บทที่ 4
ผลการวิจัย

4.1 การศึกษาการปลูกกาแฟอราบิก้าภายใต้สภาพร่มเงาร่วมกับการจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ

แปลงที่ใช้ศึกษาเป็นแปลงปลูกใหม่เมื่อปี พ.ศ. 2559-2560 ที่บ้านขุนยะ ต.บ้านหลวง อ.จอมทอง จ.เชียงใหม่ ในเขตพื้นที่สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ ภายใต้โครงการปลูกกาแฟระบบอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติร่วมระหว่างโครงการหลวงและบริษัทปิโตรเลียมไทยจำกัด (มหาชน) (ปตท.) แปลงส่วนใหญ่เก็บข้อมูลต่อเนื่องจากปีงบประมาณ พ.ศ. 2561 กรณีที่เป็นแปลงเดิมต้นกาแฟที่เก็บข้อมูลจะเป็นต้นเดิม โดยเก็บข้อมูลต่อเนื่องตามที่ชวลิตและคณะ (2561) ได้นำเสนอไปแล้ว มี 3 แปลงที่ได้รับการคัดเลือกใหม่ เพื่อให้เหมาะสมกับกรรมวิธีที่กำหนดขึ้น

4.1.1 ข้อมูลทั่วไปของแปลง

กรรมวิธีที่ 1 ปลูกกลางแจ้ง จัดการแบบเกษตรกร ไม่มีระบบอนุรักษ์ (Control) มี 3 แปลง แต่ละแปลงถือเป็น 1 ซ้ำ (ภาพที่ 1)

1) แปลงนายเข่โน ตะจิริ พื้นที่ปลูก 0.40 ไร่ จำนวน 138 ต้น ระยะปลูกกาแฟ 1.5x2 เมตร อายุ 2 ปี พิกัด ละติจูด 18.42400 องศาเหนือ ลองจิจูด 98.51920 องศาตะวันออก ความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,005 เมตร ความลาดเท 60 เปอร์เซ็นต์ ทิศทางความลาดเท ทิศเหนือ ระบบปลูกกลางแจ้ง

2) แปลงนายบุญ นิยมพงษ์ไพรสิน พื้นที่ปลูก 1 ไร่ จำนวน 450 ต้น ระยะปลูกกาแฟ 1.5x2 เมตร อายุ 2 ปี พิกัด ละติจูด 18.426369 องศาเหนือ ลองจิจูด 98.503473 องศาตะวันออก ความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,202 เมตร ความลาดเท 20 เปอร์เซ็นต์ ทิศทางความลาดเท ตะวันตก ระบบปลูกกลางแจ้ง

3) นายศรีละ ดำรงสฤงคาร พื้นที่ปลูก 2.6 ไร่ จำนวน 600 ต้น ระยะปลูกกาแฟ 1.5x2 เมตร อายุ 2 ปี พิกัด ละติจูด 18.425371 องศาเหนือ ลองจิจูด 98.501380 องศาตะวันออก ความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,206 เมตร ความลาดเท 15 เปอร์เซ็นต์ ทิศทางความลาดเท ตะวันตก ระบบปลูกกลางแจ้ง แปลงนายศรีละ เป็นแปลงที่มีการปลูกมะขามป้อม แต่มะขามป้อมปลูกช้ากว่ากาแฟ 1 ปี

แปลงนายเชโน ตะจิริ (ซ้ายบน) มกราคม (ขวาบน) เมษายน (ซ้ายล่าง) กรกฎาคม (ขวาล่าง) การติดผล

แปลงนายบุญ นิยมพงษ์ไพรสิน (ซ้ายบน) มกราคม (ขวาบน) เมษายน (ซ้ายล่าง) กรกฎาคม (ขวาล่าง) การติดผล

ภาพที่ 4.1 สภาพแปลงของเกษตรกรที่ใช้ทำการวิจัยในกรรมวิธีที่ 1 ปลูกกลางแจ้ง จัดการแบบเกษตรกรไม่มีระบบอนุรักษ์ (Control)

แปลงนายศรีละ ดำรงสฤงคาร (ซ้ายบน) มกราคม (ขวาบน) เมษายน (ซ้ายล่าง) กรกฎาคม (ขวาล่าง) การติดผล

ภาพที่ 4.1 (ต่อ) สภาพแปลงของเกษตรกรที่ใช้ทำการวิจัยในกรรมวิธีที่ 1 ปลูกกลางแจ้ง จัดการแบบเกษตรกร ไม่มีระบบอนุรักษ์ (Control)

กรรมวิธีที่ 2 ปลูกกลางแจ้ง จัดการแบบประณีตตามคำแนะนำของเจ้าหน้าที่ ต้นกาแฟและไม้บังร่มปลูกอยู่บนขั้นบันได มีแถบของหญ้าแฝกอยู่ริมขอบแปลง มีการปลูกไม้บังร่มหรือไม้เบิกนำ เช่นกล้วยน้ำว้าและอะโวคาโด มี 3 แปลง แต่ละแปลงถือว่าเป็น 1 ซ้ำ (ภาพที่ 4.2)

1) นายคำรณ แจวจันทึก พื้นที่ปลูก 2.00 ไร่ จำนวน 846 ต้น ระยะปลูกกาแฟ 1.5x2 เมตร อายุ 3 ปี พิกัด ละติจูด 18.42500 องศาเหนือ ลองจิจูด 98.50142 องศาตะวันออก ความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,206 เมตร ความลาดเท 15 เปอร์เซ็นต์ ทิศทางความลาดเท ทิศตะวันตก ระบบปลูก ร่มเงากล้วยและอะโวคาโด

2) นายศรีลอย พิทักษ์ขัณฑสีมา พื้นที่ปลูก 3.60 ไร่ จำนวน 1,501 ต้น ระยะปลูกกาแฟ 1.5x2 เมตร อายุ 2 ปี พิกัด ละติจูด 18.43295 องศาเหนือ ลองจิจูด 98.51521 องศาตะวันออก ความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,025 เมตร ความลาดเท 20 เปอร์เซ็นต์ ทิศทางความลาดเท ทิศเหนือ ระบบปลูก ร่มเงากล้วยน้ำว้า

3) นายสมพร เสกสิทธิ์วรกุล พื้นที่ปลูก 2.60 ไร่ จำนวน 1,034 ต้น ระยะปลูกกาแฟ 1.5x2 เมตร อายุ 2 ปี พิกัด ละติจูด 18.73171 องศาเหนือ ลองจิจูด 98.512344 องศาตะวันออก ความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,074 เมตร ความลาดเท 45 เปอร์เซ็นต์ ทิศทางความลาดเท ทิศตะวันตก ระบบปลูก ร่มเงากล้วยและอะโวคาโด

แปลงนายคำรณ แจวจันทึก (ซ้ายบน) มกราคม (ขวาบน) เมษายน (ซ้ายล่าง) กรกฎาคม (ขวาล่าง) การติดผล

ภาพที่ 4.2 สภาพแปลงของเกษตรกรที่ใช้ทำการวิจัย กรรมวิธีที่ 2 ปลูกกลางแจ้ง จัดการแบบประณีตตามคำแนะนำของเจ้าหน้าที่ ต้นกาแฟและไม้บังร่มปลูกอยู่บนขั้นบันได มีแถบหญ้าแฝกอยู่ริมขอบแปลง ปลูกไม้บังร่มหรือไม้เบิกนำ เช่นกล้วยน้ำว้า

แปลงนายศรีลอย พิทักษ์ขันธ์สีมา (ซ้ายบน) มกราคม (ขวาบน) เมษายน (ซ้ายล่าง) กรกฎาคม (ขวาล่าง) การติดผล

แปลงนายสมพร เสกสิทธ์วรกุล (ซ้ายบน) มกราคม (ขวาบน) เมษายน (ซ้ายล่าง) กรกฎาคม (ขวาล่าง) การติดผล

ภาพที่ 4.2 (ต่อ)สภาพแปลงของเกษตรกรที่ใช้ทำการวิจัย กรรมวิธีที่ 2 ปลูกกลางแจ้ง จัดการแบบประณีตตามคำแนะนำของเจ้าหน้าที่ ต้นกาแฟและไม้บังร่มปลูกอยู่บนขั้นบันได มีแถบหญ้าแฝกอยู่ริมขอบแปลง

กรรมวิธีที่ 3 ปลูกภายใต้ร่มเงาไม้ป่าหรือไม้ผล จัดการแบบประณีตตามคำแนะนำของเจ้าหน้าที่ เป็นการนำต้นกาแฟไปปลูกภายใต้ร่มเงาของไม้ป่าธรรมชาติ แปลงที่ใช้วัดการเจริญเติบโตได้แก่

1) นายสุทอง มะก่า (แปลง 1) พื้นที่ปลูก 2.80 ไร่ จำนวน 1,182 ต้น ระยะปลูกกาแฟ 1.5x2 เมตร อายุ 2 ปี พิกัด ละติจูด 18.424443 องศาเหนือ ลองจิจูด 98.51582 องศาตะวันออก ความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,059 เมตร ความลาดเท 40 เปอร์เซ็นต์ ทิศทางความลาดเท ทิศตะวันตก ระบบปลูกภายใต้ร่มเงาไม้ป่า

2) นายสุทอง มะก่า (แปลง 2) อยู่ในพื้นที่เดียวกับแปลที่ 1 พื้นที่ปลูก 2.80 ไร่ จำนวน 1,182 ต้น ระยะปลูกกาแฟ 1.5x2 เมตร อายุ 2 ปี พิกัด ละติจูด 18.424443 องศาเหนือ ลองจิจูด 98.51582 องศาตะวันออก ความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,059 เมตร ความลาดเท 40 เปอร์เซ็นต์ ทิศทางความลาดเท ทิศตะวันตก ระบบปลูก ภายใต้ร่มเงาไม้ป่า

3) นายสุทอง มะก่า (แปลง 3) พื้นที่ปลูก 2.2 ไร่ จำนวนต้น จำนวน 800 ต้น ระยะปลูกกาแฟ 1.5x2 เมตร อายุ 2 ปี พิกัด ละติจูด 18.424047 องศาเหนือ ลองจิจูด 98.515766 องศาตะวันออก ความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,073 เมตร ความลาดเท 10 เปอร์เซ็นต์ ทิศทางความลาดเท ทิศตะวันตก ระบบปลูก ภายใต้ร่มเงาไม้ป่า

แปลงที่ 1 และ 2 เป็นแปลงที่เคยเก็บข้อมูลปีงบประมาณ พ.ศ. 2561 ส่วนแปลงที่ 3 อยู่ห่างออกไปจากแปลงที่ 1 และ 2 แต่อยู่ในสภาพเหมือนกัน คือปลูกภายใต้ร่มเงาของไม้ป่าธรรมชาติ

แปลงนายสุทอง มะก่า (แปลง 1 และ 2) (ซ้ายบน) มกราคม (ขวาบน) เมษายน (ซ้ายล่าง) กรกฎาคม (ขวาล่าง) การติดผล

แปลงนายสุทอง มะก่า (แปลง 3) (ซ้ายบน) มกราคม (ขวาบน) เมษายน (ซ้ายล่าง) กรกฎาคม (ขวาล่าง) การติดผล

ภาพที่ 4.3 สภาพแปลงของเกษตรกรที่ใช้ทำการวิจัย กรรมวิธีที่ 3 ปลูกภายใต้ร่มเงาไม้ป่าหรือไม้ผล จัดการแบบประณีตตามคำแนะนำของเจ้าหน้าที่ เป็นการนำต้นกาแฟไปปลูกภายใต้ร่มเงาของไม้ป่าธรรมชาติ

4.1.2 ผลการวัดการเจริญเติบโต

4.1.2.1 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น ณ เดือน มกราคม กุมภาพันธ์ มีนาคม เมษายน พฤษภาคม มิถุนายน กรกฎาคม และสิงหาคม พ.ศ. 2562 ของกรรมวิธีที่ 1 วัดขนาดได้เฉลี่ย 2.82, 2.85, 2.88, 2.99, 3.08, 3.14, 3.22 และ 3.29 ซม. ตามลำดับ กรรมวิธีที่ 2 วัดขนาดได้เฉลี่ย 3.38, 3.40, 3.42, 3.43, 3.47, 3.65, 3.73 และ 3.87 ซม. ตามลำดับ และกรรมวิธีที่ 3 วัดขนาดได้ 2.15, 2.23, 2.29, 2.36, 2.41, 2.47, 2.50 และ 2.55 ซม. ขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น เรียงจากใหญ่ไปหาเล็ก กรรมวิธีที่ 2 1 และ 3 ตามลำดับ ทุกกรรมวิธีต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 4.1 และภาพที่ 4.4)

ตารางที่ 4.1 ผลวิเคราะห์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น ของต้นกาแฟจากกรรมวิธีที่แตกต่างกัน ณ เดือนมกราคม กุมภาพันธ์ มีนาคม เมษายน พฤษภาคม มิถุนายน กรกฎาคม และสิงหาคม พ.ศ. 2562

[1]กรรมวิธี	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น (ซม.)							
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.
1	[2]2.82^{B}	2.85^{B}	2.88^{B}	2.99^{B}	3.08^{B}	3.14^{B}	3.22^{B}	3.29^{B}
2	3.38^{A}	3.40^{A}	3.42^{A}	3.43^{A}	3.47^{A}	3.65^{A}	3.73^{A}	3.87^{A}
3	2.15^{C}	2.23^{C}	2.29^{C}	2.36^{C}	2.41^{C}	2.47^{C}	2.50^{C}	2.55^{C}
[3]Sig	**	**	**	**	**	**	**	**
LSD.05	0.272	0.207	0.213	0.240	0.239	0.283	0.2995	0.3541
N	45	45	45	45	45	45	45	45
Mean	2.79	2.83	2.86	2.93	2.98	3.09	3.15	3.24
SD	0.62	0.60	0.58	0.54	0.54	0.62	0.64	0.71
Min	1.59	1.85	1.90	1.94	1.94	2.00	2.03	2.08
Max	4.45	4.45	4.45	4.04	4.04	5.25	5.25	5.90

หมายเหตุ [1]กรรมวิธีที่ 1 ปลูกกลางแจ้ง จัดการแบบเกษตรกร ไม่มีระบบอนุรักษ์ (Control) กรรมวิธีที่ 2 ปลูกกลางแจ้ง จัดการแบบประณีตตามคำแนะนำของเจ้าหน้าที่ กรรมวิธีที่ 3 ปลูกภายใต้ร่มเงาไม้ป่าหรือไม้ผล จัดการแบบประณีตตามคำแนะนำของเจ้าหน้าที่

[2] ตัวอักษรภาษาอังกฤษข้างหลังตัวเลขที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

[3] * และ ** แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 95% และ 99%

4.1.2.2 ความสูงของต้นกาแฟ ณ เดือน มกราคม กุมภาพันธ์ มีนาคม เมษายน พฤษภาคม มิถุนายน กรกฎาคม และสิงหาคม พ.ศ. 2562 ของกรรมวิธีที่ 1 วัดได้เฉลี่ย 109.5, 113.9, 117.9, 119.4, 131.5, 135.5, 136.9 และ 139.7 ซม. ตามลำดับ กรรมวิธีที่ 2 วัดได้เฉลี่ย 120.5, 122.5, 124.1, 124.9, 137.3, 141.9, 143.4 และ 146.7 ซม. ตามลำดับ และกรรมวิธีที่ 3 วัดได้ 96.8, 102.1, 106.9, 111.9, 121.1, 123.9, 125.2 และ 127.5 ซม. ตามลำดับ กรรมวิธีที่ 1 และ 2 มีความสูงมากกว่ากรรมวิธีที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสิติ (ตารางที่ 4.2 และภาพที่ 4.4)

ตารางที่ 4.2 ผลวิเคราะห์ความสูงของต้นกาแฟจากกรรมวิธีที่แตกต่างกัน ณ เดือนมกราคม กุมภาพันธ์ มีนาคม เมษายน พฤษภาคม มิถุนายน กรกฎาคม และสิงหาคม 2562

กรรมวิธี	ความสูง (ซม.)							
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.
1	109.5^{B}	113.9^{A}	117.9^{B}	119.4^{AB}	131.5^{AB}	135.5^{A}	136.9^{A}	139.7^{A}
2	120.5^{A}	122.5^{A}	124.1^{A}	124.9^{A}	137.3^{A}	141.4^{A}	143.4^{A}	146.7^{A}
3	96.8^{C}	102.1^{B}	106.9^{B}	111.9^{B}	121.1^{B}	123.9^{B}	125.2^{B}	127.5^{B}
Sig	**	**	**	*	*	*	**	**
LSD.05	8.01	9.37	9.24	9.88	11.35	11.30	10.72	10.57
N	45	45	45	45	45	45	45	45
Mean	108.9	112.8	116.3	118.7	130.0	133.6	135.2	137.7
SD	14.5	14.1	14.7	15.0	16.3	17.1	16.7	17.1
Min	78.0	84.0	89.0	89.0	97.0	99.0	102.0	104.0
Max	146.0	149.0	152.0	153.0	165.0	167.0	167.0	168.0

หมายเหตุ [1]กรรมวิธีที่ 1 ปลูกกลางแจ้ง จัดการแบบเกษตรกร ไม่มีระบบอนุรักษ์ (Control) กรรมวิธีที่ 2 ปลูกกลางแจ้ง จัดการแบบประณีตตามคำแนะนำของเจ้าหน้าที่ กรรมวิธีที่ 3 ปลูกภายใต้ร่มเงาไม้ป่าหรือไม้ผล จัดการแบบประณีตตามคำแนะนำของเจ้าหน้าที่

[2] ตัวอักษรภาษาอังกฤษข้างหลังตัวเลขที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

[3] * และ ** แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 95% และ 99%

4.1.2.3 จำนวนกิ่งแขนงที่ 1 ณ มกราคม กุมภาพันธ์ มีนาคม เมษายน พฤษภาคม มิถุนายน กรกฎาคม และสิงหาคม พ.ศ. 2562 ของกรรมวิธีที่ 1 นับได้เฉลี่ย 34.4, 36.3, 38.3, 39.3, 44.7, 46.3, 46.7 และ 47.7 กิ่ง ตามลำดับ กรรมวิธีที่ 2 นับได้เฉลี่ย 38.1, 38.6, 39.1, 39.7, 46.0, 47.3, 47.8 และ 49.5 กิ่ง ตามลำดับ และกรรมวิธีที่ 3 นับได้ 23.3, 24.7, 26.0, 27.7, 32.8, 34.1, 34.3 และ36.3 กิ่ง

กรรมวิธีที่ 1 และ 2 มีจำนวนกิ่งแขนงที่ 1 มากกว่ากรรมวิธีที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญตามลำดับ (ตารางที่ 4.3 และ ภาพที่ 4.4)

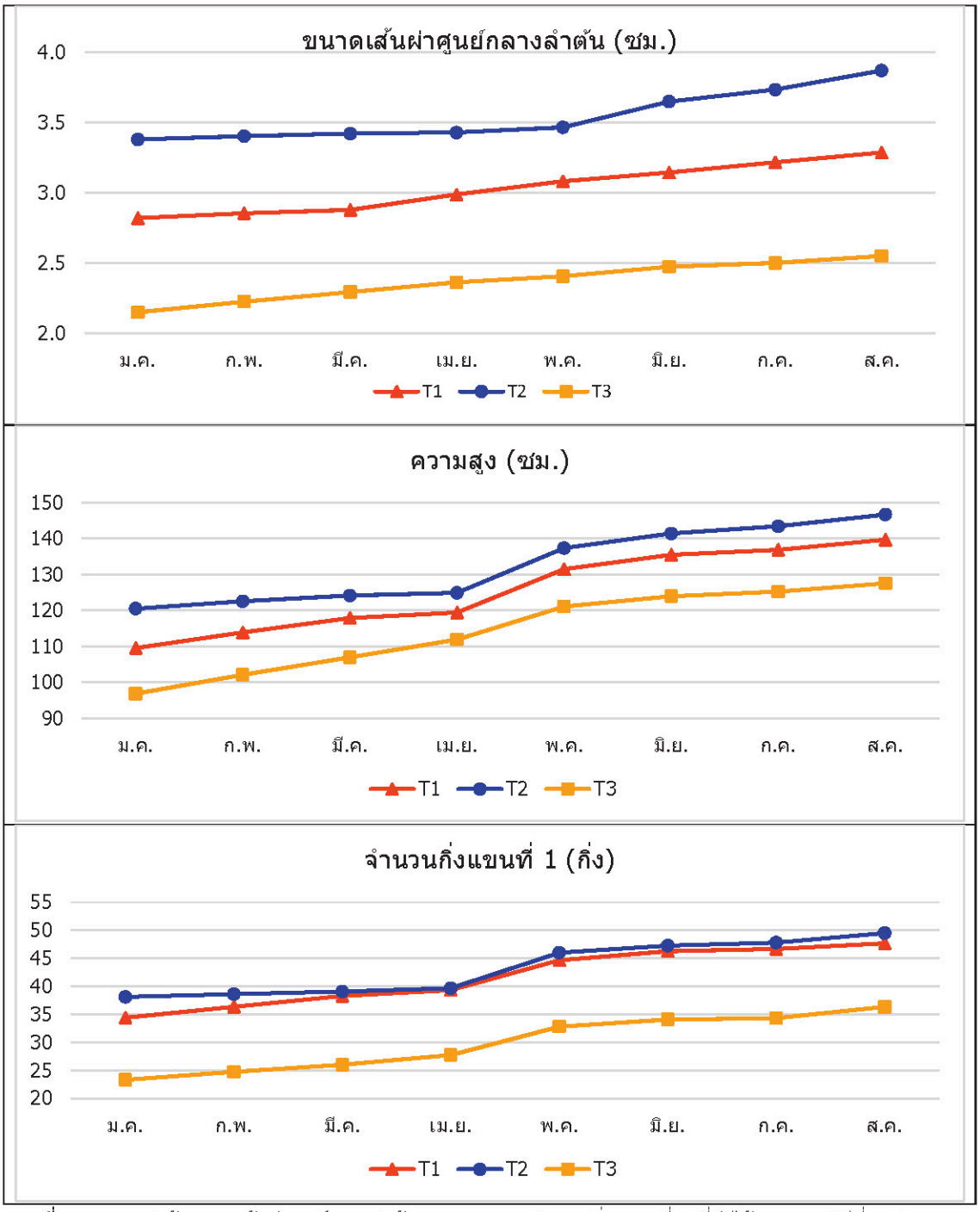
ตารางที่ 4.3 ผลวิเคราะห์จำนวนกิ่งแขนงที่ 1 ของต้นกาแฟจากกรรมวิธีที่แตกต่างกัน ณ เดือนมกราคม กุมภาพันธ์ มีนาคม เมษายน พฤษภาคม มิถุนายน กรกฎาคม และสิงหาคม พ.ศ. 2562

กรรมวิธี	จำนวนกิ่งแขนงที่ 1 (กิ่ง)							
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.
1	34.4[A]	36.3[A]	38.3[A]	39.3[A]	44.7[A]	46.3[A]	46.7[A]	47.7[A]
2	38.1[A]	38.6[A]	39.1[A]	39.7[A]	46.0[A]	47.3[A]	47.8[A]	49.5[A]
3	23.3[B]	24.7[B]	26.0[B]	27.7[B]	32.8[B]	34.1[B]	34.3[B]	36.3[B]
Sig	**	**	**	**	**	**	**	**
LSD.05	4.33	3.626	3.874	3.90	3.60	3.54	3.18	3.28
N	45	45	45	45	45	45	45	45
Mean	31.9	33.2	34.4	35.6	41.2	42.5	42.9	43.5
SD	8.5	8.4	8.5	8.3	8.4	8.3	8.2	9.8
Min	16.0	17.0	17.0	18.0	24.0	25.0	25.0	27.0
Max	49.0	49.0	49.0	49.0	59.0	59.0	59.0	60.0

หมายเหตุ [1]กรรมวิธีที่ 1 ปลูกกลางแจ้ง จัดการแบบเกษตรกร ไม่มีระบบอนุรักษ์ (Control) กรรมวิธีที่ 2 ปลูกกลางแจ้ง จัดการแบบประณีตตามคำแนะนำของเจ้าหน้าที่ กรรมวิธีที่ 3 ปลูกภายใต้ร่มเงาไม้ป่าหรือไม้ผล จัดการแบบประณีตตามคำแนะนำของเจ้าหน้าที่

[2] ตัวอักษรภาษาอังกฤษข้างหลังตัวเลขที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

[3] * และ ** แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 95% และ 99%



ภาพที่ 4.4 กราฟเส้นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น ความสูง และจำนวนกิ่งแขนงที่ 1 ที่วัดได้จากกรรมวิธีที่ 1 ปลูกกลางแจ้ง จัดการแบบเกษตรกร ไม่มีระบบอนุรักษ์ (Control) กรรมวิธีที่ 2 ปลูกกลางแจ้ง จัดการแบบประณีตตามคำแนะนำของเจ้าหน้าที่ กรรมวิธีที่ 3 ปลูกภายใต้ร่มเงาไม้ป่าหรือไม้ผล จัดการแบบประณีตตามคำแนะนำของเจ้าหน้าที่ ในแปลงวิจัยที่บ้านขุนยะ ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงสิงหาคม 2562

4.1.3 องค์ประกอบผลผลิตและผลผลิต

ผลการนับจำนวนกิ่งติดผลเฉลี่ย จากกรรมวิธีที่ 1 2 และ 3 มี 29.5, 30.8 และ 17.1 กิ่ง ตามลำดับ ความยาวกิ่งติดผล 50.0, 56.9 และ 47.4 ซม. ตามลำดับ จำนวนข้อต่อกิ่ง 15.1, 15.1 และ 10.7 ข้อ/กิ่ง ตามลำดับ ข้อติดผลต่อกิ่ง 9.2, 8.9 และ 5.2 ข้อ ตามลำดับ จำนวนผลต่อข้อ 13.3, 8.7 และ 6.6 ผล ตามลำดับ จำนวนผลต่อต้น 3,834.5 2,453.2 และ 585.0 ผล ตามลำดับ และปริมาณผลผลิต 7.45, 4.77 และ 1.14 กก./ต้น ตามลำดับ ผลวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.4 ในภาพรวมกรรมวิธีที่ 2 มีองค์ประกอบผลผลิตมากกว่ากรรมวิธีที่ 1 และ 3 แต่ผลผลิตจากรรมวิธีที่ 1 มากกว่า กรรมวิธีที่ 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4.4 องค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตของต้นกาแฟจากกรรมวิธีที่แตกต่างกัน จากแปลงวิจัยที่บ้านขุนยะ สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์

[1]กรรมวิธี	[2]กิ่งติดผล (กิ่ง)	[2]ความยาวกิ่งติดผล (ซม.)	[2]ข้อต่อกิ่ง (ข้อ)	[2]ความยาวข้อ (ซม.)	[2]ข้อติดผลต่อกิ่ง (ข้อ)	[3]ผลต่อข้อ (ผล)	[4]ผลผลิตต่อต้น (ผล)	[5]ผลผลิตต่อต้น (กก)
1	29.5^{A}	50.0^{B}	15.1^{A}	3.3^{C}	9.2^{A}	13.3^{A}	3,831.5^{A}	7.45^{A}
2	30.8^{A}	56.9^{A}	15.1^{A}	3.8^{B}	8.9^{A}	8.7^{B}	2,453.2^{B}	4.77^{B}
3	17.1^{B}	47.4^{B}	10.7^{B}	4.4^{A}	5.2^{B}	6.6^{C}	585.0^{C}	1.14^{C}
Sig	**	**	**	**	**	**	**	**
LSD.05	2.429	5.057	1.763	0.381	1.324	2.01	772.62	1.503
N	45	45	45	45	45	45	45	45
Mean	25.8	51.4	13.6	3.8	7.8	9.5	2,289.9	4.45
SD	8.104	10.283	3.104	0.699	2.704	3.7	1,858.2	3.62
Min	12.0	33.3	9.0	2.7	4.0	3.9	312.0	0.61
Max	42.0	76.7	20.7	5.7	13.7	24.2	7,213.0	14.03

หมายเหตุ [1]กรรมวิธีที่ 1 ปลูกกลางแจ้ง จัดการแบบเกษตรกร ไม่มีระบบอนุรักษ์ (Control) กรรมวิธีที่ 2 ปลูกกลางแจ้ง จัดการแบบประณีตตามคำแนะนำของเจ้าหน้าที่ กรรมวิธีที่ 3 ปลูกภายใต้ร่มเงาไม้ป่าหรือไม้ผล จัดการแบบประณีตตามคำแนะนำของเจ้าหน้าที่ [2]นับหรือวัดจากต้นละ 3 กิ่ง จำนวน 5 ต้น [3]ผลต่อข้อนับจากต้นละ 3 กิ่ง ๆ ละ 3 ข้อ (ต้นละ 9 ข้อ) [4,5]ผลผลิตต่อต้นคำนวณจากองค์ประกอบผลผลิต

4.1.4 ขนาดของไม้บังร่ม

1) กรรมวิธีที่ 1 นายศรีละ ดำรงสฤงคาร ผลการวัดการเจริญเติบโตของต้นมะขามป้อม พบว่า ณ เดือนมกราคม กุมภาพันธ์ มีนาคม เมษายน พฤษภาคม มิถุนายน กรกฎาคม และสิงหาคม 2562 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ย 3.24, 3.32, 3.41, 3.60, 3.54, 3.72, 3.75 และ 3.81 ซม. ตามลำดับ ความสูง

เฉลี่ย 182.5, 184.0, 185.0, 200.0, 207.5, 225.0, 230.0 และ 235.0 ซม. ตามลำดับ (ตารางที่ที่ 4.4 และ 4.5)

2) กรรมวิธีที่ 2 นายคำรณ แจวจันทึก จากการวัดการเจริญเติบโตของต้นอะโวคาโดในแปลงของ นายคำรณ แจวจันทึก ณ เดือนมกราคม กุมภาพันธ์ มีนาคม เมษายน พฤษภาคม มิถุนายน กรกฎาคม และสิงหาคม 2562 พบว่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ย 7.53, 8.28, 9.03, 8.24, 7.90, 9.00, 9.50และ 9.60 ซม. ตามลำดับ ความสูงเฉลี่ย 330, 353, 356, 360, 362.5 ,405.0, 430.0 และ 435.0 ซม. ตามลำดับ (ตารางที่ 4.4 และ 4.5)

3) กรรมวิธีที่ 2 นายสมพร เสกสิทธิ์วรกุล ผลการวัดการเจริญเติบโตของต้นอะโวคาโดในแปลงของ นายสมพร เสกสิทธิ์วรกุล ณ เดือนมกราคม กุมภาพันธ์ มีนาคม เมษายน พฤษภาคม มิถุนายน กรกฎาคม และสิงหาคม 2562 พบว่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ย 8.86, 8.63, 8.41, 8.97, 8.97, 8.92, 8.95, 9.10 และ 9.43 ซม. ตามลำดับ ความสูงเฉลี่ย 380.0 ,397.5, 417.5, 423.3., 436.7, 445.0, 450.0 และ 462.5 ซม. ตามลำดับ (ตารางที่ที่ 4.4 และ 4.5)

3) กรรมวิธีที่ 3 นายสุทอง มะก่า เนื่องจากเป็นไม้ป่าธรรมชาติขนาดใหญ่ จึงไม่ได้วัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นและความสูง

ตารางที่ 4.5 ค่าเฉลี่ย ต่ำสุด สูงสุด ของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น ของชนิดไม้บังร่ม จากแปลงวิจัยกาแฟ ณ เดือน เดือนมกราคม กุมภาพันธ์ มีนาคม เมษายน พฤษภาคม มิถุนายน กรกฎาคม และสิงหาคม พ.ศ. 2562

กรรมวิธี	ชื่อ (ชนิดไม้)		ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.
1	นายศรีละ ดำรงสถุงคาร	Mean	3.24	3.32	3.41	3.60	3.54	3.72	3.75	3.81
	(มะขามป้อม)	Min	2.93	3.19	3.03	3.00	2.88	2.91	2.96	3.22
		Max	3.56	3.47	4.01	4.11	4.31	4.50	4.60	4.56
		SD	0.23	0.10	0.40	0.44	0.57	0.60	0.64	0.51
2	นายคำรณ แจวจันทึก	Mean	7.53	8.28	9.03	8.24	7.90	9.00	9.50	9.60
	(อะโวคาโด)	Min	4.02	6.31	7.21	6.87	7.03	7.06	7.12	7.50
		Max	10.29	10.80	11.3	9.65	8.96	10.64	10.78	11.20
		SD	2.32	1.72	1.47	1.00	0.81	1.28	1.16	1.43
2	นายสมพร เสกสิทธิ์วรกุล	Mean	8.86	8.63	8.41	8.97	8.92	8.95	9.10	9.43
	(อะโวคาโด)	Min	6.27	7.17	6.54	7.63	7.65	7.50	7.64	8.30
		Max	10.91	11.00	11.08	10.05	10.55	11.00	11.32	11.50
		SD	1.82	1.55	1.65	1.01	1.21	1.33	1.37	1.23

หมายเหตุ ขนาดของไม้บังร่มในแต่ละกรรมวิธี ไม่ได้วิเคราะห์ทางสถิติ เนื่องจากองค์ประกอบชนิดไม้บังร่มและจำนวนซ้ำไม่ครบ เช่นไม้บังร่มเป็นคนละชนิดกัน และไม่ได้มีทุกแปลง

ตารางที่ 4.6 ค่าเฉลี่ย ต่ำสุด สูงสุด ของความสูง ของชนิดไม้บังร่ม จากแปลงวิจัยกาแฟ ณ เดือนมกราคม กุมภาพันธ์ มีนาคม เมษายน พฤษภาคม มิถุนายน กรกฎาคม และสิงหาคม พ.ศ. 2562

กรรมวิธี	ชื่อ (ชนิดไม้)		ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.
1	นายศรีละ ดำรงสถุงคาร	Mean	182.5	184.0	185.0	200.0	207.5	225.0	230.0	235.0
	(มะขามป้อม)	Min	150.0	180.0	170.0	170.0	180.0	200.0	210.0	210.0
		Max	200.0	190.0	210.0	230.0	250.0	260.0	265.0	280.0
		SD	20.46	4.15	15.00	22.4	29.5	22.9	23.6	26.93
2	นายคำรณ แจวจันทึก	Mean	330.0	353.0	356.0	360.0	362.5	405.0	430.0	435.0
	(อะโวคาโด)	Min	210.0	270.0	330.0	310.0	330.0	330.0	334.0	400.0
		Max	440.0	445.0	455.0	460.0	490.0	520.0	530.0	500.0
		SD	90.28	68.54	48.65	41.2	32.7	72.3	71.5	38.41
2	นายสมพร เสกสิทธิ์วรกุล	Mean	380.0	397.5	417.5	423.3	436.7	445.0	450.0	462.5
	(อะโวคาโด)	Min	300.0	300.0	300.0	310.0	310.0	350.0	360.0	350.0
		Max	480.0	500.0	520.0	520.0	520.0	520.0	540.0	550.0
		SD	67.82	76.11	78.86	86.5	91.0	68.7	76.49	78.54

4.1.5 การระบาดของโรค แมลง และอาการผิดปติอื่น ๆ

1) ฤดูหนาว ในการสำรวจแปลงแบบละเอียด (Field assessment) โดยการสุ่มจากต้นที่เก็บข้อมูลแปลงละ 5 ต้น ณ เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ไม่พบการระบาดของโรคหรือแมลงในทุกแปลงที่ทำวิจัย ของทุกกรรมวิธี ยกเว้นมีเพลี้ยหอยอยู่บ้างในทุกแปลง แต่ปริมาณการระบาดมีน้อย แต่พบว่าต้นกาแฟเริ่มมีอาการเหี่ยวจากความแห้งของอากาศและดิน ในเดือนกุมภาพันธ์และมีนาคม เริ่มมีการระบาดของเพลี้ยหอยพบในทุกกรรมวิธี แต่ไม่รุนแรง และไม่ได้ระบาดทุกต้น (ตารางที่ 4.7)

2) ฤดูร้อน เนื่องจากฤดูร้อนที่ผ่านมาแห้งแล้งเป็นเวลานาน ทำให้ต้นกาแฟรวมทั้งไม้ผลที่ปลูกเป็นไม้บังร่มชะงักการเจริญเติบโต ทำให้เพลี้ยหอยระบาดทุกแปลง แต่ความรุนแรงไม่มาก (ตารางที่ 4.8)

3) ฤดูฝน ฤดูฝนปีนี้ฝนตกช้ากว่าปกติ แต่หลังจากฝนตก ทำให้ต้นกาแฟเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วและเพลี้ยหอยที่เคยระบาดก็หายไปเกือบทุกแปลง ยกเว้นแปลงของนายสุทอง มะก่า แปลงที่ 2 ที่ ยังพบว่ามีเพลี้ยหอยระบาดอยู่ และมีความรุนแรงเพิ่มขึ้นจากฤดูร้อนที่ผ่านมา (ตารางที่ 4.9) สำหรับโรคหรือแมลงชนิดอื่นไม่พบการระบาด มีแปลงของนายเข่โน ตะจิริ จากกรรมวิธีที่ 1 ที่มีหนอนเจาะต้น 1 ต้น แต่ไม่พบการเจาะหรือระบาดเพิ่ม ภาพการระบาดของเพลี้ยหอยในต้นกาแฟดังภาพที่ 4.5

ตารางที่ 4.7 ผลการสำรวจการระบาดเกิดโรคและแมลงในเดือนมกราคม 2562

กรรมวิธี	แปลง	เพลี้ยหอย	หนอนเจาะต้น	เพลี้ยแป้ง	มอดเจาะผล	สาหร่ายบนใบ	ราสนิม	ราดำ
1	นายศรีละ	[1]3	0	0	0	0	0	0
	นายบุญ	3	0	0	0	0	0	0
	นายเข่โน	3	0	0	0	0	0	0
2	นายคำรณ	3	0	0	0	0	0	0
	นายสีลอย	3	0	0	0	0	0	0
	นายสมพร	3	0	0	0	0	0	0
3	นายสุทอง (แปลง1)	1	0	0	0	0	0	0
	นายสุทอง (แปลง2)	1	0	0	0	0	0	0
	นายสุทอง (แปลง3)	1	0	0	0	0	0	0

หมายเหตุ [1]ตัวเลขที่นำเสนอคือระดับความรุนแรง 0=ไม่พบ 1=พบบ้างเล็กน้อย แต่ไม่ลาม 3=พบประปรายและเริ่มลาม 5=การระบาดปานกลาง 7=การระบาดค่อนรุนแรงมีความเสียหาย 9=ระบาดรุนแรงทำความเสียหายและต้องป้องกันกำจัด

ตารางที่ 4.8 ผลการสำรวจการระบาดเกิดโรคและแมลงในเดือนเมษายน 2562

กรรมวิธี	แปลง	เพลี้ยหอย	หนอนเจาะต้น	เพลี้ยแป้ง	มอดเจาะผล	สาหร่ายบนใบ	ราสนิม	ราดำ
1	นายศรีละ	[1]5	0	0	0	0	0	2
	นายบุญ	4	0	0	0	0	0	2
	นายเข่โน	3	0	0	0	0	0	1
2	นายคำรณ	3	0	0	0	0	0	1
	นายสีลอย	3	0	0	0	0	0	1
	นายสมพร	3	0	0	0	0	0	1
3	นายสุทอง (แปลง1)	3	0	0	0	0	0	1
	นายสุทอง (แปลง2)	3	0	0	0	0	0	1
	นายสุทอง (แปลง3)	5	0	0	0	0	0	3

หมายเหตุ [1]ตัวเลขที่นำเสนอคือระดับความรุนแรง 0=ไม่พบ 1=พบบ้างเล็กน้อย แต่ไม่ลาม 3=พบประปรายและเริ่มลาม 5=การระบาดปานกลาง 7=การระบาดค่อนรุนแรงมีความเสียหาย 9=ระบาดรุนแรงทำความเสียหายและต้องป้องกันกำจัด

ตารางที่ 4.9 ผลการสำรวจการระบาดเกิดโรคและแมลงในเดือนกรกฎาคม 2562

กรรมวิธี	แปลง	เพลี้ยหอย	หนอนเจาะต้น	เพลี้ยแป้ง	มอดเจาะผล	สาหร่ายบนใบ	ราสนิม	ราดำ
1	นายศรีละ	[1]0	0	0	0	0	0	0
	นายบุญ	0	0	0	0	0	0	0
	นายเข่โน	0	1	0	0	0	0	0
2	นายคำรณ	0	0	0	0	0	0	0
	นายสีลอย	2	0	0	0	0	0	0
	นายสมพร	3	0	0	0	0	0	0
3	นายสุทอง (แปลง1)	5	0	0	0	0	0	5
	นายสุทอง (แปลง2)	2	0	0	0	0	0	3
	นายสุทอง (แปลง3)	1	0	0	0	0	0	0

หมายเหตุ [1]ตัวเลขที่นำเสนอคือระดับความรุนแรง 0=ไม่พบ 1=พบบ้างเล็กน้อย แต่ไม่ลาม 3=พบประปรายและเริ่มลาม 5=การระบาดปานกลาง 7=การระบาดค่อนรุนแรงมีความเสียหาย 9=ระบาดรุนแรงทำความเสียหายและต้องป้องกันกำจัด

ภาพที่ 4.5 ภาพการระบาดของเพลี้ยหอยที่ต้นกาแฟ (ซ้ายบน) ภายระยะใกล้ที่ปลายยอด (ขวา) ด้วงเต่าสีส้ม แมลงตัวห้ำศัตรูของเพลี้ยหอย ที่พบในแปลงของเกษตรกรที่ใช้วิจัย

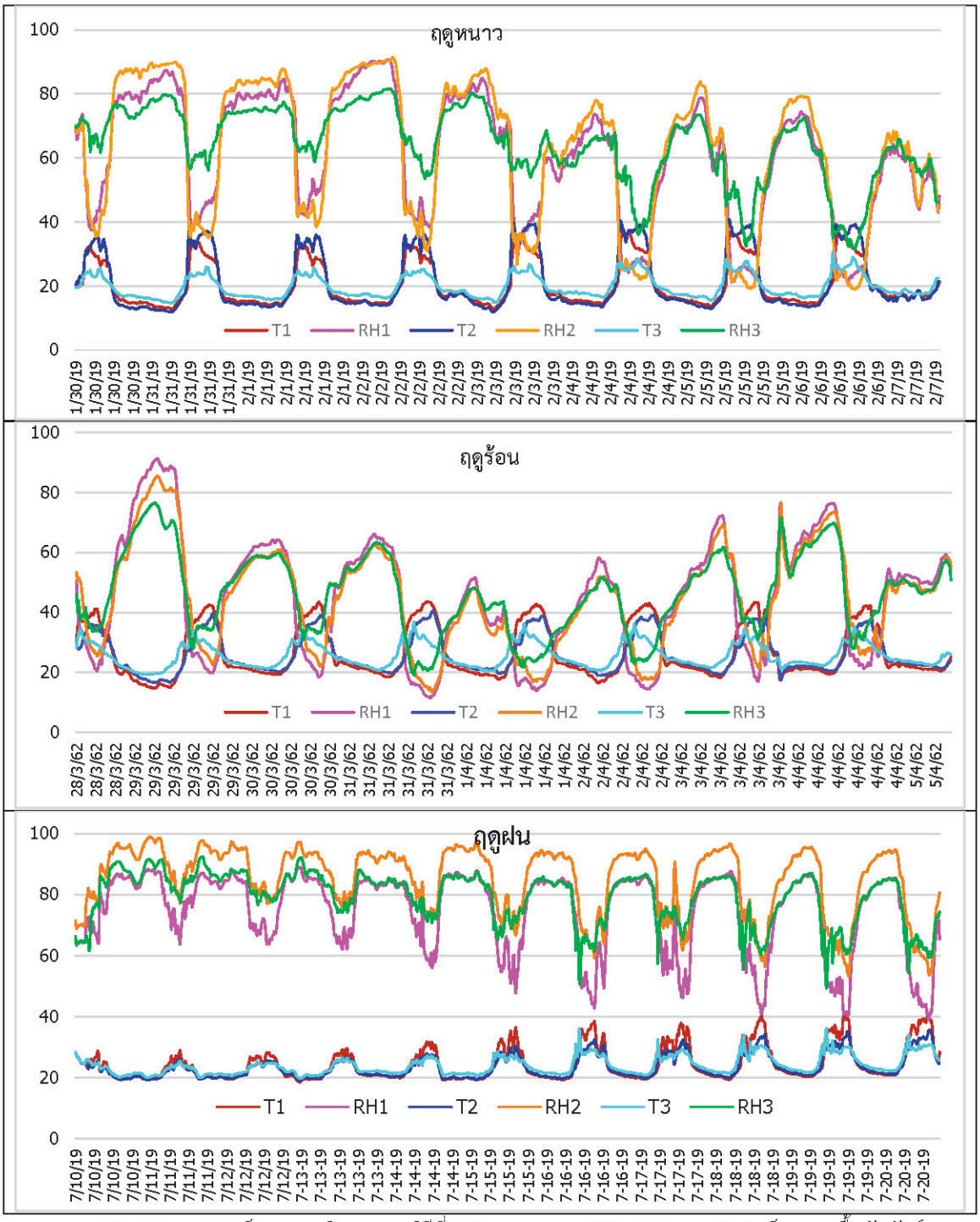
อาการผิดปกติที่สังเกตได้จากแปลงวิจัย พบว่ากรรมวิธีที่ 1 แปลงของนายศรีละ ดำรงสฤงคาร และกรรมวิธีที่ 2 แปลงของนายสมพร เสกสิทธิ์วรกุล ถูกลมพัด ทำโคนให้ต้นกาแฟโยก และบางต้นล้ม (ภาพที่ 4.2) นอกจากนั้นลมยังทำให้ใบกล้วยฉีกขาด

4.1.6 การวัดสภาพแวดล้อมใกล้ต้นพืช (Microclimate) และความชื้นของดิน

4.1.6.1 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ผลการวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์แบบต่อเนื่อง โดยใช้อุปกรณ์บันทึก (Data logger) วางในแปลงใกล้กับต้นกาแฟ และตั้งค่าให้บันทึกทุก ๆ 15 นาที นำข้อมูลดิบที่ได้มาเขียนเป็นกราฟเส้นตลอดระยะเวลาที่บันข้อมูล และมาหาค่าเฉลี่ยเป็นรายชั่วโมงในรอบ 24 ชั่วโมง เพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างแปลงและระหว่างเวลาต่าง ๆ ในรอบ 24 ชั่วโมง

4.1.6.1.1 ภาพรวมของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ แบบต่อเนื่องในแปลงวิจัยกาแฟในรอบวัน ในฤดูหนาว ร้อน และฝน พบว่ากรรมวิธีที่ 3 ซึ่งเป็นแปลงปลูกกาแฟภายใต้ร่มเงาของไม้ป่า มีอุณหภูมิสูงกว่าในเวลากลางคืนและต่ำกว่าในเวลากลางวัน ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ในเวลากลางคืนมีค่าต่ำกว่า แต่ในเวลากลางวันมีค่าสูงกว่า (ภาพที่ 4.6)

จากภาพที่ 4.6 ในฤดูหนาวและฝนการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เป็นไปอย่างช้า ๆ ทำให้สภาพภูมิอากาศใกล้ต้นพืชมีอุณหภูมิต่ำและความชื้นสัมพัทธ์สูง แบบค่อนข้างคงที่ มีบางช่วงเวลาที่ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำมาก และต่ำกว่าค่าของอุณหภูมิ ทำให้เส้นกราฟเกิดการซ้อนทับกัน แต่เป็นระยะเวลาสั้น ๆ ในฤดูร้อนความชื้นสัมพัทธ์ต่ำมาก บางวันลดต่ำกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่อุณหภูมิช่วงกลางวันสูง โดยเฉพาะกรรมวิธีที่ 1 อุณหภูมิสูงกว่า 40 °C



หมายเหตุ T1, T2 และ T3 เป็นอุณหภูมิของกรรมวิธีที่ 1,2 และ 3 และ RH1, RH2 และ RH3 เป็นความชื้นสัมพัทธ์ของกรรมวิธีที่ 1,2 และ 3 ข้อมูลที่ได้เกิดจากการบันทึกแบบต่อเนื่องทุก ๆ 15 นาที ระหว่าง 30 ม.ค.-7 ก.พ.62

ภาพที่ 4.6 กราฟเส้นอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์แบบต่อเนื่องในฤดูหนาวจากแปลงวิจัยของกรรมวิธีที่ 1 2 และ 3

4.1.6.1.2 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดช่วงเวลาที่วัด อุณหภูมิเฉลี่ยจากกรรมวิธีที่ 1 2 และ 3 ในฤดูหนาว ร้อน และฝน วัดได้ 20.9, 21.1, 9.8, 26.7, 26.1, 25.7, 23.7, 22.4 และ 23.2 °C ตามลำดับ ในฤดูหนาวและร้อนกรรมวิธีที่ 3 ให้ค่าน้อยกว่ากรรมวิธีที่ 1 และ 2 แต่ในฤดูฝนกรรมวิธีที่ 2 ให้ค่าน้อยกว่า ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยจากกรรมวิธีที่ 1 2 และ 3 ในฤดูหนาว ร้อนและฝน วัดได้ 60.8, 60.9, 64.1, 44.8, 44.5, 46.2, 76.0, 88.6 และ 82.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในฤดูหนาวและร้อนกรรมวิธีที่ 3 วัดได้มากกว่ากรรมวิธีที่ 1 และ 2 ส่วนฤดูฝนกรรมวิธีที่ 2 วัดได้ค่ามากกว่า (ตารางที่ 4.10)

ตารางที่ 4.10 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยในรอบ 24 ชั่วโมง ในฤดูหนาว ร้อน และฝน จากแปลงวิจัยกาแฟในกรรมวิธีที่ 1 2 และ 3 ที่สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์

[1]กรรมวิธี	อุณหภูมิ (°C)			ความชื้นสัมพัทธ์ (%)		
	หนาว	ร้อน	ฝน	หนาว	ร้อน	ฝน
1	[2]20.9[B]	26.7	23.7[A]	60.8[B]	44.8[B]	76.0[C]
2	21.1[A]	26.1	22.4[B]	60.9[B]	44.5[B]	88.6[A]
3	19.8[C]	25.7	23.2[A]	64.1[A]	46.2[A]	82.1[B]
[3]Sig	**	NS	**	**	**	**
LSD.05	0.196	NS	0.7054	0.511	1.318	1.911
N	216	216	216	216	216	216
Mean	20.6	26.2	23.1	61.9	45.2	82.2
SD	6.8	6.5	3.5	14.2	13.8	10.4
Min	13.3	18.4	19.2	28.1	13.0	50.9
Max	37.6	42.4	35.6	79.9	63.8	98.9

หมายเหตุ [1]กรรมวิธีที่ 1 ปลูกกลางแจ้ง จัดการแบบเกษตรกร ไม่มีระบบอนุรักษ์ (Control) กรรมวิธีที่ 2 ปลูกกลางแจ้ง จัดการแบบประณีตตามคำแนะนำของเจ้าหน้าที่ กรรมวิธีที่ 3 ปลูกภายใต้ร่มเงาไม้ป่าหรือไม้ผล จัดการแบบประณีตตามคำแนะนำของเจ้าหน้าที่

[2] ตัวอักษรภาษาอังกฤษข้างหลังตัวเลขที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

[3] * และ ** แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 95% และ 99%

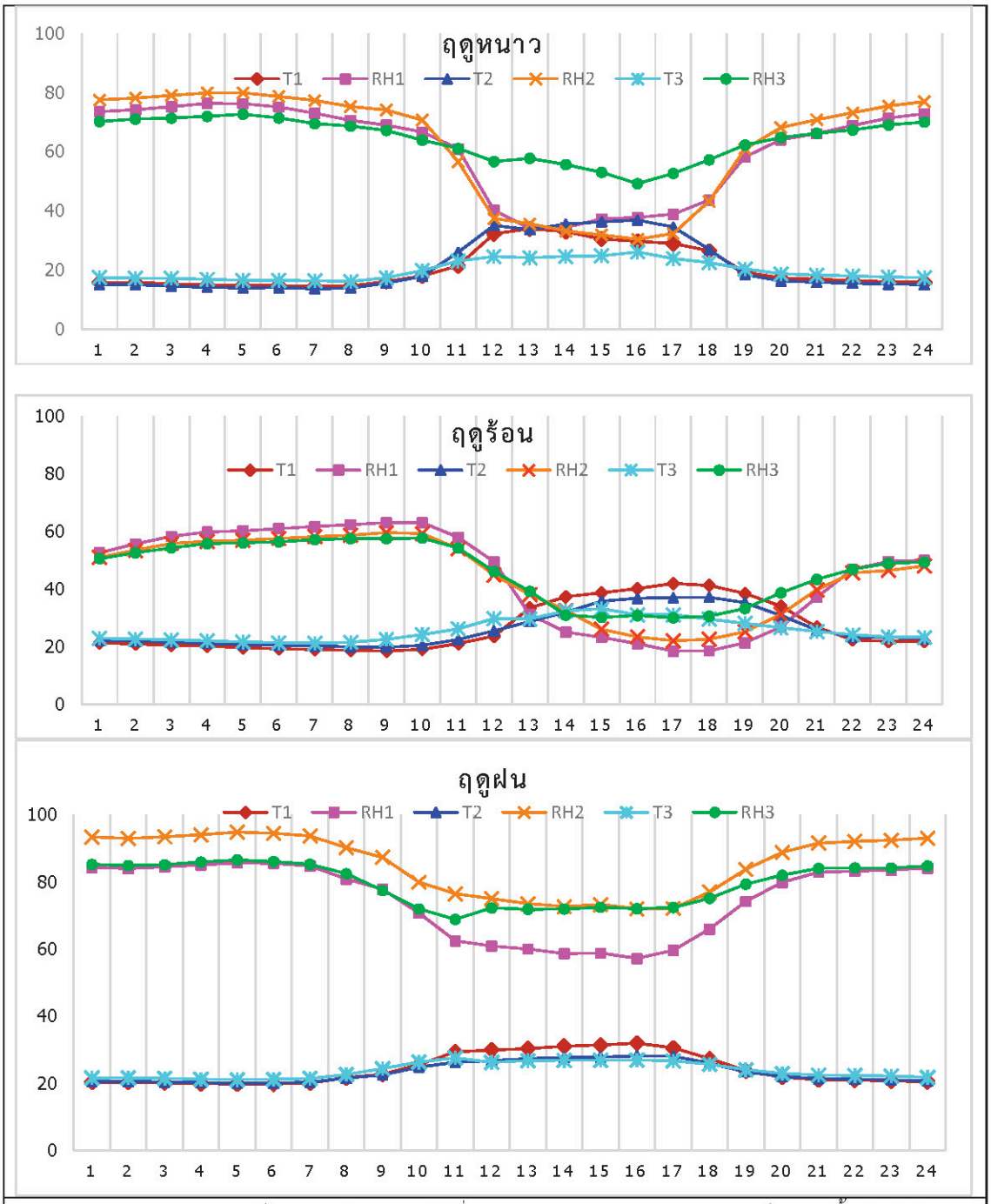
4.1.6.1.3 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์รายชั่วโมงในรอบ 24 ชั่วโมง อุณหภูมิเฉลี่ยจากกรรมวิธีที่ 1 2 และ 3 แบบรายชั่วโมงวิเคราะห์ได้ดังตารางที่ 4.11 และภาพที่ 4.7 โดยสรุปอุณหภูมิในฤดูหนาว ร้อน และฝน อยู่ในช่วง 13.3-37.6, 18.4-42.4 และ 19.2-35.6 °C ตามลำดับ ความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในช่วง 28.1-89.9, 13.0-63.8 และ 50.0-98.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 11 และภาพที่ 4.7)

ตารางที่ 4.11 ผลวิเคราะห์อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายชั่วโมง ในฤดูหนาว ร้อน และฝน จากกาแฟกรรมวิธีที่ 1 2 และ 3 ที่สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์

เวลา	อุณหภูมิ (°C)			ความชื้นสัมพัทธ์ (°C)		
(นาฬิกา)	หนาว	ร้อน	ฝน	หนาว	ร้อน	ฝน
0	[1]16.2^{JK}	22.2^{EFGH}	20.6^{FG}	72.9^{DE}	51.4 ^{EF}	88.7^{AB}
1	16.1^{JK}	21.9^{EFGH}	20.6^{FG}	73.6^{BCD}	53.9 ^{DE}	88.3^{AB}
2	15.8^{KL}	21.5^{EFGH}	20.4^{G}	74.4^{ABC}	56.2 ^{BCD}	88.9^{A}
3	15.4^{LM}	21.2^{EFGH}	20.3^{G}	75.3^{A}	57.4 ^{ABCD}	89.5^{A}
4	15.3^{M}	20.8^{FGH}	20.2^{G}	75.4^{A}	57.8 ^{ABC}	90.0^{A}
5	15.2^{M}	20.4^{GH}	20.2^{G}	74.7^{AB}	58.3 ^{ABC}	89.8^{A}
6	15.0^{M}	20.2^{H}	20.4^{G}	73.2^{CDE}	59.0 ^{ABC}	89.1^{A}
7	15.0^{M}	20.1^{H}	21.5^{EFG}	71.4^{F}	59.6 ^{AB}	86.2^{ABC}
8	16.2^{JK}	20.3^{GH}	22.6^{DEF}	69.9^{G}	60.1 ^{A}	83.4^{BCD}
9	18.2^{G}	21.3^{EFGH}	24.4^{CD}	67.0^{HI}	60.0 ^{A}	78.4^{DEF}
10	22.9^{E}	23.3^{E}	26.4^{ABC}	60.0^{K}	55.4 ^{CD}	73.7^{FGH}
11	29.6^{C}	26.4^{D}	26.4^{AB}	46.8^{M}	46.9 ^{G}	73.1^{FGH}
12	30.8^{B}	30.7^{C}	27.1^{A}	42.7^{N}	36.2 ^{I}	71.8^{GH}
13	31.3^{A}	33.9^{B}	27.5^{A}	41.1^{O}	29.6 ^{JK}	71.2^{H}
14	30.8^{B}	35.9^{AB}	27.4^{A}	40.9^{O}	26.5 ^{KL}	71.8^{GH}
15	31.0^{AB}	36.0^{AB}	27.5^{A}	39.7^{O}	25.1 ^{L}	71.2^{H}
16	29.5^{C}	36.7^{A}	26.6^{AB}	40.8^{O}	23.5 ^{L}	73.0^{FGH}
17	25.9^{D}	36.0^{AB}	25.1^{BC}	46.7^{M}	23.9 ^{L}	76.7^{EFG}
18	20.0^{F}	34.0^{B}	23.0^{DE}	58.4^{L}	26.6 ^{KL}	81.9^{CDE}
19	17.9^{G}	30.5^{C}	21.8^{EFG}	64.2^{J}	32.3 ^{J}	85.2^{ABC}
20	17.3^{H}	26.0^{D}	21.3^{EFG}	66.6^{I}	40.1 ^{H}	87.2^{ABC}
21	16.9^{HI}	23.3^{E}	21.1^{EFG}	68.5^{H}	46.5 ^{G}	87.9^{AB}
22	16.5^{IJ}	22.9^{EF}	21.0^{EFG}	70.6^{FG}	48.4 ^{FG}	88.1^{AB}
23	16.4^{UK}	22.7^{EFG}	20.8^{FG}	72.0^{EF}	49.2 ^{FG}	88.5^{AB}
[2]Sig	**	**	**	**	**	**
LSD.05	0.555	2.38	1.99	1.45	3.72	5.40
N	216	216	216	216	216	216
Mean	20.6	26.2	23.1	61.9	45.2	82.2
SD	6.8	6.5	3.5	14.2	13.8	10.4
Min	13.3	18.4	19.2	28.1	13.0	50.9
Max	37.6	42.4	35.6	79.9	63.8	98.9

หมายเหตุ [1] ตัวอักษรภาษาอังกฤษข้างหลังตัวเลขที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

[2] * และ ** แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 95% และ 99%



หมายเหตุ T1, T2 และ T3 เป็นอุณหภูมิของกรรมวิธีที่ 1, 2 และ 3 และ RH1, RH2 RH3 เป็นความชื้นสัมพัทธ์ของกรรมวิธีที่ 1,2 และ 3 ข้อมูลที่ได้เกิดจากการบันทึกแบบต่อเนื่องทุก ๆ 15 นาที และเฉลี่ยเป็นรายชั่วโมง

ภาพที่ 4.7 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยในรอบ 24 ชั่วโมง ในฤดูหนาว ร้อน และฝน จากแปลงวิจัยกาแฟกรรมวิธีที่ 1 2 และ 3 ที่สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์

4.1.6.2 การระเหยของน้ำ การวัดการระเหยของน้ำใช้แบบที่พัฒนาโดย สิทธิพร (2544) วัดด้วยหลอดแก้วขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.2 ซม. ปลายด้านหนึ่งตัน เติมน้ำให้เต็มและคว่ำหลอดแก้วลง ใช้กระดาษกรองซับน้ำที่ระเหยออกจากปลายหลอดแก้ว วัดความสูงของหลอดแก้วที่ปริมาณน้ำหายไป ซึ่งเป็นอัตราการระเหยของน้ำต่อวัน พบว่าในฤดูหนาว ร้อน และฝน กรรมวิธีที่ 1 2 และ 3 มีอัตราการระเหยของน้ำ 14.3, 12.2, 12.3, 11.9, 9.2, 7.2, 6.0, 6.7 และ 4.7 มม./วัน ตามลำดับ กรรมวิธีที่ 1 มีอัตราการระเหยในฤดูหนาวและร้อนมากกว่ากรรมวิธีที่ 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญ ฤดูฝนมีอัตราการระเหยของน้ำ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.12)

4.1.6.3 ความเข้มแสง ความเข้มแสงในฤดูหนาวที่วัดได้จากกรรมวิธีที่ 1 2 และ 3 ในฤดูหนาว ร้อน และฝน วัดได้ 59,880, 30,685, 4,594, 8,177, 3,918, 3,669, 8,177, 3,918 และ 3,669 LUX ตามลำดับ ในฤดูหนาวและร้อน ทุกกรรมวิธีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และเรียงจากมากไปหาน้อยตามกรรมวิธีที่ 1 2 และ 3 ในฤดูฝนกรรมวิธีที่ 2 และ 3 ไม่ต่างกัน แต่แตกต่างจากรรมวิธีที่ 1 (ตารางที่ 4.12)

4.1.6.4 ความชื้นของดิน ความชื้นของดินในฤดูหนาวที่วัดได้จากกรรมวิธีที่ 1 2 และ 3 ในฤดูหนาว ร้อน และฝน วัดได้ 22.69, 16.07, 26.07, 6.37, 10.33, 5.97, 26.43, 23.30 และ 28.97 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ความชื้นของดินแต่ละกรรมวิธีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยกรรมวิธีที่ 2 มีความชื้นของดินไม่มากหรือน้อยเกินไปทั้ง 3 ฤดู (ตารางที่ 4.12)

ตารางที่ 4.12 การระเหยของน้ำ ความเข้มแสง และความชื้นของดิน ที่วัดได้ในฤดูหนาว ร้อน และฝน จากแปลงกาแฟ กรรมวิธีที่ 1 2 และ 3 ที่สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์

กรรมวิธี	น้ำระเหย (มม/วัน)			ความเข้มแสง (LUX)			ความชื้นของดิน (%)		
	หนาว	ร้อน	ฝน	หนาว	ร้อน	ฝน	หนาว	ร้อน	ฝน
1	[1]14.3^{A}	11.9^{A}	6.0	59,880^{A}	59,880^{A}	8,177^{A}	22.69^{B}	6.37^{B}	26.43^{B}
2	11.2^{B}	9.2^{B}	6.7	30,685^{B}	30,688^{B}	3,918^{B}	16.07^{C}	10.33^{A}	23.30^{C}
3	12.3^{B}	7.2^{C}	4.7	4,594^{C}	4,593^{C}	3,669^{B}	26.07^{A}	5.97^{B}	28.97^{A}
[2]Sig	*	**	NS	**	**	**	**	**	**
LSD.05	1.769	1.215	NS	6,773.8	6,780.6	1,328.2	1.74	0.631	0.708
N	9	9	9	45	45	45	27	9	9
Mean	12.6	9.4	5.8	31,720	31,720	5,255	21.61	7.56	26.23
SD	1.55	2.1	1.2	29,694	29,696	2,821	4.680	2.11	2.48
Min	10.7	6.5	4.0	2,160	2,160	1,510	12.77	5.70	23.20
Max	15.7	12.5	8.0	87,000	87,000	11,460	28.51	10.90	29.10

หมายเหตุ [1]กรรมวิธีที่ 1 ปลูกกลางแจ้ง จัดการแบบเกษตรกร ไม่มีระบบอนุรักษ์ (Control) กรรมวิธีที่ 2 ปลูกกลางแจ้ง จัดการแบบประณีตตามคำแนะนำของเจ้าหน้าที่ กรรมวิธีที่ 3 ปลูกภายใต้ร่มเงาไม้ป่าหรือไม้ผล จัดการแบบประณีตตามคำแนะนำของเจ้าหน้าที่

[2] ตัวอักษรภาษาอังกฤษข้างหลังตัวเลขที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

[3] * และ ** แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 95% และ 99%

4.1.7 การวัดผลตอบสนองทางสรีรวิทยาบางประการของต้นกาแฟ

4.1.7.1 ระยะพักตัว (เดือนธันวาคม) ขนาด พื้นที่ใบ ค่า Specific leaf area (SLA) และ Specific leaf weight (SLW) เก็บตัวอย่างใบในเดือนธันวาคม 2561 จากแปลงทุกแปลงที่ทำการทดลอง แปลงละ 10 ใบ ตามกรรมวิธี เพื่อใช้วิเคราะห์หาค่าพื้นที่ใบและน้ำหนักแห้งต่อใบ เพื่อคำนวณค่า Specific leaf area (SLA) และ Specific leaf weight (SLW)

ขนาดของใบและก้านใบ กรรมวิธีที่ 1 2 และ 3 มีความกว้างของใบเฉลี่ย 7.18, 8.05 และ 8.81 ซม. ตามลำดับ มีความยาวของใบ 15.19, 16.74 และ 17.86 ซม. ตามลำดับ ก้านใบยาวเฉลี่ย เฉลี่ย 1.32, 1.10 และ 0.88 ซม. ตามลำดับ ใบจากกรรมวิธีที่ 1 ซึ่งอยู่กลางแจ้งมีขนาดใบเล็กกว่าใบจากกรรมวิธีที่ 2 และ 3 ซึ่งมีร่มเงาอยู่บ้าง ส่วนความยาวก้านใบนั้นแต่ละกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกัน (ตารางที่ 4.13)

น้ำหนักใบแห้งและพื้นที่ใบ กรรมวิธีที่ 1 2 และ 3 มีน้ำหนักใบแห้งต่อใบ 0.75, 1.10 และ 0.88 กรัม/ใบ ตามลำดับ ทุกกรรมวิธีมีน้ำหนักใบแห้งต่อใบต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยกรรมวิธีที่ 2 ให้น้ำหนัก

ใบแห้งต่อใบมากที่สุด พื้นที่ใบต่อใบ 69.34, 84.49 และ 103.99 ซม.^{2} ตามลำดับ ทุกกรรมวิธีมีความแตกต่างกัน โดยกรรมวิธีที่ 3 มีพื้นที่ใบต่อใบมากที่สุด (ตารางที่ 4.13)

Specific leaf area (SLA) และ Specific leaf weight (SLW) กรรมวิธีที่ 1 2 และ 3 ให้ค่า SLA 95.45 78.22 และ 120.87 ซม.^{2}/ก. ตามลำดับ แต่ละกรรมวิธีมีความแตกต่างกัน กรรมวิธีที่ 2 ให้ค่าสูงสุด ค่า SLW วัดได้ 11.10, 13.11 และ 8.73 มก./ซม.^{2} ตามลำดับ ทุกกรรมวิธีมีความแตกต่างกัน กรรมวิธีที่ 2 มีค่ามากกว่ากรรมวิธีที่ 1 และ 3 (ตารางที่ 4.13)

ตารางที่ 4.13 ค่าเฉลี่ยขนาดความกว้าง ความยาวของใบ ความยาวก้านใบ น้ำหนักแห้งต่อใบ พื้นที่ใบต่อใบ ค่า SLA และ SLW ที่วัดได้จากกรรมวิธีที่การทดลองที่ต่างกันในระยะพักตัว จากแปลงกาแฟของกรรมวิธีที่ 1 2 และ 3

กรรมวิธี	ขนาดใบและก้านใบ (ซม.)			น้ำหนักใบ	พื้นที่ใบ/ใบ	SLA	SLW
	กว้าง	ยาว	ก้านใบ	แห้ง/ใบ (ก.)	(ซม.^{2})	(ซม.^{2}/ก.)	(มก./ซม.^{2})
1	[1]7.18^C	15.19^C	1.32	0.75^C	95.45^B	69.34^C	11.10^B
2	8.05^B	16.74^B	1.36	1.10^A	78.22^C	84.49^B	13.11^A
3	8.81^A	17.86^A	1.30	0.88^B	120.87^A	103.99^A	8.73^C
[2]Sig	**	**	NS	**	**	**	**
LSD.05	0.509	1.017	NS	0.126	11.251	12.183	1.168
N	90	90	90	90	90	90	90
Mean	8.01	16.60	1.33	0.91	98.18	85.94	10.98
SD	1.27	2.41	0.35	0.28	28.20	29.23	2.96
Min	5.26	10.91	0.48	54.66	0.37	36.30	5.78
Max	11.61	23.14	2.11	173.04	1.73	197.14	18.29

หมายเหตุ [1]กรรมวิธีที่ 1 ปลูกกลางแจ้ง จัดการแบบเกษตรกร ไม่มีระบบอนุรักษ์ (Control) กรรมวิธีที่ 2 ปลูกกลางแจ้ง จัดการแบบประณีตตามคำแนะนำของเจ้าหน้าที่ กรรมวิธีที่ 3 ปลูกภายใต้ร่มเงาไม้ป่าหรือไม้ผล จัดการแบบประณีตตามคำแนะนำของเจ้าหน้าที่

[2] ตัวอักษรภาษาอังกฤษข้างหลังตัวเลขที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

[3] * และ ** แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 95% และ 99%

4.1.7.2 ระยะที่ผลกำลังเจริญเติบโต (เดือนกรกฎาคม)

ขนาดของใบและก้านใบ กรรมวิธีที่ 1 2 และ 3 มีความกว้างของใบเฉลี่ย 6.76, 8.22 และ 8.27 ซม. ตามลำดับ มีความยาวของใบ 14.48, 16.63 และ 15.05 ซม. ตามลำดับ ก้านใบยาวเฉลี่ย 1.46, 1.12

และ 1.30 ซม. ตามลำดับ ใบจากกรรมวิธีที่ 1 ซึ่งอยู่กลางแจ้งมีขนาดใบเล็กกว่าใบจากกรรมวิธีที่ 2 และ 3 ซึ่งมีร่มเงาอยู่บ้าง ส่วนความยาวก้านใบกรรมวิธีที่ 2 สั้นกว่ากรรมวิธีที่ 1 และ 3 (ตารางที่ 4.14)

น้ำหนักใบแห้งและพื้นที่ใบ กรรมวิธีที่ 1 2 และ 3 มีน้ำหนักใบแห้งต่อใบ 0.80, 1.22 และ 0.66 กรัม/ใบ ตามลำดับ ทุกกรรมวิธีมีน้ำหนักใบแห้งต่อใบต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยกรรมวิธีที่ 2 ให้น้ำหนักใบแห้งต่อใบมากที่สุด พื้นที่ใบต่อใบ 79.95, 104.05 และ 96.63 ซม.^{2} ตามลำดับ กรรมวิธีที่ 1 มีพื้นที่ใบต่อใบน้อยที่สุด (ตารางที่ 4.14)

Specific leaf area (SLA) และ Specific leaf weight (SLW) กรรมวิธีที่ 1 2 และ 3 ให้ค่า SLA 90.97, 85.81 และ 150.31 ซม.^{2}/ก. ตามลำดับ กรรมวิธีที่ 3 ให้ค่า SLA มากที่สุด ค่า SLW วัดได้ 11.46, 11.81 และ 6.97 มก./ซม.^{2} ตามลำดับ กรรมวิธีที่ 1 และ 2 ให้ค่ามากกว่ากรรมวิธีที่ 3 (ตารางที่ 4.14)

ตารางที่ 4.14 ค่าเฉลี่ยขนาดความกว้าง ความยาวของใบ ความยาวก้านใบ น้ำหนักแห้งต่อใบ พื้นที่ใบต่อใบ ค่า SLA และ SLW ที่วัดได้จากกรรมวิธีที่การทดลองที่ต่างกันในระยะผลกำลังเจริญเติบโต จากแปลงกาแฟใน กรรมวิธีที่ 1 2 และ 3

กรรมวิธี	ขนาดใบและก้านใบ (ซม.)			น้ำหนักใบ	พื้นที่ใบ/ใบ	SLA	SLW
	กว้าง	ยาว	ก้านใบ	แห้ง/ใบ (ก.)	(ซม.^{2})	(ซม.^{2}/ก.)	(มก./ซม.^{2})
1	6.76^B	14.48^B	1.46^A	0.80^B	70.95^B	90.97^B	11.46^A
2	8.22^A	16.63^A	1.12^B	1.22^A	104.05^A	85.81^B	11.81^A
3	8.27^A	15.05^B	1.30^A	0.66^C	96.63^A	150.31^A	6.97^B
Sig	**	**	**	**	**	**	**
LSD.05	0.519	1.016	0.171	0.120	12.217	10.380	0.994
N	90	90	90	90	90	90	90
Mean	7.75	15.39	1.29	0.89	90.54	109.03	10.08
SD	1.22	2.16	0.36	0.33	27.52	35.58	2.93
Min	5.46	10.08	0.53	0.25	41.33	55.56	5.26
Max	10.53	21.00	2.13	1.90	164.50	190.23	18.00

หมายเหตุ [1]กรรมวิธีที่ 1 ปลูกกลางแจ้ง จัดการแบบเกษตรกร ไม่มีระบบอนุรักษ์ (Control) กรรมวิธีที่ 2 ปลูกกลางแจ้ง จัดการแบบประณีตตามคำแนะนำของเจ้าหน้าที่ กรรมวิธีที่ 3 ปลูกภายใต้ร่มเงาไม้ป่าหรือไม้ผล จัดการแบบประณีตตามคำแนะนำของเจ้าหน้าที่

[2] ตัวอักษรภาษาอังกฤษข้างหลังตัวเลขที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

[3] * และ ** แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 95% และ 99%

4.2 การศึกษาต้นแบบการปฏิบัติที่ดี (Best Practice) ในการปลูกกาแฟภายใต้ร่มเงา 5 แห่ง

แปลงที่ใช้วิจัยเป็นแปลงเดิมที่เคยใช้วิจัยในปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 และ 2561 ที่ผ่านมา ซึ่งอยู่ในพื้นที่ของศูนย์/สถานีพัฒนาโครงการหลวง 3 แห่ง ได้แก่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงป่าเมี่ยง ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงตีนตก สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ และสถานีวิจัยของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 2 แห่ง ได้แก่สถานีวิจัยเกษตรที่สูงขุนช่างเคี่ยน และสถานีวิจัยเกษตรที่สูงหนองหอย รายละเอียดของแต่ละแปลง ชวลิตและคณะ (2561) ได้นำเสนอข้อมูลไว้แล้ว สำหรับภาพถ่ายของแต่ละแปลง ดังภาพที่ 4.8-4.12

4.2.1 สภาพทั่วไปของแปลงและการวัดการเจริญเติบโต

4.2.1.1 ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงป่าเมี่ยง

1) แปลงกลางแจ้ง แปลงของนายสุวรรณ เทโวขัติ (ภาพที่ 4.8) เป็นแปลงกาแฟขนาดใหญ่ มีทั้งส่วนที่ปลูกกลางแจ้งและในร่มเงาของไม้ป่า พิกัด 18.93615 องศาเหนือและ 99.37679 องศาตะวันออก ความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,432 เมตร ความลาดชันประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ ทิศทางของความลาดเททางตะวันออก ระบบการปลูกมีทั้งกลางแจ้งและปลูกภายใต้ร่มเงาของไม้ป่า พื้นที่ปลูกประมาณ 40 ไร่ อายุต้นกาแฟประมาณ 38 ปี จำนวนต้นกาแฟทั้งหมดประมาณ 12,000 ต้น

2) แปลงในร่ม แปลงของนายทวี จันทร์แก้ว (ภาพที่ 4.8) เป็นแปลงกาแฟที่ปลูกร่วมกับไม้ป่า พิกัด 18.93698 องศาเหนือและ 99.37660 องศาตะวันออก ความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,422 เมตร ความลาดชันประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ ทิศทางของความลาดเท ทางตะวันออกเฉียงเหนือ ระบบการปลูกปลูกภายใต้ร่มเงาของไม้ป่า พื้นที่ปลูกประมาณ 20 ไร่ อายุต้นกาแฟประมาณ 32 ปี จำนวนต้นกาแฟทั้งหมดประมาณ 8,000 ต้น

แปลงกลางแจ้ง นายสุวรรณ เทโวชัติ (ซ้ายบน) มกราคม (ขวาบน) มีนาคม (ซ้ายล่าง) กรกฎาคม (ขวาล่าง) การติดผล

แปลงในร่ม นายทวี จักรแก้ว (ซ้ายบน) มกราคม (ขวาบน) มีนาคม (ซ้ายล่าง) กรกฎาคม (ขวาล่าง) การติดผล

ภาพที่ 4.8 สภาพแปลงที่ใช้เก็บข้อมูลจากศูนย์พัฒนาโครงการหลวงป่าเมี่ยง

4.2.1.2 ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงตีนตก (เขต ต.แจ้ซ้อน อ.เมืองปาน จ.ลำปาง)

1) แปลงกลางแจ้ง แปลงของนายตั๋ว จางอรุณ (ภาพที่ 4.9) บ้านแม่แจ๋ม ต.แจ้ซ้อน อ.เมืองปาน จ.ลำปาง เป็นแปลงกาแฟกลางแจ้งมีกาแฟอย่างเดียว และเพิ่งตัดแต่งอย่างหนักเพื่อสร้างลำต้นใหม่ เมื่อปี พ.ศ. 2558 พิกัด 18.91221 องศาเหนือและ 99.41367 องศาตะวันออก ความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,045 เมตร ความลาดชันประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ ทิศทางของความลาดเท ไปทางตะวันตก ระบบการปลูกปลูกกาแฟกลางแจ้ง พื้นที่ปลูก 4 ไร่ อายุต้นกาแฟประมาณ 20 ปี จำนวนต้นกาแฟ 1,600 ต้น

2) แปลงในร่ม แปลงของนายสุวรรณ มูลคำดี (ภาพที่ 4.9) เจ้าของไร่สุวรรณ ดอยแม่แจ๋ม ซึ่งเป็นบ้านแบบโฮมสเตย์ บ้านแม่แจ๋ม เป็นแปลงกาแฟที่ปลูกร่วมกับมะคาเดเมียนัท พิกัด 18.92099 องศาเหนือและ 99.42111 องศาตะวันออก ความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,023 เมตร ความลาดชันประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ ทิศทางของความลาดเท ไปทางตะวันออก ระบบการปลูกปลูกภายใต้ร่มเงาของไม้ต้นมะคาเดเมียนัท พื้นที่ทั้งหมด 50 ไร่ อายุต้นกาแฟ 19 ปี จำนวนต้นทั้งหมดประมาณ 15,000 ต้น

แปลงกลางแจ้ง นายตั๋ว จางอรุณ (ซ้ายบน) มกราคม (ขวาบน) มีนาคม (ซ้ายล่าง) กรกฎาคม (ขวาล่าง) การติดผล

แปลงในร่ม นายสุวรรณ มูลคำดี (ซ้ายบน) มกราคม (ขวาบน) มีนาคม (ซ้ายล่าง) กรกฎาคม (ขวาล่าง) การติดผล

ภาพที่ 4.9 สภาพแปลงที่ใช้เก็บข้อมูลจากศูนย์พัฒนาโครงการหลวงตีนตก

4.2.1.3 สถานีเกษตรหลวงหลวงอินทนนท์ หน่วยฯแม่ยะน้อย

1) แปลงกลางแจ้ง แปลงวิจัยโครงการการคัดเลือกสายพันธุ์กาแฟอราบิก้าคุณภาพเยี่ยมในพื้นที่ส่งเสริมและพัฒนาของโครงการหลวง (ภาพที่ 4.10) เป็นแปลงวิจัยโครงการ การคัดเลือกสายพันธุ์กาแฟอราบิก้าคุณภาพเยี่ยมในพื้นที่ส่งเสริมและพัฒนาของโครงการหลวง พิกัด 18.47010 องศาเหนือและ 98.51882 องศาตะวันออก ความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,422 เมตร ความลาดชันประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์ ทิศทางของความลาดเท ไปทางตะวันตก ระบบการปลูกปลูกกาแฟกลางแจ้ง พื้นที่ปลูกประมาณ 2.5 ไร่ อายุต้นกาแฟ 5 ปี มีต้นกาแฟทั้งสิ้น 832 ต้น

2) แปลงในร่ม เป็นแปลงปลูกเพื่อการผลิตของสถานี (ภาพที่ 4.10) เป็นแปลงปลูกเพื่อการผลิตของสถานี พิกัด 18.46976 องศาเหนือและ 98.51709 องศาตะวันออก ความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,404 เมตร ความลาดชันประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ ทิศทางของความลาดเท ไปทางตะวันตก ระบบการปลูกปลูกกาแฟภายใต้ร่มเงาของไม้ป่า พื้นที่ปลูก 3 ไร่ อายุต้นกาแฟประมาณ 15 ปี จำนวนต้นทั้งหมดประมาณ 1,000 ต้น

สถานีฯอินทนนท์ แปลงกลางแจ้ง (ซ้ายบน) มกราคม (ขวาบน) มีนาคม (ซ้ายล่าง) กรกฎาคม และ (ขวาล่าง) การติดผล

สถานีฯอินทนนท์ แปลงในร่ม (ซ้ายบน) มกราคม (ขวาบน) มีนาคม (ซ้ายล่าง) กรกฎาคม และ (ขวาล่าง) การติดผล

ภาพที่ 4.10 สภาพแปลงที่ใช้เก็บข้อมูลจากสถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ (หน่วยแม่ยะน้อย)

4.2.1.4 สถานีวิจัยเกษตรที่สูงขุนช่างเคี่ยน

1) แปลงกลางแจ้ง แปลง #4 และแปลงหน้าโรงครัว (ภาพที่ 4.11) เป็นแปลงกาแฟกลางแจ้งมีร่มเงานางพญาเสือโคร่งบ้าง แต่ร่มเงาไม่ได้คลุมทั้งแปลง แปลง #4 และแปลงหน้าโรงครัวเป็นแปลงกลางแจ้ง พันธุ์ที่ปลูกเป็นพันธุ์ POP#4 และ POP#5 และ P 88 พื้นที่ประมาณ 3 ไร่ มีต้นกาแฟ 1,100 ต้น พิกัด 18.839508 องศาเหนือและ 98.897428 องศาตะวันออก ความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,336 เมตร ความลาดชันประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ ทิศทางของความลาดเท ไปทางตะวันออก ระบบการปลูกปลูกกาแฟกลางแจ้ง อายุต้นกาแฟประมาณ 25 ปี

2) แปลงในร่มเงาไม้ป่า แปลงหลังโรงนอน (ภาพที่ 4.11) เป็นแปลงกาแฟที่ปลูกกาแฟภายใต้ร่มเงาของไม้ป่าธรรมชาติ **(แปลงหลังโรงนอน)** เป็นแปลงในร่มเงาของไม้ป่า มีพื้นที่ 2.5 ไร่ มีต้นกาแฟทั้งหมด 1,340 ต้น พิกัด 18.83786 องศาเหนือและ 98.897596 องศาตะวันออก ความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,322 เมตร ความลาดชันประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ ทิศทางของความลาดเท ไปทางตะวันออกเฉียงใต้ ระบบการปลูกปลูกกาแฟในร่มเงาของไม้ป่าธรรมชาติ อายุต้นกาแฟประมาณ 25 ปี

3) แปลงร่มเงาไม้ผล แปลงร่วมลิ้นจี่ (ภาพที่ 4.11) เป็นแปลงกาแฟที่ปลูกภายใต้ร่มเงาของต้นลิ้นจี่ แปลงร่วมลิ้นจี่ เป็นแปลงกาแฟที่ปลูกภายใต้ร่มเงาของต้นลิ้นจี่ พื้นที่ 2.5 ไร่ มีต้นกาแฟ 965 ต้น พิกัด 18.8372557 องศาเหนือและ 98.8978851 องศาตะวันออก ความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,321 เมตร ความลาดชันประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์ ทิศทางของความลาดเท ไปทางตะวันออก ระบบการปลูกปลูกกาแฟร่วมกับลิ้นจี่ อายุต้นกาแฟประมาณ 23 ปี

แปลงกลางแจ้ง แปลง#4 (ซ้ายบน) มกราคม (ขวาบน) มีนาคม (ซ้ายล่าง) กรกฎาคม และ (ขวาล่าง) การติดผล

แปลงในร่มเงาไม้ป่า (ซ้ายบน) มกราคม (ขวาบน) มีนาคม (ซ้ายล่าง) กรกฎาคม และ (ขวาล่าง) การติดผล

ภาพที่ 4.11 สภาพแปลงที่ใช้เก็บข้อมูลจากสถานีวิจัยเกษตรที่สูงขุนช่างเคี่ยน

แปลงร่มเงาไม้ผล (ร่วมลิ้นจี่) (ซ้ายบน) มกราคม (ขวาบน) มีนาคม (ซ้ายล่าง) กรกฎาคม และ (ขวาล่าง) การติดผล

ภาพที่ 4.11 (ต่อ) สภาพแปลงที่ใช้เก็บข้อมูลจากสถานีวิจัยเกษตรที่สูงขุนช่างเคี่ยน

4.2.1.5 สถานีวิจัยเกษตรที่สูงหนองหอย

1) แปลงกลางแจ้ง เป็นแปลงผลิตของสถานี (ภาพที่ 4.12) พิกัด 18.92124 องศาเหนือ และ 98.81646 องศาตะวันออก ความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,040 เมตร ความลาดชันประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ ทิศทางของความลาดเท ไปทางตะวันออก ระบบการปลูกปลูกกาแฟกลางแจ้ง พื้นที่ปลูก 3 ไร่ มีต้นกาแฟประมาณ 1,200 ต้น อายุต้นกาแฟประมาณ 20 ปี

2) แปลงในร่ม เป็นแปลงปลูกร่วมกับไม้ป่า เป็นแปลงปลูกร่วมกับไม้ป่า (ภาพที่ 4.12) พิกัด 18.92176 องศาเหนือและ 98.81522 องศาตะวันออก ความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,058 เมตร ความลาดชันประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ ทิศทางของความลาดเท ไปทางตะวันออก ระบบการปลูกปลูกกาแฟภายใต้ร่มเงาของไม้ป่า พื้นที่ปลูกประมาณ 8 ไร่ อายุต้นกาแฟประมาณ 26 ปี จำนวนต้นกาแฟทั้งหมดประมาณ 2,400 ต้น

แปลงกลางแจ้ง (ซ้ายบน) มกราคม (ขวาบน) มีนาคม (ซ้ายล่าง) กรกฎาคม และ (ขวาล่าง) การติดผล

แปลงในร่ม (ซ้ายบน) มกราคม (ขวาบน) มีนาคม (ซ้ายล่าง) กรกฎาคม และ (ขวาล่าง) การติดผล

ภาพที่ 4.12 สภาพแปลงที่ใช้เก็บข้อมูลจากสถานีวิจัยเกษตรที่สูงหนองหอย

4.2.2 ขนาดของต้นกาแฟ องค์ประกอบผลผลิตและผลผลิต

ในภาพรวมข้อมูลที่ได้จากการวัดขนาด ความสูง จำนวนกิ่งแขนงที่ 1 จำนวนกิ่งติดผล ความยาวกิ่งติดผล ข้อติดผลต่อกิ่ง ความยาวข้อที่ติดผล จำนวนผลต่อข้อ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นตัวอย่างได้จากแปลงกลางแจ้งและในร่มจากศูนย์พัฒนาโครงการหลวงตีนตก ที่มีความแตกต่างกันชัดเจนระหว่างแปลงกลางแจ้งและในร่ม ข้อมูลส่วนใหญ่ตัวอย่างจากแปลงกลางแจ้งให้ค่ามากกว่าตัวอย่างจากแปลงในร่ม

จำนวนผลต่อต้นและผลผลิตต่อต้นที่คำนวณได้ ตัวอย่างจากแปลงกลางแจ้งมีค่ามากกว่าจากแปลงในร่มทุกแปลง ซึ่งหมายถึงแปลงกลางแจ้งทุกแปลงที่ใช้วิจัยในโครงการนี้ให้ผลผลิตต่อต้นมากกว่าแปลงในร่มอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 4.15)

ตารางที่ 4.15 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น ความสูง จำนวนกิ่งแขนงที่ 1 จำนวนกิ่งติดผล ความยาวกิ่งติดผล ข้อติดผลต่อกิ่ง ความยาวข้อ จำนวนผลต่อข้อ จำนวนผลต่อต้นและน้ำหนักผลสดต้น ที่วัดจากแปลงการศึกษาต้นแบบการปฏิบัติที่ดี (Best Practice) ในการปลูกกาแฟภายใต้ร่มเงา 5 แห่ง

สถานี	แปลง	ขนาดลำต้น (ซม.)	ความสูง (ซม.)	[1]จำนวนกิ่งแขนงที่ 1	[1]จำนวนกิ่งติดผล	[1]ความยาวกิ่งติดผล	[1]ข้อติดผล/กิ่ง	[2]ความยาวข้อติดผล(ซม.)	[2]จำนวนผล/ข้อ	[3]จำนวนผล/ต้น	[4]นน.ผล/ต้น
ศูนย์ฯป่าเมี่ยง	กลางแจ้ง	6.03^{B}	258.0	48.2	24.6	68.14	6.66^{A}	4.27	9.82	1,593.9^{A}	2.61^{A}
	ในร่ม	7.98^{A}	216.0	47.0	20.0	54.66	5.42^{B}	4.72	6.84	728.20^{B}	1.51^{B}
	Sig	*	*	NS	NS	NS	*	NS	NS	**	**
	LSD.05	1.613	33.147	NS	NS	NS	1.013	NS	NS	530.85	0.894
ศูนย์ฯตีนตก	กลางแจ้ง	4.27	196.0	65.6^{A}	53.6^{A}	71.92	4.28^{B}	12.52^{A}	13.68	9,227.2^{A}	18.18^{A}
	ในร่ม	3.92	188.0	37.2^{B}	30.0^{B}	58.46	6.00^{A}	9.86^{B}	12.06	3,441.0^{B}	6.56^{B}
	Sig	NS	NS	*	**	NS	*	**	NS	**	**
	LSD.05	NS	NS	23.198	14.245	NS	0.576	2.483	NS	2899.5	5.711
สถานีฯอินทนนท์	กลางแจ้ง	4.69^{A}	185.0	60.0	60.0	49.80	8.06	7.80	10.54	4,251.4^{A}	7.65^{A}
	ในร่ม	3.76^{B}	197.0	50.4	50.4	51.48	8.94	6.82	8.82	2,477.4^{B}	4.44^{B}
	Sig	**	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	**	**
	LSD.05	0.595	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	1,629.0	2.929
สถานีฯขุนช่างเคี่ยน	กลางแจ้ง	3.44	193.8^{C}	51.2	34.0	47.14	5.14	9.40	16.32	5,185.0^{A}	7.74
	ร่มเงาไม้ป่า	3.73	271.8^{A}	47.0	30.8	58.88	5.42	8.40	13.28	3,371.3^{B}	5.69
	ร่มเงาไม้ผล	3.59	236.0^{B}	44.8	26.6	55.60	6.10	8.42	11.82	2,767.2^{C}	5.32
	Sig	NS	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS
	LSD.05	NS	32.252	NS	NS	NS	NS	NS	NS	1932.0	NS
สถานีฯหนองหอย	กลางแจ้ง	8.70	238.0	49.3	30.0	80.14	11.62	6.56	17.30^{A}	5,895.7^{A}	10.50^{A}
	ในร่ม	7.44	264.0	37.2	17.0	75.58	7.26	6.54	12.48^{B}	1,468.0^{B}	2.42^{B}
	Sig	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS	*	*	*
	LSD.05	NS	NS	NS	NS	NS	0.937	NS	3.662	3389.10	6.027

หมายเหตุ [1]จำนวนกิ่งติดผล ความยาวกิ่งติดผล ข้อติดผลต่อกิ่ง นับแปลงละ 5 ต้น [2]ความยาวข้อ จำนวนผลต่อข้อ วัดจากกิ่งละ 5 ข้อ [3]จำนวนผลต่อต้นคำนวณจากองค์ประกอบผลผลิตใน [1] และ [2] [4]น้ำหนักผลสดต่อต้น คำนวณจากจำนวนผลคูณด้วยน้ำหนักต่อผลของแต่ละแปลงในฤดูเก็บเกี่ยวก่อนหน้านี้

4.2.3 ผลการวัดสภาพแวดล้อมและ Microclimate

การวัดสภาพแวดล้อมและ Microclimate ทำโดยติดตั้งอุปกรณ์บันทึกอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ การระเหยของน้ำ และวัดความเข้มของแสงทุกแปลงในฤดูหนาว ร้อน และฝน ข้อมูลของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ได้เกิดจากการใช้ Data logger วางในแปลงกาแฟแต่ละแปลง ตั้งให้บันทึกทุก ๆ 15 นาที ตลอดช่วงเวลาที่วางอุปกรณ์ และนำข้อมูลดิบมาเขียนเป็นกราฟเส้น วันที่ที่ปรากฏในแกนนอนเป็นวันที่จริงของช่วงเวลาที่บันทึกผลการวัดข้อมูล

4.2.3.1 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

4.2.3.1.1 ภาพรวมของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ในระยะเวลาที่บันทึกข้อมูล

ภาพที่ 4.13-4.17 เป็นกราฟเส้นแสดงอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์แบบต่อเนื่องของแปลงกลางแจ้งและในร่มในแต่ละฤดู คือฤดูหนาว ร้อน และฝน ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงป่าเมี่ยง (ภาพที่ 4.13) ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงตีนตก (ภาพที่ 4.14) สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ (ภาพที่ 4.15) สถานีวิจัยเกษตรที่สูงขุนช่างเคี่ยน (ภาพที่ 4.16) และสถานีวิจัยเกษตรที่สูงหนองหอย (ภาพที่ 4.17)

1) ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงป่าเมี่ยง

อุณหภูมิแปลงกลางแจ้งและในร่มในฤดูหนาววัดได้ (mean ± standard deviation) 16.3±4.1 และ 16.2±2.9 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 89.7±12.1 และ 89.7±9.9 เปอร์เซ็นต์ ในฤดูร้อนวัดอุณหภูมิได้ 23.7±6.0 และ 23.5±4.9 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 60.0±17.1 และ 59.2±14.6 เปอร์เซ็นต์ ฤดูฝนวัดได้ 20.3±2.7 และ 19.9±5.6 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 93.7±8.8 และ 95.1±5.6 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 4.13)

2) ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงตีนตก

อุณหภูมิแปลงกลางแจ้งและในร่มในฤดูหนาว 16.3±5.3 และ 16.6±4.3 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 91.7±11.7 และ 91.5±10.6 เปอร์เซ็นต์ ในฤดูร้อน 24.3±9.5 และ 24.3±6.7 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 66.3±25.8 และ 62.2±17.9 เปอร์เซ็นต์ ฤดูฝน 23.4±4.4 และ 22.5±2.8 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 87.3±12.3 และ 90.4±8.4 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 4.14)

3) สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ (หน่วยแม่ยะน้อย)

อุณหภูมิแปลงกลางแจ้งและในร่มในฤดูหนาววัดได้ 16.3±5.6 และ 16.5±4.1 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 86.3±16.5 และ 89.6±10.5 เปอร์เซ็นต์ ในฤดูร้อน 25.0±6.6 และ 23.6±5.1 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 60.3±18.6 และ 64.7±16.6 เปอร์เซ็นต์ ฤดูฝน 23.4±4.4 และ 22.5±2.8 °C ตามลำดับ

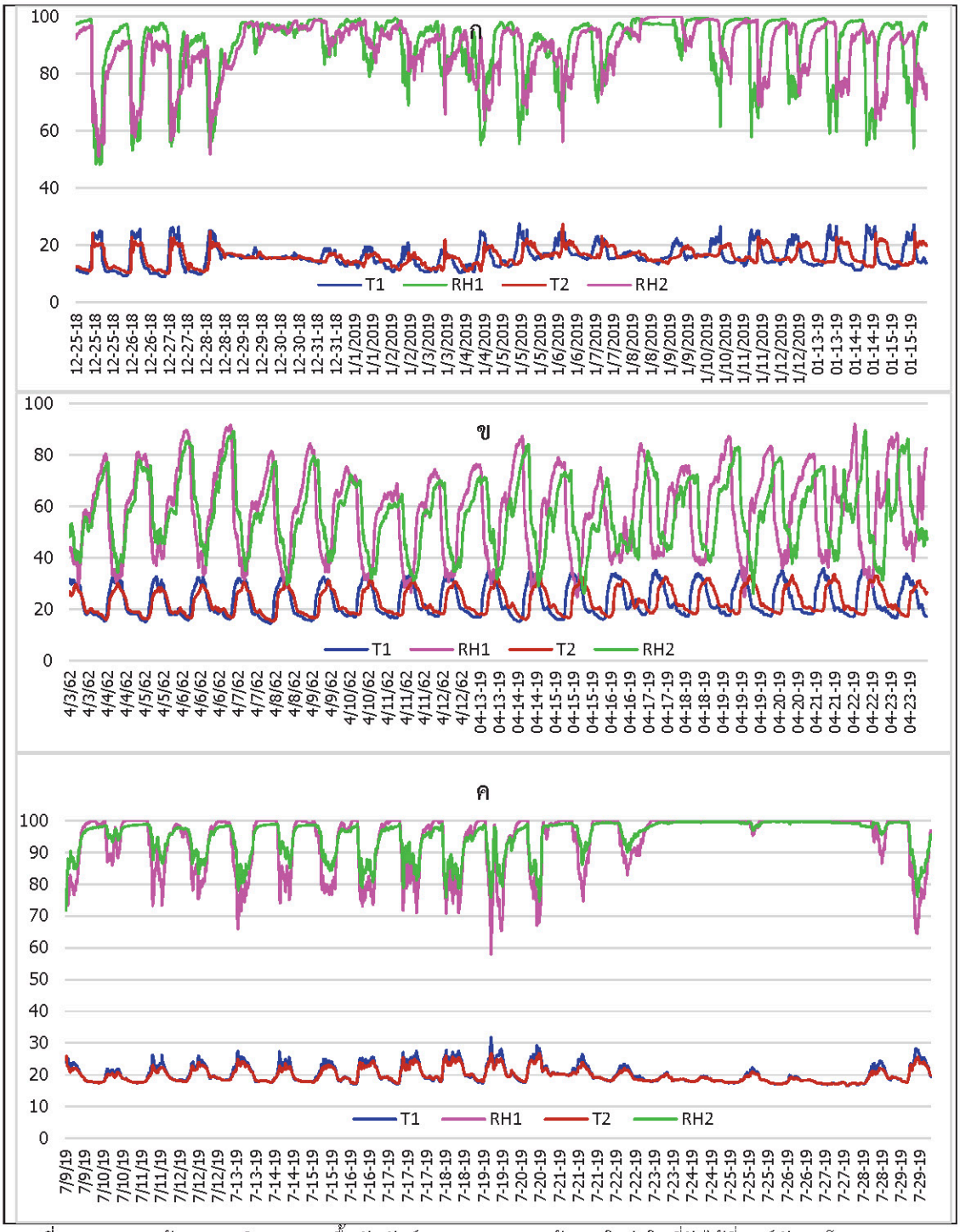
ความชื้นสัมพัทธ์ 87.3±12.3 และ 90.4±8.4 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 4.15)

4) สถานีวิจัยเกษตรที่สูงขุนช่างเคี่ยน

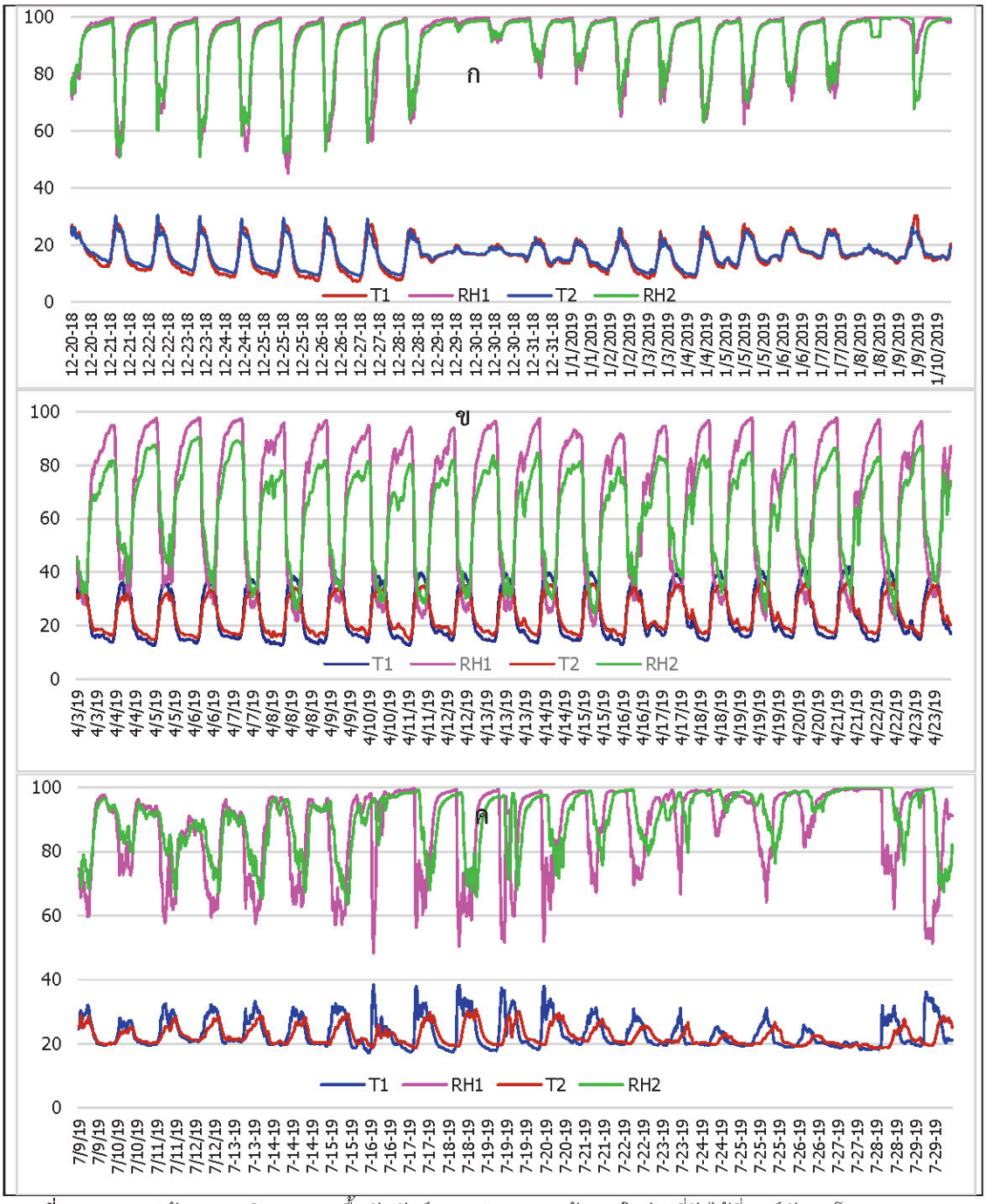
อุณหภูมิแปลงกลางแจ้ง ร่มเงาไม้ป่าและร่มเงาไม้ผล ในฤดูหนาววัดได้ 18.9±5.6, 170.1±3.7 และ 16.3±3.7 °C ตามลำดับ ความชื้นสัมพัทธ์ 75.7±15.8, 82.0±11.7 และ 86.2 ± 9.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในฤดูร้อน 25.2±5.9, 23.4±5.1 และ 22.4±5.8 °C ตามลำดับ ความชื้นสัมพัทธ์ 47.2±12.4, 51.1±11.7 และ 58.1±13.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ฤดูฝน 21.2±2.1, 20.7±1.8 และ 21.1±2.2 °C ตามลำดับ ความชื้นสัมพัทธ์ 88.0±6.3, 88.5±3.6 และ 90.5±6.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 4.16)

5) สถานีวิจัยเกษตรที่สูงหนองหอย

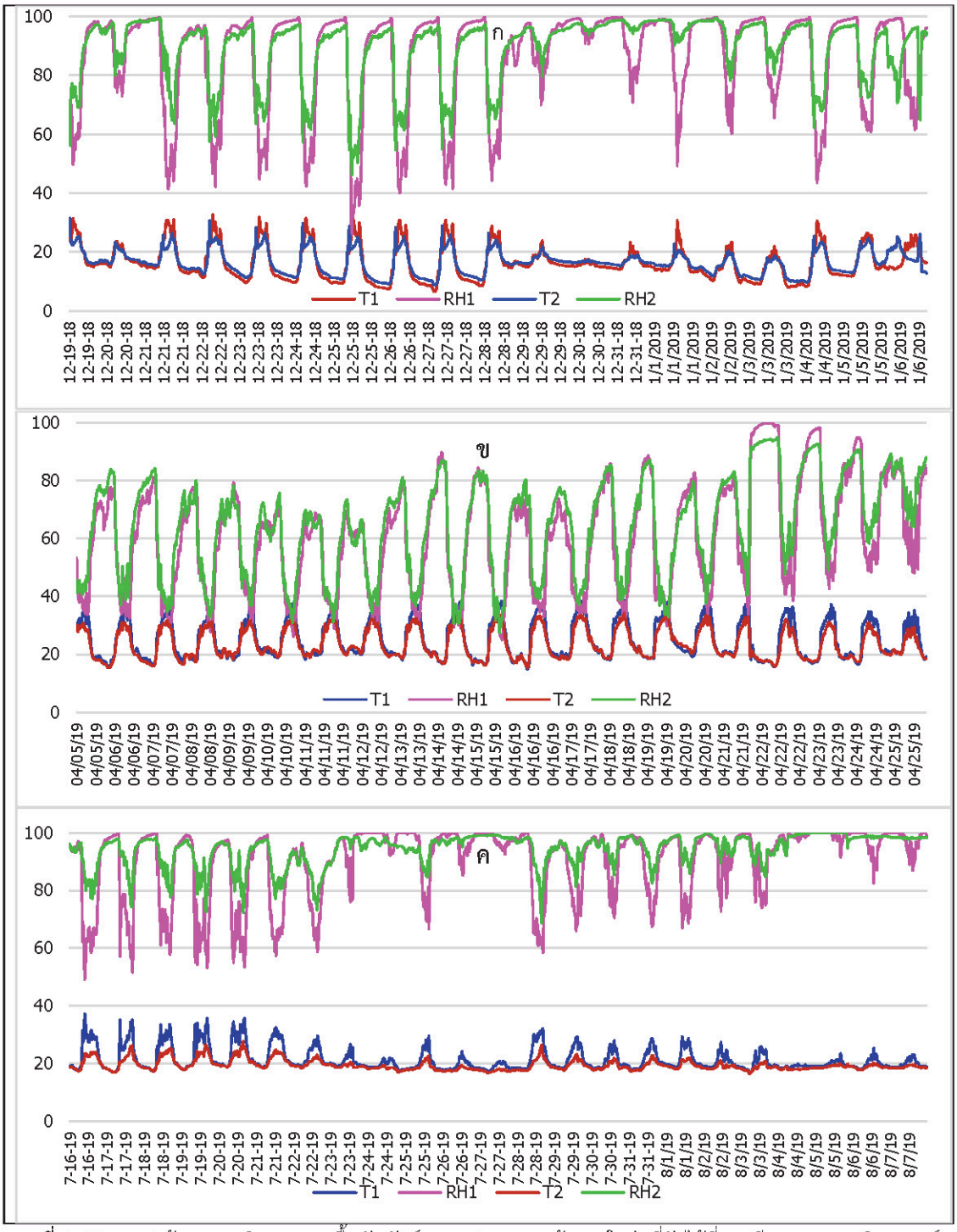
อุณหภูมิแปลงกลางแจ้งและในร่ม ในฤดูหนาววัดได้ 19.0±5.6 °C และ 18.9±3.1 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 74.8±17.1 และ 76.2±12.6 เปอร์เซ็นต์ ในฤดูร้อน 27.5±6.4 °C และ 26.5±4.5 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 66.9±18.3 และ 65.0±14.6 เปอร์เซ็นต์ ฤดูฝน 23.9±3.7 °C และ 25.3 ± 3.5 °C ตามลำดับ ความชื้นสัมพัทธ์ 82.9±9.1 และ 79.0±9.1 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 4.17)



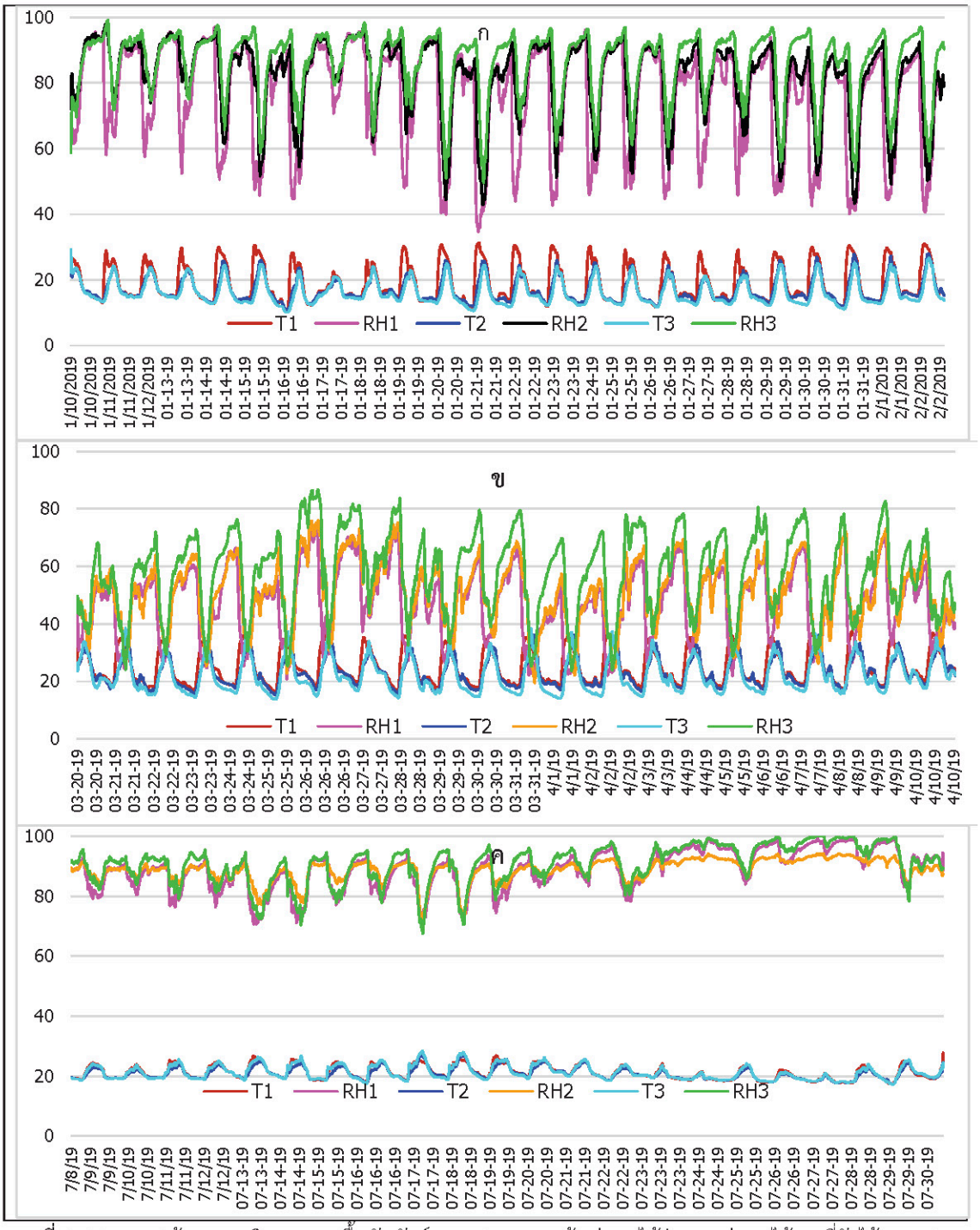
ภาพที่ 4.13 กราฟเส้นอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์จากแปลงกลางแจ้งและในร่มในที่วัดได้ที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงป่าเมี่ยง (ก) ฤดูหนาว ระหว่างวันที่ 25 ธ.ค. 61 ถึง 15 ม.ค. 62 (ข) ฤดูร้อน 3 เม.ย. ถึง 23 เม.ย. 62 และ (ค) ฤดูฝน 7 ก.ค. ถึง 29 ก.ค. 62



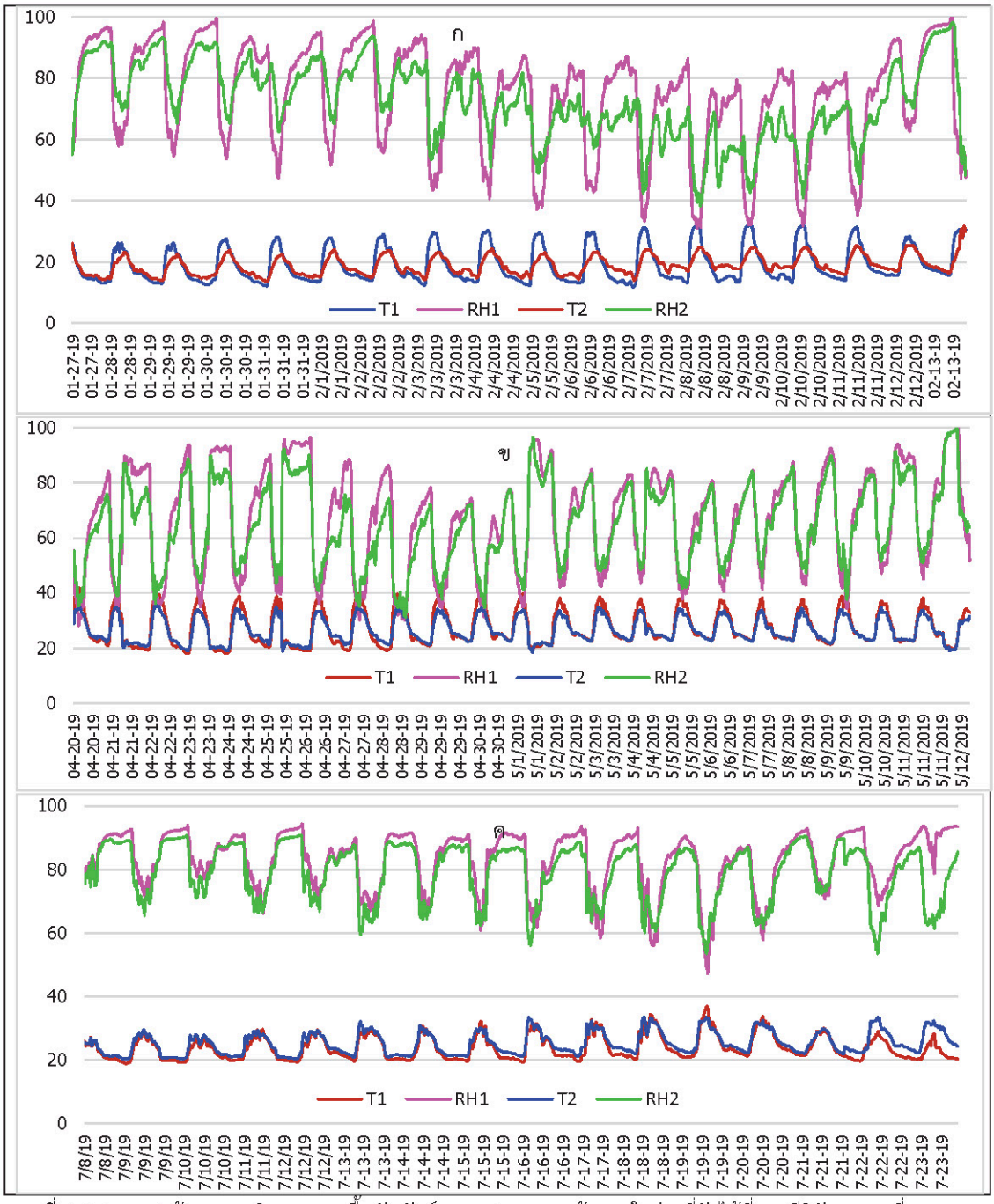
ภาพที่ 4.14 กราฟเส้นอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์จากแปลงกลางแจ้งและในร่ม ที่วัดได้ที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงตีนตก (ก) ฤดูหนาว ระหว่าง 20 ธ.ค. 61 ถึง 10 ม.ค. 62 (ข) ฤดูร้อน 3 เม.ย. ถึง 23 เม.ย. 62 และ (ค) ฤดูฝน 9 ก.ค. ถึง 29 ก.ค. 62



ภาพที่ 4.15 กราฟเส้นอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์จากแปลงกลางแจ้งและในร่มที่วัดได้ที่สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ หน่วยแม่ยะน้อย ฤดูหนาว 19 ธ.ค. 61 ถึง 6 ม.ค. 62 ฤดูร้อน 5 ถึง 25 เม.ย. 62 และ ฤดูฝน 16 ก.ค. ถึง 7 ส.ค. 62



ภาพที่ 4.16 กราฟเส้นอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์จากแปลงกลางแจ้ง ร่มเงาไม้ป่า และร่มเงาไม้ผล ที่วัดได้จากแปลงทีสถานีฯขุนช่างเคี่ยน (ก) ฤดูหนาว ระหว่าง 10 ม.ค. ถึง 2 ก.พ. 62 (ข) ฤดูร้อน 20 มี.ค. ถึง 10 เม.ย. 62 และ (ค) ฤดูฝน 8 ถึง 30 ก.ค. 62



ภาพที่ 4.17 กราฟเส้นอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์จากแปลงกลางแจ้งและในร่ม ที่วัดได้ที่สถานีวิจัยเกษตรที่สูงหนองหอย ฤดูหนาว 27 ม.ค. ถึง 13 ก.พ. 62 ฤดูร้อน 20 เม.ย. ถึง 12 พ.ค. 62 และ ฤดูฝน 8 ถึง 23 ก.ค. 62

4.2.3.1.2 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างแปลงกลางแจ้งและในร่ม

1) ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงป่าเมี่ยง อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยแปลงกลางแจ้งและในร่ม ในฤดูหนาว ร้อน และฝน วัดได้เฉลี่ย 16.7, 24.4, 20.2, 16.4, 23.3 และ 19.8 °C ตามลำดับ ฤดูร้อนแปลงในร่มมีอุณหภูมิต่ำกว่าแปลงกลางแจ้ง มีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 88.1, 60.9, 93.6, 87.0, 57.8 และ 95.2 % ตามลำดับ ในฤดูร้อนแปลงกลางแจ้งมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยมากกว่าแปลงในรม (ตารางที่ 4.16)

2) ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงตีนตก อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยแปลงกลางแจ้งและในร่ม ในฤดูหนาว ร้อน และฝน วัดได้เฉลี่ย 16.3, 25.2, 23.5, 16.7, 25.5 และ 22.6 °C ตามลำดับ ในฤดูหนาวแปลงในร่มมีอุณหภูมิสูงกว่าแปลงกลางแจ้ง ขณะที่ฤดูฝนแปลงกลางแจ้งให้ค่ามากกกว่า มีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 91.7, 91.7, 67.6, 87.1,90.9 67.7 และ 90.2 % ตามลำดับ ในฤดูหนาวแปลงกลางแจ้งมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยมากกว่า ในขณะที่ในฤดูฝนแปลงในร่มมีความชื้นสัมพัทธ์มากกว่า (ตารางที่ 4.16)

3) สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ หน่วยแม่ยะน้อย อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยแปลงกลางแจ้งและในร่ม ในฤดูหนาว ร้อน และฝน วัดได้เฉลี่ย 16.5, 24.9, 21.5, 16.3, 23.2 และ 19.6 °C ตามลำดับ ในฤดูร้อนแปลงกลางแจ้งมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่าแปลงในร่ม ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 84.7, 61.4, 89.4,87.9, 64.0 และ 93.3 % ตามลำดับ แปลงในร่มมีค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์มากกว่าแปลงกลางแจ้งทั้ง 3 ฤดู (ตารางที่ 4.16)

4) สถานีวิจัยเกษตรที่สูงขุนช่างเคี่ยน อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย ในฤดูหนาวแปลงกลางแจ้ง ในร่มเงาไม้ป่าและร่มเงาไม้ผล ในฤดูหนาว ร้อน และฝน วัดได้เฉลี่ย 19.5, 25.3, 21.2, 18.2, 23.6, 20.8, °C ตามลำดับ แปลงกลางแจ้งมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด ร่มเงาไม้ป่ารองลงมาและร่มเงาไม้ผลให้ค่าน้อยที่สุด ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 73.7, 47.5, 88.1, 73.3, 51.1, 88.6, 69.3, 58.2 และ 90.6 % ตามลำดับ ในฤดูหนาวแปลงร่มเงาไม้ผลมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยต่ำสุด ในฤดูร้อนแปลงกลางแจ้งมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยต่ำสุด ส่วนในฤดูฝนแปลงร่มเงาไม้ผลมีความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด (ตารางที่ 4.16)

5) สถานีวิจัยเกษตรที่สูงหนองหอย

อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยแปลงกลางแจ้งและในร่ม ในฤดูหนาว ร้อน และฝน วัดได้เฉลี่ย 19.4, 27.4, 23.2, 19.3, 26.5, 25.0 °C ตามลำดับ ในฤดูร้อนอุณหภูมิจากแปลงกลางแจ้งสูงกว่าแปลในร่ม แต่ในฤดูฝนตรงกันข้าม ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 75.5, 67.2, 85.4, 72.8, 65.2, และ 79.4 % ตามลำดับ แปลงกลางแจ้งมีความชื้นสัมพัทธ์มากกว่าแปลงในร่ม (ตารางที่ 4.16)

ตารางที่ 4.16 ผลวิเคราะห์อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของแปลงกลางแจ้งและในร่มที่วัดได้ในฤดูหนาว ร้อน และฝน ที่วัดได้จากที่ศูนย์ฯป่าเมี่ยง ศูนย์ฯตีนตก สถานีฯอินทนนท์ สถานีฯขุนช่างเคี่ยน และ สถานีฯหนองหอย

สถานี/แปลง	อุณหภูมิ (°C)			ความชื้นสัมพัทธ์ (%)		
	ฤดูหนาว	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูหนาว	ฤดูร้อน	ฤดูฝน
ป่าเมี่ยง						
กลางแจ้ง	16.7	[1]24.4[A]	20.2	88.1	60.9[A]	93.9
ในร่ม	16.4	23.3[B]	19.8	87.0	57.8[B]	95.2
[2]Sig	NS	*	NS	NS	*	NS
LSD.05	NS	0.865	NS	NS	2.800	NS
ตีนตก						
กลางแจ้ง	[1]16.3[B]	25.2	23.5[A]	91.7[A]	67.6	87.1[B]
ในร่ม	16.7[A]	25.5	22.6[B]	90.9[B]	67.7	90.2[A]
Sig	**	NS	*	**	NS	**
LSD.05	0.163	NS	0.677	0.336	NS	1.967
อินทนนท์						
กลางแจ้ง	16.5	24.9[A]	21.5	[1]84.7[B]	61.4[B]	89.4
ในร่ม	16.3	23.2[B]	19.6	87.9[A]	64.0[A]	93.3
Sig	NS	**	**	**	**	**
LSD.05	NS	0.292	0.3928	1.2601	0.788	1.371
ขุนช่างเคี่ยน						
กลางแจ้ง	[1]19.5[A]	25.3[A]	21.2[A]	73.7[A]	47.5[C]	88.1[B]
ร่มเงาไม้ป่า	18.2[B]	23.6[B]	20.8[B]	73.3[A]	51.1[B]	88.6[B]
ร่มเงาไม้ผล	17.5[C]	22.3[C]	21.1[AB]	69.3[B]	58.2[A]	90.6[A]
Sig	**	**	*	**	**	**
LSD.05	0.4961	0.591	0.288	2.429	1.174	1.139
หนองหอย						
กลางแจ้ง	19.4	27.4[A]	23.2[B]	[1]75.5[A]	67.2[A]	85.4[A]
ในร่ม	19.3	26.5[B]	25.0[A]	72.8[B]	65.2[B]	79.4[B]
Sig	NS	**	**	**	**	**
LSD.05	NS	0.359	0.433	1.634	0.965	1.276

หมายเหตุ [1] ตัวอักษรภาษาอังกฤษข้างหลังตัวเลขที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

[2] * และ ** แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 95% และ 99% NS=ไม่แตกต่างกัน

4.2.3.1.3 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในรอบ 24 ชั่วโมง

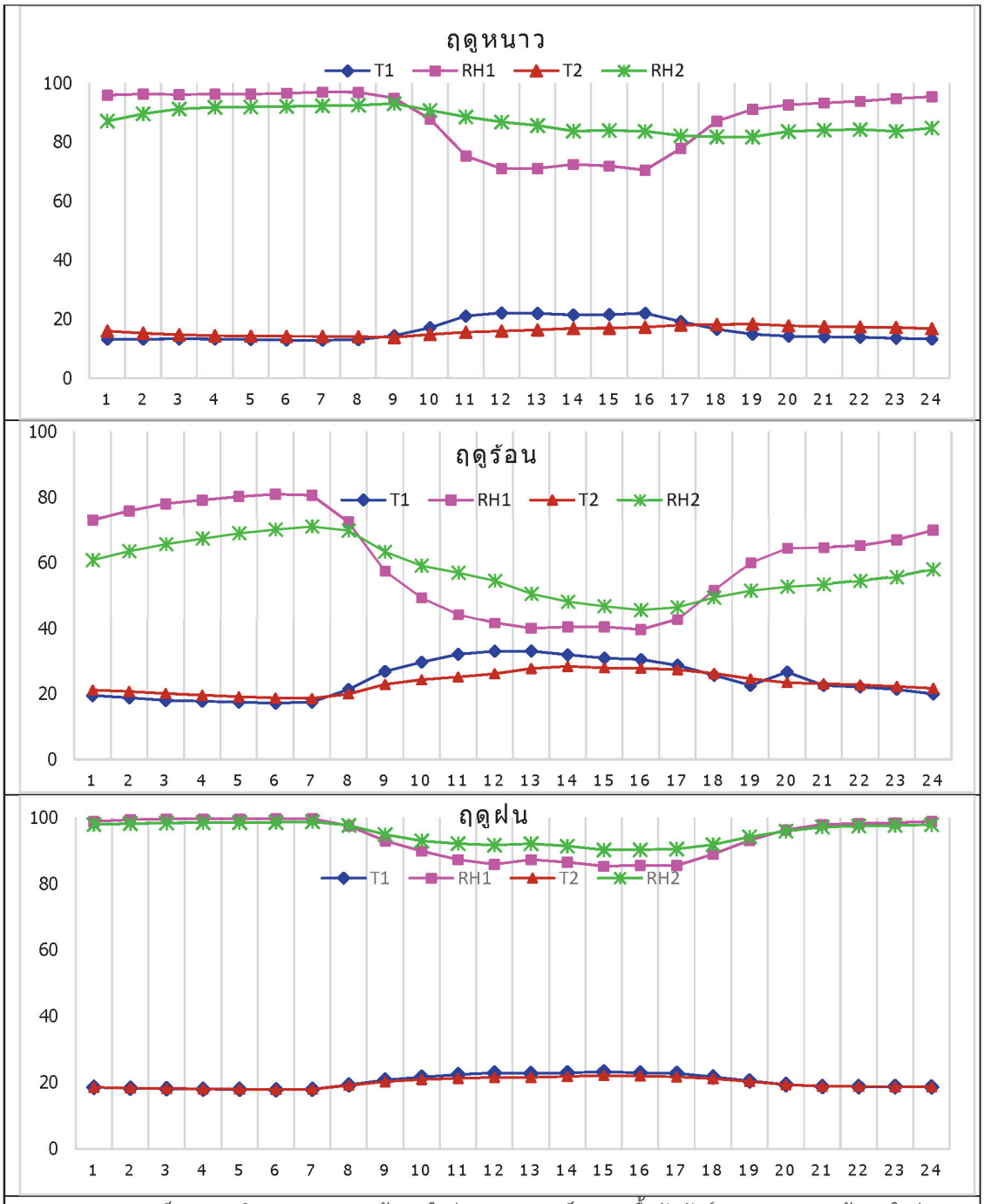
1) ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงป่าเมี่ยง อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยในรอบ 24 ชั่วโมง ในฤดูหนาว วัดได้ 12.9-27.0 °C และ 62.7-98.8 % มีความแกต่างกันน้อยระหว่างกลางวันและกลางคืน แปลงกลางแจ้งในช่วงเวลากลางวันอุณหภูมิสูงกว่า แต่ในช่วงเวลากลางคืนอุณหภูมิจะต่ำกว่า เช่นเดียวกับความชื้นสัมพัทธ์ ในช่วงเวลากลางวันแปลงในร่มมีค่ามากกว่า แต่ในช่วงเวลากลางคืน แปลงกลางแจ้งให้ค่ามากกว่า ในฤดูร้อนอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 16.9-34.0 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 35.9-85.9 % ในช่วงเวลากลางวันตั้งแต่ 09.00-18.00 น อุณหภูมิสูงขณะที่ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ ส่วนในฤดูฝนวัดได้ 17.5-25.2 °C และ 79.0-100 % ทั้งอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์มีการเปลี่ยนแปลงน้อย (ตารางที่ 4.17 และภาพที่ 4.18)

ตารางที่ 4.17 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย ในรอบ 24 ชม. ที่วัดได้ในฤดูหนาว ร้อน และฝนจากศูนย์พัฒนาโครงการหลวงป่าเมี่ยง

เวลา	อุณหภูมิ (°C)			ความชื้นสัมพัทธ์ (%)		
(นาฬิกา)	ฤดูหนาว	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูหนาว	ฤดูร้อน	ฤดูฝน
0	[1]14.4^{FG}	20.4 ^{HIJK}	18.6 ^{DE}	93.0^{AB}	67.1 ^{ABCD}	98.6 ^{AB}
1	14.3^{G}	19.8 ^{IJK}	18.3 ^{DE}	94.0^{AB}	69.8 ^{ABC}	99.0 ^{A}
2	14.2^{G}	19.1 ^{JK}	18.2 ^{DE}	94.3^{A}	72.0 ^{AB}	99.1 ^{A}
3	14.1^{G}	18.7 ^{K}	18.1 ^{DE}	94.5^{A}	73.4 ^{AB}	99.1 ^{A}
4	13.9^{G}	18.3 ^{K}	18.0 ^{DE}	94.5^{A}	74.7 ^{A}	99.1 ^{A}
5	13.8^{G}	18.0 ^{K}	17.9 ^{E}	94.6^{A}	75.6 ^{A}	99.1 ^{A}
6	13.7^{G}	18.1 ^{K}	18.0 ^{DE}	95.1^{A}	76.0 ^{A}	99.2 ^{A}
7	13.7^{G}	20.7 ^{GHIJK}	19.2 ^{CDE}	95.3^{A}	71.2 ^{AB}	97.7 ^{ABC}
8	14.6^{FG}	24.9 ^{DEF}	20.5 ^{BC}	94.0^{A}	60.6 ^{CDEF}	94.3 ^{BCD}
9	17.3^{CDE}	27.0 ^{BCD}	21.3 ^{AB}	86.9^{CD}	54.4 ^{FGHI}	91.4 ^{DEF}
10	19.5^{AB}	28.6 ^{ABC}	21.9 ^{AB}	79.8^{E}	50.7 ^{GHIJ}	89.7 ^{DEF}
11	21.3^{A}	29.6 ^{AB}	22.3 ^{A}	74.7^{EF}	48.2 ^{HIJ}	88.8 ^{F}
12	21.4^{A}	30.4 ^{A}	22.2 ^{A}	74.0^{F}	45.4 ^{IJ}	89.7 ^{EF}
13	20.7^{A}	30.2 ^{A}	22.4 ^{A}	75.2^{EF}	44.4 ^{J}	88.9 ^{F}
14	20.7^{A}	29.5 ^{AB}	22.7 ^{A}	75.4^{EF}	43.7 ^{J}	87.8 ^{F}
15	20.6^{A}	29.2 ^{AB}	22.4 ^{A}	75.9^{EF}	42.7 ^{J}	87.9 ^{F}
16	19.3^{ABC}	28.1 ^{ABC}	22.3 ^{A}	79.5^{EF}	44.8 ^{IJ}	88.0 ^{F}
17	17.5^{BCD}	26.0 ^{CDE}	21.4 ^{AB}	85.4^{D}	50.7 ^{GHIJ}	90.4 ^{DEF}
18	16.4^{DEF}	23.6 ^{EFG}	20.4 ^{BC}	88.5^{BCD}	55.9 ^{EFGH}	93.6 ^{CDE}
19	15.7^{DEFG}	25.1 ^{DEF}	19.4 ^{CD}	90.1^{ABCD}	58.7 ^{DEFG}	96.1 ^{ABC}
20	15.4^{EFG}	22.9 ^{FGH}	18.9 ^{DE}	90.8^{ABCD}	59.2 ^{DEFG}	97.9 ^{ABC}
21	15.3^{EFG}	22.5 ^{FGHI}	18.9 ^{DE}	91.2^{ABC}	59.9 ^{DEFG}	98.1 ^{ABC}
22	15.0^{FG}	21.9 ^{GHIJ}	18.8 ^{DE}	91.5^{ABC}	61.4 ^{CDEF}	98.3 ^{AB}
23	14.8^{FG}	20.9 ^{GHIJK}	18.7 ^{DE}	92.2^{ABC}	64.1 ^{BCDE}	98.5 ^{AB}
[2]Sig	**	**	**	**	**	**
LSD.05	2.09	2.998	1.431	5.56	9.701	4.616
N	144	144	144	144	144	144
Mean	16.6	23.9	20.0	87.5	59.4	94.6
SD	3.2	4.9	2.1	8.9	13.6	5.8
Minimum	12.9	16.9	17.5	62.7	35.9	79.0
Maximum	27.0	34.0	25.2	98.8	85.9	100.0

หมายเหตุ [1] ตัวอักษรภาษาอังกฤษข้างหลังตัวเลขที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

[2] * และ ** แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 95% และ 99% NS=ไม่แตกต่างกัน



หมายเหตุ T1 T2 เป็นอุณหภูมิของแปลงกลางแจ้งและในร่ม RH1 RH2 เป็นความชื้นสัมพัทธ์ของแปลงกลางแจ้งและในร่ม

ภาพที่ 4.18 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในรอบ 24 ชั่วโมง ในฤดูหนาว ร้อนและฝนจากแปลงกลางแจ้งและในร่มที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงป่าเมี่ยง

2) **ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงตีนตก** อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยในรอบ 24 ชั่วโมง ในฤดู

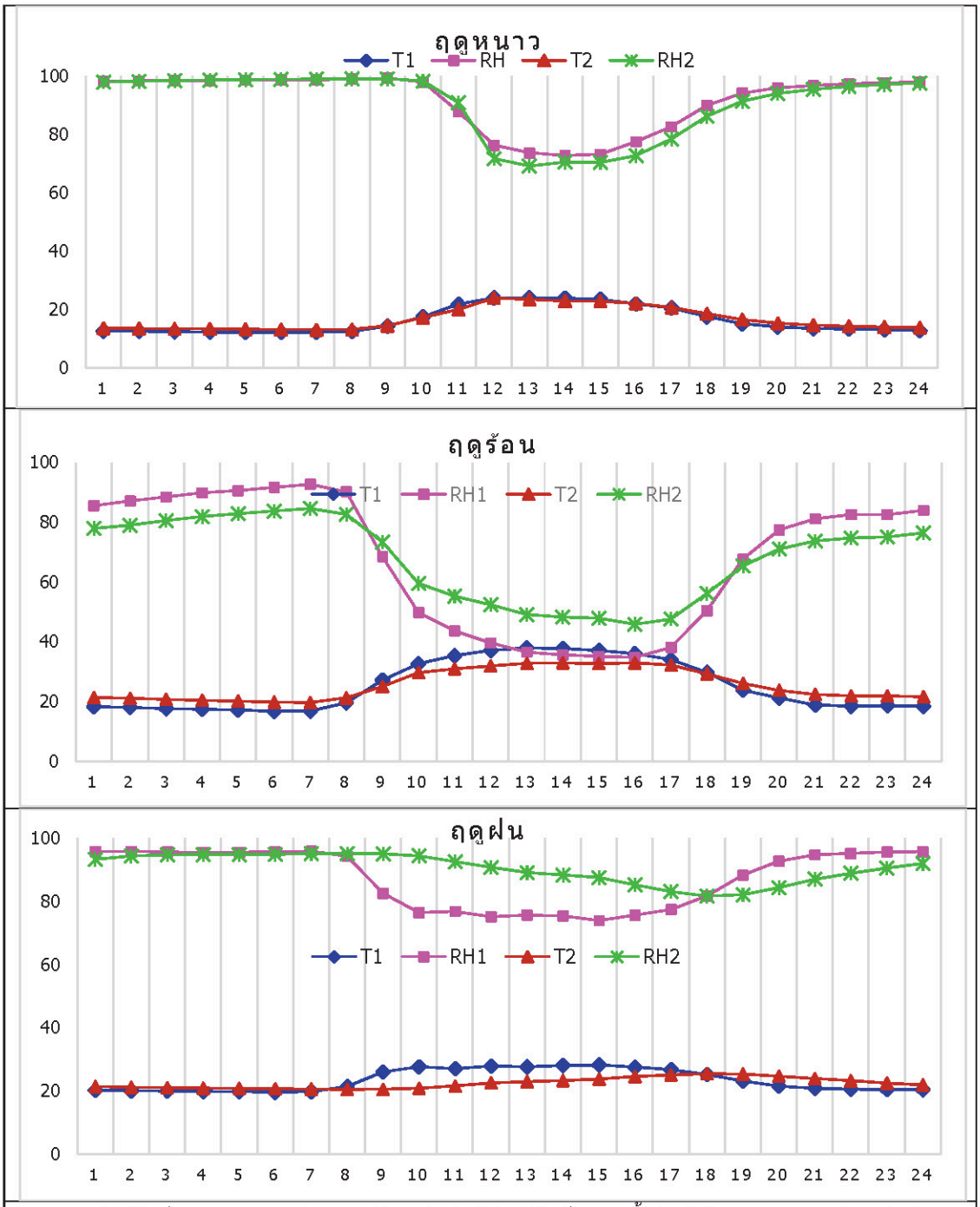
หนาว วัดได้ 12.1-24.1 °C และ 69.2.7-99.6 % มีความแกต่างกันน้อยระหว่างกลางวันและกลางคืน ทั้งแปลงกลางแจ้งและใน ในฤดูร้อนอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 16.0-38.5 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 31.2-93.0 % ในช่วงเวลากลางวันตั้งแต่ 09.00-17.00 น อุณหภูมิสูงขณะที่ความชื้นสัมพัทธ์ลดต่ำลงมาก ส่วนในฤดูฝน วัดได้ 19.2-29.4 °C และ 69.0-98.4 % ทั้งอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์มีการเปลี่ยนแปลงน้อย เป็นที่น่าสังเกตว่าทั้งในฤดูร้อนและฝน ในเวลากลางวันแปลงกลางแจ้งมีอุณหภูมิสูงกว่าและความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า แต่ในเวลากลางคืนจะตรงข้ามกัน (ตารางที่ 4.18 และภาพที่ 4.19)

ตารางที่ 4.18 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย ในรอบ 24 ชม. ที่วัดได้ในฤดูหนาวจากศูนย์พัฒนาโครงการหลวงตีนตก

เวลา (นาฬิกา)	อุณหภูมิ (°C)			ความชื้นสัมพัทธ์ (%)		
	ฤดูหนาว	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูหนาว	ฤดูร้อน	ฤดูฝน
0	13.2^{MNO}	19.8^{GH}	21.0^{FG}	98.0^{ABCD}	81.7^{BCDE}	94.3^{AB}
1	13.1^{MNOP}	19.5^{GH}	20.8^{G}	98.2^{ABC}	83.0^{ABCDE}	94.8^{AB}
2	13.0^{NOP}	19.1^{GH}	20.7^{G}	98.3^{ABC}	84.5^{ABCD}	95.0^{AB}
3	12.8^{OP}	18.8^{GH}	20.6^{G}	98.4^{ABC}	85.9^{ABC}	94.8^{AB}
4	12.8^{OP}	18.6^{GH}	20.5^{G}	98.5^{ABC}	86.8^{AB}	94.9^{AB}
5	12.7^{OP}	18.2^{H}	20.3^{G}	98.6^{AB}	87.7^{AB}	95.0^{AB}
6	12.6^{P}	18.2^{H}	20.4^{G}	98.7^{AB}	88.6^{A}	95.2^{A}
7	12.9^{NOP}	20.3^{FGH}	21.1^{EFG}	98.9^{A}	86.4^{AB}	94.3^{AB}
8	14.4^{U}	26.1^{E}	23.4^{BCDE}	99.1^{A}	71.0^{GH}	88.7^{ABCDE}
9	17.3^{G}	31.1^{CD}	24.4^{ABCD}	98.0^{ABCD}	54.6^{I}	85.2^{CDEFG}
10	20.8^{E}	33.1^{BC}	24.5^{ABC}	89.0^{H}	49.4^{IJ}	84.7^{DEFG}
11	23.9^{A}	34.5^{AB}	25.3^{AB}	75.1^{K}	46.0^{JK}	83.0^{EFG}
12	23.7^{AB}	35.3^{A}	25.4^{AB}	72.6^{L}	42.8^{K}	82.4^{EFG}
13	23.3^{BC}	35.3^{A}	25.7^{A}	72.8^{L}	41.9^{K}	81.7^{FG}
14	23.0^{C}	34.8^{AB}	26.0^{A}	73.0^{L}	41.5^{K}	80.6^{G}
15	21.9^{D}	34.4^{AB}	26.2^{A}	76.4^{J}	40.2^{K}	80.1^{G}
16	20.5^{E}	33.1^{BC}	26.0^{A}	81.9^{I}	42.8^{K}	80.0^{G}
17	18.1^{F}	29.5^{D}	25.4^{AB}	88.9^{H}	53.2^{I}	81.4^{G}
18	15.8^{H}	24.9^{E}	24.3^{ABCD}	93.2^{G}	66.6^{H}	84.9^{DEFG}
19	14.7^{I}	22.4^{F}	23.2^{BCDEF}	95.2^{F}	74.2^{FG}	88.3^{BCDEF}
20	14.1^{JK}	20.6^{FG}	22.5^{CDEFG}	96.2^{EF}	77.4^{EF}	90.7^{ABCD}
21	13.8^{KL}	20.1^{GH}	22.1^{DEFG}	97.0^{DE}	78.6^{DEF}	91.8^{ABC}
22	13.6^{KLM}	20.2^{GH}	21.6^{EFG}	97.4^{CDE}	78.8^{DEF}	92.8^{AB}
23	13.4^{LMN}	20.0^{GH}	21.3^{EFG}	97.7^{BCD}	80.2^{CDEF}	93.6^{AB}
Sig	**	**	**	**	**	**
LSD.05	0.564	2.192	2.345	1.2	6.143	6.815
N	144	144	144	144	144	144
Mean	16.5	25.3	23.0	91.3	67.7	88.7
SD	4.2	6.9	2.9	9.8	18.6	8.1
Min	12.1	16.0	19.2	69.2	31.2	69.0
Max	24.1	38.5	29.4	99.6	93.0	98.4

หมายเหตุ [1] ตัวอักษรภาษาอังกฤษข้างหลังตัวเลขที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

[2] * และ ** แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 95% และ 99% NS=ไม่แตกต่างกัน



หมายเหตุ T1 T2 เป็นอุณหภูมิของแปลงกลางแจ้งและในร่ม RH1 RH2 เป็นความชื้นสัมพัทธ์ของแปลงกลางแจ้งและในร่ม

ภาพที่ 4.19 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในฤดูหนาวในรอบ 24 ชั่วโมง จากแปลงกลางแจ้งและในร่ม ในฤดูหนาว ร้อน และฝน ที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงตีนตก

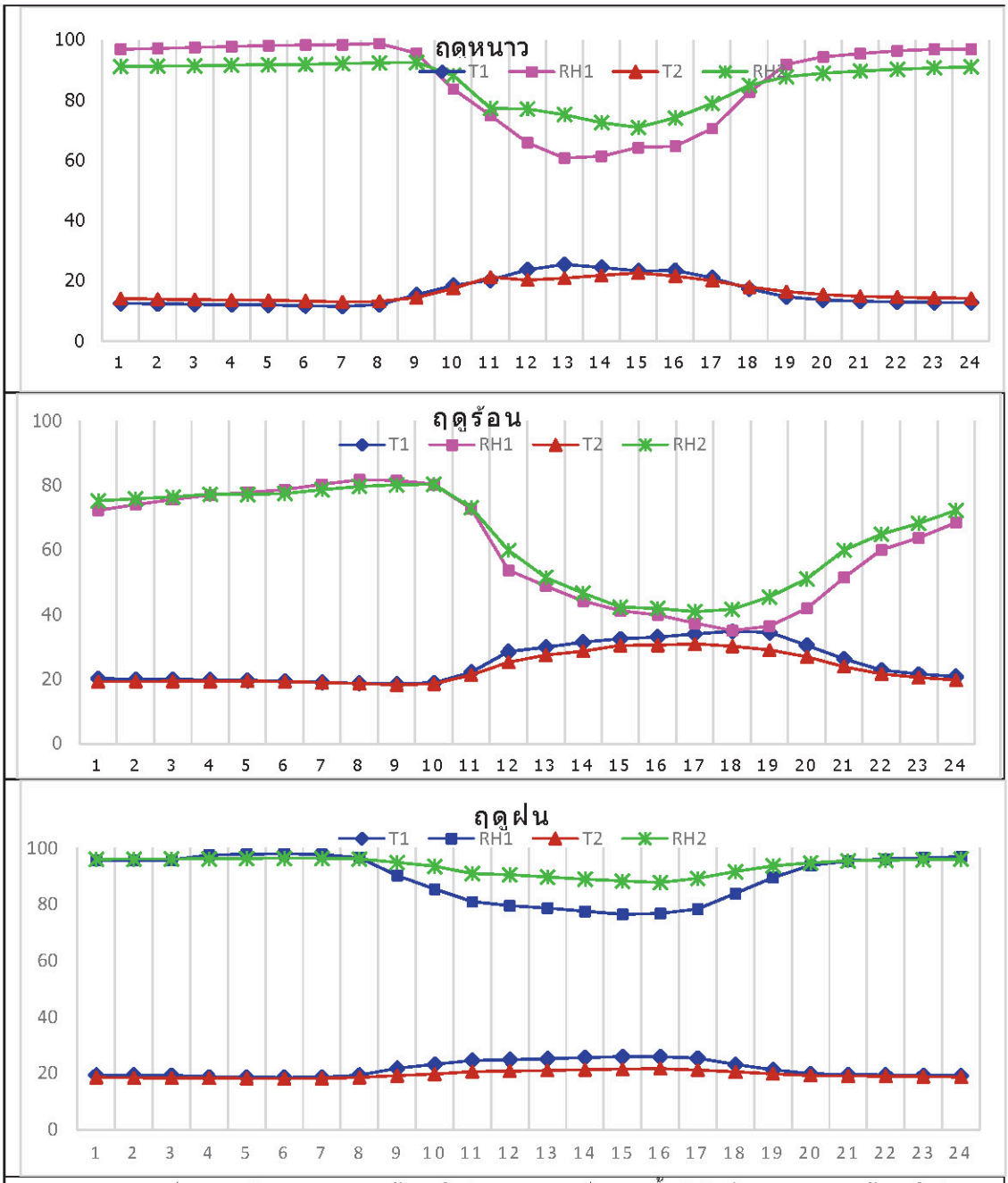
3) สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ (หน่วยแม่ยะน้อย) อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยในรอบ 24 ชั่วโมง ในฤดูหนาว วัดได้ 11.5-25.4 °C และ 60.7.7-98.8 % อุณหภูมิในรอบวันมีการเปลี่ยนแปลงน้อย แต่ความชื้นสัมพัทธ์จะลดต่ำลงมากในช่วงกลางวัน ในฤดูร้อนอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 17.9-34.9 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 31.5-91.9 % ในช่วงเวลากลางวันตั้งแต่ 11.00-16.00 น ความชื้นสัมพัทธ์ลดต่ำลงมาก โดยแปลงกลางแจ้งลดต่ำกว่าแปลงในร่มอย่างชัดเจน ส่วนในฤดูฝนวัดได้ 18.0-27.9 °C และ 69.4.5-98.7 % ทั้งอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์มีการเปลี่ยนแปลงน้อย ในเวลากลางวันแปลงกลางแจ้งมีอุณหภูมิสูงกว่าและความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า แต่ในเวลากลางคืนจะไม่ต่างกันมาก (ตารางที่ 4.19 และภาพที่ 4.20)

ตารางที่ 4.19 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย ในรอบ 24 ชม. ที่วัดได้ในฤดูหนาว ร้อนและฝน จากสถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ หน่วยแม่ยะน้อย

เวลา (นาฬิกา)	อุณหภูมิ (°C)			ความชื้นสัมพัทธ์ (%)		
	ฤดูหนาว	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูหนาว	ฤดูร้อน	ฤดูฝน
0	13.4 IJK	19.7 JK	18.7H	93.9ABC	73.7FG	96.5 A
1	13.2 IJKL	19.6 JKL	18.7H	94.1AB	74.9EFG	96.5 A
2	13.1 JKL	19.6 JKL	18.6H	94.4AB	76.0DEF	96.6 A
3	12.9 JKL	19.6 JKL	18.5H	94.7AB	77.1CDE	96.8 A
4	12.8 JKL	19.5 JKL	18.4H	95.0AB	77.4CDE	97.1 A
5	12.6 KL	19.3 JKLM	18.3H	95.1AB	78.0BCD	97.1 A
6	12.4 L	19.0 KLM	18.4H	95.3AB	79.5ABC	97.0 A
7	12.8 JKL	18.7 LM	18.9H	95.7A	80.6AB	96.3 A
8	15.1 FG	18.4 M	20.5EFG	93.7ABC	80.8A	92.4 ABC
9	18.3 E	18.7 KLM	21.5CDE	84.6D	80.3AB	89.2 CDE
10	21.0 CD	21.7 GH	22.7ABC	75.3E	72.9GH	85.2 EFG
11	21.7 BC	26.9 E	22.9AB	72.0EF	56.8K	84.3 FG
12	22.7 AB	28.7 D	23.3AB	69.2F	50.1L	83.4 FG
13	23.0 A	30.1 C	23.6A	67.8F	45.4M	82.4 FG
14	22.9 A	31.4 B	23.9A	68.1F	41.7N	81.5 G
15	22.6 AB	31.8 AB	23.9A	69.6F	40.9NO	81.5 G
16	20.5 D	32.5 A	23.5A	75.0E	39.1NO	82.9 FG
17	17.6 E	32.5 A	22.0BCD	84.0D	38.3O	87.1 DEF
18	15.6 F	31.8 AB	20.6DEF	89.7C	40.9NO	91.2 BCD
19	14.7 FGH	28.7 D	19.6FGH	91.2BC	46.5M	94.0 AB
20	14.2 GHI	25.0 F	19.3FGH	92.1ABC	55.7K	95.3 AB
21	13.8 HIJ	22.2 G	19.2GH	93.2ABC	62.4J	95.7 AB
22	13.7 IJ	21.0 HI	19.1H	93.7ABC	66.0I	96.0 A
23	13.6 IJK	20.3 IJ	18.9H	93.9ABC	70.3H	96.3 A
Sig	**	**	**	**	**	**
LSD.05	1.0302	1.011	1.361	4.4	2.729	4.757
N	144	144	144	144	144	144
Mean	16.4	24.0	20.5	86.3	62.7	91.3
SD	4.0	5.4	2.5	11.1	15.9	7.3
Minimum	11.5	17.9	18.0	60.7	31.5	69.4
Maximum	25.4	34.9	27.9	98.8	81.9	98.7

หมายเหตุ [1] ตัวอักษรภาษาอังกฤษข้างหลังตัวเลขที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

[2] * และ ** แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 95% และ 99% NS=ไม่แตกต่างกัน



หมายเหตุ T1 T2 เป็นอุณหภูมิของแปลงกลางแจ้งและในร่ม RH1 RH2 เป็นความชื้นสัมพัทธ์ของแปลงกลางแจ้งและในร่ม

ภาพที่ 4.20 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในฤดูหนาว ร้อน และฝน ในรอบ เฉลี่ยในรอบ 24 ชั่วโมง จากแปลงกลางแจ้งและในร่มที่สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ หน่วยฯแม่ยะน้อย

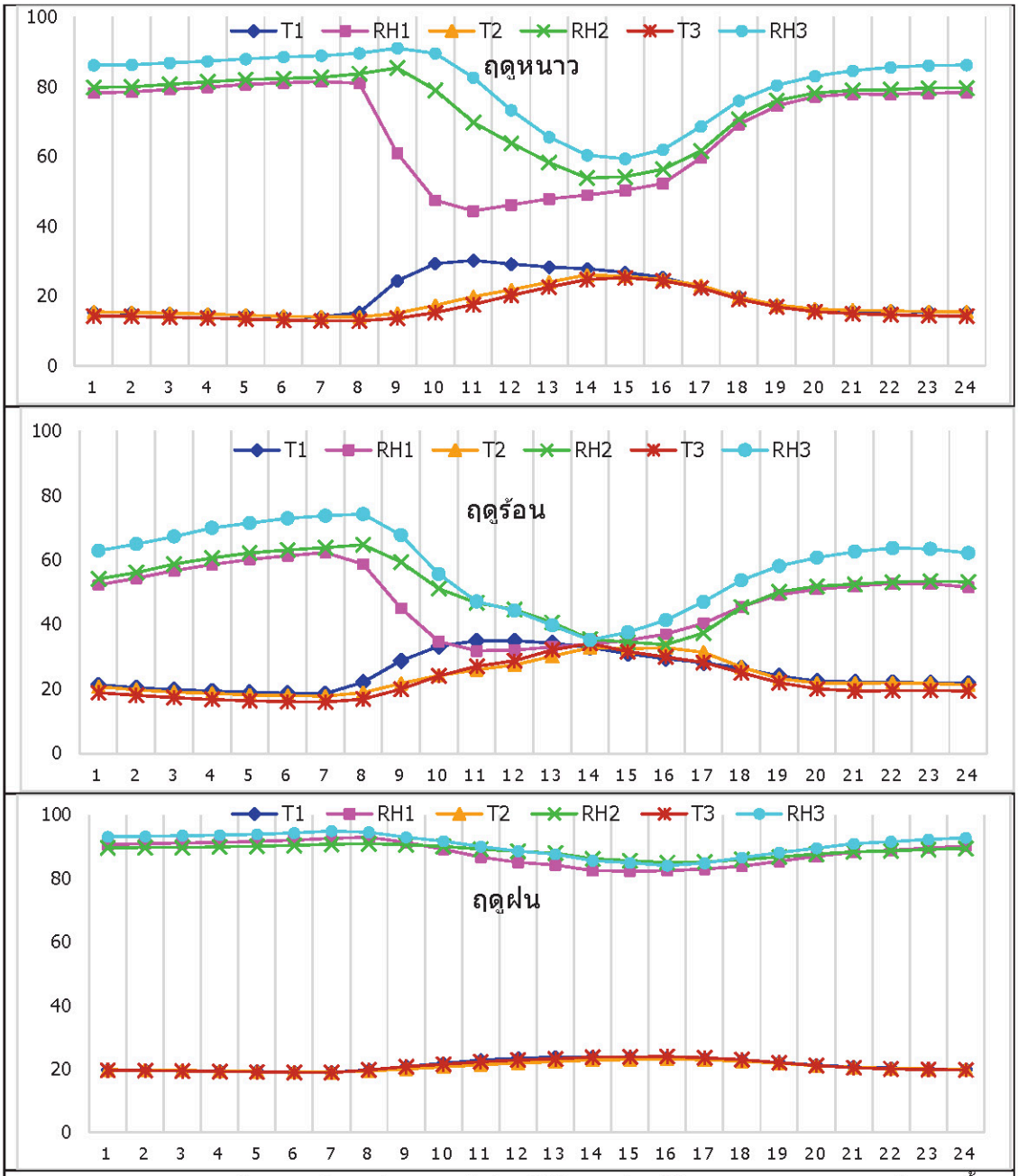
4) สถานีวิจัยเกษตรที่สูงขุนช่างเคี่ยน อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยในรอบ 24 ชั่วโมง ที่วัดได้จากแปลงกลางแจ้ง ร่มเงาไม้ป่า และร่มเงาไม้ผล ในฤดูหนาว วัดได้ 12.9-30.2 °C และความชื้นสัมพัทธ์ 33.5-91.7 % ในช่วงเวลากลางวันอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์จากแปลงกลางแจ้ง เพิ่มขึ้นและลดลงอย่างรวดเร็ว ความชื้นสัมพัทธ์ลดต่ำกว่า 40 % ในขณะที่แปลงในร่มเงาไม้ป่าและร่มเงาไม้ผลการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าและการเปลี่ยนแปลงช้ากว่า ในฤดูร้อน วัดได้ 15.3-35.6 °C และความชื้นสัมพัทธ์ 29.1-75.5 % การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์อย่างมาก ในระหว่างกลางวันและกลางคืน ในฤดูฝน วัดได้ 18.7-25.8 °C และความชื้นสัมพัทธ์ 77.7-97.2 % การเปลี่ยนแปลงทั้งอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์มีน้อย และแต่ละแปลงไม่แตกต่างกันมาก (ตารางที่ 4.20 และภาพที่ 4.21)

ตารางที่ 4.20 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย ในรอบ 24 ชม. ที่วัดได้ในฤดูหนาว จากสถานีวิจัยเกษตรที่สูงขุนช่างเคี่ยน

เวลา	อุณหภูมิ (°C)			ความชื้นสัมพัทธ์ (%)		
(นาฬิกา)	ฤดูหนาว	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูหนาว	ฤดูร้อน	ฤดูฝน
0	[1]15.7^{GHIJ}	20.2 ^{HIJK}	19.7 ^{GHIJ}	79.9^{AB}	56.4 ^{EF}	91.1 ^{ABCD}
1	15.6^{GHIJ}	19.4 ^{IJKL}	19.6 ^{HIJ}	80.1^{AB}	58.4 ^{DE}	91.3 ^{ABC}
2	15.4^{GHIJ}	18.7 ^{KLM}	19.5 ^{HIJ}	80.8^{AB}	60.9 ^{CD}	91.5 ^{ABC}
3	15.2^{GHIJ}	18.3 ^{LM}	19.3 ^{IJ}	81.2^{A}	63.0 ^{BC}	91.6 ^{ABC}
4	14.9^{HIJ}	17.8 ^{LM}	19.2 ^{IJ}	81.7^{A}	64.6 ^{AB}	91.9 ^{AB}
5	14.7^{IJ}	17.5 ^{M}	19.0 ^{J}	82.1^{A}	65.8 ^{AB}	92.3 ^{AB}
6	14.5^{J}	17.4 ^{M}	18.9 ^{J}	82.5^{A}	66.6 ^{A}	92.8 ^{A}
7	14.8^{HIJ}	19.2 ^{JKL}	19.6 ^{HIJ}	83.3^{A}	65.8 ^{AB}	92.8 ^{A}
8	17.8^{E}	23.4 ^{F}	20.5 ^{FG}	78.1^{AB}	57.3 ^{EF}	91.6 ^{ABC}
9	20.4^{D}	27.1 ^{E}	21.3 ^{EF}	69.6^{C}	47.1 ^{H}	90.3 ^{ABCDE}
10	22.1^{C}	29.3 ^{D}	22.1 ^{D}	62.3^{DE}	41.9 ^{I}	88.6 ^{CDEFG}
11	23.1^{BC}	30.3 ^{CD}	22.7 ^{BCD}	57.7^{EFG}	40.3 ^{IJ}	87.4 ^{EFGH}
12	24.3^{AB}	32.1 ^{AB}	23.1 ^{ABC}	54.0^{FG}	37.8 ^{JK}	86.6 ^{FGHI}
13	25.3^{A}	33.3 ^{A}	23.5 ^{AB}	51.6^{G}	34.8 ^{K}	84.8 ^{HI}
14	25.1^{A}	31.6 ^{ABC}	23.5 ^{ABC}	51.9^{G}	35.7 ^{K}	84.3 ^{HI}
15	24.0^{AB}	30.7 ^{BCD}	23.6 ^{A}	54.5^{FG}	37.3 ^{JK}	83.8 ^{I}
16	22.1^{C}	29.2 ^{D}	23.2 ^{ABC}	60.8^{EF}	41.5 ^{I}	84.4 ^{HI}
17	19.4^{D}	26.1 ^{E}	22.7 ^{CD}	69.1^{CD}	48.2 ^{H}	85.5 ^{GHI}
18	17.4^{EF}	23.0 ^{FG}	22.0 ^{DE}	74.1^{BC}	52.5 ^{G}	86.7 ^{FGHI}
19	16.4^{EFG}	21.4 ^{GH}	21.2 ^{F}	77.3^{AB}	54.5 ^{FG}	88.1 ^{DEFG}
20	16.1^{FGH}	21.1 ^{H}	20.5 ^{FG}	78.9^{AB}	55.6 ^{EFG}	89.2 ^{BCDEF}
21	15.9^{GHI}	21.1 ^{H}	20.2 ^{GH}	79.5^{AB}	56.5 ^{EF}	89.7 ^{ABCDEF}
22	15.8^{GHIJ}	21.0 ^{HI}	20.0 ^{GHI}	79.9^{AB}	56.5 ^{EF}	90.3 ^{ABCDE}
23	15.7^{GHIJ}	20.8 ^{HIJ}	19.8 ^{GHI}	80.0^{AB}	55.6 ^{EFG}	90.8 ^{ABCD}
[2]Sig	**	**	**	**	**	**
LSD.05	0.496	1.672	0.816	2.429	3.321	3.221
N	216	216	216	216	216	216
Mean	18.4	23.8	21.0	72.1	52.3	89.1
SD	4.1	5.6	1.8	13.2	11.6	4.5
Minimum	12.9	15.3	18.7	33.5	29.1	77.7
Maximum	30.2	35.6	25.8	91.7	75.7	97.2

หมายเหตุ [1] ตัวอักษรภาษาอังกฤษข้างหลังตัวเลขที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

[2] * และ ** แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 95% และ 99% NS=ไม่แตกต่างกัน



หมายเหตุ T1 T2 และ T3 เป็นอุณหภูมิของแปลงกลางแจ้ง ร่มเงาไม้ป่า และร่มเงาไม้ผล RH1 RH2 และ RH 3 เป็นความชื้นสัมพัทธ์ของแปลงกลางแจ้ง ร่มเงาไม้ป่า และร่มเงาไม้ผล

ภาพที่ 4.21 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในในรอบ 24 ชั่วโมง จากแปลงกลางแจ้ง ในร่มเงาไม้ป่าและร่มเงาไม้ผล ที่วัดได้จากแปลงทีสถานีฯขุนช่างเคี่ยน

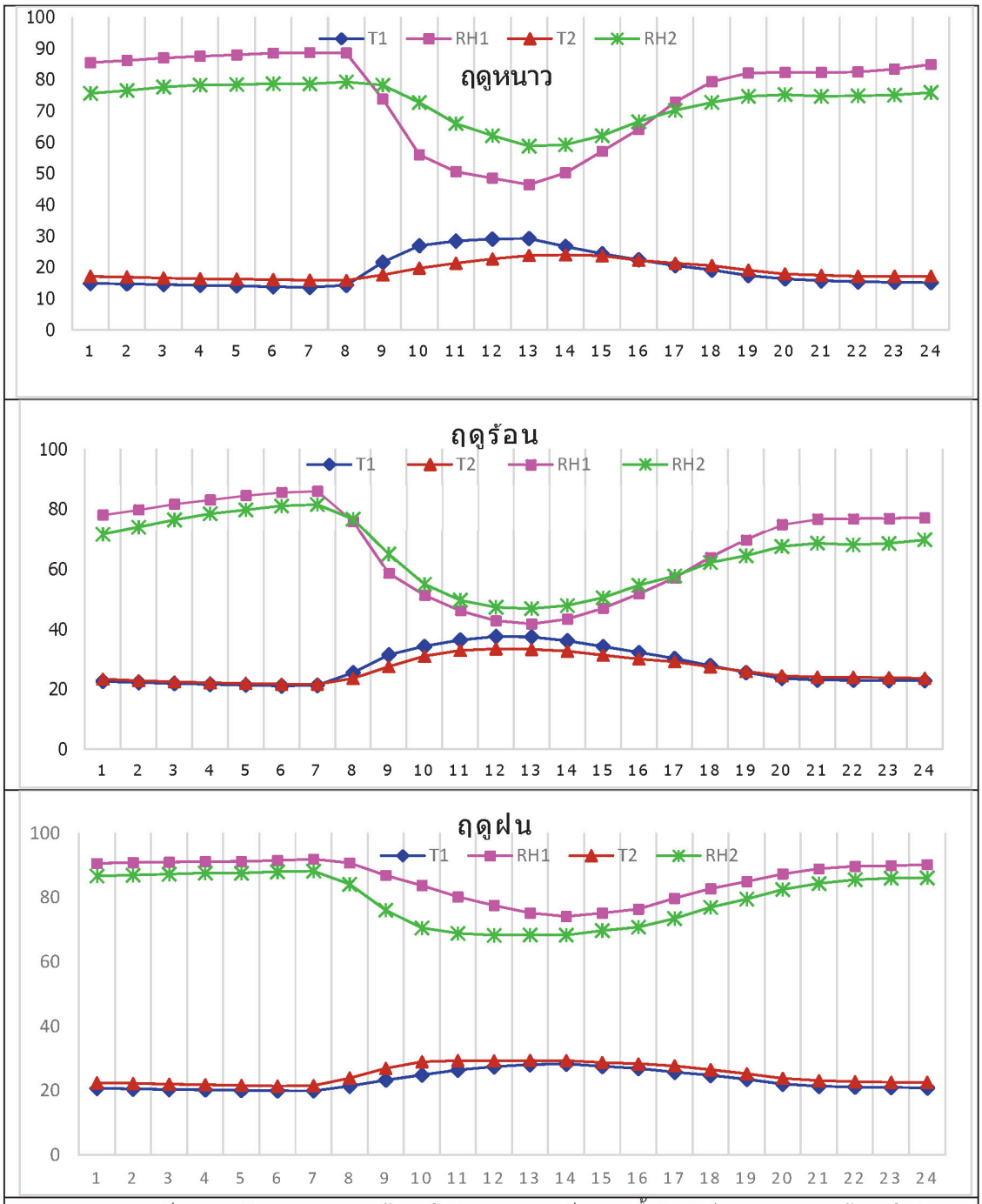
5) สถานีวิจัยเกษตรที่สูงหนองหอย อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยในรอบ 24 ชั่วโมง ในฤดูหนาว วัดได้ 13.6-29.8 °C และ 46.4-89.8 % อุณหภูมิในรอบวันมีการเปลี่ยนแปลงน้อย แต่ความชื้นสัมพัทธ์จะลดต่ำลงมากในช่วงกลางวัน ในฤดูร้อนอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 20.8-38.0 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 39.2-86.5 % ในช่วงเวลากลางวันตั้งแต่ 9.00-17.00 น ความชื้นสัมพัทธ์ลดต่ำลงมาก โดยแปลงกลางแจ้งลดต่ำกว่าแปลงในร่ม ส่วนในฤดูฝนวัดได้ 19.5-31.4 °C และ 64.6-93.3 % ทั้งอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์มีการเปลี่ยนแปลงน้อย แปลงกลางแจ้งมีความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่า ส่วนอุณหภูมิไม่ต่างกันมาก (ตารางที่ 4.21 และภาพที่ 4.22)

ตารางที่ 4.21 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย ในรอบ 24 ชม. ที่วัดได้ในฤดูหนาว จากสถานีวิจัยเกษตรที่สูงหนองหอย

เวลา (นาฬิกา)	อุณหภูมิ (°C)			ความชื้นสัมพัทธ์ (%)		
	ฤดูหนาว	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูหนาว	ฤดูร้อน	ฤดูฝน
0	[1]16.4 ^{U}	23.0 ^{HIJK}	21.5 ^{HIJK}	80.9 ^{ABC}	74.9 ^{DEF}	88.6 ^{AB}
1	16.2 ^{U}	22.6 ^{IJKL}	21.3 ^{IJK}	81.7 ^{AB}	77.0 ^{CD}	88.8 ^{AB}
2	15.9 ^{U}	22.2 ^{JKL}	21.2 ^{JK}	82.7 ^{A}	79.1 ^{BC}	89.1 ^{AB}
3	15.7 ^{U}	21.9 ^{KL}	21.0 ^{JK}	83.3 ^{A}	80.9 ^{AB}	89.3 ^{A}
4	15.5 ^{U}	21.7 ^{L}	20.8 ^{JK}	83.5 ^{A}	82.2 ^{AB}	89.3 ^{AB}
5	15.3 ^{J}	21.4 ^{L}	20.7 ^{K}	84.0 ^{A}	83.4 ^{A}	89.6 ^{A}
6	15.1 ^{J}	21.5 ^{L}	20.7 ^{JK}	84.0 ^{A}	83.8 ^{A}	90.0 ^{A}
7	15.5 ^{U}	24.6 ^{FG}	22.7 ^{HI}	84.1 ^{A}	76.3 ^{CDE}	87.2 ^{AB}
8	20.3 ^{FG}	29.5 ^{D}	25.2 ^{EF}	75.8 ^{CD}	61.9 ^{I}	81.0 ^{DEF}
9	23.9 ^{CD}	32.7 ^{B}	27.1 ^{BCD}	64.6 ^{E}	53.2 ^{K}	76.6 ^{GHI}
10	25.3 ^{ABC}	34.7 ^{A}	28.0 ^{ABC}	58.9 ^{FG}	47.9 ^{LM}	74.1 ^{HIJ}
11	26.3 ^{AB}	35.6 ^{A}	28.4 ^{AB}	56.1 ^{FG}	45.1 ^{MN}	72.7 ^{HIJ}
12	26.9 ^{A}	35.4 ^{A}	28.7 ^{A}	53.7 ^{G}	44.4 ^{N}	71.6 ^{J}
13	25.7 ^{ABC}	34.4 ^{A}	28.8 ^{A}	55.8 ^{FG}	45.7 ^{LMN}	71.0 ^{J}
14	24.3 ^{BCD}	32.8 ^{B}	28.1 ^{ABC}	60.6 ^{EF}	48.8 ^{L}	72.3 ^{U}
15	22.6 ^{DE}	31.2 ^{C}	27.6 ^{ABC}	66.2 ^{E}	53.3 ^{K}	73.4 ^{HIJ}
16	21.3 ^{EF}	29.7 ^{D}	26.6 ^{CDE}	72.0 ^{D}	57.4 ^{J}	76.8 ^{FGH}
17	20.2 ^{FG}	27.7 ^{E}	25.6 ^{DEF}	76.4 ^{BCD}	63.1 ^{I}	79.9 ^{EFG}
18	18.5 ^{GH}	25.8 ^{F}	24.3 ^{FG}	78.7 ^{ABC}	67.2 ^{H}	82.2 ^{CDE}
19	17.4 ^{HI}	24.1 ^{GH}	22.9 ^{GH}	79.1 ^{ABC}	71.3 ^{G}	84.9 ^{BCD}
20	16.9 ^{HIJ}	23.6 ^{GHI}	22.2 ^{HIJ}	78.8 ^{ABC}	72.7 ^{FG}	86.5 ^{ABC}
21	16.6 ^{HIJ}	23.5 ^{GHI}	21.9 ^{HIJK}	79.0 ^{ABC}	72.5 ^{FG}	87.6 ^{AB}
22	16.6 ^{HIJ}	23.4 ^{GHIJ}	21.8 ^{HIJK}	79.6 ^{ABC}	72.8 ^{FG}	87.8 ^{AB}
23	16.5 ^{HIJ}	23.3 ^{HIJ}	21.7 ^{HIJK}	80.7 ^{ABC}	73.5 ^{EFG}	88.1 ^{AB}
Sig	**	**	**	**	**	**
LSD.05	2.086	1.2457	1.501	5.659	3.3435	4.421
N	144	144	144	144	144	144
Mean	19.4	26.9	24.1	74.2	66.2	82.4
SD	4.3	5.1	3.3	11.2	13.5	8.3
Minimum	13.6	20.8	19.5	46.4	39.2	64.6
Maximum	29.8	38.0	31.4	89.8	86.5	93.3

หมายเหตุ [1] ตัวอักษรภาษาอังกฤษข้างหลังตัวเลขที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

[2] * และ ** แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 95% และ 99% NS=ไม่แตกต่างกัน



หมายเหตุ T1 T2 เป็นอุณหภูมิของแปลงกลางแจ้งและในร่ม RH1 RH2 เป็นความชื้นสัมพัทธ์ของแปลงกลางแจ้งและในร่ม

ภาพที่ 4.22 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในฤดูหนาว ร้อน และฝน ในรอบ 24 ชั่วโมง จากแปลงกลางแจ้งและในร่มที่สถานีวิจัยเกษตรที่สูงหนองหอย

4.2.3.2 การระเหยของน้ำ ความเข้มแสง และความชื้นของดิน

การระเหยของน้ำวัดจากอุปกรณ์ที่พัฒนาโดย สิทธิพร (2544) การระเหยจากหลอดแก้วขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 ซม. ยาว 50 ซม. มีฐานรองที่ปลายหลอดแก้วและซับด้วยกระดาษกรอง แขวนหลอดแก้วนี้ไว้ในแปลงวิจัย และอ่านค่าจากน้ำที่ระเหยไป ความเข้มแสงวัดจากเครื่องมือ LUX meter โดยทำการวัดตรงใบกาแฟของแต่ละแปลง ความชื้นของดินวัดจากการชั่งน้ำหนักดินที่ขุดเจาะมาจากในแปลงและอบแห้งจากนั้นนำมาชั่งน้ำหนักและคำนวณเปอร์เซ็นต์ความชื้นจากน้ำหนักของดินที่หายไป

4.2.3.2.1 ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงป่าเมี่ยง

(ก) การระเหยของน้ำ ที่วัดได้จากแปลงกลางแจ้งและในร่ม ในฤดูนาว ร้อน และฝน ได้ค่าเฉลี่ย 3.5, 6.0, 2.1 3.5 6.7 และ 2.1 มม./วัน ตามลำดับ ไม่มีความแกต่างกัน (ตารางที่ 4.22)

(ข) ความเข้มแสง ที่วัดได้จากแปลงกลางแจ้งและในร่ม ในฤดูนาว ร้อน และฝน ได้ค่าเฉลี่ย 13,965, 55,980, 6,260, 4,705, 4,480 และ 2,326 LUX ตามลำดับ แปลงกลางแจ้งมีความเข้มแสงมากกว่าแปลงในร่ม (ตารางที่ 4.22)

(ค) ความชื้นของดิน ที่วัดได้จากแปลงกลางแจ้งและในร่ม ในฤดูนาว ร้อน และฝน ได้ค่าเฉลี่ย 19.50, 8.03, 22.81, 19.10, 8.47 และ 23.99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไม่มีความแตกต่างกัน (ตารางที่ 4.23)

4.2.3.2.2 ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงตีนตก

(ก) การระเหยของน้ำ ที่วัดได้จากแปลงกลางแจ้งและในร่ม ในฤดูนาว ร้อน และฝน ได้ค่าเฉลี่ย 2.9, 8.8, 0.9, 1.7, 7.0 และ 0.6 มม./วัน ตามลำดับ ไม่มีความแกต่างกัน (ตารางที่ 4.22)

(ข) ความเข้มแสง ที่วัดได้จากแปลงกลางแจ้งและในร่ม ในฤดูนาว ร้อน และฝน ได้ค่าเฉลี่ย 64,717, 47,580, 21,240, 1,537, 5,740 และ 1,763 LUX ตามลำดับ แปลงกลางแจ้งมีความเข้มแสงมากกว่าแปลงในร่ม (ตารางที่ 4.22)

(ค) ความชื้นของดิน ที่วัดได้จากแปลงกลางแจ้งและในร่ม ในฤดูนาว ร้อน และฝน ได้ค่าเฉลี่ย 21.7, 6.97, 23.49, 16.3, 9.73 และ 18.71 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไม่มีความแตกต่างกัน (ตารางที่ 4.22)

4.2.3.2.3 สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์

(ก) การระเหยของน้ำ ที่วัดได้จากแปลงกลางแจ้งและในร่ม ในฤดูนาว ร้อน และฝน ได้ค่าเฉลี่ย 3.3, 11.6, 0.9, 2.3, 7.1, 0.9 และ 0.3 มม./วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 4.22)

(ข) ความเข้มแสง ที่วัดได้จากแปลงกลางแจ้งและในร่ม ในฤดูนาว ร้อน และฝน ได้ค่าเฉลี่ย 11,588, 18,600, 10,003, 1,375, 2,722 และ 3,896 LUX ตามลำดับ แปลงกลางแจ้งมีความเข้มแสง

มากกว่าแปลงในร่ม (ตารางที่ 4.22)

(ค) ความชื้นของดิน ที่วัดได้จากแปลงกลางแจ้งและในร่ม ในฤดูนาว ร้อน และฝน ได้ค่าเฉลี่ย 14.9, 9.90, 19.90, 18.9, 7.93 และ 21.77 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไม่มีความแกต่างกัน (ตารางที่ 4.22)

4.2.3.2.4 สถานีวิจัยเกษตรที่สูงขุนช่างเคี่ยน

(ก) การระเหยของน้ำ ที่วัดได้จากแปลงกลางแจ้ง ในร่มเงาไม้ป่า และร่มเงาไม้ผล ในฤดูนาว ร้อน และฝน ได้ค่าเฉลี่ย 3.3, 10.2, 0.8, 1.7, 9.3, 0.7, 1.4, 6.2 และ 1.2 มม./วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 4.22)

(ข) ความเข้มแสง วัดได้จากแปลงกลางแจ้ง ในร่มเงาไม้ป่า และร่มเงาไม้ผล ในฤดูนาว ร้อน และฝน ได้ค่าเฉลี่ย 62,483, 43,960, 10,773, 32,300, 1,628, 668, 4,161, 4,454 และ 1,102 LUX ตามลำดับ แปลงกลางแจ้งมีความเข้มแสงมากกว่าแปลงในร่ม (ตารางที่ 4.22)

(ค) ความชื้นของดิน วัดได้จากแปลงกลางแจ้ง ในร่มเงาไม้ป่า และร่มเงาไม้ผล ในฤดูนาว ร้อน และฝน ได้ค่าเฉลี่ย 19.3, 11.20, 23.57, 27.7, 15.33, 29.87, 24.4, 13.70
และ 26.60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.22)

4.2.3.2.5 สถานีวิจัยเกษตรที่สูงหนองหอย

(ก) การระเหยของน้ำ ที่วัดได้จากแปลงกลางแจ้งและในร่ม ในฤดูนาว ร้อน และฝน ได้ค่าเฉลี่ย 2.4, 8.4, 2.2, 2.8, 5.1 และ 1.3 มม./วัน ตามลำดับ ไม่มีความแกต่างกัน (ตารางที่ 4.22)

(ข) ความเข้มแสง ที่วัดได้จากแปลงกลางแจ้งและในร่ม ในฤดูนาว ร้อน และฝน ได้ค่าเฉลี่ย 13,028, 15,004, 15,859, 1,487, 3,776 และ 3,606 LUX ตามลำดับ แปลงกลางแจ้งมีความเข้มแสงมากกว่าแปลงในร่ม (ตารางที่ 4.22)

(ค) ความชื้นของดิน ที่วัดได้จากแปลงกลางแจ้งและในร่ม ในฤดูนาว ร้อน และฝน ได้ค่าเฉลี่ย 20.90, 10.63, 23.05, 24.9, 11.27 และ 23.11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไม่มีความแตกต่างกัน (ตารางที่ 4.22)

ตารางที่ 4.22 อัตราการระเหยของน้ำ ความเข้มแสง และความชื้นของดิน จากแปลงกลางแจ้งและในร่มในฤดูหนาว ร้อน และฝน ที่วัดได้จากศูนย์ฯป่าเมี่ยง ศูนย์ฯตีนตก สถานีฯอินทนนท์ สถานีฯขุนช่างเคี่ยน และสถานีฯหนองหอย

สถานี/แปลง	น้ำระเหย (มม./วัน)			ความเข้มแสง (LUX)			ความชื้นของดิน (%)		
	หนาว	ร้อน	ฝน	หนาว	ร้อน	ฝน	หนาว	ร้อน	ฝน
ป่าเมี่ยง									
กลางแจ้ง	3.5	6.0	2.1	[1]13,965^{A}	55,980^{A}	6,260^{A}	19.5	8.03	22.81
ร่มเงา	3.5	6.7	2.1	4,705^{B}	4,480^{B}	2,326^{B}	19.1	8.47	23.99
[2]Sig	NS	NS	NS	**	**	*	NS	NS	NS
ตีนตก									
กลางแจ้ง	2.9^{A}	8.8	0.9	64,717^{A}	47,580	21,240	[1]21.7^{A}	6.97^{B}	23.49^{A}
ร่มเงา	1.7^{B}	7.0	0.6	1,537^{B}	5,740	1,763	16.3^{B}	9.73^{A}	18.71^{B}
Sig	*	NS	*	**	**	**	**	*	**
LSD.05	1.026	NS	0.2276	13,208.0	16,785.0	3,209.3	1.832	2.154	1.89
อินทนนท์									
กลางแจ้ง	3.3^{A}	11.6	0.9	11,588^{A}	18,600	10,003	14.9	9.90	19.90^{B}
ร่มเงา	2.3^{B}	7.1	0.3	1,375^{B}	2,722	3,896	18.9	7.93	21.77^{A}
Sig	*	NS	NS	**	**	**	NS	NS	**
LSD.05	0.693	NS	NS	838.2	4,881.0	977.4	NS	NS	1.01
ขุนช่างเคี่ยน									
กลางแจ้ง	3.3^{A}	10.2^{A}	0.8	62,483^{A}	43,960	10,773^{A}	19.3^{C}	11.20^{C}	23.57
ร่มไม้ป่า	1.7^{B}	9.3^{A}	0.7	32,300^{B}	1,628	668^{B}	27.7^{A}	15.33^{A}	29.87
ร่มไม้ผล	1.4	6.2^{B}	1.2	4,161^{C}	4,454	1,102^{B}	24.4^{B}	13.70^{B}	26.60
Sig	**	**	NS	**	**	**	**	**	NS
LSD.05	0.785	2.4	NS	8,950	9,010.0	1,848.3	1.775	0.211	NS
หนองหอย									
กลางแจ้ง	2.4	8.4^{A}	2.2	13,028^{A}	15,004^{A}	15,859^{A}	20.9^{B}	10.63	23.05
ร่มเงา	2.8	5.1^{B}	1.3	1,487^{B}	3,776^{B}	3,606^{B}	24.9^{A}	11.27	23.11
Sig	NS	**	NS	**	**	**	**	NS	NS
LSD.05	NS	2.0	NS	1,063.7	2,839.8	1,774.8	2.287	NS	NS

หมายเหตุ [1] ตัวอักษรภาษาอังกฤษข้างหลังตัวเลขที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

[2] * และ ** แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 95% และ 99% NS=ไม่แตกต่างกัน

4.2.4 การวัดผลตอบสนองทางสรีรวิทยาบางประการของต้นกาแฟ

4.2.4.1 ขนาด พื้นที่ใบ ค่า Specific leaf area (SLA) และ Specific leaf weigh (SLW)

เก็บตัวอย่างใบในขณะที่ผลสุกเต็มที่ (ธันวาคม 2561) ระยะพักตัว (มีนาคม 2562) และระยะผลเจริญเติบโต (กรกฎาคม 2562) จากแปลงกลางแจ้งและในร่ม ของศูนย์/สถานีทั้ง 5 แห่ง จำนวน 11 ตัวอย่างๆ ละ 30 ใบ เพื่อใช้หาค่าพื้นที่ใบและน้ำหนักแห้งต่อใบ และคำนวณค่า Specific leaf area และ Specific leaf weight

1) ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงป่าเมี่ยง ใบที่ได้จากแปลงกลางแจ้งและในร่ม ในระยะก่อนเก็บเกี่ยว ระยะพักตัวและระยะผลกำลังเจริญเติบโต มีขนาดความกว้างเฉลี่ย 7.71, 8.29, 7.88, 7.67, 5.40 7.03 ซม. ตามลำดับ ความยาวเฉลี่ย 16.67, 17.27, 16.10, 16.06, 11.84 และ 14.26 ซม. ตามลำดับ ก้านใบยาวเฉลี่ย 1.29, 1.65, 1.16, 0.93, 1.45 และ 1.28 ซม. ตามลำดับ น้ำหนักแห้งต่อใบหนัก 1.05, 0.88, 0.83, 0.76, 0.45 และ 0.56 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 4.23)

พื้นที่ใบต่อใบวัดได้ 92.60, 88.98, 48.06, 98.79, 83.74 และ 73.41 ซม.^{2} ตามลำดับ ค่า Specific leaf area (SLA) วัดได้ 92.11, 110.32, 108.68, 117.87, 115.71 และ 153.64 ซม.^{2}/กรัม แปลงในร่มให้ค่ามากกว่าแปลงกลางแจ้ง และค่า Specific leaf weigh (SLW) วัดได้ 11.25, 9.37, 9.54, 8.74, 9.05 และ 7.78 มก./ซม.^{2} แปลงกลางแจ้งให้ค่ามากกว่าแปลงในร่ม (ตารางที่ 4.24)

2) ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงตีนตก ใบที่ได้จากแปลงกลางแจ้งและในร่ม ในระยะก่อนเก็บเกี่ยว ระยะพักตัวและระยะผลกำลังเจริญเติบโต มีขนาดความกว้างเฉลี่ย 7.32, 7.82, 6.12, 8.75, 9.09, และ 6.39 ซม. ตามลำดับ ความยาวเฉลี่ย 17.10, 16.57, 14.66, 18.42, 17.71 และ 13.63 ซม. ตามลำดับ ก้านใบยาวเฉลี่ย 1.33, 1.57, 0.79, 1.44, 1.41 และ 1.21 ซม. ตามลำดับ น้ำหนักแห้งต่อใบหนัก 0.98, 0.95, 0.83, 0.88, 0.92 และ 0.51 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 4.23)

พื้นที่ใบต่อใบวัดได้ 93.30, 92.46, 115.16, 108.71, 70.04 และ 65.58 ซม.^{2} ตามลำดับ ค่า Specific leaf area (SLA) วัดได้ 97.66, 101.95, 87.58, 134.01, 122.10 และ 132.62 ซม.^{2}/กรัม แปลงในร่มให้ค่ามากกว่าแปลงกลางแจ้ง และค่า Specific leaf weigh (SLW) วัดได้ 10.59, 10.61, 12.09, 7.72, 8.58 และ 7.75 มก./ซม.^{2} แปลงกลางแจ้งให้ค่ามากกว่าแปลงในร่ม (ตารางที่ 4.24)

3) สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ หน่วยแม่ยะน้อย ใบที่ได้จากแปลงกลางแจ้งและในร่ม ในระยะก่อนเก็บเกี่ยว ระยะพักตัวและระยะผลกำลังเจริญเติบโต มีขนาดความกว้างเฉลี่ย 6.20, 6.97, 5.57, 7.05, 7.93, และ 7.48 ซม. ตามลำดับ ความยาวเฉลี่ย 13.37, 16.43, 12.55, 15.21, 17.77 และ 15.07 ซม. ตามลำดับ ก้านใบยาวเฉลี่ย 1.05, 1.13, 1.27, 1.41, 1.23 และ 1.33 ซม. ตามลำดับ น้ำหนักแห้งต่อใบหนัก 1.16, 0.98, 0.51, 0.80, 0.84 และ 0.49 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 4.23)

พื้นที่ใบต่อใบวัดได้ 69.53, 81.61, 50.44, 73.42, 99.38 และ 76.65ซม.^{2} ตามลำดับ ค่า Specific leaf area (SLA) วัดได้ 61.63, 84.23, 100.32, 94.60, 121.68 และ 162.07 ซม.^{2}/กรัม แปลงในร่มให้ค่ามากกว่าแปลงกลางแจ้ง และค่า Specific leaf weigh (SLW) วัดได้ 16.82, 12.04, 10.24, 10.89, 8.38 และ 6.43 มก./ซม.^{2} แปลงกลางแจ้งให้ค่ามากกว่าแปลงในร่ม (ตารางที่ 4.24)

4) สถานีวิจัยเกษตรที่สูงขุนช่างเคี่ยน ใบที่ได้จากแปลงกลางแจ้ง ร่มเงาไม้ป่า และร่มเงาไม้ผล ในระยะก่อนเก็บเกี่ยว ก่อนออกดอก และระยะที่ผลเจริญเติบโต มีขนาดความกว้างเฉลี่ย 6.75, 6.59, 6.01, 9.85, 9.44, 9.44, 7.95, 9.87 และ 9.41 ซม. ตามลำดับ แปลงในร่มเงาไม้ป่าใบมีความกว้างมากกว่าแปลงกลางแจ้งและร่มเงาไม้ผล ความยาวเฉลี่ย 14.90, 15.25, 13.17, 19.74, 20.40, 17.69, 16.89, 19.98 และ 18.95 ซม. ตามลำดับ แปลงในร่มเงาไม้ป่าใบมีความกว้างมากกว่าแปลงกลางแจ้งและร่มเงาไม้ผล ก้านใบยาวเฉลี่ย 1.56, 1.28, 1.35, 1.70, 1.46, 1.46, 1.51, 1.34 และ 1.33 ซม. ไม่มีความแตกต่างกัน น้ำหนักแห้งต่อใบหนัก 0.75, 0.81, 0.47, 1.04, 0.87, 0.82, 1.21, 1.39 และ 0.78 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 4.23)

พื้นที่ใบเฉลี่ย 72.46, 75.48, 58.12, 136.91, 134.27, 123.13, 96.14, 142.56 และ 136.19 ซม.^{2} ค่า Specific leaf area (SLA) วัดได้ 100.46, 94.15, 130.22, 142.20, 157.15, 152.16, 84.10, 104.20 และ 178.38 ซม.^{2}/กรัม แปลงในร่มเงาไม้ป่าให้ค่ามากกว่าแปลงกลางแจ้งและร่มเงาไม้ผล และค่า Specific leaf weigh (SLW) วัดได้ 10.23, 10.80, 8.29, 7.94, 6.47, 6.73, 13.05, 9.86 และ 5.89 มก./ซม.^{2} แปลงกลางแจ้งให้ค่ามากที่สุด (ตารางที่ 4.24)

5) สถานีวิจัยเกษตรที่สูงหนองหอย ใบที่ได้จากแปลงกลางแจ้งและในร่ม ในระยะก่อนเก็บเกี่ยว ระยะพักตัวและระยะผลกำลังเจริญเติบโต มีขนาดความกว้างเฉลี่ย 6.19, 7.21, 6.88, 7.73, 9.30 และ 9.10 ซม. ตามลำดับ ความยาวเฉลี่ย 13.55, 15.75, 15.90, 14.57, 18.46 และ 18.65 ซม. ตามลำดับ ก้านใบยาวเฉลี่ย 1.31, 1.43, 1.01, 1.35, 1.42 และ 1.09 ซม. ตามลำดับ น้ำหนักแห้งต่อใบหนัก 0.72, 0.84, 0.74, 0.79, 1.13 และ 0.81 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 4.23)

พื้นที่ใบต่อใบวัดได้ 64.33, 80.80, 83.71, 87.15, 127.50 และ 123.66 ซม.^{2} ตามลำดับ ค่า Specific leaf area (SLA) วัดได้ 92.02, 96.66, 121.59, 113.50, 117.01 และ 157.10 ซม.^{2}/กรัม แปลงในร่มให้ค่ามากกว่าแปลงกลางแจ้ง และค่า Specific leaf weigh (SLW) วัดได้ 11.05, 10.47, 9.19, 9.01, 8.93 และ 6.54 มก./ซม.^{2} แปลงกลางแจ้งให้ค่ามากกว่าแปลงในร่ม (ตารางที่ 4.24)

ตารางที่ 4.23 ขนาดของใบ ความยาวก้านใบและน้ำหนักใบแห้งต่อใบ จากตัวอย่างใบที่เก็บจากแปลงกลางแจ้งและในร่ม ในระยะก่อนเก็บเกี่ยว ก่อนออกดอกและระยะที่ผลกำลังเจริญเติบโต จากศูนย์และสถานี 5 แห่ง

กรรมวิธี	ความกว้างของใบ (ซม.)			ความยาวของใบ (ซม.)			ความยาวก้านใบ (ซม.)			น้ำหนักใบแห้งต่อใบ (ก.)		
	[1]1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
ป่าเมี่ยง												
กลางแจ้ง	[2]7.71^{B}	7.88	5.40^{B}	16.67	16.10	11.84^{B}	1.29^{A}	1.65^{A}	1.16^{B}	1.05^{A}	0.83	0.45^{B}
ในร่ม	8.29^{A}	7.67	7.03^{A}	17.27	16.06	14.26^{A}	0.93^{B}	1.45^{B}	1.28^{A}	0.88^{B}	0.76	0.56^{A}
[3]Sig	**	NS	**	NS	NS	**	**	*	*	*	NS	*
LSD.05	0.355	NS	0.458	NS	NS	0.852	0.215	0.179	0.135	0.142	NS	0.100
ตีนตก												
กลางแจ้ง	7.32^{B}	7.82^{B}	6.12	17.10^{B}	16.57	14.66^{A}	1.33	1.57^{A}	0.79^{B}	0.98	0.95	0.83^{A}
ในร่ม	8.75^{A}	9.09^{A}	6.39	18.42^{A}	17.71	13.63^{B}	1.44	1.41^{B}	1.21^{A}	0.88	0.92	0.51^{B}
Sig	**	**	NS	**	*	*	NS	*	**	NS	NS	**
LSD.05	0.489	0.511	0.415	0.952	0.969	0.788	NS	0.156	0.136	NS	NS	0.092
อินทนนท์												
กลางแจ้ง	6.20^{B}	6.97^{B}	5.57^{B}	13.37^{B}	16.43^{B}	12.55^{B}	1.05^{B}	1.13	1.27	1.16^{A}	0.98^{A}	0.51
ในร่ม	7.05^{A}	7.93^{A}	7.48^{A}	15.21^{A}	17.77^{A}	15.07^{A}	1.41^{A}	1.23	1.33	0.80^{B}	0.84^{B}	0.49
Sig	**	**	**	**	*	**	**	NS	NS	**	*	NS
LSD.05	0.367	0.534	0.397	0.839	1.018	0.758	0.170	NS	NS	0.138	0.129	0.062
ขุนช่างเคี่ยน												
กลางแจ้ง	6.75^{C}	6.59^{B}	6.01^{B}	14.90^{C}	15.25^{B}	13.17^{C}	1.56	1.28	1.35	0.75^{C}	0.81^{B}	0.47^{B}
ร่มเงาไม้ป่า	9.85^{A}	9.44^{A}	9.44^{A}	19.74^{A}	20.40^{A}	17.69^{B}	1.70	1.46	1.46	1.04^{B}	0.87^{B}	0.82^{A}
ร่มเงาไม้ผล	7.95^{B}	9.87	9.41^{A}	16.89^{B}	19.98^{A}	18.95^{A}	1.51	1.34	1.33	1.21^{A}	1.39^{A}	0.78^{A}
Sig	**	**	**	**	**	**	NS	NS	NS	**	**	**
LSD.05	0.519	0.496	0.979	1.175	0.951	1.087	NS	NS	0.180	0.140	0.121	0.080
หนองหอย												
กลางแจ้ง	6.19^{B}	7.21^{B}	6.88^{B}	13.55^{B}	15.75^{B}	15.90^{B}	1.31	1.43	1.01	0.72	0.84^{B}	0.74
ในร่ม	7.73^{A}	9.30^{A}	9.10^{A}	14.57^{A}	18.46^{A}	18.65^{A}	1.35	1.42	1.09	0.79	1.13^{A}	0.81
Sig	**	**	**	*	**	**	NS	NS	NS	NS	**	NS
LSD.05	0.441	0.377	0.433	0.958	0.746	0.903	NS	NS	NS	NS	0.104	NS

หมายเหตุ [1]ระยะเวลาที่เก็บตัวอย่าง 1 ก่อนเก็บเกี่ยว เดือนธันวาคม 2561 2 ระยะก่อนออกดอกเดือนมีนาคม 2562 และ 3 ระยะที่ผลกาแฟเจริญเติบโต เดือนกรกฎาคม 2562

[2] ตัวอักษรภาษาอังกฤษข้างหลังตัวเลขที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

[3] * และ ** แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 95% และ 99% NS=ไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 4.24 พื้นที่ใบ Specific leaf area, Specific leaf weight ที่วัดได้จากแปลงวิจัยกลางแจ้งและในร่ม ในระยะก่อนเก็บเกี่ยวก่อนออกดอกและระยะที่ผลกำลังเจริญเติบโต จากศูนย์และสถานี 5 แห่ง

กรรมวิธี	พื้นที่ใบต่อใบ (ซม.^{2})			Specific leaf area (ซม.^{2}/ก.)			Specific leaf weight (มก./ซม.^{2})		
ป่าเมี่ยง	1	2	3	1	2	3	1	2	3
กลางแจ้ง	92.60	88.98	48.06^B	92.11^B	110.32	108.68^B	11.25^A	9.37	9.54^A
ในร่ม	98.79	83.74	73.41^A	117.87^A	115.71	153.64^A	8.74^B	9.05	7.78^B
Sig	NS	NS	**	**	NS	**	**	NS	**
LSD.05	NS	NS	8.048	9.972	NS	29.672	0.965	NS	1.296
ตีนตก									
กลางแจ้ง	93.30^B	92.46^B	70.04	97.66^B	101.95^B	87.58^B	10.59^A	10.61^A	12.09^A
ในร่ม	115.16^A	108.71^A	65.58	134.01^A	122.10^A	132.62^A	7.72^B	8.58^B	7.75^B
Sig	**	**	NS	**	**	**	**	*	**
LSD.05	11.452	10.972	8.270	11.505	10.741	11.414	0.859	1.825	1.155
อินทนนท์									
กลางแจ้ง	69.53	81.61^B	50.44^B	61.63^B	84.23^B	100.32^B	16.82^A	12.04^A	10.24^A
ในร่ม	73.42	99.38^A	76.65^A	94.60^A	121.68^A	162.07^A	10.89^B	8.38^B	6.43^B
Sig	NS	**	**	**	**	**	**	**	**
LSD.05	NS	11.025	6.742	7.524	7.362	13.417	1.353	0.675	0.788
ช่างเคี่ยน									
กลางแจ้ง	72.46^C	75.48^B	58.12^C	100.46^B	94.15^C	130.22^C	10.23^B	10.80^A	8.29^A
ร่มเงาไม้ป่า	136.91^A	134.27^A	123.13^B	142.20^A	157.15^A	152.16^B	7.94^C	6.47^C	6.73^B
ร่มเงาไม้ผล	96.14^B	142.56^A	136.19^A	84.10^C	104.20^B	178.38^A	13.05^A	9.86^B	5.89^B
Sig	**	**	**	**	**	**	**	**	**
LSD.05	13.026	12.773	12.967	17.207	8.433	17.502	1.505	0.706	0.859
หนองหอย									
กลางแจ้ง	64.33^B	80.80^B	83.71^B	92.02^B	96.66^B	121.59^B	11.05^A	10.47^A	9.19^A
ในร่ม	87.15^A	127.50^A	123.66^A	113.50^A	117.01^A	157.10^A	9.01^B	8.93^B	6.54^B
Sig	**	**	**	**	**	**	**	**	**
LSD.05	8.839	10.031	11.110	7.530	12.539	16.417	0.742	0.698	1.334

หมายเหตุ [1]ระยะเวลาที่เก็บตัวอย่าง 1 ก่อนเก็บเกี่ยว เดือนธันวาคม 2561 2 ระยะก่อนออกดอกเดือนมีนาคม 2562 และ 3 ระยะที่ผลกาแฟเจริญเติบโต เดือนกรกฎาคม 2562

[2] ตัวอักษรภาษาอังกฤษข้างหลังตัวเลขที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

[3] * และ ** แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 95% และ 99% NS=ไม่แตกต่างกัน

4.2.5 ธาตุอาหารในใบขณะพักตัว

ธาตุอาหารในใบที่วิเคราะห์ เก็บจากทุกแปลงที่วิจัยในเดือนมีนาคม ซึ่งเป็นระยะที่กาแฟพักตัวและพร้อมที่จะออกดอก

4.2.5.1 ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงป่าเมี่ยง แปลงกลางแจ้งและในร่ม มีไนโตรเจนรวม ฟอสฟอรัสรวม โพแทสเซียมรวม แคลเซียม และแมกนีเซียม 2.14, 0.19, 3.07, 1.18, 0.19, 2.59, 0.16, 1.58, 1.69 และ 0.36 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ไนโตรเจน แคลเซียมและแมกนีเซียมจากแปลงในร่มมีมากกว่าแปลงกลางแจ้ง แต่ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม จากแปลงกลางแจ้งมีความเข้มข้นมากกว่า (ตารางที่ 4.25)

4.2.5.2 ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงตีนตก แปลงกลางแจ้งและในร่ม มีไนโตรเจนรวม ฟอสฟอรัสรวม โพแทสเซียมรวม แคลเซียม และแมกนีเซียม 2.34, 0.16, 2.47, 1.26, 0.24, 2.44, 0.14, 1.69, 1.60 และ 0.37 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ความเข้มข้นที่ได้จากแปลงกลางแจ้งและในร่ม มีการตอบสนองแบบเดียวกับศูนย์ฯป่าเมี่ยง (ตารางที่ 4.25)

4.2.5.3 สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ แปลงกลางแจ้งและในร่ม มีไนโตรเจนรวม ฟอสฟอรัสรวม โพแทสเซียมรวม แคลเซียม และแมกนีเซียม 2.17, 0.14, 3.60, 1.06, 0.20, 2.97, 0.15, 3.09, 1.65 และ 0.39 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แปลงในร่มมีความเข้มข้นของ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส แคลเซียม และแมกนีเซียมมากกว่าแปลงกลางแจ้ง แต่โพแทสเซียมที่ได้จากแปลงกลางแจ้งมีความเข้มข้นมากกว่า (ตารางที่ 4.25)

4.2.5.4 สถานีวิจัยเกษตรที่สูงขุนช่างเคี่ยน แปลงกลางแจ้ง ในร่มเงาไม้ป่า และร่มเงาไม้ผล มีไนโตรเจนรวม ฟอสฟอรัสรวม โพแทสเซียมรวม แคลเซียม และแมกนีเซียม 2.62, 0.13, 2.19, 0.92, 0.12, 2.75, 0.16, 3.67, 1.33, 0.14, 2.41, 0.17, 2.55, 1.34, 0.29 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในภาพรวมแปลงในร่มทั้งไม้ป่าและไม้ผลให้ความเข้มข้นของ ไนโตรเจนรวม ฟอสฟอรัสรวม โพแทสเซียมรวม แคลเซียม และแมกนีเซียม มากกว่าแปลงกลางแจ้ง (ตารางที่ 4.25)

4.2.5.5 สถานีวิจัยเกษตรที่สูงหนองหอย แปลงกลางแจ้งและในร่ม มีไนโตรเจนรวม ฟอสฟอรัสรวม โพแทสเซียมรวม แคลเซียม และแมกนีเซียม 2.08, 0.18, 2.22, 1.27, 0.21, 2.44, 0.15, 3.48, 1.71 และ 0.31 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ตัวอย่างจากแปลงในร่มให้ความเข้มข้นของธาตุอาหารทุกตัวมากกว่าแปลงกลางแจ้ง ยกเว้นฟอสฟอรัสที่พบว่าตัวอย่างจากแปลงกลางแจ้งมีความเข้มข้นมากกว่า (ตารางที่ 4.25)

ตารางที่ 4.25 ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบกาแฟระหว่างแปลงกลางแจ้งและในร่ม ระยะก่อนออกดอก ที่ได้จากแปลงวิจัยของศูนย์/สถานี 5 แห่ง

สถานี/แปลง	Total N (%)	Total P (%)	Total K (%)	Ca (%)	Mg (%)
ศูนย์ฯป่าเมี่ยง					
กลางแจ้ง	[1]2.14^{B}	0.19^{A}	3.07^{A}	1.18^{B}	0.19^{B}
ในร่ม	2.59^{A}	0.16^{B}	1.58^{B}	1.69^{A}	0.36^{A}
[2]Sig	**	*	**	**	**
LSD.05	0.091	0.013	0.145	0.029	0.023
ศูนย์ฯตีนตก					
กลางแจ้ง	2.34^{B}	0.16^{A}	2.47^{A}	1.26^{B}	0.24^{B}
ในร่ม	2.44^{A}	0.14^{B}	1.69^{B}	1.60^{A}	0.37^{A}
Sig	**	**	**	**	**
LSD.05	0.041	0.013	0.273	0.051	0.026
สถานีฯอินทนนท์					
กลางแจ้ง	2.17^{B}	0.14^{B}	3.60^{A}	1.06^{B}	0.20^{B}
ในร่ม	2.97^{A}	0.15^{A}	3.09^{B}	1.65^{A}	0.39^{A}
Sig	**	**	**	**	**
LSD.05	0.035	0.013	0.040	0.089	0.013
สถานีฯขุนช่างเคี่ยน					
กลางแจ้ง	2.62^{B}	0.13^{B}	2.19^{B}	0.92^{B}	0.12^{C}
ร่มเงาไม้ป่า	2.75^{A}	0.16^{A}	3.67^{A}	1.33^{A}	0.14^{B}
ร่มเงาไม้ผล	2.41^{C}	0.17^{A}	2.55^{B}	1.34^{A}	0.29^{A}
Sig	**	**	**	**	**
LSD.05	0.015	0.012	0.443	0.020	0.015
สถานีฯหนองหอย					
กลางแจ้ง	2.08^{B}	0.18^{A}	2.22^{B}	1.27^{B}	0.21^{B}
ในร่ม	2.44^{A}	0.15^{B}	3.48^{A}	1.71^{A}	0.31^{A}
Sig	**	**	**	**	**
LSD.05	0.045	0.013	0.037	0.045	0.013

หมายเหตุ [1] ตัวอักษรภาษาอังกฤษข้างหลังตัวเลขที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

[2] * และ ** แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 95% และ 99% NS=ไม่แตกต่างกัน

4.2.6 การวัดคุณภาพของผลกาแฟเบื้องต้น

เก็บเกี่ยวผลกาแฟฤดูเก็บเกี่ยว 2561/62 เพื่อวัดขนาดของผล แปลงละ 15 ผล โดยวัดขนาดความกว้าง ยาว หนา และชั่งน้ำหนักต่อ 1 ผล และ 100 ผล เปอร์เซ็นต์ผลฝ่อและเปอร์เซ็นต์ผลที่ถูกมอดเจาะผลกาแฟเจาะทำลาย

4.2.6.1 ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงป่าเมี่ยง ตัวอย่างผลกาแฟจากแปลงกาแฟกลางแจ้งและในร่มมีขนาดความยาว 15.56 และ 16.03 มม. กว้าง 14.27 และ 15.20 มม. หนา 12.30 และ 13.12 มม. น้ำหนักต่อผล 1.89 และ 2.26 กรัม น้ำหนักต่อ 100 ผล 174.75 และ 213.52 กรัม และผลลอยน้ำ 6.33 และ 3.00 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ผลที่ถูกมอดเจาะทำลาย 8.67 และ 7.33 เปอร์เซ็นต์ ผลกาแฟที่เก็บจากแปลงในร่มมีขนาดและน้ำหนักต่อผลและต่อ 100 ผล มากกว่า (ตารางที่ 4.26)

4.2.6.2 ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงตีนตก ตัวอย่างผลกาแฟจากแปลงกาแฟกลางแจ้งและในร่มมีขนาดความยาว 15.50 และ 16.48 มม. กว้าง 15.38 และ 14.92 มม. หนา 13.67 และ 13.37 มม. น้ำหนักต่อผล 2.27 และ 2.37 กรัม น้ำหนักต่อ 100 ผล 210.33 และ 217.26 กรัม และผลลอยน้ำ 6.33 และ 12.33 เปอร์เซ็นต์ ผลที่ถูกมอดเจาะทำลาย 22.67 และ 39.67 เปอร์เซ็นต์ ผลกาแฟที่เก็บจากแปลงในร่มมีความยาวผลมากกว่า จำนวนผลลอยน้ำและเปอร์เซ็นต์การทำลายของมอดเจาะผลกาแฟสูงกว่าผลที่เก็บจากแปลงกลางแจ้ง (ตารางที่ 4.26)

4.2.6.3 สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ หน่วยแม่ยะน้อย ตัวอย่างผลกาแฟจากแปลงกาแฟกลางแจ้งและในร่มมีขนาดวามยาว 15.38 และ 15.46 มม. กว้าง 14.66 และ 14.31 มม. หนา 12.87 และ 12.45 มม. น้ำหนักต่อผล 2.08 และ 1.97 กรัม น้ำหนักต่อ 186.17 ผล 186.16 กรัม และผลลอยน้ำ 3.33 และ 3.67 เปอร์เซ็นต์ ผลกาแฟที่เก็บจากแปลงกลางแจ้งมีความหนาและน้ำหนักต่อผลมากกว่า ส่วนข้อมูลอื่น ๆ ไม่มีความแตกต่างกัน (ตารางที่ 4.26)

4.2.6.4 สถานีวิจัยเกษตรที่สูงขุนช่างเคี่ยน ตัวอย่างผลกาแฟจากแปลงกาแฟกลางแจ้ง ร่มเงาของไม้ป่า และร่มเงาไม้ผลมีขนาดความยาว 14.79, 15.81 และ 16.40 มม. กว้าง 13.81, 14.43 และ 14.95 มม. หนา 12.60, 12.74 และ 12.83 มม. น้ำหนักต่อผล 1.76, 2.02 และ 2.13 กรัม น้ำหนักต่อ 100 ผล หนัก 163.98, 190.08 และ 203.80 กรัม และผลลอยน้ำ 11.29, 11.14 และ 5.86 เปอร์เซ็นต์ ผลที่ถูกมอดเจาะทำลาย 9.71, 1.29 และ 5.86 เปอร์เซ็นต์ ผลกาแฟที่เก็บจากแปลงกลางแจ้งมีความกว้าง หนา น้ำหนักต่อผล และน้ำหนักต่อ 100 ผล น้อยกว่าผลที่เก็บจากแปลงในร่มทั้งไม้ป่าและไม้ผลและแปลงกลางแจ้งและแปลงใต้ร่มเงาของไม้ผลมีเปอร์เซ็นต์การทำลายของมอดเจาะผลกาแฟมากกว่า (ตารางที่ 4.26)

4.2.6.5 สถานีวิจัยเกษตรที่สูงหนองหอย ตัวอย่างผลกาแฟจากแปลงกาแฟกลางแจ้งและในร่มมีขนาดความยาว 15.65 และ 15.09 มม. กว้าง 14.78 และ 14.49 มม. หนา 13.53 และ 12.87 มม. น้ำหนักต่อผล 2.18 และ 2.10 กรัม น้ำหนักต่อ 100 ผล หนัก 193.59 และ 187.69 กรัม ผลลอยน้ำ 8.00 และ 12.33 เปอร์เซ็นต์ ผลที่ถูกมอดเจาะทำลาย 43.00 และ 32.00 เปอร์เซ็นต์ ผลกาแฟที่เก็บจากแปลงในร่มมีความยาวผลมากกว่า และเปอร์เซ็นต์การทำลายของมอดเจาะผลกาแฟน้อยกว่าผลที่เก็บจากแปลงกลางแจ้ง (ตารางที่ 4.26)

ตารางที่ 4.26 ขนาดของผล น้ำหนักต่อผล ต่อ 100 ผล และเปอร์เซ็นต์ผลลอยน้ำจากแปลงกลางแจ้งและในร่มที่เก็บจากศูนย์และสถานี 5 แห่ง

สถานี/แปลง	ขนาดของผล (มม.)			น้ำหนักต่อผล (กรัม)	น้ำหนักต่อ100 ผล (กรัม)	ผลลอยน้ำ (%)	ผลที่ถูกมอดเจาะ (%)
	ยาว	กว้าง	หนา				
ป่าเมี่ยง							
กลางแจ้ง	15.56	[1]14.27^{B}	12.30^{B}	1.89^{B}	174.75^{B}	6.33	8.67
ในร่ม	16.03	15.20^{A}	13.12^{A}	2.26^{A}	213.52^{A}	3.00	7.33
[2]Sig	NS	**	**	**	**	NS	NS
LSD.05	NS	0.54	0.573	0.182	15.078	NS	NS
ตีนตก							
กลางแจ้ง	15.50^{B}	15.38	13.67	2.27	210.33	6.33	22.67^{B}
ในร่ม	16.48^{A}	14.92	13.37	2.37	217.26	12.33	39.67^{A}
Sig	**	NS	NS	NS	NS	*	**
LSD.05	0.565	NS	NS	NS	NS	5.475	9.438
อินทนนท์							
กลางแจ้ง	15.38	14.66	12.87^{A}	2.08^{A}	186.17	3.33	0
ในร่ม	15.46	14.31	12.45^{B}	1.97^{B}	186.16	3.67	0
Sig	NS	NS	*	*	NS	NS	NA
LSD.05	NS	NS	0.400	0.126	NS	NS	NA
ขุนช่างเคี่ยน							
กลางแจ้ง	14.79^{B}	13.81^{B}	12.60	1.76^{B}	163.98^{B}	11.29^{A}	9.71^{A}
ร่มเงาไม้ป่า	15.81^{A}	14.43^{AB}	12.74	2.02^{A}	190.08^{A}	11.14^{A}	1.29^{C}
ร่มเงาไม้ผล	16.40^{A}	14.95^{A}	12.83	2.13^{A}	203.80^{A}	5.86^{B}	5.86^{B}
Sig	**	**	NS	**	**	*	**
LSD.05	0.758	0.629	NS	0.200	15.135	4.024	2.303
หนองหอย							
กลางแจ้ง	15.65^{A}	14.78	13.53	2.18	193.59	8.00	43.00^{A}
ในร่ม	15.09^{B}	14.49	12.87	2.10	187.69	12.33	32.00^{B}
Sig	*	NS	NS	NS	NS	NS	**
LSD.05	0.468	NS	NS	NS	NS	NS	5.316

หมายเหตุ [1] ตัวอักษรภาษาอังกฤษข้างหลังตัวเลขที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

[2] * และ ** แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 95% และ 99% NS=ไม่แตกต่างกัน NA=ไม่วิเคราะห์สถิติ

4.2.7 คุณภาพของกาแฟกะลาและสารกาแฟ

น้ำหนักกาแฟกะลา 100 เม็ดที่เก็บตัวอย่างจากศูนย์พัฒนาโครงการหลวงป่าเมี่ยง จากแปลงกลางแจ้งและในร่มหนัก 21.18 และ 19.56 กรัม ตัวอย่างจากแปลงกลางแจ้งหนักกว่า สารกาแฟ 100 เมล็ด หนัก 19.02 และ 17.73 กรัม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ตัวอย่างจากศูนย์พัฒนาโครงการหลวงตีนตก กาแฟกะลา 100 เม็ด หนัก 22.43 และ 22.20 กรัม ไม่แตกต่างกัน สารกาแฟ 100 เมล็ด หนัก 15.66 และ 18.53 กรัม ตัวอย่างจากแปลงในร่มหนักกว่า สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ (หน่วยแม่ยะน้อย) กาแฟกะลา 100 เม็ดหนัก 21.60 และ 21.23 กรัม ไม่ต่างกัน สารกาแฟ 100 เมล็ด หนัก 19.36 และ 18.62 กรัม ตัวอย่างจากแปลงกลางแจ้งหนักกว่า สถานีวิจัยเกษตรที่สูงขุนช่างเคี่ยน กาแฟกะลา 100 เม็ด จากแปลงกลางแจ้ง ร่มเงาไม้ป่าและร่มเงาไม้ผล หนัก 18.71, 21.20 และ 19.08 กรัม ตามลำดับ น้ำหนักเรียงจากน้อยไปมากดังนี้ แปลงกลางแจ้ง ร่มเงาไม้ผลและร่มเงาไม้ป่า และต่างกันทุกแปลง สารกาแฟ 100 เมล็ด หนัก 15.04, 17.19 และ 16.20 กรัม ตามลำดับ ตัวอย่างจากแปลงกลางแจ้งมีน้ำหนักน้อยที่สุด และจากแปลงในร่มเงาไม้ป่ามากสุด สถานีวิจัยเกษตรที่สูงหนองหอย กาแฟกะลา 100 เม็ด หนัก 21.70 และ 20.21 กรัม แปลงกลางแจ้งหนักกว่า สารกาแฟ 100 เมล็ด หนัก 18.17 และ 17.84 กรัม ตามลำดับ ไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 4.27)

ตารางที่ 4.27 น้ำหนักของกาแฟกะลา 100 เม็ด และสารกาแฟ 100 เมล็ด ที่ได้จากแปลงวิจัย 5 ศูนย์และสถานี

ศูนย์ สถานี/แปลง	น้ำหนักกาแฟกะลา 100 เม็ด (กรัม)	น้ำหนักสารกาแฟ 100 เมล็ด (กรัม)
ป่าเมี่ยง		
กลางแจ้ง	[1]21.18[A]	19.02
ในร่ม	19.56[B]	17.73
[2]Sig	*	NS
LSD.05	1.325	NS
ตีนตก		
กลางแจ้ง	22.43	15.66[B]
ในร่ม	22.20	18.53[A]
Sig	NS	*
LSD.05	NS	0.79
อินทนนท์		
กลางแจ้ง	21.60	19.36[A]
ในร่ม	21.23	18.62[B]
Sig	NS	**
LSD.05	NS	0.6135
ขุนช่างเคี่ยน		
กลางแจ้ง	18.71[C]	15.04[C]
ร่มเงาไม้ป่า	21.20[A]	17.19[A]
ร่มเงาไม้ผล	19.08[B]	16.20[B]
Sig	**	**
LSD.05	1.007	0.84
หนองหอย		
กลางแจ้ง	21.70[A]	18.17
ในร่ม	20.21[B]	17.84
Sig	*	NS
LSD.05	1.323	NS

หมายเหตุ [1] ตัวอักษรภาษาอังกฤษข้างหลังตัวเลขที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

[2] * และ ** แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 95% และ 99% NS=ไม่แตกต่างกัน NA=ไม่วิเคราะห์สถิติ

4.2.8 ผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในกาแฟ

ในการวิเคราะห์ปริมาณ Caffeine, Chlorogenic acid และ Trigonelline โดยวิธีการ High Performance Liquid Chromatography (HPLC)

4.2.8.1 ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงป่าเมี่ยง

กาแฟดิบจากแปลงกลางแจ้งและในร่ม ร่ม มี Caffeine 1.40 และ 1.35% มี Chlorogenic acid 4.99 และ 5.78% และ มี Trigonelline 1.22 และ 1.03% แปลงกลางแจ้งมีปริมาณ Caffeine และ Trigonelline มากกว่าในร่ม แต่มี Chlorogenic acid น้อยกว่า (ตารางที่ 4.28)

กาแฟคั่วแปลงกลางแจ้งและในร่ม มี Caffeine 1.47 และ 1.31% มี Chlorogenic acid 1.53 และ 0.98% และ มี Trigonelline 0.94 และ 0.62% แปลงกลางแจ้งมีปริมาณ Caffeine, Chlorogenic acid และ Trigonelline มากกว่าในร่ม (ตารางที่ 4.28)

4.2.8.2 ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงตีนตก

กาแฟดิบจากแปลงกลางแจ้งและในร่ม ร่ม มี Caffeine 1.30 และ 1.35% มี Chlorogenic acid 5.32 และ 5.23% และ มี Trigonelline 1.13 และ 1.18% แปลงกลางแจ้งมีปริมาณ Caffeine และ Trigonelline น้อยกว่าในร่ม แต่มี Chlorogenic acid มากกว่า (ตารางที่ 4.28)

กาแฟคั่วแปลงกลางแจ้งและในร่ม มี Caffeine 1.64 และ 1.38 % มี Chlorogenic acid 1.38 และ 0.69 % และ มี Trigonelline 0.89 และ 0.58 % แปลงกลางแจ้งมีปริมาณ Caffeine, Chlorogenic acid และ Trigonellineมากกว่าในร่ม(ตารางที่ 4.28)

4.2.8.3 สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์

กาแฟดิบจากแปลงกลางแจ้งและในร่ม ร่ม มี Caffeine 1.38 และ 1.36% มี Chlorogenic acid 5.28 และ 5.29% และ มี Trigonelline 1.27 และ 1.05% แปลงกลางแจ้งมีปริมาณ Caffeine และ Trigonelline มากกว่าในร่ม แต่มี Chlorogenic acid ไม่ต่างกัน (ตารางที่ 46)

กาแฟคั่วจากแปลงกลางแจ้งและในร่ม มี Caffeine 1.35 และ 1.81 % มี Chlorogenic acid 1.08 และ 1.46 % และ มี Trigonelline 0.59 และ 0.86 % แปลงกลางแจ้งมีปริมาณ Caffeine, Chlorogenic acid และ Trigonelline น้อยกว่าในร่ม (ตารางที่ 4.28)

4.2.8.4 สถานีฯขุนช่างเคี่ยน แปลงกลางแจ้ง ในร่มเงาไม้ผ่าและร่มเงาไม้ผล มี Caffeine 1.39, 1.41 และ 1.39 % มี Chlorogenic acid 4.99, 5.13 และ 5.15% และ มี Trigonelline 1.12, 1.16 และ 1.16% แปลงกลางแจ้งมีปริมาณ Caffeine, Chlorogenic acid และ Trigonelline น้อยกว่า (ตารางที่ 4.28)

กาแฟคั่วแปลงกลางแจ้ง ในร่มเงาไม้ผ่าและร่มเงาไม้ผล มี Caffeine 1.44, 1.39 และ 1.32 % มี Chlorogenic acid 1.20, 1.48 และ 0.99 % และ มี Trigonelline 0.70, 0.92 และ 0.77 % แปลงกลางแจ้งมีปริมาณ Caffeine มากกว่า แต่แปลงในร่มเงาของไม้ป่าและไม้ผล Chlorogenic acid และ Trigonelline มากกว่าแปลงกลางแจ้งและร่มเงาของไม้ผล (ตารางที่ 4.28)

4.2.8.5 สถานีฯหนองหอย กาแฟดิบจากแปลงกลางแจ้งและในร่ม ร่ม มี Caffeine 1.42 และ 1.39% มี Chlorogenic acid 5.24 และ 5.12% และ มี Trigonelline 1.15 และ 1.17% แปลงกลางแจ้งมีปริมาณ Caffeine มากกว่าในร่ม แต่มี Chlorogenic acid และ Trigonelline ไม่ต่างกัน (ตารางที่ 4.28)

กาแฟคั่ว แปลงกลางแจ้งและในร่ม มี Caffeine 1.54 และ 1.63 % มี Chlorogenic acid 0.92 และ 1.04 % และ มี Trigonelline 0.61 และ 0.69 % แปลงกลางแจ้งมีปริมาณ Caffeine, Chlorogenic acid และ Trigonelline น้อยกว่าในร่ม (ตารางที่ 4.28)

ตารางที่ 4.28 ผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ของกาแฟดิบและกาแฟคั่วเปรียบเทียบระหว่างแปลงกลางแจ้งและในร่มจากแปลงวิจัย 5 ศูนย์และสถานี

สถานี/แปลง	Caffeine (%)		Chlorogenic acid (%)		Trigonelline (%)	
	กาแฟดิบ	กาแฟคั่ว	กาแฟดิบ	กาแฟคั่ว	กาแฟดิบ	กาแฟคั่ว
ป่าเมี่ยง						
กลางแจ้ง	[1]1.40^{A}	1.47^{A}	4.99^{B}	1.53^{A}	1.22^{A}	0.94^{A}
ในร่ม	1.35^{B}	1.31^{B}	5.78^{A}	0.98^{B}	1.03^{B}	0.62^{B}
[2]Sig	**	**	**	**	**	**
LSD.05	0.007	0.003	0.119	0.013	0.107	0.021
ตีนตก						
กลางแจ้ง	1.30^{B}	1.64^{A}	5.32^{A}	1.38^{A}	1.13^{B}	0.89^{A}
ในร่ม	1.35^{A}	1.38^{B}	5.23^{B}	0.69^{B}	1.18^{A}	0.58^{B}
Sig	**	**	**	**	**	**
LSD.05	0.015	0.004	0.010	0.015	0.029	0.005
อินทนนท์						
กลางแจ้ง	1.38^{A}	1.35^{B}	5.28	1.08^{B}	1.27^{A}	0.59^{B}
ในร่ม	1.36^{B}	1.81^{A}	5.29	1.46^{A}	1.05^{B}	0.86^{A}
Sig	*	**	NS	**	**	**
LSD.05	0.015	0.030	NS	0.064	0.101	0.036
ขุนช่างเคี่ยน						
กลางแจ้ง	1.39^{B}	1.44^{A}	4.99^{B}	1.20^{B}	1.12^{B}	0.70^{B}
ในร่มไม้ป่า	1.41^{A}	1.39^{B}	5.13^{A}	1.48^{A}	1.16^{A}	0.92^{A}
ไนร่มไม้ผล	1.39^{B}	1.32^{C}	1.150	0.99^{C}	1.16^{A}	0.77^{B}
Sig	**	**	**	**	**	*
LSD.05	0.003	0.017	0.052	0.009	0.013	0.149
หนองหอย						
กลางแจ้ง	1.42^{A}	1.54^{B}	5.24	0.92^{B}	1.15	0.61^{B}
ในร่ม	1.39^{B}	1.63^{A}	5.12	1.04^{A}	1.17	0.69^{A}
Sig	**	**	NS	**	NS	**
LSD.05	0.002	0.005	NS	0.002	NS	0.014

หมายเหตุ [1] ตัวอักษรภาษาอังกฤษข้างหลังตัวเลขที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

[2] * และ ** แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 95% และ 99% NS=ไม่แตกต่างกัน

4.2.9 ผลการชิมรสชาติ

ในการชิมรสชาติ ใช้ผู้เชี่ยวชาญที่มีใบประกาศรับรอง Q-grader จำนวน 4 คน และนำคะแนนมาหาค่าเฉลี่ย ตัวชี้วัดที่ใช้ชิมรสชาติประกอบด้วย Aroma, Flavor, Aftertaste, Acidity, Body, Balance, Uniformity, Cleanness, Sweetness และ Overall และคะแนนรวม (Total) คะแนนรวม มาจากผลรวมของตักชี้วัดทุกตัวรวมกัน โดยแต่ละตัวชี้วัดมีคะแนนเต็ม 10 คะแนน รวมมี 100 คะแนน

คะแนนผลการชิมรสชาติของทุกตัวอย่างอยู่ในช่วง 73.8 ถึง 76.1 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน ไม่พบความแตกต่างชัดเจนระหว่างแปลงกลางแจ้งและในร่ม หรือแต่ละศูนย์หรือสถานี และไม่มีตัวอย่างที่ได้คะแนนผลการชิมในระดับกาแฟพิเศษหรือ Specialty coffee (ตารางที่ 4.29)

4.2.10 ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบทางเคมีและผลการชิมรสชาติ

ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ร่วม โดยใช้การหาความสัมพันธ์เชิงเส้นแบบ Pearson ได้ผลความสัมพันธ์ ดังตารางที่ 4.30 พบมีความสัมพันธ์เชิงเส้นแบบผกผัน Chlorogenic acid ในกาแฟดิบกับ Balance และ Overall กล่าวคือเมื่อมี Chlorogenic acid ในกาแฟดิบมากขึ้นทำให้คะแนน Balance และ Overall ลดลง พบมีความสัมพันธ์แบบแปรผันตรงระหว่าง Trigonelline ในกาแฟดิบกับ Overall และ Total เมื่อมีปริมาณ Trigonelline ในกาแฟดิบมากขึ้น ทำให้คะแนนผลการชิมของ Overall และ Total มีมากขึ้น (ตารางที่ 4.30)

ตารางที่ 4.29 ผลการชิมรสชาติกาแฟที่ได้จากแปลงกลางแจ้งและในร่มของศูนย์ฯหรือสถานีฯทั้ง 5 แห่ง

	Aroma	Flavor	Aftertaste	Acidity	Body	Balance	Uniform	Clean	Sweet	Overall	Total	Note
ป่าเมี่ยง												
- กลางแจ้ง	6.6	6.3	6.3	6.5	6.4	6.6	10.0	10.0	10.0	6.4	75.1	Nutty, paper, dry, muddy
- ในร่ม	6.4	6.2	6.2	6.3	6.3	6.2	10.0	10.0	10.0	6.1	73.8	Cereal, robusta, raw peanut, woody, roasted rice
ตีนตก												
- กลางแจ้ง	6.4	6.3	6.4	6.5	6.5	6.3	10.0	10.0	10.0	6.3	74.8	Green, transperant, spice lime peel, bitter
- ในร่ม	6.5	6.5	6.6	6.5	6.4	6.4	10.0	10.0	10.0	6.4	75.3	Spice, citrus, vanilla, green apple, milky, watery
อินทนนท์												
- กลางแจ้ง	6.8	6.7	6.6	6.6	6.5	6.4	10.0	10.0	10.0	6.5	76.1	Caramel, lemon, dusty, bitter
- ในร่ม	6.5	6.4	6.4	6.3	6.3	6.3	10.0	10.0	10.0	6.3	74.4	Roasted rice, straw, woody , Rubby, Old
ช่างเคี่ยน												
- กลางแจ้ง	7.1	6.5	6.4	6.5	6.4	6.5	10.0	10.0	10.0	6.5	75.9	Slightly stone fruit (Fragrance) hint of flower, Lime chemical finished
- ในร่ม	6.6	6.4	6.4	6.4	6.3	6.3	10.0	10.0	10.0	6.3	74.6	Burnt caramel, Rubbery chemical
- ลิ้นจี่	6.6	6.7	6.7	6.6	6.4	6.5	10.0	10.0	10.0	6.4	75.9	Dry, bitter
หนองหอย												
- กลางแจ้ง	6.4	6.3	6.4	6.4	6.4	6.3	10.0	10.0	10.0	6.3	74.5	Green, garden pea
- ในร่ม	6.6	6.5	6.2	6.2	6.3	6.4	10.0	10.0	10.0	6.3	74.3	Green, garden pea chemical

ตารางที่ 4.30 ความสัมพันธ์เชิงเส้นแบบ Pearson ระหว่างตัวชี้วัดคุณภาพและองค์ประกอบทางเคมี

	Aroma	Flavor	Affter	Acid	Body	Balance	Overall	Total	Caf-G	Caf-R	CGA-G	CGA-R	TRI-G
Flavor	0.5441												
P-VALUE	0.0836												
Aftertaste	0.1864	0.7388											
	0.5832	0.0094											
Acidity	0.3514	0.5032	0.7901										
	0.2893	0.1146	0.0038										
Body	0.1812	0.3047	0.5294	0.8002									
	0.5939	0.3622	0.094	0.0031									
Balance	0.5713	0.4587	0.2869	0.5144	0.3007								
	0.0664	0.1559	0.3924	0.1054	0.3689								
Overall	0.7469	0.7172	0.614	0.7016	0.5796	0.7522							
	0.0083	0.013	0.0445	0.0161	0.0616	0.0076							
Total	0.6912	0.7838	0.7682	0.8688	0.663	0.688	0.9231						
	0.0185	0.0043	0.0058	0.0005	0.0262	0.0193	0.0001						
Caffeine -G	0.3371	0.2259	-0.0419	-0.0814	-0.3041	0.3864	0.2571	0.1253					
	0.3106	0.5043	0.9026	0.8118	0.3632	0.2404	0.4453	0.7136					
Caffeine -R	-0.2349	-0.2789	-0.3496	-0.4961	-0.1488	-0.1716	-0.1399	-0.3927	-0.1802				
	0.4868	0.4062	0.2919	0.1207	0.6623	0.6138	0.6817	0.2322	0.5960				
[3]CGA -G	-0.543	-0.4093	-0.2398	-0.304	-0.1681	-0.7732	-0.7429	-0.5327	-0.5010	-0.1562			
	0.0843	0.2113	0.4775	0.3634	0.6213	0.0053	0.0088	0.0916	0.1165	0.6465			
CGA -R	0.1081	-0.2903	-0.3164	-0.0618	-0.089	0.1159	0.0047	-0.1179	-0.0395	0.4328	-0.2884		
	0.7517	0.3866	0.3431	0.8567	0.7946	0.7343	0.9890	0.7300	0.9082	0.1837	0.3898		
[4]TRI -G	0.3107	0.5474	0.4253	0.5678	0.5797	0.5991	0.7018	0.6313	0.3397	-0.2844	-0.5558	-0.0859	
	0.3525	0.0813	0.1923	0.0685	0.0616	0.0514	0.0161	0.0372	0.3068	0.3967	0.0758	0.8016	
TRI -R	-0.0897	-0.277	-0.1904	-0.0097	-0.1211	0.1871	-0.0568	-0.1343	-0.1005	0.3868	-0.3553	0.9036	-0.0947
	0.7932	0.4096	0.5750	0.9775	0.7228	0.5817	0.8682	0.6938	0.7688	0.2399	0.2835	0.0001	0.7818

หมายเหตุ [1]G คือ green coffee หรือกาแฟดิบ [2]R คือ Roasted coffee หรือกาแฟคั่ว [3]CGA=Clorogenic acid, [4]TRI=Trigonelline

4.2.10.1 ความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างตัวแปรที่มีนัยสำคัญ ทีวิเคราะห์โดยวิธี Stepwise linear regression

1) Chlorogenic acid ในกาแฟดิบกับ Balance (ตารางที่ 4.31 และภาพที่ 4.23) สมการความสัมพันธ์คือ

BALANCE = 8.5532-(0.4150 X CGAG)

CGAG=Chlorogenic acid in green coffee

2) Chlorogenic acid ในกาแฟดิบกับ Overall (ตารางที่ 4.32 และภาพที่ 4.23) สมการความสัมพันธ์คือ

OVERALL = 8.3611-(0.3852 X CGAG)

CGAG=Chlorogenic acid in green coffee

3) Trigonelline ในกาแฟดิบกับ Overall (ตารางที่ 4.33 และภาพที่ 4.23) สมการความสัมพันธ์คือ

OVERALL = 5.0104+(1.1627 X TRIG)

TRIG=Trigonelline in green coffee

4) Trigonelline ในกาแฟดิบกับ Total Overall (ตารางที่ 4.34 และภาพที่ 4.23) สมการความสัมพันธ์คือ

TOTAL = 66.962+(6.9765 X TRIG)

TRIG=Trigonelline in green coffee

ตารางที่ 4.31 Unweighted Least Squares Linear Regression of Balance

Predictor Variables	Coefficient	Std Error	T	P	
Constant	8.55325	0.59412	14.4	0.000	
Chlorogenic acid-Green	-0.41497	0.11345	-3.66	0.0053	
R-Squared	0.5978	Resid. Mean Square	(MSE)	0.00609	
Adjusted R-Squared	0.5531	Standard Deviation		0.07806	
Linear regression					
Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	0.08152	0.08152	13.38	0.0053
Residual	9	0.05484	0.00609		
Total	10	0.13636			

Cases Included 11 Missing Cases 0

ตารางที่ 4.32 Unweighted Least Squares Linear Regression of Overall

Predictor Variables	Coefficient	Std Error	T	P	
Constant	8.36113	0.60584	13.8	0.000	
Chlorogenic acid-Green	-0.38521	0.11569	-3.33	0.0088	
R-Squared	0.5519	Resid. Mean Square	(MSE)	0.00634	
Adjusted R-Squared	0.5022	Standard Deviation		0.07960	
Linear regression					
Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	0.07025	0.07025	11.09	0.0088
Residual	9	0.05703	0.00634		
Total	10	0.12727			

Cases Included 11 Missing Cases 0

ตารางที่ 4.33 Unweighted Least Squares Linear Regression of Overall

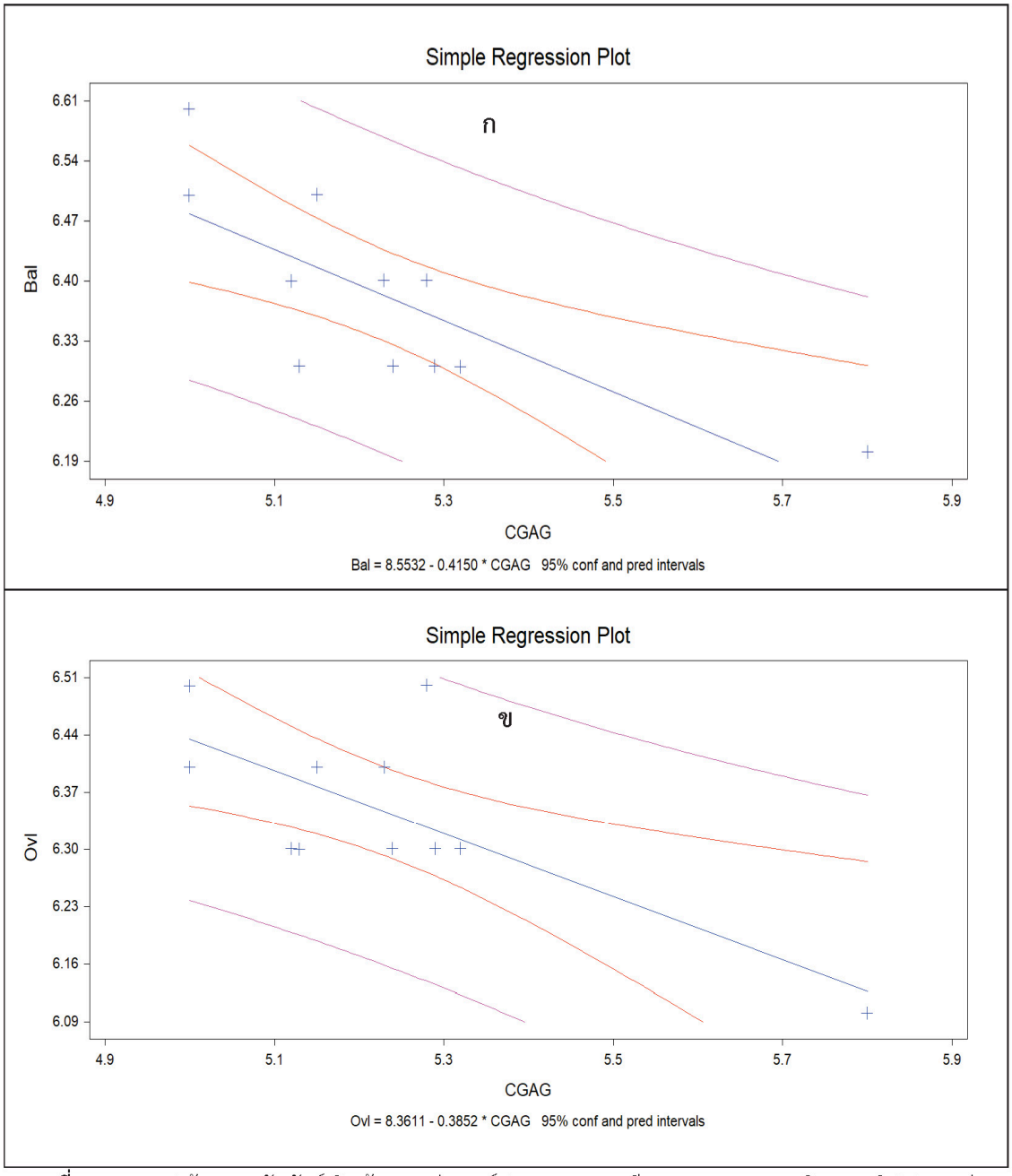
Predictor Variables	Coefficient	Std Error	T	P	
Constant	5.01041	0.45246	11.07	0.0000	
Trigonelline-Green	1.16275	0.39344	2.96	0.0161	
R-Squared	0.4925	Resid. Mean Square	(MSE)	0.00718	
Adjusted R-Squared	0.4361	Standard Deviation		0.08472	
Linear regression					
Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	0.06268	0.06268	8.73	0.0161
Residual	9	0.06459	0.00718		
Total	10	0.12727			

Cases Included 11 Missing Cases 0

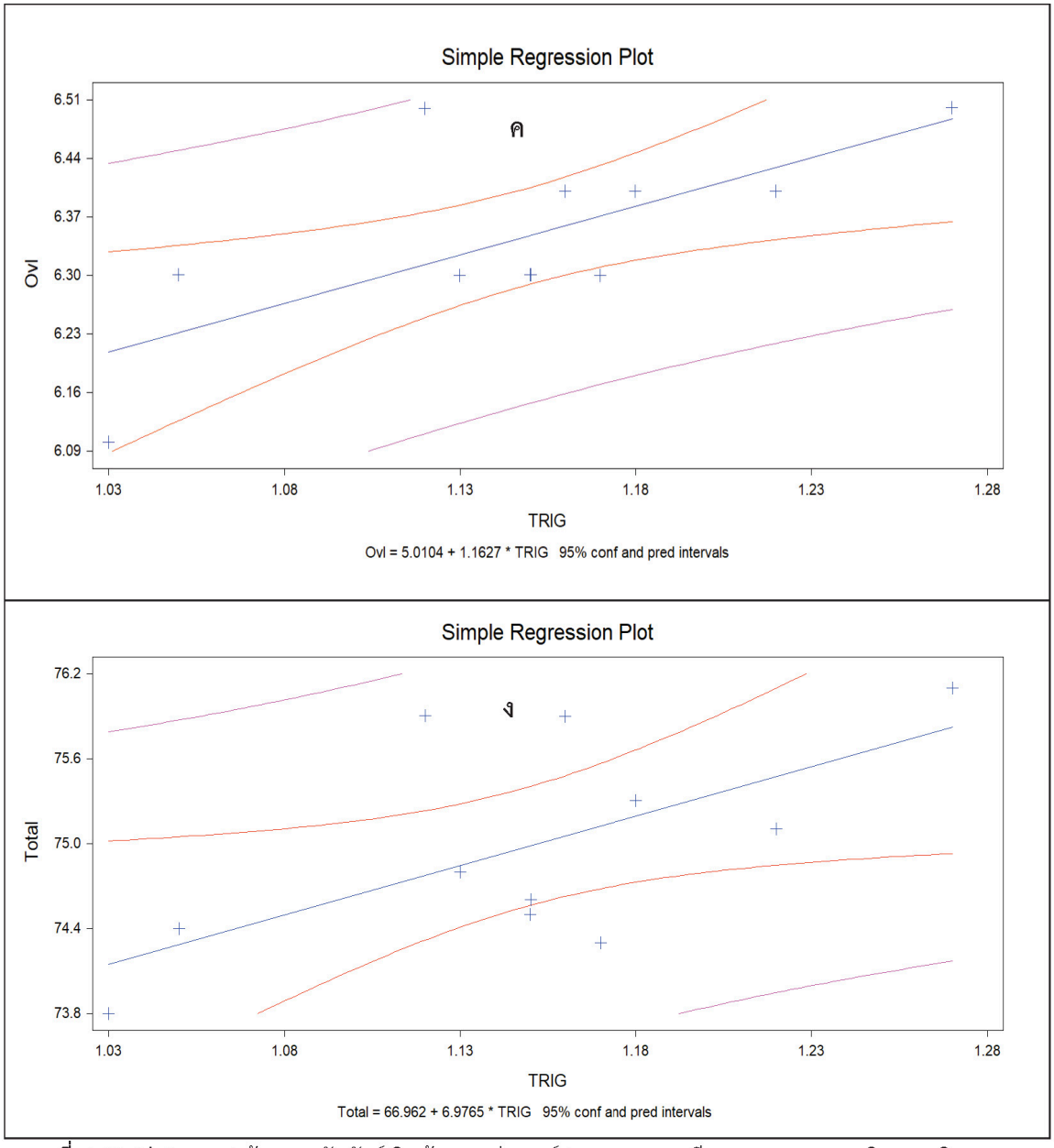
ตารางที่ 4.34 Unweighted Least Squares Linear Regression of Total

Predictor Variables	Coefficient	Std Error	T	P	
Constant	66.9625	3.28525	20.38	0.000	
Trigonelline-Green	6.97647	2.8567	2.44	0.0372	
R-Squared	0.3986	Resid. Mean Square	(MSE)	0.37836	
Adjusted R-Squared	0.3317	Standard Deviation		0.61511	
Linear regression					
Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	2.25657	2.25657	5.96	0.0372
Residual	9	3.40525	0.37836		
Total	10	5.66182			

Cases Included 11 Missing Cases 0



ภาพที่ 4.23 กราฟเส้นความสัมพันธ์เชิงเส้น ระหว่างองค์ประกอบทางเคมีและคะแนนผลการชิมรสชาติ (ก) ระหว่าง Chlorogenic acid ในกาแฟดิบและ Balance (ข) ระหว่าง Chlorogenic acid ในกาแฟดิบและ Overall



ภาพที่ 4.23 (ต่อ) กราฟเส้นความสัมพันธ์เชิงเส้น ระหว่างองค์ประกอบทางเคมีและคะแนนผลการชิมรสชาติ (ค) ระหว่าง Trigonelline ในกาแฟดิบและ Overall (ง) ระหว่าง Trigonelline ในกาแฟดิบและคะแนนรวม (Total)

4.2.11 การระบาดของโรคและแมลงและอาการผิดปกติอื่น ๆ

การบันทึกข้อมูลการระบาดของโรคและแมลงก่อนการเก็บเกี่ยว ในระยะพักตัว และระยะผลกำลังเจริญเติบโต ได้ผลดังตารางที่ 4.29-4.31 พบว่ามีการระบาดของโรคและแมลงบ้าง ดังตารางที่ 4.33

4.2.11.1 หนอนเจาะลำต้น พบการระบาดประปรายที่แปลงกลางแจ้งที่สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ หน่วยแม่ยะน้อย

4.2.11.2 มอดเจาะผลกาแฟ พบเกือบทุกแปลง ยกเว้นแปลงที่สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ หน่วยแม่ยะน้อย ตัวเลขได้นำเสนอแล้วในหัวข้อที่ 4.2.6 (ตารางที่ 4.26)

4.2.11.3 เพลี้ยหอย พบการระบาดของเพลี้ยหอยในแปลงในร่มของศูนย์ป่าเมี่ยง (แปลงนายทวี จันทร์แก้ว) ซึ่งการระบาดนี้เป็นมาตั้งแต่ต้นฤดู และยังคงอยู่จนถึงระยะเก็บเกี่ยว และพบระบาดอย่างรุนแรงในฤดูฝนที่แปลงกลางแจ้งจากสถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ หน่วยแม่ยะน้อย

4.2.11.4 เพลี้ยแป้ง มีการระบาดของเพลี้ยแป้งในแปลงในร่มที่สถานีฯหนองหอย ซึ่งพบระบาดมาตั้งแต่ต้นปีเช่นกัน และเพิ่มความรุนแรงเมื่อภาวะอากาศแห้งในฤดูร้อนและยังคงมีการระบาดในฤดูฝนในเดือนกรกฎาคม

4.2.11.5 ผลแตก พบมีผลแตกจำนวนมากของทุกแปลงที่ทำการศึกษา เนื่องจากมีฝนตกในระยะที่ผลกาแฟสุกแล้ว ผลสุกเมื่อแตกถ้าเก็บไม่ทันผลจะร่วง ทำให้ผลผลิตได้รับความเสียหาย

4.2.11.6 อาการยอดแห้งตาย (Die back) สำหรับอาการยอดแห้งตาย (Die back) ฤดูการเก็บเกี่ยว ปี 2561/62 พบจำนวนน้อย ซึ่งแตกต่างกับฤดูการผลิตของปี 2560/61 ที่ผ่านมา

ตารางที่ 4. 35 ผลการสำรวจความเสียหายจากการทำลายของแมลง โรคและอาการผิดปกติอื่น ๆ ในฤดูหนาว

ศูนย์/สถานี	แปลง	หนอนเจาะต้น	เพลี้ยหอย	เพลี้ยแป้ง	มอดเจาะผล	ผลแตก	ยอดแห้ง	ราสนิม	ราดำ	สาหร่ายบนใบ
ป่าเมี่ยง	กลางแจ้ง	[1]0	0	0	5	3	3	3	1	0
	ในร่ม	0	0	0	5	0	1	3	7	3
ตีนตก	กลางแจ้ง	0	0	0	9	5	1	1	1	0
	ในร่ม	0	0	0	9	0	1	1	1	3
อินทนนท์	กลางแจ้ง	3	0	0	0	0	5	1	0	0
	ในร่ม	0	0	0	0	0	1	1	0	3
ขุนช่างเคี่ยน	กลางแจ้ง	0	0	0	5	3	5	1	0	0
	ร่มเงาไม้ป่า	0	0	0	1	1	1	1	0	1
	ร่มเงาไม้ผล	0	0	0	5	1	3	1	0	1
หนองหอย	กลางแจ้ง	0	0	7	9	3	5	1	5	0
	ในร่ม	0	0	7	9	1	1	1	5	3

หมายเหตุ [1]ตัวเลขที่นำเสนอคือระดับความรุนแรง 0=ไม่พบ 1=พบบ้างเล็กน้อย แต่ไม่ลาม 3=พบประปรายและเริ่มลาม 5=การระบาดปานกลาง 7=การระบาดค่อนรุนแรงมีความเสียหาย 9=ระบาดรุนแรงทำความเสียหายและต้องป้องกันกำจัด

ตารางที่ 4. 36 ผลการสำรวจความเสียหายจากการทำลายของแมลง โรคและอาการผิดปกติอื่น ๆ ในฤดูร้อน

ศูนย์/สถานี	แปลง	หนอนเจาะต้น	เพลี้ยหอย	เพลี้ยแป้ง	มอดเจาะผล	ผลแตก	ยอดแห้ง	ราสนิม	ราดำ	สาหร่ายบนใบ
ป่าเมี่ยง	กลางแจ้ง	[1]0	0	0	0	0	3	0	1	0
	ในร่ม	0	0	0	0	0	1	0	7	0
ตีนตก	กลางแจ้ง	0	0	0	0	0	2	0	1	0
	ในร่ม	0	0	0	0	0	1	0	1	0
อินทนนท์	กลางแจ้ง	3	4	0	0	0	5	0	4	0
	ในร่ม	0	0	0	0	0	1	0	0	0
ขุนช่างเคี่ยน	กลางแจ้ง	0	0	0	0	0	5	0	0	0
	ร่มเงาไม้ป่า	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	ร่มเงาไม้ผล	0	0	0	0	0	3	0	0	0
หนองหอย	กลางแจ้ง	0	0	7	0	0	5	0	5	0
	ในร่ม	0	0	7	0	0	1	0	5	0

หมายเหตุ [1]ตัวเลขที่นำเสนอคือระดับความรุนแรง 0=ไม่พบ 1=พบบ้างเล็กน้อย แต่ไม่ลาม 3=พบประปรายและเริ่มลาม 5=การระบาดปานกลาง 7=การระบาดค่อนรุนแรงมีความเสียหาย 9=ระบาดรุนแรงทำความเสียหายและต้องป้องกันกำจัด

ตารางที่ 4. 37 ผลการสำรวจความเสียหายจากการทำลายของแมลง โรคและอาการผิดปกติอื่น ๆ ในฤดูฝน

ศูนย์/สถานี	แปลง	หนอนเจาะต้น	เพลี้ยหอย	เพลี้ยแป้ง	มอดเจาะผล	ผลแตก	ยอดแห้ง	ราสนิม	ราดำ	สาหร่ายบนใบ
ป่าเมี่ยง	กลางแจ้ง	[1]0	0	0	2	0	0	3	1	0
	ในร่ม	0	0	0	2	0	0	3	7	3
ตีนตก	กลางแจ้ง	0	0	0	4	0	0	1	1	0
	ในร่ม	0	0	0	4	0	0	1	1	3
อินทนนท์	กลางแจ้ง	3	9	0	0	0	0	1	9	0
	ในร่ม	0	0	0	0	0	0	1	0	3
ขุนช่างเคี่ยน	กลางแจ้ง	0	0	0	2	0	0	1	0	0
	ร่มเงาไม้ป่า	0	0	0	1	0	0	1	0	1
	ร่มเงาไม้ผล	0	0	0	2	0	0	1	0	1
หนองหอย	กลางแจ้ง	0	0	7	7	0	0	1	5	0
	ในร่ม	0	0	7	4	0	0	1	5	3

หมายเหตุ [1]ตัวเลขที่นำเสนอคือระดับความรุนแรง 0=ไม่พบ 1=พบบ้างเล็กน้อย แต่ไม่ลาม 3=พบประปรายและเริ่มลาม 5=การระบาดปานกลาง 7=การระบาดค่อนรุนแรงมีความเสียหาย 9=ระบาดรุนแรงทำความเสียหายและต้องป้องกันกำจัด

บทที่ 5
วิจารณ์ผลการวิจัย

เป้าหมายหลักของโครงการวิจัยนี้มี 2 ประการตามวัตถุประสงค์ คือ (1) การศึกษาวิธีการการจัดการแปลงกาแฟปลูกใหม่ที่มีระบบแบบอนุรักษ์ มีการทำขั้นบันได ปลูกหญ้าแฝกระหว่างขั้นบันได ปลูกไม้บังร่มพร้อมกาแฟ โดยศึกษาตั้งแต่เริ่มปลูกจนกระทั่งให้ผลผลิต บันทึก Microclimate การเจริญเติบของต้นกาแฟ การตอบสนองทางสรีรวิทยาบางประการของต้นกาแฟ บันทึกองค์ประกอบผลผลิต และคำนวณปริมาณผลผลิตของแปลงเกษตรกรที่มีการจัดการแปลงประณีตต่างกัน และมีระบบไม้บังร่มต่างกัน (2) การศึกษาข้อมูลต้นแบบการปฏิบัติที่ดี (Best Practice) จากที่เป็นผลการปฏิบัติงานของเกษตรกรเจ้าของสวนหรือสถานีที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลต่างกัน เน้นแปลงกลางแจ้งและภายใต้ร่มเงา โดยบันทึก Microclimate ผลของการจัดการระบบและการจัดการแปลงต่อลักษณะทางสรีรวิทยา ปริมาณผลผลิต และคุณภาพของผลผลิตทั้งทางกายภาพและการชงดื่ม

ผลการศึกษาในปีที่ 4 นี้ เน้นการศึกษาบันทึกและอธิบายข้อมูลสภาพแวดล้อมใกล้ต้นพืช ซึ่งมีผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของกาแฟ การวัดผลผลตอบสนองทางสรีรวิทยาบางประการ การเก็บตัวอย่างกาแฟเพื่อทดสอบคุณภาพ องค์ประกอบทางเคมี และการชิมรสชาติ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลบางอย่างเช่นคุณภาพของกาแฟ เป็นตัวอย่างกาแฟจากฤดูการผลิตปี พ.ศ. 2559/60

ผลงานวิจัยในปีที่ 2 และ 3 จะถูกใช้สำหรับเป็นข้อมูลในการสรุปร่วมของผลงานวิจัยในปีที่ 4 ซึ่งเป็นปีสุดท้ายของโครงการ

5.1 ศึกษาการปลูกกาแฟอราบิก้าภายใต้สภาพร่มเงาร่วมกับการจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ

5.1.1 สภาพทั่วไป

การศึกษาทดลองทำในแปลงของเกษตรกรภายใต้โครงการปลูกกาแฟระบบอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ ความร่วมมือระหว่างโครงการหลวงและบริษัทปิโตรเลียมไทยจำกัด (มหาชน) (ปตท.) ณ สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ บ้านป่าขุนยะ ต.บ้านหลวง อ.จอมทอง จ.เชียงใหม่ เป็นการศึกษาต่อเนื่องจากปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 และ 2561 ได้กำหนดกรรมวิธีศึกษาและติดตามผลเปรียบเทียบ 3 กรรมวิธี โดยเข้าไปเก็บข้อมูลแปลงของเกษตรกร โครงการวิจัยไม่ได้มีการทดลองหรือทำอย่างอื่นเพิ่มเติม

กรรมวิธีที่ 1 ปลูกกาแฟพร้อมไม้บังร่มหรือปลูกไม้บังร่มทีหลัง โดยไม้บังร่มมีขนาดเล็ก ไม่สามารถบังร่มต้นกาแฟได้ เกษตรกรเจ้าของแปลงที่คัดเลือกทำวิจัย มีการจัดการแตกต่างกันมาก คือ

จัดการแบบประณีตตามคำแนะนำของเจ้าหน้าที่ส่งเสริม เช่นแปลงของนายเข่โน ตะจิริ แปลงปลูกมีความลาดชันสูง ไม่มีขั้นบันได ไม่มีแถบหญ้าแฝก แต่เจ้าของมีการจัดการแบบประณีตมาก มีการปลูกถั่วแขกขึ้นค้างตอนต้นฤดูฝน ส่วนแปลงนายบุญ นิยมพงษ์ไพรสิน ตลอดระยะที่เก็บข้อมูลเกษตรกรไม่ได้จัดการแปลงใด ๆ แต่เนื่องจากเป็นกาแฟปลูกใหม่จึงออกดอกติดผลจำนวนมาก และคาดว่าต้นกาแฟจะเสื่อมโทรมอย่างรวดเร็วในระยะเวลาอันสั้น สำหรับแปลงนายศรีละ ดำรงสฤงคาร มีการตัดหญ้าบ้าง แต่การจัดการประณีตน้อยกว่าแปลงนายเข่โน ตะจิริ ปัญหาที่พบคือไม้บังร่มซึ่งเป็นมะขามป้อมที่ปลูกใหม่ในปี พ.ศ. 2561 มีขนาดเล็ก ไม่สามารถบังร่มและลมได้ ในเดือนกรกฎาคม 2562 หลังจากมีพายุ โคนต้นกาแฟโยกคลอนทำให้ต้นกาแฟล้ม

ปัญหาที่เห็นจากการจัดการแปลงกาแฟของเกษตรกรจากกรรมวิธีที่ 1 นี้ คาดได้ว่าเกษตรกรบางรายอาจจะไม่มีความรู้หรือความสนใจในการดูแลแปลงกาแฟ ทำให้ขาดการดูแลเอาใจใส่ นอกจากนั้นอาจจะเกิดจากการวางแผนและผังปลูกตั้งแต่แรก ที่เกษตรกรไม่ได้ปลูกไม้บังร่มทั้งระยะสั้นและระยะยาวพร้อมกับกาแฟ

กรรมวิธีที่ 2 ปลูกกาแฟพร้อมไม้บังร่ม ไม้บังร่มมีขนาดค่อนข้างใหญ่ บังร่มได้บางส่วน แปลงของนายคำรณ แจวจันทึก เป็นแปลงที่มีการผังการปลูกได้ค่อนข้างดี มีกล้วยน้ำว้า อะโวคาโด้และกาแฟอราบิก้า ปลูกอยู่ในพื้นที่เดียวกัน ในปี 2561 ได้มีการปลูกมะขามป้อมเพิ่มขึ้นในพื้นที่ ผลของการจัดการที่ดี ทำให้ต้นกาแฟมีการเจริญเติบโตดีและให้ผลผลิตดี ไม่มากหรือน้อยเกินไป เชื่อว่าจะเป็นผลดีในระยะยาว แปลงของนายศรีลอย พิทักษ์ขัณฑสีมา เป็นแปลงที่มีกาแฟอราบิก้าและกล้วยน้ำว้า เจ้าของแปลงไม่มีการจัดการใด ๆ ตลอดปีที่เก็บข้อมูล แปลงของนายสมพร เสกสิทธิ์วรกุล ในส่วนที่มีกล้วยน้ำว้า เนื่องจากปลูกกล้วยน้ำว้าบนขั้นบันได ทำให้ทึบมาก แสงเข้าไปถึงต้นกาแฟได้น้อย ในเดือนกรกฎาคม 2562 เกษตรกรได้ตัดฟันต้นกล้วยไปเกือบทั้งหมด ซึ่งในการจัดการที่ควรจะเป็นต้องปลูกกล้วยให้ห่างกันมากขึ้น และมีการตัดใบกล้วยออกเป็นระยะ ผลของการจัดการแบบประณีตทำให้ต้นกาแฟการเจริญเติบโตมากกว่ามากกว่าแปลงที่มีการจัดการแบบหยาบ ๆ

ภาพรวมของกรรมวิธีที่ 2 ทั้ง 3 แปลง ทำได้ค่อนข่างดี มีข้อสังเกตเรื่องการวางผังปลูกตั้งแต่แรก เช่นแปลงของนายสมพร เสกสิทธิ์วรกุล ที่ปลูกกล้วยน้ำว้าไว้บนขั้นบันได และปลูกกาแฟและไม้ผลเอาไว้ระหว่างขั้นบันได ที่ถูกต้องควรปลูกกล้วยน้ำว้าไว้ระหว่างขั้นบันได และปลูกกาแฟและไม้ผลไว้บนขั้นบันได

กรรมวิธีที่ 3 ปลูกกาแฟภายใต้ร่มเงาของไม้บังร่มมีขนาดใหญ่ปกคลุมทรงพุ่มของต้นกาแฟ แปลงของนายสุทอง มะก่า ทั้งแปลงที่ 1 2 และ 3 มีการจัดการแปลงบ้าง แต่ไม่ประณีตมาก มีการนำเอาใบไม้มาคลุมโคนต้นในฤดูแล้ง ซึ่งจะช่วยรักษาความชื้นและเมื่อเน่าสลายจะกลายเป็นปุ๋ย แปลงนี้อยู่ภายใต้ร่มเงาของไม้ป่า ทำให้รากไม้และเถาวัลย์รบกวนต้นกาแฟ ทำให้ต้นกาแฟค่อนข้างแกรนเหมือนขาดปุ๋ย ในทางปฏิบัติเกษตรกรอาจจะต้องใส่ปุ๋ยเพิ่มให้ต้นกาแฟ

เกษตรกรที่ปลูกกาแฟในโครงการความร่วมมือระหว่างโครงการหลวงและบริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) เป็นเกษตรกรรายใหม่ที่ไม่เคยปลูกกาแฟมาก่อน ดังนั้นอาจจะไม่เข้าใจอย่างแท้จริงถึงการจัดการแปลงกาแฟในระยะแรกปลูก และเป็นไปได้ว่าเกษตรกรมุ่งไปปลูกพืชล้มลุกเพื่อเงินสดในระยะสั้น เพื่อการครองชีพ ทำให้หลายคนละทิ้งแปลงกาแฟ

ในส่วนของไม้เบิกนำและไม้บังร่ม เช่นกล้วยน้ำว้า อะโวคาโด้ และไม้ป่าอื่น ๆ ที่ให้เกษตรกรปลูกในพื้นที่ของตนเอง เกษตรกรอาจจะมองไม่เห็นคุณค่าหรือคิดว่าไม่มีประโยชน์ จึงขาดการเอาใจใส่ สำหรับอะโวคาโดที่นำไปให้เกษตรกรปลูกเป็นต้นที่ได้จากการเพาะเมล็ด ซึ่งต้องมีการเปลี่ยนยอดพันธุ์ดีเพื่อให้เป็นพันธุ์ที่ผลผลิตมีมูลค่าสูงและสามารถจำหน่ายได้ ต้นอะโวคาโด้ที่อยู่ในแปลงวิจัยพบว่ายังไม่มีการเปลี่ยนยอด แม้ต้นมีต้นขนาดใหญ่แล้วก็ตาม

กล้วยน้ำว้าที่ให้ผลผลิตแล้วมีปริมาณค่อนข้างมาก โครงการหรือชุมชนอาจจะส่งเสริมการแปรรูปในท้องถิ่น ให้สามารถเก็บรักษาได้นาน เพื่อรอการจำหน่าย หรือหาตลาดรองรับที่มีระยะการตัดขายที่แน่นอน เช่นทุกสัปดาห์หรือ 2-3 สัปดาห์ต่อครั้งเป็นต้น

5.1.2 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์อากาศในระบบ

การบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์แบบต่อเนื่องในรอบวันในฤดูหนาว ร้อน และฝน พบว่ากรรมวิธีที่ 3 ซึ่งเป็นแปลงปลูกกาแฟภายใต้ร่มเงาของไม้ป่า มีอุณหภูมิสูงกว่าในเวลากลางคืนและต่ำกว่าในเวลากลางวัน ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ในเวลากลางคืนมีค่าต่ำกว่าแต่ในเวลากลางวันมีค่าสูงกว่า ในฤดูหนาวและฝนการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เป็นไปอย่างช้า ๆ ทำให้สภาพภูมิอากาศใกล้ต้นพืชมีอุณหภูมิต่ำและความชื้นสัมพัทธ์สูง แบบค่อนข้างคงที่ กรรมวิธีที่ 1 และ 2 มีบางช่วงเวลาที่ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำมาก และต่ำกว่าค่าของอุณหภูมิ ทำให้เส้นกราฟเกิดการซ้อนทับกัน แต่เป็นระยะเวลาสั้น ๆ ในฤดูร้อนความชื้นสัมพัทธ์ต่ำมาก บางวันลดต่ำกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่อุณหภูมิช่วงกลางวันก็สูง โดยเฉพาะกรรมวิธีที่ 1 อุณหภูมิสูงกว่า 40 °C

การที่กรรมวิธีที่ 3 ซึ่งปลูกในสภาพใต้ร่มเงาของไม้ป่ามีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในรอบวันน้อยนั้น เชื่อว่าเป็นผลของไม้บังร่มขนาดใหญ่ ซึ่งเป็นเสมือนกันชน (Buffer) ที่ไม่ให้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งต่างจากแปลงกลางแจ้งที่ไม่มีกันชน ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว Bote and Struik (2011)

5.1.3 การระเหยของน้ำ ความเข้มแสง และความชื้นของดิน

น่าจะเป็นแบบเดียวกับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ที่พบว่าในฤดูหนาวและร้อนซึ่งอากาศแห้งอัตราการระเหยของน้ำจากกรรมวิธีที่ 1 ซึ่งเป็นแปลงกลางแจ้งมีมากว่ากรรมวิธีที่ 2 และ 3 ในขณะที่ฤดูฝนนั้นไม่แตกต่างกัน

ความเข้มแสงที่วัดได้ที่ใบของต้นกาแฟกรรมวิธีที่ 1 มีค่ามากสุด ส่วนกรรมวิธีที่ 2 และ 3 มีน้อยกว่า ความเข้มแสงนี้จะมีผลตอบสนองทางสรีรวิทยาในระยะยาว จากตารางที่ 4.12 ความเข้ม

แสงจากกรรมวิธีที่ 2 ลดลงจากกรรมวิธีที่ 1 ประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ทั้ง 3 ฤดู ในขณะที่กรรมวิธีที่ 3 ความเข้มแสงไม่แตกต่างกันมากในแต่ละฤดู แต่แตกต่างจากกรรมวิธีที่ 2 ถึง 85 เปอร์เซ็นต์ใน ในฤดูหนาวและร้อนและแตกต่างกันเพียงประมาณ 6 เปอร์เซ็นต์ในฤดูฝน ร่มเงาที่ลดลงจากแปลงกลางแจ้งประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์มีความเหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของกาแฟ (บัณฑูรย์และคณะ (2539) วรวิทย์ (2531) และสมพล (2535)

ในช่วงที่อากาศแห้งมากอย่างเช่นในฤดูหนาว พบว่าความชื้นของดินจากแปลงที่อยู่ในร่มมีค่ามากกว่าแปลงที่อยู่กลางแจ้ง ส่วนในฤดูร้อนกรรมวิธีที่ 2 มีความชื้นของดินมากสุด อาจจะเป็นผลของกล้วยน้ำว้า อะโวคาโด้ และกาแฟประกอบกัน

5.1.4 การเจริญเติบโตของต้นกาแฟและผลผลิต

ผลการวัดการเจริญเติบโตของต้นกาแฟในตารางที่ 4.1 ถึง 4.3 การเจริญเติบโตของต้นกาแฟ ทั้ง 3 กรรมวิธีคือ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น ความสูง และจำนวนกิ่งแขนงที่ 1 จากกรรมวิธีที่ 2 มีค่ามากกว่ากรรมวิธีที่ 1 และ 3 อาจกล่าวได้ว่ากาแฟเป็นพืชที่ต้องการไม้ร่มเงาบ้าง ดูแลแบบประณีต ยิ่งมีการดูแลมากเท่าไหร่ อัตราการรอดตายและการเจริญเติบโตจะมากขึ้นตาม

องค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.4 ในภาพรวมกรรมวิธีที่ 2 มีองค์ประกอบผลผลิตมากกว่ากรรมวิธีที่ 1 และ 3 แต่ผลผลิตจากรรมวิธีที่ 1 มากกว่า กรรมวิธีที่ 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญ การให้ผลผลิตจากแปลงกลางแจ้งที่ได้มากกว่านี้ ถ้าการจัดการแปลงและการจัดการธาตุอาหารไม่ดี ในฤดูต่อไปต้นกาแฟอาจจะเสื่อมโทรมและเป็นโรคยอดแห้งตาย

ต้นกาแฟที่ปลูกกลางแจ้งมีศักยภาพในการให้ผลผลิตต่อต้นได้มากกว่าแปลงในร่มในอายุเดียวกัน การติดผลมากเกินไปของต้นกาแฟกลางแจ้งเป็นสาเหตุของการเกิดอาการยอดแห้งตาย (Die back) ส่วนกาแฟในร่มหรืออย่างน้อยมีร่มเงาบ้าง ต้นกาแฟจะให้ผลผลิต่อต้นน้อยกว่า และในระยะยาวจะเป็นผลดีต่อต้นกาแฟเอง

5.1.5 การเจริญเติบโตของไม้บังร่ม

ไม้บังร่มที่ปลูกในแปลงจากกรรมวิธีที่ 1 แปลงนายศรีละ ดำรงสฤงคาร เป็นต้นมะขามป้อม ซึ่งนำมาปลูกหลังจากปลูกกาแฟไปแล้ว 1 ปี เป็นไม้ป่า พบว่ามีการเจริญเติบโตดี ส่วนกรรมวิธีที่ 2 ซึ่งเป็นกล้วยน้ำว้า อะโวคาโด มีการดูแลจัดการค่อนข้างดี ต้นไม้ที่ปลูกมีการเจริญเติบโตดี กล้วยน้ำว้าทยอยให้ผลผลิต ส่วนอะโวคาโด ต้นมีขนาดสูงมากกว่า 5 เมตร แต่ต้นที่ปลูกเป็นต้นกล้าที่ได้จากการเพาะเมล็ด ดังนั้นจึงยังไม่ให้ผลผลิต

การปลูกไม้บังร่มกาแฟควรปลูกก่อนต้นกาแฟอย่างน้อย 1 ปี หรืออาจจะหาพืชอายุสั้นที่สามารถบังร่มได้ภายใน 1 ปี เช่นถั่วมะแฮะ การปลูกกาแฟกลางแจ้ง ที่ปลูกต้นฝนต้นกาแฟมักทิ้งใบ

หรือตายหลังจากผ่านหนึ่งฤดูฝนและเข้าฤดูแล้งของปีต่อมา ถ้ามีไม้บังร่มหรือสิ่งบังร่มให้ต้นกาแฟ จะทำให้อัตราการรอดตายเพิ่มขึ้น

5.1.6 การวิเคราะห์ระบบและการจัดการ

แปลงวิจัยนี้อยู่ภายใต้การปลูกในโครงการการปลูกกาแฟระบบอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติร่วมระหว่างโครงการหลวงและบริษัทปิโตรเลียมไทยจำกัด (มหาชน) (ปตท.) ภายใต้การดูแลของสถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ ที่บ้านขุนยะ อ.จอมทอง จ.เชียงใหม่ เป็นกาแฟที่ปลูกใหม่พร้อมกับไม้บังร่ม ทั้งหมดอยู่สภาพกลางแจ้งโดยมีทั้งแปลงที่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และปลูกโดยเกษตรกรที่ไม่มีระบบอนุรักษ์ พื้นที่เหล่านี้ก่อนปลูกกาแฟเกษตรกรใช้พื้นที่ปลูกพืชล้มลุกมาก่อน

มีเกษตรกรที่เข้าใจจัดการระบบกาแฟที่มีไม้บังร่ม และสามารถปลูกพืชล้มลุกระหว่างต้นและแถวของกาแฟและไม้บังร่มได้ดี แต่ก็มีเกษตรกรบางรายเลี่ยงปลูกพืชล้มลุกเฉพาะในพื้นที่ที่ไม่มีต้นกาแฟ ทำให้ขาดโอกาสการใช้ที่ดินที่หลากหลายและผสมผสาน และมีพืชรายได้หลายชนิดจากพื้นที่เดียวกัน จากการวิจัยของพรชัยและสิงหา (2545) วราพงษ์ (2548) และนริศและคณะ (2549) พบว่าแปลงที่มีการปลูกพืชร่วมกับกาแฟ จะทำให้ต้นกาแฟมีอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นมากกว่าแปลงที่ไม่ได้ปลูกพืชล้มลุกร่วม และยังทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้นด้วย

เกษตรกรแต่ละรายจัดการแปลงในระดับความประณีตที่ต่างกัน กลุ่มเกษตรกรที่นำกล้วยน้ำว้าไปปลูกพร้อมกาแฟและไม้บังร่ม กล้วยน้ำว้าเริ่มให้ผลผลิต และใช้เป็นไม้บังร่มได้อย่างดี ทำให้กาแฟมีการเจริญเติบโตดี และให้ผลผลิตก่อนแปลงอื่น ๆ การจัดการแบบนี้ควรได้รับการส่งเสริมสำหรับเกษตรกรรายใหม่ที่จะปลูกกาแฟในพื้นที่โล่ง อย่างไรก็ตามกล้วยน้ำว้าซึ่งเป็นพืชอายุสั้น ควรปลูกระหว่างขั้นบันไดของแปลง และใช้พื้นที่บนขั้นบันไดที่ตัดเป็นขั้น ๆ ปลูกกาแฟและไม้บังร่ม นอกจากนั้นเกษตรกรต้องมีการจัดการกล้วยน้ำว้าด้วย เช่นตัดสางใบไม่ให้ทึบเกินไป ตัดสางหน่อเพื่อลดขนาดของกอ

การวางแผนและการจัดการแปลงปลูกกาแฟของพื้นที่นี้ทำให้เกษตรกรตื่นตัวหันมาปลูกพืชยืนต้นมากขึ้น แต่การนำไม้บังร่มต่างถิ่นที่เกษตรกรอาจจะไม่ได้ใช้ประโยชน์ในระยาวมาปลูกในพื้นที่ เช่นกางขี้มอด (*Albizia odoratissima* (L.f.) Benth.) ซิลเวอร์โอค (Silver oke; *Grevillea robusta*) อาจต้องศึกษาผลกระทบและการยอมรับของเกษตรกรในพื้นที่ในโอกาสต่อไป

สำหรับไม้บังร่มนั้นมีคุณประโยชน์ที่หลากหลาย เป็นไม้เบิกนำก่อนปลูกกาแฟ ป้องกันลม ฝนตกหนัก ป้องกันการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์แบบฉับพลัน เมื่อใบหล่นลงพื้นจะเป็นปุ๋ยให้ต้นกาแฟ แต่ต้องคิดถึงระยะยาวก่อนนำต้นไม้ลงปลูกในพื้นที่ เช่นอาจต้องคำนึงถึงไม้ยืนต้นเพื่ออาหาร สมุนไพรท้องถิ่น ไม้ผลที่สามารถขายหรือรับประทานในครัวเรือนได้ ไม้เพื่อการใช้เนื้อไม้ในการก่อสร้าง ไม้ฟืน ไม้ที่มีส่วนประกอบที่สามารถขายได้ เช่นเปลือกของต้นอบเชย เป็นต้น สำหรับ

ในแง่การอนุรักษ์ กิ่งแห้งและใบป้องกันการชะล้างหน้าดินได้ เมื่อเน่าสลายก็กลายเป็นปุ๋ย และที่สำคัญเพิ่มพื้นที่สีเขียวในพื้นที่ของชุมชน (Bote and Struik, 2011)

ปัญหาที่พบในเดือนกรกฎาคม 2562 คือลมพายุที่มาพร้อมกับพายุโซนร้อนวิภาที่มีลมแรงมาก ทำให้ต้นกาแฟในแปลงเกษตรกร โดยเฉพาะแปลงของนายศรีละ ดำรงสฤงคาร และแปลงนายสมพร เสกสิทธิ์วรกุล โคนต้นโยกคลอน ทำให้เกิดช่องว่างรอบโคนต้นกาแฟ ซึ่งอาจทำให้ต้นกาแฟล้ม ดังนั้นอาจจะต้องตระหนักถึงไม้บังลมในแปลงกลางแจ้งและต้านลม

5.2 การศึกษาต้นแบบการปฏิบัติที่ดี (Best Practice) ในการปลูกกาแฟภายใต้ร่มเงา 5 แห่ง

แปลงวิจัยที่ใช้เก็บข้อมูลจากศูนย์หรือสถานีวิจัยของมูลนิธิโครงการหลวง 3 แห่ง คือศูนย์พัฒนาโครงการหลวงป่าเมี่ยง ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงตีนตก สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ ของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 2 แห่ง คือสถานีวิจัยเกษตรที่สูงขุนช่างเคี่ยน และสถานีวิจัยเกษตรที่สูงหนองหอย แต่ละแปลงและสถานที่มีความเหมาะสมสำหรับการเก็บข้อมูลในระยะยาว ทั้งนี้เพราะแต่ละสถานที่มีความแตกต่างกันของสภาพแวดล้อม ความสูงจากระดับน้ำทะเล พืชพรรณธรรมชาติ ตลอดจนการจัดการของเกษตรกรหรือหน่วยงานเจ้าของแปลงกาแฟ

5.2.1 สภาพทั่วไปของแปลงกาแฟ

แปลงกาแฟที่ใช้ศึกษาแต่ละแปลง เป็นการจัดการตามที่เจ้าของสวนทำมานาน สภาพที่เห็นและข้อมูลสภาพทั่วไปของต้นกาแฟ โครงการวิจัยไม่มีการจัดการเพิ่มเติม ในการเก็บข้อมูลของต้นกาแฟจากทุกศูนย์หรือสถานี ในแปลงกลางแจ้งและในร่มในฤดูการผลิตปี 2562/63 พบว่าในภาพรวมข้อมูลที่ได้จากการวัดขนาด ความสูง จำนวนกิ่งแขนงที่ 1 จำนวนกิ่งติดผล ความยาวกิ่งติดผล ข้อติดผลต่อกิ่ง ความยาวข้อที่ติดผล จำนวนผลต่อข้อ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นตัวอย่างได้จากแปลงกลางแจ้งและในร่มจากศูนย์พัฒนาโครงการหลวงตีนตก ที่มีความแตกต่างกันชัดเจนระหว่างแปลงกลางแจ้งและในร่ม จำนวนผลต่อต้นและผลผลิตต่อต้นที่คำนวณได้ ตัวอย่างจากแปลงกลางแจ้งมีมากกว่าจากแปลงในร่มทุกแปลง ซึ่งหมายถึงแปลงกลางแจ้งทุกแปลงที่ใช้วิจัยในโครงการนี้ให้ผลผลิตต่อต้นมากกว่าแปลงในร่มอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง มีรายงานว่าในสภาพร่มเงาของไม้ป่าธรรมชาติในเม็กซิโก เปอร์เซ็นต์ร่มเงาเกิน 50 เปอร์เซ็นต์ ผลผลิตต่อต้นจะเริ่มลดลง สำหรับในคอสตาริก้า พบว่าผลผลิตจะดีที่สุดที่ร่มเงา 30-45 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามนอกจากผลของความเข้มแสงจากไม้บังร่มแล้ว การบังแสงกันเองของต้นกาแฟก็มีผลต่อผลผลิตของกาแฟเช่นกัน (Soto-Pinto et al, 2000)

5.2.2 การจัดการแปลง

ในสภาพแปลงที่มีการจัดการแบบประณีต เช่นแปลงของ นายตั๋ว จางอรุณ ที่บ้านแม่แจ๋ม ต.แจ้ซ้อน อ.เมืองปาน จ.ลำปาง ซึ่งเป็นแปลงกลางแจ้ง และได้รับการตัดแต่งอย่างหนัก (ทำสาว) เมื่อ ปี พ.ศ. 2558 เจ้าของสวนมีการจัดการแบบประณีต ทำให้ได้ผลผลิตมากกว่า 15 กก. ต่อต้น โดยทั่วไปเกษตรกรขาดการเอาใจใส่แปลงกาแฟ การจัดการไม่ได้ทำอย่างประณีต ทำให้ผลผลิตทั้งในแปลงกลางแจ้งและในร่มต่ำ แปลงในร่มซึ่งมีการเจริญเติบโตช้า ติดผลน้อย ทำให้เกษตรกรไม่ได้ดูแล ยิ่งทำให้ผลผลิตลดลง การจัดการร่มเงาเพื่อให้ได้แสงในปริมาณที่เหมาะสม มีการตัดแต่งกิ่ง จะทำให้ผลผลิตที่ได้มากขึ้นและคุณภาพดีขึ้น

การจัดการแปลงที่ยังคงเป็นปัญหาของชาวสวนกาแฟอราบิก้าไทยคือการจัดทรงต้นและการตัดแต่งกิ่ง การจัดทรงต้นที่ตัดยอด (Topping) ที่ให้มีความสูงจากพื้นดินต่ำกว่า 1.5 เมตร ทำให้ผลผลิตต่อต้นลดลงอย่างมาก (ชวลิต และคณะ 2554) เนื่องจากมีพื้นที่เพื่อการออกดอกติดผลน้อย นอกจากนั้นการตัดยอดทำให้กิ่งแขนงที่ 2 3 และ 4 ออกมาจำนวนมาก ทำให้ทรงพุ่มทึบ แสงเข้าทรงพุ่มไม่ได้ นอกจากติดผลน้อยแล้ว ยังเป็นที่สะสมของโรคและแมลง ตัวอย่างจากแปลงของนายทวี จันทร์แก้ว ที่ศูนย์ฯปาเมี่ยง ที่มีเพลี้ยหอยและราดำตลอดปี ในปี 2561 และ ต้นปี 2562

เกษตรกรไม่นิยมแต่งกิ่งหลังฤดูเก็บเกี่ยว ทำให้ทรงพุ่มทึบ และมักจะเห็นแปลงที่มีต้นกาแฟหลายต้นจากตอต้นเดียวกัน และต้นกาแฟโน้มเข้าหาต้นอื่น ๆ ทำให้ดูเหมือนเป็นกอมากกว่าเป็นต้น ซึ่งส่งผลต่อทั้งปริมาณและคุณภาพของผลผลิต

การเพิ่มผลผลิตของสวนและรักษาคุณภาพของสวนควรเริ่มจากผลผลิตต่อต้น ด้วยการดูแลและตัดแต่งกิ่งให้โปร่ง ตัวอย่างจากงานวิจัยนี้แปลงวิจัยที่เป็นของศูนย์ฯหรือสถานีวิจัย จะไม่พบลักษณะไม่พึงประสงค์ดังกล่าว ทั้งที่สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ สถานีวิจัยเกษตรที่สูงขุนช่างเคี่ยน และสถานีวิจัยเกษตรที่สูงหนองหอย ถ้ามีการจัดการทรงพุ่มอย่างดีอย่างที่สถานีวิจัยเกษตรที่สูงขุนช่างเคี่ยน ผลผลิตต่อต้นจากแปลงกลางแจ้งและในร่มจะมีความแตกต่างกันไม่มาก

5.2.3 ธาตุอาหารในดินและใบ

5.2.3.1 ธาตุอาหารในดิน

ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในดินของทุกแปลงในปีงบประมาณ 2560 พบว่ามี pH เฉลี่ย 4.87 (4.40-5.88) อินทรีย์วัตถุ (OM) เฉลี่ย 5.24% (2.79-9.43) ไนโตเจน (N) เฉลี่ย 0.24% (0.15-0.44) ฟอสฟอรัส (P) เฉลี่ย 168.14 ppm (3.98-484.12) โพแทสเซียม (K) เฉลี่ย 186.92 ppm (72.06-426.31) แคลเซียม (Ca) เฉลี่ย 695.41 ppm (265.70-2179.07) และ แมกนีเซียม (Mg) เฉลี่ย 61.54 ppm (22.27-205.66) ผลการวิเคราะห์นี้เมื่อเทียบกับผลการศึกษาของดุสิตและคณะ (2528) ในการศึกษาคุณสมบัติของดินที่ใช้ปลูกกาแฟในภาคเหนือของประเทศไทย รายงานว่ามี pH

เฉลี่ย 5.2 (4.0-6.2) OM เฉลี่ย 5.3% (2.0-11.7) P เฉลี่ย 15.5 ppm (3.0-43.5) K เฉลี่ย 131.1 ppm (40.0-257.0) Ca เฉลี่ย 807.5 ppm (200-2,280) และ Mg เฉลี่ย 186.0 ppm (60.0-564.0) ในการวิเคราะห์นี้เป็นดินบนพื้นที่สูงจาก 28 แหล่ง ครอบคลุมพื้นที่สูงในภาคเหนือหลังจังหวัด และส่วนใหญ่เป็นแปลงที่เริ่มมีการปลูกกาแฟมาไม่นาน (ตารางที่ 5.1)

จากข้อมูลข้างต้นจะพบว่าธาตุอาหารที่ไม่เคลื่อนย้ายอย่างฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่วิเคราะห์ได้จากดินในแปลงกาแฟมีเพิ่มขึ้นอย่างมาก ฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นมากกว่า 10 เท่า โพแทสเซียมเพิ่มมากกว่า 1.4 เท่า สาเหตุน่าจะเกิดจากการใช้ปุ๋ยสูตรเสมอ เช่น 15-15-15 มาเป็นเวลานาน ทำให้เกิดการสะสมของธาตุทั้งสอง (ตารางที่ 5.1)

แปลงกลางแจ้งทุกแปลงมีปริมาณฟอสฟอรัสมากกว่าแปลงในร่ม ที่ศูนย์ป่าเมี่ยง ตีนตก และอินทนนท์ แปลงกลางแจ้งมีปริมาณธาตุโพแทสเซียมมากกว่าในร่ม แต่ที่สถานีฯขุนช่างเคี่ยนและหนองหอย แปลงในร่มมีปริมาณโพแทสเซียมมากกว่า ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเกษตรกรเจ้าของแปลงกลางแจ้งใส่ปุ๋ยต่อหน่วยพื้นที่ปริมาณมากกว่า ในขณะที่ในสถานีวิจัยจำนวนปุ๋ยที่ใส่ต่อต้นหรือต่อพื้นที่เท่ากัน แต่อัตราการใช้ของต้นกาแฟกลางแจ้งมีมากกว่า

ตารางที่ 5.1 ผลวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดินจากแปลงปลูกกาแฟของดุสิตและคณะ (2528) เทียบกับของโครงการวิจัยนี้ (ชวลิตและคณะ, 2560)

แหล่งข้อมูล	ค่า	pH	OM%	N(%)	P(ppm)	K(ppm)	Ca(ppm)	Mg(ppm)
ดุสิตและคณะ	Mean	5.24	5.27		15.52	131.10	807.50	186.00
(2528)	Min	4.00	2.00		3.00	40.00	200.00	60.00
	Max	6.20	11.70		43.50	257.00	2,280.00	564.00
ชวลิตและคณะ	Mean	4.87	5.24	0.24	168.14	186.92	695.41	61.54
(2560)	Min	4.40	2.79	0.15	3.98	72.06	265.70	22.27
	Max	5.88	9.43	0.44	484.12	426.31	2,179.07	205.66

5.2.3.2 ธาตุอาหารในใบ

ผลวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบทำ 2 ช่วงคือในเดือนธันวาคมซึ่งเป็นระยะก่อนเก็บเกี่ยว และเดือนมีนาคม ซึ่งเป็นระยะพักตัวและพร้อมจะออกดอก ทั้ง 2 ระยะนี้สามารถใช้เป็นดัชนีชี้วัดการขาดธาตุอาหาร ระยะก่อนเก็บเกี่ยวปริมาณธาตุอาหารในใบจะต่ำสุดและมักแสดงอาการขาด ในขณะที่ระยะก่อนออกดอก เป็นระยะที่มีธาตุอาหารในใบมากที่สุด

ระยะก่อนออกดอก (เดือนมีนาคม) ผลวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบพบธาตุ N (2.06-2.98%) Mg (0.11-0.39%) และ Ca (0.90-1.73%) ธาตุทั้ง 3 ชนิดนี้ ตัวอย่างที่ได้จากแปลงในร่มมีความเข้มข้นมากกว่าที่ได้จากแปลงกลางแจ้งในทุกศูนย์หรือสถานี ส่วนธาตุ P (0.13-0.19%) และ K (1.49-3.96%)

ส่วนใหญ่ตัวอย่างจากแปลงกลางแจ้งมีความเข้มข้นมากกว่า ค่าที่วิเคราะห์ได้อยู่ในเกณฑ์ของค่ามาตรฐาน เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานโดย Reuter et al (1997)

ในระยะก่อนเก็บเกี่ยว (เดือนธันวาคม) พบว่าธาตุไนโตรเจนที่ได้จากแปลงในร่มมีความเข้มข้นมากกว่าแปลงกลางแจ้ง ส่วนธาตุอื่น ๆ ไม่ต่างกันชัดเจน แต่เป็นที่น่าสังเกตว่า ส่วนใหญ่ปริมาณธาตุอาหารในใบอยู่ในภาวะปกติ คือไม่ขาดหรือมากจนเป็นพิษ ยกเว้นแปลงกลางแจ้งที่สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ที่ขาดฟอสฟอรัสและแมกนีเซียมเมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานโดย Reuter et al (1997) โดยเฉพาะอย่างยิ่งแปลงกลางแจ้ง

ความเข้มข้นของธาตุอาหารทุกแปลงที่เก็บตัวอย่างอยู่ในสภาวะที่ไม่ขาด (Deficient) ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมจากแปลงกลางแจ้งมีความเข้มข้นมากกว่า ในขณะที่แปลงในร่มให้ไนโตรเจน แคลเซียมและแมกนีเซียมมากกว่า การวิเคราะห์นี้สอดคล้องกับผลงานของชวลิตและคณะ (2547) ที่พบว่าความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบตอนต้นปีหรือระยะออกดอกจนถึงระยะผลเจริญเติบโตมีความเข้มข้นมาก และลดลงจนอยู่ในสภาวะขาดในเดือนตุลาคม และพฤศจิกายน ซึ่งเป็นระยะที่ผลใกล้สุก ผลวิเคราะห์นี้จะช่วยการใส่ปุ๋ยให้ถูกระยะเวลาของต้นกาแฟที่ให้ผลผลิต

การวิเคราะห์แบบนี้ควรทำซ้ำทุกเดือนในรอบปี เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครอบคลุมตลอดอายุการแขวนต้นของผล เพื่อใช้สำหรับการแนะนำการให้ปุ๋ยและสูตรปุ๋ยสำหรับเกษตรกร และอาจต้องแนะนำให้ใส่ปุ๋ยครั้งสุดท้ายของปีให้ช้าออกไป เพื่อให้ต้นกาแฟไม่ขาดปุ๋ยในระยะเก็บเกี่ยว และมีการสะสมอาหารเพื่อการออกดอกติดผลในฤดูต่อไป

5.2.4 สภาพแวดล้อมใกล้ต้นพืช (Microclimate)

5.2.4.1 ภาพรวมของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

อุณหภูมิอากาศในฤดูหนาวและร้อนมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมากในช่วงเวลากลางวันและกลางคืน โดยเฉพาะอย่างยิ่งแปลงกลางแจ้ง ส่วนในฤดูฝนมีความแตกต่างกันน้อยตลอดวัน เป็นที่น่าสังเกตว่าแปลงที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงตีนตกของนายตั๋ว จางอรุณ ซึ่งเป็นแปลงกลางแจ้งที่มีการจัดการแบบประณีต และนายสุวรรณ มูลคำดี ซึ่งปลูกภายใต้ร่มเงาไม้ผลขนาดใหญ่ มีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ไม่ต่างกันมาก และอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่วัดได้ในปี 2562 แตกต่างจากปี 2560 ที่ทั้ง 2 แปลง มีความแกตกต่างกันมาก คาดว่าเกิดจากการจัดทรงต้นและการตัดแต่งของแปลงนายตั๋ว ที่ทำให้ต้นกาแฟบังร่มกันเอง และมีสภาวะแวดล้อมภายในแปลงเหมาะสม

อาจสรุปได้ว่าลักษณะพื้นที่ พืชพรรณธรรมชาติและความสูงจากระดับน้ำทะเลมีผลต่ออุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ที่ความสูงจากระดับน้ำทะเลมาก ๆ เช่นที่สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์มีอุณหภูมิต่ำและความชื้นสัมพัทธ์สูง อุณหภูมิต่ำขณะที่ผลกาแฟกำลังเจริญเติบโต Bertrand et al

(2012) ซึ่งทำวิจัยที่เกาะรียูเนี่ยน รายงานว่าอุณหภูมิต่ำในขณะที่ผลกาแฟกำลังเจริญเติบโตมีผลโดยตรงต่อองค์ประกอบของสารหอมระเหยในเมล็ดกาแฟดิบ และมีผลต่อกลิ่นและรสชาติของกาแฟ

5.2.4.2 ผลวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแปลงกลางแจ้งและในร่ม กับ Microclimate

โดยทั่วไปการวัดความเข้มแสงที่มาตกกระทบกับใบกาแฟนั้น มักจะวัดเปอร์เซ็นต์ของแสงที่เหลือหลังจากมีร่มเงามาบดบัง โดยให้สภาพกลางแจ้งเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ ผลตอบสนองทางสรีรวิทยาและสัณฐานวิทยาของกาแฟที่เกิดจากความเข้มแสง ได้แก่ รูปทรงของทรงพุ่ม ความสูงของต้น ความยาวของกิ่ง ความยาวของข้อ ขนาดใบ พื้นที่ใบ ความหนาของใบ น้ำหนักหรือพื้นที่จำเพาะของใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ สารสังเคราะห์ที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์แสง ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบ และผลผลิตต่อต้นตลอดจนคุณภาพของผลผลิต (บัณฑูรย์และคณะ (2539), วรวิทย์ (2531), สมพล (2535), Barradas and Fanjul (1986) Bertrand et al (2012) และ Araujo et al (2008))

มีรายงานการวิจัยผลของร่มเงาและกลางแจ้งจำนวนมาก แต่ไม่ค่อยพบรายงานความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมใกล้ต้นพืชต่อการเจริญเติบโต การให้ผลผลิตและคุณภาพของผลผลผลิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสภาพแวดล้อมของกาแฟบนพื้นที่สูงของไทย จากการวัดสภาพแวดล้อมใกล้ต้นกาแฟ (Microclimate) ของงานวิจัยครั้งนี้พบว่า ในสภาพกลางแจ้ง เวลากลางวันอุณหภูมิจะสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว บางแห่งสูงกว่า 40 °C แต่พอถึงเวลากลางคืน ก็จะลดลงอย่างรวดเร็วเช่นกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูหนาวและร้อน ในขณะที่อุณหภูมิของแปลงในร่ม ค่อย ๆ ขึ้นและลดลงอย่างช้า ๆ สำหรับในฤดูฝนพบว่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์จากแปลงกลางแจ้งและในร่ม ไม่แตกต่างกันมากทั้งเวลากลางวันและกลางคืน

1) ร่มเงาและความเข้มแสง องค์ประกอบหลักที่มีผลต่อปริมาณและคุณภาพของผลผลิตคือ สิ่งแวดล้อม สายพันธุ์และการจัดการ สำหรับสิ่งแวดล้อมแบบมหภาค (Macroclimate) ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ แต่สามารถจัดการเพื่อให้สิ่งแวดล้อมระดับจุลภาค (Microclimate) เหมาะสมกับการให้ผลผลิตและคุณภาพของผลผลิตได้ เช่นการจัดการร่มเงา เพื่อปรับสภาพแวดล้อมรอบต้นพืชไม่ให้มีการเปลี่ยนแปลงมากหรือน้อยเกินไปจนกระทบกับการสังเคราะห์แสง และการเจริญเติบโต ร่มเงาที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วง 23-38 เปอร์เซ็นต์ ผลผลิตกาแฟจะยังคงที่จนถึงร่มเงาที่ 48 เปอร์เซ็นต์ แต่สภาพร่มเงาเกิน 50 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ผลผลิตเริ่มลดลง (Soto-Pinto et al, 2000)

ผลการวิจัยนี้พบว่าแปลงในร่มส่วนใหญ่ทั้งที่เป็นร่มเงาของไม้ป่าและร่มเงาไม้ผลความเข้มแสงที่วัดได้จากแปลงในร่มมีความเข้มแสงน้อยกว่าแปลงกลางแจ้งมาก ในฤดูหนาววัดได้ 2.37-51.69 เปอร์เซ็นต์ ฤดูร้อนวัดได้ 3.70-25.17 เปอร์เซ็นต์และและฤดูฝนวัดได้ 6.20-38.95 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามค่าที่วัดได้ในหน่วย LUX จากแปลงในร่มในฤดูหนาว ร้อน และ ฝน มีค่าระหว่าง 1,375-4,705, 1,628-5,740 และ 668-3,896 LUX (25.44-87.04, 30.12-106.19 และ 12.358-72.08 μmol

(photons) $m^{-2}s^{-1}$ of PAR) ตามลำดับ ซึ่งไม่น้อยเกินไปสำหรับแปลงกาแฟในร่ม (Araujo et al ,2008)

ร่มเงาทำให้ลดปริมาณการติดผลต่อต้น (Fruit load) โดยมีผลต่อทางสรีรวิทยา เช่นข้อยาวมากขึ้น ข้อติดผลต่อกิ่งน้อยลง จำนวนของดอกต่อข้อลดลง ทำให้ผลมีขนาดใหญ่ และคุณภาพดีขึ้น ซึ่งเชื่อว่าเกิดจากการลดความเครียดจากสิ่งแวดล้อมโดยร่มเงา ทำให้ผลกาแฟมีเวลาสะสมสารหอมระเหยนานขึ้น เนื่องจากร่มเงาทำให้สุกช้ากว่า (Beer et al, 1998, Decazy et al, 2003 and Muschler, 2001) ในงานวิจัยนี้พบว่าผลกาแฟต่อ 100 ผลจากแปลงในร่มหนักกว่าที่ได้จากแปลงกลางแจ้ง

ในสภาพร่มเงาที่ต่างกัน Cheng et al (2016) สรุปว่า น้ำหนักต่อผลของผลสด ขนาดเมล็ด และน้ำหนักของเมล็ด ความพึงพอใจของผู้ดื่มกาแฟ (Preference) ปริมาณคาเฟอีน (Caffeine) ปริมาณ Sucrose และ ปริมาณไขมัน (Lipids or fat) จะมีเพิ่มขึ้นตามความเข้มของร่มเงาที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่ปริมาณ Trigonelline และปริมาณ Chlorogenic acids จะลดลงเมื่อเพิ่มร่มเงา

2) อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ในภาพรวมของการศึกษาครั้งนี้อุณหภูมิสูงสุดแปลงกลางแจ้งจะมีค่าสูงสุดสูงกว่าแปลงในร่ม แต่ค่าต่ำสุดในร่มจะสูงกว่าแปลงกลางแจ้ง อาจอธิบายได้ว่าการเปลี่ยนแปลของอุณหภูมิแปลงกลางแจ้งเป็นไปอย่างรวดเร็ว เนื่องจากไม่มีร่มเงาเป็นกันชน (buffer) ส่วนในร่มเมื่ออุณหภูมิสูงมาก ๆ ในช่วงเวลากลางวัน หรือต่ำมากในช่วงเวลากลางคืน มีร่มเงาของไม้หรือสิ่งแวดล้อมบริเวณนั้นช่วยเป็นเสมือนกันชนไม่ให้สูงหรือต่ำเกินไป ความชื้นสัมพัทธ์ก็มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะเดียวกัน ซึ่งเชื่อว่ามีผลต่อการเจริญเติบโต การให้ผลผลิตและคุณภาพของผลผลิตในระยะยาว Bote and Struik (2011) ซึ่งทำวิจัยในเอธิโอเปียและสรุปว่า อุณหภูมิดิน เข้มแสงในแปลงกลางแจ้งมีมากกว่าในร่ม ส่วนความชื้นสัมพันธ์ ในแปลงกลางแจ้งจำต่ำว่าในร่ม ในขณะที่อุณหภูมิเฉลี่ยไม่ต่างกันมาก

โดยสรุปการวัดสภาพแวดล้อมใกล้ต้นพืชของแปลงกาแฟจากสถานีต่าง ๆ ในสภาพกลางแจ้งและร่มเงาของโครงการวิจัยนี้ วิเคราะห์ได้เฉพาะบางส่วน เนื่องจากการเก็บข้อมูลลักษณะทางสรีรวิทยาของต้นกาแฟ ปริมาณผลผลิตต่อต้น และคุณภาพของผลผลิตทั้งทางกายภาพ เคมี และการชงดื่ม

อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเข้มแสงและความชื้นในดิน เป็นปัจจัยร่วมที่มีผลต่อกระบวนการทางชีวเคมีภายในต้นพืชที่แยกออกจากกันไม่ได้ และส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืชในระยะยาว เนื่องจากต้องใช้ร่วมกันตลอดเวลา การเพิ่มขึ้นและลดลงอย่างรวดเร็วของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในระหว่างวัน อาจมีผลโดยตรงต่อการหยุดและเร่งกระบวนการทางชีวเคมี โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสังเคราะห์แสง และการสะสมสารสังเคราะห์จากกระบวนการสังเคราะห์แสง อุณหภูมิที่สูงกว่า 24 °C ทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงลดลง และจะหยุดเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 34 °C

ในการวัดอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 พบว่าที่อุณหภูมิ 10 °C มีอัตราการแลกเปลี่ยนมากกว่าที่ 35 °C (Kumar and Tiezen., 1976, Nunes et al. 1968) ส่วน Barros et al. (1997) สรุปว่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศเป็นปัจจัยจำกัดของการการปิดเปิดของปากใบ ส่วนความเข้มแสงนั้นพบว่า ต้นกาแฟที่ปลูกกลางแจ้งจะมีศักยภาพในการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 มากกว่า Farqubar et al. (1989) พบว่าอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซของใบกาแฟในร่มถูกจำกัดด้วยความเข้มของแสง แต่ก็มีรายงานจำนวนหนึ่งที่บอกว่ากาแฟที่ปลูกในร่มและกลางแจ้งมีอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 ไม่ต่างกัน (Kumar and Tieszen, 1980) Carelli et al. (1999) พบว่าอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซจากใบที่อยู่กลางแจ้งและร่มเงา 50 % ไม่ต่างกัน แต่แตกต่างจากที่ปลูกในสภาพร่มเงา 80 % DaMatta et al. (2002) พบว่านอกจากความเข้มแสงแล้วยังมีปัจจัยของธาตุอาหาร โดยเฉพาะไนโตรเจน โดยพบว่าต้นกล้ากาแฟที่นำออกจากเรือนเพาะชำไปไว้กลางแจ้งเป็นเวลา 130 วัน มีชีวิตรอดได้ ถ้าให้ไนโตรเจนเพิ่ม แต่กลุ่มที่ไม่ได้ให้ไนโตรเจนตายทั้งหมด

การที่อุณหภูมิขึ้นและลงอย่างรวดเร็วนี้ อาจมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของต้นพืชและการให้ผลผลิตในระยะยาว เนื่องจากอุณหภูมิมีผลเร่งหรือชะลอกระบวนการทางชีวเคมีตามกฎ Q_{10} ที่ระบุว่าเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น 10 °C ปฏิกิริยาทางเคมีจะเพิ่มเป็น 2 เท่า แต่ถ้าอุณหภูมิสูงเกินไปจะมีผลต่อการปิดเปิดของปากใบ ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการสังเคราะห์แสง และมีผลโดยตรงทั้งต่อการเจริญทางกิ่งใบ การเจริญของระบบราก และผลผลิตในระยะยาว

ความชื้นสัมพัทธ์อากาศจะขึ้นและลงตรงข้ามกับอุณหภูมิ โดยแปลงกลางแจ้งความชื้นสัมพัทธ์ในเวลากลางวันจะลดลงอย่างรวดเร็ว และขึ้นอย่างรวดเร็วในเวลากลางคืน แปลงกลางแจ้งในฤดูหนาวและร้อนในช่วงเวลากลางคืนความชื้นสัมพัทธ์จะสูงกว่าแปลงในร่ม ทั้งนี้คาดว่าเกิดจากน้ำค้างลงหรืออาจเป็นหมอก ทำให้ความชื้นในอากาศมีมาก สำหรับในฤดูฝนความชื้นสัมพัทธ์ไม่แตกต่างกันมากระหว่างกลางวันและกลางคืนและไม่แตกต่างกันระหว่างแปลงกลางแจ้งและในร่ม Barros et al. (1997) พบว่าในสภาพแวดล้อมที่ปัจจัยอื่นเกี่ยวกับการสังเคราะห์ไม่ถูกจำกัด ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศเป็นปัจจัยจำกัดของการการปิดเปิดของปากใบ พบว่าการตอบสนองนี้เป็นไปอย่างรวดเร็ว ซึ่งเชื่อว่าเป็นผลดีกับต้นกาแฟ ในการปรับตัวต่อสภาพที่ดินมีน้ำน้อย กล่าวคือปากใบจะปิดเพื่อไม่ให้คายน้ำ แต่การปิดของปากใบก็มีผลโดยตรงกับการสังเคราะห์แสงและการการเจริญเติบโต ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Bote and Struik (2011) ร่มเงาช่วยป้องกันต้นกาแฟจากการเปลี่ยนสภาวะอากาศที่ไม่เหมาะสมแบบทันที เช่นอุณหภูมิสูงเกินและความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ งานวิจัยนี้ไม่ได้วัดอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ แต่เชื่อว่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์อากาศในรอบวันแบบฉับพลัน ส่งผลต่ออัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซที่แตกต่างกันระหว่างแปลงกลางแจ้งและในร่ม

3) ความชื้นของดินและการระเหยของน้ำ ความชื้นของดินที่วัดได้ในฤดูหนาว ร้อน และฝน มีความแตกต่างกันน้อย เชื่อว่าเกิดจากการเก็บข้อมูลเพียงครั้งเดียว ดังนั้นจึงไม่พบเห็นการเปลี่ยนแปลง งานวิจัยในโอกาสต่อไปอาจต้องวัดข้อมูลแบบต่อเนื่อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะที่เปลี่ยนจากฤดูฝนไปเป็นฤดูหนาวและร้อน เพื่อดูแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่เกิดระหว่างแปลงกลางแจ้งและในร่มในช่วงระยะเวลาหนึ่ง อาจเห็นความแตกต่างหรือแนวโน้มของความแตกต่าง ซึ่งอาจมีผลต่อการเจริญเติบโตและการออกดอกติดผลของต้นกาแฟ

สำหรับการระเหยของน้ำพบว่าโดยรวมแล้วแปลงกลางแจ้งมีอัตราการระเหยของน้ำมากกว่า

ความเข้มของแสงเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญมากในการจัดการร่มเงาให้ต้นกาแฟ แสงมากเกินไป เช่นแปลงกลางแจ้ง ทำให้ต้นกาแฟออกดอกติดผลจำนวนมาก และเสื่อมสภาพอย่างรวดเร็ว ความเข้มแสงน้อยเกินไป ทำให้กระบวนการทางชีวเคมีในพืชเกิดน้อย มีผลให้ต้นกาแฟออกดอกติดผลน้อย ในแปลงที่มืดมากต้นกาแฟอาจจะไม่ติดผลเลย แต่ต้นกาแฟจะสามารถยืนต้นได้แบบนั้น จนกว่าสภาพแสงจะมีอย่างเพียงพอ

5.2.5 วิเคราะห์ผลของ Microclimate และร่มเงาต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและคุณภาพของผลผลิต

กาแฟเป็นผลิตภัณฑ์ที่มูลค่าขึ้นอยู่กับรสชาติ ยิ่งทำให้รสชาติดีและมีความพิเศษมากเท่าไหร่จะยิ่งทำให้ราคาแพงขึ้นและเพิ่มยอดขายได้มากขึ้น ในการวิเคราะห์คุณภาพของกาแฟ จะวิเคราะห์ 3 ลักษณะ คือรูปลักษณ์ภายนอกหรือลักษณะทางกายภาพ องค์ประกอบทางเคมี และการชิมรสชาติ การจัดการสวนกาแฟเพื่อผลิตกาแฟที่มีคุณภาพคือการทำให้ผลผลิตถึงผู้บริโภคที่พร้อมด้วยลักษณะทั้งสาม อย่างไรก็ตามคุณภาพการชงดื่มที่ยอดเยี่ยมของกาแฟ มาจากปัจจัยร่วมหลายอย่าง เช่นสายพันธุ์ สิ่งแวดล้อมและการจัดการแปลง

ลักษณะทางกายภาพใช้ประสาทสัมผัสในการเปรียบเทียบร่วมกับเครื่องมือ เช่นสีของเมล็ด กลิ่น ความผิดปกติ การทำลายของโรคและแมลง ความเสียหายจากเครื่องมือแปรรูป ส่วนการวิเคราะห์ทางเคมี มีองค์ประกอบของสารเคมี 2 กลุ่ม คือสารที่เพิ่มคุณภาพทำให้คุณภาพดี เช่น Caffeine, Sucrose, Lipids or fat, Trigonelline และ Chlorogenic acids ส่วนสารที่ทำให้คุณภาพด้อยเช่น caffeoylquinic acids (predominantly 5-caffeoyilquinic acid), feruloylquinic acids, และ อนุพันธุ์ของสารกลุ่มนี้ (Farah et al, 2006) สำหรับการชิมรสชาติต้องเป็นผู้เชี่ยวชาญที่ได้รับการฝึกมาอย่างดี

ผลตอบสนองที่ชัดเจนจากการทดลองนี้คือ ในสภาพร่มเงาซึ่งมีความเข้มแสงน้อย ใบกาแฟจะมีขนาดใหญ่ น้ำหนักต่อใบมาก แต่เมื่อนำหาค่า Specific leaf weight แล้ว จะพบว่ามีค่าน้อยกว่า ซึ่ง

ค่า SLW ที่ต่ำกว่านี้แสดงว่าส่วนที่ขยายออกของแผ่นใบนี้อาจทำให้ใบบางลงหรืออาจมีการสะสมอาหารที่ใบน้อยกว่า

5.2.6 ผลตอบสนองทางสรีรวิทยาบางประการ

ในระยะก่อนเก็บเกี่ยว ก่อนออกดอกและระยะที่ผลกำลังเจริญเติบโตบนต้น กาแฟมีพื้นที่ใบเฉลี่ย 64.33-136.91, 75.48-127.50 และ 48.06-136.19 cm^2 ตามลำดับ แปลงในร่มมีพื้นที่ใบต่อใบมากกว่ากลางแจ้งอย่างมีนัยสำคัญ น้ำหนักแห้งต่อใบเฉลี่ยในระยะก่อนเก็บเกี่ยว ก่อนออกดอกและระยะผลกำลังเจริญเติบโต 0.72-1.21, 0.76-1.39 และ 0.45-0.83 กรัม ตามลำดับ ส่วนมากแปลงกลางแจ้งมีค่าน้อยกว่าในร่ม ค่า Specific leaf area (SLA) วัดได้ 61.63-142.20, 84.23-157.15 และ 87.58-178.38 g cm^{-2} ตามลำดับ แปลงในร่มให้ค่ามากกว่ากลางแจ้ง ค่า Specific leaf weight (SLW) วัดได้ 7.72-16.82, 6.47-12.04 และ 5.89-12.09 mg cm^{-2} ตามลำดับ กลางแจ้งให้ค่ามากกว่าในร่ม

จากข้อมูลนี้อาจกล่าวได้ว่าใบกาแฟกลางแจ้งซึ่งติดผลจำนวนมาก มีประสิทธิภาพการสังเคราะห์มากกว่าใบในร่ม ทำให้มีการสะสมน้ำหนักแห้งต่อหน่วยพื้นที่ใบได้มากกว่า หรืออาจเป็นไปได้ว่าใบกาแฟในร่มซึ่งมีขนาดใหญ่กว่า อาจจะสังเคราะห์แสงเท่าที่ผลจะนำไปใช้ โดยคำนึงถึง Sink and Source สำหรับขนาดของใบที่ได้จากแปลงในร่มมีขนาดใหญ่กว่าแปลงกลางแจ้ง อธิบายได้ว่าเมื่อมีความเข้มของแสงน้อย ใบจะปรับตัวเพื่อเพิ่มพื้นที่รับแสง จึงขยายขนาด การขยายขนาดนี้ Bote and Struik (2011) พบว่ามีอัตราการสังเคราะห์มากกว่า อุณหภูมิของใบกาแฟในร่มน้อยกว่าและพบว่ามี Photosynthetically active radiation (PAR) น้อยกว่า

5.2.7 การระบาดของโรคและแมลง

ตลอดเวลาที่ทำการวิจัยในแปลงของเกษตรกรหรือแปลงของสถานี พบการระบาดของแมลงที่สำคัญดังนี้

5.2.7.1 มอดเจาะผลกาแฟ พบเกือบทุกแปลงในระยะผลกำลังเจริญเติบโต ตั้งแต่เดือนกรกฎาคมเป็นต้นไปจนถึงฤดูเก็บเกี่ยวผลผลิต การระบาดมีตั้งแต่ 1.29-43.00 เปอร์เซ็นต์ แปลงที่ไม่พบการระบาดคือที่สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ หน่วยแม่ยะน้อย ตัวอย่างจากศูนย์พัฒนาโครงการหลวงตีนตก แปลงในร่มระบาดมากกว่าแปลงกลางแจ้ง ในขณะที่สถานีวิจัยเกษตรที่สูงขุนช่างเคี่ยนและหนองหอย แปลงกลางแจ้งระบาดมากกว่าในร่ม สถานีวิจัยเกษตรที่สูงหนองหอยมีการระบาดค่อนข้างรุนแรงมาหลายปี อาจใช้เป็นตัวชี้วัดว่าแปลงกลางแจ้งมีเปอร์เซ็นต์การทำลายมากกว่าในร่ม สำหรับในแปลงของเกษตรกรเชื่อว่าขึ้นอยู่กับความประณีตละเอียดของการจัดการของแต่ละคน

5.2.7.2 เพลี้ยหอยและราดำ พบระบาดทุกแปลงในทุกศูนย์หรือสถานีที่ทำการวิจัย ความรุนแรงมากน้อยไปตามฤดูกาล เช่นแปลงของนายทองอินทร์ จันทร์แก้ว ที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงตีนตก ที่ระบาดตลอดฤดูฝนของปี 2561 แต่ในปี 2562 ความรุนแรงลดลง ในขณะที่แปลงของนายสุวรรณ เทโวขัติ ซึ่งเป็นแปลงกลางแจ้งและอยู่ติดกัน ไม่พบการระบาดของเพลี้ยหอยและราดำ

5.2.7.3 เพลี้ยแป้ง พบระบาดมากทั้งในแปลงกลางแจ้งและในร่ม ที่สถานีเกษตรที่สูงหนองหอย ความรุนแรงจะเพิ่มขึ้นเมื่อเข้าสู่หนาวและร้อน ในขณะที่ฤดูฝนความรุนแรงจะลดลง

5.2.8 ลักษณะทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของผลผลิตกาแฟ

น้ำหนักของกาแฟผลสด กาแฟกะลา และสารกาแฟ ต่อ 100 ผลหรือเมล็ด ที่วัดได้ จะบ่งบอกถึงขนาดและความแน่นของเนื้อ ซึ่งคือคุณภาพอย่างหนึ่งของกาแฟ ผลงานวิจัยนี้มีความแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ ตัวอย่างจากศูนย์ป่าเมี่ยง ตีนตก และอินทนนท์ แปลงกลางแจ้งมีน้ำหนักของผลสดต่อ 100 ผล มากกว่าแปลงในร่ม ส่วนตัวอย่างจากสถานีฯช่างเคี่ยน กลางแจ้งเบากว่าในร่ม และสถานีหนองหอยให้ค่าไม่ต่างกัน สำหรับน้ำหนักกะลาและสารกาแฟ 100 เมล็ด ความแตกต่างไม่เป็นไปทิศทางเดียวกันจากแต่ละพื้นที่ รายงานนี้เนื้อหาบางส่วนแตกต่างจากที่ Bote and Struik (2011) ที่รายงานว่าผลผลิตและคุณภาพของผลผลิตจากแปลงในร่มดีกว่าแปลงกลางแจ้ง

องค์ประกอบทางเคมี ในการวิเคราะห์ปริมาณ Caffeine, Chlorogenic acid และ Trigonelline ในกาแฟดิบและกาแฟคั่ว โดยวิธีการ High Performance Liquid Chromatography (HPLC) พบว่ามีในกาแฟดิบ มี Caffeine 1.35-1.40% Chlorogenic acid 4.94-5.84% และ Trigonelline 0.96-1.23% ส่วนใหญ่ตัวอย่างจากแปลงกลางแจ้งมี Caffeine และ Trigonelline มากกว่าตัวอย่างจากแปลงในร่ม แต่แปลงในร่มให้ค่าของ Chlorogenic acid มากกว่า ส่วนกาแฟคั่วพบ Caffeine 0.57-1.03% Chlorogenic acid 0.68-1.49% และ Trigonelline 1.31-1.82% ตัวอย่างจากแปลงกลางแจ้งจากศูนย์ฯป่าเมี่ยงและตีนตก มีค่าของสารทั้ง 3 ชนิดมากกว่าตัวอย่างจากแปลงในร่ม แต่ตัวอย่างจากสถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ ขุนช่างเคี่ยนและหนองหอยได้ค่าตรงกันข้าม กล่าวคือตัวอย่างจากแปลงในร่มให้ค่าสูงกว่าตัวอย่างจากแปลงกลางแจ้ง สารเคมีทั้ง 3 ชนิด จะบ่งบอกคุณภาพของรสชาติการชงดื่ม มีงานวิจัยจำนวนมากสรุปว่า องค์ประกอบทางเคมีภายในเมล็ดกาแฟสามารถใช้บ่งชี้คุณภาพการชงดื่มได้ เช่น Caffeine, trigonelline, chlorogenic acids และ sucrose พบว่ามีผลต่อคุณภาพการชงดื่ม อาจจะเสริมให้คุณภาพการชงดื่มดีขึ้นหรือทำให้ด้อยลงได้ (Ky et al.,2001 และ Campa et al., 2004) นอกจากนั้น Farah et al. (2006) พบว่า caffeoylquinic acids (predominantly 5-caffeoyilquinic acid), feruloylquinic acids และอนุพันธุ์ของสารดังกล่าวมีผลในทางลบต่อคุณภาพการชงดื่มของกาแฟ สำหรับ Caffeine, Trigonelline

และ Chlorogenic acid นั้น Bertrand et al (2003) สรุปว่า Trigonelline เมื่อมีมากรสชาติจะดี ส่วน Caffeine และ Chlorogenic acid เมื่อพบมากคุณภาพการชงดื่มจะด้อย

สำหรับงานวิจัยนี้พบว่า ปริมาณ Chlorogenic acid ในกาแฟดิบ มีผลแบบผกผันต่อ Balance และ Overall ในขณะที่ Trigonelline ในกาแฟดิบ มีผลแบบแปรผันตรงต่อคะแนนรวม (Total)

บทที่ 6
สรุปผลการวิจัย

6.1. ศึกษาการปลูกกาแฟอราบิก้าภายใต้สภาพร่มเงาร่วมกับการจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ

ผลงานวิจัยในปีที่ 4 ส่วนใหญ่เป็นการเก็บข้อมูลและบันทึกข้อมูลสภาพอากาศรอบต้นพืช (Microclimate) จากแปลงวิจัยของศูนย์ฯและสถานีวิจัยทั้ง 5 แห่ง ข้อมูลที่ได้จะใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงเพื่อการศึกษาอย่างเจาะลึกถึงผลของสภาพแวดล้อมของแต่ละระบบและการจัดการต่อการผลิตกาแฟอราบก้าบนพื้นที่สูง ซึ่งต้องใช้ข้อมูลเหล่านี้ประกอบการวิเคราะห์ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาและส่งเสริมการปลูกและผลิตกาแฟอราบิก้าต่อไป

สำหรับศึกษาการปลูกกาแฟอราบิก้าภายใต้สภาพร่มเงาร่วมกับการจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่บ้านขุนยะ เกษตรกรจัดการแปลงแตกต่างกันมากระหว่างเกษตรกรแต่ละราย มีการจัดการอย่างดี ปลูกพืชแซม กำจัดวัชพืช ใส่ปุ๋ย ในขณะเดียวกันมีเกษตรกรบางรายปล่อยต้นกาแฟไว้ในไร่โดยไม่มีการจัดการใด ๆ การจัดการของพื้นที่นี้ควรจะมองในภาพรวมของทั้งระบบ ทั้งกาแฟ ไม้บังร่มระยะสั้น ระยะยาว และการปลูกพืชแซม เนื่องจากมีระบบน้ำอย่างบริบูรณ์

การวัดการเจริญเติบโตของต้นกาแฟเดือนละครั้ง ทำให้เห็นการจัดการของเกษตรกรและการเปลี่ยนแปลงของต้นกาแฟ โดยสรุปคือเมื่อมีการจัดการประณีตมากขึ้น การเจริญเติบของโตต้นกาแฟก็ดีมากขึ้น แปลงที่สะอาดมีการกำจัดวัชพืชและใส่ปุ๋ย ต้นกาแฟจะไม่แคระแกรนและไม่มีโรคและแมลงมารบกวน ส่วนแปลงที่ไม่มีการจัดการนอกจากวัชพืชที่แย่งพื้นที่และอาหารของต้นกาแฟแล้วต้นกาแฟจะถูกแมลงและโรครบกวน

การวัด Microclimate แบบต่อเนื่องจากแปลงกลางแจ้ง ทำให้เห็นว่าในช่วงกลางวันความชื้นสัมพัทธ์ลดต่ำลงมากและอุณหภูมิขึ้นสูง ทำให้เส้นกราฟทั้งสองซ้อนทับกัน ดังนั้นการจัดการแปลงเพื่อให้มีสภาพ Microclimate เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของต้นกาแฟในระยะแรกปลูกจึงเป็นเรื่องที่มีความสำคัญ ไม้ร่มเงาระยะแรกปลูกควรปลูกก่อนที่จะนำเอาต้นกาแฟไปปลูกลงแปลง

6.2 แปลงกาแฟที่ทำการศึกษาของแปลงต้นแบบการปฏิบัติที่ดี (Best Practice)

แปลงกาแฟที่ใช้ศึกษาแต่ละแปลง เป็นการจัดการตามที่เจ้าของสวนทำมานาน โครงการวิจัยไม่ได้มีการจัดการแปลงเพิ่ม เกษตรกรทุกรายใช้เครื่องตัดหญ้าตัดเมื่อมีวัชพืชขึ้น ไม่มีเกษตรกรรายใดใช้สารเคมีกำจัดวัชพืชหรือใช้จอบถาก มีการใส่ปุ๋ยทั้งปุ๋ยคอกและปุ๋ยเคมี ต้นกาแฟส่วนใหญ่ที่ใช้เก็บข้อมูลเป็นต้นกาแฟที่มีอายุมาก มีตอขนาดใหญ่ มีหลายลำต้น ทำให้ได้ผลผลิตต่อต้นมาก อย่างไรก็ตามระยะเวลาที่ทำงานในสภาพแปลงในปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 ท่านมา ไม่ใช่ฤดูเก็บเกี่ยว ทำให้ยังไม่สามารถเก็บข้อมูลผลผลิตต่อต้นได้ ข้อมูลที่ได้เป็นการประเมินจากองค์ประกอบผลผลิต แต่ตลอด

ทั้ง 3 ฤดูของการเก็บเกี่ยว คือปี 2560/61 2561/62 และ 2562/63 ตัวอย่างจากแปลงกลางแจ้ง ให้ผลผลิตต่อต้นมากกว่าตัวอย่างจากแปลงในร่ม นอกจากสภาพแวดล้อมของแปลงแล้ว พบว่าการจัดการของเกษตรกรมีผลต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิต เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่ได้ตัดแต่งกิ่งในระยะที่ควรจะเป็น ทำให้ต้นกาแฟเป็นพุ่มทึบหรือสูงใหญ่เกินกว่าจะเก็บเกี่ยวได้

ผลการดำเนินงานในปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 ทำให้เห็นแนวโน้มข้อมูล Microclimate ของแปลงกลางแจ้งและในร่ม โดยศึกษาเป็นรายชั่วโมงหรือนาทีเพื่อหาระยะเวลาที่ทำให้พืชชะงักการเจริญเติบโตที่เกิดจากอุณหภูมิสูงเกินหรือความชื้นสัมพัทธ์ต่ำเกินไป การตอบสนองต่อสรีรวิทยาและคุณภาพของผลผลิตกาแฟ ผลงานต่อเนื่องที่ต้องเก็บข้อมูลคือ ข้อมูลการเจริญเติบโต ผลตอบสนองทางสรีรวิทยาของต้นกาแฟต่อการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว เช่น ความหนาแน่นจำเพาะของใบ (Specific leaf weigth) ขนาดของใบ ธาตุอาหารในใบ ความยาวของข้อของกิ่ง องค์ประกอบผลผลิตและปริมาณผลผลิตต่อต้น คุณภาพของผลผลิต เช่นขนาดของผลสด น้ำหนักผลสดต่อ 100 ผล เปอร์เซ็นต์ผลฝ่อ คุณภาพภายทางกายภาพของสารกาแฟ องค์ประกอบทางเคมี และคุณภาพการชงดื่ม

การจัดการร่มเงาเพื่อรักษาสภาพแวดล้อมใกล้ต้นกาแฟให้มีความเหมาะสมกับการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของกาแฟ มีความสำคัญอย่างมาก จากงานวิจัยนี้จะเห็นว่าปัจจัยทุกอย่างต้องเกื้อกูลกัน ทั้งอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเข้มแสง ความชื้นของดิน ปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่ในดิน

การจัดการของเจ้าของแปลงเช่นการจัดทรงต้นและการตัดแต่งก็มีผลต่อปริมาณผลผลิตและคุณภาพของผลผลิต เกษตรกรควรจะดูแลต้นกาแฟแบบประณีต จัดการทีละต้น เพื่อให้ได้ผลผลิตต่อต้นสูงสุด ซึ่งจะทำให้ได้ผลผลิตต่อพื้นที่มากขึ้นด้วย โดยเลิกวิธีการเพิ่มผลผลิตโดยการขยายพื้นที่ปลูก

6.3 ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะนี้เป็นผลรวมของการทำงานตั้งแต่ปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 2561 และ 2562

6.3.1 การสร้างสวนกาแฟใหม่ในพื้นที่โล่งแจ้งที่ดินเสื่อมสภาพ (Degraded soil)

ในการสร้างสวนกาแฟหรือสวนไม้ผลแบบผสมผสานจากพื้นที่ที่เคยทำการเกษตรแบบถางแล้วเผาในรอบปีและเป็นพื้นโล่งแจ้ง ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ที่ดินเสื่อมสภาพ (Degraded soil) ควรมีการวิเคราะห์ดิน โดยวัดค่า pH ปริมาณอินทรีย์วัตถุ และธาตุอาหารในดินก่อนปลูก จากตัวอย่างของโครงการวิจัยนี้ แปลงปลูกที่บ้านปากล้วยและขุนยะพบว่าในดินมีปริมาณฟอสฟอรัสน้อยกว่าค่าเฉลี่ยทั่วไปของดินบนพื้นที่สูง และพิจารณาปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

6.3.1.1 การวางแผนปลูกและการจัดการ

6.3.1.1.1 ไม้เบิกนำ ไม้เบิกนำหรือไม้ให้ร่มเงาในระยะแรกปลูกมีความสำคัญต่อการอยู่รอดของต้นกาแฟและไม้ผลหรือไม้บังร่มอื่น จากงานวิจัยนี้กล้วยน้ำว้าและถั่วมะแฮะมีความเหมาะสมในการใช้เป็นไม้เบิกนำ กรณีกล้วยน้ำว้าเกษตรกรต้องมีการจัดการ เช่นสางใบออกบางส่วนเพื่อไม่ให้ทึบจนเกินไป และตัดต่อเพื่อไม่ให้กอกล้วยขยายไปแย่งพื้นที่ต้นกาแฟ

6.3.1.1.2 ไม้บังร่ม ไม้บังร่มเป็นไม้ที่จะอยู่คู่กับต้นกาแฟไปตลอดอายุของสวน ดังนั้นการเลือกชนิดของไม้ที่จะปลูก นอกจากความเหมาะสมของร่มเงาแล้ว ยังต้องพิจารณาด้านอื่น ๆ ด้วย เช่นการใช้ประโยชน์ในระยะยาว กรณีแปลงวิจัยนี้มีการนำเอาไม้ต่างถิ่นบางชนิดเช่นซิลเวอร์โอ๊ค ไปปลูกเป็นในไม้บังร่ม ชนิดของไม้มีความเหมาะสมและเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว แต่เกษตรกรเจ้าของสวนไม่เห็นความสำคัญ ทำให้ขาดการจัดการ

มีไม้ท้องถิ่นอื่น ๆ ที่ไม่ใช่ไม้ผลที่มีความเหมาสม เช่นนางพญาเสือโคร่ง (*Prunus cerasoides*) มะมือ (*Choerospondias axillaris* Burtt & Hill) ยมหอมหรือยมป่า (*Toona ciliata*) ไม้ทั้ง 3 ชนิดนี้จะทิ้งใบในฤดูหนาว ซึ่งเป็นระยะเวลาที่กาแฟต้องการแสงแดดเพื่อเร่งการสุกของผลและจะแตกใบอ่อนประมาณเดือนกุมภาพันธ์ถึงมีนาคม ซึ่งเป็นฤดูร้อนและต้นกาแฟต้องการร่มเงา

6.3.1.2 การวางผังปลูกและการปลูก

มีการวัดพื้นที่และวางผังปลูกอย่างเป็นระบบ เป็นแถวเป็นแนว กาแฟซึ่งอนาคตจะเป็นพืชหลัก ใช้ระยะปลูก 1.5x2 เมตร หรืออาจใช้ 2x2 เมตรก็ได้ ไม้ผลหรือไม้บังร่มอื่นควรใช้ระยะปลูก 6x6 เมตร และไม้เบิกนำหรือไม้บังร่มระสั้นให้ปลูกตามความเหมาะสม เช่นกล้วยน้ำว้าอาจใช้ระยะ 4x4, 6x6 หรือ 8x8 เมตร ก็ได้ ส่วนถั่วมะแฮะสามารถปลูกระหว่างต้นและแถวของกาแฟได้ ถ้ามีการวางผังปลูกที่ดี ไม้ทั้ง 3 ชนิด จะไม่มีหลุมใดอยู่ในจุดเดียวกัน (ภาพที่ 6.2)

ผลงานวิจัยโดยโครงการนี้พบว่าการปลูกกล้วยน้ำว้า อะโวคาโดและกาแฟในพื้นที่เดียวกันสามารถทำได้และทำให้ไม้ทั้ง 3 ชนิด เจริญเติบโตดี ตัวอย่างเช่นแปลงนายคำรณ แจวจันทึก ในกรรมวิธีที่ 2 ที่มีแถบหญ้าแฝกเป็นคันอยู่ท้ายแปลง ต้นกาแฟมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตค่อนข้างดี สำหรับแปลงของนายสมพร เสกสิทธิ์วรกุล เป็นพื้นที่ลาดชัน มีขั้นบันได แต่นำเอากล้วยน้ำว้าไปปลูกบนขั้นบันได และปลูกกาแฟและอะโวคาโดบนขั้นบันไดและระหว่างขั้นบันได ทำให้การจัดการต้นกาแฟมีความยุ่งยากมากขึ้น ส่วนแปลงของนายศรีลอย ขัณฑสีมา ปลูกกล้วยน้ำว้าร่วมกับกาแฟ แต่ขาดการจัดการแปลง ทำให้ต้นกาแฟแคระแกรน ออกดอกติดผลน้อย

6.3.1.2.1 พื้นที่ลาดชันมีขั้นบันได ควรปลูกไม้เบิกนำไว้ระหว่างขั้นบันได และปลูกไม้บังร่มและกาแฟไว้บนขั้นบันได (ภาพที่ 6.1) ที่ต้องปลูกแบบนี้เพราะไม้เบิกนำเป็นไม้อายุสั้น จะตายภายใน 3-5 ปี ส่วนกาแฟและไม้บังร่มเป็นไม้อายุยืนที่ต้องอยู่ในพื้นที่ที่ถูกตัดเป็นขั้นในแนวราบซึ่งจะสะดวกกับการจัดการในระยะยาว

ภาพที่ 6.1 (ซ้าย) การปลูกไม้เบิกนำ ไม้บังร่มและกาแฟอย่างถูกวิธี (ขวา) นำกล้วยน้ำว้าไปปลูกบนขั้นบันได การปลูกแบบนี้จะรบกวนการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของกาแฟในระยะยาว

6.3.1.2.2 พื้นที่ราบหรือพื้นที่ที่ไม่มีขั้นบันได พื้นที่ราบเรียบความลาดชันต่ำ ถ้าพื้นที่นี้เคยใช้รถไถขนาดใหญ่ไถพื้นที่มาก่อน จะเกิดชั้นดินดานใต้ดินลึกประมาณ 30-50 ซม. ก่อนปลูกไม้ยืนต้น รวมทั้งกาแฟอราบิก้า ให้ทำลายชั้นดินดานนี้ก่อน ปัจจุบันสามารถใช้สว่านเจาะดินแบบติดเครื่องยนต์เจาะหลุมปลูกได้ เจาะให้ลึกประมาณ 50-60 ซม. หลังจากนั้นรองก้นหลุมด้วยปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมัก การเตรียมหลุมปลูกควรทำให้เสร็จสิ้นก่อนถึงฤดูฝน พักหลุมไว้ประมาณ 1-2 เดือน เมื่อฝนตกค่อยนำต้นไม้ไปปลูกในหลุมที่เตรียมไว้นี้ ควรวางผังปลูกตามภาพที่ 6.2

สำหรับผังปลูกเกษตรกรและเจ้าหน้าที่ภาคสนามของหน่วยงานส่งเสริมต้องช่วยกันวางผังปลูก เลือกชนิดของไม้ที่จะปลูก โดยคำนึงถึงการจัดการแปลงในระยะยาวและสภาพของสวนในปีสุดท้าย การสร้างสวนกาแฟแบบผสมผสานในพื้นที่โล่งแจ้งที่เคยทำเกษตรแบบที่มีการถางแล้วเผาควรจะเริ่มจากพื้นที่ขนาดเล็กและเกษตรกรเป็นอาสาสมัครที่จะปลูกและมีความพร้อมในการจัดการแปลง แล้วค่อยขยายพื้นที่ของเกษตรกรแต่ละรายตลอดจนขยายแปลงปลูกไปสู่เกษตรกรรายอื่น

6.3.1.2.3 รูปแบบหรือวิธีการปลูก

1) รูปแบบที่ 1 ปลูกไม้ทุกชนิดพร้อมกันในปีที่ 1 เป็นแบบที่เกษตรกรในโครงการวิจัยนี้ทำ ข้อดีคือจัดการง่ายทำครั้งเดียวได้พืชทุกชนิด รวมทั้งพืชล้มลุกที่ปลูกตามฤดูกาลด้วย ข้อเสียคือการจัดการต้องทำอย่างประณีต เหมาะสมกับเกษตรกรที่มีทักษะและประสบการณ์ในการปลูกกาแฟ และในปีที่ 1 ไม้เบิกนำไม่สามารถบังร่มให้ต้นกาแฟและต้นไม้บังร่ม ดังนั้นต้องทำร่มเงาชั่วคราวให้ต้นกาแฟ และให้น้ำในฤดูแล้ง เทคนิคการให้น้ำต้นกาแฟปลูกใหม่ คือไม่ให้จนต้นกาแฟฟื้นตัวและแตกใบอ่อนในฤดูแล้ง แต่จะให้เมื่อต้นแสดงอาการเหี่ยวเฉาชัดเจน มีการให้น้ำเป็นรอบเช่นทุก ๆ 7-10 วัน โดยให้ปริมาณเล็กน้อย (ประมาณ 1 แก้ว ต่อครั้ง) ไปที่รากต้นกาแฟ ถ้าในฤดูแล้งของปีต่อมาเกษตรกรไม่มีการจัดการที่ดี ไม่ให้น้ำต้นกาแฟและไม้บังร่มยังไม่สามารถบังร่มให้ได้ พืชทั้งสองชนิดอาจจะตายหรือเสื่อมโทรมจะไม่สามารถฟื้นตัวได้ในฤดูฝนของปีต่อไป

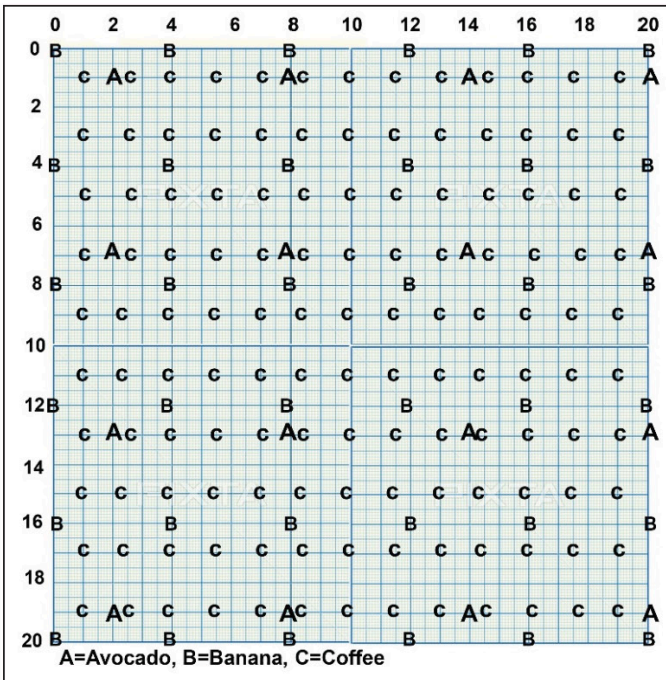
2) รูปแบบที่ 2 ปลูกไม้เบิกนำก่อนในปีที่ 1 และปลูกไม้บังร่มและกาแฟในปีที่ 2 เป็นรูปแบบที่ควรนำไปปฏิบัติ โดยยอมเสียเวลาในปีที่ 1 เพื่อให้ไม้เบิกนำสามารถบังร่มให้ต้นกาแฟและต้นไม้บังร่มได้ การจัดการจะมีความซับซ้อนน้อยลง และโอกาสที่ต้นกาแฟจะรอดตายในปีที่ 2 มีมากขึ้น

การเตรียมหลุมปลูก ทำเช่นเดียวกับแบบที่ 1 โดยวางแผนผังตั้งแต่แรกว่าจะปลูกไม้เบิกนำจุดใด ไม้บังร่มและกาแฟที่จุดใด การปลูกและวางแผนปลูกแบบนี้ ทำให้ไม้เบิกนำสามารถบังร่มได้ระดับหนึ่ง เมื่อเข้าสู่ฤดูฝนในปีที่ 2 นำไม้บังร่มซึ่งถ้าเป็นไม้ผลจะเป็นประโยชน์ในระยะยาว และกาแฟอราบิก้าไปปลูกในพื้นที่ที่เตรียมไว้ แผนการปลูกแบบนี้ ทำให้ลดอัตราการตายของต้นกล้าลงได้ และระบบที่สร้างขึ้นจะมีความสมบูรณ์เร็วกว่ารูปแบบที่ 1

3) รูปแบบที่ 3 การปลูกกาแฟในพื้นที่ไม้ป่าธรรมชาติ สภาพของไม้ป่าธรรมชาติบนพื้นที่สูงส่วนใหญ่คือป่าเหล่าที่ฟื้นตัวจากระบบการทำเกษตรแบบตัดฟันโค่นเผา (Slash and burn) พื้นที่เหล่านี้จะไม่พบต้นไม้ขนาดใหญ่ แต่จะมีไม้เบิกนำอายุสั้นตามธรรมชาติที่หลากหลาย และพืชพรรณในระบบนี้ก็มีอย่างหลากหลาย มีทั้งที่งอกขึ้นมาจากเมล็ด ตอเดิมที่เคยถูกตัดและไม้ขนาดใหญ่ที่เกษตรกรไม่ได้ตัดฟัน การนำกาแฟไปปลูกในพื้นที่เหล่านี้ ควรสางวัชพืชและต้นไม้ขนาดเล็กออก และสางกิ่งของไม้ขนาดใหญ่ออกบ้างเพื่อให้แสงแดดเข้าถึงใต้ทรงพุ่มของไม้ป่าซึ่งเป็นที่ที่ใช้ปลูกกาแฟได้ ปัญหาที่พบจากแปลงปลูกของนายสุทอง มะก่า คือต้นกาแฟค่อนข้างแคระแกรน ใบแสดงอาการขาดปุ๋ยเห็นได้ชัด การแก้ปัญหาควรจะใส่ปุ๋ยเพิ่ม โดยเฉพาะบริเวณใกล้รากของต้นกาแฟ

การจัดการแปลงแบบนี้ในฤดูฝน จะพบว่ามีวัชพืชรวมทั้งพืชที่เป็นเถามาพันต้นกาแฟ เกษตรกรควรจะเข้าไปดูแลอย่างใกล้ชิด และในฤดูแล้งเกษตรกรควรนำเอาใบไม้ซึ่งมีอยู่เป็นจำนวนมาก มาคลุมโคนต้นกาแฟ เพื่อรักษาความชื้นและเมื่อใบไม้เหล่านี้เน่าสลายก็จะกลายเป็นปุ๋ย

ข้อควรระวังของระบบนี้อีกอย่างคือระวังไฟป่า เพราะว่าพื้นที่อบข้างหรือแม้แต่ในแปลงปลูกกาแฟ มีเศษกิ่งไม้ขนาดเล็กและใบไม้จำนวนมาก ทำให้เป็นเชื้อไฟได้เป็นอย่างดี เกษตรกรควรทำแนวกันไฟสวนของตนเอง โดทำตั้งแต่ฤดูหนาว ภาพรวมของทุกระบบในระยาว ควรเป็นดังภาพที่ 6.3



ภาพที่ 6.2 (ซ้าย) การวางผังปลูกพืช 3 ชนิดคือ กล้วยน้ำว้าระยะปลูก 4x4 ม. อะโวคาโด ระยะปลูก 6x6 ม. และกาแฟอราบิก้าระยะปลูก 1.5x2 ม. ในพื้นที่เดียวกัน จะเห็นว่าพืชทั้ง 3 ชนิด ในพื้นที่เดียวไม่มีต้นใดต้นหนึ่งของพืชต่างชนิดอยู่ในตำแหน่งเดียวกัน อย่างไรก็ตามในการปลูกในสภาพพื้นที่จริง อาจมีบางตำแหน่งที่มีสิ่งกีดขวางตามธรรมชาติ ดังนั้นตำแหน่งไหนที่ต้นไม้แต่ละชนิดอยู่ใกล้มาก สามารถเว้นไว้ได้ โดยในการวางผังให้คิดถึงไม้ขนาดใหญ่สุดหรือมีความสำคัญมากที่สุดก่อน ในภาพได้แก่ อะโวคาโดและกาแฟอราบิก้า สำหรับกล้วยน้ำว้าให้ความสำคัญลำดับสุดท้าย (ล่าง) ภาพสวนที่ใช้ผังปลูกแบบภาพซ้ายบน สังเกตว่าในแถวอะโวคาโดและกล้วยจะมีกาแฟแทรกอยู่

ภาพที่ 6.3 ภาพระยะสุดท้าย (Climax stage) ของระบบการปลูกกาแฟที่พึงประสงค์และเหมาะสมสำหรับพื้นที่สูงทางภาคเหนือของประเทศไทย ที่ประกอบด้วยไม้ร่มเงาอย่างน้อย 1 ชนิดและกาแฟอราบิก้า

6.3.2 ศึกษาต้นแบบการปฏิบัติที่ดี (Best Practice) ในการปลูกกาแฟภายใต้ร่มเงา 5 แห่ง

6.3.2.1 การจัดการร่มเงา

Soto-Pinto et al (2000) สรุปว่าร่มเงาที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วง 23-38 เปอร์เซ็นต์ ผลผลิตกาแฟจะยังคงที่จนถึงร่มเงาที่ 48 เปอร์เซ็นต์ แต่สภาพร่มเงาเกิน 50 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ผลผลิตเริ่มลดลง การปลูกกาแฟภายใต้ร่มเงา โดยเฉพาะอย่างยิ่งภายใต้ร่มเงาของไม้ป่า การจัดการร่มเงาไม่ให้ทึบหรือโปร่งเกินไปมีความสำคัญมาก จากงานวิจัยนี้แปลงที่มีร่มเงามากเช่นแปลงของนายทวี จันทร์แก้ว ที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงป่าเมี่ยง และแปลงของนายสุวรรณ มูลคำดี ที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงตีนตก ร่มเงาค่อนข้างทึบ ทำให้ผลผลิตต่อต้นน้อยกว่าแปลงกลางแจ้งของนายสุวรรณ เทโวขัติ และนายตั๋ว จางอรุณ ระหว่างแปลงนายสุวรรณ มูลคำดีและนายตั๋ว จางอรุณที่อยู่ใกล้กัน ผลผลิตมากกว่ากันถึง 3 เท่า แต่ถ้ามีการจัดการที่ดี ทำให้สภาพของไม้บังร่มและสภาพของต้นกาแฟมีความเหมาะสม ทำให้ผลผลิตระหว่างแปลงกลางแจ้งและในร่มมีค่าไม่ต่างกัน เช่นตัวอย่างจากสถานีวิจัยเกษตรที่สูงขุนช่างเคี่ยน และสถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ ที่ผลผลิตจากแปลงกลางแจ้งและในร่มไม่ต่างกันมาก หรือผลผลิตต่อต้นของทั้งสองแห่ง ได้ปริมาณมากพอควร แปลงร่มเงาของไม้ป่าที่ดีนอกจากตัดไม้ขนาดเล็กที่งอกมาใหม่หลังจากปลูกกาแฟไปแล้ว ควรสางกิ่งไม้ป่าที่อยู่ในระดับต่ำออกไปบ้าง เพื่อให้ต้นกาแฟได้รับแสงเพิ่มขึ้น

ความเข้มของแสงที่วัดได้ในแปลงในร่มเมื่อเทียบกับกลางแจ้งในสภาพพื้นที่สูงของไทย งานวิจัยนี้พบว่าแสงที่ส่งผ่านมายังต้นกาแฟหายไปมากกว่า 50 % ความเข้มแสงที่จากแปลงในร่มที่วัดได้อยู่ระหว่าง 668-5,740 LUX (12.36-106.19 μmol (photons) $m^{-2}s^{-1}$) อาจจะมีการแปรผันตามฤดูกาล แต่ไม่ควรจะมากหรือน้อยกว่านี้ นอกจากความเข้มแสงแล้วมีปัจจัยร่วมอื่น ๆ ที่มีผลต่อการสังเคราะห์แสงโดยรวม เช่นปริมาณ CO_2 ในอากาศ อุณหภูมิและความชื้นสมพัทธ์อากาศ หรือแม้แต่ทิศทางของทรงพุ่ม และตำแหน่งของใบ (Araujo et al, 2008) ดังนั้นการจัดการแสงและการจัดทรงพุ่มและการตัดแต่งจึงมีความสำคัญต่อผลผลิต

6.3.2.2 การจัดการต้นกาแฟ

โดยทั่วไปเกษตรกรชาวสวนกาแฟไม่ได้จัดการต้นกาแฟของตนตามหลักวิชาการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการจัดทรงต้นและการตัดแต่งกิ่ง (Pruning and training) เกษตรกรนิยมจัดทรงต้นแบบตัดยอดในระดับต่ำ เช่นสูงจากพื้นน้อยกว่า 1.5 เมตร ทำให้มีพื้นที่ออกกิ่งแขนงที่ 1 น้อย และมีผลสืบเนื่องให้กิ่งแขนงที่ 2 3 และ 4 น้อยไปด้วย ถึงแม้บางแปลงจะมีกิ่งแขนงที่ 2 เป็นต้นไปจำนวนมากก็กระจุกอยู่ที่โคนต้น ทำให้กลายเป็นพุ่มทึบและให้ผลผลิตน้อย การตัดแต่งแบบนี้น่าจะเหมาะสมกับการปลูกกลางแจ้งในพื้นที่แห้งแล้ง เพื่อรักษาความชื้นและอุณหภูมิบริเวณใกล้ต้นกาแฟ ตัวอย่างการจัดการแบบนี้เปรียบเทียบระหว่างแปลงของนายตั๋ว จางอรุณ และนายสุวรรณ มูลคำดี จากศูนย์ตีนตก การตัดยอดที่เหมาะสมควรจะให้ต้นกาแฟสูงจากพื้นประมาณ 2.0-2.5 เมตร หรือให้สุดมือเอื้อม

ของเจ้าของแปลง จะทำให้พื้นที่ออกดอกติดผลเพิ่มขึ้น และการจัดการอื่น ๆ จะง่ายขึ้น (ชวลิตและคณะ, 2554)

การตัดแต่งกิ่งหลังฤดูเก็บเกี่ยวกาแฟมีความสำคัญมาก ตัวอย่างจากงานวิจัยนี้จะเห็นว่ากรณีเป็นของศูนย์หรือสถานี จะมีการตัดแต่งกิ่งทุกปี ทำให้ทรงพุ่มกาแฟไม่แน่นทึบ ออกผลได้ทุกปี และไม่สะสมโรคหรือแมลง แต่ในแปลงของเกษตรกรเช่นแปลงนายทวี จันทร์แก้ว ที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงป่าเมี่ยง ที่แปลงกาแฟขาดการตัดแต่ง ทำให้กิ่งแขนงที่ 2 3 และ 4 สานกันเป็นผืน ทำให้ผลผลิตต่อต้นได้น้อย เนื่องจากกิ่งกาแฟที่ได้รับแสงน้อยหรือไม่ได้รับแสงจะไม่ออกดอก นอกจากนั้นในสภาพที่แสงน้อย ๆ จะพบว่ามีผลกาแฟจำนวนหนึ่งไม่สุกตามระยะเวลาที่ควรจะสุก

นอกจากการจัดทรงต้นและการตัดแต่งกิ่งแล้ว การตัดหน่อก็มีความสำคัญ หน่อคือต้นใหม่ที่งอกออกมาจากลำต้นเก่า ปกติจะงอกได้เพราะมีแผลหรือลำต้นหลักเอียง แต่ก็ขึ้นกับสายพันธุ์ บางสายพันธุ์สามารถงอกได้ดี ขณะที่บางสายพันธุ์ไม่ค่อยมีหน่อ แต่เมื่อมีหน่อขึ้นแล้ว ถ้าต้นแม่หรือต้นหลักยังสมบูรณ์แข็งแรงอยู่ ให้ตัดทิ้งไปก่อน ถ้าไม่ตัดทิ้งบ้าง จะทำให้ได้กาแฟหลายลำต้นแบบเป็นกอ ทำให้การจัดการยุ่งยาก และผลผลิตต่อต้นน้อย ตัวอย่างจากงานวิจัยนี้ แลงของนายสุวรรณ เทโวขัติ ที่ศูนย์ป่าเมี่ยงและนายตั๋ว จางอรุณ ที่ศูนย์ตีนตก ที่เลี้ยงหน่อมากกว่า 1 ลำต้น และต้นกาแฟเริ่มทึบบางจุดไม่สามารถเดินผ่านระหว่างต้นและแถวของกาแฟได้ การเลี้ยงลำต้นมากกว่า 2 ต้นต่อตอ ต้องมีการตัดแต่งกิ่งเพื่อไม่ให้ต้นกาแฟทึบเกินไป

6.3.2.3 การให้ปุ๋ย

เกษตรกรชาวสวนกาแฟนิยมใส่ปุ๋ยสูตรที่ทีธาตุอาหารครบ เช่น 15-15-15, 13-13-21 และ 16-16-16 จากการวิเคราะห์ดินของทุกแปลงที่ทำในปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 พบว่าแต่ละแปลงมีปริมาณธาตุอาหารในดินสูงมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแคลเซียม ซึ่งเป็นธาตุที่ไม่ค่อยมีการเคลื่อนย้าย อย่างไรก็ตามเมื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารที่ใบ กลับไม่พบว่ามีมากเกินกว่าที่ต้นกาแฟต้องการ (Excess) อาจเป็นไปได้ว่าสภาพความสมดุลของธาตุอาหารในดินไม่เหมาะสม หรือสภาพดินไม่เหมาะสม ถ้าใช้ผลการวิเคราะห์ดินนี้ในการแนะนำปุ๋ยกาแฟเก่าที่อายุเกิน 20 ปี อาจจะให้ใส่เฉพาะธาตุไนโตรเจน เช่นสูตร 46-0-0 เพราะในดินมีธาตุฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมอย่างเพียงพอ

การใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 ของปี ตอนต้นฤดูฝน ควรใช้สูตร 15-15-15 ผสมกับสูตร 46-0-0 ในอัตราส่วน 1:1 เพื่อให้เร่งการแตกใบตอนต้นฤดูฝน สำหรับระยะผลเจริญเติบโต แนะนำให้ใช้สูตรเสมอ เช่น 15-15-15 หรือ 16-16-16 ไม่ควรใช้สูตร 13-13-21 เพราะดินบนพื้นที่สูงมีธาตุโพแทสเซียมในปริมาณมากอยู่แล้ว นอกจากนั้นปุ๋ยสูตร 13-13-21 ราคาค่อนข้างสูง