีการสนับสนุน ด้านงานวิจัยและพัฒนาครบวงจร เมื่อได้เทคโนโลยีแล้วควรมีการขยายผลไปในแต่ละสภาพแวดล้อม ร่วมกับเทคโนโลยีการผลิตที่เหมาะสมเฉพาะพื้นที่ การเพิ่มผลผลิตต่อไร่ให้สูงขึ้นในแหล่งปลูกเดิม ด้านการจัดการน้ำในสวนกาแฟ จึงน่าจะเป็นทางออกที่ดีอีกด้านหนึ่งมากกว่าการขยายพื้นที่ปลูกและพื้นที่ปลูกกาแฟอะราบิกาส่วนใหญ่อยู่ในป่าสงวน

กาแฟเป็นพืชที่ต้องการธาตุอาหารที่สำคัญได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) เหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn) สังกะสี (Zn) ทองแดง (Cu) และโบรอน (B) และจะใช้ธาตุอาหารมากตลอดเวลาที่ได้รับแสงแดดและอุณหภูมิสูงโดยเฉพาะต้นกาแฟที่ปลูกกลางแจ้งเพื่อใช้ในการสังเคราะห์แสง การเจริญเติบโตและการเลี้ยงผล จึงมักพบเสมอว่าต้นกาแฟมีอาการตายจากยอดลงมาภายหลังการให้ผลดกเกินควร ต้นจะอ่อนแอและถูกโรคเข้าทำลายถ้ารุนแรงต้นก็ตาย แต่ถ้าไม่รุนแรงต้องใช้เวลาในการพักฟื้นต้นอย่างน้อย 2 ปี เพื่อให้ติดผลรอบใหม่ จากรายงานของไวและคณะ (2553) ปริมาณธาตุอาหารในใบกาแฟอาราบิกา ซึ่งเก็บจากต้นกาแฟอายุ 6 ปี ที่สถานีพัฒนาการเกษตรที่สูงบ้านปางขอน จ.เชียงรายเมื่อปี 2550 และรายงานของ Reuter and Robinson (1986) ธาตุอาหารไนโตรเจนพบมีค่าสูง 3 และ 3.72% ซึ่งจากค่าวิเคราะห์ดังกล่าวได้แนะนำให้มีการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนตามผลผลิตที่เพิ่ม ส่วน P พบน้อยมาก ปริมาณธาตุอาหารในดินที่สถานีพัฒนาการเกษตรที่สูงบ้านปางขอน จ.เชียงรายเมื่อปี 2550 พบปริมาณ Ca 155-320 มก./กก. ซึ่งถือว่าต่ำมาก ในระยะยาวอาจเกิดอาการขาดถ้าไม่รีบดำเนินการแก้ไข ปรีดาและพิชิต (2535) รายงานว่ากาแฟเป็นพืชที่ตอบสนองต่อ B สูงเมื่อเปรียบเทียบกับส้มและสับปะรดที่มีการตอบสนองปานกลางและต่ำ การใส่ปุ๋ยกาแฟในมลรัฐฮาวาย สหรัฐอเมริกาแนะนำให้ใส่ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 1,600 กรัม/ต้น และ 21-0-0 อัตรา 400 กรัม/ต้น ส่วนในประเทศอินเดียแนะนำให้ใส่ 15-15-15 หรือ 17-17-17 อัตรา 1,050 กรัม/ต้นและ 21-0-0 250 กรัม/ต้น นอกจากนี้มีคำแนะนำให้พ่นซิงค์ซัลเฟต 40 กรัม/น้ำ 20 ลิตร แมกนีเซียมซัลเฟต 25 กรัม/น้ำ 20 ลิตร ยูเรีย 200 กรัม แอมโมฟอส 500 กรัม และมิวเรตออฟโพแทส 35 กรัม/น้ำ 20 ลิตร เพื่อป้องกันการขาดธาตุสังกะสี แมกนีเซียม ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมนอกเหนือจากการให้ทางดิน วัตถุประสงค์ของการวิจัยในครั้งนี้เพื่อศึกษาความต้องการธาตุอาหารและการจัดการปุ๋ยกาแฟอาราบิกาในการลดต้นทุนการผลิตเพิ่มคุณภาพผลผลิต แนะนำแนวทางการใช้ปุ๋ยที่ถูกต้องเหมาะสมให้เกษตรกรในพื้นที่

กาแฟอาราบิก้าที่เกษตรกรปลูกอยู่ทั่วไปมีความอ่อนแอต่อโรคราสนิม ทำให้ผลผลิตลดลงส่งผลต่อปริมาณผลผลิตซึ่งปกติมีปริมาณต่ำอยู่แล้วตามคุณลักษณะของพันธุ์ แม้ว่าผลการดำเนินงานวิจัยปรับปรุงพันธุ์กาแฟในช่วงปี 2549-2553 สามารถวิจัยได้พันธุ์กาแฟสายพันธุ์ดีให้พันธุ์รับรอง จำนวน 1 พันธุ์ได้แก่ พันธุ์

กรมวิชาการเกษตร

เชียงใหม่ 80 และในปี 2553 สามารถคัดเลือกพันธุ์กาแฟอาราบิก้าสายพันธุ์ต้านทานโรคราสนิมลูกผสมชั่วที่6 ในสภาพธรรมชาติ ได้จำนวน 2 สายต้น ได้แก่ พันธุ์ H 528/46 ML 2/10-29-65-23 และ H 420/9 ML 2/4-78-31-34 และคัดเลือกพันธุ์กาแฟอาราบิก้าลูกผสม HDT Derivatives กลุ่มพันธุ์ Catimor ชั่วที่ 6 จำนวน 2 สายต้น ได้แก่ H420/9 ML 1/3 KW 54 และ H 420/9 ML 2/1 KW 82 ซึ่งจะสามารถนำไปทดสอบและเปรียบเทียบเพื่อให้ได้พันธุ์ที่จะได้พันธุ์แนะนำในปี 2558 ต่อไป ซึ่งในกระบวนการปรับปรุงพันธุ์กาแฟอราบิก้าเพื่อให้ได้พันธุ์รับรองหนึ่งพันธุ์นั้น ต้องใช้เวลาดำเนินการถึงหกชั่ว ประมาณ 25 ปี เป็นอย่างน้อย จึงจะสามารถกระจายพันธุ์ดีให้เกษตรกรได้ ดังนั้น การทดลองนี้จึงจัดทำขึ้นเพื่อให้การปรับปรุงพันธุ์กาแฟอราบิก้าสามารถย่นระยะเวลาให้สั้นลง เพื่อให้การผลิตกาแฟอราบิก้าของเกษตรกรมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยการศึกษาการขยายพันธุ์กาแฟอราบิก้าด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ แบบ somatic embryogenesis และ micro-cutting ในลูกผสมชั่วที่ 1

ในการขยายพันธุ์กาแฟลูกผสมที่ได้นักปรับปรุงพันธุ์ไม่แนะนำให้ใช้วิธีขยายพันธุ์โดยผ่านเมล็ดเนื่องจาก มีการกระจายตัวของลักษณะทางพันธุกรรมในรุ่น F2 แต่สามารถทำการขยายพันธุ์โดยวิธีการ ต่อยอด หรือ การตัดชำ แต่เนื่องด้วยเทคนิคเหล่านี้มีข้อจำกัดคือ ต้องใช้แรงงานที่มีความชำนาญ ใช้เวลานาน และไม่สามารถผลิตในปริมาณมากได้ เนื่องจากการขยายพันธุ์ต้นกาแฟอะราบิกาลูกผสมที่มีลักษณะที่ดี ที่คัดเลือกได้จากการปรับปรุงพันธุ์เช่นลักษณะการต้านทานต่อโรคแมลง ลักษณะทนต่อสภาวะแวดล้อม เพื่อให้ได้ต้นในปริมาณมากในเวลาอันจำกัดนั้น ไม่สามารถทำได้ด้วยเทคนิคทางพืชสวน และการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศเช่นการปักชำ จึงมีการนำเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมาใช้ในการเพิ่มปริมาณต้นกาแฟอะราบิกา และพบว่าวิธี Somatic Embryogenesis เป็นเทคนิคที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการผลิตต้นกาแฟแบบอุตสาหกรรม

กรมวิชาการเกษตร โดยสถาบันวิจัยพืชสวนได้ทำการปรับปรุงพันธุ์กาแฟอะราบิกา เพื่อให้ได้ลูกผสมและคัดเลือกต้นที่มีลักษณะที่ดีตามที่ต้องการต่อเนื่องเรื่อยมา และปัจจุบันได้คัดเลือกพันธุ์ลูกผสม F1 ที่ต้านทานโรคราสนิมได้ทั้งหมด 17 สายต้นและต้องการที่จะขยายพันธุ์ต้นลูกผสมที่คัดเลือกได้เพื่อให้ได้ต้นในปริมาณมากๆสำหรับให้เกษตรกรนำไปปลูก เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจึงเป็นเทคนิคที่มีประโยชน์และสามารถนำไปช่วยในขั้นตอนการขยายพันธุ์เพื่อได้ต้นที่มีลักษณที่ดีตรงตามลักษณะต้นแม่ในปริมาณมากในช่างเวลาอันจำกัดได้

การศึกษาวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกาแฟอะราบิกา เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการขยายพันธุ์กาแฟอะราบิกาลูกผสมที่คัดเลือกได้จากกระบวนการปรับปรุงพันธุ์ เพื่อได้ต้นที่มีลักษณที่ดี มีคุณภาพสม่ำเสมอ และตรงตามพันธุ์โดยใช้เวลาไม่นาน สำหรับนำไปแจกจ่ายเกษตรกรต่อไป

ปัญหาใหญ่ของการผลิตกาแฟ ในปัจจุบันคือต้นทุนการผลิตสูง จากข้อมูลของสถาบันวิจัยพืชสวน (2553) รายงานว่าในปี 2552/53 กาแฟมีต้นทุนการผลิต 45.85 บาทต่อกิโลกรัม เป็นค่าแรงงานในการเก็บเกี่ยวและดูแลรักษา รองลงมาคือค่าปุ๋ยและอื่นๆ ในสภาวการณ์ปัจจุบันค่าปุ๋ยเคมี และปุ๋ยอินทรีย์มีราคาแพงขึ้นมากส่งผลให้ต้นทุนการผลิตกาแฟสูงขึ้น โดยเฉพาะการผลิตกาแฟอาราบิกาในพื้นที่สูงชันทางภาคเหนือ ต้นที่ให้ผลแล้วถ้าใส่ปุ๋ยมากเกินไปทำให้ผลดกและยอดแห้งตาย ถ้าใส่ปุ๋ย 15-15-15 เป็นเวลานาน ดินเกิดการสะสมของฟอสฟอรัส (P) ทำให้สังกะสี (Zn) เกิดการขาด ใบแสดงอาการด่าง ใบเล็ก แคบ และปล้องสั้น หรือถ้าใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมมากเกินไปอาจทำให้เกิดการขาดไนโตรเจน และแมกนีเซียมได้ กาแฟเป็นพืชที่ให้ผลเช่นเดียวกับลำไยและไม้ผลอื่นๆ ระยะการพัฒนาของผลกาแฟในพื้นที่ที่สูงจากระดับน้ำทะเล 700 เมตร ใช้เวลา 5-8 เดือน ส่วนกาแฟบนพื้นที่สูงกว่า 700 เมตร ใช้เวลา 9-10 เดือน จะเห็นว่ามีช่วงระยะเวลาที่ใบสะสมอาหารน้อยมากเพียง 2-4 เดือนเท่านั้น การเร่งใส่ปุ๋ยมากเกินไป และไม่ถูกชนิดนอกจากเป็นอันตรายต่อต้นกาแฟโดยตรงแล้วยังส่งผลต่อความสมดุลของธาตุอาหารอื่นๆ ในดินในระยะยาวดังได้กล่าวมาข้างต้น แนวทางหนึ่งที่จะลดต้นทุนค่าปุ๋ยเคมี รวมทั้งการใส่ปุ๋ยให้ถูกสัดส่วนความต้องการ และความอุดมสมบูรณ์ของดินในสวนกาแฟ คือการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในส่วน

กรมวิชาการเกษตร

ต่างๆ ของกาแฟ ได้แก่ ใบ ผล และเมล็ด รวมทั้งการวิเคราะห์ดินเพื่อนำมาประเมินและจัดการปุ๋ยในสวนกาแฟเพื่อความยั่งยืนในระยะยาว

การใส่ปุ๋ยกาแฟในมลรัฐฮาวาย สหรัฐอเมริกาแนะนำให้ใส่ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 1,600 กรัม/ต้น และ 21-0-0 อัตรา 400 กรัม/ต้น ส่วนในประเทศอินเดียแนะนำให้ใส่ 15-15-15 หรือ 17-17-17 อัตรา 1,050 กรัม/ต้น และ 21-0-0 250 กรัม/ต้น นอกจากนี้มีคำแนะนำให้พ่นซิงค์ซัลเฟต 40 กรัม/น้ำ 20 ลิตร แมกนีเซียมซัลเฟต 25 กรัม/น้ำ 20 ลิตร ยูเรีย 200 กรัม แอมโมฟอส 500 กรัม และมิวเรตออฟโพแทส 35 กรัม/น้ำ 20 ลิตร เพื่อป้องกันการขาดธาตุสังกะสี แมกนีเซียม ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมนอกเหนือจากการให้ทางดิน ในปี 2563 ผลการทดลองการจัดการปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตกาแฟอาราบิกาตามผลวิเคราะห์ดินและพืชได้คำแนะนำการจัดการปุ๋ยในสวนกาแฟที่ให้ผลผลิตแล้วคือ การใส่ปุ๋ยตามอัตราประเมินจากการวิเคราะห์ใบและผลกาแฟ ได้แก่ ปุ๋ย 46-0-0 84 กก. 18-46-0 26 กก. และปุ๋ย 0-0-60 43 กก./ไร่/ปี (70 22 และ 36 กรัม/ต้น/ครั้ง, ใส่ 3 ครั้ง/ปี) จึงได้นำคำแนะนำการใส่ปุ๋ยดังกล่าวมาทดสอบในแปลงเกษตรกรเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยแบบเดิมของเกษตรกรในพื้นที่เพื่อเป็นแนวทางในการลดต้นทุนการผลิตต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อทราบวิธีขยายพันธุ์กาแฟในปริมาณมากโดยใช้เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ
2. เพื่อศึกษาความต้องการธาตุอาหารและการจัดการปุ๋ยกาแฟอาราบิกาในการลดต้นทุนการผลิต เพิ่มคุณภาพผลผลิต แนะนำแนวทางการใช้ปุ๋ยที่ถูกต้องเหมาะสมให้เกษตรกรในพื้นที่
3. เพื่อศึกษาผลของการให้น้ำในกาแฟอะราบิกา

ระเบียบวิธีการวิจัย (Research Methodology)

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

กรมวิชาการเกษตร

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 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

การประเมินความต้องการธาตุอาหารและการจัดการปุ๋ยต่อการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตกาแฟอาราบิกาตามผลวิเคราะห์ดินและพืช 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

กรมวิชาการเกษตร

= 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

(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 ต้านทานรา

สนิม พันธุ์ 1/4 B3T3 (Caturra vermello x Sanramon) และพันธุ์ 1/1 B2T5 (Caturra vermello x K7) จากศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่นำมาเลี้ยงปรับสภาพ ในโรงเรือน เพื่อให้มีใบอ่อนที่เหมาะสำหรับนำมาใช้ในการทดลอง 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 ที่อณหภูมิ 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 0-0-60 อัตรา 70 22 และ 36 กรัม/ต้น/ครั้ง ปุ๋ยเกษตรกรใส่ช่วงเดียวกันแต่ใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร ดูแลรักษาให้น้ำ กำจัดวัชพืชตามความจำเป็น และเก็บเกี่ยวผลผลิต ต้นทุนค่าปุ๋ย และผลตอบแทนที่ได้

สถานที่ดำเนินการ

กรมวิชาการเกษตร

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

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล (Results)

การศึกษาปริมาณการให้น้ำแบบหยดกับกาแฟอะราบิกา

1. การเจริญเติบโตของต้นกาแฟอะราบิกา

การเจริญเติบโตทางด้านความสูง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้น และขนาดทรงพุ่ม ตั้งแต่ปี 2559-2562 พบว่า ในปี 2559 การเจริญเติบโตในทุกด้านของต้นกาแฟ จากทั้ง 2 กรรมวิธี ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งความสูงของต้นอยู่ระหว่าง 152.11-154.05 ซม. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้น 12.02-12.09 มม. ขนาดทรงพุ่มแนวเหนือ-ใต้ 129.68-132.64 ซม.และแนวตะวันออก-ตก 134.18-138.09 ซม. (ตารางที่ 2.1)

ในปี 2560 การเจริญเติบโตด้านความสูงและขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นกาแฟที่ให้น้ำในช่วงฤดูแล้ง เท่ากับ 175.15 ซม. และ 19.72 มม. ตามลำดับ ซึ่งเจริญได้ดีกว่าและแตกต่างกันทางสถิติ จากต้นกาแฟที่ไม่มีการให้น้ำ เท่ากับ 164.28 ซม. และ 18.36 มม. ในขณะที่ขนาดทรงพุ่มไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของทั้ง 2 กรรมวิธี ด้านแนวเหนือ-ใต้ อยู่ระหว่าง 132.48-133.65 ซม. และแนวตะวันออก-ตก 133.80-136.58 ซม. (ตารางที่ 2.2)

ปี 2561 และ 2562 การเจริญเติบโตทุกด้านของต้นกาแฟที่มีการให้น้ำช่วงฤดูแล้ง สูงกว่าและแตกต่างกันทางสถิติ จากต้นกาแฟที่ไม่มีการให้น้ำ โดยในปี 2561 การเจริญเติบโตของต้นกาแฟด้านต่างๆ ในกรรมวิธีที่ 1 และกรรมวิธีที่ 2 ด้านความสูงเท่ากับ 163.53 และ 141.65 ซม. ตามลำดับ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้น 27.66 และ 23.09 มม. ตามลำดับ ขนาดความกว้างทรงพุ่มแนวเหนือ-ใต้ 148.08 และ 125.13 ซม. ตามลำดับ และแนวตะวันออก-ตก 146.12 และ 124.76 ซม. ตามลำดับ (ตารางที่ 2.3) ในปี 2562 การเจริญเติบโตด้านความสูงในกรรมวิธีที่ 1 และกรรมวิธีที่ 2 เท่ากับ 171.37 และ 152.88 ซม. ตามลำดับ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้น 35.90 และ 27.60 มม. ตามลำดับ ขนาดความกว้างทรงพุ่มแนวเหนือ-ใต้ 148.72 และ 116.98 ซม. ตามลำดับ และแนวตะวันออก-ตก 146.81 และ 113.42 ซม. ตามลำดับ (ตารางที่ 2.4)

ผลจากการให้น้ำกับต้นกาแฟอะราบิกาในช่วงฤดูแล้ง ทำให้ต้นกาแฟมีการเจริญด้านความสูงของและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคนต้นมากกว่าต้นกาแฟที่ไม่มีการให้น้ำ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Chemura (2014) ที่พบว่าการให้น้ำในปริมาณที่สูงและมากเพียงพอ ส่งผลให้การเจริญความสูงต้นและขนาดลำต้นของกาแฟมากกว่าต้นกาแฟที่ได้รับน้ำในปริมาณที่น้อยหรือขาดน้ำ

ตารางที่ 2.1 การเจริญเติบโตด้านความสูง เส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้น และขนาดทรงพุ่มกาแฟ ปี 2559

กรรมวิธี	ความสูงต้น	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง	ความกว้างทรงพุ่ม (ซม.)

กรมวิชาการเกษตร

	(ซม.)	โคนต้น (มม.)	แนวเหนือ-ใต้	แนวตะวันออก-ตก
ให้น้ำ (T1)	154.05	12.29	132.64	138.09
ไม่ให้น้ำ (T2)	152.11	12.02	129.68	134.18
T-test	ns	ns	ns	ns

ตารางที่ 2.2 การเจริญเติบโตด้านความสูง เส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้น และขนาดทรงพุ่มกาแฟ ปี 2560

กรรมวิธี	ความสูงต้น (ซม.)	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้น (มม.)	ความกว้างทรงพุ่ม (ซม.)	
			แนวเหนือ-ใต้	แนวตะวันออก-ตก
ให้น้ำ (T1)	175.15	19.72	133.65	136.58
ไม่ให้น้ำ (T2)	164.28	18.36	132.48	133.80
T-test	*	*	ns	ns

ตารางที่ 2.3 การเจริญเติบโตด้านความสูง เส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้น และขนาดทรงพุ่มกาแฟ ปี 2561

กรรมวิธี	ความสูงต้น (ซม.)	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้น (มม.)	ความกว้างทรงพุ่ม (ซม.)	
			แนวเหนือ-ใต้	แนวตะวันออก-ตก
ให้น้ำ (T1)	163.53	27.66	148.08	146.12
ไม่ให้น้ำ (T2)	141.65	23.09	125.13	124.76
T-test	**	**	**	**

ตารางที่ 4 การเจริญเติบโตด้านความสูง เส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้น และขนาดทรงพุ่มกาแฟ ปี 2562

กรรมวิธี	ความสูงต้น (ซม.)	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้น (มม.)	ความกว้างทรงพุ่ม (ซม.)	
			แนวเหนือ-ใต้	แนวตะวันออก-ตก
ให้น้ำ (T1)	171.37	35.90	148.72	146.81
ไม่ให้น้ำ (T2)	152.88	27.60	116.98	113.42
T-test	**	**	**	**

2. องค์ประกอบผลผลิตต้นกาแฟอะราบิกา

จำนวนข้อต่อกิ่งและจำนวนผลต่อข้อ ปี 2560 จำนวนข้อต่อกิ่งต้นกาแฟอะราบิกาที่มีการให้น้ำและไม่มีการให้น้ำ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ อยู่ระหว่าง 13.29-13.88 ข้อ/กิ่ง แต่จำนวนผลต่อข้อของต้นกาแฟที่มีการให้น้ำเท่ากับ 14.01 ผล/ข้อ ซึ่งมากกว่าและแตกต่างกันทางสถิติจากต้นกาแฟที่ไม่มีการให้น้ำ ที่มีจำนวน 12.19 ผล/ข้อ

กรมวิชาการเกษตร

ในปี 2561 และ 2562 จำนวนข้อต่อกิ่งและจำนวนผลต่อข้อของต้นกาแฟที่มีการให้น้ำ มากกว่าและแตกต่างกันทางสถิติกับต้นกาแฟที่ไม่มีการให้น้ำ ในปี 2561 จำนวนข้อต่อกิ่งเท่ากับ 15.31 และ 12.26 ข้อ/กิ่ง ตามลำดับ และจำนวนผลต่อข้อเท่ากับ 14.27 และ 11.95 ผล/ข้อ ตามลำดับ และในปี 2562 จำนวนข้อต่อกิ่งเท่ากับ 15.03 และ 11.85 ข้อ/กิ่ง ตามลำดับ และจำนวนผลต่อข้อเท่ากับ 12.79 และ 11.91 ผล/ข้อ ตามลำดับ (ตารางที่ 2.5)

ตารางที่ 2.5 องค์ประกอบผลผลิต จำนวนข้อต่อกิ่ง และจำนวนผลต่อข้อ ฤดูกาลผลิตปี 2560, 2561 และ 2562

กรรมวิธี	ปี 2560		ปี 2561		ปี 2562	
	จำนวนข้อ/กิ่ง	จำนวนผล/ข้อ	จำนวนข้อ/กิ่ง	จำนวนผล/ข้อ	จำนวนข้อ/กิ่ง	จำนวนผล/ข้อ
ให้น้ำแบบน้ำหยด (T1)	13.88	14.01	15.31	14.27	15.03	12.79
ไม่ให้น้ำ (T2)	13.29	12.19	12.26	11.95	11.85	11.91
T-test	ns	**	**	**	**	*

3. ผลผลิตกาแฟอะราบิกา

ผลผลิตกาแฟอะราบิกาผลสดและกะลาตั้งแต่ปี 2560-2562 พบว่า ต้นกาแฟที่มีการให้น้ำในช่วงฤดูแล้ง ให้ผลผลิตสูงกว่าและมีความแตกต่างทางสถิติ จากต้นกาแฟที่ไม่มีการให้น้ำ ผลผลิตกาแฟปี 2560 ผลผลิตกาแฟผลสดในกรรมวิธีที่ 1 และ 2 เท่ากับ 1.99 และ 1.69 กก./ต้น ตามลำดับ และผลผลิตกาแฟกะลาเท่ากับ และ 471.7 และ 407.5 กรัม/ต้น ตามลำดับ ผลผลิตปี 2561 ผลผลิตกาแฟผลสดในกรรมวิธีที่ 1 และ 2 เท่ากับ 2.02 และ 1.35 กก./ต้น ตามลำดับ และผลผลิตกาแฟกะลาเท่ากับ และ 452.3 และ 300.1 กรัม/ต้น ตามลำดับ และผลผลิตปี 2562 ผลผลิตกาแฟผลสดในกรรมวิธีที่ 1 และ 2 เท่ากับ 1.74 และ 1.43 กก./ต้น ตามลำดับ และผลผลิตกาแฟกะลาเท่ากับ และ 401.3 และ 315.7 กรัม/ต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 2.6)

การให้น้ำกับต้นกาแฟอะราบิกาในช่วงฤดูแล้ง ทำให้ต้นกาแฟมีจำนวนผลต่อกิ่ง และปริมาณผลผลิตกาแฟสูงกว่าต้นกาแฟที่ไม่มีการให้น้ำ ซึ่งสอดคล้องการศึกษาของ Tesfaye Shimber *et. al* (2013) ที่พบว่าการให้น้ำแก่ต้นกาแฟในปริมาณที่มากเพียงพอ ส่งผลให้ต้นกาแฟมีจำนวนผลกาแฟต่อกิ่ง จำนวนผลต่อต้น และปริมาณผลผลิตกาแฟผลสดสูงกว่าต้นกาแฟที่ได้รับน้ำในปริมาณที่น้อยหรือไม่เพียงพอ

ตารางที่ 2.6 ผลผลิตเฉลี่ยกาแฟอะราบิกาผลสด (กิโลกรัม/ต้น) และกะลา (กรัม/ต้น) ฤดูกาลผลิตปี 2560, 2561 และ 2562

กรมวิชาการเกษตร

กรรมวิธี	ผลผลิตกาแฟผลสดเฉลี่ย (กก./ต้น)			ผลผลิตกาแฟกะลาเฉลี่ย (กรัม./ต้น)		
	ปี 2560	ปี 2561	ปี 2562	ปี 2560	ปี 2561	ปี 2562
ให้น้ำ (T1)	1.99	2.02	1.74	471.7	452.3	401.3
ไม่ให้น้ำ (T2)	1.69	1.35	1.43	407.5	300.1	315.7
T-test	*	**	**	*	**	**

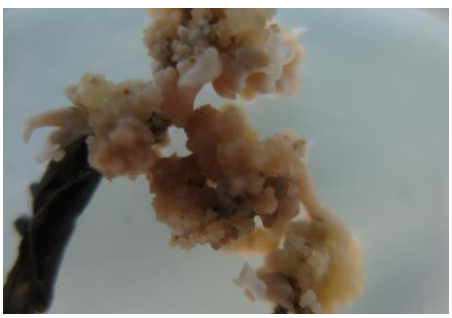
การศึกษาการขยายพันธุ์กาแฟอะราบิกาลูกผสมชั่วที่ 1 โดยวิธีการ Micro – Cutting และ Somatic Embryogenesis

การชักนำให้เกิดแคลลัส (embryogenic callus induction)

จากการทดลองการชักนำให้เกิดแคลลัสในกาแฟอะราบิกาสายพันธุ์ H.528/46 ML2/10-29-65-23 พบว่าชิ้นส่วนใบเริ่มสร้างแคลลัส เมื่อเลี้ยงด้วยสูตรอาหารกรรมวิธี 3 (MS/4 + IAA 5 mg/L) เมื่อเพาะเลี้ยงได้ 5 เดือน โดยแคลลัสจะมีลักษณะเป็นกลุ่มเซลที่เกาะตัวกันมีสีขาวอมเหลือง มีความมันวาวในตัวเอง โดยในส่วนของแคลลัสบางส่วนนั้น มีการพัฒนาเป็นเอมบริโอโดยตรง (ภาพที่ 2.1ข) ซึ่งเรียกว่า Direct embryos เป็นต้นอ่อนที่ได้จากกระบวนการ Somatic embryogenesis อีกแบบหนึ่ง โดยอัตราการสร้างแคลลัส อยู่ที่ 6 เปอร์เซ็นต์ และอัตราการสร้างแคลลัสเพิ่มขึ้นเป็น 54 เปอร์เซนต์เมื่อเพาะเลี้ยงได้ 7 เดือนและเริ่มพบ Direct embryos ในเดือนที่ 5 และสามารถย้ายปลูก Direct embryos จำนวน 200 ต้น ในเดือนที่ 7 (ภาพที่ 2.1ก, 2.1ข และตารางที่ 2.7) และกรรมวิธีที่ 4 (IAA 2 mg/L + 2,4-D 1 mg/L) พบว่าแคลลัสจะพัฒนาเป็น Direct embryos มากกว่าเป็น embryogenic callus จากผลการทดลองนี้พบว่าการชักนำให้เกิดแคลลัสในกาแฟอะราบิกานั้น อาหารที่ใช้จะเป็นอาหารสูตร MS เป็นหลักเช่นเดียวกับกาแฟโรบัสต้า แต่ในกาแฟอะราบิกานั้นจะมีการเติมฮอร์โมนออกซิน ซึ่งในการทดลองนี้มีทั้งการใช้ IAA และ 2,4-D

ตารางที่ 2.7 เปอร์เซ็นต์การสร้างแคลลัสของชิ้นส่วนใบอ่อนกาแฟอราบิก้าสายพันธุ์ H.528/46 ML2/10-29-65-23 (รหัส 2/8 SF H528) เมื่อเพาะเลี้ยงได้ 7 เดือน

กรรมวิธี	จำนวนชิ้นส่วนใบ (ชิ้น)		เปอร์เซ็นต์การสร้างแคลลัส (%)
	ทั้งหมด	สร้างแคลลัส	
1:MS/4 +2,4-D 5 mg/L	50	0	0
2: MS/2 +2,4-D 5 mg/L	50	1	3
3: MS/4 + IAA 5 mg/L	50	27	54
4: MS/2 + IAA 5 mg/L	50	3	6



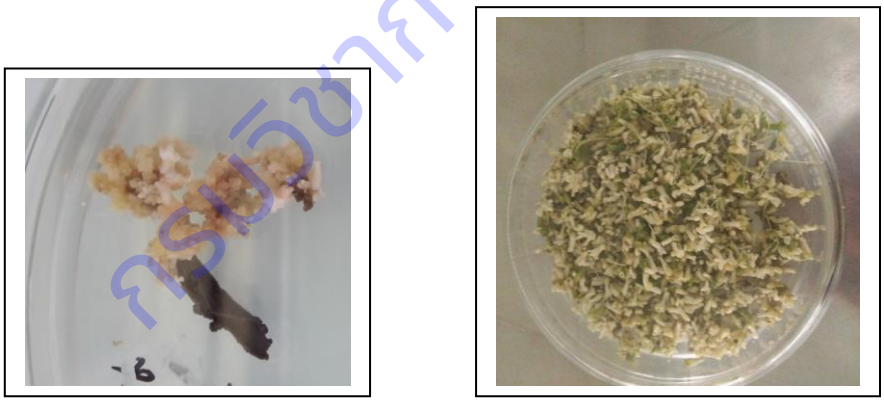
กรมวิชาการเกษตร

(ก) **(ข)** **(ค)**

ภาพที่ 2.1 ลักษณะแคลลัสที่เพาะเลี้ยงบนอาหาร MS2/4 + IAA 5 mg/L นาน 5 เดือน (ก), direct embryos (ข) และที่ย้ายอนุบาลในโรงเรือนเพาะชำเป็นเวลา 4 เดือน (ค)

การผลิตต้นอ่อนรูปตอปิโด (torpedo embryo production)

เมื่อหลังจากได้แคลลัสจากกรรมวิธีที่ 3 และ 4 แล้ว คัดกลุ่มแคลลัสที่มีศักยภาพ ภายใต้กล้องสเตอรีโอ คัดเลือกแคลลัสที่ยังเกาะกลุ่มกัน (ภาพที่ 2.2ก) มีความวาว สีขาวอมเหลือง และคัด ต้นอ่อนโดยตรง (direct embryos) ออกจากกลุ่มแคลลัส ชั่งน้ำหนักแคลลัสที่ 0.03 กรัม นำแคลลัสไปเพาะเลี้ยงในอาหารเหลว MS+BAP 1 mg/L, 100 ml เป็นเวลา 3 สัปดาห์ และเปลี่ยนเป็นอาหารเหลว MS ไม่เติมฮอร์โมน 500 ml โดยทำการเปลี่ยนอาหารทุกๆ 2 สัปดาห์ ในขั้นตอนนี้ ให้เลี้ยงบนเครื่องเขย่าแบบแนวนอนตลอดเวลา จนกระทั่งแคลลัสพัฒนาเป็นต้นอ่อนรูปตอปิโด (ภาพที่ 2.2ข) ซึ่งใช้เวลา 10 สัปดาห์ เก็บเกี่ยวต้นอ่อนรูปตอปิโดได้จำนวน 16.20 กรัม ข้อจำกัดในขั้นตอนนี้จะต้องควบคุมไม่ให้เครื่องเขย่าหยุดทำงานเกิน 1 ชั่วโมง



(ก) **(ข)**

ภาพที่ 2.2 กลุ่ม embryogenic callus ที่ใช้เพาะเลี้ยงต้นอ่อนรูปตอปิโด (ก) ต้นอ่อนรูปตอปิโดที่ได้จากการเพาะเลี้ยงแคลลัสในอาหารเหลว 10 สัปดาห์ (ข)

การชักนำให้ต้นอ่อนรูปตอปิโดเป็นต้นอ่อนที่มีใบจริง (*in vitro* pregermination)

เก็บเกี่ยวต้นอ่อนรูปตอปิโดจากอาหารเหลว ได้ต้นอ่อนรูปตอปิโดจำนวน 16.20 กรัม วางต้นอ่อนรูปตอปิโดบนกระดาษซับที่ฆ่าเชื้อแล้ว จำนวน 7 วัน เพื่อทำลายการพักตัวของต้นอ่อน จากนั้นชั่งต้นอ่อนจำนวน

กรมวิชาการเกษตร

1 กรัม นำมาเพาะเลี้ยงบนอาหารกึ่งแข็งสูตร 1/2MS +BAP 0.5 mg/L ให้แสง 14 ชมต่อวัน เป็นเวลา 2 เดือน เปลี่ยนอาหารกึ่งแข็งเป็นสูตร 1/2MS เพาะเลี้ยงอีก 3 เดือนจะได้ต้นอ่อนที่พร้อมจะย้ายไปอนุบาลในเรือนเพาะชำ อย่างไรก็ตามต้นอ่อนรูปตอปิโดจำนวน 16.20 กรัม ไม่สามารถพัฒนาเป็นต้นอ่อนที่มีใบจริงได้ เนื่องจาก ต้นอ่อนรูปตอปิโดไม่เจริญเติบโต เปลี่ยนเป็นสีดำ และมีกลิ่นเหม็น คาดว่า สาเหตุเกิดจากช่วงการชักนำให้เป็นต้นอ่อนรูปตอปิโดในอาหารเหลวนั้น เกิดเหตุกระแสไฟฟ้าขัดข้องเกินกว่า 2 ชั่วโมง เครื่องเขย่าหยุดการทำงานเกินกว่า 1 ชั่วโมง ทำให้การเขย่าของอาหารเหลวไม่ต่อเนื่อง เป็นเหตุให้ต้นอ่อนรูปตอปิโดที่กำลังเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วเกิดการขาดออกซิเจน การเจริญเติบโตชะงัก ถึงแม้ว่าการเก็บเกี่ยวต้นอ่อนรูปตอปิโด เมื่อครบ 10 สัปดาห์ จะไม่พบความผิดปกติของต้นอ่อนรูปตอปิโดมากนัก แต่เมื่อเพาะเลี้ยงในอาหารแข็งเพื่อชักนำให้เป็นต้นอ่อนที่เกิดใบจริง ต้นอ่อนเปลี่ยนเป็นสีดำและไม่เจริญเติบโต

ในขั้นตอนการชักนำให้เกิดคลลัสนั้น บางส่วนของชิ้นส่วนพืชได้พัฒนาเป็น Direct embryos (ภาพที่ 2.1 ก, และ ภาพที่ 2.1ข) ทำการรวบรวม Direct embryos จากกรรมวิธีที่ 3 และ 4 มาชักนำให้เป็นต้นอ่อนที่มีใบจริง โดยเพาะเลี้ยงในอาหารกึ่งแข็ง สูตร 1/2MS +BAP 0.5 mg/L ให้แสง 14 ชมต่อวัน เป็นเวลา 2 เดือน เปลี่ยนอาหารกึ่งแข็งเป็นสูตร 1/2MS เพาะเลี้ยงอีก 3 เดือนจะได้ต้นอ่อนที่พร้อมจะย้ายไปอนุบาล ในเรือนเพาะชำ ได้ต้นอ่อนที่มีใบจริงจำนวน 400 ต้น นำไปอนุบาลในเรือนเพาะชำ

จากการรวบรวมต้นอ่อนที่ได้จาก Direct embryos จำนวน 400 ต้น เพื่ออนุบาลให้เป็นต้นกล้าในเรือนเพาะชำ และขณะนี้ได้ย้ายไปอนุบาลที่ศูนย์วิจัยเกษตรกลวงเชียงใหม่ หลังย้ายปลูก 4 เดือน พบว่า จำนวนต้นรอด 266 ต้น คิดเป็น 66.5 %

สามารถผลิตต้นอ่อนที่มีใบจริงได้จำนวน 400 ต้น เพื่ออนุบาลให้เป็นต้นกล้าในเรือนเพาะชำ และขณะนี้ได้ย้ายไปอนุบาลที่ศูนย์วิจัยเกษตรกลวงเชียงใหม่ หลังย้ายปลูก 4 เดือน พบว่า จำนวนต้นรอด 266 ต้น คิดเป็น 66.5

การอนุบาลในเรือนเพาะชำ (*Ex vitro* pregermination)

เมื่อได้ต้นอ่อนที่มีใบจริง 2-3 คู่ (ภาพที่ 3ข) จะย้ายไปอนุบาลในเรือนเพาะชำโดยแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนคือ (1) อนุบาลในตระกร้า (2) อนุบาลในถุงดำ

(1) การอนุบาลในตระกร้า ผสมวัสดุปลูกโดยใช้ พีทมอส (peat moss) ขาวและดำ ในอัตราส่วน 1:1 ผสมให้วัสดุปลูกมีความชื้นประมาณ 85 – 90 เปอร์เซ็นต์ อัดลงในตระกล้าให้แน่น ใช้ปากคีบคีบต้นอ่อนทีละต้นจุ่มสารละลายกันราก่อนปลูกเรียงเป็นแถว (ภาพที่ 2.3ก) นำตระกร้าใส่ในถุงพลาสติกใสมัดให้แน่น(ภาพที่ 2.3ข) นำไปเก็บในอุโมงค์พลาสติกที่ควบคุมอุณหภูมิภายในไม่ให้เกิน 35 องศาเซสเซียส และมีการพรางแสงประมาณ 40 – 60 เปอร์เซ็นต์ จากการอนุบาลต้นอ่อนที่มีใบจริงในตระกร้าเป็นเวลา 4 เดือน ณ ศูนย์วิจัยเกษตรกลวงเชียงใหม่ พบว่า ทำการย้ายอนุบาลจำนวน 400 ต้น โดยเป็นการอนุบาลคละขนาดของต้นอ่อน พบว่า จำนวนต้นรอด 266 ต้น คิดเป็น 66.5 เปอร์เซนต์

กรมวิชาการเกษตร

(ก) (ข)

ภาพที่ 2.3 ต้นอ่อนที่มีใบจริงจากการเพาะเลี้ยงจาก direct embryos (ก) การย้ายปลูกต้นกล้าในตระกร้าอนุบาล (ข)

ส่วนกาแฟอะราบิกาสายพันธุ์ 2/32 SF 661-36นั้น สูตรอาหารที่ใช้ กับสายพันธุ์อื่นยังไม่สามารถกระตุ้นให้สายพันธุ์นี้สร้างแคลลัสได้ มีเพียงปฏิกิริยาคือสร้างฟองน้ำขึ้น ดังนั้น จะต้องมีการศึกาถึงอัตราของฮอร์โมนต่างๆ เพื่อกระตุ้นให้กาแฟสายพันธ์นี้สามารถสร้างแคลลัสได้อีกต่อไป

การประเมินความต้องการธาตุอาหารและการจัดการปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตกาแฟอะราบิกาตามผลวิเคราะห์ดินและพืช

การประเมินความต้องการธาตุอาหารของกาแฟประกอบด้วย การวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบและผลธาตุอาหารในดิน ปริมาณผลผลิตที่ต้องการ นำทั้งหมดมาคำนวณปริมาณธาตุอาหารที่กาแฟต้องการในการเจริญเติบโตและให้ผลผลิต ดังผลการทดลองดังนี้

1. **ผลการประเมินความต้องการธาตุอาหารของกาแฟอาราบิกา**

1.1 ผลวิเคราะห์ใบและผลกาแฟ

จากการเก็บตัวอย่างใบกาแฟจากต้นอายุ 5 ปี อ.แม่สรวย จ.เชียงราย ในปี 2559 จำนวน 4 แปลง ผลวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในใบ (ตารางที่ 2.8) โดยปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน (N) พบมีค่าสูง 2.85-4.38 % ธาตุฟอสฟอรัส (P) ต่ำมาก 0.06-0.14 % ธาตุโพแทสเซียม (K) อยู่ในระดับปานกลาง 1.42-3.06 % สำหรับจุลธาตุได้แก่ สังกะสี (Zn) และทองแดง (Cu) มีค่าต่ำ ส่วนปริมาณธาตุแมงกานีส (Mn) พบในใบสูงมากมีค่า 175-328 mg/kg (ตารางที่ 2.8) ส่วนปริมาณธาตุอาหารในผลกาแฟพบว่า N พบมากในส่วนเมล็ด โดยเฉพาะเมล็ดในร่ม 2.75% K อยู่ในส่วนของเปลือกนอกมากกว่าส่วนอื่นๆโดยพบสูงถึง 2.8%

ตารางที่ 2.8 ผลวิเคราะห์ใบและผลกาแฟอาราบิกาจากต้นอายุ 5 ปี อ.แม่สรวย จ.เชียงราย มีค.-มิย. 2559

สถานที่	ปริมาณธาตุอาหาร (%)	ปริมาณธาตุอาหาร (มก./กก.)

กรมวิชาการเกษตร

	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	B
แปลงที่ 1	2.85	0.06	1.48	0.96	0.32	58	328	3.51	21.2	14.1
แปลงที่ 2	4.38	0.12	2.54	1.21	0.40	81	175	8.02	2.41	37.5
แปลงที่ 3	3.19	0.06	1.42	1.16	0.34	91	322	5.17	13.2	18.1
แปลงที่ 4	3.88	0.14	3.06	1.59	0.45	128	177	7.91	2.31	35.9
ส่วนของผล										
เปลือกนอก	1.88	0.09	2.80	0.35	0.08	44	209	7.64	3.34	15.2
เปลือกใน	1.02	0.04	0.52	0.25	0.02	37	54	8.86	3.9	9.43
เมล็ด	1.84	0.12	1.07	1.19	0.16	82	107	8.73	9.44	11.4
เปลือกนอก (ต้นในร่ม)	1.89	0.09	2.41	0.35	0.10	32	91	8.84	2.62	19.2
เปลือกใน (ต้นในร่ม)	1.20	0.04	0.55	0.22	0.04	27	24	12.1	3.34	13.3
เมล็ด (ต้นในร่ม	2.75	0.13	1.20	0.19	0.17	66	73	10	7.94	15.2

1.2 ผลวิเคราะห์ดินใต้ต้นกาแฟ

ดินเป็นกรดค่า pH 5.1-5.5 ปริมาณธาตุอาหารฟอสฟอรัส (P) ปานกลาง-สูง มีค่า 27-213 ธาตุโพแทสเซียม (K) สูงมาก 434-690 แคลเซียม (Ca) ปานกลาง-สูง 918-2,007 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ส่วนโบรอน (B) มีค่าต่ำ (ตารางที่ 2.9) จากผลวิเคราะห์ดินมีความเหมาะสมในการปลูกกาแฟอาราบิกาซึ่ง Haarer, 1956 รายงานว่าดินที่เหมาะสมในการปลูกกาแฟอาราบิกาควรเป็นดินที่มีความเป็นกรด ค่า pH ดินอยู่ระหว่าง 4.2-5.1 มีอินทรียวัตถุสูงและมีโปแตสที่เป็นประโยชน์

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 2.9 ผลวิเคราะห์ดินใต้ต้นกาแฟอายุ 5 ปี อ.แม่สรวย จ.เชียงราย มีค.-มิย. 2559

สถานที่	**pH**	**ปริมาณธาตุอาหาร (มก./กก.)**								
		P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	B
แปลงที่ 1	5.1	213	434	918	131	74	79	2.88	3.39	1.02
แปลงที่ 2	5.1	74	690	2,007	387	91	80	3.64	2.70	1.65
แปลงที่ 3	5.1	38	454	1,108	234	71	29	2.1	2.12	0.82
แปลงที่ 4	5.5	27	680	1,350	216	53	44	2.0	2.94	0.81

วิธีคำนวณความต้องการธาตุอาหาร NPK ตามค่าที่วิเคราะห์ได้เทียบกับผลผลิต

ธาตุอาหารที่ใช้สร้างผลผลิต (กรัม/น้ำหนักแห้ง) (A)

A = ความเข้มข้นของธาตุอาหารที่วิเคราะห์ได้จากใบและผล x น้ำหนักแห้งสุ่ม/100

ธาตุอาหารที่ใช้สร้างผลผลิต (กรัม/ตารางเมตร) (B)

B = A x น้ำหนักผลผลิต/น้ำหนักสดสุ่ม

โดยความเข้มข้นของธาตุอาหาร : ค่าวิเคราะห์ความเข้มข้นของธาตุอาหารในตัวอย่างผลผลิต (%)

น้ำหนักแห้งสุ่ม : น้ำหนักแห้งตัวอย่างผลผลิตที่นำมาวิเคราะห์ (กรัม)

น้ำหนักผลผลิต : น้ำหนักสดผลผลิตในพื้นที่ 1 ตารางเมตร (กรัม/ตารางเมตร)

น้ำหนักสดสุ่ม : น้ำหนักสดตัวอย่างผลผลิตที่นำมาวิเคราะห์ (กรัม)

ธาตุอาหารที่ใช้สร้างผลผลิต ในพื้นที่ 1 ไร่ (กก./ไร่) (C)

C = B x น้ำหนักผลผลิต x พื้นที่ 1 ไร่ /1000

น้ำหนักผลผลิต : น้ำหนักสดผลผลิต (กก.)

พื้นที่ 1 ไร่ : พื้นที่ 1,600 ตารางเมตร

ผลการประเมินความต้องการธาตุอาหาร N, P_2O_5 และ K_2O ของกาแฟพบว่า ต้องการ 43, 12 และ 26 กก./ไร่ หรือสัดส่วน 4:1:3 ต่อการให้ผลผลิต 2 ตัน/ไร่ นำค่าที่ประเมินไปทดลองในแปลงทดลองตามกรรมวิธี คือใส่ปุ๋ย 46-0-0 63 กก./ไร่/ปี (N = 0.75 เท่าของความต้องการธาตุอาหาร) 46-0-0 84 กก. (N = 1 เท่า) 46-0-0 126 กก. (N = 1.5 เท่า) โดยทุกกรรมวิธี ใส่ปุ๋ย 18-46-0 26 กก. และ 0-0-60 43 กก./ไร่/ปี เท่ากัน กรรมวิธีควบคุมคือการใส่ปุ๋ย 15-15-15+13-13-21 อัตราอย่างละ 100 กก./ไร่/ปี

2. **ผลของการจัดการปุ๋ยต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพผลกาแฟอาราบิกา**

ผลวิเคราะห์ดินก่อนทดลอง เก็บตัวอย่างดินก่อนปลูกวิเคราะห์สมบัติของดินและปริมาณธาตุอาหารในดิน พบว่า ดินศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงรายเป็นกรด ค่า pH 4.7-5.4 อินทรียวัตถุ 2.08-3.12 % ดินมีธาตุอาหารฟอสฟอรัสต่ำ 11-44 มก./กก. ส่วนโพแทสเซียม 110-325 และเหล็ก 69-92 มก./กก. ซึ่งพบในระดับสูง ส่วนโครงการพัฒนาดอยตุงดินเป็นกลาง ค่า pH 6.1-6.6 และดินมีปริมาณธาตุแคลเซียมสูงกว่าดินที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงรายส่วนธาตุอื่นๆมีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนดินที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ pH 5.4 อินทรียวัตถุ 3.35 % ดินมีธาตุอาหารฟอสฟอรัสต่ำ 17 มก./กก. ส่วนโพแทสเซียม 500 มก./กก. (ตารางที่ 2.10)

ตารางที่ 2.10 ผลวิเคราะห์ดินก่อนการทดลองศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย (ศวส.ชร.) อ.เมือง จ.เชียงราย โครงการพัฒนาดอยตุง อ.แม่ฟ้าหลวง จ.เชียงราย ปี 2559 และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ (ศวพ. ชม.) ปี 2561

สถานที่	pH	OM.	ปริมาณธาตุอาหาร (มก./กก.)								
		(%)	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	B
ศวส.ชร.(1)	4.7	3.12	11	110	208	45	92	20	0.42	1.21	0.63
ศวส.ชร.(2)	5.4	2.08	44	325	609	146	69	48	0.8	0.81	0.57
ดอยตุง(1)	6.1	3.25	36	189	1,138	164	48	65	2.32	4.64	0.53
ดอยตุง(2)	6.6	3.22	92	171	1,540	191	44	53	3.25	3.79	0.41
ศวพ.ชม.	5.4	3.35	17	500	724	352	42	56	1.85	1.18	1.07

2.1 การเจริญเติบโตของต้นกาแฟ

การเจริญเติบโตของต้นกาแฟ ขนาดโคนต้นกาแฟอาราบิกาที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย อายุ 3 ปี เมื่อได้รับปุ๋ยไนโตรเจนอัตราตามความต้องการธาตุอาหาร (N 1 เท่า) ปุ๋ย 46-0-0 84 กก. 18-46-0 26 กก. และ 0-0-60 43 กก./ไร่/ปี มีขนาดสูงที่สุด 3.70 ซม. ผลการทดลองที่โครงการพัฒนาดอยตุง ต้นกาแฟอายุ 3 ปี

กรมวิชาการเกษตร

เมื่อได้รับปุ๋ย N 1.5 เท่าของอัตราตามความต้องการธาตุอาหาร ปุ๋ย 46-0-0 126 กก./ไร่ 18-46-0 26 กก./ไร่ และ 0-0-60 43 กก./ไร่/ปี มีขนาดสูงที่สุด 2.90 ซม. (ตารางที่ 2.11 และตารางที่ 2.12) ส่วนความสูงต้นของกาแฟที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่อยู่ระหว่าง 181-185.3 ซม. ขนาดโคนต้น 4.10-4.31 ซม.

ตารางที่ 2.11 ความสูงต้นและขนาดโคนต้นกาแฟอาราบิกา ก่อนและหลังได้รับปุ๋ยอัตราต่างๆ ที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย ปี 2560-2561

อัตราปุ๋ย	ความสูง (ซม.)			ขนาดโคนต้น (ซม.)		
	อายุ 2 เดือน	อายุ 2 ปี	อายุ 3 ปี	อายุ 2 เดือน	อายุ 2 ปี	อายุ 3 ปี
N 0.75 เท่า	48.1	165.3	156.9	0.58	2.77	3.36
N 1 เท่า	49.4	168.4	156.2	0.68	2.94	3.70
N 1.5 เท่า	46.2	165.1	156.1	0.65	2.86	3.66
ปุ๋ย 15-15-15	49.9	162.9	156.3	0.62	2.74	3.61
CV (%)	8.3	6.6	4.8	8.7	8.8	11.4

หมายเหตุ ต้นทดลองมีการตัดแต่งกิ่งเพื่อควบคุมความสูงหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตปี 2560

ตารางที่ 2.12 ความสูงต้นและขนาดโคนต้นกาแฟอาราบิกาก่อนและหลังได้รับปุ๋ยอัตราต่างๆ ที่โครงการพัฒนาดอยตุง อ.แม่ฟ้าหลวง จ.เชียงราย ปี 2560-2561

อัตราปุ๋ย	ความสูง (ซม.)			ขนาดโคนต้น (ซม.)		
	อายุ 2 เดือน	อายุ 2 ปี	อายุ 3 ปี	อายุ 2 เดือน	อายุ 2 ปี	อายุ 3 ปี
N 0.75 เท่า	65.9	102.5	129.9	1.27	2.16	2.86
N 1 เท่า	66.4	107.6	123.6	1.23	2.25	2.71
N 1.5 เท่า	65.7	101.6	130.1	1.29	2.18	2.90
ปุ๋ย 15-15-15	64.9	101.8	126.2	1.27	2.11	2.91
C.V. (%)	11.2	10.1	14.1	14.5	13.3	14.9

2.2 ผลผลิต

ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย น้ำหนักผลสดกาแฟคาร์ติมอร์ ปี 2561 การใส่ปุ๋ย N 1.5 เท่า สูงที่สุด 1,175.3 กก./ไร่ รองลงมาคือการใส่ปุ๋ย N อัตราตามความต้องการธาตุอาหาร (1 เท่า) น้ำหนักผล 1,044 กก./ไร่ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยทั้ง 2 กรรมวิธี ให้ผลแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใส่ปุ๋ย 15-15-15 ซึ่งมีผลผลิตต่ำที่สุด 988 กก./ไร่ (ตารางที่ 2.13)

ส่วนในปี 2562 การใส่ปุ๋ย N 1 เท่า น้ำหนักผลสูงที่สุด 1,705 กก./ไร่ รองลงมาคือ ปุ๋ย N 1.5 เท่า 1,542 กก/ไร่ สอดคล้องกับผลการทดลองในปี 2563 การใส่ปุ๋ย N 1 เท่า ให้น้ำหนักผลสูงที่สุด 1,543 กก./ไร่ รองลงมาคือ ปุ๋ย N 1.5 เท่า 1,102 กก./ไร่ น้ำหนักผลสดเฉลี่ยทั้ง 3 ปี พบว่ากรรมวิธีที่ 1 การใส่ปุ๋ย N 1 เท่า

กรมวิชาการเกษตร

สูงที่สุด น้ำหนักผลสดเฉลี่ย 1,430.7 กก/ไร่ รองลงมาคือการใส่ปุ๋ย N 1.5 เท่า น้ำหนักผลสด 1,273 กก./ไร่ ส่วนการใส่ปุ๋ย 15-15-15 และปุ๋ย N 0.75 เท่า น้ำหนักผลสดเฉลี่ย 3 ปีเท่ากับ 1,060 และ 1,025กก./ไร่ ตามลำดับ น้ำหนักสดกะลาเฉลี่ย 3 ปี การใส่ปุ๋ย N 1 เท่า มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 520.7 กก./ไร่ ส่วนการใส่ปุ๋ย 15-15-15 และปุ๋ย N 0.75 เท่า น้ำหนักสดกะลาต่ำที่สุด 379.1 และ 371.3 กก./ไร่ น้ำหนักแห้งกะลาในกรรมวิธีที่ 1 เฉลี่ย 3 ปี เท่ากับ 252.3 กก./ไร่ ซึ่งสูงกว่าการใส่ปุ๋ย N 1.5 เท่า 0.75 เท่า และปุ๋ย 15-15-15 มีค่าเฉลี่ย 225.3,179.7 และ 185.0 กก./ไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 2.13)

ตารางที่ 2.13 ผลผลิตกาแฟอาราบิกา (คาร์ติมอร์) เมื่อได้รับปุ๋ยไนโตรเจนอัตราต่างๆ ที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย ปี 2561-2563

อัตราปุ๋ย	น้ำหนักผลสด (กก./ไร่)[1/]				น้ำหนักสดกะลา(กก./ไร่)[1/]				น้ำหนักแห้งกะลา (กก./ไร่)[1/]			
	2561	2562	2563	เฉลี่ย	2561	2562	2563	เฉลี่ย	2561	2562	2563	เฉลี่ย
N 0.75 เท่า	1,014 b	1,286 b	774 b	1025.0	406 b	435 b	273 b	371.3	179 b	226 b	134 b	179.7
N 1 เท่า	1,044 ab	1,705 a	1,543 a	1,430.7	449 ab	568 a	545 a	520.7	204 ab	290 a	263 a	252.3
N 1.5 เท่า	1,175 a	1,542 ab	1,102 b	1,273.0	465a	545 ab	402 ab	470.7	210 a	270 ab	196 ab	225.3
ปุ๋ย 15-15-15	988 c	1,265 b	927 b	1,060.0	362 c	418 b	358 b	379.3	164 b	217 b	174 b	185.0
C.V. (%)	27.1	24.4	26.8	-	20.8	20.3	31.3	-	19.5	21.7	31.5	-

[1/] ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

น้ำหนักผลสดกาแฟทิปปิกา ปี 2561 การใส่ปุ๋ย N 1.5 เท่า น้ำหนักผลสดสูงที่สุด 1,153 กก./ไร่ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใส่ปุ๋ย N 1 เท่า ปุ๋ย 15-15-15 และปุ๋ย N 0.75 เท่า มีน้ำหนักผลสด ดังนี้ 1,010 957 และ 722 กก./ไร่ ปี 2562 การใส่ปุ๋ย N 1.5 เท่า น้ำหนักผลสดสูงที่สุด 1,076 กก./ไร่ รองลงมาคือ ปุ๋ย N 1 เท่า น้ำหนักผล 802 กก./ไร่ การใส่ปุ๋ย 15-15-15 น้ำหนักผลสดต่ำที่สุด 741 กก./ไร่ ปี 2563 การใส่ปุ๋ย N 1.5 เท่า น้ำหนักผลสด 577 กก./ไร่ และปุ๋ย 15-15-15 น้ำหนักผลสดต่ำที่สุด 260 กก./ไร่ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฉลี่ยทั้ง 3 ปี พบว่า การใส่ปุ๋ย N 1.5 เท่า ค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 935.3 กก./ไร่ รองลงมาคือการใส่ปุ๋ย N 1 เท่า 755.7 กก./ไร่ ปุ๋ย 15-15-15 652.7 กก./ไร่ และปุ๋ย N 0.75 เท่า น้ำหนักผลสดเฉลี่ยต่ำที่สุด 593.7 กก./ไร่ น้ำหนักสดกะลาเฉลี่ย 3 ปี กรรมวิธีการใส่ปุ๋ย N 1.5 เท่า สูงที่สุด 352 กก./ไร่ น้ำหนักแห้งกะลาเฉลี่ย 175.7 กก./ไร่ สูงกว่าทุกกรรมวิธี (ตารางที่ 2.14)

ตารางที่ 2.14 ผลผลิตกาแฟอาราบิกา (ทิปปิกา) เมื่อได้รับปุ๋ยไนโตรเจนอัตราต่างๆ ที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย ปี 2561-2563

อัตราปุ๋ย	น้ำหนักผลสด (กก./ไร่)[1/]				น้ำหนักสดกะลา(กก./ไร่)[1/]				น้ำหนักแห้งกะลา (กก./ไร่)[1/]			
	2561	2562	2563	เฉลี่ย	2561	2562	2563	เฉลี่ย	2561	2562	2563	เฉลี่ย

N 0.75 เท่า	722 c	766 b	293 b	593.7	283 c	255 b	126 b	221.3	160 c	134 b	61 b	118.3
N 1 เท่า	1,010 b	802 ab	455 ab	755.7	394 b	298 ab	174 ab	288.7	195 b	147 b	84 ab	142.0
N 1.5 เท่า	1,153 a	1,076 a	577 a	935.3	447 a	391 a	218 a	352.0	217 a	207 a	103 a	175.7
ปุ๋ย 15-15-15	957 b	741 b	260 b	652.7	381 b	254 b	97 b	244.0	186 b	132 b	53 b	123.7
C.V. (%)	30.4	31.7	28.0	-	30.5	39.1	32.0	-	29.2	39.9	26.7	-

[1/] ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

โครงการพัฒนาดอยตุง น้ำหนักผลสดกาแฟคาร์ติมอร์ ปี 2561 การใส่ปุ๋ยทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าการใส่ปุ๋ย N 1 เท่า น้ำหนักผลสดสูงที่สุด 166 กก./ไร่ รองลงมาคือการใส่ปุ๋ย N 1.5 เท่า น้ำหนักผลสด 163 กก./ไร่ ปี 2562 การใส่ปุ๋ย N 1.5 เท่า น้ำหนักผลสดสูงที่สุด 881 กก./ไร่ ไม่แตกต่างทางสถิติกับปุ๋ย N 1 เท่า 806 กก./ไร่ ทั้ง 2 กรรมวิธี มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใส่ปุ๋ย 15-15-15 น้ำหนักผลสดต่ำที่สุด 281 กก./ไร่ ปี 2563 การใส่ปุ๋ย N 1 เท่า น้ำหนักผลสดสูงที่สุด 530 กก./ไร่ รองลงมาคือ ปุ๋ย N 1.5 เท่า 404 กก./ไร่ ส่วนการใส่ปุ๋ย N 0.75 เท่าและปุ๋ย 15-15-15 น้ำหนักผลสดต่ำที่สุด 365 และ 364 กก./ไร่ ตามลำดับ น้ำหนักผลสดเฉลี่ยทั้ง 3 ปี พบว่ากรรมวิธีการใส่ปุ๋ย N 1 เท่าสูงที่สุด 500.7 กก./ไร่ รองลงมาคือการใส่ปุ๋ย N 1.5 เท่า 482.4 กก./ไร่ น้ำหนักสดกะลาเฉลี่ย 3 ปี ปุ๋ย N 1 เท่าสูงสุด 194.0 กก./ไร่ รองลงมาคือการใส่ปุ๋ย N 1.5 เท่า 193.7 กก./ไร่ น้ำหนักแห้งกะลาเฉลี่ย 3 ปี ปุ๋ย N 1.5 เท่า สูงที่สุด 106.3 กก./ไร่ รองลงมาคือการใส่ปุ๋ย N 1 เท่า 98.0 กก./ไร่ (ตารางที่ 2.15)

ตารางที่ 2.15 ผลผลิตกาแฟอาราบิกา (คาร์ติมอร์) เมื่อได้รับปุ๋ยไนโตรเจนอัตราต่างๆ ที่โครงการพัฒนาดอยตุง ปี 2561-2563

อัตราปุ๋ย	น้ำหนักผลสด(กก./ไร่)[1/]				น้ำหนักสดกะลา (กก./ไร่)[1/]				น้ำหนักแห้งกะลา(กก./ไร่)[1/]			
	2561	2562	2563	เฉลี่ย	2561	2562	2563	เฉลี่ย	2561	2562	2563	เฉลี่ย
N 0.75 เท่า	101	640 ab	365	368.7	69	216 ab	158	147.7	33.6	112 ab	84	76.5
N 1 เท่า	166	806 a	530	500.7	76	275 a	231	194.0	38.9	148 a	107	98.0
N 1.5 เท่า	163	881 a	404	482.6	70	342 a	169	193.7	36.0	187 a	96	106.3
ปุ๋ย 15-15-15	135	281 b	364	260.0	63	92 b	153	102.7	34.6	53 b	72	53.2
C.V. (%)	32.8	28.2	36.6	-	33.3	28.9	31.5	-	-	26.1	32.7	-

[1/] ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

น้ำหนักผลสดกาแฟทิปปิกา ปี 2561 การใส่ปุ๋ย N 1.5 เท่า น้ำหนักผลสดสูงที่สุด 322.7 กก./ไร่ ปี 2562 ผลการทดลองสอดคล้องกับปี 2561 การใส่ปุ๋ย N 1.5 เท่า น้ำหนักผลสดสูงที่สุด 307.7 กก./ไร่ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใส่ปุ๋ย 15-15-15 น้ำหนักผลสดต่ำที่สุด 51.8 กก./ไร่ ค่าเฉลี่ยน้ำหนักผลสด 2 ปี พบว่า การใส่ปุ๋ย N 1.5 เท่าสูงที่สุด 315.2 กก./ไร่ น้ำหนักสดกะลา 157.8 และ น้ำหนักแห้งกะลา 64.6 กก./ไร่ (ตารางที่ 2.16)

ตารางที่ 2.16 ผลผลิตกาแฟอาราบิกา (ทิปิกา) เมื่อได้รับปุ๋ยไนโตรเจนอัตราต่างๆ ที่โครงการพัฒนาดอยตุง

กรมวิชาการเกษตร

ปี 2561 และปี 2562

อัตราปุ๋ย	น้ำหนักผลสด (กก./ไร่)[1/]			น้ำหนักสดกะลา(กก./ไร่)[1/]			น้ำหนักแห้งกะลา (กก./ไร่)[1/]		
	2561	2562	เฉลี่ย	2561	2562	เฉลี่ย	2561	2562	เฉลี่ย
N 0.75 เท่า	125.5	194.2 ab	159.9	72.6	91.9 ab	82.3	29.2	43.9 ab	36.6
N 1 เท่า	108.6	206.9 ab	157.8	56.2	69.7 ab	63.0	23.8	35.3 ab	30.0
N 1.5 เท่า	322.7	307.7 a	315.2	181.7	133.8 a	157.8	70.6	58.6 a	64.6
ปุ๋ย 15-15-15	93.9	51.8 b	72.9	56.9	19.5 b	38.2	26.4	9.0 b	17.7
C.V. (%)	-	28.8	-	-	26.3	-	-	24.1	-

[1/] ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ ปี 2562 กรรมวิธีการใส่ปุ๋ย N 1.5 เท่า น้ำหนักผลสดสูงที่สุด 348.9 กก./ไร่ ไม่แตกต่างทางสถิติกับการใส่ปุ๋ย N 1 เท่า น้ำหนักผลสด 293.6 กก./ไร่ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใส่ปุ๋ย N 0.75 เท่าน้ำหนักผลสดต่ำที่สุด 186.5 กก./ไร่ ปี 2563 การใส่ปุ๋ย N 1 เท่า น้ำหนักผลสดสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ 55.4 กก./ไร่ แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ค่าเฉลี่ยทั้ง 2 ปี การใส่ปุ๋ยทั้ง 2 กรรมวิธี ปุ๋ย N 1 เท่า และ 1.5 เท่า น้ำหนักผลสดเท่ากับ 174.5 และ 187.9 กก./ไร่ ตามลำดับ น้ำหนักสดกะลาเฉลี่ย 81.9 และ 91.4 กก./ไร่ และน้ำหนักแห้งกะลา 31 และ 33.1 กก./ไร่ (ตารางที่ 2.17)

ตารางที่ 2.17 ผลผลิตกาแฟอาราบิกา เมื่อได้รับปุ๋ยไนโตรเจนอัตราต่างๆ ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ ปี 2562 และปี 2563

อัตราปุ๋ย	น้ำหนักผลสด (กก./ไร่)[1/]			น้ำหนักสดกะลา(กก./ไร่)[1/]			น้ำหนักแห้งกะลา (กก./ไร่)[1/]		
	2562	2563	เฉลี่ย	2562	2563	เฉลี่ย	2562	2563	เฉลี่ย
N 0.75 เท่า	186.5 b	29.4	108.0	81.1 b	13.9	47.5	32.6 b	7.8	20.2
N 1 เท่า	293.6 ab	55.4	174.5	144.0 ab	19.8	81.9	49.9 ab	12.0	31.0
N 1.5 เท่า	348.9 a	26.8	187.9	172.0 a	10.7	91.4	61.1 a	5.0	33.1
ปุ๋ย 15-15-15	262.4 ab	45.9	150.2	123.8 ab	17.4	70.6	45.1 ab	9.0	27.1
C.V. (%)	39.5	31.7	-	36.4	31.8	-	36.4	32.9	-

[1/] ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จากผลการทดลองทั้ง 3 แห่ง การจัดการปุ๋ยเคมีในกาแฟอาราบิกาในพื้นที่ภาคเหนือ การใส่ปุ๋ยอัตราตามความต้องการธาตุอาหารของกาแฟ คือ ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 43 กก./ไร่ ปุ๋ยฟอสเฟต 12 กก./ไร่ และปุ๋ยโพแทสเซียม 26 กก./ไร่ หรือการใส่ปุ๋ย 46-0-0 84 กก./ไร่ 18-46-0 26 กก./ไร่ และ 0-0-60 43 กก./ไร่ แบ่งใส่ 3 ครั้ง ครั้งที่ 1 หลัง ตัดแต่งกิ่งเดือน มกราคม - กุมภาพันธ์ ครั้งที่ 2 หลังติดผลเดือนพฤษภาคม และครั้งที่ 3 ผลขยายขนาดเดือน สิงหาคมให้ผลผลิตน้ำหนักผลสด น้ำหนักสดกะลาและน้ำหนักแห้งกะลาดีกว่าการใส่ปุ๋ยอัตราอื่นๆ

2.3 คุณภาพผลผลิต ปริมาณคาเฟอีนในเมล็ดกาแฟหลังบ่ม 1 ปี การใส่ปุ๋ยกาแฟคาร์ติมอร์ N 0.75, 1, 1.5 เท่า และปุ๋ย 15-15-15 ไม่มีความแตกต่างกัน มีค่าระหว่าง 0.63-0.95% ส่วนทิปปิกา มีค่าระหว่าง 0.69-0.93% (ตารางที่ 2.18)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 2.18 คาเฟอีนในเมล็ดกาแฟหลังบ่ม 1 ปี คั่วที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส นาน 15 นาทีเมื่อได้รับปุ๋ยไนโตรเจนอัตราต่างๆที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงรายและโครงการพัฒนาดอยตุง ปี 2561-2562

อัตราปุ๋ย	คาเฟอีน (%)*			
	ศวส.ชร		ดอยตุง	
	คาร์ติมอร์	ทิปปิกา	คาร์ติมอร์	ทิปปิกา
N 0.75 เท่า	0.95	0.79	0.80	0.73
N 1 เท่า	0.74	0.69	0.77	0.84
N 1.5 เท่า	0.72	0.93	0.82	0.75
ปุ๋ย 15-15-15	0.63	0.84	0.80	0.75

*HPLC คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (ศวท.มช.)

น้ำหนักเมล็ดกาแฟ 100 เมล็ด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในกาแฟคาร์ติมอร์ แต่มีแนวโน้มว่าการใส่ปุ๋ย N 1 เท่า น้ำหนัก 100 เมล็ด สูงที่สุดในปี 2563 คือ 17.28 กรัม ส่วนทิปปิกา การใส่ปุ๋ย N 1.5 เท่า น้ำหนัก 100 เมล็ด สูงที่สุด คือ 21.72 และ 20.96 กรัมในปี 2562 และ 2563 ตามลำดับแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใส่ปุ๋ย 15-15-15 น้ำหนัก 100 เมล็ดต่ำที่สุด 18.64 และ 17.12 กรัม (ตารางที่ 2.19)

ตารางที่ 2.19 น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม) ของกาแฟอาราบิกาเมื่อได้รับปุ๋ยไนโตรเจนอัตราต่างๆที่ ศวส.ชร. ปี 2562 และ 2563

อัตราปุ๋ย	คาร์ติมอร์		ทิปปิกา	
	2562	2563	2562	2563
N 0.75 เท่า	14.25	16.24	20.28 ab	19.28 b
N 1 เท่า	15.73	17.28	20.00 ab	18.24 b
N 1.5 เท่า	15.80	16.96	21.72 a	20.96 a
ปุ๋ย 15-15-15	14.45	16.80	18.64 b	17.12 b
C.V.(%)	9.0	6.3	9.9	8.8

ขนาดของเมล็ดกาแฟ นำเมล็ดสีเอากะลาออกโดยใช้เครื่องสีกะลาและได้สารกาแฟ คัดแบ่งเกรดได้ดังนี้ กาแฟคาร์ติมอร์การใส่ปุ๋ย N 1 เท่าและ 1.5 เท่า ขนาดเมล็ดกาแฟเกรด 1 ปี 2561 42, 53 %, ปี 2562 55, 48%, และ ปี 2563 48, 49% ไม่แตกต่างทางสถิติแต่สูงกว่าการใส่ปุ๋ย 0.75 เท่าและปุ๋ย 15-15-15 ขนาดเมล็ดกาแฟเกรด 1 อยู่ระหว่าง 25-42.5% (ตารางที่ 2.20)

ตารางที่ 2.20 คุณภาพผลผลิต (เปอร์เซ็นต์ขนาดผลกาแฟกะลาแห้ง) ของกาแฟอาราบิกา (คาร์ติมอร์) เมื่อได้รับปุ๋ยไนโตรเจนอัตราต่างๆ ปี 2561-2563 ที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย

กรมวิชาการเกษตร

อัตราปุ๋ย	ปี 2561[1/]				ปี 2562				ปี 2563			
	เกรด1	เกรด2	เกรด3	เกรด4[2/]	เกรด1	เกรด2	เกรด3	เกรด4	เกรด1	เกรด2	เกรด3	เกรด4
N 0.75 เท่า	40 ab	19 b	23 ab	18 a	36 b	35	18 a	11	25 b	30 b	29 a	16 a
N 1 เท่า	42 ab	38 a	16 ab	4 b	55 a	29	10 b	6	48 a	34 ab	10 b	8 ab
N 1.5 เท่า	53 a	25 ab	15 b	7 b	48 ab	32	14 ab	6	49 a	28 b	13 b	10 ab
ปุ๋ย 15-15-15	36 b	28 ab	29 a	7 b	43 ab	34	13 ab	10	40 ab	50 a	7 b	3 b
C.V.(%)	19.7	30.1	30.1	34.8	27.9	34.6	30	31.1	34.1	41.2	31.5	28.0

[1/] ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

[2/] สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกษ. 5701-2552)

เกรด1 ≥ 7.1 มม. เกรด2 6.3 -<7.1 มม. เกรด3 5.6 -<6.3 มม. เกรด4 <5.6 มม.

กาแฟทิปปิกา การใส่ปุ๋ย N 1 เท่าและ 1.5 เท่า ขนาดเมล็ดกาแฟเกรด 1 สูงที่สุด โดย ปี 2561 55, 56%, ปี 2562 58, 56%, และปี 2563 38, 50% ทั้ง 2 กรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่เมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ย 15-15-15 ขนาดเมล็ดกาแฟเกรด 1 มีค่าต่ำที่สุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดย ปี 2561 43% ปี 2562 41% และปี 2563 39% (ตารางที่ 2.21)

ตารางที่ 2.21 คุณภาพผลผลิต (เปอร์เซ็นต์ขนาดผลกาแฟกะลาแห้ง) ของกาแฟอาราบิกา (ทิปิกา) เมื่อได้รับปุ๋ยไนโตรเจนอัตราต่างๆ ปี 2561-2563 ที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย

อัตราปุ๋ย	ปี 2561				ปี 2562				ปี 2563			
	เกรด1	เกรด2	เกรด3	เกรด4	เกรด1	เกรด2	เกรด3	เกรด4	เกรด1	เกรด2	เกรด3	เกรด4
N 0.75 เท่า	48 ab	34	13	5	48 bc	38	10 ab	6 ab	39 ab	39	17 a	5 b
N 1 เท่า	55 a	25	14	6	58 a	31	7 b	4 b	38 ab	38	13 ab	11 a
N 1.5 เท่า	56 a	27	12	5	56 ab	28	11 ab	5 ab	50 a	39	7 b	4 b
ปุ๋ย15-15-15	43 b	29	16	12	41 c	32	17 a	10 a	31 b	39	18 a	12 a
C.V.(%)	17.0	29	34.5	36.8	13.7	26.3	32.8	34	28.5	30.8	37.6	34.7

3. **ผลตอบแทนหลังหักต้นทุนค่าปุ๋ย**

ต้นทุนค่าปุ๋ยเคมี อัตรา N 0.75, 1, 1.5 เท่า และ ปุ๋ย 15-15-15 เท่ากับ 2,196 2,473 3,027 และ 3,160 บาท/ไร่ (ตารางที่ 2.22)

ตารางที่ 2.22 ต้นทุนค่าปุ๋ยในแต่ละกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยกาแฟอาราบิกา

กรรมวิธี	46-0-0		18-46-0		0-0-60		15-15-15	13-13-21	รวม
	อัตรา (กก./ไร่)	ราคา (บาท)	อัตรา (กก./ไร่)	ราคา (บาท)	อัตรา (กก./ไร่)	ราคา (บาท)	(กก./ไร่)	(กก./ไร่)	(บาท/ไร่)
N 0.75 เท่า	63	832	26	590	43	774	-	-	2,196
N 1 เท่า	84	1,110	26	590	43	774	-	-	2,473

กรมวิชาการเกษตร

N 1.5 เท่า	126	1,664	26	590	43	774	-	-	3,027
15-15-15	-	-	-	-	-	-	100	100	3,160

ราคาปุ๋ยปี 2561/62

15-15-15	780 บาท/50กก.	ราคากก.ละ 15.60 บาท
13-13-21	800 บาท/50กก.	ราคากก.ละ 16 บาท
46-0-0	660 บาท/50กก.	ราคากก.ละ 13.20 บาท
18-46-0	1,130 บาท/50กก.	ราคากก.ละ 22.60 บาท
0-0-60	900 บาท/50กก.	ราคากก.ละ 18 บาท

ผลตอบแทนจากการใช้ปุ๋ย N 1 เท่า สูงที่สุดโดยมีรายได้หลังหักต้นทุนค่าปุ๋ยเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ย 15-15-15 เท่ากับ 16,130 บาท/ไร่ และ 10,620 บาท รายได้สูงกว่าการใส่ปุ๋ย 15-15-15 5,510 บาท/ไร่ (ตารางที่ 2.23)

ตารางที่ 2.23 ผลตอบแทนจากการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราต่างๆ ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย เฉลี่ย 3 ปี ปี 2561-2563

กรรมวิธี	ผลผลิตสดเฉลี่ย 3 ปี (กก./ไร่)	รายได้ (บาท/ไร่)	ต้นทุนค่าปุ๋ย (บาท/ไร่)	ผลตอบแทนหลังหักค่าปุ๋ย (บาท/ไร่)	รายได้เมื่อเทียบกับกรรมวิธีที่ 4 (บาท/ไร่)
N 0.75 เท่า	1,025	13,325	2,196	11,129	+509
N 1 เท่า	1,431	18,603	2,473	16,130	+5,510
N 1.5 เท่า	1,273	16,549	3,027	13,522	+2,902
ปุ๋ย 15-15-15	1,060	13,780	3,160	10,620	-

ราคาผลสดกาแฟเฉลี่ย 3 ปี = 13 บาท/กก. (ปี 2560/61 =18 บาท/กก. , ปี 2561/62 = 8 บาท/กก. และ ปี 2562/63 = 14 บาท/กก.)

การใส่ปุ๋ยกาแฟในอัตราตามความต้องการธาตุอาหารเป็นการให้ธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมตรงตามที่พืชต้องการโดยให้ในรูปของปุ๋ยเคมี จึงทำให้กาแฟมีน้ำหนักผลสด น้ำหนักสดกะลา รวมทั้งน้ำหนักแห้งกะลาต่อไร่สูงกว่าการใส่ปุ๋ย 15-15-15 และ 13-13-21 ซึ่งเมื่อเทียบธาตุอาหารแล้วการใส่ปุ๋ยทั้ง 2 ตัว ดังกล่าวในอัตรา 100 กก./ไร่ ต้นกาแฟจะได้รับธาตุไนโตรเจน (N) 28 กก. ฟอสเฟต (P_2O_5) 28 กก. และโพแทส (K_2O) 36 กก./ไร่ ในขณะที่กาแฟต้องการธาตุอาหาร N 43 กก. ฟอสเฟต 12 กก. และ โพแทสเซียม 26 กก./ไร่ เท่านั้น จะเห็นว่าการใส่ปุ๋ยไม่ถูกอัตรา คือ N ได้รับน้อยไปส่วน P_2O_5 และ K_2O ได้รับมากเกินความต้องการเป็นเหตุให้ผลผลิตที่ได้ต่ำและเป็นการเพิ่มต้นทุนค่าปุ๋ยเคมีต่อไร่ให้สูงขึ้นส่งผลให้ได้รับผลตอบแทนต่ำ ซึ่งในต่างประเทศได้มีการวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบกาแฟพบว่ามี N 3%, P_2O_5 0.2% และ K_2O 2.6% (Reuter and Robinson,1986) และได้มีคำแนะนำให้มีการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนตามผลผลิตที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นในการทดลองนี้เมื่อใส่ปุ๋ยไนโตรเจนตรงตามอัตราที่พืชต้องการจึงทำให้ตอบสนองต่อผลผลิตให้เพิ่มขึ้นได้

การขยายพันธุ์กาแฟอะราบิกาลูกผสม F1ต้านทานราสนิม โดยวิธีโซมาติกเอมบริโอเจนิซีส

ผลของ 2,4-D.ร่วมกับBAPในระดับต่างๆต่อการต่อการชักนำการเกิดแคลลัสในกาแฟอะราบิกา

ศูนย์วิชาการเกษตร

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 2.24และภาพที่ 2.4 – 2.7)

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

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 2.24 เปอร์เซ็นต์การชักนำการเกิดแคลลัสและลักษณะคุณภาพแคลลัสจากการนำใบอ่อนกาแฟอะราบิกาลูกผสม F1 พันธุ์ 1/1 B2T5และพันธุ์ 1/4 B3T3 ในอาหารสูตรMS ที่เติม2,4-D. ร่วมกับ BAP ในระดับต่างๆ

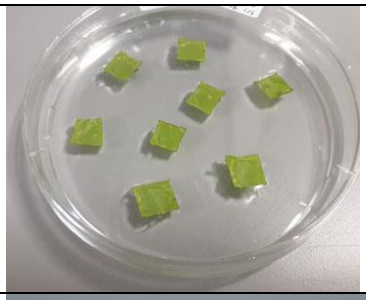
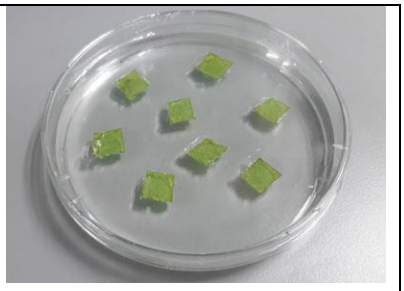
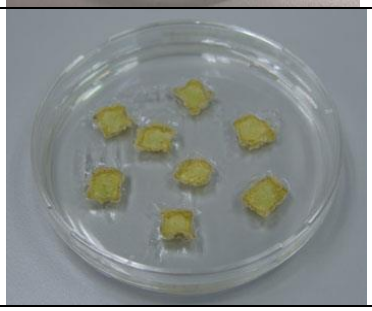
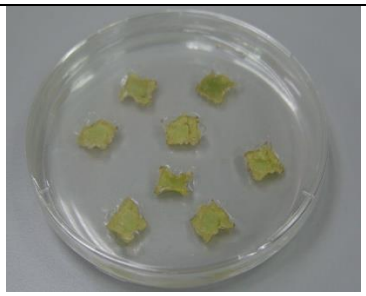
สูตรอาหาร	% เกิดแคลลัส	
	1/1 B2T5	1/4 B3T3
MS + 2,4-D 1.0 มก/ล+ BAP 0.5 มก/ล	62.5	87.5
MS + 2,4-D 1.0 มก/ล ร่วมกับ BAP 1.0 มก/ล	25.0	50.0

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 2.4 ต้นกาแฟกาแฟ**อะราบิกา**ลูกผสม F1 ต้านทานราสนิม จากศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ที่นำมาเลี้ยงในสภาพโรงเรือน เตรียมนำไปใช้ในการทดลอง

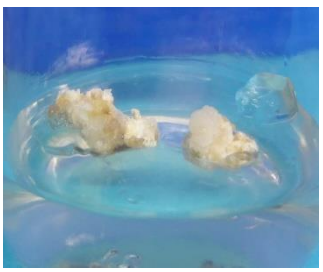
กรมวิชาการเกษตร

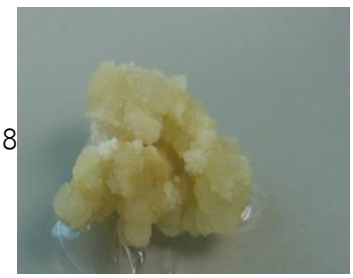
	¼ B3T3	1/1 B2T5

สัปดาห์ที่1		
สัปดาห์ที่3		

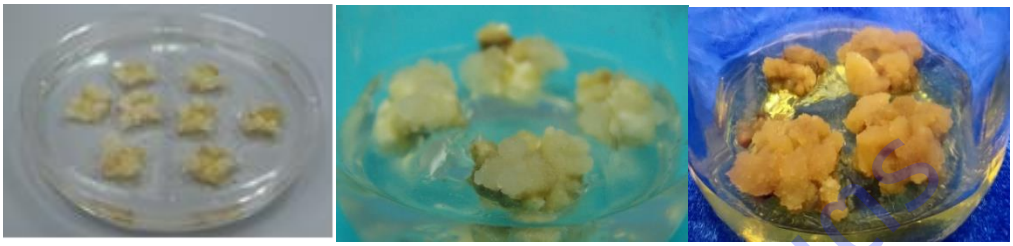
ภาพที่ 2.5 ใบอ่อนกาแฟ**อะราบิกา**ลูกผสม F1ต้านทานราสนิมพันธ์ 1/4 B3T3 (Caturra vermello x Sanramon) และ 1/1 B2T5 (Caturra vermello x K7) ที่นำมาเลี้ยงในอาหารชักนำการเกิดแคลลัส ในสภาพปลอดเชื้อเป็นเวลา 3 สัปดาห์

กรมวิชาการเกษตร





ภาพที่ 2.6 การพัฒนาและการเกิดแคลลัสกาแฟอะราบิกาลูกผสม F1ต้านทานราสนิมพันธ์ 1/4 B3T3 (Caturra vermello x Sanramon) ที่ได้จากการนำใบอ่อนมาเลี้ยงในอาหารชักนำการเกิดแคลลัส ในสภาพปลอดเชื้อ เป็นเวลา 1-4 เดือน



ภาพที่ 2.7 การพัฒนาและการเกิดแคลลัสกาแฟอะราบิกาลูกผสม F1ต้านทานราสนิมพันธ์ 1/1 B3T3 (Caturra vermello x K7) ที่ได้จากการนำใบอ่อนมาเลี้ยงในอาหารชักนำการเกิดแคลลัส ในสภาพปลอดเชื้อเป็นเวลา 1-4 เดือน

ผลของ BAP ในระดับต่างๆ ต่อการเกิดเอมบริโอจินิคแคลลัสหรือชักนำการเกิดเอมบริโอในกาแฟอะราบิกา

จากการนำแคลลัสกาแฟ**อะราบิกา**ลูกผสม F1 ต้านทานราสนิม พันธ์ 1/4 B3T3 และ 1/1 B2T5 ที่ได้จากการพิ่มปริมาณและผ่านการคัดเลือกแคลลัสที่มีคุณภาพ ลักษณะแคลลัส มีสีเหลือง เป็นก้อนแข็งเกาะกันหลวมๆ 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 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดเอมบริโอจินิคแคลลัส และชักนำการเกิดเอมบริโอสูงสุด ตามด้วย 2 4 และ 1มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ส่วนในพันธุ์ 1/4 B3T3 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดเอมบริโอจินิคแคลลัส และชักนำการเกิดเอมบริโอสูงสุดที่ระดับ BAP 4 มิลลิกรัม/ลิตร ตามด้วย 3 1 และ 2 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 2.25 – 2.28 และภาพที่ 2.8 – 2.9)

ตารางที่ 2.25 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 2.26 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

Cv= 32.05

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

ตารางที่ 2.27 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)

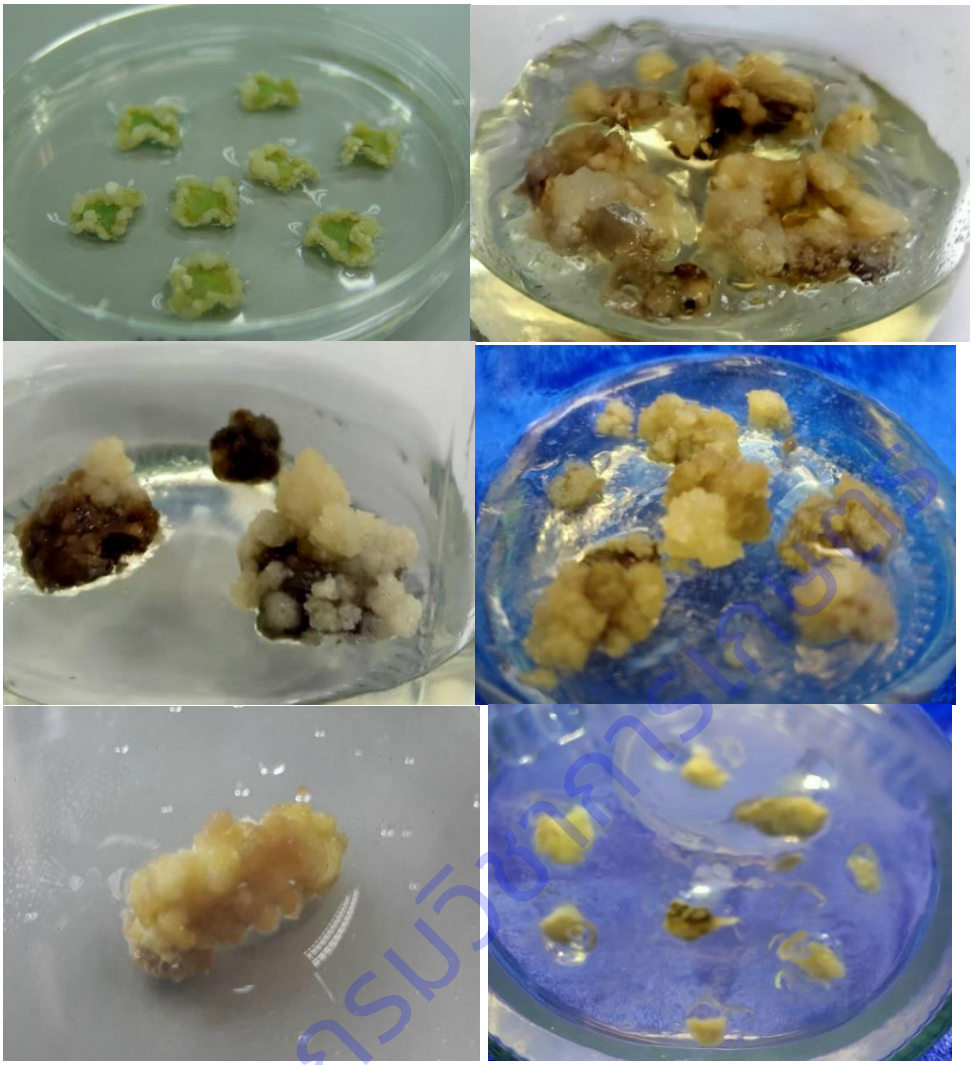
ตารางที่ 2.28 ผลของ BAP ต่อการชักนำการเกิดเอมบริโอ ในกาแฟอะราบิกาลูกผสม F1ต้านทานราสนิมพันธ์ 1/4 B3T3 (Caturra vermello x Sanramon) หลังจากที่นำมาเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อเป็นเวลา 14 เดือน

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

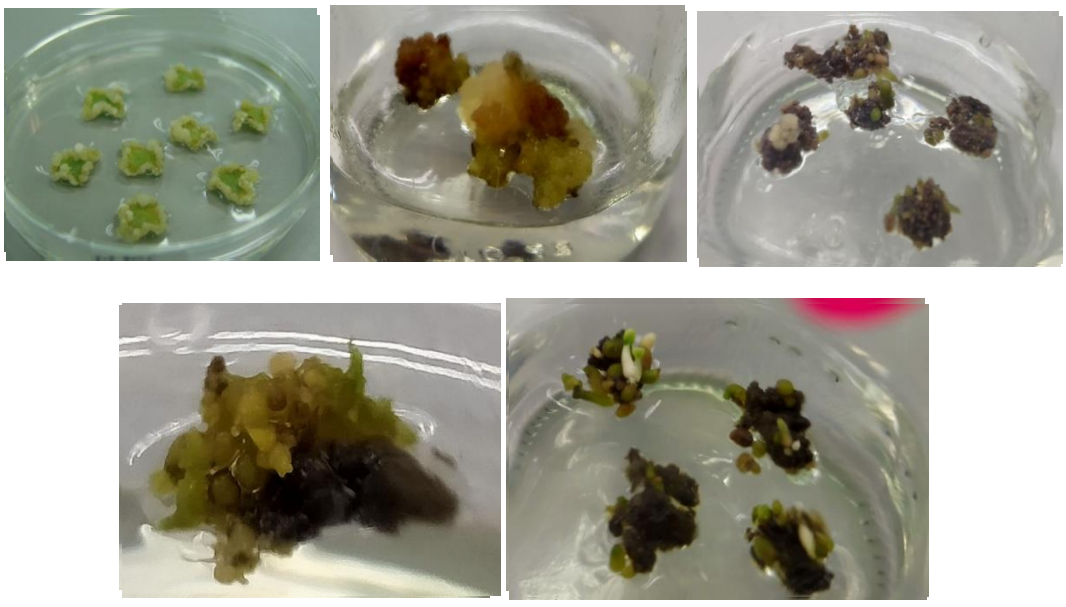
กรมวิชาการเกษตร

4.0	26	42.33 a

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



ภาพที่ 2.8 การเกิดและการพัฒนาของแคลลัสกาแฟอะราบิกาลูกผสม F1 ในระยะต่างๆ ที่ได้จากการนำใบอ่อนมาเลี้ยงในอาหารชักนำการเกิดแคลลัส เพิ่มปริมาณแคลลัส และชักนำการเกิดเอมบริโอจินิคแคลลัส



ภาพที่ 2.9 การเกิดและการพัฒนาของแคลลัสกาแฟอะราบิกาลูกผสม F1 ในระยะต่างๆ ที่ได้จากการนำใบอ่อนมาเลี้ยงในอาหารชักนำการเกิดแคลลัส เพิ่มปริมาณแคลลัส และชักนำการเกิดเอมบริโอจินิคแคลลัส และการพัฒนาเป็นต้นอ่อน

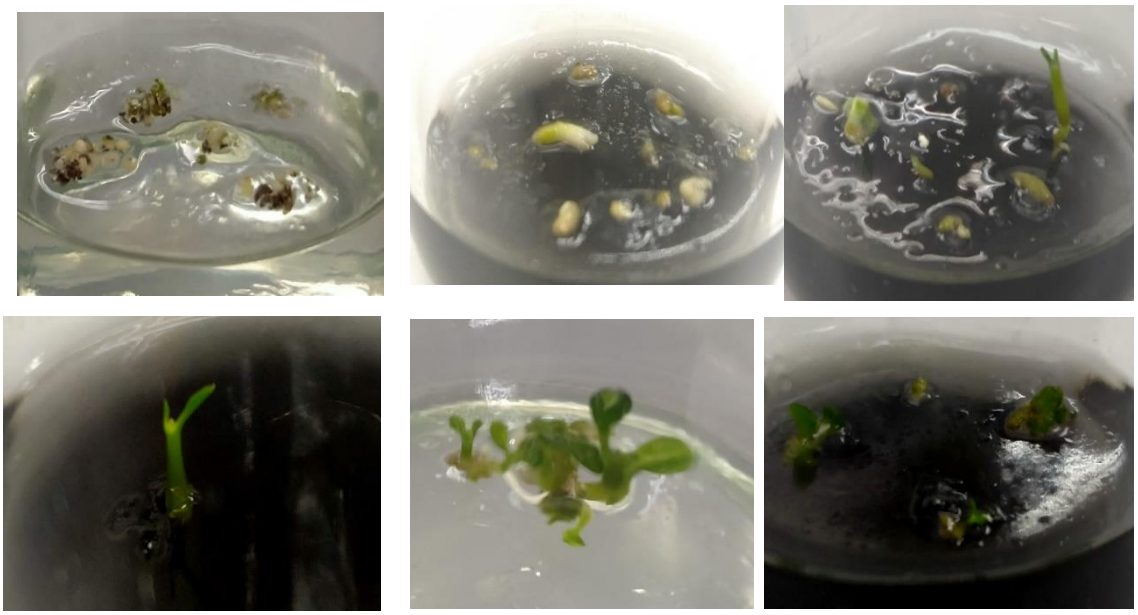
3. การพัฒนาเอมบริโอเป็นต้นอ่อนระยะที่มีใบเลี้ยง

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)

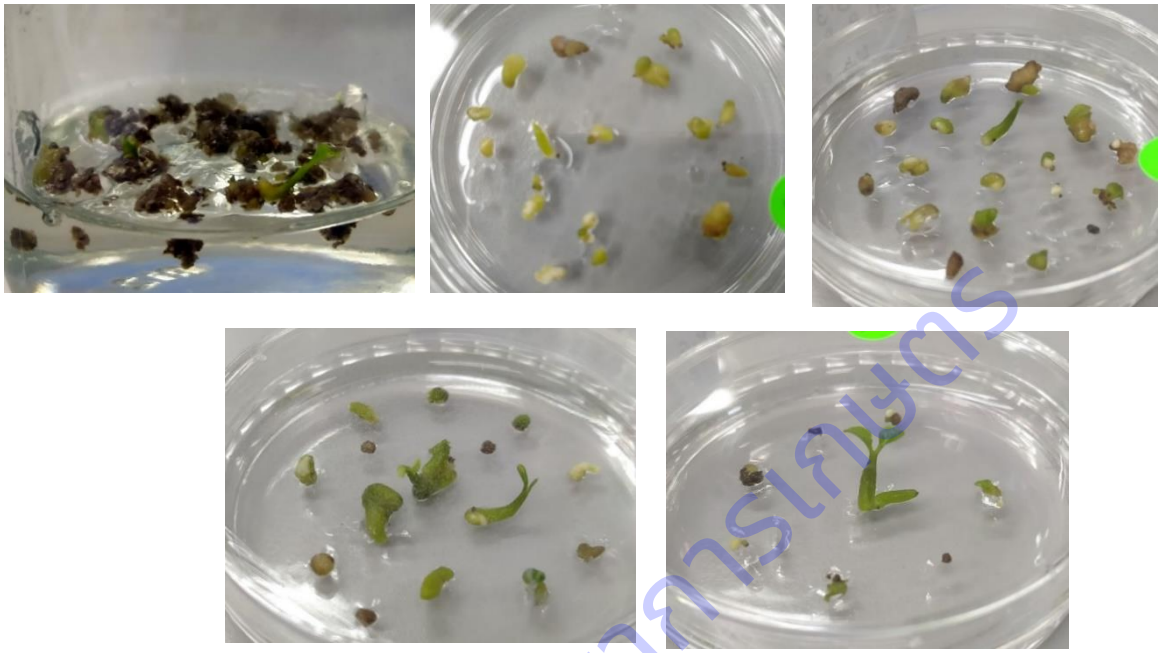
ตารางที่ 2.29 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การพัฒนาเอมบริโอเป็นต้นอ่อนระยะที่มีใบเลี้ยงที่มีความสูง 0.3-1 เซนติเมตร ในกาแฟอะราบิกาลูกผสม F1 พันธุ์ 1/1 B2T5และพันธุ์ 1/4 B3T3

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

กรมวิชาการเกษตร

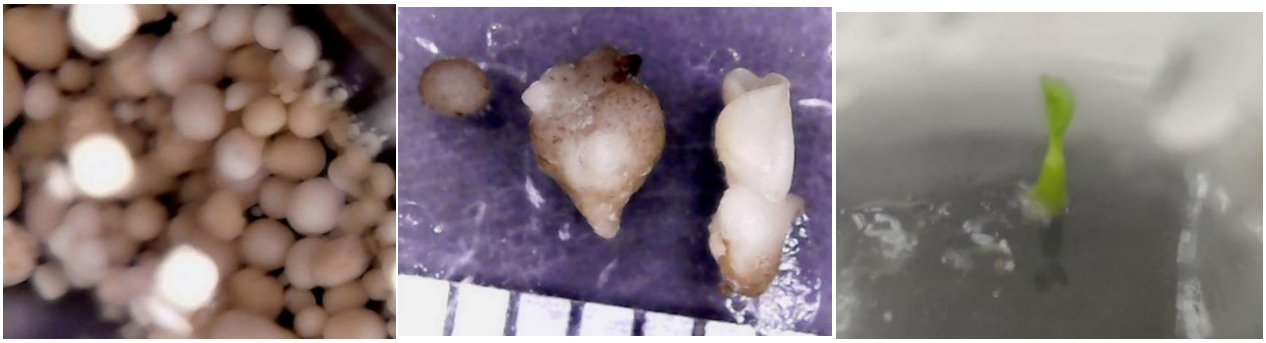


ภาพที่ 2.10 การพัฒนาของเอมบริโอ กาแฟอะราบิกาลูกผสม F1 ในระยะต่างๆ จนพัฒนาเป็นต้นอ่อน



ภาพที่ 2.11 การเกิดและการพัฒนาของเอมบริโอ กาแฟอะราบิกาลูกผสม 1/4B3T3 ในระยะต่างๆ จนเป็นต้นอ่อนที่มีใบจริง 2ใบ

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 2.12 การเกิดและการพัฒนาของเอมบริโอ กาแฟอะราบิกาลูกผสม 1/1B2T5 ในระยะต่างๆ จนเป็นต้นอ่อนที่มีใบจริง 2ใบ

ภาพที่ 2.13 การเกิดและการพัฒนาของแคลลัสกาแฟอะราบิกาลูกผสม ในระยะต่างๆที่ได้จากการนำใบอ่อนมาเลี้ยงในอาหารชักนำการเกิดแคลลัส เพิ่มปริมาณแคลลัส ชักนำการเกิดเอมบริโอจินิคแคลลัสและการพัฒนาเป็นต้นอ่อน

กรมวิชาการเกษตร

การทดสอบการจัดการปุ๋ยเคมีในสวนกาแฟอาราบิกาแบบเกษตรกรมีส่วนร่วม

ผลการวิเคราะห์สมบัติของดินเบื้องต้นแปลงปลูกกาแฟ

จากการเก็บตัวอย่างดินจากแปลงเกษตรกรและแปลงทดลองก่อนการจัดการปุ๋ยเคมีในสวนกาแฟอาราบิกาในพื้นที่ จ.เชียงราย และเชียงใหม่วิเคราะห์สมบัติของดินเบื้องต้นพบว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) อยู่ระหว่าง 4.5-5.8 (ตารางที่ 2.30) 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 2.30) จากผลวิเคราะห์ดินดังกล่าวดินมีความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับปานกลางถึงสูงต้นกาแฟสามารถเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ดีซึ่งสอดคล้องกับ Haaree, 1956 รายงานว่าดินที่เหมาะสมในการปลูกกาแฟอาราบิกาควรเป็นดินที่มีความเป็นกรด ค่า pH ดินอยู่ระหว่าง 4.2-5.1 มีอินทรียวัตถุสูงและมีโพแทสเซียม

ผลการตอบสนองของการใส่ปุ๋ยเคมีต่อผลผลิตกาแฟ การใส่ปุ๋ยอัตราแนะนำหรือปุ๋ยทดสอบประกอบด้วยปุ๋ย 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 2.31) 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 2.32) จะเห็นว่าต้นกาแฟได้รับธาตุอาหารไนโตรเจนและโพแทสเซียมน้อยกว่าความต้องการธาตุอาหารทำให้ผลผลิตที่ได้ต่ำกว่าปุ๋ยอัตราแนะนำ ซึ่งธาตุอาหาร N และ K จะทำให้พืชมีการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตที่ดี (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2523) จึงทำให้ผลการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างเด่นชัด

ผลตอบแทนที่ได้จากการขายผลผลิตและต้นทุนค่าปุ๋ยเคมี รายได้จากการขายผลผลิตกาแฟสด การใส่ปุ๋ยอัตราแนะนำและการใส่ปุ๋ยเกษตรกรเท่ากับ 48,178 และ 36,930 บาท/ไร่ (ตารางที่ 2.33) ต้นทุนค่าปุ๋ย 2,434 และ 3,060 บาท/ไร่ ทำให้ผลตอบแทนหลังหักต้นทุนค่าปุ๋ยเคมีแล้วการใส่ปุ๋ยอัตราแนะนำมีผลตอบแทน 45,744 บาท เปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยแบบเดิมได้ผลตอบแทนเพียง 33,870 บาท/ไร่ เท่านั้นถ้าเกษตรกรใส่ปุ๋ยอัตราแนะนำผลตอบแทนเพิ่มขึ้นจากเดิม 11,847 บาท/ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 26 และต้นทุนค่าปุ๋ยเคมีลดลงร้อยละ 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 2.30 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

กรมวิชาการเกษตร

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 2.31 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 2.32 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.	47	16	21

15-15-15 50 กก. 13-13-21 66 กก.			
ปุ๋ยเกษตรกร 2 46-0-0 50 กก. 15-15-15 50 กก. 13-13-21 50 กก.	37	14	18

ตารางที่ 2.33 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

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ (Conclusion and Suggestion)

1. การให้น้ำกับต้นกาแฟอะราบิกาในช่วงฤดูแล้ง (เดือนกุมภาพันธ์ ถึงพฤษภาคม) หลังทำการตัดแต่งกิ่งในปริมาณที่มากเพียงพอ ทำให้ต้นกาแฟมีการเจริญเติบโตด้านความสูง ขนาดของลำต้น ขนาดทรงพุ่มและการติดดอกที่ดีกว่าต้นกาแฟที่ไม่มีการให้น้ำ

2. ต้นกาแฟอะราบิกาที่ได้รับน้ำอย่างเพียงพอในช่วงของการเจริญพัฒนาทางผลผลิต ในช่วงฤดูแล้ง ต้นกาแฟมีจำนวนผลต่อข้อ จำนวนการติดผล ขนาดของกาแฟผลสดและกาแฟกะลา และผลผลิตต่อต้นที่สูงกว่าต้นกาแฟที่ไม่มีการให้น้ำ

3. น้ำเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญปัจจัยหนึ่ง ในระบบการปลูกกาแฟ ดังนั้นการนำระบบการให้น้ำที่เพียงพอในช่วงฤดูแล้ง เข้ามาใช้ในการผลิตกาแฟอะราบิกา จะเป็นตัวช่วยส่งเสริมให้การผลิตกาแฟอะราบิกาให้ได้มี

ประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น อีกทั้งสามารถนำไปปรับใช้ในพื้นที่ที่ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยไม่เพียงพอต่อการปลูกกาแฟได้อีกทางหนึ่ง

4. 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

5. 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%

6. 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

7. 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

8. 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%

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

10.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

11. ในพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง การเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนให้มากกว่าอัตราแนะนำ สามารถดำเนินการได้ เนื่องจากพื้นที่สูงมีการชะล้างพังทลายของดินและปริมาณฝนมาก ไนโตรเจนมีโอกาสสูญเสียไปได้ง่าย ไม่ควรใส่ปุ๋ยในครั้งเดียวคราวละมากๆ ควรแบ่งใส่ตามระยะการเจริญเติบโตของพืช เพื่อเป็นการลดต้นทุนและเพิ่มผลผลิตให้ได้ตามต้องการ

12. 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

13. 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

กรมวิชาการเกษตร

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

15. 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.

กรมวิชาการเกษตร

กิจกรรมที่ 3

วิจัยและพัฒนาการบริหารจัดการศัตรูพืชของกาแฟและวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว

Research and develop coffee pest management and postharvest technology

ชื่อผู้วิจัย

ธารทิพย ภาสบุตร ยุทธศักดิ์ เจียมไชยศรี สุเมธ พากเพียร ฉัตต์นภา ข่มอาวุธ จรัญญา ปิ่นสุภา สุภัทรา เลิศวัฒนาเกียรติ วิมล แก้วสีดา อภิรัชต์ สมฤทธิ์ เมธาสิทธิ์ คนการ ประภาพร ฉันทานุมัติ นาราญ์ โชติอิ่มอุดม ศิริภรณ์ จรินทร ชัญญนุช สิงคมณี ปราณี เดชอูป รุ่งทิพย์ ดาวเรือง เทอดพงษ์ มหาวงศ์ อุษณีย์ จินดากุล ผกาสินี คล้ายมาลา และ เอกรัตน์ ธนูทอง

Tharntip Bhasabutra, Yuthasak Chiemchaisri, Sumate Phakphian, Chatnapa Khomarwut, Jarunya Pinsupa, Supattra Lertwatanakiat, Wimol Kaewseeda, Apirusht Somrith, Maythasith konkarn, Prapaporn Chantanumat, Nara Chotimudom, Siriporn Jarintorn, Chanyanuch Singkamanee, Pranee Dachaub, Rungthip Daoruang, Terdphong Mahawong, Aussanee Chindakul, Pakasinee Klaimala, Akekarat Tanutong

คำสำคัญ (Key words)

โรคแอนแทรคโนส กาแฟอะราบิก้า มอดเจาะผลกาแฟ อายุการเก็บรักษา การกำจัดวัชพืช

anthracnose disease, Arabica coffee, Coffee Berry Borer, shelf life, weed management

บทคัดย่อ (Abstracts) ไทยและอังกฤษ

ในกิจกรรม วิจัยและพัฒนาบริหารจัดการศัตรูพืชของกาแฟละการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวเป็นกลไกหนึ่งในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตกาแฟอะราบิกา โดยทำการศึกษาโรคแอนแทรคโนสของกาแฟอะราบิกาในประเทศไทย 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 ไม่พ่นสารตามลำดับ ซึ่งเห็นได้ว่าการทำความสะอาดตัดแต่งกิ่งก็สามารถลดการเกิดโรคแอนแทรกโนสกาแฟอะราบิกาได้ใกล้เคียงกับการพ่นสารป้องกันกำจัดโรคพืช ส่วนการป้องกันกำจัดมอดเจาะผลกาแฟในเขตภาคเหนือตอนบนแบบผสมผสาน 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

กรมวิชาการเกษตร

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

Abstract

In the activities, research and development on coffee pest management and post-harvest management were the one of the mechanisms for increasing the efficiency of arabica coffee production. 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

กรมวิชาการเกษตร

+ 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.

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

บทนำ (Introduction)

ในการปลูกกาแฟอะราบิก้า โรคที่สำคัญที่พบเป็นประจำได้แก่ โรคราสนิม ที่เกิดจากรา *Hemileia vastatrix* รานี้สามารถเข้าทำลายได้ทั้งกาแฟอะราบิกาและโรบัสตา แต่ความเสียหายจะเกิดรุนแรงกับกาแฟอะราบิกามากกว่าโรบัสตา โรคใบจุดสีน้ำตาลที่เกิดจากรา *Cercospora coffeicola* มักเกิดกับต้นกล้าของกาแฟอะราบิกาและโรบัสตาในเรือนเพาะชำและต้นที่ได้รับแสงแดดมาก (http://www.pestnet.org/fact_sheets/coffee_browneye_spot_142.htm) โรคเน่าดำที่เกิดจากรา *Koleroga noxia* รานี้เข้าทำลายได้ทั้งกาแฟอะราบิก้าและโรบัสตาที่ปลูกภายใต้ร่มเงาค่อนข้างหนาทึบ แดดส่องไม่ถึง โดยมักพบโรคนี้ระบาดในฤดูฝน ช่วงที่ฝนตกติดต่อกันหลายวัน (https://www.researchgate.net/publication/230245135_Coffee_Diseases) โรคแอนแทรคโนสที่เกิดจากรา *Colletotrichum* spp. พบระบาดกับกาแฟอะราบิกาและกาแฟโรบัสตา จากรายงานของวิรัชและคณะ ในปี พ.ศ.2528 พบโรคแอนแทรคโนสที่เกิดกับกาแฟโรบัสตาที่มีสาเหตุจากรา *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. เชื้อราเข้าทำลายใบ กิ่ง ก้านดอก ก้านผลและผล พบเห็นได้ทั่วไปในสวนที่ไม่มีการดูแล

เอาใจใส่หรือแปลงที่ปลูกกลางแจ้ง ลักษณะอาการของโรคมีลักษณะตามส่วนที่เกิด เช่น เกิดกับใบ แผลเป็นจุดกลมสีน้ำตาลขนาดเล็กและขยายขึ้นเรื่อยๆ หรือเกิดกับกิ่ง อาการเริ่มแรกใบกาแฟเป็นสีเหลืองทั้งที่ใบเหล่านี้ยังไม่แก่ ระหว่างปี พ.ศ.2556–2557 ยุทธศักดิ์และคณะได้ทำการศึกษาโรคของกาแฟอาราบิกาในประเทศไทย พบลักษณะอาการของโรคแอนแทรคโนสเข้าทำลายกาแฟอาราบิกาและแพร่ระบาดก่อให้เกิดความเสียหายเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้เพื่อให้ทราบชนิดของราสาเหตุโรคแอนแทรคโนสของกาแฟอะราบิกา เพื่อให้ได้ข้อมูลชนิดของเชื้อราสาเหตุโรค สภาพแวดล้อมที่พบการระบาด เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาวิธีการป้องกันกำจัดโรคที่เหมาะสม รวมทั้งเป็นข้อมูลเพื่อการปรับปรุงพันธุ์กาแฟอะราบิกาให้ทนทานโรคแอนแทรคโนสต่อไป

การปลูกกาแฟในปัจจุบันพบว่า มีการเข้าทำลายของศัตรูพืชทั้งโรคและแมลงเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะมอดเจาะผลกาแฟ ซึ่งเป็นแมลงศัตรูที่สำคัญต่อการปลูกกาแฟในหลายพื้นที่ สร้างความเสียหายให้กับผลผลิตกาแฟได้มากถึง 50% ผลกาแฟที่ถูกเจาะจะเป็นช่องทางให้เชื้อราและแบคทีเรียเข้าทำลายซ้ำ ทำให้ผลร่วงเสียหาย ส่งผลให้ผลผลิตกาแฟลดลง หากสามารถเก็บเกี่ยวผลกาแฟที่มอดเจาะทำลายอยู่ เมล็ดกาแฟที่ได้จะไม่มีคุณภาพ (บัณฑูรย์ และคณะ, 2551)

ชีววิทยาของมอดกาแฟพบว่า มอดเจาะผลกาแฟตัวเต็มวัยมีสีดำ ความยาว 1.2-1.5 มิลลิเมตร ตัวเมียจะเจาะรูที่ปลายผลกาแฟเข้าไปอยู่ในเมล็ด ตัวเมียจะวางไข่ 8-12 ครั้ง ใน 3-7 สัปดาห์ ตลอดวงจรชีวิตจะวางไข่ 30-70 ฟอง โดยวางไข่วันละ 2-3 ฟอง ตัวอ่อนสีขาวมีหัวสีน้ำตาลอ่อน ตัวอ่อนอายุ 10-26 วัน ดักแด้อายุ 4-9 วัน ตัวผู้ออกจากดักแด้เร็วกว่าตัวเมีย จากไข่เป็นตัวแก่กินเวลาประมาณ 25-35 วัน ตัวเมียเท่านั้นที่จะบินออกไปหาแหล่งอาศัยใหม่ ตัวอ่อนสามารถอาศัยอยู่ในเมล็ดแห้งที่มีความชื้นมากกว่า 13.5 เปอร์เซ็นต์ อัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียเท่ากับ 10 : 1 วงจรชีวิตโดยเฉลี่ยมากกว่า 156 วัน (Lan C.C. and J.H. Wintgens, 2004) จากรายงานของจรัสศรี (2535) ในการศึกษาชีวประวัติของมอดกาแฟพบว่าอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียเท่ากับ 16 : 1 ในขณะที่ Pelley (1968) รายงานว่าอัตราส่วนระหว่างเพศเมียต่อเพศผู้มีความแปรปรวนระหว่าง 500 : 1 ถึง 20 : 1 เนื่องจากอัตราส่วนระหว่างเพศเมียต่อเพศผู้สูงจึงทำให้มีการแพร่ระบาดและเข้าทำความเสียหายในแปลงกาแฟมาก การใช้สารเคมีเพื่อควบคุมมอดสามารถใช้ได้ในระดับหนึ่งแต่ก็ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยในผู้บริโภคและความปลอดภัยต่อสภาพแวดล้อมด้วยโดยเฉพาะบนพื้นที่สูงซึ่งเป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร นอกจากสารเคมีแล้วยังพบว่าการทำความสะอาดแปลงและการตัดแต่งกิ่งอย่างถูกต้องช่วยลดการระบาดลงได้ นอกจากนี้แล้วยังพบเชื้อราขาว (*Beauveria bassiana*) ก็เป็นเชื้อราขาวชนิดหนึ่งที่ใช้ควบคุมมอดกาแฟได้โดยชีวิธีและเป็นมิตรต่อสภาพแวดล้อม (ยุพิน และคณะ, 2545)

เยาวลักษณ์ (2554) กล่าวว่า มอดเจาะผลกาแฟเป็นแมลงปีกแข็งขนาดเล็กประมาณ 1.5-2 มม. ในปี 2553 พบว่ามอดตัวเต็มวัยเข้าทำลายผลกาแฟได้ตั้งแต่ขนาดผลกาแฟมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2.3 ม.ม. ขึ้นไป โดยเพศเมียจะเจาะผลกาแฟบริเวณปลายผลหรือสะดือของผล ในผลกาแฟสามารถพบแมลงได้ทุกระยะการเจริญเติบโต (ระยะไข่ หนอน ดักแด้ และตัวเต็มวัย) แมลงอาศัยกัดกิน ขยายพันธุ์ในผลจนกระทั่งผลกาแฟสุก และยังสามารถอยู่ในผลกาแฟที่แห้งคาอยู่ในต้น ผลกาแฟที่หล่นลงพื้นดิน และแมลงอยู่ในกาแฟกะลาได้ในระยะหนึ่งถ้าเมล็ดกาแฟมีความชื้นเหมาะสม ซึ่งแมลงยังคงทำลายเมล็ดกาแฟกะลาระหว่างการตากเมล็ด ร่องรอยการเข้าทำลายของมอดเจาะผลกาแฟจะเห็นเป็นรูขนาดเล็กที่ปลายผลกาแฟบริเวณสะดือผล มักสังเกตได้ยาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากเกษตรกรไม่ทราบ อาจไม่ทันที่จะป้องกันหรือจัดการกับมอดเจาะผลกาแฟ

แนวทางในการป้องกันกำจัด ควรใช้การกำจัดแมลงหลายๆ วิธีร่วมกัน ได้แก่

- กำจัดแหล่งเพาะพันธุ์ของมอดกาแฟ โดยการเก็บผลกาแฟที่ค้างอยู่บนต้นให้หมด เนื่องจากในแต่ละผลมอดสามารถอาศัยอยู่ได้มากถึง 65 ตัว (พบในภาคเหนือ) (บันฑูรย์ และคณะ, 2551)

- รักษาความสะอาดแปลง เก็บทำลายผลที่มีมอดเจาะผลกาแฟทำลาย หรือใช้เชื้อรากำจัดแมลง *Beauveria bassiana* โรยหรือฉีดพ่นที่พื้นดินบริเวณโคนต้นในช่วงฝนตก หรือมีความชื้นสูงเพื่อกำจัดแมลงที่มีในผลแห้งที่โคนต้น

- เกษตรกรควรร่วมมือกำจัดแมลงในแปลงใกล้เคียงกัน และทำโดยพร้อมเพรียงกัน ช่วยลดปริมาณแมลงได้เป็นอย่างดี

- ลดปริมาณแมลงโดยใช้กับดักและสารล่อมอดเจาะผลกาแฟเพื่อดึงดูดมอดเจาะผลกาแฟมาทำลาย ใช้กับดักประมาณ 7-15 ชุด ต่อไร่ วางกระจายให้ทั่ว

ผลการติดตามการระบาดของมอดเจาะผลกาแฟพบว่า ในฤดูการผลิตปี 2549/2550 มีการระบาดของมอดเจาะผลกาแฟในพื้นที่ดอยช้าง ต.วาวี อ.แม่สรวย จ.เชียงราย ต.เทพเสด็จ อ.ดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่ บ้านห้วยตาด ต.อินทขิล อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่ และพื้นที่ ดอยมูเซอ ต.แม่ท้อ อ.เมือง จ.ตาก ในพื้นที่ที่มีการระบาดพบความเสียหายในสภาพตั้งแต่ 1.5-25.25% ส่วนความเสียหายของสารกาแฟหลังจากสีแล้วพบว่า มีตั้งแต่ 1.20-18.17% แหล่งอาศัยนอกฤดูติดผลของกาแฟที่สำคัญคือ ผลกาแฟค้างปีจากฤดูการเก็บเกี่ยวก่อนหน้านั้น โดยพบมอดเฉลี่ย 13.23 ตัว/ผล (ตั้งแต่ 1-65 ตัว/ผล) ผลกาแฟที่ออกผิดฤดู และกาแฟชนิดอื่นๆ เช่น กาแฟโรบัสต้า ซึ่งเกษตรกรไม่เก็บเกี่ยว การใช้กับดัก multiple-funnel ที่มีสารล่อบรรจุอยู่ภายใน เพื่อล่อแมลงให้มาติดกับพบว่า ที่บ้านปางไฮ และบ้านกิ่วต่ำ ต.เทพเสด็จ อ.ดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่ มีมอดติดอยู่ในกับดักเฉลี่ย 633.6 และ 40.33 ตัว/กับดัก ตามลำดับ โดยพบสูงสุดถึง 6,565 ตัว/กับดักที่บ้านปางไฮ เดือนที่ดักได้มากที่สุดคือ เดือนมีนาคม ซึ่งเป็นระยะหลังการเก็บเกี่ยวและไม่มีผลกาแฟอยู่บนต้น ส่วนเดือนที่แมลงติดกับดักน้อยที่สุดคือ เดือนสิงหาคม การใช้สารชีวภาพพ่นที่ผลกาแฟที่ถูกมอดเจาะทำลายพบว่า สามารถลดเปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายลงได้ (บัณฑูรย์ และคณะ, 2551)

ประภาพร และคณะ (2556) ดำเนินการทดสอบเทคโนโลยีการป้องกันกำจัดมอดกาแฟในแหล่งปลูกภาคเหนือ โดยวางแผนการทดลองแบบ RCB 5 กรรมวิธี 4 ซ้ำ ได้แก่ การตัดแต่งกิ่งกาแฟ(ควบคุม) การใช้สาร dinotefuran การใช้เชื้อราขาว (*Beauveria bassiana*) การตัดแต่งกิ่งร่วมกับการใช้สาร dinotefuran และการตัดแต่งกิ่งร่วมกับใช้เชื้อราขาวในแปลงทดลองที่ดอยวาวีและดอยสะเก็ด ผลการทดลอง พบว่าที่ดอยวาวีเกิดน้ำค้างแข็งเป็นเวลานานทำให้ไม่เกิดการระบาด สำหรับแปลงดอยสะเก็ดพบว่า การตัดแต่งกิ่งและใช้เชื้อราขาวพบการเข้าทำลายของมอดกาแฟน้อยกว่ากรรมวิธีอื่นๆ สรุปว่าการควบคุมมอดกาแฟให้ได้ผลดีควรมีการตัดแต่งกิ่งให้ทรงพุ่มกาแฟโปร่งร่วมกับการใช้เชื้อราขาวเพื่อให้มีผลในการควบคุมในระยะยาว และทำความสะอาดแปลงไม่ปล่อยให้เป็นแหล่งสะสมของมอดกาแฟซึ่งจะทำให้เกิดการระบาดในแปลงปลูกในฤดูกาลต่อไป หมั่นตรวจเช็คการเข้าทำลายของมอดกาแฟในแปลง ถ้าพบการเข้าทำลายของมอดกาแฟเกินกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ ให้เตรียมเชื้อราขาวอย่างง่าย เพื่อฉีดพ่น โดยเฉพาะพื้นที่ปลูกกาแฟอราบิก้าที่เป็นพื้นที่แหล่งต้นน้ำ โดยพ่นเชื้อราขาวที่ได้จากการเตรียมทุก 2 – 4 สัปดาห์ โดยทำการฉีดพ่นในหลัง 16.00 น.

เกษตรกรผู้ปลูกกาแฟอะราบิกาได้มีการรวมกลุ่มเป็นรูปวิสาหกิจชุมชนเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มของกาแฟ ทำให้มีรวบรวมกาแฟเพื่อเก็บรักษาสำหรับใช้ในกิจกรรมดังกล่าว แต่พบว่า เกษตรกรดังกล่าวยังขาดความรู้ความเข้าใจในวิธีการเก็บรักษาว่าควรเก็บรักษาเมล็ดกาแฟในรูปแบบไหน เพราะส่วนใหญ่มีการจำหน่ายให้กับผู้ประกอบการในรูปของกาแฟกะลา และได้รับแจ้งปัญหาจากเกษตรกรกลุ่มวิสาหกิจชุมชนในเรื่อง กาแฟมีอายุการเก็บรักษาที่สั้นลง โดยเฉพาะที่เก็บในถุงตาข่ายในอุณหภูมิห้อง แต่หากเก็บในถุงกระสอบป่านก็ประสบปัญหากาแฟดูดกลิ่นกระสอบป่าน มีผลต่อคุณภาพรสชาติของกาแฟ และจากผลการทดลองเรื่อง ศึกษาอายุการเก็บรักษาเมล็ดกาแฟที่เหมาะสม (รหัสการทดลอง 01-27-54-04-01-00-09-56) ซึ่งสิ้นสุดในปี 2558 โดยเก็บรักษาในถุง HDPE มีความหนา 78 ไมครอน พบว่า สามารถเก็บรักษากาแฟในรูปแบบกาแฟกะลาได้นานถึง 2 ปี ในสภาพ

กรมวิชาการเกษตร

อุณหภูมิห้อง โดยไม่ทำให้กาแฟมีคุณภาพและรสชาติเปลี่ยนแปลงมากนัก เป็นถุงสำหรับเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์โดยเฉพาะ (ถุงสูญญากาศ ยี่ห้อ GRAINPRO SUPERGRAINBAG II Z^{TM}มีความหนา 78 ไมครอน ทำจากวัตถุดิบมัลติเลเยอร์พีอี (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) แต่ปัญหาที่พบคือ ถุงดังกล่าวมีราคาจำหน่ายถุงละ 125 บ. (ราคาจำหน่ายในปี 2556 แต่ในปี 2559 มีราคาถุงละ 140 บ.) ซึ่งมีราคาแพง และต้องสั่งซื้อจากตัวแทนจำหน่ายโดยเฉพาะ เป็นการเพิ่มภาระให้แก่เกษตรกร จึงทดลองเปรียบเทียบถุงชนิดดังกล่าวกับถุงที่มีจำหน่ายทั่วไปในตลาด และหาซื้อได้ง่าย (ราคาถุงละ 5 บ.) เป็นการเพิ่มภาระให้แก่เกษตรกร ดังนั้น จึงต้องมีการวิจัยศึกษารูปแบบและอายุการเก็บรักษาเมล็ดกาแฟอะราบิกาที่เหมาะสม เพื่อเป็นข้อมูลให้เกษตรกรใช้เป็นแนวทางในการเก็บรักษาเมล็ดกาแฟให้นานขึ้นและมีต้นทุนในการผลิตต่ำลง

การจัดการวัชพืชของเกษตรกรผู้ปลูกกาแฟทางภาคเหนือ เกษตรกรส่วนใหญ่นิยมใช้สารกำจัดวัชพืชเป็นวิธีจัดการวัชพืช เนื่องจากสามารถควบคุมวัชพืชได้ดี และไม่ต้องกำจัดวัชพืชบ่อยครั้งเมื่อเปรียบเทียบกับการจัดการวัชพืชโดยใช้แรงงาน ซึ่งทำให้สิ้นเปลืองแรงงาน เวลา และประกอบกับค่าแรงงานแพง ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตสูง เกษตรกรจึงหันมาใช้สารกำจัดวัชพืชเพิ่มมากขึ้น แต่สารกำจัดวัชพืชที่แนะนำให้เกษตรกรใช้ ประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอก ณ ปัจจุบันมีไม่กี่ชนิดที่แนะนำให้เกษตรใช้ (กลุ่มวิจัยวัชพืช, 2554) และยังเป็นชนิดเดิมๆที่แนะนำให้เกษตรกรใช้ในปี 2538 จากหนังสือคำแนะนำการควบคุมวัชพืช ได้แก่ atrazine, metribuzine และ alachlor เป็นสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอก

ปัจจุบันมีสารกำจัดวัชพืชชนิดใหม่ๆหลากหลายชนิดที่สามารถควบคุมวัชพืชได้ดี สารกำจัดวัชพืช fluazifop-p-butyl และ clethodim เป็นสารกำจัดวัชพืชแบบเลือกทำลายและสามารถควบคุมวัชพืชในสวนกาแฟได้ เช่น ปืนนกไส้ (*Bidens Pilosa*) , ทหารกล้า (*Galinsoga parviflora*) สารกำจัดวัชพืช fomesafen, flazasulfuron และ oxyfluorfen ก็มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชในกาแฟได้ดีเช่นเดียวกัน และการนำสารกำจัดวัชพืชมาผสมกัน (tank-mix) เช่น fluazifop-p-butyl + fomesafen สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดวัชพืชได้มากขึ้น (Ronchi *et al*., 2004) อีกทั้ง มีความปลอดภัยต่อมนุษย์ และสภาพแวดล้อมมากขึ้น จึงควรนำสารกำจัดวัชพืชเหล่านั้นมาทดสอบประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชเพื่อหาสารกำจัดวัชพืชที่เหมาะสม สามารถควบคุมวัชพืชได้ดี ไม่เป็นอันตรายต่อต้นกาแฟ และสภาพแวดล้อม

ระเบียบวิธีการวิจัย (Research Methodology)

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 ทำการแยกเชื้อจากส่วนที่เป็นโรค โดยตัดชิ้นส่วนพืชบริเวณที่เป็นรอยต่อของส่วนที่เป็นโรคและส่วนปกติ ฆ่าเชื้อที่ผิวพืชโดยแช่ชิ้นส่วนพืชในสารละลายโซเดียมไฮเปอร์คลอไรด์ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 3 นาที ล้างด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ ซับให้

กรมวิชาการเกษตร

แห้งด้วยกระดาษกรองนึ่งฆ่าเชื้อแล้วจนแห้งสนิท 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 หรือเมื่อพบว่ารามีการสร้างกลุมโคนิเดีย (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 หรือเมื่อพบการสร างกลุมโคนิเดีย จากนั้นทำสารแขวนลอยโคนิเดีย โดยล้างกลุ่มโคนิเดียด้วยน้ำนึ่งฆ่าเชื้อ ปรับให้มีความเข้มข้น $1x10^8$ โคนิเดียต่อมิลลิลิตร นำไปปลูกเชื้อโดยการพ่น (spray inoculation) ลงบนใบของต้นกล้ากาแฟ ระยะปีกผีเสื้อ สังเกตอาการโรคที่เกิดขึ้นหลังปลูกเชื้อ เปรียบเทียบกับที่ไม่ปลูกเชื้อแล้วแยกเชื้อราจากพืชที่แสดงอาการโรคซ้ำอีกครั้ง

การศึกษาลักษณะทางสัณฐานของรา

หลังจากพิสูจน์โรคด้วยวิธี Koch's Postulate แล้วว่าเป็นเชื้อสาเหตุโรค ศึกษาและจัดจำแนกสปชีสโดยนำเชื้อบริสุทธิ์ *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 วันหรือจนกระทั้งเชื้อราเจริญเต็มจานอาหารเลี้ยงเชื้อ 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 วันหรือจนกระทั้งเชื้อราเจริญเต็มจานอาหารเลี้ยงเชื้อ เพื่อเปรียบเทียบการเจริญของเชื้อราที่อุณหภูมิต่างๆกัน

การศึกษาชนิดพืชอาศัย

เตรียมผลของพืชที่เคยมีรายงานการเข้าทำลายของรา *Colletotrichum* spp. เช่น พริกหยวก พริกจินดา มะม่วง มะเขือเทศ เป็นต้น นำเชื้อรา *Colletotrichum* spp. ที่แยกได้จากกาแฟมาเลี้ยงบนอาหาร

กรมวิชาการเกษตร

PDA เลี้ยงบนอาหาร PDA บ่มใต้แสง near UV 12 ชั่วโมงสลับกับความมืด 12 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน หรือเมื่อพบการสรางกลุมโคนิเดีย นำมาปลูกเชื้อลงบนผลพืชที่ต้องการทดสอบ

ในการบันทึกผล บันทึกสถานที่ที่เก็บตัวอย่าง สภาพแวดล้อมและการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ขณะเก็บตัวอย่างเท่าที่จะทำได้ เส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเลี้ยงเชื้อบนอาหารเลี้ยงเชื้อต่างกัน เส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีเมื่อเลี้ยงเชื้อที่อุณหภูมิแตกต่างกัน

สถานที่ดำเนินการทดลอง แปลงปลูกกาแฟพันธุ์อะราบิกา และห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช เวลาดำเนินการทดลอง ตุลาคม 2559 - กันยายน 2561

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

กรมวิชาการเกษตร

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

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. Colour Chart) สำหรับเมล็ดกาแฟแบบกะลา และใช้หลักการประเมินเปรียบเทียบตามระบบของ Specialty Coffee Association of America (SCCA Green Arabica Coffee Classification System) สำหรับเมล็ดกาแฟ

กรมวิชาการเกษตร

แบบสาร 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 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

กรมวิชาการเกษตร

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 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 และทำ

กรมวิชาการเกษตร

การแบ่งแปลงย่อยขนาด 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) (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-

กรมวิชาการเกษตร

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 นำมาคลุกกันอย่างน้อย 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
11. fenoxaprop-p-ethyl+oxyfluorfen	อัตรา 22.08+24 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่

กรมวิชาการเกษตร

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 วัน หลังพ่นสาร 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 นำมาคลุกกัน

กรมวิชาการเกษตร

อย่างน้อย 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

ผลการวิจัย (Results)

การศึกษาโรคแอนแทรคโนส (Anthracnose) ของกาแฟอะราบิกาในประเทศไทย

สำรวจรวบรวมเก็บตัวอย่างกาแฟที่เป็นโรคแอนแทรคโนสและศึกษาลักษณะอาการของโรค

เก็บตัวอยางผล ใบ และกิ่งกาแฟที่แสดงอาการเป็นโรค จากแหลงปลูกที่พบการเกิดโรคแอนแทรคโนส ระหว่าง ตุลาคม 2559 - กันยายน 2561 พื้นที่จังหวัด เชียงใหม่ เชียงราย แม่ฮ่องสอน ลำปาง น่าน พะเยา เลยและเพชรบูรณ์ รวมจำนวน 31 ตัวอย่าง นำมาศึกษาลักษณะอาการของโรค (ตารางที่ 1)

กรมวิชาการเกษตร

ลักษณะอาการที่ใบ พบแผลทั้งรูปร่างค่อนข้างกลมและแผลที่รูปร่างไม่แน่นอน เนื้อเยื่อกลางแผลมีสีน้ำตาลเข้มถึงดำ แผลจะขยายใหญ่ขึ้นเรื่อย จนเป็นแผลขนาดใหญ่

ลักษณะอาการที่กิ่ง กิ่งแห้งที่เกิดจากปลายยอด (ปลายกิ่ง) ลงมาที่โคนกิ่ง พบแผลสีน้ำตาลหรือสีดำบนกิ่ง แผลจะขยายลงไปตามกิ่ง ทำให้ใบเหลืองและร่วง กิ่งเหี่ยวแห้งเป็นสีดำ

ลักษณะอาการที่ผล แผลสีน้ำตาลเข้มหรือดำ เนื้อเยื่อบริเวณแผลยุบตัวลงไปในเนื้อเยื่อผล แผลจะขยายใหญ่ขึ้นเป็นแผลรูปร่างไม่แน่นอน ผลที่ยังไม่สุกจะหยุดการเจริญเติบโตและเปลี่ยนเป็นสีดำ แต่ผลยังคงติดอยู่บนกิ่งกาแฟ

การแยกเชื้อราสาเหตุโรค

ผลการแยกเชื้อจากส่วนของพืชที่เป็นโรคโดยตรงและการแยกเชื้อจากเนื้อเยื่อพืชที่เป็นโรค ได้เชื้อรา *Colletotrichum* sp. จำนวน 14 ไอโซเลต

การพิสูจน์โรคด้วยวิธี Koch's Postulate

ผลการพิสูจน์โรคตามหลักการพิสูจน์โรคของ Koch (Koch's Postulates) พบว่า รา *Colletotrichum* spp. ที่แยกได้เป็นเชื้อสาเหตุโรคแอนแทรคโนสของกาแฟอะราบิก้า ต้นกล้ากาแฟต้นกล้าที่อายุ 60 วัน (ระยะปีกผีเสื้อ) ที่ได้รับการปลูกเชื้อแสดงอาการของโรคหลังทำการปลูกเชื้อได้ 5 วัน ลักษณะอาการที่พบคือใบเกิดแผลสีน้ำตาลดำ เมื่อนำส่วนของใบที่แสดงอาการโรคมาแยกเชื้อซ้ำอีกครั้ง แยกได้รา *Colletotrichum* spp. ที่มีลักษณะทางสัณฐานเช่นเดียวกันกับราที่นำมาปลูกเชื้อ

การศึกษาลักษณะทางสัณฐานของราสาเหตุโรค

เมื่อนำรา *Colletotrichum* spp. บริสุทธิ์ทั้ง 14 ไอโซเลต มาศึกษารูปร่างและวัดขนาดของโคนิเดีย ศึกษารูปร่างแอพเพรสซอเรีย (appressoria) ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่า ส่วนใหญ่ (12 ไอโซเลต) มีโคโลนีสีขาวเทาถึงสีเทา ตรงกลางโคโลนีสีเทาเข้ม เส้นใยบนผิวหน้าอาหารมีลักษณะเจริญฟู สลับกับ spore mass ที่เกิด เป็นวงซ้อนๆกัน (zonation) ด้านหลังโคโลนี (reverse) พบจุดดำเป็นวง ไม่พบการสร้าง setae เส้นใยไม่มีสี มีผนังกั้น โคนิเดียเกิดบนก้าน conidiophore โคนิเดียส่วนใหญ่มีลักษณะรูปทรงกระบอก (cylindrical) ปลายมน (obtuse) ฐานตัด (truncate) เซลล์เดียว ไม่มีสี โคนิเดียมีขนาดเฉลี่ย 2.98-5.96 x 10.43-26.62 ไมครอน สร้าง acervulus ฝังลึกลงในอาหาร ด้านบน acervulus ปกคลุมด้วย spore mass สีส้ม แอพเพรสซอเรียรูปร่างคล้ายกระบอง รูปไข่ บางครั้งเป็นลูป (lobe) มีขนาดเฉลี่ย 6.25-9.23x8.94-13.11 ไมครอน

ไอโซเลตที่แยกจากตัวอย่างกาแฟบ้านห้วยห้อม ต.ห้วยห้อม อ.แม่ลาน้อย จ.แม่ฮ่องสอน โคโลนีมีสีเขียวอมเทา ด้านหลังโคโลนีไม่พบจุดดำ โคนิเดียมีทั้งรูปทรงกระบอก ปลายมน ฐานตัด และรูปร่างแบบกระบอง มีการสร้าง chlamydospore สีน้ำตาลต่อกันเป็น chain สั้นๆ แอพเพรสซอเรีย รูปร่างค่อนข้างกลม

ไอโซเลตที่แยกจากตัวอย่างกาแฟของศูนย์วิจัยพืชสวนเลย (ภูเรือ) บ้านหินสอ ต.ปลาบ่า อ.ภูเรือ จ.เลย ขอบโคโลนีสีขาว ตรงกลางโคโลนีมีสีเข้ม ด้านหลังโคโลนีมีจุดดำกระจายเล็กน้อย โคนิเดียรูปทรงกระบอก ปลายมน ฐานตัด แอพเพรสซอเรียรูปร่างคล้ายกระบองและรูปไข่

จากการศึกษาและใช้แนวทางการวินิจฉัยของ Mordue (1971), Sutton (1980, 1992) และวิรัช และคณะ (2528) ได้จำแนกชนิดเป็นรา *Colletotrichum gloeosporioides*

การศึกษาชีววิทยาของรา

ผลการศึกษาการเจริญของราบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA HPDA MEA CZA PSA และ PCA พบว่า เส้นใยของ *C. gloeosporioides* เจริญได้ดีที่สุดบนอาหาร PDA และ MEA เชื้อราเจริญเต็มจานอาหารเลี้ยงเชื้อภายใน 5-7 วัน พบการสร้างโคนิเดียได้มากที่สุดบนอาหาร PCA โดยเห็นเป็น spore mass สีส้มเรียงซ้อนกันเป็นวงหลังจากเลี้ยงเชื้อบนอาหารภายใน 7-10 วัน

ผลการศึกษาการเจริญของราบนอาหาร PDA ในสภาพอุณหภูมิต่างๆกันพบว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญของรา *C. gloeosporioides* ส่วนใหญ่ อยู่ระหว่าง 25-30 องศาเซลเซียส

Colletotrichum gloeosporioides ที่แยกจากกาแฟ สามารถทำให้ พริกจินดา มะม่วง มะเขือเทศ มะละกอ แสดงอาการแผลให้เห็น 3-5 หลังจากปลูกเชื้อ แผลมีลักษณะค่อนข้างกลม สีน้ำตาลเข้มถึงดำ เนื้อเยื่อพืชบุ๋มยุบลง บางแผลพบการสร้างกลุ่มโคนิเดียเรียงเป็นวงซ้อนกัน

ศึกษาการป้องกันกำจัดโรคแอนแทรกโนสในกาแฟอะราบิกา

เริ่มทำการพ่นสารป้องกันกำจัดโรคพืชตามกรรมวิธีที่กำหนดแปลงทดลองที่ 1 เดือนมิถุนายน 2559 เก็บข้อมูลตามวิธีการ รวบรวมข้อมูลและนำมาวิเคราะห์สถิติตามแผนการทดลองแบบ RCB ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ แสดงผลการเกิดโรคแอนแทรกโนสบนใบกาแฟอะราบิกาแปลงที่1 (ตารางที่ 3.34) และบนผลกาแฟอะราบิกาแปลงที่1 (ตารางที่ 3.35) ในขณะเดียวกันทำการทดลองตามแผนการทดลองซ้ำเป็นแปลงที่ 2 ในปี 2560 พ่นสารป้องกันกำจัดโรคพืชตามกรรมวิธีที่กำหนด เก็บข้อมูล รวบรวมข้อมูลนำมาวิเคราะห์สถิติเช่นเดียวกับการทดลองในแปลงที่ 1 ผลการวิเคราะห์สถิติแปลงทดลองที่ 2 (ตารางที่ 3.36 และตารางที่ 3.37)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.34 การเกิดโรคแอนแทรกโนสบนใบกาแฟอะราบิกาแปลงที่ 1

กรรมวิธี	การเกิดโรคก่อนพ่นสาร						การเกิดโรคหลังพ่นครั้งสุดท้าย 1 เดือน
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	
1. azoxystrobin+difenoconazole 20%+12.5% W/V SC อัตรา 10 มล./น้ำ 20 ลิตร	1	1.5 a	1.5 a	0 a	1 ab	1 a	1 a
2. benomyl 50% WP อัตรา 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร	1	1.5 a	1.5 a	0 a	0.5 a	0.5 a	1 a
3. mancozeb 80% WP อัตรา 50 กรัม/น้ำ 20 ลิตร	0.5	1.75 a	1.75 ab	0 a	2 ab	1.5 a	2.5 ab
4. prochloraz 45% W/V EC อัตรา 30 กรัม/น้ำ 20 ลิตร	0.75	1.5 a	1.5 a	0 a	1.75 ab	1.5 a	3.25ab
5. ตัดแต่งกิ่ง ไม่พ่นสาร	0.75	1.75 a	2 ab	2.75 b	1.5 ab	1.5 a	0.5 a
6. ไม่ตัดแต่งกิ่ง ไม่พ่นสาร	0.5	3 b	3.75 b	3.25 b	2.75 b	3.75 b	4 b
CV%	74.37	33.03	63.46	106.98	82.09	63.47	88.19

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.35 การเกิดโรคแอนแทรกโนสบนผลกาแฟอะราบิกาแปลงที่ 1

กรรมวิธี	การเกิดโรคก่อนพ่นสาร						การเกิดโรคหลังพ่นครั้งสุดท้าย 1 เดือน
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	
1. azoxystrobin+difenoconazole 20%+12.5% W/V SC อัตรา 10 มล./น้ำ 20 ลิตร	0	0	0	0 a	1	1	1
2. benomyl 50% WP อัตรา 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร	0	0	0	0 a	0.5	0.5	0.75
3. mancozeb 80% WP อัตรา 50 กรัม/น้ำ 20 ลิตร	0	0	0	0 a	2.5	3.75	2.25
4. prochloraz 45% W/V EC อัตรา 30 กรัม/น้ำ 20 ลิตร	0	0	0	0 a	1.75	3.75	2.75
5. ตัดแต่งกิ่ง ไม่พ่นสาร	0	0	0	0.35 ab	1.5	1.5	0.25
6. ไม่ตัดแต่งกิ่ง ไม่พ่นสาร	0	0.25	0.25	0.6 b	2.75	5	3
CV%		489.9	489.9	167.23	86.95	125.5	102.76

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.36 การเกิดโรคแอนแทรกโนสบนใบกาแฟอะราบิกาแปลงที่ 2

กรรมวิธี	การเกิดโรคก่อนพ่นสาร						การเกิดโรคหลังพ่นครั้งสุดท้าย 1 เดือน
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	
1. azoxystrobin+difenoconazole 20%+12.5% W/V SC อัตรา 10 มล./น้ำ 20 ลิตร	2.5	1.5a	0a	0a	1a	1ab	1.75
2. benomyl 50% WP อัตรา 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร	2.75	1.75ab	0a	0a	1a	0.75a	1.75
3. mancozeb 80% WP อัตรา 50 กรัม/น้ำ 20 ลิตร	2.75	2.5c	0a	0a	1.5a	2.25c	3
4. prochloraz 45% W/V EC อัตรา 30 กรัม/น้ำ 20 ลิตร	2.25	2.25ab	0a	0a	1.25a	2bc	2.75
5. ตัดแต่งกิ่ง ไม่พ่นสาร	2.75	2.25ab	1.5b	0.5a	0.75a	0.75a	0.75
6. ไม่ตัดแต่งกิ่ง ไม่พ่นสาร	2.5	3.75c	2.25c	2.25b	3.5b	3.5d	3.5
CV%	42.6	21.19	46.95	71.81	42.75	40.34	75.4

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.37 การเกิดโรคแอนแทรกโนสบนผลกาแฟอะราบิกาแปลงที่ 2

กรรมวิธี	การเกิดโรคก่อนพ่นสาร						การเกิดโรคหลังพ่นครั้งสุดท้าย 1 เดือน
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	
1. azoxystrobin+difenoconazole 20%+12.5% W/V SC อัตรา 10 มล./น้ำ 20 ลิตร	0	0	0	0	1a	1.5a	1.75
2. benomyl 50% WP อัตรา 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร	0	0	0	0	0.25a	0.75a	1.25
3. mancozeb 80% WP อัตรา 50 กรัม/น้ำ 20 ลิตร	0	0	0	0	1a	1.5a	2.5
4. prochloraz 45% W/V EC อัตรา 30 กรัม/น้ำ 20 ลิตร	0	0	0	0	1a	1.5a	2.25
5. ตัดแต่งกิ่ง ไม่พ่นสาร	0	0	0	0.25	0.75a	0.75a	0.75
6. ไม่ตัดแต่งกิ่ง ไม่พ่นสาร	0	0	0	0.25	3.5b	3.5b	2.5
CV%				208.62	57.19	59.55	91.63

กรมวิชาการเกษตร

การป้องกันกำจัดมอดเจาะผลกาแฟในเขตภาคเหนือตอนบนแบบผสมผสาน

แปลงเกษตรกร อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่

ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล 360 เมตร มีอุณหภูมิเฉลี่ย 27.63 ± 2.13 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 60.90 ± 12.63%

ปี 2560

จากการตรวจนับปริมาณการเข้าทำลายของมอดเจาะผลกาแฟในแปลงเกษตรกร จำนวน 6 ครั้ง พบว่า ในการตรวจนับการเข้าทำลายของมอดเจาะผลกาแฟในครั้งที่ 1-2 และ ครั้งที่ 4 ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ในครั้งที่ 3 และ ครั้งที่ 5-6 พบว่า ทุกกรรมวิธีมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกกรรมวิธี และมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน โดยในครั้งที่ 6 พบว่า กรรมวิธีที่ 4 ใช้ *Beauveria bassiana* สายพันธุ์ DOA B4 + กับดักฟีโรโมน + ตัดแต่งกิ่งกาแฟ มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีมากที่สุด เท่ากับ 99.43% แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับ กรรมวิธีที่ 5 สาร dinotefuran (98.56%) และ กรรมวิธีที่ 1 วิธีของเกษตรกร (control) (93.80%) ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ กรรมวิธีที่ 3 ใช้ *Beauveria bassiana* สายพันธุ์ DOA B4 + กับดักฟีโรโมน (98.61%) และ กรรมวิธีที่ 2 ตัดแต่งกิ่งกาแฟ + ใช้กับดักฟีโรโมน (97.19%) ตามลำดับ และเมื่อมาคิดเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีเฉลี่ยทั้ง 6 ครั้งแล้ว พบว่า กรรมวิธีที่ 4 ใช้ *Beauveria bassiana* สายพันธุ์ DOA B4 + กับดักฟีโรโมน + ตัดแต่งกิ่งกาแฟ มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีมากที่สุด เท่ากับ 99.97% รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 3 ใช้ *Beauveria bassiana* สายพันธุ์ DOA B4 + กับดักฟีโรโมน เท่ากับ 97.96% และ กรรมวิธีที่ 2 ตัดแต่งกิ่งกาแฟ + ใช้กับดักฟีโรโมน เท่ากับ 97.16% ตามลำดับ (ตารางที่ 3.38)

ปี 2561

จากการตรวจนับปริมาณการเข้าทำลายของมอดเจาะผลกาแฟในแปลงเกษตรกร จำนวน 6 ครั้ง พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกกรรมวิธี และมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน โดยในครั้งที่ 6 พบว่า กรรมวิธีที่ 4 ใช้ *Beauveria bassiana* สายพันธุ์ DOA B4 + กับดักฟีโรโมน + ตัดแต่งกิ่งกาแฟ มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีมากที่สุด เท่ากับ 96.27% แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับ กรรมวิธีที่ 5 สาร dinotefuran (87.45%) และ กรรมวิธีที่ 1 วิธีของเกษตรกร (control) (81.60%) ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ กรรมวิธีที่ 3 ใช้ *Beauveria bassiana* สายพันธุ์ DOA B4 + กับดักฟีโรโมน (91.29%) และ กรรมวิธีที่ 2 ตัดแต่งกิ่งกาแฟ + ใช้กับดักฟีโรโมน (90.32%) ตามลำดับ และเมื่อมาคิดเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีเฉลี่ยทั้ง 6 ครั้งแล้ว พบว่า กรรมวิธีที่ 4 ใช้ *Beauveria bassiana* สายพันธุ์ DOA B4 + กับดักฟีโรโมน + ตัดแต่งกิ่งกาแฟ มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีมากที่สุด เท่ากับ 97.85% รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 3 ใช้ *Beauveria bassiana* สายพันธุ์ DOA B4 + กับดักฟีโรโมน เท่ากับ 93.24% และ กรรมวิธีที่ 2 ตัดแต่งกิ่งกาแฟ + ใช้กับดักฟีโรโมน เท่ากับ 92.71% ตามลำดับ (ตารางที่ 3.39)

ซึ่งสอดคล้องกับ ยุพิน และคณะ (2545) และ ประภาพร และคณะ (2556) ที่รายงานไว้ว่า การตัดแต่งกิ่งและใช้เชื้อราขาว (*Beauveria bassiana*) ซึ่งเป็นเชื้อราขาวชนิดหนึ่งที่ใช้ควบคุมมอดกาแฟได้โดยชีวิธีและเป็นมิตรต่อสภาพแวดล้อม พบการเข้าทำลายของมอดกาแฟน้อยกว่ากรรมวิธีอื่นๆ สรุปว่าการควบคุมมอดกาแฟให้ได้ผลดีควรมีการตัดแต่งกิ่งให้ทรงพุ่มกาแฟโปร่งร่วมกับการใช้เชื้อราขาว (*Beauveria bassiana*) เพื่อให้มีผลในการควบคุมในระยะยาว และทำความสะอาดแปลงไม่ปล่อยให้เป็นแหล่งสะสมของมอดกาแฟซึ่งจะทำให้เกิดการระบาดในแปลงปลูกในฤดูกาลต่อไป

ต้นทุนในการดำเนินการพบว่า กรรมวิธีที่ 2 ตัดแต่งกิ่งกาแฟ + ใช้กับดักฟีโรโมน มีต้นทุนน้อยที่สุด เท่ากับ 3,040.00 บาท/ไร่/ปี รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 3 ใช้ *Beauveria bassiana* สายพันธุ์ DOA B4 + กับดัก

กรมวิชาการเกษตร

ฟีโรโมน เท่ากับ 3,138.40 บาท/ไร่/ปี และ กรรมวิธีที่ 5 สาร Dinotefuran เท่ากับ 3,788.80 บาท/ไร่/ปี ตามลำดับ (ตารางที่ 3.40)

ตารางที่ 3.38 เปอร์เซ็นต์เมล็ดกาแฟที่ดี ไม่ถูกมอดเจาะผลกาแฟเข้าทำลายในแต่ละกรรมวิธี ปี 2560 พื้นที่แปลงเกษตรกร อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่

หน่วย : เปอร์เซ็นต์

กรรมวิธี	ครั้งที่						เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	
1	94.57	94.75	91.07 b	92.31	97.76 c	93.80 c	94.04
2	96.54	96.25	96.50 ab	98.25	98.25 b	97.19 ab	97.16
3	96.63	97.50	97.30 ab	98.95	98.77 b	98.61 a	97.96
4	99.99	99.99	99.99 a	99.99	99.90 a	99.43 a	99.97
5	97.18	96.50	97.44 ab	97.27	97.80 c	96.75 bc	97.15
c.v.(%)	4.7	5.0	4.1	8.6	0.4	1.5	

ตารางที่ 3.39 เปอร์เซ็นต์เมล็ดกาแฟที่ดี ไม่ถูกมอดเจาะผลกาแฟเข้าทำลายในแต่ละกรรมวิธี ปี 2561 พื้นที่แปลงเกษตรกร อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่

หน่วย : เปอร์เซ็นต์

กรรมวิธี	ครั้งที่						เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	
1	90.69 c	92.01 b	92.73 c	88.55 c	82.03 c	81.60 c	87.94
2	93.60 bc	93.75 b	95.58 b	93.42 b	90.48 b	90.32 ab	92.71
3	96.10 ab	91.66 b	96.17 b	94.28 b	92.82 ab	91.29 ab	93.24
4	98.71 a	98.55 a	98.62 a	97.87 a	97.13 a	96.24 a	97.85
5	94.02 bc	93.04 b	93.99 bc	92.55 b	88.03 bc	87.45 bc	91.51
c.v. (%)	2.7	1.9	1.6	2.3	4.5	5.2	

ตารางที่ 3.40 แสดงค่าใช้จ่ายในการดำเนินการในแต่ละกรรมวิธี พื้นที่แปลงเกษตรกร อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่

ค่าใช้จ่าย (บาท/ไร่/ปี)	วิธีดำเนินการ				
	กรรมวิธี 1	กรรมวิธี 2	กรรมวิธี 3	กรรมวิธี 4	กรรมวิธี 5
	4,848.80	3,040.00	3,138.40	4,338.40	3,788.80

<u>แปลงเกษตรกร อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่</u>

ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,000 เมตร มีอุณหภูมิเฉลี่ย 22.54 ± 1.46 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 67.00 ± 17.17%

<u>ปี 2560</u>

กรมวิชาการเกษตร

จากการตรวจนับปริมาณการเข้าทำลายของมอดเจาะผลกาแฟในแปลงเกษตรกร จำนวน 6 ครั้ง พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกกรรมวิธี และมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน โดยในครั้งที่ 6 พบว่า กรรมวิธีที่ 4 ใช้ *Beauveria bassiana* สายพันธุ์ DOA B4 + กับดักฟีโรโมน + ตัดแต่งกิ่งกาแฟ มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีมากที่สุด เท่ากับ 99.71% แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีที่ 2 ตัดแต่งกิ่งกาแฟ + ใช้กับดักฟีโรโมน (98.53%) กรรมวิธีที่ 5 สาร dinotefuran (96.31%) และ กรรมวิธีที่ 1 วิธีของเกษตรกร (control) (91.76%) ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 3 ใช้ *Beauveria bassiana* สายพันธุ์ DOA B4 + กับดักฟีโรโมน (98.88%) และเมื่อมาคิดเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีเฉลี่ยทั้ง 6 ครั้งแล้ว พบว่า กรรมวิธีที่ 4 ใช้ *Beauveria bassiana* สายพันธุ์ DOA B4 + กับดักฟีโรโมน + ตัดแต่งกิ่งกาแฟ มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีมากที่สุด เท่ากับ 99.74% รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 3 ใช้ *Beauveria bassiana* สายพันธุ์ DOA B4 + กับดักฟีโรโมน เท่ากับ 99.19% และ กรรมวิธีที่ 2 ตัดแต่งกิ่งกาแฟ + ใช้กับดักฟีโรโมน เท่ากับ 98.69% ตามลำดับ (ตารางที่ 3.41)

ปี 2561

จากการตรวจนับปริมาณการเข้าทำลายของมอดเจาะผลกาแฟในแปลงเกษตรกร จำนวน 6 ครั้ง พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกกรรมวิธี และมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน โดยในครั้งที่ 6 พบว่า กรรมวิธีที่ 4 ใช้ *Beauveria bassiana* สายพันธุ์ DOA B4 + กับดักฟีโรโมน + ตัดแต่งกิ่งกาแฟ มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีมากที่สุด เท่ากับ 99.75% แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับทุกกรรมวิธี รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 3 ใช้ *Beauveria bassiana* สายพันธุ์ DOA B4 + กับดักฟีโรโมน (98.74%) และ กรรมวิธีที่ 2 ตัดแต่งกิ่งกาแฟ + ใช้กับดักฟีโรโมน (98.53%) ตามลำดับ และเมื่อมาคิดเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีเฉลี่ยทั้ง 6 ครั้งแล้ว พบว่า กรรมวิธีที่ 4 ใช้ *Beauveria bassiana* สายพันธุ์ DOA B4 + กับดักฟีโรโมน + ตัดแต่งกิ่งกาแฟ มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีมากที่สุด เท่ากับ 99.85% รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 3 ใช้ *Beauveria bassiana* สายพันธุ์ DOA B4 + กับดักฟีโรโมน เท่ากับ 98.97% และ กรรมวิธีที่ 2 ตัดแต่งกิ่งกาแฟ + ใช้กับดักฟีโรโมน เท่ากับ 98.64% ตามลำดับ (ตารางที่ 3.42)

ซึ่งสอดคล้องกับ ยุพิน และคณะ (2545) และ ประภาพร และคณะ (2556) ที่รายงานไว้ว่า การตัดแต่งกิ่งและใช้เชื้อราขาว (*Beauveria bassiana*) ซึ่งเป็นเชื้อราขาวชนิดหนึ่งที่ใช้ควบคุมมอดกาแฟได้โดยชีวิธีและเป็นมิตรต่อสภาพแวดล้อม พบการเข้าทำลายของมอดกาแฟน้อยกว่ากรรมวิธีอื่นๆ สรุปว่าการควบคุมมอดกาแฟให้ได้ผลดีควรมีการตัดแต่งกิ่งให้ทรงพุ่มกาแฟโปร่งร่วมกับการใช้เชื้อราขาว (*Beauveria bassiana*) เพื่อให้มีผลในการควบคุมในระยะยาว และทำความสะอาดแปลงไม่ปล่อยให้เป็นแหล่งสะสมของมอดกาแฟซึ่งจะทำให้เกิดการระบาดในแปลงปลูกในฤดูกาลต่อไป

ต้นทุนในการดำเนินการพบว่า กรรมวิธีที่ 5 สาร Dinotefuran เท่ากับ 2,528.80 บาท/ไร่/ปีรองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 2 ตัดแต่งกิ่งกาแฟ + ใช้กับดักฟีโรโมน มีต้นทุนน้อยที่สุด เท่ากับ 3,040.00 บาท/ไร่/ปี และ กรรมวิธีที่ 3 ใช้ *Beauveria bassiana* สายพันธุ์ DOA B4 + กับดักฟีโรโมน เท่ากับ 3,138.40 บาท/ไร่/ปี ตามลำดับ (ตารางที่ 3.43)

ตารางที่ 3.41 เปอร์เซ็นต์เมล็ดกาแฟที่ดี ไม่ถูกมอดเจาะผลกาแฟเข้าทำลายในแต่ละกรรมวิธี ปี 2560 พื้นที่แปลงเกษตรกร อ.ดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่

หน่วย : เปอร์เซ็นต์

กรรมวิธี	ครั้งที่						เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	
1	95.24 c	95.29 d	91.68 d	92.66 c	90.49 d	91.76 d	92.85
2	99.36 a	98.68 b	98.49 b	98.48 a	98.64 b	98.48 b	98.69

3	99.71 a	99.14 b	99.12 ab	99.13 a	99.13 ab	98.88 ab	99.19
4	99.89 a	99.83 a	99.59 a	99.63 a	99.78 a	99.71 a	99.74
5	96.97 b	97.31 c	95.08 c	95.99 b	95.52 c	96.31 c	96.19
c.v. (%)	0.4	0.4	0.7	0.7	0.6	0.7	

ตารางที่ 3.42 เปอร์เซ็นต์เมล็ดกาแฟที่ดี ไม่ถูกมอดเจาะผลกาแฟเข้าทำลายในแต่ละกรรมวิธี ปี 2561 พื้นที่แปลงเกษตรกร อ.ดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่

หน่วย : เปอร์เซ็นต์

กรรมวิธี	ครั้งที่						เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	
1	92.86 c	91.79 d	91.22 d	89.46 d	87.57 c	85.74 d	89.77
2	98.88 a	98.51 b	98.70 b	98.76 b	98.45 a	98.53 b	98.64
3	99.07 a	98.69 b	98.92 b	99.61 ab	98.77 a	98.74 b	98.97
4	99.92 a	99.88 a	99.79 a	99.95 a	99.83 a	99.75 a	99.85
5	97.01 b	96.11 c	95.51 c	95.22 c	95.54 b	95.65 c	95.84
c.v. (%)	1.0	0.7	0.6	0.6	0.9	0.5	

ตารางที่ 3.43 แสดงค่าใช้จ่ายในการดำเนินการในแต่ละกรรมวิธี พื้นที่แปลงเกษตรกร อ.ดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่

ค่าใช้จ่าย (บาท/ไร่/ปี)	วิธีดำเนินการ				
	กรรมวิธี 1	กรรมวิธี 2	กรรมวิธี 3	กรรมวิธี 4	กรรมวิธี 5
	4,968.80	3,040.00	3,138.40	4,338.40	2,528.80

การศึกษารูปแบบและอายุการเก็บรักษาเมล็ดกาแฟอะราบิกาที่เหมาะสม

ดำเนินการเก็บตัวอย่างผลสดที่สุกแก่กาแฟอะราบิกาพันธุ์เชียงใหม่ 80 จากแปลงงานทดลองที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง: 1,300 เมตร) อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่ ในเดือนมีนาคม 2559 จากนั้นนำมาลอยน้ำลอกเปลือกด้วยเครื่องปอกผลสด นำไปหมักที่น้ำไหลเป็นเวลา 2 วัน ขัดเมือกและล้างในน้ำสะอาดและตากบนชั้นวางที่สูงจากพื้น 1.5 เมตร และเสร็จสิ้นการแปรรูปจนได้เมล็ดกาแฟแบบกะลาในเดือน เม.ย. 2559 โดยเก็บในถุงตาข่าย ต่อมา เดือน มิ.ย. 2559 ดำเนินการบรรจุกาแฟกะลาในถุงบรรจุตามกรรมวิธีดำเนินงานเก็บเกี่ยวกาแฟ เดือน มี.ค. 2559 และเสร็จสิ้นการแปรรูปจนได้ความชื้นของเมล็ดกาแฟแบบกะลาในเดือน เม.ย. 2559 โดยเก็บในถุงตาข่าย ต่อมา เดือน มิ.ย. 2559 ดำเนินการบรรจุความชื้นของเมล็ดกาแฟแบบกะลาในถุงบรรจุตามกรรมวิธีโดยให้กาแฟกะลามีความชื้นที่ 12% และบรรจุอีกครั้งในถุงกระสอบป่านอีกครั้งเพื่อป้องกันแสง เนื่องจากแสงมีผลต่อคุณภาพของเมล็ดกาแฟ จากนั้นเก็บรักษาในโรงเก็บเมล็ดพันธุ์ที่มีอุณหภูมิช่วงเช้า 21.6±3.2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 89.6±5.8 เปอร์เซ็นต์ ช่วงบ่าย 32.9±2.3 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 73.1±4.1 องศาเซลเซียส ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่เหียะ) อ.หางดง จ.เชียงใหม่ และนำออกมาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ และคุณภาพการชิมทุก 3 เดือน ดังนี้

ลักษณะสีของเมล็ดกาแฟ

เป็นการประเมินด้วยสายตา โดยเมล็ดกาแฟแบบกะลาใช้แผ่นเทียบสี (R.H.S. Colour Chart) สำหรับเมล็ดกาแฟแบบสารใช้หลักการประเมินเปรียบเทียบตามระบบของ Specialty Coffee Association of America

กรมวิชาการเกษตร

(SCCA Green Arabica Coffee Classification System) ซึ่งมีคุณภาพสีกาแฟสารจากมากไปหาน้อยคือ สีเขียวแกมน้ำเงิน (Blue-Green), สีเขียวแกมน้ำเงินอ่อน (Bluish-Green), สีเขียว (Green), สีเขียวอ่อน (Greenish), สีเขียวแกมเหลือง (Yellow-Green), สีเหลืองอ่อน (Pale Yellow), ค่อนข้างสีเหลือง (Yellowish) และ สีน้ำตาลอ่อน (Brownish) คือ

ก่อนเก็บรักษา พบว่า เมล็ดกาแฟแบบกะลามีสีเหลือง (greyed-yellow groupB162) เมื่อนำมากะเทาะเป็นเมล็ดกาแฟแบบสารมีสี Bluish-Green (ตารางที่ 3.44 และตารางที่ 3.45)

3 เดือนหลังเก็บรักษาคือ ในถุง HDPE ที่หนา 40 ไมครอน พบว่า เมล็ดกาแฟแบบกะลามี Greyed-Yellow group B162 เมื่อนำมากะเทาะเป็นเมล็ดกาแฟแบบสารมีสี Bluish-Green สำหรับในถุง HDPE ที่หนา 78 ไมครอน พบว่า เมล็ดกาแฟแบบกะลามี Greyed-Yellow group B162 เมื่อนำมากะเทาะเป็นเมล็ดกาแฟแบบสารมีสี Bluish-Green (ตารางที่ 3.44 และตารางที่ 3.45)

6 เดือนหลังเก็บรักษาคือ ในถุง HDPE ที่หนา 40 ไมครอน พบว่า เมล็ดกาแฟแบบกะลามี Greyed-Yellow group B162 เมื่อนำมากะเทาะเป็นเมล็ดกาแฟแบบสารมีสี Bluish-Green สำหรับในถุง HDPE ที่หนา 78 ไมครอน พบว่า เมล็ดกาแฟแบบกะลามี Greyed-Yellow group B162 เมื่อนำมากะเทาะเป็นเมล็ดกาแฟแบบสารมีสี Bluish-Green (ตารางที่ 3.44 และตารางที่ 3.45)

9 เดือนหลังเก็บรักษาคือ ในถุง HDPE ที่หนา 40 ไมครอน พบว่า เมล็ดกาแฟแบบกะลามี Greyed-Yellow group B162 เมื่อนำมากะเทาะเป็นเมล็ดกาแฟแบบสารมีสี Bluish-Green สำหรับในถุง HDPE ที่หนา 78 ไมครอน พบว่า เมล็ดกาแฟแบบกะลามี Greyed-Yellow group B162 เมื่อนำมากะเทาะเป็นเมล็ดกาแฟแบบสารมีสี Bluish-Green (ตารางที่ 3.44 และตารางที่ 3.45)

12 เดือนหลังเก็บรักษาคือ ในถุง HDPE ที่หนา 40 ไมครอน พบว่า เมล็ดกาแฟแบบกะลามี Greyed-Yellow group B162 เมื่อนำมากะเทาะเป็นเมล็ดกาแฟแบบสารมีสี Greenish สำหรับในถุง HDPE ที่หนา 78 ไมครอน พบว่า เมล็ดกาแฟแบบกะลามี Greyed-Yellow group B162 เมื่อนำมากะเทาะเป็นเมล็ดกาแฟแบบสารมีสี Greenish (ตารางที่ 3.44 และตารางที่ 3.45)

15 เดือนหลังเก็บรักษาคือ ในถุง HDPE ที่หนา 40 ไมครอน พบว่า เมล็ดกาแฟแบบกะลามี Greyed-Yellow group B162 เมื่อนำมากะเทาะเป็นเมล็ดกาแฟแบบสารมีสี Greenish สำหรับในถุง HDPE ที่หนา 78 ไมครอน พบว่า เมล็ดกาแฟแบบกะลามี Greyed-Yellow group B162 เมื่อนำมากะเทาะเป็นเมล็ดกาแฟแบบสารมีสี Greenish (ตารางที่ 3.44 และตารางที่ 3.45)

18 เดือนหลังเก็บรักษาคือ ในถุง HDPE ที่หนา 40 ไมครอน พบว่า เมล็ดกาแฟแบบกะลามี Greyed-Yellow group B162 เมื่อนำมากะเทาะเป็นเมล็ดกาแฟแบบสารมีสี Yellow-Green สำหรับในถุง HDPE ที่หนา 78 ไมครอน พบว่า เมล็ดกาแฟแบบกะลามี Greyed-Yellow group B162 เมื่อนำมากะเทาะเป็นเมล็ดกาแฟแบบสารมีสี Yellow-Green (ตารางที่ 3.44 และตารางที่ 3.45)

21 เดือนหลังเก็บรักษาคือ ในถุง HDPE ที่หนา 40 ไมครอน พบว่า เมล็ดกาแฟแบบกะลามี Greyed-Yellow group B162 เมื่อนำมากะเทาะเป็นเมล็ดกาแฟแบบสารมีสี Yellow-Green สำหรับในถุง HDPE ที่หนา 78 ไมครอน พบว่า เมล็ดกาแฟแบบกะลามี Greyed-Yellow group B162 เมื่อนำมากะเทาะเป็นเมล็ดกาแฟแบบสารมีสี Yellow-Green (ตารางที่ 3.44 และตารางที่ 3.45)

24 เดือนหลังเก็บรักษาคือ ในถุง HDPE ที่หนา 40 ไมครอน พบว่า เมล็ดกาแฟแบบกะลามี Greyed-Yellow group B162 เมื่อนำมากะเทาะเป็นเมล็ดกาแฟแบบสารมีสี Yellow-Green สำหรับในถุง HDPE ที่หนา 78 ไมครอน พบว่า เมล็ดกาแฟแบบกะลามี Greyed-Yellow group B162 เมื่อนำมากะเทาะเป็นเมล็ดกาแฟแบบสารมีสี Yellow-Green (ตารางที่ 3.44 และตารางที่ 3.45)

กรมวิทยาศาสตร์

จากข้อมูลลักษณะสีของเมล็ดกาแฟที่เก็บในถุง HDPE 2 ชนิดในแต่ละช่วงเวลาเป็นเวลา 2 ปี พบว่า ทำให้สีของเมล็ดกาแฟแบบกาแฟกะลาไม่มีการเปลี่ยนแปลงตามอายุการเก็บรักษา (ตารางที่ 3.44) แต่เมื่อนำมากะเทาะเป็นเมล็ดกาแฟแบบสาร พบว่า สีของเมล็ดกาแฟแบบกาแฟสารมีการเปลี่ยนแปลงตามอายุการเก็บรักษา คือ เมื่อเก็บรักษานานขึ้นจะได้คะแนนประเมินในเรื่องของสีของเมล็ดกาแฟแบบกาแฟสารจากมากไปหาน้อยลงตามอายุการเก็บรักษาที่มากขึ้น และการเก็บรักษาเมล็ดกาแฟในถุงทั้งสองชนิดมีการเปลี่ยนแปลงสีของของเมล็ดกาแฟแบบสารเท่ากันคือ เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงสีของเมล็ดกาแฟแบบสารจากมากไปหาน้อยคือ จากสี Blueish-Green เป็นสี Greenish เมื่อเก็บรักษาในถุงทั้งสองชนิดเป็นเวลา 12 และ 15 เดือน และเป็นสี Yellow-Green เมื่อเก็บรักษาในถุงทั้งสองชนิดเป็นเวลา 18 21 และ 24 เดือน (ตารางที่ 3.45) ดังนั้นการซื้อขายเมล็ดกาแฟควรมีการซื้อโดยดูจากสีของเมล็ดกาแฟแบบสารมากกว่าการดูจากสีของกาแฟกะลา

ตารางที่ 3.44 ลักษณะสีของเมล็ดกาแฟแบบกะลา ที่เก็บรักษาในรูปแบบของเมล็ดกาแฟแบบกะลาเป็นเวลา 0 - 24 เดือนในถุง HDPE 2 ชนิด ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่เหียะ:350 เมตรจากระดับน้ำทะเล) อ.หางดง จ.เชียงใหม่

กรรมวิธี	สีของเมล็ดกาแฟแบบกะลา								
	ก่อนเก็บรักษา (มิ.ย.59)	3 เดือน (ก.ย.59)	6เดือน (ธ.ค.59)	9 เดือน (มี.ค.60)	12 เดือน (มิ.ย.60)	15 เดือน (ก.ย.60)	18 เดือน (ธ.ค.60)	21 เดือน (มี.ค.61)	24 เดือน (มิ.ย.61)
ถุงHDPE:40 ไมครอน	greyed-yellow groupB162	greyed-yellow groupB162	greyed-yellow groupB162	greyed-yellow groupB162	greyed-yellow groupB162	greyed-yellow groupB162	greyed-yellow groupB162	greyed-yellow groupB162	greyed-yellow groupB162
ถุงHDPE:78 ไมครอน	greyed-yellow groupB162	greyed-yellow groupB162	greyed-yellow groupB162	greyed-yellow groupB162	greyed-yellow groupB162	greyed-yellow groupB162	greyed-yellow groupB162	greyed-yellow groupB162	greyed-yellow groupB162

ตารางที่ 3.45 ลักษณะสีของเมล็ดกาแฟแบบสาร ที่เก็บรักษาในรูปแบบของเมล็ดกาแฟแบบกะลาเป็นเวลา 0 - 24 เดือนในถุง HDPE 2 ชนิด ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่เหียะ:350 เมตรจากระดับน้ำทะเล) อ.หางดง จ.เชียงใหม่

กรรมวิธี	สีของเมล็ดกาแฟแบบสาร								
	ก่อนเก็บรักษา (มิ.ย.59)	3 เดือน (ก.ย.59)	6เดือน(ธ.ค. 59)	9 เดือน (มี.ค.60)	12 เดือน (มิ.ย.60)	15 เดือน (ก.ย.60)	18 เดือน (ธ.ค.60)	21 เดือน (มี.ค.61)	24 เดือน (มิ.ย.61)
ถุงHDPE:40 ไมครอน	Bluish-Green	Bluish-Green	Bluish-Green	Bluish-Green	Greenish	Greenish	yellow-green	yellow-green	yellow-green
ถุงHDPE:78 ไมครอน	Bluish-Green	Bluish-Green	Bluish-Green	Bluish-Green	Greenish	Greenish	yellow-green	yellow-green	yellow-green

หมายเหตุ คุณภาพสีเมล็ดกาแฟแบบสาร จากมากไปหาน้อยคือ Blue-Green, Bluish-Green, Green, Greenish, Yellow-Green, Pale Yellow, Yellowish และ Brownish

ความชื้นของเมล็ดกาแฟ โดยใช้ด้วยเครื่องวัดความชื้นยี่ห้อ KETT รุ่น PM650 Version 6501ดังนี้

ก่อนเก็บรักษา เมล็ดกาแฟแบบกะลามีความชื้น 12 เปอร์เซ็นต์ และเมล็ดกาแฟแบบสารมีความชื้น 12.5 เปอร์เซ็นต์

3 เดือนหลังเก็บรักษา ในถุง HDPE ที่หนา 40 ไมครอน พบว่า เมล็ดกาแฟแบบกะลามีความชื้น 12.15 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความชื้นเมล็ดกาแฟแบบกะลาเพิ่มขึ้นจากก่อนเก็บรักษา 0.15 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำมากะเทาะเป็นเมล็ดกาแฟแบบสารมีความชื้น 12.45 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความชื้นเมล็ดกาแฟแบบสารลดลงจากก่อนเก็บรักษา 0.1 เปอร์เซ็นต์ สำหรับในถุง HDPE ที่หนา 78 ไมครอน พบว่า เมล็ดกาแฟแบบกะลามีความชื้น 11.95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความชื้นเมล็ดกาแฟแบบกะลาลดลงจากก่อนเก็บรักษา 0.05 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำมากะเทาะเป็นเมล็ดกาแฟแบบสารมีความชื้น 12.3 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความชื้นเมล็ดกาแฟแบบสารลดลงจากก่อนเก็บรักษา 0.25 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3.46 และตารางที่ 3.47)

กรมวิชาการเกษตร

6 เดือนหลังเก็บรักษา ในถุง HDPE ที่หนา 40 ไมครอน พบว่า เมล็ดกาแฟแบบกะลามีความชื้น 10.6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความชื้นเมล็ดกาแฟแบบกะลาลดลงจากก่อนเก็บรักษา 1.4 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำมากะเทาะเป็นเมล็ดกาแฟแบบสารมีความชื้น 10.4 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความชื้นเมล็ดกาแฟแบบสารลดลงจากก่อนเก็บรักษา 2.15 เปอร์เซ็นต์ สำหรับในถุง HDPE ที่หนา 78 ไมครอน พบว่า เมล็ดกาแฟแบบกะลามีความชื้น 10.53 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความชื้นเมล็ดกาแฟแบบกะลาลดลงจากก่อนเก็บรักษา 1.47 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำมากะเทาะเป็นเมล็ดกาแฟแบบสารมีความชื้น 10.5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความชื้นเมล็ดกาแฟแบบสารลดลงจากก่อนเก็บรักษา 2.05 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3.46 และตารางที่ 3.47)

9 เดือนหลังเก็บรักษา ในถุง HDPE ที่หนา 40 ไมครอน พบว่า เมล็ดกาแฟแบบกะลามีความชื้น 10.18 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความชื้นเมล็ดกาแฟแบบกะลาลดลงจากก่อนเก็บรักษา 1.82 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำมากะเทาะเป็นเมล็ดกาแฟแบบสารมีความชื้น 10.4 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความชื้นเมล็ดกาแฟแบบสารลดลงจากก่อนเก็บรักษา 2.15 เปอร์เซ็นต์ สำหรับในถุง HDPE ที่หนา 78 ไมครอน พบว่า เมล็ดกาแฟแบบกะลามีความชื้น 10.93 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความชื้นเมล็ดกาแฟแบบกะลาลดลงจากก่อนเก็บรักษา 1.07 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำมากะเทาะเป็นเมล็ดกาแฟแบบสารมีความชื้น 11.05 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความชื้นเมล็ดกาแฟแบบสารลดลงจากก่อนเก็บรักษา 1.5 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3.46 และตารางที่ 3.47)

12 เดือนหลังเก็บรักษา ในถุง HDPE ที่หนา 40 ไมครอน พบว่า เมล็ดกาแฟแบบกะลามีความชื้น 10.53 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความชื้นเมล็ดกาแฟแบบกะลาลดลงจากก่อนเก็บรักษา 1.47 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำมากะเทาะเป็นเมล็ดกาแฟแบบสารมีความชื้น 10.73 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความชื้นเมล็ดกาแฟแบบสารลดลงจากก่อนเก็บรักษา 1.82 เปอร์เซ็นต์ สำหรับในถุง HDPE ที่หนา 78 ไมครอน พบว่า เมล็ดกาแฟแบบกะลามีความชื้น 11.03 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความชื้นเมล็ดกาแฟแบบกะลาลดลงจากก่อนเก็บรักษา 0.97 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำมากะเทาะเป็นเมล็ดกาแฟแบบสารมีความชื้น 11.1 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความชื้นเมล็ดกาแฟแบบสารลดลงจากก่อนเก็บรักษา 1.45 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3.46 และตารางที่ 3.47)

15 เดือนหลังเก็บรักษา ในถุง HDPE ที่หนา 40 ไมครอน พบว่า เมล็ดกาแฟแบบกะลามีความชื้น 10.53 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความชื้นเมล็ดกาแฟแบบกะลาลดลงจากก่อนเก็บรักษา 1.47 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำมากะเทาะเป็นเมล็ดกาแฟแบบสารมีความชื้น 10.53 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความชื้นเมล็ดกาแฟแบบสารลดลงจากก่อนเก็บรักษา 2.05 เปอร์เซ็นต์ สำหรับในถุง HDPE ที่หนา 78 ไมครอน พบว่า เมล็ดกาแฟแบบกะลามีความชื้น 10.75 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความชื้นเมล็ดกาแฟแบบกะลาลดลงจากก่อนเก็บรักษา 1.27 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำมากะเทาะเป็นเมล็ดกาแฟแบบสารมีความชื้น 10.9 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความชื้นเมล็ดกาแฟแบบสารลดลงจากก่อนเก็บรักษา 1.65 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3.46 และตารางที่ 3.47)

18 เดือนหลังเก็บรักษา ในถุง HDPE ที่หนา 40 ไมครอน พบว่า เมล็ดกาแฟแบบกะลามีความชื้น 9.73 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความชื้นเมล็ดกาแฟแบบกะลาลดลงจากก่อนเก็บรักษา 2.27 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำมากะเทาะเป็นเมล็ดกาแฟแบบสารมีความชื้น 9.68 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความชื้นเมล็ดกาแฟแบบสารลดลงจากก่อนเก็บรักษา 2.87 เปอร์เซ็นต์ สำหรับในถุง HDPE ที่หนา 78 ไมครอน พบว่า เมล็ดกาแฟแบบกะลามีความชื้น 9.65 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความชื้นเมล็ดกาแฟแบบกะลาลดลงจากก่อนเก็บรักษา 2.35 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำมากะเทาะเป็นเมล็ดกาแฟแบบสารมีความชื้น 9.93 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความชื้นเมล็ดกาแฟแบบสารลดลงจากก่อนเก็บรักษา 2.62 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3.46 และตารางที่ 3.47)

21 เดือนหลังเก็บรักษา ในถุง HDPE ที่หนา 40 ไมครอน พบว่า เมล็ดกาแฟแบบกะลามีความชื้น 9.9 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความชื้นเมล็ดกาแฟแบบกะลาลดลงจากก่อนเก็บรักษา 2.1 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำมากะเทาะเป็นเมล็ดกาแฟแบบสารมีความชื้น 10.1 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความชื้นเมล็ดกาแฟแบบสารลดลงจากก่อนเก็บรักษา 2.45

กรมวิชาการเกษตร

เปอร์เซ็นต์ สำหรับในถุง HDPE ที่หนา 78 ไมครอน พบว่า เมล็ดกาแฟแบบกะลามีความชื้น 10.48 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความชื้นเมล็ดกาแฟแบบกะลาลดลงจากก่อนเก็บรักษา 1.52 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำมากะเทาะเป็นเมล็ดกาแฟแบบสารมีความชื้น 10.58 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความชื้นเมล็ดกาแฟแบบสารลดลงจากก่อนเก็บรักษา 1.97 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3.46 และตารางที่ 3.47)

24 เดือนหลังเก็บรักษา ในถุง HDPE ที่หนา 40 ไมครอน พบว่า เมล็ดกาแฟแบบกะลามีความชื้น 10.23 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความชื้นเมล็ดกาแฟแบบกะลาลดลงจากก่อนเก็บรักษา 1.77 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำมากะเทาะเป็นเมล็ดกาแฟแบบสารมีความชื้น 10.23 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความชื้นเมล็ดกาแฟแบบสารลดลงจากก่อนเก็บรักษา 2.32 เปอร์เซ็นต์ สำหรับในถุง HDPE ที่หนา 78 ไมครอน พบว่า เมล็ดกาแฟแบบกะลามีความชื้น 10.83 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความชื้นเมล็ดกาแฟแบบกะลาลดลงจากก่อนเก็บรักษา 1.17 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำมากะเทาะเป็นเมล็ดกาแฟแบบสารมีความชื้น 10.83 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความชื้นเมล็ดกาแฟแบบสารลดลงจากก่อนเก็บรักษา 1.72 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3.46 และตารางที่ 3.47)

จากข้อมูลความชื้นเมล็ดกาแฟแบบกะลาที่เก็บในถุง HDPE 2 ชนิดในแต่ละช่วงเวลาเป็นเวลา 2 ปี พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติของความชื้นของเมล็ดกาแฟแบบกะลาในชนิดของถุงที่เก็บรักษา แต่มีความแตกต่างทางสถิติกันความชื้นของเมล็ดกาแฟแบบกะลาในระยะเวลาที่เก็บรักษา (ตารางที่ 3.48) 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 (ตารางที่ 3.46)

จากข้อมูลความชื้นเมล็ดกาแฟแบบสารที่เก็บในถุง HDPE 2 ชนิดในแต่ละช่วงเวลาเป็นเวลา 2 ปี พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติของความชื้นของเมล็ดกาแฟแบบสารในชนิดของถุงที่เก็บรักษา แต่มีความแตกต่างทางสถิติกันความชื้นของเมล็ดกาแฟแบบสารในระยะเวลาที่เก็บรักษา (ตารางที่ 3.49) โดยเมล็ดกาแฟแบบสารที่เก็บรักษาในถุง HDPE ที่หนา 78 ไมครอน มีการเปลี่ยนแปลงความชื้นน้อยกว่าถุง HDPE ที่หนา 40 ไมครอน คือ 1.65 และ 1.99 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงความชื้นลดลงตามอายุการเก็บรักษา (ตารางที่ 3.46)

ตารางที่ 3.46 ความชื้นของเมล็ดกาแฟแบบกะลา ที่เก็บรักษาในรูปแบบของเมล็ดกาแฟแบบกะลาเป็นเวลา 0-24 เดือนในถุง HDPE 2 ชนิด ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่เหียะ:350 เมตรจากระดับน้ำทะเล) อ.หางดง จ.เชียงใหม่ หน่วย: เปอร์เซ็นต์

กรรมวิธี	ความชื้นของเมล็ดกาแฟแบบกะลา (เปอร์เซ็นต์)									
	ก่อนเก็บรักษา (มิ.ย.59)	3 เดือน (ก.ย.59)	6เดือน (ธ.ค.59)	9 เดือน (มี.ค.60)	12 เดือน (มิ.ย.60)	15 เดือน (ก.ย.60)	18 เดือน (ธ.ค.60)	21 เดือน (มี.ค.61)	24 เดือน (มิ.ย.61)	เฉลี่ย
ถุงHDPE:40ไมครอน	12	12.15	10.6	10.18	10.53	10.53	9.73	9.9	10.23	
ความชื้นเฉลี่ยที่เปลี่ยนแปลง(ก่อนเก็บ-หลังเก็บ), หน่วย:เปอร์เซ็นต์		-0.15	1.40	1.82	1.47	1.47	2.27	2.1	1.77	1.52
ถุงHDPE:78ไมครอน	12	11.95	10.53	10.93	11.03	10.73	9.65	10.48	10.83	
ความชื้นเฉลี่ยที่เปลี่ยนแปลง(ก่อนเก็บ-หลังเก็บ), หน่วย:เปอร์เซ็นต์		0.05	1.47	1.07	0.97	1.27	2.35	1.52	1.17	1.23

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ตารางที่ 3.47 ความชื้นของเมล็ดกาแฟแบบสาร ที่เก็บรักษาในรูปแบบของเมล็ดกาแฟแบบกะลาเป็นเวลา 0-24 เดือนในถุง HDPE 2 ชนิด ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่เหียะ:350 เมตรจากระดับน้ำทะเล) อ.หางดง จ.เชียงใหม่ หน่วย: เปอร์เซ็นต์

กรรมวิธี	ความชื้นของเมล็ดกาแฟแบบสาร (เปอร์เซ็นต์)									
	ก่อนเก็บรักษา (มิ.ย.59)	3 เดือน (ก.ย.59)	6เดือน (ธ.ค.59)	9 เดือน (มี.ค.60)	12 เดือน (มิ.ย.60)	15 เดือน (ก.ย.60)	18 เดือน (ธ.ค.60)	21 เดือน (มี.ค.61)	24 เดือน (มิ.ย.61)	เฉลี่ย
ถุงHDPE:40ไมครอน	12.55	12.45	10.4	10.4	10.73	10.5	9.68	10.1	10.23	
ความชื้นเฉลี่ยที่เปลี่ยนแปลง(ก่อนเก็บ-หลังเก็บ), หน่วย:เปอร์เซ็นต์		0.1	2.15	2.15	1.82	2.05	2.87	2.45	2.32	1.99
ถุงHDPE:78ไมครอน	12.55	12.3	10.5	11.05	11.1	10.9	9.93	10.58	10.83	
ความชื้นเฉลี่ยที่เปลี่ยนแปลง(ก่อนเก็บ-หลังเก็บ), หน่วย:เปอร์เซ็นต์		0.25	2.05	1.5	1.45	1.65	2.62	1.97	1.72	1.65

ตารางที่ 3.48 ความชื้นของเมล็ดกาแฟแบบกะลา ที่เก็บรักษาในรูปแบบของเมล็ดกาแฟแบบกะลาเป็นเวลา 0-24 เดือนในถุง HDPE 2 ชนิด ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่เหียะ:350 เมตรจากระดับน้ำทะเล) อ.หางดง จ.เชียงใหม่ หน่วย: เปอร์เซ็นต์

ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)	ชนิดถุงเก็บกาแฟ (ไมครอน)		ระยะเวลา-เฉลี่ย
	HDPE 40	HDPE 78	
0	12.00	12.00	12.00 a
3	12.15	11.95	12.05 a
6	10.60	10.53	10.56 bc
9	10.18	10.93	10.55 bc
12	10.53	11.03	10.78 b
15	10.53	10.75	10.64 bc
18	9.73	9.65	9.69 c
21	9.90	10.48	10.19 c
24	10.23	10.83	10.53 bc
ชนิดถุง-เฉลี่ย	10.65 ^{ns}	10.90 ^{ns}	

C.V. (ชนิดถุง) = 5.63 % C.V. (ระยะเวลา) = 3.12 %

(1) เปรียบเทียบทางด้านสถิติ ความชื้นของเมล็ดกาแฟแบบกะลา ที่เก็บรักษาในแต่ละช่วงเดือน เมื่อใส่ในถุงแต่ละชนิด

** แตกต่างกันโดยใช้ค่า LSD ns ไม่แตกต่างทางสถิติ

(2) เปรียบเทียบทางด้านแถว ความชื้นของเมล็ดกาแฟแบบกะลา ที่เก็บรักษาในถุงแต่ละชนิด เมื่อเก็บรักษาในแต่ละช่วงเดือน ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกัน โดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.49 ความชื้นของเมล็ดกาแฟแบบสาร ที่เก็บรักษาในรูปแบบของเมล็ดกาแฟแบบกะลาเป็นเวลา 0-24 เดือนในถุง HDPE 2 ชนิด ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่เหียะ:350 เมตรจากระดับน้ำทะเล) อ.หางดง จ.เชียงใหม่ หน่วย: เปอร์เซ็นต์

ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)	ชนิดถุงเก็บกาแฟ (ไมครอน)		ระยะเวลา-เฉลี่ย
	HDPE 40	HDPE 78	
0	12.50	12.50	12.50 a
3	12.45	10.40	12.38 a
6	10.4	12.30	10.45 c
9	10.4	10.50	10.73 bc
12	10.72	11.05	10.91 b
15	10.50	11.10	10.70 bc
18	9.67	10.90	9.8 d
21	10.1	9.92	10.34 c
24	10.23	10.57	10.53 bc
ชนิดถุง-เฉลี่ย	10.77 ^{ns}	11.08 ^{ns}	

C.V. (ชนิดถุง) = 6.63 % C.V. (ระยะเวลา) = 2.34 %

(1) เปรียบเทียบทางด้านสดมภ์ ความชื้นของเมล็ดกาแฟแบบสาร ที่เก็บรักษาในแต่ละช่วงเดือน เมื่อใส่ในถุงแต่ละชนิด

** แตกต่างกันโดยใช้ค่า LSD ns ไม่แตกต่างทางสถิติ

(2) เปรียบเทียบทางด้านแถว ความชื้นของเมล็ดกาแฟแบบสาร ที่เก็บรักษาในถุงแต่ละชนิด เมื่อเก็บรักษาในแต่ละช่วงเดือน ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกัน โดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ลักษณะทางกายภาพของเมล็ดกาแฟ (กาแฟสาร)

ประเมินแบ่งเกรดด้วยตะแกรงคัดแยกขนาดเมล็ด (Coffee test sieve) ตามกำหนดมาตรฐานสินค้าเกษตร : เมล็ดกาแฟอะราบิกาตามพระราชบัญญัติมาตรฐานสินค้าเกษตร พ.ศ. 2551 มาตรฐานเลขที่ มกษ. 5701 – 2552 (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2552) โดยเมล็ดกลม (Peaberry) คือ เมล็ดกาแฟที่มีลักษณะกลม เมล็ดปกติแบ่งออกเป็น 4 เกรดได้แก่ เกรด 1 คือ เมล็ดกาแฟปกติที่มีขนาด › 7.1 มิลลิเมตร เกรด 2 คือ เมล็ดกาแฟปกติที่มีขนาด 6.3 ≤ 7.1 มิลลิเมตร เกรด 3 คือ เมล็ดกาแฟปกติที่มีขนาด 5.6 ≤ 6.3 มิลลิเมตร เกรด 4 คือ เมล็ดกาแฟที่มีขนาด ≤ 5.6 มิลลิเมตร สำหรับลักษณะข้อบกพร่อง ได้แก่ เมล็ดดำ เมล็ดแตก เมล็ดสามเหลี่ยม แมลงทำลาย โรคทำลาย หูช้าง และเมล็ดซีด/เหี่ยว

ก่อนเก็บรักษา เมล็ดกาแฟแบบกะลาเมื่อนำมากะเทาะเป็นเมล็ดกาแฟแบบสาร พบว่า มีขนาดเมล็ดกาแฟแบบสารคือ เกรด 1 จำนวน 27.9 เปอร์เซ็นต์ เกรด 2 จำนวน 50.1 เปอร์เซ็นต์ เกรด 3 จำนวน 13.4 เปอร์เซ็นต์ เกรด 4 จำนวน 2.4 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดกลม จำนวน 0 เปอร์เซ็นต์ ข้อบกพร่องคิดเป็น 6.3 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3.50)

3 เดือนหลังเก็บรักษา ในถุง HDPE ที่หนา 40 ไมครอน พบว่า มีขนาดเมล็ดกาแฟแบบสารคือ เกรด 1 จำนวน 30.4 เปอร์เซ็นต์ เกรด 2 จำนวน 48.5 เปอร์เซ็นต์ เกรด 3 จำนวน 9.1 เปอร์เซ็นต์ เกรด 4 จำนวน 1.3 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดกลม จำนวน 0 เปอร์เซ็นต์ ข้อบกพร่องคิดเป็น 10.8 เปอร์เซ็นต์ สำหรับในถุง HDPE ที่หนา 78 ไมครอน พบว่า มีขนาดเมล็ดกาแฟแบบสารคือ เกรด 1 จำนวน 29.2 เปอร์เซ็นต์ เกรด 2 จำนวน 48.5 เปอร์เซ็นต์ เกรด 3 จำนวน 9 เปอร์เซ็นต์ เกรด 4 จำนวน 1.5 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดกลม จำนวน 0 เปอร์เซ็นต์ ข้อบกพร่องคิดเป็น 11.8 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3.50)

6 เดือนหลังเก็บรักษา ในถุง HDPE ที่หนา 40 ไมครอน พบว่า มีขนาดเมล็ดกาแฟแบบสารคือ เกรด 1 จำนวน 26.4 เปอร์เซ็นต์ เกรด 2 จำนวน 49.4 เปอร์เซ็นต์ เกรด 3 จำนวน 11.4 เปอร์เซ็นต์ เกรด 4 จำนวน 1.6 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดกลม จำนวน 0 เปอร์เซ็นต์ ข้อบกพร่องคิดเป็น 11.2 เปอร์เซ็นต์ สำหรับในถุง HDPE ที่หนา 78 ไมครอน พบว่า มีขนาดเมล็ดกาแฟแบบสารคือ เกรด 1 จำนวน 24.4 เปอร์เซ็นต์ เกรด 2

กรมวิชาการเกษตร

จำนวน 50.3 เปอร์เซ็นต์ เกรด 3 จำนวน 12.2 เปอร์เซ็นต์ เกรด 4 จำนวน 1.8 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดกลม จำนวน 0 เปอร์เซ็นต์ ข้อบกพร่องคิดเป็น 11.4 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3.50)

9 เดือนหลังเก็บรักษา ในถุง HDPE ที่หนา 40 ไมครอน พบว่า มีขนาดเมล็ดกาแฟแบบสารคือ เกรด 1 จำนวน 27.7 เปอร์เซ็นต์ เกรด 2 จำนวน 53 เปอร์เซ็นต์ เกรด 3 จำนวน 12.9 เปอร์เซ็นต์ เกรด 4 จำนวน 2.7 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดกลม จำนวน 0 เปอร์เซ็นต์ ข้อบกพร่องคิดเป็น 4 เปอร์เซ็นต์ สำหรับในถุง HDPE ที่หนา 78 ไมครอน พบว่า มีขนาดเมล็ดกาแฟแบบสารคือ เกรด 1 จำนวน 32.5 เปอร์เซ็นต์ เกรด 2 จำนวน 51 เปอร์เซ็นต์ เกรด 3 จำนวน 10.7 เปอร์เซ็นต์ เกรด 4 จำนวน 2.0 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดกลม จำนวน 0 เปอร์เซ็นต์ ข้อบกพร่องคิดเป็น 3.9 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3.50)

12 เดือนหลังเก็บรักษา ในถุง HDPE ที่หนา 40 ไมครอน พบว่า มีขนาดเมล็ดกาแฟแบบสารคือ เกรด 1 จำนวน 31.8 เปอร์เซ็นต์ เกรด 2 จำนวน 47 เปอร์เซ็นต์ เกรด 3 จำนวน 10 เปอร์เซ็นต์ เกรด 4 จำนวน 1.1 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดกลม จำนวน 7.1 เปอร์เซ็นต์ ข้อบกพร่องคิดเป็น 3.04 เปอร์เซ็นต์ สำหรับในถุง HDPE ที่หนา 78 ไมครอน พบว่า มีขนาดเมล็ดกาแฟแบบสารคือ เกรด 1 จำนวน 31.8 เปอร์เซ็นต์ เกรด 2 จำนวน 47.8 เปอร์เซ็นต์ เกรด 3 จำนวน 10 เปอร์เซ็นต์ เกรด 4 จำนวน 1.1 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดกลม จำนวน 7.3 เปอร์เซ็นต์ ข้อบกพร่องคิดเป็น 2 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3.50)

15 เดือนหลังเก็บรักษา ในถุง HDPE ที่หนา 40 ไมครอน พบว่า มีขนาดเมล็ดกาแฟแบบสารคือ เกรด 1 จำนวน 30.8 เปอร์เซ็นต์ เกรด 2 จำนวน 45.8 เปอร์เซ็นต์ เกรด 3 จำนวน 10.8 เปอร์เซ็นต์ เกรด 4 จำนวน 1.5 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดกลม จำนวน 7.7 เปอร์เซ็นต์ ข้อบกพร่องคิดเป็น 3.4 เปอร์เซ็นต์ สำหรับในถุง HDPE ที่หนา 78 ไมครอน พบว่า มีขนาดเมล็ดกาแฟแบบสารคือ เกรด 1 จำนวน 31.6 เปอร์เซ็นต์ เกรด 2 จำนวน 46.9 เปอร์เซ็นต์ เกรด 3 จำนวน 10.3 เปอร์เซ็นต์ เกรด 4 จำนวน 1.2 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดกลม จำนวน 7.9 เปอร์เซ็นต์ ข้อบกพร่องคิดเป็น 2.3 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3.50)

18 เดือนหลังเก็บรักษา ในถุง HDPE ที่หนา 40 ไมครอน พบว่า มีขนาดเมล็ดกาแฟแบบสารคือ เกรด 1 จำนวน 27.1 เปอร์เซ็นต์ เกรด 2 จำนวน 48.2 เปอร์เซ็นต์ เกรด 3 จำนวน 8.8 เปอร์เซ็นต์ เกรด 4 จำนวน 0.6 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดกลม จำนวน 7.8 เปอร์เซ็นต์ ข้อบกพร่องคิดเป็น 7.5 เปอร์เซ็นต์ สำหรับในถุง HDPE ที่หนา 78 ไมครอน พบว่า มีขนาดเมล็ดกาแฟแบบสารคือ เกรด 1 จำนวน 28.6 เปอร์เซ็นต์ เกรด 2 จำนวน 47.6 เปอร์เซ็นต์ เกรด 3 จำนวน 9.5 เปอร์เซ็นต์ เกรด 4 จำนวน 1.3 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดกลม จำนวน 8.0 เปอร์เซ็นต์ ข้อบกพร่องคิดเป็น 5.1 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3.50)

21 เดือนหลังเก็บรักษา ในถุง HDPE ที่หนา 40 ไมครอน พบว่า มีขนาดเมล็ดกาแฟแบบสารคือ เกรด 1 จำนวน 23.6 เปอร์เซ็นต์ เกรด 2 จำนวน 48.6 เปอร์เซ็นต์ เกรด 3 จำนวน 10.8 เปอร์เซ็นต์ เกรด 4 จำนวน 1 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดกลม จำนวน 8.6 เปอร์เซ็นต์ ข้อบกพร่องคิดเป็น 7.4 เปอร์เซ็นต์ สำหรับในถุง HDPE ที่หนา 78 ไมครอน พบว่า มีขนาดเมล็ดกาแฟแบบสารคือ เกรด 1 จำนวน 23.1 เปอร์เซ็นต์ เกรด 2 จำนวน 48.6 เปอร์เซ็นต์ เกรด 3 จำนวน 10.8 เปอร์เซ็นต์ เกรด 4 จำนวน 0.8 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดกลม จำนวน 8.6 เปอร์เซ็นต์ ข้อบกพร่องคิดเป็น 8.2 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3.50)

24 เดือนหลังเก็บรักษา ในถุง HDPE ที่หนา 40 ไมครอน พบว่า มีขนาดเมล็ดกาแฟแบบสารคือ เกรด 1 จำนวน 21.9 เปอร์เซ็นต์ เกรด 2 จำนวน 49.3 เปอร์เซ็นต์ เกรด 3 จำนวน 12.4 เปอร์เซ็นต์ เกรด 4 จำนวน 1.4 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดกลม จำนวน 8.1 เปอร์เซ็นต์ ข้อบกพร่องคิดเป็น 6.8 เปอร์เซ็นต์ สำหรับในถุง HDPE ที่หนา 78 ไมครอน พบว่า มีขนาดเมล็ดกาแฟแบบสารคือ เกรด 1 จำนวน 23 เปอร์เซ็นต์ เกรด 2 จำนวน 48.2 เปอร์เซ็นต์ เกรด 3 จำนวน 10.8 เปอร์เซ็นต์ เกรด 4 จำนวน 1.4 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดกลม จำนวน 7.3 เปอร์เซ็นต์ ข้อบกพร่องคิดเป็น 9.1 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3.50)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.50 ลักษณะทางกายภาพของเมล็ดกาแฟแบบสาร ได้แก่ ขนาด และข้อบกพร่อง ของกาแฟที่เก็บรักษาในรูปแบบของเมล็ดกาแฟแบบกะลาเป็นเวลา 0-24 เดือนในถุง HDPE 2 ชนิด ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่เหียะ:350 เมตรจากระดับน้ำทะเล) อ.หางดง จ.เชียงใหม่ หน่วย: เปอร์เซ็นต์

ชนิดถุง(ไมครอน)	ระยะเวลา (เดือน)	น.น.กะลา (กรัม)	น.น.สาร กาแฟ(กรัม)	ขนาดเกรดกาแฟ(%)				เมล็ดกลม (%)	ข้อบก พร่อง(%)	รวม (%)
				1	2	3	4			
HDPE 40	0	500	420.00	26.7	50.5	14.1	2.4	0.0	6.3	100
HDPE 78	0	500	424.00	29.2	49.6	12.7	2.3	0.0	6.2	100
HDPE 40	3	500	374.58	30.4	48.5	9.1	1.3	0.0	10.8	100
HDPE 78	3	500	382.50	29.2	48.5	9.0	1.5	0.0	11.8	100
HDPE 40	6	500	374.58	26.4	49.4	11.4	1.6	0.0	11.2	100
HDPE 78	6	500	382.50	24.4	50.3	12.2	1.8	0.0	11.4	100
HDPE 40	9	500	447.50	27.4	53.0	12.9	2.7	0.0	4.0	100
HDPE 78	9	500	455.00	32.5	51.0	10.7	2.0	0.0	3.9	100
HDPE 40	12	500	512.54	31.8	47.0	10.0	1.1	7.1	3.04	100
HDPE 78	12	500	485.17	31.8	47.8	10.0	1.1	7.3	2.0	100
HDPE 40	15	500	474.34	30.8	45.8	10.8	1.5	7.7	3.4	100
HDPE 78	15	500	441.67	31.6	46.9	10.3	1.2	7.9	2.3	100
HDPE 40	18	500	323.15	27.1	48.2	8.8	0.6	7.8	7.5	100
HDPE 78	18	500	325.63	28.6	47.6	9.5	1.3	8.0	5.1	100
HDPE 40	21	500	347.06	23.6	48.6	10.8	1.0	8.6	7.4	100
HDPE 78	21	500	338.78	23.1	48.6	10.8	0.8	8.6	8.2	100
HDPE 40	24	500	346.99	21.9	49.3	12.4	1.4	8.1	6.8	100
HDPE 78	24	500	352.31	23.0	48.2	10.8	1.4	7.3	9.1	100

หมายเหตุ เกรด 1 คือ เมล็ดกาแฟปกติที่มีขนาด › 7.1 มิลลิเมตร เกรด 2 คือ เมล็ดกาแฟปกติที่มีขนาด 6.3 ≤ 7.1 มิลลิเมตร เกรด 3 คือ เมล็ดกาแฟปกติที่มีขนาด 5.6 ≤ 6.3 มิลลิเมตร เกรด 4 คือ เมล็ดกาแฟที่มีขนาด ≤ 5.6 มิลลิเมตร ข้อบกพร่อง ได้แก่ เมล็ดดำ เมล็ดแตก เมล็ดสามเหลี่ยม แมลงทำลาย โรคทำลาย หูช้าง และเมล็ดชีด/เหี่ยว

จากข้อมูลข้อบกพร่องของเมล็ดกาแฟที่เก็บในถุง HDPE 2 ชนิดในแต่ละช่วงเวลาเป็นเวลา 2 ปี 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 นอกจากนี้พบว่า มีข้อบกพร่องน้อยที่สุดเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน (ตารางที่ 3.51)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ตารางที่ 3.51 ข้อบกพร่องของเมล็ดกาแฟแบบสาร ที่เก็บรักษาในรูปแบบของเมล็ดกาแฟแบบกะลาเป็นเวลา 0-24 เดือนในถุง HDPE 2 ชนิด ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่เหียะ:350 เมตรจากระดับน้ำทะเล) อ.หางดง จ.เชียงใหม่ หน่วย: เปอร์เซ็นต์

ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)	ชนิดถุงเก็บกาแฟ		ระยะเวลา-เฉลี่ย
	HDPE ที่หนา 40 ไมครอน	HDPE ที่หนา 78 ไมครอน	
0	6.3	6.3	6.3 b
3	10.8	11.8	11.3 a
6	11.1	11.4	11.3 a
9	4.0	3.9	4 c
12	3.0	2.0	2.52 c
15	3.4	2.2	2.8 c
18	7.5	5.1	6.3 b
21	7.4	8.2	7.8 b
24	6.8	9.1	8.0 b
ชนิดถุง-เฉลี่ย	6.7 ^{ns}	6.7 ^{ns}	

C.V. (ชนิดถุง) = 32.8 % C.V. (ระยะเวลา) = 23.32 %

(1) เปรียบเทียบทางด้านสถิติ ความชื้นของเมล็ดกาแฟแบบสาร ที่เก็บรักษาในแต่ละช่วงเดือน เมื่อใส่ในถุงแต่ละชนิด

** แตกต่างกันโดยใช้ค่า LSD ns ไม่แตกต่างทางสถิติ

(2) เปรียบเทียบทางด้านแถว ความชื้นของเมล็ดกาแฟแบบสาร ที่เก็บรักษาในถุงแต่ละชนิด เมื่อเก็บรักษาในแต่ละช่วงเดือน ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกัน โดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

คุณภาพทางประสาทสัมผัส (คุณภาพการชิม)

ทดสอบคุณภาพการชิมโดยนักวิชาการของศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ที่ผ่านการอบรม โดยนำเมล็ดกาแฟมาคั่วด้วยเครื่องคั่วยี่ห้อ PROBAT รุ่น PRE-1 ELECTRIC ROASTER (พลังงงานไฟฟ้า) ที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส จนเกิด first crack (เมล็ดกาแฟได้รับความร้อนและมีเสียง) เป็นเวลา 30 วินาที คุณภาพการชิมได้แก่ Fragrance/Aroma (10 คะแนน), Flavor (10 คะแนน), Aftertaste (10 คะแนน), Acidity (10 คะแนน), Body (10 คะแนน), Balance (10 คะแนน), Uniformnity (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) คะแนนเต็ม 100 คะแนน ดังนี้

ก่อนเก็บรักษาเมล็ดกาแฟแบบกะลาเมื่อนำมากะเทาะเป็นเมล็ดกาแฟแบบสาร จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน พบว่า มีคะแนนคุณภาพการชิมเฉลี่ย 76.23 คะแนน (ตารางที่ 3.52 และตารางที่ 3.53)

3 เดือนหลังเก็บรักษา จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน ในถุง HDPE ที่หนา 40 ไมครอน พบว่า มีคะแนนคุณภาพการชิมเฉลี่ย 78.09 คะแนน สำหรับในถุง HDPE ที่หนา 78 ไมครอน พบว่า มีคะแนนคุณภาพการชิมเฉลี่ย 78.75 คะแนน (ตารางที่ 3.52 และตารางที่ 3.53)

6 เดือนหลังเก็บรักษา จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน ในถุง HDPE ที่หนา 40 ไมครอน พบว่า มีคะแนนคุณภาพการชิมเฉลี่ย 79.41 คะแนน สำหรับในถุง HDPE ที่หนา 78 ไมครอน พบว่า มีคะแนนคุณภาพการชิมเฉลี่ย 79.67 คะแนน (ตารางที่ 3.52 และตารางที่ 3.53)

9 เดือนหลังเก็บรักษา จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน ในถุง HDPE ที่หนา 40 ไมครอน พบว่า มีคะแนนคุณภาพการชิมเฉลี่ย 82.04 คะแนน สำหรับในถุง HDPE ที่หนา 78 ไมครอน พบว่า มีคะแนนคุณภาพการชิมเฉลี่ย 82.44 คะแนน (ตารางที่ 3.52 และตารางที่ 3.53)

กรมวิชาการเกษตร

12 เดือนหลังเก็บรักษา จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน ในถุง HDPE ที่หนา 40 ไมครอน พบว่า มีคะแนนคุณภาพการชิมเฉลี่ย 87.94 คะแนน สำหรับในถุง HDPE ที่หนา 78 ไมครอน พบว่า มีคะแนนคุณภาพการชิมเฉลี่ย 97.94 คะแนน (ตารางที่ 3.52 และตารางที่ 3.53)

15 เดือนหลังเก็บรักษา จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน ในถุง HDPE ที่หนา 40 ไมครอน พบว่า มีคะแนนคุณภาพการชิมเฉลี่ย 86.81 คะแนน สำหรับในถุง HDPE ที่หนา 78 ไมครอน พบว่า มีคะแนนคุณภาพการชิมเฉลี่ย 86.88 คะแนน (ตารางที่ 3.52 และตารางที่ 3.53)

18 เดือนหลังเก็บรักษา จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน ในถุง HDPE ที่หนา 40 ไมครอน พบว่า มีคะแนนคุณภาพการชิมเฉลี่ย 80.31 คะแนน สำหรับในถุง HDPE ที่หนา 78 ไมครอน พบว่า มีคะแนนคุณภาพการชิมเฉลี่ย 80.25 คะแนน (ตารางที่ 3.52 และตารางที่ 3.53)

21 เดือนหลังเก็บรักษา จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน ในถุง HDPE ที่หนา 40 ไมครอน พบว่า มีคะแนนคุณภาพการชิมเฉลี่ย 77.69 คะแนน สำหรับในถุง HDPE ที่หนา 78 ไมครอน พบว่า มีคะแนนคุณภาพการชิมเฉลี่ย 76.56 คะแนน (ตารางที่ 3.52 และตารางที่ 3.53)

24 เดือนหลังเก็บรักษา จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน ในถุง HDPE ที่หนา 40 ไมครอน พบว่า มีคะแนนคุณภาพการชิมเฉลี่ย 73.88 คะแนน สำหรับในถุง HDPE ที่หนา 78 ไมครอน พบว่า มีคะแนนคุณภาพการชิมเฉลี่ย 73.19 คะแนน (ตารางที่ 3.52 และตารางที่ 3.53)

จากข้อมูลคุณภาพการชิมของเมล็ดกาแฟที่เก็บในถุง HDPE 2 ชนิดในแต่ละช่วงเวลาเป็นเวลา 2 ปี โดยนักวิชาการของศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ที่ผ่านการอบรม 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 ถึงเดือนที่ 12 และลดลงตามลำดับในเดือนที่ 15 ถึงเดือน 24 โดยที่อายุเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือนมีคุณภาพการชิมสูงที่สุด รองลงมาคือที่ 15 เดือน และ 9 เดือน คือ 87.94 86.84 และ 82.24 ตามลำดับ (และตารางที่ 3.53)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.52 คุณภาพทางประสาทสัมผัส (คุณภาพการชิม)ได้แก่ Fragrance/Aroma, Flavor, Aftertaste, Acidity, Body, Balance, Uniformnity, Sweetness, Clean cup และ Overall acceptance คะแนนเต็ม (Total) 100 คะแนน ของกาแฟอะราบิกาที่เก็บรักษาในรูปแบบของเมล็ดกาแฟแบบกะลาเป็นเวลา 0-24 เดือนในถุง HDPE 2 ชนิด ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่เหียะ:350 เมตรจากระดับน้ำทะเล) อ.หางดง จ.เชียงใหม่ หน่วย: เปอร์เซ็นต์

ชนิดถุง (ไมครอน)	เวลา (เดือน)	Fragrance/ Aroma	Flavor	After taste	Acidity	Body	Balance	Uniformity	Sweetness	Clean Cup	Overall	Total
HDPE40	0	6.75	6.40	6.57	6.49	6.49	6.50	10	10	10	6.63	75.82
HDPE78	0	6.91	6.58	6.65	6.56	6.63	6.63	10	10	10	6.69	76.64
HDPE40	3	7.25	6.72	6.88	6.75	6.75	6.88	10	10	10	6.88	78.10
HDPE78	3	7.06	6.81	7.00	6.88	7.06	7.00	10	10	10	6.94	78.75
HDPE40	6	7.46	7.08	7.00	7.00	7.06	6.94	10	10	10	6.88	79.41
HDPE78	6	7.17	6.94	7.13	7.19	7.19	7.06	10	10	10	7.00	79.67
HDPE40	9	7.67	7.15	7.42	7.50	7.44	7.44	10	10	10	7.44	82.04
HDPE78	9	7.62	7.38	7.44	7.44	7.38	7.56	10	10	10	7.63	82.44
HDPE40	12	8.25	8.13	8.13	8.56	8.25	8.25	10	10	10	8.25	87.81
HDPE78	12	8.19	8.25	8.25	8.75	8.13	8.25	10	10	10	8.13	87.94
HDPE40	15	7.69	8.19	8.38	8.25	8.13	8.00	10	10	10	8.00	86.63
HDPE78	15	7.63	8.13	7.94	8.19	8.19	8.00	10	10	10	8.00	86.07
HDPE40	18	7.04	7.06	7.38	7.19	7.06	7.13	10	10	10	7.13	80.07
HDPE78	18	7.19	6.84	7.25	7.31	6.81	7.25	10	10	10	6.88	79.94
HDPE40	21	6.91	6.98	7.10	6.88	6.69	6.63	10	10	10	6.75	77.93
HDPE78	21	6.44	6.81	6.75	6.81	6.63	6.56	10	10	10	6.56	76.56
HDPE40	24	6.73	6.48	6.56	6.69	6.50	6.13	10	10	10	6.25	75.33
HDPE78	24	6.06	6.44	6.38	6.56	6.50	6.56	10	10	10	6.56	75.06

หมายเหตุ ระดับคะแนนดี (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)

ตารางที่ 3.53 คุณภาพทางประสาทสัมผัส (คุณภาพการชิม) จากคะแนนเต็ม (Total) 100 คะแนน ของกาแฟอะราบิกาที่เก็บรักษาในรูปแบบของเมล็ดกาแฟแบบกะลาเป็นเวลา 0-24 เดือนในถุง HDPE 2 ชนิด ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่เหียะ:350 เมตรจากระดับน้ำทะเล) อ.หางดง จ.เชียงใหม่ หน่วย: เปอร์เซ็นต์

ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)	ชนิดถุงเก็บกาแฟ		ระยะเวลา-เฉลี่ย
	ถุง HDPE ที่หนา 40 ไมครอน	ถุง HDPE ที่หนา 78 ไมครอน	
0	75.82	76.64	76.23 f
3	78.09	78.75	78.42 de
6	79.41	79.67	79.54 cd
9	82.04	82.44	82.24 b
12	87.94	87.94	87.94 a
15	86.81	86.88	86.84 a
18	80.31	80.25	80.28 c
21	77.69	76.56	77.13 ef
24	73.88	73.19	73.53 g
ชนิดถุง-เฉลี่ย	80.22 ^{ns}	80.26 ^{ns}	

C.V. (ชนิดถุง) = 2.540 % C.V. (ระยะเวลา) = 1.4729 %

(1) เปรียบเทียบทางด้านสดมภ์ คะแนนคุณภาพการชิม (คะแนนเต็ม 100) ที่เก็บรักษาในแต่ละช่วงเดือน เมื่อใส่ในถุงแต่ละชนิด

** แตกต่างกันโดยใช้ค่า LSD ns ไม่แตกต่างทางสถิติ

(2) เปรียบเทียบทางด้านแถว คะแนนคุณภาพการชิม (คะแนนเต็ม 100) ที่เก็บรักษาในถุงแต่ละชนิด เมื่อเก็บรักษาในแต่ละช่วงเดือน ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกัน โดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัย

องค์ประกอบทางเคมี

ทดสอบโดยบริษัทห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด ได้แก่ Ash (g/100g) Carbohydrte (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) ดำเนินการนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีเฉพาะเมล็ดกาแฟที่เก็บในถุง HDPE 2 ชนิดที่เก็บรักษาเป็นเวลา 31 เดือน โดย

ถุง HDPE ที่หนา 40 ไมครอน พบ เถ้า (Ash) 4.08 g/100g คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrte) 66.41 g/100g พลังงาน (Energy) 378.91 kcal/100g ไขมัน (Fat) 7.16 g/100g ความชื้น (Moisture) 10.14 g/100g โปรตีน (Protein) 12.21 g/100g แทนนิน (Tannin) 262.38 g/100g น้ำตาลฟรุกโตส (Fructose) ไม่พบ น้ำตาลกลูโคส (Glucose) ไม่พบ น้ำตาลซูโครส (Sucrose) 4.07 g/100g น้ำตาลมอลโทส (Maltose) ไม่พบ น้ำตาลแลกโทส (Lactose) ไม่พบ และ ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Total sugar: Fructose, Glucose, Sucrose, Maltose and Lactose) 4.07 g/100g (ตารางที่ 3.54 และภาพที่ 3.14)

ถุง HDPE ที่หนา 78 ไมครอน พบ เถ้า (Ash) 4.02 g/100g คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrte) 65.93 g/100g พลังงาน (Energy) 378.63 kcal/100g ไขมัน (Fat) 7.50 g/100g ความชื้น (Moisture) 10.70 g/100g โปรตีน (Protein) 11.85 g/100g แทนนิน (Tannin) 242.75 g/100g น้ำตาลฟรุกโตส (Fructose) ไม่พบ น้ำตาลกลูโคส (Glucose) ไม่พบ น้ำตาลซูโครส (Sucrose) 3.98 g/100g น้ำตาลมอลโทส (Maltose) ไม่พบ น้ำตาลแลกโทส (Lactose) ไม่พบ และ ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Total sugar: Fructose, Glucose, Sucrose, Maltose and Lactose) 3.98 g/100g (ตารางที่ 3.54 และภาพที่ 3.14)

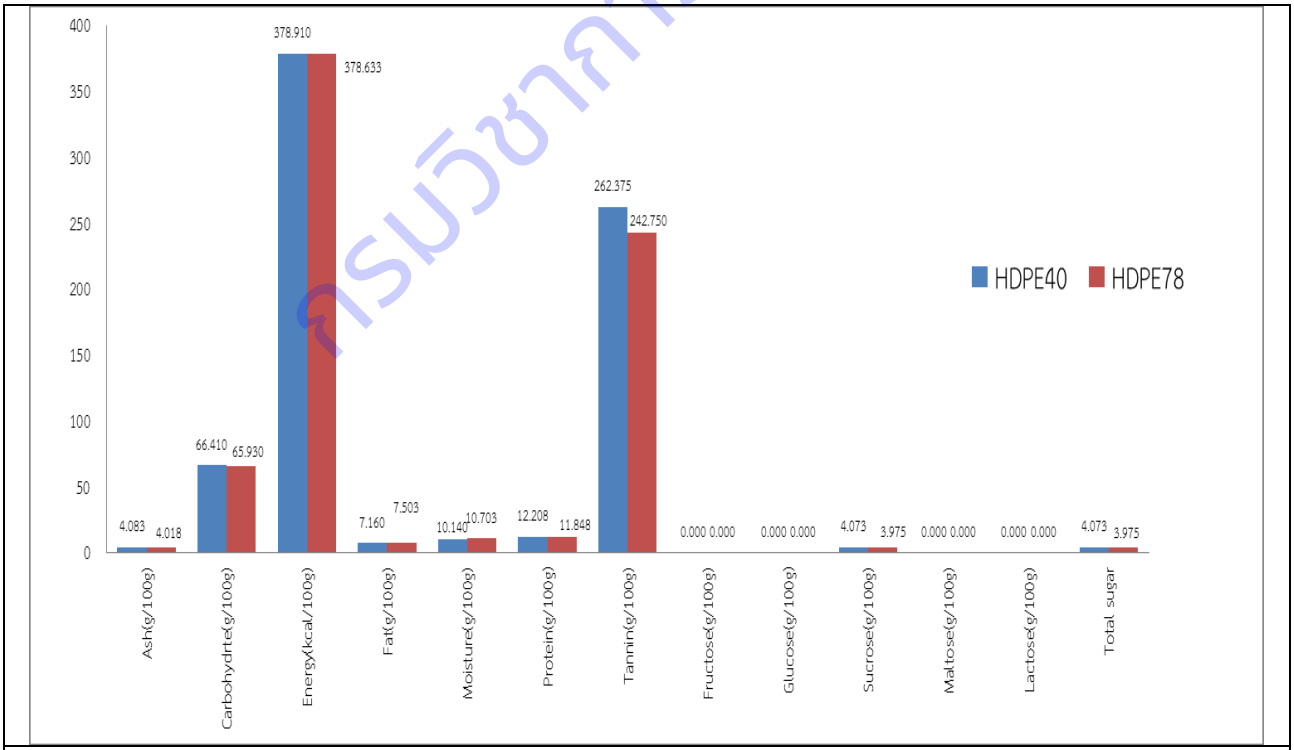
องค์ประกอบทางเคมีเฉพาะเมล็ดกาแฟที่เก็บในถุง HDPE 2 ชนิดที่เก็บรักษาเป็นเวลา 31 เดือนพบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติในองค์ประกอบทางเคมีในชนิดของถุงที่เก็บรักษา โดยพบปริมาณ เถ้า (Ash) เฉลี่ย 4.05 g/100g คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrte) เฉลี่ย 66.7 g/100g พลังงาน (Energy) เฉลี่ย 378.77 kcal/100g ไขมัน (Fat) เฉลี่ย 7.33 g/100g ความชื้น (Moisture) เฉลี่ย 10.42 g/100g โปรตีน (Protein) เฉลี่ย 12.03 g/100g แทนนิน (Tannin) เฉลี่ย 252.56 g/100g น้ำตาลฟรุกโตส (Fructose) ไม่พบ น้ำตาลกลูโคส (Glucose) ไม่พบ น้ำตาลซูโครส (Sucrose) เฉลี่ย 4.02 g/100g น้ำตาลมอลโทส (Maltose) ไม่พบ น้ำตาลแลกโทส (Lactose) ไม่พบ และ ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Total sugar: Fructose, Glucose, Sucrose, Maltose and Lactose) เฉลี่ย 4.02 g/100g (ตารางที่ 3.54)

กรมวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 3.54 องค์ประกอบทางเคมี 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) ของเมล็ดกาแฟอะราบิกาที่เก็บรักษาในถุง HDPE 2 ชนิดเป็นเวลา 31 เดือน ทดสอบโดยบริษัทห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด

องค์ประกอบทางเคมี	ชนิดถุงเก็บกาแฟ (ไมครอน)		เฉลี่ย(g/100g)
	HDPE40	HDPE78	
Ash(g/100g)	4.08	4.02	4.05 ns
Carbohydrate(g/100g)	66.41	65.93	66.17 ns
Energy(kcal/100g)	378.91	378.63	378.77 ns
Fat(g/100g)	7.16	7.50	7.33 ns
Moisture(g/100g)	10.14	10.70	10.42 ns
Protein(g/100g)	12.21	11.85	12.03 ns
Tannin(g/100g)	262.38	242.75	252.56 ns
Fructose(g/100g)	not detected	not detected	not detected
Glucose(g/100g)	not detected	not detected	not detected
Sucrose(g/100g)	4.04	3.98	4.02 ns
Maltose(g/100g)	not detected	not detected	not detected
Total sugar (Sum of Fructose, Glucose, Sucrose, Maltose and Lactose) (g/100g)	4.07	3.98	4.02 ns

(1) เปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมี ที่เก็บรักษาเป็นเวลา 31 เดือน เมื่อใส่ในถุงแต่ละชนิด ** แตกต่างกันโดยใช้ค่า LSD ns ไม่แตกต่างทางสถิติ

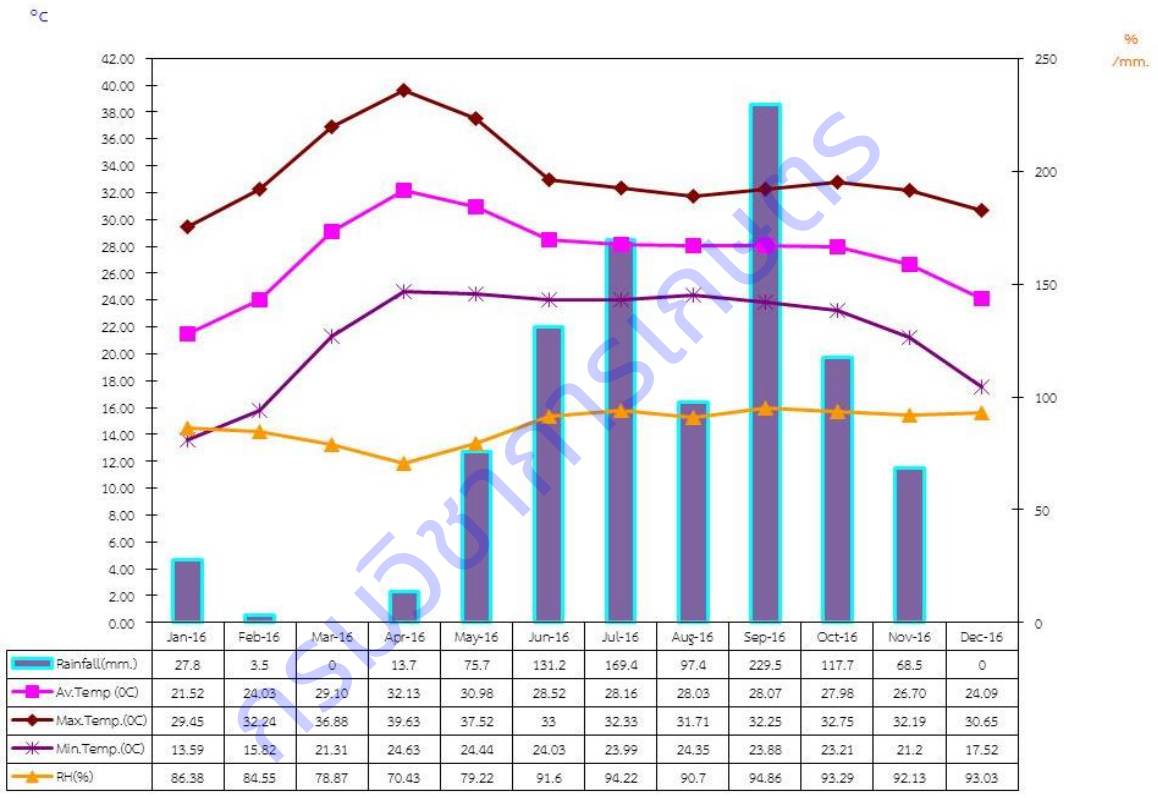


ภาพที่ 3.14 องค์ประกอบทาง ของเมล็ดกาแฟอะราบิกาที่เก็บรักษาในถุง HDPE 2 ชนิดเป็นเวลา 31 เดือน ทดสอบโดยบริษัทห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด

กรมวิชาการเกษตร

ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา

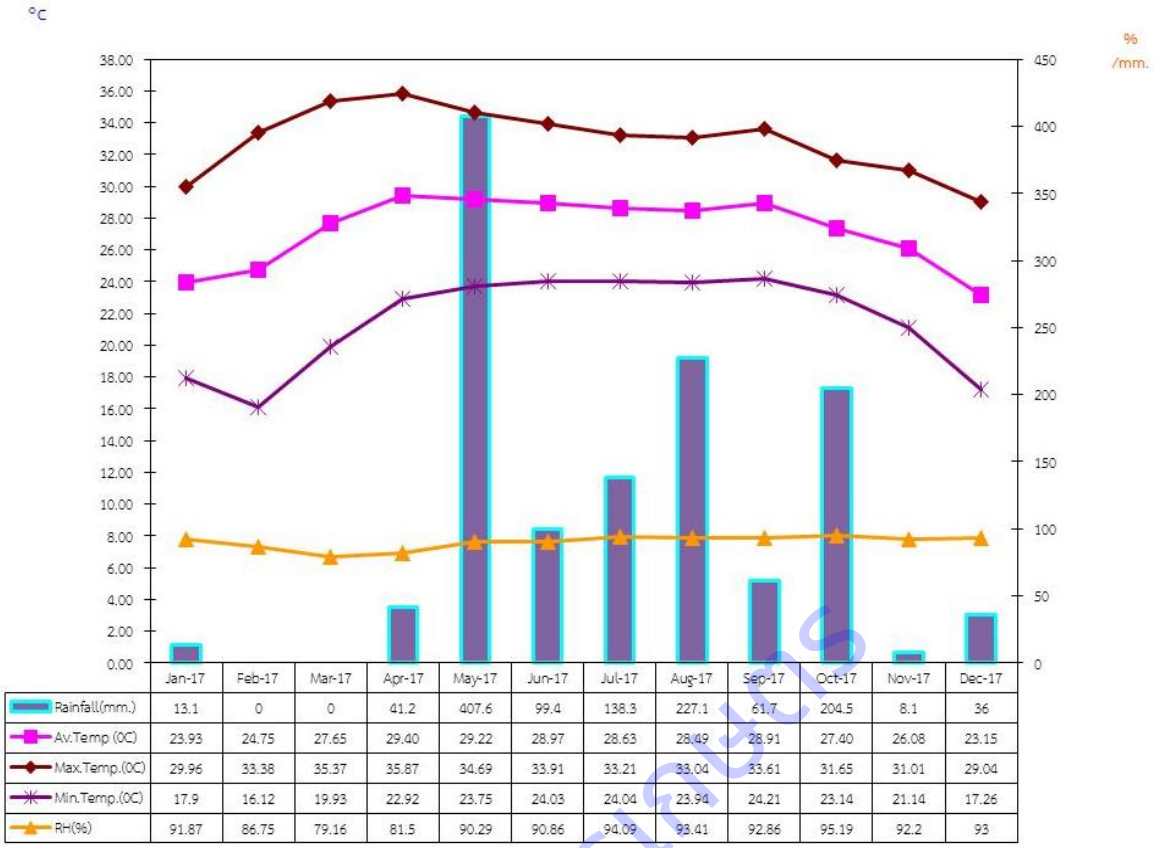
จากข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่หียะ: 1,350 เมตรจากระดับน้ำทะเล) ตั้งแต่ปี 2559-2561 พบว่า ปี 2559 มีอุณหภูมิเฉลี่ย 27.4 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 33.4 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 21.5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 87.4 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณน้ำฝนสะสม 934.4 ม.ม.ต่อปี ปี 2560 มีอุณหภูมิเฉลี่ย 27.2 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 32.9 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 21.5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 90.1 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณน้ำฝนสะสม 1,237 ม.ม.ต่อปี ปี 2561 มีอุณหภูมิเฉลี่ย 27.1 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 32.4 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 21.9 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 90.6 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณน้ำฝนสะสม 937.1 ม.ม.ต่อปี (ภาพที่ 3.15 3.16 และภาพที่ 3.17)



	Jan-16	Feb-16	Mar-16	Apr-16	May-16	Jun-16	Jul-16	Aug-16	Sep-16	Oct-16	Nov-16	Dec-16
Rainfall(mm.)	27.8	3.5	0	13.7	75.7	131.2	169.4	97.4	229.5	117.7	68.5	0
Av.Temp (OC)	21.52	24.03	29.10	32.13	30.98	28.52	28.16	28.03	28.07	27.98	26.70	24.09
Max.Temp.(OC)	29.45	32.24	36.88	39.63	37.52	33	32.33	31.71	32.25	32.75	32.19	30.65
Min.Temp.(OC)	13.59	15.82	21.31	24.63	24.44	24.03	23.99	24.35	23.88	23.21	21.2	17.52
RH(%)	86.38	84.55	78.87	70.43	79.22	91.6	94.22	90.7	94.86	93.29	92.13	93.03

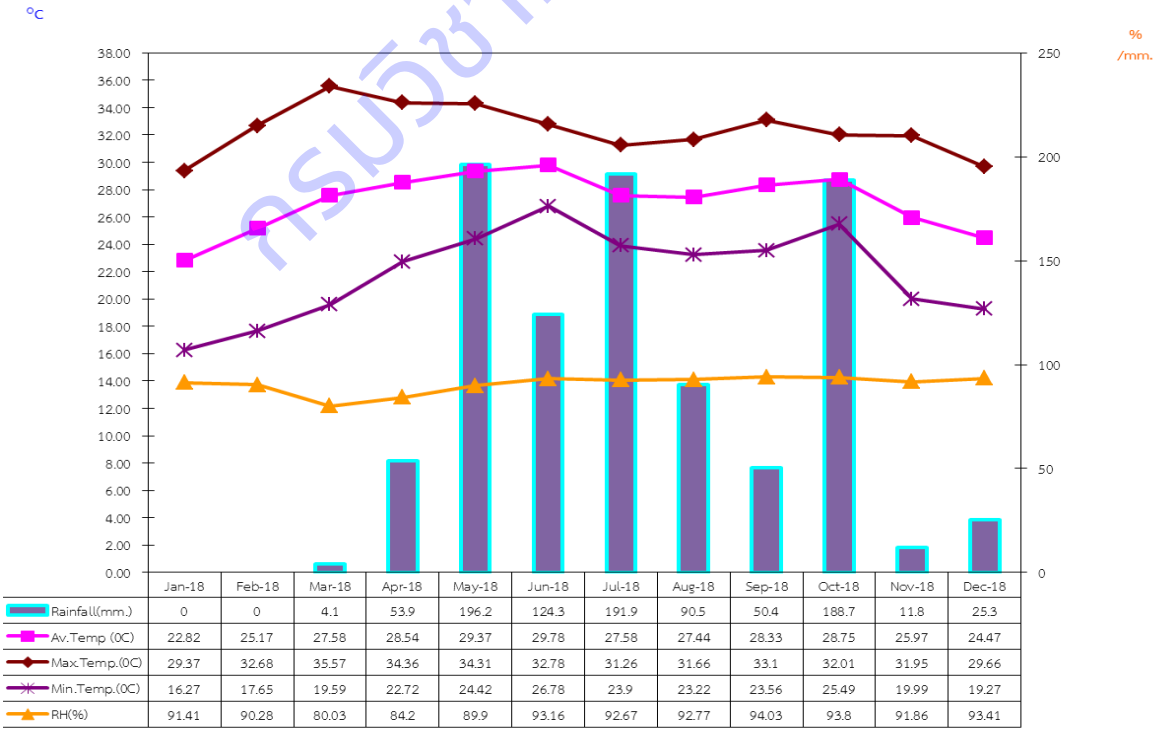
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ภาพที่ 3.15 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาได้แก่ อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณน้ำฝน ในปี พ.ศ. 2559 ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่เหียะ สูง 350 เมตร จากระดับน้ำทะเล) อ.หางดง จ.เชียงใหม่



	Jan-17	Feb-17	Mar-17	Apr-17	May-17	Jun-17	Jul-17	Aug-17	Sep-17	Oct-17	Nov-17	Dec-17
Rainfall(mm.)	13.1	0	0	41.2	407.6	99.4	138.3	227.1	61.7	204.5	8.1	36
Av.Temp (0C)	23.93	24.75	27.65	29.40	29.22	28.97	28.63	28.49	28.91	27.40	26.08	23.15
Max.Temp.(0C)	29.96	33.38	35.37	35.87	34.69	33.91	33.21	33.04	33.61	31.65	31.01	29.04
Min.Temp.(0C)	17.9	16.12	19.93	22.92	23.75	24.03	24.04	23.94	24.21	23.14	21.14	17.26
RH(%)	91.87	86.75	79.16	81.5	90.29	90.86	94.09	93.41	92.86	95.19	92.2	93

ภาพที่ 3.16 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาได้แก่ อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณน้ำฝน ในปี พ.ศ. 2560 ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่เหียะ สูง 350 เมตร จากระดับน้ำทะเล) อ.หางดง จ.เชียงใหม่



	Jan-18	Feb-18	Mar-18	Apr-18	May-18	Jun-18	Jul-18	Aug-18	Sep-18	Oct-18	Nov-18	Dec-18
Rainfall(mm.)	0	0	4.1	53.9	196.2	124.3	191.9	90.5	50.4	188.7	11.8	25.3
Av.Temp (0C)	22.82	25.17	27.58	28.54	29.37	29.78	27.58	27.44	28.33	28.75	25.97	24.47
Max.Temp.(0C)	29.37	32.68	35.57	34.36	34.31	32.78	31.26	31.66	33.1	32.01	31.95	29.66
Min.Temp.(0C)	16.27	17.65	19.59	22.72	24.42	26.78	23.9	23.22	23.56	25.49	19.99	19.27
RH(%)	91.41	90.28	80.03	84.2	89.9	93.16	92.67	92.77	94.03	93.8	91.86	93.41

ภาพที่ 3.17 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาได้แก่ อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณน้ำฝน ในปี พ.ศ. 2561 ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่เหียะ สูง 350 เมตร จากระดับน้ำทะเล) อ.หางดง จ.เชียงใหม่

กรมวิชาการเกษตร

จากงานทดลองของ ฉัตต์นภา และคณะ (2558 a) พบว่า การเก็บรักษากาแฟอะราบิกาสายพันธุ์คาติมอร์แบบกาแฟสารในถุง HDPE 78 ไมครอน ในห้องที่มีอุณหภูมิช่วงเช้า 25±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 72-78 เปอร์เซ็นต์ ช่วงบ่าย 32±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 35-42 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 24 เดือน ทำให้เมล็ดกาแฟแบบสารความชื้นลดลงก่อนการเก็บรักษา 0.25 เปอร์เซ็นต์ เริ่มพบการเปลี่ยนแปลงของสีของเมล็ดกาแฟแบบสารจากมากไปหาน้อยในเดือนที่ 6 และมีคุณภาพการชิมเพิ่มขึ้นจนถึงเดือนที่ 21 และลดลงในเดือนที่ 24 และงานทดลองของฉัตต์นภา และคณะ (2558 b) พบว่า การเก็บรักษากาแฟแบบกาแฟกะลาในถุง HDPE 78 ไมครอน ในห้องที่มีอุณหภูมิช่วงเช้า 25±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 72-78 เปอร์เซ็นต์ ช่วงบ่าย 32±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 35-42 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 24 เดือน ทำให้เมล็ดกาแฟแบบกะลามีความชื้นเพิ่มขึ้นจากก่อนการเก็บรักษา 2.9 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำมากะเทาะเปลือกได้เป็นเมล็ดกาแฟแบบสารพบว่า มีความชื้นเพิ่มขึ้นจากก่อนการเก็บรักษา 0.2 เปอร์เซ็นต์ เริ่มพบการเปลี่ยนแปลงของสีของเมล็ดกาแฟแบบสารจากมากไปหาน้อยในเดือนที่ 6 และมีคุณภาพการชิมเพิ่มขึ้นจนถุงเดือนที่ 21 และลดลงในเดือนที่ 24 โดยถุง HDPE ที่หนา 78 ไมครอนที่ใช้ในการทดลองคือ 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 และจากผลการทดลองของ Selmar *et al*. (2008) พบว่า การเก็บรักษากาแฟในแบบของกาแฟกะลา (parchment) และเมล็ดกาแฟ (green bean) ที่มีการแปรรูปแบบเปียก (Wet processing) แบบกึ่งเปียก (Semi-dry processing) และแบบแห้ง (Dry processing) ที่มีความชื้น 11.5 เปอร์เซ็นต์ ในกล่องแก้วสูญากาศ ภายในห้องที่มีอุณหภูมิ 22 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 63 เปอร์เซ็นต์ พบว่า การเก็บรักษาในรูปแบบกาแฟกะลา ทำให้เมล็ดกาแฟมีความมีชีวิตยาวนานกว่าการเก็บรักษาในรูปแบบเมล็ดกาแฟ เมื่อมีอายุเก็บรักษานานขึ้น พบว่า มีความมีชีวิตลดลง แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับการลดลงของปริมาณน้ำตาลต่าง ๆ โดยเฉพาะน้ำตาลกลูโคส และฟรุกโตส และกรดอะมิโนบางตัว ดังนั้นความรู้สึกของกลิ่นหอมระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลานานอาจมีความสัมพันธ์กับการสูญเสียความมีชีวิตของเมล็ด โดยปฏิกิริยา Maillard ที่เกิดขึ้นในระหว่างการเก็บรักษาอาจเป็นสาเหตุของการลดลงของสารตั้งต้นที่มีกลิ่นหอม และจากงานทดลองของ Phattanit, T. and Chaleeda., B. (2019) ดำเนินการเก็บรักษาเมล็ดกาแฟอะราบิกาสายพันธุ์คาติมอร์แบบสารในถุง HDPE เปรียบเทียบกับถุงกระสอบป่าน เป็นเวลา 15 เดือน พบว่า การเก็บกาแฟอะราบิกาแบบสารในถุง HDPE สามารถรักษาความชื้น สี และปริมาณกรดคลอโรจินิก (Chologenic acid) ได้ดีกว่าการเก็บรักษาในถุงกระสอบป่าน ไม่มีความแตกต่างของปริมาณสารฟีนอลิก (phenolics content) ที่เก็บรักษาในถุงทั้งสองชนิดเป็นเวลา 4 เดือน โดยการเก็บรักษาในช่วง 10 เดือนแรก การเก็บในถุง HDPE มีปริมาณแอนตี้ออกซิแดนซ์ (antioxidant activity) สูงกว่าการเก็บในถุงกระสอบป่าน แต่เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 12-15 เดือนพบว่า การเก็บในถุงกระสอบป่าน มีปริมาณ phenolics content และ antioxidant activity สูงกว่าการเก็บในถุง HDPE มีสาเหตุจากการเปลี่ยนแปลงความชื้นของเมล็กาแฟแบบสารที่เกิดการผันผวน อาจนำไปสู่สภาวะความเครียดของเมล็ดกาแฟแบบสารและมีส่วนทำให้เกิดสาร phenolics content และ antioxidant activity เพิ่มขึ้น

สำหรับผลการทดลองนี้พบว่า เก็บผลสดของกาแฟอะราบิกาสายพันธุ์คาติมอร์จากศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง: 1300 เมตรจากระดับน้ำทะเล) นำมาลอยน้ำ ลอกเปลือกด้วยเครื่องปอกผลสด หมักที่น้ำไหล 2 วัน ขัดเมือกและล้างในน้ำสะอาดและตากบนชั้นสูงจากพื้น 1.5 เมตร 7-14 วัน เก็บรักษาเมล็ดกาแฟแบบกะลาใส่ถุงตาข่ายเป็นเวลา 3 เดือน และเก็บรักษาในถุง HDPE 2 ชนิดเป็นเวลา 2 ปี คือ

*ด้านความชื้นของเมล็ดกาแฟแบบกาแฟกะลา*ที่มีความชื้นเริ่มต้น 12 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติของความชื้นของเมล็ดกาแฟแบบกะลาในชนิดของถุงที่เก็บรักษา 2 ชนิด แต่มีความแตกต่างทางสถิติของ

ความชื้นของเมล็ดกาแฟแบบกะลาในเก็บรักษาในแต่ละช่วงเดือนคือ ที่เก็บรักษาในถุง HDPE ที่หนา 40 ไมครอน มีความชื้นเมล็ดกาแฟแบบกะลาลดลงเฉลี่ย 1.52 เปอร์เซ็นต์ และในถุง HDPE ที่หนา 78 ไมครอน มีความชื้นเมล็ดกาแฟแบบกะลาลดลงเฉลี่ย 1.23 เปอร์เซ็นต์ สำหรับช่วงเดือนพบว่า เริ่มมีความชื้นลดลงใน 3 เดือนแรกเป็นต้นไป เมื่อนำเมล็ดกาแฟแบบกะลาไปกะเทาะเปลือกได้*เมล็ดกาแฟแบบสาร*ที่มีความชื้นเริ่มต้น 12.55 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติของความชื้นของเมล็ดกาแฟแบบสารในชนิดของถุงที่เก็บรักษา 2 ชนิด แต่มีความแตกต่างทางสถิติของความชื้นของเมล็ดกาแฟแบบสารในเก็บรักษาในแต่ละช่วงเดือนคือ ที่เก็บรักษาในถุง HDPE ที่หนา 40 ไมครอน มีความชื้นเมล็ดกาแฟแบบสารลดลงเฉลี่ย 1.99 เปอร์เซ็นต์ และในถุง HDPE ที่หนา 78 ไมครอน มีความชื้นเมล็ดกาแฟแบบสาร ลดลงเฉลี่ย 1.65 เปอร์เซ็นต์ สำหรับช่วงเดือนพบว่า เริ่มมีความชื้นลดลงใน 3 เดือนแรกเป็นต้นไป

ด้านสีของเมล็ดกาแฟ ที่มีสีเมล็ดกาแฟแบบกาแฟกะลาเริ่มต้นคือสี Greyed-Yellow group B162 พบว่า ไม่มีการเปลี่ยนแปลงในสีของเมล็ดกาแฟแบบกาแฟกะลาในชนิดของถุงที่เก็บรักษา 2 ชนิดในแต่ละช่วงเดือน แต่เมื่อนำเมล็ดกาแฟแบบกะลาไปกะเทาะเปลือกได้เมล็ดกาแฟแบบสารที่เริ่มต้นมีสี Bluish-Green พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงในสีของเมล็ดกาแฟแบบกาแฟสารในถุงทั้งสองชนิดพร้อมกันจากสีที่ดีไปหาสีที่ด้อยในช่วงเดือนที่ 3 เป็นต้นไปจนเดือนที่ 24 คือ Bluish-Green, Bluish-Green, Bluish-Green, Greenish, Greenish, Yellow-green, Yellow-green และ Yellow-green ตามลำดับ

ด้านข้อบกพร่องของเมล็ดกาแฟแบบสาร ที่เริ่มต้นไม่มีข้อพบกพร่อง พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติของข้อบกพร่องของเมล็ดกาแฟแบบสารในชนิดของถุงที่เก็บรักษา แต่มีความแตกต่างทางสถิติกันในข้อบกพร่องของเมล็ดกาแฟแบบสารในระยะเวลาที่เก็บรักษา คือ เมล็ดกาแฟที่เก็บรักษาในถุง HDPE ที่หนา 40 ไมครอน มีข้อบกพร่องเฉลี่ย 6.8 เปอร์เซ็นต์ และเมล็ดกาแฟที่เก็บรักษาถุง HDPE ที่หนา 78 ไมครอน มีข้อบกพร่องเฉลี่ย 6.7 เปอร์เซ็นต์ โดยพบข้อบกพร่องมากขึ้นเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 3 และ 6 เดือน ต่อมาลดลงเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 9 และ 12 เดือน และมากขึ้นเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 18 21 และ 24 เดือนตามลำดับ ทั้งนี้มีข้อบกพร่องน้อยที่สุดเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน

ด้านคุณภาพการชิม ที่เริ่มต้นจากคะแนนเต็ม 100 คะแนน มีคะแนนคุณภาพการชิมเฉลี่ย 76.23 คะแนน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติของคุณภาพการชิมในชนิดของถุงที่เก็บรักษา แต่มีความแตกต่างทางสถิติในระยะเวลาที่เก็บรักษาคือ เมล็ดกาแฟแบบกะลาที่เก็บรักษาในถุง HDPE ที่หนา 40 และ 78 ไมครอน ได้คะแนนคุณภาพการชิมเฉลี่ย 80.22 และ 80.26 ตามลำดับ สำหรับคุณภาพการชิมในแต่ละเดือนมีแนวโน้มคุณภาพการชิมที่มากขึ้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้น 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

ด้านองค์ประกอบทางเคมี ดำเนินการวิเคราะห์เฉพาะเมล็ดกาแฟที่เก็บในถุง HDPE 2 ชนิดที่เก็บรักษาเป็นเวลา 31 เดือนพบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติในองค์ประกอบทางเคมีในชนิดของถุงที่เก็บรักษา โดยพบปริมาณเถ้า (Ash) เฉลี่ย 4.05 g/100g คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrte) เฉลี่ย 66.7 g/100g พลังงาน (Energy) เฉลี่ย 378.77 kcal/100g ไขมัน (Fat) เฉลี่ย 7.33 g/100g ความชื้น (Moisture) เฉลี่ย 10.42 g/100g โปรตีน (Protein) เฉลี่ย 12.03 g/100g แทนนิน (Tannin) เฉลี่ย 252.56 g/100g น้ำตาลฟรุกโตส (Fructose) ไม่พบ น้ำตาลกลูโคส (Glucose) ไม่พบ น้ำตาลซูโครส (Sucrose) เฉลี่ย 4.02 g/100g น้ำตาลมอลโทส (Maltose) ไม่พบ น้ำตาลแลกโทส (Lactose) ไม่พบ และ ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Total sugar: Fructose, Glucose, Sucrose, Maltose and Lactose) เฉลี่ย 4.02 g/100g

กรมวิชาการเกษตร

การจัดการวัชพืชในสวนกาแฟอาราบิก้า

การศึกษาประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอกในสวนกาแฟ

การทดลองในเรือนทดลอง

ความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อต้นกาแฟ

หลังจากพ่นสารกำจัดวัชพืชตามกรรมวิธีการทดลองที่ระยะ 7 วันหลังพ่นพบว่า สารกำจัดวัชพืช oxadiazon, hezaxinone, flumioxazin และ metribuzine เป็นพิษต่อต้นกาแฟ จากการประเมินความเป็นพิษด้วยสายตา สารกำจัดวัชพืช oxadiazon เป็นพิษเล็กน้อยต่อต้นกาแฟ แสดงอาการเป็นพิษบนใบกาแฟ ใบมีอาการสีเหลืองเป็นจุดบนแผ่นใบในส่วนของใบอ่อน แต่ใบแก่ไม่พบอาการเป็นพิษ เช่นเดียวกับสารกำจัดวัชพืช flumioxazin ที่เป็นพิษที่ใบอ่อน ใบมีอาการไหม้แต่เป็นระดับความเป็นพิษรุนแรงกว่าสารกำจัดวัชพืช oxadiazon ส่วนสารกำจัดวัชพืช hezaxinone ต้นกาแฟแสดงอาการใบไหม้สีดำบนแผ่นใบแก่แต่ไม่พบบนใบอ่อนเป็นพิษอยู่ในระดับปานกลางจากการประเมินด้วยสายตาแต่สารกำจัดวัชพืช metribuzine เป็นพิษรุนแรงทำให้ต้นกาแฟมีอาการใบไหม้ที่ปลายใบและขอบใบเป็นพิษใบแก่มากกว่าใบอ่อน (ตารางที่ 3.55 และ ภาพที่ 3.18) หลังจากนั้นระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืช oxadiazon, flumioxazin และ metribuzine ยกเว้น hezaxinone ที่พบว่าอาการที่ใบไหม้ที่ระยะ 7 วันหลังพ่นสารทำให้ต้นกาแฟใบร่วง แต่ไม่ทำให้ต้นกาแฟตายและใบที่ออกใหม่ไม่พบอาการความเป็นพิษ (ภาพที่ 3.19 และภาพที่ 3.20) ส่วนสารกำจัดวัชพืชชนิดอื่นๆ ไม่เป็นพิษต่อต้นกาแฟ

การเจริญเติบโตของต้นกาแฟ

ส่วนการเจริญเติบโตของต้นกาแฟ (ตารางที่ 3.56) หลังจากพ่นสารกำจัดวัชพืชในแต่ละกรรมวิธี พบว่าทุกกรรมวิธีที่มีการพ่นสารกำจัดวัชพืช ให้ความสูง จำนวนใบ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ ขนาดทรงพุ่ม และน้ำหนักสดไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดวัชพืช (control) ยกเว้น กรรมวิธีการพ่นสารกำจัดวัชพืช hezaxinone ให้จำนวนใบ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ และน้ำหนักสดของต้นกาแฟ แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดวัชพืช ซึ่งจะเห็นว่าสารกำจัดวัชพืช hezaxinone เป็นพิษต่อต้นกาแฟ จึงส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตต่อต้นกาแฟ

ตารางที่ 3.55 ความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อต้นกาแฟที่ระยะ 7 15 และ 30 วันหลังพ่นสาร ณ เรือนทดลองกลุ่มวิจัยวัชพืช

สารกำจัดวัชพืช	อัตรา (g ai rai^{-1})	ความเป็นพิษ[1/]		
		7 DAT	15 DAT	30 DAT
1. Acetochlor 50%EC	250	0	0	0
2. Pendimethalin 33% EC	264	0	0	0
3. S-metolachlor 96% EC	192	0	0	0
4. Oxadiazon 25% EC	120	2	2	0
5. Oxyfluorfen 23.5% EC	24	0	0	0
6. Alachlor 48%EC	384	0	0	0
7. Hezaxinone 25% SL	125	4	7	7
8. Flumioxazin 50% WP	15	5	4	3
9. Metribuzine 70% EC	105	6	4	4
10. Nontreated	-	0	0	0

กรมวิชาการเกษตร

[1] ความเป็นพิษประเมิน ให้คะแนนโดยวิธีประเมินด้วยสายตาตามระบบ 0-10 ตามลักษณะที่ปรากฏดังนี้ 0= ไม่เป็นพิษ 1-3=เป็นพิษเล็กน้อย 4-6= เป็นพิษปานกลาง 7-9 = เป็นพิษรุนแรง 10 = พืชปลูกตาย

ตารางที่ 3.56 ความสูง จำนวนใบ เส้นรอบวงลำต้น ความกว้างทรงพุ่ม และน้ำหนักสดของต้นกาแฟพันธุ์อาราบิก้าที่ระยะ 90 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอก ณ เรือนทดลองกลุ่มวิจัยวัชพืช

สารกำจัดวัชพืช	อัตรา (g ai rai^{-1})	ความสูง (cm.)	จำนวนใบ	เส้นรอบวงลำต้น (cm.)	ความกว้างทรงพุ่ม (cm.)	น้ำหนักสด (g.)
1.Acetochlor 50% EC	250	41.8 a	46.1 a	5.4 a	30.4 a	46.2 a
2.Pendimetaline 33% EC	264	39.5 a	34.2 abc	5.2 a	25.2 ab	45.0 a
3.S-metolachlor 96% EC	192	41.3 a	42.6 ab	5.3 a	26.4 ab	47.6 a
4.Oxadiazone 25% EC	120	38.2 a	41.3 ab	5.1 a	27.7 ab	52.5 a
5.Oxyfluorfen 23.5% EC	24	35.9 a	40.6 ab	5.0 a	25.8 ab	43.9 ab
6.Alachlor 48% EC	384	39.7 a	40.3 ab	5.0 a	26.8 ab	45.5 a
7.Hexazinone 25 SL	125	30.9 a	15.1 d	3.2 b	20.4 b	13.5 b
8. Flumioxzine 50% WP	15	37.6 a	34.3 abc	5.1 a	24.8 ab	39.9 ab
9. Metribuzine 70% EC	105	37.4 a	29.9 bc	4.8 ab	24.6 ab	34.7 ab
10 Nontreated	-	40.7 a	41 ab	5.5 a	24.1 b	50.9 a
CV(%)		23.53	21.55	20.4	12.4	34.62

ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

กรมวิชาการเกษตร

oxadiazon 25% EC

hezaxinone 25% SL

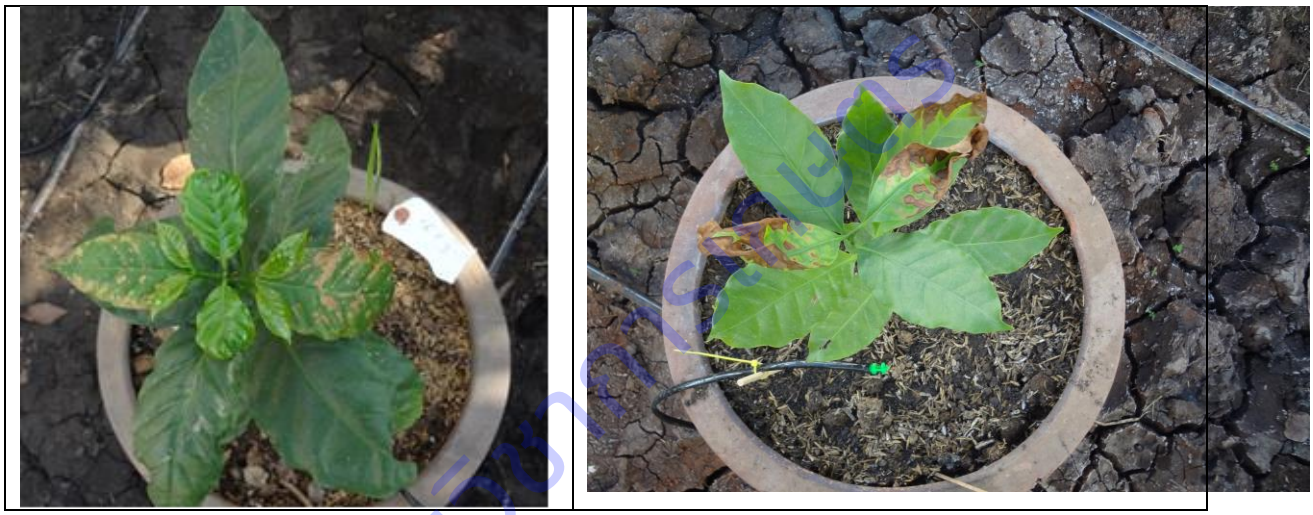
flumioxazin 50% WP

metribuzine 70% EC

ภาพที่ 3.18 อาการความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอกต่อกาแฟพันธุ์อาราบิก้า ที่ระยะ 7 วันหลังพ่น

กรมวิชาการเกษตร

oxadiazon 25% EC hezaxinone 25% SL



flumioxazin 50% WP metribuzine 70% EC

ภาพที่ 3.19 อาการความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอกต่อกาแฟพันธุ์อาราบิก้า ที่ระยะ 15 วันหลังพ่น

กรมวิชาการเกษตร

oxadiazon 25% EC hezaxinone 25% SL

flumioxazin 50% WP metribuzine 70% EC

ภาพที่ 3.20 อาการความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอกต่อกาแฟพันธุ์อาราบิก้า ที่ระยะ 30 วันหลังพ่น

การทดลองในสภาพแปลง

ความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อต้นกาแฟ

จากการประเมินความพิษของสารกำจัดวัชพืช acetochlor, pendimethalin, s-metolachlor, oxadiazon, oxyfluorfen และ alachlor ด้วยสายตาที่ระยะ 15 30 45 และ 60 วันหลังพ่นสาร ในแปลงทดลองอำเภอแม่วาง และอำเภอแม่แจ่ม (ตารางที่ 3.57 และตารางที่ 3.58) ไม่พบอาการเป็นพิษต่อต้นกาแฟ แต่ในเรือนทดลองพบว่า สารกำจัดวัชพืช oxadiazon เป็นพิษเล็กน้อยต่อต้นกาแฟ เนื่องจากการพ่นสารกำจัดวัชพืชในสภาพแปลงนั้น หลังจากพ่นแล้วมีฝนตก จึงทำให้ไม่พบความเป็นพิษต่อต้นกาแฟ โดยทั่วไปสภาพพื้นที่ปลูกกาแฟบนดอยเกษตรกรส่วนใหญ่จะปลูกในช่วงหน้าฝน ทำให้ต้นกาแฟได้รับน้ำฝนเพื่อการเจริญเติบโต

ประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืช

ประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชของสารกำจัดวัชพืชทุกชนิด ในแปลงทดลองอำเภอแม่วาง และอำเภอแม่แจ่ม ไปในทางเดียวกัน ได้แก่ สารกำจัดวัชพืช acetochlor, pendimethalin, s-metolachlor, oxadiazon, oxyfluorfen และ alachlor มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดี โดยเฉพาะสารกำจัดวัชพืช acetochlor และ oxyfluorfen มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีจนถึงระยะ 60 วันหลังพ่นสาร (ตารางที่ 3.59 และภาพที่ 3.60) และสอดคล้องกับน้ำหนักแห้งของวัชพืชที่พบในแปลงน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช และพบว่าที่ระยะ 60 วันหลังพ่นสาร สารกำจัดวัชพืช acetochlor และ oxyfluorfen มีน้ำแห้ง

กรมวิชาการเกษตร

ของวัชพืช ไม่แตกต่างกับกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน และน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช วัชพืชที่พบในแปลงได้แก่ สาบร้างสาบกา(*Ageratum conyzoides)* สาบหมา (*Eupatorium adenophorum*) กระดุมใบใหญ่ (*Borreria latifolia*) ผักปราบ(*Commelina benghalensis*) *Polygonum nepalense* (ไม่มีชื่อไทย) และหญ้าบาน่า (ลูกผสมระหว่าง Pennisetum purpureum X Pennisetum glaucum)

การเจริญเติบโตของต้นกาแฟ

หลังจากพ่นสารที่ระยะ 90 วันหลังพ่น เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของต้นกาแฟ ผลการทดลองทั้งสองแปลงไปในทางเดียวกัน โดยพบว่า การเจริญเติบโตของต้นกาแฟ ในด้านความสูง เส้นรอบวง ความกว้างใบ ความยาวใบ และขนาดทรงพุ่ม ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน และกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช (ตารางที่ 3.61 และภาพที่ 3.62)

ตารางที่ 3.57 ความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นหลังวัชพืชงอกต่อกาแฟ ที่ระยะ 15 30 45 และ 60 วันหลังพ่น แปลงการทดลอง อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่

สารกำจัดวัชพืช	อัตรา (g ai rai^{-1})	ความเป็นพิษ[1]			
		15 วันหลังพ่น	30 วันหลังพ่น	45 วันหลังพ่น	60 วันหลังพ่น
Acetochlor	250	0	0	0	0
Pendimethalin	264	0	0	0	0
S-metolachlor	192	0	0	0	0
Oxadiazon	120	0	0	0	0
Oxyfluorfen	24	0	0	0	0
Alachlor	312	0	0	0	0
Hand weeding	-	0	0	0	0
Nontreated	-	0	0	0	0

[1] ความเป็นพิษประเมิน ให้คะแนนโดยวิธีประเมินด้วยสายตาตามระบบ 0-10 ตามลักษณะที่ปรากฏดังนี้ 0= ไม่เป็นพิษ 1-3=เป็นพิษเล็กน้อย 4-6=เป็นพิษปานกลาง 7-9 = เป็นพิษรุนแรง 10 = พืชปลูกตาย

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.58 ความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอกต่อกาแฟ ที่ระยะ 15 30 45 และ 60 วันหลังพ่นสาร แปลงการทดลอง อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

สารกำจัดวัชพืช	อัตรา (g ai rai^{-1})	ความเป็นพิษ[1]			
		15 วันหลังพ่น	30 วันหลังพ่น	45 วันหลังพ่น	60 วันหลังพ่น
Acetochlor	250	0	0	0	0
Pendimethalin	264	0	0	0	0
S-metolachlor	192	0	0	0	0
Oxadiazon	120	0	0	0	0
Oxyfluorfen	24	0	0	0	0
Alachlor	312	0	0	0	0
Hand weeding	-	0	0	0	0
Nontreated	-	0	0	0	0

[1] ความเป็นพิษประเมิน ให้คะแนนโดยวิธีประเมินด้วยสายตาตามระบบ 0-10 ตามลักษณะที่ปรากฏดังนี้ 0= ไม่เป็นพิษ 1-3=เป็นพิษเล็กน้อย 4-6=เป็นพิษปานกลาง 7-9 = เป็นพิษรุนแรง 10 = พืชปลูกตาย

ตารางที่ 3.59 ประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชของสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอกในสวนกาแฟ ที่ระยะ 15 30 45 และ 60 วันหลังพ่น และน้ำหนักแห้งของวัชพืชที่ระยะ 60 วันหลังพ่น แปลงการทดลอง อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่

สารกำจัดวัชพืช	อัตรา (g ai rai^{-1})	ประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืช [1/]				น้ำหนักแห้งวัชพืช (กรัม/ตารางเมตร)
		15 วัน หลังพ่น	30 วัน หลังพ่น	45 วัน หลังพ่น	60 วัน หลังพ่น	
Acetochlor	250	10	9	8	8	0 a[2/]
Pendimethalin	264	10	8	7	6	13 b
S-metolachlor	192	10	8	7	7	9.24 ab
Oxadiazon	120	10	9	7	6	14.24 b
Oxyfluorfen	24	10	9.5	8	8	0.96 a
Alachlor	312	10	9	8	7	7.42 ab
Hand weeding	-	10	10	10	8	3.11 ab
Nontreated	-	0	0	0	0	20.93 c
CV(%)						89.16

[1/] ประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืช ให้คะแนนโดยวิธีประเมินด้วยสายตาตามระบบ 0-10 ตามลักษณะที่ปรากฏดังนี้ 0=ควบคุมไม่ได้ 1-3=ควบคุมได้เล็กน้อย 4-6=ควบคุมได้ปานกลาง 7-9= ควบคุมได้ดี 10=ควบคุมได้สมบูรณ์

[2/] ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.60 ประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชของสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอกในสวนกาแฟ ที่ระยะ 15 30 45 และ 60 วันหลังพ่น และน้ำหนักแห้งของวัชพืชที่ระยะ 60 วันหลังพ่น แปลงการทดลองอำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

สารกำจัดวัชพืช	อัตรา (g ai rai^{-1})	ประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืช [1/]				น้ำหนักแห้งวัชพืช (กรัม/ตารางเมตร)
		15 วัน หลังพ่น	30 วัน หลังพ่น	45 วัน หลังพ่น	60 วัน หลังพ่น	
acetochlor	250	9	9	8	7	5.36 a[2/]
pendimethalin	264	8	7	7	6	13.18 ab
s-metolachlor	192	8	7	7	6	11.74 ab
oxadiazon	120	9	9	9	6	17.12 ab
oxyfluorfen	24	9	9	9	8	1.15 a
alachlor	312	8	8	7	6	21.32 bc
Hand weeding	-	10	10	8	7	5.07 a
Nontreated	-	0	0	0	0	29.39 c
CV(%)						56.4

[1/] ประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืช ให้คะแนนโดยวิธีประเมินด้วยสายตาตามระบบ 0-10 ตามลักษณะที่ปรากฏดังนี้ 0=ควบคุมไม่ได้ 1-3=ควบคุมได้เล็กน้อย 4-6=ควบคุมได้ปานกลาง 7-9= ควบคุมได้ดี 10=ควบคุมได้สมบูรณ์

[2/] ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.61 ความสูง เส้นรอบวงลำต้น ความกว้างใบ ความยาวใบ และ ความกว้างทรงพุ่ม ที่ระยะ 90 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอก แปลงทดลอง อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่

สารกำจัดวัชพืช	อัตรา (g ai rai^{-1})	ความสูง	เส้นรอบวงลำต้น	ความกว้างใบ	ความยางใบ	ความกว้างทรงพุ่ม
Acetochlor 50% EC	250	34.7 ab[1]	2.0 a	5.3 a	12.1 a	37.8 ab
Pendimethalin 33% EC	264	35.3 ab	1.9 a	5.4 a	12.5 a	36.8 b
S-metolachlor 96% EC	192	32.6 ab	2.0 a	5.1 a	12.8 a	37.2 ab
Oxadiazon 25% EC	120	31.2 b	2.0 a	5.3 a	13.1 a	37. 0 b
Oxyfluorfen 23.5% EC	24	36.3 a	1.9 a	4.9 a	12.7 a	39.9 ab
Alachlor 50% EC	312	35.1 ab	2.1 a	5.0 a	12.5 a	39.8 ab
Hand weeding	-	36.0 a	2.0 a	5.1 a	12.4 a	43.1 a
Nontreated	-	36.2 a	1.9 a	4.9 a	11.7 a	36.3 b
CV(%)		7.04	6.84	8.67	10.99	8.1

[1/] ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.62 ความสูง เส้นรอบวงลำต้น ความกว้างใบ ความยาวใบ และ ความกว้างทรงพุ่ม ที่ระยะ 90 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอก แปลงทดลอง อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

สารกำจัดวัชพืช	อัตรา (g ai rai^{-1})	ความสูง	เส้นรอบวงลำต้น	ความกว้างใบ	ความยาวใบ	ความกว้างทรงพุ่ม
Acetochlor 50% EC	250	28.0 ab[1/]	1.7 a	4.5 a	10.6 a	25.0 a
Pendimethalin 33% EC	264	29.6 ab	1.5 a	4.3 a	10.6 a	24.0 a
S-metolachlor 96% EC	192	28.0 ab	1.5 a	4.5 a	10.8 a	22.1 a
Oxadiazon 25% EC	120	28.9 ab	1.5 a	4.6 a	10.8 a	25.0 a
Oxyfluorfen 23.5% EC	24	30.3 ab	1.6 a	4.7 a	10.9 a	24.3 a
Alachlor 50% EC	312	25.7 b	1.6 a	4.7 a	10.9 a	25.1 a
Hand weeding	-	31.4 ab	1.6 a	5.2 a	12.7 a	25.6 a
Nontreated	-	33.8 a	1.6 a	4.7 a	11.4 a	24.0 a
CV(%)		13.3	9.95	10.29	10.73	8.90

[1/] ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

กรมวิชาการเกษตร

ผลการวิเคราะห์สารพิษตกค้างของสารกำจัดวัชพืชในดิน

จากการวิเคราะห์สารกำจัดวัชพืชตกค้างในดิน ได้แก่ acetochlor, pendimethalin, s-metolachlor, oxadiazon, oxyfluorfen, และ alachlor ในตัวอย่างดินแปลงทดลอง อำเภอแม่วาง และอำเภอแม่แจ่ม เก็บตัวอย่างดิน 2 ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร 10-20 เซนติเมตร ก่อนพ่นสารและหลังการพ่นสารตามระยะเวลาหลังการพ่นสาร 0-81 วัน ตรวจวิเคราะห์สารตกค้างโดยวิธี Gas Chromatography ด้วยเครื่อง Gas Chromatography, Electron Capture Detector (GC-ECD) (ตารางที่ 3.59 และตารางที่ 3.60) ผลการวิเคราะห์พบว่า ก่อนทำการทดลองทั้งสองแปลงไม่พบสารกำจัดวัชพืช oxadiazon และ oxyfluorfen ตกค้างอยู่ในดิน ส่วนสาร acetochlor, pendimethalin, s-metolachlor และ alachlor ก่อนทำการทดลองพบว่ามีการทดลองอยู่ในดินอยู่แล้ว โดยส่วนใหญ่น้อยกว่า 0.01 มิลลิกรัม และหลังจากมีใช้สารกำจัดวัชพืชดังกล่าว และวิเคราะห์ผลการตกค้างจนถึงระยะ 80 วันหลังพ่นสาร พบปริมาณการตกค้างในดินที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร จากการตรวจวิเคราะห์สาร acetochlor, pendimethalin, s-metolachlor, oxadiazon oxyfluorfen, alachlor หลังการพ่นสารที่ 0 วัน พบปริมาณ 1.84, 0.55, 0.01, 0.03, 0.03, 0.03 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ เมื่อเก็บดินที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร ตรวจวิเคราะห์สาร acetochlor, pendimethalin, s-metolachlor, oxadiazon oxyfluorfen, alachlor หลังการพ่นสารที่ 80 วัน ปริมาณสารลดลงจนเหลือเท่ากับ 0.01, 0.02, <0.01, <0.01, 0.01, <0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ โดยมีปัจจัยของความชื้นและปริมาณน้ำฝน เป็นตัวแปรที่สำคัญในการตรวจวิเคราะห์พบปริมาณสารตกค้างในดิน

ผลการตรวจวิเคราะห์สารกำจัดวัชพืชชนิดใช้ก่อนวัชพืชงอก (Pre-emergence) ได้แก่ acetochlor, pendimethalin, s-metolachlor, oxadiazon, oxyfluorfen, และ alachlor ในตัวอย่างน้ำจากแหล่งน้ำในพื้นที่อำเภอแม่แจ่มของสารกำจัดวัชพืช oxadiazon และ oxyfluorfen ตรวจไม่พบตกค้างในน้ำ (Not detected, ND) acetochlor พบปริมาณ 0.07-0.20 ไมโครกรัมต่อลิตร pendimethalin พบปริมาณ 0.03-0.15 ไมโครกรัมต่อลิตร, s-metolachlor พบปริมาณ ND-0.05 ไมโครกรัมต่อลิตร, alachlor พบปริมาณ 0.02-0.07 ไมโครกรัมต่อลิตร ตัวอย่างน้ำจากแหล่งน้ำในพื้นที่อำเภอแม่วาง พบสารตกค้างของสารกำจัดวัชพืช acetochlor ปริมาณ 0.02-0.39 ไมโครกรัมต่อลิตร pendimethalin ปริมาณ 0.02-0.69 ไมโครกรัมต่อลิตร, s-metolachlor ปริมาณ ND-0.05 ไมโครกรัมต่อลิตร, alachlor ปริมาณ 0.01-0.04 ไมโครกรัมต่อลิตร oxadiazon ปริมาณ 0.01-0.05 ไมโครกรัมต่อลิตร, และ oxyfluorfen ปริมาณ ND-0.04 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยปริมาณการตกค้างของสารโดยส่วนใหญ่ พบปริมาณต่ำๆ น้อยกว่า 0.01 มิลลิกรัม โดยเฉพาะในสารกำจัดวัชพืช oxyfluorfen, s-metolachlor และ alachlor (ตารางที่ 3.63 และตารางที่ 3.64)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.63 สารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอกตกค้างในดินหลังพ่นที่ระยะ 80 วันหลังพ่น แปลงทดลอง อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่

สารกำจัดวัชพืช	ความลึกจากผิวดิน (cm.)	สารกำจัดวัชพืชตกค้างในดิน (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)					
		Acetochlor	Pendimethalin	S-metolachlor	Oxadiazon	Oxyfluorfen	Alachlor
ก่อนพ่น	0-10 cm.	0.01	<0.01	<0.01	ไม่พบ	ไม่พบ	0.06
	10-20 cm.	0.02	0.03	<0.01	ไม่พบ	ไม่พบ	0.09
0 วันหลังพ่น	0-10 cm.	0.48	1.66	0.05	0.25	0.04	0.45
	10-20 cm.	0.23	0.28	<0.01	0.03	<0.01	0.03
20 วันหลังพ่น	0-10 cm.	0.04	0.42	<0.01	0.22	0.01	0.01
	10-20 cm.	0.03	ND	<0.01	0.39	<0.01	0.02
40 วันหลังพ่น	0-10 cm.	0.17	1.93	0.01	0.02	<0.01	<0.01
	10-20 cm.	0.04	0.05	<0.01	0.01	<0.01	<0.01
60 วันหลังพ่น	0-10 cm.	0.25	0.05	<0.01	0.02	0.01	0.03
	10-20 cm.	0.04	0.03	<0.01	<0.01	0.01	0.01
80 วันหลังพ่น	0-10 cm.	0.01	0.02	<0.01	<0.01	0.01	<0.01
	10-20 cm.	0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

ตารางที่ 3.64 สารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอกตกค้างในดินหลังพ่นที่ระยะ 80 วันหลังพ่น แปลงทดลอง อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

สารกำจัดวัชพืช	ความลึกจากผิวดิน	สารกำจัดวัชพืชตกค้างในดิน (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)					
		Acetochlor	Pendimethalin	S-metolachlor	Oxadiazon	Oxyfluorfen	Alachlor
ก่อนพ่น	0-10 cm.	<0.01	<0.01	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	<0.01
	10-20 cm.	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	<0.01
0 วันหลังพ่น	0-10 cm.	1.84	0.55	0.01	0.03	0.03	0.03
	10-20 cm.	ไม่พบ	0.05	ไม่พบ	ไม่พบ	0.01	<0.01
20 วันหลังพ่น	0-10 cm.	0.12	0.12	<0.01	0.06	0.01	0.01
	10-20 cm.	0.02	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
40 วันหลังพ่น	0-10 cm.	0.13	1.05	<0.01	<0.01	0.03	<0.01
	10-20 cm.	0.04	<0.01	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
60 วันหลังพ่น	0-10 cm.	0.01	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	10-20 cm.	<0.01	<0.01	<0.01	ไม่พบ	<0.01	<0.01
80 วันหลังพ่น	0-10 cm.	0.09	0.05	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	10-20 cm.	0.01	0.01	<0.01	0.02	<0.01	<0.01

กรมวิชาการเกษตร

ค่าการสลายตัวในดินของสาร คำนวณจากสมการ exponential ของสารพิษที่ตรวจพบและระยะเวลาหลังพ่นสาร ซึ่งได้ ค่า Soil half-life เทียบกับค่า Soil half-life ของ OSU Extension Pesticide Database (NIPC, 1994) การบ่งชี้ความคงทนของสารในดิน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ สารไม่คงทน (non-persistent) สารสลายตัวโดยมีความเข้มข้นลดลงเป็นครึ่งหนึ่งใช้เวลาน้อยกว่า 30 วัน สารคงทนปานกลาง (moderately persistent) สารสลายตัวโดยมีความเข้มข้นลดลงเป็นครึ่งหนึ่งใช้เวลาระหว่าง 30-100 วัน สารคงทน (persistent) สารสลายตัวโดยมีความเข้มข้นลดลงเป็นครึ่งหนึ่งใช้เวลามากกว่า 100 วัน โดยมีปัจจัยที่ทำให้เกิดความแตกต่างของความคงทนของสารในดินในแต่ละงานวิจัยมาจากพื้นที่ ชนิดของดิน และฤดูกาล (NPIC, 1994) รวมทั้งข้อมูลใน Pesticide Properties Database (PPDB, 2007) การสลายตัวในดินที่ลดลงครึ่งหนึ่ง (Degradation Time, DT_{50}) แบ่งเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ สารไม่คงทน (non-persistent) สารสลายตัวโดยมีความเข้มข้นลดลงเป็นครึ่งหนึ่งใช้เวลาน้อยกว่า 30 วัน สารคงทนปานกลาง (moderately persistent) สารสลายตัวโดยมีความเข้มข้นลดลงเป็นครึ่งหนึ่งใช้เวลาระหว่าง 30-100 วัน สารคงทน (persistent) สารสลายตัวโดยมีความเข้มข้นลดลงเป็นครึ่งหนึ่งใช้เวลามากกว่า 100-365 สารคงทนมาก (very persistent) สารสลายตัวโดยมีความเข้มข้นลดลงเป็นครึ่งหนึ่งใช้เวลามากกว่า 365 ซึ่งค่าการสลายตัวในดินของสารแต่ละชนิด สรุปได้ดังนี้ (ตารางที่ 3.65)

ตารางที่ 3.65 การสลายตัวของสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอกในดิน

สารกำจัดวัชพืช	อำเภอแม่วาง	Half-life (Day)	อำเภอแม่แจ่ม	Half-life (Day)	Half-life (Day) (NIPC,1994)	DT_{50} (Day) (PPDB, 2007)
Acetochlor	$y = 0.2536e^{-0.02x}$	34.65	$y = 0.6805e^{-0.045x}$	15.4	15	12.1
Pendimethalin	$y = 1.8332e^{-0.04x}$	17.32	$y = 0.4811e^{-0.027x}$	25.67	90	100.6
S-metolachlor	$y = 0.0284e^{-0.043x}$	16.11	$y = 0.013e^{-0.043x}$	16.11	-	21
Oxadiazon	$y = 0.1838e^{-0.024x}$	28.87	$y = 0.0296e^{-0.021x}$	33	60	165
Oxyfluorfen	$y = 0.0246e^{-0.018x}$	38.5	$y = 0.0225e^{-0.017x}$	40.76	35	73
Alachlor	$y = 0.0234e^{-0.031x}$	22.35	$y = 0.0234e^{-0.031x}$	17.33	-	14

ค่าการสลายตัวในดินของสาร half-life ของ acetochlor จากการคำนวณในการทดลองนี้ อยู่ระหว่าง 15.4 ถึง 34.65 วัน ค่าการสลายตัวในดิน half-life 15 วัน (NIPC, 1994) DT_{50} (field studies) 12.1 วัน (PPDB, 2007) สารนี้ถูกดูดซับด้วยอนุภาคดินได้น้อย ซึ่งความคงทนในดินแตกต่างไปตามชนิดของดิน สภาวะแวดล้อมและค่าอินทรียวัตถุในดิน (Extoxnet, 1996)

ค่า half-life ของ pendimethalin จากการคำนวณในการทดลองนี้ อยู่ระหว่าง 17.32-25.67 วัน ค่าการสลายตัวในดิน half-life 90 วัน DT_{50} (field studies) 100.6 วัน (PPDB, 2007) สารนี้จะถูกดูดซับด้วยอนุภาคดินเหนียวและอินทรียวัตถุในดินได้ดี ไม่ปนเปื้อนลงสู่น้ำใต้ดิน (Extoxnet, 1993)

ค่า half-life ของ s-metolachlor จากการคำนวณในการทดลองนี้ ได้ 16.11 วัน ค่าการสลายตัวในดิน (field studies) DT_{50} 21 วัน สารกำจัดวัชพืช s-metolachlor อาจปนเปื้อนลงสู่น้ำใต้ดิน (PPDB, 2007)

ค่า half-life ของ oxadiazon จากการคำนวณในการทดลองนี้ อยู่ระหว่าง 28.77-33 วัน ค่าการสลายตัวในดิน half-life 60 วัน (NIPC, 1994) DT_{50} (field) 165 วัน (PPDB, 2007)

กรมวิชาการเกษตร

ค่า half-life ของ oxyfluorfen จากการคำนวณในการทดลองนี้ อยู่ระหว่าง 38.5-40.76 วัน ค่าการสลายตัวในดิน half-life 35 วัน (NIPC, 1994) DT_{50} (field) 73 วัน (PPDB, 2007) สารนี้จะถูกดูดซับด้วยอนุภาคดินได้ดี ไม่ปนเปื้อนลงสู่น้ำใต้ดิน (Extoxnet, 1993)

ค่า half-life ของ alachlor จากการคำนวณในการทดลองนี้ อยู่ระหว่าง 17.33-22.35 วัน half-life 23–66 วัน (Mendes, et al. 2017) ค่าการสลายตัวในดิน DT_{50} (field) 14 วัน (PPDB, 2007) สารนี้มีความคงทนต่ำในดิน (low persistent) การสลายตัวในดินส่วนใหญ่เกิดจากจุลินทรีย์ดิน เคลื่อนย้ายในดินทรายได้ อาจปนเปื้อนลงสู่น้ำใต้ดิน (Extoxnet, 1996) สารนี้ถูกยกเลิกการใช้ในประเทศกลุ่มสหภาพยุโรป ตั้งแต่ปี 2006 ในสหรัฐอเมริกาจัดอยู่ในกลุ่มสารกำจัดวัชพืชที่จำกัดการใช้ (Restricted-Use Herbicide)

นอกจากนั้นยังนำดินในแปลงทดลองทั้ง 2 แปลง มาวิเคราะห์สารกำจัดวัชพืชตกค้างโดยวิธี Bioassay เก็บดินที่ระยะ 40 และ 60 วันหลังพ่น ระดับความลึกไม่เกิน 15 เซนติเมตร นำมาปลูกข้าวโพด จากการทดลองจะเห็นได้ว่า ปริมาณสารกำจัดวัชพืชที่ตกค้างอยู่ในดินในทุกกรรมวิธีไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตต่อข้าวโพด เนื่องจากการเจริญเติบโตทางด้านความสูง และน้ำหนักสดของข้าวโพดในดินที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับดินที่ไม่ใช้สารกำจัดวัชพืช ได้แก่ กรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน และกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช

การศึกษาประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นหลังวัชพืชงอกในสวนกาแฟ

8.1 การทดลองในเรือนทดลอง

8.1.1 ความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นหลังวัชพืชงอกต่อต้นกาแฟ

หลังจากพ่นสารกำจัดวัชพืชตามกรรมวิธีการทดลอง ที่ระยะ 7 วันหลังพ่น พบว่าสารกำจัดวัชพืชในทุกกรรมวิธีการทดลองเป็นพิษต่อต้นกาแฟในระยะ 7 วันหลังพ่นสาร โดยมีความเป็นพิษเล็กน้อยจนถึงเป็นพิษในระดับปานกลาง สารกำจัดวัชพืชในกรรมวิธีการทดลองโดยส่วนใหญ่เป็นพิษเล็กน้อยโดยทำให้ใบกาแฟเป็นแผลเป็นจุดเหลือง (chlorosis) ไม่ทำให้ใบไหม้ แต่พบสารกำจัดวัชพืชที่เป็นพิษปานกลางได้แก่ fluazifop-p-butyl + flumioxazin , clethodim + flumioxazin , quizalofop-p-tefuryl + flumioxazin, fenoxaprop-p-ethyl + flumioxazin , glufosinate + flumioxazin , propaquizafop + flumioxazin และ haloxyfop-R-mehtyl + flumioxazin ทำให้ต้นกาแฟใบไหม้ และแห้งตาย หลังจากนั้นที่ระยะ 30 หลังพ่นสารกำจัดวัชพืช ทุกกรรมวิธีการทดลองไม่พบอาการเป็นพิษ ใบที่งอกขึ้นมาใหม่มีการเจริญเติบโตเป็นปกติ จะเห็นได้ว่าคู่ผสมที่มีสารกำจัดวัชพืช flumioxazin เป็นพิษรุนแรงสูงกว่าคู่ผสมที่มีสารกำจัดวัชพืช fomesafen และ oxyfluorfen (ตารางที่ 3.66 และภาพที่ 3.21)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.66 ความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อกาแฟที่ระยะ 7 15 และ 30 วันหลังพ่น ณ เรือนทดลองกลุ่มวิจัยวัชพืช

สารกำจัดวัชพืช	อัตรา (g ai/rai)	ความเป็นพิษ [1]		
		7 วันหลังพ่น	15 วันหลังพ่น	30 วันหลังพ่น
fluazifop-p-butyl + fomesafen	30+50	1	0	0
fluazifop-p-butyl + oxyfluorfen	30+24	2	0	0
fluazifop-p-butyl + flumioxazin	30+15	6	6	0
clethodim +fomesafen	45+50	1	0	0
clethodim + oxyfluorfen	45+24	2	0	0
clethodim + flumioxazin	45+15	5	5	0
quizalofop- p-tefuryl + fomesafen	20+50	2	2	0
quizalofop- p-tefuryl + oxyfluorfen	20+24	2	2	0
quizalofop- p-tefuryl + flumioxazin	20+15	3	4	0
fenoxaprop-p-ethyl + fomesafen	22.08+50	2	0	0
fenoxaprop-p-ethyl + oxyfluorfen	22.08+24	1	0	0
fenoxaprop-p-ethyl + flumioxazin	22.08+15	5	5	0
glufosinate-ammonium +fomesafen	105+50	2	2	0
glufosinate-ammonium + oxyfluorfen	105+24	2	2	0
glufosinate-ammonium +flumioxazin	105+15	6	6	0
propaquizafop + fomesafen	12+50	1	0	0
propaquizafop + oxyfluorfen	12+24	1	0	0
propaquizafop + flumioxazin	12+15	4	4	0
haloxyfop R-mehtyl + fomesafen	25.92+50	2	3	0
haloxyfop R-mehtyl + oxyfluorfen	25.92+24	2	2	0
haloxyfop R-mehtyl + flumioxazin	25.92+15	6	5	0
control	-	0	0	0

[1] ความเป็นพิษประเมิน ให้คะแนนโดยวิธีประเมินด้วยสายตาตามระบบ 0-10 ตามลักษณะที่ปรากฏดังนี้ 0= ไม่เป็นพิษ 1-3=เป็นพิษเล็กน้อย 4-6=เป็นพิษปานกลาง 7-9 = เป็นพิษรุนแรง 10 = พืชปลูกตาย

ศูนย์วิชาการเกษตร

fluazifop-p-butyl + flumioxazin clethodim + flumioxazin

quizalofop-p-tefuryl+flumioxazin fenoxaprop-p-ethyl + flumioxazin

glufosinate-ammonium +flumioxazin propaquizafop + flumioxazin

haloxyfop + flumioxazin

ภาพที่ 3.21 ความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อกาแฟที่ระยะ 15 วันหลังพ่น

กรมวิชาการเกษตร

8.1.2 ผลของสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นหลังวัชพืชงอกต่อการเจริญเติบโตของต้นกาแฟ

การเจริญเติบของต้นกาแฟ หลังจากพ่นสารกำจัดวัชพืชในแต่ละกรรมวิธี (ตารางที่ 3.67) พบว่า ทุกกรรมวิธีในการทดลองให้ความสูง และ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ ขนาดทรงพุ่ม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ จำนวนใบและน้ำหนักสด แตกต่างกันทางสถิติ โดยพบว่า กรรมวิธีการพ่นสารกำจัดวัชพืช fluazifop-p-butyl + flumioxazin มีจำนวนใบต่ำกว่ากรรมวิธีอื่นๆ และแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีการพ่นสาร quizalofop-p-tefuryl + fomesafen, fenoxaprop-p-ethyl + fomesafen, propaquizafop + fomesafen และ propaquizafop + flumioxazin และกรรมวิธีการพ่นสาร fluazifop-p-butyl + flumioxazin ให้น้ำหนักสดต้นกาแฟน้อยกว่าอย่างมีนัยสถิติกับกรรมวิธีอื่นๆ

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.67 ผลของสารกำจัดวัชพืชต่อการเจริญเติบโตต่อต้นกาแฟ ณ เรือนทดลองกลุ่มวิจัยวัชพืช

สารกำจัดวัชพืช	อัตรา (g ai/rai)	ความสูง (ซม)	จำนวนใบ	เส้นรอบวงลำต้น (ซม)	ความกว้างทรงพุ่ม (ซม)	น้ำหนักสด (กรัม/ต้น)
fluazifop-p-butyl + fomesafen	30+50	36.6 a	31.9 abc	1.5 a	27.0 a	31.5 a
fluazifop-p-butyl + oxyfluorfen	30+24	35.2 a	30.5 abc	1.5 a	27.5 a	32.3 a
fluazifop-p-butyl + flumioxazin	30+15	32.0 a	25.0 c	1.4 a	27.3 a	24.0 b
clethodim +fomesafen	45+50	38.8 a	32.1 abc	1.8 a	29.4 a	39.5 a
clethodim + oxyfluorfen	45+24	37.9 a	33.2 abc	1.5 a	26.7 a	35.2 a
clethodim + flumioxazin	45+15	36.8 a	29.9 abc	1.5 a	27.0 a	33.2 a
quizalofop-p-tefuryl+ fomesafen	20+50	38.8 a	36.0 ab	1.7 a	29.2 a	41.1 a
quizalofop-p-tefuryl+ oxyfluorfen	20+24	37.8 a	32.2 abc	1.6 a	26.9 a	35.1 a
quizalofop-p-tefuryl+flumioxazin	20+15	36.8 a	28.9 abc	1.5 a	25.0 a	31.5 a
fenoxaprop-p-ethyl + fomesafen	22.08+50	34.1 a	34.1 ab	1.6 a	30.3 a	40.2 a
fenoxaprop-p-ethyl + oxyfluorfen	22.08+24	38.4 a	30.3 abc	1.6 a	28.1 a	35.7 a
fenoxaprop-p-ethyl + flumioxazin	22.08+15	37.6 a	30.3 abc	1.5 a	29.4 a	35.3 a
glufosinate-ammonium +fomesafen	105+50	37.6 a	28.4 bc	1.5 a	28.8 a	36.3 a
glufosinate-ammonium + oxyfluorfen	105+24	37.5 a	29.4 abc	1.6 a	28.4 a	33.8 a
glufosinate-ammonium +flumioxazin	105+15	38.2 a	29.6 abc	1.7 a	27.0 a	34.1 a
propaquizafop + fomesafen	12+50	39.2 a	37.1 a	1.6 a	29.3 a	42.8 a
propaquizafop + oxyfluorfen	12+24	38.2 a	28.8 abc	1.6 a	29.0 a	33.2 a
propaquizafop + flumioxazin	12+15	37.2 a	36.6 ab	1.6 a	28.8 a	41.8 a
haloxyfop-R-mehtyl + fomesafen	25.92+50	36.9 a	32.9 abc	1.6 a	28.2 a	35.9 a
haloxyfop-R-mehtyl + oxyfluorfen	25.92+24	37.1 a	29.7 abc	1.5 a	27.9 a	32.4 a
haloxyfop R-mehtyl + flumioxazin	25.92+15	38.4 a	31.8 abc	1.7 a	25.7 a	35.5 a
Control	-	36.6 a	29.1 abc	1.5 a	26.8 a	31.0 a
C.V. (%)		8.68	13.39	17.04	11.68	13.98

ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

สถาบันวิจัยการเกษตร

8.2 การทดลองในสภาพแปลง

8.2.1 ความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อต้นกาแฟ

จากการประเมินความเป็นพิษต่อต้นกาแฟในการพ่นสารกำจัดวัชพืชโดยพ่นสารกำจัดวัชพืช 3 ครั้งในปี พ.ศ. 2561 ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม -ธันวาคม ซึ่งช่วงเวลาดังกล่าวเป็นช่วงฤดูฝน มีวัชพืชขึ้นทำให้ต้องมีการกำจัดวัชพืชในช่วงเวลาดังกล่าว และการพ่นสารกำจัดวัชพืชในทุกกรรมวิธีในการทดลองให้ผลไปในทางเดียวกันทั้ง 2 แปลงการทดลอง (ตารางที่ 3.68 และตารางที่ 3.69) พบว่า ที่ระยะ 15 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช มีความเป็นพิษต่อต้นกาแฟโดยส่วนใหญ่อยู่ในระดับเล็กน้อยจากการประเมินด้วยสายตา ซึ่งแสดงอาการใบไหม้บางส่วนบนผิวใบยกเว้นสารกำจัดวัชพืช glyphosate และ paraquat แสดงอาการเป็นพิษรุนแรง ทำให้ต้นกาแฟใบไหม้ทั้งต้น เนื่องจากในขณะที่พ่นนั้นละอองสารไปสัมผัสกับต้นกาแฟ เช่นเดียวกับการพ่นสารกำจัดวัชพืชชนิดอื่น แต่หลังจากนั้นที่ระยะ 60 วันหลังพ่นสาร ไม่พบอาการเป็นพิษ ยกเว้นการพ่นสารกำจัดวัชพืช glyphosate ยังพบอาการเป็นพิษต่อต้นกาแฟ แสดงอาการความเป็นพิษอยู่ในระดับปานกลาง โดยใบอ่อนของต้นกาแฟที่เจริญเติบโตที่ขึ้นมาใหม่ใบเหลืองและใบมีขนาดเล็ก (ภาพที่ 3.22) และในปี พ.ศ. 2662 ได้ทำการพ่นสารกำจัดวัชพืชอีก 3 ครั้งในช่วงเดือนมิถุนายน-ธันวาคม พ.ศ. 2562 ผลการประเมินความพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อต้นกาแฟด้วยสายตา พบว่าให้ผลการทดลองเช่นเดียวกันในปี 2561 ทั้ง 2 แปลงการทดลอง (ตารางที่ 3.70 และตารางที่ 3.71) Clebson *et al*. (2016) พบว่า การใช้สารกำจัดวัชพืช saflufenacil พ่นแบบเดี่ยว และ ผสมกับสารกำจัดวัชพืช glyphosate ไม่พบความเป็นพิษกับต้นกาแฟและส้ม การใช้ในพื้นที่ดินทรายก็ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต ทำให้สารกำจัดวัชพืช saflufenacil ใช้ร่วมกับสารกำจัดวัชพืช glyphosate ในการควบคุมวัชพืชได้หลายชนิดมากขึ้นในสวนกาแฟ โดยไม่เป็นพิษและไม่มีผลต่อพัฒนาการของต้นกาแฟ Elvin G. (2016) พบว่า สารกำจัดวัชพืช glyphosate ซึ่งใช้ในอัตรา 2.35 L/ha สามารถควบคุมได้ดีมาก และดีกว่าสารกำจัดวัชพืช paraquat และ dalapon และ สารกำจัดวัชพืช dalapon ไม่สามารถควบคุมวัชพืชใบกว้างได้

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.68 ความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชที่ระยะ 15, 30 และ 60 วันหลังพ่น ในแต่ละครั้งของการพ่นสารในปี 2561 แปลงทดลอง อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่

กรรมวิธี	อัตรา (g ai rai^{-1})	ความเป็นพิษ [1]								
		พ่นครั้งที่ 1 (5 กรกฎาคม 2561)			พ่นครั้งที่ 2 (30 กันยายน 2561)			พ่นครั้งที่ 3 (21 ธันวาคม 2561)		
		15 วัน หลังพ่น	30 วัน หลังพ่น	60 วัน หลังพ่น	15 วัน หลังพ่น	30 วัน หลังพ่น	60 วัน หลังพ่น	15 วัน หลังพ่น	30 วัน หลังพ่น	60 วัน หลังพ่น
fluazifop-p-butyl + fomesafen	30+50	1	0	0	2	0	0	1	0	0
clethodim + fomesafen	45+50	1	0	0	2	0	0	1	0	0
fenoxaprop-p-ethyl + oxyfluorfen	22.08+24	1	0	0	1	0	0	1	0	0
propaquizafop + fomesafen	12+50	1	0	0	1	0	0	1	0	0
propaquizafop + oxyfluorfen	12+24	1	0	0	1	0	0	1	0	0
glufosinate-ammonium + fomesafen	105+50	2	2	0	6	5	0	3	2	0
glufosinate-ammonium + oxyfluorfen	105+24	2	2	0	3	2	0	3	2	0
glyphosate	480	3	3	3	5	5	5	5	5	5
paraquat	240	8	8	0	5	5	0	8	7	0
glufosinate-ammonium	105	2	2	0	3	2	0	3	2	0
hand weeding	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Weedy check	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0

[1] ความเป็นพิษประเมิน ให้คะแนนโดยวิธีประเมินด้วยสายตาตามระบบ 0-10 ตามลักษณะที่ปรากฏดังนี้ 0= ไม่เป็นพิษ 1-3=เป็นพิษเล็กน้อย 4-6=เป็นพิษปานกลาง 7-9 = เป็นพิษรุนแรง 10 = พืชปลูกตาย

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.69 ความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชที่ระยะ 15, 30 และ 60 วันหลังพ่น ในแต่ละครั้งของการพ่นสารในปี 2561 แปลงทดลอง อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

กรรมวิธี	อัตรา (g ai rai^{-1})	ความเป็นพิษ[1]								
		พ่นครั้งที่ 1 (5 กรกฎาคม 2561)			พ่นครั้งที่ 2 (30 กันยายน 2561)			พ่นครั้งที่ 3 (21 ธันวาคม 2561)		
		15 วัน หลังพ่น	30 วัน หลังพ่น	60 วัน หลังพ่น	15 วัน หลังพ่น	30 วัน หลังพ่น	60 วัน หลังพ่น	15 วัน หลังพ่น	30 วัน หลังพ่น	60 วัน หลังพ่น
fluazifop-p-butyl + fomesafen	30+50	1	0	0	2	0	0	1	0	0
clethodim + fomesafen	45+50	1	0	0	2	0	0	1	0	0
fenoxaprop-p-ethyl + oxyfluorfen	22.08+24	1	0	0	1	0	0	1	0	0
propaquizafop + fomesafen	12+50	1	0	0	1	0	0	1	0	0
propaquizafop + oxyfluorfen	12+24	1	0	0	1	0	0	1	0	0
glufosinate-ammonium + fomesafen	105+50	4	3	0	4	4	0	3	2	0
glufosinate-ammonium + oxyfluorfen	105+24	2	2	0	0	0	0	3	2	0
glyphosate	480	5	4	4	5	5	5	5	5	5
paraquat	240	8	8	0	7	7	0	8	7	0
glufosinate-ammonium	105	2	2	0	3	2	0	3	2	0
hand weeding	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Weedy check	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0

[1] ความเป็นพิษประเมิน ให้คะแนนโดยวิธีประเมินด้วยสายตาตามระบบ 0-10 ตามลักษณะที่ปรากฏดังนี้ 0= ไม่เป็นพิษ 1-3=เป็นพิษเล็กน้อย 4-6=เป็นพิษปานกลาง 7-9 = เป็นพิษรุนแรง 10 = พืชปลูกตาย

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.70 ความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชที่ระยะ 15, 30 และ 60 วันหลังพ่น ในแต่ละครั้งของการพ่นสารในปี 2562 แปลงทดลอง อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่

กรรมวิธี	อัตรา (g ai rai^{-1})	ความเป็นพิษ[1]								
		พ่นครั้งที่ 4 (20 มิถุนายน 2562)			พ่นครั้งที่ 5 (23 สิงหาคม 2562)			พ่นครั้งที่ 6 (8 ธันวาคม 2562)		
		15 วัน หลังพ่น	30 วัน หลังพ่น	60 วัน หลังพ่น	15 วัน หลังพ่น	30 วัน หลังพ่น	60 วัน หลังพ่น	15 วัน หลังพ่น	30 วัน หลังพ่น	60 วัน หลังพ่น
fluazifop-p-butyl + fomesafen	30+50	2	0	0	2	0	0	1	0	0
clethodim + fomesafen	45+50	2	0	0	2	0	0	1	0	0
fenoxaprop-p-ethyl + oxyfluorfen	22.08+24	2	0	0	1	0	0	1	0	0
propaquizafop + fomesafen	12+50	2	0	0	1	0	0	1	0	0
propaquizafop + oxyfluorfen	12+24	2	0	0	1	0	0	1	0	0
glufosinate-ammonium + fomesafen	105+50	4	3	0	4	4	0	3	3	0
glufosinate-ammonium + oxyfluorfen	105+24	3	2	0	0	0	0	3	3	0
glyphosate	480	5	5	5	5	5	5	5	5	5
paraquat	240	8	8	0	7	7	0	8	7	0
glufosinate-ammonium	105	3	2	0	3	2	0	3	2	0
hand weeding	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Weedy check	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0

[1] ความเป็นพิษประเมิน ให้คะแนนโดยวิธีประเมินด้วยสายตาตามระบบ 0-10 ตามลักษณะที่ปรากฏดังนี้ 0= ไม่เป็นพิษ 1-3=เป็นพิษเล็กน้อย 4-6=เป็นพิษปานกลาง 7-9 = เป็นพิษรุนแรง 10 = พืชปลูกตาย

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.71 ความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชที่ระยะ 15, 30 และ 60 วันหลังพ่น ในแต่ละครั้งของการพ่นสารในปี 2562 แปลงทดลอง อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

กรรมวิธี	อัตรา (g ai rai^{-1})	ความเป็นพิษ[1]								
		พ่นครั้งที่ 4 (20 มิถุนายน 2562)			พ่นครั้งที่ 5 (23 สิงหาคม 2562)			พ่นครั้งที่ 6 (8 ธันวาคม 2562)		
		15 วัน หลังพ่น	30 วัน หลังพ่น	60 วัน หลังพ่น	15 วัน หลังพ่น	30 วัน หลังพ่น	60 วัน หลังพ่น	15 วัน หลังพ่น	30 วัน หลังพ่น	60 วัน หลังพ่น
fluazifop-p-butyl + fomesafen	30+50	2	0	0	2	0	0	2	0	0
clethodim + fomesafen	45+50	2	0	0	2	0	0	2	0	0
fenoxaprop-p-ethyl + oxyfluorfen	22.08+24	2	0	0	1	0	0	2	0	0
propaquizafop + fomesafen	12+50	2	0	0	1	0	0	1	0	0
propaquizafop + oxyfluorfen	12+24	2	0	0	1	0	0	1	0	0
glufosinate-ammonium + fomesafen	105+50	4	4	0	4	4	0	3	3	0
glufosinate-ammonium + oxyfluorfen	105+24	3	2	0	0	0	0	3	3	0
glyphosate	480	6	5	5	5	5	5	6	5	5
paraquat	240	8	8	0	8	7	0	8	8	0
glufosinate-ammonium	105	3	2	0	3	2	0	3	2	0
hand weeding	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Weedy check	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0

[1] ความเป็นพิษประเมิน ให้คะแนนโดยวิธีประเมินด้วยสายตาตามระบบ 0-10 ตามลักษณะที่ปรากฏดังนี้ 0= ไม่เป็นพิษ 1-3=เป็นพิษเล็กน้อย 4-6=เป็นพิษปานกลาง 7-9 = เป็นพิษรุนแรง 10 = พืชปลูกตาย

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 3.22 ความเป็นพิษของต้นกาแฟหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช glyphosate ที่ระยะ 60 วันหลังพ่น

8.2.2 ประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชของสารกำจัดวัชพืช

หลังจากพ่นสารกำจัดวัชพืชในแต่ละครั้ง ได้ประเมินประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชด้วยสายตาที่ระยะ 30 และ 60 วันหลังพ่นสาร พบว่า การพ่นสารกำจัดวัชพืชในปี 2561 ทั้ง 3 ครั้งทั้ง 2 แปลงให้ผลไปในทางเดียวกัน (ตารางที่ 3.72 และตารางที่ 3.73) โดยกรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดวัชพืช glufosinate-amonium+fomesafen, glufosinate-amonium+oxyfluorfen และสารเปรียบเทียบ glyphosate และ paraquat มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสาร หลังจากนั้นที่ระยะ 60 วันหลังพ่นประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชลดลง สอดคล้องกับ น้ำหนักแห้งของวัชพืชที่มีกรรมวิธีการพ่นสาร glufosinate-amonium+fomesafen และ glufosinate-amonium+ oxyfluorfen มีน้ำหนักแห้งของวัชพืชน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นที่มีการพ่นสารกำจัดวัชพืชยกเว้นการพ่นสารเปรียบเทียบ glyphosate, paraquat และ glufosinate-amonium (ตารางที่ 3.74 และตารางที่ 3.75) เช่นเดียวกับประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชในปี 2562 การพ่นสารกำจัดวัชพืชทั้ง 3 ครั้ง (ตารางที่ 3.76 และตารางที่ 3.77) พบว่า กรรมวิธีการพ่นสารกำจัดวัชพืช glufosinate-amonium+fomesafen และ glufosinate-amonium+oxyfluorfen มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีจนถึงระยะ 30 วันหลังพ่นสาร เช่นเดียวกับการพ่นสารเปรียบเทียบ glyphosate, paraquat และ glufosinate-amonium ส่วนสารกำจัดวัชพืชชนิดอื่นในกรรมวิธีการทดลองโดยส่วนใหญ่มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ปานกลาง ที่ระยะ 30 หลังพ่นสาร และที่ระยะ 60 วันหลังพ่นสารมีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชลดลงที่ระดับเล็กน้อยเท่านั้น สอดคล้องกับน้ำหนักแห้ง พบว่ากรรมวิธีการพ่นสาร glufosinate-amonium+fomesafen และ glufosinate-amonium+oxyfluorfen มีน้ำหนักแห้งของวัชพืชน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น และไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน (ตารางที่ 3.78 และตารางที่ 3.79)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.72 ประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชที่ระยะ 30 และ 60 วันหลังพ่น ในแต่ละครั้งของการพ่นสารในปี 2561 แปลงทดลอง อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่

กรรมวิธี	อัตรา (g ai rai^{-1})	ประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืช [1]					
		พ่นครั้งที่ 1 (5 กรกฎาคม 2561)		พ่นครั้งที่ 2 (30 กันยายน 2561)		พ่นครั้งที่ 3 (21 ธันวาคม 2561)	
		30 วัน หลังพ่น	60 วัน หลังพ่น	30 วัน หลังพ่น	60 วัน หลังพ่น	30 วัน หลังพ่น	60 วัน หลังพ่น
fluazifop-p-butyl + fomesafen	30+50	5	2	5	2	5	4
clethodim + fomesafen	45+50	6	4	5	4	3	2
fenoxaprop-p-ethyl + oxyfluorfen	22.08+24	6	5	5	3	3	2
propaquizafop + fomesafen	12+50	6	4	4	4	2	2
propaquizafop + oxyfluorfen	12+24	8	6	4	5	3	2
glufosinate-ammonium + fomesafen	105+50	7	6	8	6	9	6
glufosinate-ammonium + oxyfluorfen	105+24	8	7	8	7	7	6
glyphosate	480	8	6	7	7	8	6
paraquat	240	9	6	9	6	9	6
glufosinate-ammonium	105	7	5	6	4	7	5
hand weeding	-	10	10	10	10	10	10
Weedy check	-	0	0	0	0	0	0

[1] ประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืช ให้คะแนนโดยวิธีประเมินด้วยสายตาตามระบบ 0-10 ตามลักษณะที่ปรากฏดังนี้ 0=ควบคุมไม่ได้ 1-3=ควบคุมได้เล็กน้อย 4-6=ควบคุมได้ปานกลาง 7-9= ควบคุมได้ดี 10=ควบคุมได้สมบูรณ์

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.73 ประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชที่ระยะ 30 และ 60 วันหลังพ่น ในแต่ละครั้งของการพ่นสารในปี 2561 แปลงทดลอง อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

กรรมวิธี	อัตรา (g ai rai^{-1})	ประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืช [1]					
		พ่นครั้งที่ 1 (5 กรกฎาคม 2561)		พ่นครั้งที่ 2 (30 กันยายน 2561)		พ่นครั้งที่ 3 (21 ธันวาคม 2561)	
		30 วัน หลังพ่น	60 วัน หลังพ่น	30 วัน หลังพ่น	60 วัน หลังพ่น	30 วัน หลังพ่น	60 วัน หลังพ่น
fluazifop-p-butyl + fomesafen	30+50	5	1	5	3	1	1
clethodim + fomesafen	45+50	5	2	4	3	1	1
fenoxaprop-p-ethyl + oxyfluorfen	22.08+24	7	6	7	5	3	3
propaquizafop + fomesafen	12+50	5	1	4	3	3	1
propaquizafop + oxyfluorfen	12+24	6	5	6	4	3	1
glufosinate-ammonium + fomesafen	105+50	8	5	9	6	9	6
glufosinate-ammonium + oxyfluorfen	105+24	9	6	9	6	9	7
glyphosate	480	7	6	9	6	9	6
paraquat	240	9	5	9	6	8	5
glufosinate-ammonium	105	7	4	9	6	9	6
hand weeding	-	10	10	10	10	10	10
Weedy check	-	0	0	0	0	0	0

[1/] ประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืช ให้คะแนนโดยวิธีประเมินด้วยสายตาตามระบบ 0-10 ตามลักษณะที่ปรากฏดังนี้ 0=ควบคุมไม่ได้ 1-3=ควบคุมได้เล็กน้อย 4-6=ควบคุมได้ปานกลาง 7-9= ควบคุมได้ดี 10=ควบคุมได้สมบูรณ์

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.74 น้ำหนักแห้งวัชพืชที่ระยะ 30 วันหลังพ่น ในแต่ละครั้งของการพ่นสารในปี 2561 แปลงทดลอง อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่

กรรมวิธี	อัตรา (g ai rai^{-1})	น้ำหนักแห้งวัชพืช		
		พ่นครั้งที่ 1 (5 กรกฎาคม 2561)	พ่นครั้งที่ 2 (30 กันยายน 2561)	พ่นครั้งที่ 3 (21 ธันวาคม 2561)
fluazifop-p-butyl + fomesafen	30+50	77.0 b [1]	131.9 c	97.07 b
clethodim + fomesafen	45+50	87.5 b	87.2 b	176.8 c
fenoxaprop-p-ethyl + oxyfluorfen	22.08+24	72.7 b	116.0 bc	159.7 c
propaquizafop + fomesafen	12+50	97.9 b	148.1 c	202.1 d
propaquizafop + oxyfluorfen	12+24	74.8 b	175.0 c	191.4 cd
glufosinate-ammonium + fomesafen	105+50	46.8 ab	39.2 ab	37.6 a
glufosinate-ammonium + oxyfluorfen	105+24	29.3 a	44.2 ab	67.6 b
glyphosate	480	27.9 a	49.9 ab	55.8 ab
paraquat	240	9.5 a	15.6 a	25.8 a
glufosinate-ammonium	105	54.2 ab	25.8 ab	48.4 ab
hand weeding	-	0 a	0 a	0 a
Weedy check	-	116.8 c	292.6 d	222.9 d
C.V. (%)		91.5	81.2	73.4

[1] ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.75 น้ำหนักแห้งวัชพืชที่ระยะ 30 วันหลังพ่น ในแต่ละครั้งของการพ่นสารในปี 2562 แปลงทดลอง อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

กรรมวิธี	อัตรา (g ai rai^{-1})	น้ำหนักแห้งวัชพืช		
		พ่นครั้งที่ 1 (5 กรกฎาคม 2561)	พ่นครั้งที่ 2 (30 กันยายน 2561)	พ่นครั้งที่ 3 (21 ธันวาคม 2561)
fluazifop-p-butyl + fomesafen	30+50	70.8 c[1]	52.1 bc	231.9 d
clethodim + fomesafen	45+50	47.1 ab	75.6 c	240.8 d
fenoxaprop-p-ethyl + oxyfluorfen	22.08+24	24.5 ab	22.4 a	168.3 c
propaquizafop + fomesafen	12+50	76.5 c	73.9 c	34.4 b
propaquizafop + oxyfluorfen	12+24	40.1 ab	38.5 bc	19.5 b
glufosinate-ammonium + fomesafen	105+50	25.7 ab	0.7 a	9.8 a
glufosinate-ammonium + oxyfluorfen	105+24	11.2 a	0 a	1.7 a
glyphosate	480	54.6 bc	2.6 a	0.3 a
paraquat	240	19.4 ab	0 a	9.7 a
glufosinate-ammonium	105	56.7 bc	3.2 a	1.3 a
hand weeding	-	0 a	32.9 bc	0 a
Weedy check	-	123.2 d	136.6 d	227.2 d
C.V. (%)		61.5	74.8	85.2

[1] ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.76 ประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชที่ระยะ 30 และ 60 วันหลังพ่น ในแต่ละครั้งของการพ่นสารในปี 2562 แปลงทดลอง อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่

กรรมวิธี	อัตรา (g ai rai^{-1})	ประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืช [1]					
		พ่นครั้งที่ 4 (20 มิถุนายน 2562)		พ่นครั้งที่ 5 (23 สิงหาคม 2562)		พ่นครั้งที่ 6 (8 ธันวาคม 2562)	
		30 วัน หลังพ่น	60 วัน หลังพ่น	30 วัน หลังพ่น	60 วัน หลังพ่น	30 วัน หลังพ่น	60 วัน หลังพ่น
fluazifop-p-butyl + fomesafen	30+50	2	2	1	1	1	1
clethodim + fomesafen	45+50	3	2	1	2	5	1
fenoxaprop-p-ethyl + oxyfluorfen	22.08+24	3	2	2	2	4	1
propaquizafop + fomesafen	12+50	3	3	1	1	1	1
propaquizafop + oxyfluorfen	12+24	2	2	3	3	1	1
glufosinate-ammonium + fomesafen	105+50	8	6	7	6	8	6
glufosinate-ammonium + oxyfluorfen	105+24	7	5	8	6	7	6
glyphosate	480	9	5	8	5	7	6
paraquat	240	9	6	8	5	8	7
glufosinate-ammonium	105	8	6	6	5	7	6
hand weeding	-	10	10	10	10	10	10
Weedy check	-	0	0	0	0	0	0

[1] ประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืช ให้คะแนนโดยวิธีประเมินด้วยสายตาตามระบบ 0-10 ตามลักษณะที่ปรากฏดังนี้ 0=ควบคุมไม่ได้ 1-3=ควบคุมได้เล็กน้อย 4-6=ควบคุมได้ปานกลาง 7-9= ควบคุมได้ดี 10=ควบคุมได้สมบูรณ์

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.77 ประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชที่ระยะ 30 และ 60 วันหลังพ่น ในแต่ละครั้งของการพ่นสารในปี 2562 แปลงทดลอง อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

กรรมวิธี	อัตรา (g ai rai^{-1})	ประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืช [1]					
		พ่นครั้งที่ 4 (5 มิถุนายน 2562)		พ่นครั้งที่ 5 (23 สิงหาคม 2562)		พ่นครั้งที่ 6 (8 ธันวาคม 2562)	
		30 วัน หลังพ่น	60 วัน หลังพ่น	30 วัน หลังพ่น	60 วัน หลังพ่น	30 วัน หลังพ่น	60 วัน หลังพ่น
fluazifop-p-butyl + fomesafen	30+50	1	0	1	0	1	0
clethodim + fomesafen	45+50	3	1	1	1	1	1
fenoxaprop-p-ethyl + oxyfluorfen	22.08+24	1	1	1	1	1	1
propaquizafop + fomesafen	12+50	2	1	2	1	2	1
propaquizafop + oxyfluorfen	12+24	1	1	2	0	2	1
glufosinate-ammonium + fomesafen	105+50	7	6	9	6	8	5
glufosinate-ammonium + oxyfluorfen	105+24	9	7	9	6	8	6
Glyphosate	480	9	7	9	6	8	6
paraquat	240	8	6	8	5	8	5
glufosinate-ammonium	105	9	6	9	6	8	6
hand weeding	-	10	10	10	10	10	10
Weedy check	-	0	0	0	0	0	0

[1/] ประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืช ให้คะแนนโดยวิธีประเมินด้วยสายตาตามระบบ 0-10 ตามลักษณะที่ปรากฏดังนี้ 0=ควบคุมไม่ได้ 1-3=ควบคุมได้เล็กน้อย 4-6=ควบคุมได้ปานกลาง 7-9= ควบคุมได้ดี 10=ควบคุมได้สมบูรณ์

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.78 น้ำหนักแห้งวัชพืช ที่ระยะ 30 วันหลังพ่น ในแต่ละครั้งหลังพ่นใน ปี 2562 แปลงทดลองอำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่

กรรมวิธี	อัตรา (g ai rai^{-1})	น้ำหนักแห้งวัชพืช		
		พ่นครั้งที่ 4 (5 มิถุนายน 2562)	พ่นครั้งที่ 5 (23 สิงหาคม 2562)	พ่นครั้งที่ 6 (8 ธันวาคม 2562)
fluazifop-p-butyl + fomesafen	30+50	167.1 cd [1]	113.0 c	217.4 d
clethodim + fomesafen	45+50	159.7 cd	181.0 cd	133.5 c
fenoxaprop-p-ethyl + oxyfluorfen	22.08+24	176.8 c	157.9 cd	111.7 c
propaquizafop + fomesafen	12+50	102.1 c	269.1 d	202.4 d
propaquizafop + oxyfluorfen	12+24	191.4 d	193.9 cd	180.4 cd
glufosinate-ammonium + fomesafen	105+50	57.6 ab	0.6 a	22.7 ab
glufosinate-ammonium + oxyfluorfen	105+24	67.7 ab	6.3 ab	32.5 ab
Glyphosate	480	1.8 a	9.0 ab	48.0 ab
paraquat	240	25.8 ab	16.7 ab	18.7 ab
glufosinate-ammonium	105	18.4 ab	50.0 bc	51.0 ab
hand weeding	-	0 a	0 a	0 a
Weedy check	-	222.9 d	277.9 d	236.3 d
C.V. (%)		75.3	94.1	124.9

[1] ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.79 น้ำหนักแห้งวัชพืช ที่ระยะ 30 วันหลังพ่น ในแต่ละครั้งหลังพ่นใน ปี 2562 แปลงทดลองอำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่

กรรมวิธี	อัตรา (g ai rai^{-1})	น้ำหนักแห้งวัชพืช		
		พ่นครั้งที่ 4 (5 มิถุนายน 2562)	พ่นครั้งที่ 5 (23 สิงหาคม 2562)	พ่นครั้งที่ 6 (8 ธันวาคม 2562)
fluazifop-p-butyl + fomesafen	30+50	140.8 c[1]	127.8 cd	130.1 c
clethodim + fomesafen	45+50	131.9 c	140.3 d	155.5 c
fenoxaprop-p-ethyl + oxyfluorfen	22.08+24	134.4 c	135.0 d	143.3 c
propaquizafop + fomesafen	12+50	118.3 c	122.2 cd	141.1 c
propaquizafop + oxyfluorfen	12+24	119.5 c	147.3 d	155.7 c
glufosinate-ammonium + fomesafen	105+50	9.8 ab	0 a	11.9 ab
glufosinate-ammonium + oxyfluorfen	105+24	1.7 a	0 a	6.4 a
glyphosate	480	0.3 a	0 a	21.0 ab
paraquat	240	9.7 ab	10.3 ab	25.6 ab
glufosinate-ammonium	105	0.8 a	0 a	23.2 ab
hand weeding	-	0 a	0 a	0 a
Weedy check	-	127.2 c	150.1 d	147.2 c
C.V. (%)		88.2	72.3	79.3

[1] ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

กรมวิชาการเกษตร

8.2.3 การเจริญเติบโตของต้นกาแฟ และผลผลิต

หลังจากพ่นสารกำจัดวัชพืช ได้ดำเนินการวัดการเจริญเติบโตของต้นกาแฟที่อายุ 1 ปี (ตาราง 3.80 และตารางที่ 3.81) พบว่า กรรมวิธีที่มีการพ่นสารกำจัดวัชพืช กรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยมือ และกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช ให้ความสูงต้น เส้นรอบวง ความกว้างใบ ความยาวใบ และขนาดทรงพุ่มของต้นกาแฟ ในแปลงการทดลองที่อำเภอแม่วาง โดยส่วนใหญ่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่ากรรมวิธีที่มีการพ่นสารกำจัดวัชพืช glyphosate ให้ความสูง ความกว้างใบ ความยาวใบ และขนาดทรงพุ่มของต้นกาแฟ ต่ำกว่ากรรมวิธีอื่น เนื่องจากการพ่นสารกำจัดวัชพืช glyphosate เป็นพิษต่อต้นกาแฟ มีผลต่อการเจริญของใบที่งอกขึ้นมาใหม่ ส่วนผลการเจริญเติบโตแปลงการทดลองที่อำเภอแม่แจ่ม กลับพบว่ากรรมวิธีการพ่นสารกำจัดวัชพืช paraquat ให้เส้นรอบวง และขนาดทรงพุ่มต่ำกว่ากรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งก็พบว่าสารกำจัดวัชพืช paraquat เป็นพิษต่อต้นกาแฟเช่นกัน จะเห็นได้ว่าทั้งสองแปลงพบกรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดวัชพืช glyphosate และ paraquat ให้ผลแตกต่างกันเนื่องจากขณะที่พ่นละอองสารไปสัมผัสต่อต้นกาแฟในปริมาณที่แตกต่างกันทำให้มีผลต่อการเจริญเติบโตของแต่ละแปลงแตกต่างกัน เช่นเดียวกับผลการเจริญเติบโตของต้นกาแฟที่อายุ 2 ปี (ตารางที่ 3.82 และตารางที่ 3.83) พบว่าแปลงทดลองที่อำเภอแม่วาง กรรมวิธีพ่นสารกำจัดวัชพืช glyphosate ให้ขนาดทรงพุ่มต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีการกำจัดวัชพืชวิธีอื่น แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช ส่วนแปลงทดลองที่อำเภอแม่แจ่ม กรรมวิธีพ่นสารกำจัดวัชพืช paraquat และ glyphosate โดยส่วนใหญ่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นกาแฟ โดยเฉพาะให้เส้นรอบวง และขนาดทรงพุ่ม ต่ำกว่ากรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นกรรมวิธีที่ไม่กำจัดวัชพืช ยังพบว่ากรรมวิธีการพ่นสารกำจัดวัชพืช paraquat และ glyphosate ให้เส้นรอบวง และขนาดทรงพุ่ม ต่ำกว่ากรรมวิธีที่มีพ่นสารกำจัดวัชพืชชนิดอื่นในการทดลอง และไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดวัชพืชในการให้ขนาดเส้นรอบวงของลำต้นกาแฟ ทั้งนี้ glyphosate และ paraquat เป็นสารกำจัดวัชพืชไม่เลือกทำลาย (nonselective herbicides) แต่การเลือกทำลายอาจเกิดขึ้นเมื่อมีการใช้สารอย่างถูกต้องหรือพ่นป้องกันไม่ให้ละอองสารไปสัมผัสกับต้นหรือใบกาแฟ และจากการทดลองการใช้สารกำจัดวัชพืช glufosinate+fomesafen และ glufosinate+oxyfluorfen ทั้ง 2 ปี ให้ความสูง เส้นรอบวงลำต้น และขนาดทรงพุ่ม มากกว่าการใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดอื่นๆ

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.80 ความสูง เส้นรอบวงลำต้น ความยางใบ ความกว้างใบ และความกว้างทรงพุ่มของต้นกาแฟ กาแฟอายุ 1 ปี หลังพ่นสารกำจัดวัชพืช แปลงทดลองอำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่

กรรมวิธี	อัตรา(g ai rai^{-1})	ความสูง (ซม)	เส้นรอบวงลำต้น (ซม)	ความกว้างใบ (ซม)	ความยาวใบ (ซม)	ความกว้างทรงพุ่ม (ซม)
fluazifop-p-butyl + fomesafen	30+50	51.9 a[1]	2.8 ab	6.1 a	12.5 a	50.2 a
clethodim + fomesafen	45+50	46.3 ab	3.0 a	6.2 a	12.7 a	44.1 ab
fenoxaprop-p-ethyl + oxyfluorfen	22.08+24	45.8 ab	2.7 ab	6.3 a	12.3 a	40.9 ab
propaquizafop + fomesafen	12+50	48.9 ab	2.8 ab	6.3 a	12.0 a	44.1 ab
propaquizafop + oxyfluorfen	12+24	45.5 ab	2.5 abc	6.3 a	12.6 a	43.9 ab
glufosinate-ammonium + fomesafen	105+50	42.9 ab	2.1 c	6.3 a	12.0 a	36.3 b
glufosinate-ammonium + oxyfluorfen	105+24	46.7 ab	2.5 abc	5.9 a	12.3 a	41.6 ab
glyphosate	480	42.2 b	2.1 c	5.0 b	9.9 b	36.1 b
paraquat	240	43.3 ab	2.4 bc	5.7 ab	12.7 a	43.8 ab
glufosinate-ammonium	105	49.6 ab	2.8 ab	6.3 a	13.5 a	50.2 a
hand weeding	-	43.7 ab	2.4 bc	5.8 a	12.2 a	39.3 ab
Weedy check	-	47.8 ab	2.4 bc	6.2 a	11.6 ab	39.8 ab
C.V. (%)		9.9	9.04	8.2	8.7	15.9

[1] ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.81 ความสูง เส้นรอบวงลำต้น ความยางใบ ความกว้างใบ และความกว้างทรงพุ่มของต้นกาแฟ กาแฟอายุ 1 ปี หลังพ่นสารกำจัดวัชพืช แปลงทดลอง อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

กรรมวิธี	อัตรา (g ai rai^{-1})	ความสูง (ซม)	เส้นรอบวงลำต้น (ซม)	ความกว้างใบ (ซม)	ความยาวใบ (ซม)	ความกว้างทรงพุ่ม (ซม)
fluazifop-p-butyl + fomesafen	30+50	40.0 a[1]	2.0 a	5.1 a	10.3 ab	35.5 a
clethodim + fomesafen	45+50	35.3 a	1.9 a	5.5 a	12.2 a	37.8 a
fenoxaprop-p-ethyl + oxyfluorfen	22.08+24	41.6 a	2.0 a	5.1 a	11.3 ab	35.6 a
propaquizafop + fomesafen	12+50	36.9 a	1.9 a	5.7 a	12.3 a	34.4 a
propaquizafop + oxyfluorfen	12+24	42.0 a	2.1 a	5.1 a	11.4 ab	33.6 ab
glufosinate-ammonium + fomesafen	105+50	36.3 a	1.8 a	5.5 a	11.3 ab	33.0 ab
glufosinate-ammonium + oxyfluorfen	105+24	39.7 a	1.7 a	4.8 a	9.3 b	22.9 b
glyphosate	480	36.2 a	1.9 a	4.9 a	10.9 ab	28.9 ab
paraquat	240	28.9 a	0.7 b	5.9 a	11.4 ab	15.3 c
glufosinate-ammonium	105	43.3 a	2.0 a	5.2 a	11.7 a	32.4 ab
hand weeding	-	35.7 a	2.0 a	4.9 a	10.7 ab	29.6 ab
Weedy check	-	34.6 a	1.8 a	5.5 a	11.7 a	33.8 ab
C.V. (%)		23.4	22.6	12.4	18.8	19.1

[1] ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.82 ความสูง เส้นรอบวงลำต้น ความยางใบ ความกว้างใบ และความกว้างทรงพุ่มของต้นกาแฟ กาแฟอายุ 2 ปี หลังพ่นสารกำจัดวัชพืช แปลงทดลอง อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่

กรรมวิธี	อัตรา (g ai rai^{-1})	ความสูง (ซม)	เส้นรอบวงลำต้น (ซม)	ความกว้างใบ (ซม)	ความยาวใบ (ซม)	ความกว้างทรงพุ่ม (ซม)
fluazifop-p-butyl + fomesafen	30+50	81.0 a[1]	5.0 abc	6.3 bcd	13.4 b	57.9 abcd
clethodim + fomesafen	45+50	66.1 ab	5.1 ab	6.9 ab	13.8 b	59.1 abcd
fenoxaprop-p-ethyl + oxyfluorfen	22.08+24	62.2 ab	4.7 abcd	7.0 a	14.1 b	52.6 abcd
propaquizafop + fomesafen	12+50	73.0 ab	5.0 abc	6.7 abc	13.6 b	60.9 abcd
propaquizafop + oxyfluorfen	12+24	66.1 ab	4.9 abcd	6.9 ab	13.5 b	61.8 abc
glufosinate-ammonium + fomesafen	105+50	60.1 ab	4.8 abcd	6.0 d	18.2 a	51.1 abcd
glufosinate-ammonium + oxyfluorfen	105+24	70.3 ab	4.8 abcd	5.8 d	11.8 b	67.6 ab
glyphosate	480	56.8 ab	3.8 cd	5.8 d	11.8 b	41.9 e
paraquat	240	48.9 b	4.4 abcd	6.1 cd	13.3 b	54.1 abcd
glufosinate-ammonium	105	76.0 ab	5.6 a	6.4 abcd	12.8 b	74.7 a
hand weeding	-	88.4 a	3.8 cd	6.1 cd	11.7 b	45.5 abcd
Weedy check	-	66.0 ab	3.7 d	5.9 d	11.9 b	44.6 de
C.V. (%)		49	14.57	5.7	12.5	15.5

[1] ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.83 ความสูง เส้นรอบวงลำต้น ความยางใบ ความกว้างใบ และความกว้างทรงพุ่มของต้นกาแฟ กาแฟอายุ 2 ปี หลังพ่นสารกำจัดวัชพืช แปลงทดลอง อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

กรรมวิธี	อัตรา (g ai rai^{-1})	ความสูง (ซม)	เส้นรอบวงลำต้น (ซม)	ความกว้างใบ (ซม)	ความยาวใบ (ซม)	ความกว้างทรงพุ่ม (ซม)
fluazifop-p-butyl + fomesafen	30+50	56.8 abc[1]	3.4 abc	5.6 ab	11.4 a	44.7 bc
clethodim + fomesafen	45+50	60.9 a	3.8 ab	6.0 a	12.2 a	52.5 ab
fenoxaprop-p-ethyl + oxyfluorfen	22.08+24	59.6 ab	3.4 abc	5.9 a	11.9 a	48.8 abc
propaquizafop + fomesafen	12+50	55.4 abc	3.3 abc	5.8 a	11.6 a	47.7 abc
propaquizafop + oxyfluorfen	12+24	57.8 abc	3.0 bc	6.1 a	11.9 a	43.7 bc
glufosinate-ammonium + fomesafen	105+50	51.4 abcd	4.1 a	6.2 a	12.4 a	58.0 a
glufosinate-ammonium + oxyfluorfen	105+24	48.6 bcd	3.0 bc	6.0 a	11.9 a	41.1 bc
glyphosate	480	43.8 d	2.5 de	4.9 bc	11.2 a	32.4 de
paraquat	240	40.5 d	2.1 e	4.3 c	8.6 b	26.7 e
glufosinate-ammonium	105	57.7 abc	3.3 abc	6.2 a	11.8 a	50.5 abc
hand weeding	-	48.4 bcd	3.0 bc	5.7 ab	10.8 a	43.4 bc
Weedy check	-	47.3 cd	2.5 de	5.7 ab	11.7 a	39.3 cde
C.V. (%)		11.6	14.1	8.19	8.3	13.8

[1] ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

กรมวิชาการเกษตร

8.2.4 การวิเคราะห์สารพิษตกค้างของสารกำจัดวัชพืชในดิน

หลังจากพ่นสารกำจัดวัชพืช ได้สุ่มเก็บตัวอย่างดิน ที่ระดับความลึก 0-10 และ 10-15 เซนติเมตร จากแปลงปลูกกาแฟ จำนวน 2 แปลง ที่มีลักษณะแปลงที่แตกต่างกัน ในอำเภอแม่แจ่ม และอำเภอขุนวาง จังหวัดเชียงใหม่ หลังจากพ่นสารจำนวน 6 ครั้ง มาตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษตกค้างในดิน พบว่า

จากผลการวิเคราะห์ เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นหลังวัชพืชงอกของกาแฟในสภาพแปลงที่มีลักษณะแตกต่างกันทั้ง 2 แปลง ในอำเภอแม่แจ่ม และอำเภอขุนวาง จังหวัดเชียงใหม่ พบการตกค้างของสารกำจัดวัชพืช oxyfluorfen สูงที่สุด หลังการพ่นครั้งที่ 5 ที่ 0 วัน ปริมาณ 115.09 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในแปลงกาแฟอำเภอแม่แจ่ม สอดคล้องกับรายงานการสลายตัวของสาร oxyfluorfen ในสิ่งแวดล้อม ซึ่งสารชนิดนี้จะดูดซึมได้ดีในดิน และเกิดการสลายตัวอย่างช้าๆ มีค่าครึ่งชีวิตประมาณ 5 – 55 วัน ขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศ (Turner, 2018) ในทางตรงกันข้าม แปลงอำเภอขุนวาง พบการตกค้างปริมาณ 9.14 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สืบเนื่องมาจากฝนตกหลังจากทำจากพ่นสาร ทำให้สารเกิดการชะล้าง เนื่องจากสภาพพื้นที่แปลงปลูกกาแฟมีความลาดเอียง จึงเป็นไปได้ที่จะเกิดการเคลื่อนย้ายสารกำจัดวัชพืชจากพื้นที่เพาะปลูกรอบๆ ที่มีการใช้สารดังกล่าวลงสู่แปลงปลูกที่มีความลาดต่ำกว่า นอกจากนี้ยังอาจเกิดจากการชะละลาย หรือการไหลบ่าของน้ำจากบริเวณแปลงปลูกกาแฟ หรือซึมละลายไปกับน้ำในดินลงสู่แหล่งน้ำใต้ดิน

ตรวจพบสารปริมาณน้อย นอกจากนี้ยังตรวจพบสาร fomesafen ปริมาณสูงทั้ง 2 แปลง หลังการพ่นครั้งที่ 3 ที่ 0 วัน ปริมาณ 73.43 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการสลายตัวของสาร fomesafen ในสิ่งแวดล้อม จะเกิดการสลายตัวอย่างช้าๆ ในสภาวะไม่ใช้ออกซิเจน มีค่าครึ่งชีวิตมากกว่า 6 เดือน (Turner, 2018) ซึ่งสารทั้งสองชนิดในสูตรโครงสร้างมีสารกลุ่ม Organochlorine เป็นองค์ประกอบ ทำให้เกิดการตกค้างยาวนานในดิน (Table 8.2.4, PPDB, 2007)

จากการประมวลข้อมูลการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นหลังวัชพืชงอกของกาแฟ ที่ได้จากการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่าง ดิน พบว่าสารพิษจะสลายตัวและมีปริมาณลดลงตามลำดับเป็นส่วนใหญ่ ยกเว้นบางช่วงเวลาหลังพ่นที่นานขึ้นกลับตรวจพบปริมาณเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากทั้ง 2 แปลง มีลักษณะแตกต่างกัน ในอำเภอแม่แจ่ม และอำเภอขุนวาง จังหวัดเชียงใหม่ และอีกส่วนหนึ่งอาจเกิดจากฝนตกหลังวันที่พ่นสารพิษ น้ำฝนจึงชะสารพิษจากดินลงในคูน้ำ ทำให้ปริมาณสารกำจัดวัชพืชที่พบในดินมีความแปรปรวนโดยมีปริมาณสารพิษเพิ่มมากขึ้นในบางช่วงเวลา (ตารางที่ 3.84 ถึง ตารางที่ 3.89)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Table 8.2.4 Physical Properties and Breakdown of Chemical in Soil (PPDB, 2007)

Herbicide name	Substance group	Herbicide Resistance Classification (HRAC)	Soil degradation (days) (aerobic)	Interpretation
fluazifop-p-butyl ($C_{19}H_{20}F_3NO_4$)	Aryloxyphenoxypropionate	A	EU dossier Field studies DT_{50} range: 2.1-38.0 days, DT_{90} range 12-126 days	Non-persistent
fomesafen ($C_{15}H_{10}ClF_3N_2O_6S$)	Organochlorine	E	EU dossier field studies DT_{50} range 59-112 days	Moderately persistent
clethodim ($C_{17}H_{26}ClNO_3S$)	Cyclohexanedione	A	EU dossier lab studies DT_{50} range 0.17-3.04 days, DT_{90} range 0.76-8.50 days; field studies: DT_{50} 3 days	Non-persistent
fenoxaprop-p-ethyl ($C_{18}H_{16}ClNO_5$)	Aryloxyphenoxypropionate	A	EU 2018 dossier lab studies DT_{50} (normalised) range 0.07-1.4 days, DT_{90} range 0.24-6.1 days, Soils=8; Other sources: 10.5 days (DW4)	Non-persistent
oxyfluorfen ($C_{15}H_{11}ClF_3NO_4$)	Diphenyl ether	E	EU dossier Lab studies DT_{50} range 62-438 days; DT_{90} range 231-1771 days, Field data DT_{50} range 31-172 days, DT_{90} range 274-571 days; Other literature data DT_{50} 30-60 days	Moderately persistent
propaquizafop ($C_{22}H_{22}ClN_3O_5$)	Aryloxyphenoxypropionate	A	EU dossier lab study DT_{50} 0.09 to <3 days, field	Moderately persistent

กรมวิชาการเกษตร

Herbicide name	Substance group	Herbicide Resistance Classification (HRAC)	Soil degradation (days) (aerobic)	Interpretation
			studies DT_{50} range 15-215 days, DT_{90} range 2-56 days; Other field studies DT_{50} range 15-26 days for spring applications	
glufosinate-ammonium ($C_5H_{15}N_2O_4P$)	Phosphinic acid	H	U dossier lab studies DT_{50} range 6-11 days, DT_{90} range 19-35 days; Other sources: DT_{50} 16 days (DW4); 3-10 days (Q3 lab), 7-20 (Q3 field)	Non-persistent
glyphosate ($C_3H_8NO_5P$)	Phosphonoglycine	G	EU Dossier (2015) Lab studies DT_{50} range 1.0-67.7 days, DT_{90} range 9.3-1661 days, Soils=15; field studies DT_{50} range 5.7-40.9 days, DT_{90} range 66.9-386.6 days, Soils = 8	Non-persistent
paraquat dichloride ($C_{12}H_{14}Cl_2N_2$)	Quarternary ammonium compound	D	DT_{50} (field) = 365 General literature DT_{50} up to 20 years Stable and persistent	Very persistent

Remark: < 30 = Non-persistent, 30 - 100 = Moderately persistent, 100 - 365 = Persistent, > 365 = Very persistent

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.84 ปริมาณสารกำจัดวัชพืชตกค้างในดิน แปลงทดลอง อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

กรรมวิธี	สารกำจัดวัชพืช	ปริมาณสารกำจัดวัชพืชตกค้าง							
		พ่นครั้งที่ 1 (5 กรกฎาคม 2561)				พ่นครั้งที่ 2 (30 กันยายน, 2561)			
		0 วันหลังพ่น	20 วันหลังพ่น	40 วันหลังพ่น	60 วันหลังพ่น	0 วันหลังพ่น	20 วันหลังพ่น	40 วันหลังพ่น	60 วันหลังพ่น
1. fluazifop-p-butyl +	fluazifop-p-butyl	0.58 ± 0.32	0.37 ± 0.11	0.23 ± 0.18	0.10 ± 0.09	4.22 ± 0.29	1.55 ± 0.13	0.17 ± 0.11	0.05 ± 0.03
fomesafen	fomesafen	1.46 ± 0.74	2.40 ± 0.21	6.03 ± 0.35	2.03 ± 0.45	7.73 ± 0.45	1.35 ± 0.28	0.89 ± 0.21	0.09 ± 0.05
2. clethodim +	clethodim	0.47 ± 0.24	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	0.21 ± 0.12	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
fomesafen	fomesafen	1.57 ± 0.18	1.12 ± 0.28	0.08 ± 0.05	ไม่พบ	17.23 ± 0.97	3.45 ± 1.23	0.74 ± 0.31	0.43 ± 0.16
3. fenoxaprop-p-ethyl +	fenoxaprop-p-ethyl	0.58 ± 0.20	0.19 ± 0.10	0.06 ± 0.01	ไม่พบ	3.22 ± 0.65	0.14 ± 0.08	0.05 ± 0.02	ไม่พบ
oxyfluorfen	oxyfluorfen	1.59 ± 0.34	0.20 ± 0.12	0.19 ± 0.10	ไม่พบ	6.68 ± 0.78	0.76 ± 0.23	0.14 ± 0.08	ไม่พบ
4. propaquizafop +	propaquizafop	4.08 ± 0.81	0.22 ± 0.19	0.11 ± 0.09	0.05 ± 0.01	3.19 ± 0.93	1.98 ± 0.34	0.18 ± 0.11	0.08 ± 0.05
fomesafen	fomesafen	1.77 ± 0.12	0.25 ± 0.13	ไม่พบ	ไม่พบ	2.78 ± 0.21	2.08 ± 0.12	0.11 ± 0.06	0.03 ± 0.01
5. propaquizafop +	propaquizafop	0.45 ± 0.19	0.19 ± 0.09	ไม่พบ	ไม่พบ	0.15 ± 0.10	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
oxyfluorfen	oxyfluorfen	2.10 ± 0.15	0.25 ± 0.21	ไม่พบ	ไม่พบ	0.90 ± 0.21	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
6. glufosinate -ammonium +	glufosinate -ammonium	1.28 ± 0.22	0.72 ± 0.16	ไม่พบ	ไม่พบ	1.19 ± 0.31	0.21 ± 0.11	0.09 ± 0.06	ND
fomesafen	fomesafen	0.26 ± 0.11	0.06 ± 0.05	ไม่พบ	ไม่พบ	3.01 ± 0.25	2.81 ± 0.39	0.29 ± 0.16	ND
7. glufosinate -ammonium +	glufosinate -ammonium	0.97 ± 0.32	0.45 ± 0.15	0.23 ± 0.12	0.09 ± 0.02	0.96 ± 0.15	0.16 ± 0.09	0.15 ± 0.06	ND
oxyfluorfen	oxyfluorfen	0.91 ± 0.21	0.58 ± 0.31	0.10 ± 0.06	ไม่พบ	4.81 ± 1.35	0.56 ± 0.29	0.35 ± 0.15	0.11 ± 0.07
8. glyphosate	glyphosate	0.28 ± 0.17	0.17 ± 0.11	0.21 ± 0.19	ไม่พบ	1.29 ± 0.42	0.53 ± 0.10	0.19 ± 0.11	0.09 ± 0.03
9. paraquat	paraquat	1.49 ± 0.31	0.68 ± 0.22	0.45 ± 0.27	0.10 ± 0.09	4.25 ± 0.34	1.36 ± 0.22	0.79 ± 0.21	0.13 ± 0.09
10. glufosinate -ammonium	glufosinate -ammonium	0.20 ± 0.14	0.19 ± 0.12	ไม่พบ	ไม่พบ	1.32 ± 0.21	0.79 ± 0.16	ไม่พบ	ไม่พบ
11. hand weeding	hand weeding	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
12. Weedy check	Weedy check	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ

± ; standard of deviation of ten replicates

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.85 ปริมาณสารกำจัดวัชพืชตกค้างในดิน แปลงทดลอง อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

กรรมวิธี	สารกำจัดวัชพืช	ปริมาณสารกำจัดวัชพืชตกค้าง							
		พ่นครั้งที่ 3 (21 ธันวาคม 2561)				พ่นครั้งที่ 4 (20 มิถุนายน 2562)			
		0 วันหลังพ่น	20 วันหลังพ่น	40 วันหลังพ่น	60 วันหลังพ่น	0 วันหลังพ่น	20 วันหลังพ่น	40 วันหลังพ่น	60 วันหลังพ่น
1. fluazifop-p-butyl + fomesafen	fluazifop-p-butyl	0.86 ± 0.14	0.15 ± 0.08	0.53 ± 0.19	0.18 ± 0.11	0.36 ± 0.21	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
	fomesafen	0.86 ± 0.32	3.71 ± 0.15	1.24 ± 0.35	ไม่พบ	0.21 ± 0.11	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
2. clethodim + fomesafen	clethodim	2.86 ± 0.21	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	0.16 ± 0.09	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
	fomesafen	3.15 ± 0.32	1.54 ± 0.19	0.61 ± 0.31	ไม่พบ	0.19 ± 0.05	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
3. fenoxaprop-p-ethyl + oxyfluorfen	fenox.-p-ethyl	2.78 ± 0.14	1.39 ± 0.25	0.51 ± 0.24	0.09 ± 0.02	1.83 ± 0.22	0.21 ± 0.15	0.16 ± 0.11	ไม่พบ
	oxyfluorfen	2.09 ± 0.32	0.70 ± 0.11	0.68 ± 0.23	0.08 ± 0.03	2.31 ± 0.17	1.61 ± 0.76	0.11 ± 0.05	0.09 ± 0.02
4. propaquizafop + fomesafen	propaquizafop	5.18 ± 0.25	2.41 ± 0.36	0.12 ± 0.10	0.09 ± 0.04	6.71 ± 0.32	2.86 ± 0.16	0.03 ± 0.01	ไม่พบ
	fomesafen	27.76 ± 0.86	18.37 ± 0.75	2.82 ± 0.35	0.79 ± 0.31	67.28 ± 0.87	15.37 ± 0.52	0.78 ± 0.12	0.30 ± 0.11
5. propaquizafop + oxyfluorfen	propaquizafop	0.98 ± 0.43	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	0.10 ± 0.08	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
	oxyfluorfen	2.21 ± 0.16	0.21 ± 0.10	0.07 ± 0.02	ไม่พบ	2.64 ± 0.24	1.83 ± 0.22	0.11 ± 0.02	0.06 ± 0.03
6. glufosinate-ammonium + fomesafen	glufos -ammo.	0.29 ± 0.09	0.23 ± 0.10	0.09 ± 0.03	ไม่พบ	0.25 ± 0.22	0.11 ± 0.08	ไม่พบ	ไม่พบ
	fomesafen	16.52 ± 0.89	3.25 ± 0.56	0.86 ± 0.12	0.26 ± 0.11	13.51 ± 0.76	2.71 ± 0.15	0.98 ± 0.12	0.55 ± 0.41
7. glufosinate-ammonium + oxyfluorfen	glufos -ammo.	3.21 ± 0.15	1.68 ± 0.18	0.94 ± 0.16	0.24 ± 0.11	1.28 ± 0.45	0.11 ± 0.09	ไม่พบ	ไม่พบ
	oxyfluorfen	1.71 ± 0.32	1.03 ± 0.29	0.48 ± 0.11	0.21 ± 0.13	0.67 ± 0.22	0.44 ± 0.12	0.06 ± 0.02	0.03 ± 0.02
8. glyphosate	glyphosate	0.81 ± 0.28	0.78 ± 0.21	0.35 ± 0.12	0.21 ± 0.15	1.19 ± 0.17	1.03 ± 0.28	0.19 ± 0.15	ND
9. paraquat	paraquat	3.89 ± 0.67	1.44 ± 0.32	1.03 ± 0.27	0.46 ± 0.11	1.52 ± 0.62	0.85 ± 0.42	0.83 ± 0.18	0.84 ± 0.26
10. glufosinate-ammonium	glufos -ammo	5.09 ± 0.77	2.56 ± 0.21	0.85 ± 0.24	0.22 ± 0.11	2.03 ± 0.18	1.02 ± 0.43	ไม่พบ	ไม่พบ
11. hand weeding	hand weeding	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
12.Weedy check	Weedy check	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ

± ; standard of deviation of ten replicates

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.86 ปริมาณสารกำจัดวัชพืชตกค้างในดิน แปลงทดลอง อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

กรรมวิธี	สารกำจัดวัชพืช	ปริมาณสารกำจัดวัชพืชตกค้าง							
		พ่นครั้งที่ 5 (23 สิงหาคม 2562)				พ่นครั้งที่ 6 (8 ธันวาคม 2562)			
		0 วันหลังพ่น	20 วันหลังพ่น	40 วันหลังพ่น	60 วันหลังพ่น	0 วันหลังพ่น	20 วันหลังพ่น	40 วันหลังพ่น	60 วันหลังพ่น
1. fluazifop-p-butyl + fomesafen	fluazifop-p-butyl	0.67 ± 0.13	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	0.58 ± 0.29	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
	fomesafen	0.42 ± 0.17	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	0.36 ± 0.12	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
2. clethodim + fomesafen	clethodim	0.09 ± 0.02	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	0.05 ± 0.03	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
	fomesafen	0.35 ± 0.12	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	0.26 ± 0.15	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
3. fenoxaprop-p-ethyl + oxyfluorfen	fenox.-p-ethyl	0.18 ± 0.12	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	0.10 ± 0.05	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
	oxyfluorfen	34.81 ± 0.92	20.06 ± 0.28	14.28 ± 0.68	0.07 ± 0.04	0.88 ± 0.12	0.08 ± 0.05	0.03 ± 0.02	ไม่พบ
4. propaquizafop + fomesafen	propaquizafop	5.18 ± 0.65	2.41 ± 0.65	ไม่พบ	ไม่พบ	55.67 ± 0.87	2.79 ± 0.53	0.03 ± 0.02	ไม่พบ
	fomesafen	27.76 ± 0.32	18.37 ± 0.42	ไม่พบ	ไม่พบ	0.78 ± 0.43	0.30 ± 0.15	ไม่พบ	ไม่พบ
5. propaquizafop + oxyfluorfen	propaquizafop	1.67 ± 0.32	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	0.76 ± 0.35	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
	oxyfluorfen	53.61 ± 0.17	8.00 ± 0.38	2.73 ± 0.25	2.21 ± 0.14	0.11 ± 0.04	0.09 ± 0.03	ไม่พบ	ไม่พบ
6. glufosinate-ammonium + fomesafen	glufos -ammo.	1.36 ± 0.38	0.92 ± 0.12	0.23 ± 0.11	ND	21.26 ± 0.67	0.77 ± 0.42	0.27 ± 0.12	ไม่พบ
	fomesafen	16.52 ± 0.67	7.70 ± 0.56	1.65 ± 0.89	0.07 ± 0.23	0.98 ± 0.24	0.55 ± 0.21	ไม่พบ	ไม่พบ
7. glufosinate-ammonium + oxyfluorfen	glufos -ammo.	2.03 ± 0.17	0.98 ± 0.21	0.37 ± 0.22	0.94 ± 0.56	0.99 ± 0.23	0.76 ± 0.32	0.45 ± 0.19	ไม่พบ
	oxyfluorfen	115.09 ± 0.46	46.45 ± 0.32	8.30 ± 0.86	0.48 ± 0.28	3.48 ± 0.53	0.25 ± 0.11	0.13 ± 0.09	0.08 ± 0.56
8. glyphosate	glyphosate	4.99 ± 0.32	0.98 ± 0.12	0.76 ± 0.45	0.46 ± 0.11	15.70 ± 0.90	2.09 ± 0.23	0.47 ± 0.11	ไม่พบ
9. paraquat	paraquat	5.98 ± 0.32	1.50 ± 0.12	0.93 ± 0.26	0.46 ± 0.19	3.75 ± 0.23	2.04 ± 0.38	1.18 ± 0.16	0.93 ± 0.46
10. glufosinate-ammonium	glufos -ammo	3.08 ± 0.18	2.10 ± 0.50	0.32 ± 0.19	0.17 ± 0.09	2.01 ± 0.49	0.45 ± 0.15	0.17 ± 0.06	ไม่พบ
11. hand weeding	hand weeding	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	0.25-2.89	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
12.Weedy check	Weedy check	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ

± ; standard of deviation of ten replicates

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.87 ปริมาณสารกำจัดวัชพืชตกค้างในดิน แปลงทดลอง อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่

กรรมวิธี	สารกำจัดวัชพืช	ปริมาณสารกำจัดวัชพืชตกค้าง							
		พ่นครั้งที่ 1 (5 กรกฎาคม 2561)				พ่นครั้งที่ 2 (30 กันยายน, 2561)			
		0 วันหลังพ่น	20 วันหลังพ่น	40 วันหลังพ่น	60 วันหลังพ่น	0 วันหลังพ่น	20 วันหลังพ่น	40 วันหลังพ่น	60 วันหลังพ่น
1. fluazifop-p-butyl + fomesafen	fluazifop-p-butyl	0.13 ± 0.08	0.07 ± 0.02	ไม่พบ	ไม่พบ	2.94 ± 0.15	2.38 ± 0.23	1.21 ± 0.23	0.16 ± 0.09
	fomesafen	6.63 ± 0.16	4.02 ± 0.39	ไม่พบ	ไม่พบ	15.81 ± 0.38	8.51 ± 0.22	0.09 ± 0.04	ไม่พบ
2. clethodim + fomesafen	clethodim	4.48 ± 0.23	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	0.92 ± 0.31	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
	fomesafen	17.59 ± 0.11	11.84 ± 0.63	3.32 ± 0.23	0.56 ± 0.12	4.49 ± 0.41	1.29 ± 0.18	3.40 ± 0.29	ไม่พบ
3. fenoxaprop-p-ethyl + oxyfluorfen	fenox.-p-ethyl	6.70 ± 0.16	0.87 ± 0.21	0.09 ± 0.03	ไม่พบ	14.89 ± 0.66	0.72 ± 0.26	0.18 ± 0.11	ไม่พบ
	oxyfluorfen	0.12 ± 0.08	0.09 ± 0.03	0.06 ± 0.03	ไม่พบ	1.87 ± 0.44	1.40 ± 0.23	0.48 ± 0.12	ไม่พบ
4. propaquizafop + fomesafen	propaquizafop	0.59 ± 0.12	0.17 ± 0.09	ไม่พบ	ไม่พบ	2.81 ± 0.32	1.83 ± 0.56	0.85 ± 0.11	ไม่พบ
	fomesafen	11.81 ± 0.65	7.23 ± 0.29	ไม่พบ	ไม่พบ	56.42 ± 0.19	3.80 ± 0.26	1.17 ± 0.15	0.87 ± 0.34
5. propaquizafop + oxyfluorfen	propaquizafop	0.15 ± 0.10	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	0.19 ± 0.08	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
	oxyfluorfen	0.08 ± 0.03	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	0.12 ± 0.04	0.06 ± 0.03	ไม่พบ	ไม่พบ
6. glufosinate-ammonium + fomesafen	glufos -ammo.	0.98 ± 0.06	0.77 ± 0.13	ไม่พบ	ไม่พบ	3.97 ± 0.21	1.58 ± 0.15	0.98 ± 0.11	0.77 ± 0.19
	fomesafen	18.93 ± 0.12	5.29 ± 0.19	0.33 ± 0.17	ไม่พบ	12.49 ± 0.12	3.45 ± 0.18	2.48 ± 0.15	0.13 ± 0.07
7. glufosinate-ammonium + oxyfluorfen	glufos -ammo.	0.90 ± 0.45	0.59 ± 0.12	0.42 ± 0.11	ไม่พบ	1.97 ± 0.11	1.25 ± 0.16	0.68 ± 0.11	0.35 ± 0.22
	oxyfluorfen	0.06 ± 0.02	0.02 ± 0.01	ไม่พบ	ไม่พบ	5.19 ± 0.15	3.62 ± 0.23	2.32 ± 0.11	1.18 ± 0.21
8. glyphosate	glyphosate	0.84 ± 0.12	0.62 ± 0.28	ไม่พบ	ไม่พบ	1.94 ± 0.21	0.85 ± 0.10	0.74 ± 0.21	0.20 ± 0.16
9. paraquat	paraquat	1.86 ± 0.21	1.61 ± 0.12	1.69 ± 0.86	0.19 ± 0.08	3.29 ± 2.08	1.45 ± 0.45	0.94 ± 0.29	0.78 ± 0.17
10. glufosinate-ammonium	glufos -ammo	0.40 ± 0.11	0.36 ± 0.12	0.14 ± 0.08	0.09 ± 0.03	2.97 ± 0.28	1.63 ± 0.22	1.04 ± 0.11	0.81 ± 0.05
11. hand weeding	hand weeding	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
12.Weedy check	Weedy check	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ

± ; standard of deviation of ten replicates

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.88 ปริมาณสารกำจัดวัชพืชตกค้างในดิน แปลงทดลอง อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่

กรรมวิธี	สารกำจัดวัชพืช	ปริมาณสารกำจัดวัชพืชตกค้าง							
		พ่นครั้งที่ 3 (21 ธันวาคม 2561)				พ่นครั้งที่ 4 (20 มิถุนายน 2562)			
		0 วันหลังพ่น	20 วันหลังพ่น	40 วันหลังพ่น	60 วันหลังพ่น	0 วันหลังพ่น	20 วันหลังพ่น	40 วันหลังพ่น	60 วันหลังพ่น
1. fluazifop-p-butyl + fomesafen	fluazifop-p-butyl	2.24 ± 1.59	0.71 ± 0.11	0.12 ± 0.07	ไม่พบ	0.16 ± 0.10	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
	fomesafen	5.64 ± 0.88	3.59 ± 0.66	1.03 ± 0.23	ไม่พบ	0.24 ± 0.11	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
2. clethodim + fomesafen	clethodim	0.20 ± 0.09	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	0.10 ± 0.07	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
	fomesafen	4.57 ± 0.23	2.85 ± 0.22	0.53 ± 0.28	ไม่พบ	0.67 ± 0.12	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
3. fenoxaprop-p-ethyl + oxyfluorfen	fenox.-p-ethyl	7.33 ± 0.33	2.89 ± 0.12	0.10 ± 0.06	0.09 ± 0.02	1.35 ± 0.21	0.15 ± 0.02	0.09 ± 0.03	ไม่พบ
	oxyfluorfen	1.52 ± 0.18	0.24 ± 0.02	ไม่พบ	0.19 ± 0.11	1.68 ± 0.21	0.11 ± 0.06	0.09 ± 0.02	ไม่พบ
4. propaquizafop + fomesafen	propaquizafop	5.61 ± 0.27	2.24 ± 0.11	0.25 ± 0.11	0.07 ± 0.02	0.29 ± 0.12	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
	fomesafen	32.14 ± 0.12	17.20 ± 0.89	2.50 ± 0.56	0.29 ± 0.12	73.43 ± 0.11	28.58 ± 0.56	0.87 ± 0.11	0.17 ± 0.11
5. propaquizafop + oxyfluorfen	propaquizafop	0.19 ± 0.11	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	0.22 ± 0.18	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
	oxyfluorfen	1.92 ± 0.45	1.41 ± 0.12	1.20 ± 0.11	0.07 ± 0.02	2.80 ± 0.14	0.16 ± 0.11	0.08 ± 0.02	ไม่พบ
6. glufosinate-ammonium + fomesafen	glufos -ammo.	1.08 ± 0.15	0.95 ± 0.08	0.57 ± 0.12	0.22 ± 0.09	1.69 ± 0.12	1.02 ± 0.06	0.77 ± 0.12	0.18 ± 0.11
	fomesafen	16.60 ± 0.21	1.46 ± 0.28	0.89 ± 0.22	0.39 ± 0.21	14.59 ± 0.11	2.08 ± 0.45	0.23 ± 0.11	0.13 ± 0.06
7. glufosinate-ammonium + oxyfluorfen	glufos -ammo.	2.08 ± 0.07	0.95 ± 0.11	ไม่พบ	ไม่พบ	0.94 ± 0.23	0.84 ± 0.35	0.35 ± 0.17	ไม่พบ
	oxyfluorfen	1.45 ± 0.11	1.39 ± 0.48	0.43 ± 0.21	0.29 ± 0.11	13.51 ± 0.11	0.72 ± 0.23	0.44 ± 0.35	0.21 ± 0.11
8. glyphosate	glyphosate	2.55 ± 0.12	0.93 ± 0.18	0.84 ± 0.23	0.17 ± 0.13	2.01 ± 0.13	1.08 ± 0.15	0.29 ± 0.16	0.20 ± 0.09
9. paraquat	paraquat	5.80 ± 0.25	3.96 ± 0.29	4.08 ± 0.21	0.11 ± 0.06	4.03 ± 0.21	2.34 ± 0.29	1.10 ± 0.13	0.78 ± 0.21
10. glufosinate-ammonium	glufos -ammo	2.91 ± 0.26	1.46 ± 0.14	0.87 ± 0.21	ไม่พบ	1.75 ± 0.25	0.98 ± 0.15	0.81 ± 0.14	0.21 ± 0.15
11. hand weeding	hand weeding	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
12.Weedy check	Weedy check	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ

± ; standard of deviation of ten replicates

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.89 ปริมาณสารกำจัดวัชพืชตกค้างในดิน แปลงทดลอง อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่

กรรมวิธี	สารกำจัดวัชพืช	ปริมาณสารกำจัดวัชพืชตกค้าง							
		พ่นครั้งที่ 5 (23 สิงหาคม 2562)				พ่นครั้งที่ 6 (8 ธันวาคม 2562)			
		0 วันหลังพ่น	20 วันหลังพ่น	40 วันหลังพ่น	60 วันหลังพ่น	0 วันหลังพ่น	20 วันหลังพ่น	40 วันหลังพ่น	60 วันหลังพ่น
1. fluazifop-p-butyl + fomesafen	fluazifop-p-butyl	0.18 ± 0.09	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	0.16 ± 0.10	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
	fomesafen	0.28 ± 0.12	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	0.27 ± 0.16	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
2. clethodim + fomesafen	clethodim	0.08 ± 0.02	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	0.21 ± 0.11	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
	fomesafen	0.26 ± 0.11	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	0.25 ± 0.16	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
3. fenoxaprop-p-ethyl + oxyfluorfen	fenox.-p-ethyl	0.10 ± 0.04	0.09 ± 0.02	ไม่พบ	ไม่พบ	0.04 ± 0.02	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
	oxyfluorfen	1.35 ± 0.19	1.01 ± 0.19	0.09 ± 0.03	0.06 ± 0.02	0.17 ± 0.04	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
4. propaquizafop + fomesafen	propaquizafop	5.61 ± 0.45	2.24 ± 0.17	0.11 ± 0.02	ND	0.10 ± 0.04	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
	fomesafen	32.14 ± 0.23	17.10 ± 0.11	0.76 ± 0.12	0.09 ± 0.02	0.87 ± 0.12	0.17 ± 0.09	ไม่พบ	ไม่พบ
5. propaquizafop + oxyfluorfen	propaquizafop	0.18 ± 0.07	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	1.04 ± 0.45	0.05 ± 0.02	ไม่พบ	ไม่พบ
	oxyfluorfen	1.92 ± 0.34	1.30 ± 0.21	0.52 ± 0.15	0.07 ± 0.02	1.05 ± 0.11	0.36 ± 0.17	0.09 ± 0.02	ไม่พบ
6. glufosinate-ammonium + fomesafen	glufos -ammo.	0.95 ± 0.10	0.57 ± 0.32	0.22 ± 0.12	0.10 ± 0.04	0.79 ± 0.32	0.18 ± 0.04	ไม่พบ	ไม่พบ
	fomesafen	16.60 ± 0.29	3.81 ± 0.25	ไม่พบ	ไม่พบ	1.03 ± 0.11	0.38 ± 0.11	ไม่พบ	ไม่พบ
7. glufosinate-ammonium + oxyfluorfen	glufos -ammo.	1.25 ± 0.87	0.96 ± 0.19	0.55 ± 0.17	ไม่พบ	0.35 ± 0.11	0.10 ± 0.09	ไม่พบ	ไม่พบ
	oxyfluorfen	9.93 ± 0.24	1.93 ± 0.87	0.43 ± 0.19	0.29 ± 0.11	1.65 ± 0.26	0.70 ± 0.22	1.18 ± 0.32	1.25 ± 0.87
8. glyphosate	glyphosate	1.95 ± 0.23	0.99 ± 0.18	0.32 ± 0.16	0.17 ± 0.15	3.07 ± 0.24	2.65 ± 0.15	1.97 ± 0.22	0.29 ± 0.11
9. paraquat	paraquat	5.80 ± 0.12	2.39 ± 0.22	0.87 ± 0.27	0.25 ± 0.09	0.94 ± 0.25	0.78 ± 0.14	0.60 ± 0.26	0.18 ± 0.05
10. glufosinate-ammonium	glufos -ammo	1.03 ± 0.26	0.67 ± 0.29	0.32 ± 0.16	ไม่พบ	0.81 ± 0.13	0.32 ± 0.17	ไม่พบ	ไม่พบ
11. hand weeding	hand weeding	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
12.Weedy check	Weedy check	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ

± ; standard of deviation of ten replicates

กรมวิชาการเกษตร

8.2.5 ศึกษาผลตกค้างสารกำจัดวัชพืชในดิน โดยวิธี Bioassy

จากการเก็บดินหลังพ่นสารกำจัดวัชพืชในแต่ละครั้ง โดยเก็บที่ระยะ 20 และ 60 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืชและนำชุดดินดังกล่าวมาปลูกข้าวโพด ถั่วเขียว และมะเขือเทศ ในเรือนทดลอง พบว่า การพ่นสารกำจัดวัชพืชในแต่ละครั้ง ในแต่ละกรรมวิธีการทดลองไม่พบว่าปริมาณสารกำจัดวัชพืชที่ตกค้างอยู่ในดินจะมีผลต่อการเจริญเติบโตในด้านความสูง และน้ำสดของต้นข้าวโพด ถั่วเขียว และมะเขือเทศ เนื่องจากผลจากการทดลอง แสดงให้เห็นว่ากรรมวิธีที่มีการพ่นสารกำจัดวัชพืช ให้ความสูง และน้ำหนักสดของต้นข้าวโพด ถั่วเขียว และมะเขือเทศไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืชและกรรมวิธีใช้แรงงาน (ตารางที่ 3.90 – ตารางที่ 101) จากการทดลองสามารถที่จะแนะนำให้เกษตรกรปลูกข้าวโพด มะเขือเทศเพื่อหารายได้ และสามารถปลูกพืชตระกลูถั่วเพื่อการบำรุงดิน ในช่วงที่ที่กาแฟยังไม่ให้ผลผลิต แต่ทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม เช่น ลักษณะของดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณน้ำฝน การชะล้าง แสงแดด และจุลินทรีย์ในดิน ปัจจัยเหล่านี้จะมีผลต่อการสลายตัวของสารกำจัดวัชพืช ซึ่งจะมีผลต่อการปลูกพืชชนิดอื่นหลังจากใช้สารกำจัดวัชพืชไปแล้ว (Sondhia, 2014) จากการทดลองของ Buhler และ Burnside (1984) ศึกษาการเจริญเติบโตของ ข้าวโพด และถั่วเหลือง ที่ปลูกในสภาพดินที่พ่นสาร fluazifop-Butyl, haloxyfop-Methyl, sethoxydim ทันที่โดยใช้ในข้าวโพดอัตรา 16, 8 และ 32 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ตามลำดับ และในถั่วเหลืองอัตรา 32, 32 และ 32 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ตามลำดับ พบว่าสาร fluazifop-Butyl ยับยั้งการเจริญเติบโตของข้าวโพด 57% และถั่วเหลือง 4 % ส่วน haloxyfop-Methyl ยับยั้งการเจริญเติบโตของข้าวโพด 38% แต่ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง ส่วน sethoxydim ยับยั้งการเจริญเติบโตของข้าวโพด 38% และถั่วเหลือง 2%

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.90 ความสูงและน้ำหนักสดของข้าวโพด จากการปลูกในดินที่เก็บในแปลงหลังพ่นสารกำจัดวัชพืชครั้งที่ 1 2 และ 3 ที่ระยะ 20 และ 60 วันหลังพ่นสาร แปลงทดลอง อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่

กรรมวิธี	อัตรา (g ai rai^{-1})	ดินหลังพ่นสารครั้งที่ 1 (5 กรกฎาคม 2561)				ดินหลังพ่นสารครั้งที่ 2 (30 กันยายน 2561)				ดินหลังพ่นสารครั้งที่ 3 (21 ธันวาคม 2561)			
		20 วันหลังพ่น		60 วันหลังพ่น		20 วันหลังพ่น		60 วันหลังพ่น		20 วันหลังพ่น		60 วันหลังพ่น	
		ความสูง	น้ำหนัก	ความสูง	น้ำหนัก	ความสูง	น้ำหนัก	ความสูง	น้ำหนัก	ความสูง	น้ำหนัก	ความสูง	น้ำหนัก
fluazifop-p-butyl + fomesafen	30+50	74.0 a [1]	7.6 a	74.5 a	16.0 a	80.7 ab	50.1 ab	61.3 ab	31.9 a	22.0 b	39.0 a	26.8 ab	24.3 a
clethodim + fomesafen	45+50	70.3 a	8.9 a	67.2 a	16.0 a	85.4 ab	55.8 ab	46.3 b	23.3 a	30.7 ab	32.7 a	19..4 b	17.1 a
fenoxaprop-p-ethyl + oxyfluorfen	22.08+24	67.3 a	12.3 a	86.4 a	24.3 a	87.3 ab	39.5 b	94.3 a	50.4 a	75.7 a	52.5 a	29.7 ab	23.0 a
propaquizafop + fomesafen	12+50	70.0 a	11.7 a	83.3 a	18.7 a	96.0 ab	57.9 ab	52.3 b	23.5 a	36.3 ab	33.5 a	31.2 ab	24.3 a
propaquizafop + oxyfluorfen	12+24	73.3 a	12.4 a	102.7 a	32.9 a	60.0 ab	39.9 b	59.0 ab	44.7 a	27.7 ab	49.3 a	38.3 a	26.8 a
glufosinate-ammonium + fomesafen	105+50	66.0 a	6.3 a	76.0 a	11.5 a	62.3 ab	56.3 ab	46.7 b	21.0 a	51.0 ab	31.2 a	23.2 ab	15.8 a
glufosinate-ammonium + oxyfluorfen	105+24	76.3 a	13.3 a	114.1 a	32.1 a	63.0 ab	46.1 b	66.3 ab	38.7 a	55.0 ab	49.0 a	29.6 ab	23.3 a
glyphosate	480	67.7 a	5.2 a	76.3 a	20.2 a	63.3 ab	33.6 b	63.5 ab	30.0 a	56.0 ab	49.4 a	28.2 ab	20.1 a
paraquat	240	77.0 a	10.9 a	102.7 a	21.5 a	68.0 ab	44.3 b	73.3 ab	27.3 a	30. ab	37.3 a	26.5 ab	22.5 a
glufosinate-ammonium	105	68.0 a	11.9 a	101.0 a	28.5 a	134.0 a	99.5 a	64.0 ab	41.0 a	64.0 ab	43.6 a	24.8 ab	19.0 a
hand weeding	-	75.3 a	11.1 a	90.0 a	29.0 a	52.0 b	44.1 b	73.3 ab	33.8 a	51.7 ab	30.8 a	16.4 b	15.1 a
Weedy check	-	59.3 a	6.9 a	93.0 a	23.8 a	93.3 ab	62.6 ab	44.0 b	23.9 a	39.7 ab	40.3 a	23.7 ab	22.2 a
C.V. (%)		14.8	42.7	34.3	55	49.9	50.4	30.5	63.1	55.7	87	29.2	97.5

[1] ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.91 ความสูงและน้ำหนักสดของข้าวโพด จากการปลูกในดินที่เก็บในแปลงหลังพ่นสารกำจัดวัชพืชครั้งที่ 1 2 และ 3 ที่ระยะ 20 และ 60 วันหลังพ่นสาร แปลงทดลอง อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

กรรมวิธี	อัตรา (g ai rai^{-1})	ดินหลังพ่นสารครั้งที่ 1 (5 กรกฎาคม 2561)				ดินหลังพ่นสารครั้งที่ 2 (30 กันยายน 2561)				ดินหลังพ่นสารครั้งที่ 3 (21 ธันวาคม 2561)			
		20 วันหลังพ่น		60 วันหลังพ่น		20 วันหลังพ่น		60 วันหลังพ่น		20 วันหลังพ่น		60 วันหลังพ่น	
		ความสูง	น้ำหนัก	ความสูง	น้ำหนัก	ความสูง	น้ำหนัก	ความสูง	น้ำหนัก	ความสูง	น้ำหนัก	ความสูง	น้ำหนัก
fluazifop-p-butyl + fomesafen	30+50	64.3 ab [1]	24.7 ab	21.7 a	5.8 a	19.8 ab	9.4 a	19.9 a	40.0 b	18.7 b	28.5 a	20.3 a	15.3 a
clethodim + fomesafen	45+50	80.3 a	20.5 b	20.8 a	6.4 a	18.5 ab	7.5 a	19.3 a	66.7 ab	25.7 ab	24.6 a	26.8 a	19.4 a
fenoxaprop-p-ethyl + oxyfluorfen	22.08+24	32.0 bc	22.0 ab	22.0 a	5.4 a	21.0 ab	9.3 a	25.2 a	49.0 b	21.7 b	20.9 a	29.3 a	12.8 a
propaquizafop + fomesafen	12+50	35.3 bc	31.6 a	33.3 a	12.0 a	19.3 ab	7.1 a	23.5 a	35.3 b	55.0 ab	37.6 a	23.1 a	14.7 a
propaquizafop + oxyfluorfen	12+24	66.0 ab	21.5 ab	29.0 a	13.5 a	19.3 ab	6.9 a	24.4 a	87.5 a	44.7 ab	29.5 a	23.7 a	11.6 a
glufosinate-ammonium + fomesafen	105+50	49.7 abc	18.9 b	27.5 a	9.1 a	21.8 ab	9.5 a	21.0 a	58.3 ab	52.7 ab	27. 1a	26.1 a	11.3 a
glufosinate-ammonium + oxyfluorfen	105+24	46.0 abc	16.7 b	31.7 a	11.6 a	14.6 ab	4.6 a	28.5 a	65.7 ab	41.3 ab	28.2 a	25.4 a	10.2 a
glyphosate	480	50.0 abc	19.8 b	12.0 a	1.8 a	12.1 b	11.6 a	30.0 a	70.0 ab	42.7 ab	29.3 a	30.4 a	16.6 a
paraquat	240	73.3 ab	18.7 b	21.4 a	4.3 a	19.2 ab	6.8 a	27.3 a	69.3 ab	54.0 ab	33.0 a	23.9 a	17.0 a
glufosinate-ammonium	105	36.7 bc	17.2 b	33.9 a	8.3 a	23.8 a	10.5 a	24.0 a	65.0 ab	70.0 a	35.8 a	32.7 a	15.5 a
hand weeding	-	69.7 ab	25.9 ab	31.5 a	12.9 a	21.2 ab	9.7 a	23.8 a	35.0 b	37.0 ab	26.1 a	29.5 a	11.1 a
Weedy check	-	16.3 c	16.5 b	17.0 a	5.1 a	19.2 ab	9.7 a	20.9 a	61.5 ab	49.3 ab	30.4 a	29.7 a	17.0 a
C.V. (%)		43.2	27.1	46.2	84.3	26.1	56.7	63.1	33.4	53.7	83.3	24	51.3

[1] ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.92 ความสูงและน้ำหนักสดของถั่วเขียว จากการปลูกในดินที่เก็บในแปลงหลังพ่นสารกำจัดวัชพืชครั้งที่ 1 2 และ 3 ที่ระยะ 20 และ 60 วันหลังพ่นสาร แปลงทดลอง อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่

กรรมวิธี	อัตรา (g ai rai^{-1})	ดินหลังพ่นครั้งที่ 1 (5 กรกฎาคม 2561)				ดินหลังพ่นครั้งที่ 2 (30 กันยายน 2561)				ดินหลังพ่นครั้งที่ 3 (21 ธันวาคม 2561)			
		20 วันหลังพ่น		60 วันหลังพ่น		20 วันหลังพ่น		60 วันหลังพ่น		20 วันหลังพ่น		60 วันหลังพ่น	
		ความสูง	น้ำหนัก	ความสูง	น้ำหนัก	ความสูง	น้ำหนัก	ความสูง	น้ำหนัก	ความสูง	น้ำหนัก	ความสูง	น้ำหนัก
fluazifop-p-butyl+fomesafen	30+50	44.4 a[1]	6.5 ab	34.3 a	3.4 ab	41.3 a	5.4 a	52.0 abc	5.8 ab	50.3 a	7.6 a	44.7 a	5.2 a
clethodim+fomesafen	45+50	48.2 a	6.5 ab	30.7 a	2.9 ab	47.7 a	5.3 a	46.7 c	3.7 b	36.7 a	4.9 a	40.7 a	4.6 ab
fenoxaprop-p-ethyl+oxyfluorfen	22.08+24	47.8 a	6.5 ab	39.0 a	4.9 a	42.3 a	5.7 a	56.0 a	6.3 a	44.0 a	5.1 a	39.0 a	4.5 ab
propaquizafop+fomesafen	12+50	45.7 a	6.0 b	32.3 a	2.5 ab	48.0 a	5.2 a	48.3 bc	4.1 ab	44.4 a	5.8 a	38.3 a	4.4 ab
propaquizafop+oxyfluorfen	12+24	44.7 a	6.2 ab	42.7 a	4.3 a	48.3 a	5.8 a	52.7 abc	4.7 ab	43.0 a	5.2 a	38.0 a	4.5 ab
glufosinate-ammonium+fomesafen	105+50	43.7 a	6.0 b	34.0 a	2.9 ab	45.7 a	5.6 a	50.0 abc	4.2 ab	40.0 a	4.7 a	38.0 a	4.2 ab
glufosinate-ammonium+oxyfluorfen	105+24	43.5 a	6.2 ab	38.3 a	3.8 ab	44.0 a	5.7 a	53.0 abc	4.9 ab	46.0 a	5.8 a	36.0 a	4.3 ab
glyphosate	480	42.3 a	5.9 ab	34.3 a	3.1 ab	47.7 a	5.7 a	50.7 abc	4.0 ab	44.0 a	5.5 a	35.0 a	4.2 ab
paraquat	240	42.2 a	6.2 a	31.7 a	2.8 ab	41.7 a	5.8 a	52.3 abc	4.6 ab	43.0. a	5.0 a	33.0 a	3.5 ab
glufosinate-ammonium	105	41.5 a	5.0 b	33.3 a	1.8 b	41.7 a	5.6 a	53.7 ab	4.2 ab	42.0 a	5.1 a	31.0 a	3.5 ab
hand weeding	-	41.3 a	5.7 ab	27.7 a	1.7 b	43.7 a	5.1 a	48.3 bc	3.9 ab	41.3 a	4.3 a	32.7 a	3.0 b
Weedy check	-	41.3 a	5.2 b	27.0 a	2.2 ab	43.7 a	5.4 a	50.3 abc	4.9 ab	41.7 a	4.2 a	36.7 a	3.8 ab
C.V. (%)		14.6	26.2	19.6	45.4	16.4	44.8	16.3	55.3	20.7	44.7	29.2	42.3

[1] ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.93 ความสูงและน้ำหนักสดของถั่วเขียว จากการปลูกในดินที่เก็บในแปลงหลังพ่นสารกำจัดวัชพืชครั้งที่ 1 2 และ 3 ที่ระยะ 20 และ 60 วันหลังพ่นสาร แปลงทดลอง อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

กรรมวิธี	อัตรา (g ai rai^{-1})	ดินหลังพ่นครั้งที่ 1 (5 กรกฎาคม 2561)				ดินหลังพ่นครั้งที่ 2 (30 กันยายน 2561)				ดินหลังพ่นครั้งที่ 3 (21 ธันวาคม 2561)			
		20 วันหลังพ่น		60 วันหลังพ่น		20 วันหลังพ่น		60 วันหลังพ่น		20 วันหลังพ่น		60 วันหลังพ่น	
		ความสูง	น้ำหนัก	ความสูง	น้ำหนัก	ความสูง	น้ำหนัก	ความสูง	น้ำหนัก	ความสูง	น้ำหนัก	ความสูง	น้ำหนัก
fluazifop-p-butyl+fomesafen	30+50	36.0 a	3.7 a	46.2 a	6.2 a	45.7 a	5.4 a	37.8 bc	4.0 ab	45.3 a	4.7 a	45.7 a	4.7 a
clethodim+fomesafen	45+50	35.7 a	3.8 a	45.0 a	5.9 ab	42.3 a	4.4 ab	42.5 ab	4.0 ab	44.4 a	4.5 a	42.3 a	4.2 a
fenoxaprop-p-ethyl+oxyfluorfen	22.08+24	35.3 a	3.6 a	45.3 a	6.0 a	44.6 a	5.1 a	36.2 bc	3.7 ab	43.2 a	4.2 a	44.3 a	4.5 a
propaquizafop+fomesafen	12+50	35.3 a	3.9 a	45.1 a	5.4 ab	43.5 a	4.7 ab	35.5 bc	3.5 ab	44.5 a	4.3 a	45.6 a	4.7 a
propaquizafop+oxyfluorfen	12+24	34.0 a	3.7 a	44.2 a	5.4 ab	40.2 a	4.2 ab	35.8 bc	3.5 ab	41.2 a	4.2 a	42.3 a	4.2 a
glufosinate-ammonium+fomesafen	105+50	32.3 a	3.1 a	42.3 a	5.0 abc	39.8 a	4.0 ab	32.2 bc	3.2 ab	44.3 a	4.2 a	42.5 a	4.1 a
glufosinate-ammonium+oxyfluorfen	105+24	32.3 a	3.2 a	42.3 a	5.1 abc	41.2 a	4.1 ab	30.0 c	3.1 b	40.3 a	4.1 a	42.3 a	4.3 a
glyphosate	480	32.2 a	3.2 a	42.6 a	5.2 abc	40.5 a	4.2 ab	38.9 abc	4.1 ab	44.3 a	4.4 a	41.2 a	4.2 a
paraquat	240	30.7 a	3.1 a	40.1 a	4.8 bc	42.5 a	4.2 ab	45.0 a	5.1 a	44.8 a	4.4 a	42.2 a	4.1 a
glufosinate-ammonium	105	30.0 a	3.1 a	39.6 a	3.7 c	44.3 a	4.3 ab	42.2 ab	4.3 ab	42.3 a	4.0 a	43.2 a	4.4 a
hand weeding	-	39.6 a	3.8 a	48.3 a	5.1 abc	40.2 a	4.0 ab	39.5 abc	4.0 ab	41.2 a	4.0 a	43.5 a	4.3 a
Weedy check	-	38.3 a	3.7 a	40.0 a	4.7 bc	42.5 a	4.1 ab	40.2 abc	3.9 ab	42.3 a	4.1 a	43.7 a	4.4 a
C.V. (%)		16.4	37.7	15.6	40.1	11.2	32.3	18.5	41.2	17.8	22.3	12.5	25.3

[1] ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.94 ความสูงและน้ำหนักสดของมะเขือเทศ จากการปลูกในดินที่เก็บในแปลงหลังพ่นสารกำจัดวัชพืชครั้งที่ 1 2 และ 3 ที่ระยะ 20 และ 60 วันหลังพ่นสาร แปลงทดลอง อำเภอแม่วางจังหวัดเชียงใหม่

กรรมวิธี	อัตรา (g ai rai^{-1})	ดินหลังพ่นครั้งที่ 1 (5 กรกฎาคม 2561)				ดินหลังพ่นครั้งที่ 2 (30 กันยายน 2561)				ดินหลังพ่นครั้งที่ 3 (21 ธันวาคม 2561)			
		20 วันหลังพ่น		60 วันหลังพ่น		20 วันหลังพ่น		60 วันหลังพ่น		20 วันหลังพ่น		60 วันหลังพ่น	
		ความสูง	น้ำหนัก	ความสูง	น้ำหนัก	ความสูง	น้ำหนัก	ความสูง	น้ำหนัก	ความสูง	น้ำหนัก	ความสูง	น้ำหนัก
fluazifop-p-butyl+fomesafen	30+50	12.5 a[1]	1.8 a	9.8 b	0.7 b	11.8 b	1.5 b	16.0 a	2.5 a	12.7 bc	1.4 b	14.2 a	2.1 a
clethodim+fomesafen	45+50	12.9 a	1.8 a	12.0 ab	1.7 a	15.7 a	2.5 a	15.2 ab	2.2 a	13.0 b	1.4 b	14.7 a	2.1 a
fenoxaprop-p-ethyl+oxyfluorfen	22.08+24	11.0 ab	1.5 ab	11.2 ab	1.4 ab	15.2 a	2.6 a	14.1 ab	1.9 ab	14.5 ab	1.8 ab	14.2 a	2.0 a
propaquizafop+fomesafen	12+50	10.7 ab	0.8 b	11.8 ab	1.7 a	14.8 ab	2.1 a	15.6 a	2.2 a	12.8 bc	1.5 b	15.7 a	2.2 a
propaquizafop+oxyfluorfen	12+24	10.5 b	0.8 b	10.0 ab	0.9 b	14.6 ab	2.0 a	15.3 ab	2.0 ab	15.5 a	2.1 a	15.4 a	2.2 a
glufosinate-ammonium+fomesafen	105+50	9.8 b	0.7 b	11.0 ab	1.4 ab	15.6 a	2.3 a	14.6 ab	2.0 ab	15.5 a	2.2 a	16.2 a	2.7 a
glufosinate-ammonium+oxyfluorfen	105+24	11.6 ab	1.2 ab	10.5 ab	1.2 ab	14.5 ab	2.4 a	14.7 ab	1.9 ab	12.2 c	1.5 a	15.7 a	2.3 a
glyphosate	480	12.5 a	1.6 a	12.7 ab	1.4 ab	12.0 ab	1.8 ab	14.0 b	1.7 ab	13.7 abc	1.7 ab	16.1 a	2.5 a
paraquat	240	11.7 ab	1.2 ab	12.5 ab	1.5 ab	13.1 ab	1.9 ab	15.7 a	2.3 a	14.0 ab	1.8 ab	15.0 a	2.0 a
glufosinate-ammonium	105	10.2 b	0.9 ab	13.1 a	1.7 a	12.9 ab	1.7 ab	14.8 ab	2.0 ab	12.7 bc	1.6 ab	16.0 a	2.5 a
hand weeding	-	12.4 ab	1.6 a	12.5 ab	1.5 ab	12.0 ab	1.6 ab	13.2 c	1.5 b	15.5 a	2.1 a	15.1 a	2.1 a
Weedy check	-	11.9 ab	1.5 ab	11.5 ab	1.3 ab	13.5 ab	1.9 ab	13.5 bc	1.5 b	13.9 abc	1.6 ab	14.2 a	2.0 a
C.V. (%)		6.5	22.4	7.8	21	8.9	18.7	8.4	25.7	5.6	27.8	7.5	21.5

[1] ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.95 ความสูงและน้ำหนักสดของมะเขือเทศ จากการปลูกในดินที่เก็บในแปลงหลังพ่นสารกำจัดวัชพืชครั้งที่ 1 2 และ 3 ที่ระยะ 20 และ 60 วันหลังพ่นสาร แปลงทดลอง อำเภอแม่แจ่มจังหวัดเชียงใหม่

กรรมวิธี	อัตรา (g ai rai^{-1})	ดินหลังพ่นครั้งที่ 1 (5 กรกฎาคม 2561)				ดินหลังพ่นครั้งที่ 2 (30 กันยายน 2561)				ดินหลังพ่นครั้งที่ 3 (21 ธันวาคม 2561)			
		20 วันหลังพ่น		60 วันหลังพ่น		20 วันหลังพ่น		60 วันหลังพ่น		20 วันหลังพ่น		60 วันหลังพ่น	
		ความสูง	น้ำหนัก	ความสูง	น้ำหนัก	ความสูง	น้ำหนัก	ความสูง	น้ำหนัก	ความสูง	น้ำหนัก	ความสูง	น้ำหนัก
fluazifop-p-butyl+fomesafen	30+50	9.5 b[1]	0.8 c	10.5 b	1.2 b	12.5 b	1.5 b	15.5 ab	2.2 ab	13.2 ab	1.5 ab	15.5 ab	2.7 ab
clethodim+fomesafen	45+50	13.0 a	2.0 a	10.2 b	1.0 b	13.5 ab	1.8 ab	15.8 ab	2.2 ab	13.5 ab	1.6 ab	16.2 a	3.0 a
fenoxaprop-p-ethyl+oxyfluorfen	22.08+24	12.5 ab	1.9 a	11.6 ab	1.4 ab	12.8 b	1.7 ab	14.7 ab	2.0 ab	12.8 b	1.3 b	15.4 ab	2.5 ab
propaquizafop+fomesafen	12+50	12.8 a	2.0 a	10.8 b	1.4 ab	15.6 a	2.5 a	15.2 ab	2.1 ab	13.2 ab	1.5 ab	15.8 ab	2.8 ab
propaquizafop+oxyfluorfen	12+24	11.7 ab	1.5 abc	11.6 ab	1.5 ab	15.2 a	2.4 a	13.9 ab	1.7 b	14.5 ab	1.8 ab	16.5 a	3.1 a
glufosinate-ammonium+fomesafen	105+50	12.4 ab	1.9 a	12.3 ab	1.6 ab	14.3 ab	2.0 ab	14.7 ab	2.0 ab	12.5 b	1.6 ab	15.4 ab	2.5 ab
glufosinate-ammonium+oxyfluorfen	105+24	12.5 ab	2.0 a	12.8 ab	1.6 ab	14.9 ab	2.2 ab	16.2 a	2.5 a	15.6 a	2.3 a	15.6 ab	2.6 ab
glyphosate	480	10.8 ab	1.0 bc	12.5 ab	1.6 ab	12.5 b	1.5 b	15.4 ab	2.2 ab	12.8 b	1.5 ab	14.8 ab	2.2 ab
paraquat	240	10.9 ab	1.2 bc	13.5 a	1.8 a	14.8 ab	2.2 a	14.9 ab	2.0 ab	15.7 a	2.3 a	16.0 a	2.9 ab
glufosinate-ammonium	105	12.5 ab	2.0 a	13.4 a	1.8 a	15.0 a	2.3 a	13.5 b	1.6 b	12.5 b	1.5 ab	14.9 ab	2.0 b
hand weeding	-	11.5 ab	1.5 abc	12.5 ab	1.5 ab	15.4 a	2.5 a	13.5 b	1.6 b	13.7 ab	1.6 ab	14.5 b	2.2 ab
Weedy check	-	12.8 ab	1.9 a	12.4 ab	1.5 ab	13.8 ab	1.8 ab	15.5 ab	1.9 ab	14.3 ab	1.7 ab	15.6 ab	2.3 ab
C.V. (%)		11	32.5	10.8	35.2	12.7	21.3	7.5	18.9	9.5	26.2	9.7	25.2

[1] ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.96 ความสูงและน้ำหนักสดของข้าวโพด จากการปลูกในดินที่เก็บในแปลงหลังพ่นสารกำจัดวัชพืชครั้งที่ 4 5 และ 6 ที่ระยะ 20 และ 60 วันหลังพ่นสาร แปลงทดลอง อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่

กรรมวิธี	อัตรา (g ai rai^{-1})	ดินหลังพ่นครั้งที่ 4 (20 มิถุนายน 2562)				ดินหลังพ่นครั้งที่ 5 (23 สิงหาคม 2562)				ดินหลังพ่นหลังที่ 6 (8 ธันวาคม 2562)			
		20 วันหลังพ่น		60 วันหลังพ่น		20 วันหลังพ่น		60 วันหลังพ่น		20 วันหลังพ่น		60 วันหลังพ่น	
		ความสูง	น้ำหนัก	ความสูง	น้ำหนัก	ความสูง	น้ำหนัก	ความสูง	น้ำหนัก	ความสูง	น้ำหนัก	ความสูง	น้ำหนัก
fluazifop-p-butyl+fomesafen	30+50	63.3 a[1]	30.8 a	63.3 a	23.6 a	62.0 a	38.8 ab	48.0 ab	25.1 a	45.0 ab	30.6 ab	61.7 a	45.6 a
clethodim+fomesafen	45+50	61.0 a	30.4 a	60.6 a	23.2 a	65.3 a	47.7 a	42.7 b	34.1 a	47.7 ab	29.7 b	40.7 b	37.8 ab
fenoxaprop-p-ethyl+oxyfluorfen	22.08+24	75.0 a	37.8 a	62.0 a	22.9 a	58.3 a	36.6 ab	51.7 ab	35.2 a	37.8 b	29.1 b	51.3 ab	40.5 a
propaquizafop+fomesafen	12+50	68.3 a	34.4 a	62.3 a	21.8 a	57.7 ab	40.0 ab	55.7 ab	34.7 a	50.3 ab	38.5 ab	56.0 ab	41.0 a
propaquizafop+oxyfluorfen	12+24	69.0 a	34.8 a	59.6 a	22.8 a	59.3 ab	39.5 ab	65.7 a	39.2 a	57.3 a	39.9 ab	49.7 ab	33.2 ab
glufosinate-ammonium+fomesafen	105+50	68.3 a	34.9 a	67.3 a	24.4 a	47.7 b	26.5 b	56.0 ab	36.7 a	58.3 a	43.1 a	47.3 ab	30.4 ab
glufosinate-ammonium+oxyfluorfen	105+24	74.3 a	39.2 a	67.3 a	33.8 a	59.7 ab	37.4 ab	59.0 ab	38.2 a	49.7 ab	33.4 ab	44.3 ab	31.2 ab
glyphosate	480	70.0 a	37.6 a	71.2 a	36.9 a	60.3 a	36.9 ab	48.7 ab	42.3 a	55.0 ab	34.4 ab	52.7 ab	41.1 ab
paraquat	240	68.7 a	34.6 a	69.0 a	33.7 a	61.0 a	36.3 ab	57.3 ab	35.4 a	52.7 ab	37.8 ab	50.7 ab	39.5 ab
glufosinate-ammonium	105	60.3 a	30.5 a	63.0 a	34.0 a	55.3 ab	32.3 ab	52.3 ab	30.2 a	50.0 ab	36.5 ab	45.3 ab	29.8 b
hand weeding	-	72.3 a	38.7 a	63.3 a	28.3 a	57.7 ab	40.6 ab	49.3 ab	32.5 a	42.3 ab	30.2 b	42.3 b	27.4 b
Weedy check	-	70.0 a	37.8 a	67.7 a	34.3 a	53.2 ab	29.7 ab	56.0 ab	34.2 a	41.7 ab	31.8 ab	49.0 ab	34.5 ab
C.V. (%)		16.7	32.7	19.8	37.4	18.6	33.2	19.6	27.2	24.3	43.1	15.2	47.6

[1] ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.97 ความสูงและน้ำหนักสดของข้าวโพด จากการปลูกในดินที่เก็บในแปลงหลังพ่นสารกำจัดวัชพืชครั้งที่ 4 5 และ 6 ที่ระยะ 20 และ 60 วันหลังพ่นสาร แปลงทดลอง อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

กรรมวิธี	อัตรา (g ai rai^{-1})	ดินหลังพ่นครั้งที่ 4 (20 มิถุนายน 2562)				ดินหลังพ่นครั้งที่ 5 (23 สิงหาคม 2562)				ดินหลังพ่นหลังที่ 6 (8 ธันวาคม 2562)			
		20 วันหลังพ่น		60 วันหลังพ่น		20 วันหลังพ่น		60 วันหลังพ่น		20 วันหลังพ่น		60 วันหลังพ่น	
		ความสูง	น้ำหนัก	ความสูง	น้ำหนัก	ความสูง	น้ำหนัก	ความสูง	น้ำหนัก	ความสูง	น้ำหนัก	ความสูง	น้ำหนัก
fluazifop-p-butyl+fomesafen	30+50	72.0 a[1]	37.0 a	54.3 a	21.5 a	38.7 a	13.0 a	45.0 b	19.8 b	44.0 a	24.1 a	52.7 a	11.8 a
clethodim+fomesafen	45+50	66.3 a	27.9 a	50.3 a	21.2 a	48.0 a	19.7 a	48.3 ab	22.6 ab	44.7 a	25.0 a	33.0 a	15.0 a
fenoxaprop-p-ethyl+oxyfluorfen	22.08+24	73.7 a	35.3 a	72.3 a	31.8 a	38.7 a	17.9 a	66.3 a	24.5 a	55.5 a	27.4 a	36.3 a	16.3 a
propaquizafop+fomesafen	12+50	75.0 a	28.8 a	73.0 a	34.2 a	35.6 a	16.1 a	65.7 ab	23.4 ab	45.7 a	25.0 a	31.3 a	14.6 a
propaquizafop+oxyfluorfen	12+24	72.0 a	26.3 a	58.0 a	22.3 a	45.3 a	20.1 a	45.0 b	20.1 ab	48.0 a	21.0 a	34.3 a	15.5 a
glufosinate-ammonium+fomesafen	105+50	68.0 a	25.9 a	60.7 a	28.9 a	37.7 a	19.3 a	47.0 ab	21.8 ab	48.7 a	19.4 a	44.0 a	28.8 a
glufosinate-ammonium+oxyfluorfen	105+24	74.3 a	37.1 a	59.0 a	21.5 a	45.7 a	20.7 a	51.3 ab	21.7 ab	53.2 a	29.5 a	41.7 a	22.8 a
glyphosate	480	66.7 a	27.5 a	47.0 a	20.4 a	51.0 a	23.7 a	50.3 ab	22.9 ab	50.8 a	26.3 a	41.7 a	21.1 a
paraquat	240	77.7 a	39.1 a	58.7 a	25.6 a	37.7 a	16.5 a	54.3 ab	21.9 ab	57.3 a	27.5 a	41.3 a	22.2 a
glufosinate-ammonium	105	67.7 a	24.5 a	59.3 a	25.8 a	48.0 a	21.4 a	59.0 ab	23.5 ab	56.0 a	21.9 a	30.3 a	12.3 a
hand weeding	-	61.3 a	26.4 a	68.0 a	32.4 a	54.0 a	28.6 a	52.7 ab	21.7 ab	52.0 a	19.3 a	35.3 a	19.2 a
Weedy check	-	66.7 a	25.3 a	48.7 a	24.2 a	47.0 a	22.6 a	55.7 ab	23.3 ab	53.3 a	23.3 a	32.7 a	17.8 a
C.V. (%)		14.9	38.3	25.7	40.9	15.9	46.6	20.1	50.8	29.4	40.8	20.5	49.1

[1] ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.98 ความสูงและน้ำหนักสดของถั่วเขียว จากการปลูกในดินที่เก็บในแปลงหลังพ่นสารกำจัดวัชพืชครั้งที่ 4 5 และ 6 ที่ระยะ 20 และ 60 วันหลังพ่นสาร แปลงทดลอง อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่

กรรมวิธี	อัตรา (g ai rai^{-1})	ดินหลังพ่นครั้งที่ 4 (20 มิถุนายน 2562)				ดินหลังพ่นครั้งที่ 5 (23 สิงหาคม 2562)				ดินหลังพ่นหลังที่ 6 (8 ธันวาคม 2562)			
		20 วันหลังพ่น		60 วันหลังพ่น		20 วันหลังพ่น		20 วันหลังพ่น		60 วันหลังพ่น		20 วันหลังพ่น	
		ความสูง	น้ำหนัก	ความสูง	ความสูง	น้ำหนัก	ความสูง	ความสูง	น้ำหนัก	ความสูง	ความสูง	น้ำหนัก	ความสูง
fluazifop-p-butyl+fomesafen	30+50	32.2 a[1]	4.5 ab	40.2 a	5.3 a	40.7 a	5.3 a	50.2 a	5.8 a	47.0 a	4.3 a	40.7 a	3.8 a
clethodim+fomesafen	45+50	35.1 a	5.1 a	42.8 a	5.2 a	47.6 a	5.5 a	48 a	4.7 a	47.6 a	4.5 a	46.0 a	4.2 a
fenoxaprop-p-ethyl+oxyfluorfen	22.08+24	39.8 a	4.5 ab	45.6 a	5.3 a	44.7 a	5.3 a	46.7 a	4.3 a	50.6 a	4.8 a	48.2 a	4.4 a
propaquizafop+fomesafen	12+50	37.1 a	3.9 b	45.2 a	5.1 a	44.0 a	5.2 a	47.6 a	5.3 a	51.6 a	5.2 a	45.1 a	4.3 a
propaquizafop+oxyfluorfen	12+24	38.7 a	5.2 a	47.3 a	4.9 a	43.6 a	5.0 a	46.7 a	5.2 a	52.3 a	5.2 a	43.0 a	4.3 a
glufosinate-ammonium+fomesafen	105+50	37.7 a	3.1 b	46.2 a	4.8 a	47.6 a	5.4 a	46.3 a	5.0 a	53.2 a	5.2 a	41.0 a	4.2 a
glufosinate-ammonium+oxyfluorfen	105+24	37.5 a	4.2 ab	45.5 a	4.7 a	44.6 a	4.8 a	46.3 a	4.9 a	54.0 a	5.9 a	40.2 a	4.2 a
glyphosate	480	36.3 a	3.7 ab	46.6 a	4.9 a	46.6 a	4.7 a	46.2 a	5.5 a	54.3 a	6.0 a	48.3 a	4.5 a
paraquat	240	35.1 a	3.2 b	45.8 a	4.6 a	45.6 a	4.4 a	45.6 a	5.4 a	54.3 a	6.1 a	48.1 a	4.5 a
glufosinate-ammonium	105	35.4 a	3.0 b	42.3 a	4.5 a	42.6 a	4.4 a	47.2 a	5.5 a	48.3 a	4.9 a	49.0 a	4.5 a
hand weeding	-	36.3 a	3.7 ab	42.7 a	4.5 a	41.3 a	4.2 a	45.2 a	5.0 a	49.2 a	5.0 a	42.0 a	4.1 a
Weedy check	-	37.3 a	3.5 b	45.6 a	4.6 a	42.3 a	4.3 a	45.6 a	5.1 a	52.0 a	5.0 a	43.0 a	4.2 a
C.V. (%)		19.6	37.6.2	15.4	26.7	14.5	32.8	12.7	17.3	42.3	10.5	24.2	33.3

[1] ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.99 ความสูงและน้ำหนักสดของถั่วเขียว จากการปลูกในดินที่เก็บในแปลงหลังพ่นสารกำจัดวัชพืชครั้งที่ 4 5 และ 6 ที่ระยะ 20 และ 60 วันหลังพ่นสาร แปลงทดลอง อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

กรรมวิธี	อัตรา (g ai rai^{-1})	ดินหลังพ่นครั้งที่ 4 (20 มิถุนายน 2562)				ดินหลังพ่นครั้งที่ 5 (23 สิงหาคม 2562)				ดินหลังพ่นหลังที่ 6 (8 ธันวาคม 2562)			
		20 วันหลังพ่น		60 วันหลังพ่น		20 วันหลังพ่น		20 วันหลังพ่น		60 วันหลังพ่น		20 วันหลังพ่น	
		ความสูง	น้ำหนัก	ความสูง	ความสูง	น้ำหนัก	ความสูง	ความสูง	น้ำหนัก	ความสูง	ความสูง	น้ำหนัก	ความสูง
fluazifop-p-butyl+fomesafen	30+50	37.0 ab[1]	3.9 a	43.8 a	4.6 a	42.5 a	4.0 b	44.3 a	5.2 a	48.7 a	5.4 a	48.1 a	4.8 a
clethodim+fomesafen	45+50	37.6 ab	4.0 a	42.3 a	4.3 a	42.3 a	4.3 b	42.8 a	4.5 ab	46.7 a	5..3 a	45.8 a	4.5 ab
fenoxaprop-p-ethyl+oxyfluorfen	22.08+24	36.6 ab	3.8 a	42.3 a	4.5 a	42.3 a	4.7 ab	42.5 a	4..5 ab	47.4 a	5.3 a	44.2 a	3.8 ab
propaquizafop fomesafen	12+50	42.6 a	4.5 a	45.6 a	4.7 a	44.8 a	4.9 ab	45.5 a	5.6 a	47.0 a	5.3 a	42.8 a	3.6 b
propaquizafop+oxyfluorfen	12+24	31.6 b	3.2 a	44.2 a	4.7 a	47.4 a	6.2 a	44.7 a	5.4 a	46.6 a	5.0 a	42.1 a	3.6 b
glufosinate-ammonium+fomesafen	105+50	32.3 b	3.3 a	43.5 a	4.2 a	45.8 a	5.8 ab	43.9 a	4.0 ab	44.6 ab	4.8 a	42.5 a	3.9 ab
glufosinate-ammonium+oxyfluorfen	105+24	34.3 ab	3.4 a	43.6 a	4.3 a	45.7 a	5.8 ab	43.2 a	4.1 ab	43.2 ab	4.5 ab	42.3 a	3.5 b
glyphosate	480	34.0 ab	4.4 a	45.7 a	4.7 a	45.6 a	5.6 ab	42.5 a	4.1 ab	43.7 ab	4.5 ab	46.2 a	4.2 ab
paraquat	240	34.8 ab	4.2 a	44.6 a	4.8 a	44.5 a	5.6 ab	42.8 a	4.1 ab	43.1 ab	4.4 ab	44.4 a	4.0 ab
glufosinate-ammonium	105	38.3 ab	4.3 a	43.2 a	4.5 a	43.3 a	4.5 ab	41.5 a	3.8 b	43.3 ab	4.4 ab	42.8 a	3.6 b
hand weeding	-	39.0 ab	4.3 a	43.4 a	4.6 a	42.3 a	4.5 ab	42.8 a	4.0 ab	41.2 b	4.0 b	47.7 a	4.8 a
Weedy check	-	35.7 ab	3.8 a	45.3 a	4.2 a	42.2 a	4.5 ab	44.3 a	4.2 ab	45.2 ab	4.5 ab	45.8 a	4.1 ab
C.V. (%)		18.7	22.4	19.2	22.2	11.2	27.3	14..2	25.8	32.5	24.6	12.5	27.8

[1] ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.100 ความสูงและน้ำหนักสดของมะเขือเทศ จากการปลูกในดินที่เก็บในแปลงหลังพ่นสารกำจัดวัชพืชครั้งที่ 4 5 และ 6 ที่ระยะ 20 และ 60 วันหลังพ่นสาร แปลงทดลอง อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่

กรรมวิธี	อัตรา (g ai rai^{-1})	ดินหลังพ่นครั้งที่ 4 (20 มิถุนายน 2562)				ดินหลังพ่นครั้งที่ 5 (23 สิงหาคม 2562)				ดินหลังพ่นหลังที่ 6 (8 ธันวาคม 2562)			
		20 วันหลังพ่น		60 วันหลังพ่น		20 วันหลังพ่น		20 วันหลังพ่น		60 วันหลังพ่น		20 วันหลังพ่น	
		ความสูง	น้ำหนัก	ความสูง	ความสูง	น้ำหนัก	ความสูง	ความสูง	น้ำหนัก	ความสูง	ความสูง	น้ำหนัก	ความสูง
fluazifop-p-butyl+fomesafen	30+50	13.8 a[1]	1.8 a	12.6 a	1.4 a	16.2 a	2.6 a	14.5 ab	1.9 ab	13.5 a	1.5 b	12.7	1.5 b
clethodim+fomesafen	45+50	11.3 a	1.4 a	13.4 a	1.7 a	15.8 a	2.5 a	14.7 ab	1.9 ab	13.8 a	2.0 ab	13.8	1.8 ab
fenoxaprop-p-ethyl+oxyfluorfen	22.08+24	13.7 a	1.5 a	12.5 a	1.2 a	15.4 a	2.3 a	15.2 ab	2.1 ab	13.9 a	2.0 ab	13.4	1.6 ab
propaquizafop+fomesafen	12+50	13.5 a	1.5 a	12.6 a	1.3 a	16.3 a	2.6 a	14.8 ab	2.0 ab	14.9 a	2.5 a	13.8	1.7 ab
propaquizafop+oxyfluorfen	12+24	13.4 a	1.3 a	12.7 a	1.4 a	14.5 a	2.0 a	15.6 ab	2.0 ab	15.4 a	2.8 a	13.4	1.7 ab
glufosinate-ammonium+fomesafen	105+50	12.5 a	1.4 a	13.6 a	1.5 a	14.5 a	2.0 a	16.2 a	2.2 ab	13.5 a	1.8 ab	13.2	1.5 b
glufosinate-ammonium+oxyfluorfen	105+24	13.6 a	1.5 a	13.8 a	1.7 a	15.8 a	2.4 a	14.7 ab	2.0 ab	14.8 a	2.5 a	13.7	1.7 ab
glyphosate	480	12.4 a	1.3 a	13.5 a	1.5 a	15.7 a	2.4 a	13.5 b	1.5 b	14.5 a	2.2 a	12.5	1.3 b
paraquat	240	14.5 a	1.8 a	14.0 a	1.8 a	16.2 a	2.4 a	16.2 ab	2.6 a	14.9 a	2.4 a	14.8	2.0 ab
glufosinate-ammonium	105	11.5 a	1.4 a	13.5 a	1.5 a	16.7 a	2.6 a	13.5 b	1.5 b	15.2 a	2.5 a	15.2	2.5 a
hand weeding	-	11.7 a	1.4 a	12.4 a	1.2 a	15.9 a	2.5 a	14.5 ab	1.8 ab	14.8 a	2.0 ab	14.5	2.0 ab
Weedy check	-	13.0 a	1.3 a	13.6 a	1.5 a	16.2 a	2.5 a	14.8 ab	1.5 b	15.2 a	2.5 a	14.7	2.0 ab
C.V. (%)		5.5	18.9	7.8	20.4	8.2	19.2	9.8	28.7	7.5	32.5	6.5	35.7

[1] ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

ศรีวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.101 ความสูงและน้ำหนักสดของมะเขือเทศ จากการปลูกในดินที่เก็บในแปลงหลังพ่นสารกำจัดวัชพืชครั้งที่ 4 5 และ 6 ที่ระยะ 20 และ 60 วันหลังพ่นสาร แปลงทดลอง อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

กรรมวิธี	อัตรา (g ai rai^{-1})	ดินหลังพ่นครั้งที่ 4 (20 มิถุนายน 2562)				ดินหลังพ่นครั้งที่ 5 (23 สิงหาคม 2562)				ดินหลังพ่นหลังที่ 6 (8 ธันวาคม 2562)			
		20 วันหลังพ่น		60 วันหลังพ่น		20 วันหลังพ่น		20 วันหลังพ่น		60 วันหลังพ่น		20 วันหลังพ่น	
		ความสูง	น้ำหนัก	ความสูง	ความสูง	น้ำหนัก	ความสูง	ความสูง	น้ำหนัก	ความสูง	ความสูง	น้ำหนัก	ความสูง
fluazifop-p-butyl+fomesafen	30+50	11.5 a[1]	1.3 a	13.5 a	1.2 b	14.8 a	1.8 ab	15.2 a	2.0 a	15.4 a	2.4 a	15.0 a	2.2 a
clethodim+fomesafen	45+50	11.3 a	1.3 a	14.5 a	1.7 ab	14.7 a	1.8 ab	15.7 a	2.2 a	13.5 a	1.7 a	15.4 a	2.5 a
fenoxaprop-p-ethyl+oxyfluorfen	22.08+24	12.5 a	1.5 a	12.4 a	1.1 b	15.4 a	2.1 a	15.4 a	2.0 a	15.7 a	2.5 a	13.2 a	1.5 b
propaquizafop+fomesafen	12+50	14.8 a	2.0 a	12.4 a	1.2 b	14.4 a	1.6 ab	15.3 a	2.0 a	13.5 a	1.5 a	15.7 a	2.5 a
propaquizafop+oxyfluorfen	12+24	12.5 a	1.4 a	13.7 a	1.3 b	14.5 a	1.6 ab	15.2 a	2.0 a	14.7 a	2.0 a	14.8 a	2.2 a
glufosinate-ammonium+fomesafen	105+50	12.7 a	1.5 a	14.9 a	1.8 ab	13.5 a	1.5 b	14.7 a	1.9 ab	14.2 a	1.9 a	13.9 a	1.8 ab
glufosinate-ammonium+oxyfluorfen	105+24	12.6 a	1.5 a	12.5 a	1.2 b	14.9 a	2.0 a	13.8 a	1.5 ab	14.6 a	2.0 a	14.2 a	1.8 ab
glyphosate	480	14 a	2.0 a	14.8 a	2.0 a	15.9 a	2.2 a	13.9 a	1.5 ab	14.8 a	2.0 a	14.5 a	1.8 ab
paraquat	240	12.8 a	1.6 a	14.7a	1.8 ab	15.4 a	2.0 a	14.0 a	1.2 b	15.8 a	2.5 a	14.3 a	1.7 ab
glufosinate-ammonium	105	12.5 a	1.5 a	14.8 a	1.9 ab	15.2 a	2.0 a	15.7 a	2.1 a	14.7 a	2.1 a	15.4 a	2.5 a
hand weeding	-	12.5 a	1.6 a	15.7 a	2.2 a	13.9 a	1.5 b	16.0 a	2.2 a	13.5 a	1.5 a	15.2 a	2.5 a
Weedy check	-	11.5 a	1.2 a	13.5 a	1.4 ab	15.8 a	2.0 a	15.7 a	2.0 a	14.2 a	2.0 a	15.1 a	2.2
C.V. (%)		8.9	24..5	11.2	26.7	7.5	27.5	8.7	20.2	11.2	22.4	12.5	20.4

[1] ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

กรมวิชาการเกษตร

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ (Conclusion and Suggestion)

การสำรวจคุณภาพผลผลิตกาแฟอะราบิกาภายใต้ร่มเงาในแหล่งต่างๆ อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง การคายน้ำ ประสิทธิภาพการใช้น้ำของใบกาแฟในสภาพร่มเงาต่างๆมีค่าค่อนข้างต่ำ 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 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 ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมโดยการนำเทคนิคทางอนุชีววิทยาเข้ามาช่วยในการจัด จำแนกชนิดรา *Colletotrichum* spp. สาเหตุโรคแอนแทรคโนสของกาแฟอะราบิก้าที่รวบรวมจากต่างสถานที่และความรุนแรงของโรคแตกต่างกัน เพื่อสนับสนุนให้ข้อมูลของชนิดหรือสายพันธุ์ของเชื้อรามีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น แต่สิ่งที่สำคัญที่สุดที่ควรศึกษาเพิ่มเติมคือ การศึกษาวิธีการป้องกันกำจัดโรคแอนแทรคโนสด้วยวิธีการต่าง รวมทั้งวิธีการป้องกันกำจัดโรคแบบผสมผสานเพื่อการแนะนำสู่เกษตรกร เนื่องจากข้อมูลดังกล่าวมีความสำคัญที่มากและเกษตรกรต้องการเมื่อพบการระบาดของศัตรูพืชทุกชนิด

การศึกษาการป้องกันกำจัดโรคแอนแทรกโนสกาแฟอะราบิกา จากการทดลองแปลงทดลองที่ 1 การเกิดโรคแอนแทรกโนสบนใบกาแฟอะราบิกา พบว่าการใช้สารป้องกันกำจัดโรคพืชทุกกรรมวิธี ให้ผลในการป้องกัน

กรมวิชาการเกษตร

กำจัดโรคแอนแทรกโนสได้ใกล้เคียงกันและไม่แตกต่างกันทางสถิติ 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 : เอทิลแอลกอฮฮล์ = 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 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

กรมวิชาการเกษตร

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

กรมวิชาการเกษตร

บรรณานุกรม

กิจกรรมที่ 1 การพัฒนาระบบการปลูกกาแฟอะราบิกา

ดวงรัตน์ ศตคุณ พูนพิภพ เกษมทรัพย์ Crozat Yves. 2542. อิทธิพลของแสง และอายุใบต่อการสังเคราะห์แสง สุทธิของใบฝ้าย. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 37 สาขาพืช สาขาส่งเสริม นิเทศศาสตร์เกษตร 3-5 กุมภาพันธ์ 2542, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 27-23.

วิรัชณีย์ ออมทรัพย์สิน. 2558. การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตปาล์มน้ำมัน. รายงานโครงการวิจัย กรมวิชาการเกษตร. 207 หน้า.

Damatta F.M. 2004. Ecophysiological constrains on the production of shade and unshade coffee. Review. Field Crops Research, v.86,p.99-114.

Francisco J.S.N., L. Bonfanti, R. Gazaffi and A. Fontanetti. 2019. Effect of shade trees spatial distribution and species on photosynthetic rate of coffee trees. Coffee Science, Lavras, v.14,n.3,p.326-337.

Salisbury, F.B. and C.W. Ross. 1985. Plant Physiology. 3d ed., Wadsworth Publishing Company, Belmont, California. 540 p.

Sassenarth-Cole, G.F., G. Lu, H.F. Hodges and J.M. Mckinion. 1996. Photo flux density versus leaf senescence in determining photosynthetic efficiency and capacity of *Gossypium hirsutum* L. leaves. Env. Exp. Bot. 33:335-340.

กิจกรรมที่ 2 พัฒนาเทคโนโลยีการผลิตกาแฟ

กรมวิชาการเกษตร. 2548. เอกสารวิชาการกาแฟ. สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ, 80 หน้า.

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.

ธิดารัตน์ เมธาวรากุล, เบญญา มะโนชัย, ปริยานุช จุลกะ, ณัฏฐ พิชกรรม และ ประภาส ช่างเหล็ก. 2560. อิทธิพลของการตัดแต่งกิ่งและการให้ปุ๋ยต่อผลผลิตและคุณภาพเมล็ดกาแฟอาราบิก้าที่ปลูกในสถานีวิจัยเพชรบูรณ์. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 48(2): 284–296.

ประภาพร ฉันทานุมัติ ไพรัตน์ ช่วยเต็ม อรทัย ธนัญชัย ยุพิน กสินเกษมพงษ์ และ ฉัตต์นภา ข่มอาวุธ.

กรมวิชาการเกษตร

2558 .ศึกษาการขยายพันธุ์กาแฟอะราบิกาโดยวิธี somatic embryogenesis และ micro-cutting. รายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ปรีดา พากเพียร และพิชิต พงษ์สกุล. 2535. บทบาทของธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริมที่มีต่อผลผลิตและคุณภาพของพืชสวน. เอกสารวิชาการ 001. กลุ่มงานวิจัยเคมีดิน กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร. ISBN 974-7621-17-7. 86 หน้า.

มานพ หาญเทวี, อุทัย นพคุณวงศ์, สากล มีสุข, ประสงค์ มั่นสลุง, กำพล เมืองโคมพัส, เสงี่ยม แจ่มจำรูญ, ปิยนุช นาคะ และ สุภัทรา เลิศวัฒนาเกียรติ. 2551. การปรับปรุงพันธุ์กาแฟอาราบิก้าลูกผสมสายพันธุ์ Catimor CIFC 7963-13-28. วารสารวิชาการเกษตร, 26(2): 130-145.

ไว อินต๊ะแก้ว นันทินี ศรีจุมปา และสุภาพร ธรรมสุรกุล. 2553. ผลของเชื้อไมโคไรซ่าเมื่อใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อผลผลิตของกาแฟอาราบิกา. ใน รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2553 (เรื่องเต็ม) ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 340-352.

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

สถาบันวิจัยพืชสวน. 2553. การจัดการความรู้เรื่องเทคโนโลยีการผลิตกาแฟครบวงจร สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร จตุจักร กรุงเทพฯ, 86 หน้า.

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

สถาบันวิจัยพืชสวน. 2562. คู่มือการจัดการการผลิตกาแฟอะราบิกา. สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร, 31 หน้า.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2552. มาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ. 5701-2552. เมล็ดกาแฟอะราบิกา. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 13 หน้า.

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

Barry-Etienne, D., B. Bertrand, N. Vasquez and H. Etienne. 2002. Comparision of Somatic Embryogennesis-dirived Coffee (*Coffea arabica* L.) Plantlets Regenerated *in vitro* and *ex vitro*: Morphological, Mineral and Water Characteristics. Annals of Botany 90: 77 – 85.

Berthouly, M., M. Dufour, D. Alvard, C. Carasco, L. Alemana and C. Teisson. 1995. Coffee micropropagation in liquid medium using the temporary immersion technique. In: ASIC Publishers (eds.) 16th International Scientific Colloquium on Coffee, Kyoto, Japon (pp. 514-519). Vevey, Switzerland.

Browning, G. 1975. Shoot growth in *Coffea arabica* L. I. Responses to rain fall when the soil moisture status and gibberellin supply are not limiting. J. Hort. Sci. 3:1-11.

Chemura, A. 2014. The growth response of coffee (*Coffea arabica* L) plants to organic manure, inorganic fertilizers and integrated soil fertility management under different irrigation water supply levels. The International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture, 3:59.

กรมวิชาการเกษตร

Crisosto, C. H., D. A. Grantz, and F. C. Meinzer. 1992. Effects of water deficit on flower opening in coffee (*Coffea arabica* L.). Tree physiology 10(2): 127-139.

Drinnan, J. E. and C. M. Menzel, 1994. Synchonization of anthesis and enhancement of vegetative growth in coffee (*Coffea arabica* L.) Following water stress during floral initiation. Journal of Horticultural Science. 69(5) 841-849.

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,, Philippe Courtelb, Eduardo Malo Garciab, Martin Hidalgoc,Edgardo Alpizarb, Jean-Christophe Breitlera, Benoît Bertranda, Hervé Etienne.2017.Somatic

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.

Gatica, Andres M., G. Arrieta and M. Espinoza. 2008. Direct somatic embryogensis in *Coffea arabica* L. cas. Caturra and Catuai: effect of triacontanol, light condition, and medium consistency. Agronomia Costarricense 32(1): 139-147.

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.

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

Kuit, M., D. M. Jansen and N. V. Thiet. 2004. Manual for Arabica Cultivation of Coffee. Tan Lam Agricultural Product Joint Stock Company, Khe Sanh, Vietnam, pp. 212.

Mes, M.G. 1957. Studies on flowering of *Coffea arabica* L. The influence of temperature on the initiation and growth of coffee flower buds. II. Breaking the dormancy of coffee flower buds. Acta. Hort. Biol. 4: 328-356.

Meynarti Sari Dewi Ibrahim , R Sri Hartati , Rubiyo , Agus Purwito AB A A B Raden oro , 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 embryogenesis-derived coffee plantlets can be efficientlypropagated by horticultural rooted mini-cuttings: A boost for somaticembryogenesis. Scientia Horticulturae 216 (2017) 177–185

Naka, P., P. Ngankarunathikarn, M. Hantewee, S. Tuantawee, Y. Kasinkasamepong and P. wutthisin. 2004. The botanical and species of coffee plant. Dogbia printing, Bangkok.

Pohlan, H. A. J. and M. J. J. Janssens. 2010. GROWTH AND PRODUCTION OF COFFEE, in Soils, Plant Growth and Crop Production, [Ed. Willy H. Verheye], in Encyclopedia of Life Support Systems. pp. 30.

Reuter, D.J. and J.B. Robinson. 1986. Plant Analysis. An Interpretation Manual. Inkata Press,

กรมวิชาการเกษตร

Melbourne. Sydney. Australia. 218 pps.
Tesfaye Shimber G., M. Razi Ismail, H. Kausar, M. Marziah, and M. F. Ramlan. 2013. Plant water relations, crop yield and quality in coffee (*Coffea arabica* L.) as influenced by partial root zone drying and deficit irrigation. Australian Journal of Crop Science, 7(9): 1361-1368.
USDA (2011). *Coffee: World Market and Trade*. USDA, Washington, D.C., USA. 26 pp.

กิจกรรมที่ 3 วิจัยและพัฒนาการบริหารจัดการศัตรูพืชของกาแฟและการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว

กรมวิชาการเกษตร. 2544. กาแฟ ผลงานวิชาการประจำปี 2543. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการประจำปี 2544, เล่มที่ 1, โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. กรุงเทพฯ.
กรมวิชาการเกษตร. 2544. กาแฟ ผลงานวิชาการประจำปี 2543. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการประจำปี 2544, เล่มที่ 1, โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. กรุงเทพฯ.
กลุ่มวิจัยวัชพืช 2554. คำแนะนำการควบคุมวัชพืชและการใช้สารกำจัดวัชพืช. กลุ่มวิจัยวัชพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร. 149 หน้า.
กาแฟ. เอกสารสัมมนาวิชาการ เรื่อง กลยุทธ์เพื่อความสามารถในการแข่งขันด้านพืชสวนเศรษฐกิจ. ณโรงแรมไดมอนด์พลาซ่า อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา. 58 หน้า.
จรัสศรี วงศ์กำแหง วิชิต ตรีพันธ์ และ อานุภาพ ธีระกุล. 2535. การศึกษาชีวประวัติของมอดกาแฟ
จรัสศรี วงศ์กำแหง. 2535. การศึกษาชีวประวัติ- นิเวศวิทยาและการทดสอบประสิทธิภาพสารฆ่าแมลงในมอด
ฉัตต์นภา ข่มอาวุธ มานพ หาญเทวี สมคิด รัตนบุรี พรทิพย์ เลิศสมบัติพลอย ไพรินทร์ มาลา ปราณี เดชอูป และ รุ่งทิพย์ ดาวเรือง. 2558. ศึกษาอายุการเก็บรักษาเมล็ดกาแฟที่เหมาะสม. รายงานเรื่องเต็มการทดลองสิ้นสุดปี 2558 ภายใต้โครงการวิจัยและพัฒนาการขยายผลและถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์กาแฟแบบเกษตรกรมีส่วนร่วม. สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.
ฉัตต์นภา ข่มอาวุธ มานพ หาญเทวี สมคิด รัตนบุรี พรทิพย์ เลิศสมบัติพลอย ไพรินทร์ มาลา ปราณี เดชอูป และ รุ่งทิพย์ ดาวเรือง. 2558. ศึกษารูปแบบที่เหมาะสมในการเก็บรักษาเมล็ดกาแฟ. รายงานเรื่องเต็มการทดลองสิ้นสุดปี 2558 ภายใต้โครงการวิจัยและพัฒนาการขยายผลและถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์กาแฟแบบเกษตรกรมีส่วนร่วม. สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.
บัณฑูรย์ วาฤทธิ์ ชวลิต กอสัมพันธ์ เยาวลักษณ์ จันทร์บาง วราพงษ์ บุญมา ประเสริฐ คำออน นิธิ ไทยสันทัด สมบัติ ศรีชูวงศ์ และ ถาวร สุภาวงค์, 2551. การศึกษาการระบาดและป้องกันกำจัดมอดเจาะผลกาแฟอราบิก้าแบบผสมผสาน. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์.สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ เครือข่ายภาคเหนือ.
ประภาพร ฉันทานุมัติ ยุพิน กสินเกษมพงษ์ มานพ หาญเทวี และนัด ไชยมงคล. 2556. การทดสอบเทคโนโลยีการป้องกันกำจัดมอดกาแฟในแหล่งปลูกภาคเหนือ. ใน เอกสารประกอบการปรับระดับ ของนางสาวประภาพร ฉันทานุมัติ ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร สถาบันวิจัยพืชสวน.
ปิยะวรรณ สุทธิประพันธ์ และ เยาวลักษณ์ จันทร์บาง. 2557. การสำรวจแมลงศัตรูกาแฟอาราบิก้าและแมลงศัตรูธรรมชาติในจังหวัดเชียงใหม่และเชียงราย. วารสารเกษตร 30(3): 233 -242

กรมวิชาการเกษตร

พงศ์ศรี ใบอดุลย์, มลิสา เวชยานนท์, บังอร ธารพล, ธวัชชัย หงษ์ตระกูล. 2549. การพัฒนาวิธีวิเคราะห์สารกำจัดวัชพืช alachlor, bromacil, fenoxaprop-p-ethyl, oxyfluorfen, picloram และ pretilachlor ในดิน โดยวิธี Gas Chromatography. *ใน* ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2549. กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร. 119-130 น. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม. 351 หน้า

ยุพิน กสินเกษมพงษ์, ประภาพร ฉันทานุมัติ และ ไพรัตน์ ช่วยเต็ม. 2545. ผลของเชื้อรา *Beauveria bassiana* (Balssamo) Vuillemin ต่อการป้องกันกำจัดมอดกาแฟในห้องปฏิบัติการ หน้า167 บทคัดย่อในการประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติครั้งที่ 2.

เยาวลักษณ์ จันทร์บาง, 2554. มอดเจาะผลกาแฟแมลงศัตรูในแปลงปลูกที่ส่งผลเสียระหว่างเก็บรักษา.

วิจัย รักวิทยาศาสตร์. 2546. ราวิทยาเบื้องต้น. ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร กำแพงแสน

วิรัช ชูบำรุง, ประไพศรี พิทักษ์ไพรวันและพัฒนา สนธิรัตน. 2528. *Colletotrichum* spp. ในประเทศไทย. หน้า 128-140. *ใน* : รายงานผลงานวิจัย พ.ศ.2528 กลุ่มงานวิทยาไมโค กองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ.

สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร. 2560. การปลูกและการดูแลรักษา. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล. http://www.arda.or.th/kasetinfo/south/coffee/controller/01-04.php (8 ตุลาคม 2560)

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2552. เมล็ดกาแฟอะราบิกา. โรงพิมพ์ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย. กรุงเทพฯ. 13 หน้า.

สิรินาฏ พรศิริประทาน. 2557. การส่งออกผักและผลไม้สดไทยไปสหภาพยุโรป. สถาบันระหว่าง ประเทศเพื่อการค้าและพัฒนา(ITD). (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล. http://lib.dtc.ac.thต่อarticleต่อkitchenต่อar2011-040-exporttoeu.pdf (10 มกราคม 2558)

อาภรณ์ ธรรมเขต. 2527. ประวัติความเป็นมาของพันธุ์กาแฟอาราบิก้า คาร์ติมอร์. *วารสารกรมวิชาการเกษตร*. ปีที่ 2 (ฉบับที่ 3). หน้า 229-233.

Anastassiades, M., Tasdelen, B., Scherbaum, E., Stajnbaher, D. 2007. Recent developments in QuEChERS methodology for pesticide multiresidue analysis. In: Ohkawa H, Miyagawa H, Lee PW (eds), Pesticide chemistry: Crop protection, public health, environmental safety. Wiley-VCH, Weinheim.

Cabral P.G.C., E.M. Zambolim, L. Zambolim, T.P. Lelis, A.S. Capucho and E.T. Caixeta. 2009. Identification of a new race of Hemiliea vastatrix inBrazil. *Australasian Plant Disease* Notes. 4: 129-130 p.

Christensen, H. B., Poulson, M. E., Herrmann, S. and Granby, K. 2008. Analysis of glyphosate in cereals. Danish Institute for Food and Veterinary Research.Clebson Gomes Goncalves, Antonio Carlos Da Silva Junior, Maria Renata Rocha Pereira, Sidnei Roberto Marchi and Coffee: Growing, Processing, Sustainable Production A Guidebook for Grower, Processors, Traders, and Researchers. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KgaA. 976 p.

Dagoberto Martins. 2016. Selecttivity of Saflufenacil applied singly and in combination with Glyphosate on coffee and citrus crops. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/301224616_Selectivity_of_saflufenacil_applied_singly_and_in_combination_with_glyphosate_on_coffee_and_citrus crops

กรมวิชาการเกษตร

Elvin G. Boneta Garcia. 1982. Effect of three Post-Emergence Herbicide on Coffee Growth and Weed Control. [Online]. Available: Effect of Three Post-Emergence Herbicides on Coffee Growth and Weed Control | The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico (upr.edu)

Eshetu T. 2001. Weed flora and weed control practices in coffee. [Online]. Available http://www.scielo.br/scielo.php. (June 2015)

Extoxnet 1993. Oxyfluorfen. [Online]. Available http://pmep.cce.cornell.edu/profiles/extoxnet/metiram-propoxur/oxyfluorfen-ext.html. (November 2018)

Extoxnet 1993. Pendimetlalin. [Online]. Available http://pmep.cce.cornell.edu/profiles/extoxnet/metiram-propoxur/pendimethalin-ext.html. (November 2018)

Extoxnet. 1996. Acetochlor. [Online]. Available http://pmep.cce.cornell.edu/profiles/extoxnet/24d-captan/acetochlor-ext.html. (November 2018)

Jean Nicolas Wintgens. 2004. Coffee: Growing, Processing, Sustainable Production: A Guidebook for Growers, Processors, Traders, and Researchers. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA. Weinheim. ISBN: 3-527-30731-1.

Kennedy, S. H. 1986. Paraquat. ICI Jealott's Hill Research Station.

Lan C.C. and J.H. Wintgens, 2004. Major Pests of Coffee in the Asia-Pacific Region. P467-470. In

Le Bot, B., Colliaux, K., Pelle, D., Brines, C., Seux, R., Clément, M. 2002. Optimization and performance evaluation of the analysis of glyphosate and AMPA in water by HPLC with fluorescence detection. Chromatographia. 56, p. 161-164.

Mendes, F. K., Hall, K.E., Spokas, K. A., Koskinen, and Tornisielo, V. L. 2017. Evaluating Agricultural Management Effects on Alachlor Availability: Tillage, Green Manure, and Biochar. Agronomy 2017, 7, 64: doi:10.3390/ agronomy7040064 [Online]. Available http://www.res.mdpi.com/agronomy -70-00064/article_deploy/agronomy-07-00064-v2.pdf. (November 2018)

Moraima, G. S. 2001. A contribution to determine critical levels of weed interference in coffee crops of Monagas state, Venezuela. Bioagro, v. 12, p. 63-70, 2000.

Mordue JEM, 1971. Colletotrichum gloeosporioides. Kew, UK: Commonwealth Mycological Institute: CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria no. 315.

Muller R.A., Berry D., Avelino J., Bieysse D. 2009. Coffee diseases. *In* : Wintgens Jean Nicolas.(ed.). Coffee: growing, processing, sustainable production: A guidebook for growers, processors, traders, and researchers. Weinheim: Wiley-VCH, p. 495-549. (ระบบออนไลน์). แหล่งที่มา: https://www.researchgate.net/publication/230245135_Coffee_Diseases

Navneet Kaur and Makhan S. Bhullar. 2015. Harvest time residues of pendimethalin and oxyfluorfen in vegetables and soil in sugarcane-based intercropping system. Environ Monit Assess (2015) 187:221

NIPC. 1994. OSU Extension Pesticide Properties Database, National Pesticide Information Center. [Online]. Available http://npic.orst.edu/ingred/ ppdmove.htm. (November 2018) Pacific Pests and Pathogens - Fact Sheets (ระบบออนไลน์).

Pelley, R.H. 1968. Pest of Coffee. Longman Green and Co. Ltd. London. 950 pp.

Phattanit Tripet and Chaleeda Borompichaichartkul. 2019. Effect of packaging materials and storage time on changes of colour, phenolic content, chlorogenic acid and antioxidant activity in arabica green coffee beans (*Coffea arabica* L. cv. Catimor). Journal of Stored Products Research. Volume 84, December 2019, 101510.

PPDB. 2007. Acetochlor in Pesticide Properties Database, University of Hertfordshire. [Online]. Available https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ ppdb/en/Reports/12.htm. (November 2018)

PPDB. 2007. Alachlor in Pesticide Properties Database, University of Hertfordshire. [Online]. Available https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/ Reports/17.htm. (November 2018)

PPDB. 2007. Oxadiazon in Pesticide Properties Database, University of Hertfordshire. [Online]. Available https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ ppdb/en/Reports/496.htm. (November 2018)

PPDB. 2007. Oxyfluorfen in Pesticide Properties Database, University of Hertfordshire. [Online]. Available https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ ppdb/en/Reports/502.htm. (November 2018)

PPDB. 2007. Pendimethalin in Pesticide Properties Database, University of Hertfordshire. [Online]. Available https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en /Reports/511.htm. (November 2018)

PPDB. 2007. S-metholachlor in Pesticide Properties Database, University of Hertfordshire. [Online]. Available https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en /Reports/1027.htm. (November 2018)

PPDB. 2007. THE PPDB Ato Z List of Herbicide *in* Pesticide Properties Database, University of Hertfordshire. [Online]. Available https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/atoz_herb.htm. (January 2020)

Ronchi, C.P. and Silva, A.A..2004. Weed control in young coffee plantations through post-emergence herbicide application onto total area. Plant Daninha V.22, n.4, p.607-615, 2004.

Scot Nelson. 2008. Glyphosate Herbicide Injury to Coffee. Cooperative Extention Service. University of Hawai. Plant Disease Nov.2008.

Selmar Dirk, Gerhard Bytof and Sven-erik Knopp. 2008. The Storage of Green Coffee (*Coffea arabica*): Decrease of Viability and Changes of Potential Aroma Precursors. Annals of Botany 101: 31–38.

Sutton BC, 1980. The Coelomycetes: Fungi Imperfecti with Pycnidia, Acervuli and Stromata. Kew, UK: Commonwealth Mycological Institute. 695p.

กรมวิชาการเกษตร

Sutton BC, 1992. The genus Glomerella and its anamorph Colletotrichum. In: Bailey JA, Jeger MJ, eds. Colletotrichum: Biology, Pathology and Control. Wallingford, UK: CAB International, p.1–26.

US EPA. 2010. Method GRM 044.03A [Online]. Available https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-03/documents/49193106-fluazifop-ilv-soil.pdf. (October 2018)

แหล่งที่มา: http://www.pestnet.org/fact_sheets/coffee_browneye_spot_142.htm

กรมวิชาการเกษตร

ภาคผนวก

กิจกรรมที่ 1 การพัฒนาระบบการปลูกกาแฟอะราบิกา

ก) เครื่องวัดอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง

ข) เครื่องวัดความเข้มแสง

ค) เครื่องวัดความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์

ง) เครื่องบันทึกข้อมูลสภาพอากาศ

จ) เครื่องวัดดัชนีพื้นที่ใบ

ภาพภาคผนวกที่ ก อุปกรณ์บันทึกข้อมูลทางสรีรวิทยา และสภาพแวดล้อม

กรมวิชาการเกษตร

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