บทคัดย่อ

การศึกษาปริมาณคาร์บอนในดินและวิธีการเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในดินภายใต้ระบบการปลูกพืชบนพื้นที่สูง เพื่อที่จะทราบสถานภาพและศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนของดินในแต่ละระบบการปลูกพืช รวมทั้งแนวทางในการจัดการเพื่อเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในดินและเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้แก่ดิน ลดผลกระทบที่เกิดจากภาวะโลกร้อน และการศึกษาพืชผักในกลุ่มผักผลและผักหัวที่มีความเสี่ยงในการดูดซับอาซินิคและแคดเมียมที่ปลูกในดินที่ปนเปื้อนโลหะหนักบนพื้นที่สูง 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) รูปแบบการปลูกข้าวนาที่มีการจัดการปุ๋ยร่วมกับถั่วหลังนาและแหนแดง 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 แบ่งออกเป็นการปลูกข้าวโพดแบบเดิมของเกษตรกร และการปลูกข้าวโพดเหลื่อมด้วยถั่วดำและถั่วนิ้วนางแดง มีปริมาณคาร์บอนในดินที่ความลึก 0-15 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.48, 3.63 และ 4.41 ตันต่อไร่ ตามลำดับ ความลึก 15-30 เซนติเมตร เท่ากับ 2.22, 3.41 และ 3.47 ตันต่อไร่ ตามลำดับ 3) ระบบการปลูกผัก แบ่งเป็น (1) ปลูกผักแบบเดิมของเกษตรกร แบ่งเป็น แปลงกะหล่ำปลี 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 อาโวกาโด มีปริมาณคาร์บอนในดินที่ความลึก 0-15 เซนติเมตรและ 15-30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.07 ตันต่อไร่ และ 5.42 ตันต่อไร่ แปลงไม้ผลเดี่ยว: มะม่วง มีปริมาณคาร์บอนในดินที่ความลึก 0-15 เซนติเมตรและ 15-30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.88 ตันต่อไร่ และ 4.25 ตันต่อไร่ แปลงไม้ผลเดี่ยว: น้อยหน่า มีปริมาณคาร์บอนในดินที่ความลึก 0-15 เซนติเมตรและ 15-30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.96 ตันต่อไร่ และ 5.42 ตันต่อไร่ ระบบไม้ผลผสมผสาน ได้แก่ ปลูกมะม่วงร่วมกับอาโวกาโด, 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 ตันต่อไร่ และ 5.81 ตันต่อไร่ (2) ระบบร่มเงา แบ่งเป็นดินปลูกกาแฟอายุมากกว่า 20 ปี มีปริมาณคาร์บอนในดินที่ความลึก 0-15 เซนติเมตร และ 15-30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.45 ตันต่อไร่ และ 6.25 ตันต่อไร่ ดินปลูกกาแฟอายุ 9-11 ปี มีคาร์บอนในดินที่ความลึก 0-15 เซนติเมตรและ 15-30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.48 ตันต่อไร่ และ 7.35 ตันต่อไร่ และดินปลูกกาแฟอายุ 3-7 ปี มีปริมาณคาร์บอนในดินที่ความลึก 0-15 เซนติเมตรและ 15-30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.97 ตันต่อไร่ และ 5.20 ตันต่อไร่ (3) ระบบอินทรีย์ ดินปลูกกาแฟอายุ 7-9 ปี มีคาร์บอนในดินที่ความลึก 0-15 เซนติเมตรและ 15-30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.08 ตันต่อไร่ และ 6.40 ตันต่อไร่ 6) ระบบวนเกษตรและสวนหลังบ้าน โดยพื้นที่ทำวนเกษตรที่มีไม้ผลเป็นหลัก มีปริมาณคาร์บอนในดินที่ความลึก 0-15 เซนติเมตรและ 15-30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.93 และ 3.73 ตันต่อไร่ วนเกษตรที่มียางพาราเป็นหลัก ปริมาณคาร์บอนในดินที่ความลึก 0-15 เซนติเมตรและ 15-30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.28 และ 4.12 ตันต่อไร่ ในรูปแบบสวนหลังบ้าน ที่ปลูกพืชหลากหลายชนิด มีปริมาณคาร์บอนในดินที่ความลึก 0-15 เซนติเมตรและ 15-30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.12 และ 5.63 ตันต่อไร่ 7) ระบบการปลูกมันสำปะหลัง แบ่งออกเป็น การปลูกมันสำปะหลังพื้นที่ราบ ซึ่งปลูกมันสำปะหลังมาเป็นระยะเวลานาน มากกว่า 10 ปี มีปริมาณคาร์บอนในดินที่ความลึก 0-15 เซนติเมตรและ 15-30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.71 ตันต่อไร่ และ 1.38 ตันต่อไร่ และมันสำปะหลังที่ปลูกบนพื้นที่สูง ซึ่งเดิมเป็นพื้นที่ปลูกข้าวโพดแล้วปรับมาปลูกมันสำปะหลัง ปริมาณคาร์บอนในดินความลึก 0-15 เซนติเมตรและ 15-30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.71 ตันต่อไร่ และ 4.39 ตันต่อไร่ ซึ่งปริมาณคาร์บอนที่แตกต่างกันในแต่ละแปลงของเกษตรกรที่เก็บตัวอย่างดินขึ้นกับหลายปัจจัยได้แก่คุณสมบัติดิน ทั้งด้านกายภาพและเคมี การจัดการดินและปุ๋ย รวมถึงความชื้นในดิน การทดสอบชนิดพืชที่มีความเสี่ยงในการดูดซับอาซินิคและแคดเมียมบนพื้นที่สูง ดำเนินการศึกษา 3 พื้นที่ ดังนี้ 1) พื้นที่ศูนย์ฯแม่แฮ ปลูกพืชทดสอบ 5 ชนิด ได้แก่ บีทรูท แรดิช กะหล่ำปม เบบี้แครอทและหัวไชเท้า พบปริมาณอาซินิคและแคดเมียมในส่วนของลำต้นและหัว แต่ไม่เกินค่ามาตรฐาน 2) โครงการฯปางหินฝน ปลูกพืชทดสอบ 5 ชนิด ได้แก่ แรดิช เบบี้แครอท หัวไชเท้า และมันฝรั่ง พบปริมาณอาซินิคและแคดเมียมในส่วนของลำต้นและหัว แต่ไม่เกินค่ามาตรฐาน ยกเว้นในมันฝรั่งในส่วนของหัวและลำต้นมีปริมาณแคดเมียมเกินค่ามาตรฐาน 3) โครงการฯแม่มะลอ ปลูกพืชทดสอบ 5 ชนิด ได้แก่ เบบี้แครอท บีทรูท แรดิช แตงกวาญี่ปุ่นและมะเขือเจ้าพระยา พบปริมาณอาซินิคและแคดเมียมในส่วนของลำต้นและหัว ของเบบี้แครอท บีทรูท แรดิช แต่ไม่เกินค่ามาตรฐาน และในส่วนของ ผักผล ได้แก่ แตงกวาญี่ปุ่น และมะเขือเจ้าพระยา พบปริมาณอาซินิคและแคดเมียม ในส่วนของราก ลำต้น แต่ไม่เกินค่ามาตรฐาน ซึ่งในส่วนของรากมะเขือเจ้าพระยามีแนวโน้มในการดูดซับอาซินิค และในส่วนของผลไม่พบทั้งอาซินิคและแคดเมียม โดยผลการทดสอบชนิดพืชเศรษฐกิจที่มีความเสี่ยงในการดูดซับอาซินิคและแคดเมียมที่ปลูกในดินที่ปนเปื้อนโลหะหนักบนพื้นที่สูง ในส่วนของผักผลและผักหัวนั้น สามารถปลูกในพื้นที่ที่พบการปนเปื้อนอาซินิคและแคดเมียมได้ เนื่องจากปริมาณอาซินิคและแคดเมียมที่พืชดูดซับนั้นยังไม่เกินค่ามาตรฐาน มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค ยกเว้นมันฝรั่งที่มีแคดเมียมเกินค่ามาตรฐานในส่วนของหัวและลำต้น 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