



รายงานโครงการวิจัยฉบับสมบูรณ์
สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน)

โครงการวิจัยและพัฒนาเพื่อฟื้นฟูและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม
บนพื้นที่สูงอย่างบูรณาการ

รหัสโครงการ 184646

โครงการศึกษาเทคโนโลยีการฟื้นฟูคุณภาพดินบนพื้นที่สูง
ที่ช่วยลดก๊าซเรือนกระจกและสารพิษปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม

โดย

ดารากร อัดฮาดศรี และคณะ

เดือน มีนาคม ปี พ.ศ. 2567

งบประมาณสนับสนุนงานมูลฐาน (Fundamental Fund)
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 จากกองทุนส่งเสริม
วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

รายงานฉบับสมบูรณ์ (Final Report)

โครงการศึกษาเทคโนโลยีการฟื้นฟูคุณภาพดินบนพื้นที่สูงที่ช่วยลดก๊าซเรือนกระจก
และสารพิษปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม

The Study of Soil Fertility Technology to Reduction of Green House
Gas Emission and Toxic Pollutants in the Environment

แผนงานการวิจัยการใช้ประโยชน์และฟื้นฟูความหลากหลายทางชีวภาพและ
สิ่งแวดล้อมบนพื้นที่สูง

คณะผู้วิจัย

นางสาวดารากร อัคราศรี
นางสาวจุไรรัตน์ ฝอยถาวร
นายอาผู้ เบเซ

สังกัด

สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน)
สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน)
สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน)

มีนาคม 2567

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว) ที่ได้สนับสนุนงบประมาณในการศึกษาค้นคว้าวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวง และโครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวง รวมทั้งเกษตรกรในพื้นที่ที่ให้ความร่วมมือที่เอื้อเพื่อสถานที่ในการทำงานวิจัยและผู้เกี่ยวข้องอื่นที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการดำเนินงานวิจัยจนสามารถดำเนินการสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

คณะผู้วิจัย
มีนาคม 2567

คณะผู้วิจัย

1. ชื่อหัวหน้าโครงการ หน่วยงานสังกัด ที่อยู่ หมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ E-mail

ชื่อ-สกุล (ภาษาไทย)	นางสาวดารากร อัคราศรี
ชื่อ-สกุล (ภาษาอังกฤษ)	Miss Darakorn Agkahadsri
คุณวุฒิ	วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (ปฐพีวิทยา)
ตำแหน่ง	นักวิจัย
หน่วยงาน	สำนักวิจัย สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน)
ที่อยู่	65 หมู่ 1 ต. สุเทพ อ. เมือง จ. เชียงใหม่ 50200
โทรศัพท์	0-5332-8496-8 โทรสาร 0-5332-8494
E-mail	darakorna@hrdi.or.th

2. ชื่อนักวิจัย หน่วยงานสังกัด ที่อยู่ หมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ E-mail

2.1 ชื่อ-สกุล (ภาษาไทย)	นางสาวจุไรรัตน์ ฝอยถาวร
ชื่อ-สกุล (ภาษาอังกฤษ)	Miss Jurairat Fhoythaworn
คุณวุฒิ	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ปฐพีศาสตร์)
ตำแหน่ง	นักวิจัย
หน่วยงาน	สำนักวิจัย สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน)
ที่อยู่	65 หมู่ 1 ต. สุเทพ อ. เมือง จ. เชียงใหม่ 50200
โทรศัพท์	0-5332-8496-8 โทรสาร 0-5332-5494
E-mail	Jurairatf@hrdi.or.th, ju_soil@hotmail.com
2.2 ชื่อ-สกุล (ภาษาไทย)	นายอาผู เบเช
ชื่อ-สกุล (ภาษาอังกฤษ)	Mr. Aphoo Baychay
คุณวุฒิ	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พืชศาสตร์)
ตำแหน่ง	เจ้าหน้าที่โครงการ
หน่วยงาน	สำนักวิจัย สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน)
ที่อยู่	65 หมู่ 1 ต. สุเทพ อ. เมือง จ. เชียงใหม่ 50200
โทรศัพท์	0-5332-8496-8 โทรสาร 0-5332-5494
E-mail	Aphoo22@gmail.com

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
คณะผู้วิจัย	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ซ
บทคัดย่อ	ฅ
Abstract	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 หลักการและเหตุผล	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของการศึกษา	2
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	
2.1 ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas หรือ GHG)	3
2.2 วัฏจักรของคาร์บอน (carbon cycle)	4
2.3 สมดุลคาร์บอนในดิน	5
2.4 การกักเก็บคาร์บอนในดิน (Soil carbon sequestration)	5
2.5 โลหะหนัก	9
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	
3.1 ระเบียบวิธีวิจัย	14
3.2 พื้นที่ดำเนินการวิจัย/เก็บข้อมูล	16
3.3 ระยะเวลาการดำเนินงาน	16
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล	
4.1 การศึกษาปริมาณและวิธีการกักเก็บคาร์บอนในดินภายใต้ระบบการปลูกพืชบนพื้นที่สูง	17
4.1.1 ศึกษาปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในดินภายใต้ระบบการปลูกพืชบนพื้นที่สูง	17
1) ระบบการปลูกข้าว	17
2) ระบบการปลูกข้าวโพด	28
3) ระบบการปลูกพืชผัก	30
4) ระบบการปลูกไม้ผล	42
5) ระบบการปลูกกาแฟ	57
6) ระบบวนเกษตรและสวนหลังบ้าน	71
7) ระบบการปลูกมันสำปะหลัง	75

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.1.2 การศึกษาวิธีการเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในดินภายใต้ระบบการปลูก พืชบนพื้นที่สูง	80
4.2 การศึกษาและทดสอบชนิดพืชเศรษฐกิจที่มีความเสี่ยงในการดูดซับอาซินิก และแคดเมียมที่ปลูกในดินที่ปนเปื้อนโลหะหนักบนพื้นที่สูง	81
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย	88
เอกสารอ้างอิง	91
ภาคผนวก	94

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	มาตรฐานของโลหะหนักในดิน	11
2	มาตรฐานและระดับเกณฑ์โลหะหนักในพืชและอาหารของ Codex (2010)	12
3	มาตรฐานอาหารที่มีสารอาหารปนเปื้อน	12
4	มาตรฐานและระดับเกณฑ์โลหะหนักในพืชและอาหารของจีน	13
5	คุณสมบัติดินทางเคมีภายใต้ระบบการปลูกข้าวนาขั้นบันไดบนพื้นที่สูง ในพื้นที่ โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงบ่อเกลือ	19
6	คุณสมบัติดินทางกายภาพและปริมาณคาร์บอนสะสมในดินภายใต้ภายใต้ระบบการ ปลูกข้าวนาขั้นบันไดบนพื้นที่สูง	20
7	ข้อมูลปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในดินระบบข้าวนา	21
8	คุณสมบัติดินทางเคมีภายใต้ระบบการปลูกข้าวไร่บนพื้นที่สูง	23
9	คุณสมบัติดินทางกายภาพและปริมาณคาร์บอนสะสมในดินภายใต้ระบบการ ปลูกข้าวไร่บนพื้นที่สูง	23
10	ข้อมูลปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในดินระบบข้าวไร่	25
11	คุณสมบัติดินทางเคมีภายใต้ระบบการปลูกข้าวไร่ร่วมกับถั่วลอดบนพื้นที่สูง	26
12	คุณสมบัติดินทางกายภาพและปริมาณคาร์บอนสะสมในดินภายใต้ระบบการปลูกข้าวไร่ ร่วมกับถั่วลอดบนพื้นที่สูง	27
13	คุณสมบัติดินทางเคมีของดินภายใต้ระบบการปลูกข้าวโพดเหลืองด้วยถั่วบนพื้นที่สูง	29
14	คุณสมบัติดินทางกายภาพและปริมาณคาร์บอนสะสมในดินภายใต้ระบบการปลูกข้าวโพด เหลืองด้วยถั่วบนพื้นที่สูง	29
15	คุณสมบัติดินทางเคมีของดินภายใต้ระบบการปลูกพืชผัก:แบบเดิมของเกษตรกร บนพื้นที่สูง	32
16	คุณสมบัติดินทางกายภาพและปริมาณคาร์บอนสะสมในดินภายใต้ระบบการปลูกพืชผัก: แบบเดิมของเกษตรกรบนพื้นที่สูง	33
17	คุณสมบัติดินทางเคมีของดินภายใต้ระบบการปลูกพืชผัก:GAP ในและนอกโรงเรือน ของเกษตรกรบนพื้นที่สูง	36
18	คุณสมบัติดินทางกายภาพและปริมาณคาร์บอนสะสมในดินภายใต้ระบบการปลูกพืชผัก: GAP ในและนอกโรงเรือน ของเกษตรกรบนพื้นที่สูง	36
19	คุณสมบัติดินทางเคมีของดินภายใต้ระบบการปลูกพืชผักอินทรีย์ในและนอกโรงเรือน ของเกษตรกรบนพื้นที่สูง	40
20	คุณสมบัติดินทางกายภาพและปริมาณคาร์บอนสะสมในดินภายใต้ระบบการปลูกพืชผัก อินทรีย์ในและนอกโรงเรือน ของเกษตรกรบนพื้นที่สูง	41

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
21	คุณสมบัติดินทางเคมีของดินภายใต้ระบบการปลูกไม้ผลเชิงเดี่ยว: อาโวคาโด ของเกษตรกรบนพื้นที่สูง	45
22	คุณสมบัติดินกายภาพและปริมาณคาร์บอนสะสมในดินภายใต้ระบบการปลูกไม้ผลเชิงเดี่ยว: อาโวคาโด ของเกษตรกรบนพื้นที่สูง	46
23	คุณสมบัติดินทางเคมีของดินภายใต้ระบบการปลูกไม้ผลเชิงเดี่ยว: มะม่วง ของเกษตรกรบนพื้นที่สูง	50
24	คุณสมบัติดินกายภาพและปริมาณคาร์บอนสะสมในดินภายใต้ระบบการปลูกไม้ผลเชิงเดี่ยว: มะม่วง ของเกษตรกรบนพื้นที่สูง	51
25	คุณสมบัติดินทางเคมีของดินภายใต้ระบบการปลูกไม้ผลเชิงเดี่ยว: น้อยหน่า ของเกษตรกรบนพื้นที่สูง	54
26	คุณสมบัติดินกายภาพและปริมาณคาร์บอนสะสมในดินภายใต้ระบบการปลูกไม้ผลเชิงเดี่ยว: น้อยหน่า ของเกษตรกรบนพื้นที่สูง	54
27	คุณสมบัติดินทางเคมีของดินภายใต้ระบบการปลูกไม้ผลผสมผสานของเกษตรกรบนพื้นที่สูง	56
28	คุณสมบัติดินกายภาพและปริมาณคาร์บอนสะสมในดินภายใต้ระบบการปลูกไม้ผลผสมผสาน ของเกษตรกรบนพื้นที่สูง	56
29	คุณสมบัติดินและปริมาณคาร์บอนสะสมในดินภายใต้ระบบการปลูกกาแฟแบบกลางแจ้งบนพื้นที่สูง	58
30	คุณสมบัติดินและปริมาณคาร์บอนสะสมในดินภายใต้ระบบการปลูกกาแฟแบบกลางแจ้งบนพื้นที่สูง	58
31	คุณสมบัติดินและปริมาณคาร์บอนสะสมในดินภายใต้ระบบการปลูกกาแฟแบบร่มเงาบนพื้นที่สูง	63
32	คุณสมบัติดินและปริมาณคาร์บอนสะสมในดินภายใต้ระบบการปลูกกาแฟแบบร่มเงาบนพื้นที่สูง	64
33	คุณสมบัติดินและปริมาณคาร์บอนสะสมในดินภายใต้ระบบการปลูกกาแฟแบบอินทรีย์บนพื้นที่สูง	69
34	คุณสมบัติดินและปริมาณคาร์บอนสะสมในดินภายใต้ระบบการปลูกกาแฟแบบอินทรีย์บนพื้นที่สูง	70

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
35	คุณสมบัติดินทางเคมีภายใต้ระบบวนเกษตรและสวนหลังบ้านบนพื้นที่สูง	73
36	คุณสมบัติดินกายภาพและปริมาณคาร์บอนสะสมในดินภายใต้ระบบระบบวนเกษตรและสวนหลังบ้านบนพื้นที่สูง	74
37	คุณสมบัติดินทางเคมีภายใต้ระบบการปลูกมันสำปะหลังบนพื้นที่สูง	78
38	คุณสมบัติดินกายภาพและปริมาณคาร์บอนสะสมในดินภายใต้ระบบการปลูกมันสำปะหลังบนพื้นที่สูง	79
39	ผลการวิเคราะห์ปริมาณอาซินิกและแคดเมียมในตัวอย่างพืช พื้นที่แม่แฮ	82
40	ผลการวิเคราะห์ปริมาณอาซินิกและแคดเมียมในตัวอย่างพืช พื้นที่ปางหินฝน	84
41	ผลการวิเคราะห์ปริมาณอาซินิกและแคดเมียมในตัวอย่างพืช พื้นที่แม่มะลอ	85

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	การเก็บตัวอย่างดินในพื้นที่ปลูกข้าวนา	21
2	การเก็บตัวอย่างดินในพื้นที่ปลูกข้าวไร่	24
3	การเก็บตัวอย่างดินในพื้นที่ปลูกข้าวโพด	28
4	เก็บตัวอย่างดินในแปลงปลูกผักแบบเดิม	34
5	เก็บตัวอย่างดินในแปลงปลูกผัก GAP ในโรงเรือน	35
6	เก็บตัวอย่างดินในแปลงปลูกผักอินทรีย์ ในโรงเรือน	39
7	การเก็บตัวอย่างดินในแปลงไม้ผลเดี่ยว : อาโวคาโด	44
8	การเก็บตัวอย่างดินในแปลงไม้ผลเดี่ยว : มะม่วง	52
9	แปลงปลูกน้อยหน่าที่เก็บตัวอย่างดิน	53
10	สภาพแปลงผสมผสานที่เก็บตัวอย่างดิน	55
11	พื้นที่ปลูกกาแฟแบบกลางแจ้ง ที่เก็บตัวอย่างดิน	57
12	การเก็บตัวอย่างดินแปลงกาแฟในร่มเงา	62
13	สภาพแปลงปลูกกาแฟในร่มเงา	62
14	การเก็บตัวอย่างดินในแปลงกาแฟอินทรีย์	68
15	สภาพแปลงกาแฟที่ปลูกในระบบอินทรีย์	68
16	สภาพพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังในที่ราบและการเก็บตัวอย่างดิน	77
17	การเก็บตัวอย่างดินปลูกมันสำปะหลังในพื้นที่ลาดชัน	77
18	แปลงทดสอบวิธีการเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในดินระบบข้าวไร่	80
19	แปลงทดสอบวิธีการกักเก็บคาร์บอนในดินภายใต้ระบบการปลูกข้าวโพดบนพื้นที่สูง	81
20	แปลงทดสอบชนิดพืชที่มีความเสี่ยงต่อการดูดอาซินิกและแคดเมียมพื้นที่แม่แฮ	83
21	เก็บตัวอย่างพืชในแปลงทดสอบชนิดพืชที่มีความเสี่ยงต่อการดูดอาซินิกและแคดเมียมพื้นที่แม่แฮ	83
22	แปลงทดสอบชนิดพืชที่มีความเสี่ยงต่อการดูดอาซินิกและแคดเมียมพื้นที่ปางหินฝน	84

บทคัดย่อ

การศึกษาปริมาณคาร์บอนในดินและวิธีการเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในดินภายใต้ระบบการปลูกพืชบนพื้นที่สูง เพื่อที่จะทราบสถานภาพและศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนของดินในแต่ละระบบการปลูกพืช รวมทั้งแนวทางในการจัดการเพื่อเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในดินและเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้แก่ดิน ลดผลกระทบที่เกิดจากภาวะโลกร้อน และการศึกษาพืชผักในกลุ่มผักผลและผักหัวที่มีความเสี่ยงในการดูดซับยาฆ่าแมลงและแคดเมียมที่ปลูกในดินที่ปนเปื้อนโลหะหนักบนพื้นที่สูง เพื่อให้เกษตรกรสามารถใช้ประโยชน์พื้นที่ปลูกพืชให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ผลผลิตมีคุณภาพและปลอดภัยต่อผู้บริโภค การศึกษาปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในดินภายใต้ระบบการปลูกพืชบนพื้นที่สูง 7 ระบบ ดังนี้ 1) ระบบการปลูกข้าว มี 2 ระบบ คือ ข้าวนาขั้นบันไดและข้าวไร่ โดยข้าวนาขั้นบันไดแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบ คือ (1) การปลูกข้าวนาแบบเดิมของเกษตรกร มีปริมาณคาร์บอนในดินที่ความลึก 0-15 เซนติเมตรและ 15-30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.45 ตันต่อไร่ และ 1.94 ตันต่อไร่ (2) การปลูกข้าวนาที่มีการจัดการปุ๋ยร่วมกับถั่วหลังนา มีปริมาณคาร์บอนในดินที่ความลึก 0-15 เซนติเมตรและ 15-30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.96 ตันต่อไร่ และ 2.25 ตันต่อไร่ และ(3) รูปแบบการปลูกข้าวนาที่มีการจัดการปุ๋ยร่วมกับถั่วหลังนาและແພງແຕງ มีปริมาณคาร์บอนในดินที่ความลึก 0-15 เซนติเมตรและ 15-30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.54 ตันต่อไร่ และ 2.00 ตันต่อไร่ ส่วนระบบการปลูกข้าวไร่ ที่มีการหมุนเวียน 3-5 ปี ต่อรอบ มีปริมาณคาร์บอนในดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตรและ 15-30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.23 ตันต่อไร่ และ 7.88 ตันต่อไร่ 2) ระบบการปลูกข้าวโพด แบ่งออกเป็นปลูกข้าวโพดแบบเดิมของเกษตรกร และการปลูกข้าวโพดห่อด้วยถั่วดำและถั่วเขียว มีปริมาณคาร์บอนในดินที่ความลึก 0-15 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.48, 3.63 และ 4.41 ตันต่อไร่ ตามลำดับ ความลึก 15-30 เซนติเมตรเท่ากับ 2.22, 3.41 และ 3.47 ตันต่อไร่ ตามลำดับ 3) ระบบการปลูกผัก แบ่งเป็น (1) ปลูกผักแบบเดิมของเกษตรกร แบ่งเป็น แผลงกะหล่ำปลี ผักกาดขาวปลี มะเขือม่วง แตงกวาและถั่วแขก มีปริมาณคาร์บอนในดินที่ความลึก 0-15 เซนติเมตรและ 15-30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.46 ตันต่อไร่ และ 4.86 ตันต่อไร่ (2) ระบบปลูกผักในระบบ GAP ในโรงเรือนและนอกโรงเรือน มีปริมาณคาร์บอนในดินที่ความลึก 0-15 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.91 ตันต่อไร่ และ 3.03 ตันต่อไร่ ตามลำดับ ที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.27 ตันต่อไร่ และ 2.81 ตันต่อไร่ ตามลำดับ (3) ผักอินทรีย์ในโรงเรือนและนอกโรงเรือน มีปริมาณคาร์บอนในดินความลึก 0-15 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.65 และ 4.60 ตันต่อไร่ ตามลำดับ ความลึก 15-30 เซนติเมตร เท่ากับ 4.61 ตันต่อไร่ และ 4.30 ตันต่อไร่ ตามลำดับ 4) ระบบไม้ผลเชิงเดี่ยว ได้แก่ อาโวคาโด มีปริมาณคาร์บอนในดินที่ความลึก 0-15 เซนติเมตรและ 15-30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.07 ตันต่อไร่ และ 5.42 ตันต่อไร่ แผลงไม้ผลเดี่ยว: มะม่วง มีปริมาณคาร์บอนในดินที่ความลึก 0-15 เซนติเมตรและ 15-30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.88 ตันต่อไร่ และ 4.25 ตันต่อไร่ แผลงไม้ผลเดี่ยว: น้อยหน่า มีปริมาณคาร์บอนในดินที่ความลึก 0-15 เซนติเมตรและ 15-30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.96 ตันต่อไร่ และ 5.42 ตันต่อไร่ ระบบไม้ผลผสมผสาน ได้แก่ ปลูกมะม่วงร่วมกับอาโวคาโด, ปลูกมะม่วงร่วมกับลำไย มีปริมาณคาร์บอนในดินที่ความลึก 0-15 เซนติเมตรและ 15-30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.87 ตันต่อไร่ และ 3.85 ตันต่อไร่ 5) ระบบการปลูกกาแฟ แบ่งออกเป็น (1) ระบบกลางแจ้ง ปลูกกาแฟอายุ 8-11 ปี มีปริมาณคาร์บอนในดินที่

ความลึก 0-15 เซนติเมตรและ 15-30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.52 ต้นต่อไร่ และ 5.81 ต้นต่อไร่ (2) ระบบร่มเงา แบ่งเป็นดินปลูกกาแฟอายุมากกว่า 20 ปี มีปริมาณคาร์บอนในดินที่ความลึก 0-15 เซนติเมตร และ 15-30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.45 ต้นต่อไร่ และ 6.25 ต้นต่อไร่ ดินปลูกกาแฟอายุ 9-11 ปี มีคาร์บอนในดินที่ความลึก 0-15 เซนติเมตรและ 15-30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.48 ต้นต่อไร่ และ 7.35 ต้นต่อไร่ และดินปลูกกาแฟอายุ 3-7 ปี มีปริมาณคาร์บอนในดินที่ความลึก 0-15 เซนติเมตรและ 15-30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.97 ต้นต่อไร่ และ 5.20 ต้นต่อไร่ (3) ระบบอินทรีย์ ดินปลูกกาแฟอายุ 7-9 ปี มีคาร์บอนในดินที่ความลึก 0-15 เซนติเมตรและ 15-30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.08 ต้นต่อไร่ และ 6.40 ต้นต่อไร่ (6) ระบบวนเกษตรและสวนหลังบ้าน โดยพื้นที่ทำวนเกษตรที่มีไม้ผลเป็นหลัก มีปริมาณคาร์บอนในดินที่ความลึก 0-15 เซนติเมตรและ 15-30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.93 และ 3.73 ต้นต่อไร่ วนเกษตรที่มียางพาราเป็นหลัก ปริมาณคาร์บอนในดินที่ความลึก 0-15 เซนติเมตรและ 15-30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.28 และ 4.12 ต้นต่อไร่ ในรูปแบบสวนหลังบ้าน ที่ปลูกพืชหลากหลายชนิด มีปริมาณคาร์บอนในดินที่ความลึก 0-15 เซนติเมตรและ 15-30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.12 และ 5.63 ต้นต่อไร่ (7) ระบบการปลูกมันสำปะหลัง แบ่งออกเป็น การปลูกมันสำปะหลังพื้นที่ราบ ซึ่งปลูกมันสำปะหลังมาเป็นระยะเวลานาน มากกว่า 10 ปี มีปริมาณคาร์บอนในดินที่ความลึก 0-15 เซนติเมตรและ 15-30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.71 ต้นต่อไร่ และ 1.38 ต้นต่อไร่ และมันสำปะหลังที่ปลูกบนพื้นที่สูง ซึ่งเดิมเป็นพื้นที่ปลูกข้าวโพดแล้วปรับมาปลูกมันสำปะหลัง ปริมาณคาร์บอนในดินความลึก 0-15 เซนติเมตรและ 15-30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.71 ต้นต่อไร่ และ 4.39 ต้นต่อไร่ ซึ่งปริมาณคาร์บอนที่แตกต่างกันในแต่ละแปลงของเกษตรกรที่เก็บตัวอย่างดินขึ้นกับหลายปัจจัยได้แก่คุณสมบัติดิน ทั้งด้านกายภาพและเคมี การจัดการดินและปุ๋ย รวมถึงความชื้นในดิน การทดสอบชนิดพืชที่มีความเสี่ยงในการดูดซับอาซินิกและแคดเมียมบนพื้นที่สูง ดำเนินการศึกษา 3 พื้นที่ ดังนี้ 1) พื้นที่ศูนย์แม่แฮ ปลูกพืชทดสอบ 5 ชนิด ได้แก่ ปีทูรุท แรดิช กะหล่ำปลี เบบี้แครอทและหัวไชเท้า พบปริมาณอาซินิกและแคดเมียมในส่วนของลำต้นและหัว แต่ไม่เกินค่ามาตรฐาน 2) โครงการป่าหินผน ปลูกพืชทดสอบ 5 ชนิด ได้แก่ แรดิช เบบี้แครอท หัวไชเท้า และมันฝรั่ง พบปริมาณอาซินิกและแคดเมียมในส่วนของลำต้นและหัว แต่ไม่เกินค่ามาตรฐาน ยกเว้นในมันฝรั่งในส่วนของหัวและลำต้นมีปริมาณแคดเมียมเกินค่ามาตรฐาน 3) โครงการแม่มะลอ ปลูกพืชทดสอบ 5 ชนิด ได้แก่ เบบี้แครอท ปีทูรุท แรดิช แตงกวาญี่ปุ่นและมะเขือเจ้าพระยา พบปริมาณอาซินิกและแคดเมียมในส่วนของลำต้นและหัว ของเบบี้แครอท ปีทูรุท แรดิช แต่ไม่เกินค่ามาตรฐาน และในส่วนของ ผักผล ได้แก่ แตงกวาญี่ปุ่น และมะเขือเจ้าพระยา พบปริมาณอาซินิกและแคดเมียม ในส่วนของราก ลำต้น แต่ไม่เกินค่ามาตรฐาน ซึ่งในส่วนของรากมะเขือเจ้าพระยามีแนวโน้มในการดูดซับอาซินิก และในส่วนของผลไม่พบทั้งอาซินิกและแคดเมียม โดยผลการทดสอบชนิดพืชเศรษฐกิจที่มีความเสี่ยงในการดูดซับอาซินิกและแคดเมียมที่ปลูกในดินที่ปนเปื้อนโลหะหนักบนพื้นที่สูง ในส่วนของผักผลและผักหัวนั้น สามารถปลูกในพื้นที่ที่พบการปนเปื้อนอาซินิกและแคดเมียมได้ เนื่องจากปริมาณอาซินิกและแคดเมียมที่พืชดูดซับนั้นยังไม่เกินค่ามาตรฐาน มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค ยกเว้นมันฝรั่งที่มีแคดเมียมเกินค่ามาตรฐาน ในส่วนของหัวและลำต้น ซึ่งต้องเฝ้าระวังต่อไป

คำสำคัญ: กักเก็บคาร์บอน ก๊าซเรือนกระจก โลหะหนัก พื้นที่สูง

Abstract

The study of soil carbon sequestration and the methods for increase of soil carbon sequestration under highland cropping system were conducted in under to find out about the status and the potential of the soil in each cropping system to storage C including the guidelines for soil management to increase soil carbon sequestration and soil fertility and to reduce the effect of global warming. The study of vegetables particularly fruit crops and tuber crops which were the risky vegetable groups for As and Cd absorption if they were grouped in heavy metal contaminated highland soils were also included to enable the farmers to use the area for crop cultivation efficiently and to produce good quality crops yield and safe crop product for the consumers. There were 7 highland cropping systems for investigation of soil carbon sequestration in the soils as follows: 1) rice cropping system 2) maize cropping system 3) vegetable cropping system 4) fruit crop system 5) coffee cropping system 6) agroforestry system and backyard garden and 7) cassava cropping system. For the rice cropping system, there were 2 types, paddy rice under the terrace and upland rice. The paddy rice under the terrace was divided into 3 types. The first type was the original paddy rice cultivation of the farmers which ad the average soil carbon sequestration in the soil at the depth of 0-15 cm and 15-30 cm about 2.45 ton/rai and 1.44 ton/rai respectively. The second type was the paddy rice cultivation with fertilizer management in combination with legume after rice. Soil carbon sequestration at the depth of 0-15 cm and 15-30 cm for the second type of rice cropping system were 2.96 ton/rai and 2.25 ton/rai respectively. The third system was the paddy rice with fertilizer management in combination with legume after rice and azolia which had the average soil carbon sequestration at the depth of 0-15 cm and 15-30 cm about 2.54 ton/rai and 2.00 ton/rai respectively. Regarding to upland rice cropping system with 3-5 years rotation cycle, the average soil carbon sequestration at the depth of 0-15 cm and 15-30 cm were 5.23 ton/rai and 7.88 ton/rai. For the maize cropping system, there were 2 types 1) original maize cropping system, of the farmer and 2) maize-cowpea and maize-rice bean relay cropping system. The average soil carbon sequestration at the depth of 0-15 cm and 15-30 cm is about 3.45 ton/rai and 2.22 ton/rai respectively for the original maize cropping system while those for the maize-cowpea and maize- rice bean relay system were 3.65 and 4.47 ton/rai of the depth of 0-15 cm and 3.41 and 3.47 ton/rai at the depth of 15-30 cm respectively. Regarding to vegetable cropping system, there were three types as follows;1) original vegetable cultivation system on the farmer system. The vegetable growing system is divided into (1) farmers' traditional vegetable cultivation, divided into plots of cabbage, Chinese cabbage, eggplant, cucumber, and green beans. The soil carbon sequestration at depths of 0-15 cm and 15-30 cm has an average value of 5.46 tons/rai and 4.86 tons/rai (2) GAP vegetable growing systems in greenhouses and outside greenhouses. Soil carbon sequestration at a depth of 0-15 cm had an average value of 3.91 tons/rai and 3.03 tons/rai,

respectively. At a depth of 15-30 cm, the average value was 3.27 tons/rai and 2.81 tons/rai, respectively (3) Organic vegetables in the greenhouse and outside the greenhouse, the soil carbon sequestration at a depth of 0-15 cm has an average value of 5.65 and 4.60 tons/rai, respectively. A depth of 15-30 cm is equal to 4.61 tons/rai and 4.30 tons/rai, respectively. 4) The monoculture fruit tree system includes Avocados had soil carbon sequestration at depths of 0-15 cm and 15-30 cm with an average of 7.07 tons/rai and 5.42 tons/rai. Single fruit tree plots: Mango had soil carbon sequestration at depths of 0-15 cm. and 15-30 cm had an average of 5.88 tons/rai and 4.25 tons/rai. A single fruit tree plot: Custard apple had a soil carbon sequestration at a depth of 0-15 cm and 15-30 cm with an average of 6.96 tons/rai and 5.42 tons/rai, mixed fruit tree system, including growing mango with avocado, growing mango with longan. There is an average soil carbon sequestration at depths of 0-15 cm and 15-30 cm equal to 4.87 tons/rai and 3.85 tons/rai. 5) Coffee growing systems are divided into (1) outdoor systems, growing coffee with ages 8-11 year, soil carbon sequestration at depths of 0-15 cm and 15-30 cm has an average value of 8.52 tons/rai and 5.81 tons/rai (2) Shade system, divided into coffee growing soil that is more than 20 years old, has soil carbon sequestration at depths of 0-15 cm and 15-30 cm had an average of 7.45 tons/rai and 6.25 tons/rai. Coffee growing soils 9-11 years old had carbon in the soil at depths of 0-15 cm and 15-30 cm. The average values were 8.48 tons/rai and 7.35 tons/rai, and coffee growing soil 3-7 years old had soil carbon sequestration at depths of 0-15 cm and 15-30 cm with average values of 5.97 tons/rai and 5.20 tons/rai (3) Organic system: Coffee growing soil 7-9 years old has carbon in the soil at depths of 0-15 cm and 15-30 cm with an average of 8.08 tons/rai and 6.40 tons/rai. 6) Agroforestry system and back garden the agroforestry area has mainly fruit trees. The soil carbon sequestration in the soil at depths of 0-15 cm and 15-30 cm has an average of 4.93 and 3.73 tons/rai. Agroforestry has rubber as the main source. The soil carbon sequestration at depths of 0-15 cm and 15-30 cm had an average of 6.28 and 4.12 tons/rai in the backyard model. Planting various types of plants, the soil carbon sequestration at depths of 0-15 cm and 15-30 cm an average value of 8.12 and 5.63 tons/rai. 7) The cassava planting system is divided into planting cassava in plain areas. which has grown cassava for a long time, more than 10 years, has an average soil carbon sequestration at depths of 0-15 cm and 15-30 cm of 1.71 tons/rai and 1.38 tons/rai, and cassava grown on high ground. This was originally an area for growing corn and then was converted to growing cassava. The soil carbon sequestration at a depth of 0-15 cm and 15-30 cm has an average of 4.71 tons/rai and 4.39 tons/rai. The differences of the soil carbon sequestration of each farmer's field depended on various factor such as the chemical and physical properties of the soil and soil and fertilizer management including soil moisture. Testing plant species at risk of absorbing arsenic and cadmium in highland the study was conducted in 3 areas as follows: 1) Mae Hae Center area, growing 5 test crops: beetroot, radish, cabbage, baby carrots and radishes. Arsenic and cadmium levels were found in the stems and tubers. But not exceeding the standard value. 2) Pang Hin Fon Project planted 5 test crops: radishes, baby carrots, radishes, and potatoes.

Arsenic and cadmium levels were found in the stems and tubers. but not exceeding the standard value Except for potatoes, the tubers and stems had cadmium levels above the standard. 3) The Mae Malo Project planted 5 test crops: baby carrots, beets, radishes, Japanese cucumbers, and Chao Phraya eggplants. Arsenic and cadmium levels were found in the stems and tubers. of baby carrots, beetroots, and radishes, but not exceeding the standard values. In the area of fruits and vegetables, including Japanese cucumbers and Chao Phraya eggplant Arsenic and cadmium levels were found in the roots and stems, but not exceeding the standard values. The roots of Chao Phraya eggplant tend to absorb arsenic acid. And in the results, neither arsenic nor cadmium was found. The results of testing of economic crops that are at risk of absorbing arsenic and cadmium grown in soil contaminated with heavy metals in highland areas. As for fruits and root vegetables, Can be planted in areas where arsenic and cadmium contamination is found. This is because the amount of arsenic and cadmium absorbed by plants has not exceeded the standard values. It is safe for consumers. The exception is potatoes that contain cadmium above the standard in the tubers and stems. which must be further monitored.

Keywords: Carbon sequestration, Green house gas, Heavy metal, Highland