

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

- 1. แผนงานวิจัย** : วิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืชสวน
อุตสาหกรรม
- 2. โครงการวิจัย** : ปรับปรุงพันธุ์กาแฟอาราบิก้า
กิจกรรม : การปรับปรุงพันธุ์กาแฟอาราบิก้าต้านทานต่อโรคราสนิม
กิจกรรมย่อย (ถ้ามี) : -
- 3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย)** : ทดสอบพันธุ์กาแฟอาราบิก้าสายพันธุ์คาร์ติมอร์ต้านทานโรครา
สนิมชุดที่ 2/1
ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : varietal trail on 'catimor' arabica coffee for rust
resistance no 2/1
- 4. คณะผู้ดำเนินงาน**
หัวหน้าการทดลอง : นางสุภัทรา เลิศวัฒนาเกียรติ สถาบันวิจัยพืชสวน
ผู้ร่วมงาน : นางสาวฉัตรดนตา ช่มอาวุธ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่
นางสาวชิตชนก ก่อเจตีย์ ศูนย์วิจัยพืชสวนเลย
นายนัด ไชยมงคล ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูง
เชียงราย
นายยุทธศักดิ์ เจริญไชยศรี สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช
นางวิมล แก้วสีดา ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย
นายเกษม ทองขาว ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่
นางจันทร์เพ็ญ แสนพรหม ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่
นางสาวศิริภรณ์ จรินทร์ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่
นายวีรยุทธ ดัดตนรัมย์ ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ

5. บทคัดย่อ

โรคราสนิมของกาแฟอะราบิกา เชื้อสาเหตุ *Hemileia vastratrix* B.& Br. เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผลผลิตกาแฟอะราบิกาลดลงทั่วโลก ในการศึกษาเพื่อคัดเลือกพันธุ์กาแฟอะราบिकासายพันธุ์คาติมอร์ เพื่อให้ต้านทานต่อโรคราสนิม โดยคัดเลือกจากต้นพันธุ์กาแฟอะราบिकासายพันธุ์คาติมอร์ซึ่งปลูกที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรจังหวัดเชียงราย เมื่อปี พ.ศ. 2545-2546 พื้นที่ปลูก 4 ไร่ จำนวน 38 สายพันธุ์ โดยคัดเลือกพันธุ์ที่มีการเจริญเติบโตดี และไม่เป็นโรคราสนิม ได้จำนวน 20 พันธุ์ กลุ่มดอกเมื่อผสมเกสร และนำเมล็ดชั่วที่ 6 มาเพาะกล้า และนำต้นกล้าอายุมากกว่า 6 เดือนมาทดสอบปฏิบัติการโรคราสนิมที่เกิดจากเชื้อรา *Hemileia vastratrix* B.& Br. ที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย โดย inoculate เชื้อราสนิม ที่อุณหภูมิ 22 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90-91 เปอร์เซ็นต์ ในห้องมืดนาน 24 ชั่วโมง จำนวน 2 ครั้ง แต่แต่ละครั้งห่างกัน 1 เดือน inoculate เชื้อราสนิมกับต้นกล้ากาแฟอะราบิกากลุ่มผสมชั่วที่ 7 ในปี 2554 และปี 2555 และคัดพันธุ์ที่ไม่เป็นโรคราสนิม ได้จำนวน 9 สายพันธุ์ ได้แก่ H420/9 ML 3/1-106-WW29/5, H420/9 ML 3/1-106-WW 29/6, H420/9 ML 3/1-106-WW 29/10, H420/9 ML 3/1-106-WW 29/13, H420/9 ML 3/1-106-WW 29/14, H420/9 ML 3/1-106-WW 29/15, H420/9 ML 3/1-106-WW 29/23, H420/9 ML 3/1-106-WW 29/24 และ H420/9 ML 3/1-106-WW 29/26 และในปี 2555 ได้นำต้นกล้าที่ผ่านการปลูกเชื้อไปปลูกทดสอบพันธุ์ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แปลงแม่จอนหลวง) และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรจังหวัดเชียงราย โดยปลูกร่วมกับไม้บังร่มเงาได้แก่ ซิลเวอร์โอ๊กและกระถินอินโดนีเซีย พบว่า พันธุ์ที่มีศักยภาพได้แก่ H420/9 ML 3/1-106-WW 29/13 และ H420/9 ML 3/1-106-WW 29/6 ในการปลูกที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แปลงแม่จอนหลวง) และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรจังหวัดเชียงราย

คำสำคัญ : กาแฟอะราบิกา, คาติมอร์, โรคราสนิม

Rust fungus on Arabica coffee, infection of *Hemileia vastratrix* B.&Br. was a cause to reduce production of the world Arabica coffee products. Selections of Arabica coffee for rust resistance were studied by the collection of Arabica coffees, Catimor at Chiang Rai Agricultural Research and Development Center at Chiang Rai Province. The selection criteria were (1) no rust symptom (2) good production (3) compact tree by dwarf and short node. We brought the seeds from 20 selections for preparation to F6 seedling. When the seedlings were 6 months which should be at least 4 -5 pairs of leaves. We inoculated *Hemileia*

vastratrix B.& Br. on the seedlings in 22 ± 2 degree celcius, 90 -91 percent of relative humidity in dark room. The inoculation was done twice by a month at intervals at Chiang Rai Horticultural Research Center. The 9 progenies had been selected for rust resistance; H420/9 ML 3/1-106-WW29/5, H420/9 ML 3/1-106-WW 29/6, H420/9 ML 3/1-106-WW 29/10, H420/9 ML 3/1-106-WW 29/13, H420/9 ML 3/1-106-WW 29/14, H420/9 ML 3/1-106-WW 29/15, H420/9 ML 3/1-106-WW 29/23, H420/9 ML 3/1-106-WW 29/24 and H420/9 ML 3/1-106-WW 29/26. Then the seedling with no rust symptoms had been grown for varietal trial at Chiang Mai Research Agricultural Research Center and Chiang Rai Agricultural Research and Development Center, under shady trees; silver oak and Indonesian *Leucaena*. The coffee at Chiang Mai Royal Agricultural Research Center had found that the potential varieties were suitable for Chiang Mai Royal Agricultural Research Center and Chiang Rai Agricultural Research and Development Center is H420/9 ML 3/1-106-WW 29/24-13 and H420/9 ML 3/1-106-WW 29/6.

Key words : arabica coffee, rust, catimor, *Hemileia vastratrix* B.& Br.

6. คำนำ

กาแฟอาราบิกา (*Coffea arabica* L.) เป็นพืชที่มีสำคัญทางเศรษฐกิจของภาคเหนือของประเทศไทย ได้มีการนำมาใช้เป็นพืชปลูกเพื่อทดแทนฝิ่นบนพื้นที่สูงตั้งแต่ปี 2526 ในอดีตได้มีการนำเข้าพันธุ์กาแฟอาราบิกาลายพันธุ์โดยหน่วยงานราชการและเอกชนมาปลูกกันแพร่หลาย ได้แก่ Typica, Bourbon, Caturra, Catuai ซึ่งในช่วงแรกมีการปลูกอย่างแพร่หลายแต่เนื่องจากพันธุ์เหล่านั้นมีความอ่อนแอต่อโรคราสนิม (*Hemileia vastatrix* B. & Br.) ซึ่งเป็นโรคที่ระบาดในแหล่งปลูกที่สำคัญของโลก ทำให้การปลูกกาแฟอาราบิกางานครั้งขาดหายไปเป็นช่วง แต่ในช่วงที่สำคัญคือช่วงที่โครงการหลวงพัฒนาชาวเขาได้มีการศึกษาการปลูกกาแฟอาราบิกาเพื่อทดแทนการปลูกฝิ่นบนภูเขาในภาคเหนือ ร่วมกับกรมวิชาการเกษตรภายใต้ความช่วยเหลือของกระทรวงเกษตรสหรัฐอเมริกา (USDA) โดยได้นำกาแฟอาราบิกาเข้ามาหลายพันธุ์จากประเทศโปรตุเกส อินเดีย ต่อมาได้มีการนำเข้าภายใต้โครงการความช่วยเหลือของประเทศเนเธอร์แลนด์ที่ทำงานร่วมกับมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (อาภรณ์, 2528)

โรคราสนิม (rust) เกิดจากเชื้อ *Hemileia vastatrix* Berkeley and Broome เป็นโรคระบาดที่กระทบในแหล่งปลูกกาแฟทั่วโลก โดยส่วนใหญ่พบในกาแฟอาราบิก้า ซึ่งมีการบริโภคกาแฟอาราบิก้ามีสัดส่วน 75 เปอร์เซ็นต์ของผลผลิตกาแฟโลก ทั้งนี้พบว่าผลผลิตกาแฟอาราบิก้าสูญเสียเนื่องจากการเข้าทำลายของโรคราสนิมในกาแฟปลูกพบในปี 1868 ที่ศรีลังกา และต่อมาในปี 1986 ได้มีการระบาดของโรคราสนิมเข้าสู่แหล่งปลูกต่างๆ ของกาแฟทั่วโลก ในทวีปเอเชีย แอฟริกา อเมริกาใต้ และอเมริกากลาง มากกว่า 50 ประเทศ ทำให้ผลผลิตของกาแฟอาราบิก้าของแต่ละประเทศลดลงมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ (Monaco, 1977) ในการแก้ปัญหาการระบาดของโรคได้มีการศึกษาหาพันธุ์ต้านทานโรค โดยเริ่มจากการคัดเลือกพันธุ์ที่เชื่อกันว่าเกิดจากการผสมกันเองในธรรมชาติระหว่าง *Coffea arabica* x *Coffea liberica* ต่อมามีการค้นพบพันธุ์ Kents ในอินเดีย จนกระทั่งต่อมาเชื้อโรคได้มีการพัฒนา races ใหม่ของเชื้อรา *Hemileia vastatrix* สามารถเข้าทำลายพันธุ์นี้ได้ ต่อมาได้มีการคัดเลือกพันธุ์ K 7 ได้อีกพันธุ์ในอินเดีย นับว่าเป็นการแก้ไข้ปัญหาได้ระยะหนึ่ง จนกระทั่งต่อมาเชื้อโรคได้มีการพัฒนา races ใหม่ของเชื้อรา *Hemileia vastatrix*

ในปี 1927 มีการพบพันธุ์ Hibrido de Timor (HDT) ที่เกาะติมอร์ตะวันออก เชื่อกันว่าเกิดจาก Spontaneous hybrid ระหว่าง *C. arabica* var. *Typica* x *C. canephora* ซึ่งกาแฟพันธุ์นี้ต้านทานต่อโรคราสนิม เมล็ดกาแฟพันธุ์นี้ได้ถูกส่งมายังศูนย์วิจัยโรคราสนิมกาแฟของโปรตุเกส (Centro de Investigacao das Ferrugens do Cafeeiro, (CIFIC)) หลายรุ่น จำนวนหลายพันต้น CIFIC ได้นำกล้าเหล่านี้มาทดลองกับเชื้อรา *H. vastatrix* ที่ได้รับมาจากทุกมุมโลก พบว่า CIFIC 832/1, CIFIC 832/2 และ CIFIC 1343/269 ได้ถูกส่งไปยังประเทศโคลัมเบีย ต่อมา CIFIC ได้นำ Caturra Vermelho มาผสมกับ CIFIC 832/1 ได้ลูกผสมชั่วที่ 1 มา 5 ต้น ซึ่งลูกผสมชั่วที่ 1 ในแต่ละต้นได้ถูกนำมาผสมกลับ (backcross)

พันธุ์ Catimor เป็นกาแฟที่ CIFIC ผสมขึ้นมาระหว่าง CIFIC 832/1 Hibrido de Timor x 19/1 Caturra ได้ลูกผสมชั่วแรกคัดเลือกได้ 5 ต้น คือ H.W.26/5, H.W.26/7, H.W.26/9, H.W.26/13 และ H.W.26/14 จากนั้นนำลูกผสมมาผสมกลับ (backcross) กับกาแฟที่เด่นๆ เช่น SL. 28, Mundo Novo, Catuai Amarelo, และ Caturra Vermelho (Rodrigues Jr. et al., 1975 ; อภรณ์, 2527) Catimor ชุดนี้ไทยได้รับจาก CIFIC ผ่านกระทรวงเกษตรสหรัฐอเมริกา (USDA) โดยผ่านโครงการหลวงเมื่อเดือนเมษายน 2518 กองโรคพืชและจุลชีววิทยาในขณะนั้น ได้ทำการทดสอบปฏิกิริยาต่อเชื้อรา *H. vastatrix* ในห้องปฏิบัติการและในสภาพธรรมชาติบนสถานีต่างๆ ที่มีความสูงต่างกัน รวมทั้งทดสอบผลผลิต

ในปี พ.ศ. 2518 ศูนย์วิจัยโรคพืชโรคราสนิมกาแฟของประเทศโปรตุเกส ได้มอบเมล็ดกาแฟอาราบิก้าจำนวน 28 สายพันธุ์ (F2) และปลูกในปี พ.ศ. 2519 จำนวน 3 สถานี ได้แก่ สถานีวิจัยกาแฟแม่หลอด อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่ ศูนย์วิจัยกาแฟ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (แม่สาใหม่) และ ศูนย์วิจัย

กาแฟ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (หนองหอย) ต่อมาได้มีการคัดเลือก และปลูกทดสอบตาม แหล่งต่างๆ ได้แก่ โครงการพัฒนาอดอยตุง อ.แม่ฟ้าหลวง จ.เชียงราย ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเชียงราย อ.แม่สรวย จ.เชียงราย ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ (เขาค้อ) จ.เพชรบูรณ์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรตาก (มุเซอ) จ.ตาก และ ศูนย์วิจัยกาแฟ (ขุนช่างเคี่ยน) คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ รวมถึงแปลงของ เกษตรกร เป็นต้น

ในปี พ.ศ. 2503 ศูนย์วิจัยโรคพืชโรคราสนิมกาแฟของประเทศโปรตุเกส (CIFC) ได้ผสมลูกผสมชั่วที่ 1 (F₁) จากการผสมพันธุ์ระหว่างพันธุ์ H.W.26/5 กับพันธุ์ SL28 โดย เมล็ดพันธุ์แต่ละชั่วของการคัด ได้แก่ กาแฟอะราบิกาสายพันธุ์ Catimor CIFC 7958, CIFC 7960, CIFC 7962 และ CIFC 7963 ได้ส่งไปปลูก คัดเลือกและทดสอบที่ประเทศแองโกลา บราซิล โปรตุเกส และประเทศไทย การปลูกและคัดเลือกลูกผสมชั่วที่ 2 (F₂) ดำเนินการที่ Insituto Interamericano de Ciencisa Sgricolas (IICA) ในประเทศแองโกลา ลูกผสม ชั่วที่ 3 ที่บราซิล ลูกผสมชั่วที่ 4 ที่ CIFC ในปี 2527 ประเทศไทยได้ปลูกลูกผสมชั่วที่ 5 โดยศูนย์วิจัยเกษตร หลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) และในปี พ.ศ. 2539 ได้ทำการคัดเลือกจนถึงลูกผสมชั่วที่ 7 ทำการปลูกเปรียบเทียบ และทดสอบพันธุ์ในพื้นที่ ที่มีระดับความสูงตั้งแต่ 700-1,300 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ได้แก่ ศูนย์วิจัยและพัฒนาเกษตรที่สูงเชียงราย (วาวิ) จ.เชียงราย ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรตาก (มุเซอ) จ.ตาก ศูนย์วิจัยเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ (เขาค้อ) จ. เพชรบูรณ์ จนถึงปีพ.ศ. 2544 ได้สายพันธุ์ดีเด่น Catimor CIFC 7963-13-28 และได้รับการเสนอพิจารณาเป็นพันธุ์รับรองของกรมวิชาการเกษตร “เชียงใหม่ 80” เมื่อวันที่ 31 สิงหาคม 2550 (กรมวิชาการเกษตร, 2556) รวมระยะเวลาในการวิจัย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2528–2544 เป็น เวลา 17 ปี โดยมีลักษณะเด่น ดังนี้

1. ต้านทานโรคราสนิมสูง (*Hemileia vastatrix* B. & Br.)
2. ให้ผลผลิตเมล็ดกาแฟดิบ สูงกว่าพันธุ์ Caturra, Bourbon และ Typica ที่เกษตรกรปลูกทั่วไป 1.79 – 2.39 เท่า
3. ให้ปริมาณสารกาแฟ (Green Bean) เกรด A เฉลี่ย 5 ปี ร้อยละ 81.3–87.3 (เฉลี่ย 5 ปี) ปริมาณ คาเฟอีน ร้อยละ 0.42
4. คุณภาพการชิม (cup quality test) อยู่ระดับ 6.5–7.0 คะแนน (จาก 10 คะแนน) เปรียบเทียบ กับ Caturra ได้คะแนน 5.5 คะแนน

เนื่องจากความสัมพันธ์ระหว่าง CIFIC กับกรมวิชาการเกษตร ในระยะแรก Dr. Rodrigues ได้เดินทาง มาประเทศไทยและร่วมงานสำรวจโรคราสนิมในประเทศไทย ร่วมกับ นายอาภรณ์ ธรรมเขต กรมวิชาการ เกษตร ได้มีการส่งตัวอย่างไปตรวจสอบพบว่าในไทยพบเชื้อโรคราสนิม races II และต่อมาในเดือนมกราคม 2552 ทาง CIFIC โดย Dr.Vitor Pinto Varzea, Deputy Director of Coffee Leaf Rust Research Centre (CIFIC) ประเทศโปรตุเกสได้เดินทางมาประชุมร่วมกับนักวิจัยไทยและร่วมสำรวจโรคราสนิมกาแฟในประเทศไทยในระหว่างวันที่ 11-28 พฤศจิกายน 2552 ที่โครงการพัฒนาตอยตุง อ.แม่ฟ้าหลวง จ.เชียงราย ศูนย์วิจัย เกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเชียงราย (วาวี) อ.แม่สรวย จ.เชียงราย ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ (เขาค้อ) จ.เพชรบูรณ์ ศูนย์วิจัยและ พัฒนาการเกษตรตาก (มุเซอ) จ.ตาก และศูนย์วิจัยกาแฟ (ขุนช่างเคี่ยน) คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ รวมถึงแปลงของเกษตรกรที่ อ.ท่าวังผา จ.น่าน พบว่ากาแฟอะราบิกา สายพันธุ์ Catimor ที่ต้านทานต่อโรคราสนิม ปัจจุบันเริ่มไม่ต้านทาน แต่แสดงลักษณะทนทาน (ใบไม่ร่วง) ยังคงให้ผลผลิตได้ดี

โรคราสนิมในประเทศไทยซึ่งเดิมมีรายงานว่ามี 32 races (ปี พ.ศ. 2525) ซึ่งในทั่วโลกปัจจุบันพบว่ามี ถึง 45 races ดังนั้น กาแฟอะราบิกา สายพันธุ์ Catimor ที่ต้านทานต่อโรคราสนิมในอดีต ปัจจุบันเริ่มไม่ ต้านทาน แต่แสดงลักษณะทนทาน (ใบไม่ร่วง) ยังคงให้ผลผลิตได้ดี อีกวิธีหนึ่งคือ การประเมินด้วยสายตา พบว่า มีหลายต้นที่เป็น races ใหม่ แตกต่างจากลักษณะเดิมที่พบทั่วไป และในบริเวณเดียวกันมีต้นต้านทาน แต่พบว่าบางต้นไม่ต้านทานทั้งที่อยู่ในกลุ่มสายพันธุ์เดียวกัน แสดงว่าอาจเป็น races ของเชื้อราสนิมตัวใหม่ จากผลการนำไปตรวจสอบ races ที่ CIFIC ในปี พ.ศ.2552 พบว่าในประเทศไทยพบ races ใหม่ที่ไม่เคยพบมา ก่อนจำนวน 2 races (Noppakoonwong, 2014) และในปี พ.ศ.2556-2557 (2013-2014) ได้มีการระบาดของ โรคราสนิมในบริเวณแถบละตินอเมริกาและแคริบเบียน ผลกระทบความเสียหายกว่าพันล้านดอลลาร์ ใน เอลซัลวาดอร์ผลผลิตลดลงมากกว่าปีที่ผ่านมา 59 เปอร์เซ็นต์ ถือว่าเป็นความเสียหายที่ร้ายแรงในรอบ 80 ปี ของกาแฟอะราบิกาในแหล่งผลิตใหญ่ของโลก

การคัดเลือกกาแฟพันธุ์ต้านทานต่อโรคราสนิม (*H. vastatrix*) isolates ต่าง ๆ ของ CIFIC โดยการ นำเอาต้นกล้ากาแฟลูกผสมหรือสายพันธุ์ต่าง ๆ นำมาปลูกเชื้อรา isolates ของ CIFIC ที่ได้จำแนกไว้แล้ว ซึ่งจะ สามารถแยกกลุ่มกาแฟที่ต้านทานและอ่อนแอต่อโรคราสนิม ออกได้จำนวน 40 กลุ่มในจำนวนนี้ 16 กลุ่ม สังเคราะห์ขึ้นที่ CIFIC กาแฟพันธุ์ต้านทานต่อโรคราสนิมได้ปรับปรุงพันธุ์จากกาแฟสายพันธุ์ Híbrido de Timor (HDT) ที่ค้นพบโดย CIFIC ได้ลูกผสมนับร้อยสายพันธุ์ มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ นำไปปลูกแพร่หลายทั่ว โลก ในปัจจุบันการจำแนกเชื้อราสนิมตามอาการความรุนแรงของเชื้อที่มีต่อต้นกาแฟ โดยการปลูกเชื้อราลง บนกาแฟสายพันธุ์ที่มีพันธุ์กรรมอ่อนแอต่อเชื้อราสนิมจำเพาะ (coffee differentials) ซึ่งสามารถจำแนกได้ที่

CIFC จำนวน 45 races และเก็บรักษาสปอร์ (spore) ของเชื้อเหล่านี้ไว้ในไนโตรเจนเหลวได้หลายปี โดยเชื้อยังมีชีวิตอยู่ สามารถปลูกเลี้ยงขยายปริมาณสปอร์ได้ตามต้องการ

ทั้งนี้ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการต้านทานโรคของกาแฟ เนื่องจากกาแฟอาราบิก้าจะอ่อนแอต่อการเข้าทำลายของโรคราสนิม แต่ในกาแฟโรบัสตามียีนที่ต้านทานโรค ทั้งนี้ได้มีการปรับปรุงพันธุ์กาแฟอาราบิก้าโดยการผสมพันธุ์กันตามธรรมชาติ (spontaneous breeding) จึงได้มีการถ่ายทอดยีนในกาแฟอาราบิก้า ซึ่งมีบางยีน quite durable การต้านทานในกาแฟอาราบิก้า นั้น ได้รับยีนจากการผสมกับกาแฟโรบัสตา ได้มีหลายพันธุ์การค้าของกาแฟอาราบิก้าที่ได้รับการถ่ายทอดยีนจากกาแฟโรบัสตาเช่นนี้ ได้แก่ พันธุ์ Catimor, Icatu และ Kent ซึ่งใช้ในการปลูกทั่วโลก แต่ทั้งนี้จะมีประสิทธิภาพในการต้านทานจนกระทั่งเชื้อราสนิมจะพัฒนา races ใหม่ ที่พันธุ์เดิมไม่สามารถต้านทานได้ ในด้านความรุนแรงของโรคขึ้นกับความหนาแน่นของแปลงปลูก ซึ่งหากหนาแน่นมากจะทำให้เกิดความรุนแรงได้มากกว่า ตลอดจนสภาพแวดล้อม ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิมีผลต่อการพัฒนาของสปอร์ของเชื้อรา (Kushalappa and Eskes, 1989)

Kushalappa และ Eskes (1989) กล่าวว่าปัญหาอุปสรรคในการปรับปรุงพันธุ์กาแฟเพื่อต้านทานโรคราสนิม ได้แก่ 1) ข้อจำกัดของพันธุ์กาแฟอาราบิก้าที่มีความหลากหลายในการต้านทานราสนิม 2) ความแตกต่างของเชื้อราสนิมที่สามารถยับยั้งไม่ให้ยีนต้านทานโรคในพืชทำงานได้ (pathogenicity) และ 3) วงจรของการปรับปรุงพันธุ์กาแฟใช้เวลานานโดยเฉพาะอย่างยิ่งการผสมข้ามสายพันธุ์มีผลทำให้ใช้เวลานานในการปรับปรุงพันธุ์ ซึ่งในการเริ่มต้นในการปรับปรุงพันธุ์กาแฟอาราบิก้าในอดีตที่ตั้งต้นดำเนินการได้สำเร็จ พบว่าในปัจจุบันในการพัฒนาพันธุ์ได้มีความมุ่งมั่นในการพัฒนาการคัดเลือกพันธุ์จากลูกผสมที่คัดจากการผสมข้ามสายพันธุ์ (interspecific hybrid population) ดังเช่นใน พันธุ์คาติมอร์ และ อีคาทู (Icatu) โดยในพันธุ์นี้ยังคงมียีนของกาแฟโรบัสตาอยู่ในโคลอมเบียได้มีการประสบความสำเร็จในการคัดเลือกกาแฟ F5 ได้พันธุ์ “Colombia” ซึ่งได้มีการกระจายพันธุ์เป็นการค้าในปัจจุบัน ซึ่งในอินเดียและเคนยา (Carvalho, 1988) ก็เช่นเดียวกันประสบความสำเร็จในการคัดเลือกเช่นเดียวกัน

ปัจจุบัน CIFC มีการจำแนกเชื้อราสนิม races ต่างๆ โดยสายพันธุ์กาแฟจำเพาะ (Coffee differentials) ได้ 45 races และอยู่ในระหว่างการดำเนินการอีก 5 races ซึ่งคาดว่าทั่วโลกมีมากกว่า 100 race ปัญหาที่พบคือ การหากาแฟสายพันธุ์จำเพาะที่จะมาจำแนกเชื้อรา races ต่าง ๆ ต้องอาศัยนักวิจัยจากประเทศผู้ปลูกกาแฟทั่วโลกส่งตัวอย่างเชื้อราสนิมและตัวอย่างพืช (ต้นกาแฟ) หรือเมล็ดพันธุ์กาแฟไปให้ CIFC ศึกษาการจำแนกเชื้อรา races ใหม่สามารถดำเนินการโดยการเก็บตัวอย่างจากแหล่งปลูกพืช หรือส่งเคราะห์ขึ้นภายใน CIFC

จากการศึกษาข้อมูลพื้นที่ปลูกกาแฟอาราบิก้าตามรายงานของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร พบว่า เริ่มมีการรวบรวมพื้นที่ปลูกตั้งแต่ปี 2526 ที่จังหวัดเชียงรายและเชียงใหม่ และมีการเพิ่มพื้นที่ปลูกในช่วงปี 2546-2548 ซึ่งมีความสอดคล้องกับระยะเดียวกับที่กรมวิชาการเกษตรได้มีการกระจายพันธุ์ให้โครงการต่าง ๆ ในพื้นที่สูง และมีอัตราการเพิ่มพื้นที่ปลูกอย่างรวดเร็ว หลังปี 2550 ซึ่งเป็นช่วงปีที่กรมวิชาการเกษตรได้ประกาศให้ กาแฟอาราบิก้าเชียงใหม่ 80 เป็นพันธุ์รับรองของกรมวิชาการเกษตร เมื่อวันที่ 31 สิงหาคม 2550 และอัตราการเพิ่มพื้นที่ยังคงสูงต่อเนื่องในช่วงปี 2549-2561 โดยเฉพาะพื้นที่จังหวัดเชียงรายและเชียงใหม่ (สถาบันวิจัยพืชสวน, 2559)

ในปัจจุบันจากการสำรวจพบว่าการระบาดของโรคราสนิมพบได้ทั่วไป เนื่องจากพันธุ์ส่วนใหญ่ที่ปลูกมีการกระจายพันธุ์จากหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้องตั้งแต่ปี 2527 การใช้พันธุ์ปลูกกาแฟอาราบิก้าในจังหวัดเชียงรายส่วนใหญ่ได้รับพันธุ์จากกรมวิชาการเกษตร แต่ในจังหวัดเชียงใหม่ได้พันธุ์จากสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูงและโครงการหลวง จังหวัดน่าน แม่ฮ่องสอนและลำปางได้จากกรมวิชาการเกษตร ซึ่งมาจากฐานพันธุ์กรรมเดียวกัน ประกอบกับเชื้อโรคราสนิมได้มีการพัฒนาเพิ่ม races มากกว่าเดิม จึงพบว่าเป็นโรคราสนิมในหลายแหล่ง (สถาบันวิจัยพืชสวน, 2559)

พื้นที่ปลูกกาแฟอาราบิก้าของประเทศในปี 2561 มีพื้นที่ให้ผลผลิต 72,887 ไร่ ผลผลิต 11,138 ตัน ซึ่งเพิ่มขึ้นจากปี 2560 ร้อยละ 10.15 และ 24.56 ตามลำดับ เนื่องจากต้นกาแฟที่ปลูกแซมในสวนไม้ผล ไม้ยืนต้น ตั้งแต่ปี 2556 ให้ผลผลิตในปีแรก ประกอบกับสภาพอากาศเอื้ออำนวย มีปริมาณน้ำฝนเพียงพอ ไม่กระทบแล้งเหมือนปีที่ผ่านมา ทำให้ต้นกาแฟสมบูรณ์ออกดอกติดผลมากกว่าปีที่ผ่านมา ส่วนผลผลิตต่อไร่เฉลี่ย 140 กิโลกรัม เพิ่มขึ้นจากปี 2560 ร้อยละ 12.9 (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2561) ทั้งนี้พื้นที่ปลูกกาแฟ

อาราบิก้ามีแนวโน้มในการปลูกเพิ่มพื้นที่มากขึ้นตั้งแต่ปี 2550 โดยพื้นที่ปลูกส่วนใหญ่ที่จังหวัดเชียงราย เชียงใหม่ และสถานการณ์ผู้บริโภคกาแฟในไทยปัจจุบันมีการบริโภคกาแฟสดมากขึ้น ซึ่งเป็นส่วนสนับสนุนให้มีผู้สนใจในการปลูกกาแฟอาราบิก้าเพิ่มมากขึ้น ร่วมกับการพัฒนาการปลูกเพื่ออนุรักษ์รักษาสภาพแวดล้อมกาแฟก็เป็นพืชหนึ่งที่มีส่วนช่วยในการสร้างทางเลือกของเกษตรกรในการปลูกป่ากินได้ ป่าเศรษฐกิจ เนื่องจากสามารถปลูกร่วมกับพืชเศรษฐกิจอื่น ๆ ได้

ดังนั้น จึงมีความจำเป็นจะต้องพัฒนาพันธุ์กาแฟอาราบิก้าอย่างต่อเนื่อง เพื่อสนับสนุนเกษตรกรมีโอกาสในการใช้พันธุ์ต้านทานโรค ผลผลิตสูง และคุณภาพดี เป็นที่ยอมรับในการบริโภค

7. วิธีดำเนินการ :

- อุปกรณ์

1. วัสดุและอุปกรณ์การเกษตร ได้แก่

1.1 ต้นพันธุ์กาแฟอะราบิกาสายพันธุ์ลูกผสมที่เป็นกลุ่มกาแฟอะราบิกา Hybrido de Timor (HDT) derivative ชั่วที่ 6 ที่เป็นผลจากการรวบรวมพันธุ์กาแฟอะราบิกาที่ได้รับต้นพันธุ์จากนายอาภรณ์ ธรรมเขต นักวิชาการโรคพืชชำนาญการพิเศษ กองโรคพืชและจุลชีววิทยา (ในขณะนั้น) กรมวิชาการเกษตร โดยนำมาปลูกที่ ศูนย์วิจัยและพัฒนาเกษตรที่สูงเชียงราย (วาวิ) จ.เชียงราย เมื่อปี พ.ศ. 2545-2546 พื้นที่ปลูก 4 ไร่ จำนวน 38 สายพันธุ์

1.2 อื่นๆ ได้แก่ เครื่องชั่งน้ำหนัก ตาชั่ง ถัง ตะกร้า เครื่องปอกเปลือกกาแฟ ชั้นวาง ปุ๋ย คอก (มูลไก่ มูลวัว) ปุ๋ยเคมี (15-15-15 13-13-21 46-0-0 0-0-60) ปูนขาว ฟางข้าว เป็นต้น

2. วัสดุในการปลูกเชื้อ ได้แก่ ตู้ควบคุมความชื้น อุปกรณ์ในการฉีดพ่น uredospore, petri-dish

2. วัสดุวิทยาศาสตร์ สำหรับวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของกาแฟ

3. วัสดุสำนักงาน ได้แก่ กล้องถ่ายรูป กระดาษ ดินสอ ปากกา เป็นต้น

4. วัสดุคอมพิวเตอร์ ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ หมึกพิมพ์ เครื่องพิมพ์

- วิธีการ

1. จากแปลงปลูกที่รวบรวมพันธุ์กาแฟอะราบิกาสายพันธุ์คาติมอร์ สายพันธุ์ลูกผสมที่เป็นกลุ่มกาแฟอะราบิกา Hybrido de Timor (HDT) derivative ชั่วที่ 6 ที่ ศูนย์วิจัยและพัฒนาเกษตรที่สูงเชียงราย (วาวิ) จ.เชียงราย เมื่อปี พ.ศ. 2545-2546 พื้นที่ปลูก 4 ไร่ จำนวน 38 สายพันธุ์ ในปี 2553-2554 ดำเนินการคัดเลือกต้นกาแฟอะราบิกาสายพันธุ์คาติมอร์ โดยมีเกณฑ์ในการคัดเลือก ดังนี้ 1) ต้นที่ไม่เป็นโรคราสนิม 2) ต้นเตี้ย ข้อสั้น ใบกว้าง และ 3) ผลผลิตสูง

2. สร้างแปลงพันธุ์อ่อนแอ โดยใช้กาแฟอะราบิกา พันธุ์ Typica (T980) ซึ่งมีลักษณะอ่อนแอต่อเชื้อโรคราสนิมที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย

3. เก็บคัดเลือกเมล็ดพันธุ์จากต้นที่คัดเลือกไว้ในข้อ 1 จำนวนพันธุ์ละ 500 เมล็ด แล้วทำการเพาะเมล็ดที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเชียงราย (ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 1,300 เมตร) จนกระทั่งมีใบจริง 2-3 คู่ แล้วดำเนินการย้ายมาอนุบาลต่อที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย (ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 300 เมตร) อนุบาลจนมีใบจริง 4-5 คู่ใบ ทั้งนี้ให้เพาะเมล็ดพันธุ์ Typica (T980) พร้อมกันไปเพื่อใช้เป็นพันธุ์อ่อนแอในการประเมินการเป็นโรค ต้นกล้ากาแฟอะราบิการะยะที่เหมาะสมในการปลูกเชื้อใช้ระยะที่ต้นกล้าที่มีใบจริง 4-5 คู่ใบ (อาภรณ์, 2524; ฉัตรดนภา, 2561)

4. เก็บรวบรวมเชื้อรา *Hemileia vastatrix* Berk & Br. โดยชุดจากใบที่เป็นโรค เพื่อใช้ในการปลูกเชื้อ

5. คัดเลือกต้นกล้าที่สมบูรณ์จำนวน 400 กล้าและมีใบจริง 4-5 คู่ใบ มาทดสอบความต้านทานต่อโรคราสนิม (*Hemileia vastatrix* Berk & Br.) ในสภาพควบคุม (โรงเรือน) ที่ ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย

6. ทำการปลูกเชื้อ (inoculate) เชื้อ *Hemileia vastatrix* Berk & Br. จำนวน 2 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 1 เดือน ในการปลูกเชื้อโดยนำ uredospore ของเชื้อราโดยชุดจากใบที่เป็นโรค ใส่ใน petri-dish ที่มีน้ำกลั่น (นึ่งฆ่าเชื้อแล้ว) 1 ชั่วโมง แล้วกรองด้วยกระดาษกรอง จากนั้นนำ uredospore มาทำ spore suspension ประมาณ 300 ซีซี แล้วบ่ม (incubate) ไว้ในอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ประมาณ 3-5 ชั่วโมง จากนั้นนำ spore suspension มาพ่นด้วย atomizer กับต้นกล้ากาแฟในตู้พลาสติกขนาดประมาณ 2.0x1.0x1.0 เมตร ซึ่งสามารถควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ 90-92 เปอร์เซ็นต์ ในห้องปรับอากาศที่ควบคุมอุณหภูมิ 21-24 องศาเซลเซียส ในเวลากลางคืนประมาณ 20.00 น. เป็นต้นไป ควรเก็บในที่มืด เนื่องจากแสงมีอิทธิพลต่อการความงอกของ uredospore ของเชื้อรา หลังจากพ่นเชื้อราแล้วต้องเก็บในที่มืด 1 คืน ช่วงเช้าเวลาประมาณ 8.00 น. จึงนำกล้ากาแฟมาเก็บในเรือนเพาะชำเพื่อสังเกตอาการของโรค ทั้งนี้หากต้นที่เป็นโรคราสนิมแล้ว ไม่ต้องปลูกเชื้อ (inoculate) ซ้ำ โดยปลูกเชื้อห่างจากครั้งแรกนาน 1 เดือน

7. ในการเก็บข้อมูลให้นับจำนวนต้นที่เป็นโรคราสนิม จากการปลูกเชื้อต้นกล้ากาแฟจำนวน 300 ต้น กล้าต่อพันธุ์ เภทท์การคัดเลือกต้น โดยคัดเลือกพันธุ์ที่ไม่เป็นโรคราสนิมเกินกว่า 96 เปอร์เซ็นต์ ดำเนินการที่ ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย

8. พันธุ์ที่คัดเลือกนำมาปลูกทดสอบพันธุ์ตามแหล่งต่างๆ ที่ระดับความสูงต่างๆ คือ 1,300 และ 700 เมตรจากระดับน้ำทะเล คือ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (1,300 เมตร) และ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเชียงราย (1,300 เมตร) โดยใช้ระยะปลูก 2x2 เมตร พันธุ์ละ 50 ต้น

9. การบันทึกข้อมูล ได้แก่

9.1 การเจริญเติบโต ได้แก่

9.1.1 ความสูง วัดจากพื้นดิน (โคนต้น) ถึงปลายยอดอ่อน

9.1.2 เส้นรอบวงโคนต้น วัดจากพื้นดิน 10 เซนติเมตร

9.1.3 ขนาดทรงพุ่ม วัดจากทิศเหนือ-ใต้ และทิศตะวันออก-ตก ของกิ่งแขนงส่วนที่ยาวที่สุด

ของต้น

9.1.4 อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย ได้แก่

อัตราการเพิ่มของความสูง = ค่าที่วัดได้ในปัจจุบัน - ค่าที่วัดได้ในปีที่ผ่านมา

อัตราการเพิ่มของเส้นรอบวงโคนต้น = ค่าที่วัดได้ในปัจจุบัน - ค่าที่วัดได้ในปีที่ผ่านมา

อัตราการเพิ่มของทรงพุ่ม = ค่าที่วัดได้ในปัจจุบัน - ค่าที่วัดได้ในปีที่ผ่านมา

9.1.5 จำนวนข้อของลำต้น จากโคนต้นถึงยอดอ่อน

9.1.6 ความยาวระหว่างข้อของลำต้น วัดจาก

9.1.7 ความยาวระหว่างข้อของกิ่งที่ให้ผล วัดจาก

9.2 ศึกษาลักษณะภายนอกของผล ได้แก่ สีของผล (โดยใช้คู่มือเทียบสีมาตรฐานแบบ R.H.S. Color chart) ขนาดผล วัดโดยใช้เวอร์เนียคาลิเปอร์ น้ำหนักผล รูปร่างผล

9.3 ศึกษาผลผลิต

9.3.1 น้ำหนักแห้ง (กะลาเผา/ต้น และสารถเผา/ต้น ที่ความชื้น 13 เปอร์เซ็นต์)

9.3.2 ขนาดของสารถเผา เปอร์เซ็นต์สารถเผาเกรด 1, 2, 3 และ 4 ลักษณะการเกิด peaberry ข้อบกพร่อง (defect)

9.3.3 ศึกษาผลผลิตทางคุณสมบัติทางกายภาพและเคมี ได้แก่ ค่าความสว่าง (L) ค่าสีแดง (a) ค่าสีน้ำเงิน (b) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณ Total Soluble Solid (TSS) คาเฟอีน และกรดคลอโรเจนิก (Chologenic acid : CGAs)

9.4 ความต้านทานโรค ได้แก่ โรคราสนิม

9.5 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

- เวลาและสถานที่

1. ระยะเวลา เริ่มต้น 2559 –สิ้นสุด 2562

2. สถานที่ทำการทดลอง

1. ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่

2. ศูนย์วิจัยและพัฒนาเกษตรที่สูงเชียงราย

3. ศูนย์วิจัยพืชสวนเลย

4. ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การคัดเลือกพันธุ์จากกาแฟอาราบิกาสายพันธุ์คาติมอร์ ลูกผสมชั่วที่ 5

จากแปลงที่รวบรวมพันธุ์กาแฟอาราบิกาสายพันธุ์คาติมอร์สายพันธุ์ลูกผสมที่เป็นกลุ่มกาแฟอาราบิกา Hybrido de Timor (HDT) derivative ชั่วที่ 6 ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาเกษตรที่สูงเชียงราย (วาวี) จ.เชียงราย เมื่อปี พ.ศ. 2545-2546 พื้นที่ปลูก 4 ไร่ จำนวน 38 สายพันธุ์ ในปี 2553-2554 ดำเนินการคัดเลือกต้นกาแฟอาราบิกาสายพันธุ์คาติมอร์ โดยมีเกณฑ์ในการคัดเลือก ดังนี้ 1) ต้นที่ไม่เป็นโรคราสนิม 2) ต้นเตี้ย ข้อสั้น ใบกว้าง และ 3) ผลผลิตสูง โดยนำเมล็ดของสายพันธุ์ที่คัดเลือกได้ปี 2553 จำนวน 12 สายพันธุ์ และปี 2554 จำนวน 19 สายพันธุ์ มาเพาะเพื่อเตรียมการปลูกเชื้อโรคราสนิม ที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย จังหวัดเชียงราย

ทดสอบปฏิกิริยาของโรคราสนิมต่อต้นกาแฟอาราบิกาสายพันธุ์คัดระยะต้นกล้าในห้องปฏิบัติการ ที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย จังหวัดเชียงราย ในปี 2553 ในเบื้องต้นจัดทำสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับการ

ปลูกเชื้อโรคราสนิม คือ สภาพห้องปลูกเชื้อที่มีอุณหภูมิ ประมาณ 22 ± 2 องศาเซลเซียส เก็บในสภาพที่มีมืดอย่างน้อยนาน 18 – 20 ชั่วโมง โดยปลูกเชื้อ (inoculate) เชื้อโรคราสนิม บนใบต้นกาแฟอะราบิกาสายพันธุ์คัดในระยะต้นกล้าที่มีคูใบ 4-5 คูใบ โดยเก็บสปอร์เชื้อโรคราสนิมจากแหล่งปลูกต่างๆ มาปลูกเชื้อราสนิมลงต้นกล้าพันธุ์คัดเลือกจำนวนประมาณ 300 ต้นต่อพันธุ์ แล้วทำการ inoculate เชื้อ *Hemileia vastatrix* Berk.&Br. แล้วเก็บในที่มืด อุณหภูมิ 22 ± 2 องศาเซลเซียส โดยทำการปลูกเชื้อจำนวน 2 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 1 เดือน โดยที่หลังจาก inoculate แล้ว นำกล้ามาดูแลรักษาในเรือนเพาะชำ แล้วทำการประเมินการเป็นโรคราสนิม ในแต่ละครั้งทำการประเมินการเป็นโรคราสนิม คัดเลือกต้นที่ไม่เป็นโรคราสนิม 96 เปอร์เซ็นต์ หากต้นที่เป็นโรคราสนิมแล้วไม่ต้อง inoculate ซ้ำ

(1) ในปี 2553 คัดต้นพันธุ์ได้จำนวน 12 สายพันธุ์ โดยเก็บคัดเลือกเมล็ดพันธุ์จากต้นที่คัดเลือกไว้พันธุ์ละ 500 เมล็ด นำไปเพาะ แล้วนำกล้าจำนวน 300 ต้นที่มีใบจริง 4-5 คูใบ นำไปปลูกเชื้อที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงรายเมื่อวันที่ 10 มกราคม – 10 กุมภาพันธ์ 2554 หลังจากปลูกเชื้อแล้วพบว่าต้นไม่เป็นโรคราสนิมโดยใช้หลักเกณฑ์ในการคัดเลือกคือ คัดต้นที่ไม่เป็นโรค 96 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ พันธุ์ 29/6, 29/13, 29/5, 29/10, 29/14, 14/3, 29/26, 29/24, 29/23, 29/3 และ 29/25 โดยมีเปอร์เซ็นต์ต้นกล้าไม่เป็นโรค 99.67, 99.67, 99.33, 99.0, 99.0, 98.67, 98.0, 97.67, 97.33, 96.0 และ 96.0 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตารางที่ 1) พบว่าการเกิดโรคในแต่ละพันธุ์มีความแตกต่างกันทางสถิติ

(2) ในปี 2554 คัดต้นพันธุ์ได้จำนวน 18 สายพันธุ์ โดยเก็บคัดเลือกเมล็ดพันธุ์จากต้นที่คัดเลือกไว้พันธุ์ละ 500 เมล็ดโดยทำการคลุมต้นที่คัดเลือกในระยะออกดอกและติดผล แล้วนำเมล็ดจากต้นที่คัดเลือกไปเพาะกล้าที่เรือนเพาะชำศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงราย จังหวัดเชียงราย จนกระทั่งต้นกล้ามีคูใบ 2-3 คูใบ แล้วย้ายกล้ามาอนุบาลที่เรือนเพาะชำ ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย จังหวัดเชียงราย ปฏิบัติดูแลรักษาจนกระทั่งต้นกล้าเจริญเติบโตมี 4-5 คูใบ นำไปปลูกเชื้อที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงรายเมื่อวันที่ 16 มกราคม- 20 กุมภาพันธ์ 2555 หลังจากปลูกเชื้อแล้วพบว่าต้นกล้าที่ไม่เป็นโรคราสนิมที่ระดับ 96 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ 29/7, 29/24, 29/17, 29/29, 29/5, 29/1, 29/22, 29/26, 29/23, 29/6, 29/10, 29/13, 29/3 และ 29/14 โดยมีเปอร์เซ็นต์การไม่เป็นโรค 98.86, 98.86, 98.67, 98.33, 98.0, 97.67, 97.67, 97.55, 97.33, 97.0, 97.0, 97.0, 96.33 และ 96.33 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตารางที่ 2) พบว่าการเกิดโรคในแต่ละพันธุ์มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ดังนั้นในการคัดเลือกได้พิจารณาจากเกณฑ์ที่กำหนด 1) ต้นไม่เป็นโรคราสนิม 96 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป 2) ต้นเตี้ย ข้อสั้น ใบกว้าง และ 3) ผลผลิตสูง (อาภรณ์ และศุภชัย, 2533) การพิจารณาในการคัดเลือกพันธุ์ โดยใช้เกณฑ์ที่กำหนดโดยพิจารณาหลายมิติ ทั้งลักษณะการไม่เป็นโรคราสนิมที่ระดับ 96 เปอร์เซ็นต์ ผลผลิตสูง ความสมบูรณ์ของต้นแม่ ลักษณะต้นแม่ ต้นเตี้ย ข้อสั้นอาการกิ่งแห้ง และไม่โทรมต้นแข็งแรงดี ในการที่ไม่เลือกต้นที่มีลักษณะต้นสูง เนื่องจากในต้นสูงนั้น ลักษณะข้อจะห่าง ทำให้มีผลผลิตต่ำ ตลอดจนยากต่อการเก็บ

เกี่ยว และอาจมีผลของลมมากระทบด้วย ทำให้ได้ต้นพันธุ์คัดเลือกในเบื้องต้นเพื่อใช้ในการปลูกเชื้อ ตามหลักการมาตรฐานของ CIFC เพื่อให้ได้ต้นกล้าพันธุ์ที่แข็งแรง

ทั้งนี้ในการปลูกเชื้อจำนวน 2 ครั้ง เพื่อป้องกันข้อบกพร่องบางประการในการดำเนินการ และป้องกันสภาพที่ไม่เหมาะสมบางประการที่ทำให้ใบกาแฟสามารถหลีกเลี่ยง (plant escape) การเข้าทำลายของเชื้อราได้ ทั้งนี้ไม่ได้ต้านทานต่อโรคราสนิม แล้วนำไปปลูกเชื้อตามวิธีการที่กำหนด จะเห็นได้ว่าหลังจากสัปดาห์ที่สาม หลังปลูกเชื้อจะเริ่มเห็นอาการเข้าทำลายของเชื้อโรคราสนิม (*H. vastatrix*) หลังจากนั้นจะแยกกันไปปลูก โดยนำมาปลูกทดสอบพันธุ์ละ 50 ต้น ในแหล่งปลูกต่าง ๆ ที่กำหนด

ดังนั้นในการคัดเลือกพันธุ์ที่ทดสอบ จึงได้คัดเลือกพันธุ์ 29/5 29/6 29/10 29/13 29/14 29/17 29/22 29/23 และ 29/24 มาปลูกทดสอบพันธุ์

ตารางที่ 1 แสดงผลการปลูกเชื้อราสนิมในต้นกล้ากาแฟอะราบิกาที่คัดเลือก ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชสวน เชียงรายในปี 2554

รหัสต้น	จำนวนต้นปลูกเชื้อ	จำนวนต้นที่ไม่เป็นโรค	เปอร์เซ็นต์การต้านทานโรค	จำนวนต้นที่เป็นโรคราสนิม	เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค
14/3.	300	296	98.67	4	1.33
29/3.	300	288	96.00	12	4
29/5.	300	298	99.33	2	0.67
29/6.	300	299	99.67	1	0.33
29/10.	300	297	99.00	3	1
29/12.	300	248	82.67	52	17.33
29/13	300	299	99.67	1	0.33
29/14	300	297	99.00	3	1
29/23	300	292	97.33	8	2.67
29/24	300	293	97.67	7	2.33
29/25	300	288	96.00	12	4
29/26	300	294	98.00	6	2

$\chi^2 = 240.301^a$

ตารางที่ 2 แสดงผลการปลูกเชื้อราสนิมในต้นกล้ากาแพะราบิกที่คัดเลือก ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชสวน เชียงรายในปี 2555

รหัสต้น	จำนวนต้นปลูก เชื้อ	จำนวนต้น ที่ไม่เป็นโรค	เปอร์เซ็นต์การ ต้านทานโรค	จำนวนต้นที่ เป็นโรคราสนิม	เปอร์เซ็นต์ การเกิดโรค
29/1	300	293	97.67	7	2.33
29/2	300	279	93.00	21	7
29/3.	300	289	96.33	11	3.67
29/5	200	196	98.00	4	2
29/6	300	291	97.00	9	3
29/7	175	173	98.86	2	1.14
29/10	300	291	97.00	9	3
29/12	300	258	86.00	42	14
29/13	300	291	97.00	9	3
29/14	300	289	96.33	11	3.67
29/17	300	296	98.67	4	1.33
29/21	287	269	93.73	18	6.27
29/22	300	293	97.67	7	2.33
29/23	75	73	97.33	2	2.67
29/24	88	87	98.86	1	1.14
29/25	300	0	0.00	300	100
29/26	286	279	97.55	7	2.44
29/29	180	177	98.33	3	1.67
29/30	80	66	82.50	14	17.5

$$\chi^2 = 146.604^a$$

2. สร้างแปลงแม่พันธุ์อ่อนแอ

แปลงแม่พันธุ์สำหรับใช้เป็นแหล่งโรคราสนิมในการปลูกเชื้อ โดยใช้พันธุ์กาแพะราบิก พันธุ์ Typica (T980) ซึ่งเป็นพันธุ์อ่อนแอ สำหรับใช้เป็นแหล่งโรคราสนิม โดยมี ต้นกระถินอินโด เป็นไม้บังร่ม ดำเนินการที่

ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย พื้นที่ 0.5 ไร่ ในปี 2553 และในปี 2555 และปี 2556 สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตกาแฟพันธุ์ Typica (T980)

ทั้งนี้พบว่ากาแฟเป็นโรคราสนิมน้อย และสปอร์ไม่เพียงพอในการปลูกเชื้อ จึงทำการสำรวจและเก็บตัวอย่างโรคราสนิมกาแฟจากแปลงปลูกกาแฟในพื้นที่จังหวัดเชียงราย เชียงใหม่ แม่ฮ่องสอน และเลย ในปี 2553, 2554, 2555 และ 2556 เพื่อใช้ในการปลูกเชื้อ (inoculate) โรคราสนิมในต้นกล้ากาแฟที่คัดเลือก

3. ผลการทดสอบพันธุ์ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แปลงแม่จอนหลวง)

3.1 ด้านการเจริญเติบโต

ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ดำเนินการปลูกตามแผนการทดลอง โดยปลูก 2 ครั้ง โดยครั้งที่ 1 ปลูกวันที่ 29 มิถุนายน 2555 ครั้งที่ 2 ปลูกวันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2556 รวมทั้งหมด 711 ต้น การเจริญเติบโตของกาแฟอาราบิกาลูกผสม ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอนหลวง 1,300 เมตรจากระดับน้ำทะเล) พบว่า ปลูกในวันที่ 29 มิถุนายน 2555 ทั้งหมด 9 สายพันธุ์ ๆ ละ 50 ต้น รวมทั้งหมด 711 ต้น ปัจจุบันรอดตาย 705 ต้น (ต้นรอดตาย 99.15 เปอร์เซ็นต์)

(1) การเจริญเติบโตด้านความสูงเฉลี่ย เมื่ออายุ 6 ปี พบว่า 29/6 มีความสูงเฉลี่ยสูงสุดคือ 29/10 มีความสูงเฉลี่ย 224 เซนติเมตร ส่วนพันธุ์อื่นมีความสูงลำดับรองมาได้แก่ 29/26, 29/14, 29/13, 29/24, 29/5, และ 29/23 มีความสูงเฉลี่ย 212.3, 186.8, 180.5, 178.7, 171.0 และ 163.2 เซนติเมตร ส่วนพันธุ์เปรียบเทียบกับ SJ 133 มีความสูง 187.6 เซนติเมตร (ตารางที่ 3 และภาพผนวกที่ 1)

อัตราการเจริญเติบโตด้านความสูง โดยพันธุ์ 29/10 มีอัตราการเจริญเติบโตด้านความสูงมากที่สุดคือ 32.56 ลำดับรองลงมาได้แก่ พันธุ์ 29/6, 29/26, 29/14, 29/13, 29/24, 29/5 และ 29/23 โดยมีอัตราการเจริญเติบโตด้านความสูง 29.44, 26.26, 26.22, 24.5, 24.32, 22.98 และ 21.52 ตามลำดับ (ตารางที่ 6)

(2) การเจริญเติบโตด้านเส้นรอบวงโคนต้นเฉลี่ย เมื่ออายุ 6 ปี พบว่า 29/24 มีเส้นรอบวงโคนต้นเฉลี่ยสูงสุดคือ 16.4 เซนติเมตร ส่วนพันธุ์อื่นมีเส้นรอบวงโคนต้นเฉลี่ย ลำดับรองมาได้แก่ 29/6, 29/5, 29/10, 29/23, 29/26, 29/13 และ 29/14 มีเส้นรอบวงโคนต้นเฉลี่ย 16.1, 15.2, 14.8, 14.8, 14.6, 14.5 และ 14.5 เซนติเมตร ส่วนพันธุ์เปรียบเทียบกับ SJ 133 มีเส้นรอบวงโคนต้นเฉลี่ย 13.9 เซนติเมตร (ตารางที่ 4 และภาพผนวกที่ 2)

อัตราการเจริญเติบโตด้านขนาดเส้นรอบวง โดยพันธุ์ 29/6 มีอัตราการเจริญเติบโตด้านเส้นรอบวงมากที่สุดคือ 1.89 ลำดับรองลงมาได้แก่ พันธุ์ 29/24, 29/5, 29/26, 29/23, 29/10, 29/14 และ 29/13 โดยมีอัตราการเจริญเติบโตด้านขนาดเส้นรอบวง 1.81, 1.74, 1.67, 1.65, 1.63, 1.59 และ 1.47 ตามลำดับ (ตารางที่ 6)

(3) การเจริญเติบโตด้านขนาดทรงพุ่มเฉลี่ย เมื่ออายุ 6 ปี พบว่า 29/10 มีขนาดทรงพุ่มเฉลี่ย สูงสุดคือ มีขนาดทรงพุ่มเฉลี่ย 165.4 เซนติเมตร ส่วนพันธุ์อื่นมีขนาดทรงพุ่มเฉลี่ย ลำดับรองมาได้แก่ 29/6, 29/14,

29/5, 29/24, 29/26, 29/13 และ 29/23 มีขนาดทรงพุ่มเฉลี่ย 163.6, 153.0, 151.2, 148.3, 146.4, 141.8 และ 132.9 เซนติเมตร ส่วนพันธุ์เปรียบเทียบ SJ 133 มีขนาดทรงพุ่มเฉลี่ย 146.1 เซนติเมตร (ตารางที่ 5 และ ภาพผนวกที่ 3)

อัตราการเจริญเติบโตด้านขนาดทรงพุ่ม พบว่าสายพันธุ์ 29/10 มีอัตราการเจริญเติบโตด้านขนาดทรงพุ่มมากที่สุด คือ 11.35 ลำดับรองลงมาได้แก่ พันธุ์ 29/14, 29/6, 29/24, 29/5, 29/26, 29/13 และ 29/23 โดยมีอัตราการเจริญเติบโตด้านขนาดทรงพุ่ม 9.44, 9.31, 8.86, 8.55, 8.33, 6.08 และ 6.05 (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 3 แสดงการเจริญเติบโตด้านความสูง (เซนติเมตร) ของกาแฟอะราบิกาสายพันธุ์คาติมอร์ 8 กลุ่มสายต้นคัดเลือก เปรียบเทียบกับพันธุ์ SJ133 ในปี 2556-2561

กลุ่มสายต้น คัดเลือก	ปี 2556	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ปี 2557	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ปี 2558	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ปี 2559	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ปี 2560	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ปี 2561	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน
29/5	56.1	5.9	94.3	9.2	121.4	16.2	129.3	14.2	152.9	17.6	171.0	18.4
29/6	65.1	8.0	109.8	10.0	135.2	13.1	142.8	33.9	193.4	36.7	212.3	39.6
29/10	61.2	9.0	110.4	9.4	139.8	14.4	159.7	16.0	201.4	24.2	224.0	25.2
29/13	58.0	6.4	95.8	8.9	117.1	10.2	124.7	25.9	164.7	18.9	180.5	26.3
29/14	55.7	6.5	91.9	8.2	115.6	11.5	135.3	12.5	167.0	18.9	186.8	18.1
29/23	55.6	5.8	91.1	7.9	112.4	13.0	126.5	13.5	150.9	17.1	163.2	15.0
29/24	57.1	7.1	90.0	11.6	112.9	11.0	129.8	14.8	164.4	14.1	178.7	17.3
29/26	56.6	9.1	93.2	16.6	117.9	14.5	136.2	12.8	174.3	19.5	187.9	21.3
SJ133	46.8	5.4	84.6	8.9	119.5	8.8	133.4	9.0	171.8	22.9	187.6	26.8

ตารางที่ 4 แสดงการเจริญเติบโตด้านเส้นรอบวงโคนต้น (เซนติเมตร) ของกาแฟอะราบิกาสายพันธุ์คาติมอร์ 8 กลุ่มสายต้นคัดเลือก เปรียบเทียบกับพันธุ์ SJ133 ในปี 2556-2561

กลุ่มสายต้น คัดเลือก	ปี 2556	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ปี 2557	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ปี 2558	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ปี 2559	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ปี 2560	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ปี 2561	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน
29/5	-	-	8.2	0.6	10.6	0.7	11.8	0.8	13.5	2.0	15.2	1.6
29/6	-	-	8.5	0.7	10.5	0.8	12.3	0.8	13.4	0.9	16.1	1.1
29/10	-	-	8.3	0.8	9.5	0.8	11.7	1.1	13.1	1.2	14.8	1.9
29/13	-	-	8.7	0.6	10.6	0.8	11.4	1.2	13.2	1.9	14.5	1.0
29/14	-	-	8.1	0.7	10.0	0.6	11.6	1.3	12.8	1.3	14.5	0.9
29/23	-	-	8.2	1.1	10.3	1.2	11.7	1.2	13.0	1.5	14.8	1.3
29/24	-	-	9.2	1.2	11.2	0.9	12.8	1.3	13.6	1.5	16.4	1.9
29/26	-	-	7.9	0.8	10.2	1.0	11.5	1.3	11.4	1.9	14.6	1.6
SJ133	-	-	7.0	0.9	9.7	0.9	11.1	1.2	11.8	1.6	13.9	1.9

ตารางที่ 5 แสดงการเจริญเติบโตด้านความทรงพุ่ม (เซนติเมตร) ของกาแฟอะราบิกาสายพันธุ์คาติมอร์ 8 กลุ่มสายต้นคัดเลือก เปรียบเทียบกับพันธุ์ SJ133 ในปี 2556-2561

กลุ่มสายต้น คัดเลือก	ปี 2556	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ปี 2557	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ปี 2558	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ปี 2559	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ปี 2560	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ปี 2561	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน
29/5	108.4	6.4	124.7	11.7	124.7	11.7	113.0	22.3	165.7	23.9	151.2	16.6
29/6	117.0	8.0	129.5	7.7	129.5	7.7	112.6	40.0	172.1	13.3	163.6	14.3
29/10	108.7	18.4	135.9	10.7	135.9	10.7	130.1	10.5	172.1	10.0	165.4	8.5
29/13	111.4	9.0	120.0	9.3	120.0	9.3	115.9	25.5	150.6	20.9	141.8	17.9
29/14	105.8	8.6	125.2	8.3	125.2	8.3	123.7	11.2	164.6	12.4	153.0	12.5
29/23	102.6	15.4	118.2	10.9	118.2	10.9	114.2	13.6	152.6	15.1	132.9	14.0
29/24	104.0	7.0	121.5	9.8	121.5	9.8	116.0	9.4	164.4	11.9	148.3	10.1
29/26	104.8	13.9	118.8	12.1	118.8	12.1	125.9	8.9	156.7	13.3	146.4	10.1
SJ133	89.8	12.9	111.8	7.4	111.8	7.4	117.4	9.9	140.5	15.9	146.1	13.7

ตารางที่ 6 อัตราการเจริญเติบโตด้านความสูง ขนาดเส้นรอบวงและขนาดทรงพุ่มของกาแพะราบिकासาย พันธุ์คาติมอร์ต้านทานโรคราสนิม ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอนหลวง)

หน่วย : เซนติเมตร

กลุ่มสายพันธุ์คัดเลือก	อัตราการเจริญเติบโตด้านความสูง	อัตราการเจริญเติบโตด้านขนาดเส้นรอบวง	อัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ด้านขนาดทรงพุ่ม
29/5	22.98	1.74	8.55
29/6	29.44	1.89	9.31
29/10	32.56	1.63	11.35
29/13	24.50	1.47	6.08
29/14	26.22	1.59	9.44
29/23	21.52	1.65	6.05
29/24	24.32	1.81	8.86
29/26	26.26	1.67	8.33

หมายเหตุ : มาตรฐานการคัดเลือก : ความสูง (เซนติเมตร) < 180

(4) ในการคัดเลือกพันธุ์ต้องการพันธุ์ที่มีลักษณะจำนวนข้อลำต้นถี่ เพราะต้นเตี้ย จำนวนข้อมากทำให้มีโอกาสในการออกกิ่งได้จำนวนมาก ดังนั้นจำนวนข้อจึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญ เกณฑ์ที่กำหนดคือจำนวนข้อมากกว่า 35 ข้อ จากการทดลองพบว่า พันธุ์ 29/6 มีจำนวนข้อต่อลำต้นสูงสุด คือ 40 ข้อ โดยในพันธุ์อื่น ๆ ได้แก่ พันธุ์ 29/10, 29/13 และ 29/24 พบว่ามีจำนวนข้อต่อลำต้น 39 ข้อ พันธุ์ 29/14 และ 29/23 พบว่ามีจำนวนข้อต่อลำต้น 37 ข้อ พันธุ์ 29/26 และ 29/5 พบว่ามีจำนวนข้อต่อลำต้น 35 และ 34 ข้อตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยภาพรวมจำนวนข้อต่อลำต้น 38 ข้อ ทั้งนี้มาตรฐานในการคัดเลือกพันธุ์ใช้เกณฑ์จำนวนข้อต่อลำต้นมากกว่า 35 ข้อ ซึ่งเกือบทุกพันธุ์มีจำนวนข้อต่อลำต้นตามเกณฑ์กำหนด ยกเว้นในพันธุ์ 29/5 มีจำนวนข้อเฉลี่ย 34 ข้อ (ตารางที่ 7)

(5) ความยาวระหว่างข้อของลำต้น ในพันธุ์ 29/10 มีความยาวระหว่างข้อของลำต้นสูงสุด คือ 4.1 เซนติเมตร โดยในพันธุ์อื่นๆ ได้แก่ พันธุ์ 29/6, 29/26, 29/5, 29/14, 29/23, 29/24 และ 29/13 มีความยาวระหว่างข้อของลำต้น 3.9, 3.9, 3.8, 3.6, 3.4, 3.4, และ 3.3 เซนติเมตรตามลำดับ ทั้งนี้มาตรฐานในการคัดเลือกพันธุ์ใช้เกณฑ์ความยาวระหว่างข้อของลำต้น น้อยกว่า 5.0 เซนติเมตร ซึ่งทุกพันธุ์มีความยาวตามเกณฑ์ที่กำหนด (ตารางที่ 7)

(6) ความยาวระหว่างข้อของกิ่ง ในพันธุ์ 29/10 มีความยาวระหว่างข้อของกิ่งสูงสุด คือ 3.5 เซนติเมตร โดยในพันธุ์อื่นๆ ได้แก่ พันธุ์ 29/6, 29/26, 29/14, 29/5, 29/23, 29/24 และ 29/13 มีความยาวระหว่างข้อของลำต้น 3.3, 3.1, 3.0, 2.9, 2.8, 2.8 และ 2.8 เซนติเมตรตามลำดับ ทั้งนี้มาตรฐานในการคัดเลือกพันธุ์ใช้

เกณฑ์ความยาวระหว่างข้อของกิ่ง น้อยกว่า 5.0 เซนติเมตร ซึ่งทุกพันธุ์มีความยาวตามเกณฑ์ที่กำหนด (ตารางที่ 7)

(7) ขนาดความกว้างใบ ในพันธุ์ 29/6 มีขนาดความกว้างใบเฉลี่ยสูงสุด 8.11 เซนติเมตร โดยในพันธุ์อื่นๆ ได้แก่ พันธุ์ 29/10, 29/13, 29/26, 29/24, 29/5, 29/14 และ 29/23 มีขนาดความกว้างใบเฉลี่ย 7.73, 7.02, 6.82, 6.74, 6.66, 6.38 และ 5.82 เซนติเมตรตามลำดับ ทั้งนี้มาตรฐานในการคัดเลือกพันธุ์ใช้เกณฑ์ขนาดความกว้างใบเฉลี่ย มากกว่า 5.5 เซนติเมตร ซึ่งทุกพันธุ์มีความยาวตามเกณฑ์ที่กำหนด (ตารางที่ 7)

(8) ขนาดความยาวใบ ในพันธุ์ 29/6 มีขนาดความยาวใบเฉลี่ยสูงสุด 15.84 เซนติเมตร โดยในพันธุ์อื่นๆ ได้แก่ พันธุ์ 29/10, 29/26, 29/13, 29/5, 29/24, 29/14 และ 29/23 มีขนาดความยาวใบเฉลี่ย 15.78, 14.64, 14.37, 14.03, 14.03, 14.44 และ 11.82 เซนติเมตร ตามลำดับ ทั้งนี้มาตรฐานในการคัดเลือกพันธุ์ใช้เกณฑ์ขนาดความยาวใบเฉลี่ย มากกว่า 13 เซนติเมตร ซึ่งทุกพันธุ์มีความยาวใบตามเกณฑ์ที่กำหนด (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 จำนวนข้อของลำต้น (ข้อ) ความยาวระหว่างข้อของลำต้น (เซนติเมตร) ความยาวระหว่างข้อของกิ่ง (เซนติเมตร) และขนาดใบ (เซนติเมตร) ของกาแฟอะราบิกาสายพันธุ์คาติมอร์ต้านทานโรคราสนิม (ต้นกาแฟอายุ 4 ปี) ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอนหลวง)

กลุ่มสายพันธุ์คัดเลือก	จำนวนข้อของลำต้น	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ความยาวระหว่างข้อของลำต้น	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ความยาวระหว่างข้อของกิ่ง	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ใบ-กว้าง	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ใบ-ยาว	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
29/5	34	4.9	3.8	0.3	2.9	0.5	6.66	0.80	14.03	1.47
29/6	40	5.2	3.9	0.4	3.3	0.6	8.11	1.34	15.84	1.19
29/10	39	2.9	4.1	0.6	3.5	0.4	7.73	0.67	15.78	0.95
29/13	39	6.0	3.3	0.7	2.8	0.4	7.02	0.59	14.37	1.66
29/14	37	3.9	3.6	0.4	3.0	0.3	6.38	0.57	13.44	1.21
29/23	37	3.6	3.4	0.3	2.8	0.2	5.82	0.56	11.82	1.20
29/24	39	3.8	3.4	0.3	2.8	0.1	6.74	0.47	14.03	1.28

กลุ่มสายพันธุ์คัดเลือก	จำนวน ของ ลำต้น	ค่า เบี่ยงเบน มาตรฐาน	ความยาว ระหว่าง ข้อ ของลำ ต้น	ค่า เบี่ยงเบน มาตรฐาน	ความยาว ระหว่าง ข้อ ของกิ่ง	ค่า เบี่ยงเบน มาตรฐาน	ใบ- กว้าง	ค่า เบี่ยงเบน มาตรฐาน	ใบ- ยาว	ค่า เบี่ยงเบน มาตรฐาน
29/26	35	3.8	3.9	0.4	3.1	0.5	6.82	0.57	14.6 4	1.35
ค่าเฉลี่ย	37.50	4.30	3.68	0.40	3.03	0.4	6.91	0.70	14.2 4	1.29
SJ133	30.0	4.2	4.5	0.4	3.3	0.4	7.19	0.58	15.0 0	1.07
มาตรฐานการคัดเลือก	> 35		< 5.0		< 5.0		> 5.5		> 13.0	

3.2 ด้านผลผลิต

3.2.1 ผลผลิตแปลงที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่

จากการศึกษาพบว่าในปี 2561 อายุ 6 ปี ผลผลิตน้ำหนักรสต่อต้นของพันธุ์ 29/24 มีผลผลิตน้ำหนักรสสูงสุด คือ 3.59 กิโลกรัมต่อต้น ส่วนลำดับรองมาเป็นพันธุ์ 29/10, 29/13, 29/23, 29/14, 29/5, 29/26 และ 29/6 โดยมีผลผลิตน้ำหนักรสต่อต้น 3.18, 3.02, 2.92, 2.42, 2.33, 2.13 และ 1.90 กิโลกรัมต่อต้นตามลำดับ โดยมีผลผลิตเฉลี่ย 4 ปีแรก ดังนี้ พันธุ์ 29/13 มีผลผลิตเฉลี่ย 4 ปีแรกสูงสุด คือ 2.29 กิโลกรัมต่อต้น ลำดับรองมาเป็นพันธุ์ 29/24 29/10 29/6 29/26 29/14 29/23 และ 29/5 มีผลผลิตน้ำหนักรสเฉลี่ย 3 ปี ดังนี้ 2.17, 2.16, 2.01, 1.88, 1.82, 1.80 และ 1.65 กิโลกรัมต่อต้น ตามลำดับ ส่วนพันธุ์เปรียบเทียบกับ SJ133 อายุ 6 ปี มีผลผลิตสดต่อต้น 0.71 กิโลกรัมต่อต้น และผลผลิตเฉลี่ย 4 ปีแรก 1 กิโลกรัมต่อต้น (ตารางที่ 8)

ในปี 2561 อายุ 6 ปี ผลผลิตน้ำหนักรสต่อไร่ของพันธุ์ 29/23 มีผลผลิตสดสูงสุด คือ 3240 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนลำดับรองมาเป็นพันธุ์ 29/24 29/10 29/5 29/6 29/13 29/14 และ 29/26 โดยมีผลผลิตน้ำหนักรสต่อไร่ 3,076, 2,784, 2,220, 2,220, 2,041.6, 1,744 และ 1,660 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ โดยมีผลผลิตเฉลี่ย 4 ปีแรก ดังนี้ พันธุ์ 29/24 มีผลผลิตเฉลี่ย 4 ปีแรกสูงสุด คือ 1,593.96 กิโลกรัมต่อต้น ลำดับรองมาเป็นพันธุ์ 29/6 29/23 29/5 29/10 29/13 29/14 และ 29/26 มีผลผลิตน้ำหนักรสต่อไร่

เฉลี่ย 3 ปี ดังนี้ 1,586.7, 1,518.15, 1,448.85, 1,406.82, 1,247.08, 1,159.34 และ 1,091.55 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ ส่วนพันธุ์เปรียบเทียบ SJ133 อายุ 6 ปี มีผลผลิตน้ำหนักสดต่อไร่ 240 กิโลกรัมต่อไร่ และผลผลิตเฉลี่ย 4 ปีแรก 534.7 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 9)

ส่วนผลผลิตน้ำหนักแห้งกะลาเฉลี่ยต่อต้น พบว่า ในปี 2561 อายุ 6 ปี พันธุ์ที่มีน้ำหนักแห้งกะลาต่อต้นสูงสุดคือ พันธุ์ 29/24 มีน้ำหนักแห้งกะลาเฉลี่ยต่อต้น 0.72 กิโลกรัมต่อต้น ลำดับรองมาเป็นพันธุ์ 29/10 29/13 29/23 29/14 29/5 29/26 และ 29/6 น้ำหนักแห้งกะลาเฉลี่ยต่อต้น ดังนี้ 0.64, 0.61, 0.58, 0.49, 0.47, 0.43 และ 0.38 กิโลกรัมต่อต้น ตามลำดับ ส่วนน้ำหนักแห้งกะลาเฉลี่ยต่อต้นในช่วง 4 ปีที่ให้ผลผลิต พบว่าพันธุ์ที่ให้สูงสุดคือ 29/13 น้ำหนักกะลาเฉลี่ยต่อต้น 0.51 กิโลกรัมต่อต้น ลำดับรองมาเป็นพันธุ์ 29/10, 29/24, 29/6, 29/14, 29/26, 29/23 และ 29/5 น้ำหนักแห้งกะลาเฉลี่ยต่อต้นเฉลี่ยในช่วง 4 ปี ดังนี้ 0.50, 0.48, 0.46, 0.44, 0.40, 0.39 และ 0.38 กิโลกรัมต่อต้น ตามลำดับ ส่วนพันธุ์เปรียบเทียบ SJ133 อายุ 6 ปี มีน้ำหนักแห้งกะลาเฉลี่ยต่อต้น 0.14 กิโลกรัมต่อต้น และน้ำหนักแห้งกะลาเฉลี่ยต่อต้น 4 ปีแรก 0.23 กิโลกรัมต่อต้น (ตารางที่ 10)

ส่วนผลผลิตน้ำหนักแห้งกะลาเฉลี่ยต่อไร่ พบว่า ในปี 2561 พันธุ์ที่มีน้ำหนักแห้งกะลาต่อไร่สูงสุดคือ พันธุ์ 29/23 มีน้ำหนักแห้งกะลาต่อไร่ 648 กิโลกรัมต่อไร่ ลำดับรองมาเป็นพันธุ์ 29/24 29/10 29/5 29/6 29/13 29/14 และ 29/26 น้ำหนักแห้งกะลาต่อไร่ เฉลี่ย ดังนี้ 615.2, 556.8, 444.0, 444.0, 408.0, 348.8 และ 332 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนน้ำหนักแห้งกะลาเฉลี่ยต่อไร่ในช่วง 4 ปีที่ให้ผลผลิต พบว่าพันธุ์ที่ให้สูงสุดคือ 29/24 น้ำหนักแห้งกะลาต่อไร่ 328.33 กิโลกรัมต่อไร่ ลำดับรองมาเป็นพันธุ์ 29/6, 29/23, 29/5, 29/10, 29/13, 29/14 และ 29/26 น้ำหนักแห้งกะลาต่อไร่ เฉลี่ยในช่วง 4 ปี ดังนี้ 322.81, 319.84, 304.72, 295.72, 268.82, 254.66 และ 225.82 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนพันธุ์เปรียบเทียบ SJ133 อายุ 6 ปี มีน้ำหนักแห้งกะลาเฉลี่ยต่อไร่ 48 กิโลกรัมต่อไร่ และน้ำหนักแห้งกะลาเฉลี่ยต่อไร่ 4 ปีแรก 122.86 กิโลกรัมต่อต้น (ตารางที่ 11)

ในแต่ละพันธุ์พบว่าน้ำหนักแห้งสารกาแฟต่อต้นในพันธุ์ 29/24 มีค่าสูงสุด คือ 0.58 กิโลกรัมต่อต้น ส่วนลำดับรองมา ได้แก่ พันธุ์ 29/10, 29/13, 29/23, 29/14, 29/5, 29/26 และ 29/6 มีน้ำหนักแห้งสารกาแฟต่อต้น ดังนี้ 0.51, 0.49, 0.46, 0.39, 0.38, 0.34 และ 0.30 กิโลกรัมต่อต้น ตามลำดับ ในขณะที่ค่าเฉลี่ย 4 ปีของผลผลิตพบว่ามีค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งสารกาแฟต่อต้นสูงสุดในพันธุ์ 29/13 คือ 0.41 กิโลกรัมต่อต้น ส่วนพันธุ์อื่นๆ ได้แก่ 29/10, 29/24, 29/6, 29/14, 29/26, 29/5, และ 29/23 มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งสารกาแฟต่อต้น 4 ปี ดังนี้ 0.40, 0.38, 0.37, 0.35, 0.32, 0.31 และ 0.31 กิโลกรัมต่อต้น ตามลำดับ ส่วนพันธุ์เปรียบเทียบ SJ133 อายุ 6 ปี มีน้ำหนักแห้งสารกาแฟต่อต้น 0.3 กิโลกรัมต่อต้น และน้ำหนักแห้งสารกาแฟต่อต้น 4 ปีแรก 0.29 กิโลกรัมต่อต้น ในทุกพันธุ์พบว่ามีส่วนน้ำหนักแห้งกะลาต่อต้น: น้ำหนักแห้งสารกาแฟต่อต้นคิดเป็น 1.25 ต่อ 1 (ตารางที่ 12 และ 14)

ส่วนน้ำหนักแห้งสารกาแฟต่อไร่ในพันธุ์ 29/23 มีค่าสูงสุด คือ 518.4 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนลำดับรองมา 492.2, 445.4, 355.2, 326.4, 309.8, 279.0 และ 265.6 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ในขณะที่ค่าเฉลี่ย 4 ปีของผลผลิตพบว่ามีค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งสารกาแฟต่อไร่สูงสุดในพันธุ์ 29/24 คือ 262.66 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนพันธุ์

อื่นๆ ได้แก่ 29/23, 29/5, 29/6, 29/10, 29/13, 29/14 และ 29/26 มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งสารกาแฟต่อไร่ 4 ปี ดังนี้ 255.87, 243.78, 238.35, 236.57, 215.05, 203.73 และ 180.65 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนพันธุ์เปรียบเทียบกับ SJ133 อายุ 6 ปี มีน้ำหนักแห้งสารกาแฟต่อไร่ 38.4 กิโลกรัมต่อไร่ และน้ำหนักแห้งสารกาแฟต่อไร่ 4 ปีแรก 98.29 กิโลกรัมต่อไร่ และในทุกพันธุ์พบว่ามีส่วนน้ำหนักรากต่อต้น:น้ำหนักแห้งสารกาแฟต่อต้นคิดเป็น 1.25 ต่อ 1 (ตารางที่ 13 และ 14)

โดยทั่วไปในสัดส่วนของผลผลิตน้ำหนักสดต่อน้ำหนักแห้งกะลาอยู่ที่ประมาณ 5:1 ซึ่งในพันธุ์ที่ศึกษาพบว่ามีค่าสัดส่วนอยู่ในเกณฑ์ โดยพันธุ์ที่มีสัดส่วนของผลผลิตผลสดต่อน้ำหนักแห้งกะลาสูงสุดคือ 29/26 มีค่าเฉลี่ย 4.67 ต่อน้ำหนักแห้งกะลาต่อกิโลกรัม พันธุ์อื่นมีสัดส่วนเฉลี่ย 4 ปี ดังนี้ ได้แก่ 29/23, 29/24, 29/13, 29/6, 29/10, 29/5 และ 29/14 มีสัดส่วนของผลผลิตผลสดต่อน้ำหนักแห้งกะลา ดังนี้ 4.62, 4.54, 4.47, 4.36, 4.32, 4.31 และ 4.11 ต่อน้ำหนักแห้งกะลาต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 14)

ตารางที่ 8 ผลผลิตกาแฟ น้ำหนักสดต่อต้น (กิโลกรัม) ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2558-2561

กลุ่มสายต้นคัดเลือก	น้ำหนักสดต่อต้น (กิโลกรัม)								เฉลี่ย
	ปี 2558		ปี 2559		ปี 2560		ปี 2561		
	อายุปี	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	อายุปี	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	อายุปี	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	อายุปี	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
29/5	0.89	0.75	2.03	1.54	1.35	1.21	2.33	2.14	1.65
29/6	0.88	0.73	2.56	1.53	2.69	1.68	1.90	1.92	2.01
29/10	1.04	0.90	2.85	15.8	1.56	1.17	3.18	2.40	2.16
29/13	1.60	0.92	2.84	1.62	1.70	1.46	3.02	1.89	2.29
29/14	1.29	0.90	2.33	1.61	1.23	1.01	2.42	2.11	1.82
29/23	0.66	0.57	2.47	1.79	1.15	0.90	2.92	2.40	1.80
29/24	0.73	0.71	2.77	1.85	1.59	1.47	3.59	2.66	2.17
29/26	0.52	0.58	2.84	1.78	2.03	1.63	2.13	2.01	1.88
SJ133	0.76	0.47	1.90	1.25	0.64	0.51	0.71	0.65	1.00

ตารางที่ 9 ผลผลิตกาแฟน้ำหนักสดต่อไร่ (กิโลกรัม) ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2558-2561

กลุ่มสายต้น	น้ำหนักสดต่อไร่ (กิโลกรัม)	เฉลี่ย
-------------	----------------------------	--------

ต้น คัดเลือก	ปี 2558		ปี 2559		ปี 2560		ปี 2561		
	อายุ3ปี	ค่า เบี่ยงเบน มาตรฐาน	อายุ4ปี	ค่า เบี่ยงเบน มาตรฐาน	อายุ5ปี	ค่า เบี่ยงเบน มาตรฐาน	อายุ6ปี	ค่า เบี่ยงเบน มาตรฐาน	
29/5	746.1	120.8	1,376.0	128.4	1,453.3	205.3	2,220.0	334.7	1,448.85
29/6	693.1	210.4	1,805.7	305.1	1,628.0	247.2	2,220.0	521.7	1,586.70
29/10	561.3	124.7	1,674.0	235.3	608.0	207.2	2,784.0	604.7	1,406.82
29/13	647.8	174.5	1,885.6	273.7	413.3	128.6	2,041.6	380.0	1,247.08
29/14	785.4	152.9	1,528.0	521.4	580.0	264.3	1,744.0	391.8	1,159.34
29/23	600.3	228.7	1,969.0	560.0	263.3	116.2	3,240.0	254.6	1,518.15
29/24	586.7	208.0	2,009.1	376.0	704.0	104.3	3,076.0	543.9	1,593.96
29/26	560.9	165.8	1,501.3	121.0	644.0	113.5	1,660.0	274.7	1,091.55
SJ133	387.1	84.2	1,345.0	260.7	166.7	16.3	240.0	108.5	534.70

ตารางที่ 10 ผลผลิตกาแฟ น้ำหนักแห้งกะลาต่อต้น (กิโลกรัม) ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2558-2561

กลุ่ม สายต้น คัดเลือก	น้ำหนักแห้งกะลาต่อต้น (กิโลกรัม)								เฉลี่ย
	ปี 2558		ปี 2559		ปี 2560		ปี 2561		
	อายุ3ปี	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	อายุ4ปี	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	อายุ5ปี	ค่า เบี่ยงเบน มาตรฐาน	อายุ6ปี	ค่า เบี่ยงเบน มาตรฐาน	
29/5	0.21	0.17	0.57	0.39	0.28	0.25	0.47	0.43	0.38
29/6	0.19	0.16	0.71	0.38	0.56	0.35	0.38	0.38	0.46
29/10	0.22	0.19	0.79	0.40	0.35	0.26	0.64	0.48	0.50
29/13	0.28	0.21	0.79	0.41	0.37	0.32	0.61	0.38	0.51
29/14	0.29	0.20	0.73	0.40	0.26	0.22	0.49	0.42	0.44
29/23	0.15	0.13	0.60	0.45	0.23	0.19	0.58	0.48	0.39
29/24	0.16	0.16	0.68	0.47	0.35	0.33	0.72	0.53	0.48
29/26	0.11	0.13	0.65	0.43	0.42	0.34	0.43	0.40	0.40
SJ133	0.18	0.11	0.45	0.30	0.15	0.12	0.14	0.13	0.23

ตารางที่ 11 ผลผลิตกาแฟ น้ำหนักแห้งกะลาต่อไร่ (กิโลกรัม) ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2558-2561

กลุ่ม สายต้น คัดเลือก	น้ำหนักแห้งกะลาต่อไร่ (กิโลกรัม)								เฉลี่ย
	ปี 2558		ปี 2559		ปี 2560		ปี 2561		
	อายุ3ปี	ค่า เบี่ยงเบน มาตรฐาน	อายุ4ปี	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	อายุ5ปี	ค่า เบี่ยงเบน มาตรฐาน	อายุ6ปี	ค่า เบี่ยงเบน มาตรฐาน	

29/5	166.2	26.6	318.0	30.0	290.7	41.1	444.0	66.9	304.72
29/6	160.4	42.5	419.7	79.2	267.1	93.2	444.0	176.6	322.81
29/10	115.3	25.5	388.2	50.8	122.6	40.2	556.8	120.9	295.72
29/13	143.1	42.9	434.8	57.0	89.3	28.4	408.0	76.6	268.82
29/14	179.0	33.2	371.0	112.7	119.9	61.9	348.8	78.4	254.66
29/23	136.0	53.5	441.0	148.6	54.4	22.6	648.0	50.9	319.84
29/24	133.2	43.7	433.7	90.0	131.2	23.6	615.2	108.8	328.33
29/26	126.6	46.3	312.8	7.7	131.8	16.3	332.0	54.9	225.82
SJ133	92.1	25.8	317.5	77.6	33.8	9.1	48.0	21.7	122.86

ตารางที่ 12 ผลผลิตกาแฟน้ำหนักแห้งสารกาแฟต่อต้น (กิโลกรัม) ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2558-2561

กลุ่มสาย ต้น คัดเลือก	น้ำหนักแห้งสารกาแฟต่อต้น (กิโลกรัม)								เฉลี่ย
	ปี2558		ปี2559		ปี2560		ปี2561		
	อายุ3ปี	ค่า เบี่ยงเบน มาตรฐาน	อายุ4ปี	ค่า เบี่ยงเบน มาตรฐาน	อายุ5ปี	ค่า เบี่ยงเบน มาตรฐาน	อายุ6ปี	ค่า เบี่ยงเบน มาตรฐาน	
29/5	0.17	0.14	0.46	0.31	0.22	0.20	0.38	0.34	0.31
29/6	0.15	0.13	0.57	0.31	0.45	0.28	0.30	0.31	0.37
29/10	0.18	0.16	0.63	0.32	0.28	0.21	0.51	0.38	0.40
29/13	0.22	0.17	0.63	0.32	0.30	0.26	0.49	0.30	0.41
29/14	0.23	0.16	0.58	0.32	0.21	0.18	0.39	0.34	0.35
29/23	0.12	0.10	0.48	0.36	0.18	0.15	0.46	0.38	0.31
29/24	0.13	0.13	0.54	0.38	0.28	0.26	0.58	0.43	0.38
29/26	0.09	0.10	0.52	0.35	0.34	0.27	0.34	0.32	0.32
SJ133	0.13	0.09	0.44	0.24	0.23	0.10	0.35	0.10	0.29

ตารางที่ 13 ผลผลิตกาแฟ น้ำหนักแห้งสารกาแฟต่อไร่ (กิโลกรัม) ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2558-2561

กลุ่มสาย ต้น คัดเลือก	น้ำหนักแห้งสารกาแฟต่อต้น (กิโลกรัม)								เฉลี่ย
	ปี2558		ปี2559		ปี2560		ปี2561		
	อายุ3ปี	ค่า เบี่ยงเบน มาตรฐาน	อายุ4ปี	ค่า เบี่ยงเบน มาตรฐาน	อายุ5ปี	ค่า เบี่ยงเบน มาตรฐาน	อายุ6ปี	ค่า เบี่ยงเบน มาตรฐาน	
29/5	133.0	21.2	254.4	24.0	232.5	32.8	355.2	53.5	243.78
29/6	137.7	28.1	292.3	102.4	213.7	74.6	309.8	159.0	238.35
29/10	92.2	20.4	310.5	40.6	98.1	32.3	445.4	96.8	236.57
29/13	114.5	34.3	347.8	45.6	71.5	22.7	326.4	61.3	215.05
29/14	143.2	26.6	296.8	90.2	95.9	49.5	279.0	62.7	203.73

29/23	108.8	42.8	352.8	118.9	43.5	18.1	518.4	40.7	255.87
29/24	106.6	34.9	347.0	72.0	105.0	18.9	492.2	87.0	262.66
29/26	101.3	37.1	250.2	6.2	105.5	13.0	265.6	44.0	180.65
SJ133	73.7	20.6	254.0	62.4	27.1	7.3	38.4	17.4	98.29

ตารางที่ 14 ผลผลิตกาแฟเฉลี่ย และผลผลิตต่อไร่ ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2558-2561 (กิโลกรัม)

พันธุ์	น้ำหนักสดต่อต้น (กิโลกรัม)			น้ำหนักแห้งกะลาต่อต้น (กิโลกรัม)			น้ำหนักแห้งสารกาแฟต่อต้น (กิโลกรัม)			สัดส่วนน้ำหนักสด : น้ำหนักแห้งกะลา
	ต่อต้น	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ต่อไร่	ต่อต้น	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ต่อไร่	ต่อต้น	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ต่อไร่	
29/5	1.65	0.97	1,448.85	0.38	0.22	304.72	0.3	0.26	243.78	4.31
29/6	2.01	1.03	1,586.70	0.46	0.23	322.81	0.37	0.33	238.35	4.36
29/10	2.16	1.03	1,406.82	0.5	0.23	295.72	0.4	0.37	236.57	4.32
29/13	2.29	0.92	1,247.08	0.51	0.20	268.82	0.41	0.37	215.05	4.47
29/14	1.82	1.05	1,159.34	0.44	0.23	254.66	0.35	0.30	203.73	4.11
29/23	1.8	1.01	1,518.15	0.39	0.22	319.84	0.31±0.28	0.28	255.87	4.62
29/24	2.17	1.23	1,593.96	0.48	0.27	328.33	0.38	0.35	262.66	4.54
29/26	1.88	1.74	1,091.55	0.4	0.22	225.82	0.32	0.30	180.65	4.67
SJ133	1	0.6	534.7	0.23	0.15	122.86	0.29	0.10	98.29	0.23

3.2.2 ด้านคุณภาพผลผลิตทางกายภาพ

(1) พันธุ์ 29/5

- ขนาดผลสด น้ำหนักผลสดเฉลี่ย 1.62 กรัมต่อผล ขนาดผลสด ความกว้างเฉลี่ย 11.69 มิลลิเมตร ความยาวเฉลี่ย 14.49 มิลลิเมตร ความหนาเฉลี่ย 12.67 มิลลิเมตร สีผล Red46A, Red 53 A, Red - Purple 59 A (ตารางที่ 15) น้ำหนักเมล็ด 1,000 เมล็ด 156.14 กรัม จำนวนเมล็ด 100 เมล็ดมีน้ำหนัก 643.33 กรัม เปอร์เซ็นต์เมล็ดกลม (peaberry) 12.77 เปอร์เซ็นต์ และเปอร์เซ็นต์สารกาแฟเกรด A 80.90 (ตารางที่ 16)

ส่วนข้อบกพร่องพบ 8.77 เปอร์เซ็นต์ ประกอบด้วยเมล็ดดำ 0.36 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดแตก 8.41 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 17)

(2) พันธุ์ 29/6

- ขนาดผลสด น้ำหนักผลสดเฉลี่ย 1.66 กรัมต่อผล ขนาดผลสด ความกว้างเฉลี่ย 11.90 มิลลิเมตร ความยาวเฉลี่ย 14.31 มิลลิเมตร ความหนาเฉลี่ย 12.85 มิลลิเมตร สีผล Red46A, Red53A, Greyed-Purple187A-C (ตารางที่ 15) น้ำหนักเมล็ด 1,000 เมล็ด 161.56 กรัม จำนวนเมล็ด 100 เมล็ดมีน้ำหนัก 619.90 กรัม เปอร์เซ็นต์เมล็ดกลม (peaberry) 11.17 เปอร์เซ็นต์ และเปอร์เซ็นต์สารกาแฟเกรด A 79.30 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 16) ส่วนข้อบกพร่องพบ 7.48 เปอร์เซ็นต์ ประกอบด้วยเมล็ดดำ 0.65 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดแตก 6.83 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 17)

(3) พันธุ์ 29/10

- ขนาดผลสด น้ำหนักผลสดเฉลี่ย 1.65 กรัมต่อผล ขนาดผลสด ความกว้างเฉลี่ย 12.21 มิลลิเมตร ความยาวเฉลี่ย 14.77 มิลลิเมตร ความหนาเฉลี่ย 13.15 มิลลิเมตร สีผล Red46A-B, Red47A, Red53 A, Greyed-Purple187A-B (ตารางที่ 15) น้ำหนักเมล็ด 1,000 เมล็ด 166.05 กรัม จำนวนเมล็ด 100 เมล็ดมีน้ำหนัก 604.80 กรัม เปอร์เซ็นต์เมล็ดกลม (peaberry) 8.56 เปอร์เซ็นต์ และเปอร์เซ็นต์สารกาแฟเกรด A 80.00 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 16) ส่วนข้อบกพร่องพบ 10.09 เปอร์เซ็นต์ ประกอบด้วยเมล็ดดำ 0.82 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดแตก 9.27 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 17)

(4) พันธุ์ 29/13

- ขนาดผลสด น้ำหนักผลสดเฉลี่ย 1.54 กรัมต่อผล ขนาดผลสด ความกว้างเฉลี่ย 11.99 มิลลิเมตร ความยาวเฉลี่ย 14.99 มิลลิเมตร ความหนาเฉลี่ย 12.91 มิลลิเมตร สีผล Red46A, Red53A, Red Purple59A, Greyed-Purple185A, Greyed-Purple 187 A-B (ตารางที่ 15) น้ำหนักเมล็ด 1,000 เมล็ด 166.05 กรัม จำนวนเมล็ด 100 เมล็ดมีน้ำหนัก 607.73 กรัม เปอร์เซ็นต์เมล็ดกลม (peaberry) 11.46 เปอร์เซ็นต์ และเปอร์เซ็นต์สารกาแฟเกรด A 81.60 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 16) ส่วนข้อบกพร่องพบ 6.93 เปอร์เซ็นต์ ประกอบด้วยเมล็ดดำ 0.32 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดแตก 6.33 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดขีด 0.28 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 17)

(5) พันธุ์ 29/14

- ขนาดผลสด น้ำหนักผลสดเฉลี่ย 1.56 กรัมต่อผล ขนาดผลสด ความกว้างเฉลี่ย 11.67 มิลลิเมตร ความยาวเฉลี่ย 14.26 มิลลิเมตร ความหนาเฉลี่ย 12.63 มิลลิเมตร สีผล Red46A, Red53A, Greyed - Purple185A, Greyed-Purple 187A-B (ตารางที่ 15) น้ำหนักเมล็ด 1,000 เมล็ด 153.61 กรัม จำนวนเมล็ด 100 เมล็ดมีน้ำหนัก 649.80 กรัม เปอร์เซ็นต์เมล็ดกลม (peaberry) 17.83 เปอร์เซ็นต์ และเปอร์เซ็นต์สารกาแฟเกรด A 78.1 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 16) ส่วนข้อบกพร่องพบ 10.30 เปอร์เซ็นต์ ประกอบด้วยเมล็ดดำ 0.74 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดแตก 9.56 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 17)

(6) พันธุ์ 29/23

- ขนาดผลสด น้ำหนักผลสดเฉลี่ย 1.49 กรัมต่อผล ขนาดผลสด ความกว้างเฉลี่ย 11.80 มิลลิเมตร ความยาวเฉลี่ย 14.37 มิลลิเมตร ความหนาเฉลี่ย 12.54 มิลลิเมตร สีผล Red 46 A, Red 53 A, Greyed - Purple 185 A, Greyed - Purple 187 A-B (ตารางที่ 15) น้ำหนักเมล็ด 1,000 เมล็ด 149.00 กรัม จำนวนเมล็ด 100 เมล็ดมีน้ำหนัก 671.10 กรัม เปอร์เซ็นต์เมล็ดกลม (peaberry) 12.11 เปอร์เซ็นต์ และเปอร์เซ็นต์สารกาแฟเกรด A 81.90 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 16) ส่วนข้อบกพร่องพบ 7.41 เปอร์เซ็นต์ ประกอบด้วยเมล็ดดำ 0.34 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดแตก 5.73 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดเขียว 1.34 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 17)

(7) พันธุ์ 29/24

- ขนาดผลสด น้ำหนักผลสดเฉลี่ย 1.61 กรัมต่อผล ขนาดผลสด ความกว้างเฉลี่ย 12.14 มิลลิเมตร ความยาวเฉลี่ย 15.05 มิลลิเมตร ความหนาเฉลี่ย 13.05 มิลลิเมตร สีผล Red 46 A, Red 53 A, Greyed - Purple 183 A-B, Greyed - Purple 185 A, Greyed - Purple 187 A-B (ตารางที่ 15) น้ำหนักเมล็ด 1,000 เมล็ด 160.79 กรัม จำนวนเมล็ด 100 เมล็ดมีน้ำหนัก 621.27 กรัม เปอร์เซ็นต์เมล็ดกลม (peaberry) 12.87 เปอร์เซ็นต์ และเปอร์เซ็นต์สารกาแฟเกรด A 83.30 (ตารางที่16) ส่วนข้อบกพร่องพบ 9.92 เปอร์เซ็นต์ ประกอบด้วยเมล็ดดำ 0.70 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดแตก 6.01 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดเขียว 3.21 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 17)

(8) พันธุ์ 29/26

- ขนาดผลสด น้ำหนักผลสดเฉลี่ย 1.54 กรัมต่อผล ขนาดผลสด ความกว้างเฉลี่ย 11.82 มิลลิเมตร ความยาวเฉลี่ย 14.76 มิลลิเมตร ความหนาเฉลี่ย 12.60 มิลลิเมตร สีผล Red 46 A, Red 53 A, Greyed - Purple 183 A, Greyed - Purple 187 A-B (ตารางที่ 15) น้ำหนักเมล็ด 1,000 เมล็ด 153.56 กรัม จำนวนเมล็ด 100 เมล็ดมีน้ำหนัก 649.50 กรัม เปอร์เซ็นต์เมล็ดกลม (peaberry) 18.24 เปอร์เซ็นต์ และเปอร์เซ็นต์สารกาแฟเกรด A 77.40 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่16) ส่วนข้อบกพร่องพบ 8.56 เปอร์เซ็นต์ ประกอบด้วยเมล็ดดำ 0.51 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดแตก 7.69 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดเขียว 0.36 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 17)

(9) พันธุ์ SJ133

- ขนาดผลสด น้ำหนักผลสดเฉลี่ย 1.75 กรัมต่อผล ขนาดผลสด ความกว้างเฉลี่ย 12.19 มิลลิเมตร ความยาวเฉลี่ย 16.02 มิลลิเมตร ความหนาเฉลี่ย 12.68 มิลลิเมตร (ตารางที่ 12) น้ำหนักเมล็ด 1,000 เมล็ด 153.56 กรัม จำนวนเมล็ด 100 เมล็ดมีน้ำหนัก 649.50 กรัม เปอร์เซ็นต์เมล็ดกลม (peaberry) 18.24 เปอร์เซ็นต์ และเปอร์เซ็นต์สารกาแฟเกรด A 77.40 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่13) ส่วนข้อบกพร่องพบ 8.56 เปอร์เซ็นต์ ประกอบด้วยเมล็ดดำ 0.51 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดแตก 7.69 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดเขียว 0.36 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 17)

3.2.3 ด้านปริมาณ Total Soluble Solid (TSS) พบว่าในพันธุ์ 29/14 มีค่า TSS สูงสุด คือ 17.94 เปอร์เซ็นต์ ลำดับรองมาได้แก่ 29/5, 29/26, 29/24, 29/23, 29/10, 29/13 และ 29/6 โดยมีค่า Total Soluble Solid (TSS) 17.76, 17.01, 16.63, 16.39, 15.68, 15.05, และ 14.54 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพันธุ์เปรียบเทียบ SJ133 มีค่า TSS 17.61 ซึ่งระดับของ Total Soluble Solid (TSS) มีผลต่อคุณภาพของกาแฟ (ตารางที่ 12)

ตารางที่ 15 ขนาดผลสด (เซนติเมตร) น้ำหนักผลเฉลี่ยต่อผล (กรัม) และเปอร์เซ็นต์ Total Soluble Solid (TSS) (%) ของพันธุ์กาแฟอาราบิกาสายพันธุ์คาติมอร์ด้านทานโรคราสนิม ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอนหลวง)

กลุ่มสายพันธุ์ คัดเลือก	ขนาดผลสด (มิลลิเมตร)						น้ำหนักผล เฉลี่ย/ผล (กรัม)	ค่า เบี่ยงเบ น มาตรฐาน	เปอร์เซ็นต์ TSS (%Brix)	ค่า เบี่ยงเบ น มาตรฐาน	สีผลสด
	ความ กว้าง	ค่า เบี่ยงเบ น มาตรฐาน	ความยาว	ค่า เบี่ยงเบ น มาตรฐาน	ความหนา	ค่า เบี่ยงเบ น มาตรฐาน					
29/5	11.69	0.6	14.49	0.4	12.67	0.4	1.62	0.06	17.76	2.21	Red46A, Red 53 A, Red - Purple 59 A
29/6	11.90	0.4	14.31	0.4	12.85	0.4	1.66	0.05	14.54	1.83	Red46A, Red53A, Greyed- Purple187A-C
29/10	12.21	0.4	14.77	0.4	13.15	0.5	1.65	0.05	15.68	2.78	Red46A-B, Red47A, Red53 A, Greyed- Purple187A-B
29/13	11.99	0.3	14.99	0.5	12.91	0.2	1.54	0.08	15.05	3.74	Red46A, Red53A, Red Purple59A, Greyed-Purple185A, Greyed-Purple 187 A-B
29/14	11.67	0.3	14.26	0.4	12.63	0.3	1.56	0.05	17.94	2.64	Red46A, Red53A, Greyed - Purple185A, Greyed-Purple 187A-B
29/23	11.80	0.4	14.37	0.7	12.54	0.4	1.49	0.06	16.39	2.98	Red 46 A, Red 53 A,Greyed - Purple 185 A,Greyed - Purple 187 A-B
29/24	12.14	0.3	15.05	0.5	13.05	0.4	1.61	0.04	16.63	1.21	Red 46 A,Red 53 A,Greyed - Purple 183 A-B,Greyed - Purple 185 A,Greyed - Purple 187 A-B
29/26	11.82	0.5	14.76	0.5	12.60	0.6	1.54	0.04	17.01	1.94	Red 46 A,Red 53 A,Greyed - Purple 183 A,Greyed - Purple 187 A-B
SJ133	12.19	0.4	16.02	0.4	12.68	0.6	1.75	0.07	17.61	2.52	na.

ตารางที่ 16 เปอร์เซ็นต์ความชื้นสารกาแฟ น้ำหนักสารกาแฟ 1,000 เมล็ด จำนวนเมล็ด 100 กรัม เปอร์เซ็นต์ เมล็ดกลม และขนาดเมล็ดกาแฟแยกตามเกรดของการทดสอบพันธุ์กาแฟอาราบิกาสายพันธุ์คาติมอร์ต้านทานโรคราสนิม เมื่ออายุ 4 ปี (ผลผลิตปี 2559) ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอนหลวง)

กลุ่มสายพันธุ์คัดเลือก	ความชื้นเมล็ด (%)	น้ำหนักเมล็ด 1,000 เมล็ด (กรัม)	จำนวนเมล็ด 100 กรัม (เมล็ด)	เมล็ดกลม (%)	ขนาด 1	ขนาด 2	ขนาด 3	ขนาด 4	เปอร์เซ็นต์สารกาแฟเกรด A
29/5	10.50	156.14	643.33	12.77	45.15	32.86	1.78	-	80.90
29/6	10.24	161.56	619.90	11.17	53.90	27.28	0.62	-	79.3
29/10	10.24	166.05	604.80	8.56	56.37	25.12	0.43	-	80.0
29/13	10.70	165.05	607.73	11.46	49.73	31.66	0.58	0.17	81.6
29/14	10.92	153.61	649.80	17.83	43.49	28.26	1.02	-	78.1
29/23	10.00	149.00	671.10	12.11	41.32	39.56	0.92	0.44	81.90
29/24	10.30	160.79	621.27	12.87	43.12	33.41	0.79	0.19	83.30
29/26	10.12	153.56	649.50	18.24	43.87	29.10	0.56	0.18	77.40

เปอร์เซ็นต์สารกาแฟเกรด A คือ จำนวนสารกาแฟที่มีขนาดใหญ่กว่า 5.5 มิลลิเมตร = เกรด1+เกรด2+เกรด3

ตารางที่ 17 ข้อบกพร่อง และลักษณะร่องของสารกาแฟ การทดสอบพันธุ์กาแฟอาราบิกาสายพันธุ์คาติมอร์ต้านทานโรคราสนิม เมื่ออายุ 4 ปี (ผลผลิตปี 2559) ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอนหลวง)

กลุ่มสายพันธุ์คัดเลือก	ข้อบกพร่อง (%)						ลักษณะร่องเมล็ดกาแฟ (%)			
	เมล็ดดำ	แมลงทำลาย	เมล็ดแตก	เมล็ดขีด	เมล็ดเขียว	รวม	ตรง		โค้ง	
							ต้น	ลึก	ต้น	ลึก
29/5	0.36	-	8.41	-	-	8.77	18.40	24.67	27.27	29.67
29/6	0.65	-	6.83	-	-	7.48	12.40	19.93	27.00	40.00
29/10	0.82	-	9.27	-	-	10.09	13.07	27.40	23.20	36.33
29/13	0.32	-	6.33	0.28	-	6.93	14.30	42.97	17.80	24.93
29/14	0.74	-	9.56	-	-	10.3	17.27	39.10	22.07	21.57
29/23	0.34	-	5.73	-	1.34	7.41	10.30	34.20	23.97	31.53
29/24	0.70	-	6.01	-	3.21	9.92	22.73	32.73	19.80	24.73
29/26	0.51	-	7.69	-	0.36	8.56	14.70	16.00	40.47	28.83

3.2.4 ด้านความต้านทานโรคราสนิม

พบว่าทุกพันธุ์ เมื่อปี 2560 พบว่าในพันธุ์ 29/5, 29/13, 29/14, 29/10, 29/6, 29/23, 29/26 และ 29/24 มีเปอร์เซ็นต์ต้นที่ไม่เป็นโรคตามลำดับ ดังนี้ 100.0, 97.92, 95.93, 93.94, 87.68, 85.11, 79.67 และ 72.22 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นได้ว่าในพันธุ์ 29/5 และ 29/13 มีเปอร์เซ็นต์ต้นที่ไม่เป็นโรคราสนิมมากกว่า 96 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 18)

แต่ในปี 2561 พบว่า พันธุ์ 29/5, 29/26, 29/23, 29/24, 29/13, 29/6, 29/10 และ /29/14 มีเปอร์เซ็นต์ต้นที่ไม่เป็นโรคตามลำดับ ดังนี้ 92.86, 91.40, 90.43, 88.37, 84.38, 79.35, 77.27 และ 66.67 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 18)

ตารางที่ 18 เปอร์เซ็นต์ต้นที่ไม่เป็นโรคราสนิมของกาแฟอะราบิกาสายพันธุ์คาติมอร์ด้านทานโรคราสนิม

ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอนหลวง) ปี 2560-2561

กลุ่มสายพันธุ์ คัดเลือก	จำนวนต้น	เปอร์เซ็นต์การต้านทานต่อโรคราสนิม				
		ปี 2560	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ปี 2561	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย
29/5	49	100.00	0.00	92.86	4.33	96.43
29/6	46	87.68	21.34	79.35	1.54	83.51
29/10	44	93.94	3.47	77.27	9.64	85.61
29/13	48	97.92	2.08	84.38	7.37	91.15
29/14	42	95.93	1.41	66.67	13.47	81.30
29/23	47	85.11	25.80	90.43	13.54	87.77
29/24	43	72.22	48.11	88.37	6.58	80.30
29/26	40	79.67	35.20	91.40	5.09	85.54
SJ133	20	31.75	16.72	7.50	10.61	19.62

4. ผลการทดสอบพันธุ์ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาเกษตรที่สูงเชียงราย (วาวิ)

4.1 ด้านผลผลิต

จากการศึกษาพบว่าในปี 2561 น้ำหนักสดต่อต้นของพันธุ์ 29/10 มีน้ำหนักสดต่อต้นสูงสุด คือ 3.74 กิโลกรัมต่อต้น ส่วนลำดับรองมาเป็นพันธุ์ 29/6, 29/14, 29/13, 29/22, 29/5, 29/23, 29/17 และ 29/24 โดยมีผลผลิตสดต่อต้น 3.58, 3.49, 2.97, 1.58, 1.56, 1.49, 1.44 และ 0.82 กิโลกรัมต่อต้น ตามลำดับ โดยมีผลผลิตเฉลี่ย 3 ปีแรก ดังนี้ พันธุ์ 29/10 มีผลผลิตเฉลี่ย 3 ปีแรกสูงสุด คือ 3.38 กิโลกรัมต่อต้น ลำดับรองมาเป็นพันธุ์ 29/14, 29/13, 29/6, 29/22, 29/5, 29/17, 29/23, และ 29/24 มีผลผลิตน้ำหนักสดเฉลี่ย 3 ปี ดังนี้ 3.29, 3.21, 3.20, 2.18, 2.13, 1.70, 1.56 และ 1.15 กิโลกรัมต่อต้นตามลำดับ (ตารางที่ 19)

ส่วนผลผลิตน้ำหนักแห้งกะลาเฉลี่ยต่อต้นพบว่า ในปี 2561 พันธุ์ที่มีน้ำหนักแห้งกะลาต่อต้นสูงสุดคือ พันธุ์ 29/10 มีน้ำหนักแห้งกะลาเฉลี่ยต่อต้น 0.75 กิโลกรัมต่อต้น ลำดับรองมาเป็นพันธุ์ 29/6, 29/14, 29/13,

29/22, 29/5, 29/23, 29/17 และ 29/24 น้ำหนักแห้งกะลาเฉลี่ยต่อตัน ดังนี้ 0.72, 0.70, 0.59, 0.32, 0.31, 0.30, 0.29 และ 0.16 กิโลกรัมต่อตัน ตามลำดับ ส่วนน้ำหนักแห้งกะลาเฉลี่ยต่อตันในช่วง 3 ปีที่ให้ผลผลิตพบว่าพันธุ์ที่ให้สูงสุดคือ 29/13 น้ำหนักแห้งกะลาต่อตัน 0.63 กิโลกรัมต่อตัน ลำดับรองมาเป็นพันธุ์ 29/10, 29/14, 29/6, 29/22, 29/5, 29/17, 29/23 และ 29/24 น้ำหนักแห้งกะลาต่อตันเฉลี่ยในช่วง 3 ปี ดังนี้ 0.6, 0.60, 0.59, 0.44, 0.39, 0.33, 0.30 และ 0.18 ต่อตัน ตาม ลำดับ (ตารางที่ 21)

โดยทั่วไปในสัดส่วนของผลผลิตน้ำหนักสดต่อน้ำหนักแห้งกะลา ประมาณ 5:1 ซึ่งในพันธุ์ที่ศึกษาพบว่ามีความสัมพันธ์อยู่ในเกณฑ์ โดยพันธุ์ที่มีสัดส่วนของผลผลิตผลสดต่อน้ำหนักแห้งกะลาต่ำสุด คือพันธุ์ 29/17 มีค่าเฉลี่ย 5.40 ต่อน้ำหนักแห้งกะลาต่อกิโลกรัม ส่วนพันธุ์อื่นมีสัดส่วนเฉลี่ย 3 ปี ดังนี้ ได้แก่ 29/5, 29/14, 29/10, 29/13, 29/23, 29/24, 29/22 และ 29/6 มีสัดส่วนของผลผลิตผลสดต่อน้ำหนักแห้งกะลา ดังนี้ 5.25, 5.20, 5.05, 5.01, 5.00, 5.00, 4.97 และ 4.95 ต่อน้ำหนักแห้งกะลาต่อกิโลกรัมตามลำดับ (ตารางที่ 23)

ตารางที่ 19 ผลผลิตกาแฟน้ำหนักสดต่อตัน (กิโลกรัม) ในปี 2559 -2561 ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาเกษตรที่สูง เชียงราย

พันธุ์	น้ำหนักสดต่อตัน(กิโลกรัม)						เฉลี่ย 3 ปี
	ปี 2559		ปี 2560		ปี 2561		
	อายุ4ปี	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	อายุ5ปี	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	อายุ6ปี	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
29/5	2.38	2.3	2.46	1.35	1.56	0.15	2.13
29/6	3.61	1.05	2.41	0.64	3.58	0.3	3.20
29/10	2.39	1.55	4.0	1.06	3.74	0.19	3.38
29/13	4.09	1.98	2.58	1.04	2.97	0.29	3.21
29/14	3.94	1.42	2.44	0.77	3.49	0.26	3.29
29/17	1.13	0.31	2.53	1.19	1.44	0.21	1.70
29/22	2.40	1.25	2.55	1.19	1.58	0.33	2.18
29/23	1.65	1.28	1.53	1.43	1.49	0.18	1.56
29/24	-	-	1.48	1.45	0.82	0.18	1.15

ตารางที่ 20 ผลผลิตกาแฟน้ำหนักสดต่อไร่ (กิโลกรัม)ในปี 2559 -2561 ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาเกษตรที่สูง เชียงราย

พันธุ์	น้ำหนักสดต่อไร่ (กิโลกรัม)						เฉลี่ย 3 ปี
	ปี 2559		ปี 2560		ปี 2561		
	(อายุ4ปี)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	(อายุ5ปี)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	(อายุ6ปี)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
29/5	1088	85.1	960	53.8	625.6	63.11	891.2
29/6	1444	42.2	1072	25.4	1436	120.5	1317
29/10	954.2	62.2	1733.3	42.4	1496	76.38	1395
29/13	1,636	79.5	1040	27.0	1190	116.1	1289

29/14	1,576	56.8	1133.3	31.0	1399	107.9	1369
29/17	452	12.5	1031.1	51.0	579.2	85.62	687.4
29/22	960	50.0	1092	46.3	634	134.7	895.3
29/23	660	57.0	577.7	57.0	597.2	75.12	611.6
29/24	-	-	593.3	63.3	328.8	71.38	461.1

ตารางที่ 21 ผลผลิตกาแฟน้ำหนักแห้งกะลาต่อต้น (กิโลกรัม) ในปี 2559 -2561 ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาเกษตรที่สูงเชียงราย

พันธุ์	น้ำหนักแห้งกะลาต่อต้น(กิโลกรัม)						เฉลี่ย 3 ปี
	ปี 2559		ปี 2560		ปี 2561		
	อายุ4ปี	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	อายุ5ปี	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	อายุ6ปี	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
29/5	0.44	0.47	0.42	0.26	0.31	0.31	0.39
29/6	0.57	0.29	0.49	0.19	0.72	0.60	0.59
29/10	0.44	0.31	0.62	0.25	0.75	0.38	0.60
29/13	0.80	0.44	0.51	0.21	0.59	0.58	0.63
29/14	0.75	0.26	0.34	0.07	0.70	0.53	0.60
29/17	0.2	0.08	0.51	0.34	0.29	0.42	0.33
29/22	0.48	0.24	0.53	0.23	0.32	0.67	0.44
29/23	0.34	0.82	0.26	0.26	0.30	0.37	0.30
29/24	-	-	0.19	0.16	0.16	0.35	0.18

ตารางที่ 22 ผลผลิตกาแฟน้ำหนักแห้งกะลาต่อไร่ (กิโลกรัม) ในปี 2559 -2561 ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาเกษตรที่สูงเชียงราย

พันธุ์	น้ำหนักแห้งกะลาต่อไร่ (กิโลกรัม)						เฉลี่ย 3 ปี
	ปี 2559		ปี 2560		ปี 2561		
	อายุ4ปี	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	อายุ5ปี	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	อายุ6ปี	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	

		มาตรฐาน		มาตรฐาน		มาตรฐาน	
29/5	208	17.5	168	10.2	125.1	12.62	167
29/6	234.2	11.6	196	16.6	287.1	24.1	239
29/10	176	12.6	284.4	10.2	299.2	15.28	253.2
29/13	320	17.6	195.5	18.1	238.1	23.23	251.2
29/14	300	10.4	155.5	19.1	279.8	21.57	245.1
29/17	80	3.2	204.4	13.6	115.8	17.12	133.4
29/22	192	9.6	212	10.6	126.8	26.94	176.9
29/23	136	10.0	128.8	13.2	119.4	15.02	128.1
29/24	-	-	86.67	14.1	65.76	14.28	76.22

ตารางที่ 23 ผลผลิตกาแฟเฉลี่ย(กิโลกรัม) ในปี 2559 -2561 ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาเกษตรที่สูงเชียงใหม่

พันธุ์	น้ำหนักสดเฉลี่ย				น้ำหนักแห้งกะลาเฉลี่ย				สัดส่วน น้ำหนักสด: น้ำหนักแห้ง กะลา เฉลี่ย
	ต่อต้าน เฉลี่ย	ค่า เบี่ยงเบน มาตรฐาน	ต่อไร่ เฉลี่ย	ค่า เบี่ยงเบน มาตรฐาน	ต่อต้าน เฉลี่ย	ค่า เบี่ยงเบน มาตรฐาน	ต่อไร่ เฉลี่ย	ค่า เบี่ยงเบน มาตรฐาน	
29/5	2.13	0.5	891.2	238.8	0.39	0.07	167	41.46	5.25
29/6	3.20	0.68	1317	212.4	0.59	0.12	239.1	45.75	4.95
29/10	3.38	0.86	1395	399.3	0.60	0.16	253.2	67.27	5.05
29/13	3.21	0.78	1289	309.9	0.63	0.15	251.2	63.28	5.01
29/14	3.29	0.77	1369	222.8	0.60	0.22	245.1	78.25	5.20
29/17	1.70	0.74	687.4	304.3	0.33	0.16	133.4	64.04	5.40
29/22	2.18	0.52	895.3	235.7	0.44	0.11	176.9	44.55	4.97
29/23	1.56	0.08	611.6	43.01	0.30	0.04	128.1	8.32	5.00
29/24	1.15	0.47	461.1	187.0	0.18	0.02	76.22	14.79	5.00

4.2. ความต้านทานต่อโรคราสนิม (เปอร์เซ็นต์)

พบว่าทุกพันธุ์ เมื่อเดือนธันวาคม 2559 และ มีนาคม 2560 พบว่ามีความต้านทานเฉลี่ย 97.1 เปอร์เซ็นต์ โดยในแต่ละพันธุ์มีความต้านทานโรคราสนิม ดังนี้ 29/22, 29/6, 29/10, 29/13, 29/14, 29/17, 29/23 มีความต้านทานโรคราสนิม 97.8, 97.7, 97.7, 97.6, 97.6, 97.6, 97.0 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนพันธุ์ 29/5 และ 29/24 มีความต้านทานโรคราสนิม 95.5 และ 95.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 24)

ตารางที่ 24 เปอร์เซ็นต์ต้นที่ต้านทานต่อโรคราสนิมของกาแฟอะราบิกาสายพันธุ์คาติมอร์ต้านทานโรคราสนิม

ชุดที่ 2/1 ในเดือน ธันวาคม 2559 และ มีนาคม 2560 ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาเกษตรที่สูงเชียงราย (วาวิ)

พันธุ์	จำนวนต้นปลูก	จำนวนต้นรอดตาย	เดือน ธันวาคม 2559			เดือน มีนาคม 2560		
			จำนวนต้นเป็นโรคราสนิม	ต้นไม่เป็นรา	%ต้านทานโรคราสนิม	จำนวนต้นเป็นโรครา	ต้นไม่เป็นรา	%ต้านทานโรคราสนิม
29/5	50	44	2	42	95.5	2	42	95.5
29/6	50	44	1	43	97.7	1	43	97.7
29/10	50	44	1	43	97.7	1	43	97.7
29/13	50	42	1	41	97.6	1	41	97.6
29/14	50	42	1	41	97.6	1	41	97.6
29/17	50	42	1	41	97.6	1	41	97.6
29/22	50	46	1	45	97.8	1	45	97.8
29/23	45	33	1	32	97.0	1	32	97.0
29/24	30	24	1	23	95.8	1	23	95.8

5. ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมี

ในการวิเคราะห์ทางกายภาพและเคมีของผลผลิตเพื่อศึกษาหาองค์ประกอบซึ่งสามารถบ่งชี้ถึงอัตลักษณ์ของกาแฟแต่ละพันธุ์ได้ โดยในการศึกษาปัจจัยต่างๆ ได้แก่ สีเพื่อดูค่าความสว่าง (L) นั้น จะช่วยให้ทราบถึงกระบวนการหมักที่มีประสิทธิภาพ หากค่ามีความสว่างมาก จะแสดงถึงคุณภาพผ่านกระบวนการที่มีคุณภาพ มีจุลินทรีย์ที่เหมาะสมในระหว่างกระบวนการ แสดงถึงค่าความสะอาดของตัวอย่าง ส่วนค่าสีแดง (a) จะทำให้ทราบถึงความเปรี้ยว ค่าสีน้ำเงิน (b) จะระบุถึงการปนเปื้อน และความใหม่ของตัวอย่าง ค่า pH โดยทั่วไปในกาแฟอะราบิกาในกระบวนการแบบเปียกจะมีค่าประมาณ 4.5-5 หากกาแฟมีกระบวนการผลิตแบบแห้งจะมีค่าประมาณ 3-4

ทั้งนี้ความเป็นกรด-ด่าง (pH) นั้นมีความสำคัญในการอธิบายช่วงรสชาติที่รับรู้ในกาแฟและสามารถนำมาประกอบกันโดยตรงกับกรดที่พบในเมล็ดกาแฟ การที่มีความเป็นกรดกำหนดเป็นสารที่มีค่า pH ต่ำกว่า 7 ซึ่งหมายความว่าให้ไอออน H^+ ลดลงในสารละลายในน้ำ เมื่อเรากลิ้มรสกรดไอออน H^+ ที่ปล่อยออกมากระตุ้นเซลล์

ประสาทบนลิ้นซึ่งส่งสัญญาณไปยังสมองที่เราเชื่อมโยงกับรสชาติที่แตกต่างกัน เมื่อกาแฟสารที่ผ่านปฏิกิริยาทางเคมีในกระบวนการคั่วแล้วความเข้มข้นของกรดเฉพาะจะเปลี่ยนไป กรดส่วนใหญ่จะย่อยสลายในอุณหภูมิที่สูงขึ้น แต่เพิ่มขึ้นบ้าง โดยทั่วไปกระบวนการคั่วจะพยายามนำเอาส่วนผสมที่ดีที่สุดของกรดที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติมาพบในกาแฟที่เฉพาะเจาะจง เนื่องจากสารเหล่านี้เป็นสารประกอบที่ทำให้กาแฟมีลักษณะเฉพาะในการศึกษานี้พบว่า พันธุ์ 29/13 มีค่า pH สูงสุด เท่ากับ 5.3 ในเรื่องของ pH นั้น เป็นการประเมินสภาพความเป็นกรดต่างในภาพรวม แต่ ใน กรณียของ เบอริ เซ็นต์ กรด ที่ วัด นั้น บ่ง บอ ก ถึง ปริมาณ กรดทาทาริก ในเมล็ดกาแฟ ในการเก็บข้อมูลเปอร์เซ็นต์เหล่านั้นจะทำให้ทราบการปนเปื้อนของตัวอย่าง โดยทั่วไปไม่ควรเกิน 5 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปริมาณคาเฟอีนและกรดคลอโรเจนิก จะแสดงถึงคุณลักษณะเฉพาะในแต่ละพันธุ์ กรดคลอโรเจนิก (Chlorogenic acid : CGAs) เป็นองค์ประกอบหลักที่ทำให้ทราบถึงระดับความเป็นกรดของ กาแฟเมื่อเปรียบเทียบกับกรดชนิดอื่นๆ จะย่อยสลายได้อย่างรวดเร็วในการคั่ว ดังนั้นในการคั่วอ่อนจึงเป็นเหตุให้สามารถอธิบายถึงตัวอย่างกาแฟที่แท้จริงได้ว่าการ bright หรือ acidity อย่างไร ซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนกว่ากาแฟที่คั่วเข้ม ตัวกรดคลอโรเจนิกจะแสดงออกรสชาติของรสขมและขมมาก ในเมล็ดกาแฟมีหลายประเภทของ CGAs และ ส่วนใหญ่ที่พบในเมล็ดกาแฟเป็นกรด 5-caffeoylquinic นอกจากนี้ยังมี CGAs ต่อไปนี้ แต่พบในขนาดที่เล็กกว่า มากคือกรดเฟอร์รูลิกควินิกรด coumaroylquinic และกรด dicaffeoylquinic ปริมาณ CGA ที่พบในเมล็ด กาแฟจะเป็นตัวกำหนดคุณภาพของรสชาติและกลิ่นของกาแฟ ทำให้กาแฟมีรสชาติที่หลากหลาย (<https://greencoffees.org/green-coffee-information/cga-in-coffee-beans/>)

ส่วนปริมาณ Total Soluble Solid นั้น บ่งชี้ถึงคุณภาพของเมล็ดกาแฟคุณภาพ ในตัวอย่างที่ศึกษาพบว่า มีค่าใกล้เคียงกัน คือ 5-6 องศาบริกซ์ ในปริมาณคาเฟอีนที่วิเคราะห์พบว่า มีค่าในช่วง 25.42-29.47 มิลลิกรัมต่อ ลิตร

จากตัวอย่างที่ศึกษาสี่ของตัวอย่างเมล็ดกาแฟ มีรายละเอียด ดังนี้ (ตารางที่ 25)

พันธุ์ 29/5 เมล็ดกาแฟมีค่าความสว่าง (L) คือ 44.77 ค่าสีแดง (a) คือ 7.49 และค่าสีน้ำเงิน (b) สูงสุด คือ 7.95 ค่าความเป็นกรด-ต่าง (pH) สูงสุด 5.21 ค่า Total Soluble Solid (TSS) 6.0 องศาบริกซ์ เปอร์เซ็นต์ กรด 0.0280 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณคาเฟอีน 25.49 มิลลิกรัมต่อลิตร กรดคลอโรจีนิก 4.81 มิลลิกรัมต่อลิตร

พันธุ์ 29/6 เมล็ดกาแฟมีค่าความสว่าง (L) คือ 44.33 ค่าสีแดง (a) คือ 7.62 และค่าสีน้ำเงิน (b) สูงสุด คือ 8.03 ค่าความเป็นกรด-ต่าง (pH) สูงสุด 5.18 ค่า Total Soluble Solid (TSS) 5.0 องศาบริกซ์ เปอร์เซ็นต์ กรด 0.0280 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณคาเฟอีน 29.55 มิลลิกรัมต่อลิตร กรดคลอโรจีนิก 3.87 มิลลิกรัมต่อลิตร

พันธุ์ 29/10 เมล็ดกาแฟมีค่าความสว่าง (L) คือ 40.95 ค่าสีแดง (a) คือ 6.76 และค่าสีน้ำเงิน (b) สูงสุด คือ 4.04 ค่าความเป็นกรด-ต่าง (pH) สูงสุด 5.17 ค่า Total Soluble Solid (TSS) 5.0 องศาบริกซ์ เปอร์เซ็นต์ กรด 0.0280 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณคาเฟอีน 27.17 มิลลิกรัมต่อลิตร กรดคลอโรจีนิก 3.83 มิลลิกรัมต่อลิตร

พันธุ์ 29/13 เมล็ดกาแฟมีค่าความสว่าง (L) สูงสุด คือ 46.46 ค่าสีแดง (a) สูงสุด คือ 8.18 และค่าสีน้ำเงิน (b) สูงสุด คือ 10.37 ค่าความเป็นกรด-ต่าง (pH) สูงสุด 5.3 ค่า Total Soluble Solid (TSS) 6 องศาบริกซ์

เปอร์เซ็นต์กรด 0.0245 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณคาเฟอีน 26.93 มิลลิกรัมต่อลิตร กรดคลอโรจีนิก 3.06 มิลลิกรัมต่อลิตร

พันธุ์ 29/14 เมล็ดกาแฟมีค่าความสว่าง (L) คือ 42.36 ค่าสีแดง (a) คือ 7.21 และค่าสีน้ำเงิน (b) สูงสุดคือ 5.9 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) สูงสุด 5.17 ค่า Total Soluble Solid (TSS) 8.0 องศาบริกซ์ เปอร์เซ็นต์กรด 0.0350 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณคาเฟอีน 25.42 มิลลิกรัมต่อลิตร กรดคลอโรจีนิก 4.92 มิลลิกรัมต่อลิตร

พันธุ์ 29/22 เมล็ดกาแฟมีค่าความสว่าง (L) คือ 41.81 ค่าสีแดง (a) คือ 7.11 และค่าสีน้ำเงิน (b) สูงสุดคือ 5.12 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) สูงสุด 5.14 ค่า Total Soluble Solid (TSS) 6.0 องศาบริกซ์ เปอร์เซ็นต์กรด 0.0420 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณคาเฟอีน 26.34 มิลลิกรัมต่อลิตร กรดคลอโรจีนิก 4.43 มิลลิกรัมต่อลิตร

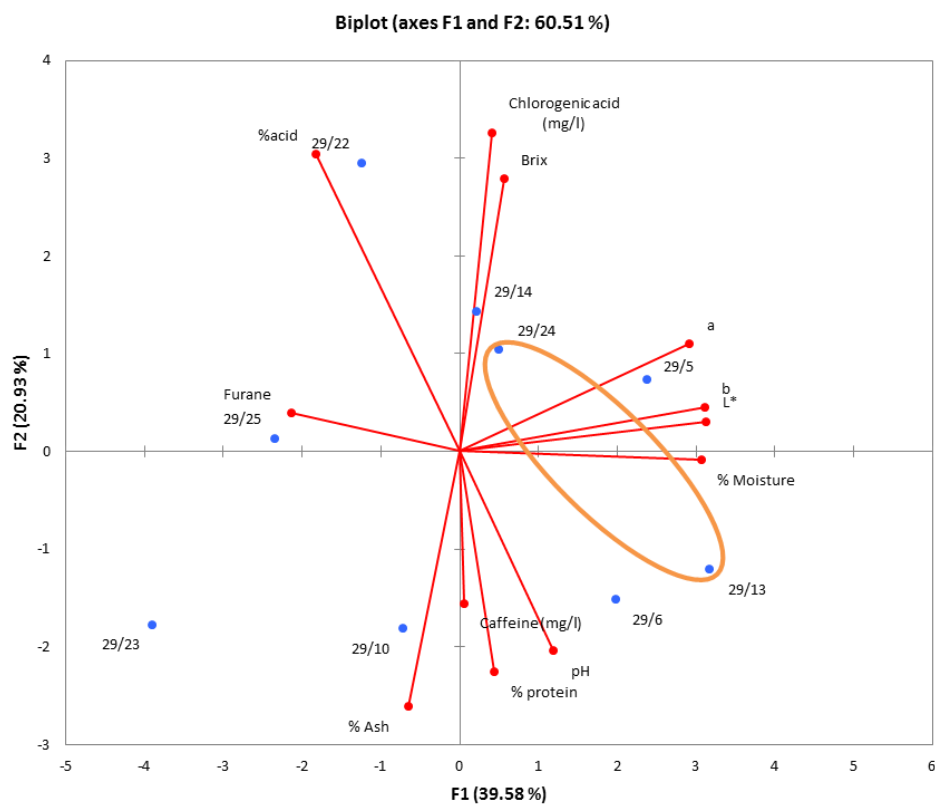
พันธุ์ 29/23 เมล็ดกาแฟมีค่าความสว่าง (L) คือ 38.19 ค่าสีแดง (a) คือ 4.95 และค่าสีน้ำเงิน (b) สูงสุดคือ 0.19 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) สูงสุด 5.25 ค่า Total Soluble Solid (TSS) 5.0 องศาบริกซ์ เปอร์เซ็นต์กรด 0.0315 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณคาเฟอีน 25.17 มิลลิกรัมต่อลิตร กรดคลอโรจีนิก 3.27 มิลลิกรัมต่อลิตร

พันธุ์ 29/24 เมล็ดกาแฟมีค่าความสว่าง (L) คือ 42.87 ค่าสีแดง (a) คือ 7.51 และค่าสีน้ำเงิน (b) คือ 6.35 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) สูงสุด 5.2 ค่า Total Soluble Solid (TSS) 6.0 องศาบริกซ์ เปอร์เซ็นต์กรด 0.0280 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณคาเฟอีน 22.65 มิลลิกรัมต่อลิตร กรดคลอโรจีนิก 5.12 มิลลิกรัมต่อลิตร

พันธุ์ 29/26 เมล็ดกาแฟมีค่าความสว่าง (L) คือ 40.05 ค่าสีแดง (a) คือ 6.42 และค่าสีน้ำเงิน (b) คือ 2.98 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) สูงสุด 5.12 ค่า Total Soluble Solid (TSS) 6.0 องศาบริกซ์ เปอร์เซ็นต์กรด 0.0350 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณคาเฟอีน 29.47 มิลลิกรัมต่อลิตร กรดคลอโรจีนิก 4.05 มิลลิกรัมต่อลิตร

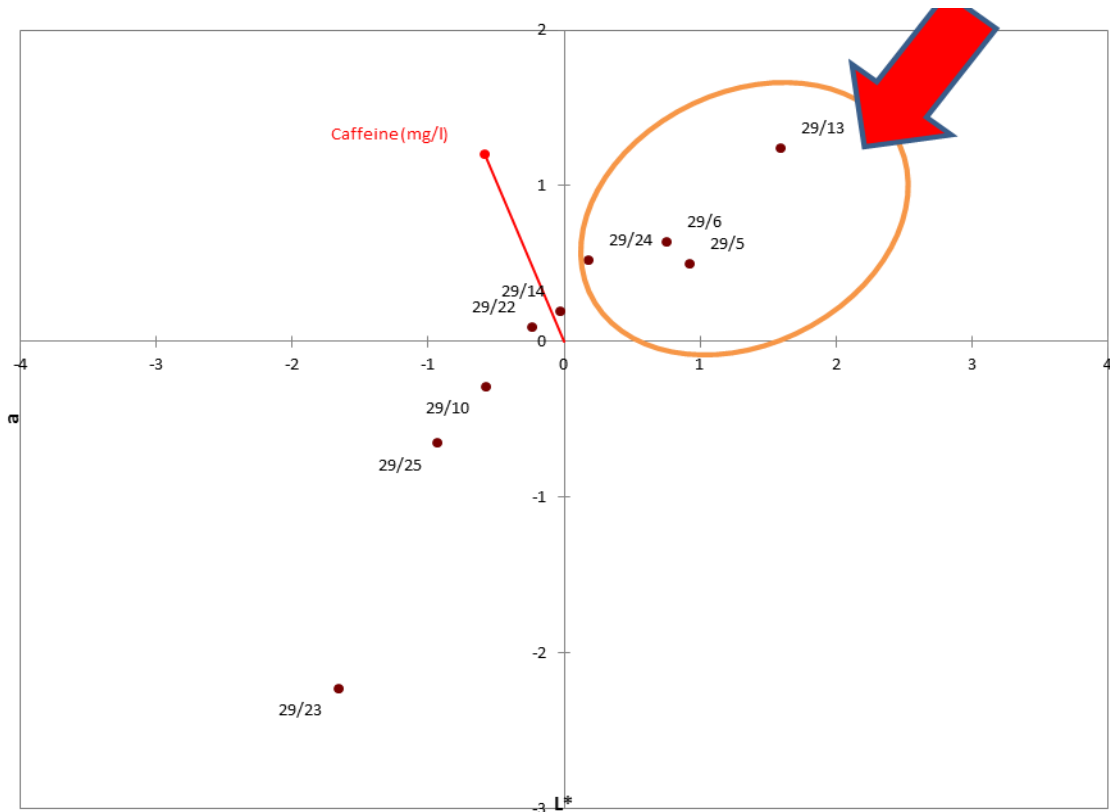
ตารางที่ 25 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีของกาแฟพันธุ์ต่างๆ

พันธุ์	Color			pH	Brix	% acid	% protein	% Ash	% Moisture	Caffeine (mg/L)	Chlorogenic acid (mg/L)
	L* (ค่าความสว่าง)	a (ค่าสีแดง)	b (ค่าสีน้ำเงิน)								
29/5	44.77	7.49	7.95	5.21	6.00	0.0280	14.329	3.8862	4.4564	25.49	4.81
29/6	44.33	7.62	8.03	5.18	5.00	0.0280	14.865	4.2973	4.2238	29.55	3.87
29/10	40.95	6.76	4.04	5.17	5.00	0.0280	15.24	4.3517	2.7839	27.17	3.83
29/13	46.46	8.18	10.37	5.3	6.00	0.0245	14.223	4.0116	4.5357	26.93	3.06
29/14	42.36	7.21	5.9	5.17	8.00	0.0350	14.951	4.3904	3.1451	25.42	4.92
29/22	41.81	7.11	5.12	5.14	6.00	0.0420	13.789	3.3815	2.9872	26.34	4.43
29/23	38.19	4.95	0.19	5.25	5.00	0.0315	14.336	4.343	2.0513	25.17	3.27
29/24	42.87	7.51	6.35	5.2	6.00	0.0280	14.18	4.2459	3.1866	22.65	5.12
29/26	40.05	6.42	2.98	5.12	6.00	0.0350	14.144	4.4383	2.6078	29.47	4.05

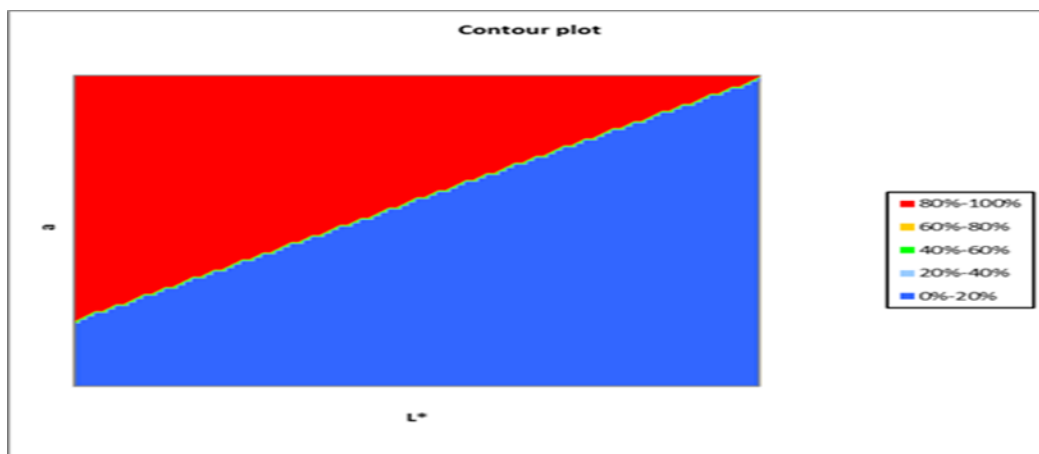


ภาพที่ 1 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติโดยวิธี Principal Component Analysis (PCA) เพื่อการจัดจำแนกกลุ่มพันธุ์ที่เหมาะสมตาม criteria ที่กำหนด

จะเห็นได้ว่าตามภาพที่ 1 ผลการทดสอบการวิเคราะห์ทางสถิติโดยวิธี Principal Component Analysis (PCA) เพื่อการจัดจำแนกสายพันธุ์ที่เหมาะสมตาม criteria พบว่าพันธุ์ที่โดดเด่นใน cluster ขวา จำนวน 4 พันธุ์ คือ พันธุ์ 29/13 ส่วนลำดับรองมาได้แก่พันธุ์ 29/24, 29/5 และ 29/6 โดยมีความสอดคล้อง (direct correlation) กับปริมาณคาเฟอีน โปรตีน สี และผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส ในขณะที่สายพันธุ์อื่นไม่ตอบสนองต่อ criteria ที่กำหนด



ภาพที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์ Partial Least Square (PLS) เพื่อทำการจัดกลุ่ม Cluster เป้าหมาย พบว่าพันธุ์ 29/13 ส่วนลำดับรองมาได้แก่พันธุ์ 29/6, 29/5 และ 29/24 สอดคล้องไปในทางเดียวกันและมีศักยภาพในการส่งเสริมใกล้เคียงกันโดยมีความใกล้เคียงกับคุณสมบัติที่กำหนดในการคัดเลือกสายพันธุ์



ภาพที่ 3 ผลวิเคราะห์ Preference Mapping โดยการเทียบเคียงผลวิเคราะห์ทางสถิติทั้งหมด ในรูปแบบ Heat Chart พบว่ามีสายพันธุ์ที่ตอบสนองต่อการเลือกพันธุ์ โดยพันธุ์ที่โดดเด่นที่สุดคือ พันธุ์ 29/13 ส่วนลำดับรองมาได้แก่พันธุ์ 29/24, 29/5 และ 29/6 อยู่ที่ระดับ 80-100 เปอร์เซ็นต์ กาแฟอะราบิกามีโครโมโซม 4n เป็นพืชผสมตัวเอง ในการปรับปรุงพันธุ์กาแฟอะราบิกาในการผสมข้ามจะได้ลูกผสม F1 ซึ่งจะมีการกระจายตัวของลูกผสมชั่วที่ 1 นี้อยู่ ในการทดลองที่ศึกษานี้เป็นลูกผสมจากศูนย์วิจัยโรคราสนิมของโปรตุเกส (Centro de Investigacao das Ferrugens do Caffeeiro : CIFIC) โดยผสมพันธุ์ระหว่าง Mundo Novo x HW. 26/14 (ซึ่ง HW. 26/14 เป็นลูกผสมของ Caturra Vermelho x Hibrido de Timor 832/1) ประเทศไทยได้รับลูกผสมชั่วที่ 2 ปลุกไว้ที่สถานีวิจัยกาแฟอะราบิกาแม่หลอด (ในขณะนั้น ปัจจุบัน คือ ศูนย์วิจัยและส่งเสริมกาแฟอะราบิกาโครงการหลวงแม่หลอด จ.เชียงใหม่) ต่อจากนั้นได้มีการนำต้นกล้า (F3) นำไปเพาะแล้วปลูกเชื้อโรคราสนิม หลังจากนั้นนำต้นกล้าที่ไม่เป็นโรคราสนิมไปปลูกที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (สถานีทดลองเกษตรหลวงขุนวาง ในขณะนั้น) หลังจากที่ได้กาแฟรุ่นที่ 3 ให้ผลผลิต ได้นำเมล็ดไปเพาะแล้วปลูกเชื้อ และนำต้นกล้าที่ไม่เป็นโรคไปปลูกที่ ศูนย์วิจัยพืชสวนเพชรบูรณ์ (สถานีทดลองเกษตรที่สูงเขาค้อ จ. เพชรบูรณ์ ในขณะนั้น) ได้ต้นกาแฟรุ่นที่ 4 (F4) ซึ่งเมื่อกาแฟที่ให้ผลผลิตแล้วนำเมล็ดรุ่นที่ 5 (F5) แล้วปลูกเชื้อราสนิม นำต้นที่ไม่เป็นโรคไปปลูกที่ศูนย์วิจัยและส่งเสริมกาแฟอะราบิกาโครงการหลวงแม่หลอด จ.เชียงใหม่ และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงราย (สถานีทดลองเกษตรที่สูงวาวี จังหวัดเชียงราย ในขณะนั้น) แล้วผลผลิตที่ได้นำไปเพาะและปลูกเชื้อราสนิม ต้นที่ไม่เป็นโรคราสนิม (รุ่นที่ 6) F6 นำไปปลูกที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงราย ตั้งแต่ปี 2548

จากการศึกษานี้จึงได้นำเมล็ดมาเพาะและปลูกเชื้อราสนิมในปี 2553 และ 2554 พบว่าพันธุ์ที่คัดเลือกมาทดสอบ ได้แก่ 29/5 29/6 29/10 29/13 29/14 29/17 29/22 29/23 และ 29/24 ทุกพันธุ์ได้จากต้นแม่รุ่นที่ 5 เดียวกัน คือ H420/9 ML 2/8 KW 78 KK 106 ML 3/1 WW29 จึงเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยของผลผลิต และการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันมาก แต่มีความแตกต่างกับพันธุ์เปรียบเทียบกับ SJ133

Cortina *et al.* (2014) ในโคลอมเบียได้มีการพัฒนากาแฟอะราบิกาต้านทานโรคราสนิม โดยการผสมข้ามระหว่างพันธุ์ Caturra และพันธุ์อื่นที่มีความต้านทานโรคราสนิมที่สำคัญ คือ Hibrido de Timor โดยในปี 1980 ได้เผยแพร่พันธุ์ Colombia ซึ่งมีผลผลิตสูง คุณภาพการชิมดี ต้นเตี้ย ต้านทานโรคราสนิม ในปี 2000 ได้

เผยแพร่พันธุ์ Tabi ในปี 2005 ได้เผยแพร่พันธุ์ Castillo ซึ่งทั้งหมดมีต้นเดี่ยว ข้อสั้น เป็น derivative ของ Hibrido de Timor ทั้งหมด Noppakoonwong *et al.* (2014) กรมวิชาการเกษตรได้พัฒนาพันธุ์กาแฟ อะราบิกา ต้านทานโรคราสนิม ในปี 2550 ได้รับรองพันธุ์เชียงใหม่ 80 และได้เผยแพร่พันธุ์ในปี 2550 นั้น สถาบันวิจัยพืชสวน (2559) ได้ประเมินการยอมรับพันธุ์เชียงใหม่ 80 ของเกษตรกร พบว่าเกษตรกรมีการยอมรับพันธุ์ได้ดี

Braghini *et al.* (2014) ในบราซิลได้ปรับปรุงพันธุ์กาแฟอะราบิกา โดย progeny ที่ต้านทานโรคราสนิมจากพันธุ์ Catimor และ Sarchimore ได้แก่ Sarchimores x Catuai, Catuai x BA10, และ Icatu x Catuai โดยได้คัดเลือกในช่วงปี 2008-2013 โดยไม่ใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดโรคราสนิม คัดเลือกผลผลิตต่อเฮกตาร์ ผลผลิตต่อปี ความแข็งแรงของต้น การสุกแก่ของผล คุณภาพของสารกาแฟ พบว่าได้ 5 พันธุ์ลูกผสม ดังนี้ IAC 4520 (Icatu x Catuai), Obata IAC 1669-20, IAC H 13439-4 [Catuai Vermelho x (Catuai Vermelho x HT 832/1)], IAC 5158-2(Vila Sarchi x HT 832/2) และ IAC 4553 (Icatu x Catuai Vermelho) มีผลผลิตกาแฟกะลา (green bean) ดังนี้ 3,108, 3,030, 2,802, 2,746 และ 2,754 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าพันธุ์ IAC 5158-2 เป็นลูกผสมที่ได้จากการผสมของ Villa Sarchi กับลูกผสมของติมอร์ CIFIC 832/2 ได้ผลผลิตสูง 2,802 กิโลกรัม เมล็ดก็มีขนาดใหญ่และน้ำหนักดี (ขนาดเมล็ด ตะแกรง 19.1)

Nagai *et al.* (2014) ในฮาวายได้มีการปรับปรุงพันธุ์กาแฟเพื่อความเป็นเอกลักษณ์ของฮาวาย ซึ่งใช้พันธุ์ Kona มานานกว่า 20 ปีแล้ว และยังคงใช้จนถึงทุกวันนี้ โดยคงความเป็นเอกลักษณ์ในด้านคุณภาพกาแฟชนิดพิเศษ แต่เพื่อเป็นการพัฒนาพันธุ์ประกอบกับผู้ซื้อมีความต้องการหาพันธุ์ใหม่และความเป็นเอกลักษณ์ของรสและกลิ่นเฉพาะของกาแฟ ดังนั้นจึงได้ปรับปรุงพันธุ์ใหม่ มีการผสมพันธุ์ตั้งแต่ปี 1997 ในปี 1999 และ 2000 ได้พันธุ์ลูกผสมจำนวน 1500 ลูกผสมไปทดสอบที่ Kauai ในปี 2003-2005 จากการคัดเลือกผลผลิตและลักษณะคุณภาพต่างๆ รวมทั้งคุณภาพการชิม คัดเลือกลูกผสมได้ดังนี้ H99-153, H99-150 และ H99-160 โดยต้นที่ดีได้นำไปขยายพันธุ์โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (somatic embryo culture)

อุทัย และคณะ (2555) ได้วิจัยและพัฒนาพันธุ์กาแฟอะราบิกาโดยการผสมพันธุ์ คัดเลือกลูกผสมรุ่นที่ 1 (F1) จำนวน 17 สายต้น พบว่ามีความต้านทานโรคราสนิม ผลผลิตสูง เมล็ดมีขนาดใหญ่ คุณภาพการชิมระดับดี จำนวน 12 สายต้น โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ มีความต้านทานโรคราสนิม 100 เปอร์เซ็นต์ 5 สายต้นและต้านทานโรคราสนิม 99-99.75 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 7 สายต้น ส่วนอีกจำนวน 5 สายต้นที่เหลือมีความต้านทานโรคราสนิม และทนแล้ง ผลผลิตปานกลาง เมล็ดมีขนาดใหญ่ คุณภาพการชิมอยู่ในระดับดีมาก

ในการทดสอบพันธุ์กาแฟอะราบิกาที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่จะพบว่า

- 29/10 มีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดด้านความสูง ลำดับรองมาเป็นพันธุ์ 29/6 29/26 และ 29/5
- 29/6 มีอัตราการเจริญเติบโตเส้นรอบวงสูงสุด ลำดับรองมาเป็นพันธุ์ 29/24 และ 29/5
- 29/10 มีอัตราการเจริญเติบโตขนาดทรงพุ่มสูงสุด ลำดับรองมาเป็นพันธุ์ 29/14 และ 29/6

ส่วนลักษณะการเจริญเติบโต ด้านจำนวนข้อของลำต้น ความยาวข้อของลำต้น ความยาวระหว่างข้อของกิ่ง ความกว้างใบ และความยาวใบ พันธุ์ 29/10 มีความโดดเด่นในทุกรายการยกเว้นในรายการจำนวนข้อต่อลำต้นที่เป็นลำดับรองจากพันธุ์ 29/6 แต่ทุกพันธุ์ที่ทดสอบอยู่ในเกณฑ์การคัดเลือกที่กำหนด

พันธุ์ที่มีผลผลิตต่อต้นสูงตามลำดับ ได้แก่ 29/24, 29/10, 29/13, 29/23, 29/14, 29/5, 29/26 และ 29/6

ในเรื่องผลผลิตเฉลี่ย 4 ปี พบว่า

(1) พันธุ์ที่มีผลผลิตผลสดต่อต้นเฉลี่ย 4 ปีแรก ได้แก่พันธุ์ 29/13 มีผลผลิตเฉลี่ย 4 ปีแรกสูงสุด คือ 2.29 กิโลกรัมต่อต้น (ตารางที่ 5) ผลผลิตผลสดต่อไร่เฉลี่ย 4 ปีแรกคือพันธุ์ 29/24 มีผลผลิตผลสดต่อไร่เฉลี่ย 4 ปีแรก 1,593.96 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 8)

(2) น้ำหนักแห้งกะลาเฉลี่ยต่อต้นในช่วง 4 ปีที่ให้ผลผลิต พบว่าพันธุ์ที่ให้สูงสุดคือ 29/13 น้ำหนักแห้งกะลาต่อต้น 0.51 กิโลกรัมต่อต้น (ตารางที่ 6) น้ำหนักแห้งกะลาเฉลี่ยต่อไร่ พบว่าพันธุ์ที่สูงที่สุดคือ 29/24 น้ำหนักแห้งกะลาเฉลี่ยต่อไร่ 328.33 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 9)

(3) น้ำหนักแห้งสารกาแฟเฉลี่ยต่อต้น 4 ปีแรกของผลผลิตพบว่าพันธุ์ 29/13 มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งสารกาแฟต่อต้นสูงสุด คือ 0.41 กิโลกรัมต่อต้น (ตารางที่ 7) และน้ำหนักแห้งสารกาแฟต่อไร่เป็นพันธุ์ 29/24 คิดเป็น 262.66 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 10)

(4) สัดส่วนของน้ำหนักสดต่อน้ำหนักแห้งกะลาพบว่าไม่เกินเกณฑ์ 5:1 ในพันธุ์ทดสอบ ยกเว้นในพันธุ์เปรียบเทียบกับพบว่าในพันธุ์ 29/26 มีสัดส่วนของน้ำหนักสดต่อน้ำหนักแห้งกะลา 4.67 กิโลกรัมต่อน้ำหนักแห้งกะลา 1 กิโลกรัม ส่วนลำดับรองมา ได้แก่ พันธุ์ 29/23, 29/24, 29/13, 29/6, 29/10, 29/5 และ 29/14 มีสัดส่วนของน้ำหนักสดต่อน้ำหนักแห้งกะลา 4.62, 4.54, 4.47, 4.36, 4.32, 4.31 และ 4.11 ตามลำดับ

ปี 2560 พบว่าในพันธุ์ 29/5, 29/13, 29/14, 29/10, 29/6, 29/23, 29/26 และ 29/24 มีเปอร์เซ็นต์ต้นที่ไม่เป็นโรคตามลำดับ ดังนี้ 100.0, 97.92, 95.93, 93.94, 87.68, 85.11, 79.67 และ 72.22 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นได้ว่าในพันธุ์ 29/5 และ 29/13 มีเปอร์เซ็นต์ต้นที่ไม่เป็นโรคราสนิมมากกว่า 96 เปอร์เซ็นต์ แต่ในปี 2561 พบว่าพันธุ์ 29/5, 29/26, 29/23, 29/24, 29/13, 29/6, 29/10 และ 29/14 มีเปอร์เซ็นต์ต้นที่ไม่เป็นโรคตามลำดับ ดังนี้ 92.86, 91.40, 90.43, 88.37, 84.38, 79.35, 77.27 และ 66.67 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเปอร์เซ็นต์การไม่เป็นโรคต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ส่วนผลผลิตที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเชียงใหม่ พบว่า พันธุ์ที่ให้ผลผลิตน้ำหนักสดต่อต้นละต่อไร่ น้ำหนักแห้งกะลาต่อต้น และต่อไร่ สูงคือ พันธุ์ 29/10, 29/6, 29/14 และ 29/13 ผลวิเคราะห์ปริมาณคาเฟอีนและผลคุณภาพโดยรวมทางกายภาพและเคมี โดยพันธุ์ที่โดดเด่นที่สุดคือ พันธุ์ 29/13 ส่วนลำดับรองมา ได้แก่พันธุ์ 29/24 29/5 และ 29/6

Eskes and Leroy (2004) กล่าวว่าในการคัดเลือกพันธุ์กาแฟโดยกำหนดใช้เกณฑ์การคัดเลือก พืชที่ความแข็งแรงและการเจริญเติบโตได้ดี นั้น สามารถใช้ความแตกต่างของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของอายุกาแฟในปีที่ 1 และ 2 ซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตและพันธุ์กรรม ส่วนต้นอายุมากมักใช้การวัดความสูงและทรงพุ่ม ซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับผลผลิต อย่างไรก็ตามก็ไม่ใช่เกณฑ์หลักในการคัดเลือก เนื่องจากสัดส่วนของ ผลผลิตต่อความแข็งแรง (vigor) ในเรื่องของทรงพุ่มในกาแฟโรบัสตา พบว่าไม่มีความแตกต่างกันมาก (Leroy, 1993) ดังนั้น

ข้อมูลการเจริญเติบโตจะสามารถใช้เป็นข้อมูลประกอบในการพิจารณาคัดเลือกพันธุ์ต่อไป ซึ่งพบว่า การเจริญเติบโตของพันธุ์ที่ทดสอบส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดรวมทั้งพันธุ์เปรียบเทียบ

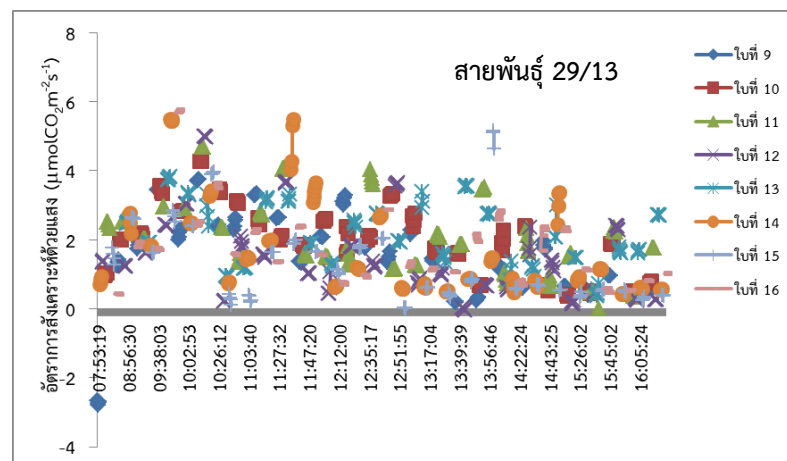
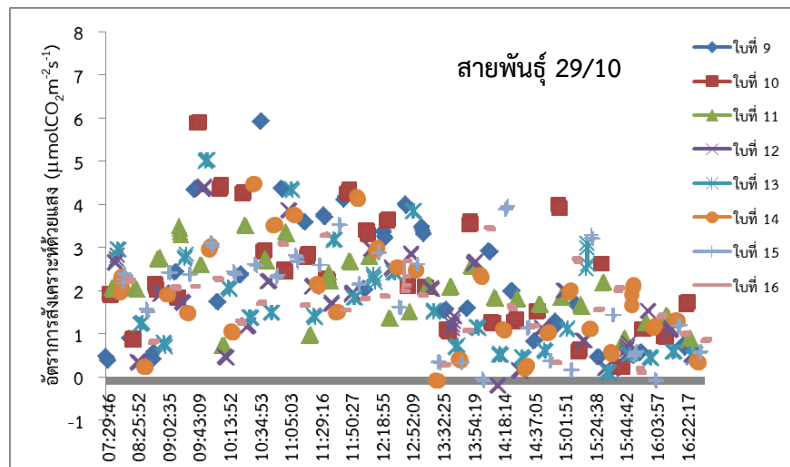
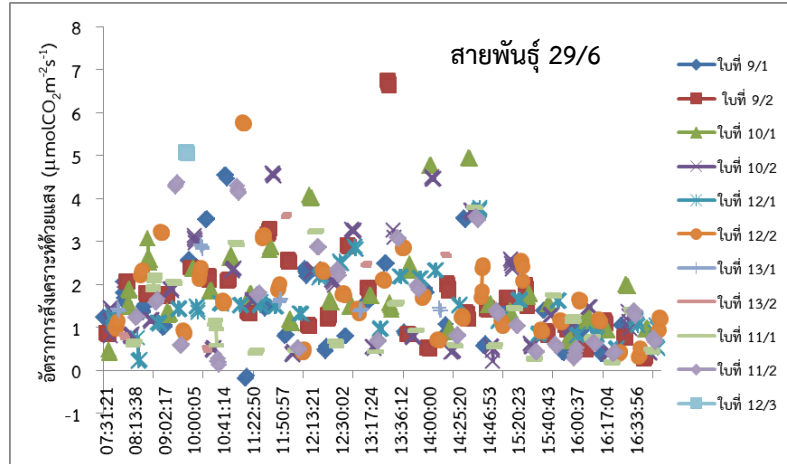
ดังนั้น จึงขอสรุปในการเลือกพันธุ์ที่มีแนวโน้มในการเสนอพันธุ์ดี ได้แก่พันธุ์ 29/13 29/6 29/10 เนื่องจากพันธุ์ทั้งสามมีผลผลิตสูง มีความต้านทานโรคในระดับหนึ่ง และลักษณะทรงต้นเป็นไปตามเกณฑ์ ซึ่งการต้านทานโรคราสนิมนั้น จากคำแนะนำของ Dr. Vitor Varzea ได้กล่าวไว้ว่า เนื่องจากในปัจจุบันราสนิมมีการพัฒนาเป็น race ใหม่หลาย race แล้ว การแนะนำพันธุ์ต้องแนะนำว่าสามารถปลูกได้ดีในสภาพแวดล้อมใด เป็นการแนะนำตามสภาพพื้นที่ที่ทำการทดลอง ว่าต้นพืชมีระดับความต้านทานในสภาพพื้นที่เฉพาะถิ่น ทั้งนี้หากปลูกร่วมมือกับการจัดการที่ดี โดยต้องปลูกในสภาพร่มเงา เพื่อลดความรุนแรงของโรค เพราะว่าการที่พบโรคนั้นอยู่ระดับไม่รุนแรง ใบไม่ร่วง ไม่กระทบผลผลิต เกษตรกรสามารถจะได้รับรายได้มากกว่าพันธุ์เดิมที่มีอยู่ ตลอดจนคุณภาพการชิม ทั้งสามพันธุ์ต่างอยู่ในระดับปานกลางเช่นเดียวกัน จึงการยอมรับเรื่องรสชาติและคุณภาพ เป็นการยอมรับได้ ทั้งนี้เนื่องจากผลงานการปรับปรุงพันธุ์กาแฟอะราบิกาเพื่อต้านทานโรคราสนิม ในปี 1920 ได้มีการออกพันธุ์ Kent เพื่อต้านทานโรคราสนิม แต่เมื่อเวลาผ่านไป 10 ปี พบว่าความต้านทานที่เกิดขึ้นต้านทานได้บาง race โดยมี gene SH3 เพียงตัวเดียว หลังจากนั้นได้มีการพัฒนาพันธุ์อีก โดยนำลูกผสมของ *C. arabica* กับ *C. liberica* ตามธรรมชาติที่ได้จากการคัดเลือกต้นที่ต้านทานโรค ในสายพันธุ์ S228 นำมาผสมกับ Kent ได้ลูกผสมเป็น S795 ซึ่งมีความต้านทานในระยะนั้น แต่ต่อมาจนกระทั่งในปี 1960 มีรายงานว่าเป็นโรคราสนิมแล้ว (Eskes and Leroy, 2004)

การศึกษาการสังเคราะห์ด้วยแสงในรอบวันของใบกาแฟพันธุ์ต่างๆ ของกาแฟสายพันธุ์ 29/6 29/10 และ 29/13 โดยใช้เครื่องวัดอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง รุ่น LI-6400 (Licor Inc., NB, U.S.A.) ดำเนินศึกษาในแปลงกาแฟที่มีมะคาเดเมียเป็นพืชร่วม ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอนหลวง) เดือนกุมภาพันธ์ 2560 ซึ่งเป็นช่วงกาแฟอยู่ในระยะพัฒนาผล โดยบันทึกข้อมูลทางสรีรวิทยาได้แก่ อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง การคายน้ำในรอบวันของใบกาแฟจำนวน 3 สายพันธุ์ได้แก่ 29/6 29/10 และ 29/13 โดยคัดเลือกใบที่มีความสมบูรณ์คู่ที่ 3-4 ที่ตำแหน่งต่างๆกระจายทั่วทรงพุ่มจำนวนต้นละ 8 ใบ ตั้งแต่เวลา 07.00 น.-16.00 น. ผลการศึกษาพบว่า

1. อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิของใบกาแฟในช่วงเวลากลางวัน

อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของใบกาแฟ 3 สายพันธุ์คือ 29/6 29/10 และ 29/13 มีการเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลากลางวันที่คล้ายคลึงกัน โดยช่วงเช้าเวลา 07.00-12.00 น. อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิจะเพิ่มสูงขึ้นและจะเพิ่มสูงสุดในช่วงเวลา 10.00-11.30 น. จากนั้นจึงลดลงใกล้เคียงศูนย์ในช่วงเวลา 13.30-16.30 น. (ภาพที่ 1) การกระจายของค่าอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของกาแฟแต่ละสายพันธุ์ในรอบวันมีสาเหตุมาจากหลายๆปัจจัย ได้แก่ ตำแหน่งใบ อายุใบ การรับแสงของใบในเรือนพุ่มในรอบวัน อุณหภูมิ โดยพบว่า สายพันธุ์ 29/6 มีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิของใบส่วนใหญ่สูงสุดในช่วงเวลา 10.00-14.00 น. พบว่าใบที่ 9/2 มีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิเท่ากับ $6.76 \mu\text{molCO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ และลดลงอย่างช้าๆในช่วงบ่าย ส่วนสายพันธุ์ 29/10 มีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิของใบส่วนใหญ่สูงสุดในช่วงเวลา 10.00-13.00 น. พบว่าใบที่ 9 มีอัตราการ

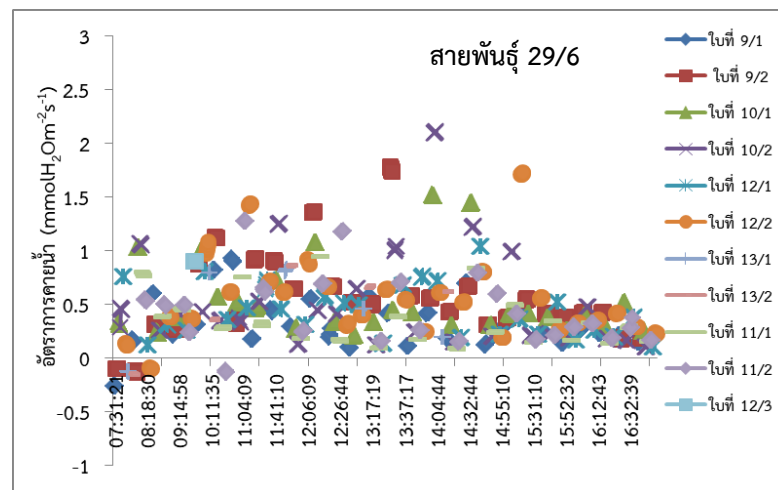
สังเคราะห์ด้วยแสงของใบสุทธิเท่ากับ $5.91 \mu\text{molCO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ และสายพันธุ์ 29/13 มีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิของใบส่วนใหญ่สูงสุดในช่วงเวลา 10.00-13.00 น. พบว่าใบที่ 16 มีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของใบสุทธิเท่ากับ $5.71 \mu\text{molCO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$

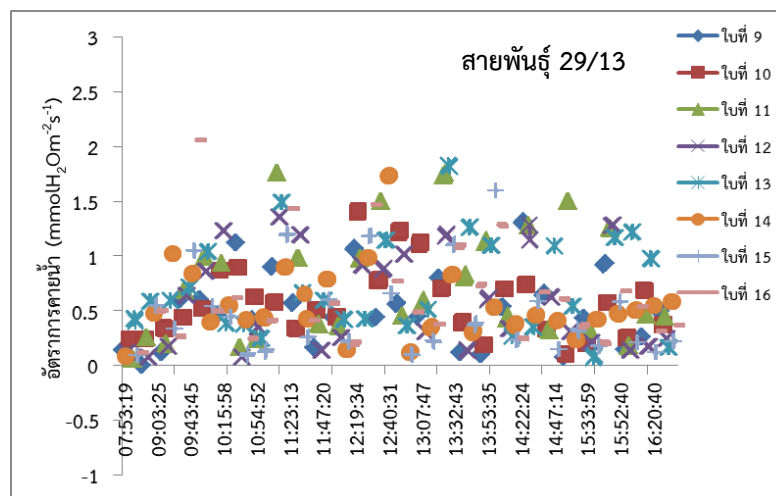
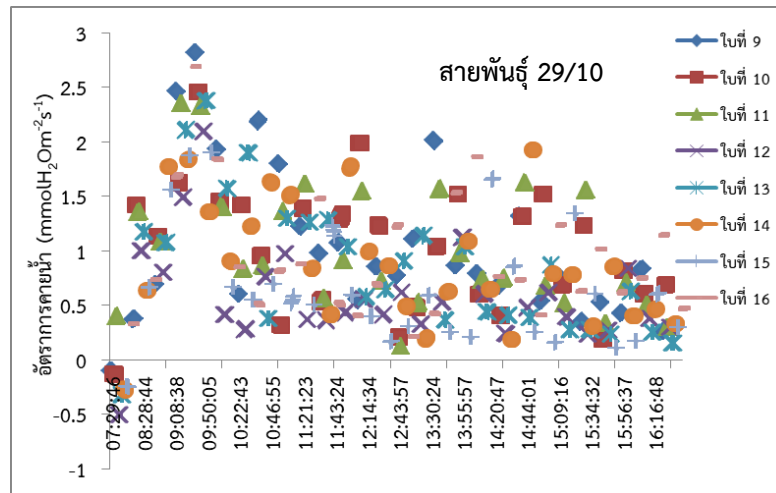


ภาพที่ 4 อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิในรอบวันของใบกาแฟสายพันธุ์ต่างๆ

2. อัตราการคายน้ำของใบกาแฟในช่วงเวลากลางวัน

อัตราการคายน้ำของใบกาแฟจะบ่งบอกถึงการใช้ น้ำของต้นกาแฟ โดย กาแฟทั้ง 3 สายพันธุ์มีการเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลากลางวันที่คล้ายคลึงกันกับอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของใบ ซึ่งการคายน้ำของใบกาแฟ จะเพิ่มขึ้นในช่วงเวลาเช้าประมาณ 08.00-12.00 น. ซึ่งจะเพิ่มขึ้นสูงที่สุดในช่วงเวลาประมาณ 12.00-14.00 น. และลดลงจนมีค่าใกล้เคียงศูนย์ในช่วงเวลาประมาณ 16.30 น. โดยความแปรปรวนของอัตราการคายน้ำของใบ กาแฟของทั้ง 3 สายพันธุ์ เป็นผลมาจากการรับแสงของใบที่ตำแหน่งต่างๆ เช่นในสายพันธุ์ 29/10 มีอัตราการคาย น้ำเพิ่มสูงสุดในช่วง 09.00-09.30 น. ส่งผลให้อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงและการคายน้ำของเรือนพุ่มเพิ่มขึ้นใน ช่วงเวลาดังกล่าว (ภาพที่) โดยพบว่ากาแฟสายพันธุ์ 29/10 มีอัตราการคายน้ำของใบที่ 9 สูงสุดในช่วงเวลา 09.40 น. คือ $2.82 \text{ mmolH}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ รองลงมาคือสายพันธุ์ 29/6และสายพันธุ์ 29/13 มีค่าเท่ากับ 2.09 และ $2.06 \text{ mmolH}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ตามลำดับ (ภาพที่ 2)

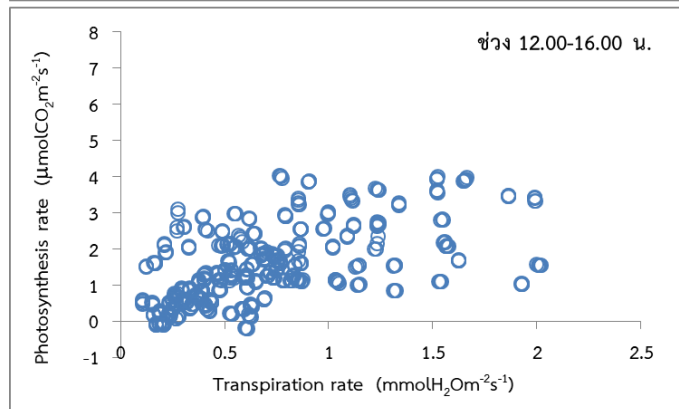
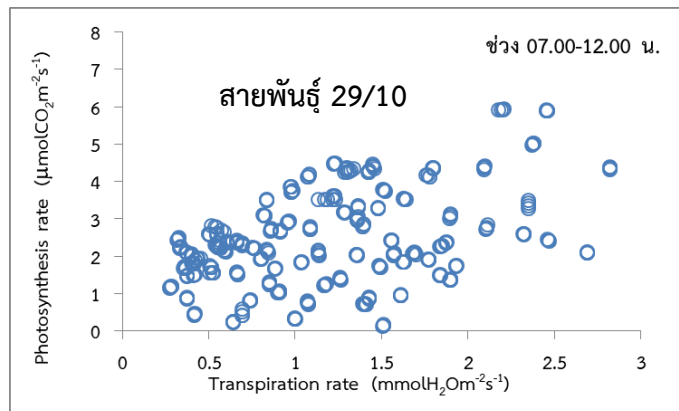
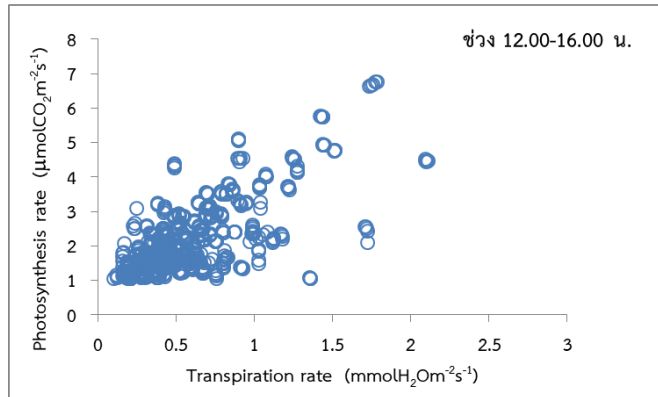
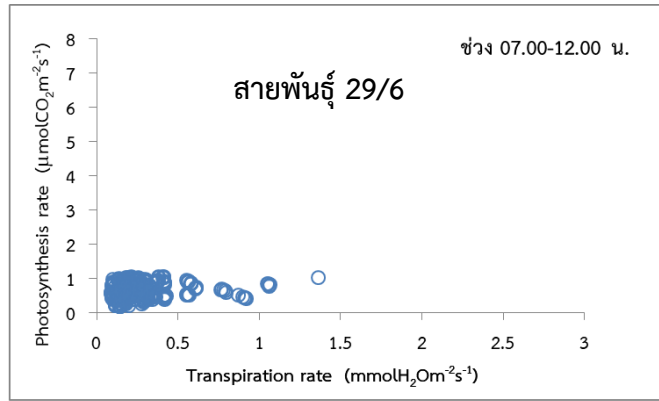


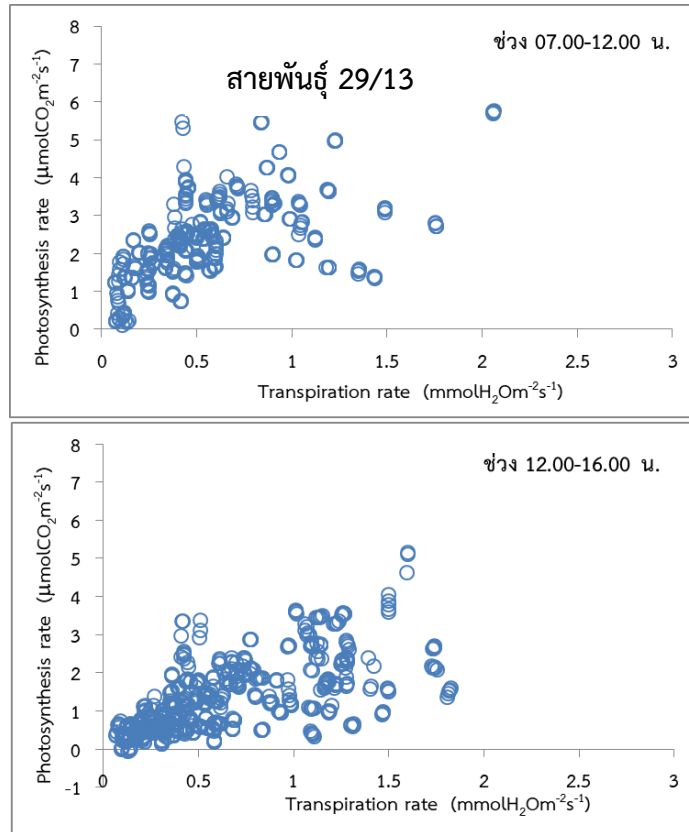


ภาพที่ 5 อัตราการคายน้ำในรอบวันของใบกาแพสายพันธุ์ต่างๆ

3. ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิและอัตราการคายน้ำของใบกาแพในช่วงเวลา กลางวัน

ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงอัตราการคายน้ำของใบกาแพทั้ง 3 สายพันธุ์มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกคือ เมื่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงเพิ่มขึ้นอัตราการคายน้ำจะเพิ่มตาม โดยระดับของความสัมพันธ์ดังกล่าวจะแตกต่างกันในช่วงเช้าและช่วงบ่าย เนื่องจากความแตกต่างของความชื้นสัมพัทธ์ (RH) และอุณหภูมิอากาศซึ่งมีอิทธิพลโดยตรงต่ออัตราการคายน้ำ โดยในช่วงบ่ายความชื้นสัมพัทธ์น้อยกว่าและอุณหภูมิอากาศสูงกว่าในช่วงเช้า จึงทำให้อัตราการคายน้ำในช่วงบ่ายมีค่ามากกว่า เมื่อเปรียบเทียบที่ระดับที่มีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงเท่ากัน (ภาพที่ 3)

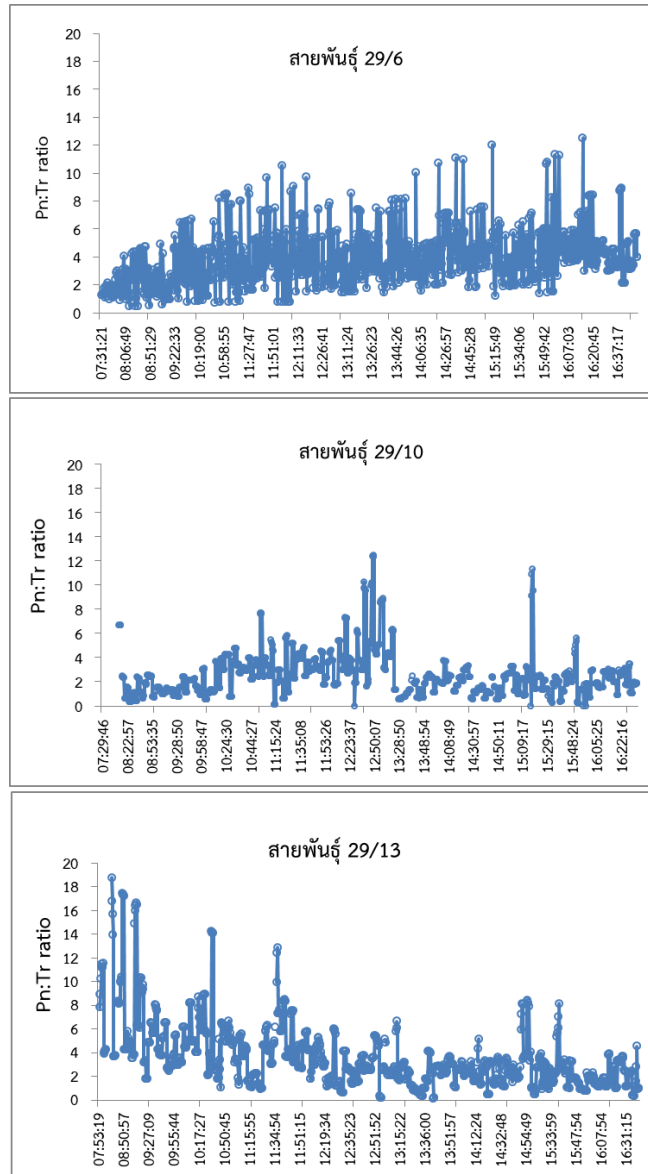




ภาพที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงและอัตราการคายน้ำของใบกาแฟพันธุ์ต่างๆ

4. ประสิทธิภาพการใช้น้ำในการสังเคราะห์ด้วยแสงของใบกาแฟในช่วงเวลา 07.00-16.00 น.

จากภาพที่ 7 แสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพการใช้น้ำในการสังเคราะห์ด้วยแสงของใบอ้อยทั้ง 3 มีความแตกต่างกัน โดยสายพันธุ์ 29/6 และ 29/10 จะมีการเปลี่ยนแปลงในรอบวันที่คล้ายกัน โดยจะมีค่าต่ำสุดในช่วงเวลาประมาณ 07.00-08.00 น. และจะเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆจนถึงเวลาประมาณ 16.30 น. โดยพบว่าในช่วงเวลา 07.30-09.30 น. สายพันธุ์ 29/3 เป็นช่วงที่มีการสังเคราะห์ด้วยแสงและคายน้ำของเรือนฟุ่มสูงที่สุด (ใช้น้ำในปริมาณน้อยกว่าในการตรึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ปริมาณเท่ากัน) และพบว่าประสิทธิภาพการใช้น้ำในสายพันธุ์ 29/10 และ 29/13 จะลดต่ำลงในช่วง 13.30-16.30 น. (ภาพที่ 4)

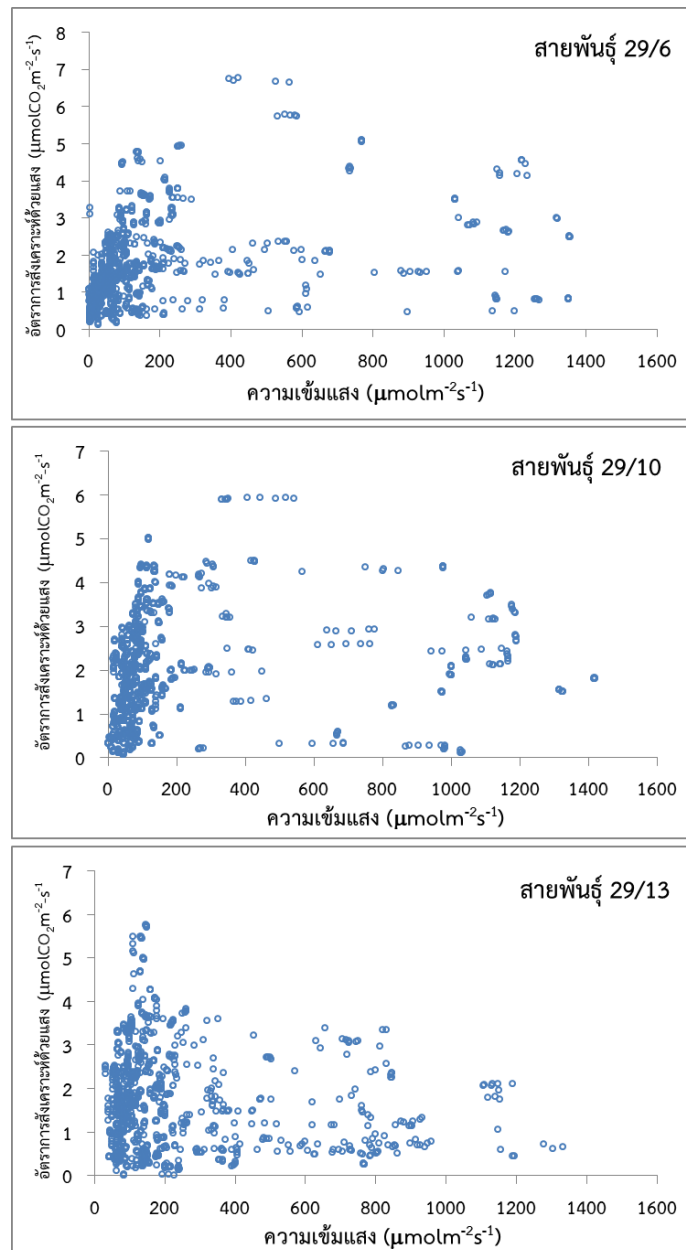


ภาพที่ 7 อัตราส่วนระหว่างอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงและอัตราการคายน้ำของใบกาแฟพันธุ์ต่างๆ (Pn:Tr ratio) ในรอบวัน

5. การตอบสนองต่อแสงของการสังเคราะห์ด้วยแสงของใบกาแฟพันธุ์ต่างๆ

จากภาพที่ 5 แสดงให้เห็นว่าการตอบสนองต่อแสงของการสังเคราะห์ด้วยแสงของใบกาแฟทั้ง 3 สายพันธุ์ มีรูปแบบที่คล้ายคลึงกันคือ มีการตอบสนองต่อแสงในทางบวกและมีลักษณะเข้าสู่ระยะอิ่มตัวที่ความเข้มแสงสูงมาก เมื่อความเข้มของแสงเพิ่มขึ้นอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของใบกาแฟจะเพิ่มตาม แต่เมื่อถึงจุดหนึ่งหากเพิ่มความเข้มแสงขึ้นไปอีก อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของใบก็จะไม่เพิ่มแต่อย่างใด โดยพบว่า ใบของทั้ง 3 สายพันธุ์ ส่วนใหญ่จะตอบสนองได้ดีในช่วงที่แสงต่ำกว่า $200 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ เนื่องจากใบส่วนใหญ่อยู่ในสภาพที่มีร่มเงาหรือมี

แสงจำกัดทำให้ใบปรับตัวให้สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้ดีในสภาพที่มีแสงต่ำ และใบบางส่วนที่ได้รับแสงเต็มที่จะมีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสูงขึ้นตามความเข้มแสงที่เพิ่ม (ภาพที่ 5)

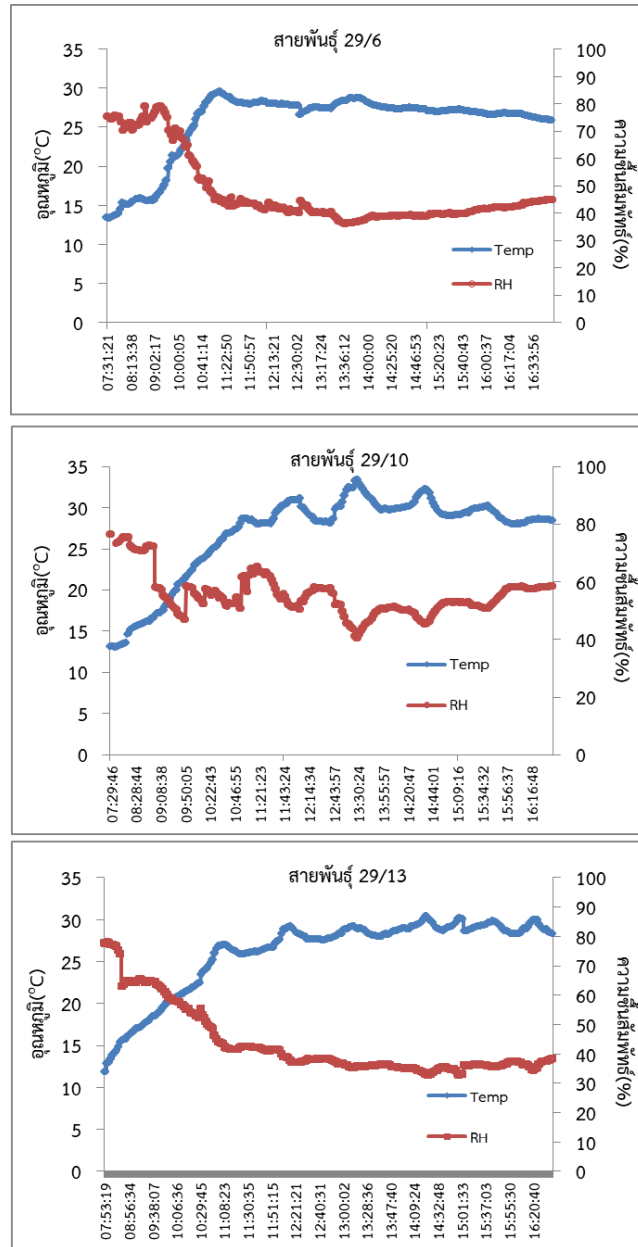


ภาพที่ 8 การตอบสนองต่อแสงของการสังเคราะห์ด้วยแสงของใบกาแฟ 3 สายพันธุ์

6. อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของแปลงกาแฟในช่วงเวลา 07.00-16.00 น.

อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในรอบวันของใบกาแฟทั้ง 3 สายพันธุ์ได้รับมีการเปลี่ยนแปลงที่คล้ายคลึงกัน โดยจะมีอุณหภูมิต่ำสุดในช่วงเช้าและเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในช่วง 07.30-11.00 น. และจะเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยในช่วง 11.30-16.30 น. ส่วนความชื้นสัมพัทธ์นั้นจะมีค่าสูงในช่วงเช้าเวลา 07.30 และลดลง

อย่างต่อเนื่องจนถึงเวลา 11.30 น. และมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยในช่วง 11.30-16.30 น. โดยพบว่า สายพันธุ์ 29/13 ได้รับอุณหภูมิต่ำสุดในช่วงเช้า คือ 11.9 องศาเซลเซียส รองลงมาคือ สายพันธุ์ 29/10 และ 29/6 เท่ากับ 13.0 และ 13.3 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และทั้ง 3 สายพันธุ์ได้รับอุณหภูมิสูงสุดในช่วง 13.00-14.30 น. (ตารางที่ 1) และมีความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดในช่วงเช้าและลดต่ำลงในช่วง 13.00-14.30 น.



ภาพที่ 9 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในรอบวันของกาแฟ 3 สายพันธุ์

ตารางที่ 26 ข้อมูลสภาพแวดล้อมที่ต้นกาแฟแต่ละพันธุ์ได้รับในรอบวัน

สายพันธุ์	อุณหภูมิ (เซลเซียส)			ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)		
	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย
29/6	13.3	29.5	25.5	36.0	79.2	47.4
29/10	13.0	33.4	26.9	40.5	76.6	55.2
29/13	11.9	30.4	26.0	32.7	77.9	43.3

ทั้งนี้การศึกษาดังกล่าวเป็นการศึกษาในเบื้องต้นที่ทำให้ทราบว่า การแสดงออกทางสรีรวิทยาของใบกาแพ มีความแตกต่างกันระหว่างสายพันธุ์ในช่วงพัฒนาผล โดยน่าจะเป็นผลมาจากความแตกต่างของอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง และการรับแสงของใบกาแพที่เป็นผลมาจากพีชรมเงาคือมะคะคาเดเมีย ส่วนการคายน้ำและประสิทธิภาพการใช้น้ำของกาแพแต่ละสายพันธุ์จะใกล้เคียงกัน กาแพสายพันธุ์ที่มีความสามารถในการสังเคราะห์ด้วยแสงของใบมากจะสูญเสียน้ำโดยการคายน้ำมากด้วย โดยสัดส่วนของการสูญเสียน้ำต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง หรือประสิทธิภาพการใช้น้ำในการสังเคราะห์ด้วยแสงที่ใกล้เคียงกัน ในการศึกษาดังกล่าวเป็นเพียงการศึกษาเบื้องต้นในช่วงการเจริญเติบโตเพียงช่วงเดียวคือ ช่วงพัฒนาผลของกาแพ จึงควรจะมีการศึกษาเพิ่มเติมในด้านสรีรวิทยาในระยะเวลาเจริญเติบโตต่างๆ การตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมต่างๆ เช่น การตอบสนองต่อความชื้นในดิน เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้ในการพิจารณาเพื่อคัดเลือกพันธุ์กาแพอะราบิกาและการจัดการแปลงปลูก ที่เหมาะสมต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ :

จากพันธุ์ที่นำมาศึกษาทดลองนั้น ที่มาพันธุ์ได้จาก CIFIC โดยนายอาภรณ์ ธรรมเขต ได้รับพันธุ์ H420/9 ซึ่งได้จากการผสมพันธุ์ระหว่าง Mundo Novo x HDT 26/14 ใน รุ่น F2 นำมาปลูกที่พื้นที่ศูนย์วิจัยและส่งเสริมกาแพอะราบิกาโครงการหลวงแม่หลอด จ.เชียงใหม่ โดยนายอาภรณ์ ธรรมเขต และได้นำรุ่น F3 ไปปลูกรวบรวมไว้ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่และศูนย์วิจัยพัฒนาการเกษตรที่สูงเชียงราย ซึ่งต้นที่นำมาศึกษานำมาจากแปลงศูนย์วิจัยพัฒนาการเกษตรที่สูงเชียงราย ต้นที่คัดเลือกจากการปลูกเชื้อโรคราสนิมนั้นคือ

H420/9 ML 3/1-106 WW 29/5 H420/9 ML 3/1-106 WW 29/6

H420/9 ML 3/1-106 WW 29/10 H420/9 ML 3/1-106 WW 29/13

H420/9 ML 3/1-106 WW 29/14 H420/9 ML 3/1-106 WW 29/17

H420/9 ML 3/1-106 WW 29/22 H420/9 ML 3/1-106 WW 29/23

H420/9 ML 3/1-106 WW 29/24 H420/9 ML 3/1-106 WW 29/26

จะเห็นได้ว่าในพันธุ์ต่างๆ จากการทดสอบในแปลงทุกพันธุ์ต่างก็มีความต้านทานต่อโรคราสนิมมากกว่า 96 เปอร์เซ็นต์ในช่วงปี 58-60 ในแปลงศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ และแปลงศูนย์วิจัยพัฒนาการเกษตรที่สูงเชียงราย แต่ในปี 2561 พบว่ามีเปอร์เซ็นต์การต้านทานโรคลดลงทุกแปลง ทั้งอาจเป็นผลกระทบจากเชื้อสาเหตุโรคราสนิม อาจมีการพัฒนาเพิ่ม race ทำให้การแสดงออกของยีนในการต้านทานโรคจึงลดลง ยีนใน อะราบิกาที่พบ

ในการต้านทานโรค ได้แก่ SH1, SH2, SH3, SH4, SH5, SH6, SH7, SH8 และ SH9 ซึ่งหากพันธุ์ใดมียีนที่ต้านทานโรคหลายตัว จะทำให้มีระยะเวลาต้านทานโรคได้นานกว่า เช่น ใน Hibrido de Timor 832/1 มี ยีน SH6, SH7, SH8 และ SH9 ใน Hibrido de Timor 832/2 มียีน SH6

ดังนั้น ในการพัฒนาพันธุ์กาแฟอาราบิก้าเพื่อต้านทานโรคราสนิมนั้น ต้องใช้เทคโนโลยีในการดูแลรักษาควบคู่กันไปด้วย คือการปลูกกาแฟภายใต้ร่มเงา เนื่องจากร่มเงาจะช่วยให้พืชมีความแข็งแรง ปากใบเปิดได้นานขึ้น ประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงมีประสิทธิภาพมากกว่า โดยร่วมกับการดูแลใส่ปุ๋ยให้น้ำตามระยะการเจริญเติบโต ดังนั้นจากการทดลองนี้จึงขอสรุปว่า

(1) พันธุ์ 29/13 เนื่องจากมีผลผลิตสูงและมากกว่าค่าเฉลี่ย และมีความต้านทานโรคนานกลาง เกษตรกรจะได้ผลผลิตมากกว่า เนื่องจากระดับความรุนแรงของโรคต่ำ ทั้งนี้ในการแนะนำควรปลูกภายใต้ร่มเงา เพื่อให้ผลผลิตมีคุณภาพดี และมีระดับความทนทานของโรค ประกอบด้วยองค์ประกอบทางกายภาพที่มีค่าความสว่าง (L*) สูงสุด ประมาณ 46.46 มีค่าความชอบสูง

(2) พันธุ์ 29/6 เนื่องจากมีผลผลิตสูงและมากกว่าค่าเฉลี่ย และมีความต้านทานโรคนานกลาง เกษตรกรจะได้ผลผลิตมากกว่า เนื่องจากระดับความรุนแรงของโรคต่ำ ทั้งนี้ในการแนะนำควรปลูกภายใต้ร่มเงา เพื่อให้ผลผลิตมีคุณภาพดี และมีระดับความทนทานของโรค ประกอบด้วยองค์ประกอบทางกายภาพที่มีค่าความสว่าง (L*) ประมาณ 44.33 มีค่าความชอบปานกลาง

ทั้งนี้ได้นำตัวอย่างไปทดสอบคุณภาพที่ Acaemia do Café, Lisboa ประเทศโปรตุเกส พบว่า พันธุ์ 29/6, 29/13 ได้คะแนนการประเมิน 78 และ 79 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง ส่วนรสชาติและกลิ่น นั้น พันธุ์ 29/6 : Fragrance of caramel, Nutty aroma, Sweet and mild flavor พันธุ์ 29/13 : Fragrance of sweet spices like clove, Spicy aroma, Mild acidity



ภาพที่ 10 พันธุ์กาแฟอะราบิกา 29/13 และ 29/6

ทั้งนี้ Varzea (2005) กล่าวว่าในการปรับปรุงพันธุ์กาแฟเพื่อด้านทานโรคราสนิมมักประสบปัญหา 1) การขาดข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับความรุนแรงของเชื้อราในท้องถิ่น 2) ความยากลำบากในการแยกแยะพืชที่มีสเปกตรัมความต้านทานสูงจากพืชกาแฟที่มีสเปกตรัมความต้านทานต่ำเมื่อประชากรกาแฟต้านทานต้องเผชิญกับการเกิดราสนิมในท้องถิ่น ส่วนใหญ่กาแฟที่มีผลผลิตสูงและลักษณะทางการเกษตรดี มักมีความต้านทานโรคราสนิมต่ำ (มียืนด้านทานต่ำ) low spectra ดังนั้นโอกาสความเป็นไปได้ที่ต้นกาแฟจะสูญเสียยืนที่มีความต้านทานโรคราสนิมมากขึ้นสูง และ 3) ความยากในการจำแนกแยกแยะความแตกต่างจากต้นกาแฟที่ต้านทานต่อโรคราสนิม แล้วมีการเกิดโรคราสนิมอีกครั้งโดยการเกิดจาก races ชนิดใหม่ ทั้งนี้จากคำแนะนำของ Dr. Vitor Varzea (2552.; ติดต่อบุคคล) ควรออกคำแนะนำพันธุ์เฉพาะพื้นที่ เนื่องจากในปัจจุบันการพัฒนาของเชื้อราสนิมในไทยได้มีการพัฒนา races ไปมากกว่าที่เคยพบ และพันธุ์ที่สามารถทนทาน (durable resistance) ได้ในสภาพแวดล้อมนั้น จะมีความทนทานต่อ races ในเฉพาะพื้นที่นั้นๆ เนื่องจากสภาพพื้นที่มีความแตกต่างกันทั้งด้านนิเวศวิทยาภูมิประเทศ ดังนั้นพันธุ์ที่เหมาะสมในแต่ละสภาพพื้นที่ อาจจะไม่เหมาะสมแตกต่างกัน จึงควรคำนึงถึงความเหมาะสมในการเลือกพันธุ์ เพื่อแนะนำเกษตรกรในแต่ละพื้นที่

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. กรมวิชาการเกษตรสามารถกระจายพันธุ์ให้แก่เกษตรกรได้ในปี 2562 โดยมุ่งเป้าที่เกษตรกรเครือข่ายและพื้นที่ในโครงการพระราชดำริเกษตรกรในการที่ผลผลิตเสียหายจากการเข้าทำลายของโรคราสนิม และกระจายพันธุ์ให้เกษตรกรได้รับพันธุ์กาแฟอะราบิกาใหม่ กลุ่มเป้าหมายคือ เกษตรกรในเครือข่ายโครงการพระราชดำริ ของศูนย์บริการและพัฒนาลุ่มน้ำปาย ตามพระราชดำริและ ศูนย์บริการและพัฒนาปางตองตามพระราชดำริ เกษตรกรพื้นที่บ้านปางตอง บ้านร่วมไทย บ้านรักไทย บ้านหนองเขียว บ้านห้วยไม้ดำ ห้วยฮ้อเมือง บ้านแม่ฮ้อ อ.ปาย บ้านปางคอง บ้านน้ำริน อ.ปางมะผ้า และบ้านห้วยหอม อ.แม่ลาน้อย จ.แม่ฮ่องสอน เกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย และน่าน พร้อมการถ่ายทอดเทคโนโลยีการดูแลรักษาเพื่อความยั่งยืนของการปลูกกาแฟ เนื่องจากพื้นที่เป้าหมายเป็นพื้นที่สูง พื้นที่อนุรักษ์ต้นน้ำ โดยสนับสนุนให้ปลูกกาแฟร่วมกับพืชป่าในพื้นที่ ทั้งนี้หากปลูกสภาพพร้อมแล้ว จะทำให้ได้กาแฟอะราบิกาที่มีคุณภาพ ตลอดจนสามารถสนับสนุนในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ โดยมีความสอดคล้องกับยุทธศาสตร์กาแฟ (2560-2564)

2. นอกจากนี้แล้วต้นพันธุ์ที่คัดเลือกสามารถใช้เป็นฐานพันธุ์กรรมในการปรับปรุงพันธุ์ เนื่องจากเป็นพันธุ์ H420/9 ซึ่งได้จากลูกผสม Mundo Novo ซึ่งมียืน SH₅ มาผสมกับ H.W. 26/14 ซึ่งมียืนด้านทานโรคราสนิม ได้แก่ SH₆ SH₇ SH₈ SH₉ (Bettencourt, 1981) จึงสามารถใช้เป็นฐานพันธุ์กรรมในการปรับปรุงพันธุ์ต่อไปได้ จาก

งานทดลองนี้ 29/5 พบว่ายังมีความต้านทานโรคบ้าง แต่เนื่องจากว่าผลผลิตเมื่อเทียบกับ พันธุ์ 29/13 29/6 ยังน้อยกว่า จึงเป็นแหล่งพันธุ์กรรมที่สามารถนำมาใช้ปรับปรุงพันธุ์ต่อได้

11. คำขอบคุณ (ถ้ามี) : -

12. เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2556. **พืชสวนพันธุ์ดี กรมวิชาการเกษตร (เล่ม 3)**. สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร, ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. กรุงเทพฯ. 101 หน้า.

สถาบันวิจัยพืชสวน. 2559. **รายงานโครงการวิจัยประเมินผลการใช้เทคโนโลยีการเกษตรด้านพันธุ์พืชสวน**. กรมวิชาการเกษตร. 210 หน้า.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2561. **รายงานสถานการณ์กาแฟปี 2561. อ้างใน รายงานการประชุม คณะทำงานพืชกาแฟ ครั้งที่ 2/2561 วันที่ 2 เมษายน 2561. หน้า 3-7.**

อาภรณ์ ธรรมเขต. 2527. ประวัติความเป็นมาของพันธุ์กาแฟอะราบิกาคาร์ติมอร์. **วารสารวิชาการเกษตร** 2 (3): 229-232.

_____. 2528. พันธุ์กาแฟอะราบิกาในประเทศไทย. **วารสารวิชาการเกษตร**. 3: 128-136.

อาภรณ์ ธรรมเขต และ ศุภชัย ลีจียรจำเนียร. 2524. การปลูกเชื้อราสนิมบนกล้ากาแฟอะราบิกา. **ข่าวสารโรคพืช**. 1 (4): 1-3.

_____ และ _____. 2533. การคัดเลือกกลุ่มสมกาแฟอะราบิกาที่ต้านทานต่อโรคราสนิม. น. 74-81. ใน **เอกสารประกอบการประชุมสัมมนาวิชาการ ปัญหาโรคพืช กองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ วันที่ 13-14 กันยายน 2533.**

อุทัย นพคุณวงศ์, มานพ หาญเทวี, สนอง จรินทร์, สากล มีสุข, ศิริพร หัสสร้างสี และ ฉัตรดนภา ช่มอาวุธ. 2555. **รายงานวิจัยและพัฒนาการวิจัยการเกษตร ฉบับสมบูรณ์ โครงการวิจัยและปรับปรุงพันธุ์กาแฟอะราบิกาโดยวิธีการผสมพันธุ์**. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. โดยทุนวิจัย สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) 179 หน้า.

- Bettencourt, A. J. 1981. **Melhoramento genético do cafeeiro: transferência de factores de resistência à *Hemileia vastatrix* Berk. and Br. para as principais cultivares de *Coffea arabica* L.** Lisboa: Junta de Investigações Científicas do ULTRAMAR/Centro de Investigação das Ferrugens do cafeeiro, Oeiras, 93 p.
- Braghini, M. T., L.C. Fazuoli, C. Luiz, J.C. Mistro, C. Júlio and P.B. Paulo. 2014. Evaluation and Selection of *Coffea Arabica* Progenies Resistance to Coffee Leaf Rust in Mococa, SP, Brazil. p.168. *In The 25th International Conference on Coffee Science*. September 8-13, 2014. Armenia, Colombia.
- Cortina, H., P. Moncada and J. Cardenas. 2014. Development and Adoption of Improved Varieties of Coffee with Resistance to Leaf Rust (*Hemileia vastatrix*) in Colombia. pp. 62-63. *In The 25th International Conference on Coffee Science*. September 8-13, 2014. Armenia, Colombia.
- Carvalho, A. 1988. Principles and practice of coffee plant breeding for productivity and quality factors: *Coffea arabica*. In: Fewerda, F. P., Wit, F., eds. **Coffee: Agronomy**. London: Elsevier Applied Science; 4:129–165.
- Eskes, A.B. and Th. Leroy. 2004. Coffee Selection and Breeding. pp. 57-86. In: **Coffee: Growing, Processing, Sustainable Production**. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, Federal Republic of Germany.
- Griswold, A. 2014. ***Hemileia vastatrix* turned the Brits off coffee. Could it do the same to the rest of the world?** Available Source: http://www.slate.com/articles/technology/technology/2014/06/coffee_leaf_rust_outbreak_it_s_devastating_coffee_plants_around_the_world.html. November 1, 2015.
- Kushalappa, A.C. and Eskes, A.B. 1989. Advances in Coffee Rust Research. **Annual Review Phytopathology**. 27: 503-531.
- Monaco, Lourival. 1977. **Consequences of the introduction of coffee rust into Brazil.** *Annals of the New York Academy of Sciences*. 287 (1): 57-71.

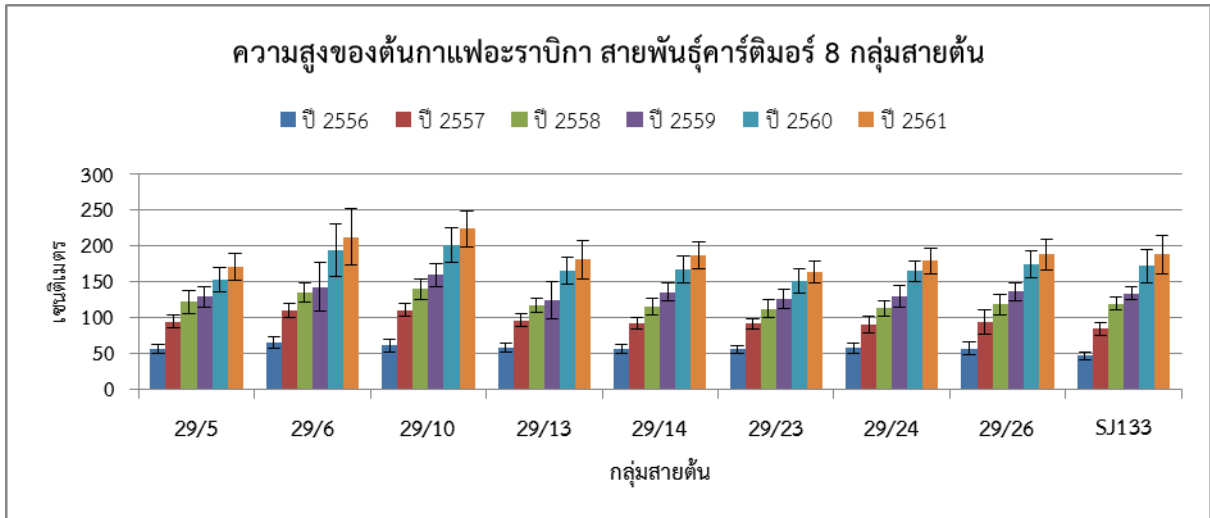
Nagai, C., R. Heinig, S. Aoki, T. Greenwell, P. Miranda and G. William. 2014. New Coffee Cultivars for Hawaii with High Cupping Quality using Mokka Hybrids. p. 212. *In The 25th International Conference on Coffee Science*. September 8-13, 2014. Armenia, Colombia.

Noppakoonwong, U., C. Khomarwut, M. Hanthevee, S. Jarintorn, S. Hassarungsee, S. Meesuk, Ch. Downruang, P. Naka, S. Lertwatanakiat, K. Sattawut, A.P. Pereier, M.C. Silva and V.M.P. Varzea. 2014. Research and Development of Arabica Coffee in Thailand. pp. 101-102. *In The 25th International Conference on Coffee Science*. September 8-13, 2014. Armenia, Colombia.

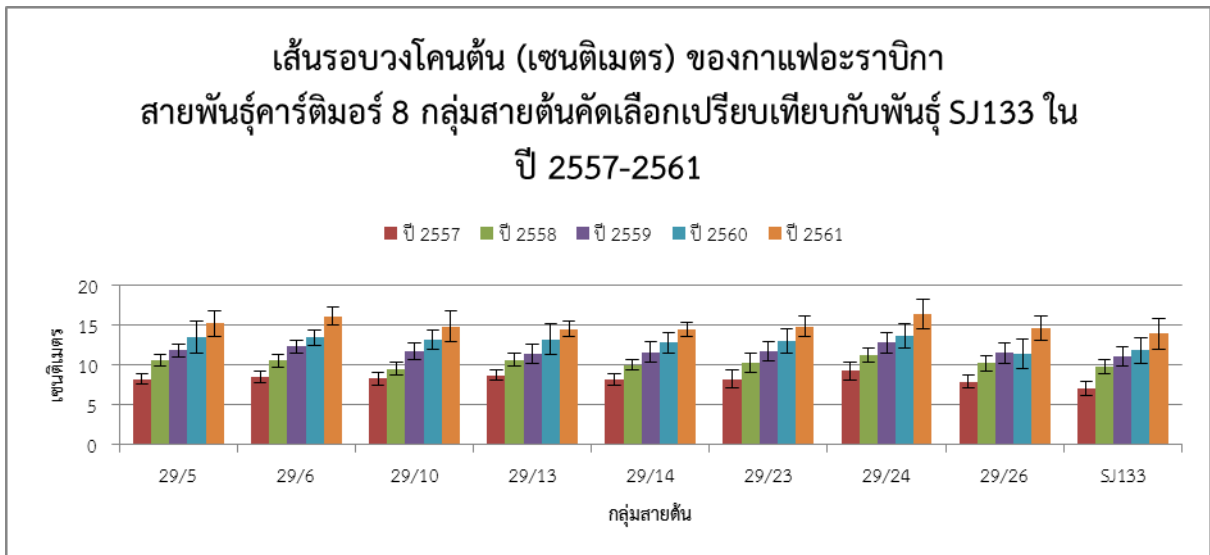
Rodrigues Jr, C.J., A.J. Bettercourt and L. Rijo. 1975. Race of pathogen and resistance to coffee rust. *Annual Review of Phytopathology*. 13: 49-70.

Várzea, V. M. P. and D.V. Marques. 2005. Population variability of *Hemileia vastatrix* vs. coffee durable resistance. pp. 53-74. In *Durable resistance to coffee leaf rust*. L. Zambolim, E. M. Zambolim and V. M. P. Várzea, eds. University of Viçosa, UFV, DEP.

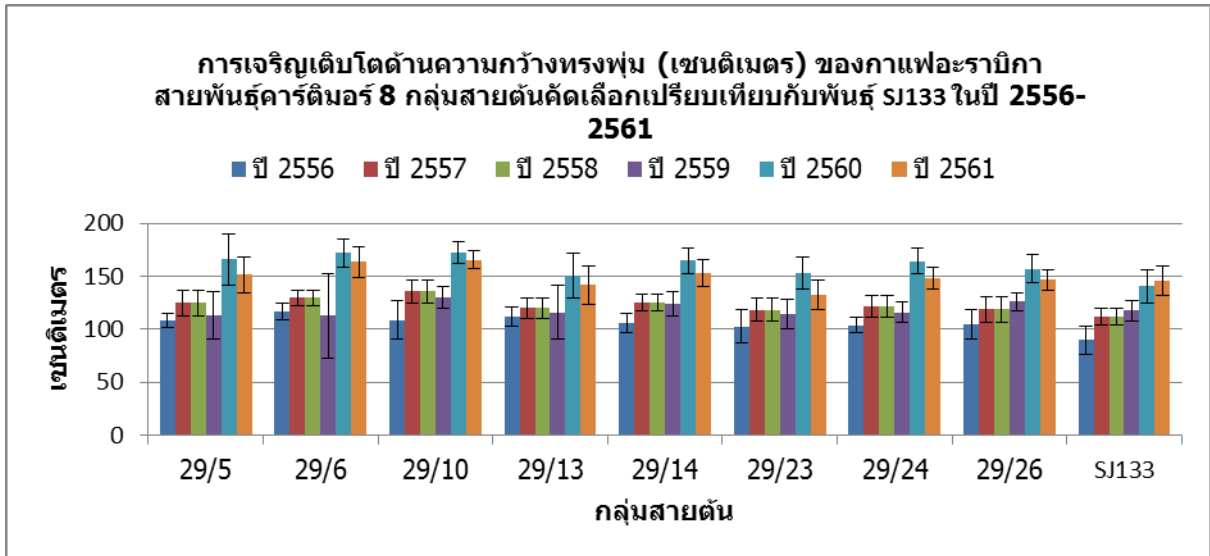
ภาคผนวก



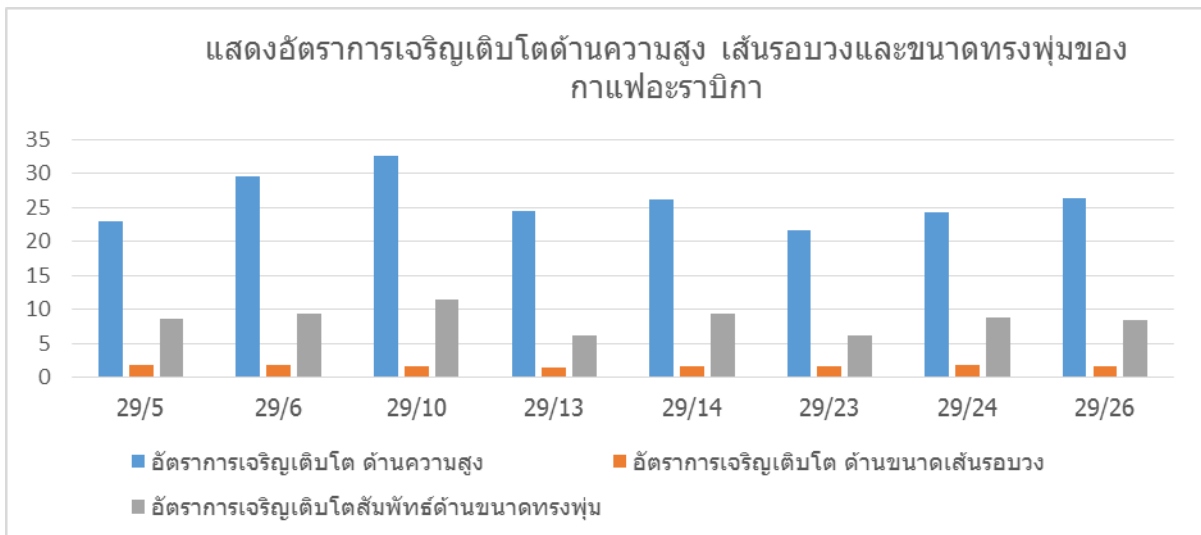
ภาพผนวกที่ 1 แสดงการเจริญเติบโตด้านความสูง (เซนติเมตร) ของกาแฟอะราบิกาสายพันธุ์คาร์ติมอร์ 8 กลุ่มสายต้นคัดเลือก เปรียบเทียบกับพันธุ์ SJ133 ในปี 2556-2561



ภาพผนวกที่ 2 แสดงการเจริญเติบโตด้านเส้นรอบวงโคนต้น (เซนติเมตร) ของกาแฟอะราบิกาสายพันธุ์คาร์ติมอร์ 8 กลุ่มสายต้นคัดเลือก เปรียบเทียบกับพันธุ์ SJ133 ในปี 2557-2561



ภาพผนวกที่ 3 แสดงการเจริญเติบโตด้านความทรงพุ่ม (เซนติเมตร) ของกาแฟอะราบิกาสายพันธุ์คาร์ติมอร์ 8 กลุ่มสายต้นคัดเลือก เปรียบเทียบกับพันธุ์ SJ133 ในปี 2556-2561



ภาพผนวกที่ 4 อัตราการเจริญเติบโตด้านความสูง ขนาดเส้นรอบวงและขนาดทรงพุ่มของกาแฟอะราบิกาสายพันธุ์คาร์ติมอร์ต้านทานโรคราสนิม ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอนหลวง)

