

บทที่ 4

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

กิจกรรมที่ 1 ทดสอบและคัดเลือกสายพันธุ์กาแฟเพื่อรักษาคุณภาพของโครงการหลวง

1.1 ศึกษาและคัดเลือกสายพันธุ์กาแฟคุณภาพโครงการหลวง (ชุดที่ 2 ปีปลูก 2557 และชุดที่ 3 ปีปลูก 2560)

จากการศึกษาคัดเลือกและทดสอบสายพันธุ์กาแฟคุณภาพโครงการหลวงของต้นกาแฟชุดที่ 2 (ปลูกปี พ.ศ. 2557) เป็นต้นกาแฟที่มาจากแหล่งพันธุ์ป่าเมี่ยง และแหล่งพันธุ์ตีนตง โดยคัดเลือกจากต้นแม่ที่มีลักษณะทรงต้นที่ดี ต้านทานโรคราสนิม ให้ผลผลิตดี และมีคุณภาพการชงดื่มที่ดีเยี่ยม ซึ่งจากการคัดเลือกในฤดูกาล พ.ศ. 2564 / 2565 มีจำนวน 10 หมายเลข ที่มีคะแนนการชิมสูงกว่า 80 คะแนน และในฤดูกาล พ.ศ. 2565 / 2566 ได้ส่งเมล็ดกาแฟทดสอบคุณภาพการชงดื่มซ้ำเป็นรอบสุดท้าย จากการวิเคราะห์คุณภาพการชิมในฤดูกาล พ.ศ. 2565 / 2566 พบว่า มี 6 หมายเลข ได้คะแนนรวมในการชงดื่มเกิน 80 คะแนน (ตารางที่ 4) ซึ่งถือว่าเป็นกาแฟที่มีลักษณะพิเศษตามมาตรฐาน Specialty Coffee Association (SCA) แต่เนื่องด้วยจากการติดตามการเกิดโรคราสนิมในต้นแม่ในฤดูกาล พ.ศ. 2565 / 2566 พบการระบาดของโรคราสนิมในต้นกาแฟแม่พันธุ์บางหมายเลข ส่งผลให้การคัดเลือกกาแฟคุณภาพที่ดีจากต้นกาแฟแม่พันธุ์ชุดที่ 2 (ปลูกปี พ.ศ. 2557) ได้มาจำนวน 3 หมายเลข ได้แก่ เบอร์ B1, B2 และ B13 (ภาพที่ 1 - 3) ซึ่งทั้ง 3 เบอร์ เตรียมทำการเพาะขยายกล้าพันธุ์กาแฟคุณภาพสำหรับแจกจ่ายแก่เกษตรกร และเตรียมขึ้นทะเบียนพันธุ์ในอนาคต ซึ่งทั้ง 3 หมายเลข มีลักษณะต้น และคุณลักษณะอื่นๆ ดังตารางที่ 1 - 3

รหัสต้นกาแฟ เบอร์ B1

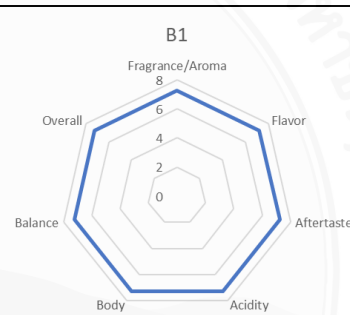


ภาพที่ 1 ลักษณะต้นกาแฟ และลักษณะผลผลิตกาแฟ ของต้นกาแฟเบอร์ B1

ตารางที่ 1 ลักษณะต้นกาแฟ และคุณภาพผลผลิตกาแฟ ของต้นกาแฟเบอร์ B1

ประเภท	คุณลักษณะ
1. ชนิดพืช	กาแฟ
2. ชื่อพันธุ์/สายพันธุ์	อะราบิกา
3. แหล่งที่มาและประวัติของพันธุ์	เก็บเมล็ดกาแฟ จากแปลงผลิตกาแฟที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวง ดอยตุง
4. ลักษณะประจำพันธุ์ทางพฤกษศาสตร์	
4.1 ลักษณะราก	เป็นระบบรากแก้ว และมีรากแขนงแตกออกจากรากแก้ว ประมาณ 4-8 ราก รากแขนง และมีรากฝอยแตกออกมาอีก เป็น รากสำหรับดูดอาหาร รากชนิดนี้ประมาณ 60-80% แผ่กระจาย ในระดับผิวดินลึกประมาณ 20 เซนติเมตร
4.2 ลักษณะต้น	ลำต้น (main stem) เป็นลำต้นเจริญเติบโตมาจากรากแก้ว มี ลักษณะเป็นข้อและปล้อง ที่โคนใบมีตา 2 ชนิด คือ ตาบนและตา ล่าง ตาบนจะแตกกิ่งออกมาเป็นกิ่งแขนงที่ 1 (Primary branch) เป็นกิ่งลักษณะเป็นกิ่งนอนขนานกับพื้นดินมีข้อและปล้อง แต่ละ ข้อของกิ่งแขนงนี้จะมีกลุ่มตาดอกที่จะติดดอกเป็นผลกาแฟต่อไป ส่วนตาล่างจะแตกออกเป็นกิ่งตั้ง (sucker) กิ่งตั้งจะตั้งตรงขึ้นไป เหมือนลำต้น ไม่ติดดอก มีขนาดความกว้างทรงพุ่มอยู่ที่ 160 – 180 เซนติเมตร
4.3 ลักษณะใบ	ลักษณะเป็นใบเดี่ยว ก้านใบสั้น ปลายใบเรียวแหลม ตรงกลางใบ กว้าง ผิวใบเรียบ ใบเกิดที่ข้อเป็นคู่ตรงข้ามกัน ปากใบอยู่ด้านท้อง ใบ ใบมีขนาดกว้างเฉลี่ย 9.13 เซนติเมตร ยาว 18.93 เซนติเมตร ใบเป็นมันสีเขียวเมื่อแก่ ใบอ่อนมีสีส้มแดงอมเขียว
4.4 ลักษณะดอก	ดอกมีสีขาว เกิดรอบๆ ข้อของกิ่งนอน ตาดอกจะเกิดในช่วงฤดู แล้ง เป็นดอกสมบูรณ์เพศ มีทั้งเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียอยู่ใน ดอกเดียวกัน ผลสมตัวเองแต่อาจเกิดการผสมข้ามได้ มีกลีบดอก 4-9 กลีบ กลีบเลี้ยง 4-5 ใบ มีเกสร 5 อัน รังไข่ 2 ห้อง แต่ละห้อง มีไข่ 1 ใบ ดอกกาแฟจะออกเป็นกลุ่มๆ ตรงโคนใบบน ข้อของกิ่ง แขนงที่ 1,2 หรือ 3
4.5 ลักษณะผล	ผลมีรูปร่างกลม มีความกว้างเฉลี่ย 12.83 มิลลิเมตร ยาวเฉลี่ย 15.76 มิลลิเมตร มีเปลือกและเนื้อฉ่ำน้ำห่อหุ้มเมล็ดแข็งอยู่ ภายใน เมื่อสุกมีรสหวาน เปลือกนอกเมื่อสุกจะมีแดง ถึงแดงเข้ม ปริมาณผลผลิตต่อต้นอยู่ที่ 3,158 กรัมต่อต้น

ตารางที่ 1 ลักษณะต้นกาแฟ และคุณภาพผลผลิตกาแฟ ของต้นกาแฟเบอร์ B1 (ต่อ)

ประเภท	คุณลักษณะ
4.6 ลักษณะเมล็ด	เมล็ดมีลักษณะด้านหนึ่งโค้ง ด้านหนึ่งแบนเรียบและมีร่องตรงกลาง ด้านเรียบประกบกันอยู่ 2 เมล็ด ยาวประมาณ 9 - 13 มิลลิเมตร เมล็ดที่มีเปลือกหุ้มอยู่นี้เรียกว่า กาแฟกะลา (Parchment Coffee) เมื่อกะเทาะกะลานี้ออกจะเหลือเมล็ดเรียกว่า สารกาแฟ (Green coffee) มีสีเขียวขี้ม้า หรือสีเขียวอ่อน
5. ลักษณะคุณภาพเมล็ด	
5.1 เกรดเมล็ด	AA (6.90 มม.) = 68.14 % A (6.12 มม.) = 25.45 % B (5.43 มม.) = 5.55 % XY (4.57 มม.) = 0.86 %
5.2 คะแนนคุณภาพการชงดื่ม	
5.3 คะแนนรวมคุณภาพการชงดื่ม	80.75
5.4 เอกลักษณ์ของกลิ่นที่ได้	Warm / Flowery / Sweet / Caramel

รหัสต้นกาแฟ เบอร์ B2



ภาพที่ 2 ลักษณะต้นกาแฟ และลักษณะผลผลิตกาแฟ ของต้นกาแฟเบอร์ B2

ตารางที่ 2 ลักษณะต้นกาแฟ และคุณภาพผลผลิตกาแฟ ของต้นกาแฟเบอร์ B2

ประเภท	คุณลักษณะ
1. ชนิดพืช	กาแฟ
2. ชื่อพันธุ์/สายพันธุ์	อะราบิกา
3. แหล่งที่มาและประวัติของพันธุ์	เก็บเมล็ดกาแฟ จากแปลงผลิตกาแฟที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวง ตีนตอก
4. ลักษณะประจำพันธุ์ทางพฤกษศาสตร์	
4.1 ลักษณะราก	เป็นระบบรากแก้ว และมีรากแขนงแตกออกจากรากแก้ว ประมาณ 4-8 ราก รากแขนง และมีรากฝอยแตกออกมาอีก เป็น รากสำหรับดูดอาหาร รากชนิดนี้ประมาณ 60-80% แผ่กระจาย ในระดับผิวดินลึกประมาณ 20 เซนติเมตร

ตารางที่ 2 ลักษณะต้นกาแฟ และคุณภาพผลผลิตกาแฟ ของต้นกาแฟเบอร์ B2 (ต่อ)

ประเภท	คุณลักษณะ
4.2 ลักษณะต้น	ลำต้น (main stem) เป็นลำต้นเจริญเติบโตมาจากรากแก้ว มีลักษณะเป็นข้อและปล้อง ที่โคนใบมีตา 2 ชนิด คือ ตาบนและตาล่าง ตาบนจะแตกกิ่งออกมาเป็นกิ่งแขนงที่ 1 (Primary branch) เป็นกิ่งลักษณะเป็นกิ่งนอนขนานกับพื้นดินมีข้อและปล้อง แต่ละข้อของกิ่งแขนงนี้จะมีกลุ่มตาดอกที่จะติดดอกเป็นผลกาแฟต่อไป ส่วนตาล่างจะแตกออกเป็นกิ่งตั้ง (sucker) กิ่งตั้งจะตั้งตรงขึ้นไปเหมือนลำต้น ไม่ติดดอก มีขนาดความกว้างทรงพุ่มอยู่ที่ 185 – 210 เซนติเมตร
4.3 ลักษณะใบ	ลักษณะเป็นใบเดี่ยว ก้านใบสั้น ปลายใบเรียวแหลม ตรงกลางใบกว้าง ผิวใบเรียบ ใบเกิดที่ข้อเป็นคู่ตรงข้ามกัน ปลายใบอยู่ด้านท้องใบ ใบมีขนาดกว้างเฉลี่ย 7.83 เซนติเมตร ยาว 16.73 เซนติเมตร ใบเป็นมันสีเขียวเมื่อแก่ ใบอ่อนมีสีส้มแดงอมเขียว
4.4 ลักษณะดอก	ดอกมีสีขาว เกิดรอบๆ ข้อของกิ่งนอน ตาดอกจะเกิดในช่วงฤดูแล้ง เป็นดอกสมบูรณ์เพศ มีทั้งเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียอยู่ในดอกเดียวกัน ผสมตัวเองแต่อาจเกิดการผสมข้ามได้ มีกลีบดอก 4-9 กลีบ กลีบเลี้ยง 4-5 ใบ มีเกสร 5 อัน รังไข่ 2 ห้อง แต่ละห้องมีไข่ 1 ใบ ดอกกาแฟจะออกเป็นกลุ่มๆ ตรงโคนใบบน ข้อของกิ่งแขนงที่ 1,2 หรือ 3
4.5 ลักษณะผล	ผลมีรูปร่างกลม มีความกว้างเฉลี่ย 13.18 มิลลิเมตร ยาวเฉลี่ย 15.97 มิลลิเมตร มีเปลือกและเนื้อฉ่ำน้ำห่อหุ้มเมล็ดแข็งอยู่ภายใน เมื่อสุกมีรสหวาน เปลือกนอกเมื่อสุกจะมีแดง ถึงแดงเข้ม ปริมาณผลผลิตต่อต้นอยู่ที่ 3,364 กรัมต่อต้น
4.6 ลักษณะเมล็ด	เมล็ดมีลักษณะด้านหนึ่งโค้ง ด้านหนึ่งแบนเรียบและมีร่องตรงกลาง ด้านเรียบประกบกันอยู่ 2 เมล็ด ยาวประมาณ 9.2 – 13.5 มิลลิเมตร เมล็ดที่มีเปลือกหุ้มอยู่นี้เรียกว่า กาแฟกะลา (Parchment Coffee) เมื่อกะเทาะกะลานี้ออกจะเหลือเมล็ดเรียกว่า สารกาแฟ (Green coffee) มีสีเขียวขี้ม้า หรือสีเขียวอ่อน
5. ลักษณะคุณภาพเมล็ด	
5.1 เกรดเมล็ด	AA (6.90 มม.) = 68.58 % A (6.12 มม.) = 25.09 % B (5.43 มม.) = 5.55 % XY (4.57 มม.) = 0.77 %

ตารางที่ 2 ลักษณะต้นกาแฟ และคุณภาพผลผลิตกาแฟ ของต้นกาแฟเบอร์ B2 (ต่อ)

ประเภท	คุณลักษณะ
5.2 คะแนนคุณภาพการชงดื่ม	
5.3 คะแนนรวมคุณภาพการชงดื่ม	81.00
5.4 เอกลักษณ์ของกลิ่นที่ได้	Grape / Star Fruit / Sweet

รหัสต้นกาแฟ เบอร์ B13

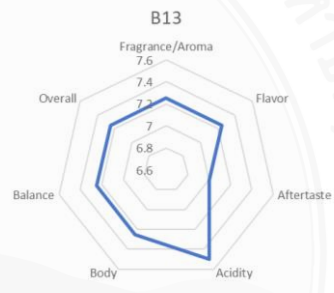


ภาพที่ 3 ลักษณะต้นกาแฟ และลักษณะผลผลิตกาแฟ ของต้นกาแฟเบอร์ B13

ตารางที่ 3 ลักษณะต้นกาแฟ และคุณภาพผลผลิตกาแฟ ของต้นกาแฟเบอร์ B13

ประเภท	คุณลักษณะ
1. ชนิดพืช	กาแฟ
2. ชื่อพันธุ์/สายพันธุ์	อะราบิกา
3. แหล่งที่มาและประวัติของพันธุ์	เก็บเมล็ดกาแฟ จากแปลงผลิตกาแฟที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวง ตีนตอก
4. ลักษณะประจำพันธุ์ทางพฤกษศาสตร์	
4.1 ลักษณะราก	เป็นระบบรากแก้ว และมีรากแขนงแตกออกจากรากแก้ว ประมาณ 4-8 ราก รากแขนง และมีรากฝอยแตกออกมาอีก เป็น รากสำหรับดูดอาหาร รากชนิดนี้ประมาณ 60-80% แผ่กระจาย ในระดับผิวดินลึกประมาณ 20 เซนติเมตร
4.2 ลักษณะต้น	ลำต้น (main stem) เป็นลำต้นเจริญเติบโตมาจากรากแก้ว มี ลักษณะเป็นข้อและปล้อง ที่โคนใบมีตา 2 ชนิด คือ ตาบนและตา ล่าง ตาบนจะแตกกิ่งออกมาเป็นกิ่งแขนงที่ 1 (Primary branch) เป็นกิ่งลักษณะเป็นกิ่งนอนขนานกับพื้นดินมีข้อและปล้อง แต่ละ ข้อของกิ่งแขนงนี้จะมีกลุ่มตาดอกที่จะติดดอกเป็นผลกาแฟต่อไป ส่วนตาล่างจะแตกออกเป็นกิ่งต้ง (sucker) กิ่งต้งจะตั้งตรงขึ้นไป เหมือนลำต้น ไม่ติดดอก มีขนาดความกว้างทรงพุ่มอยู่ที่ 155 – 175 เซนติเมตร
4.3 ลักษณะใบ	ลักษณะเป็นใบเดี่ยว ก้านใบสั้น ปลายใบเรียวแหลม ตรงกลางใบ กว้าง ผิวใบเรียบ ใบเกิดที่ข้อเป็นคู่ตรงข้ามกัน ปลายใบอยู่ด้านท้อง ใบ ใบมีขนาดกว้างเฉลี่ย 8.36 เซนติเมตร ยาวเฉลี่ย 17.06 เซนติเมตร ใบเป็นมันสีเขียวเมื่อแก่ ใบอ่อนมีสีเขียวอ่อน
4.4 ลักษณะดอก	ดอกมีสีขาว เกิดรอบๆ ข้อของกิ่งนอน ตาดอกจะเกิดในช่วงฤดู แล้ง เป็นดอกสมบูรณ์เพศ มีทั้งเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียอยู่ใน ดอกเดียวกัน ผสมตัวเองแต่อาจเกิดการผสมข้ามได้ มีกลีบดอก 4-9 กลีบ กลีบเลี้ยง 4-5 ใบ มีเกสร 5 อัน รังไข่ 2 ห้อง แต่ละห้อง มีไข่ 1 ใบ ดอกกาแฟจะออกเป็นกลุ่มๆ ตรงโคนใบบน ข้อของกิ่ง แขนงที่ 1,2 หรือ 3
4.5 ลักษณะผล	ผลมีรูปร่างกลม มีขนาดความกว้างเฉลี่ย 12.05 มิลลิเมตร ยาว เฉลี่ย 15.20 มิลลิเมตร มีเปลือกและเนื้อฉ่ำน้ำห่อหุ้มเมล็ดแข็งอยู่ ภายใน เมื่อสุกมีรสหวาน เปลือกนอกเมื่อสุกจะมีแดง ถึงแดงเข้ม ปริมาณผลผลิตต่อต้นอยู่ที่ 4,700 กรัมต่อต้น

ตารางที่ 3 ลักษณะต้นกาแฟ และคุณภาพผลผลิตกาแฟ ของต้นกาแฟเบอร์ B13 (ต่อ)

ประเภท	คุณลักษณะ
4.6 ลักษณะเมล็ด	เมล็ดมีลักษณะด้านหนึ่งโค้ง ด้านหนึ่งแบนเรียบและมีร่องตรงกลาง ด้านเรียบประกบกันอยู่ 2 เมล็ด ยาวประมาณ 8.5 – 12.5 มิลลิเมตร เมล็ดที่มีเปลือกหุ้มอยู่นี้เรียกว่า กาแฟกะลา (Parchment Coffee) เมื่อกะเทาะกะลานี้ออกจะเหลือเมล็ด เรียกว่า สารกาแฟ (Green coffee) มีสีเขียวขี้ม้า หรือสีเขียวอ่อน
5. ลักษณะคุณภาพเมล็ด	
5.1 เกรดเมล็ด	AA (6.90 มม.) = 31.24 % A (6.12 มม.) = 60.18 % B (5.43 มม.) = 7.27 % XY (4.57 มม.) = 1.3 %
5.2 คะแนนคุณภาพการชงดื่ม	 B13 Fragrance/Aroma 7.5 Flavor 7.4 Aftertaste 7.2 Acidity 6.8 Body 6.5 Balance 7.0 Overall 7.0
5.3 คะแนนรวมคุณภาพการชงดื่ม	80.75
5.4 เอกลักษณ์ของกลิ่นที่ได้	Venilla / Hazelnut / Caramel / Sugarcane / Sweet

ตารางที่ 4 ผลคะแนนการวิเคราะห์คุณภาพกาแฟด้านการชิม ตามมาตรฐาน Specialty Coffee Association (SCA) ของกาแฟชุดที่ 2 จำนวน 10 สายพันธุ์ ที่ทำการทดสอบซ้ำในฤดูกาลผลิตปี 2566

Code	Green.Moisture	Fragrance /Aroma	Flavor	Aftertaste	Acidity	Body	Balance	Overall	Final Score	Notes:Wet Aroma
B1	9.7	7.25	7.25	7.25	7.25	7.25	7.25	7.25	80.75	Warm / Flowery / Sweet / Caramel
B2	9.3	7.5	7.25	7.25	7.25	7.25	7.25	7.25	81.00	Grape / Star Fruit / Sweet
B3	9.4	7.25	7.25	7	7.25	7.25	7.25	7.25	80.50	Syrupy / Butter Milk / Sweet / Gernish
B5	8.9	7.25	7.25	7	7.5	7	7	7.25	80.00	Namame / Roasted Peanut / Sweet / Caramel
B12	8.9	7.25	7.25	7	7.5	7.25	7.25	7.25	80.5	Oat Mailk / Caramel / Sweet / Hint Dry
B13	9.1	7.25	7.25	7	7.5	7.25	7.25	7.25	80.75	Venilla / Hazelnut / Caramel / Sugarcane / Sweet
B15	8.8	7.25	7	7	7	7	7	7	79.25	Honey / Citrus / Sweet / Green Vegetative / Astringent
B17	9.2	7.25	7.25	7	7.25	7	7	7	79.75	Hazelnut / Sweet / Caramel / Green Vegetative
B18	9.1	7	7	7	7.25	7	7	7	79.25	Meaty / Tea / Sweet / Rice
B20	9.1	7	7	7	7.25	7	7	7	79.25	Wood / Caramel / Curry paste / Sweet / Tea

ในด้านของต้นกาแฟแม่พันธุ์ชุดที่ 3 (ปลูกปี 2560) จำนวน 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์แม่ลาน้อย (MLN) ห้วยน้ำขุ่น (HNK) ห้วยส้มป่อย (HSP) และวาวี (WW) จากการติดตามการเจริญเติบโต พบว่า ต้นกาแฟที่มาจากแหล่งพันธุ์ห้วยส้มป่อย และแหล่งพันธุ์แม่ลาน้อย พบการระบาดของโรคราสนิมที่รุนแรง จึงถูกคัดออกจากการศึกษาคัดเลือกแม่พันธุ์ ส่งผลให้เหลือต้นกาแฟแม่พันธุ์ในการศึกษาคัดเลือก 2 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์ห้วยน้ำขุ่น (HNK) และแหล่งพันธุ์วาวี (WW) ซึ่งจากการศึกษาการเจริญเติบโตทางด้านลำต้น พบว่าการเจริญเติบโตในด้านขนาดความโตเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นที่บริเวณคอราก ความสูงต้น และขนาดความกว้างทรงพุ่ม ของต้นกาแฟจากทั้ง 2 แหล่งพันธุ์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 5) ซึ่งในฤดูกาล 2566 / 2567 ได้เตรียมทำการเก็บผลผลิต สำหรับส่งวิเคราะห์ทดสอบคุณภาพทางด้านการชงดื่ม และทำการคัดเลือกต้นแม่พันธุ์ที่มีคุณภาพต่อไป

ตารางที่ 5 ลักษณะการเจริญเติบโตของต้นกาแฟแม่พันธุ์ (ชุดที่ 3) จำนวน 2 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ ห้วยน้ำขุ่น (HNK) และวาวี (WW)

Characteristic	Origin of the breed		p-value
	HNK	WW	
dimeter (cm.) $\pm$ SD.	4.32 $\pm$ 0.46	4.21 $\pm$ 0.53	0.6195 ns
height (cm.) $\pm$ SD.	223.20 $\pm$ 51.48	195.10 $\pm$ 63.61	0.2918 ns
wide canopy (cm.) $\pm$ SD.	136.80 $\pm$ 36.55	158.80 $\pm$ 20.41	0.1139 ns

Values followed by the same letter in a row did not difference ns= non-significant

1.2 การทดสอบสายพันธุ์กาแฟคุณภาพสำหรับพัฒนาเป็นสายพันธุ์กาแฟชนิดพิเศษที่มีเอกลักษณ์การชงดื่มดีเยี่ยม

จากการศึกษาลักษณะการเจริญเติบโตของต้นกาแฟอะราบิกา 5 สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ RPF-C3, RPF-C4 A7, A10 และ A58 ที่ทำการปลูกในพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลแตกต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ ระดับความสูงไม่เกิน 1,000 เมตร (พื้นที่ศูนย์ป่าเมือง : PM) ระดับความสูง 1,000 – 1,200 เมตร (พื้นที่ศูนย์แม่ปูนหลวง : MPL) และระดับความสูงมากกว่า 1,400 เมตร (สถานีอ่างขาง : AK) โดยในแต่ละพื้นที่มีลักษณะอุณหภูมิ และปริมาณน้ำฝน แตกต่างกันไปตามแต่ละลักษณะในแต่ละพื้นที่ (ตารางที่ 6) จากการศึกษากการเจริญเติบโตของต้นกาแฟในปี 2566 พบว่า ต้นกาแฟพันธุ์ A58 มีการระบาดของราสนิมที่รุนแรง จึงถูกคัดออกจากการศึกษาทดสอบ ส่งผลให้เหลือต้นกาแฟแม่พันธุ์ในการศึกษาจำนวน 4 สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ RPF-C3, RPF-C4 A7 และ A10 และเมื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของต้นกาแฟทั้ง 4 สายพันธุ์ พบว่า สายพันธุ์ RPF-C4 มีการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นดีที่สุดแตกต่างกับสายพันธุ์ A7 และ A10 โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความสูงต้น และความกว้างทรงพุ่มของต้นกาแฟเฉลี่ยเท่ากับ 3.29 ซม. 137.01 ซม. และ 128.89 ซม. ตามลำดับ โดยการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นนั้นเมื่อเปรียบเทียบในเชิงพื้นที่ปลูก พบว่า ต้นกาแฟมีการเจริญเติบโตดีที่สุดเมื่อปลูกในพื้นที่ระดับความสูงไม่เกิน 1,000 เมตรจากระดับน้ำทะเล (PM) และเมื่อดูถึงด้านของปัจจัยระหว่างสายพันธุ์กาแฟ ร่วมกับพื้นที่ปลูก พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 6 ลักษณะอุณหภูมิ และปริมาณน้ำฝน ปี 2566 ในพื้นที่ปลูกกาแฟในระดับความสูงที่แตกต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ พื้นที่ศูนย์ป่าเมือง : PM, พื้นที่ศูนย์แม่ปูนหลวง : MPL และสถานีอ่างขาง : AK

Location	Temp. min (°C)	Temp. max (°C)	Temp. mean (°C)	Precipitation (mm.)
PM (900 msl)	8	32	21.58	2,898
MPL (1,145 msl)	14	37	25.28	1,460
AK (1,400 msl)	1.8	32	16.59	1,448

ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบการเจริญเติบโต เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความสูงของต้น และความกว้างทรงพุ่มของต้นกาแฟ 5 พันธุ์ ได้แก่ RPF-C3, RPF-C4, A7 และ A10 ที่ปลูกในระดับความสูงที่แตกต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ พื้นที่ศูนย์ป่าเมี่ยง : PM, พื้นที่ศูนย์แม่ปูนหลวง : MPL และสถานีอ่างขาง : AK

Treatments	D0 (cm)	height (cm)	widencanopy (cm)
Factor(A) : Cultivars			
RPF-C3	2.87 ± 0.47 ab	117.45 ± 35.55 b	112.43 ± 30.62 ab
RPF-C4	3.29 ± 0.54 a	137.01 ± 36.84 a	128.89 ± 36.55 a
A7	2.40 ± 0.76 c	103.66 ± 47.02 b	98.47 ± 43.29 b
A10	2.76 ± 0.64 bc	117.05 ± 32.46 b	112.96 ± 29.72 ab
F-test (A)	0.00135 **	0.00243 **	0.0121 *
Factor(B) : Location			
PM	3.25 ± 0.32 a	157.99 ± 11.13 a	156.49 ± 16.81 a
MPL	2.63 ± 0.80 b	109.60 ± 30.70 b	104.71 ± 32.70 b
AK	2.65 ± 0.60 b	91.09 ± 23.57 c	80.48 ± 17.55 c
F-test (B)	0.00187 **	6.28e-11 ***	1.34e-11 ***
Factor (A) x Factor (B)			
RPF-C3 x PM	3.13 ± 0.31	151.51 ± 6.01	156.47 ± 6.81
RPF-C4 x PM	3.40 ± 0.49	172.93 ± 17.18	165.27 ± 23.85
A7 x PM	3.31 ± 0.19	160.43 ± 5.74	155.37 ± 13.08
A10 x PM	3.16 ± 0.25	147.08 ± 8.53	148.85 ± 10.36
RPF-C3 x MPL	2.58 ± 0.60	109.30 ± 23.41	100.20 ± 29.87
RPF-C4 x MPL	3.33 ± 0.65	140.50 ± 29.29	131.05 ± 22.01
A7 x MPL	1.89 ± 0.45	79.50 ± 24.97	80.00 ± 20.82
A10 x MPL	2.72 ± 0.88	109.10 ± 27.93	107.60 ± 30.68
RPF-C3 x AK	2.97 ± 0.28	93.58 ± 18.70	83.67 ± 9.92
RPF-C4 x AK	3.11 ± 0.55	96.73 ± 13.42	89.81 ± 14.96
A7 x AK	2.11 ± 0.62	77.10 ± 39.65	64.67 ± 23.17
A10 x AK	2.40 ± 0.40	96.95 ± 14.08	83.76 ± 18.00
F-test (A) x (B)	0.13840 ns	0.12928 ns	0.5069 ns

Values followed by the same letter in a row did not difference, * = $p < 0.05$, ** = < 0.01 , *** = < 0.001 , ns= non-significant

โดยภาพรวมเห็นได้ว่าสายพันธุ์กาแฟทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ทำการทดสอบ มีศักยภาพในการเจริญเติบโตที่ดีแตกต่างกันถึงแม้ปลูกภายใต้สภาพแวดล้อมเดียวกัน ซึ่งจาก 4 สายพันธุ์ สายพันธุ์ RPF-C4 มีการตอบสนองในด้านการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นดีกว่าสายพันธุ์อื่นๆ ในทั้ง 3 พื้นที่

จากการสำรวจโรคและแมลงที่พบการเข้าทำลายต้นกาแฟทั้ง 3 พื้นที่ พบว่า มีการเกิดการระบาดของโรค และระดับความรุนแรงของการเกิดโรคที่แตกต่างกันออกไป อาจเกิดจากปัจจัยสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมเอื้ออำนวยต่อการเกิดการแพร่ระบาดของโรค หรือการมีอยู่ของโรคในพื้นที่เดิมอยู่แล้ว ซึ่งร้อยละของโรคที่พบมากในแต่ละพื้นที่ ได้แก่ แอนแทรคโนส *Colletotrichum coffeanum* พบมากที่สุดในพื้นที่ศูนย์ฯ ป่าเมี่ยง มีค่าเฉลี่ยร้อยละของจำนวนต้นที่พบการเกิดโรคเท่ากับ 52.08 รองลงมา ได้แก่ พื้นที่สถานีฯ อ่างาง และศูนย์ฯ แม่ปูนหลวง มีค่าเฉลี่ยร้อยละของจำนวนต้นที่พบการเกิดโรคเท่ากับ 35.64 และ 7.50 ตามลำดับ ซึ่งเกิดจากสภาพอากาศที่มีความแปรปรวนหนัก ทั้งอากาศร้อน อากาศเย็น และเกิดฝนตกต่อเนื่องในพื้นที่ในปี 2566 ที่ผ่านมา โรคใบจุดตากบ *Cercospora coffeicola* พบมากที่สุดในพื้นที่สถานีฯ อ่างาง มีค่าเฉลี่ยร้อยละของจำนวนต้นที่พบการเกิดโรคเท่ากับ 37.98 รองลงมา ได้แก่ พื้นที่ศูนย์ฯ ป่าเมี่ยง มีค่าเฉลี่ยร้อยละของจำนวนต้นที่พบการเกิดโรคเท่ากับ 11.46 ส่วนในพื้นที่ศูนย์ฯ แม่ปูนหลวงยังไม่พบการระบาดของภายในแปลง และอีกโรคที่พบการระบาดมาก ได้แก่ ราดำ *Capnodium* sp. ซึ่งเกิดจากการเข้าทำลายต้นกาแฟโดยแมลงกลุ่มปากดูด ได้แก่ เพลี้ยหอยสีเขียว ทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัย ซึ่งมีมดบางชนิดที่มีความสัมพันธ์ร่วมกับเพลี้ยหอยสีเขียวเป็นพาหะที่นำเพลี้ยหอยสีเขียวเข้าทำลายต้นกาแฟ (ลักซิกา และคณะ, 2562) โดยการดูดกินน้ำเลี้ยงบริเวณยอดอ่อน ใบอ่อน นอกจากนี้เพลี้ยหอยสีเขียวยังขับถ่ายน้ำหวาน ชัณคลุมผิวใบและเกิดเป็นราดำ ทำให้พื้นที่ในการสังเคราะห์แสงลดลง และอีกปัญหาจากแมลงที่มีความสำคัญ ได้แก่ มอดเจาะผลกาแฟ เนื่องจากปัจจุบันมีการระบาดของมอด และทำให้ผลผลิตกาแฟลดลงอย่างมาก แต่ในพื้นที่ที่ศึกษายังไม่พบการระบาดของแมลงชนิดนี้ (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การแพร่ระบาดของโรคและแมลงในต้นกาแฟ ที่ปลูกทดสอบในพื้นที่ที่มีระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ พื้นที่ศูนย์ฯ ป่าเมี่ยง ความสูง 900 เมตร (PM) พื้นที่ศูนย์ฯ แม่ปูนหลวง ความสูง 1,200 เมตร (MPL) และสถานีฯ อ่างาง ความสูง 1,400 เมตร (AK)

Disease / Insect	PM (900 msl)	MPL (1,200 msl)	AK (1,400 msl)	Chi-squared
ราสนิม <i>Helmileia vastatrix</i>	7.29 ± 18.23	5.00 ± 13.08	0.00 ± 0.00	3.0763 ns
ราดำ <i>Capnodium</i> sp.	39.58 ± 17.08	36.25 ± 26.25	18.27 ± 26.69	8.2912 *
ใบไหม้ <i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	0.00 ± 0.00	1.25 ± 5.59	0.00 ± 0.00	1.6 ns
ใบจุดตากบ <i>Cercospora coffeicola</i>	11.46 ± 14.55	0.00 ± 0.00	37.98 ± 35.65	18.052 ***
แอนแทรคโนส <i>Colletotrichum coffeanum</i>	52.08 ± 26.44	7.50 ± 14.28	35.64 ± 36.01	20.238 ***
เน่าดำ <i>Koleroga noxia</i>	0.00 ± 0.00	1.25 ± 5.59	0.00 ± 0.00	1.6 ns
มอดเจาะผล <i>Hypothenemus hampei</i>	0.00 ± 0.00	2.50 ± 7.69	1.56 ± 6.25	1.6133 ns
มด UK	23.96 ± 23.55	15.00 ± 17.01	11.73 ± 14.95	2.1659 ns
เพลี้ยหอยสีเขียว <i>Coccus viridis</i> Green	27.08 ± 23.47	6.25 ± 11.11	11.35 ± 15.86	9.8982 **

Values followed by the same letter in a row did not difference, * = $p < 0.05$, ** = $p < 0.05$, *** = $p < 0.01$, ns = non-significant

กิจกรรมที่ 2 การศึกษาคุณสมบัติของวัสดุเหลือใช้ในระบบการแปรรูปกาแฟสำหรับพัฒนาเป็นปุ๋ยหมักชีวภาพเพื่อลดต้นทุนและเพื่อผลผลิตกาแฟในระบบการปลูกกาแฟที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

จากการศึกษาคุณสมบัติของวัสดุเหลือใช้ในระบบการแปรรูปกาแฟสำหรับพัฒนาเป็นปุ๋ยหมักชีวภาพเพื่อลดต้นทุน โดยใช้วัสดุเหลือใช้จากการแปรรูปกาแฟ 2 ประเภท ในการศึกษาพัฒนาปุ๋ยหมัก ได้แก่ เปลือกกาแฟเชอร์รี่ และเปลือกกาแฟกะลา จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ปริมาณธาตุอาหารตั้งต้นของวัสดุเหลือใช้ที่ใช้ทดสอบ พบว่า เปลือกกาแฟเชอร์รี่มีความเป็นกรด เป็นด่าง อยู่ในช่วงที่เป็นด่างอ่อน ส่วนกะลากาแฟมีความเป็นกรด เป็นด่าง อยู่ในช่วงที่เป็นกรดจัด และมีค่า C/N ratio ที่สูง ซึ่งการมีสัดส่วนของปริมาณคาร์บอนที่สูงกว่าปริมาณไนโตรเจน ส่งผลทำให้ปุ๋ยหมักเกิดการย่อยสลายที่ช้า (นันทวัน, 2556) และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารหลัก และธาตุอาหารรอง พบว่าเปลือกกาแฟเชอร์รี่มีปริมาณธาตุอาหารที่มากกว่าปริมาณธาตุอาหารจากกะลากาแฟอย่างเห็นได้ชัด แต่อย่างไรก็ตามเปลือกกาแฟทั้ง 2 ชนิด ถือว่ามีธาตุอาหารในปริมาณที่สูง (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 องค์ประกอบทางเคมี ปริมาณธาตุอาหารตั้งต้น ในส่วนของเปลือกกาแฟ เปลือกกะลากาแฟ และมูลวัว

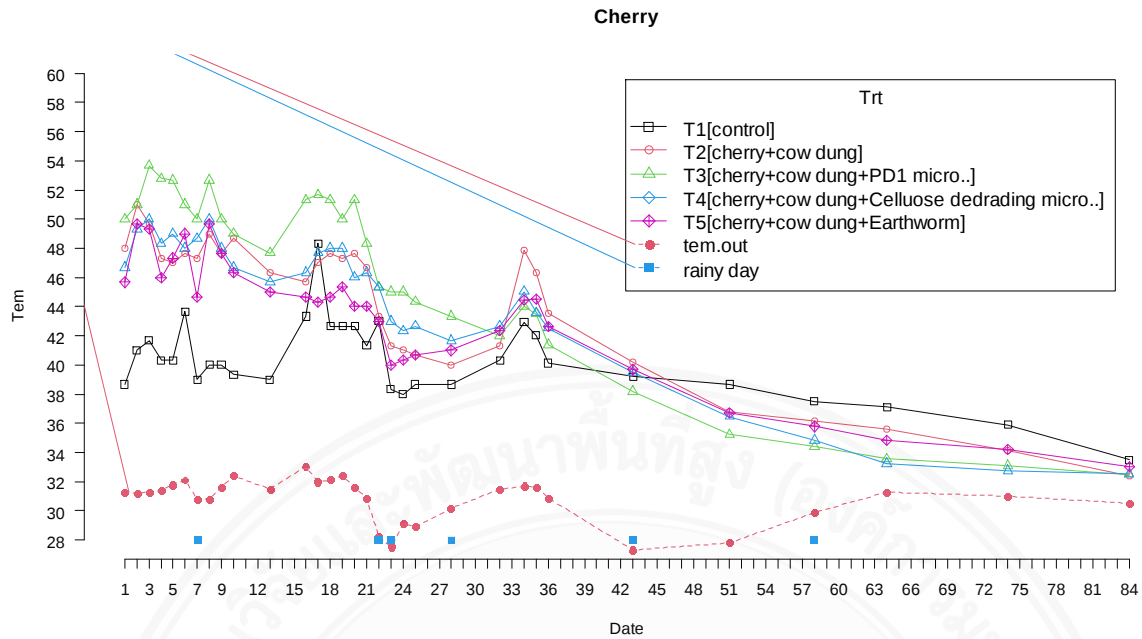
Nutrients	Characteristic		
	Cherry pulp	Parchment	Cow manure
pH	7.74 ± 0.33	4.64 ± 0.06	7.58 ± 0.08
EC (dS/m)	3.19 ± 0.48	0.54 ± 0.03	2.43 ± 0.23
C/N ratio	11.72 ± 0.74	60.71 ± 2.68	20.35 ± 1.26
% C	45.05 ± 5.16	52.78 ± 0.06	32.29 ± 6.69
% N	3.84 ± 0.24	0.87 ± 0.04	1.59 ± 0.32
P (ppm.)	2,220.00 ± 270.62	142.67 ± 13.58	6,195.33 ± 1,116.25
K (ppm.)	27,118.67 ± 4,140.52	2,945.33 ± 206.34	9,939.00 ± 1,754.95
Ca (ppm.)	3,969.67 ± 312.38	924.33 ± 35.57	6,253.67 ± 880.96
Mg (ppm.)	11,624.00 ± 1,188.69	3,864.00 ± 177.84	16,777.00 ± 2,826.49
Mn (ppm.)	268.33 ± 27.01	24.67 ± 1.15	523.67 ± 60.93
Fe (ppm.)	1,421.00 ± 455.38	160.67 ± 9.02	2,211.33 ± 85.17
Cu (mg/kg)	32.67 ± 1.53	15.33 ± 0.58	32.00 ± 8.00
Zn (mg/kg)	15.67 ± 1.53	16.00 ± 1.00	142.33 ± 22.19

จากการศึกษาติดตามลักษณะทางกายภาพของปุ๋ยหมักจากเปลือกกาแฟเชอร์รี่เมื่อผ่านไป 84 วัน พบว่า ปุ๋ยหมักในทุกกรรมวิธีมีการย่อยสลายเสร็จสมบูรณ์ โดยจากการสังเกตลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ สีของปุ๋ยหมักมีสีเป็นน้ำตาลเข้มปนดำ กลิ่นของกองปุ๋ยหมักมีกลิ่นหอมเหมือนดิน ไม่มีกลิ่นฉุน มีอุณหภูมิในกองปุ๋ยหมักที่เย็นลง และการทดสอบความเป็นพิษต่อพืชของปุ๋ยหมักด้วยการตรวจวัดค่าดัชนีการงอกของเมล็ดพืช (Germination index) ซึ่งพบว่าปุ๋ยหมักจากเปลือกกาแฟทั้ง 2 ชนิด ไม่มีความเป็นพิษต่อพืช ตั้งแต่เดือนแรก หลังเริ่มทำการหมัก เนื่องจากมีผลการทดสอบความสามารถในการงอกของเมล็ดพืชสูงกว่าร้อยละ 80 ตั้งแต่เริ่มหมักเดือนแรก (ตารางที่ 10 และ 11) และจากการติดตามอุณหภูมิในกองปุ๋ยหมัก พบว่า กรรมวิธีที่ 2 – 5 มีอุณหภูมิเพิ่มสูงที่สุดในวันที่ 3 มีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 47 – 50 องศาเซลเซียส จากนั้นอุณหภูมิลดลงเรื่อยๆ โดยกรรมวิธีที่ 3 (เปลือกกาแฟเชอร์รี่ + มูลวัว + สาขาร่วงซูปเปอร์ พด.1) มีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 53.7 องศาเซลเซียส ส่วนกรรมวิธีที่ 5 หลังจากมีการกลับกองปุ๋ยทุกๆ 15 วัน ไม่พบไส้เดือนชีตาแรในกองปุ๋ยเนื่องจากสภาพแวดล้อมในกองปุ๋ยหมักในระยะแรกมีอุณหภูมิสูงทำให้ไม่เหมาะสมกับการอาศัยอยู่ของไส้เดือน และกรรมวิธีที่ 1 มีอุณหภูมิเพิ่มสูงที่สุดในวันที่ 17 โดยมีอุณหภูมิอยู่ที่ 48.3 องศาเซลเซียส เนื่องจากกรรมวิธีที่ 1 ไม่มีการเติมเชื้อจุลินทรีย์ส่งผลให้มีกิจกรรมการทำงานของจุลินทรีย์ตามธรรมชาติที่มากับเปลือกกาแฟค่อนข้างน้อย (ภาพที่ 4) ซึ่งจากการติดตามลักษณะทางกายภาพของกองปุ๋ยหมักจากเปลือกกาแฟเชอร์รี่ และช่วงระยะเวลาในการย่อยสลาย พบว่ากรรมวิธีที่ 3 และ 4 ซึ่งเป็นกรรมวิธีที่มีการเติมเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มเข้าไปมีการย่อยสลายเสร็จสมบูรณ์เร็วที่สุด โดยใช้ระยะเวลาอยู่ที่ ประมาณ 64 วัน รองลงมาได้แก่กรรมวิธีที่ 2 และ 5 ซึ่งเป็นกรรมวิธีที่ได้จุลินทรีย์เพิ่มจากมูลวัว มีการย่อยสลายเสร็จสมบูรณ์ โดยใช้ระยะเวลาอยู่ที่ ประมาณ 74 วัน ส่วนการที่ไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ กรรมวิธีที่ 1 พบว่า ใช้ระยะเวลาในการย่อยสลายอยู่ที่ 84 วัน หรือช้ากว่ากรรมวิธีที่มีการเติมเชื้อจุลินทรีย์ ประมาณ 20 วัน หลังจากปุ๋ยหมักจากเปลือกกาแฟเชอร์รี่ที่มีการหมักสมบูรณ์แล้ว จากการวิเคราะห์ในด้านของปริมาณธาตุอาหารพบว่า ในแต่ละกรรมวิธีมีปริมาณธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรอง แตกต่างกันทางสถิติในธาตุอาหารบางตัว แต่เมื่อจำแนกตามระดับปริมาณธาตุอาหารที่พบพบว่าอยู่ในช่วงระดับเดียวกัน โดยธาตุอาหารที่พบในปริมาณระดับสูงมาก เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของปุ๋ยหมัก ได้แก่ ธาตุอาหารไนโตรเจน (N) โดยมีปริมาณตั้งแต่ 2 – 3.3 % ธาตุทองแดง (Cu) และธาตุสังกะสี (Zn) ส่วนปริมาณธาตุอาหารฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (K) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) เหล็ก (Fe) และแมงกานีส (Mn) พบว่ามีปริมาณธาตุอาหารอยู่ในระดับต่ำมาก (ตารางที่ 12)

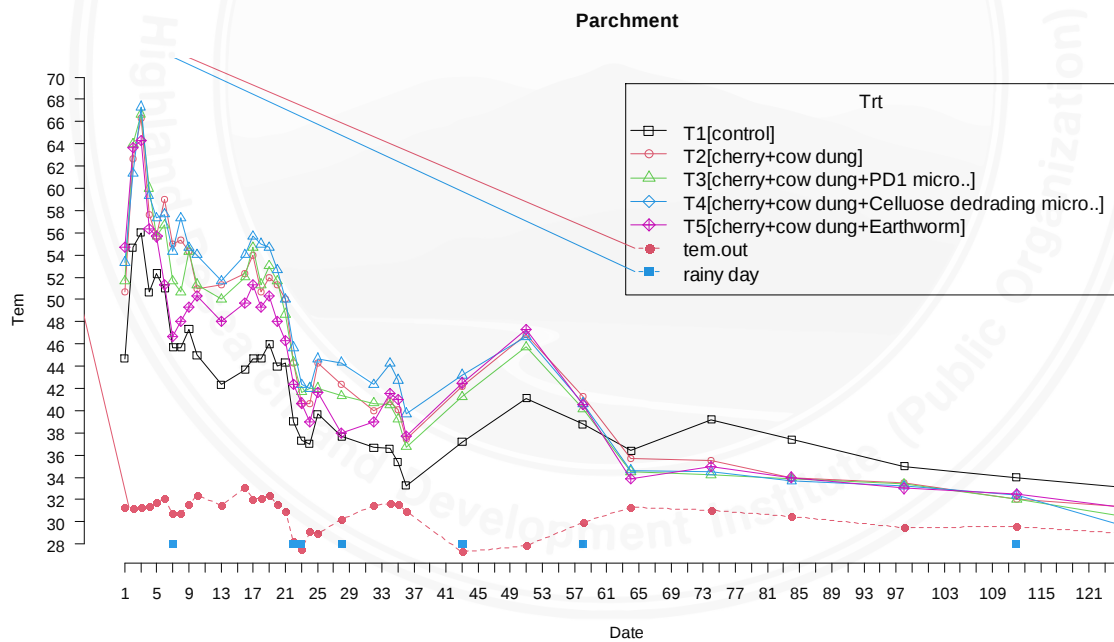
ในส่วนของการศึกษาปุ๋ยหมักจากเปลือกกาแฟจากการติดตามอุณหภูมิจนถึงวันที่ 126 พบว่าในทุกกรรมวิธีอุณหภูมิในกองปุ๋ยหมักอยู่ในระดับคงที่จึงหยุดทำการติดตามอุณหภูมิ โดยในทุกกรรมวิธีมีอุณหภูมิเพิ่มสูงที่สุดในวันที่ 3 มีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 64.1 องศาเซลเซียส จากนั้นอุณหภูมิลดลงเรื่อยๆ โดยกรรมวิธีที่ 4 (กาแฟ + มูลวัว + เชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายเซลลูโลส) มีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 67.3 องศาเซลเซียส ส่วนกรรมวิธีที่ 1 มีอุณหภูมิเพิ่มสูงที่สุดอยู่ที่ 56.0 องศาเซลเซียส เนื่องจากไม่มีการเติมเชื้อจุลินทรีย์ส่งผลให้มีกิจกรรมการทำงานของจุลินทรีย์ตามธรรมชาติที่มากับเปลือกกาแฟค่อนข้างน้อย ทำให้เกิดการทำงานของจุลินทรีย์น้อยส่งผลให้มีอุณหภูมิที่ต่ำกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ อุณหภูมิ ณ วันที่ 126 ของการหมักพบว่า มีอุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละกรรมวิธีอยู่ที่ 31.1 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 5) โดยจากการติดตามลักษณะทางกายภาพของปุ๋ยหมักจากเปลือกกาแฟ ได้แก่ สีของปุ๋ยหมักมีสีเป็นน้ำตาลเข้ม กลิ่นของกองปุ๋ยหมักมีกลิ่นหอมเหมือนดิน ไม่มีกลิ่นฉุน และมีอุณหภูมิในกองปุ๋ยหมักที่เย็นลง มีลักษณะทางกายภาพเป็นปุ๋ยหมักสมบูรณ์ ยกเว้นกรรมวิธี

ที่ 1 ที่ยังคงมีลักษณะคล้ายคลึงกับวัสดุตั้งต้นที่ทำการทดสอบ จึงได้ทำการติดตามลักษณะทางกายภาพเบื้องต้นต่อเนื่องจนถึงเดือนที่ 6 ของการหมัก ซึ่งพบว่ายังมีลักษณะคล้ายคลึงกับวัสดุตั้งต้นที่ทำการทดสอบ อาจใช้เวลามากกว่า 6 เดือน แสดงให้เห็นถึงการย่อยที่ไม่สมบูรณ์เนื่องจากไม่มีการเติมปุ๋ยคอก เพื่อเพิ่มปริมาณไนโตรเจน ลดอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน และการเติมจุลินทรีย์ช่วยในการย่อยสลาย เพื่อให้เกิดการย่อยสลายที่เร็วขึ้น แต่จากการทดสอบความเป็นพิษต่อพืชของปุ๋ยหมักด้วยการตรวจวัดค่าดัชนีการงอกของเมล็ดพืช (Germination index) ซึ่งพบว่ามีการทดสอบความสามารถในการงอกของเมล็ดพืชสูงกว่าร้อยละ 80 ตั้งแต่เริ่มหมักเดือนแรก แสดงให้เห็นถึงวัสดุเหลือใช้จากการแปรรูปกากแพที่นำมาผลิตเป็นปุ๋ยหมักสามารถนำมาใช้กับพืชได้ตั้งแต่เริ่มต้นโดยไม่มีความเป็นพิษต่อพืช และจากการวิเคราะห์ในด้านของปริมาณธาตุอาหารพบว่า ในแต่ละกรรมวิธีมีปริมาณธาตุอาหารหลัก และธาตุอาหารรอง แตกต่างกันทางสถิติ ในธาตุอาหารบางตัว แต่เมื่อจำแนกตามระดับปริมาณธาตุอาหารที่พบ พบว่าอยู่ในช่วงระดับเดียวกัน โดยพบปริมาณธาตุอาหารสอดคล้องกับในส่วนของเปลือกกากแพเซอร์รี่ โดยธาตุอาหารที่พบปริมาณในระดับสูงมาก เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของปุ๋ยหมัก ได้แก่ ธาตุอาหารไนโตรเจน (N) โดยมีปริมาณตั้งแต่ 0.39 – 0.61 % ธาตุแมงกานีส (Mn) ทองแดง (Cu) และสังกะสี (Zn) ส่วนปริมาณธาตุอาหารฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (K) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) และเหล็ก (Fe) พบปริมาณธาตุอาหารอยู่ในระดับต่ำมาก (ตารางที่ 13) อย่างไรก็ตามการศึกษาค้นคว้านี้ได้ทำการศึกษาศักยภาพปุ๋ยหมักจากเปลือกกะลาจากแพเป็นระยะเวลา 4 เดือน เนื่องจากลักษณะทางกายภาพของกองปุ๋ยหมักเข้าเกณฑ์เป็นปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์แล้ว แต่เมื่อดูจากค่าการวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM) และค่า C/N ratio ที่ยังมีปริมาณที่สูง ทำให้สามารถระบุได้ว่า ยังมีการย่อยสลายที่ไม่สมบูรณ์ เนื่องจากกะลาจากแพมีปริมาณสารจำพวกลิกนินที่สูง ซึ่งในแต่ละกรรมวิธีมีค่า C/N ratio สูงกว่า 47 ซึ่งช่วงของอัตราคาร์บอนต่อไนโตรเจนที่เหมาะสมที่สุดสำหรับอัตราการแปรสภาพเป็นปุ๋ยหมัก ควรอยู่ที่ 25-35 (Cooperband, 2002) ซึ่งอาจต้องใช้ระยะเวลาในการหมักที่มากกว่า 4 เดือน

จากผลการศึกษาเบื้องต้น พบว่า การเติมเชื้อจุลินทรีย์ลงในกองปุ๋ยหมัก ไม่ว่าจะเป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายโดยตรง หรือเชื้อจุลินทรีย์ที่มากับปุ๋ยมูลวัว ส่งผลให้กองปุ๋ยหมักมีกิจกรรมการทำงานของจุลินทรีย์ ส่งผลให้อุณหภูมิในกองปุ๋ยสูงกว่ากองปุ๋ยที่ไม่มีการเติมจุลินทรีย์ ทำให้ได้ปุ๋ยหมักที่ได้มีประสิทธิภาพที่ดีกว่า เนื่องจากอุณหภูมิที่สูงเป็นการช่วยทำให้เมล็ดพืชในกองปุ๋ยหมักตายไปในตัว และส่งผลให้มีการย่อยสลายสมบูรณ์เร็วกว่าการไม่เติมจุลินทรีย์ลงไป



ภาพที่ 4 อุณหภูมิของกองปุ๋ยหมักจากเปลือกกาแฟเชอร์รี่ ในแต่ละกรรมวิธี ทั้ง 5 กรรมวิธี



ภาพที่ 5 อุณหภูมิของกองปุ๋ยหมักจากเปลือกกาแฟในในแต่ละกรรมวิธี ทั้ง 5 กรรมวิธี

ตารางที่ 10 ผลทดสอบดัชนีการงอก และร้อยละการงอก รายเดือน จากการทดสอบปุ๋ยหมักจากเปลือกกาแฟเชอร์รี่ในแต่ละกรรมวิธี T1 = เปลือกกาแฟเชอร์รี่ (ชุดควบคุม), T2 = เปลือกกาแฟเชอร์รี่ + มูลวัว, T3 = เปลือกกาแฟเชอร์รี่ + มูลวัว + สารเร่งซูปเปอร์ พด.1, T4 = เปลือกกาแฟเชอร์รี่ + มูลวัว + เชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายเซลลูโลส และ T5 = เปลือกกาแฟเชอร์รี่ + มูลวัว + ไล่เดือนขี้ตาแร่

trt	mount 1		mount 2	
	GI	Germination	GI	Germination
T1	113.15 ± 8.89	95.56 ± 5.09	119.62 ± 3.79	96.67 ± 0.01
T2	104.53 ± 15.97	97.78 ± 3.85	121.09 ± 8.00	98.89 ± 1.92
T3	93.73 ± 14.39	95.56 ± 3.85	121.09 ± 9.22	95.56 ± 1.92
T4	99.97 ± 7.84	100.00 ± 0.00	131.79 ± 1.66	100.00 ± 0.00
T5	89.32 ± 8.96	97.78 ± 3.85	118.81 ± 11.94	96.67 ± 3.33
F-test	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	11.670	3.854	6.415	1.973

Values followed by the same letter in a row did not difference, ns= non-significant

ตารางที่ 11 ผลทดสอบดัชนีการงอก และร้อยละการงอก รายเดือน จากการทดสอบปุ๋ยหมักจากเปลือกกาแฟกะลาในแต่ละกรรมวิธี T1 = เปลือกกาแฟเชอร์รี่ (ชุดควบคุม), T2 = เปลือกกาแฟเชอร์รี่ + มูลวัว, T3 = เปลือกกาแฟเชอร์รี่ + มูลวัว + สารเร่งซูปเปอร์ พด.1, T4 = เปลือกกาแฟเชอร์รี่ + มูลวัว + เชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายเซลลูโลส และ T5 = เปลือกกาแฟเชอร์รี่ + มูลวัว + ไม้เต๋อนขี้ตาแร่

trt	mount 1		mount 2		mount 3		mount 4	
	Gl	Germination	Gl	Germination	Gl	Germination	Gl	Germination
T1	106.21 ± 14.52 a	95.56 ± 3.85	137.76 ± 7.39	96.67 ± 3.33	97.80 ± 6.22	94.44 ± 5.09	117.17 ± 47.86	93.33 ± 3.33
T2	103.93 ± 14.83 a	95.56 ± 7.70	113.75 ± 27.77	98.89 ± 1.92	102.43 ± 21.90	94.44 ± 1.92	123.07 ± 10.89	94.44 ± 5.09
T3	95.30 ± 12.87 a	95.56 ± 1.92	134.97 ± 15.02	96.67 ± 0.00	100.68 ± 8.61	95.56 ± 1.92	130.45 ± 22.10	96.67 ± 3.33
T4	72.31 ± 7.49 b	85.56 ± 5.09	91.35 ± 8.20	97.78 ± 3.85	84.61 ± 20.01	96.67 ± 3.33	112.01 ± 32.10	95.56 ± 1.92
T5	91.98 ± 10.80 ab	95.56 ± 5.09	117.62 ± 28.27	97.78 ± 3.85	99.85 ± 5.02	95.56 ± 3.85	128.60 ± 2.15	97.78 ± 3.85
F-test	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	13.203	13.258	10.416	12.715	12.778	13.011	10.146	12.981

Values followed by the same letter in a row did not difference, * = $p < 0.05$, ns= non-significant

ตารางที่ 12 เปรียบเทียบปริมาณองค์ประกอบทางเคมี และปริมาณธาตุอาหาร ของปุ๋ยหมักจากเปลือกกาแฟเชอร์รี่ในแต่ละกรรมวิธี T1 = เปลือกกาแฟเชอร์รี่ (ชุดควบคุม), T2 = เปลือกกาแฟเชอร์รี่ + มูลวัว, T3 = เปลือกกาแฟเชอร์รี่ + มูลวัว + สาขารังซูปเปอร์ พด.1, T4 = เปลือกกาแฟเชอร์รี่ + มูลวัว + เชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายเซลลูโลส และ T5 = เปลือกกาแฟเชอร์รี่ + มูลวัว + ไม้ค้อนขี้ตาแร่

Nutrients	Treatment (cherry)					F-test	C.V. (%)
	T1	T2	T3	T4	T5		
pH	6.74 ± 0.16	6.86 ± 0.41	6.87 ± 0.14	6.86 ± 0.37	6.62 ± 0.10	ns	3.984
EC (mS/cm)	4.737 ± 0.728	4.897 ± 0.863	5.453 ± 1.782	3.967 ± 1.452	5.560 ± 1.657	ns	5.497
OM (%)	50.517 ± 2.277 a	36.543 ± 5.254 b	38.480 ± 2.616 b	37.430 ± 5.638 b	41.233 ± 4.206 b	*	0.663
N (%)	3.310 ± 0.321 a	2.113 ± 0.455 b	2.310 ± 0.310 b	2.077 ± 0.480 b	2.477 ± 0.300 b	*	11.012
P (%)	0.077 ± 0.021	0.127 ± 0.025	0.063 ± 0.076	0.127 ± 0.032	0.027 ± 0.015	ns	322.148
K (%)	0.650 ± 0.149	0.617 ± 0.191	0.423 ± 0.629	0.387 ± 0.181	0.100 ± 0.096	ns	62.160
Ca (%)	0.907 ± 0.259 c	3.147 ± 0.138 a	1.337 ± 1.632 bc	2.477 ± 0.860 ab	0.757 ± 0.218 c	*	15.690
Mg (%)	0.167 ± 0.040	0.217 ± 0.035	0.103 ± 0.127	0.177 ± 0.042	0.060 ± 0.035	ns	187.0536
Fe (%)	0.073 ± 0.012	0.177 ± 0.075	0.723 ± 0.479	0.197 ± 0.078	0.353 ± 0.560	ns	88.820
Mn (%)	0.013 ± 0.006 b	0.020 ± 0.000 b	0.273 ± 0.219 a	0.017 ± 0.006 b	0.400 ± 0.000 a	**	187.054
Cu (mg/kg)	14.000 ± 3.666	17.900 ± 1.803	14.400 ± 11.024	15.467 ± 2.023	3.333 ± 1.115	ns	2.0784
Zn (mg/kg)	12.617 ± 3.469 b	56.390 ± 17.682 a	21.137 ± 26.066 b	48.543 ± 5.122 a	6.223 ± 3.240 b	**	0.934
C/N Ratio	7.923 ± 1.041	10.677 ± 2.052	12.100 ± 4.446	11.673 ± 6.607	9.760 ± 1.411	ns	2.595

Values followed by the same letter in a row did not difference, * = $p < 0.05$, ** = $p < 0.05$, ns= non-significant

ตารางที่ 13 เปรียบเทียบปริมาณองค์ประกอบทางเคมี และปริมาณธาตุอาหาร ของปุ๋ยหมักจากเปลือกกาแฟกะลาในแต่ละกรรมวิธี T1 = เปลือกกาแฟกะลา (ชุดควบคุม), T2 = เปลือกกาแฟกะลา + มูลวัว, T3 = เปลือกกาแฟกะลา + มูลวัว + สารเร่งซูปเปอร์ พด.1, T4 = เปลือกกาแฟกะลา + มูลวัว + เชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายเซลลูโลส และ T5 = เปลือกกาแฟกะลา + มูลวัว + ไล่เดือนซีตาแร่

Nutrients	Treatment (parchment)					F-test	C.V. (%)
	T1	T2	T3	T4	T5		
pH	5.39 ± 0.51 b	6.68 ± 0.22 a	6.83 ± 0.11 a	7.00 ± 0.16 a	7.10 ± 0.16 a	***	4.116
EC (mS/cm)	324.067 ± 85.996 b	726.333 ± 41.260 a	825.500 ± 184.904 a	842.567 ± 178.554 a	765.300 ± 128.092 a	**	0.039
OM (%)	58.530 ± 1.971 a	39.970 ± 1.379 c	52.463 ± 7.019 ab	50.367 ± 3.352 b	45.753 ± 12.940 bc	*	0.550
N (%)	0.397 ± 0.134	0.497 ± 0.038	0.617 ± 0.095	0.603 ± 0.032	0.597 ± 0.155	ns	50.129
P (%)	0.027 ± 0.006	0.030 ± 0.017	0.070 ± 0.036	0.077 ± 0.042	0.047 ± 0.038	ns	543.397
K (%)	0.113 ± 0.040	0.087 ± 0.076	0.160 ± 0.062	0.440 ± 0.489	0.063 ± 0.067	ns	157.354
Ca (%)	0.057 ± 0.025	0.257 ± 0.191	0.777 ± 0.511	0.773 ± 0.583	0.567 ± 0.635	ns	55.905
Mg (%)	0.023 ± 0.006	0.020 ± 0.017	0.043 ± 0.021	0.043 ± 0.031	0.030 ± 0.026	ns	849.057
Fe (%)	0.113 ± 0.067	0.100 ± 0.079	0.133 ± 0.055	0.147 ± 0.095	0.077 ± 0.046	ns	238.332
Mn (%)	42.533 ± 20.537	44.967 ± 25.697	69.267 ± 29.736	84.533 ± 48.539	48.467 ± 35.458	ns	0.469
Cu (mg/kg)	3.100 ± 0.854	1.733 ± 1.270	3.767 ± 2.409	4.167 ± 2.818	2.533 ± 2.656	ns	8.879
Zn (mg/kg)	13.960 ± 5.952	10.180 ± 7.548	17.843 ± 7.939	18.163 ± 13.003	10.573 ± 11.199	ns	1.921
C/N Ratio	80.280 ± 36.117	61.720 ± 36.044	49.030 ± 5.366	47.883 ± 3.249	49.273 ± 8.003	ns	0.471

Values followed by the same letter in a row did not difference, * = $p < 0.05$, ** = $p < 0.05$, *** = $p < 0.01$, ns= non-significant

กิจกรรมที่ 3 การศึกษาแนวทางการเพิ่มมูลค่าการผลิตกาแฟตามแนวทาง BCG Model ด้วยการวิเคราะห์การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของต้นกาแฟในระบบการปลูกที่แตกต่างกัน

จากการสำรวจและคัดเลือกพื้นที่สวนกาแฟของเกษตรกรในพื้นที่โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงแม่สลอง อ.แม่ฟ้าหลวง จ.เชียงราย ได้วางแผนตัวอย่างเพื่อศึกษาการกักเก็บคาร์บอนของต้นกาแฟในระบบการปลูกที่แตกต่างกันจำนวน 5 ระบบ ได้แก่ การปลูกกาแฟภายใต้ระบบวนเกษตร (AGFS), การปลูกกาแฟภายใต้ระบบปลูกกลางแจ้ง (FS), การปลูกกาแฟภายใต้ระบบปลูกใต้ร่มเงาป่าธรรมชาติ (NFS), การปลูกกาแฟภายใต้ระบบปลูกภายใต้ร่มเงาป่าสนสามใบ (PKFS) และการปลูกกาแฟภายใต้ระบบปลูกร่วมกับไม้ผลเมืองหนาว (TFOS) ซึ่งเกณฑ์ในการคัดเลือกแปลงศึกษา ได้คัดเลือกแปลงปลูกต้นกาแฟที่มีอายุใกล้เคียงกัน ใกล้เคียงกัน โดยมีอายุต้นกาแฟเฉลี่ยอยู่ที่ 4 – 5 ปี จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมี และปริมาณธาตุอาหารในแปลงปลูกกาแฟทั้ง 5 ระบบ พบว่า แปลงปลูกกาแฟทั้ง 5 ระบบ มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง อยู่ในระดับเป็นกรดจัด ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (% OM) ปริมาณไนโตรเจน (N) และปริมาณโพแทสเซียม ในแปลงปลูกทั้ง 5 ระบบ พบในระดับปริมาณที่สูงมาก ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ พบว่าในพื้นที่ระบบปลูกภายใต้ระบบวนเกษตร และระบบปลูกร่วมกับไม้ผลเมืองหนาว พบปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ในระดับสูง ส่วนระบบปลูกกลางแจ้ง ระบบปลูกใต้ร่มเงาป่าธรรมชาติ และระบบปลูกภายใต้ร่มเงาป่าสนสามใบ พบปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ในระดับต่ำ (ตารางที่ 14) ในด้านของความเป็นร่มเงาในพื้นที่พบว่า ระบบวนเกษตร มีระดับความเป็นร่มเงาพื้นที่อยู่ที่ 33 – 58 % ระบบปลูกใต้ร่มเงาป่าธรรมชาติ มีระดับความเป็นร่มเงาพื้นที่อยู่ที่ 58 – 73 % ระบบปลูกภายใต้ร่มเงาป่าสนสามใบ มีระดับความเป็นร่มเงาพื้นที่อยู่ที่ 53 – 76 % และระบบปลูกร่วมกับไม้ผลเมืองหนาว (TFOS) มีระดับความเป็นร่มเงาพื้นที่อยู่ที่ 19 – 40 % (ตารางที่ 15)

ตารางที่ 14 ปริมาณธาตุอาหารในแปลงปลูกกาแฟ 5 ระบบ ได้แก่ ระบบวนเกษตร (AGFS), ระบบปลูกกลางแจ้ง (FS), ระบบปลูกใต้ร่มเงาป่าธรรมชาติ (NFS), ระบบปลูกภายใต้ร่มเงาป่าสนสามใบ (PKFS) และระบบปลูกร่วมกับไม้ผลเมืองหนาว (TFOS)

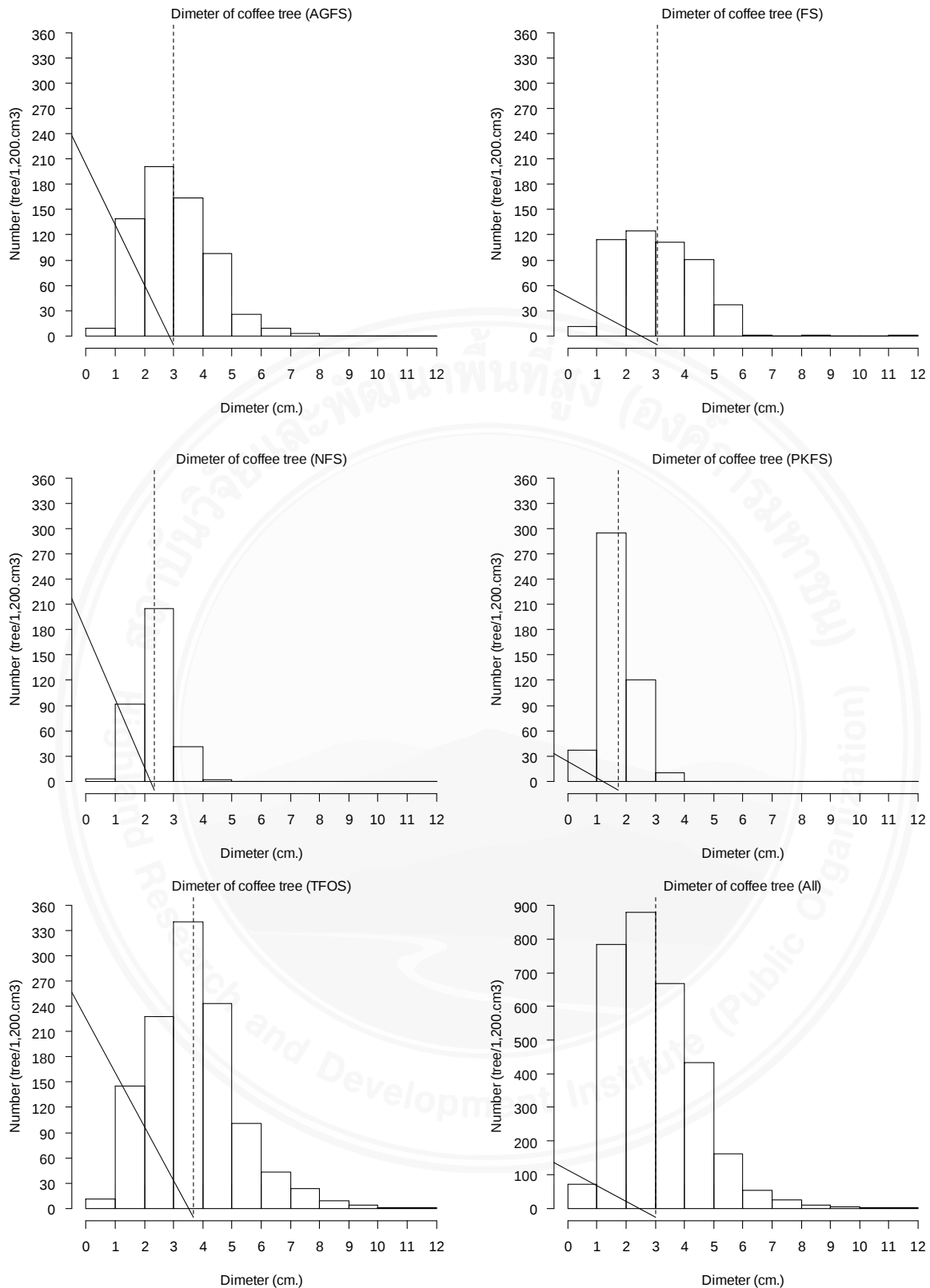
Nutrients	Condition				
	AGFS	FS	NFS	PKFS	TFOS
pH	4.98	5.38	4.55	4.52	5.40
OM%	7.32	5.59	9.08	6.75	4.50
N%	0.36	0.30	0.54	0.38	0.26
P(mg/kg.)	35.00	6.02	6.55	7.35	22.41
K(mg/kg.)	603.50	217.08	221.50	245.00	435.58
Soil Type	Sandy clay loam	Sandy Clay	Sandy clay loam	Sandy clay loam	Sandy clay loam

ตารางที่ 15 ร้อยละความเป็นร่มเงาในแปลงปลูกกาแฟทั้ง 5 ระบบ ได้แก่ ระบบวนเกษตร (AGFS), ระบบปลูกกลางแจ้ง (FS), ระบบปลูกใต้ร่มเงาป่าธรรมชาติ (NFS), ระบบปลูกภายใต้ร่มเงาป่าสนสามใบ (PKFS) และระบบปลูกร่วมกับไม้ผลเมืองหนาว (TFOS)

Condition	% Shade	
	Average	95 % CI
AGFS	45.82 ± 3.83	33.57 - 58.06
FS	0 ± 0	0
NFS	66.08 ± 6.79	58.50 - 73.65
PKFS	65.01 ± 10.05	53.24 - 76.78
TFOS	30.32 ± 3.00	19.84 - 40.79

จากการศึกษาลักษณะทางกายภาพในแปลงปลูกกาแฟแต่ละระบบพบว่า แปลงปลูกกาแฟภายใต้ร่มเงาไม้ผลเมืองหนาวมีความหนาแน่นของประชากรต้นกาแฟสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 695 ต้นต่อไร่ และเมื่อรวมกับจำนวนกิ่งที่มีการแตกนางในระดับความสูงที่ต่ำกว่าความสูง 15 เซนติเมตร ซึ่งนับว่าเป็นอีกหนึ่งต้น พบว่า มีความหนาแน่นของประชากรสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 1,535 ต้นต่อไร่ แตกต่างกับจำนวนต้นต่อไร่ในระบบปลูกกลางแจ้ง และระบบปลูกภายใต้ร่มเงาไม้ป่าธรรมชาติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในด้านการกระจายตัวของขนาดความโตต้นกาแฟขนาดความโตต้นกาแฟ พบว่า ต้นกาแฟที่ปลูกภายใต้ร่มเงาไม้ผลเมืองหนาว (พลัม) มีขนาดความโตขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นที่ระดับความสูง 15 เซนติเมตร สูงสุด โดยมีขนาดความโตเฉลี่ยเท่ากับ 3.69 เซนติเมตร (ภาพที่ 6) รวมถึงมีพื้นที่หน้าตัดต้นกาแฟสูงสุดเท่ากับ 1.98 ตารางเมตรต่อไร่ ส่งผลให้ต้นกาแฟที่ปลูกในระบบปลูกนี้มีการสะสมมวลชีวภาพ และคาร์บอนในต้นกาแฟสูงสุดรวมเฉลี่ยเท่ากับ 0.65 ต้นต่อไร่ และ 0.32 ต้นต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 16)

ในด้านการสะสมมวลชีวภาพของต้นไม้ให้ร่มเงาในระบบปลูกกาแฟ (โดยไม่รวมระบบการปลูกกลางแจ้ง) พบว่า จำนวนต้นไม้ให้ร่มเงาในแต่ละระบบปลูกไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยในระบบการปลูกกาแฟภายใต้ร่มเงาป่าสนสามใบ และรูปแบบการปลูกภายใต้ร่มเงาไม้ป่าธรรมชาติ มีขนาดความโตเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นที่ระดับความสูง 130 เซนติเมตร สูงสุดเฉลี่ยอยู่ที่ 22.14 และ 19.27 เซนติเมตร ตามลำดับ รวมถึงมีพื้นที่หน้าตัดไม้ให้ร่มเงาสูงสุดเท่ากับ 4.84 และ 4.14 ตารางเมตรต่อไร่ ในด้านการกักเก็บมวลชีวภาพ และการกักเก็บคาร์บอน พบว่า การปลูกภายใต้ระบบการปลูกภายใต้ร่มเงาไม้ป่าธรรมชาติ มีการกักเก็บสูงสุดรวมเฉลี่ยเท่ากับที่ 29.22 / 14.49 ต้นต่อไร่ รองลงมาได้แก่ การกักเก็บในระบบการปลูกภายใต้ร่มเงาป่าสนสามใบ ระบบการปลูกภายใต้ร่มเงาระบบวนเกษตร และการปลูกภายใต้ร่มเงาไม้ผลเมืองหนาว (พลัม) โดยมีค่าเฉลี่ยการกักเก็บมวลชีวภาพ และการกักเก็บคาร์บอนเท่ากับ 24.49 / 12.15 ต้นต่อไร่, 5.64 / 2.80 ต้นต่อไร่ และ 0.33 / 0.16 ต้นต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนระบบปลูกกลางแจ้งมีการกักเก็บมวลชีวภาพของไม้ให้ร่มเงาในระบบในปริมาณที่ต่ำมากเนื่องจากเกษตรกรเจ้าของแปลงเพิ่งเริ่มมีการลงต้นพลัมเพื่อเป็นร่มในระบบ (ตารางที่ 16)



ภาพที่ 6 ลักษณะการกระจายตัวของขนาดความโตต้นกาแฟในแปลงระบบปลูก 5 ระบบ ได้แก่ AGFS = แปลงปลูกกาแฟภายใต้ระบบวนเกษตร, NFS = แปลงปลูกกาแฟภายใต้ป่าธรรมชาติ, FS = แปลงปลูกกาแฟในพื้นที่กลางแจ้ง, PKFS = แปลงที่มีลักษณะการปลูกภายใต้ป่าสนสามใบ และ TFOS = แปลงปลูกกาแฟร่วมกับไม้ผลเมืองหนาว

ตารางที่ 16 เปรียบเทียบจำนวนต้นต่อพื้นที่ ค่าเฉลี่ยความโตต้น ความสูงต้น พื้นที่หน้าตัดของพรรณไม้ในปริมาณมวลชีวภาพ และปริมาณการกักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์ ของต้นกาแฟ และไม้ให้ร่มเงาในพื้นที่ ในพื้นที่แปลงปลูกกาแฟที่แตกต่างกัน 5 รูปแบบ ได้แก่ ระบบวนเกษตร (AGFS), ระบบปลูกกลางแจ้ง (FS), ระบบปลูกใต้ร่มเงาป่าธรรมชาติ (NFS), ระบบปลูกภายใต้ร่มเงาป่าสนสามใบ (PKFS) และระบบปลูกร่วมกับไม้ผลเมืองหนาว (TFOS)

characteristics	condition					chi-squared
	AGFS	FS	NFS	PKFS	TFOS	
coffee plant						
No.plan (tree/rai)	469 ± 17 ab	415 ± 20 b	421 ± 13 b	516 ± 17 ab	695 ± 127 a	*
No.plan + fork (tree/rai)	864 ± 159 ab	657 ± 63 b	457 ± 22 b	617 ± 88 ab	1,535 ± 213 a	*
Dimeter (cm.)	2.99 ± 0.14 ab	3.12 ± 0.33 ab	2.34 ± 0.18 ab	1.73 ± 0.29 b	3.69 ± 0.37 a	*
Height (m.)	1.72 ± 0.92 a	1.50 ± 0.41 ab	1.14 ± 0.96 ab	0.94 ± 0.23 b	1.61 ± 0.57 ab	*
Basal area (m ² /rai)	0.71 ± 0.23 ab	0.71 ± 0.28 ab	0.21 ± 0.04 ab	0.16 ± 0.04 b	1.98 ± 0.46 a	*
biomass (kg./tree)	0.36 ± 0.01 ab	0.36 ± 0.03 ab	0.29 ± 0.03 ab	0.18 ± 0.06 b	0.43 ± 0.03 a	*
Biomass (ton/rai)	0.31 ± 0.07 ab	0.24 ± 0.04 ab	0.13 ± 0.02 ab	0.11 ± 0.03 b	0.65 ± 0.10 a	*
CO ₂ (ton/rai)	0.15 ± 0.03 ab	0.12 ± 0.02 ab	0.06 ± 0.01 ab	0.05 ± 0.02 b	0.32 ± 0.05 a	*
Other plants						
No.plan (tree/rai)	77 ± 10	35 ± 16	79 ± 38	85 ± 23	67 ± 9	ns
No.plan + fork (tree/rai)	56 ± 11	36 ± 17	92 ± 48	91 ± 27	77 ± 20	ns
Dimeter (cm.)	12.21 ± 3.41 ab	7.16 ± 1.07 b	19.27 ± 5.21 ab	22.14 ± 5.84 a	8.16 ± 2.41 ab	*
Height (m.)	6.41 ± 1.46	7.52 ± 8.57	11.59 ± 1.12	13.67 ± 2.73	7.44 ± 6.22	ns
Basal area (m ² /rai)	1.58 ± 0.93 ab	0.19 ± 0.13 b	4.14 ± 1.75 ab	4.84 ± 0.40 a	0.54 ± 0.40 ab	*
biomass (kg./tree)	102.33 ± 60.95 b	2.17 ± 0.10 c	341.88 ± 141.88 a	293.64 ± 120.28 ab	4.03 ± 1.61 c	*
Biomass (ton/rai)	5.64 ± 3.64 ab	0.08 ± 0.04 b	29.22 ± 16.41 a	24.49 ± 1.74 a	0.33 ± 0.20 ab	*
CO ₂ (ton/rai)	2.80 ± 1.81 ab	0.04 ± 0.02 b	14.49 ± 8.14 a	12.15 ± 0.86 a	0.16 ± 0.10 ab	*

Values followed by the same letter in a row did not difference, * = p < 0.05, ns= non-significant

จากการศึกษาระบบการปลูกกาแฟทั้ง 5 ระบบ จะเห็นได้ว่าต้นกาแฟที่ปลูกในระบบการปลูกภายใต้ร่มเงาไม้ผลเมืองหนาว (พลัม) มีการสะสมมวลชีวภาพ และคาร์บอน ในต้นกาแฟสูงกว่าอีก 4 รูปแบบการปลูก อาจเนื่องจากในแปลงที่ปลูกกาแฟภายใต้ร่มเงาไม้ผลเมืองหนาว (พลัม) มีต้นไม้เรือนยอดชั้นบนค่อนข้างน้อย ต้นกาแฟได้รับแสงปริมาณที่เหมาะสม ทำให้ต้นกาแฟมีการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นดีกว่าในระบบอื่นๆ แต่ในภาพรวมทั้งระบบปลูกพบว่า การปลูกภายใต้ร่มเงาป่าธรรมชาติ และป่าสนสามใบ มีการสะสมมวลชีวภาพ และคาร์บอน สูงกว่าการปลูกกาแฟในรูปแบบผสมผสาน ซึ่งมวลชีวภาพ และคาร์บอนส่วนใหญ่เกิดจากการกักเก็บอยู่ในไม้ยืนต้นภายในแปลง

ในด้านองค์ประกอบและความสำคัญทางนิเวศวิทยาของชนิดพันธุ์ไม้ในแต่ละพื้นที่ พบว่า

พื้นที่ศึกษาแปลงปลูกกาแฟภายใต้ระบบวนเกษตร มีชนิดพรรณไม้ทั้งหมดจำนวน 9 ชนิด โดยมีขนาดพื้นที่หน้าตัดทั้งหมด 1.165 ตารางเมตรต่อแปลงย่อย โดยชนิดพรรณไม้ที่ครอบครองพื้นที่หน้าตัดสูงสุด 5 อันดับแรก ได้แก่ สนสามใบ พลัม จันทร์ทองเทศ ข้าวสารป่า และจิ้ง (ตารางที่ 17)

พื้นที่ศึกษาแปลงปลูกกาแฟภายใต้ร่มเงาไม้ผลเมืองหนาว (พลัม) มีชนิดพรรณไม้ทั้งหมดจำนวน 3 ชนิด โดยมีขนาดพื้นที่หน้าตัดทั้งหมด 0.1143 ตารางเมตรต่อแปลงย่อย ชนิดพรรณไม้ที่ครอบครองพื้นที่หน้าตัดสูงสุด ได้แก่ พลัม รองลงมาได้แก่ สาลี่ป่า และผักหวานบ้าน (ตารางที่ 18)

พื้นที่ศึกษาแปลงปลูกกาแฟภายใต้ร่มเงาไม้ป่าธรรมชาติ มีชนิดพรรณไม้ทั้งหมดจำนวน 19 ชนิด โดยมีขนาดพื้นที่หน้าตัดทั้งหมด 3.1017 ตารางเมตรต่อแปลงย่อย ชนิดพรรณไม้ที่ครอบครองพื้นที่หน้าตัดสูงสุด 5 อันดับแรก ได้แก่ ทะโล้ กำลังเสือโคร่ง ก่อแป้น พะยอม และขี้ขาว (ตารางที่ 19)

และพื้นที่ศึกษาแปลงปลูกกาแฟภายใต้ร่มเงาป่าสนสามใบ มีชนิดพรรณไม้ทั้งหมดจำนวน 14 ชนิด โดยมีขนาดพื้นที่หน้าตัดทั้งหมด 3.6315 ตารางเมตรต่อแปลงย่อย ชนิดพรรณไม้ที่ครอบครองพื้นที่หน้าตัดสูงสุด 5 อันดับแรก ได้แก่ สนสามใบ ทะโล้ มั่นปลา หว้าขี้แพะ และพะยอม (ตารางที่ 20)

ค่าดัชนีความสำคัญทางนิเวศวิทยา ของแต่ละแปลงปลูกกาแฟภายใต้ร่มเงา มีความผันแปรไปตามชนิดและองค์ประกอบพรรณไม้ ทำให้สามารถจำแนกความแตกต่างของป่าในพื้นที่ที่ปลูกกาแฟในแต่ละพื้นที่ได้ชัดเจนขึ้น โดยพื้นที่ปลูกกาแฟภายใต้ร่มเงาไม้ป่าธรรมชาติ พบว่าเป็นป่าที่มีการฟื้นตัวในระยะเริ่มต้นเนื่องจากมีจำนวนพันธุ์ไม้เบิกนำ จำนวนชนิดของพรรณไม้ และจำนวนต้นไม้ในพื้นที่สูง (Bormann et al., 1993; สุธีระ และคณะ 2562; สนิท และคณะ 2520) ส่วนในพื้นที่ระบบปลูกภายใต้ร่มเงาป่าสนสามใบ และระบบวนเกษตร พบว่ากำลังเริ่มมีการฟื้นตัวของชนิดไม้ตามระบบนิเวศน์ เมื่อดูจากจำนวนและชนิดพันธุ์ไม้ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ หลังจากที่มีการปลูกต้นสนสามใบในการฟื้นฟูป่าในอดีต การปลูกกาแฟภายใต้ร่มเงาในระบบต่างๆ องค์ประกอบของชนิดพันธุ์ไม้ และความหนาแน่นของไม้ยืนต้น ทำให้มีโครงสร้างของร่มเงาในแต่ละระบบ และการปกคลุมเรือนยอดที่แตกต่างกัน ส่งผลต่อความสัมพันธ์ของปริมาณแสง อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ ลม น้ำในดิน รวมถึงดินและธาตุอาหารในพื้นที่ ที่ส่งผลต่อการเติบโตของต้นกาแฟ (Muschler, 2004)

ตารางที่ 17 จำนวนต้น (Density: D), ความถี่ (Frequency: F), ความเด่นพื้นที่หน้าตัด (Ba: m²) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD: %) ความถี่สัมพัทธ์ (RF: %) ความเด่นสัมพัทธ์ (RDo: %) และ ค่าดัชนีความสำคัญทางนิเวศวิทยา (IVI: %) ของพรรณไม้ในแปลงพื้นที่ปลูกกาแฟภายใต้ระบบปลูกแบบวนเกษตร

no.	species	no.speices	F	Ba	RD	RF	RDo	IVI
1	สนสามใบ	4	2	0.9254	9.5238	16.6667	79.4280	105.6184
2	พลัม	21	3	0.0105	50.0000	25.0000	0.9013	75.9013
3	จันทร์ทองเทศ	7	1	0.0315	16.6667	8.3333	2.7002	27.7002
4	ข้าวสารป่า	5	1	0.0786	11.9048	8.3333	6.7428	26.9809
5	จิวป่า	1	1	0.0780	2.3810	8.3333	6.6946	17.4089
6	แคฝอย	1	1	0.0267	2.3810	8.3333	2.2899	13.0042
7	ขนุน	1	1	0.0058	2.3810	8.3333	0.4979	11.2122
8	ไคร้มด	1	1	0.0052	2.3810	8.3333	0.4442	11.1584
9	uk4	1	1	0.0035	2.3810	8.3333	0.3012	11.0155
		42	12	1.1650	100.0000	100.0000	100.0000	300.0000

ตารางที่ 18 จำนวนต้น (Density: D), ความถี่ (Frequency: F), ความเด่นพื้นที่หน้าตัด (Ba: m²) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD: %) ความถี่สัมพัทธ์ (RF: %) ความเด่นสัมพัทธ์ (RDo: %) และ ค่าดัชนีความสำคัญทางนิเวศวิทยา (IVI: %) ของพรรณไม้ในแปลงปลูกกาแฟในระบบปลูกร่วมกับไม้ผลเมืองหนาว

no.	species	no.speices	F	Ba	RD	RF	RDo	IVI
1	พลัม	54	3	0.1041	93.1034	60.0000	91.1125	244.2160
2	สาละป่า	2	1	0.0101	3.4483	20.0000	8.8318	32.2800
3	ผักหวานบ้าน	2	1	0.0001	3.4483	20.0000	0.0557	23.5040
		58	5	0.1143	100.0000	100.0000	100.0000	300.0000

ตารางที่ 19 จำนวนต้น (Density: D), ความถี่ (Frequency: F), ความเด่นพื้นที่หน้าตัด (Ba: m²) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD: %) ความถี่สัมพัทธ์ (RF: %) ความเด่นสัมพัทธ์ (RDo: %) และ ค่าดัชนีความสำคัญทางนิเวศวิทยา (IVI: %) ของพรรณไม้ในแปลงพื้นที่ปลูกกาแฟภายใต้ร่มเงาไม้ป่าธรรมชาติ

no.	species	no.speices	F	Ba	RD	RF	RDo	IVI
1	ทะโล้	8	3	1.1219	11.5942	9.6774	36.1697	57.4413
2	กำลังเสือโคร่ง	24	3	0.2498	34.7826	9.6774	8.0528	52.5128
3	ก่อแป้น	4	3	0.9957	5.7971	9.6774	32.1024	47.5769
4	พะยอม	6	3	0.0939	8.6957	9.6774	3.0277	21.4008
5	ขี้ขาว	4	3	0.1060	5.7971	9.6774	3.4170	18.8915
6	ก่อน้ำ	3	1	0.1723	4.3478	3.2258	5.5563	13.1299
7	มะขามป้อม	4	2	0.0180	5.7971	6.4516	0.5793	12.8280
8	ไคร้ผด	2	2	0.0458	2.8986	6.4516	1.4779	10.8281
9	สนสามใบ	2	1	0.1070	2.8986	3.2258	3.4491	9.5735
10	มะขามแป	2	1	0.0198	2.8986	3.2258	0.6383	6.7627
11	หว้าขี้พะ	2	1	0.0146	2.8986	3.2258	0.4720	6.5964
12	มะเดื่ออุทุมพร	1	1	0.0279	1.4493	3.2258	0.8991	5.5742
13	กล้วยไข่	1	1	0.0272	1.4493	3.2258	0.8780	5.5531
14	หว้าหิน	1	1	0.0243	1.4493	3.2258	0.7846	5.4597
15	เหมือดคนตัวเมีย	1	1	0.0205	1.4493	3.2258	0.6621	5.3372
16	uk1	1	1	0.0195	1.4493	3.2258	0.6286	5.3037
17	ข้าวสารป่า	1	1	0.0127	1.4493	3.2258	0.4105	5.0856
18	อบเชย	1	1	0.0124	1.4493	3.2258	0.4003	5.0754
19	ค่าหัด	1	1	0.0122	1.4493	3.2258	0.3942	5.0693
		69	31	3.1017	100.0000	100.0000	100.0000	300.0000

ตารางที่ 20 จำนวนต้น (Density: D), ความถี่ (Frequency: F), ความเด่นพื้นที่หน้าตัด (Ba: m²) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD: %) ความถี่สัมพัทธ์ (RF: %) ความเด่นสัมพัทธ์ (RDo: %) และ ค่าดัชนีความสำคัญทางนิเวศวิทยา (IVI: %) ของพรรณไม้ในแปลงพื้นที่ปลูกกาแฟภายใต้ร่มเงาป่าสนสามใบ

no.	species	no.speices	F	Ba	RD	RF	RDo	IVI
1	สนสามใบ	24	3	3.0526	35.2941	12.5000	84.0603	131.8544
2	ทะโล้	9	3	0.2480	13.2353	12.5000	6.8297	32.5650
3	มันปลา	6	3	0.0810	8.8235	12.5000	2.2312	23.5548
4	หว่าซี่แพะ	5	3	0.0450	7.3529	12.5000	1.2386	21.0916
5	มะผด	7	2	0.0377	10.2941	8.3333	1.0395	19.6669
6	พะยอม	6	2	0.0374	8.8235	8.3333	1.0294	18.1863
7	ขี้ขาว	3	1	0.0681	4.4118	4.1667	1.8765	10.4549
8	มะกอกพราน	2	1	0.0159	2.9412	4.1667	0.4367	7.5446
9	มะขามป้อม	1	1	0.0240	1.4706	4.1667	0.6605	6.2977
10	มะเดื่ออุทุมพร	1	1	0.0072	1.4706	4.1667	0.1972	5.8345
11	มะเดื่อหว่า	1	1	0.0047	1.4706	4.1667	0.1305	5.7677
12	ทองกลาง	1	1	0.0040	1.4706	4.1667	0.1109	5.7482
13	uk2	1	1	0.0033	1.4706	4.1667	0.0903	5.7276
14	uk3	1	1	0.0025	1.4706	4.1667	0.0687	5.7059
		68	24	3.6315	100.0000	100.0000	100.0000	300.0000

สำหรับการมีความหลากหลายชนิดพรรณไม้มีส่วนทำให้มีการหมุนเวียนปริมาณคาร์บอน และธาตุอาหารในพื้นที่ การมีชนิดพรรณไม้จำนวนมาก ทำให้ในพื้นที่มีการคืนปริมาณซากพืชสู่ระบบนิเวศสูงกว่าในพื้นที่ที่มีชนิดพันธุ์น้อยกว่า (Celentano et al., 2011) จากการศึกษาปริมาณการสะสมของปริมาณซากพืชที่มีอยู่ในพื้นที่แต่ละระบบการปลูกกาแฟ พบว่า แปลงปลูกกาแฟภายใต้ร่มเงาป่าสนสามใบมีการสะสมของปริมาณซากพืชเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 2,835 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมา ได้แก่ ระบบป่าธรรมชาติ ระบบวนเกษตร ระบบปลูกร่วมกับไม้ผลเมืองหนาว (พลัม) และระบบกลางแจ้ง มีปริมาณซากพืชเฉลี่ยเท่ากับ 2,333, 998, 46 และ 15 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 21) และขนาดของพื้นที่หน้าตัดไม้มีความสัมพันธ์ ในทิศทางเดียวกันกับปริมาณซากพืช (พลติพงษ์ และคณะ, 2559) ซึ่งเป็นการสะท้อนถึงการคืนและหมุนเวียนธาตุอาหารในพื้นที่และอีกหนึ่งแนวทางในการลดการใช้ปุ๋ยเคมีได้

ตารางที่ 21 ปริมาณซากพืช (litter) บริเวณหน้าดินที่มีอยู่ในพื้นที่ทั้ง 5 ระบบปลูกกาแฟที่แตกต่างกัน และ ปริมาณธาตุอาหารหลักในธาตุพืช ได้แก่ ไนโตรเจน (%) ฟอสฟอรัส (%) และโพแทสเซียม (%)

Condition	Litter (kg./rai)	Total Nitrogen (%)	Phosphorus (%)	Potassium (%)
AGFS	998.44 b	1.78	0.09 b	0.35 b
FS	14.96 b	1.38	0.15 a	1.10 a
NFS	2,333.48 a	1.52	0.05 bc	0.17 b
PKFS	2,834.99 a	1.03	0.07 bc	0.34 b
TFOS	46.02 b	1.47	0.04 c	0.09 b
F-value	***	ns	**	***

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย

การทดสอบและคัดเลือกสายพันธุ์กาแฟอาราบิก้าคุณภาพของโครงการหลวง ซึ่งในกิจกรรมนี้สามารถแบ่งย่อยออกได้เป็น

1. การศึกษาคัดเลือกและทดสอบสายพันธุ์กาแฟคุณภาพโครงการหลวงของต้นกาแฟชุดที่ 2 (ปลูกปี พ.ศ. 2557) เป็นต้นกาแฟที่มาจากแหล่งพันธุ์ป่าเมือง และแหล่งพันธุ์ตีนตก โดยคัดเลือกจากต้นแม่ที่มีลักษณะทรงต้นที่ดี ด้านทานโรคราสนิม ให้ผลผลิตดี และมีคุณภาพการชงดื่มที่ดีเยี่ยม ซึ่งจากการคัดเลือกในฤดูกาล พ.ศ. 2565 / 2566 ได้จำนวน 3 หมายเลข ได้แก่ เบอร์ B1, B2 และ B13 ซึ่งทั้ง 3 เบอร์ เตรียมทำการเพาะขยายกล้าพันธุ์กาแฟคุณภาพสำหรับแจกจ่ายแก่เกษตรกร และเตรียมขึ้นทะเบียนพันธุ์ในอนาคต

ในด้านของต้นกาแฟแม่พันธุ์ชุดที่ 3 (ปลูกปี พ.ศ. 2560) จำนวน 4 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์แม่ลาน้อย (MLN) ห้วยน้ำขุ่น (HNK) ห้วยส้มป่อย (HSP) และวาวี (WW) จากการติดตามการเจริญเติบโต พบว่า ต้นกาแฟที่มาจากแหล่งพันธุ์ห้วยส้มป่อย และแหล่งพันธุ์แม่ลาน้อย พบการระบาดของโรคราสนิมที่รุนแรง จึงถูกคัดออกจากการศึกษาคัดเลือกแม่พันธุ์ ส่งผลให้เหลือต้นกาแฟแม่พันธุ์ในการศึกษาคัดเลือก 2 แหล่งพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์ห้วยน้ำขุ่น (HNK) และแหล่งพันธุ์วาวี (WW) ซึ่งจากการศึกษาการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นของต้นกาแฟจากทั้ง 2 แหล่งพันธุ์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งในฤดูกาล พ.ศ. 2566 / 2567 ได้เตรียมทำการเก็บผลผลิต สำหรับส่งวิเคราะห์ทดสอบคุณภาพทางด้านการชงดื่ม และทำการคัดเลือกต้นแม่พันธุ์ที่มีคุณภาพต่อไป

2. การศึกษาการเจริญเติบโตสายพันธุ์กาแฟคุณภาพโครงการหลวงที่ระดับความสูงต่างกัน 3 ระดับ เป็นการต่อยอดในกิจกรรมที่ 1 โดยนำต้นแม่พันธุ์ที่คัดเลือกจากมูลนิธิโครงการหลวงและสวส. (ต้นกาแฟชุดที่ 1) จำนวน 5 พันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ RPF-C3, RPF-C4, A-7, A-10 และ A-58 โดยทำการปลูกทดสอบการเจริญเติบโต การติดผลผลิต และการพบโรคแมลงที่เข้าทำลายต้นกาแฟ ในพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลแตกต่างกัน 3 ระดับ โดยพบว่า กาแฟสายพันธุ์ RPF-C4 มีการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นที่ดีกว่าสายพันธุ์อื่นๆ จากการปลูกในแต่ละระดับความสูง ดังนั้นกาแฟสายพันธุ์ RPF-C4 จึงเหมาะสมกับการปลูกในพื้นที่ที่มีความสูงตั้งแต่ 900-1,400 เมตร รองลงมาคือ สายพันธุ์ RPF-C3 และสายพันธุ์อื่นๆ

การศึกษาคุนสมบัติของวัสดุเหลือใช้ในกระบวนการแปรรูปกาแฟสำหรับพัฒนาเป็นปุ๋ยหมักชีวภาพเพื่อลดต้นทุนและเพื่อผลผลิตกาแฟในระบบการปลูกกาแฟที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

การศึกษาคุนสมบัติของวัสดุเหลือใช้ในกระบวนการแปรรูปกาแฟสำหรับพัฒนาเป็นปุ๋ยหมักชีวภาพเพื่อลดต้นทุน โดยใช้วัสดุเหลือใช้จากการแปรรูปกาแฟ 2 ประเภท ในการศึกษาพัฒนาปุ๋ยหมัก ได้แก่ เปลือกกาแฟเชอร์รี่ และเปลือกกาแฟกะลา จากผลการศึกษา พบว่า การเติมเชื้อจุลินทรีย์ลงในกองปุ๋ยหมัก ไม่ว่าจะเป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายโดยตรง หรือเชื้อจุลินทรีย์ที่มาจากปุ๋ยมูลวัว ส่งผลให้กองปุ๋ยหมักมีกิจกรรมการทำงานของจุลินทรีย์ส่งผลให้อุณหภูมิในกองปุ๋ยสูงกว่ากองปุ๋ยที่ไม่มีการเติมจุลินทรีย์ ทำให้สามารถลดระยะเวลาในการหมักปุ๋ยลงได้ โดยปุ๋ยหมักจากเปลือกกาแฟเชอร์รี่ใช้เวลาในการหมักเป็นปุ๋ยสมบูรณ์อยู่ที่ประมาณ 60 – 80 วัน ส่วนปุ๋ยจากกะลาใช้เวลาในการหมักอยู่ที่ 4 - 5 เดือน โดยปุ๋ยหมักจากวัสดุ

ทั้ง 2 ชนิด สามารถนำไปใช้ในแปลงเกษตรกรรมเพื่อลดต้นทุนจากการใช้ปุ๋ยเคมีได้ ซึ่งปุ๋ยจากวัสดุทั้ง 2 ชนิดมีปริมาณไนโตรเจนที่สูง ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมต่ำ จึงอาจมีการเติมธาตุอาหารส่วนผสมทั้ง 2 ธาตุเพิ่มเติมเพื่อให้ถึงเกณฑ์ในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ปุ๋ยหมักจากเปลือกกาแฟได้

การศึกษาแนวทางการเพิ่มมูลค่าการผลิตกาแฟตามแนวทาง BCG Model ด้วยการวิเคราะห์การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของต้นกาแฟในระบบการปลูกที่แตกต่างกัน

จากการศึกษาการกักเก็บคาร์บอนของต้นกาแฟในระบบการปลูกที่แตกต่างกันจำนวน 5 ระบบ ได้แก่ การปลูกกาแฟภายใต้ระบบวนเกษตร การปลูกกาแฟภายใต้ระบบปลูกกลางแจ้ง การปลูกกาแฟภายใต้ระบบปลูกใต้ร่มเงาป่าธรรมชาติ การปลูกกาแฟภายใต้ระบบปลูกภายใต้ร่มเงาป่าสนสามใบ และการปลูกกาแฟภายใต้ระบบปลูกร่วมกับไม้ผลเมืองหนาว ในปีศึกษานี้เป็นการศึกษาเพื่อให้ได้ฐานข้อมูลสำหรับการคำนวณการสะสมมวลชีวภาพและคาร์บอนในปีถัดไป โดยจากการศึกษาพบว่า การปลูกกาแฟภายใต้ระบบปลูกร่วมกับไม้ผลเมืองหนาว มีการสะสมมวลชีวภาพในต้นกาแฟสูงที่สุด ส่วนการสะสมมวลชีวภาพในระบบการปลูกกาแฟพบมากที่สุดในระบบการปลูกภายใต้ร่มเงาไม้ป่าธรรมชาติ และระบบภายใต้ร่มเงาไม้สนสามใบ ซึ่งในแต่ละระบบมีจำนวนชนิดพรรณไม้ที่ต่างกันทำให้ส่งผลต่อการหมุนเวียน และการสะสมมวลชีวภาพในรูปของปริมาณซากพืชที่แตกต่างกัน โดยในระบบการปลูกกาแฟภายใต้ร่มเงาไม้ป่าธรรมชาติ และระบบภายใต้ร่มเงาไม้สนสามใบ มีปริมาณซากพืชที่สูงกว่าในระบบอื่นๆ