บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

4.1 การศึกษาเทคโนโลยีการฟื้นฟูคุณภาพดินบนพื้นที่สูงโดยกระบวนการมีส่วนร่วมกับชุมชน

1) ศึกษาและวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสมบัติดินก่อนและหลังทดสอบเทคโนโลยีการฟื้นฟูความอุดมสมบูรณ์ของดินในแปลงปลูกพืชบนพื้นที่สูงตามสภาพความเสื่อมโทรม 3 กลุ่มพื้นที่ ดังนี้

(1) พื้นที่ที่มีการปรับเปลี่ยนพื้นที่ข้าวไร่เป็นนาขั้นบันได

ดำเนินงานในพื้นที่ โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงบ่อเกลือ (บ้านห้วยโทน) อ.บ่อเกลือ จ.น่าน ร่วมกับเกษตรกรโครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงบ่อเกลือ (บ้านห้วยโทน) จำนวน 2 ราย เปรียบเทียบวิธีเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้กับดินแปลงปลูกข้าวไร่หลังจากปรับเป็นขั้นบันได ประกอบด้วย การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน การปลูกถั่วบำรุงดิน และการใช้แหนแดง แบ่งเป็น 4 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่มีการจัดการ)
กรรมวิธีที่ 2 การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน
กรรมวิธีที่ 3 การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน + ถั่วบำรุงดิน
กรรมวิธีที่ 4 การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน + ถั่วบำรุงดิน + แหนแดง
<u>หมายเหตุ</u> ถั่วบำรุงดิน = ปอเทืองก่อนปลูกข้าว และ ถั่วแดงหลวงหลังนา
การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน = ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมี

<u>แผนการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน</u>

<u>นายแผง ใจปิง</u>

การใส่ปุ๋ย	ชนิดปุ๋ย	ปริมาณ (กก./ไร่)
เตรียมดิน	โดโลไมท์	230.4
ครั้งที่ 1 หลังดำนา 30 วัน	16-20-0	15
	46-0-0	1.3
	0-0-60	10
ครั้งที่ 2 ในระยะตั้งท้อง	46-0-0	6.5

<u>นายเพชร ใจปิง</u>

การใส่ปุ๋ย	ชนิดปุ๋ย	ปริมาณ (กก./ไร่)
เตรียมดิน	โดโลไมท์	384
ครั้งที่ 1 หลังดำนา 30 วัน	16-20-0	9.4
	0-46-0	9.8
ครั้งที่ 2 ในระยะตั้งท้อง	46-0-0	3.3

ผลการทดสอบ

ข้าวนามีการเจริญเติบโตดีในทุกแปลงทดสอบ โดยเกษตรกรทั้ง 2 ราย ใช้พันธุ์ข้าวนาที่แตกต่างกัน นายแผง ใจปิง ใช้พันธุ์ข้าวแป้น นายเพชร ใจปิง ใช้พันธุ์ข้าวลาย ข้อมูลผลผลิตข้าวจากแปลงทดสอบทั้ง 4 กรรมวิธีของเกษตรกรทั้ง 2 ราย ไม่แตกต่างกัน โดยกรรมวิธีที่ให้ผลผลิตข้าวมากที่สุด คือ การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับถั่วบำรุงดินและแหนแดง แปลงนายแผง ใจปิง ให้ผลผลิตข้าวนา 314 กิโลกรัมต่อไร่ และแปลงนายเพชร ใจปิง 517 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมากรรมวิธีที่ 3 ใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับถั่วบำรุงดิน ซึ่งไม่แตกต่างกับกรรมวิธีการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ในขณะที่แปลงควบคุมให้ผลผลิตน้อยที่สุด ดังตารางที่ 5 นอกจากนี้เกษตรกรยังได้เรียนรู้การเลี้ยงแหนแดงเพื่อใช้เป็นปุ๋ยสำหรับข้าวนาและบำรุงดิน อีกทั้งเกษตรกรสามารถเพาะขยายพันธุ์แหนแดงเพื่อใช้สำหรับใส่ในแปลงนาขั้นบันได นำไปเลี้ยงปลา และตากแห้งสำหรับใช้เป็นปุ๋ยต่อไปได้

ตารางที่ 5 ผลผลิตข้าวนาจากแปลงทดสอบการฟื้นฟูความอุดมสมบูรณ์ของดินในนาขั้นบันไดขุดใหม่ ปีที่ 2

กรรมวิธี	ข้อมูลผลผลิตข้าว (กก./ไร่)	
	นายแผง ใจปิง (ข้าวแป้น)	นายเพชร ใจปิง (ข้าวลาย)
1. แปลงควบคุม	280	431
2. การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน	309	448
3. การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน + ถั่วบำรุงดิน	310	454
4. การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน + ถั่วบำรุงดิน + แหนแดง	314	517

ภาพที่ 1 การปลูกถั่วแดงหลวงหลังนาแปลงทดสอบการฟื้นฟูความอุดมสมบูรณ์ของดินในนาขั้นบันได

ภาพที่ 2 แปลงทดสอบการฟื้นฟูความอุดมสมบูรณ์ของดินในนาขั้นบันได

ภาพที่ 3 การเลี้ยงแหนแดงในแปลงทดสอบการฟื้นฟูความอุดมสมบูรณ์ของดินในนาขั้นบันได

ภาพที่ 4 แหนแดงในแปลงทดสอบการฟื้นฟูความอุดมสมบูรณ์ของดินในนาขั้นบันไดหลังเก็บผลผลิตข้าวนา

ภาพที่ 5 ติดตามและให้คำแนะนำเกษตรกรในการเลี้ยงแหนแดง

การเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินก่อนและหลังการทดสอบ

<u>นายแผง ใจปิง</u>

ผลวิเคราะห์ดินแปลงนายแผง ใจปิง ก่อนการทดสอบดินเป็นกรดจัดมาก (4.87) ปริมาณอินทรียวัตถุในดินปานกลาง (1.64%) ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก อยู่ในระดับปานกลาง (15.13 meq/100g) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำ (3.47 mg/kg) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำมาก

(27.8 mg/kg) ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ อยู่ในระดับปานกลาง (193 mg/kg) ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำมาก (16.6 mg/kg) เนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียว (ตารางที่ 6) หลังการทดสอบในปีที่ 1 พบว่า pH เพิ่มขึ้นในทุกกรรมวิธี อยู่ในช่วงกรดปานกลาง (5.5-5.9) ปริมาณอินทรียวัตถุ เพิ่มขึ้นทุกกรรมวิธี โดยกรรมวิธีการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ร่วมกับปลูกถั่วและเลี้ยงแหนแดงมีค่าเพิ่มขึ้น จาก 1.64 เป็น 2.09 เปอร์เซนต์ ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีค่าเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับดินก่อนปลูก การเปลี่ยนแปลงสมบัติดินในปีที่ 2 พบว่า ค่าความเป็นกรดด่างของทั้ง 4 กรรมวิธีไม่แตกต่างกัน อยู่ในช่วงเป็นกรดปานกลาง (5.7-5.86) ส่วนปริมาณอินทรียวัตถุ ของกรรมวิธีที่ 3 และ 4 ที่มีการจัดการปุ๋ยร่วมกับปลูกถั่วและแหนแดงนั้น มีปริมาณอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิริลักษณ์และคณะ (2563) ที่พบว่าการใส่แหนแดงสดทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.7 เปอร์เซนต์

ตารางที่ 6 ผลวิเคราะห์ดินในแปลงข้าวไร่ที่ปรับเปลี่ยนเป็นนาขั้นบันไดของนายแผง ใจปิง

รายละเอียด	pH	OM	CEC	P	K	Ca	Mg	Texture
		(%)	meq/100 g	mg/kg				
ดินก่อนปลูก	4.87	1.64	15.13	3.47	27.8	193	16.60	Clay Loam
<u>ดินหลังปลูก ปี 1</u>								
- แปลงควบคุม	5.50	1.90	5.48	43.16	35.73	765	50	
- ปุ๋ยวิเคราะห์	5.67	2.03	9.06	67.79	49.56	921	31.1	
- ปุ๋ยวิเคราะห์+ถั่ว	5.92	1.75	11.01	15.73	56.26	1,010	57.25	
- ปุ๋ยวิเคราะห์+ถั่ว+แหนแดง	5.74	2.09	8.81	11.55	43.33	1,828	53.65	
<u>ดินหลังปลูก ปี 2</u>								
- แปลงควบคุม	5.78	1.87	13.06	27.07	45.20	783	43.48	
- ปุ๋ยวิเคราะห์	5.86	1.81	14.02	6.40	62.23	667	36.03	
- ปุ๋ยวิเคราะห์+ถั่ว	5.75	2.39	17.77	0.99	42	912	39.93	
- ปุ๋ยวิเคราะห์+ถั่ว+แหนแดง	5.70	2.17	11.65	0.92	53.43	839	45.5	

หมายเหตุ pH คือ ค่าความเป็นกรดด่างของดิน OM คือ ปริมาณอินทรียวัตถุ CEC คือ ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก P คือ ฟอสฟอรัส K คือ โพแทสเซียม C คือ แคลเซียม และ Mg คือ แมกนีเซียม

<u>นายเพชร ใจปิง</u>

ผลวิเคราะห์ดินก่อนทดสอบแปลงนายเพชร ใจปิง ดินเป็นกรดจัดมาก (5.36) ปริมาณอินทรียวัตถุในดินค่อนข้างสูง (2.8%) ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก อยู่ในระดับปานกลาง (18.89 meq/100g) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำ (7.87 mg/kg) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูง (100 mg/kg) ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ อยู่ในระดับสูงมาก (1,013 mg/kg) ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูง (62.6 mg/kg) เนื้อดินเป็นดินเหนียว (ตารางที่ 7) หลังการทดสอบในปีที่ 1 ผลวิเคราะห์ดิน

มีค่า pH เพิ่มขึ้นจากดินก่อนการทดสอบของทั้ง 4 กรรมวิธี โดยอยู่ในช่วงเป็นกรดปานกลาง (5.5-5.9) ปริมาณอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะในกรรมวิธีที่ 4 ที่มีการจัดการปุ๋ยร่วมกับปลูกถั่วและแหนแดงนั้น มีปริมาณอินทรียวัตุสูงถึง 4.2% ปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียมอยู่ในระดับปานกลาง ปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมไม่เปลี่ยนแปลงมากนักเมื่อเทียบกับดินก่อนปลูก หลังการทดสอบในปีที่ 2 พบว่าสมบัติดินไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก แต่พบว่ากรรมวิธีควบคุมเกษตรกรได้ลองใส่แหนแดงร่วมด้วย จึงทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 7 ผลวิเคราะห์ดินในแปลงข้าวไร่ที่ปรับเปลี่ยนเป็นนาขั้นบันไดของนายเพชร ใจปิง

รายละเอียด	pH	OM	CEC	P	K	Ca	Mg	Texture
		(%)	meq/100 g		mg/kg			
ดินก่อนปลูก	5.36	2.8	18.89	7.87	100	1,013	62.6	Clay
ดินหลังปลูก ปี 1								
- แปลงควบคุม	5.81	2.82	8.40	10.11	114	543	58.63	
- ปุ๋ยวิเคราะห์	5.90	3.33	8.96	20.84	71.23	1,102	61.05	
- ปุ๋ยวิเคราะห์+ถั่ว	5.71	2.97	9.27	9.97	65.23	1,038	60.85	
- ปุ๋ยวิเคราะห์+ถั่ว+แหนแดง	5.57	4.20	10.75	10.61	103	707	50.63	
ดินหลังปลูก ปี 2								
- แปลงควบคุม	5.92	3.96	13.41	21.69	174	1,165	98.35	
- ปุ๋ยวิเคราะห์	6.14	2.99	16.69	0.53	60.72	1,225	73.65	
- ปุ๋ยวิเคราะห์+ถั่ว	5.82	2.96	18.55	5.61	91.98	1,303	77.60	
- ปุ๋ยวิเคราะห์+ถั่ว+แหนแดง	5.70	3.16	18.45	0.64	92.98	1,329	66.25	

หมายเหตุ pH คือ ค่าความเป็นกรดด่างของดิน OM คือ ปริมาณอินทรียวัตถุ CEC คือ ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก P คือ ฟอสฟอรัส K คือ โพแทสเซียม C คือ แคลเซียม และ Mg คือ แมกนีเซียม

ต้นทุนในการผลิต

ต้นทุนในการปลูกข้าวนาขั้นบันไดของเกษตรกรประกอบด้วยต้นทุนปุ๋ยและต้นทุนเมล็ดพันธุ์ถั่ว ซึ่งต้นทุนปุ๋ยจะขึ้นอยู่กับปริมาณธาตุอาหารในดินแต่ละแปลงของเกษตรกร รายละเอียดดังนี้ (ตารางที่ 8)

- นายแผง ใจปิง มีต้นทุนในการปลูกข้าวนาขั้นบันไดในแต่ละกรรมวิธีดังนี้ กรรมวิธีที่ 2 เท่ากับ 530.64 บาทต่อไร่ กรรมวิธีที่ 3 และ 4 เท่ากับ 980.64 บาทต่อไร่

- นายเพชร ใจปิง มีต้นทุนในการปลูกข้าวนาขั้นบันไดในแต่ละกรรมวิธีดังนี้ กรรมวิธีที่ 2 เท่ากับ 388.22 บาทต่อไร่ กรรมวิธีที่ 3 และ 4 เท่ากับ 838.22 บาทต่อไร่

ตารางที่ 8 ต้นทุนการผลิตในแต่ละกรรมวิธีของการฟื้นฟูความอุดมสมบูรณ์ของดินในแปลงนาขั้นบันได (บ่อเกลือ)

เกษตรกร	กรรมวิธี	ต้นทุนในการปลูกข้าวนาขั้นบันไดในแต่ละกรรมวิธี (บาทต่อไร่)		
		ปุ๋ย	ถั่วแดงหลวง	รวม
นายแผง ใจปิง	กรรมวิธีที่ 2	530.64	-	530.64
	กรรมวิธีที่ 3	530.64	450	980.64
	กรรมวิธีที่ 4	530.64	450	980.64
นายเพชร ใจปิง	กรรมวิธีที่ 2	388.22	-	388.22
	กรรมวิธีที่ 3	388.22	450	838.22
	กรรมวิธีที่ 4	388.22	450	838.22

หมายเหตุ ราคาถั่วแดงหลวง 45 บาท/กก. อัตราเมล็ดพันธุ์ถั่ว 10 กก./ไร่

(2) พื้นที่ที่มีลักษณะดินทรายและมีหินปน (ปลูกมันสำปะหลัง)

ทดสอบการฟื้นฟูความอุดมสมบูรณ์ของดินที่มีลักษณะเป็นดินทรายมีหินปนที่ปลูกมันสำปะหลังมาเป็นระยะเวลานาน โดยการปลูกถั่วบำรุงดินระหว่างร่องมันสำปะหลัง 4 ชนิด ได้แก่ ถั่วลิสง ถั่วพร้า ถั่วดำและถั่วเขียว หลังจากปลูกมันสำปะหลังไปแล้วประมาณ 1 เดือน ซึ่งถั่วสามารถเจริญเติบโตได้โดยไม่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของมันสำปะหลัง จากการเก็บข้อมูลผลผลิตมันสำปะหลังติดต่อกัน 2 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2564 พบว่าการปลูกถั่วลิสง ถั่วพร้า ถั่วดำและถั่วเขียวระหว่างร่องมันสำปะหลัง ให้ผลผลิตมันสำปะหลังสูงกว่าแปลงที่ปลูกมันสำปะหลังเพียงอย่างเดียว โดยมีผลผลิต 3,194 2,527 2,361 2,194 และ 1,780 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ และในปี พ.ศ. 2565 พบว่าการปลูกถั่วพร้า ถั่วลิสง ถั่วดำและถั่วเขียวระหว่างร่องมันสำปะหลัง ก็ยังให้ผลผลิตมันสำปะหลังสูงกว่าแปลงที่ปลูกมันสำปะหลังเพียงอย่างเดียว โดยมีผลผลิต 3,395 3,135 2,945 2,839 และ 2,432 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 ข้อมูลผลผลิตแปลงทดสอบการฟื้นฟูความอุดมสมบูรณ์ของดินในแปลงมันสำปะหลัง

กรรมวิธี	ผลผลิตมันสำปะหลัง (กิโลกรัมต่อไร่)	
	ปีที่ 1	ปีที่ 2
แปลงควบคุม	1,780	2,432
ปลูกมันสำปะหลังร่วมกับถั่วเขียว	2,194	2,839
ปลูกมันสำปะหลังร่วมกับถั่วลิสง	3,193	3,135
ปลูกมันสำปะหลังร่วมกับถั่วพร้า	2,527	3,395
ปลูกมันสำปะหลังร่วมกับถั่วดำ (ตัดถั่วคลุมดินหลังปลูก 45 วัน)	2,360	2,945

ภาพที่ 6 แปลงทดสอบการฟื้นฟูความอุดมสมบูรณ์ในแปลงปลูกมันสำปะหลัง

ภาพที่ 7 เก็บผลผลิตแปลงมันสำปะหลังในแปลงทดสอบ

การเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินก่อนและหลังการทดสอบ

นายไทย จะแตะ

ผลวิเคราะห์ดินในแปลงปลูกมันสำปะหลังก่อนปลูก พบว่า มีความเป็นกรดจัด (5.35) ปริมาณอินทรียวัตถุในดินต่ำ (0.83%) ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก อยู่ในระดับต่ำมาก (5.85 meq/100g) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำ (3.45 mg/kg) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ปานกลาง (78.5 mg/kg) ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ อยู่ในระดับต่ำ (573 mg/kg) ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูง (52.03 mg/kg) เนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย (ตารางที่ 10) ซึ่งจากผลวิเคราะห์ดินที่ปลูกมันสำปะหลังเป็นระยะเวลานาน มีปัญหาเรื่องความอุดมสมบูรณ์ของดิน มีปริมาณอินทรียวัตถุ ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำ อีกทั้งดินยังเป็นดินทรายและมีหินปน หลังจากการทดสอบ 1.6 ปี เกษตรกรได้ทำการเก็บผลผลิตมันสำปะหลัง จึงได้เก็บตัวอย่างดินตามกรรมวิธีการทดสอบ ได้ผลดังนี้ pH มีการเปลี่ยนแปลงโดยทุกกรรมวิธีค่า pH เพิ่มขึ้น ยกเว้นกรรมวิธีที่ปลูกถั่วดำร่วมกับมันสำปะหลัง ปริมาณอินทรียวัตถุ ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ในดินลดลงอาจเนื่องจากการดูดใช้ของมันสำปะหลัง ส่วนผลวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติดินในปีที่ 2 พบว่า แปลงที่ปลูกมันสำปะหลังอย่างเดียว มีค่า pH

อินทรียวัตถุลดลง 5.59 และ 0.35 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลวิเคราะห์ดินที่ปลูกถั่วในทุกกรรมวิธี มีอินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเพิ่มขึ้นจากดินหลังปลูกปีที่ 1 ส่วนแคลเซียมและแมกนีเซียมไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก ผลวิเคราะห์ดินหลังปลูกปีที่ 3 ในปีทดสอบนี้การปลูกถั่วเจริญเติบโตไม่ค่อยดี เนื่องจากสภาพอากาศแปรปรวน ฝนทิ้งช่วงในการปลูกถั่วทำให้ต้นถั่วเจริญเติบโตไม่ดี ผลการเปลี่ยนแปลงของดินในปีนี้ไม่เปลี่ยนแปลงจากปีที่ 2 มากนัก

ตารางที่ 10 ผลวิเคราะห์ดินก่อนและหลังทดสอบการฟื้นฟูความอุดมสมบูรณ์ของดินในพื้นที่ที่มีลักษณะดินทรายและมีหินปน (มันสำปะหลัง) ของนายไทย จะแตะ

ตัวอย่างดิน	pH	OM (%)	CEC meq/100 g	P	K	Ca	Mg	Texture
				mg/kg				
ดินก่อนปลูก	5.35	0.83	5.85	3.45	78.5	537	52.03	Sandy Clay loam
ดินหลังปลูก ปีที่ 1								
- มันสำปะหลังอย่างเดียว	6.19	0.63	4.51	2.08	43.91	320	53.35	
- มันสำปะหลังร่วมกับถั่วดำ	6.22	0.96	3.95	0.64	56.66	381	47.59	
- มันสำปะหลังร่วมกับถั่วเขียว	7.58	0.48	7.05	6.69	41.96	313	77.4	
- มันสำปะหลังร่วมกับถั่วลิสง	6.44	0.47	3.2	0.5	14.88	179	32.64	
- มันสำปะหลังร่วมกับถั่วพร้า	6.28	0.7	3.2	0.5	22.68	259	51.15	
ดินหลังปลูก ปีที่ 2								
- มันสำปะหลังอย่างเดียว	5.59	0.35	5.99	5.43	39.63	352	110	
- มันสำปะหลังร่วมกับถั่วดำ	5.70	1.18	3.94	9.06	67.57	256	63.2	
- มันสำปะหลังร่วมกับถั่วเขียว	5.94	0.69	4.92	7.41	119	571	93.75	
- มันสำปะหลังร่วมกับถั่วลิสง	6.11	0.83	3.12	8.66	95.69	275	66.6	
- มันสำปะหลังร่วมกับถั่วพร้า	5.67	0.53	2.82	8.20	21.37	212	61.6	
ดินหลังปลูก ปีที่ 3								
- มันสำปะหลังอย่างเดียว	5.87	0.47	6.5	<0.5	28.40	364.38	68.28	
- มันสำปะหลังร่วมกับถั่วดำ	5.54	0.66	5.04	<0.5	136.18	170.23	30.54	
- มันสำปะหลังร่วมกับถั่วเขียว	6.99	0.65	4.44	<0.5	24.03	762	59.75	
- มันสำปะหลังร่วมกับถั่วลิสง	5.68	0.61	6.50	<0.5	13.93	211	40	
- มันสำปะหลังร่วมกับถั่วพร้า	5.83	0.53	6.30	<0.5	14.20	185.80	47	

หมายเหตุ pH คือ ค่าความเป็นกรดด่างของดิน OM คือ ปริมาณอินทรียวัตถุ CEC คือ ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก P คือ ฟอสฟอรัส K คือ โพแทสเซียม C คือ แคลเซียม และ Mg คือ แมกนีเซียม

ความพึงพอใจของเกษตรกร

จากการสัมภาษณ์ความพึงพอใจของนายทัย จะแตะ ซึ่งเป็นเกษตรกรที่ร่วมทดสอบการฟื้นฟูความอุดมสมบูรณ์ของดินในแปลงปลูกมันสำปะหลัง พบว่า เกษตรกรเห็นถึงความสำคัญของการใช้พืชตระกูลถั่วในการบำรุงดิน โดยถั่วที่ปลูกง่ายและคลุมแปลงได้ดีคือถั่วพร้า และถั่วลิสงสามารถปลูกร่วมกับมันสำปะหลังและได้ผลผลิตมาบริโภคในครัวเรือนและสามารถขายได้ภายในชุมชน

ต้นทุนในการผลิต

ต้นทุนในการปลูกมันสำปะหลังในแต่ละกรรมวิธีแปลงนายทัย จะแตะ ประกอบด้วยต้นทุนปุ๋ยและต้นทุนเมล็ดพันธุ์ถั่ว ซึ่งต้นทุนปุ๋ยจะขึ้นอยู่กับปริมาณธาตุอาหารในดินแต่ละแปลงของเกษตรกร รายละเอียดมีดังนี้ กรรมวิธีที่ 2 เท่ากับ 211.40 บาทต่อไร่ กรรมวิธีที่ 3 เท่ากับ 236.40 บาทต่อไร่ กรรมวิธีที่ 4 เท่ากับ 472.60 บาทต่อไร่ และกรรมวิธีที่ 5 เท่ากับ 542.60 บาทต่อไร่

ตารางที่ 11 ต้นทุนการผลิตในแต่ละกรรมวิธีของการฟื้นฟูความอุดมสมบูรณ์ของดินในแปลงมันสำปะหลัง (คลองลาน)

เกษตรกร	กรรมวิธี	ต้นทุน (บาทต่อไร่)		
		ปุ๋ย	เมล็ดพันธุ์ถั่ว	รวม
ทัย จะแตะ	มันสำปะหลัง+ถั่วดำ	86.40	125	211.40
	มันสำปะหลัง+ถั่วเขียว	86.40	150	236.40
	มันสำปะหลัง+ถั่วลิสง	272.60	200	472.60
	มันสำปะหลัง+ถั่วพร้า	272.60	270	542.60

หมายเหตุ ราคาถั่วดำ 25 บาท/กก. ราคาถั่วเขียว 30 บาท/กก. ราคาถั่วลิสง 40 บาท/กก. ราคมถั่วพร้า 27 บาท/กก. อัตราเมล็ดพันธุ์ถั่วดำ ถั่วเขียว ถั่วลิสง 5 กก./ไร่ อัตราเมล็ดพันธุ์ถั่วพร้า 10 กก./ไร่

(3) พื้นที่ลาดชัน ดินเสื่อมโทรม ตัดถางและเผาก่อนปลูก (ข้าวไร่)

วางแผนการทดสอบการฟื้นฟูคุณภาพดินบนพื้นที่สูงในพื้นที่ปลูกข้าวไร่ร่วมกับเจ้าหน้าที่และเกษตรกร โดยวิธีการหลักๆจะเป็นการนำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มาใช้ร่วมกับการใช้พืชตระกูลถั่วบำรุงดิน ซึ่งถั่วที่ใช้จะเป็นถั่วลอด ถั่วดำ และถั่วนิ้วนางแดง โดยถั่วลอดสามารถปลูกร่วมกับข้าวไร่ได้ มีลักษณะลำต้นเลื้อยแผ่ราบคลุมดิน ไม่เลื้อยพันกับพืชหลัก ลำต้นเลื้อยยาวได้ไกลกว่า 10 เมตร สามารถคลุมวัชพืชและช่วยรักษาความชุ่มชื้นในดิน มีปมที่รากช่วยในการตรึงไนโตรเจน เป็นพืชที่ปรับตัวได้ดีในท้องถิ่นในสภาพไร่อาศัยน้ำฝนไม่ต้องการน้ำมาก ให้ปุ๋ยกลับสู่ดิน N 1.35% P 0.09% และ K 1.74% ฝักสามารถนำมากินได้ ทั้ง ฝักอ่อน ฝักแก่ รวมทั้งเมล็ด

แผนการทดสอบที่นำเสนอให้กับเจ้าหน้าที่ ดังนี้

แปลงที่	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3
1	control ข้าวไร่ตามวิธีของเกษตรกร	control ข้าวไร่ตามวิธีของเกษตรกร	control ข้าวไร่ตามวิธีของเกษตรกร
2	ข้าวไร่ + ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ+ ถั่วลอด		
3	ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ+ ถั่วนิ้วนางแดง	ข้าวไร่ + ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ	ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ +ถั่วนิ้วนางแดง
4	ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ +ถั่วดำ	ข้าวไร่ + ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ	ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ +ถั่วดำ

ซึ่งเจ้าหน้าที่ได้ให้ข้อสนอแนะว่าหากทำแผนดังกล่าว เกษตรกรอาจจะทำตามไม่ได้ เนื่องจากในปีที่ 1 และ 3 เกษตรกรจะไม่มีพื้นที่ในการปลูกข้าวไร่เลย อาจจะทำให้เกิดปัญหาข้าวไม่พอกินในปีนั้นๆ จากการหารือเพื่อหาแนวทางในการฟื้นฟูคุณภาพดินและลดรอบการหมุนเวียนข้าวไร่ในพื้นที่ ได้ข้อสรุป ดังนี้

1. ปี 2565 แบ่งแปลงทดสอบเป็น 2 กรรมวิธี 1) ข้าวไร่ตามวิธีของเกษตรกร 2) ข้าวไร่ + ถั่วลอด

2. ปี 2566 เจ้าหน้าที่มีแผนจะปรับพื้นที่ ขุดขั้นบันไดดิน (Bench Terrace) สำหรับการปลูกข้าวไร่ ซึ่งจะได้วางแผนการฟื้นฟูคุณภาพดิน โดยเน้นการปลูกข้าวไร่ในพื้นที่เดิมและหลังจากเก็บผลผลิตข้าวไร่ สามารถปลูกพืชตระกูลถั่วหรือพืชสร้างรายได้ระยะสั้นได้

ภาพที่ 8 วางแผนการทดสอบการฟื้นฟูคุณภาพดินบนพื้นที่สูงในพื้นที่ปลูกข้าวไร่ร่วมกับเจ้าหน้าที่

คัดเลือกแปลงเกษตรกร นายสมบูรณ์ สาธิตบุญ เกษตรกรบ้านปิตุคี ที่อยู่ 58 หมู่ 11 ต.ยางเปียง อ.อมก๋อย จ.เชียงใหม่ เป็นแปลงทดสอบ ซึ่งปลูกข้าวไร่เมื่อประมาณ ปลายเดือนเมษายน 2565 เป็นการปลูกรอฝน ใช้เมล็ดพันธุ์ข้าว 2 พันธุ์ 1) พันธุ์บือมือ 2) ไม่ทราบชื่อพันธุ์ (เอามาจากบ้านแม่แฮหลวงเริ่มปลูกเป็นปีแรก) โดยใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวประมาณ 17 ถัง เพื่อใช้สำหรับบริโภค จำนวน 2 ครัวเรือน (12 คน) ให้เพียงพอ

จากการสอบถามข้อมูลการปลูกข้าว ปีที่ผ่านมา เกษตรกร ปลูกข้าว 8 ถัง ได้ผลผลิต 83 กระสอบ หรือคิดเป็น 259 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งการปลูกข้าวไร่ของเกษตรกร จะปลูกแบบหมุนเวียนพื้นที่ ส่วนใหญ่เกษตรกร จะมีพื้นที่สำหรับหมุนเวียน จำนวน 11 พื้นที่โดยจะหมุนเวียนปลูกข้าวไร่ในทุกปี ซึ่งหลังจากที่ปลูกข้าวไร่ในปีนั้นก็จะถูกทิ้งในดินฟื้นฟูคุณภาพดินตามธรรมชาติ

ภาพที่ 9 วางแผนการทดสอบการฟื้นฟูคุณภาพดินที่ปลูกข้าวไร่ร่วมกับเจ้าหน้าที่และเกษตรกร

ภาพที่ 10 สำรวจพื้นที่ปลูกข้าวไร่ของเกษตรกรและเก็บตัวอย่างดิน

สำรวจพื้นที่ปลูกข้าวไร่และเก็บตัวอย่างดินในแปลงทดสอบ ผลวิเคราะห์ดินข้าวไร่ โดยมีการเผาเตรียมพื้นที่ก่อนปลูก พบว่า ดินเป็นกรดรุนแรงมาก (4.54) ปริมาณอินทรียวัตถุสูงมาก (5.67 %) ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก อยู่ในระดับปานกลาง (12.40 meq/100g) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับปานกลาง (19.55 mg/kg) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูง (385.45 mg/kg) ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ อยู่ในระดับสูง (2,186 mg/kg) ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูง (110 mg/kg) เนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย (ตารางที่ 12)

ตารางที่ 12 ผลวิเคราะห์ดินก่อนทดสอบการฟื้นฟูความอุดมสมบูรณ์ของดินในพื้นที่ลาดชัน ดินเสื่อมโทรม ตัดถางและเผาก่อนปลูก (ข้าวไร่) ของนายสมบูรณ์ สาธิตบุญ

ตัวอย่างดิน	pH	OM	CEC	P	K	Ca	Mg	Texture
		(%)	meq/100 g	mg/kg				
ดินก่อนปลูก	4.54	5.67	12.40	19.55	385	2,186	110	Sandy Clay loam

จากการติดตามการทำแปลงทดสอบของเกษตรกร ซึ่งได้ปลูกถั่วลอดในแปลงข้าวไร่ เมื่อวันที่ 5 มิถุนายน 2565 ถั่วลอดมีการงอกและเจริญเติบโตได้ดี แต่ในระยะต่อมาเกษตรกรกำจัดวัชพืชไม่ทัน จึงใช้ยาฆ่าหญ้าพ่นในแปลงข้าวไร่ ทำให้ต้นถั่วลอดได้รับผลจากยาฆ่าหญ้า บางต้นตาย บางต้นยอดไหม้เจริญเติบโตไม่เต็มที่ โดยในปี 2566 จะดำเนินการทดสอบซ้ำอีกครั้ง

ภาพที่ 11 ติดตามงานแปลงปลูกข้าวไร่ร่วมกับถั่วลอด

2) ศึกษาปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในดินภายใต้ระบบการปลูกพืชบนพื้นที่สูง 4 ระบบ

2.1) คัดเลือกพื้นที่ศึกษาและเก็บตัวอย่างดินภายใต้ระบบการปลูกพืชบนพื้นที่สูง 4 ระบบ ได้แก่ ระบบการปลูกข้าวไร่ ระบบการปลูกข้าวโพด ระบบการปลูกกาแฟ ระบบการปลูกพืชผัก ดังนี้

(1) ระบบการปลูกข้าวไร่ เก็บตัวอย่างดินในพื้นที่โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงแม่สองปางหินฝน แม่มะลอ ผาแตก และบ่อเกลือ รวม 10 ตัวอย่าง

(2) ระบบการปลูกข้าวโพด เก็บตัวอย่างดินในพื้นที่โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงแม่จริม แม่มะลอ และปางหินฝน รวม 5 ตัวอย่าง

(3) ระบบการปลูกกาแฟ เก็บตัวอย่างดินในพื้นที่โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงแม่สลองและบ่อเกลือ รวม 13 ตัวอย่าง แบ่งเป็นกาแฟที่ปลูกภายใต้ระบบกลางแจ้งและร่มเงา

(4) ระบบการปลูกผัก เก็บตัวอย่างดินในพื้นที่โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงแม่จริม ปางหินฝน รวม 5 ตัวอย่าง

ภาพที่ 12 เก็บตัวอย่างดินแปลงปลูกข้าวไร่

2.2) คุณสมบัติดินและปริมาณคาร์บอนสะสมในดินภายใต้ระบบการปลูกบนพื้นที่สูง 4 ระบบ

(1) ระบบการปลูกข้าวไร่ พบว่า ดินเป็นกรดรุนแรงมากถึงกรดเล็กน้อย (3.8-6.03) ปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับสูง (3.86-5.07%) ยกเว้นแปลงข้าวไร่ของเกษตรกรในพื้นที่โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงแม่มะลอ ที่อยู่ในระดับปานกลาง (1.74-2.14%) สอดคล้องกับปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ในช่วงต่ำถึงปานกลาง (1.97- 24.35 mg/kg) ยกเว้นแปลงนายแก่น วิวัฒน์ห้วยโทนที่ต่ำมาก 3.93 mg/kg ปริมาณโพแทสเซียมในดินสูง (126-467 mg/kg) ปริมาณแคลเซียมในดินอยู่ในช่วงปานกลางถึงสูง (344- 1,577 mg/kg) และปริมาณแมกนีเซียมสูง (100 – 270 mg/kg) ดังตารางที่ 13 ในส่วนคุณสมบัติทางกายภาพพบว่าดินเป็นดินร่วนปนทราย ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง ดินร่วนเหนียว และดินเหนียว ผลวิเคราะห์ความหนาแน่นรวมของดิน อยู่ในช่วง 0.95- 1.25 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของมีเพียงแปลงข้าวไร่ของนายเนติพงษ์ เกษตรกรในพื้นที่โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแม่มะลอที่มีปริมาณ 1.67 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งอยู่อยู่ในช่วงที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช จากการคำนวณปริมาณคาร์บอนสะสมในดินปลูกข้าวไร่บนพื้นที่สูงทั้ง 5 แห่ง มีปริมาณ 3.71-7.14 ตันต่อไร่ รายละเอียดดังนี้ พื้นที่แม่มะลอ มีปริมาณคาร์บอนสะสมในดินน้อยที่สุด คือ 3.71- 4.04 ตันต่อไร่ พื้นที่แม่สอง มีปริมาณคาร์บอนสะสมในดิน 6.01-7.14 ตันต่อไร่ พื้นที่ปางหินฝน มีปริมาณคาร์บอนสะสมในดิน 6.38-7.31 ตันต่อไร่ พื้นที่ผาแตก มีปริมาณคาร์บอนสะสมในดิน 6.66-6.76 ตันต่อไร่ และพื้นที่บ่อเกลือ มีปริมาณคาร์บอนสะสมในดิน 6.05-7.56 ตันต่อไร่

ภาพที่ 13 เก็บตัวอย่างดินแปลงปลูกข้าวโพด

(2) ระบบการปลูกข้าวโพด พบว่า ดินเป็นกรดจัดถึงกรดเล็กน้อย (5.22-6.2) ปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับปานกลาง (1.95-2.81%) แต่แปลงปลูกข้าวโพดของนายเนติพงษ์ เกษตรกรพื้นที่โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงแม่มะลออยู่ในระดับต่ำมาก (0.31%) ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ในช่วงต่ำมากถึงปานกลาง (1.09- 36.53 mg/kg) ยกเว้นแปลงนายเติพงษ์ที่มีปริมาณสูง 69.73 mg/kg) ปริมาณโพแทสเซียมในดินอยู่ช่วงต่ำถึงปานกลาง (51.23-281 mg/kg) ปริมาณแคลเซียมในดินอยู่ในช่วงปานกลางถึงสูง (467- 1,913 mg/kg) และปริมาณแมกนีเซียมอยู่ในช่วงปานกลางถึง

สูง (68.7 – 299 mg/kg) ดังตารางที่ 14 ในส่วนคุณสมบัติทางกายภาพพบว่าดินเป็นดินร่วนปนทราย ดินร่วนเหนียว และดินเหนียว ผลวิเคราะห์ความหนาแน่นรวมของดิน อยู่ในช่วง 1.03-1.41 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช ยกเว้นแปลงของนายเนติพงษ์ เกษตรกรพื้นที่โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงแม่มะลอที่มีความหนาแน่นรวมสูง 1.65 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร จากการคำนวนปริมาณคาร์บอนสะสมในดินปลูกข้าวโพดบนพื้นที่สูงทั้ง 3 แห่ง จำนวน 5 ตัวอย่าง พบว่าดินมีความสามารถในการกักเก็บคาร์บอน 3.78-5.53 ตันต่อไร่ โดยแปลงของนายเนติพงษ์ ที่การกักเก็บคาร์บอนในดินเพียง 0.71 ตันต่อไร่ โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงแม่จริม มีปริมาณคาร์บอนสะสมในดินน้อยที่สุด คือ 3.78-5.53 ตันต่อไร่ และพื้นที่โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงปางหินฝน 3.97 ตันต่อไร่

(3) ระบบการปลูกกาแฟ โดยเก็บตัวอย่างดินปลูกกาแฟ แบ่งเป็นกาแฟที่ปลูกภายใต้ระบบกลางแจ้งและร่มเงา ในพื้นที่โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงแม่สลองและบ่อเกลือ รายละเอียดดังนี้

ระบบการปลูกแบบกลางแจ้ง ในพื้นที่โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงแม่สลอง เก็บตัวอย่างดินจากแปลงเกษตรกร จำนวน 4 แปลง พบว่า ดินเป็นกรดรุนแรงมากถึงกรดจัดมาก (4.22-4.94) ปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในช่วงปานกลางถึงสูงมาก (2.39-4.92%) ดังตารางที่ 15 ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ในช่วงต่ำถึงปานกลาง (7.04- 11.91 mg/kg) ปริมาณโพแทสเซียมในดินอยู่ช่วงปานกลางถึงสูง (88.1-574 mg/kg) ปริมาณแคลเซียมในดินอยู่ในช่วงต่ำถึงปานกลาง (180- 429 mg/kg) และปริมาณแมกนีเซียมสูง (51-105.7 mg/kg) ในส่วนคุณสมบัติทางกายภาพพบว่าดินเป็นดินร่วน ดินร่วนเหนียว ผลวิเคราะห์ความหนาแน่นรวมของดิน อยู่ในช่วง 0.97-1.39 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช จากการคำนวนปริมาณคาร์บอนสะสมในดินปลูกกาแฟในระบบกลางแจ้ง พบว่าดินมีความสามารถในการกักเก็บคาร์บอน 3.20-7.61 ตันต่อไร่

ระบบการปลูกแบบร่มเงา ในพื้นที่โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงแม่สลอง เก็บตัวอย่างดินจากแปลงเกษตรกร จำนวน 4 แปลง และพื้นที่โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงบ่อเกลือ จำนวน 5 แปลง ซึ่งผลวิเคราะห์ดินของทั้ง 2 พื้นที่ มีดังนี้ ดินเป็นกรดรุนแรงมากถึงกรดจัดมาก (3.53-5.09) ปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในช่วงสูงมาก (4.92-6.55%) ยกเว้นแปลงกาแฟในพื้นศูนย์แม่สลองที่อยู่ในช่วงปานกลาง 3.02 % ดังตารางที่ 15 ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ในช่วงปานกลางถึงสูง (11.94 – 31.46 mg/kg) ยกเว้นแปลงนายเวิ่น ใจปิง เกษตรกรพื้นที่บ่อเกลือ ที่อยู่ในระดับต่ำมาก 3.24 mg/kg ปริมาณโพแทสเซียมในดินสูง (111-196 mg/kg) ปริมาณแคลเซียมในดินปานกลาง (250- 417 mg/kg) และปริมาณแมกนีเซียมปานกลางถึงสูง (46.4-103.9 mg/kg) ในส่วนคุณสมบัติทางกายภาพพบว่าดินเป็นดินร่วน ดินร่วนเหนียว ดินร่วนเหนียวปนทราย ดินเหนียวปนทรายและดินเหนียว ผลวิเคราะห์ความหนาแน่นรวมของดิน อยู่ในช่วง 0.94-1.16 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช จากการคำนวนปริมาณคาร์บอนสะสมในดินปลูกกาแฟในระบบในร่มเงา พบว่าดินมีความสามารถในการกักตันต่อไร่กเก็บคาร์บอน 7.71-9.21 ตันต่อไร่ โดยแปลงกาแฟในพื้นศูนย์แม่สลองมีการกักเก็บคาร์บอนในดินต่ำสุด เพียง 4.86 ตันต่อไร่ เมื่อเทียบกับแปลงกาแฟอื่นๆ ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณอินทรีย์คาร์บอนและปริมาณอินทรียวัตถุในดิน

ภาพที่ 14 เก็บตัวอย่างดินแปลงกาแฟกลางแจ้ง

ภาพที่ 15 เก็บตัวอย่างดินแปลงกาแฟในร่มเงา

(4) ระบบการปลูกผัก แบ่งออกเป็น ผักอินทรีย์ ผักที่ปลูกในระบบ GAP และปลูกแบบเดิมของเกษตรกร พบว่า ดินเป็นกรดรุนแรงมากถึงกรดเล็กน้อย (3.79-6.11) โดยในพื้นที่ปางหินฝนดินเป็นกรดรุนแรงมากทั้ง 2 แปลง ตารางที่ 16 ปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง (3.01-4.06%) สอดคล้องกับปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสสูง (173-587 mg/kg) ยกเว้นแปลงนายเพ่ง กุลสวัสดิ์มงคล ที่มีค่าปานกลาง 31.85 mg/kg ปริมาณโพแทสเซียมในดินสูง (251-486 mg/kg) ปริมาณแคลเซียมในดินสูง (747- 2,044 mg/kg) และปริมาณแมกนีเซียมสูง (186 – 456 mg/kg) ในส่วนคุณสมบัติทางกายภาพพบว่าดินเป็นดินร่วน ดินร่วนปนทรายแป้ง (ตารางที่ 16) ผลวิเคราะห์ความหนาแน่นรวมของดิน อยู่ในช่วง 1.10-1.21 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช จากการคำนวนปริมาณคาร์บอนสะสมในดินปลูกผักทั้ง 3 ระบบ ไม่แตกต่างกันมากนักขึ้นอยู่กับการจัดการดิน เนื้อดิน ปริมาณอินทรียวัตถุ โดยในระบบการปลูกผักอินทรีย์ ดินมีความสามารถในการกักเก็บคาร์บอน 4.66-6.73 ตันต่อไร่ ในระบบ GAP ดินกักเก็บคาร์บอน 5.62 ตันต่อไร่ และในระบบเดิมของเกษตรกร กักเก็บคาร์บอน 4.73 -5.08 ตันต่อไร่

ซึ่งปริมาณคาร์บอนที่แตกต่างกันในแต่ละแปลงของเกษตรกรที่เก็บตัวอย่างดินขึ้นกับหลายปัจจัยได้แก่ คุณสมบัติดิน ทั้งด้านกายภาพและเคมี การจัดการดินและปุ๋ย รวมถึงความชื้นในดิน

ภาพที่ 16 เก็บตัวอย่างดินแปลงพืชผัก

สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) Highland Research and Development Institute (Public Organization)

ตารางที่ 13 คุณสมบัติดินและปริมาณคาร์บอนสะสมในดินภายใต้ระบบการปลูกข้าวไร่บนพื้นที่สูง

ลำดับ	เกษตรกร	พื้นที่	พืช	pH	OM	OC	P	K	Ca	Mg	BD	SCS	Texture
					(%)		mg/kg				(g/cm^{-3})	(ton/rai)	
1	วินัย	แม่สอง	ข้าวไร่	5.46	4.56	2.64	10.62	126	684	143	1.13	7.14	Sandy Loam
2	เต้โพ	แม่สอง	ข้าวไร่	5.12	3.86	2.24	6.30	96.8	344	114	1.12	6.01	Sandy clay Loam
3	สุรเดช	ปางหินฝน	ข้าวไร่	4.81	4.48	2.6	6.84	213	828	228	1.17	7.31	Clay Loam
4	เน่ล แสงทอง	ปางหินฝน	ข้าวไร่	4.34	4.55	2.64	24.35	467	803	145	1.01	6.38	Clay Loam
5	สุรินทร์ ชี้ชมพนาวัลย์	แม่มะลอ	ข้าวไร่	5.02	2.14	1.24	8.18	203	1,557	239	1.25	3.71	Clay
6	เนติพงษ์ ชี้ชมพนาวัลย์	แม่มะลอ	ข้าวไร่	6.03	1.74	1.01	4.67	317	1,779	191	1.67	4.04	Clay loam
7	นภา	ผาแตก	ข้าวไร่	4.49	5.07	2.94	5.69	268	479	100	0.96	6.76	Sandy clay Loam
8	ศรีนวล มูลหน่อ	ผาแตก	ข้าวไร่	5.32	5.05	2.93	1.97	278	997	191	0.95	6.66	Sandy clay Loam
9	นางชวนทิพย์ ใจปิง	บ่อเกลือ	ข้าวไร่	6.10	3.85	2.23	27.67	392	1,425	171	1.13	6.05	Loam
10	นายแก่น วิวัฒน์ห้วยโทน	บ่อเกลือ	ข้าวไร่	3.80	4.46	2.59	3.93	153	489	270	1.22	7.56	Clay

ตารางที่ 14 คุณสมบัติดินและปริมาณคาร์บอนสะสมในดินภายใต้ระบบการปลูกข้าวโพดบนพื้นที่สูง

ลำดับ	เกษตรกร	พื้นที่	พืช	pH	OM	OC	P	K	Ca	Mg	BD	SCS	Texture
					(%)		mg/kg				(g/cm^{-3})	(ton/rai)	
1	จันทร์เพ็ญ	แม่จริม	ข้าวโพด	5.22	1.95	1.13	36.53	51.23	956	68.7	1.39	3.78	Clay Loam
2	เย้น จุ๊ต้น	แม่จริม	ข้าวโพด	5.91	2.81	1.63	20.09	148	1,139	165	1.41	5.53	Sandy Loam
3	สุรินทร์ ชี้ชมพนาวัลย์	แม่มะลอ	ข้าวโพด	6.2	2.19	1.27	1.09	230	1,913	213	1.32	4.02	Clay
4	เนติพงษ์ ชี้ชมพนาวัลย์	แม่มะลอ	ข้าวโพด	5.27	0.31	0.18	69.73	141	467	143	1.65	0.71	Clay loam
5	สุรเดช	ปางหินฝน	ข้าวโพด	5.47	2.75	1.6	4.47	281	1,095	299	1.03	3.97	Clay Loam

ตารางที่ 15 คุณสมบัติดินและปริมาณคาร์บอนสะสมในดินภายใต้ระบบการปลูกกาแฟบนพื้นที่สูง

ลำดับ	เกษตรกร	พื้นที่	พืช	pH	OM	OC	P	K	Ca	Mg	BD	SCS	Texture
					(%)		mg/kg				(g/cm^{-3})	(ton/rai)	
1	นายสุบี แลเฉอะ	แม่สลอง	กาแฟ กลางแจ้ง	4.22	4.92	2.86	10.42	210.6	180.0	51.63	1.11	7.61	Loam
2	นายตะกูล มือโป๊ะ	แม่สลอง	กาแฟ กลางแจ้ง	4.74	4.30	2.49	7.04	574.9	429.3	103.5	1.22	7.31	Clay loam
3	นายหล่อโก๊ะ เมอแล่	แม่สลอง	กาแฟ กลางแจ้ง	4.94	2.39	1.38	9.54	88.1	333.1	105.7	0.97	3.20	Loam
4	นายทวีชัย หวุ่ยยือกุล	แม่สลอง	กาแฟ กลางแจ้ง	4.38	3.49	2.02	11.91	55.7	245.8	73.3	1.39	6.74	Loam
5	นายอโจ๊ะ เมอแล	แม่สลอง	กาแฟ ใต้ร่มเงา	5.09	5.76	3.34	31.46	131	790.3	148.5	1.10	8.86	Loam
6	นายทศพล แลเชอ	แม่สลอง	กาแฟ ใต้ร่มเงา	3.53	5.12	2.97	11.17	6.65	63.9	24.2	1.08	7.71	Clay loam
7	นายไพรศาล โซเซ่	แม่สลอง	กาแฟ ใต้ร่มเงา	4.11	6.55	3.80	16.10	109.7	298.3	127.3	0.94	8.58	Sandy Clay loam
8	แปลงศูนย์	แม่สลอง	กาแฟ ใต้ร่มเงา	4.45	3.02	1.75	13.94	129.6	1,002	147.1	1.16	4.86	Loam
9	นายม้วน ใจปิง	บ่อเกลือ	กาแฟ ใต้ร่มเงา	3.93	6.12	3.55	18.41	196.3	404.4	77.6	0.98	8.36	Clay
10	นายแดน ใจปิง	บ่อเกลือ	กาแฟ ใต้ร่มเงา	3.96	5.50	3.19	22.92	162.2	250.1	50.2	1.05	8.01	Clay
11	นายหนั่น ใจปิง	บ่อเกลือ	กาแฟ ใต้ร่มเงา	4.04	5.53	3.21	27.17	111.3	355.6	103.9	1.00	7.71	Sandy Clay
12	นายเลิศศักดิ์ รักษ์ศีรี	บ่อเกลือ	กาแฟ ใต้ร่มเงา	3.92	4.92	2.85	30.41	156.6	357.4	46.4	1.07	7.33	Sandy Clay Loam
13	นายเวิ่น ใจปิง	บ่อเกลือ	กาแฟ ใต้ร่มเงา	4.01	6.16	3.57	3.24	141.6	417.4	70.2	1.07	9.21	Clay

ตารางที่ 16 คุณสมบัติดินและปริมาณคาร์บอนสะสมในดินภายใต้ระบบการปลูกพืชผักบนพื้นที่สูง

ลำดับ	เกษตรกร	พื้นที่	พืช	pH	OM	OC	P	K	Ca	Mg	BD	SCS	Texture
					(%)		mg/kg				(g/cm^{-3})	(ton/rai)	
1	นางบัวผัด	แม่จริม	ผักอินทรีย์	5.81	4.06	2.35	495	251	1,645	254	1.19	6.73	Loam
2	นางณัฐริการ์	แม่จริม	ผักอินทรีย์	6.11	3.01	1.75	587	342	2,044	203	1.11	4.66	Loam
3	นางนวพร	แม่จริม	ผัก GAP	5.67	3.34	1.94	501	334	1,413	186	1.21	5.62	Loam
4	นายเพ่ง กุลสวัสดิ์มงคล	ปางหินฝน	กะหล่ำปลี	4.58	3.05	1.77	31.85	486	778	456	1.11	4.73	Silt loam
5	นายเดชา กุลสวัสดิ์มงคล	ปางหินฝน	กะหล่ำปลี	3.79	3.33	1.93	173	344	747	135	1.10	5.08	Clay Loam

4.2 การศึกษาชนิดพืชเศรษฐกิจบนพื้นที่สูงที่มีความเสี่ยงในการดูดซับโลหะหนักอาซินิคและแคดเมียม

1) ศึกษาชนิดพืชผักและไม้ผลขนาดเล็กที่มีความเสี่ยงในการดูดซับโลหะหนักอาซินิคและแคดเมียม

เก็บตัวอย่างดิน ตัวอย่างพืชผักและไม้ผลขนาดเล็กในพื้นที่ส่งเสริมของมูลนิธิโครงการหลวง และ สวพส. รวม 4 พื้นที่ ซึ่งมีรายงานพบปริมาณโลหะหนักอาซินิคและแคดเมียมเกินค่ามาตรฐานในดิน จากนั้นส่งวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักอาซินิคและแคดเมียมในดิน ส่วนของราก ใบ ลำต้น หรือผล ขึ้นกับชนิดพืชนั้น โดยค่ามาตรฐานของโลหะหนักในดินและพืช แสดงดังตารางที่ 17 และ 18

ตารางที่ 17 มาตรฐานของโลหะหนักในดิน

โลหะหนัก	ระดับเกณฑ์พื้นฐานโลหะหนักในดิน (mg/kg)
1. สารหนู (As)	30
2. แคดเมียม (Cd)	0.15
3. ปรอท (Hg)	0.1
4. ตะกั่ว (Pb)	55
5. นิกเกิล (Ni)	45
6. โครเมียม (Cr)	80
7. ทองแดง (Cu)	45
8. สังกะสี (Zn)	70
9. โคบอลต์ (Co)	20

ที่มา: เอกสารวิชาการ “ระดับเกณฑ์พื้นฐาน” ของการปนเปื้อนของโลหะหนักในดินประเทศไทย กรมวิชาการเกษตร, 2545

ตารางที่ 18 มาตรฐานของโลหะหนักในพืช

โลหะหนัก	มาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน (mg/kg)	
	กระทรวงสาธารณสุข[1/]	Codex [2/]
สารหนู (As)	2	ไม่ระบุ
แคดเมียม (Cd)	ไม่ระบุ	ผักใบ 0.2 กะหล่ำ+ผักผล 0.5 ผักใช้ราก+ลำต้น 0.1
ตะกั่ว (Pb)	1	ผักใบ 0.3 ผักผล,ราก,ส้ม 0.1
ปรอท (Hg)	0.5	ไม่ระบุ

ที่มา: [1/]ประกาศประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 (พ.ศ.2529) เรื่อง มาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน และประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 273) พ.ศ.2546 เรื่อง มาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน (ฉบับที่ 2)

[2/]CODEX GENERAL STANDARD FOR CONTAMINANTS AND TOXINS IN FOOD AND FEED (CODEX STAN 1993-1995)

ผลการวิเคราะห์ดินและพืชในพื้นที่ที่พบการปนเปื้อนโลหะหนัก

1) เก็บตัวอย่างดินและตัวอย่างไม้ผลขนาดเล็ก ได้แก่ สตรอเบอรี่ เคฟกูสเบอร์รี่ องุ่น และตัวอย่างพืชผัก ได้แก่เซเลอรี่ ผักกาดหอมห่อ กะหล่ำปลี และผักชี ในพื้นที่ศูนย์ฯ แม่แฮ ปางอุ๋ง และโครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงปางหินฝน โดยผลการวิเคราะห์พบปริมาณอาซินิคและแคดเมียมเกินค่ามาตรฐาน รวม 48 ตัวอย่าง สรุปดังนี้

<u>พื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางอุ๋ง</u>

เก็บตัวอย่างดินและพืชที่ปลูกปลูกไม้ผลขนาดเล็ก ได้แก่ เคฟกูสเบอร์รี่ สตรอเบอรี่ และองุ่น ของเกษตรกร จำนวน 7 แปลง แบ่งเป็น เคฟกูสเบอร์รี่ จำนวน 3 แปลง สตรอเบอรี่ จำนวน 3 แปลง และองุ่น 1 แปลง (ตารางที่ 19) พบว่า ผลวิเคราะห์ปริมาณอาซินิคในดินเกินค่ามาตรฐาน จำนวน 5 แปลง มีค่าตั้งแต่ 37.6 – 60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนแคดเมียมไม่พบการปนเปื้อนทั้ง 7 แปลง สำหรับตัวอย่างพืชในส่วนของเคฟกูสเบอร์รี่ พบว่า พบอาซินิคและแคดเมียมในส่วนของรากและลำต้นเท่านั้น แต่ยังไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ และไม่พบการปนเปื้อนในส่วนของผล เช่นเดียวกับในส่วนของสตรอเบอรี่ที่พบอาซินิคและแคดเมียมในส่วนของรากและลำต้น มีแนวโน้มการดูดซับอาซินิคในส่วนของรากค่อนข้างสูงแต่ยังไม่เกินค่ามาตรฐาน แต่พบว่าในส่วนของรากและลำต้นมีปริมาณแคดเมียมเกินค่ามาตรฐาน ไม่พบการปนเปื้อนในส่วนของผล และไม่พบการปนเปื้อนของอาซินิคและแคดเมียมในส่วนของผลองุ่น

ตารางที่ 19 ผลวิเคราะห์โลหะหนักในดินและพืชของพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางอุ๋ง

ลำดับ	รายชื่อเกษตรกร	ชนิดพืช	โลหะหนักในดิน		ส่วนของพืช	โลหะหนักในพืช	
			As	Cd		As	Cd
			(mg/kg)			(mg/kg)	
1	นายวิเชียร เจริญเจ้าสกุล	เคฟกูสเบอร์รี่	41.1	ND LOD 2.0	รากเคฟกูสเบอร์รี่	0.43	<0.018
					ลำต้นเคฟกูสเบอร์รี่	0.17	ND LOD 0.008
					ผลเคฟกูสเบอร์รี่	ND LOD 0.008	ND LOD 0.008
2	นายนิกร แซ่เห่อ	เคฟกูสเบอร์รี่	39.9	ND LOD 2.0	รากเคฟกูสเบอร์รี่	0.71	0.018
					ลำต้นเคฟกูสเบอร์รี่	0.036	ND LOD 0.008
					ผลเคฟกูสเบอร์รี่	ND LOD 0.008	ND LOD 0.008
3	นายธงชัย แซ่ว้าง	เคฟกูสเบอร์รี่	9.6	ND LOD 2.0	รากเคฟกูสเบอร์รี่	0.1	0.078
					ลำต้นเคฟกูสเบอร์รี่	0.06	ND LOD 0.008
					ผลเคฟกูสเบอร์รี่	ND LOD 0.008	ND LOD 0.008
4	นายก่อศักดิ์ แซ่เห่อ	สตรอเบอรี่	41	ND LOD 2.0	รากสตรอเบอรี่	1.43	0.11
					ลำต้นสตรอเบอรี่	0.093	0.035
					ผลสตรอเบอรี่	ND LOD 0.008	<0.018

ลำดับ	รายชื่อเกษตรกร	ชนิดพืช	โลหะหนักในดิน		ส่วนของพืช	โลหะหนักในพืช	
			As	Cd		As	Cd
			(mg/kg)			(mg/kg)	
5	นายลุงแก้ว รักกฎหมาย	สตรอเบอรี่	37.6	ND LOD 2.0	รากสตรอเบอรี่	1.49	0.082
					ลำต้นสตรอเบอรี่	0.16	<0.018
					ผลสตรอเบอรี่	<0.025	ND LOD 0.008
6	นายเดชา แซ่ว่าง	สตรอเบอรี่	11.3	ND LOD 2.0	รากสตรอเบอรี่	0.61	0.15
					ลำต้นสตรอเบอรี่	0.049	0.06
					ผลสตรอเบอรี่	ND LOD 0.008	<0.018
7	นายเฉลิมพล แซ่ว่าง	องุ่น	60	ND LOD 2.0	ผลองุ่น	ND LOD 0.008	ND LOD 0.008

ภาพที่ 17 การเก็บตัวอย่างดินและพืชในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางอุ๋ง

พื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ

เก็บตัวอย่างดินและพืชที่ปลูกไม้ผลขนาดเล็ก และพืชผัก ได้แก่ เคฟกูสเบอร์รี่ สตรอเบอรี่ บีทรูท เซอลารี่ ผักกาดหอมห่อ เคล กะหล่ำปลี ผักกาดขาวปลี และพลาสเล่ย์ จากแปลงปลูกพืชของเกษตรกร จำนวน 21 แปลง แบ่งเป็น เคฟกูสเบอร์รี่ 2 แปลง สตรอเบอรี่ 3 แปลง บีทรูท 1 แปลง เซอลารี่ 2 แปลง ผักกาดหอมห่อ 4 แปลง เคล 3 แปลง กะหล่ำปลี 1 แปลง ผักกาดขาวปลี 3 แปลง และพลาสเล่ย์ 2 แปลง (ตารางที่ 20) พบว่าผลวิเคราะห์ปริมาณอาซินิคในดินเกินค่ามาตรฐาน จำนวน 6 แปลง ซึ่งเป็นแปลงปลูกสตรอเบอร์รี่ บีทรูท เซอลารี่ ผักกาดหอมห่อ เคล และผักกาดขาวปลี มีค่าตั้งแต่ 58-194 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนแคดเมียมพบการปนเปื้อนในดิน 1 แปลง สำหรับตัวอย่างพืชในส่วนของเคฟกูสเบอร์รี่ ไม่พบการปนเปื้อนในส่วนของผล ในส่วนของสตรอเบอรี่พบอาซินิคและแคดเมียมในส่วนของรากเกินค่ามาตรฐาน ลำต้นและผล ไม่เกินค่ามาตรฐาน ในพืชผักเซอลารี่ เคล และผักกาดขาวปลี มีปริมาณอาซินิคในส่วนของรากและต้นแต่ไม่เกินค่ามาตรฐาน ซึ่งปริมาณอาซินิคที่พบในพืชสอดคล้องกับปริมาณอาซินิคในดิน ในบีทรูทกับพาสเลย์ พบการปนเปื้อนของอาซินิคและแคดเมียมในส่วนของรากและลำต้นแต่ไม่เกินค่ามาตรฐาน

ตารางที่ 20 ผลวิเคราะห์โลหะหนักในดินและพืชของพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ

ลำดับ	รายชื่อเกษตรกร	ชนิดพืช	โลหะหนักในดิน		ส่วนของพืช	โลหะหนักในพืช	
			As	Cd		As	Cd
			(mg/kg)			(mg/kg)	
1	นายพะบุรี แดนพนารักษ์	เคฟกูสเบอร์รี่	28.1	ND LOD 2.0	ผลเคฟกูสเบอร์รี่	ND LOD 0.008	ND LOD 0.008
2	นายโสธร วีระวัฒน์พงไพร	เคฟกูสเบอร์รี่	16.2	ND LOD 2.0	ผลเคฟกูสเบอร์รี่	ND LOD 0.008	ND LOD 0.008
3	นายไพโรจน์ แสนกระจ่างหล้า	สตรอเบอรี่	64	ND LOD 2.0	รากสตรอเบอรี่	7.08	0.12
					ลำต้นสตรอเบอรี่	0.21	<0.018
					ผลสตรอเบอรี่	<0.025	ND LOD 0.008
4	นายพะบุรี แดนพนารักษ์	สตรอเบอรี่	28.1	ND LOD 2.0	รากสตรอเบอรี่	2.63	0.16
					ลำต้นสตรอเบอรี่	0.065	<0.018
					ผลสตรอเบอรี่	ND LOD 0.008	ND LOD 0.008
5	นายโสธร วีระวัฒน์พงไพร	สตรอเบอรี่	16.2	ND LOD 2.0	รากสตรอเบอรี่	1.05	0.069
					ลำต้นสตรอเบอรี่	0.068	<0.018
					ผลสตรอเบอรี่	<0.025	ND LOD 0.008
6	แปลงศูนย์แม่แฮ 1	บีทรูท	194	ND LOD 2.0	หัวบีทรูท	0.054	<0.018
					ต้นบีทรูท	0.058	<0.018
7	แปลงศูนย์แม่แฮ 1	เซอลารี่	194	ND LOD 2.0	รากเซอลารี่	4.09	0.07
					ต้นเซอลารี่	0.12	0.02
8	นางรัตนสวัสดิ์ เสริมปัญญากุล	เซอลารี่	7.5	ND LOD 2.0	รากเซอลารี่	0.27	0.043
					ต้นเซอลารี่	0.039	<0.018

ลำดับ	รายชื่อเกษตรกร	ชนิดพืช	โลหะหนักในดิน		ส่วนของพืช	โลหะหนักในพืช	
			As	Cd		As	Cd
			(mg/kg)			(mg/kg)	
9	แปลงศูนย์แม่แฮ 1	ผักกาดหอมห่อ	194	ND LOD 2.0	ต้นผักกาดหอมห่อ	1.52	0.02
					รากผักกาดหอมห่อ	0.067	ND LOD 0.008
10	นายเกียรติศักดิ์	ผักกาดหอมห่อ	134	ND LOD 2.0	รากผักกาดหอมห่อ	0.87	0.022
					ผักกาดหอมห่อ	0.073	ND LOD 0.008
11	นายสุชาติ เสริมปัญญากุล	ผักกาดหอมห่อ	10.1	ND LOD 2.0	รากผักกาดหอมห่อ	0.064	0.025
					ต้นผักกาดหอมห่อ	ND LOD 0.008	ND LOD 0.008
12	นายคณิน กิ่งดอยหลวง	ผักกาดหอมห่อ	5.4	ND LOD 2.0	รากผักกาดหอมห่อ	0.2	0.076
					ต้นผักกาดหอมห่อ	ND LOD 0.008	ND LOD 0.008
13	แปลงศูนย์แม่แฮ 1	เคล	194	ND LOD 2.0	รากเคล	3.59	0.085
					ต้นเคล	0.57	<0.018
14	แปลงศูนย์แม่แฮ 2	เคล	58	<5.0	รากเคล	0.44	0.073
					ต้นเคล	0.085	0.034
15	แปลงศูนย์แม่แฮ 2	กะหล่ำปลี	58	<5.0	รากกะหล่ำปลี	1.37	0.15
					ต้นกะหล่ำปลี	ND LOD 0.008	<0.018
16	นางรัตนสวัสดิ์ เสริมปัญญากุล	เคล	7.5	ND LOD 2.0	รากเคล	0.25	0.037
					ต้นเคล	ND LOD 0.008	<0.018
17	นายเกียรติศักดิ์	ผักกาดขาวปลี	134	ND LOD 2.0	รากผักกาดขาวปลี	2.45	<0.018
					ผักกาดขาวปลี	0.056	ND LOD 0.008
18	นายพอคา สิทธิโชคเสรี	ผักกาดขาวปลี	25.3	ND LOD 2.0	รากผักกาดขาวปลี	0.16	<0.018
					ต้นผักกาดขาวปลี	ND LOD 0.008	ND LOD 0.008
19	นางนภาพร เสริมปัญญากุล	ผักกาดขาวปลี	17.1	ND LOD 2.0	รากผักกาดขาวปลี	0.28	0.039
					ต้นผักกาดขาวปลี	ND LOD 0.008	ND LOD 0.008
20	นายประเสริฐ แสงกระจ่าง	พาสเล่ย์	8.9	ND LOD 2.0	รากพาสเลย์	0.13	0.095
					ต้นพาสเล่ย์	0.073	0.062
21	นายสุชาติ เสริมปัญญากุล	พาสเล่ย์	8.6	ND LOD 2.0	รากพลาสเลย์	0.24	0.13
					ต้นพลาสเลย์	<0.025	0.07

ภาพที่ 18 การเก็บตัวอย่างดินและพืชในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ

<u>พื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำริน</u>

เก็บตัวอย่างดินและพืชจากแปลงเกษตรกร จำนวน 8 แปลง ปลูกพืช 3 ชนิด ได้แก่ แครอท เบบี้แครอท และถั่วแขก พบว่ามีปริมาณอาซินิคเกินค่ามาตรฐาน จำนวน 6 แปลง มีค่าตั้งแต่ 33.01-115 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และแคดเมียมเกินค่ามาตรฐานจำนวน 2 แปลง ซึ่งเป็นแปลงปลูกแครอท ผลวิเคราะห์การปนเปื้อนโลหะหนักในพืชนั้น พบอาซินิคและแคดเมียมในส่วนของรากและต้นถั่วแขก แต่ไม่เกินค่ามาตรฐานที่พบในพืช ส่วนในแครอทและเบบี้แครอทจะพบในส่วนของหัวแต่ไม่เกินค่ามาตรฐานที่พบในพืช (ตารางที่ 21)

ตารางที่ 21 ผลวิเคราะห์โลหะหนักในดินและพืชของพื้นที่พื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำริน

ลำดับ	รายชื่อเกษตรกร	ชนิดพืช	โลหะหนักในดิน		ส่วนของพืช	โลหะหนักในพืช	
			As	Cd		As	Cd
			(mg/kg)			(mg/kg)	
1	นายก๋อง	แครอท	115	<5.0	หัวแครอท	0.03	0.018
2	นายเล็ก	แครอท	107	<5.0	หัวแครอท	0.041	0.036
3	นายสมบูรณ์	แครอท	33.01	ND LOD 2.0	หัวแครอท	ND LOD 0.008	0.018
4	นายทอน้อย	แครอท	28.27	ND LOD 2.0	หัวแครอท	ND LOD 0.008	<0.018

ลำดับ	รายชื่อเกษตรกร	ชนิดพืช	โลหะหนักในดิน		ส่วนของพืช	โลหะหนักในพืช	
			As	Cd		As	Cd
			(mg/kg)			(mg/kg)	
5	นางมาลินี	เบบี้แครอท	92	ND LOD 2.0	หัวเบบี้แครอท	<0.025	<0.018
6	นางนารี จะงะ	เบบี้แครอท	35.6	ND LOD 2.0	หัวเบบี้แครอท	<0.025	<0.018
7	นายจิรพงษ์	เบบี้แครอท	6.93	ND LOD 2.0	หัวเบบี้แครอท	<0.025	0.042
8	นางวิภาสินี	ถั่วแขก	65	ND LOD 2.0	รากถั่วแขก	0.19	0.032
					ต้นถั่วแขก	0.13	<0.018
					ฝักถั่วแขก	ND LOD 0.008	ND LOD 0.008

ภาพที่ 19 การเก็บตัวอย่างดินและพืชในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำริน

<u>พื้นที่โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงปางหินฝน</u>

เก็บตัวอย่างดินและพืชที่ปลูกไม้ผลขนาดเล็ก และพืชผัก ได้แก่ สตรอเบอรี่ องุ่น มะเขือเทศเชอรี่ กะหล่ำปลี มันฝรั่ง แตงกวาญี่ปุ่นและซาโยเต้ จากแปลงปลูกพืชของเกษตรกร จำนวน 12 แปลง (ตารางที่ 22) พบว่าผลวิเคราะห์ปริมาณอาซินิคในดินเกินค่ามาตรฐาน จำนวน 11 แปลง มีค่าตั้งแต่ 30.2-159 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนแคดเมียมพบการปนเปื้อนในดิน 4 แปลง สำหรับตัวอย่างพืช พบว่ามีการปนเปื้อนอาซินิคและแคดเมียมในส่วนของรากกะหล่ำปลีเกินค่ามาตรฐาน ซึ่งปริมาณอาซินิคที่พบในพืชสอดคล้องกับปริมาณอาซินิคในดิน และพบว่าในส่วนรากและลำต้นของมะเขือเทศเชอร์รี่มีแนวโน้มในการดูดอาซินิคและแคดเมียม ส่วนของผลไม่พบการปนเปื้อนอาซินิคแต่พบแคดเมียมซึ่งไม่เกินค่ามาตรฐานที่ให้ไว้ในส่วนของพืช นอกจากนี้ในส่วนของไม้ผลขนาดเล็ก มีการปนเปื้อนอาซินิคและแคดเมียมในส่วนของราก ลำต้นและผลสตรอเบอรี่ โดยรากและลำต้นมีแคดเมียมเกินค่ามาตรฐาน แต่ในส่วนของผลไม่เกินค่ามาตรฐาน ส่วนผลองุ่นและแตงกวาญี่ปุ่นไม่พบการปนเปื้อนทั้งอาซินิคและแคดเมียม ในส่วนของมันฝรั่งมีการปนเปื้อนอาซินิคและแคดเมียมในส่วนของราก ต้นและหัวมันฝรั่งโดยรากและลำต้นมีแคดเมียมเกินค่ามาตรฐาน

ตารางที่ 2 2 ผลวิเคราะห์โลหะหนักในดินและพืชพื้นที่โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงปางหินฝน

ลำดับ	รายชื่อเกษตรกร	ชนิดพืช	โลหะหนักในดิน		ส่วนของพืช	โลหะหนักในพืช	
			As	Cd		As	Cd
			(mg/kg)			(mg/kg)	
1	นายศักดิ์ชัย ยอดยิ่งหทัยกุล	สตรอเบอรี่	28.8	ND LOD 2.0	รากสตรอเบอรี่	0.064	0.1
					ต้นสตรอเบอรี่	0.044	0.06
					ผลสตอเบอรี่	ND LOD 0.008	<0.018
2	นายมานิตย์ แซ่ย่าง	องุ่น	86	ND LOD 2.0	ผลองุ่น	ND LOD 0.008	ND LOD 0.008
3	นายสวน ดำรงกาญจนกุล	องุ่น	58	ND LOD 2.0	ผลองุ่น	ND LOD 0.008	<0.018
4	นายชัยรุ่ง ถาวร	มะเขือเทศเชอรี่	159	<5.0	รากมะเขือเทศเชอรรี่	1.04	0.072
					ต้นมะเขือเทศเชอรรี่	0.07	0.11
					ผลมะเขือเทศเชอรรี่	ND LOD 0.008	<0.018
5	นางจินดา มาเมือง	มะเขือเทศเชอรี่	147	<5.0	ผลมะเขือเทศเชอร์รี่	ND LOD 0.008	<0.018
6	นายชัยวัฒน์	มะเขือเทศเชอรี่	109	ND LOD 2.0	รากมะเขือเทศเชอรี่	1.94	0.034
					ต้นมะเขือเทศเชอรี่	0.17	0.062
					ผลมะเขือเทศเชอรี่	ND LOD 0.008	ND LOD 0.008
7	นายวิเชียร	มะเขือเทศเชอรี่	82	<5.00	ผลมะเขือเทศเชอรี่	ND LOD 0.008	<0.018
8	นายชัยวัฒน์	กะหล่ำปลี	109	ND LOD 2.0	รากกะหล่ำปลี	3.09	0.86
					หัวกะหล่ำปลี	ND LOD 0.008	ND LOD 0.008
9	นายเลอโพง	กะหล่ำปลี	79	ND LOD 2.0	รากกะหล่ำปลี	1.51	0.041
					หัวกะหล่ำปลี	<0.025	ND LOD 0.008
10	นายศักดิ์ชัย ยอดยิ่งหทัยกุล	มันฝรั่ง	30.2	ND LOD 2.0	รากมันฝรั่ง	0.59	0.44
					ต้นมันฝรั่ง	0.092	0.42
					หัวมันฝรั่ง	<0.025	0.026
11	นายแสงหล้า	แตงกวาญี่ปุ่น	48.6	ND LOD 2.0	แตงกวาญี่ปุ่น	ND LOD 0.008	ND LOD 0.008
12	นางจินดา มาเมือง	ซาโยเต้	147	<5.0	ต้นซาโยเต้	<0.025	ND LOD 0.008

ภาพที่ 20 การเก็บตัวอย่างดินและพืชในพื้นที่โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงปางหินฝน

2) ทดสอบชนิดพืชที่มีความเสี่ยงในการดูดซับอาซินิคและแคดเมียมที่ปลูกในดินที่ปนเปื้อนโลหะหนักบนพื้นที่สูง

คัดเลือกผัก จำนวน 4 ชนิด ได้แก่ กะหล่ำปลี ผักกาดกวางตุ้ง เบบี้ฮ่องเต้และผักชี จากข้อมูลผลการดูดซับและผลวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักอาซินิคและแคดเมียม ปีงบประมาณ พ.ศ. 2563 จากนั้นทดสอบปลูกผักในแปลงที่มีผลวิเคราะห์โลหะหนักเกินค่ามาตรฐาน เปรียบเทียบอย่างน้อย 3 ระดับ ได้แก่ 0-30, 31-50 และมากกกว่า 50 mg/kg โดยดำเนินการร่วมกับเจ้าหน้าที่และเกษตรกร 2 พื้นที่

<u>พื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ</u> จำนวน 3 แปลงทดสอบ ดังนี้

1) แปลงศูนย์ มีระดับอาซินิค 194 mg/kg

2) แปลง นายพะบุรี มีระดับอาซินิค 91 mg/kg

3) แปลง นายพนม ระวีภิญโญ มีระดับอาซินิค 27.9 mg/kg

4) แปลงนายโสธร วีระวัฒน์พงไพร มีระดับอาซินิค 17.2 mg/kg

ปลูกผัก 4 ชนิด ในแปลงทดสอบทั้ง 4 แปลง เมื่อถึงระยะเก็บผลผลิตเก็บตัวอย่างพืชวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักอาซินิคที่ปนเปื้อนหลังการทดสอบ พบว่าแปลงนายโสธร วีระวัฒน์พงไพร ที่มีปริมาณอาซินิคในดิน 17.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีการปนเปื้อนอาซินิคในส่วนของรากและต้นของพืชทั้ง 3 ชนิด แต่ไม่เกินค่ามาตรฐานที่กระทรวงสาธารณสุขให้ไว้ที่ 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แปลงนายพนม ระวีภิญโญ มีปริมาณอาซิคในดิน 27.9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างพืชในส่วนของรากและต้น พบว่ามีการปนเปื้อนอาซินิคในส่วนของรากและต้นพืช 3 ชนิด ได้แก่ ผักกวางตุ้ง ผักเบบี้ฮ่องและผักชี แต่ไม่เกินค่ามาตรฐาน และในกะหล่ำปลีพบปริมาณอาซินิคในส่วนของรากเท่านั้น แปลงนายพะบุรี แดนพนารักษ์ พบปริมาณอาซินิคในพืชเช่นเดียวกับแปลงนายพนม แต่มีปริมาณอาซินิคสะสมในพืชสูงกว่า ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณอาซินิคในดิน และแปลงศูนย์แม่แฮ ปลูกพืช 3 ชนิด ได้แก่ เบบี้ฮ่องเต้ กวางตุ้ง และกะหล่ำปลี โดยมีการดูดซับอาซินิคในส่วนของรากและต้น แต่ไม่เกินค่ามาตรฐาน ยกเว้นกะหล่ำปลีที่พบในส่วนของรากแต่ไม่พบในส่วนของหัวกะหล่ำปลี รายละเอียดผลการทดสอบแสดงในตารางที่ 23

ตารางที่ 23 ผลการทดสอบชนิดพืชผักที่มีความเสี่ยงในการดูดซับโลหะหนักอาซินิคและแคดเมียม ศูนย์ฯแม่แฮ

เกษตรกร	ปริมาณอาซินิคในดิน (mg/kg)	ปริมาณอาซินิคในตัวอย่างพืช (mg/kg)							
		ผักชี		เบบี้ฮ่องเต้		กวางตุ้ง		กะหล่ำปลี	
		ราก	ต้น	ราก	ต้น	ราก	ต้น	ราก	ต้น
นายโสธร วีระวัฒน์พงไพร	17.2	0.11	0.034	0.17	<0.025	0.58	0.029	-	-
นายพนม ระวีภิญโญ	27.9	0.29	0.079	0.19	0.036	0.3	<0.025	0.26	ND LOD 0.008
นายพะบุรี แดนพนารักษ์	91	0.33	0.21	0.77	0.11	2.2	0.029	1.1	ND LOD 0.008
แปลงศูนย์ฯ (แปลง 2)	194	-	-	0.11	0.098	0.44	<0.025	0.87	ND LOD 0.008

ภาพที่ 21 เก็บตัวอย่างดินและพืชแปลงทดสอบชนิดพืชที่มีความเสี่ยงในการดูดอาซินิค
พื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ

<u>พื้นที่โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงปางหินฝน</u> จำนวน 3 แปลง ดังนี้

1) แปลงนายก้าน โชคชวานันท์ มีระดับอาซินิค 84.1 mg/kg
2) แปลงนายสวน ดำรงกาญจนกุล มีระดับอาซินิค 59 mg/kg
3) แปลงนายเพ่ง กุลสวัสดิ์มงคล มีระดับอาซินิค 7.1 mg/kg

ปลูกผัก 4 ชนิด ในแปลงทดสอบและส่งตัวอย่างพืชเพื่อวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักอาซินิคที่ปนเปื้อน หลังการทดสอบ พบว่าแปลงนายเพ่ง กุลสวัสดิ์มงคล ที่มีปริมาณอาซินิคในดิน 7.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีการปนเปื้อนอาซินิคในส่วนของรากพืชทั้ง 4 ชนิด แต่ไม่เกินค่ามาตรฐานที่กระทรวงสาธารณสุขให้ไว้ที่ 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนของต้นผักกวางตุ้งและต้นผักเบบี้ฮ่องเต้ไม่พบการปนเปื้อนอาซินิค แต่พบในต้นผักชีและกะหล่ำปลี ซึ่งไม่เกินค่ามาตรฐาน แปลงนายสวน ดำรงกาญจนกุล มีปริมาณอาซิคในดิน 59 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ผลการทดสอบพบว่าผักกวางตุ้ง เบบี้ฮ่องเต้ และผักชี มีปริมาณอาซินิคอยู่ทั้งในส่วนของรากและลำต้น แต่ไม่เกินค่ามาตรฐาน และกะหล่ำปลีพบปริมาณอาซินิคในส่วนของรากเท่านั้น ส่วนแปลงของนายก้าน โชคชวานันท์ ที่มีปริมาณอาซินิคสะสมในดินสูงสุดนั้น ผลการวิเคราะห์ปริมาณอาซินิคในส่วนของพืชพบทั้งในส่วนของรากและลำต้นของผักกวางตุ้ง เบบี้ฮ่องเต้ และผักชี เช่นเดียวกับแปลงนายสวน แต่มีปริมาณการสะสม

อาซินิคในพืชสูงกว่า สอดคล้องกับปริมาณอาซินิคที่มีในดิน โดยในส่วนของรากผักชีมีแนวโน้มการดูดซับอาซินิคสูงแต่ยังไม่เกินค่ามาตรฐาน มีเพียงในส่วนของรากกะหล่ำปลีที่เกินค่ามาตรฐาน ดังตารางที่ 24

ตารางที่ 24 ผลการทดสอบชนิดพืชผักที่มีความเสี่ยงในการดูดซับโลหะหนักอาซินิคและแคดเมียม พื้นที่ฯปางหินฝน

เกษตรกร	ปริมาณอาซินิคในดิน (mg/kg)	ปริมาณอาซินิคในตัวอย่างพืช (mg/kg)							
		กวางตุ้ง		เบบี้ฮ่องเต้		ผักชี		กะหล่ำปลี	
		ราก	ต้น	ราก	ต้น	ราก	ต้น	ราก	ต้น
นายเพ่ง กุลสวัสดิ์มงคล	7.1	0.11	ND LOD 0.008	0.047	ND LOD 0.008	0.12	0.026	0.3	0.078
นายสวน ดำรงกาญจนกุล	59	0.52	<0.025	0.24	<0.025	0.35	0.069	0.78	ND LOD 0.008
นายก้าน โชคชวานันท์	84.1	0.27	0.25	0.4	0.085	1	0.19	2.15	ND LOD 0.008

ภาพที่ 22 แปลงทดสอบชนิดพืชที่มีความเสี่ยงในการดูดอาซินิคในพื้นโครงการพัฒนาพื้นที่สูงฯปางหินฝน

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย

5.1 ศึกษาและวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสมบัติดินก่อนและหลังทดสอบเทคโนโลยีการฟื้นฟูความอุดมสมบูรณ์ของดินในแปลงปลูกพืชบนพื้นที่สูง

1) พื้นที่ที่มีการปรับเปลี่ยนพื้นที่ข้าวไร่เป็นนาขั้นบันได พบว่า การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับถั่วบำรุงดินและแหนแดง ให้ผลผลิตข้าวมากที่สุด 314 - 517 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับถั่วบำรุงดิน ให้ผลผลิตข้าวนา 309 – 448 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งไม่แตกต่างกับกรรมวิธีการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ที่ให้ผลผลิตข้าวนา 310 - 454 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่แปลงควบคุมให้ผลผลิตน้อยที่สุด 280 - 431 กิโลกรัมต่อไร่ นอกจากนี้เกษตรกรสามารถเพาะขยายพันธุ์แหนแดงได้เอง เพื่อใช้สำหรับแปลงนาขั้นบันได นำไปเลี้ยงปลา และตากแห้งสำหรับใช้เป็นปุ๋ยต่อไป ส่วนการเปลี่ยนแปลงสมบัติดินหลังทดสอบในปีที่ 2 พบว่า ค่าความเป็นกรด ด่างของทั้ง 4 กรรมวิธีไม่แตกต่างกัน อยู่ในช่วงเป็นกรดปานกลาง (5.7-6.1) ส่วนปริมาณอินทรียวัตถุ ของกรรมวิธีที่ 3 และ 4 ที่มีการจัดการปุ๋ยร่วมกับปลูกถั่วและแหนแดงนั้น มีปริมาณอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับปริมาณความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนที่เพิ่มขึ้น ปริมาณฟอสฟอรัสลดลง และปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียมไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก

2) พื้นที่ที่มีลักษณะดินทรายและมีหินปน (ปลูกมันสำปะหลัง) พบว่าการปลูกถั่วบำรุงดินระหว่างร่องมันสำปะหลัง ได้แก่ ถั่วลิสง ถั่วพร้า ถั่วดำและถั่วเขียว หลังจากปลูกมันสำปะหลังไปแล้วประมาณ 1 เดือน ซึ่งถั่วสามารถเจริญเติบโตได้โดยไม่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของมันสำปะหลัง และผลผลิตมันสำปะหลังจากแปลงปลูกถั่วสูงกว่าแปลงที่ปลูกมันสำปะหลังเพียงอย่างเดียว ซึ่งแปลงปลูกถั่วพร้า ให้ผลผลิตมันสำปะหลังสูงสุด รองลงมาถั่วลิสง ถั่วดำ ถั่วเขียว และปลูกมันสำปะหลังเพียงอย่างเดียว โดยมีผลผลิต 3,395 3,135 2,945 2,839 และ 2,432 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติดินในปีที่ 2 พบว่า ดินที่ปลูกถั่วในทุกกรรมวิธี มีอินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเพิ่มขึ้นจากดินหลังปลูกปีที่ 1 ส่วนแคลเซียมและแมกนีเซียมไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก การเปลี่ยนแปลงของดินหลังปลูกปีที่ 3 ไม่เปลี่ยนแปลงจากปีที่ 2

เทคโนโลยีการฟื้นฟูความอุดมสมบูรณ์ของดิน 1) พื้นที่ปรับพื้นที่จากข้าวไร่เป็นนาขั้นบันได โดยการใช้แหนแดงเลี้ยงในแปลงปลูกข้าวนาพร้อมกับใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินและปลูกถั่วหลังนา และในพื้นที่ลักษณะดินทรายและมีหินปนที่ปลูกมันสำปะหลัง วิธีการปลูกพืชตระกูลถั่วระหว่างร่องมันสำปะหลัง ซึ่งช่วยในการเพิ่มผลผลิตและรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดิน

5.2 ศึกษาปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในดินภายใต้ระบบการปลูกพืชบนพื้นที่สูง 4 ระบบ

1) ระบบการปลูกข้าวไร่ มีปริมาณคาร์บอนสะสมในดินปลูกข้าวไร่บนพื้นที่สูงทั้ง 5 แห่ง มีปริมาณ 3.71-7.14 ตันต่อไร่ รายละเอียดดังนี้ พื้นที่แม่มะลอ มีปริมาณคาร์บอนสะสมในดินน้อยที่สุด คือ 3.71- 4.04 ตันต่อไร่ พื้นที่แม่สอง มีปริมาณคาร์บอนสะสมในดิน 6.01-7.14 ตันต่อไร่ พื้นที่ปางหินฝน มีปริมาณคาร์บอนสะสมในดิน 6.38-7.31 ตันต่อไร่ พื้นที่ผาแตก มีปริมาณคาร์บอนสะสมในดิน 6.66-6.76 ตันต่อไร่ และพื้นที่บ่อเกลือ มีปริมาณคาร์บอนสะสมในดิน 6.05-7.56 ตันต่อไร่

2) ระบบการปลูกข้าวโพดบนพื้นที่สูงทั้ง 3 แห่ง มีการกักเก็บคาร์บอน 3.78-5.53 ตันต่อไร่ โดยแปลงของนายเนติพงษ์ ที่การกักเก็บคาร์บอนในดินเพียง 0.71 ตันต่อไร่ โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการ

หลวงแม่จริม มีปริมาณคาร์บอนสะสมในดินน้อยที่สุด คือ 3.78-5.53 ตันต่อไร่ และพื้นที่โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงปางหินฝน 3.97 ตันต่อไร่

3) ระบบการปลูกกาแฟ แบ่งเป็น ระบบการปลูกแบบกลางแจ้ง พบว่าดินมีความสามารถในการกักเก็บคาร์บอน 3.20-7.61 ตันต่อไร่ ระบบในร่มเงา พบว่าดินมีความสามารถในการกักเก็บคาร์บอน 7.71-9.21 ตันต่อไร่ โดยแปลงกาแฟในพื้นศูนย์แม่สลองมีการกักเก็บคาร์บอนในดินต่ำสุด เพียง 4.86 ตันต่อไร่

4) ระบบการปลูกผัก โดยในระบบการปลูกผักอินทรีย์ ดินมีความสามารถในการกักเก็บคาร์บอน 4.66-6.73 ตันต่อไร่ ในระบบ GAP ดินกักเก็บคาร์บอน 5.62 ตันต่อไร่ และในระบบเดิมของเกษตรกร กักเก็บคาร์บอน 4.73 -5.08 ตันต่อไร่

ซึ่งปริมาณคาร์บอนที่แตกต่างกันในแต่ละแปลงของเกษตรกรที่เก็บตัวอย่างดินขึ้นกับหลายปัจจัยได้แก่ คุณสมบัติดิน ทั้งด้านกายภาพและเคมี การจัดการดินและปุ๋ย รวมถึงความชื้นในดิน เป็นต้น

5.3 ศึกษาชนิดพืชผักและไม้ผลขนาดเล็กที่มีความเสี่ยงในการดูดซับโลหะหนักอาซินิคและแคดเมียม

จากการวิเคราะห์ตัวอย่างดินและพืช ในพื้นที่ศูนย์ฯ แม่แฮ ปางอุ๋ง และโครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงปางหินฝน 48 ตัวอย่าง ปลูกพืช 17 ชนิด ได้แก่ เคฟกูสเบอร์รี่ สตรอเบอรี่ องุ่น บีทรูท เซอลารี่ ผักกาดหอมห่อ เคล กะหล่ำปลี ผักกาดขาวปลี พลาสเล่ย์ แครอท เบบี้แครอท มะเขือเทศเชอรี่ ถั่วแขก มันฝรั่งแตงกวาญี่ปุ่นและซาโยเต้ ส่วนใหญ่พบการปนเปื้อนของอาซินิคและแคดเมียมในส่วนของรากและลำต้นแต่ไม่เกินค่ามาตรฐาน และพบอาซินิคและแคดเมียมเกินมาตรฐานในส่วนของรากสตรอเบอร์รี่ รากเซอลารี่ รากเคล รากผักกาดขาวปลี และรากกะหล่ำปลี ซึ่งปริมาณอาซินิคที่พบในพืชสอดคล้องกับปริมาณอาซินิคในดิน

ผลการทดสอบชนิดพืชที่มีความเสี่ยงในการดูดซับอาซินิค โดยคัดเลือกพืช 4 ชนิด กะหล่ำปลี ผักกาดกวางตุ้ง เบบี้ฮ่องเต้และผักชี ในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ พบว่า มีการปนเปื้อนอาซินิคในส่วนของรากและต้นของ กวางตุ้ง เบบี้ฮ่องเต้ และผักชีแต่ไม่เกินค่ามาตรฐานที่กระทรวงสาธารณสุขให้ไว้ที่ 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีเพียงในส่วนของรากกวางตุ้งที่เกินค่ามาตรฐาน ในส่วนของกะหล่ำปลี พบปริมาณอาซินิคในส่วนของราก มีแนวโน้มการดูดซับอาซินิคแต่ไม่เกินค่ามาตรฐาน และไม่พบอาซินิคในส่วนของลำต้น โดยปริมาณอาซินิคในตัวอย่างพืชมีความสอดคล้องกับปริมาณอาซินิคในดิน ผลการทดสอบในพื้นที่โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงปางหินฝน พบว่า ในแปลงที่มีอาซินิคในดิน $\leq$59 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีการปนเปื้อนอาซินิคในส่วนของรากและต้นของกวางตุ้ง เบบี้ฮ่องเต้ ผักชี และกะหล่ำปลี แต่ไม่เกินค่ามาตรฐาน โดยในแปลงที่พบปริมาณอาซินิคในดิน 84.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมนั้นพบอาซินิคในส่วนของรากกะหล่ำปลีเกินค่ามาตรฐานที่ 2.15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แต่ไม่พบในส่วนของหัวกะหล่ำปลีและพบว่าในส่วนของรากผักชีมีแนวโน้มการดูดซับอาซินิคสูงแต่ยังไม่เกินค่ามาตรฐาน ซึ่งต้องเฝ้าระวังต่อไป