ผลงานฉบับเต็ม

เรื่อง

การศึกษาประสิทธิภาพของการจัดการดินร่วมกับแถบหญ้าแฝก เพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำในชุดดินที่แตกต่างกัน

A Study in Efficiency of Soil Management Accompanied with Vetiver Grass Hedgerows for Soil and Water Conservation in Different Soil Series

ของ

นายอาทิตย์ ศุขเกษม
ตำแหน่ง นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ ตำแหน่งเลขที่ 1052
สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 กรมพัฒนาที่ดิน

ขอประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง
ผู้เชี่ยวชาญด้านวางระบบการพัฒนาที่ดิน (นักวิชาการเกษตรเชี่ยวชาญ)
ตำแหน่งเลขที่ 1052
สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 กรมพัฒนาที่ดิน
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
บทคัดย่อ	1
ภาษาอังกฤษ	3
คำนำ	5
วัตถุประสงค์	**7**
การตรวจเอกสาร	8
โครงการวิจัยย่อยที่ 1	**27**
- บทคัดย่อ	27
- คำนำ	28
- วิธีดำเนินการ	29
- ผลและวิจารณ์	34
- สรุปผลและข้อเสนอแนะ	**43**
โครงการวิจัยย่อยที่ 2	**45**
- บทคัดย่อ	**45**
- คำนำ	**46**
- วิธีดำเนินการ	49
- ผลและวิจารณ์	57
- สรุปผลและข้อเสนอแนะ	63
เอกสารอ้างอิง	65
ภาคผนวก	75
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	103

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	สาเหตุของการเสื่อมคุณภาพของทรัพยากรดินภายใต้ระบบเกษตรที่มีการจัดการแบบต่าง ๆ	11
2	กระบวนการที่ทำให้ดินเสื่อม(ลดผลิตภาพดิน) และการปฏิบัติเพื่ออนุรักษ์ดิน	11
3	การเคลื่อนที่ของธาตุอาหารจากประเทศที่มีการส่งธาตุอาหารและประเทศที่นำเข้าธาตุอาหาร	14
4	ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อการเสื่อมโทรมของดิน	15
5	การปลูกสับปะรดและหญ้าแฝกตามตำรับการทดลอง	32
6	ผลวิเคราะห์สมบัติบางประการของชุดดินมาบบอนก่อนและหลังทดลองในพื้นที่ปลูกสับปะรด จังหวัดชลบุรี	35
7	ผลของระบบอนุรักษ์ดินและน้ำต่อผลผลิตและความหวานของสับปะรดบนดินมาบบอน จังหวัดชลบุรี	40
8	การประเมินประสิทธิภาพของการจัดการดินภายใต้ระบบการอนุรักษ์ดินและน้ำที่ต่างกัน	41
9	การประเมินระดับของประสิทธิภาพการจัดการดินจากการส่งเสริมของระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ	42
10	ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินในพื้นที่ศึกษา	57

สารบัญตาราง

ตารางผนวกที่		หน้า
1	ปริมาณน้ำฝนของจังหวัดชลบุรี ปี 2547-2548	88
2	ปริมาณน้ำฝนของจังหวัดนครสวรรค์ ปี 2554-2555	89
3	สมบัติทางฟิสิกส์ของดินที่ทำการศึกษาในจังหวัดนครสวรรค์	90
4	สมบัติทางเคมีของดินที่ทำการศึกษาในจังหวัดนครสวรรค์	91
5	ปริมาณตะกอนดินในบ่อดักตะกอน และการแจกกระจายของอนุภาคดินในตะกอนดิน ในพื้นที่ที่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำเปรียบเทียบกับพื้นที่ที่ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินในจังหวัดนครสวรรค์	92
6	ค่าวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและธาตุอาหารในตะกอนดินในบ่อดักตะกอนในพื้นที่ที่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำเปรียบเทียบกับพื้นที่ที่ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินในจังหวัดนครสวรรค์	92
7	ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในชั้นดินบนและชั้นดินล่างตามความลาดเทตั้งแต่ตำแหน่งบนสุด (L1) จนไปถึงตำแหน่งล่างสุด (L5) ของความลาดเทในพื้นที่ที่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำเปรียบเทียบกับพื้นที่ที่ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในดินเนื้อละเอียดและดินเนื้อหยาบในจังหวัดนครสวรรค์	93
8	ปริมาณการสะสมคาร์บอนอินทรีย์ในชั้นดินบนและชั้นดินล่างตามความลาดเทตั้งแต่ตำแหน่งบนสุด (L1) จนไปถึงตำแหน่งล่างสุด (L5) ของความลาดเทในพื้นที่ที่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำเปรียบเทียบกับพื้นที่ที่ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในดินเนื้อละเอียดและดินเนื้อหยาบในจังหวัดนครสวรรค์	94
9	เกณฑ์การประเมินสมบัติทางเคมีของดิน	95
10	เกณฑ์มาตรฐานในการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน	99
11	การแบ่งกลุ่มของเนื้อดิน	100
12	เกณฑ์การแยกขนาดของอนุภาคดิน	101
13	การจำแนกอนุภาคขนาดทราย	101
14	เกณฑ์การประเมินสมบัติทางฟิสิกส์ของดิน	102

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	การเสื่อมของดินเนื่องจากสาเหตุต่าง ๆ	13
2	แผนผังแปลงวิจัยการใช้หญ้าแฝกในระบบอนุรักษ์ดินและน้ำเพื่อปลูกสับปะรดในชุดดินมาบบอน	30
3	ปริมาณตะกอนดินในแปลงปลูกสับปะรด อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี	37
4	ผลผลิตของสับปะรดในแปลงอนุรักษ์ดินและน้ำในดินมาบบอน	38
5	แผนผังของแปลงทดลอง และจุดเก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์	51
6	ภาพตัดขวางของการแปลงศึกษาตะกอนดิน (a) ไม่มีระบบ (b) มีระบบคันดินและหญ้าแฝก, และแถวปลูกมันสำปะหลัง	51
7	น้ำหนักหัวมันสด (a, b) และมวลชีวภาพ (c, d) ของมันสำปะหลังที่เก็บจากพื้นที่ตอนบน ตอนกลาง และตอนล่างของพื้นที่ลาดชัน	59
8	ปริมาณการสูญเสียดิน (a) และองค์ประกอบของอนุภาคตะกอนดินจาแปลงที่มีดินเนื้อหยาบ (b) และดินเนื้อละเอียด (c)	60
9	ปริมาณอินทรียวัตถุ (a), ไนโตรเจนรวม (b) และฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (c) ของตะกอนดิน	61
10	ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (a), แคลเซียม (b) และแมกนีเซียม (c) ของตะกอนดิน	62
11	การแจกกระจายของคาร์บอนอินทรีย์ในดินเนื้อละเอียด (a) และดินเนื้อหยาบ (b)	63

การศึกษาประสิทธิภาพของการจัดการดินร่วมกับแถบหญ้าแฝก เพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำในชุดดินที่แตกต่างกัน

A Study in Efficiency of Soil Management Accompanied with Vetiver Grass Hedgerows for Soil and Water Conservation in Different Soil Series

นายอาทิตย์ ศุขเกษม[1] กมลาภา วัฒนประพัฒน์[2]
วาสนา พ่วงแพ[1] ประทีป ชามะรัตน์[1]

[1] สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 กรมพัฒนาที่ดิน
[2] กองวิจัยและพัฒนาการจัดการดิน

บทคัดย่อ

การศึกษาประสิทธิภาพของการจัดการดินร่วมกับแถบหญ้าแฝกเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำในสภาพดินที่แตกต่างกัน ประกอบด้วยโครงการวิจัยย่อย 2 โครงการ โครงการย่อยที่ 1 การใช้หญ้าแฝกในระบบอนุรักษ์ดินและน้ำเพื่อปลูกสับปะรดในชุดดินมาบบอนที่จังหวัดชลบุรี ในปี 2547-2548 พบว่า การปลูกหญ้าแฝกล้อมรอบแปลงและตัดใบที่ระดับ 30 เซนติเมตร และปลูกสับปะรดเป็นแถวขวางความลาดเท ทำให้มีการสูญเสียดินน้อยที่สุดมีค่า 0.23 ตันต่อไร่ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการปลูกสับปะรดตามแนวลาดเทขึ้นลงแบบวิธีเกษตรกร มีการสูญเสียดินมากที่สุดมีค่า 3.09 ตันต่อไร่ แถบหญ้าแฝกตามแนวระดับช่วยลดการสูญเสียดินและทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์เพิ่มขึ้น การปลูกหญ้าแฝกล้อมแปลงร่วมกับการปลูกสับปะรดตามแนวระดับและไม่ตัดใบหญ้าแฝก ทำให้สับปะรดมีผลผลิตสูงสุด 8,681 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับโครงการย่อยที่ 2 ผลของระบบอนุรักษ์ดินและน้ำระยะยาวต่อการกร่อนดินและการกักเก็บคาร์บอนในระบบพืชไร่ที่จังหวัดนครสวรรค์ ในปี 2554-2555 การศึกษาดำเนินการ 2 บริเวณที่เป็นดินเนื้อละเอียดที่มีความลาดชันร้อยละ 6-8 และดินเนื้อค่อนข้างหยาบที่มีความลาดชันร้อยละ 3-4 ในแปลงเกษตรกร เพื่อตรวจสอบผลของระบบอนุรักษ์ดินและน้ำต่อผลผลิตมันสำปะหลัง ปริมาณการสูญเสียดิน การแจกกระจาย และการสะสมคาร์บอนอินทรีย์ ผลการศึกษา พบว่า การทำคันดินขวางความลาดชันและปลูกหญ้าแฝกบนคันดินเป็นเวลานานกว่า 10 ปี ทำให้ได้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดที่เก็บเกี่ยวในทุกตำแหน่งของความลาดชันสูงกว่าแปลงที่ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในพิสัยร้อยละ 72-101 และ 10-13 สำหรับดินเนื้อ

ละเอียดและดินเนื้อค่อนข้างหยาบ ตามลำดับ โดยผลผลิตที่ได้พบสูงสุดในบริเวณตอนล่างของความลาดชัน ปริมาณชีวมวลส่วนเหนือดินก็ให้ผลไปในทิศทางเดียวกัน อีกทั้งยังช่วยลดปริมาณการสูญเสียดินได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยมีปริมาณการสูญเสียดินเท่ากับ 1.17 เปรียบเทียบ 5.68 ตันต่อไร่ และ 1.63 เปรียบเทียบ 4.65 ตันต่อไร่ตามลำดับ การแจกกระจายของคาร์บอนอินทรีย์ตามความลาดเทส่วนใหญ่มีความแตกต่างกันทางสถิติเปรียบเทียบระหว่างแปลงที่มีและไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในทั้งสองดิน แปลงที่การอนุรักษ์ดินและน้ำมีปริมาณการสะสมคาร์บอนอินทรีย์ในชั้นดินล่างมากกว่าในชั้นดินบน ส่วนในดินเนื้อหยาบให้ผลไปในทิศทางตรงกันข้าม และโดยภาพรวมปริมาณการสะสมคาร์บอนอินทรีย์ในดินเนื้อละเอียดจะมากกว่าดินเนื้อหยาบทั้งในชั้นดินบนและชั้นดินล่าง การจัดการดินในสภาพดินที่แตกต่างกันสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการปุ๋ย การสะสมคาร์บอนอินทรีย์ และการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน พืชไร่ที่ปลูกร่วมในระบบการอนุรักษ์ดินและน้ำที่ใช้หญ้าแฝกได้ผลผลิตเพิ่มขึ้น

คำหลัก : การจัดการดิน อนุรักษ์ดินและน้ำ แถบหญ้าแฝก สับปะรด มันสำปะหลังข้าวไร่

เลขที่ทะเบียนวิจัย : 56 - 57 - 02 -11-020001 -021-102 -01-13

A Study in Efficiency of Soil Management Accompanied with Vetiver Grass Hedgerows for Soil and Water Conservation in Different Soil Series

Arthit Sukhkasem [1/] Kamalapa Wattanaprapat[2/]

Wassana Poungpare[1/] Prateep Chamarat[1/]

[1/] Land Development Regional Office 9 Land Development Department

[2/] Office of Research and Development for Land Management

Abstract

This experiment studied in efficiency of soil management accompanied with vetiver grass hedgerows for soil and water conservation in different soil conditions, consisted of 2 sub-projects: 1) a study in planting vetiver grass hedgerows in Map Bon series in pineapple cultivation area at Chon Buri Province between 2004-2005. It was found that planting vetiver grass surrounding leaf cut plot at 30 cm and cultivated pineapples as slope cross row yielded lowest soil loss as 0.23 tons rai^{-1} and pineapple cultivation along up-down slope without vetiver grass planted yielded highest soil loss as 3.09 ton rai^{-1}. Conservative vetiver grass hedgerows helped soil to increase its fertility. Planting vetiver grass surrounding plot accompanied with strike pineapple cultivation without cutting vetiver grass leaf yielded highest products as 8,681 kg. rai^{-1}.;The secondly the results of long-term soil and water conservation in soil erosion and cassava productivity at Nakhorn Sawan Province between 2011-2012 . A study was undertaken in two areas, fine-texture soil with 6-8% sloping surface and rather coarse-textures soil with 3-4% sloping surface, of farmer field in Nakhon Sawan province, to investigate the effect of soil and water conservation measure on cassava yield, soil loss, and organic carbon distribution and sequestration. Results showed that soil bund across the slope with vetiver grass planted on the top, having been operated for longer than ten years, resulted in significantly higher fresh tuber yield of cassava harvested from different position of the plot in ranges of 72-101 and 10-13% than did the plot with no soil and water conservation measure installed for fine- and rather coarse-texture soils, respectively. Aboveground biomass also gave the same trend. In addition, the conservation system significantly reduced soil loss, giving the amounts of 1.17 compared to 5.68 and 1.63 compared to 4.65 t/rai, respectively. Distribution of organic carbon along

the slope was mostly statistically different when compared between the plots with and without soil and water conservation measure in both soils. In fine-textured soil, the plot with soil and water conservation had higher organic carbon sequestration in subsoil than in topsoil whereas in rather coarse-texture soil the result showed the opposite direction. In whole, the organic carbon sequestration in fine-textured soil was greater than in rather coarse-textured soil in both the topsoil and subsoil.

Keyword : Soil management, Soil and Water conservation , Vetiver grass hedge rows **,** Pineapple, Casava, Upland rice

Research document no. 56 - 57 - 02 - 11 - 020001 - 021 - 102 - 01 - 13

คำนำ

ปัจจุบันสถานการณ์การใช้ที่ดินของประเทศไทย จะพบว่ามีการใช้ที่ดินทำการเพาะปลูกมาอย่างต่อเนื่องเป็นเวลายาวนานและขาดการพักฟื้นดิน พื้นที่บางแห่งขาดการใช้มาตรการณ์อนุรักษ์ดินและน้ำ และการปรับปรุงดินที่เหมาะสม ประกอบกับได้รับผลกระทบจากสภาวะโลกร้อน จึงมีแนวโน้มที่จะทำให้ทรัพยากรดิน มีความเสี่ยงต่อการเกิดความเสื่อมโทรมเพิ่มขึ้น การเสื่อมโทรมของที่ดิน จะส่งผลกระทบต่อตัวทรัพยากรที่ดินเอง ซึ่งเป็นเหตุให้ดินมีกำลังการผลิตลดลง และต้องการการจัดการที่ดี เพื่อแก้ไขปัญหาการเสื่อมโทรมของดิน นอกจากนี้ ที่ดินที่ใช้ในการเกษตรกรรมอยู่ในปัจจุบันมีดินที่เป็นปัญหา เช่น ดินเปรี้ยวจัด ดินเค็ม ดินทราย ดินอินทรีย์ ดินตื้นปนกรวด และดินที่พบบนพื้นที่ลาดชันรวมกันแล้วประมาณ 182 ล้านไร่ หรือร้อยละ 56.8 ของพื้นที่ทั้งประเทศไทย ดินที่มีปัญหาต่อการใช้ประโยชน์เหล่านี้มีศักยภาพในการผลิตต่ำ ถ้าไม่มีการปรับปรุงแก้ไขหรือพัฒนาด้วยวิธีการที่เหมาะสม อาจเสี่ยงต่อการกร่อนของดินรุนแรง และง่ายต่อการเสื่อมความอุดมสมบูรณ์ของดิน

ปัญหาความเสื่อมโทรมของดิน ที่มีสาเหตุจากสภาพธรรมชาติของดินร่วมกับการกระทำของมนุษย์ ทำให้ดินมีสมบัติไม่เหมาะสมสำหรับการเพาะปลูกทางการเกษตร ซึ่งการเสื่อมโทรมของดินสามารถจำแนกได้ 2 ประเภท คือ ดินเสื่อมโทรมโดยสถานะภาพ ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากธรรมชาติของดินที่เป็นมาพร้อมกับตัวดิน เช่น วัตถุต้นกำเนิดของดิน องค์ประกอบของเนื้อดิน สมบัติของดิน เป็นต้น ดินเสื่อมโทรมประเภทนี้ เช่น ดินทรายจัด ดินตื้นปนกรวด ดินเปรี้ยวที่จัด ดินอินทรีย์ ดินเค็ม กับอีกประเภทหนึ่งคือ ดินที่เสี่ยงต่อความเสื่อมโทรมโดยตัวการกระทำ ซึ่งทำให้เกิดความเสื่อมโทรมทางฟิสิกส์ ความเสื่อมโทรมทางเคมี และความเสื่อมโทรมทางชีวภาพโดยมีตัวการจากภายนอกมาสร้างปัญหาให้เกิดกับดิน เช่น น้ำฝน ลม สภาวะโลกร้อน การกร่อนของดิน การใช้ประโยชน์ที่ดิน การขาดแคลนน้ำ การขาดอินทรียวัตถุ เป็นต้น มาทำให้เกิดปัญหาเพิ่มขึ้น ดินเสื่อมโทรมประเภทนี้ เช่น ดินในพื้นที่สูงที่เกิดปัญหากร่อนของดินอย่างรุนแรง ดินที่ผ่านการทำเหมืองแร่ร้าง ดินในพื้นที่แห้งแล้ง ดินที่ถูกการปนเปื้อนสารพิษ สารเคมี และโลหะหนัก ดินที่ถูกสภาพน้ำท่วมซ้ำซาก เป็นต้น เมื่อเกษตรกรนำพื้นที่ดินเสื่อมโทรมทั้งสองประเภทดังกล่าวนี้มาใช้เพาะปลูก โดยมีการจัดการดินในวิธีการปฏิบัติการแบบทั่วไป ทั้งการใส่ปุ๋ย การให้น้ำ รวมทั้งการปฏิบัติต่าง ๆ นั้น ก็จะทำให้การปฏิบัติการแบบทั่วไปไม่เกิดประสิทธิภาพตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ เช่น โดยปกติเกษตรกรต้องการใส่ปุ๋ยและให้น้ำตามความต้องการของพืช แต่ดินมีสภาพเสื่อมโทรม เกิดปัญหาการกร่อนดิน จึงทำให้ปุ๋ยที่เกษตรกรใส่ในดินสูญเสียไป ทำให้พืชได้ธาตุอาหารเพียงบางส่วน จึงกล่าวได้ว่า มีการใช้ปุ๋ยอย่างไม่มีประสิทธิภาพ หรืออีกตัวอย่างหนึ่งคือ การให้น้ำแก่พืช เมื่อเกษตรกรให้น้ำตามความต้องการของพืชและตามสภาพอากาศ แต่ดินซึ่งเป็นแหล่งเพาะปลูกไม่มีความสามารถในการเก็บรักษาน้ำไว้ได้หรือ

อาจจะมีอินทรียวัตถุต่ำซึ่งช่วยอุ้มน้ำได้ และในบางครั้งอาจเกิดน้ำไหลบ่าออกจากพื้นที่ หรือสูญเสียไปโดยการระเหย ก็จะเป็นการใช้น้ำอย่างไม่มีประสิทธิภาพเช่นกัน

มีการศึกษาว่าการกร่อนของดินเป็นปัญหาหลักที่พบในพื้นที่ต่างๆ ของโลก และเป็นปัญหาใหญ่ที่สุดที่ก่อให้เกิดการเสื่อมโทรมของดิน (Brady and Weil, 2008) ปัญหาการกร่อนของดินมีผลต่อความเสื่อมโทรมของดิน ซึ่งเป็นปัญหาที่สำคัญของทรัพยากรดินประเทศไทยที่มีอยู่อย่างจำกัด และได้แพร่กระจายไปในทุกภูมิภาค นับวันยิ่งส่งผลกระทบมากขึ้น ดินที่ถูกกัดกร่อน จะทำพื้นที่ได้รับความเสียหายโดยตรงและทำความอุดมสมบูรณ์ในพื้นที่ลดลง ทำให้แหล่งน้ำตื้นเขิน ในการศึกษาด้านการเปลี่ยนแปลงของประชากรของโลกในอนาคต จึงมีผลทำให้ทรัพยากรธรรมชาติได้รับแรงกดดัน การใช้เทคโนโลยีเพื่อการผลิตอาหารที่เพิ่มขึ้นเป็นเท่าตัวถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในช่วงการปฏิวัติเขียว ในระหว่างปี 1950-2010 (FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION, 2010) ผลกระทบจากการพัฒนามีหลายประการ ได้แก่ การเพิ่มขึ้นของประชากรแบบเลขยกกำลังที่เพิ่มขึ้นมากกว่าในอดีตมาก การขยายตัวของพื้นที่ชุมชนเมือง การเพิ่มขึ้นของพื้นที่เกษตรกรรมที่ไปรุกรานพื้นที่ป่าไม้ (Roose *et al.*, 2005) นอกจากนี้การขยายขอบเขตของพื้นที่ดินเสื่อมโทรมที่มีมากขึ้น ทำให้เกิดสภาวะความไม่มั่นคงของการผลิตอาหาร ซึ่งเป็นสาเหตุมาจากการลดลงทั้งด้านปริมาณและคุณภาพของอินทรียวัตถุในดิน (soil organic carbon) ที่ส่งผลต่อโครงสร้างของดินเลวลง และมีสมบัติทางอุทกวิทยาลดลงที่เป็นผลสืบเนื่องมาจากวิธีปฏิบัติในพื้นที่เกษตรกรรมของเกษตรกร (Lal and Stewart, 2012) ปัจจุบันการส่งเสริมการปลูกพืชไร่ในพื้นที่ลาดชันและพื้นที่ดอนทำให้เกิดการกร่อนของดินและนับวันจะรุนแรงเพิ่มขึ้น

การจัดการดินเพื่อให้มีการปฏิบัติการใช้ดินในการเพาะปลูกพืชอย่างมีประสิทธิภาพนั้น สามารถใช้ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และการปรับปรุงบำรุงดินร่วมกัน เพื่อทำให้ดินมีคุณภาพเหมาะสมต่อการผลิตพืช เช่น มีปริมาณดินชั้นบนโดยลดการกร่อนของดิน มีความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีให้ดินมีแร่ธาตุที่จำเป็นต่อพืช และมีสมบัติทางฟิสิกส์ของดินที่ดี มีน้ำและรักษาความชื้น เป็นต้น ซึ่งจะเป็นการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการกักเก็บคาร์บอนลดการกร่อนของดิน

ระบบการปลูกพืชที่เร่งการผลิตเพื่อการแข่งขันทำให้เกิดความเสื่อมโทรมของดินได้แบบรู้เท่าไม่ถึงการณ์ การผลิตพืชที่ทำให้เกิดปัญหาพื้นที่ดินเสื่อมโทรม ได้แก่ สับปะรด มันสำปะหลัง ซึ่งหากมีการปลูกในพื้นที่ลาดชัน หรือพื้นที่ดอน และขาดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ก็จะทำให้พื้นที่เกิดการกร่อนของดินและดินเสื่อมโทรม ตัวอย่างเช่น บริษัทโดลไทยแลนด์ จำกัด ปลูกสับปะรดติดต่อกันมากกว่า 20 ปี ทำให้พื้นที่มีปัญหาดินเสื่อมโทรม เนื่องจากการปลูกสับปะรดที่มีแถวปลูกในแนวขึ้นลงตามความลาดเทติดต่อกันเป็นเวลานาน มีการกร่อนของดิน หน้าดินถูกชะล้างจนมีหินโผล่กระจายไปทั่วบริเวณ นอกจากนี้ดินในพื้นที่ปลูกสับปะรดส่วนใหญ่มักจะมีสภาพเป็นดินร่วนปนทราย หรือดิน

ทรายที่มีการระบายน้ำดี ซึ่งลักษณะการระบายน้ำดีเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการปลูกสับปะรด แต่ลักษณะการระบายน้ำดีของดินดังกล่าวนี้ ก็มักจะเป็นผลให้มีการสูญเสียธาตุอาหาร และความอุดมสมบูรณ์ของดินไปค่อนข้างเร็ว โดยสูญเสียไปกับน้ำที่ชะล้างหน้าดิน หรือน้ำที่ซึมลงไปในดินเกินระดับความลึกของระบบรากพืช นอกจากการสูญเสียธาตุอาหารไปกับน้ำแล้ว ธาตุอาหารอีกจำนวนหนึ่งก็จะถูกนำออกไปจากพื้นที่โดยติดไปกับผลผลิตของสับปะรดอีกด้วย ดังนั้นถึงแม้ว่าดินในพื้นที่ที่ใช้ปลูกสับปะรดในระยะแรกจะมีความอุดมสมบูรณ์ดี แต่เมื่อปลูกสับปะรดไปได้ระยะหนึ่ง ดินก็จะเกิดความเสื่อมความอุดมสมบูรณ์ไปได้ ซึ่งมัลลิกา (2547) ได้ศึกษาเบื้องต้นของการสูญเสียดินและน้ำ จากพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินต่างกัน ในพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเล็กห้วยแร้ง-คลองพืด อ.บ่อไร่ และ อ.เมือง จ.ตราด วางแปลงทดลองจากประเภท การใช้ที่ดินและปลูกพืช 9 ชนิด ประกอบด้วย ยางพารา เงาะ ขนุน สับปะรด มะม่วงหิมพานต์ พื้นที่ไร่ร้าง สวนป่าอินทนิล ป่าธรรมชาติและแปลงว่างเปล่า พบว่า พื้นที่แปลงทดลองสับปะรดมีการสูญเสียดินมากที่สุดเท่ากับ 19.684 ตันต่อเฮกตาร์ต่อปี เปรียบเทียบกับการปลูกพืชชนิดต่าง ๆ

สำหรับงานวิจัยนี้ เป็นการนำเสนอผลงานวิจัยที่ได้ดำเนินการเกี่ยวกับการนำหญ้าแฝกมาใช้ประโยชน์ในงานอนุรักษ์ดินและน้ำ ซึ่งการปลูกหญ้าแฝกเป็นแถบพืชอนุรักษ์ดินและน้ำ การสูญเสียดิน เพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยทำให้พืชมีผลผลิตเพิ่มทั้งปริมาณและคุณภาพ สามารถลดเพิ่มประสิทธิภาพการกักเก็บคาร์บอนอินทรีย์ซึ่งมีผลต่อการลดสภาวะโลกร้อน การศึกษาประกอบด้วย โครงการย่อยที่ 1 การใช้หญ้าแฝกในระบบอนุรักษ์ดินและน้ำเพื่อปลูกสับปะรดในชุดดินมาบบอน ในจังหวัดชลบุรี ระหว่างปี 2547-2548 และโครงการย่อยที่ 2 ผลของระบบอนุรักษ์ดินและน้ำระยะยาวต่อการกร่อนดินและการกักเก็บคาร์บอนในระบบพืชไร่ ในจังหวัดนครสวรรค์ ระหว่างปี 2554 - 2555 ซึ่งโครงการดังกล่าวนี้เป็นการศึกษาการจัดการระบบอนุรักษ์ดินและน้ำบนพื้นที่ดินเสื่อมโทรมในพื้นที่ปลูกพืชไร่ ซึ่งจะเป็นการแสดงให้ถึงการจัดการดินรูปแบบต่าง ๆ เพื่อใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างมีประสิทธิภาพได้ต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของดินบางประการจากการจัดการดินร่วมกับการใช้แถบหญ้าแฝก
2. เพื่อศึกษาผลผลิตของพืชไร่ ภายใต้การจัดการดินร่วมกับแถบหญ้าแฝกในชุดดินที่แตกต่างกัน

การตรวจเอกสาร

1. ดินเสื่อมโทรม

1.1 ความหมายของดินเสื่อมโทรมและสาเหตุที่ทำให้ดินเสื่อมโทรม

กรมพัฒนาที่ดิน (2540) ให้นิยามดินเสื่อมโทรมไว้ว่า ความเสื่อมโทรมของดินเป็นการสูญเสียคุณภาพหรือความสามารถในการผลิตของดิน อันเป็นผลมาจากกระบวนการทางธรรมชาติและจากกิจกรรมของมนุษย์ ความเสื่อมโทรมของดินทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมี กายภาพและชีวภาพของดิน จนทำให้ดินนั้นมีคุณภาพลดลงจนไม่สามารถใช้เพื่อการเกษตรได้อย่างถาวรและให้ผลผลิตคงที่ตลอดไป โดยมีผลมาจากขาดการจัดการดินที่ถูกต้องและมีปัญหาทางด้านเศรษฐกิจและสังคม ความเสื่อมโทรมของดินจะปรากฏขึ้นได้หลายรูปแบบ จะทำให้ดินอยู่ในสภาพที่ไม่เอื้ออำนวยต่อการผลิตทางการเกษตร เนื่องจากสมบัติต่างๆ ของดินไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของพืช เช่น สมบัติทางเคมีของดินที่มีสภาพเป็นกรดจัด เค็มจัด ขาดแร่ธาตุอาหารพืช ทางด้านกายภาพของดินที่สูญเสียโครงสร้าง ทำให้เกิดการอัดตัวแน่น ขาดความโปร่งพรุน และดินอยู่ในสภาวะที่ไม่สมดุล เป็นต้น ผลของดินเสื่อมจะรวมถึงการสูญเสียความสามารถในการผลิตทางการเกษตร ผลกระทบที่เสียหายต่อเสถียรภาพทางสิ่งแวดล้อมและทางเศรษฐกิจ และยังเป็นการเพิ่มการบุกรุกป่าเพิ่มขึ้นและการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างไม่เหมาะสม

ดินเสื่อมโทรมที่เกิดขึ้นบนโลก ซึ่งเป็นผลกระทบมาจากการใช้ที่ดิน ได้แก่ การใช้ที่ดินเป็นทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ที่ขาดการดูแลรักษามีร้อยละ 35, การบุกรุกทำลายป่ามีร้อยละ 30, การใช้ที่ดินทางการเกษตร ร้อยละ 27, การปล่อยที่ดินรกร้างร้อยละ 7 และการใช้ที่ดินเพื่อการอุตสาหกรรมร้อยละ 1 ซึ่งในพื้นที่ดังกล่าวนี้มีความเสียหายของพื้นที่จากการกร่อนของดินโดยน้ำร้อยละ 56 การกร่อนของดินโดยลมร้อยละ 28 การเสื่อมโทรมของดินทางเคมีร้อยละ 12 และการเสื่อมโทรมของดินทางฟิสิกส์ร้อยละ 4 ซึ่งการกร่อนของดินทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลง ส่งผลให้พืชที่ปลูกอยู่มีผลผลิตต่ำ ตะกอนดินที่ถูกชะล้างจะไปทับถมในท้องลำธาร แหล่งน้ำ ทำให้ตื้นเขิน พื้นที่เก็บกักน้ำลดน้อยลง ยังมีผลกระทบต่อการทำการประมง และการผลิตพลังงานไฟฟ้า (Oldeman, 1994)

ดินและน้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีความสำคัญต่อความเป็นอยู่ของมนุษย์ ดังนั้นการทำลายทรัพยากรธรรมชาติทั้งสองชนิดนี้ทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพ จะเป็นสาเหตุนำไปสู่ความเดือดร้อนของมนุษย์ที่อาศัยอยู่ในบริเวณพื้นที่นั้น รวมทั้งผู้ที่อาศัยอยู่ตอนล่างของพื้นที่ลุ่มน้ำด้วย เจ้าหน้าที่ขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ ได้รายงานว่าแต่ละปีมีที่ดินเสื่อมโทรม (land degradation) เพิ่มขึ้น 5- 7 เฮกตาร์ ซึ่งสาเหตุของการเสื่อมโทรมของดินที่สำคัญได้แก่ การกร่อนของดิน กระบวนการการกร่อนของดินโดยน้ำเป็นตัวการเป็นกระบวนการที่ซับซ้อน กล่าวคือ เป็นกระบวนการที่ทำให้อนุภาคของดินแตกแยกออกจากกันและอนุภาคของดินที่ถูกพัดพาไปนี้จะไปตก

ทับถมในที่อื่น ฉะนั้นวิธีการแก้ปัญหาที่ต้นเหตุ คือ การป้องกันผลกระทบของเม็ดฝน จึงเป็นวิธีที่ง่ายและมีประสิทธิภาพที่สุดในการป้องกันการกร่อนของดิน โดยการสร้างสิ่งปกคลุมดินเพื่อดูดซับแรงปะทะของเม็ดฝน (สมเจตน์, 2532)

คุณภาพของดินที่ลดลงนี้แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทหลัก ๆ คือ ทางกายภาพ ทางชีวภาพ และทางเคมี ซึ่งแต่ละประเภทที่กล่าวนี้ สมเจตน์ (2553) ได้จำแนกความเสื่อมโทรมของดินออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1) การเสื่อมโทรมทางกายภาพของดิน ได้แก่

- ผิวดินแน่นและแข็ง (Soil Crusting)
- ดินแน่น (Soil Compaction)
- การชะล้างพังทลาย (Soil Erosion)

2) การเสื่อมโทรมทางเคมี

- การทำให้ธาตุอาหารพืชหมดไปจากดิน (Nutrient Depletion)
- การชะล้าง (Leaching)
- การทำให้ดินเป็นกรด (Acidification)
- การทำให้ดินเป็นดินเค็ม (ดินเกลือ) (Salinization)
- มลพิษของดิน (Soil Pollution)

3) การเสื่อมโทรมทางชีวภาพ

- การทำให้อินทรียวัตถุในดินหมดสิ้นไป
- ความหลากหลายทางชีวภาพของดินลดลง

สมเจตน์ (2522) กล่าวถึง สาเหตุที่ทำให้ดินเสื่อมโทรม มี 9 ประการ ดังต่อไปนี้

1) การพังทลายของดินนับว่าเป็นสาเหตุสำคัญที่สุดที่ทำให้เกิดที่ดินเสื่อมโทรม เพราะว่าทำให้คุณภาพต่าง ๆ ของดินเลวลงและเกิดขึ้นเป็นบริเวณกว้างขวาง การพังทลายของดินเกิดขึ้นทุกแห่งที่มีการใช้ที่ดินทำการเพาะปลูก แต่ว่าเกิดขึ้นมีความรุนแรงมากน้อยแตกต่างกัน

2) การสะสมเกลือต่างๆและด่าง ซึ่งเป็นผลจากการพัฒนาแหล่งน้ำและการทำชลประทาน ซึ่งถ้าไม่มีการวางแผนที่ดีจะทำให้มีดินเกลือ หรือดินเค็ม การมีดินด่างและดินที่มีน้ำขังเกิดขึ้น FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION และ UNESCO ได้กล่าวว่า ปัจจุบันพื้นที่มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ชลประทานของโลกกลายเป็นดินเสื่อมคุณภาพ เพราะว่ากลายเป็นดินเกลือ ดินด่าง และดินที่เป็นน้ำขังและปัญหานี้มีแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นมากทุกปี

3) การทิ้งของเสียที่เป็นอินทรียวัตถุลงบนดิน ตัวอย่างเช่น การทิ้งขยะตามเมืองต่าง ๆ ทำให้เกิดเชื้อโรคและสารที่เป็นพิษเกิดขึ้น และสารเหล่านี้จะไปปะปนกับน้ำที่ผิวดินหรือน้ำบาดาล

4) การที่ดินมีเชื้อโรคต่าง ๆ และแมลงที่เป็นอันตรายต่อคน ต่อพืช และสัตว์ย่อมทำความเสียหายแก่คนและพืชที่ปลูกได้ ดังนั้นดินที่มีเชื้อโรคเหล่านี้จึงไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ในการเพาะปลูกพืช หรือนำมาใช้เป็นที่อยู่อาศัยแก่ประชาชน หรือเลี้ยงสัตว์

5) การทิ้งอนินทรียสารที่เป็นของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม การทิ้งสารเหล่านี้จากโรงงานอุตสาหกรรมลงไปบนดินทำให้ดินเสื่อมโทรมได้ เช่น ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ฟลูโอไรด์ ทำให้ดินนั้นไม่สามารถจะใช้ปลูกพืชได้หรือไม่สามารถจะนำไปใช้ได้ จึงทำให้ที่ดินเกิดการเสื่อมโทรม

6) การทิ้งสารกำจัดศัตรูพืชลงไปในดินซึ่งสารบางชนิดจะคงตัวอยู่นาน เช่นพวก chloronated hydrocarbon จะทนทานต่อการสลายตัวมากกว่าพวก organophosphates การมียาปราบศัตรูพืชเหล่านี้สะสมอยู่ในดินนานอาจเป็นอันตรายต่อคนได้

7) สารกัมมันตภาพรังสี ได้แก่ การทิ้งสารที่มีกัมมันตภาพรังสีลงไปในดินซึ่งจะเป็นอันตรายต่อคน และสัตว์เลี้ยง ย่อมทำให้ดินเสื่อมโทรมได้ ดังนั้นการทิ้งหรือกำจัดวัสดุกัมมันตภาพรังสีเหล่านี้ ควรจะทำให้เกิดความปลอดภัย ไม่ควรจะทิ้งแบบขยะ หรือของเสียอื่น ๆ

8) การทิ้งโลหะหนัก (heavy metals) ลงไปในดิน โลหะหนักบางธาตุ เช่น ตะกั่ว ปรอท ซึ่งทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ทำให้เกิดอันตรายแก่ประชาชนที่อยู่อาศัยใกล้เคียงกับโรงงานเหล่านี้ขึ้น นอกจากนี้โลหะหนักบางธาตุยังเป็นพิษแก่พืชด้วย ทำให้พืชไม่สามารถเจริญเติบโตได้ดี

9) การใส่ปุ๋ยเคมีลงไปในดิน (fertilizers) การใส่ปุ๋ยเคมีลงไปในดินทำให้ดินเสื่อมโทรมได้ ถ้าใส่จำนวนมาก หรือใส่ติดต่อกันเป็นเวลานานทำให้ดินเป็นกรดมากขึ้น ดินเค็มมากขึ้น ทำให้สภาพทางกายภาพของดินเสีย ดังนั้น เมื่อใส่ปุ๋ยที่ทำให้ดินเป็นกรดมากขึ้น ควรแนะนำให้มีการใส่ปูนด้วย หรือควรจะหาวิธีใส่ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพ

สาเหตุของการเสื่อมคุณภาพของทรัพยากรดินภายใต้ระบบเกษตรที่มีการจัดการแบบต่าง ๆ ทั้งระบบเกษตรแบบเข้มข้น ระบบเกษตรเคมีโดยปลูกพืชเชิงเดี่ยว การเกษตรที่มีการใช้เครื่องจักรในการผลิต พื้นที่ซึ่งปล่อยไว้ไม่มีวัสดุหรือพืชพรรณปกคลุมดิน พื้นที่ระบายน้ำไม่ดี พื้นที่ที่มีการสะสมของเกลือสูง จะทำให้เกิดการเสื่อมโทรมในหลายรูปแบบ (ยงยุทธ, 2551) แสดงดังตารางที่ 1

Smaling (1993) กล่าวถึง ระบบการเกษตรมีการสูญเสียธาตุอาหารออกไปจากระบบ ในแต่ละปีจะมีปริมาณธาตุอาหารพืชจำนวนมากที่สูญเสียออกไปจากระบบ โดยการนำออกไปกับผลผลิตของพืช กระบวนการชะล้างและพังทลายของดิน และยังมีธาตุอาหารพืชอีกส่วนหนึ่งที่สูญเสียไปจากระบบโดยกระบวนการอื่นๆ เช่น การไหลซึมลึกลงไปในดินโดยน้ำ การสูญเสียไนโตรเจนในรูปก๊าซโดยกระบวนการดีไนทริฟิเคชั่น ฯลฯ ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดการลดลงของความอุดมสมบูรณ์ของดินได้ ดังนั้น ถ้าต้องการจะรักษาระดับความสามารถในผลิตภาพของดิน ก็จำเป็นต้องรักษาความสมดุลของธาตุอาหารพืช ในระบบให้คงไว้ด้วย

ตารางที่ 1 สาเหตุของการเสื่อมคุณภาพของทรัพยากรดินภายใต้ระบบเกษตรที่มีการจัดการแบบต่าง ๆ

สาเหตุ	การเสื่อมโทรมที่เกิดขึ้นกับดิน
1. ระบบเกษตรแบบเข้มข้น	คุณสมบัติทางเคมีของดินไม่ดี ความไม่สมดุลของธาตุอาหาร การสูญเสียอินทรียวัตถุในดิน
2. ระบบเกษตรเคมีโดยปลูกพืชเชิงเดี่ยว	การสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพของดิน ดินเป็นกรด
3. การเกษตรที่มีการใช้เครื่องจักร	สมบัติทางกายภาพของดินเสื่อมโทรม เช่น ดินแข็ง ดินแน่นทึบ ดินสูญเสียโครงสร้าง
4. พื้นที่ที่ปล่อยหน้าดินไว้หรือไม่มีวัสดุหรือพืชพรรณปกคลุมดิน	จะเร่งการกร่อนหรือการพังทลายของดินเนื่องมาจากลมและน้ำ
5. พื้นที่มีการระบายน้ำไม่ดี	การท่วมขังของน้ำ และเกิดสภาพไร้อากาศ
6. พื้นที่ที่มีการสะสมของเกลือสูง (การระเหยของน้ำสูง)	ความแห้งแล้ง พืชขาดน้ำ

ที่มา : ยงยุทธ และคณะ (2551)

ตารางที่ 2 กระบวนการที่ทำให้ดินเสื่อม(ลดผลิตภาพดิน) และการปฏิบัติเพื่ออนุรักษ์ดิน

กระบวนการที่ทำให้ดินเสื่อม (ให้ผล -)	การปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์ดิน (ให้ผล +)
1. การกร่อนของดิน	1. การไถพรวนแบบอนุรักษ์
2. การสูญเสียธาตุอาหารไปกับน้ำไหลบ่า	2. การปลูกพืชหมุนเวียน
3. น้ำท่วมขัง	3. การปรับปรุงการระบายน้ำ
4. ดินแห้งจัด	4. การจัดการซากพืช
5. เกิดกรดในดิน	5. การอนุรักษ์น้ำ
6. ดินแน่น	6. การทำขั้นบันได
7. มีชั้นแข็งบนผิวดิน	7. การไถพรวนตามแนวระดับ
8. การสูญเสียอินทรียวัตถุ	8. การใส่ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพ
9. การสะสมเกลือ	9. การปรับปรุงวัฏจักรอาหาร
10. การสูญเสียธาตุอาหารไปกับการชะล้าง	10. การใส่ปุ๋ยเคมี
11. การสะสมสารพิษ	11. การปรับระบบการการปลูกพืช

ที่มา : Stewart et al. (1991)

1.2 การจำแนกดินเสื่อมโทรม

กรมพัฒนาที่ดินได้จำแนกดินเสื่อมโทรม (degraded soils) ในประเทศไทย ซึ่งเป็นดินที่มีปัญหาทางการเกษตร ได้แก่ ดินทราย (sandy soils) ซึ่งเป็นดินทรายเนื้อหยาบและดินทรายที่มีชั้นดาน ดินลูกรัง (skeletal soils) ซึ่งเป็นดินปนกรวดและดินตื้น และดินเหมืองแร่ร้าง (tin mined tailing soil) ซึ่งล้วนแต่เป็นดินที่มีปัญหาทางการเกษตร ที่มีการแพร่กระจายทั่วประเทศไม่ต่ำกว่า 58 ล้านไร่ (เสรี, 2532)

ปัจจุบันดินเขตร้อนได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศเป็นอย่างมาก ความแปรปรวนของภูมิอากาศที่เป็นผลจากสภาวะเรือนกระจก ส่งผลให้อุณหภูมิของโลกเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้ การใช้ที่ดินอย่างไม่เหมาะสมในลักษณะต่าง ๆ ส่งผลต่อเนื่องให้เกิดการเสื่อมโทรมของดิน ซึ่งมีแนวโน้มที่จะขยายพื้นที่เสียหายเพิ่มขึ้น สำหรับประเทศไทยมีพื้นที่เสื่อมโทรมทั้งหมดร้อยละ 52.7 ของพื้นที่ประเทศซึ่งเป็นพื้นที่เสื่อมโทรมระดับรุนแรง 35 ล้านไร่หรือร้อยละ 11.18 ของพื้นที่ประเทศ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2550) ซึ่งในพื้นที่เขตกรรมจะเสี่ยงต่อการกร่อนดินโดยเฉพาะการทำการเกษตรกรรมในพื้นที่ลาดชัน เช่น การไถพรวนดินตามความลาดเท การปลูกพืชชนิดเดิมโดยปราศจากการพักดิน หรือการปลูกพืชหมุนเวียน การใส่แต่ปุ๋ยเคมีโดยปราศจากการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ การใช้เครื่องจักรกลขนาดใหญ่ในการเตรียมดินอย่างต่อเนื่องและดำเนินการในช่วงที่ความชื้นดินไม่เหมาะสม เป็นต้น (Morgan, 2005)

2. ปัญหาดินเสื่อมโทรมและมาตรการณ์ที่ใช้แก้ปัญหาดินเสื่อมโทรม

สุนทร (2557) รายงานว่า FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION ได้จัดทำโปรแกรมลาดา (Regional land degradation Assessment in drylands – LADA) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ประเมินความเสื่อมโทรมของดินในพื้นที่แห้งแล้ง ตัวชี้วัดความเสื่อมโทรมของดินสามารถระบุได้จากกระบวนการเกิดการเสื่อมของดินมีดังนี้

1. ความเสื่อมโทรมของดินทางชีวภาพ คือ การลดลงของอินทรียวัตถุและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในดิน ซึ่งกระทบต่อการทำหน้าที่ของดิน รวมถึงการถูกรบกวนจากสัตว์และมนุษย์

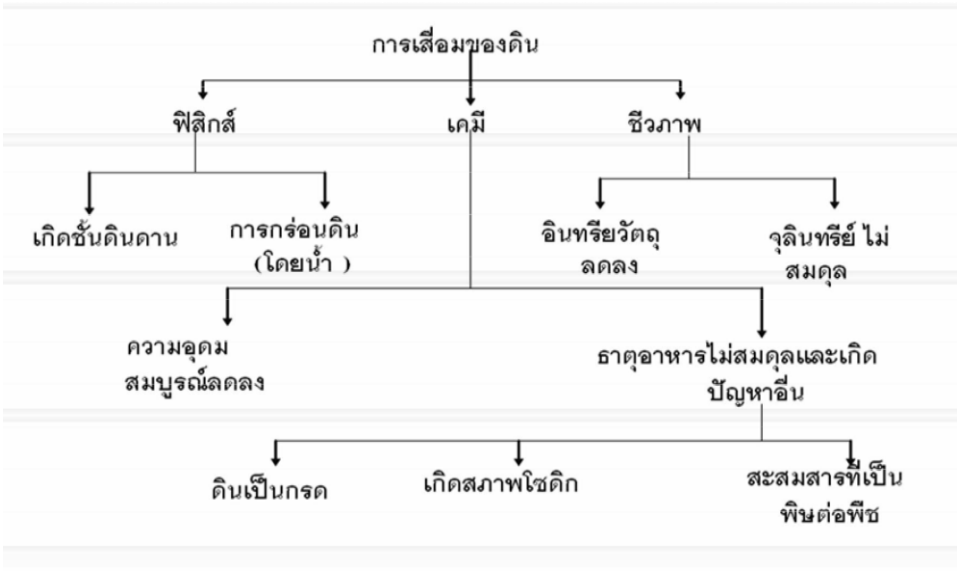
2. ความเสื่อมโทรมของดินทางเคมี คือ ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลง การขาดความสมดุลของธาตุอาหาร ดินเกิดสภาพกรด ด่าง และดินเค็ม

3. ความเสื่อมโทรมของดินทางกายภาพ คือ การเกิดแผ่นแข็งหน้าดิน และการอัดตัวแน่นของดิน จากการตกกระทบของเม็ดฝน การเหยียบย่ำจากสัตว์และหรือเครื่องจักร การสูญเสียโครงสร้างของหน้าดินและอินทรียวัตถุจำนวนมาก หรือจากการไถพรวนที่ไม่เหมาะสม

4. ความเสื่อมโทรมของดินจากความสามารถในการเก็บกักน้ำลดลง คือ ความสามารถในการเก็บกักรักษาความชื้นในดินได้น้อยลง

5. ความเสื่อมโทรมของดินจากการชะล้างและการสูญเสียหน้าดินจากน้ำและลม คือ การกร่อนของดินแบบแผ่น ริ้ว และร่องธาร และการทับถมของตะกอนจากธารน้ำ

การเสื่อมของดินมี 3 ด้าน คือ การเสื่อมของดินด้านฟิสิกส์ ได้แก่ การเกิดชั้นดินดานและการกร่อนของดินโดยน้ำ การเสื่อมของดินด้านเคมี ได้แก่ ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลง ธาตุอาหารไม่สมดุลและเกิดปัญหาอื่น เช่น ดินเป็นกรด เกิดสภาพโซดิก และการสะสมสารที่เป็นพิษ การเสื่อมโทรมด้านชีวภาพ ได้แก่ อินทรียวัตถุลดลงและจุลินทรีย์ไม่สมดุล การเสื่อมของดินสามารถแสดงความสัมพันธ์ของปัจจัยต่าง ๆ (ยงยุทธ และคณะ, 2551) ได้ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การเสื่อมของดินเนื่องจากสาเหตุต่าง ๆ

ที่มา : ยงยุทธ และคณะ (2551)

การผลิตพืชที่ไม่เหมาะสมก็สามารถทำให้ดินเกิดการเสื่อมด้านเคมีได้ โดยมีความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลง มีตัวอย่างการศึกษาของ Tandon (2004) พบว่า ประเทศไทย เวียดนาม และประเทศกำลังพัฒนาได้ส่งธัญพืช เช่น ข้าว ออกไปขายต่างประเทศ เป็นการสูญเสียธาตุอาหารไปจากพื้นที่เพาะปลูกด้วย ในช่วงเวลาที่ผ่านมาประเทศไทย ได้คำนวณการสูญเสียธาตุอาหารไปกับผลผลิตพืช พบว่าจากการปลูกข้าว ข้าวโพด อ้อย และมันสำปะหลัง ดินสูญเสียธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมในรูปของการนำผลผลิตพืชทั้ง 4 ชนิด ออกจากพื้นที่ โดยเฉลี่ยปีละ 7.07 แสนตัน ในขณะ

ที่มีการชดเชยธาตุอาหารในรูปของการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงปีละ 2.54 แสนตันเท่านั้น แต่ในความเป็นจริงไม่ใช่เฉพาะธาตุอาหาร 3 ธาตุนี้เท่านั้น ยังมีการสูญเสียธาตุอาหารรองและจุลธาตุรวมอยู่อีกด้วย แสดงดังตารางที่ 3 ดังนั้นดินที่มีการใช้ปลูกพืชเศรษฐกิจจะสูญเสียไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียมปีละหลายแสนตัน จึงไม่ต้องสงสัยเลยว่าทำไมดินของประเทศไทยโดยทั่วไปจึงเสื่อมโทรม โดยเกิดขึ้นในลักษณะความไม่สมดุลของธาตุอาหาร การรักษาศักยภาพการผลิตให้ยั่งยืนจำเป็นต้องรักษาความสมดุลระหว่างการชดเชยและการนำออกจากพื้นที่ของธาตุอาหารพืชต่าง ๆ ปุ๋ยเคมีจึงจำเป็นที่จะต้องใช้เพื่อรักษาความสมดุลดังกล่าว เป็นการลดการเสื่อมโทรมความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยการสูญเสียธาตุอาหารพืชสามารถกระทำได้หลายวิธี เช่นการคลุมดิน การปลูกพืชตามแนวระดับ การปลูกพืชสลับเป็นแถบ และการปลูกพืชต่างระดับ ฯลฯ ส่วนการนำธาตุอาหารพืชเข้าสู่ระบบก็สามารถกระทำได้หลายวิธี เช่น การใช้กับพืชตระกูลถั่วในระบบการปลูกพืช การใส่ปุ๋ยซึ่งอาจจะเป็นปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยพืชสด) ปุ๋ยเคมี หรือปุ๋ยชีวภาพ โดยคำนึงถึงประสิทธิภาพของการใช้เป็นหลักสำคัญ

ตารางที่ 3 การเคลื่อนที่ของธาตุอาหารจากประเทศที่มีการส่งธาตุอาหารและประเทศที่นำเข้าธาตุอาหาร

หน่วย : x1000 ตัน

ประเทศ		สินค้า	ธาตุอาหาร (x1000 ตัน)		
			N	P_2O_5	K_2O
ผู้ส่งออก	ประเทศกำลังพัฒนา	ธัญพืช	740	300	300
	ไทย	ธัญพืช	90	36	36
	เวียดนาม	ธัญพืช	57	23	23
ผู้นำเข้า	เนเธอร์แลนด์	ธัญพืช	100	40	40
	เยอรมนี	ธัญพืช	45	18	18

ที่มา : Tandon (2004)

นอกจานนี้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศทำให้ดินเสื่อมโทรมเกิดความเสียหายเพิ่มขึ้น ซึ่งมีผลกระทบทั้งสมบัติทางเคมี สมบัติทางกายภาพ และสมบัติทางชีวภาพของดิน ที่เกิดจากปัจจัยต่างๆ ทั้งจากการกร่อนของดินที่เพิ่มขึ้น การสูญเสียธาตุอาหารจากการชะล้าง การสูญเสียอินทรียวัตถุ การลดลงของคาร์บอน การลดลงของคุณภาพดินที่เกิดจากการใช้ประโยชน์ที่ไม่เหมาะสม ผลกระทบจากสารเคมีที่เป็นพิษและสารมลพิษ มีการเชื่อมโยงระหว่างสภาพภูมิอากาศกับสภาพดินของพื้นที่ที่เสื่อมโทรมลง ซึ่งเป็นสิ่งที่เราต้องเข้าใจและหาทางป้องกันหรือลดความเสียหายที่จะเกิดขึ้น ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4 ดังนี้

ตารางที่ 4 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อการเสื่อมโทรมของดิน

ผลกระทบต่อการเสื่อมโทรมของดิน	ทิศทางการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศ	ลักษณะของการเสื่อมโทรมของดิน
ผลกระทบต่อการกัดกร่อนของดินจากปริมาณน้ำฝนที่แปรปรวน	- ปริมาณน้ำฝนมากทำให้มีน้ำไหลบ่าเพิ่มขึ้น - การกระจายของฝนไม่สม่ำเสมอ - การขาดแคลนน้ำฝน	- การกร่อนของดินเพิ่มขึ้น - ดินชั้นบนถูกชะล้าง - การเกิดร่องริ้ว ร่องลึก หินโผล่ - สูญเสียความอุดมสมบูรณ์ของดิน - อินทรียวัตถุและธาตุอาหารในดินถูกชะล้าง - ดินขาดแคลนน้ำ
ผลกระทบต่อปริมาณอินทรียวัตถุในดิน	- ปริมาณน้ำฝนที่มาก - อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น - ความเข้มของแสงแดดที่เพิ่มขึ้น	- การกัดกร่อนที่รุนแรง - การสูญเสียคาร์บอนอินทรีย์ - อัตราการย่อยสลายของอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้น
ผลกระทบต่อธาตุอาหารพืชในดิน	- ปริมาณฝนเปลี่ยนแปลง - อุณหภูมิเปลี่ยนแปลง	-การกร่อนของดินทำให้สูญเสียธาตุอาหาร - ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารลดลง - การละลายของธาตุประจุบวก และประจุลบที่ผิดปกติมีผลต่อค่า pH ของดิน
ผลกระทบต่อสภาพดินกรด	- ปริมาณฝนเปลี่ยนแปลง - อุณหภูมิเปลี่ยนแปลง	-ดินมีสภาพความเป็นกรดมากขึ้น จนเกิดความเป็นพิษ
ผลกระทบต่อสภาพดินเปรี้ยวจัด	- การเพิ่มความถี่และสภาพอากาศที่แปรปรวน เช่น ฝนตกหนักและภัยแล้ง	- เกิดสภาพดินเปรี้ยวจัดรุนแรงขึ้น - การขาดแคลนน้ำที่ใช้ชะล้างกรดกำมะถัน
ผลกระทบต่อโครงสร้างของดิน	- ปริมาณน้ำฝน - ความชื้นในดิน	- การอัดแน่นของดินเพิ่มขึ้น - การยืดหดตัวและรอยแยก

2.1 การจัดการดิน

การจัดการดิน มีความหมายถึง การจัดการดินเป็นส่วนหนึ่งของการจัดการที่ดินและอาจเน้นความแตกต่างของชนิดของดินและลักษณะของดินเพื่อการเพิ่มคุณภาพดินให้เหมาะสมต่อการใช้ประโยชน์ที่ดิน การจัดการดินเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อปกป้องและอนุรักษ์ทรัพยากรดิน นอกจากนี้ยังเป็นการเพิ่มปริมาณคาร์บอนในดินเพื่อบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION, 2017)

การจัดการดินจะเป็นไปได้อย่างยั่งยืนได้โดยการมีกระบวนการสนับสนุน การจัดเตรียม การจัดหา ควบคุมและบริการทางวัฒนธรรมที่ได้จากบำรุงรักษาดินให้ดีขึ้น โดยไม่ทำให้สมรรถนะของดินเสียไปจากการใช้ประโยชน์ที่ดินไปอย่างมาก ซึ่งจะช่วยให้ดินสามารถให้ทั้งการบริการหรือความหลากหลายทางชีวภาพได้ ความสมดุลระหว่างการสนับสนุนและการจัดเตรียมให้บริการสำหรับการผลิตพืชและการบริการควบคุมส่วนต่าง ๆ ที่มีอยู่ในดิน รวมทั้งคุณภาพน้ำและการใช้ประโยชน์ดินที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศ (FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION, 2017)

การจัดการดินอย่างยั่งยืนเกี่ยวข้องกับลักษณะดังต่อไปนี้

1) การทำให้การกัดกร่อนของดินโดยน้ำและลมมีอัตราการเกิดต่ำสุด

2) โครงสร้างของดินไม่เสื่อมโทรม และให้ความมั่นคงทางกายภาพ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการเคลื่อนที่ของอากาศ น้ำ และความร้อนรวมทั้งการเจริญเติบโตของราก

3) พื้นผิวดินมีสิ่งปกคลุม เช่น จากวัสดุพืชที่ปลูกตกค้าง ฯลฯ) เพื่อปกป้องดิน

4) การจัดเก็บอินทรียวัตถุในดินให้มีเสถียรภาพ และเหมาะสมกับสภาพแวดล้อม

5) การรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดิน เพื่อเพิ่มผลผลิตและเพื่อลดความสูญเสียความอุดมสมบูรณ์ของดินต่อสิ่งแวดล้อม

6) การรักษาระดับน้ำในดินเพื่อลดการแพร่กระจายของเกลือและด่าง

7) น้ำ

8) ส่งเสริมให้มีความหลากหลายทางชีวภาพในดิน

9) การใช้ปัจจัยการผลิตที่ดีและปลอดภัย ในการรจัดการดินสำหรับการผลิตอาหาร น้ำมันเชื้อเพลิง ไม้ และเส้นใย

2.2 มาตรการที่ใช้เพื่อการฟื้นฟูสมบัติของดินในแต่ละด้าน

1) มาตรการที่ใช้ในการฟื้นฟูสมบัติของดินทางเคมี คือ การเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน ด้วยการเพิ่มธาตุอาหารพืชจากปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมี การรักษาความสมดุลของธาตุอาหารด้วยการป้องกันด้วยการอนุรักษ์ดินและน้ำ

2) มาตรการที่ใช้ในการฟื้นฟูสมบัติของดินทางชีวภาพ คือ การเพิ่มคาร์บอนอินทรีย์ของดินจากวัสดุอินทรีย์ต่าง ๆ เช่น ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยอินทรีย์ หญ้าแฝก เพื่อเพิ่มอินทรียวัตถุและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในดิน และใช้ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการสูญเสีย

3) มาตรการที่ใช้ในการฟื้นฟูสมบัติของดินทางกายภาพ คือ การป้องกันดินไม่ให้เกิดแผ่นแข็งหน้าดิน และการอัดตัวแน่นของดิน จากการตกกระทบของเม็ดฝน การเหยียบย่ำจากสัตว์และหรือเครื่องจักร การสูญเสียโครงสร้างของหน้าดินและอินทรียวัตถุจำนวนมาก หรือจากการไถพรวนที่ไม่เหมาะสม ด้วยการปลูกพืชคลุมดิน การปลูกพืชหมุนเวียน การใช้วัสดุคลุมดิน การเพิ่มอินทรียวัตถุจากเศษพืช การเพิ่มความสามารถในการเก็บกักรักษาความชื้นในดินให้เพิ่มขึ้น

การแก้ไขและการปรับปรุงบำรุงดินที่มีปัญหา สามารถกระทำได้หลายวิธีการ เช่น

1) ในกรณีดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แก้ไขโดยการใช้น้ำฝนชะล้างเกลือที่มีอยู่ในดินให้ละลายออกไป เพื่อทำให้ความเค็มในดินเจือจางลงพอที่จะใช้พื้นที่นั้นมาทำการเพาะปลูกพืชทนเค็มบางชนิดได้ ส่วนการปรับปรุงบำรุงดินอาจทำได้หลายวิธี โดยการปลูกพืชตระกูลถั่วเพื่อไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสด การใช้ปุ๋ยหมัก การใช้พันธุ์ข้าวหรือพืชทนเค็ม เป็นต้น

2) ในกรณีดินเปรี้ยวจัด ทำได้โดยการระบายน้ำเฉพาะในส่วนของเนื้อดินตอนบนออกเพื่อล้างสารที่เป็นกรดออกไป และจะต้องควบคุมให้มีน้ำแช่ขังอยู่ในดินล่าง เพื่อป้องกันไม่ให้สารที่เป็นกรดเกิดขึ้นใหม่อีก พร้อมกับจะต้องป้องกันไม่ให้น้ำเค็มหรือน้ำกร่อยเข้าในบริเวณพื้นที่ และจะต้องใส่สารปรับปรุงดินพวกปูน เช่นปูนขาว ปูนมาร์ล หินปูนบดละเอียด หรือเปลือกหอยเผา เพื่อให้ทำปฏิกิริยาแก้ความเป็นกรดในดิน ควบคู่ไปกับการใส่ปุ๋ยเพื่อเพิ่มธาตุอาหารพืช

3) ในกรณีดินทรายจัด ควรใช้ปุ๋ยอินทรีย์กับปุ๋ยเคมีควบคู่กันไป เพื่อเพิ่มธาตุอาหารในดินให้แก่พืช และควรปลูกพืชตระกูลถั่วคลุมดินและจัดการดินเฉพาะหลุม ปลูกไม้โตเร็ว

2.3 ปัญหาการกัดกร่อนของดินและแนวทางการแก้ปัญหา

การกร่อนของดินทำให้เกิดการทำลายการเกาะยึดตัวของเม็ดดินและก้อนดินซึ่งประกอบไปด้วยดินทราย ดินร่วน และดินเหนียว ซึ่งในกระบวนการนี้ธาตุคาร์บอนซึ่งเป็นองค์ประกอบภายในของแร่ดินเหนียวและอินทรียวัตถุในดินก็จะถูกปลดปล่อยสู่ชั้นบรรยากาศในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Morgan, 2005)

การกร่อนของดินประกอบด้วย ระยะแรกเริ่มเมื่ออนุภาคของดินแตกกระจายออกจากกันหรือจากก้อนดินก้อนใหญ่ โดยตัวการที่ทำให้อนุภาคของดินแตกกระจาย (detaching agents) ซึ่งมีอยู่หลายตัวการด้วยกัน แต่ตัวการที่สำคัญที่สุดได้แก่ เม็ดฝนที่กำลังตกลงมา ทำให้เกิดกระบวนการกัดชะต่ออนุภาคดิน(detachment) ซึ่งเม็ดฝนจะกระทบกับผิวหน้าดินเกิดการถ่ายเทพลังงานจลน์ ทำให้อนุภาคดินแยกออกจากกัน ผ่านสภาวะเปียกและแห้ง และสภาวะทางชีวะเคมี ระยะที่สอง เป็นระยะที่เกิดการเคลื่อนที่ของมวลดินไปกับน้ำที่ไหลบ่าตามผิวดิน (transportation) โดยอนุภาคของดินที่แตกแยกออก

จากกันนี้ จะเคลื่อนที่ไปจากที่เดิมโดยตัวการที่ทำให้อนุภาคของดินที่เคลื่อนที่ (transporting agents) ซึ่งมีอยู่หลายตัวการด้วยกัน แต่ตัวการที่สำคัญที่สุดได้แก่ น้ำไหลบ่าไปบนผิวดินจนกระทั่งเมื่อพลังงานจลน์ของน้ำไหลบ่าลดลงจนเป็นศูนย์ อนุภาคของดินที่เคลื่อนที่นี้จะไปตกทับถมกันในที่ใหม่ ก็จะเข้าสู่ระยะที่สาม คือ การตกตะกอนของอนุภาคดินขนาดต่างๆในบริเวณส่วนที่ต่ำของพื้นที่ (deposition) (สมเจตน์, 2532 ; Morgan, 2005)

จากรายงานของกรมพัฒนาที่ดิน (2558) เกี่ยวกับการกร่อนของดินในพื้นที่เกษตรกรรมของประเทศไทย พบว่า ภาคใต้มีอัตราการกร่อนของดินสูงที่สุด 86.78 ตันต่อไร่ต่อปี รองลงมาคือภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 67.34 ตันต่อไร่ต่อปี ภาคเหนือ 58.98 ตันต่อไร่ต่อปี และภาคกลาง 48.73 ตันต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ หากพิจารณาในรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จะพบว่า พื้นที่รกร้างและพื้นที่พืชไร่ จะมีอัตราการกร่อนของดินที่สูงใกล้เคียงกันเท่ากับ 22.51 และ 21.51 ตันต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ ส่วนภาคเหนือจะพบว่า พื้นที่รกร้างและพื้นที่ปลูกพืชไร่ ก็จะมีอัตรากร่อนของดินที่สูงใกล้เคียงกันเช่นกันเท่ากับ 21.05 และ 20.07 ตันต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ ส่วนภาคกลางจะมีอัตราการกร่อนของดินที่สูงในพื้นที่รกร้างเท่ากับ 25.26 ตันต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคใต้ซึ่งมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีที่มาก จะพบว่าพื้นที่รกร้างและพื้นที่ปลูกพืชไร่ จะมีอัตรากร่อนของดินที่สูงที่สุดคือ 38.23 และ 35.94 ตันต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ

2.4 แนวทางการอนุรักษ์ดินและน้ำ (Soil and water conservation)

การจัดการดินเพื่อให้มีการใช้ดินในการเพาะปลูกอย่างมีประสิทธิภาพนั้น สามารถใช้ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และการปรับปรุงบำรุงดินเพื่อทำให้ดินมีคุณภาพเหมาะสมต่อการผลิตพืช เช่น มีปริมาณดินชั้นบนโดยลดการกร่อนของดิน มีความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีให้ดินมีแร่ธาตุที่จำเป็นต่อพืช และมีสมบัติทางฟิสิกส์ของดินที่ดี มีน้ำและรักษาความชื้น เป็นต้น ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำมีทั้งวิธีกลและวิธีพืช

การอนุรักษ์ดินและน้ำที่สำคัญ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553) ได้แก่

1) มาตรการวิธีพืช เช่น การปลูกพืชคลุมดิน การปลูกพืชสลับเป็นแถบ การปลูกพืชหมุนเวียน การปลูกแถบหญ้าแฝก การปลูกพืชตามแนวระดับ

2) มาตรการวิธีกล เช่น การสร้างคันดิน คูรับน้ำขอบเขา ขั้นบันไดดิน คันชะลอความเร็วของน้ำ บ่อดักตะกอนดิน

2.5 การศึกษาและวิจัยด้านการอนุรักษ์ดินและน้ำ

2.5.1 การลดการกร่อนของดิน

ระบบหญ้าแฝกเป็นเทคโนโลยีการนำหญ้าแฝกมาใช้ในการอนุรักษ์ดินและน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ โดยจะเป็นความสัมพันธ์ของพันธุ์หญ้าแฝกที่เหมาะสม และการจัดการ ได้แก่ เพาะกล้าหญ้าแฝกที่มีคุณภาพ ระยะเวลาในการปลูก เทคนิคการปลูก การดูแลรักษา การจัดการใส่ปุ๋ย

การตัดใบ การกำจัดโรคและแมลงศัตรู เป็นต้น สำหรับความเหมาะสมกับสภาพพื้นที่นั้น ในพื้นที่ดินทรายได้แก่ หญ้าแฝกดอน 4 กลุ่มพันธุ์ คือ นครสวรรค์, กำแพงเพชร1, ร้อยเอ็ด และราชบุรี หญ้าแฝกลุ่ม 2 กลุ่มพันธุ์ คือ กำแพงเพชร2 และสงขลา3 ในพื้นที่ดินร่วน-เหนียว ได้แก่ หญ้าแฝกดอน 5 กลุ่มพันธุ์ คือ เลย นครสวรรค์ กำแพงเพชร1 ราชบุรี และประจวบคีรีขันธ์ หญ้าแฝกลุ่ม 2 กลุ่มพันธุ์ คือ สุราษฎร์ธานี และสงขลา3 ในพื้นที่ดินลูกรัง ได้แก่ หญ้าแฝกดอน 2 กลุ่มพันธุ์ คือ เลย และประจวบคีรีขันธ์ หญ้าแฝกลุ่ม 4 กลุ่มพันธุ์ คือ ศรีลังกา กำแพงเพชร2, สุราษฎร์ธานี และสงขลา3 (วิทูร และ อาทิตย์, 2538)

การวิจัยใน Southern Banin ระหว่างปี 1988 ถึง 1999 โดยการทำแปลงทดลองขนาดกว้าง 8 เมตร ยาว 30 เมตร พื้นที่มีความลาดชันร้อยละ 4 เปรียบเทียบการจัดการเพื่อการปลูกข้าวโพด 3 วิธี คือ วิธีที่1 แบบเกษตรกร (ปลูกข้าวโพดโดยไม่ใส่ปุ๋ย) วิธีที่ 2 การปลูกข้าวโพดโดยใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 200 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ และยูเรีย 100 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ และวิธีที่ 3 การปลูกข้าวโพดสลับกับการใช้เศษพืชตระกูลถั่ว (Mucuna pruriens) อายุ 1 ปี คลุมดิน พบว่า เมื่อเปรียบเทียบ 3 วิธีการ จะมีอัตราน้ำไหลบ่ารายปีเฉลี่ย 0.28, 0.12, และ 0.08 มิลลิเมตรต่อมิลลิเมตรน้ำฝน มีปริมาณการกร่อนของดินเฉลี่ย 34.0 9.3 และ 2.9 ตันต่อเฮกตาร์ต่อปี ตามลำดับ และปริมาณคาร์บอนจากการกร่อนของ 0.3 0.1, และ 0.1 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ต่อปี ตามลำดับ ซึ่งจะทำให้เห็นว่าการปลูกข้าวโพดโดยมีการอนุรักษ์ดินโดยใช้เศษพืชตระกูลถั่วคลุมดินทำให้ลดอัตราการไหลบ่ารายปี ลดการสูญเสียดิน และลดปริมาณคาร์บอนจากการกร่อนของดินได้ (Barthes et al., 2006)ปัจจุบันมีการนำหญ้าแฝกไปปลูกอย่างแพร่หลายในวัตถุประสงค์ต่างๆ ได้แก่ การอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่ดินเสื่อมโทรม การสร้างความมั่นคงให้กับงานทางวิศวโยธา การฟื้นฟูพื้นที่ปนเปื้อนมลพิษ และการฟื้นฟูคุณภาพของน้ำทั้งในโรงงานอุตสาหกรรมและในพื้นที่เกษตรกรรม (Grimshaw, 2003)

การศึกษาการกร่อนของดินที่ประเทศไนจีเรียพบว่า ในปีแรกแถบหญ้าแฝกแนวแรกตอนบนสามารถสะสมตะกอนดินได้มากกว่าแถบหญ้าแฝกตอนล่างร้อยละ 98 แถบหญ้าแฝกสามารถเพิ่มผลผลิตได้เมล็ดพันธุ์ถั่วเพิ่มขึ้นร้อยละ 11.1 และได้เปลือกถั่วเพิ่มขึ้นร้อยละ 20.6 เพิ่มความชื้นในดินได้ในพิสัยร้อยละ 1.9 ถึง 50.1 ภายในระดับความลึกของดินที่แตกต่างกัน ผลผลิตของข้าวโพดเพิ่มขึ้นร้อยละ 20 ในแปลงที่ไม่มีการปลูกหญ้าแฝกจะมีค่าอัตราการกร่อนของดินและปริมาณน้ำไหลบ่าสูงกว่าแปลงที่มีการปลูกหญ้าแฝกร้อยละ 70 และ 130 ตามลำดับ ดินที่ถูกกร่อนในแปลงที่ไม่มีการปลูกหญ้าแฝกจะมีปริมาณธาตุอาหารมากกว่าในแปลงที่มีการปลูกหญ้าแฝกโดยเฉพาะไนโตรเจนซึ่งมีมากกว่าถึงร้อยละ 40 (Babalola et al, 2003)

การปลูกหญ้าแฝกและตะไคร้ที่นำมาปลูกเป็นระบบอนุรักษ์ โดยมีระยะระหว่างแถวดิ่ง ตั้งแต่ 0.5, 1.0 และ 1.5 เมตร ให้ผลทางด้านการลดปริมาณการสูญเสียดินได้ดีเท่าๆ กัน และมีตะกอนดินต่ำกว่าแปลงที่ไม่ปลูกหญ้าแฝก แต่ตะไคร้มีอายุนั้นเพียง 18 เดือน ในด้านความชื้นของดิน

ในช่วงฤดูแล้ง วิธีการปลูกเป็นแถบอนุรักษ์จะต่ำกว่าแปลงว่างเปล่า แต่อุณหภูมิในดินในวิธีการปลูกเป็นแถบอนุรักษ์จะต่ำกว่าแปลงว่างเปล่าที่ระดับความลึก 30 ซม. (วิรัตน์ และคณะ, 2541)

การปลูกมันสำปะหลังเชิงอนุรักษ์ดินและน้ำ บนพื้นที่ที่มีความลาดเอียง 6 เปอร์เซ็นต์ ในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ โดยใช้หญ้าแฝกและสับปะรด ปลูกเป็นพืชสลับตามแนวระดับในแปลงปลูกมันสำปะหลัง ที่ปลูกเป็นพืชหลัก พบว่า การปลูกหญ้าแฝกสลับกับมันสำปะหลัง มีการสูญเสียดิน 1.80 ตันต่อปี ได้ผลผลิตมันสำปะหลัง 9.23 ตันต่อไร่ การปลูกสับปะรดสลับกับมันสำปะหลัง มีการสูญเสียดิน 2.32 ตันต่อปี ได้ผลผลิตมันสำปะหลัง 8.82 ตันต่อไร่ และปลูกมันสำปะหลังอย่างเดียว มีการสูญเสียดิน 4.12 ตันต่อปี ได้ผลผลิตมันสำปะหลัง 8.96 ตันต่อไร่ (สุดประสงค์ และ ปิยะ, 2545)

2.5.2 การเพิ่มอินทรียวัตถุ

Kanchikerimath and Singh (2001) ศึกษาในอินเดียถึงการเปลี่ยนแปลงของอินทรียวัตถุ และคุณสมบัติทางชีวภาพในดิน Cambisol มีเนื้อดิน sandy clay ที่ได้รับอิทธิพลจากการใส่ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยคอกในระยะยาว 26 ปี ในระบบการปลูกพืชข้าวโพด-ข้าวสาลี-ถั่วพุ่ม พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยอินทรีย์อย่างสมดุลจะทำให้มีการสะสมอินทรียวัตถุในดิน และกิจกรรมจุลินทรีย์ดิน

Lavania and Lavania (2009) พบว่า แถบหญ้าแฝกสามารถสะสมคาร์บอนในอัตรา 1 กิโลกรัมคาร์บอนต่อเมตรต่อปี ซึ่งแถบหญ้าแฝกยาว 0.8 เมตร สามารถสะสมคาร์บอน 12.5 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ต่อปีซึ่งเป็นอัตราที่สูงและยังไม่รวมถึงคาร์บอนที่แถบหญ้าแฝกเก็บกักจากตะกอนดินอีกด้วย ซึ่งก็ยังต้องศึกษาถึงความแตกต่างกันของชนิดดิน ภูมิอากาศ ความลาดชัน

Gelaw et al. (2015) ได้ทำการวิจัยในประเทศเอธิโอเปีย ในพื้นที่ซึ่งทำลายป่าไม้และพื้นที่ปลูกพืชเกษตร โดยศึกษาปริมาณคาร์บอนอินทรีย์และปริมาณไนโตรเจนรวมของดินที่ระดับความลึกต่าง ๆ คือ 0 – 5, 5 – 10, 10 – 20 และ 20 – 30 เซนติเมตร ในพื้นที่ปลูกพืชไร่ พื้นที่วนเกษตร พื้นที่ทุ่งหญ้าชุมชน ทุ่งหญ้าธรรมชาติ และพื้นที่ปลูกไม้ผลที่มีระบบน้ำ พบว่า การเปลี่ยนการใช้ที่ดินจากการปลูกพืชไร่ไปเป็นทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ และระบบวนเกษตรที่มีความหลากหลายของชนิดพืชจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณการกักเก็บคาร์บอนอินทรีย์และปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด

ศรัญญุพงศ์ (2560) กล่าวถึง การใช้คูรับน้ำขอบเขา ใช้ค่าระยะห่างทางแนวดิ่ง 4 เมตร ร่วมกับการปลูกหญ้าแฝกเป็นแถบบริเวณสันด้านนอกของคูรับน้ำขอบเขา มีประสิทธิภาพในการลดการชะล้าง พังทลายของดิน และมีปริมาณการสะสมอินทรียวัตถุสูงสุด ปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่คงเหลืออยู่ในดินสูงสุด ปริมาณการสูญเสียดินและการสูญเสียธาตุอาหารไปกับตะกอนดินอยู่ในระดับที่ต่ำในช่วงฤดูแล้งช่วยรักษาความชื้นของดิน ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืช

2.5.3 การเพิ่มธาตุอาหาร

ปรัชญา และคณะ (2541) รายงานว่าผลการวิเคราะห์ทางเคมีส่วนต้นและใบหญ้าแฝกมีธาตุคาร์บอนร้อยละ 49.88 ไนโตรเจนร้อยละ 0.86 ฟอสฟอรัสร้อยละ 0.20 และโพแทสเซียมร้อยละ 1.33 สัดส่วนของปริมาณของคาร์บอนต่อไนโตรเจนเท่ากับ 58 และค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 6.8 สัดส่วนของปริมาณของคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N Ratio) ของปุ๋ยหมักจากหญ้าแฝกลดลงจาก 91 – 125 ก่อนการหมักเป็น 38.9 – 47.5 อัตราการย่อยสลายลดลงอย่างช้าๆ ในช่วง 60 -120 วัน สภาพของต้นและใบแฝกจะมีการย่อยสลายเป็นปุ๋ยหมักอย่างสมบูรณ์ ลักษณะอ่อนนุ่ม ยุ่ย สีน้ำตาลเข้มจนถึงดำ

2.5.4 การรักษาความชื้นในดิน

การตัดใบของหญ้าแฝกมาคลุมดินช่วยรักษาความชุ่มชื้น ในพื้นที่ 1 ไร่ สามารถตัดใบหญ้าแฝกได้ 2.0 – 2.5 ตัน เมื่อตากแห้งแล้วจะคงเหลือน้ำหนัก 1 ใน 3 ส่วน หรือ 700 – 800 กิโลกรัม และต้นหญ้าแฝกที่ผุพังเน่าสลายยังเป็นปุ๋ยอินทรีย์ให้กับดินทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์เพิ่มขึ้น (ธวัชชัย และคณะ, 2537)

การศึกษาช่วงเวลาปลูกสามารถคาดคะเนช่วงปลูก 30 พ.ค. – 30 ก.ค. ซึ่งเป็นช่วงที่เหมาะสม หญ้าแฝกมีการตั้งตัวได้ดีก่อนช่วงฝนตกหนัก หญ้าแฝกลุ่มจะมีความสูงระหว่าง 120-140 ซม. ส่วนหญ้าแฝกดอนจะสูงระหว่าง 90-110 ซม. เมื่ออายุ 90 วัน ซึ่งเป็นช่วงที่หญ้าแฝกมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว (วิชัย และคณะ, 2538)

การปลูกหญ้าแฝกแถวเดี่ยวที่มีระยะห่างระหว่างแนวดิ่ง ตั้งแต่ 1.0 2.0 และ 3.0 เมตร ให้ผลทางด้านการลดปริมาณการสูญเสียดินได้ดีเท่า ๆ กัน และมีตะกอนดินต่ำกว่าแปลงที่ไม่มีการปลูกแนวหญ้าแฝก โดยมีตะกอนดินเฉลี่ยเป็นเพียงร้อยละ 72 ของแปลงที่ไม่ปลูกหญ้าแฝก การปลูกหญ้าแฝกที่ระยะห่างระหว่างแนวดิ่งต่าง ๆ กัน ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของหญ้าแฝก (พิทักษ์ และคณะ, 2539)

3. ชุดดินที่ศึกษา

ชุดดินที่ศึกษา เป็นดินบนพื้นที่ดอนใช้ปลูกพืชไร่ (สับปะรด และมันสำปะหลัง) มีปัญหาการกร่อนของดิน สามารถจำแนกตามประเภทของความเสื่อมโทรมของดินได้เป็น 2 กลุ่ม คือ

3.1 ดินเสื่อมโทรม ซึ่งกรมพัฒนาที่ดินได้จำแนกดินเสื่อมโทรม (degraded soils) ในประเทศไทย ซึ่งเป็นดินที่มีปัญหาทางการเกษตร ได้แก่ ดินทราย (sandy soils) ซึ่งเป็นดินทรายเนื้อหยาบและดินทรายที่มีชั้นดาน ดินลูกรัง (skeletal soils) ซึ่งเป็นดินปนกรวดและดินตื้น และดินเหมืองแร่ร้าง (tin mined tailing soil) มีความเสื่อมโทรมตามธรรมชาติโดยดินเอง เช่น เนื้อดิน แร่ธาตุ ฯลฯ ซึ่งล้วนแต่เป็นดินที่มีปัญหาทางการเกษตร ชุดดินที่ศึกษาในโครงการวิจัยนี้ ได้แก่

3.1.1 ชุดดินมาบบอน (Map Bon series : Mb)

ชุดดินมาบบอน จัดอยู่ในกลุ่มชุดดินที่ 35 เป็นดินที่เกิดจากการสลายตัวผุพังจากหินแกรนิต และหินควอร์ตไซต์ที่เกิดอยู่กับที่ สภาพพื้นที่เป็นลูกคลื่นลอนลาด มีความลาดชัน 3-6 เปอร์เซ็นต์ พืชพรรณธรรมชาติและการใช้ประโยชน์พื้นที่เป็น พืชไร่ เช่น มันสำปะหลัง สัณฐานดิน เป็นดินร่วนปนทรายหรือดินทรายปนดินร่วน สีดินเป็นสีน้ำตาลเข้มปนเหลือง หรือสีน้ำตาล ดินบนตอนล่างมีเนื้อดินเป็นดินรวนปนทราย สีพื้นเป็นสีน้ำตาลเข้ม ส่วนดินล่างมีเนื้อดินร่วนเหนียวปนทราย ส่วนใหญ่ดินล่างจะพบกรวดปะปนอยู่ สีพื้นเป็นสีน้ำตาลแก่หรือสีแดงปนเหลืองดินเป็นดินลึกการระบายน้ำดี ความสามารถให้น้ำซึมผ่านได้เร็ว การไหลของน้ำบนผิวดินเร็ว ข้อจำกัดในการใช้ประโยชน์ ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เกิดการกร่อนของดินได้ง่าย ต้องใช้ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีอย่างเหมาะสม ควรมีการปลูกพืชคลุมดิน พืชหมุนเวียนเพื่อเพิ่มอินทรียวัตถุและป้องกันการกร่อนของดิน (สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน, 2548)

3.1.2 ชุดดินลำนารายณ์ (Lam Narai series: Ln)

ชุดดินลำนารายณ์ อยู่ในกลุ่มชุดดินที่ 54 การกำเนิด เกิดจากการผุพังสลายตัวของหินบะซอลท์ หินแอนดีไซท์ และหินปูน บริเวณพื้นที่ภูเขา รวมถึงที่เกิดจากวัสดุดินหรือหินที่เคลื่อนย้ายมาเป็นระยะทางใกล้ๆ โดยแรงโน้มถ่วงบริเวณเชิงเขา หรือเกิดจากตะกอนน้ำพา บริเวณเนินตะกอนรูปพัด สภาพพื้นที่ ลูกคลื่นลอนลาดเล็กน้อยถึงลูกคลื่นลอนลาด ความลาดชัน 3-6 % การระบายน้ำดี การไหลบ่าของน้ำบนผิวดินช้าถึงปานกลาง การซึมผ่านได้ของน้ำ ปานกลาง พืชพรรณธรรมชาติและการใช้ประโยชน์ที่ดิน ป่าเบญจพรรณ พืชไร่ เช่น ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ถั่ว ทานตะวัน หรือไม้ผล เช่น น้อยหน่า ขนุน มะม่วง การแพร่กระจาย พบมากบริเวณที่สูงตอนกลางของประเทศ การจัดเรียงชั้นดิน Ap(A)-Bw-Ck ลักษณะและสมบัติดิน เป็นดินลึกปานกลาง พบชั้นหินผุและก้อนปูนทุติยภูมิที่ระดับความลึก 50-100 เซนติเมตร ดินบนเป็นดินร่วนปนดินเหนียวหรือดินเหนียว สีน้ำตาลเข้มหรือสีน้ำตาลปนแดงเข้ม ปฏิกิริยาดินเป็นกลางถึงเป็นด่างปานกลาง (pH 7.0-8.0) ดินล่างเป็นดินเหนียวหรือดินเหนียวปนทรายแป้ง และพบก้อนปูนทุติยภูมิปะปนในดินล่างๆ และเศษหินผุ สีน้ำตาลปนแดงหรือสีแดง ปฏิกิริยาดินเป็นด่างปานกลาง (pH 8.0) เมื่อดินแห้ง อาจแตกระแหงเป็นร่องลึก ดินชั้นล่างจะพบรอยถูไถเป็นมัน ข้อจำกัดการใช้ประโยชน์ ดินลึกปานกลางและพบชั้นปูนทุติยภูมิในดินล่าง ซึ่งจะมีผลกระทบทางกายภาพและทางเคมีสำหรับพืชที่มีระบบรากลึก ดินอาจขาดสมดุลของธาตุอาหาร โดยเฉพาะการขาดฟอสฟอรัสและจุลธาตุบางชนิด เมื่อดินแห้ง ดินอาจแตกระแหงทำให้รากพืชเสียหายได้ ข้อเสนอแนะในการใช้ประโยชน์ การปลูกพืชที่มีระบบรากลึก จำเป็นต้องปรับปรุงสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินล่างในเบื้องต้นโดยการใช้อินทรียวัตถุผสมคลุกเคล้าและใช้ปุ๋ยเคมีโดยเฉพาะฟอสฟอรัสในรูปที่ละลายช้าและให้เพิ่มจุลธาตุเมื่อพืชแสดงอาการขาด จัดหาแหล่งน้ำสำรองไว้ใช้เมื่อฝนทิ้งช่วง เพื่อป้องกันไม่ให้ดินแตกระแหงและทำลายระบบรากของพืช (สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน, 2548)

3.1.3 ชุดดินท่ายาง (Tha Yang series : Ty)

ชุดดินท่ายาง จัดอยู่ในกลุ่มชุดดินที่ 48 มีวัตถุต้นกำเนิดเกิดจากการผุพังอยู่กับที่และหรือเคลื่อนย้ายมาเป็นระยะทางใกล้ ๆ โดยแรงโน้มถ่วงของโลกของหินทรายและหินควอร์ตไซต์ โดยมีหินดินดานและหินฟิลไลท์แทรกอยู่ สภาพพื้นที่เป็นลูกคลื่น ลอนลาดถึงเป็นเนินเขา มีความลาดชัน 4 – 20 เปอร์เซ็นต์ พืชพรรณธรรมชาติและการใช้ประโยชน์พื้นที่เป็นป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง ปลูกพืชไร่ สัณฐานดินเป็นตื้นถึงชั้นกรวด มีการระบายน้ำดี น้ำซึมผ่านได้ปานกลางถึงเร็ว การไหล่บ่าของน้ำบนผิวดินปานกลางถึงเร็ว ดินบนเป็นดินร่วนปนทรายหรือดินร่วน มีกรวดและเศษหิน ก้อนหินปนอยู่ตอนบนประมาณ 15 – 34 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาตร สีน้ำตาลปนเทาถึงสีน้ำตาลเข้ม ดินล่างเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย ดินร่วนปนดินเหนียวปนทรายปนกรวดและเศษหินมีปริมาณมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร เพิ่มขึ้นตามความลึก จะพบชั้นดินปนกรวดปนเศษหินนี้ตื้นกว่า 50 เซนติเมตร จากผิวดิน ข้อจำกัดการใช้ประโยชน์เป็นดินตื้นมีเศษหินมาก ขาดแคลนน้ำ (ณรงค์ และคณะ, 2539)

สำหรับในประเทศไทย ดินปนกรวดจัดเป็นดินที่เป็นปัญหาเชิงเกษตรกรรมชนิดหนึ่ง เนื่องจากมีองค์ประกอบทางกายภาพและเคมีไม่เหมาะสม เป็นดินตื้น มีชิ้นส่วนหยาบปะปน ได้แก่ ก้อนกรวด (gravel), หินมนเล็ก(cobble), ลูกรังหรือหินเหล็ก(ironstone) และเศษหินที่ยังไม่สลายตัว(unweathered rock fragments) (Vijarnsorn, 1984) สีดินออกแดงปนเหลือง มีคราบดินเหนียวเป็นชั้นบาง ๆ ตามก้อนดินและตามช่องว่างในปริมาณน้อย ปฏิกิริยาของดินเป็นกรด มีแร่เคโอลิไนต์เป็นองค์ประกอบเชิงแร่หลักในดิน ในบางบริเวณที่มีการสะสมของกรวดปะปนอยู่กับเนื้อดินมีความอุดมสมบูรณ์ทางธรรมชาติอยู่ในเกณฑ์ต่ำ การจัดการอินทรียวัตถุเป็นสิ่งที่คาดว่าจะช่วยลดปัญหาของดินลงได้ โดยจะช่วยปรับปรุงทั้งสภาพทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของดินในชั้นรากพืชให้อยู่ในสภาพที่จะรักษาระดับการให้ผลผลิตได้บ้าง (เอิบ, 2533)

บุญมา (2536) รายงานว่าลักษณะที่เป็นข้อจำกัดในการปลูกพืชของดินปนกรวด คือ การมีชิ้นส่วนหยาบปะปน ซึ่งทำให้ปริมาตรเนื้อดินละเอียดลดลง เป็นการลดแหล่งน้ำและธาตุอาหารของพืช เป็นอุปสรรคต่อการชอนไชของรากพืชและการเขตกรรม ดินเกิดกษัยการได้ง่าย เนื่องจากมีความสามารถในการอุ้มน้ำน้อย การซึมน้ำช้า และมีความแตกต่างในด้านความหนาแน่นรวมของดินล่างกับดินบน

3.2 ดินที่เสี่ยงต่อการเสื่อมโทรม ซึ่งเกิดขึ้นจากการใช้ประโยชน์ที่ดินหรือผลกระทบจากธรรมชาติ รวมทั้งจากปัญหาการกร่อนของดิน การขาดแคลนน้ำ สภาวะโลกร้อน และปัญหาอื่น ๆ ในภายหลัง ทำให้เกิดความเสื่อมโทรมของดินทางชีวภาพ คือ การลดลงของอินทรียวัตถุและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในดิน ความเสื่อมโทรมของดินทางเคมี คือ ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลง การขาดความสมดุลของธาตุอาหาร ดินเกิดสภาพกรด ด่าง และดินเค็ม ความเสื่อมโทรมของดินทางกายภาพ คือ การเกิดแผ่นแข็งหน้าดิน และการอัดตัวแน่นของดิน ชุดดินที่ศึกษาได้แก่

3.2.1 ชุดดินสมอทอด (Samo Thod series:Sat)

ชุดดินสมอทอด จัดอยู่ในกลุ่มชุดดินที่ 28 การกำเนิด เกิดจากการผุพังสลายตัวของหินบะซอลท์ หินแอนดีไซท์ และหินปูน และ/หรือที่เกิดจากวัสดุดินหรือหินที่เคลื่อนย้ายมาเป็นระยะทางใกล้ๆ โดยแรงโน้มถ่วง บริเวณลาวาหลากและเชิงเขา สภาพพื้นที่ ลูกคลื่นลอนลาดเล็กน้อยถึงลูกคลื่นลอนลาด ความลาดชัน 3-10 เปอร์เซ็นต์ การระบายน้ำ ดีปานกลาง การไหลบ่าของน้ำบนผิวดินช้าถึงปานกลาง การซึมผ่านได้ของน้ำปานกลาง พืชพรรณธรรมชาติป่าเบญจพรรณ การใช้ประโยชน์ที่ดิน ปลูกพืชไร่ เช่น ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ถั่ว ทานตะวัน หรือไม้ผล เช่น น้อยหน่า ขนุน มะม่วง มะขาม การแพร่กระจาย พบมากบริเวณที่สูงตอนกลางของประเทศ การจัดเรียงชั้นดิน Ap(A)-Bw-Bss-Cr ลักษณะและสมบัติดิน เป็นดินลึกมาก ดินบนเป็นดินร่วนปนดินเหนียว ดินเหนียวปนทรายแป้ง หรือดินเหนียว สีน้ำตาลเข้มหรือสีน้ำตาลปนแดงเข้ม ปฏิกิริยาดินเป็นกลางถึงเป็นด่างปานกลาง (pH 7.0-8.0) ดินล่างตอนบนเป็นดินเหนียว สีน้ำตาลเข้มหรือสีน้ำตาล มีจุดประสีน้ำตาลปนแดงหรือสีแดง ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงเป็นกรดจัด (pH 5.0-5.5) ดินล่างตอนล่างเป็นดินเหนียว สีน้ำตาลปนเหลืองหรือสีน้ำตาลปนเทา มีจุดประสีน้ำตาล สีแดง และสีเทา ปฏิกิริยาดินเป็นด่างปานกลาง (pH 8.0) มักพบก้อนปูนทุติยภูมิปะปนกับเศษหินผุในชั้นลึก ๆ ชุดดินที่คล้ายคลึงกัน คือ ชุดดินลำนารายณ์ ข้อจำกัดการใช้ประโยชน์ ดินเหนียวจัดและแน่นทึบ ไถพรวนลำบาก และเมื่อดินแห้งดินจะแตกระแหงอาจทำให้รากพืชเสียหายได้ ข้อเสนอแนะในการใช้ประโยชน์ ปรับปรุงดินโดยใช้อินทรียวัตถุ และใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีเพื่อเพิ่มผลผลิต (สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน, 2548)

ดินได้รับผลกระทบจากภัยธรรมชาติและการกระทำของมนุษย์ จากการที่สถานะภาพของทรัพยากรดินนั้นขาดความมั่นคงและขาดความสมดุล จึงทำให้ศักยภาพการผลิตลดลง ตัวการปัญหาที่สำคัญคือ น้ำฝนรวมถึงน้ำไหลบ่าที่รุนแรงที่กัดกร่อนพื้นดินต่าง ๆ ก็จะส่งผลให้เกิดปัญหาการกร่อนของดินทั้งในระดับน้อยจนถึงระดับรุนแรงมาก อัตราการกร่อนของดินขึ้นกับปัจจัยต่าง ๆ (Morgan, 2005) ได้แก่

1) ค่าปัจจัยการกัดกร่อนของฝน (rainfall and runoff erosive Factor)
2) ค่าปัจจัยความคงทนของดิน (soil erodibility Factor)
3) ค่าปัจจัยความยาวของความลาดเอียง (slope length Factor)
4) ค่าปัจจัยความลาดชัน (slope steepness Factor)
5) ค่าปัจจัยพืชและการจัดการ (crop management Factor)
6) ค่าปัจจัยมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ (soil and water conservation measure Factor)

4. พืชไร่ที่ศึกษาวิจัย

4.1 สับปะรด

สับปะรด (*Ananas comosus* (L.) Merr.) เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวจำพวกไม้เนื้ออ่อนที่มีอายุหลายปีจัดอยู่ในวงศ์ Bromeliaceae แหล่งกำเนิดอยู่ในเขตร้อนของทวีปอเมริกา ประเทศบราซิล และปารากวัย มีความสูงประมาณ 90 – 100 เซนติเมตร มีลำต้นอยู่ใต้ดิน ใบเดี่ยวเรียงสลับซ้อนกันถี่มาก รอบต้นกว้าง 6.5 เซนติเมตร ยาวได้ถึง 1 เมตร ไม่มีก้านใบ ดอกช่อออกจากกลางต้น มีดอกย่อยจำนวนมาก ผลเป็นผลรวม รูปทรงกระบอก มีใบเป็นกระจุกที่ปลายผลสับปะรดมีลักษณะเป็นผลรวม (multiple fruit) ซึ่งเกิดจากผลย่อยหลายผลเจริญมาเชื่อมต่อกันจนดูเป็นผลเดียว ต้องการอากาศค่อนข้างร้อนในการเจริญเติบโต อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 23.9 - 29.4 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนที่ต้องการอยู่ในช่วง 1,000 - 1,500 มิลลิเมตรต่อปี และมีความชื้นในอากาศสูงลักษณะดินที่เหมาะสมควรเป็นดินร่วนหรือดินร่วนปนทราย สามารถเจริญเติบโตได้ในดินปนลูกรัง และดินทรายชายทะเล และที่ลาดเท เช่น ที่ลาดเชิงเขา แต่ไม่ควรสูงกว่าระดับน้ำทะเล เกิน 600 เมตร ไม่เหมาะในสภาพน้ำท่วมขัง สับปะรดในประเทศไทย นับว่าเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญอีกชนิดหนึ่ง เนื่องจากไทยเป็นผู้ส่งออกสับปะรดและผลิตภัณฑ์ในลำดับต้นๆของโลก มูลค่าส่งออกสูงถึง 25,000 ล้านบาท แหล่งปลูกสับปะรดที่สำคัญของไทย คือ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ระยอง ชลบุรี เพชรบุรี และพิษณุโลก โดยผลผลิตเฉลี่ยของประเทศอยู่ที่ 4 ตันต่อไร่ โดยหลักการแล้ว หากมีแหล่งน้ำเพียงพอสามารถปลูกสับปะรดได้ตลอดปี หรือในช่วงต้นฝน ควรปลูกในลักษณะแถวคู่ ระยะปลูก 30 x 30 x (80 - 90) เซนติเมตร ปลูกได้ประมาณ 7,500 - 8,500 ต้นต่อไร่ แต่ไม่ควรเกิน 12,000 ต้นต่อไร่ การให้ปุ๋ยรองพื้นสูตร 16-20-0 และให้ปุ๋ยบริเวณกาบใบล่างของต้น ด้วยปุ๋ยเคมีสัดส่วน 2:1:3 หรือ 3:1:4 เช่น สูตร 12-6-15 หรือ 12-4-18 หรือ 15-5-20 หรือ 13-13-21 ให้ 2 ครั้ง ครั้งละ 10 - 15 กรัมต่อต้น ครั้งแรกหลังปลูก 1 - 3 เดือน ครั้งต่อมาห่างกัน 2 - 3 เดือน หากไม่ได้ให้ปุ๋ยรองพื้น จะให้ปุ๋ยทางกาบใบล่างของต้นก็ได้ แต่เพิ่มจำนวนเป็น 3 ครั้ง ควรสังเกตดูว่าสับปะรดมีใบสีเขียวซีดจางเนื่องจากได้รับธาตุอาหารไม่เพียงพอหรือไม่ หากพบให้พ่นปุ๋ยทางใบเสริม เช่น ปุ๋ยเคมีสูตร 23-0-30 ผสมน้ำเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ อัตรา 75 มิลลิลิตรต่อต้น จำนวน 3 ครั้ง คือ ระยะก่อนบังคับดอก 30 วัน 5 วัน และหลังบังคับดอก 20 วัน สามารถบังคับดอกได้เมื่ออายุปลูก 10 - 14 เดือน โรคที่สำคัญของสับปะรดที่มักพบบ่อยๆ คือ โรครากเน่าหรือต้นเน่า และโรคผลแกน (อังคณา, 2558) สับปะรด เป็นสินค้าเกษตรที่สำคัญของประเทศไทย มีปริมาณการผลิตและการส่งออกสูงเป็นอันดับหนึ่งของโลก ด้วยมูลค่าการส่งออกมากกว่าหนึ่งหมื่นล้านบาทต่อปี (กรมวิชาการเกษตร, 2545)

4.2 มันสำปะหลัง

มันสำปะหลัง (*Manihot esculenta* Crantz.) เป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของไทย เนื่องจากประเทศไทยเป็นผู้ผลิตมันสำปะหลังรายใหญ่อันดับ 4 ของโลก รองจากประเทศไนจีเรีย บราซิล และอินโดนีเซีย ในปี 2554 คาดว่าจะมีปริมาณการส่งออก 5.92 ล้านตัน ซึ่งมีปริมาณการส่งออกลดลง ร้อยละ 11.77 เมื่อเทียบกับปี 2553 ที่ส่งออกได้ 6.71 ล้านตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555) มันสำปะหลังเป็นพืชที่นิยมปลูกมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือโดยเฉพาะบริเวณจังหวัดนครราชสีมา แต่ผลผลิตที่ได้กลับมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าภาคอื่น ๆ ทั้งนี้เนื่องจากมันสำปะหลังส่วนใหญ่ปลูกในกลุ่มดินใหญ่ Paleustults ซึ่งเป็นกลุ่มดินเนื้อหยาบที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ปริมาณอินทรียวัตถุต่ำ ความสามารถในการดูดยึดน้ำและธาตุอาหารต่ำ (Duangpatra, 1988) และปัญหาผลผลิตที่ตกต่ำซึ่งมีสาเหตุมาจากเกษตรกรปลูกมันสำปะหลังซ้ำที่เดิมและปลูกติดต่อกันหลายปี โดยใส่ปุ๋ยที่มีเฉพาะธาตุอาหารหลัก และขาดการปรับปรุงบำรุงดิน ทำให้ดินเกิดความเสื่อมโทรม ทั้งสมบัติทางฟิสิกส์ เคมี ชีวภาพ และความอุดมสมบูรณ์ของดิน (ปิยะ, 2553) จึงส่งผลให้ผลผลิตมันสำปะหลังลดลง (สุวพันธ์, 2542 ; Sittibusaya *et al*., 1987) สอดคล้องกับการศึกษาของ เจริญศักดิ์ (2546) ที่ได้สรุปปัญหาของเกษตรกรผู้ผลิตมันสำปะหลังว่าประสบปัญหาในเรื่องของดินเสื่อมโทรมเป็นปัญหาอันดับหนึ่งถึงร้อยละ 32.55

มันสำปะหลังในประเทศไทยสามารถปลูกได้ทั่วทั้งประเทศ แต่ปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่อผลผลิตมันสำปะหลัง ปี 2555 คือปัญหาการระบาดของเพลี้ยแป้ง และปัญหาภัยแล้ง

โดยทั่วไปการปลูกมันสำปะหลังมักดำเนินการอย่างต่อเนื่องโดยไม่มีการพักดิน รวมทั้งเกษตรกรอาจใช้ปุ๋ยไม่เหมาะสม (ชุมพล, 2542 ; Duangpatra, 1988) ซึ่งเกษตรกรบางส่วนไม่ใส่ปุ๋ยและไม่มีการปรับปรุงบำรุงดิน จึงเป็นอีกสาเหตุที่ทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลงอย่างรวดเร็ว มีความสำคัญยิ่งต่อการผลิตมันสำปะหลัง นอกเหนือไปจากจากปัญหาฝนแล้งหรือตกไม่สม่ำเสมอที่เกษตรกรต้องประสบอยู่เสมอ (ชุมพล, 2542) นอกจากนั้นการที่ปลูกมันสำปะหลังบนพื้นที่เดิมติดต่อกันเป็นเวลานาน ๆ ทำให้ธาตุอาหารรอง และจุลธาตุอาหาร ถูกนำไปใช้หรือถูกชะละลายออกไป (Loneragan *et al*., 1979; สุวพันธ์, 2542)

ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินการ

ระยะเวลาดำเนินการและสถานที่ดำเนินการ

1) โครงการวิจัยย่อยที่ 1 ปี 2547-2548 (จังหวัดชลบุรี พืชได้แก่ สับปะรด)
2) โครงการวิจัยย่อยที่ 2 ปี 2554-2555 (จังหวัดนครสวรรค์ พืชได้แก่ มันสำปะหลัง)

โครงการวิจัยย่อยที่ 1

การใช้หญ้าแฝกในระบบอนุรักษ์ดินและน้ำเพื่อปลูกสับปะรดในชุดดินมาบบอน

นายอาทิตย์ ศุขเกษม นางสาวกมลาภา วัฒนประพัฒน์
สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน

บทคัดย่อ

การใช้หญ้าแฝกในระบบอนุรักษ์ดินและน้ำเพื่อปลูกสับปะรดในชุดดินมาบบอนได้ดำเนินการในพื้นที่แปลงเกษตรกรในจังหวัดชลบุรี ในช่วงพ.ศ. 2547-2548 โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล๊อคสมบูรณ์ จำนวน 6 ตำรับการทดลอง 4 ซ้ำ ซึ่งประกอบด้วย 1) การปลูกสับปะรดตามแนวลาดเทขึ้นลง 2) การปลูกสับปะรดตามแนวระดับขวางความลาดเท 3) การปลูกหญ้าแฝกเป็นแถวตามระดับไม่ตัดใบ 4) การปลูกหญ้าแฝกเป็นแถวตามระดับตัดใบที่ระดับ 30 เซนติเมตร 5) การปลูกหญ้าแฝกล้อมรอบแปลงไม่ตัดใบ 6) การปลูกหญ้าแฝกล้อมรอบแปลงตัดใบที่ระดับ 30 เซนติเมตร พบว่า ชุดดินมาบบอนที่ศึกษามีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ การปลูกสับปะรดเป็นแถวขวางความลาดเท ทำให้มีการสูญเสียดินน้อยที่สุดมีค่า 0.23 ตันต่อไร่ ส่วนการปลูกสับปะรดตามแนวลาดเทขึ้นลงที่ไม่มีการปลูกหญ้าแฝกมีการสูญเสียดินมากที่สุดมีค่า 3.09 ตันต่อไร่ การศึกษาผลผลิตของสับปะรด พบว่า การปลูกหญ้าแฝกล้อมรอบแปลงโดยไม่ตัดใบทำให้สับปะรดให้ผลผลิตสูงสุด 8,681 กิโลกรัมต่อไร่ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับตำรับการทดลองอื่น รองลงมาคือ การปลูกสับปะรดตามแนวลาดเทขึ้นลงแบบวิธีเกษตรกรให้ผลผลิต 7,894 กิโลกรัมต่อไร่ ระบบการอนุรักษ์ดินและน้ำด้วยหญ้าแฝกทั้งการปลูกแถบหญ้าแฝกที่ล้อมแปลงและการปลูกแถบหญ้าแฝกที่พื้นที่ตอนล่างของพื้นที่ลาดชัน มีแนวโน้มให้เกิดการส่งเสริมให้การจัดการดินในแปลงปลูกสับปะรดเกิดประสิทธิภาพสูงสุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการปลูกหญ้าแฝกล้อมรอบแปลงและตัดใบคลุม

คำสำคัญ : หญ้าแฝก , ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ , สับปะรด
เลขที่ทะเบียนวิจัย : 47 48 02 11 50000 010 141 04 11

Abstract

The use of vetiver grass for soil and water conservation in pineapple plantation between 2004 -2005. The experiment was randomized complete block with 6 treatments and 4 replicates consisting of 1) a pineapple plantation along the slope down 2) Pineapple horizontally across the slope 3) planting vetiver grass is based on a cutting blade 4) cultivation in rows and cutting leaves at 30 cm 5) planting grass around the plot leaves 6) cultivation enclosed plot and cutting leaves at 30 cm . Result showed that the Mapbon series studied had low fertility. Planting vetiver grass around the plot and cutting leaves at 30 cm and pineapple plantation in rows across the slope showed the loss of soil with a minimum value of 0.23 tons per rai. Pineapple plantation along the up-down slope has been losing the most sediment to 3.09 tonnes per rai. Yield, the study found that of pineapple cultivation plots surrounded with Vetier grass, making a maximum yield of 8,681 kg. per rai. Very significantly with other treatments. The soil and water conservation with vetiver grass and planted grass strips that surround the plots and planted the grass at the bottom of a slope. Is likely to be promoted to pineapple plantation on soil management effectiveness. Especially in the cultivation plot surrounded and cut foliage cover soil.

คำนำ

สับปะรดเป็นพืชเศรษฐกิจส่งออกที่สำคัญของประเทศไทย ในปี 2547-2548 มีปริมาณการผลิตและการส่งออกสูงเป็นอันดับหนึ่งของโลก คิดเป็นมูลค่าการส่งออกมากกว่าหนึ่งหมื่นล้านบาทต่อปี พื้นที่ปลูกส่วนมากอยู่ในภาคกลางและภาคตะวันออก ซึ่งมีโรงงานอุตสาหกรรมรองรับอยู่ในพื้นที่ จึงทำให้เกษตรกรนิยมปลูกกันมาก สับปะรดเป็นพืชที่เจริญได้ดีในดินร่วน หรือดินร่วนปนทราย การระบายน้ำดี แต่การจัดการดินที่ไม่เหมาะสมทำให้ผลผลิตสับปะรดลดลงอย่างชัดเจน ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมาการเพิ่มผลผลิตสับปะรดนั้น เกษตรกรจะต้องใช้ปุ๋ยเคมีใส่ในแปลงปลูกในอัตราที่ค่อนข้างสูง แต่ก็มีการสูญเสียปุ๋ยเคมีไปกับการกร่อนของดิน แร่ธาตุออกไปกับผลผลิตพืชมากเช่นกัน การใช้ประโยชน์ดินที่มีลักษณะเป็นดินร่วนปนทราย ที่มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติค่อนข้างต่ำ ในการปลูกสับปะรดอย่างต่อเนื่องติดต่อกันหลายปี จะพบว่ามีปัญหาการกร่อนของดินสูง เกษตรกรที่ขาดความรู้ก็จะทำแนวร่องปลูกสับปะรดตามแนวลาดเท ซึ่งการไถพรวนดินยกร่องทำได้ง่ายและสะดวก แต่จะทำให้หน้าดินถูกกัดกร่อนได้ง่ายในฤดูฝน ซึ่งจะส่งผลให้ดินก็มีความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ การปลูกสับปะรดอย่างต่อเนื่อง โดยขาดการใส่อินทรียวัตถุจะทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลงไป จึง

จำเป็นต้องมีการจัดการดินและพืชที่เหมาะสม เพื่อเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน เพิ่มผลผลิตและรักษาคุณภาพของสับปะรดตามที่ต้องการ

มัลลิกา (2547) ได้ศึกษาเบื้องต้นของการสูญเสียดินและน้ำ จากพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินต่างกัน ในพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเล็กห้วยแร้ง-คลองพืด อ.บ่อไร่ และ อ.เมือง จ.ตราด วางแปลงทดลองจากประเภท การใช้ที่ดินและปลูกพืช 9 ชนิด ประกอบด้วย ยางพารา เงาะขนุน สับปะรด มะม่วงหิมพานพื้นที่ ไร่ร้าง สวนป่าอินทนิล ป่าธรรมชาติและแปลงว่างเปล่า โดยมีขนาดของแปลงขนาด 4 x 10 ตารางเมตร ถึง 6 x 20 ตารางเมตร มีความลาดชันระหว่าง 20-28 % พบว่า พื้นที่แปลงทดลองสับปะรดมีการสูญเสียดินมากที่สุดเท่ากับ 19.684 ตันต่อเฮกตาร์ต่อปี เปรียบเทียบกับแปลงปลูกพืชชนิดต่าง ๆ

กรมพัฒนาที่ดินได้ส่งเสริมให้มีการใช้หญ้าแฝกปลูกเป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำตามแนวพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช ซึ่งมีการใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่าง ๆ อย่างแพร่หลาย การปลูกหญ้าแฝกในสภาพพื้นที่ดินทรายซึ่งมีปัญหาการกร่อนของดินในฤดูฝน เมื่อแถบหญ้าแฝกที่เจริญเติบโตเต็มที่ แถบหญ้าแฝกจะช่วยชะลอความเร็วของน้ำไหลบ่า ให้น้ำบางส่วนไหลผ่านออกไป และให้น้ำบางส่วนไหลแทรกซึมลงดินล่าง การดักกรองตะกอนดินที่ถูกพัดมากับน้ำไหลบ่าจากพื้นที่ตอนบน รากหญ้าแฝกช่วยเกาะยึดรักษาดิน และช่วยดูดซับความชื้นและธาตุอาหารของดิน จึงทำการศึกษารูปแบบการใช้ประโยชน์หญ้าแฝก เพื่อการป้องกันการกร่อนของดิน แต่ในพื้นที่ปลูกสับปะรดยังไม่มีการใช้หญ้าแฝกอย่างจริงจังในปี 2547 ดังนั้นโครงการวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้หญ้าแฝกในการปลูกเป็นแถบพืชอนุรักษ์ในบริเวณตอนล่างของพื้นที่แปลง และปลูกหญ้าแฝกล้อมแปลง มีการจัดการเกี่ยวใบใช้ใบคลุมโคนกอหญ้าแฝก เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของพื้นที่จากการลดการสูญเสียตะกอนดินในพื้นที่ปลูกสับปะรดและศึกษาการเพิ่มผลผลิตของสับปะรด

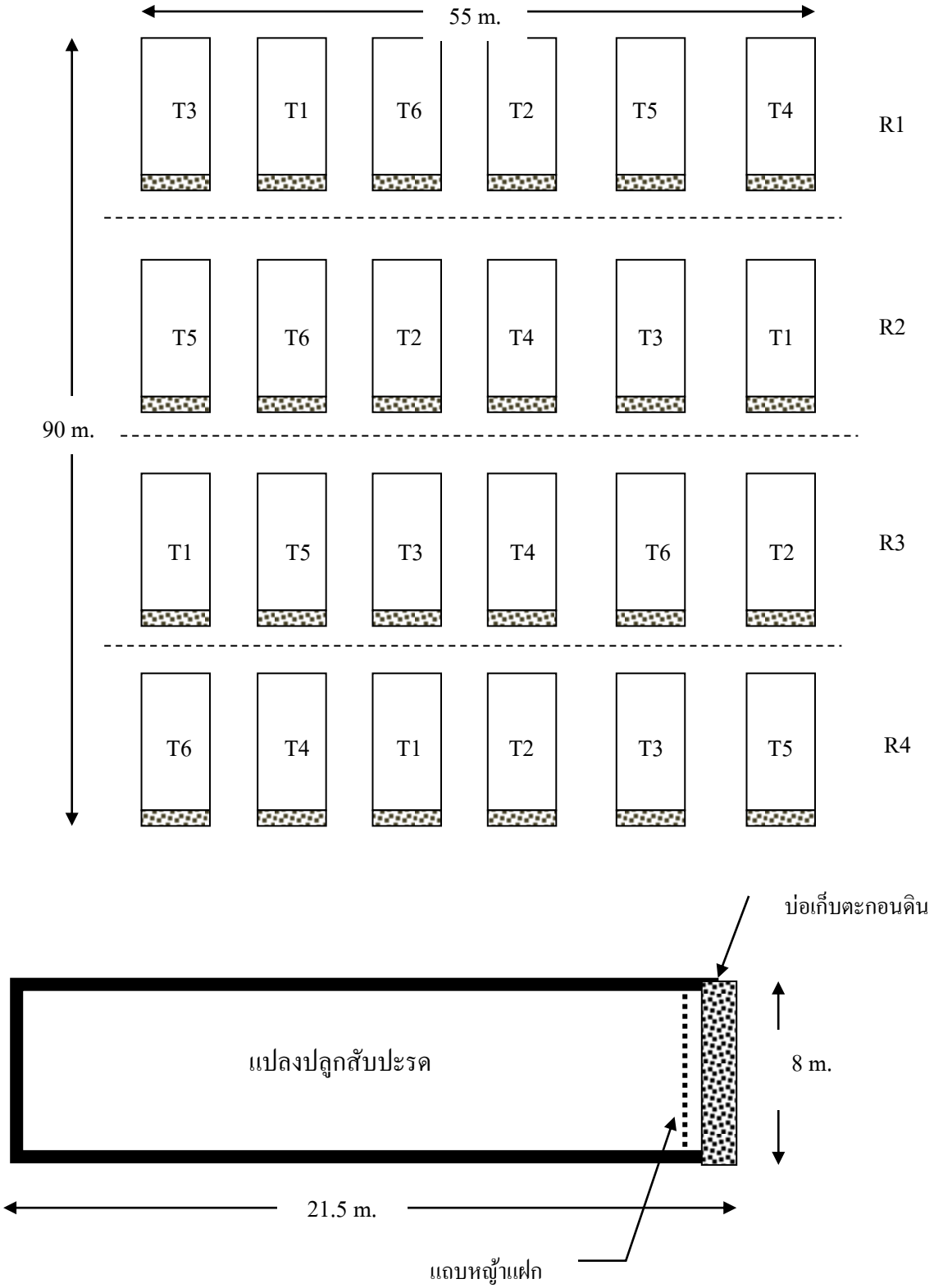
วิธีดำเนินการ

1. วิธีการ

การศึกษาโดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล๊อคสมบูรณ์(RCB) จำนวน 6 ตำรับการทดลอง 4 ซ้ำ ดังภาพที่ 2 โดยมีรายละเอียดของตำรับการทดลอง ดังนี้

ตำรับการทดลองที่ 1	การปลูกสับปะรดตามแนวลาดเทขึ้นลง (control)	(T1)
ตำรับการทดลองที่ 2	การปลูกสับปะรดตามแนวระดับขวางความลาดเท	(T2)
ตำรับการทดลองที่ 3	การปลูกหญ้าแฝกเป็นแถวตามระดับไม่ตัดใบ	(T3)
ตำรับการทดลองที่ 4	การปลูกหญ้าแฝกเป็นแถวตามระดับและตัดใบ	(T4)
ตำรับการทดลองที่ 5	การปลูกหญ้าแฝกล้อมรอบแปลงไม่ตัดใบ	(T5)
ตำรับการทดลองที่ 6	การปลูกหญ้าแฝกล้อมรอบแปลงและตัดใบ	(T6)

2. แผนผังแปลงวิจัย



ภาพที่ 2 แผนผังแปลงวิจัยการใช้หญ้าแฝกในระบบอนุรักษ์ดินและน้ำเพื่อปลูกสับปะรดในชุดดินมาบบอน

3. ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1 การคัดเลือกพื้นที่

การสำรวจพื้นที่และทำการคัดเลือกพื้นที่แปลงทดลองในพื้นที่ของเกษตรกรที่ปลูกสับปะรด ตำบลเขาคันทรง อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี ซึ่งเป็นดินทรายชุดดินมาบบอน ที่มีความลาดชันเฉลี่ย 5 เปอร์เซ็นต์ เนื้อที่ประมาณ 3.5 ไร่

3.2 การเตรียมแปลงทดลอง

การเตรียมแปลงทดลอง โดยไถพรวนดิน การกำจัดวัชพืชและเก็บเศษวัชพืชออกจากพื้นที่ แบ่งแปลงย่อยขนาดกว้าง 8 เมตร ยาว 20 เมตร ระยะห่างระหว่างแปลง 1 เมตร ทั้งหมด 24 แปลง แต่ละแปลงขุดคันล้อมแปลงโดยรอบและใช้ผ้าพลาสติกสีดำคลุมบนคันล้อมฝังขอบพลาสติกลงไปในดิน 30 เซนติเมตร ด้านล่างของแปลงเปิดไว้ให้น้ำไหลบ่าและตะกอนดินไหลลงสู่บ่อ บ่อดักตะกอนดินปูด้วย พลาสติกสีดำ มีขนาดกว้าง 1 เมตร ยาว 8 เมตร ลึก 1 เมตร ซึ่งขุดด้วยรถแบคโฮไว้บริเวณด้านท้ายแปลงห่างจากแถบหญ้าแฝก 0.5 เมตร

3.3 การปลูกพืช

1)การปลูกสับปะรดและการดูแลรักษา การปลูกสับปะรดโดยใช้พันธุ์ศรีราชา ปลูกแบบแถวคู่ ใช้ระยะปลูก 30 x 50 x 90 เซนติเมตร และเว้นทางเดินระหว่างแปลงเพื่อการจัดการ พื้นที่ 1 ไร่ จะปลูกสับปะรด 7,500 ต้น ซึ่งจะได้ผลสับปะรดที่มีคุณภาพ การปลูกตามลักษณะของแต่ละตำรับทดลอง แสดงดังตารางที่ 4 การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำกรมวิชาการเกษตร ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 14-14-21 อัตรา 71.1 กิโลกรัมต่อไร่ และใส่ปุ๋ยคอกจากมูลไก่อัตรา 1 ตันต่อไร่ พร้อมกับการเตรียมร่องปลูก การให้ปุ๋ยเคมีทางใบใช้ปุ๋ยยูเรียอัตรา 20 กิโลกรัม ผสมกับปุ๋ย 20-20-20 อัตรา 6 กิโลกรัม ละลายน้ำ 1,000 ลิตร ฉีดพ่นเดือนละครั้ง ตั้งแต่เริ่มปลูกเพื่อช่วยเสริมการเจริญเติบโต และฉีดครั้งสุดท้ายพร้อมการหยอดสารเร่งดอก การดูแลรักษา ให้น้ำในช่วงที่ฝนทิ้งช่วงติดต่อกันนานกว่า 2 สัปดาห์ โดยเฉพาะก่อนการกระตุ้นตาดอก ในอัตรา 700 ลิตรต่อไร่

2)การปลูกหญ้าแฝกโดยใช้กล้าหญ้าแฝกเพาะชำในถุงขนาด 2 x 6 นิ้ว ทำการปลูกหญ้าแฝกก่อนการปลูกสับปะรด ตามแต่ละตำรับทดลอง แสดงดังตารางที่ 4 โดยใช้กล้าหญ้าแฝกเพาะชำถุง ใช้ระยะปลูก 10 เซนติเมตร โดยการขุดร่องปลูกเป็นแนวยาวและใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 0.5 กิโลกรัมต่อเมตร โดยการรดน้ำให้ดินปลูกมีความชุ่มชื้นอย่างต่อเนื่อง 15 วัน จนกระทั่งหญ้าแฝกปลูกติดและแตกยอดใหม่ ปลูกซ่อมแซมกรณีมีหน่อตาย

ตารางที่ 5 การปลูกสับปะรดและหญ้าแฝกตามตำรับการทดลอง

ตำรับการทดลอง	การปลูกสับปะรด	การปลูกหญ้าแฝก
1.วิธีการปลูกสับปะรดตามแนวขึ้นลง	การปลูกสับปะรดตามแนวขึ้นลงของความลาดชัน แบบแถวคู่ ใช้ระยะปลูก 30x50x90 เซนติเมตร	ไม่ปลูกหญ้าแฝก
2.การปลูกสับปะรดตามแนวระดับขวางความลาดเท	การปลูกสับปะรดเป็นแถวตามแนวระดับขวางความลาดเท แบบแถวคู่ ใช้ระยะปลูก 30x50x90 เซนติเมตร	ไม่ปลูกหญ้าแฝก
3.การปลูกสับปะรดตามแนวระดับร่วมกับการปลูกหญ้าแฝกเป็นแถวตามระดับไม่ตัดใบ	การปลูกสับปะรดตามแนวระดับ แบบแถวคู่ ใช้ระยะปลูก 30x50x90 เซนติเมตร	ปลูกหญ้าแฝก 1 แถว ที่ขอบด้านล่างของแปลง ไม่ตัดใบหญ้าแฝก
4.การปลูกสับปะรดตามแนวระดับร่วมกับการปลูกหญ้าแฝกเป็นแถวตามระดับตัดใบ	การปลูกสับปะรดตามแนวระดับ แบบแถวคู่ ใช้ระยะปลูก 30x50x90 เซนติเมตร	ปลูกหญ้าแฝก 1 แถว ที่ขอบด้านล่างของแปลง ตัดใบหญ้าแฝกคลุมดินที่โคนแถบหญ้าแฝกทุก 4 เดือน
5.การปลูกสับปะรดตามแนวระดับร่วมกับการปลูกหญ้าแฝกล้อมรอบแปลงไม่ตัดใบ	การปลูกสับปะรดตามแนวระดับ แบบแถวคู่ ใช้ระยะปลูก 30x50x90 เซนติเมตร	ปลูกหญ้าแฝก 1 แถว โดยรอบแปลงปลูกสับปะรด ไม่ตัดใบหญ้าแฝก
6.การปลูกสับปะรดตามแนวระดับร่วมกับการปลูกหญ้าแฝกล้อมรอบแปลงและตัดใบ	การปลูกสับปะรดตามแนวระดับ แบบแถวคู่ ใช้ระยะปลูก 30x50x90 เซนติเมตร	ปลูกหญ้าแฝก 1 แถว โดยรอบแปลงปลูกสับปะรด ตัดใบหญ้าแฝก

หมายเหตุ

1. การปลูกสับปะรดใช้ระยะปลูก 30x50x90 เซนติเมตร และเว้นทางเดินในแปลงเพื่อการจัดการใส่ปุ๋ย จะใช้จำนวนหน่อที่เหมาะสมสับปะรดอัตรา 7,500 หน่อต่อไร่

2. การปลูกหญ้าแฝก ใช้หญ้าแฝกพันธุ์สุราษฎร์ธานีที่เพาะชำในถุงขนาด 2X6 นิ้ว อายุเพาะชำ 45 วัน กล้าจะมีความสูงจากปากถุงเฉลี่ย 35 เซนติเมตร แตกหน่อ 2-3 หน่อ

3.4 การเก็บตัวอย่างดิน

ก่อนปลูกและหลังปลูก โดยการเก็บตัวอย่างดินโดยใช้วิธีสุ่มเก็บตัวอย่างแบบ Composite Sampling ในแต่ละแปลงทดลองแปลงละ 3 3 จุด บน กลาง ล่าง ที่ระดับความลึก 0 - 30 ส่งวิเคราะห์หาค่า pH OM P K

3.5 การวิเคราะห์ดิน

1) พีเอชดิน (Soil pH) โดยใช้เครื่องมือวัดพีเอชดิน (pH meter) วัดที่อัตราส่วนดินต่อน้ำเท่ากับ 1:1 (National Soil Survey Center, 1996)

2) คาร์บอนอินทรีย์ (Organic carbon) โดยวิธี Walkley and Black titration (Walkley and Black, 1934; Nelson and Sommers, 1996) จากนั้นนำไปคำนวณหาปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (organic matter) โดยใช้สูตรดังนี้

$$\text{Organic matter} = \text{Organic carbon} \times 1.724$$

3) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available phosphorus) โดยวิธี Bray II (Bray and Kurzt, 1945) แล้ววัดปริมาณฟอสฟอรัสด้วยเครื่อง UV-Vis spectrophotometer

4) โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Available potassium) โดยวิธีการสกัดด้วยสารละลาย 1M NH_4OAc ที่เป็นกลาง (pH 7) (Pratt, 1965) แล้ววัดปริมาณโพแทสเซียมด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer

3.6 การเก็บตะกอนดิน

เก็บข้อมูลปริมาณตะกอนดินในบ่อดักตะกอนแบบสะสม โดยเก็บ 1 ครั้ง ในเดือนธันวาคม ค่าปริมาณน้ำฝนรายวันโดยใช้เครื่องมือวัดปริมาณน้ำฝนแบบมาตรฐานซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 นิ้ว

3.7 การเก็บข้อมูลผลผลิตของสับปะรด

การเก็บผลผลิตสับปะรดในพื้นที่เก็บตัวอย่าง 8 x 20 เมตร โดยการชั่งน้ำหนักสดรวมด้วยเครื่องชั่งมาตรฐาน และสุ่มจำนวน 3 ผลต่อตำรับทดลองเพื่อวัดความหวานของเนื้อสับปะรดโดยใช้เครื่องมือ Brix Refractometer

3. ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินการ

ระยะเวลา ตุลาคม 2547 – กันยายน 2548

สถานที่ดำเนินการ แปลงเกษตรกร ตำบลเขาคันทรง อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี

ผลและวิจารณ์

1. การศึกษาสมบัติทางเคมีของดิน

ผลการศึกษาการใช้หญ้าแฝกในระบบอนุรักษ์ดินและน้ำเพื่อปลูกสับปะรดในชุดดินมาบบอน มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดิน ดังตารางที่ 6 โดยใช้ระดับที่ใช้ประเมินสมบัติทางเคมีของดิน (เอิบ, 2542; Land Classification Division and Food and Agricultural Organization Project Staff, 1973; Soil Survey Division Staff, 1993) ดังตารางผนวกที่ 1 ดังนี้

1.1 สมบัติทางเคมีของดินก่อนการทดลอง

พื้นที่ทดลองเป็นแปลงปลูกสับปะรดขนาดใหญ่มีพื้นที่มากกว่า 1,000 ไร่ มีการปลูกสับปะรดต่อเนื่องตั้งแต่ปี 2520 สภาพแปลงผ่านการเก็บเกี่ยวสับปะรดไปแล้ว มีการไถพรวนดินเตรียมแปลง ปรับแปลงให้มีความลาดเทเฉลี่ย 5 เปอร์เซ็นต์ การเก็บตัวอย่างดินโดยใช้วิธีสุ่มเก็บตัวอย่างแบบ Composite Sampling ตามวิธีการตามแบบของกองวิเคราะห์ดิน กรมพัฒนาที่ดิน เก็บตัวอย่างดินในพื้นที่ตอนบน พื้นที่ตอนกลาง และพื้นที่ตอนล่าง ของพื้นที่ลาดเท เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน ดังแสดงในตารางที่ 6 พบว่า พีเอชของดินมีค่า 5.0 ปฏิกิริยาของดินเป็นกรดจัด ปริมาณอินทรียวัตถุมีค่าร้อยละ 0.38 อยู่ดินต่ำมาก ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีค่า 12 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม อยู่ในระดับปานกลาง ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์มีค่าเท่ากับ 23 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม อยู่ในระดับต่ำมาก

1.2 สมบัติของดินหลังการทดลอง

การวิเคราะห์สมบัติของดินภายหลังการทดลอง ซึ่งเป็นผลของการจัดการดินในพื้นที่ปลูกสับปะรด และการอนุรักษ์ดินและน้ำด้วยระบบหญ้าแฝก ดังแสดงในตารางที่ 6 พบว่า

1) พีเอชของดิน

พีเอชของดินในแปลงปลูก แสดงดังตารางที่ 6 มีค่าอยู่ในพิสัย 5.0-5.1 ปฏิกิริยาของดินเป็นกรดจัด และเมื่อดินมีพีเอชต่ำกว่า 5.5 ธาตุฟอสฟอรัสจะเกิดการจับตัวกับเหล็กและอะลูมิเนียมเกิดเป็นสารประกอบที่ละลายน้ำได้ยาก และจึงทำให้ฟอสฟอรัสไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Havlin et al., 2005) ค่าพีเอชของดินในบริเวณที่มีค่าเป็นกรด เป็นผลมาจากการชะละลายไอออนบวกที่เป็นเบสออกไปจากหน้าตัดดิน ทำให้เกิดการสะสมไฮโดรเจนไอออนที่มีผิวอนุภาคดินเหนียวในปริมาณมาก ปฏิกิริยาดินสามารถบ่งบอกถึงสภาพความเป็นกรดเป็นด่าง ระดับการผุพังอยู่กับที่ ปริมาณการชะละลาย ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชบางชนิด และสภาพความเป็นพิษของดินต่อพืช (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548)

2) ปริมาณอินทรียวัตถุ

ปริมาณอินทรียวัตถุมีค่าร้อยละ 0.28 ถึง 0.7 อยู่ในระดับต่ำมาก แสดงดังตารางที่ 6 แต่ก็มีค่าเพิ่มขึ้นในแปลงที่มีการปลูกแถบหญ้าแฝก แปลงที่มีการปลูกสับปะรดตามแนวระดับ

ร่วมกับการปลูกหญ้าแฝกเป็นแถวตามระดับและตัดใบมีปริมาณอินทรียวัตถุสูงสุด ส่วนแปลงการปลูกสับปะรดตามแนวขึ้นลงซึ่งเป็นวิธีการที่เกษตรกรโดยทั่วไปปฏิบัติจะมีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำสุด ซึ่งเป็นจากการกร่อนของดินในแปลง อินทรียวัตถุในดินเป็นผลมาจาก ซากอินทรีย์ที่สะสมอยู่ในดินตามธรรมชาติ และชิ้นส่วนที่สลายตัวหลงเหลือจากการเกษตรกรรม ตลอดจนรากพืชที่ขึ้นปกคลุมอยู่บนผิวดิน เมื่อสลายตัวจึงสะสมอยู่ในดินบนในปริมาณที่มากกว่า และสภาพแวดล้อมของดินที่อยู่ในเขตร้อน (Sanchez, 1976)

ตารางที่ 6 ผลวิเคราะห์สมบัติบางประการของชุดดินมาบบอนก่อนและหลังทดลองในพื้นที่ปลูกสับปะรด จังหวัดชลบุรี

Treatment	pH	OM	P	K
		%	mg kg^{-1}	mg kg^{-1}
Before planting	5.0	0.38	12	23
After havesting				
T1	5.0	0.28	14	17
T2	5.1	0.4	16	34
T3	5.1	0.62	19	27
T4	5.1	0.7	21	51
T5	5.1	0.5	16	46
T6	5.1	0.64	24	71
ค่าเฉลี่ย	5.08	0.52	18.33	41

หมายเหตุ

T1 = การปลูกสับปะรดตามแนวลาดเทขึ้นลง (control)
T2 = การปลูกสับปะรดตามแนวระดับขวางความลาดเท
T3 = การปลูกหญ้าแฝกเป็นแถวตามระดับไม่ตัดใบ
T4 = การปลูกหญ้าแฝกเป็นแถวตามระดับและตัดใบ
T5 = การปลูกหญ้าแฝกล้อมรอบแปลงไม่ตัดใบ
T6 = การปลูกหญ้าแฝกล้อมรอบแปลงและตัดใบ

3) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีค่าเท่ากับ 14 ถึง 24 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม อยู่ในระดับปานกลางถึงค่อนข้างสูง แสดงดังตารางที่ 6 การปลูกสับปะรดตามแนวระดับร่วมกับการปลูก

หญ้าแฝกเป็นแถวตามระดับตัดใบ และการปลูกสับปะรดตามแนวระดับร่วมกับการปลูกหญ้าแฝกล้อมรอบแปลงและตัดใบ มีแนวโน้มที่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ค่อนข้างสูง ซึ่งเป็นผลจากการจัดการแถบหญ้าแฝกและตัดใบหญ้าแฝกทำให้กอหญ้าแฝกแตกกอแน่น มีประสิทธิภาพในการเก็บรักษาธาตุอาหาร อินทรียวัตถุในดินช่วยปลดปล่อยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมบางส่วนให้แก่ดิน (Brady and Weil, 2008) หรืออาจเป็นผลตกค้างมาจากการจัดการในพื้นที่ โดยเฉพาะฟอสฟอรัส เพราะเป็นธาตุที่เคลื่อนที่ได้น้อยในดิน จึงมักจะสะสมอยู่ในดินโดยเฉพาะในดินชั้นบน (Tisdale et al., 1993)

4) ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์

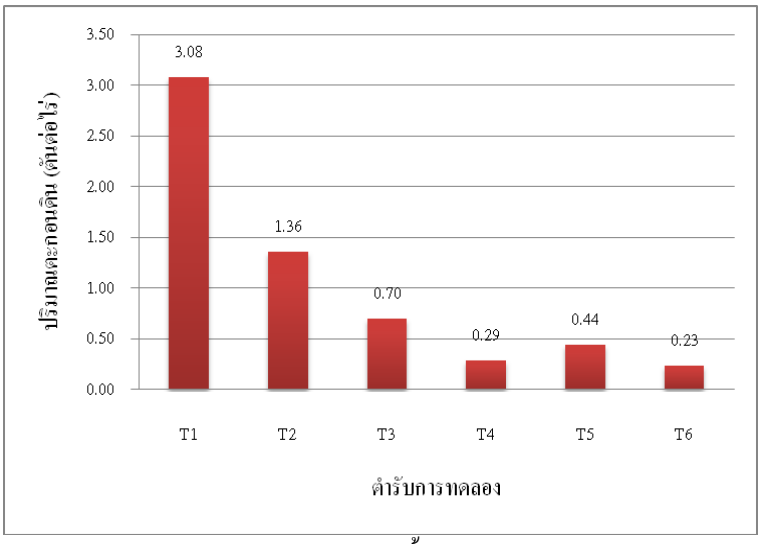
ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์มีค่าเท่ากับ 17 ถึง 71 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม อยู่ในระดับต่ำมากถึงต่ำ แสดงดังตารางที่ 6 ปริมาณธาตุอาหารพืชที่เพิ่มขึ้นส่วนหนึ่งมาจากปุ๋ยมูลไก่และปุ๋ยเคมี และแถบหญ้าแฝกจะช่วยเก็บกักรักษาความชื้นและตะกอนดินเอาไว้ ซึ่งในแปลงเกษตรกรที่ทำการปลูกสับปะรดตามแนวขึ้นลงจะมีปริมาณที่ต่ำกว่า เพราะธาตุอาหารบางส่วนถูกชะล้างออกไปจากพื้นที่กับน้ำไหลบ่า ดินที่มีการชะละลายรุนแรง และแร่ดินเหนียวส่วนใหญ่มีกิจกรรมต่ำ จึงทำให้โพแทสเซียมถูกชะละลายออกไปจากหน้าตัดดินได้ง่าย โพแทสเซียมจึงมีปริมาณต่ำ (Buol et al., 2003)

2. การศึกษาปริมาณของตะกอนดิน

การศึกษาปริมาณตะกอนดินในแปลงซึ่งเป็นผลของการจัดการดินด้วยการปลูกหญ้าแฝกและการปลูกสับปะรดตามแนวลาดเทและตามแนวระดับ ซึ่งดำเนินการเตรียมบ่อเก็บตะกอนดินโดยทำความสะอาดเพื่อเอาตะกอนดินที่ตกค้างมาจากการก่อสร้างบ่อเก็บตะกอนดินออกมาทั้งหมด การเก็บข้อมูลการสะสมตะกอนดินของบ่อเริ่มต้นมาตั้งแต่เดือนเมษายน 2547 ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่พื้นที่มีความแห้งแล้งมีฝนตกเพียงเล็กน้อยและฝนทิ้งช่วงเป็นระยะเวลานาน สับปะรดก็ประสพปัญหาขาดแคลนน้ำจนเกิดใบไหม้ ต้องให้น้ำเพิ่มในขณะที่ต้นสับปะรดยังเล็กอยู่โดยการใช้รถน้ำขนาด 500 ลิตร ฉีดน้ำโปรยเฉลี่ยโดยรอบแปลงพื้นที่ 1 ไร่ เดือนละ 2 ครั้ง เป็นเวลา 4 เดือน ฝนเริ่มตกในระหว่างเดือนสิงหาคม 2547 ถึง เมษายน 2548 ปริมาณ 593.6 มิลลิลิตร โดยในเดือนกันยายนมีปริมาณน้ำฝนมากที่สุดมีค่า 256.9 มิลลิลิตร ในเดือนธันวาคม ไม่มีฝนตก ดังภาพที่ 2 ซึ่งการกระจายของฝนไม่ดีเท่าที่ควรทำให้ต้องมีการให้น้ำเพิ่มอีกในเดือนพฤศจิกายน โดยมีอัตราการให้น้ำเพิ่ม 700 ลิตรต่อไร่ ฉีดน้ำโปรยเฉลี่ยโดยรอบแปลงพื้นที่ จำนวน 2 ครั้ง

การเก็บปริมาณของตะกอนดินครั้งแรกในเดือนสิงหาคม 2547 ซึ่งเป็นตะกอนดินที่สะสมมาเป็นเวลา 5 เดือน และเก็บต่อมาทุกเดือนจนถึงเมษายน 2548 ซึ่งเป็นการสะสมตะกอนดินเป็นระยะเวลารวม 12 เดือน ซึ่งจะชี้ให้เห็นถึงประสิทธิภาพของระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแบบต่างๆ พบว่าการปลูกหญ้าแฝกล้อมรอบแปลงตัดใบที่ระดับ 30 เซนติเมตร และปลูกสับปะรดเป็นแถวขวางความลาดเททำให้มีการสูญเสียดินน้อยที่สุดมีค่า 0.23 ตันต่อไร่ รองลงมาคือการปลูกหญ้าแฝกเป็นแถวตามระดับตัดใบที่ระดับ 30 เซนติเมตร และปลูกสับปะรดเป็นแถวขวางความลาดเทมีการสูญเสียดิน 0.28

ตันต่อไร่ การปลูกหญ้าแฝกล้อมรอบแปลงไม่ตัดใบและปลูกสับปะรดเป็นแถวขวางความลาดเท มีการสูญเสียดิน 0.44 ตันต่อไร่ การปลูกหญ้าแฝกเป็นแถวตามระดับไม่ตัดใบและปลูกสับปะรดเป็นแถวขวางความลาดเทมีการสูญเสียดิน 0.70 ตันต่อไร่ และการปลูกสับปะรดตามแนวระดับขวางความลาดเทมีการสูญเสียดิน 1.35 ตันต่อไร่ ส่วนการปลูกสับปะรดตามแนวลาดเทขึ้นลงที่ไม่มีการปลูกหญ้าแฝกมีการสูญเสียดินมากที่สุดมีค่า 3.08 ตันต่อไร่ แสดงดังภาพที่ 3 จึงเห็นได้ว่าการปลูกสับปะรดขวางความลาดเทช่วยรักษาดินในพื้นที่ได้ และแถบหญ้าแฝกก็จะช่วยรักษาตะกอนดินที่ไหลบ่ามากับน้ำโดยกอหญ้าแฝกจะช่วยกรองและสะสมตะกอนดินเอาไว้ นอกจากนี้จะพบว่า ในแปลงที่ปลูกหญ้าแฝกแฝกนั้นน้ำไหลบ่าในบ่อดักตะกอนดินจะมีความขุ่นน้อยกว่าแปลงที่ไม่ได้ปลูกหญ้าแฝกอย่างเห็นได้ชัดเจน การตัดใบจะช่วยทำให้หญ้าแฝกมีการแตกกอที่ดีกว่าทำให้หน่อเบียดชิดกันมากขึ้น

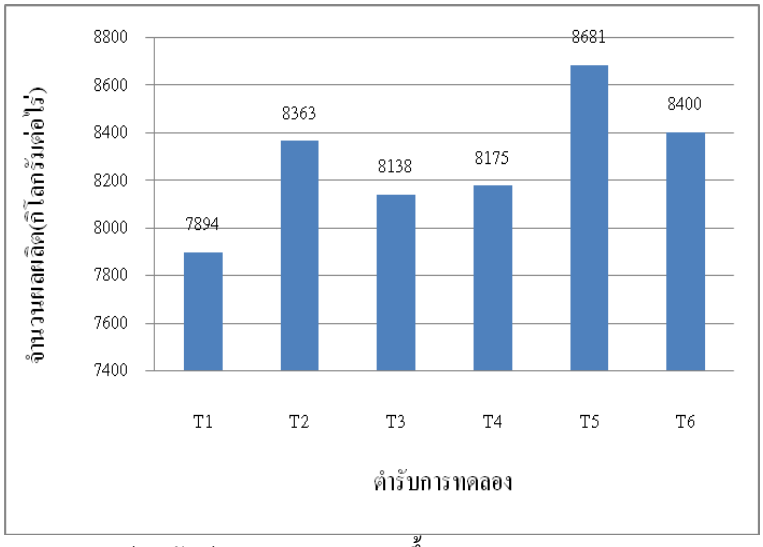


T1 = การปลูกสับปะรดตามแนวลาดเทขึ้นลง (control)
T2 = การปลูกสับปะรดตามแนวระดับขวางความลาดเท
T3 = การปลูกหญ้าแฝกเป็นแถวตามระดับไม่ตัดใบ
T4 = การปลูกหญ้าแฝกเป็นแถวตามระดับและตัดใบ
T5 = การปลูกหญ้าแฝกล้อมรอบแปลงไม่ตัดใบ
T6 = การปลูกหญ้าแฝกล้อมรอบแปลงและตัดใบ

ภาพที่ 3 ปริมาณตะกอนดินในแปลงปลูกสับปะรด อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี

4. การศึกษาผลผลิตของสับปะรด

การปลูกสับปะรดพันธุ์ศรีราชาโดยการเตรียมดิน ไถพรวนดินในระดับความลึก 40 เซนติเมตร ใช้หน่อจากต้นแม่พันธุ์ของเกษตรกร ปลูกแบบแถวคู่ ใช้ระยะปลูก 30 x 50 x 90 เซนติเมตร และเว้นทางเดินระหว่างแปลงเพื่อการจัดการ พื้นที่ 1 ไร่ จะปลูกสับปะรด 7,500 ต้น ซึ่งจะได้ผลสับปะรดที่มีคุณภาพ การปลูกตามลักษณะของแต่ละตำรับทดลอง การใส่ปุ๋ยให้ปฏิบัติเหมือนกันในทุกแปลง โดยการใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำกรมวิชาการเกษตร ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 14-14-21 อัตรา 71.1 กิโลกรัมต่อไร่ และใส่ปุ๋ยคอกจากมูลไก่อัตรา 1 ตันต่อไร่ พร้อมกับการเตรียมร่องปลูก การให้ปุ๋ยเคมีทางใบใช้ปุ๋ยยูเรีย อัตรา 20 กิโลกรัม ผสมกับปุ๋ย 20-20-20 อัตรา 6 กิโลกรัม ละลายน้ำ 1,000 ลิตร ฉีดพ่นเดือนละครั้ง ตั้งแต่เริ่มปลูกเพื่อช่วยเสริมการเจริญเติบโต และฉีดครั้งสุดท้ายพร้อมการหยอดสารเร่งดอก การดูแลรักษา ให้น้ำในช่วงระยะแรกปลูกในอัตรา 500 ลิตรต่อไร่ และช่วงที่ฝนทิ้งช่วงติดต่อกันนานกว่า 2 สัปดาห์ โดยเฉพาะก่อนการกระตุ้นตาดอก ในอัตรา 700 ลิตรต่อไร่ เนื่องจากสับปะรดเป็นพืชที่สามารถควบคุมการเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ขึ้นกับปริมาณและราคาผลผลิต โดยปกติจะเก็บเกี่ยวในระยะเวลา 12-14 เดือน หลังจากปลูก ดังนั้นเกษตรกรจึงแนะนำให้ใช้ยูเรียผสมน้ำในการพ่นให้ต้นสับปะรดเพื่อให้ออกดอกช้าขึ้นอีก 1 เดือน การปลูกสับปะรดในโครงการวิจัยนี้ใช้เวลา 15 เดือน



T1 = การปลูกสับปะรดตามแนวลาดเทขึ้นลง (control)

T2 = การปลูกสับปะรดตามแนวระดับขวางความลาดเท

T3 = การปลูกหญ้าแฝกเป็นแถวตามระดับไม่ตัดใบ

T4 = การปลูกหญ้าแฝกเป็นแถวตามระดับและตัดใบ

T5 = การปลูกหญ้าแฝกล้อมรอบแปลงไม่ตัดใบ

T6 = การปลูกหญ้าแฝกล้อมรอบแปลงและตัดใบ

ภาพที่ 4 ผลผลิตของสับปะรดในแปลงอนุรักษ์ดินและน้ำในดินมาบบอน

จากการเก็บเกี่ยวผลผลิตของสับปะรด แสดงดังภาพที่ 4 ซึ่งมีความแตกต่างของตำรับการทดลองที่เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ต่างกัน ส่วนการจัดการดูแลสับปะรดในทุกแปลงปฏิบัติเหมือนกัน เช่น การใส่ปุ๋ย การให้น้ำ การกระตุ้นตาดอก การดูแลผลสับปะรด ดังนั้น ผลการศึกษาจึงขึ้นกับอิทธิพลของระบบอนุรักษ์ฯ ที่ส่งเสริมประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยและการให้น้ำ พบว่า ผลผลิตของสับปะรดทุกตำรับการทดลอง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การปลูกหญ้าแฝกล้อมรอบแปลงโดยไม่ตัดใบทำให้สับปะรดให้ผลผลิตสูงสุด 8,681 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือ การปลูกหญ้าแฝกล้อมรอบแปลงตัดใบที่ระดับ 30 เซนติเมตร ให้ผลผลิต 8,400 กิโลกรัมต่อไร่ การปลูกสับปะรดตามแนวระดับขวางความลาดเทให้ผลผลิต 8,363 กิโลกรัมต่อไร่ การปลูกหญ้าแฝกเป็นแถวตามระดับตัดใบที่ระดับ 30 เซนติเมตรให้ผลผลิต 8,175 กิโลกรัมต่อไร่ การปลูกหญ้าแฝกเป็นแถวตามระดับไม่ตัดใบให้ผลผลิต 8,138 กิโลกรัมต่อไร่ การปลูกสับปะรดตามแนวลาดเทขึ้นลงให้ผลผลิต 7,894 กิโลกรัมต่อไร่ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ดังภาพที่ 4 และ ตารางที่ 7 การปลูกสับปะรดภายใต้การทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำด้วยแถบหญ้าแฝก และการปลูกสับปะรดเป็นแถวขวางทางลาดชันมีผลทำให้ผลผลิตของสับปะรดเพิ่มขึ้นชัดเจน มีการดักกรองตะกอนดินที่ด้านหน้าของแถบหญ้าแฝกแถวล่าง การปลูกสับปะรดส่งโรงงานอุตสาหกรรมโดยใช้ระยะปลูก 30 x 50 x 90 เซนติเมตร ในพื้นที่ 1 ไร่ จะปลูกได้ 7,500 ต้น น้ำหนักผลเฉลี่ย 1.07 – 1.14 กิโลกรัม ซึ่งการปลูกสับปะรดโดยทั่วไปของจังหวัดชลบุรี 1 ไร่ จะปลูก 7,500-8,500 ต้น จะได้ผลผลิตเฉลี่ย 5,763 กิโลกรัมต่อไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555)

5. การศึกษาคุณภาพของผลผลิตสับปะรด

การศึกษาคุณภาพของสับปะรดโดยวัดค่าความหวาน พบว่า สับปะรดมีค่าความหวานอยู่ในพิสัย 9.8-13.4 บริกซ์ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งยังต่ำกว่าเกณฑ์ที่โรงงานกำหนดเท่ากับ 14 บริกซ์ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555) ส่วนสับปะรดพันธุ์ภูเก็ตที่ปลูกในจังหวัดลำปางมีน้ำหนักเฉพาะผลโดยเฉลี่ย 965.48 กรัม (550-1,400 กรัม) มีความหวาน 16.61 บริกซ์ สับปะรดพันธุ์ภูเก็ต มีความหวาน 14-21 บริกซ์ และสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียมีความหวาน 13.0-20.0 บริกซ์ (อรุณ และคณะ, 2553)

ในแปลงที่มีการปลูกหญ้าแฝกเป็นแถวตามแนวระดับไม่ตัดใบให้ผลผลิตสับปะรดมีค่าความหวานมากที่สุด 13.4 บริกซ์ การปลูกหญ้าแฝกล้อมรอบแปลงไม่ตัดใบทำให้ผลผลิตสับปะรดให้ค่าความหวาน 11.8 บริกซ์ การปลูกหญ้าแฝกเป็นแถวตามระดับตัดใบที่ระดับ 30 เซนติเมตร ทำให้ผลผลิตสับปะรดให้ค่าความหวาน 11.6 บริกซ์ การปลูกหญ้าแฝกล้อมรอบแปลงตัดใบที่ระดับ 30

เซนติเมตร ผลผลิตสับปะรดให้ค่าความหวาน 11.6 บริกซ์ การปลูกสับปะรดตามแนวระดับขวางความลาดเทผลผลิตสับปะรดให้ค่าความหวาน 11.5 บริกซ์ การปลูกสับปะรดตามแนวลาดเทขึ้นลงผลผลิตสับปะรดให้ค่าความหวาน 9.8 บริกซ์ การที่ความหวานมีค่าค่อนข้างมากอย่างชัดเจนก็เพราะมีการใช้ปุ๋ยมูลไก่ซึ่งเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่มีคุณภาพสูง โดยเฉพาะในแปลงที่มีการปลูกแถบหญ้าแฝกจะช่วยเพิ่มอินทรียวัตถุให้กับดิน การสูญเสียดินลดลง ซึ่งมีผลทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินเพิ่มขึ้น และความชื้นในแปลงจะยังคงมีมากกว่าแปลงที่ไม่ได้ทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ซึ่งมีผลทำให้ผลผลิตของสับปะรดมีคุณภาพที่ดีกว่า

ตารางที่ 7 ผลของระบบอนุรักษ์ดินและน้ำต่อผลผลิตและความหวานของสับปะรดบนดินมาบบอน จังหวัดชลบุรี

ตำรับการทดลอง	ผลผลิต	ค่าความหวาน
	กิโลกรัมต่อไร่	บริกซ์
การปลูกสับปะรดตามแนวลาดเทขึ้นลง (T1)	7,894 D	9.8 C
การปลูกสับปะรดตามแนวระดับขวางความลาดเท (T2)	8,363 BC	11.5 B
การปลูกหญ้าแฝกเป็นแถวตามระดับไม่ตัดใบ (T3)	8,138 C	13.4 A
การปลูกหญ้าแฝกเป็นแถวตามระดับและตัดใบ (T4)	8,175 BC	11.6 B
การปลูกหญ้าแฝกล้อมรอบแปลงไม่ตัดใบ (T5)	8,681 A	11.8 B
การปลูกหญ้าแฝกล้อมรอบแปลงและตัดใบ (T6)	8,400 B	11.6 B
Average	8,275	11.59
F-test	*	*
CV	1.93	2.12

หมายเหตุ

- ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT
- ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
- ** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

6. การศึกษาประสิทธิภาพของการจัดการดิน

การศึกษาประสิทธิภาพ (Efficiency) ของระบบการอนุรักษ์ดินและน้ำด้วยหญ้าแฝกที่ส่งเสริมให้การจัดการดินในแปลงปลูกสับปะรด ได้แก่ การใส่ปุ๋ย การให้น้ำ เป็นต้น เกิดประสิทธิภาพตาม

ความต้องการ ซึ่งส่งผลต่อค่าตัวแปรที่ศึกษาได้แก่ การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดิน ปริมาณตะกอนดิน ผลผลิตของสับปะรด คุณภาพของผลผลิต(ความหวาน)

ตารางที่ 8 การประเมินประสิทธิภาพของการจัดการดินภายใต้ระบบการอนุรักษ์ดินและน้ำที่ต่างกัน

ปัจจัย	ตัวแปร		ค่าเฉลี่ย	ค่าปรากฏ	หน่วยวัด	การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการจัดการดินที่ต่างกัน	
						น้อยกว่าค่าเฉลี่ย มีประสิทธิภาพลดลง	มากกว่าค่าเฉลี่ย มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น
T1		OM	0.52	0.28	%	-1	
	ความอุดมสมบูรณ์ของดิน	P	18.33	14	mg kg^{-1}	-1	
		K	41	17	mg kg^{-1}	-1	
	ปริมาณตะกอนดิน		1.02	3.08	Tons/rai	-1	
	น้ำหนักผลสับปะรด		8275	7894	Kg/rai	-1	
	ความหวาน		11.59	9.8	°Brix	-1	
T2		OM	0.52	0.4	%	-1	
	ความอุดมสมบูรณ์ของดิน	P	18.33	16	mg kg^{-1}	-1	
		K	41	34	mg kg^{-1}		+1
	ปริมาณตะกอนดิน		1.02	1.36	Tons/rai	-1	
	น้ำหนักผลสับปะรด		8275	8363	Kg/rai		+1
	ความหวาน		11.59	11.5	°Brix	-1	
T3		OM	0.52	0.62	%		+1
	ความอุดมสมบูรณ์ของดิน	P	18.33	19	mg kg^{-1}		+1
		K	41	27	mg kg^{-1}		+1
	ปริมาณตะกอนดิน		1.02	0.70	Tons/rai		+1
	น้ำหนักผลสับปะรด		8275	8138	Kg/rai	-1	
	ความหวาน		11.59	13.4	°Brix		+1
T4		OM	0.52	0.7	%		+1
	ความอุดมสมบูรณ์ของดิน	P	18.33	21	mg kg^{-1}		+1
		K	41	51	mg kg^{-1}		+1
	ปริมาณตะกอนดิน		1.02	0.29	Tons/rai		+1
	น้ำหนักผลสับปะรด		8275	8175	Kg/rai	-1	
	ความหวาน		11.59	11.6	°Brix		+1
T5		OM	0.52	0.5	%	-1	
	ความอุดมสมบูรณ์ของดิน	P	18.33	16	mg kg^{-1}		+1
		K	41	46	mg kg^{-1}		+1
	ปริมาณตะกอนดิน		1.02	9.44	Kg/rai	-1	
	น้ำหนักผลสับปะรด		8275	8681	°Brix		+1
	ความหวาน		11.59	11.8			+1

ตารางที่ 8 (ต่อ)

ปัจจัย	ตัวแปร		ค่าเฉลี่ย	ค่าแสดง	หน่วยวัด	การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการจัดการดินที่ต่างกัน	
						น้อยกว่าค่าเฉลี่ยมีประสิทธิภาพลดลง	มากกว่าค่าเฉลี่ยมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น
T6		OM	0.52	0.64	%		+1
	ความอุดมสมบูรณ์ของดิน	P	18.33	24	mg kg^{-1}		+1
		K	41	71	mg kg^{-1}		+1
	ปริมาณตะกอนดิน		1.02	0.23	Tons/rai		+1
	น้ำหนักผลสับปะรด		8275	8400	Kg/rai		+1
	ความหวาน		11.59	11.6	°Brix		+1

หมายเหตุ

- ตะกอนดินมีค่าแสดงมากกว่าค่าเฉลี่ยมีประสิทธิภาพลดลงให้เครื่องหมาย– ลบ
- ตะกอนดินมีค่าแสดงน้อยกว่าค่าเฉลี่ยมีประสิทธิภาพลดลงให้เครื่องหมาย+บวก
- ความอุดมสมบูรณ์ของดิน, ปริมาณผลผลิต, ความหวาน มีค่าแสดงน้อยกว่าค่าเฉลี่ยมีประสิทธิภาพลดลงให้เครื่องหมาย –1
- ความอุดมสมบูรณ์ของดิน, ปริมาณผลผลิต, ความหวาน ค่าแสดงมากกว่าค่าเฉลี่ยมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นให้เครื่องหมาย + 1

ตารางที่ 9 การประเมินระดับของประสิทธิภาพการจัดการดินจากการส่งเสริมของระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ

ตำรับการทดลอง	ค่าคะแนน	ระดับของประสิทธิภาพ
การปลูกสับปะรดตามแนวลาดเทขึ้นลง (T1)	-6	6
การปลูกสับปะรดตามแนวระดับขวางความลาดเท (T2)	-2	5
การปลูกหญ้าแฝกเป็นแถวตามระดับไม่ตัดใบ (T3)	+4	3
การปลูกหญ้าแฝกเป็นแถวตามระดับและตัดใบ (T4)	+5	2
การปลูกหญ้าแฝกล้อมรอบแปลงไม่ตัดใบ (T5)	+2	4
การปลูกหญ้าแฝกล้อมรอบแปลงและตัดใบ (T6)	+6	1

หมายเหตุ

- ค่าคะแนนมากที่สุดมีระดับของการส่งเสริมประสิทธิภาพสูงสุดเป็นอันดับ 1
- ค่าคะแนนน้อยที่สุดมีระดับของการส่งเสริมประสิทธิภาพเป็นอันดับสุดท้าย

โดยได้ใช้สมมุติฐานว่า ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ดีมีแนวโน้มจะทำให้การจัดการดินเกิดประสิทธิภาพส่งผลให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์เพิ่มขึ้น มีการสูญเสียดินลดลง ได้ผลผลิตมีปริมาณและคุณภาพเพิ่มขึ้น จึงได้พัฒนาเครื่องมือตารางของเพื่อใช้ศึกษาแนวโน้มของแนวทางการประเมินประสิทธิภาพของการจัดการในเบื้องต้น แสดงดังตารางที่ 8 และ 9 ตามลำดับ ซึ่งยังมีความจำเป็นที่จะต้องพัฒนาการใช้ประโยชน์ และการกำหนดค่าตัวแปรที่เลือกใช้ในโอกาสต่อไป

สรุปได้ว่า ระบบการอนุรักษ์ดินและน้ำด้วยหญ้าแฝกทั้งการปลูกแถบหญ้าแฝกที่ล้อมแปลงและการปลูกแถบหญ้าแฝกที่พื้นที่ตอนล่างของพื้นที่ลาดชัน มีแนวโน้มให้เกิดการส่งเสริมให้การจัดการดินในแปลงปลูกสับปะรดเกิดประสิทธิภาพสูงสุด คือ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการปลูกหญ้าแฝกล้อมรอบแปลงและตัดใบคลุม

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การศึกษาใช้ระบบการอนุรักษ์ดินและน้ำด้วยหญ้าแฝกทั้งการปลูกแถบหญ้าแฝกที่ล้อมแปลงและการปลูกแถบหญ้าแฝกที่พื้นที่ตอนล่างของพื้นที่ลาดชัน มีแนวโน้มให้เกิดการส่งเสริมให้การจัดการดินในแปลงปลูกสับปะรดเกิดประสิทธิภาพสุงสุด คือ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการปลูกหญ้าแฝกล้อมรอบแปลงและตัดใบคลุม มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินในชุดดินมาบบอนจากพบว่า ค่าปฏิกิริยาของดินไม่มีการเปลี่ยนแปลง แต่ปริมาณอินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมมีปริมาณเพิ่มขึ้น ระบบหญ้าแฝกโดยการปลูกหญ้าแฝกเป็นแถวตามแนวระดับโดยใช้ระยะห่างทางแนวดิ่ง 2 เมตร หรือการปลูกหญ้าแฝกเป็นแถวล้อมรอบแปลงมีส่วนช่วยให้มีการเก็บรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยที่ในการศึกษาปริมาณของตะกอนดินระหว่างเดือนสิงหาคม 2547 ถึง เมษายน 2548 พบว่าการปลูกหญ้าแฝกล้อมรอบแปลงตัดใบที่ระดับ 30 เซนติเมตร และปลูกสับปะรดเป็นแถวขวางความลาดเททำให้มีการสูญเสียดินน้อยที่สุดมีค่า 0.23 ตันต่อไร่ ส่วนการปลูกสับปะรดตามแนวลาดเทขึ้นลงซึ่งเป็นวิธีการที่เกษตรกรทั่วไปปฏิบัติโดยที่ไม่มีการปลูกหญ้าแฝกมีการสูญเสียดินมากที่สุดมีค่า 3.079 ตันต่อไร่ จึงเห็นได้ว่าการปลูกสับปะรดขวางความลาดเทช่วยรักษาดินในพื้นที่ได้ และแถบหญ้าแฝกก็จะช่วยรักษาตะกอนดินที่ไหลบ่ามากับน้ำโดยกอหญ้าแฝกจะช่วยกรองและสะสมตะกอนดินเอาไว้ นอกจากนี้จะพบว่า ในแปลงที่ปลูกหญ้าแฝกนั้น น้ำไหลบ่าในบ่อดักตะกอนดินจะมีความขุ่นน้อยกว่าแปลงที่ไม่ได้ปลูกหญ้าแฝกอย่างเห็นได้ชัดเจน การตัดใบจะช่วยทำให้หญ้าแฝกมีการแตกกอที่ดีกว่าทำให้หน่อเบียดชิดกันมากขึ้น

ผลผลิตของสับปะรดทุกตำรับทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การปลูกหญ้าแฝกล้อมรอบแปลงโดยไม่ตัดใบทำให้สับปะรดให้ผลผลิตสูงสุด 8,681 กิโลกรัมต่อไร่ กับตำรับการทดลองอื่น รองลงมาคือ การปลูกหญ้าแฝกล้อมรอบแปลงตัดใบที่ระดับ 30 เซนติเมตร ให้ผลผลิต

8,400 กิโลกรัมต่อไร่ การปลูกสับปะรดตามแนวลาดเทขึ้นลงให้ผลผลิต 7,894 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับความหวานของสับปะรดในแปลงที่มีการปลูกหญ้าแฝกเป็นแถวตามระดับไม่ตัดใบให้ผลผลิตสับปะรดมีค่าความหวานมากที่สุด 13.4 บริกซ์ การปลูกสับปะรดตามแนวลาดเทขึ้นลงผลผลิตสับปะรดให้ค่าความหวาน 9.8 บริกซ์

สามารถสรุปได้ว่าการปลูกสับปะรดภายใต้การจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำด้วยแถบหญ้าแฝกโดยการปลูกล้อมแปลง หรือปลูกเป็นแถวตามแนวระดับ พร้อมกับการปลูกสับปะรดเป็นแถวตามแนวระดับช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการจัดการดินด้านธาตุอาหารพืช ทำให้ผลผลิตของสับปะรดเพิ่มขึ้นชัดเจน มีการดักกรองตะกอนดินที่ด้านหน้าของแถบหญ้าแฝกในพื้นที่ตอนล่าง

ข้อเสนอแนะ

1. สับปะรดเป็นพืชที่ปลูกในพื้นที่ดินทราย ดินร่วนปนทราย และปัจจุบันยังมีการปลูกสับปะรดในพื้นที่ลาดชัน ซึ่งประสบปัญหาการกร่อนของดิน และการสูญเสียความอุดมสมบูรณ์ของดินได้ง่าย เกษตรกรจึงควรเลือกใช้การจัดการดินด้วยระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในการเตรียมพื้นที่ปลูกเพื่อลดการกร่อนดิน การใช้แถบหญ้าแฝกเป็นทางเลือกหนึ่งที่เกษตรกรสามารถนำไปปฏิบัติได้

2. การใช้ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำด้วยแถบพืชในพื้นที่เกษตรกรรม เกษตรกรต้องระวังและหลีกเลี่ยงการใช้สารกำจัดวัชพืชในบริเวณใกล้เคียงกับระบบอนุรักษ์ดินและน้ำด้วยแถบพืช เพราะจะทำให้พืชอนุรักษ์ตายได้

3. การศึกษาการจัดการดินด้วยระบบอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืช เป็นวิธีการที่เกษตรกรสามารถปฏิบัติเองได้ มีต้นทุนค่าใช้จ่ายต่ำ ช่วยลดความเสื่อมโทรมของดินที่เกิดจากการกร่อนของดินได้ แถบหญ้าแฝกช่วยลดการสูญเสียดิน รักษาปริมาณอินทรียวัตถุ ทำให้ทำให้ดินชื้นช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยเคมีได้ดีมากขึ้น

โครงการวิจัยย่อยที่ 2

ผลของระบบอนุรักษ์ดินและน้ำระยะยาวต่อการกร่อนดิน และการกักเก็บคาร์บอนในระบบพืชไร่

นายอาทิตย์ ศุขเกษม นางวาสนา พ่วงแพ

สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 กรมพัฒนาที่ดิน

บทคัดย่อ

ศึกษาผลของระบบอนุรักษ์ดินและน้ำระยะยาวต่อการกร่อนของดินและเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลัง ดำเนินการในปี 2554-2555 การศึกษาดำเนินการ 2 บริเวณที่เป็นดินเนื้อละเอียดที่มีความลาดชันร้อยละ 6-8 และดินเนื้อค่อนข้างหยาบที่มีความลาดชันร้อยละ 3-4 ในแปลงเกษตรกร จังหวัดนครสวรรค์ เพื่อตรวจสอบผลของระบบอนุรักษ์ดินและน้ำต่อผลผลิตมันสำปะหลัง ปริมาณการสูญเสียดิน การแจกกระจาย และการสะสมคาร์บอนอินทรีย์ ผลการศึกษา พบว่า การทำคันดินขวางความลาดชันและปลูกหญ้าแฝกบนคันดินเป็นเวลานานกว่า 10 ปี ทำให้ได้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดที่เก็บเกี่ยวในทุกตำแหน่งของความลาดชันสูงกว่าแปลงที่ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในพิสัยร้อยละ 72-101 และ 10-13 สำหรับดินเนื้อละเอียดและดินเนื้อค่อนข้างหยาบ ตามลำดับ โดยผลผลิตที่ได้พบสูงสุดในบริเวณตอนล่างของความลาดชัน ปริมาณชีวมวลส่วนเหนือดินก็ให้ผลไปในทิศทางเดียวกัน อีกทั้งยังช่วยลดปริมาณการสูญเสียดินได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยมีปริมาณการสูญเสียดินเท่ากับ 1.17 เปรียบเทียบ 5.68 ตันต่อไร่ และ 1.63 เปรียบเทียบ 4.65 ตันต่อไร่ตามลำดับ การแจกกระจายของคาร์บอนอินทรีย์ตามความลาดเทส่วนใหญ่มีความแตกต่างกันทางสถิติเปรียบเทียบระหว่างแปลงที่มีและไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในทั้งสองบริเวณ แปลงที่มีการอนุรักษ์ดินและน้ำจะมีปริมาณการสะสมคาร์บอนอินทรีย์ในชั้นดินล่างมากกว่าในชั้นดินบน ส่วนในดินเนื้อหยาบให้ผลไปในทิศทางตรงกันข้าม และโดยภาพรวมปริมาณการสะสมคาร์บอนอินทรีย์ในดินเนื้อละเอียดจะมากกว่าดินเนื้อหยาบทั้งในชั้นดินบนและชั้นดินล่าง

คำสำคัญ: แถบหญ้าแฝก , การกร่อนของดิน , ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ , มันสำปะหลัง

เลขที่ทะเบียนวิจัย : 54 55 02 11 020302 021 102 01 13

Abstract

A study was undertaken in two areas, fine-texture soil with 6-8% sloping surface and rather coarse-textures soil with 3-4% sloping surface, of farmer field in Nakhon Sawan province, to investigate the effect of soil and water conservation measure on cassava yield, soil loss, and organic carbon distribution and sequestration. Results showed that soil bund across the slope with vetiver grass planted on the top, having been operated for longer than ten years, resulted in significantly higher fresh tuber yield of cassava harvested from different position of the plot in ranges of 72-101 and 10-13% than did the plot with no soil and water conservation measure installed for fine- and rather coarse-texture soils, respectively. Aboveground biomass also gave the same trend. In addition, the conservation system significantly reduced soil loss, giving the amounts of 1.17 compared to 5.68 and 1.63 compared to 4.65 t/rai, respectively. Distribution of organic carbon along the slope was mostly statistically different when compared between the plots with and without soil and water conservation measure in both soils. In fine-textured soil, the plot with soil and water conservation had higher organic carbon sequestration in subsoil than in topsoil whereas in rather coarse-texture soil the result showed the opposite direction. In whole, the organic carbon sequestration in fine-textured soil was greater than in rather coarse-textured soil in both the topsoil and subsoil.

Keywords: soil loss, carbon sequestration, contour bund, vetiver grass, cassava

คำนำ

ประชากรของโลกเพิ่มขึ้นจาก 7 พันล้านคนในปี 2011 เป็น 9.2 พันล้านคนในปี 2050 ซึ่งมีอัตราการเพิ่มขึ้น 6 ล้านคนต่อเดือน จึงมีผลทำให้ทรัพยากรธรรมชาติได้รับแรงกดดัน การใช้เทคโนโลยีเพื่อการผลิตอาหารที่เพิ่มขึ้นเป็นเท่าตัวถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในช่วงการปฏิวัติเขียว (green revolution)ในระหว่างปี 1950-2010 (FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION, 2010) อย่างไรก็ตามความต้องการอาหารจากการเจริญเติบโตของประชากร ก็ทำให้มาตรฐานของชีวิตต้องสูงขึ้นตามและมีความจำเป็นต้องผลิตอาหารเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 70 ในช่วงปี 2010 ถึง 2050 ปัญหาอีกประการหนึ่งที่สำคัญต่อความไม่มั่นคงในการผลิตอาหารคือ การเพิ่มขึ้นของความรุนแรงและการขยายตัวของพื้นที่ดินเสื่อมโทรม สิ่งนี้เป็นความจริงเพราะว่าการเสื่อมลงของโครงสร้างดินและคุณสมบัติทางอุทกวิทยา ซึ่งมีผลจากการลดลงของคุณภาพและปริมาณของคาร์บอนอินทรีย์ในดิน(Soil

organic carbon) โดยสาเหตุจากการปฏิบัติของเกษตรกรในการทำเกษตรกรรม เช่น การเคลื่อนย้ายวัสดุอินทรีย์ออกไปจากพื้นที่ การใช้หญ้าเลี้ยงสัตว์ การใช้วัสดุอินทรีย์ทำเชื้อเพลิง (Lal and Stewart, 2012)

การทำคันตามแนวระดับ (contour bund) เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่กรมพัฒนาที่ดินพยายามส่งเสริมให้เกษตรกรใช้สำหรับการอนุรักษ์ดินและน้ำในระบบการปลูกพืชบนที่ลาดชัน วัสดุที่ใช้อาจเป็นดิน (soil bund) หรือหิน (stone bund) สร้างเพื่อชะลอการไหลบ่าของน้ำที่ผิวดิน (runoff) ช่วยลดการกร่อนดิน ระยะห่างระหว่างคันดินขึ้นอยู่กับความลาดชัน มีผลต่อประสิทธิภาพของการป้องกัน พบมีการใช้กันอย่างแพร่หลายในอัฟริกา ในภาคตะวันตกเฉียงเหนือของประเทศโซมาเลียที่การทำคันตามแนวระดับช่วยเพิ่มผลผลิตข้าวฟ่างได้ร้อยละ 80 (Malesu et al. 2007; Ouessar et al., 2012) ในเอธิโอเปีย พบว่า การทำคันตามแนวระดับด้วยหิน และดินส่งผลเชิงบวกต่อผลผลิตพืชเฉพาะในพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนน้อย (Kato et al., 2009) ซึ่งตรงกับการศึกษาก่อนหน้านี้ (Gebremedhin et al. 1999; Bekele 2005; Kassie et al., 2008) ขณะที่การใช้แถบพืช (grass strip) ทำให้ได้ผลตอบแทนจากการผลิตพืชสูงสุด ซึ่งสนับสนุนข้อมูลเชิงตัวเลขของ Shiferaw and Holden (2001)

การใช้หญ้าแฝกในระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ปัจจุบันมีการใช้ประโยชน์แพร่ขยายไปกว่า 120 ประเทศ เนื่องจากเป็นพืชที่ทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันได้ดี ช่วยลดการสูญเสียดิน และช่วยรักษาความชื้นในดิน และดูดซับสารเคมีจากพื้นที่เกษตรข้างเคียง (Greenfield, 1990) Babalola et al. (2005) ทำการศึกษาการกร่อนดินที่ไนจีเรีย ในปีแรกแถบหญ้าแฝกแนวแรกตอนบนสามารถสะสมตะกอนดินได้มากกว่าแถบหญ้าแฝกตอนล่างร้อยละ 98 การศึกษาในจังหวัดนครราชสีมา การใช้แถวหญ้าแฝก และกระถินยักษ์ร่วมในการปลูกมันสำปะหลังช่วยลดการสูญเสียดินได้ถึง 6 เท่าในปีที่ 2 ของการศึกษาเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่มีแถวพืชอนุรักษ์ที่มีการสูญเสียดินเท่ากับ 44 ตันต่อเฮกตาร์ Anusontpornperm et al. (1996) Howeler et al. (2003) สรุปว่า แถบหรือแถวหญ้าแฝกช่วยลดการสูญเสียดินได้ร้อยละ 75 และช่วยเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังได้ร้อยละ 3.2 การศึกษาในไนจีเรีย ข้าวโพดที่ปลูกเป็นพืชเดียวต่อเนื่องห้าปี การปลูกหญ้าแฝกป้องกันการกร่อนดินร่วมในระบบ ผลผลิตเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 49.1 เปรียบเทียบกับการไม่มีหญ้าแฝก (Babalola et al., 2005) และยังมีรายงานอื่นที่แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพเชิงบวกของหญ้าแฝกในระบบการปลูกพืช (Grimshaw, 1993; Xia et al., 1996; Hu et al., 1997; Levan and Truong, 2003; Oshunsanya, 2013)

มันสำปะหลัง (Manihot esculenta Crantz.) เป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของไทย เนื่องจากประเทศไทยเป็นผู้ผลิตมันสำปะหลังรายใหญ่อันดับ 4 ของโลก รองจากประเทศไนจีเรีย บราซิล และอินโดนีเซีย (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555) แม้ว่าประเทศไทยจะมีข้อมูลวิชาการในการผลิตมันสำปะหลังที่ก้าวหน้า แต่ค่าเฉลี่ยของผลผลิตของประเทศก็ยังอยู่ในเกณฑ์ต่ำ ซึ่งมันสำปะหลังส่วนใหญ่ปลูกในกลุ่มดินเนื้อหยาบที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ปริมาณอินทรียวัตถุต่ำ ความสามารถในการดูดยึดน้ำและธาตุอาหารต่ำ (Duangpatra, 1988) และปัญหาผลผลิตที่ตกต่ำซึ่งมี

สาเหตุมาจากเกษตรกรปลูกมันสำปะหลังซ้ำที่เดิมและปลูกติดต่อกันหลายปี โดยใส่ปุ๋ยที่มีเฉพาะธาตุอาหารหลัก และขาดการปรับปรุงบำรุงดิน ทำให้ดินเกิดความเสื่อมโทรม ทั้งสมบัติทางฟิสิกส์ เคมี ชีวภาพ และความอุดมสมบูรณ์ของดิน (ปิยะ, 2553) นอกจากนี้พื้นที่ปลูกมันสำปะหลังส่วนใหญ่จะขาดการจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ทำให้เกิดการกร่อนของดินและดินเสื่อมโทรม จึงส่งผลให้ผลผลิตมันสำปะหลังลดลง (สุวพันธ์, 2542; Sittibusaya et al., 1987)

ปัญหาการกร่อนดินยังส่งผลต่อการสูญเสียคาร์บอนออกไปจากระบบ ทำให้ความเสถียรของเม็ดดินลดลง และส่งเสริมให้เกิดการกร่อนดินได้ง่ายขึ้น ที่ประเทศตูนิเซีย พบว่า เม็ดดินมีความเสถียรเมื่อแห้งและต้านทานต่อการกร่อนดินโดยลม แต่ความเสถียรของเม็ดดินเมื่อเปียกต่อการกร่อนดินโดยน้ำส่วนใหญ่มีผลมาจากคุณภาพและปริมาณอินทรียวัตถุในดิน และการเพิ่มคาร์บอนอินทรีย์ในดินช่วยลดการกร่อนดินโดยน้ำได้แต่ไม่ช่วยลดการกร่อนดินโดยลม (Bouajila and Gallali, 2008) Lal and Follett (2009) กล่าวว่า คาร์บอนอินทรีย์ในดินจะเพิ่มขึ้น เมื่อมีปริมาณคาร์บอนที่เข้าสู่ระบบมากกว่าปริมาณคาร์บอนที่ออกไปจากระบบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพการใช้ที่ดิน และการจัดทำระบบอนุรักษ์ดินที่มีประสิทธิภาพ การศึกษาการกักเก็บคาร์บอนในดินเป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยประเมินปัญหาการสูญเสียคาร์บอนซึ่งเป็นผลมาจากการตัดไม้ทำลายป่า และการเปลี่ยนรูปแบบการเกษตรกรรม (Kheir, 2010) โดยทั่วไปในสภาพป่าธรรมชาติมักมีปริมาณคาร์บอนสะสมอยู่สูงเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่เกษตร (Anusontpornperm et al., 2009) โดยแนวโน้มการเก็บสะสมคาร์บอนในระบบวนเกษตรมีสูงกว่าในทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์และในพืชไร่ (Sanchez, 2000; Roshetko et al., 2002; Sharrow and Ismail, 2004; Kirby and Potvin, 2007) เนื่องจาก ไม้ยืนต้นจะช่วยทำให้การเก็บสะสมเพิ่มขึ้นทั้งในส่วนเหนือดินและที่อยู่ใต้ดิน (Haile et al., 2008; Nair et al., 2009) การเคลื่อนย้าย และการทับถมของดินที่ใช้ทำการเกษตรทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงวัฏจักรของธาตุอาหาร และคาร์บอน (Quinton et al., 2010) ถึงแม้ว่าผลกระทบโดยรวมของการกร่อนดิน และการทับถมในวัฏจักรของคาร์บอนยังเป็นที่ถกเถียงกัน (Quine and Van Oost, 2007) ในบริเวณที่ถูกกร่อน การเคลื่อนย้ายทางกายภาพทำให้คาร์บอนอินทรีย์ในแหล่งเก็บสะสมคาร์บอนลดลง แต่ก็อาจมีการชดเชยจากคาร์บอนที่เคลื่อนย้ายเข้ามา (Kirkels et al., 2014) นอกจากนี้เมื่อพิจารณาที่ความลึกเดียวกัน คาร์บอนอินทรีย์ในดินที่ถูกนำออกไปจะถูกแทนที่ด้วยส่วนที่มีความคงทนความจากแหล่งสะสมในดินล่างตามแนวดิ่งโดยกระบวนการหายใจ และการตรึง ปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันที่มีความซับซ้อนทั้งหมดนี้ทำให้เกิดข้อโต้แย้งว่า การกร่อนดินจะมีผลต่อแหล่งคาร์บอนทั้งหมด (net carbon source) (Lal, 2004) หรือคาร์บอนซิงค์ (carbon sink) (Van Oost et al., 2005) สำหรับในประเทศไทยยังไม่มีการศึกษาผลของระบบอนุรักษ์ดินและน้ำระยะยาวต่อการกร่อนดิน และการกักเก็บคาร์บอนมากนัก

ซึ่งการศึกษาวิจัยนี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการจัดการระบบอนุรักษ์ดินและน้ำระหว่างพื้นที่ที่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำซึ่งดำเนินการมายาวนานกว่า 10 ปี กับพื้นที่ข้างเคียงที่ไม่มีระบบ

อนุรักษ์ดินและน้ำ เพื่อศึกษาผลของระบบอนุรักษ์ดินและน้ำต่อ การป้องกันการกร่อนของดินการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ที่ดิน จะเป็นแนวทางในการจัดการระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในระบบการปลูกมันสำปะหลังได้ต่อไป

วัตถุประสงค์

1) ศึกษาผลของระบบอนุรักษ์ดินและน้ำต่อการป้องกันการกร่อนดินและผลผลิตของมันสำปะหลังเปรียบเทียบระหว่างตำแหน่งที่มีระยะห่างจากคันดินเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำที่แตกต่างกัน

2) ผลต่อการแจกกระจาย และการสะสมคาร์บอนเปรียบเทียบระหว่างการมีและไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำระยะยาว

วิธีดำเนินการ

1. การคัดเลือกพื้นที่

พื้นที่ศึกษาเป็นแปลงเกษตรกรปลูกมันสำปะหลังจำนวน 2 บริเวณ ซึ่งมีเนื้อดินแตกต่างกันในจังหวัดนครสวรรค์ ได้แก่ บริเวณที่ 1 พื้นที่เป็นดินเนื้อละเอียดตั้งอยู่ที่บ้านพุลำไย ต.ลำพยนต์ อ.ตากฟ้า พื้นที่มีความลาดชันร้อยละ 6-8 และบริเวณที่ 2 พื้นที่เป็นดินเนื้อค่อนข้างหยาบตั้งอยู่ที่บ้านพุฝรั่ง ต.วังข่อย อ.ไพศาลี พื้นที่มีความลาดชันร้อยละ 3-4 แต่ละบริเวณ ประกอบด้วย แปลงที่ไม่มีระบบการอนุรักษ์ดิน (Control) และแปลงที่มีระบบ (SWC) ซึ่งดำเนินการมานานกว่า 10 ปี โดยการทำคันดินร่วมกับแถบหญ้าแฝกที่ปลูกบนสันของคันดิน ระยะห่างระหว่างคันดินเท่ากับ 25 เมตร เกษตรกรทั้งสองพื้นที่ปลูกพืชไร่เป็นหลัก

การศึกษาลักษณะของชุดดิน โดยทำการขุดหลุมหน้าตัดดินขนาดกว้าง 1.5 เมตร ยาว 2 เมตร ลึก 2 เมตรในแปลงทดลอง ทำการตกแต่งหน้าตัดดิน ให้สามารถมองเห็นสัณฐานวิทยาของดินได้ชัดเจนแบ่งชั้นดินตามชั้นกำเนิดดิน(genetic horizon) ตรวจสอบสมบัติดินในแต่ละชั้น เก็บตัวอย่างดินตามวิธีมาตรฐาน (เอิบ, 2547; Soil Survey Division Staff, 1993) นำมาวิเคราะห์สมบัติทางฟิสิกส์และเคมี เพื่อใช้เป็นข้อมูลตัวแทนดิน ดังภาพผนวกที่ 9 และ 10

2. การวางแผนการทดลอง

ในแต่ละบริเวณจัดทำแปลงทดลองที่มีขนาด 100 x 260 เมตร จำนวน 2 แปลงทดลอง สำหรับการปลูกมันสำปะหลังเพื่อทำการเปรียบเทียบถึงผลของการอนุรักษ์ดินต่อปริมาณการสูญเสียดิน

ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน และผลผลิตมันสำปะหลัง โดยมีรูปแบบของการอนุรักษ์ดินแตกต่างกัน 2 วิธีการ มีรายละเอียด ดังนี้

บริเวณที่มีเนื้อดินละเอียด (Fine- textured soil: FS)

T1 เป็นแปลงเกษตรกรที่ไม่มีระบบการอนุรักษ์ดิน (Control) เป็น Pedon 1 ซึ่งเป็นพื้นที่ของเกษตรกรข้างเคียงกับแปลงที่มีเนื้อดินละเอียดและมีระบบอนุรักษ์ดิน (T2) รวมทั้งมีสภาพพื้นที่ การใช้ประโยชน์ที่ดิน และสมบัติดินโดยภาพรวมคล้ายคลึงกัน นอกจากนี้พบร่องรอยของการกร่อนดิน และหินโผล่ในพื้นที่ ทำการปลูกมันสำปะหลังตามแบบปฏิบัติเหมือนทั่วไป

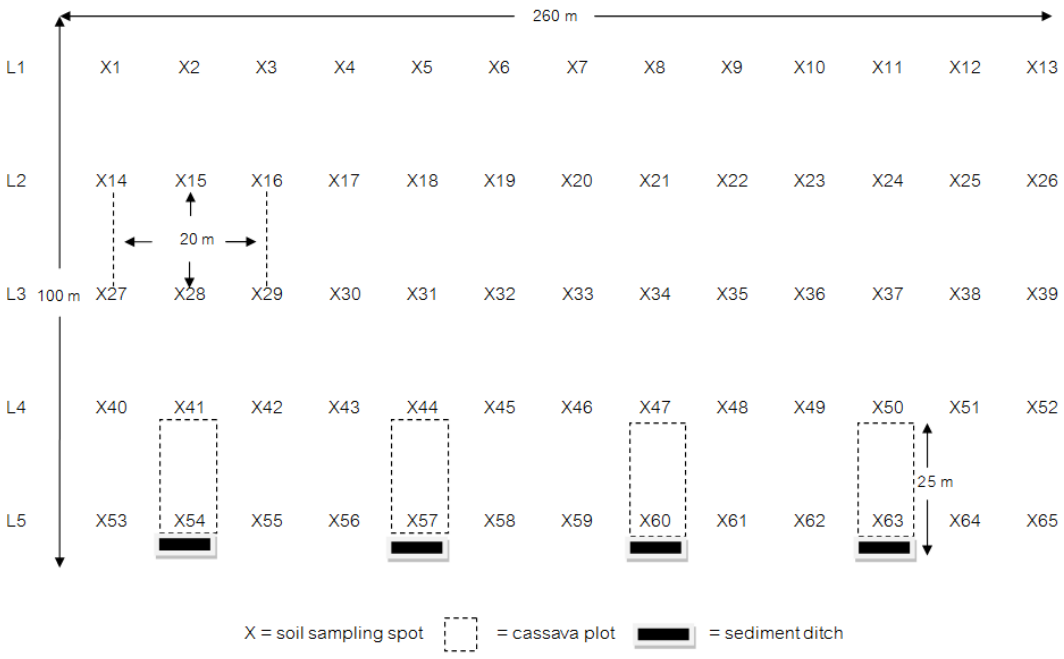
T2 เป็นแปลงของเกษตรกรที่มีระบบอนุรักษ์ดิน (soil and water conservation practice: SWC) เป็น Pedon 2 โดยมี สร้างคันดินฐานกว้าง 3 เมตร ตามแนวระดับ ระยะห่างทางแนวดิ่ง 3 เมตร และปลูกหญ้าแฝกบนคันดิน โดยเริ่มดำเนินการตั้งแต่ปี 2542 ถึงปี 2554 เป็นเวลานานกว่า 10 ปี พื้นที่มีลาดชันร้อยละ 5-8 โดยใช้กล้าหญ้าแฝกปลูกตามแนวระดับเป็นแถวระยะห่าง 10 เซนติเมตร แถบหญ้าแฝกที่มีอายุ 12 ปี

บริเวณที่มีเนื้อดินหยาบ (Coarse- textured soil: FS)

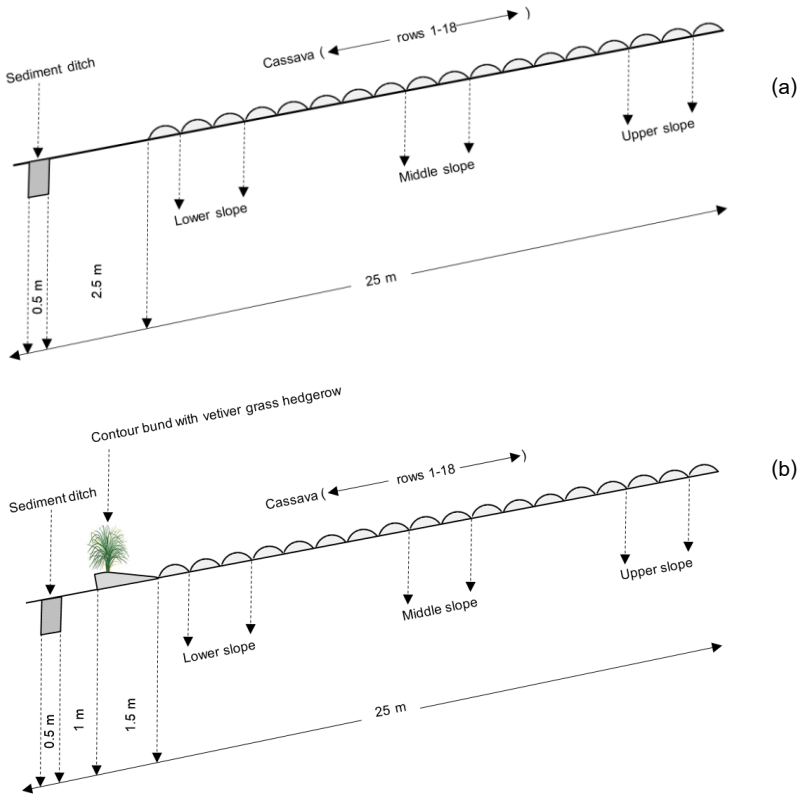
T1 เป็นแปลงเกษตรกรที่ไม่มีระบบการอนุรักษ์ดิน (Control) เป็น Pedon 3 ซึ่งเป็นพื้นที่ของเกษตรกรข้างเคียงกับแปลงที่มีเนื้อดินหยาบและมีระบบอนุรักษ์ดิน (T2) รวมทั้งมีสภาพพื้นที่ การใช้ประโยชน์ที่ดิน และสมบัติดินโดยภาพรวมคล้ายคลึงกัน นอกจากนี้พบร่องรอยของการกร่อนดิน และหินโผล่ในพื้นที่

T2 เป็นแปลงของเกษตรกรที่มีระบบอนุรักษ์ดิน (soil and water conservation practice: SWC) เป็น Pedon 4 โดยมีการทำคันดินร่วมกับแถบหญ้าแฝก โดยพื้นที่มีลาดชันร้อยละ 5-8 สร้างคันดินฐานกว้าง 3 เมตร ตามแนวระดับ ระยะห่างทางแนวดิ่ง 3 เมตร และปลูกหญ้าแฝกบนคันดิน โดยใช้กล้าหญ้าแฝกปลูกตามแนวระดับเป็นแถวระยะห่าง 10 เซนติเมตร โดยเริ่มดำเนินการในปี 2544 ถึงปี 2554 เป็นระยะเวลา 10 ปี

ในแต่ละแปลงทดลอง (T1 และ T2) ของแต่ละบริเวณ (เนื้อดินละเอียด และเนื้อดินหยาบ) ได้จัดทำแปลงทดลองย่อยที่มีขนาด 5×20 เมตร จำนวน 4 แปลง ซึ่งมีระยะห่างระหว่างแปลงย่อยเท่ากับ 30 เมตร เพื่อทำการปลูกมันสำปะหลัง (ภาพที่ 5) โดยบริเวณด้านล่างของแปลงทดลองได้จัดทำบ่อดักตะกอนดิน โดยทำการขุดแต่งดินบริเวณขอบแปลงขนาดกว้าง 30 เซนติเมตร สูง 35 เซนติเมตร และใช้ผ้าพลาสติกสีดำคลุมดินที่ยกขอบไว้สูง 45 เซนติเมตร ไว้เป็นคันขอบแปลง ส่วนด้านตอนล่างของแปลงทำการขุดดินเป็นร่องมีขนาดกว้าง 50 เซนติเมตร ลึก 50 เซนติเมตร ยาว 5 เมตร และปูผ้าพลาสติกสีดำเพื่อเก็บตะกอนดิน



ภาพที่ 5 แผนผังของแปลงทดลอง และจุดเก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์



ภาพที่ 6 ภาพตัดขวางของการแปลงศึกษาตะกอนดิน (a) ไม่มีระบบ (b) มีระบบคันดินและหญ้าแฝก, และแถวปลูกมันสำปะหลัง

3.การเก็บตัวอย่างดินในแปลงทดลอง

3.1 การศึกษาลักษณะดิน ในพื้นที่ทดลอง

การจัดทำ Site characterization ของดินในพื้นที่ทดลองในแต่ละวิธีการของการอนุรักษ์ดินรวม 4 บริเวณ ประกอบด้วยพีดอน 1 และ 2 ซึ่งอยู่ในบริเวณของดินเนื้อละเอียดที่มีการอนุรักษ์ดินโดยการทำคันดินร่วมกับการปลูกแฝกบนคันดินและที่ไม่มีการอนุรักษ์ดินตามลำดับ พีดอน 3 และ 4 ซึ่งอยู่ในบริเวณของดินเนื้อหยาบที่มีการอนุรักษ์ดินโดยการทำคันดินร่วมกับการปลูกแฝกบนคันดินและที่ไม่มีการอนุรักษ์ดินตามลำดับ โดยจัดทำหลุมหน้าตัดดินขนาดกว้าง 1.5 เมตร ยาว 2 เมตร ลึก 2 เมตร ตกแต่งหน้าตัดดินให้สามารถมองเห็นสัณฐานวิทยาของดินได้ชัดเจนแบ่งชั้นดินตามชั้นกำเนิดดิน (genetic horizon) ทำคำบรรยายหน้าตัดดินและสภาพแวดล้อมทั่วไปของพื้นที่ และทำการเก็บตัวอย่างดินตามวิธีมาตรฐาน (เอิบ, 2548; Soil Survey Division Staff, 1993) ประกอบด้วย

1) ตัวอย่างดินที่ถูกรบกวน (disturbed soil samples) โดยเก็บตัวอย่างดินทุกชั้นดินตามชั้นกำเนิดดิน (genetic horizon) ที่ได้แบ่งไว้ตลอดหน้าตัดดิน ชั้นละ 1 ตัวอย่าง ตัวอย่าง ๆ ละ 2 กิโลกรัม

2) ตัวอย่างดินที่ไม่ถูกรบกวน (Undisturbed soil samples) เลือกเก็บเฉพาะชั้นที่ต้องการนำมาศึกษาข้อมูลบางส่วนของสมบัติทางฟิสิกส์ โดยใช้กระบอกเก็บตัวอย่าง (core sampling)

จากนั้นนำตัวอย่างดินไปวิเคราะห์สมบัติทางฟิสิกส์และเคมี เพื่อใช้เป็นข้อมูลตัวแทนดินและทำการจำแนกดินให้ได้ชื่อดินในระดับกลุ่มดินย่อย (subgroup) (Soil Survey Staff, 2010) สำหรับใช้ในการอ้างอิงและเพื่อวัตถุประสงค์ในการถ่ายทอดเทคโนโลยี

3.2 ปริมาณตะกอนที่สูญเสียไปกับน้ำไหลบ่า

ทำการเก็บตะกอนดินที่มากับน้ำไหลบ่าผิวดิน ทำการชั่งน้ำหนักตะกอนดินในบ่อดักตะกอนที่อยู่ด้านล่างของแปลงทดลอง เป็นระยะเวลา 1 ปี จากนั้นนำตะกอนดินที่ได้ไปวิเคราะห์สมบัติดินและธาตุอาหารพืชในห้องปฏิบัติการต่อไป

4. การปลูกมันสำปะหลังและการดูแลรักษา

ในส่วนของแปลงที่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ แต่ละแปลงจะมีคันดิน ที่มีหญ้าแฝกปลูกอยู่บนคัน ขวางความลาดชัน ระยะห่างระหว่างคันดินแต่ละคันจะเท่ากับ 20 เมตร แปลงทดลองที่ใช้ปลูกมันสำปะหลังจะอยู่ติดกับคันดิน โดยมีการเว้นระยะห่างระหว่างแปลงกับคันดินด้านบน และด้านล่างเท่ากัน หลังจากกำหนดตำแหน่งของแปลงทดลองเป็นที่เรียบร้อยแล้ว การเตรียมดิน เริ่มจากการไถพลิกดินด้วยไถจานผาล 3 ตากดินประมาณ 2 อาทิตย์ ทำการยกร่องขวางความลาดเทโดยใช้ระยะห่าง

ระหว่างร่องเท่ากับ 120 เซนติเมตร ทำการปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 5 บนสันร่อง โดยใช้ระยะปลูกระหว่างต้นเท่ากับ 80 เซนติเมตร

การใส่ปุ๋ย ใช้ปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 ในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่โดยใส่ครั้งเดียว หลังจากปลูกมันสำปะหลัง 2 เดือน เมื่อดินมีความชื้นเพียงพอ โดยขุดหลุมทั้งสองด้านของต้นมันสำปะหลังใส่ปุ๋ยและกลบ

การดูแลรักษาและการกำจัดวัชพืช ก่อนปลูกชุบท่อนพันธุ์มันสำปะหลังในสารเคมีป้องกันเพลี้ยแป้ง และฉีดยาคุมกำจัดเพลี้ยแป้งเมื่อมันสำปะหลังอายุได้ 4 เดือน สำหรับการกำจัดวัชพืชทำการฉีดยาคุมวัชพืชภายใน 3 วัน

5.การเก็บข้อมูลมันสำปะหลัง

ทำการเก็บข้อมูลมันสำปะหลังเพื่อศึกษาเปรียบเทียบองค์ประกอบผลผลิตมันสำปะหลังในแต่ละตำแหน่งบนความลาดเทที่เป็นผลมาจากรูปแบบการอนุรักษ์ดินที่แตกต่างกัน โดยในแปลงทดลองย่อยที่ทำการปลูกมันสำปะหลัง จำนวน 15 แถวต่อ 1 แปลงย่อย การเก็บเกี่ยวจะแบ่งพื้นที่ออกตามความลาดเทจากด้านบนของความลาดเทถึงด้านล่างของความลาดเทออกเป็น 3 ส่วน ส่วนละ 5 แถว ได้แก่ ตอนบนของความลาดเท (Top) ถัดลงมาเป็นตอนกลางของความลาดเท (Middle) และตอนล่างของความลาดเท (Lower) พื้นที่เก็บเกี่ยวในแต่ละแปลงย่อยเท่ากับ 5 x 20 เมตร หรือเท่ากับ 100 ตารางเมตร

ทำการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังที่อายุครบ 10 เดือนโดยข้อมูลที่ทำการบันทึกประกอบด้วย

5.1. ชีวมวลมันสำปะหลังส่วนเหนือดิน ได้แก่ ต้น เหง้า กิ่งก้านและใบ โดยการชั่งน้ำหนักสด

5.2. จำนวนหัวมันสำปะหลังต่อต้น ทำการสุ่มนับหัวมันสำปะหลังในแต่ละต้น จำนวน 10 ต้น เพื่อนำมาคำนวณเป็นค่าเฉลี่ย โดยหัวมันสำปะหลังเป็นหัวที่สมบูรณ์ ไม่ฝ่อหรือเน่าเสีย และมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 2 เซนติเมตร ขึ้นไป

5.3. น้ำหนักหัวมันสำปะหลังสด ทำการชั่งน้ำหนักหัวมันสำปะหลังสดต่อต้นในแต่ละแปลงย่อย เพื่อนำมาคิดคำนวณเป็นผลผลิตต่อไร่

5.4. ผลผลิตแป้ง การวัดค่าร้อยละการสะสมแป้ง ทำการสุ่มหัวมันสำปะหลังสดในแต่ละแปลงย่อย มาสับเป็นท่อน โดยคัดเอาส่วนหัวและท้ายออก นำหัวมันสำปะหลังที่สับแล้วไปวัดปริมาณแป้งด้วยเครื่อง Reimann scale โดยชั่งหัวมันสำปะหลังดังกล่าวในอากาศให้ได้น้ำหนักประมาณ 5 กิโลกรัม แล้วนำหัวมันสำปะหลังส่วนนี้มาชั่งในน้ำ อ่านค่าปริมาณแป้งในหัวมันสำปะหลังสดจากมาตราวัด เลขที่อ่านได้เป็นร้อยละการสะสมแป้งในหัวมันสำปะหลังสดและคำนวณผลผลิตแป้ง

5.5. ความยาวเฉลี่ยของลำต้นมันสำปะหลัง ทำการสุ่มวัดความยาวของลำต้นในแต่ละต้นจำนวน 10 ต้น จากนั้นนำมาคำนวณเป็นค่าเฉลี่ย

5.6. ความสูงของต้นมันสำปะหลัง ทำการสุ่มวัดความสูงของต้นมันสำปะหลังที่ระยะที่เก็บเกี่ยว จำนวน 10 ต้น จากนั้นนำมาคำนวณเป็นค่าเฉลี่ย

6. การวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

6.1 การเตรียมตัวอย่างดิน

6.1.1 นำตัวอย่างดินที่ถูกรบกวนมาผึ่งให้แห้งในที่ร่ม นำมาบดด้วยโกร่งบดดินและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร แยกก้อนกรวด เศษหินและแร่ และเศษซากพืชออก ซึ่งจะนำไปใช้ในการวิเคราะห์สมบัติทาง ฟิสิกส์ และทางเคมีของดิน

6.1.2 นำตัวอย่างดินที่ไม่ถูกรบกวนในกระบอกเก็บตัวอย่างมาศึกษาความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk density) และวิเคราะห์สภาพนำน้ำของดินขณะดินอิ่มตัว (Saturated hydraulic conductivity)

6.2 การวิเคราะห์สมบัติทางฟิสิกส์ของดิน

6.2.1 การกระจายขนาดของอนุภาคดิน (soil particle size distribution) โดยวิธีปิเปตต์ (pipette method) (Kilmer and Alexander, 1949; Day, 1965) ผลที่ได้จากการวิเคราะห์นำมาแจกแจงประเภทของเนื้อดิน (soil textural class) โดยการเปรียบเทียบกับชั้นเนื้อดินตามเกณฑ์ของกระทรวงเกษตรสหรัฐอเมริกา (USDA textural class) (Soil Survey Division Staff, 1993)

6.2.2 ความหนาแน่นรวมของดิน (bulk density) โดยวิธีใช้กระบอกเก็บตัวอย่างดินที่ไม่ทำลายโครงสร้าง (core method) (Blake and Hartge, 1986)

6.2.3 สภาพนำน้ำของดินขณะอิ่มตัว (saturated hydraulic conductivity) โดยใช้พลังงานขับน้ำผันแปร (variable head method) (Klute, 1965)

6.3 การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน

6.3.1 พีเอชดิน (Soil pH) โดยใช้เครื่องมือวัดพีเอชดิน (pH meter) วัดที่อัตราส่วนดินต่อน้ำและดินต่อสารละลาย 1M KCl เท่ากับ 1:1 (National Soil Survey Center, 1996)

6.3.2 คาร์บอนอินทรีย์ (Organic carbon) โดยวิธี Walkley and Black titration (Walkley and Black, 1934; Nelson and Sommers, 1996) จากนั้นนำไปคำนวณหาปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (organic matter) โดยใช้สูตรดังนี้

$$\text{Organic matter} = \text{Organic carbon} \times 1.724$$

6.3.3 ไนโตรเจนรวม (Total nitrogen) โดยวิธี Micro-Kjeldahl method (Bremner, 1996)

6.3.4 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available phosphorus) โดยวิธี Bray II (Bray and Kurzt, 1945) แล้ววัดปริมาณฟอสฟอรัสด้วยเครื่อง UV-Vis spectrophotometer

6.3.5 โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Available potassium) โดยวิธีการสกัดด้วยสารละลาย 1M NH_4OAc ที่เป็นกลาง (pH 7) (Pratt, 1965) แล้ววัดปริมาณโพแทสเซียมด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer

6.3.6 สภาพกรดที่สกัดได้ (Extractable acidity) โดยวิธี barium chloride-triethanolamine ที่ pH 8.2 (Thomas, 1996)

6.3.7 เบสที่สกัดได้ (Extractable bases) ประกอบด้วย แคลเซียม โซเดียม แมกนีเซียม และโพแทสเซียม โดยวิธีการสกัดด้วยสารละลาย 1M NH_4OAc ที่เป็นกลาง (pH 7) (Thomas, 1996) แล้ววัดปริมาณเบสด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer

6.3.8 ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (Cation Exchange Capacity: CEC) โดยการชะละลายแคตไอออนด้วยสารละลาย 1M NH_4OAc ที่เป็นกลาง (pH 7) และแทนที่แอมโมเนียมไอออนด้วยสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 10 % ในสภาพที่เป็นกรด กลั่นหาแอมโมเนียมไอออน แล้วคำนวณหาค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดิน (Chapman, 1965)

6.3.9 อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบส (Base saturation percentage: %BS) คำนวณจากค่าของปริมาณเบสรวมที่สกัดได้ทั้งหมด และค่าสภาพกรดที่สกัดได้ (Thomas, 1982; National Soil Survey Center, 1996) จากสูตร

$$\text{Base saturation percentage} = \frac{\text{Sum bases}}{\text{Sum bases + Extractable acidity}} \times 100$$

6.3.10 ปริมาณการสะสมคาร์บอนอินทรีย์ (C_{or} stock)

การศึกษาประสิทธิภาพการกักเก็บคาร์บอนอินทรีย์ซึ่งเป็นตัวแปรที่บ่งชี้ความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยการใช้สมการการคำนวณหาปริมาณคาร์บอนอินทรีย์มีหน่วยเป็นเมกะกรัมต่อเฮกตาร์ซึ่งเท่ากับความสัมพันธ์ของปริมาณคาร์บอนอินทรีย์มีหน่วยเป็นกรัมต่อกิโลกรัม กับความหนาแน่นของดินมีหน่วยเป็นเมกกะกรัมต่อลูกบาศก์เมตร กับความหนาของดินมีหน่วยเป็นเมตร และค่าร้อยละของปัจจัยองค์ประกอบที่เป็นกรวดและหินในชั้นดิน ตามสมการดังนี้

C_{or} stock (Mg/ha) = Cconc. *BD * T*CFcoarse (Singh B.R., et al. 2010)

Cconc = carbon concentration (g/100g)

BD = bulk density (Mg/m3)

T = depth thickness (m)

CFcoarse correction factor = (1- (Gravel % +Stone %) /100)

7. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T test เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ ปริมาณไนโตรเจนรวม ปริมาณการสูญเสียดิน และองค์ประกอบผลผลิตของมันสำปะหลังระหว่างระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในระยะยาวกับการไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในดินที่มีเนื้อดินแตกต่างกัน โดยใช้โปรแกรม SPSS

ผลและวิจารณ์

1. ลักษณะดินตัวแทนพื้นที่ทดลอง

แปลงเกษตรกรบ้านพุลำไย ตำบลลำพยนต์ อำเภอตากฟ้า ซึ่งเป็นดินเนื้อละเอียด มีเนื้อดินเป็นดินเหนียวถึงเป็นดินเหนียวปนทรายแป้งในดินบน จำแนกดินในระดับกลุ่มดินย่อยได้เป็น Typic Calciustoll (T1: ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ) ดินบนมีความอุดมสมบูรณ์สูง ส่วนดินล่างมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง และ Typic Haplustoll (T2: มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ) มีเนื้อดินเป็นดินเหนียวปนทรายแป้งในดินบน ทั้งดินบนและดินล่างมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง และแปลงบ้านพุฝรั่ง ตำบลวังข่อย อำเภอไพศาลี ซึ่งเป็นดินเนื้อค่อนข้างหยาบ ทั้งสองแปลงที่ไม่มีและมีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำจำแนกในระดับกลุ่มดินย่อยได้เป็น Typic Haplustalfs ทั้งสองดินมีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายในดินบน โดยทั้งดินบนและดินล่างของทั้งสองดินมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง (**ตารางที่ 10**) และข้อมูลในตารางผนวกที่ 3 4

ตารางที่ 10 ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินในพื้นที่ศึกษา

Plot	Depth (cm)	OM (g/kg)	Avail. P (mg/kg)	Avail. K (mg/kg)	CEC ($cmol_c$/kg)	BS (%)	Total score	Fertility level
Ban Phu Lumyai								
T1 (NSWC)	0-20/34	27.86 (2)	66.58 (3)	274.35 (3)	50.25 (3)	87 (3)	14	High
	34-51/110	17.20 (2)	5.14 (1)	52.13 (1)	30.63 (3)	88 (3)	10	Moderate
T2 (SWC)	0-17/32	28.89 (2)	6.65 (1)	36.10 (1)	44.5 (3)	64 (2)	9	Moderate
	32-50/185	15.18 (2)	0.66 (1)	59.39 (1)	46.86 (3)	62 (2)	9	Moderate
Ban Phu Farang								
T1 (NSWC)	0-12	10.66 (1)	2.34 (1)	117.47 (3)	6.25 (1)	63 (2)	8	Moderate
	12-110	5.68 (1)	1.63 (1)	177.23 (3)	8.94 (1)	52 (2)	8	Moderate
T2 (SWC)	0-10/15	8.26 (1)	3.64 (1)	66.57 (2)	12.00 (2)	70 (2)	8	Moderate
	15-120	6.40 (1)	2.2 (1)	85.52 (2)	10.45 (2)	53 (2)	8	Moderate

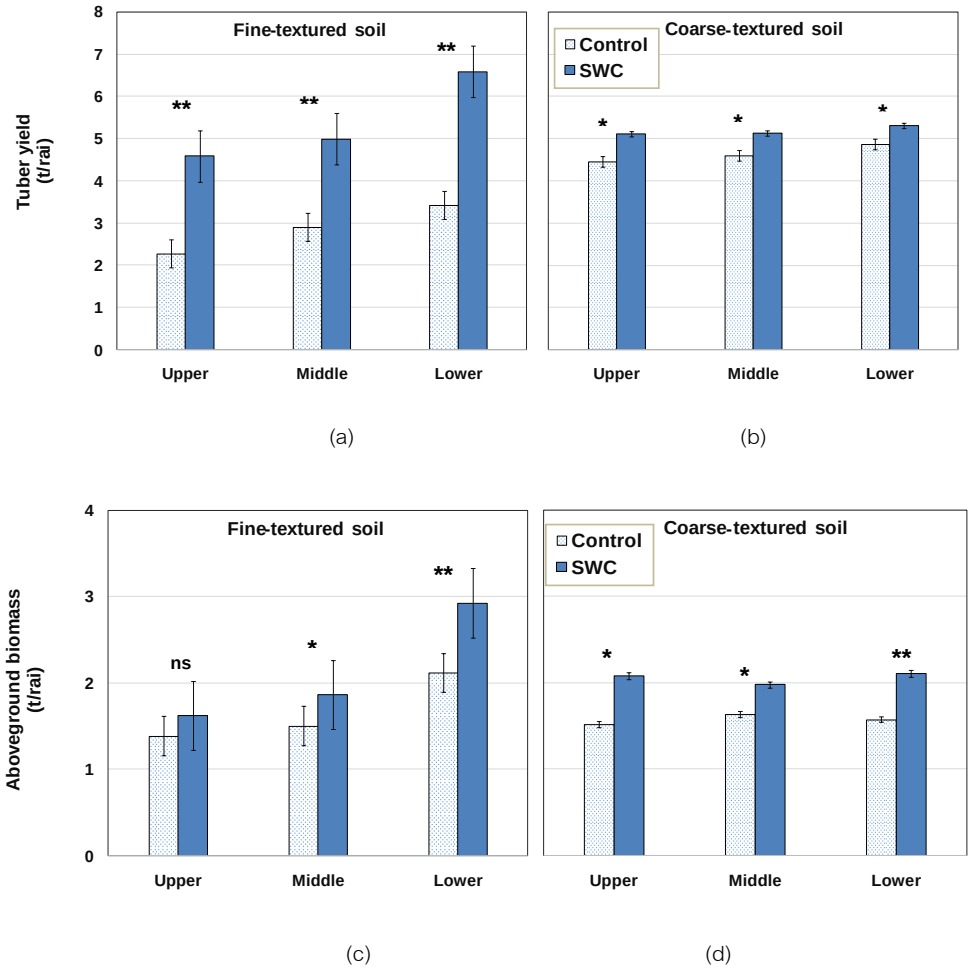
Score for each soil property: (1) = low, (2) = moderate, (3) = high

Total score: 7 or lower = low fertility, 8-12 = moderate fertility, 13 or greater = high fertility

2. ผลของระบบอนุรักษ์ดินและน้ำต่อมันสำปะหลัง

การอนุรักษ์ดินระยะยาวโดยการทำคันดินและปลูกหญ้าแฝกบนคันดินสามารถเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังได้อย่างชัดเจนทั้งในกรณีของดินเนื้อละเอียด และดินเนื้อค่อนข้างหยาบ โดยการทำคันดินและปลูกหญ้าแฝกบนคันดินเป็นระยะเวลานานกว่า 10 ปีให้ผลผลิตมันสำปะหลังมีสูงกว่าแปลงควบคุมที่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติในทุกตำแหน่งของความลาดเท สำหรับในกรณีของแปลงดินเหนียวผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดมีปริมาณอยู่ในพิสัย 4.59-6.59 เปรียบเทียบกับ 2.28-3.43 ตันต่อไร่ตามลำดับ (ภาพที่ 7a) เช่นเดียวกับในกรณีของดินเนื้อค่อนข้างหยาบโดยให้ผลผลิตอยู่ในพิสัย 5.13-5.30 เปรียบเทียบกับ 4.45-4.87 ตันต่อไร่ (ภาพที่ 7b) สำหรับพื้นที่ที่มีระบบการอนุรักษ์ดินและน้ำกับพื้นที่ที่ใช้ประโยชน์โดยไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำตามลำดับ โดยภาพรวม รูปแบบการอนุรักษ์ดินและน้ำทำให้ได้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดสูงกว่าอยู่ในพิสัยร้อยละ 72-101 และ 10-13 เมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกมันสำปะหลังในพื้นที่ที่ไม่มีระบบการอนุรักษ์ดินและน้ำสำหรับดินเนื้อละเอียดและดินเนื้อค่อนข้างหยาบตามลำดับ โดยการทำคันดินร่วมกับการปลูกหญ้าแฝกในดินเหนียวมีประสิทธิภาพสูงว่าในดินทรายเมื่อพิจารณาความต่างของปริมาณผลผลิตที่ได้รับ

ชีวมวลส่วนเหนือดินของมันสำปะหลัง ประกอบด้วยผลรวมของกิ่งก้านและใบ ลำต้น และเหง้า ในดินเนื้อละเอียด การอนุรักษ์ดินและน้ำโดยการทำคันดินและปลูกหญ้าแฝกบนคันดินระยะยาวมีผลทำให้ได้ชีวมวลส่วนเหนือดินที่ตำแหน่งตอนกลาง และตอนล่างสูงกว่าแปลงที่ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (1.87 เปรียบเทียบกับ 1.51 ตัน/ไร่) และนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (2.93 เปรียบเทียบกับ 2.12 ตัน/ไร่) (ภาพที่ 7c) ในดินเนื้อค่อนข้างหยาบ ปริมาณชีวมวลส่วนเหนือดินของมันสำปะหลังที่ได้จากแปลงที่ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำมีปริมาณสูงกว่าที่ได้จากแปลงที่เป็นดินเนื้อค่อนข้างหยาบ ที่ตำแหน่งบนสุด และตำแหน่งกลางของแปลง ชีวมวลส่วนเหนือดินจากแปลงที่มีคันดินและปลูกหญ้าแฝกมีปริมาณเท่ากับ 2.08 และ 1.98 ตัน/ไร่ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าที่ตำแหน่งเดียวกันของแปลงที่ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ (1.52 และ 1.64 ตัน/ไร่ตามลำดับ) ส่วนตำแหน่งล่างสุด แปลงที่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำได้เท่ากับ 2.11 ตัน/ไร่ซึ่งสูงกว่าอีกแปลงหนึ่ง (1.58 ตัน/ไร่) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ภาพที่ 7d) เป็นที่น่าสังเกตว่า ในดินเนื้อละเอียดทั้งสองแปลงที่มีการเปรียบเทียบกัน ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสด และปริมาณชีวมวลส่วนเหนือดินจะเพิ่มขึ้นตามตำแหน่งตามความลาดชันที่ต่ำลง แต่ในดินเนื้อค่อนข้างหยาบไม่ค่อยแตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่าตะกอนที่ไหลลงมาสะสมบริเวณที่อยู่ต่ำกว่าในดินเหนียวจะมีความอุดมสมบูรณ์มากกว่าในดินเนื้อหยาบ แสดงดังภาพผนวกที่ 6



Mean separations between two treatments (control vs SWC) were compared by using T-test; *, ** significant at 0.05 and 0.01 probability levels; ns mom significant; Bar is indicated by mean; Line with cap is indicated by SD

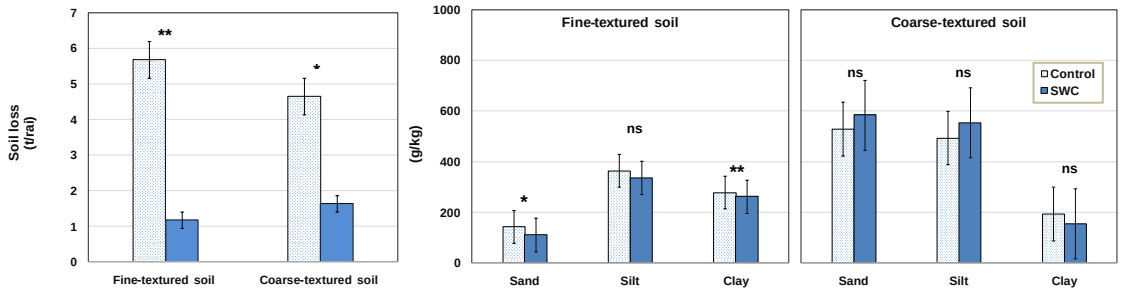
ภาพที่ 7 น้ำหนักหัวมันสด (a, b) และมวลชีวภาพ (c, d) ของมันสำปะหลังที่เก็บจากพื้นที่ตอนบน ตอนกลาง และตอนล่างของพื้นที่ลาดชัน

3. ผลของระบบอนุรักษ์ดินและน้ำต่อการสูญเสียดินและธาตุอาหารพืช

ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำระยะยาวที่มีการทำคันดินและปลูกหญ้าแฝกบนคันดินในแปลงปลูกมันสำปะหลังสามารถช่วยลดการสูญเสียดินเนื่องจากการกร่อนดินได้ทั้งในดินเนื้อละเอียด และดินเนื้อค่อนข้างหยาบ โดยมีการสูญเสียดินเพียง 1.17 และ 1.63 ตัน/ไร่ตามลำดับซึ่งเป็นปริมาณที่น้อยกว่าแปลงที่ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติในดินเนื้อละเอียด (5.68 ตันต่อไร่) และนัยสำคัญทางสถิติในดินเนื้อค่อนข้างหยาบ (1.63 ตัน/ไร่) (ภาพที่ 8a) ทั้งนี้แนวคันดินที่มีหญ้าแฝกจะเป็นแนวปะทะเพื่อลดความเร็วของน้ำที่ไหล่บ่าไปตามผิวดิน อนุภาคดินที่ถูกพัดพามาก็จะตกทับถมบริเวณส่วนหน้าของคันดิน ซึ่งระบบการอนุรักษ์ดินและน้ำรูปแบบนี้สามารถลดการสูญเสียดินได้ถึง

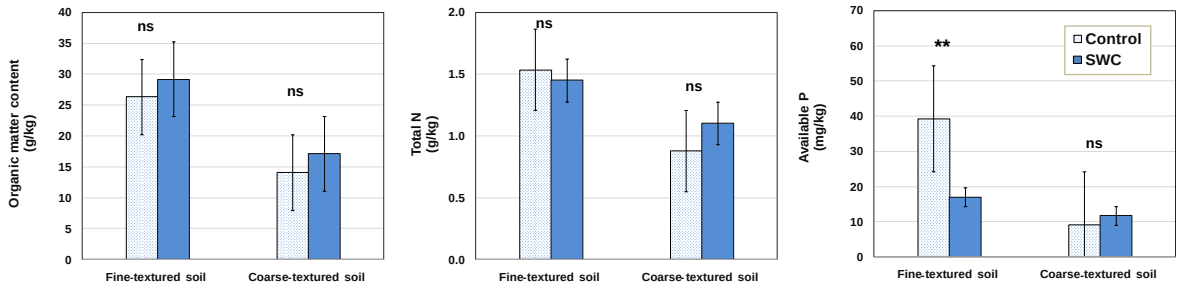
ร้อยละ 79 และ 65 สำหรับในดินเนื้อละเอียด และดินเนื้อค่อนข้างหยาบตามลำดับ ทั้งนี้อนุภาคดินทั้งสามขนาดถูกพัดพาออกไปจากพื้นที่ในสัดส่วนที่แตกต่างกัน มีเฉพาะอนุภาคทราย และดินเหนียวในแปลงดินเนื้อละเอียดที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 8b) ขณะที่ในดินเนื้อหยาบสัดส่วนของอนุภาคดินทั้งสามขนาดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 8c) และตารางผนวกที่ 5

ปริมาณอินทรีวัตถุ และไนโตรเจนรวมที่อยู่ในตะกอนดินไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบระหว่างแปลงที่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำกับแปลงที่ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำทั้งในกรณีของดินเนื้อละเอียด และดินเนื้อค่อนข้างหยาบ ในดินเนื้อละเอียด ปริมาณอินทรียวัตถุในตะกอนดินพบอยู่ในพิสัย 26.3-29.2 ก./กก. ส่วนในดินเนื้อค่อนข้างหยาบอยู่ในพิสัย 14.1-17.1 ก./กก. (ภาพที่ 9a) สำหรับปริมาณไนโตรเจนรวมอยู่ในพิสัย 1.45-1.54 และ 0.88-1.10 ก./กก. สำหรับดินเนื้อละเอียดและดินเนื้อค่อนข้างหยาบตามลำดับ (ภาพที่ 9b) อย่างไรก็ตาม พบว่า ในดินเนื้อละเอียด ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในตะกอนดินในแปลงที่ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินมีค่าเท่ากับ 39.22 มก./กก. ซึ่งสูงกว่าปริมาณในตะกอนดินที่สูญเสียจากแปลงที่มีคันดินและหญ้าแฝก (16.95 มก./กก) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 9c) ขณะที่ในดินเนื้อค่อนข้างหยาบไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยทั้งสองระบบมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในตะกอนดินในพิสัย 9.15-11.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และตารางผนวกที่ 6



Mean separations between two treatments (control vs SWC) were compared by using T-test; *, ** significant at 0.05 and 0.01 probability levels; ns non significant; Bar is indicated by mean; Line with cap is indicated by SD

ภาพที่ 8 ปริมาณการสูญเสียดิน (a) และองค์ประกอบของอนุภาคตะกอนดินจากแปลงที่มีดินเนื้อหยาบ (b) และดินเนื้อละเอียด (c)

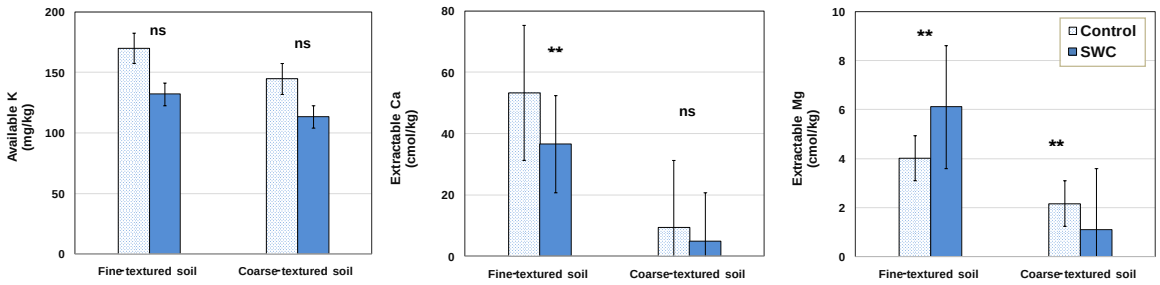


(a) (b) (c)

Mean separations between two treatments (control vs SWC) were compared by using T-test; ** significant at 0.01 probability level; ns non significant; Bar is indicated by mean; Line with cap is indicated by SD

ภาพที่ 9 ปริมาณอินทรียวัตถุ (a), ไนโตรเจนรวม (b) และฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (c) ของตะกอนดิน

ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในตะกอนดินที่ถูกพัดพาออกจากแปลงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบระหว่างแปลงที่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และแปลงที่ไม่มีระบบดังกล่าวของทั้งสองดิน (ภาพที่ 10a) โดยมีปริมาณอยู่ในพิสัย 132-170 และ 113-145 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สำหรับดินเนื้อละเอียด และดินเนื้อค่อนข้างหยาบตามลำดับ แปลงที่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำโดยการทำคันดินและปลูกหญ้าแฝกบนคันดินทำให้ตะกอนดินที่สูญเสียออกจากแปลงมีแคลเซียมที่เป็นประโยชน์อยู่เท่ากับ 36.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งเป็นปริมาณที่น้อยกว่าแปลงที่ไม่มีการทำคันดินและปลูกหญ้าแฝก (53.4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อปลูกมันสำปะหลังฝนดินเนื้อละเอียด (ภาพที่ 10b) ส่วนในดินเนื้อค่อนข้างหยาบไม่มีความแตกต่างกัน โดยมีปริมาณในตะกอนดินในพิสัย 4.9-90.4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สำหรับแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ พบว่า ในดินเนื้อละเอียดตะกอนดินที่สูญเสียจากแปลงที่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำจะมีปริมาณมากกว่าแปลงที่ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (6.11 เปรียบเทียบกับ 4.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (ภาพที่ 10**c**) ซึ่งน่าจะเป็นเพราะว่า ในแปลงที่มีระบบ ดินมีปริมาณแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์สะสมอยู่มากกว่าเมื่อเทียบต่อหน่วยน้ำหนักดิน จึงทำให้มีปริมาณในตะกอนมากกว่า สำหรับในดินเนื้อค่อนข้างหยาบ แปลงที่มีระบบอนุรักษ์ดิน ตะกอนที่สูญเสียออกไปมีแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ในปริมาณที่น้อยกว่าแปลงที่ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (1.10 เปรียบเทียบกับ 2.18 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)



(a) (b) (c)

Mean separations between two treatments (control vs SWC) were compared by using T-test; ** significant at 0.01 probability level; ns non significant; Bar is indicated by mean; Line with cap is indicated by SD

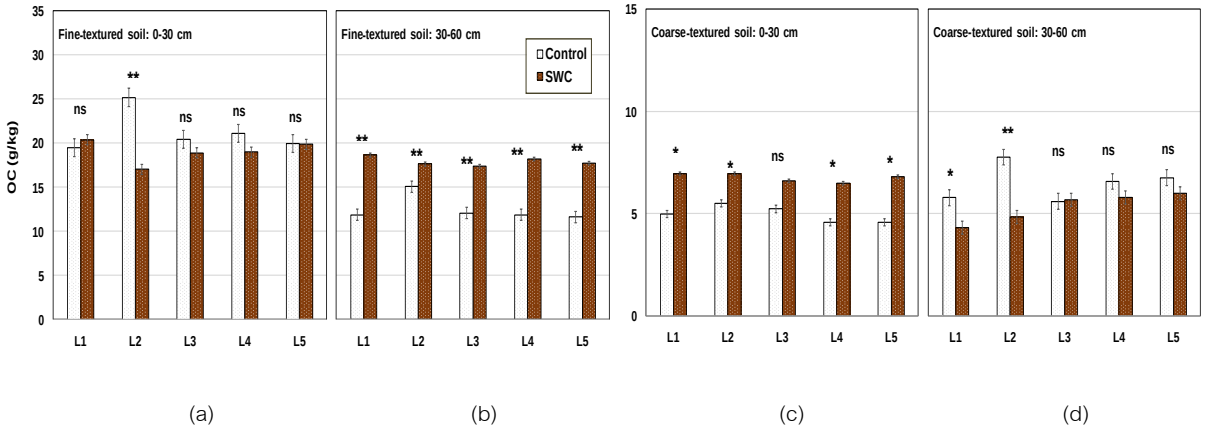
ภาพที่ 10 ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (a), แคลเซียม (b) และแมกนีเซียม (c) ของตะกอนดิน

4. ผลของระบบอนุรักษ์ดินและน้ำต่อการแจกกระจายและปริมาณของคาร์บอนอินทรีย์

ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ตามความลาดเทตั้งแต่ตำแหน่งบนสุด (L1) จนไปถึงตำแหน่งล่างสุด (L5) ของความลาดเทส่วนใหญ่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างในแปลงที่มีและไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำทั้งในกรณีของดินเนื้อละเอียด และดินเนื้อค่อนข้างหยาบ ในกรณีของดินเนื้อละเอียด พบว่าการทำคันดินและปลูกหญ้าแฝกบนคันดินส่งผลให้ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในชั้นดินบน (0-30 ซม.) ที่ระยะ 40 ม. จากยอดเนิน ต่ำกว่าในแปลงควบคุมที่ไม่การอนุรักษ์ดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยให้ค่าเท่ากับ 17.05 และ 25.23 ก./กก. ตามลำดับ ขณะที่ในระยะอื่น ๆ ไม่พบความความแตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 11a) ในกรณีของชั้นดินล่าง (30-60 ซม.) พบว่า การทำคันดินและปลูกหญ้าแฝกบนคันดินส่งผลให้ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในทุกระยะบนพื้นที่ลาดเทมีค่าสูงกว่าแปลงควบคุมที่ไม่มีการอนุรักษ์ดินอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติโดยให้ค่าอยู่ในพิสัยเท่ากับ 17.64-18.67 และ 11.64-15.07 ก./กก. ตามลำดับ (ภาพที่ 11b) เมื่อพิจารณาถึงการแจกกระจายตามความลาดลาดชันตั้งแต่แนวเก็บตัวอย่าง L1 ถึง L5 พบว่ามีค่าใกล้เคียงกันทั้งในชั้นดินบนและชั้นดินล่าง ทั้งนี้อาจเนื่องจากลักษณะของดินในพื้นที่เป็นดินเนื้อละเอียดที่มีปริมาณดินเหนียวสูง จึงมีแร่ดินเหนียวซิลิเกตเป็นองค์ประกอบมากในดิน ซึ่งแร่ดินเหนียวซิลิเกตมักเป็นสารเชื่อมของเม็ดดินขนาดเล็ก (Tisdale and Oades, 1982; Mbagwu and Bazzoffi, 1988; Mbagwu and Piccola, 1989) จึงอาจทำให้คาร์บอนอินทรีย์ที่อยู่ในดินทนทานต่อการสลายตัวปริมาณที่พบในดินจึงไม่แตกต่างกัน

ในกรณีของดินเนื้อหยาบ การทำคันดินและปลูกหญ้าแฝกบนคันดินส่งผลให้ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในชั้นดินบนในทุกแนวเก็บตัวอย่างสูงกว่าตำรับควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยให้ค่าอยู่ในพิสัยเท่ากับ 6.62-6.97 และ 4.59-5.51 ก./กก. ตามลำดับยกเว้นที่ระยะ 60 เมตรจากจุดสูงสุดของแปลงที่ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 11c) ส่วนในชั้นดินล่าง รูปแบบของการอนุรักษ์ส่งผล

ต่อบริเวณส่วนตอนบนของความลาดเทเท่านั้น กล่าวคือ มีเพียงที่ระยะห่าง 20 และ 40 เมตรจากขอบแปลงด้านบนเท่านั้นที่ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์แตกต่างกันในระหว่างตำรับการทดลอง อย่างไรก็ตาม การทำคันดินและปลูกหญ้าแฝกบนคันดินกลับส่งผลให้ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในระยะทั้งสอง ต่ำกว่าตำรับควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยให้ค่าอยู่ในพิสัยเท่ากับ 4.32-8.85 และ 5.79-7.78 ก./กก. ตามลำดับ (ภาพที่ 11d) แสดงให้เห็นว่า ในดินเนื้อค่อนข้างหยาบ คันดิน และหญ้าแฝกช่วยชะลอการไหลของน้ำที่ผิวดินทำให้การสะสมคาร์บอนอินทรีย์ที่ดินบนได้มากกว่า เพราะไม่สูญเสียไปกับตะกอนดิน แต่การที่น้ำที่ไหลบ่าไปตามผิวดินมีอัตราการไหลที่ช้าลง การไหลในทางดิ่งก็จะเกิดมากขึ้นทำให้เกิดการสูญเสียคาร์บอนจากกระบวนการชะละลายได้มากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งดินนี้มีอัตราการซาบซึมน้ำขณะดินอิ่มตัวค่อนข้างเร็วเนื่องจากดินมีอนุภาคขนาดทรายมาก และพบเศษกรวดหินปะปน



L: soil sampling transect

Mean separations between two treatments (control vs. SWC) were compared by using T-test; *, ** significant at 0.05 and 0.01 probability levels; ns non-significant; Bar is indicated by mean; Line with cap is indicated by SD

ภาพที่ 11 การแจกกระจายของคาร์บอนอินทรีย์ในดินเนื้อละเอียด (a) และดินเนื้อหยาบ (b)

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

รูปแบบการอนุรักษ์ดินและน้ำระยะยาวโดยการทำคันดินและปลูกหญ้าแฝกบนคันดินทำให้ได้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสด และชีวมวลส่วนเหนือดินสูงกว่าการไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำทั้งในกรณีของดินเนื้อละเอียด และดินเนื้อค่อนข้างหยาบ ขณะที่ปริมาณการสูญเสียดินในแปลงปลูกมันสำปะหลังในพื้นที่ที่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำโดยใช้คันดินที่มีระยะห่างระหว่างคันดินเท่ากับ 25 เมตร และมีการปลูกหญ้าแฝกเพื่อยึดคันดินมีผลทำให้ปริมาณการสูญเสียดินน้อยกว่าในระบบการปลูกมันสำปะหลังบนพื้นที่ที่ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินอย่างชัดเจนในทั้งสองบริเวณที่มีเนื้อดินแตกต่างกัน โดย

ปริมาณตะกอนที่สูญเสียเมื่อเปรียบเทียบระหว่างพื้นที่ที่มีเนื้อดินแตกต่างกันมีปริมาณค่อนข้างใกล้เคียงกัน สำหรับปริมาณความเข้มข้นของอินทรียวัตถุ และธาตุอาหารพืชในตะกอนดินที่สูญเสียออกจากแปลงไม่มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนมากนัก

ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ตามความลาดชันตั้งแต่ตำแหน่งบนสุดจนไปถึงตำแหน่งล่างสุดส่วนใหญ่มีความแตกต่างกันระหว่างในแปลงที่มีและไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ทั้งในกรณีของดินเนื้อละเอียด และดินเนื้อค่อนข้างหยาบ โดยเมื่อพิจารณาที่ความลึกตั้งแต่ 0-60 ซม. รูปแบบการอนุรักษ์ดินและน้ำโดยใช้คันดิน และปลูกหญ้าแฝกร่วมส่งเสริมให้ดินทั้งสองมีการสะสมคาร์บอนอินทรีย์สูงกว่า

ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการลดการกร่อนของดิน การเก็บกักคาร์บอนอินทรีย์ และทำให้ผลผลิตมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2536. **คู่มือการดำเนินงานและฝึกอบรม การพัฒนามและรณรงค์การใช้หญ้าแฝกอันเนื่องมาจากพระราชดำริ**. กองฝึกอบรม กรมพัฒนาที่ดิน, กรุงเทพฯ.

_____. 2541. **พืชตระกูลถั่วเพื่อการปรับปรุงดิน**. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2550. แหล่งที่มา: http://www.ldd.go.th/thaisoils_museum/

_____. 2553. การอนุรักษ์ดินและน้ำในเขตพัฒนาที่ดิน. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

_____. 2555. ตามรอยพระบาทจอมปราชญ์แห่งการพัฒนาที่ดิน ครบรอบ 49 ปี. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กรมวิชาการเกษตร. 2545. **เกษตรดีที่เหมาะสมสำหรับ สับปะรด**. กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กองสำรวจดิน. 2523. **คู่มือจำแนกความเหมาะสมของที่ดินสำหรับพืชเศรษฐกิจ.** เอกสารวิชาการเล่มที่ 28. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548. **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น**. ครั้งที่พิมพ์ 10. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฐ์. 2546. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับมันสำปะหลัง, น. 22-28. *ใน* **เอกสารประกอบการฝึกอบรมโครงการพัฒนาศักยภาพการผลิตและการตลาดมันสำปะหลัง.** ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ชุมพล นาควิโรจน์. 2542. การวิจัยด้านการจัดการดินและการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินกับมันสำปะหลัง, น. 1-28. *ใน* **รายงานการประชุมสัมมนาทางวิชาการ เรื่อง การจัดการดินไร่และการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อเพิ่มผลผลิตพืชไร่**. กรมวิชาการเกษตร กองปฐพีวิทยา, กรุงเทพฯ.

ณรงค์ ตรีสุวรรณ, สุรพล เจริญพงษ์ และ พิชัย วิชัยดิษฐ์. 2539. **คุณสมบัติของชุดดินที่จัดตั้งในภาคกลางและความเหมาะสมในการใช้ประโยชน์ที่ดิน.** กองสำรวจและจำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ธวัชชัย ณ นคร, มงคล พาณิชกุล และ ธรรมนูญ แก้วคงคา. 2537. **การใช้หญ้าแฝกในพื้นที่เกษตรกรรม**. เอกสารประกอบในการประชุมสัมมนาเชิงปฏิบัติการเรื่อง การพัฒนาและรณรงค์การใช้หญ้าแฝกอันเนื่องมาจากพระราชดำริ, โรงแรมรีเจนท์ชะอำ อำเภอชะอำ, เพชรบุรี.

นงคราญ กาญจนประเสริฐ. 2529. **การศึกษาลักษณะวินิจฉัยที่สำคัญในการพัฒนาการของดินและศักยภาพของดินอันดับอัลฟิโซล์และอินเซปติโซล์ บริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

บุญมา ดีแสง. 2536. **ลักษณะของดินปนกรวดตามลำดับภูมิประเทศในบริเวณแอ่งสกลนคร.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปรัชญา ธัญญาดี, พิรัชฌา วาสนานุกูล ,เสียงแจ๋ว พิริยะพฤนต์ และ สุภาพร จันรุ่งเรือง. 2541. **การศึกษาแปรสภาพใบหญ้าแฝกเป็นปุ๋ยหมัก.** เอกสารเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ, กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ปิยะ ดวงพัตรา. 2553. **สารปรับปรุงดิน**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พิทักษ์ อินทะพันธ์, ศศิประภา พ่วงพลับ, นิพนธ์ อุดปวง และ สวัสดี บุญชี. 2539. **การทดสอบการปลูกหญ้าแฝกหอมเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่ลาดชัน**. เอกสารเผยแพร่วิชาการ. สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 6 กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

มัลลิกา ศรีสุธรรม. 2547. การประยุกต์ใช้เทคนิคไอโซโทป Cs-137 ประเมินการชะล้างพังทลาย ของดินบริเวณลุ่มน้ำห้วยแร้ง คลองพืด จังหวัดตราด. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวนศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วิชัย สุวรรณเกิด, เกรียงศักดิ์ หงส์โต. อภิชัย ธีรธร, พิทักษ์ อินทะพันธ์, ดิเรก เทพาทิพย์ และ ผุสดี เผื่อวงษ์. 2538. การศึกษา**วันปลูกที่เหมาะสมของหญ้าแฝกหอมบนดินชุดต่างๆ ในประเทศไทย**. เอกสารเผยแพร่วิชาการ. กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

วิทูร ชินพันธ์ และ อาทิตย์ สุขเกษม. 2538. **การศึกษาเปรียบเทียบกลุ่มพันธุ์หญ้าแฝกในประเทศไทย**. เอกสารเผยแพร่ผลงานวิชาการ, กลุ่มปรับปรุงดินเสื่อมโทรม กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

วิรัตน์ ตันภิบาล, ที บุญแนบ, ประสาท โพอุทัย, ยุทธสงค์ นามสาย และ ประพรพิศ คุณพันธ์. 2541. **ทดสอบการปลูกหญ้าแฝกที่มีระยะห่างระหว่างแนวดิ่งต่างกันเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำบนพื้นที่ลาดชัน**. ฝ่ายวิชาการ สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 4 กรมพัฒนาที่ดิน, กรุงเทพฯ.

สมเจตน์ จันทวัฒน์. 2532. **การอนุรักษ์ดินและน้ำ**. เล่มที่หนึ่ง: การพังทลายของดิน. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2555. **สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้ม ปี 2554.** สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร, สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน. 2548. **มหัศจรรย์พันธุ์ดิน**. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ

สุวพันธ์ รัตนะรัต. 2542. **งานวิจัยปัญหาพิเศษทางดิน-ปุ๋ย พืชไร่ ปี 2515-2525.** สรุปงานวิจัย ดิน-ปุ๋ยพืชไร่ ครั้งที่ 1. กลุ่มงานวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ยพืชไร่ กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

สุดประสงค์ สุวรรณเลิศ และปิยะ ดวงพัตรา. 2545. การปลูกมันสำปะหลังเชิงอนุรักษ์. สำนักงานโครงการจัดตั้งสถาบันเกษตรในเขตวิกฤต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. แหล่งที่มา : http://www.ku.ac.th/e-magazine/november45/agri/mal.html, (11 เมษายน 2560)

เสรี จาตุรงคกุล. 2532. **การปรับปรุงดินเสื่อมโทรม**. เอกสารประกอบการบรรยายบัณฑิตอาสาพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ณ ห้องประชุมกรมพัฒนาที่ดิน วันที่ 12 กันยายน พ.ศ. 2532. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

อรุณ โสตถิกุล, สุธีกานต์ โสตถิกุล และ เจนจิรา จาติ. 2553. **คุณภาพสับปะรดพันธุ์ภูเก็ตและลักษณะลูกผสมชั่วที่ 1ที่ปลูกในจังหวัดลำปางสถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านา**. แหล่งที่มา : http://www.nhc2010.rmutsb.ac.th/present/OP/OP-05.htm, 2 มิถุนายน 2560

อาทิตย์ ศุขเกษม และ อโนชา เทพสุภรณ์กุล. 2545. **อิทธิพลของแถวหญ้าแฝกและพืชคลุมดินต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของชุดดินท่ายางเพื่อปลูกข้าวไร่**. รายงานผลการวิจัย กลุ่มวิจัยและพัฒนาการใช้ประโยชน์หญ้าแฝกในการจัดการดิน สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

อังคณา สุวรรณกูฏ. 2558. **เป็น-ไม่เป็นสับปะรด.** จดหมายข่าวผลิใบ:ก้าวใหม่การวิจัยและพัฒนาการเกษตร กรมวิชาการเกษตร. แหล่งที่มา: it.doa.go.th/pibai/paibai/n15/v_7-aug/ceaksong.html, 1 กรกฎาคม 2558.

เอิบ เขียวรื่นรมย์. 2533. **ดินของประเทศไทย**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____ . 2548. **การสำรวจดิน.** ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตกรุงเทพฯ.

_____ . 2547. **คู่มือปฏิบัติการ การสำรวจดิน.** ครั้งที่พิมพ์ 5. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Anusontpornperm, S, S. Thanachit, A. Suddhiprakarn and I. Kheoruenromne**.** 2009. SOM and total nitrogen balance in soils after changes from forest to agriculture in humid subtropical highlands of Thailand**, p. 73.** *In* Book of Abstract**, International Symposium on Soil Organic Matter Dynamics: Land Use, Management and Global Change,** July 6-9, 2009**.** Cheyenne Mountain Conference Center**,** Colorado Springs, Colorado**.**

Anusontpornperm, S., W. Supattanakul and P. Kawilaves. 1996. Effects of vetiver grass and leucaena on soil erosion in sugarcane, maize and cassava crop practices. Proc. 1st Int. Con. Vetiver: A Miracle Grass, 4-8 February 1996, Chiang Rai, Thailand. Office of the Royal Development Project Board, Bangkok, Thailand.

Babalola, O., S.O. Oshunsanya, and K. Are. 2005. Continuous cultivation of maize under vetiver grass strip management; runoff, soil loss, nutrient losses and maize yields. Ibadan J. agri. Res. 2: 16–26.

Babalola, O., S.C. Jimba and O. Maduakolam. 2003. Use of vetiver grass for soil and water conservation in Nigeria, p. 293. *In* Proc. of the Third International Conference on Vetiver and Exhibition, **Vetiver and water: An Eco-Technology for Water Quality Improvement, Land Stabilization, and Environmental Enhancement**, October 6-9, 2003. Guangzhou, P. R. China.

Barthes, B., A. Azontonde, E. Blanchart, C. Girardin, C. Villenave, R. Oliver and C. Feller. 2006. Effect of a Legume Cover Crop on Carbon Storage and Erosion in an Ultisol under Maize Cultivation in Southern Benin, pp. 143-155. *In* E. Roose, , M. Meybeck, R Lal, C.Feller, B. Barthes, and B.A. Stewart. **Soil Erosion and Carbon Dynamic.** Taylor and Francis. New York.

Bekele, W. 2005. Stochastic dominance analysis of soil and water conservation in subsistence crop production in Eastern Ethiopian highlands: The case of Hunda-Lafto area. Environ. Res. Econ. 32: 533–550.

Bouajila, A. and T. Gallali. 2008. Soil organic carbon fractions and aggregate stability in carbonated and no carbonated soils in Tunisia. J. Agron. 7: 127.137.

Brady, N.C. and R.R. Weil. 2008. **The Nature and Properties of Soils**. 14th ed. Prentice Hall, New Jersey.

Bremner, J.M. 1996. Nitrogen-Total, pp. 1085-1122. *In* D.L. Sparks, A.L. Page, P.A. Helmke, R.H. Loeppert, P.N. Soltanpour, M.A. Tabatabai, C.T. Johnston and M.E. Sumner, eds. **Methods of Soil Analysis, Part 3: Chemical Methods**. Soil Science Society of America Inc., Madison, Wasconsin, USA.

Buol, S. W., F. D. Hole and R. J. Mc Cracken. 1989. **Soil Genesis and Classification**. The Iowa State University Press, Amer., Iowa.

Buol, S.W., R.J. Southard, R.C. Graham and P.A. McDaniel. 2003. **Soil Genesis and Classification.** 5th ed. The Iowa State Univ. Press., Amer. Iowa.

Chang ,T.T. , G.C. Loresto and O. Tagumpay, 1974. **Screening rice germplasm for drought resistance**. SABRAOJ. 6(1) : 9-16.

Duangpatra, P. 1988. Soil and climatic characterization of major cassava growing areas in Thailand, pp. 157-184. *In* R.H. Howeler and K. Kawano, eds. **Cassava Breeding and Agronomy Research in Asia.** Proceeding of a Workshop held in Thailand, 26-28 October 1987, Bangkok, Thailand.

Dynamics: Land Use, Management and Global Change, July 6-9, 2009. Cheyenne Mountain Conference Center, Colorado Springs, Colorado.

Food and Agricultural Organization. 2017. Voluntary Guidelines for Sustainable Soil Management, Rome.

Food and Agricultural Organization. 2017. Soil management., FAO Soil Portal. Source : http://www.fao.org/soils-portal/soil-management/en/, May,15 2017.

Food and Agricultural Organization. 2010. Challenges **and opportunities for carbon sequestration in grassland systems**. Integrated Crop Management, vol. 9-2010.Rome:FAO

Greenfield, J.C. 1990. Vetiver Grass (Vetiveria spp.): The Ideal Plant for Vegetative Soil and Moisture Conservation. Asia Technical Department, Agriculture Division, the World Bank, Washington, D.C.

Greenland, D.J.. 1997. **The Sustainability of Rice Farming**. International Rice Research Institute, Philippines.

Grimshaw, R.G. 1993. The Role of Vetiver Grass in Sustaining Agricultural Productivity. Asia Technical Department, the World Bank, Washington D.C., USA.

Grimshaw, R.G. 2003. Vetiver Grass-A World Technology and Its Impact on water, p. 1. *In* Chinese Academy of Sciences**. Vetiver and water: An eco-Technology for Water Quality Improvement, Land Stabilization, and Environmental Enhancement**. October 6-9, 2003. Guangzhou, P. R. China.

Gebremedhin, B., S. M. Swinton, and Y. Tilahun. 1999. Effects of stone terraces on crop yields and farm profitability: Results of on-farm research in Tigray, northern Ethiopia. J. Soil Water Conserv. 54: 568–573.

Havlin, J.L., J.D. Beaton, S.L. Tisdale and W.L. Nelson. 2005. **Soil Fertility and Fertilizers: an Introduction to Nutrient Management**. Prentice-Hall, Inc. NJ.

Haile, S.G., P.K.R. Nair, V.D. Nair. 2008. Carbon storage of different soil-size fractions in Florida silvopastoral systems. J. Environ. 37: 1789-1797.

Howeler, R., W. Watanananta, K. Vongkasem, S. Kilakhaeng, S. Jantawat, B. Randway, and B. Vankaew. 2003. Working with farmers: the key to adoption of vetiver grass hedgerows to control erosion in cassava field in Thailand. P. 12.22. In: P. Truong and H.P. Xia. Vetiver and Water, Proceedings of the 3rd International Conference on Vetiver and Exhibition, 6–9 October 2003, Guangdong, China.

Hu, J.Y., H. Xie, and C.W. Zhou. 1997. Research on vetiver for red soil development. Today 5: 3.

Kassie, M., J. Pender, M. Yesuf, G. Kohlin, R. Bluffstone, and E. Mulugeta. 2008. Estimating returns to soil conservation adoption in the northern Ethiopian highlands. Agric.l Econ. 38: 213–232.

Kato, E., C. Ringler, M. Yesuf, and E. Bryan. 2009. Soil and Water Conservation Technologies: A Buffer against Production Risk in the Face of Climate Change? Environment and Production Technology Division, IFPRI, Washington D.C., USA.

Kheir, R.B., M.H. Greve, P. K. Bøcher, M. B. Greve, R. Larsen and K. McCloy. 2010. Predictive mapping of soil organic carbon in wet cultivated lands using classification-tree based models: the case study of Denmark. J. Environ. Man. 91: 1150-1160.

Kilmer, V.J. and L.T. Alexander. 1949. Method of making mechanical analysis of soils. **Soil Sci**. 68: 15-24.

Kirby, K.R. and C. Potvin. 2007. Variation in carbon storage among tree species: Implications for the management of a small-scale carbon sink project. Forest Eco. Manag. 246: 208-221.

Kirkels, F.M.S.A., L.H. Cammeraat, N.J. Kuhn. 2014. The fate of soil organic carbon upon erosion, transport and deposition in agricultural landscapes-a review of different concepts. Geomorp. 226: 94–105.

Lal, R. 2004. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. Sci. 304: 1623–1627.

Lal R. and R.F. Follett. 2009. Soil and climate change. P. xxi-xxviii. In: R. Lal and R.F. Follett, 2nd ed. Soil Carbon Sequestration and the Greenhouses Effect. SSSA Special Publication 57. Soil Sci. Soc. Amer. WI.

Lal,R. and B.A. Stewart. 2012. **World soil Resources and food security**. Advance in soil science.

Levan, Du. and P. Truong. 2003. Vetiver grass system for erosion control on severe acid sulfate soil on southern Vietnam. P. 284-292. In: P. Truong and H.P. Xia. Vetiver and Water, Proceedings of the 3rd International Conference on Vetiver and Exhibition, 6–9 October 2003, Guangdong, China.

Mbagwu, J.S.C. and A. Piccolo. 1989. Changes in soil aggregate stability induced by amendment with humic substances. Soil Technol. 2: 49 -57.

Mbagwu, J.S.C.N., P.F. Bazzoffi. 1988. Stability of microaggregates as influenced by antecedent moisture content, organic waste amendment and wetting and drying cycles. Catena 15: 565–576.

Morgan, R.P.C. 2005. **Soil Erosion and Conservation** Third Edition. National Soil Resource Institute, Cranfield University. Blackwell Publishing. USA.

Nair, P.K.R., B.M. Kumar and V.D. Nair. 2009. Agro forestry as a strategy for carbon sequestration. **J. Plant Nut. Soil Sci.** 172:10-23.

National Research Council. 1993. Vetiver grass. A Thin Line Against Erosion. National Academy Press, Washington, D.C. USA.

O' Neal, A.M. 1952. **A key for evaluating soil permeability by means of certain field clues**. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 16:312-315

Oldeman, I.R. 1994. The **Global Extent of Soil Degradation**: Soil Resilience and International Soil Referent and Information Center. Wageningen, the Netherlands Sustainable Land, Netherland.

Oshunsanya, S.O. 2013. Spacing effects of vetiver grass (Vetiveria nigritana Stapf) hedgerows on soil accumulation and yields of maize–cassava intercropping system in Southwest Nigeria. Catena 104: 120-126.

Ouessar, M., R. Hessel, M. Sghaier, and Ritsema, C. 2012). Water Harvesting Potential for Africa: An Assessment of Costs and Impacts. Scientific Reports No. 4. Water Harvesting for Rainfed Africa (WAHARA), Tunisia.

Quine, T.A. and K. Van Oost. 2007. Quantifying carbon sequestration as a result of soil erosion and deposition: retrospective assessment using caesium-137 and carbon inventories. Glob. Change Biol. 13: 2610–2625.

Quinton, J.N., G. Govers, K. Van Oost, and R.D. Bardgett. 2010. The impact of agricultural soil erosion on biogeochemical cycling. Nat. Geosci. 3: 311–314.

Roshetko, J.M., M. Delaney, K. Hairiah and P. Purnomosidhi. 2002. **Carbon stocks in Indonesian home garden systems: Can smallholder systems be targeted for increased carbon storage**. **Amer. J. Altern. Agric.** 17: 138-148.

Sanchez, P.A. 1976. **Properties and Management of Soils in the Tropics**. John Wiley and Sons, Inc., New York.

Sanchez, P.A. 2000. Linking climate change research with food security and poverty reduction in the tropics. Agri. Ecosys. Environ. 82: 371–383.

Sharrow, S.H. and S. Ismail. 2004. Carbon and nitrogen storage in agroforests, tree plantations, and pastures in western Oregon, USA. Agroforestry Syst. 60: 123-130.

Shiferaw, B., and S. Holden. 2001. Farm-level benefits to investment for mitigating land degradation: Empirical evidence from Ethiopia. Environ. Develop. Econ. 6: 335–358.

Singh B.R., D.W.E. Ambachew, and R. Lal. 2010. Soil Carbon Sequestration under Chronosequences of Agroforestry and Agricultural Lands in Southern Ethiopia. 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World. 1-6 August 2010, Brisbane, Australia

Sittibusaya, C., C. Narkaviroj and D. Tunrnaphirom. 1987. Accomplishments and present status of cassava soil research in Thailand. **Paper presented at The Workshop on Cassava Breeding and Agronomy Research in Asia and Future Network Cooperation.** 26-36 October 1987, Rayong,Thailand.

Soil Survey Division Staff. 1975. **Soil Taxonomy - A basic system of soil classification for making and interpreting soil survey**. U.S. Dept. Agric., U.S. Govt. Printing Officer, Washington D.C. 754 p

Soil Survey Division Staff. 1993. **Soil Survey Manual**. US. Dep. of Agr. Handbook No. 18, U.S. Government Printing Office, Washington D.C.

Soil Survey Staff. 2010. **Keys to Soil Taxonomy**. 11th ed. Natural Resources Conservation Service, USDA, Washington, D.C.

Smaling, E.M.A. 1993. Soil nutrient depletion in Sub-Saharan Africa. In H. van Reulen &W.H. Prins, eds. The role of plant nutrients for sustainable food crop production in Sub-Saharan Africa. Leidschendan, The Netherlands.

Stewart,B.A.,B.A.Lal and S.A. Swaify.1991. Sustainning the resource base of an expanding world agriculture.In Soil Management of Sustainability (R. Lal. And F.J. Pierce eds.) Soil and Water Conservation Society,Iowa.

Tandon,H.L.S.2004.Fertilisers in Indian agriculture – from 20th to 21st century. New Delhi, Fertilizer development and Consultation Organisation, India.

Van Oost, K., G. Govers, T.A. Quine, G. Heckrath, J.E. Olesen, S. De Gryze, and R. Merckx. 2005. Landscape-scale modeling of carbon cycling under the impact of soil redistribution: the role of tillage erosion. Glob. Biogeochem. Cycles 19: 1–13.

Vijarnsorn, P. 1984. **Skeletal soils of Thailand**. In Proc. 5th Asean Soil Conference Vol.1 Dep. Of Land Dev., Bangkok.

Xia, H.P., A.O. HX, and D.Q. He. 1996. The function of vetiver on soil amelioration and water and soil conservation. Trop. Geogr. 16: 265–270.

ภาคผนวก

Soil profile description

Pedon 1

I. Information on the site

Profile symbol	: Pedon 1
Soil name	: Lam Narai : Ln
Classification	: Isohyperthermic Vertic Haplusstolls
Date of examination	: March 16, 2011
Descriped by	: Somchai Anusontpornperm, Arthit Sukhkasem, Suphicha Thanachit, Chanissada Phunmuang, Kannika Phetmak, Jiratchaya Saenya, Wanrapee Suwanprapa, Yuttakarn Kaewkamthong
Location	: Farmer field, Ban Phu Lumyai, Tambon Payont, Amphoe Tak Fa, Changwat Nakhon Sawan
Elevation	: Approximately 139.5 m (MSL)
Map sheet number	: Co-ordinate: 47P 0669100 UTM: 1697749
Landform	
1. Physiographic position	: Upper footslope
2. Surrounding landform	: Undulating
3. Slope on which profile site	: 8 % Aspect: 178 Azimuth
Land Use	: Cassava, sunflower, maize
Annual rainfall	: Approximately 1575.5 mm
Mean temperature	: Approximately 28.7^{o}C
Climate	: Tropical Savanna
Others	: Agriculture and settlement

II. General information on the soil

Parent material : Colluvium over residuum

Drainage : Well drained

Permeability : Moderate

Runoff : Moderate

Depth of ground water : Deeper than 1.1 m at time of sampling

III. Profile description

Horizon	Depth(cm)	Description
Ap1	0-20	Very dark brown (10YR 2/2); clay; strong fine and medium granular structure; slightly hard dry, very firm moist, very sticky and very plastic; many very fine vesicular pores; common very fine roots; common small to large subrounded and angular gravel and stones of limestone rock on the surface; moderately alkaline (field pH 8.0); clear and smooth boundary to Ap2
Ap2	20-34	Very dark brown (10YR 2/2); clay; strong medium and large subangular blocky structure; very hard dry, very firm moist, very sticky and very plastic, few traces of charcoal; common very fine vesicular pores; few very fine roots; few angular large gravel and small stones of limestone rocks; moderately alkaline (field pH 8.0); clear and smooth boundary to Bt
Bt	34-51/60	Very dark brown (7.5YR 2.5/3); strong fine medium and large subangular blocky structure; very hard dry, very firm moist, very sticky and very plastic, few faint clay coating an faces of peds; few fine vesicular pores; few very fine roots; few medium and large angular and subrounded gravel of marl and limestone rocks; moderately alkaline (field pH 8.0); abrupt and wavy boundary to BCk
BCk	60-82	Dark brown (7.5YR3/4); mainly containing original rock structure; very hard dry, very firm moist, very sticky and very plastic; few faint clay

		coating on faces of peds; few fine vesicular pores; few very fine roots; containing more than 95% by volume; strongly alkaline (field pH 8.5); abrupt and wavy boundary to Ck
Ck	82-110	Dark brown (7.5YR3/4); mainly containing original rock structure; very hard dry, very firm moist, very sticky and very plastic; few fine vesicular pores; few very fine roots; containing marl more than 95% by volume; strongly alkaline (field pH 8.5).

Pedon 2

I. Information on the site

Profile symbol	: Pedon 2
Soil name	: Samo Thod : Sat
Classification	: Isohyperthermic Chromic Haplustults
Date of examination	: March 17, 2011
Descriped by	: Somchai Anusontpornperm, Arthit Sukhkasem, Suphicha Thanachit, Chanissada Phunmuang, Kannika Phetmak, Jiratchaya Saenya, Wanrapee Suwanprapa, Yuttakarn Kaewkamthong
Location	: Farmer field, Ban Phu Lumyai, Tambon Payont, Amphoe Tak Fa, Changwat Nakhon Sawan
Elevation	: Approximately - m (MSL)
Map sheet number	: Co-ordinate: - UTM: -
Landform	
1. Physiographic position	: Upper footslope
2. Surrounding landform	: Undulating
3. Slope on which profile site	: 6 % Aspect: 324 Azimuth
Land Use	: Cassava, sunflower, maize
Annual rainfall	: Approximately 1575.5 mm
Mean temperature	: Approximately 28.7^{o}C
Climate	: Tropical Savanna
Others	: Agriculture and settlement

II General information on the soil

Parent material	: Colluvium
Drainage	: Well drained
Permeability	: Moderate
Runoff	: Moderate
Depth of ground water	: Deeper than 2.0 m at time of sampling

III. **Profile description**

Horizon	Depth (cm)	Description
Ap1	0-17	Black (10YR 2/1); clay; strong very fine and fine granular mixed with stony fine subangular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, very sticky and very plastic; many very fine vesicular pores and few fine simple tubular pores; few very fine and fine roots; few traces of weathered rock fragments, few traces of dead roots; slightly acid (field pH 6.5); clear and smooth boundary to Ap2
Ap2	17-32	Black (10YR 2/1); clay; strong fine granular mixed with stony fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, very sticky and very plastic; common very fine vesicular pores; few very fine roots and fine roots; few traces of weathered rock fragments, few traces of dead roots; slightly acid (field pH 6.5); clear and smooth boundary to Bt1
Bt1	32-50	Black (10YR 2/1) (95%) mixed with strong brown (7.5YR4/6) (5%); clay; strong very fine granular mixed with strong very fine and fine subangular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, very sticky and very plastic, common faint clay coating on faces of peds; many very fine vesicular and few very fine simple tubular pores; very few and very fine roots; few fine angular gravel of weathered rock fragments; slightly acid (field pH 6.5); clear and smooth boundary to Bt2
Bt2	50-81	Very dark gray (7.5YR3/1) (95%) mixed with yellowish red (5YR5/8) (5%); clay; strong fine and medium subangular blocky structure; hard dry, firm moist, very sticky and very plastic, common faint clay coating on faces of peds; common very fine vesicular pores and few very fine simple tubular pores; very few and very fine roots; few fine angular gravel of weathered rock fragments; moderately acid (field pH 6.0); clear and smooth boundary to Bt3
Bt3	81-110	Very dark brown (7.5YR 2.5/3) (90%) mixed with yellowish red (5YR5/8) (10%); clay; strong fine and medium subangular blocky structure; hard dry, firm moist, very sticky and very plastic, common faint clay coating on faces

		of peds; common very fine vesicular and few very fine simple tubular pores; very few and very fine roots; few small angular gravel and few medium stones of weathered rock fragments; moderately acid (field pH 6.0); gradual and smooth boundary to Bt4
Bt4	110-140	Reddish brown (5YR 4/4) (60%) mixed with dark gray (5YR4/1) 40%; clay; strong fine and medium subangular blocky structure; hard dry, firm moist,very sticky and very plastic, common faint clay coating on faces of peds; common very fine vesicular pores and few very fine simple tubular pores; very few and very fine roots; few medium angular stones of weathered rock fragments; strongly acid (field pH 5.5); gradual and smooth boundary to Bt5
Bt5	140-168	Reddish brown (5YR4/4) (60%) mixed with dark gray (5YR 4/1) (40%); clay; strong fine and medium subangular blocky structure; hard dry, firm moist, very sticky and very plastic; few faint clay coating on faces of peds; common very fine vesicular pores and few very fine simple tubular pores; very few and very fine roots; few medium angular stones of weathered rock fragments; strongly acid (field pH 5.5); gradual and smooth boundary to Bt6
Bt6	168-185	Dark red (2.5YR 3/6) (50%) mixed with dark gray (5YR 4/1) (45%) and yellowish brown (10YR 5/6) (5%); clay; strong fine and medium subangular blocky structure; hard dry, firm moist, very sticky and very plastic, few faint clay coating on faces of peds; common very fine vesicular pores; very few and very fine roots; few medium angular stones of weathered rock fragments; moderately acid (field pH 6.0); gradual and smooth boundary to BC
BC	185-200+	Pale yellowish brown (10YR 6/2) (60%) mixed with red (2.5YR 5/8) (30%) and brownish yellow (10YR 6/8) (10%); clay; strong fine and medium subangular blocky structure; hard dry, firm moist, very sticky and very plastic, few faint clay coating on faces of peds; common very fine vesicular pores; very few and very fine roots; common various sizes of rock fragments; slightly acid (field pH 6.5).

Pedon 3

I. Information on the site

Profile symbol	: Pedon 3
Soil name	: Tha Yang : Ty
Classification	: Isohyperthermic Kanphaplic Haplustults
Date of examination	: March 17, 2011
Descriped by	: Somchai Anusontpornperm, Arthit Sukhkasem, Suphicha Thanachit, Chanissada Phunmuang, Kannika Phetmak, Jiratchaya Saenya, Wanrapee Suwanprapa, Yuttakarn Kaewkamthong
Location	: Farmer field, Ban Phu Farang, Tambon Wang khoi , Amphoe Pai Sali, Changwat Nakhon Sawan
Elevation	: Approximately 164 m (MSL)
Map sheet number	: Co-ordinate: 47P 0693466 UTM: 1726983
Landform	
1. Physiographic position	: Lower upper footslope
2. Surrounding landform	: Undulating
3. Slope on which profile site	: 4% Aspect: 64 Azimuth
Land Use	: Cassava and local weeds
Annual rainfall	: Approximately 1575.5 mm
Mean temperature	: Approximately 28.7^{o}C
Climate	: Tropical Savanna
Others	: Agriculture and settlement

II General information on the soil

Parent material	: Colluvium of quartzite
Drainage	: Well drained
Permeability	: Moderate
Runoff	: Rapid
Depth of ground water	: Deeper than 1.1 m at time of sampling

III **Profile description**

Horizon	Depth(cm)	Description
Ap	0-12	Reddish brown (5YR 4/3); sandy loam; moderate fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, friable moist, slightly sticky and slightly plastic; few traces of dead roots, few small and medium angular gravel of weathered and fresh quartzite; many very fine vesicular pores; common very fine and few fine roots; many different sizes of angular weathered and fresh quartzite fragments on the surface; slightly acid (field pH 6.5); clear and smooth boundary to Btc1
Btc1	12-34	Reddish brown (5YR 4/4); very gravelly sandy clay loam; moderate fine subangular blocky structure, mainly containing colluviated rock fragments; slightly hard dry, friable moist, slightly sticky and slightly plastic; few faint clay coating on faces of peds and surfaces of rock fragments; few traces of dead roots; common very fine vesicular pores; few very fine roots; many large angular gravel, common small and medium angular stones of weathered quartzite; slightly acid (field pH 6.5); clear and smooth boundary to Btc2
Btc2	34-53	Red (2.5YR 4/6); very gravelly, sandy clay loam; moderate fine subangular blocky structure, mainly containing colluviated rock fragments; slightly hard dry, friable moist, slightly sticky and slightly plastic; common distinct clay coating on faces of peds and surfaces of rock fragment; common very fine vesicular pores; very few and very fine roots; few large angular gravel, common small and many large angular stones of weathered quartzite; moderately acid (field pH 6.0); clear and smooth boundary to BCt1
BCt1	53-80	Dark red (2.5YR 4/8); very gravelly sandy clay loam; moderate finesubangular blocky structure, mainly containing colluviated rock fragments; slightly hard dry, friable moist, slightly sticky and slightly plastic; common distinct clay coating on faces of peds and surfaces of rock fragment; common very fine vesicular pores and few fine simple tubular

		pores; very few and very fine roots; few large angular gravel, many small and large stones of weathered quartzite; moderately acid (field pH 6.0); clear and smooth boundary to BCt2
BCt2	80-110+	Dark red (2.5YR 4/8); very gravelly sandy clay loam; moderate finesubangular blocky structure, mainly containing colluviated rock fragments; slightly hard dry, friable moist, slightly sticky and slightly plastic, common distinct clay coating on faces of peds and surfaces of rock fragment; common very fine vesicular pores and few fine simple tubular pores; very few and very fine roots; few large angular gravel, many small and large stones of weathered quartzite; moderately acid (field pH 6.0).

Pedon 4

I. Information on the site

Profile symbol	: Pedon 4
Soil name	: Tha Yang: Ty
Classification	: Isohyperthermic Kanphaplic Haplustults
Date of examination	: 17th March 2011
Descriped by	: Somchai Anusontpornperm, Arthit Sukhkasem, Suphicha Thanachit, Chanissada Phunmuang, Kannika Phetmak, Jiratchaya Saenya, Wanrapee Suwanprapa, Yuttakarn Kaewkamthong
Location	: Farmer field, Ban Phu Farang, Tambon Wang khoi , Amphoe Pai Sali, Changwat Nakhon Sawan
Elevation	: Approximately 167.1 m (MSL)
Map sheet number	: - Co-ordinate: 47P 0693415 UTM: 1727006
Landform	
1. Physiographic position	: Lower upper footslope
2. Surrounding landform	: Undulating
3. Slope on which profile site	: 3% Aspect: 44 Azimuth
Land Use	: Cassava
Annual rainfall	: Approximately 1575.5 mm
Mean temperature	: Approximately 28.7°C
Climate	: Tropical Savana
Others	: -

II General information on the soil

Parent material	: Colluvium of quartzite
Drainage	: Well drained
Permeability	: Moderate
Runoff	: Rapid
Depth of ground water	: Deeper than 1.0 m at time of sampling

III **Profile description**

Horizon	Depth (cm)	Description
Ap	0-10/15	Very dark brown (7.5YR 2.5/2); sandy loam; moderate fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, friable moist, slightly sticky and slightly plastic; common very fine vesicular pores; common very fine and few fine roots; few fine to medium angular gravel; slightly acid (field pH 6.5); clear and smooth boundary to Btc1
Btc1	15-35	Reddish brown (5YR 4/4); very gravelly sandy clay loam; moderate fine subangular blocky structure, mainly containing colluviated materials; slightly hard dry, friable moist, slightly sticky and slightly plastic; few faint clay coating on faces of peds and surfaces of rock fragments; few traces of dead roots; common very fine vesicular and few very fine simple tubular pores; very few and very fine roots; many fine to medium and few coarse quartzite and rock fragments; slightly acid (field pH 6.5); abrupt and smooth to Btc2
Btc2	35-60	Reddish brown (5YR 4/4); very gravelly sandy clay loam; mainly containing colluviated material structure; slightly hard dry, friable moist, slightly sticky and slightly plastic; common faint clay coating on faces of peds and surfaces of rock fragments; few very fine and common fine vesicular pores; very few and very fine roots; many fine to medium and common medium to coarse quartzite and rock fragments; strongly acid (field 5.5); clear and smooth boundary to BCt1
BCt1	60-82	Reddish brown (5YR 4/4); very gravelly sandy clay loam; mainly containing colluviated material structure; slightly hard dry, friable moist, slightly sticky and slightly plastic; common faint clay coating on faces of peds and surfaces of rock fragments; few very fine and common fine vesicular pores; very few and very fine roots; many fine and common medium to coarse weathered and fresh quartzite fragments; strongly acid (field 5.5); clear and smooth boundary to BCt2

BCt2	82-100	Reddish brown (5YR 4/4); very gravelly sandy clay loam; mainly containing colluviated material structure; slightly hard dry, friable moist, slightly sticky and slightly plastic; few faint clay coating on faces of peds and surfaces of rock fragments; few very fine and common fine vesicular pores; very few and very fine roots; few fine and many medium to coarse weathered and fresh quartzite fragments; slightly acid (field pH 6.5); clear and smooth boundary to BCt3
BCt3	100-120+	Yellowish red (5YR 4/6); very gravelly sandy clay loam; mainly containing colluviated material structure; slightly hard dry, friable moist, slightly sticky and slightly plastic; few faint clay coating on faces of peds and surfaces of rock fragments; few very fine and common fine vesicular pores; very few and very fine roots; few fine and many medium to coarse weathered and fresh quartzite fragments; moderately alkaline (field pH 8.0).

ตารางผนวกที่ 1 ปริมาณน้ำฝนของจังหวัดชลบุรี ปี 2547-2548

เดือน	ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร)	
	2547	**2548**
มกราคม	10.9	0
กุมภาพันธ์	28.4	10.7
มีนาคม	33.2	79.7
เมษายน	27.2	75.0
พฤษภาคม	143.9	85
มิถุนายน	118.5	68.4
กรกฎาคม	142.9	57.8
สิงหาคม	113.9	85.8
กันยายน	211.5	524.5
ตุลาคม	67.2	176
พฤศจิกายน	6.9	171.2
ธันวาคม	0	58.6
รวม	904.5	1,392.7

ที่มา : สถานีตรวจอากาศอ่างเก็บน้ำบางพระ (2557)

ตารางผนวกที่ 2 ปริมาณน้ำฝนของจังหวัดนครสวรรค์ ปี 2554-2555

เดือน	ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร)	
	2554	**2555**
มกราคม	0	23
กุมภาพันธ์	13.51	0.6
มีนาคม	88.18	19.1
เมษายน	100.73	49.6
พฤษภาคม	235.99	163.8
มิถุนายน	120.01	91.7
กรกฎาคม	200.96	119.1
สิงหาคม	217.34	109.3
กันยายน	299.70	318.3
ตุลาคม	153.31	164.6
พฤศจิกายน	14.43	56.7
ธันวาคม	0.82	2.9
รวม	1,444.98	1,118.7

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา (2557)

ตารางผนวกที่ 3 สมบัติทางฟิสิกส์ของดินที่ทำการศึกษาในจังหวัดนครสวรรค์

Depth	Horizon	Bulk	Ksat	Particle size distribution			Textural class
		density		Sand	Silt	Clay	
(cm)		(Mg/m)	(cm/hr^{-1})	(----------g/kg----------)			
Pedon 1							
0-20	Ap1	1.19	0.38	140	425	435	silty clay
20-34	Ap2	1.36	0.67	186	375	439	clay
34-51/60	Bt	1.14	0.94	106	438	456	silty clay
60-82	Bck	_	_	210	402	388	clay loam
82-110	Ck	_	_	401	426	173	loam
Pedon 2							
0-17	Ap1	0.96	0.18	106	460	435	silty clay
18-32	Ap2	1.25	0.36	134	448	418	silty clay
32-50	Bt1	1.19	2.64	117	470	414	silty clay
50-81	Bt2	1.08	0.36	110	430	460	silty clay
81-110	Bt3	1.26	0.26	642	290	646	clay
110-140	Bt4	1.20	0.49	79	424	498	silty clay
140-168	Bt5	1.23	0.08	78	412	510	silty clay
168-185	Bt6	1.22	0.87	81	429	489	silty clay
185-200+	Bc	1.22	1.02	153	353	494	clay
Pedon3							
0-12	Ap	1.17	1.82	654	330	17	sandy loam
12-34	Btc1	1.43	1.89	628	246	127	sandy loam
34-53	Btc2	_	_	651	273	76	sandy loam
53-80	BCt1	_	_	513	369	118	loam
80-110	BCt2	_	_	507	371	122	loam
Pedon 4							
0-10/15	Ap	1.40	0.15	596	332	72	sandy loam
14-35	Btc1	1.42	1.92	597	298	105	sandy loam
35-60	Btc2	1.39	8.81	631	264	106	sandy loam
60-82	BCt1	1.36	8.47	489	351	160	loam
82-100	BCt2	_	_	472	376	152	loam
100-120	BCt3	_	_	499	383	118	loam

ตารางผนวกที่ 4 สมบัติทางเคมีของดินที่ทำการศึกษาในจังหวัดนครสวรรค์

Depth	Horizon	pH 1:1	OM	Total N	Available		Extractable bases			CEC	EA	BS
		(H_2O)			P	K	Ca	Mg	Na			
			(-----g/kg-------)		(----mg/kg---)		(----------cmol/kg----------)%					
Pedon 1												
0-20	Ap1	7.4	28.6	1.96	80.46	421.5	49.6	2.58	1.19	51.8	8	87.2
20-34	Ap2	7.8	27.2	1.82	52.71	127.2	51.6	2.07	1.22	48.8	9	86.0
34-51/60	Bt	7.9	21.3	1.61	8.68	67.9	51.67	1.43	1.35	27.8	10	84.5
60-82	Bck	8	13.1	0.77	1.59	36.4	57.48	0.59	1.22	33.5	6	90.8
82-110	Ck	7.9	8.9	0.63	0.34	22.8	53.13	0.42	0.3	23.5	2	96.4
Pedon 2												
0-17	Ap1	5.1	28.9	2.59	12.13	48.4	27.91	5.76	0.3	45.8	20	63.0
18-32	Ap2	5.5	28.9	1.54	1.16	23.9	26.16	5.55	0.33	43.3	18	64.1
32-50	Bt1	5.3	30.6	1.47	2.66	19.8	23.9	4.75	0.29	51.0	20	59.2
50-81	Bt2	5.3	22.4	1.26	0.61	22.1	23.4	3.67	0.35	43.5	19	59.1
81-110	Bt3	5.3	16.5	0.98	0.34	25.5	24.24	3.09	0.32	7.8	20	58.1
110-140	Bt4	5.3	14.8	0.91	0.34	27.1	22.5	2.46	0.19	91.8	19	57.0
140-168	Bt5	5.5	12.4	0.7	0.34	24.2	28.35	2.38	0.53	46.0	16	66.2
168-185	Bt6	5.7	9.6	0.7	0.34	38.4	33.42	2.39	0.19	43.8	14	72.1
185-200+	Bc	6.1	8.3	0.56	0.34	31.7	27.55	1.89	0.19	44.3	13	69.6
Pedon3												
0-12	Ap	5.8	10.7	0.84	2.34	117.5	3.64	0.78	0.48	6.3	3	63.5
Dec-34	Btc1	6.1	9.3	0.84	1.59	113.1	3.62	1.4	0.34	11.0	4	58.5
34-53	Btc2	5.1	5.9	0.63	2.19	152.8	1.47	1.58	0.17	9.3	3	54.6
53-80	BCt1	5	4.1	0.42	1.45	212.1	0.82	0.78	0.22	8.0	4	37.1
80-110	BCt2	5.3	3.4	0.42	1.3	231.1	2.21	1	0.27	7.5	3	57.6
Pedon 4												
0-10/15	Ap	5.8	8.3	0.63	3.64	66.6	6.29	1.67	1.03	12.0	4	69.6
14-35	Btc1	5.4	10.3	0.77	1.89	46.6	4.61	2.13	0.6	12.8	6	55.4
35-60	Btc2	5	6.2	0.7	1.74	70.1	1.51	3.07	0.44	13.5	6	46.4
60-82	BCt1	5.2	6.5	0.7	2.81	93.2	3.73	3.81	0.32	15.0	7	53.6
82-100	BCt2	4.9	4.5	0.56	2.81	116.6	2.88	2.57	0.19	9.5	6	49.7
100-120	BCt3	5.3	4.5	0.49	1.74	101.2	2.58	2.21	0.49	1.5	4	58.1

ตารางผนวกที่ 5 ปริมาณตะกอนดินในบ่อดักตะกอน และการแจกกระจายของอนุภาคดินในตะกอนดินในพื้นที่ที่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำเปรียบเทียบกับพื้นที่ที่ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินในจังหวัดนครสวรรค์

Soils	Sediment	Particle size distribution (g/kg)		
	(t/rai)	Sand	Silt	Clay
Fine textured soil				
Control	5.68	143	364	278
SWC	1.17	111	336	262
T-Test	**	*	ns	*
Coarse textured soil				
Control	4.65	529	494	194
SWC	1.63	583	553	155
T-Test	*	ns	ns	ns

ตารางผนวกที่ 6 ค่าวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและธาตุอาหารในตะกอนดินในบ่อดักตะกอนในพื้นที่ที่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำเปรียบเทียบกับพื้นที่ที่ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินในจังหวัดนครสวรรค์

Soils	pH 1:1 H_2O	OM	Total N	Available		Extractable		
				P	K	Ca	Mg	Na
		(-------g/kg------)		(-------mg/kg------)		(----------$cmol_c$/kg---------)		
Fine textured soil								
Control	7.88a	26.3	1.54	39.22a	170	53.4a	4.02b	0.06
SWC	6.28b	29.2	1.45	16.95b	132	36.7b	6.11a	0.07
T-test	**	ns	ns	*	ns	*	*	ns
Coarse textured soil								
Control	6.53	14.1	0.88	9.15	145	9.4	2.18a	0.06
SWC	6.07	17.1	1.10	11.67	113	4.9	1.10b	0.07
T-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns

ตารางผนวกที่ 7 ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในชั้นดินบนและชั้นดินล่างตามความลาดเทตั้งแต่ตำแหน่งบนสุด (L1) จนไปถึงตำแหน่งล่างสุด (L5) ของความลาดเทในพื้นที่ที่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำเปรียบเทียบกับพื้นที่ที่ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในดินเนื้อละเอียดและดินเนื้อหยาบในจังหวัดนครสวรรค์

Soils	**Organic carbon (g/kg)**				
	L1	**L2**	**L3**	**L4**	**L5**
Fine textured soil: 0-30 cm					
Control	19.52	25.23a	20.48	21.12	20.00
SWC	20.40	17.05b	18.91	19.04	19.91
T-test	ns	**	ns	ns	ns
Fine textured soil: 30-60 cm					
Control	11.88b	15.07b	12.07b	11.87b	11.64b
SWC	18.67a	17.64a	17.40a	18.20a	17.74a
T-test	**	**	**	**	**
Coarse textured soil: 0-30 cm					
Control	4.99b	5.51b	5.24	4.59b	4.59b
SWC	6.97a	6.97a	6.62	6.50a	6.81a
T-test	*	*	ns	*	*
Coarse textured soil: 30-60 cm					
Control	5.79a	7.78a	5.61	6.59	6.77
SWC	4.32b	4.85b	5.68	5.80	5.99
T-test	*	**	ns	ns	ns

ตารางผนวกที่ 8 ปริมาณการสะสมคาร์บอนอินทรีย์ในชั้นดินบนและชั้นดินล่างตามความลาดเทตั้งแต่ตำแหน่งบนสุด (L1) จนไปถึงตำแหน่งล่างสุด (L5) ของความลาดเทในพื้นที่ที่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำเปรียบเทียบกับพื้นที่ที่ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในดินเนื้อละเอียดและดินเนื้อหยาบในจังหวัดนครสวรรค์

Soils	**C_{or} stock (kg/rai)**				
	L1	**L2**	**L3**	**L4**	**L5**
Fine textured soil: 0-30 cm					
Control	896	1158	940	969	918
SWC	920	769	853	858	897
T-test	ns	**	ns	ns	ns
Fine textured soil: 30-60 cm					
Control	552	701	561	552	542
SWC	864	817	806	843	821
T-test	**	**	**	**	**
Coarse textured soil: 0-30 cm					
Control	164	181	172	150	150
SWC	247	247	235	231	242
T-test	**	*	*	**	*

ตารางผนวกที่ 9 เกณฑ์การประเมินสมบัติทางเคมีของดิน

Soil property	Range	Rating
Soil pH	< 3.5	Ultra acid
(1:1 Soil: H_2O)	3.5-4.4	Extremely acid
	4.5-5.0	Very strongly acid
	5.1-5.5	Strongly acid
	5.6-6.0	Moderately acid
	6.1-6.5	Slightly acid
	6.6-7.3	Neutral
	7.4-7.8	Slightly alkaline
	7.9-8.4	Moderately alkaline
	8.5-9.0	Strongly alkaline
	> 9.0	Very strongly alkaline
Organic matter	< 5	Very low
(g/kg)	5-10	Low
	10-15	Moderately low
	15-25	Moderate
	25-35	Moderate high
	35-45	High
	> 45	Very high
Total nitrogen	< 1.0	Very low
(g/kg)	1.0-2.0	Low
	2.0-5.0	Moderately
	5.0-7.5	High
	> 7.5	Very high

ตารางผนวกที่ 9 ต่อ

Soil property	Range	Rating
Available P by Bray II	< 3	Very low
(mg/kg)	3-6	Low
	6-10	Moderately low
	10-15	Moderately
	15-25	Moderate high
	25-45	High
	> 45	Very high
Available K by NH_4OAc	< 30	Very low
(mg/kg)	30-60	Low
	60-90	Moderately
	90-120	High
	> 120	Very high
Extractable bases	< 2.0	Very low
(cmol/kg)	2-5	Low
	5-10	Moderately
	10-20	High
	> 20	Very high
Extractable bases (cmol/kg)	< 2.0	Very low
Ca	2-5	Low
	5-10	Moderately
	10-20	High
	> 20	Very high
Mg	< 0.3	Very low
	0.3-1.0	Low
	1.0-3.0	Moderately
	3.0-8.0	High
	> 8.0	Very high

ตารางผนวกที่ 9 ต่อ

Soil property	Range	Rating
K	< 0.2	Very low
	0.2-0.3	Low
	0.3-0.6	Moderately
	0.6-1.2	High
	> 1.2	Very high
Na	< 0.1	Very low
	0.1-0.3	Low
	0.3-0.7	Moderately
	0.7-2.0	High
	> 2.0	Very high
Sum bases	< 2.6	Very low
	2.6-6.6	Low
	6.6-14.3	Moderately
	14.3-31.2	High
	> 31.2	Very high
CEC by NH_4OAC	<3	Very low
(cmol/kg)	3-5	Low
	5-10	Moderately low
	10-15	Moderately
	15-20	Moderately high
	20-30	High
	>30	Very high

ตารางผนวกที่ 9 ต่อ

Soil property	Range	Rating
%Base saturation	<35	Low
	35-75	Moderately
	>75	High
Extractable acidity	<1	Very low
(cmol/kg)	1-2	Low
	2-5	Moderate
	5-10	Moderately high
	10-20	High
	>20-30	Very high

ที่มา : เอิบ, 2542; Land Classification Division and Food and Agricultural Organization Project Staff, 1973; Soil Survey Division Staff, 1993

ตารางผนวกที่ 10 เกณฑ์มาตรฐานในการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน

Soil fertility rating	OM (g/kg)	Avail. P (mg/kg)	Avail. K (mg/kg)	CEC (cmol/kg)	BS (%)
Low	< 15 (1)	< 10 (1)	< 60 (1)	< 10 (1)	< 35 (1)
Medium	15-35 (2)	10-20 (2)	60-90 (2)	10-20 (2)	35-75 (2)
High	> 35 (3)	> 20 (3)	> 90 (3)	> 20 (3)	> 75 (3)

หมายเหตุ : Scoring is used for the assessment of fertility level (the score is presented in blanket within the table) Total score = 7 or less, fertility level is low; Total score is between 8-12, fertility .level is moderate; Total score = 13 or more, fertility level is high

ที่มา : กองสำรวจดิน, 2523

ตารางผนวกที่ 11 การแบ่งกลุ่มของเนื้อดิน

คำเรียกทั่วไป	**ลักษณะเนื้อดิน (General terms)**	**ชั้นเนื้อดินต่างๆ (texture classes)**
ดินทราย (sandy soils)	เนื้อหยาบ (coarse textured)	ได้แก่ ทรายชนิดต่างๆ (ทรายหยาบ ทรายละเอียด ทรายละเอียดมาก) ทรายปนดินร่วนชนิดต่างๆ (ทรายหยาบปนดินร่วน ทรายปนดินร่วน ทรายละเอียดปนดินร่วน และทรายละเอียดมากปนดินร่วน)
ดินร่วน (loamy soils)	เนื้อหยาบปานกลาง (moderately coarse-textured)	ดินร่วนปนทรายหยาบ ดินร่วนปนทราย ดินร่วนปนทรายละเอียด
	เนื้อปานกลาง (moderately -textured)	ดินร่วนปนทรายละเอียดมาก ดินร่วน ดินร่วนปนทรายแป้ง และทรายแป้ง
	เนื้อละเอียดปานกลาง (moderately fine-textured)	ดินร่วนเหนียว ดินร่วนเหนียวปนทราย ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง
ดินเหนียว (Clayey soils)	เนื้อละเอียด (fine textured)	ดินเหนียวปนทราย ดินเหนียวปนทรายแป้ง และดินเหนียว

ที่มา : เอิบ, 2542 ;Soil Survey Division Staff, 1993

ตารางผนวกที่ 12 เกณฑ์การแยกขนาดของอนุภาคดิน

Size Limits of USDA Soil Separate	
Name of separate	Diameter range (millimeters)
Sand	2.0-0.05
Silt	0.05-0.002
Clay	Less than 0.002

ที่มา: Soil Survey Division Staff (2010)

ตารางผนวกที่ 13 การจำแนกอนุภาคขนาดทราย

Subdivisions	Diameter range (millimeters)
Very coarse sand	2.0-1.0
Coarse sand	1.0-0.5
Medium sand	0.5-0.25
Fine sand	0.25-0.10
Very fine sand	0.10-0.05

ที่มา: Soil Survey Division Staff (2010)

ตารางผนวกที่ 14 เกณฑ์การประเมินสมบัติทางฟิสิกส์ของดิน

Soil properties	Range	Rating
Bulk density (Mg/m)	< 1.2	Very low
	1.2-1.4	Low
	1.4-1.6	Moderate
	1.6-1.8	Moderately high
	1.8-2.0	High
	>2.0	Very high
Saturated hydraulic conductivity (cm/hr)	<0.125	Very slow
	0.125-0.50	Slow
	0.50-2.00	Moderately slow
	2.00-6.25	Moderate
	6.25-12.50	Moderately rapid
	12.50-25.00	Rapid
	> 25.00	Very rapid

ที่มา : นงคราญ (2529) ; O'Neal (1952)

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ	นายอาทิตย์ ศุขเกษม
เกิดวันที่	11 เมษายน 2508
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	ปร.ด. (ปฐพีวิทยา) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (บางเขน)
ตำแหน่งปัจจุบัน	นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-