รายงานผลการวิจัย

เรื่อง

การศึกษามาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ ในแปลงปลูกมะคาเดเมีย ที่มีผลต่อการสูญเสียดินและความชื้นของดินบนพื้นที่สูง ในเขตพัฒนาที่ดินลุ่มน้ำแม่จันตอนบน ตำบลแม่สลองนอก อำเภอแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย

The Study of Soil and Water Conservation Measure in Macadamia Plantation on Soil Erosion and Soil Moisture Content on Highland in Land Development Zone on Mae Chan Sub Watershed, Maesalongnong District, Mae Fah Luang District, Chiang Rai Province

โดย

นายศรัญณุพงศ์ ชัยวัฒนกุล

สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 7 กรมพัฒนาที่ดิน

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

กุมภาพันธ์ 2560

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	ก
สารบัญตาราง	ข
สารบัญตารางภาคผนวก	ง
สารบัญภาพภาคผนวก	จ
บทคัดย่อ	1
หลักการและเหตุผล	3
วัตถุประสงค์	4
ขอบเขตการศึกษา	5
การตรวจเอกสาร	5
ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินการ	13
อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ	14
ผลการทดลองและวิจารณ์	19
สรุปผลการทดลอง	91
ข้อเสนอแนะ	92
ประโยชน์ที่ได้รับ	92
เอกสารอ้างอิง	93
ภาคผนวก	98
ภาพภาคผนวก	102

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk Density) ที่ระดับ 0-15 เซนติเมตร	22
2	การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk Density) ที่ระดับ 0-15 เซนติเมตร ปี พ.ศ. 2557 2558 และ 2559 (Combined Analysis of Variance)	22
3	ความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk Density) ที่ระดับ 15-40 เซนติเมตร	26
4	การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk Density) ที่ระดับ 15-40 เซนติเมตร ปี พ.ศ. 2557 2558 และ 2559 (Combined Analysis of Variance)’	26
5	ความพรุนรวมของดิน (Total Porosity) ที่ระดับ 0-15 เซนติเมตร	30
6	การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของความพรุนรวมของดิน (Total Porosity) ที่ระดับ 0-15 เซนติเมตร ปี พ.ศ. 2557 2558 และ 2559 (Combined Analysis of Variance)	30
7	ความพรุนรวมของดิน (Total Porosity) ที่ระดับ 15-40 เซนติเมตร	34
8	การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของความพรุนรวมของดิน (Total Porosity) ที่ระดับ 15-40 เซนติเมตร ปี พ.ศ. 2557 2558 และ 2559 (Combined Analysis of Variance)	34
9	ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH)	36
10	ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (OM)	40
11	การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (OM) ปี พ.ศ. 2557 2558 และ 2559 (Combined Analysis of Variance)	40
12	ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (Available P)	43
13	การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) ปี พ.ศ. 2557 2558 และ 2559 (Combined Analysis of Variance)	43
14	ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ในดิน (กิโลกรัมต่อไร่) ก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง ปี พ.ศ. 2557 2558 และ 2559	47
15	การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดในดิน ปี พ.ศ. 2557 2558 และ 2559 (Combined Analysis of Variance)	47
16	ปริมาณน้ำในดิน (มิลลิเมตรน้ำ) (ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร)	51
17	การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของปริมาณน้ำในดิน (มิลลิเมตรน้ำ) ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ปี พ.ศ. 2557 2558 และ 2559 (Combined Analysis of Variance)	51
18	ปริมาณน้ำในดิน (มิลลิเมตรน้ำ) (ที่ระดับความลึก 15-40 เซนติเมตร	56

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
19	การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ในดิน (มิลลิเมตรน้ำ) ที่ระดับความลึก 15-40 เซนติเมตร ปี พ.ศ. 2557 2558 และ 2559 (Combined Analysis of Variance)	56
20	ปริมาณการสูญเสียดินปี พ.ศ.2557 2558 และ 2559 และสะสม 3 ปี	60
21	การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของปริมาณการสูญเสียดินดิน ปี พ.ศ. 2557 2558 และ 2559 (Combined Analysis of Variance)	60
22	ปริมาณอินทรียวัตถุในตะกอนดิน (OM) หลังการทดลองปี 2557 2558 และ 2559	65
23	การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของปริมาณอินทรียวัตถุในตะกอนดิน (OM) ปี พ.ศ. 2557 2558 และ 2559 (Combined Analysis of Variance)	65
24	ปริมาณฟอสฟอรัสในตะกอนดิน (P) หลังการทดลองปี 2557 2558 และ 2559	69
25	การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของปริมาณฟอสฟอรัสในตะกอนดิน (P) ปี พ.ศ. 2557 2558 และ 2559	69
26	ปริมาณโพแทสเซียมในตะกอนดิน (K) หลังการทดลองปี 2557 2558 และ 2559	73
27	การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของปริมาณโพแทสเซียมในตะกอนดิน (K) ปี พ.ศ. 2557 2558 และ 2559	73
28	ปริมาณการสูญเสียดินที่คิดเป็นปริมาณธาตุอาหาร ปริมาณไนโตรเจนรวม (Total N) ที่สูญเสียไปกับตะกอนดินสะสม 3 ปี (ปี 2557 2558 และ 2559)	75
29	ปริมาณการสูญเสียดินที่คิดเป็นปริมาณฟอสฟอรัส (P) ที่สูญเสียไปกับตะกอนดิน ปี พ.ศ. 2557 2558 และ 2559	77
30	ปริมาณการสูญเสียดินที่คิดเป็นปริมาณโพแทสเซียม (K) ที่ที่สูญเสีย ไปกับตะกอนดิน สะสม 3 ปี (ปี พ.ศ. 2557 2558 และ 2559)	79
31	ความสูงของไม้ผล (มะคาเดเมีย) ปี พ.ศ. 2557 2558 และ 2559	82
32	ความกว้างของทรงพุ่มของมะคาเดเมีย ก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง ปี 2557 2558 และ 2559	85
33	เส้นรอบวงของลำต้นมะคาเดเมีย ก่อนการทดลอง ปี พ.ศ.2556 และหลังการทดลอง ปี พ.ศ. 2557 2558 และ 2559	87
34	ปริมาณน้ำฝนปี พ.ศ. 2557 2558 และ 2559	88
35	สถิติภูมิอากาศ ณ สถานีตรวจวัดอากาศดอยแม่สลอง จังหวัดเชียงราย เฉลี่ย 3 ปี (ปี พ.ศ. 2557 2558 และ 2559)	90

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
1	ระดับความรุนแรงของความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (soil reaction)	99
2	ระดับอินทรียวัตถุในดิน (organic matter)	99
3	ระดับฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (Avai.P)	100
4	ระดับโพแทสเซียมที่สกัดได้ในดิน (Extr.K)	100
5	ระดับสถานะสมบัติทางเคมีของดิน	101

สารบัญภาพภาคผนวก

ภาพภาคผนวกที่		หน้า
1	ภาพหน้าตัดดิน (Soil Profile) ชุดดินเชียงคาน (Doi Pui series : Dp)	103
2	แผนผังแปลงทดลอง (ผังแปลงรวม)	104
3	แผนผังแปลงทดลอง (แปลงย่อย)	105
4	แบบบ่อกักเก็บตะกอน	106

ชื่อโครงการ การศึกษามาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำในแปลงปลูกมะคาเดเมียที่มีผลต่อการสูญเสียดินและความชื้นของดินบนพื้นที่สูงในเขตพัฒนาที่ดินลุ่มน้ำน้ำแม่จันตอนบน ตำบลแม่สลองนอก อำเภอแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย
The Study of Soil and Water Conservation Measure in Macadamia Plantation on Soil Erosion and Soil Moisture Content on Highland in Land Development Zone on Maechan Sub Watershed, Maesalongnong District, Mae fah luang District, Chiangrai Province

ทะเบียนวิจัย 57 59 02 11 20003 021 102 04 11

ชุดดิน ดอยปุย (DoiPui series : Dp)

ผู้ดำเนินการ นายศรัญณุพงศ์ ชัยวัฒนกุล Mr. Srunnupong Chaiwattanagul

บทคัดย่อ

การศึกษามาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำในแปลงปลูกมะคาเดเมียที่มีผลต่อการสูญเสียดินและความชื้นของดินบนพื้นที่สูงในเขตพัฒนาที่ดินลุ่มน้ำน้ำแม่จันตอนบน ตำบลแม่สลองนอก อำเภอแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย ดำเนินการที่บ้านตงจาไส หมู่ที่ 13 ตำบลแม่สลองนอก อำเภอแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย ชุดดินดอยปุย (Doi Pui series : Dp) ปี พ.ศ.2556-2559 เพื่อศึกษาผลของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำต่อการการสูญเสียดิน ปริมาณน้ำในดิน สมบัติทางกายภาพและเคมีของดินที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของมะคาเดเมียบนพื้นที่สูง วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design : RCBD) มี 6 วิธีการ 3 ซ้ำ ดังนี้ 1.ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ 2.ใช้แถบหญ้าแฝก V.I.2.5 เมตร 3.ใช้คูรับน้ำขอบเขา V.I.4 เมตร 4.ใช้คูรับน้ำขอบเขา V.I.4 เมตร ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา 5.ใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น 6.ใช้คูรับน้ำขอบเขา V.I.8 เมตร เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ

ผลการทดลองพบว่า การปลูกมะคาเดเมียใช้คูรับน้ำขอบเขา V.I.4 เมตร ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ส่งผลให้สมบัติทางกายภาพของดินดีขึ้น ความหนาแน่นรวมของดินลดลงต่ำสุด ความพรุนรวมของดินมีค่าเพิ่มขึ้นสูงสุด สมบัติทางเคมีของดินดีขึ้น ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินมีค่าเพิ่มสูงขึ้น ปริมาณอินทรียวัตถุและโพแทสเซียมในดินมีแนวโน้มลดลงแต่ยังมีปริมาณที่สูงกว่าวิธีการอื่น ๆ ปริมาณฟอสฟอรัสในดินมีค่าเพิ่มขึ้นสูงสุด ปริมาณน้ำในดินมีค่าเพิ่มขึ้นสูงสุด มีปริมาณการสูญเสียดินต่ำสุด การสูญเสียธาตุอาหารไปกับตะกอนดิน มีการสูญเสียอินทรียวัตถุในดินต่ำสุด สูญเสียไนโตรเจนรวมต่ำสุด สูญเสียฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำสุด และสูญเสียโพแทสเซียมที่สกัดได้ต่ำสุด

การเจริญเติบโตของต้นมะคาเดเมีย พบว่าการปลูกมะคาเดเมียใช้คูรับน้ำขอบเขา V.I.4 เมตร ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ต้นมะคาเดเมียมีความสูงเฉลี่ยสูงสุด ความกว้างของทรงพุ่มมะคาเดเมียเฉลี่ยสูงสุด เส้นรอบวงของลำต้นมะคาเดเมียเฉลี่ยสูงสุด วิธีการใช้คูรับน้ำขอบเขา V.I.4 เมตร ร่วมกับการปลูกหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นวิธีการที่เหมาะสมที่จะใช้เป็นมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำกับการปลูกมะคาเดเมียบนพื้นที่สูง วิธีการที่เหมาะสมรองลงมาคือ ปลูกไม้ผลใช้แถบหญ้าแฝก V.I.2.5 เมตร เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ

Abstract

The study of soil and water conservation measure in macadamia plantation on soil erosion and soil moisture content on highland in land development zone on Maechan Sub Watershed, Maesalongnong District, Maefahluang District, Chiang rai Province. was conducted at Ban Tongjasai Mu 13 Maesalongnong District, Mae fah luang District, Chiang rai Province. In the Doi Pui series : Dp. During of the year 2013-2016. The objective was to study the soil and water conservation measures suited to the growing of macadamia on highland. The amount of soil loss. Moisture in soil. Physical and chemical properties of the soil. The experimental design was Randomized Complete Block Design with 6 treatments 3 replications as : 1.The fruit tree plantation no soil and water conservation 2.The fruit tree plantation use vetiver grass (use the V.I.2.5 meters) for soil and water conservation 3.The fruit tree plantation use Hillside ditch (use the V.I.4 meters) for soil and water conservation 4.The fruit tree plantation use Hillside ditch (use the V.I.4 meters) with the vetiver grass outside Hillside ditch for soil and water conservation 5.The fruit tree plantation use individual basin for soil and water conservation 6.The fruit tree plantation use hillside ditch (use the V.I.8 meters) for soil and water conservation

The results showed that. The macadamia plantation use Hillside ditch (use the V.I.4 meters) with the vetiver grass outside Hillside ditch for soil and water conservation. As a result, the physical properties of the soil improved. The bulk density of soil decreased. The total porosity was highest. The chemical properties of the soil. The pH of soil increased. The organic matter and potassium in soil content decreased. There was a tendency to decrease, but also higher than other methods. The amount of phosphorus content in the soil increased was highest. The water content in soil is increased maximum. The amount of soil loss is lowest. The loss of nutrients to the sediments. A loss of organic matter total nitrogen Available phosphorus and extractable potassium in soil to sediment lowest.

The growth of macadamia. The macadamia plantation use Hillside ditch (use the V.I.4 meters) with the vetiver grass outside Hillside ditch for soil and water conservation. Macadamia has the height average higher. The wide of macadamia shrub average maximum. The girth of the stems macadamia average maximum. The macadamia plantation use Hillside ditch (use the V.I.4 meters) with the vetiver grass outside Hillside ditch for soil and water conservation. It's the right approach. to be used as a measure of soil and water conservation with the cultivation of macadamia in highland. The right approach is followed by the macadamia plantation use vetiver grass (use the V.I.2.5 meters) for soil and water conservation.

หลักการและเหตุผล

เขตพัฒนาที่ดินลุ่มน้ำน้ำแม่จันเขตที่ 1 ชร.4 (2556) มีพื้นที่ 140,422 ไร่ และเขตพัฒนาที่ดินลุ่มน้ำน้ำแม่จันเขตที่ 2 ชร.5 (2556) มีพื้นที่ 255,290 ไร่ อยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาน้ำแม่จัน (0203) ลุ่มน้ำหลักแม่น้ำโขง (02) ครอบคลุมอำเภอแม่จัน อำเภอแม่ฟ้าหลวง และอำเภอเชียงแสน จังหวัดเชียงราย ลักษณะพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน ที่ลาดเชิงเขาและเนินเขา ที่มีความลาดชันสูง ดินผันแปรไปตามชนิดของหิน มีทั้งที่เป็นดินตื้นและดินลึก ลักษณะดินง่ายต่อการถูกชะล้างพังทลาย เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม น้ำป่าไหลหลากและน้ำท่วมในพื้นที่ลุ่มเมื่อฝนตกหนัก พื้นที่ไม่เหมาะสมต่อการทำการเกษตร แต่เนื่องจากพื้นที่ราบมีจำกัด ทำให้มีการใช้ประโยชน์พื้นที่ดังกล่าว โดยเฉพาะพื้นที่เนินเขาที่มีความลาดชัน 20-35 เปอร์เซ็นต์ มีการใช้ประโยชน์ในพื้นที่เพื่อทำการเกษตรร้อยละ 10.72 ของพื้นที่เขตพัฒนาที่ดิน ซึ่งจะเป็นพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการช้างพังทลายของหน้าดินสูง โดยเฉพาะการปลูกไม้ผลบนพื้นที่สูง ซึ่งจะมีการชะล้างพังทลายของหน้าดินสูงในระยะแรกของการปลูกไม้ผล จึงมีความเห็นว่าควรจะมีงานวิจัย ในด้านการอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่ลาดชัน 25 เปอร์เซ็นต์ เพื่อใช้เป็นตัวแทนของพื้นที่ ให้เกษตรกรและนักวิจัย ได้รับทราบถึงมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสม

มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ การจัดการดิน และเลือกชนิดพืชที่จะปลูกให้เหมาะสมกับพื้นที่ลาดชัน โดยเฉพาะการใช้ที่ดินในปัจจุบัน พื้นที่เนินเขาที่มีความลาดชัน 20-35 เปอร์เซ็นต์ เขตพัฒนาที่ดินลุ่มน้ำน้ำแม่จัน พื้นที่ต้นน้ำจะมีการส่งเสริมให้ปลูกไม้ผลเมืองหนาว โดยเฉพาะมะคาเดเมีย ซึ่งเป็นไม้ผลที่ใช้นิยมปลูกเป็นพืชเศรษฐกิจบนพื้นที่สูง เป็นประโยชน์ในด้านการสร้างอาชีพและรายได้แก่เกษตรกร และมีประโยชน์อย่างมหาศาลในด้านการฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมบนพื้นที่สูง ที่ถูกทำลายไป จากการดำเนินงานที่ผ่านมา การส่งเสริมการปลูกไม้ผล ควรดำเนินการควบคู่ไปกับการอนุรักษ์ดินและน้ำให้มากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ควรมีการศึกษาศักยภาพของไม้ผลแต่ละชนิดว่าเหมาะสมกับพื้นที่นั้นหรือไม่ มะคาเดเมียเป็นไม้ผลที่เจริญเติบโตได้ดี ในสภาพอากาศค่อนข้างเย็น อุณหภูมิ 10-30 องศาเซลเซียส เหมาะสมในพื้นที่สูงตั้งแต่ 300-1,300 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ปริมาณน้ำฝนไม่ต่ำกว่า 1,000 มิลลิเมตรต่อปี และมีการกระจายของน้ำฝนดี มีความชื้นสัมพัทธ์สูง ดินมีการระบายน้ำดี มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 5.5-6.0 เป็นพืชที่ต้องการแสงแดดอย่างมาก พื้นที่ที่ปลูกจึงควรเป็นที่ป่าเสื่อมโทรม หรือแปลงพืชไร่เก่าที่ได้แดดเต็มที่ และมีการระบายน้ำดี

ปัญหาในเรื่องการกร่อนของหน้าดิน และปัญหาความเสื่อมโทรมของดิน ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของพืช การจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ โดยใช้มาตรการต่าง ๆ เช่น คันดิน บ่อดักตะกอนแต่มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำเหล่านั้น ยังไม่เหมาะสมสำหรับการปลูกไม้ผลบนพื้นที่ ซึ่งเกษตรกรสามารถปลูกเป็นพืชเศรษฐกิจได้เช่น มะคาเดเมีย เชอรี่ บ๊วย พลัม เป็นต้น ทำให้มีปัญหาการยอมรับมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ นอกจากนี้พบว่าบางพื้นที่เป็นป่ามีสภาพเช่นเดียวกันกับพื้นที่ปลูกไม้ผล ยังมีปัญหาการชะล้างพังทลายของดินสูง ดังนั้นในพื้นที่ปลูกไม้ผลควรมีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสมกับการปลูกไม้ผลบนพื้นที่สูง

มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำในเขตพัฒนาที่ดิน ใช้ทั้งวิธีกลและวิธีทางพืช เช่น คันคูรับน้ำขอบเขา แถบหญ้าแฝก เป็นต้น หลังจากเกษตรกรนำพื้นที่ที่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำเหล่านี้ไปใช้

ประโยชน์ในการปลูกไม้ผล พบว่ามีปัญหามาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ ไม่เหมาะสมกับระบบปลูกพืชของเกษตรกร ดังนั้นจึงควรศึกษาหามาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสม และเป็นที่ยอมรับของเกษตรกร เพื่อแก้ปัญหาการชะล้างพังทลายของดินที่เกิดขึ้นมากบนพื้นที่สูง และเพื่อนำข้อมูลเหล่านี้มาบูรณาการกับข้อมูลด้านดิน วัตถุต้นกำเนินดิน ในการหาแนวทางป้องกัน การเกิดการการชะล้างพังทลายของดิน และปัญหาดินถล่ม พื้นที่สูงซึ่งเป็นพื้นที่ต้นน้ำของลุ่มน้ำหลัก มีความสำคัญอย่างมากต่อลุ่มน้ำสาขา ในพื้นที่กลางน้ำ และปลายน้ำ ดังนั้นปัญหาการชะล้างพังทลายของดินบนพื้นที่สูง จึงมีความจำเป็นต้องหาแนวทางแก้ไข ซึ่งขึ้นอยู่กับมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ ที่ใช้ว่ามีความเหมาะสมอย่างไร

การศึกษาหามาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสมบนพื้นที่สูง ในเขตพัฒนาที่ดินลุ่มน้ำน้ำแม่จัน เพื่อศึกษาถึงมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของมะคาเดเมียบนพื้นที่สูง และเพื่อศึกษาถึงผลของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำกับการปลูกมะคาเดเมียบนพื้นที่สูงที่มีผลต่อการการสูญเสียดินการเปลี่ยนแปลงความชื้นในดิน สมบัติทางกายภาพ และสมบัติทางเคมีของดิน ผลของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของมะคาเดเมีย การใช้ประโยชน์ของแถบพืชอนุรักษ์ดินและน้ำแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันออกไป และยังขาดข้อมูลเหล่านี้ จึงได้ศึกษาวิจัยการศึกษามาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำในแปลงปลูกมะคาเดเมียที่มีผลต่อการสูญเสียดิน และความชื้นของดินบนพื้นที่สูง ในเขตพัฒนาที่ดินลุ่มน้ำน้ำแม่จันตอนบน ตำบลแม่สลองนอก อำเภอแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย ในพื้นที่หมู่บ้านตงจาใส หมู่ที่ 13 ตำบลแม่สลองนอก อำเภอแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2556 ถึงเดือน ธันวาคม 2559

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษามาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของมะคาเดเมียบนพื้นที่สูง
2. เพื่อศึกษาผลของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำกับการปลูกมะคาเดเมียบนพื้นที่สูง ที่มีผลต่อปริมาณการสูญเสียดิน ปริมาณน้ำในดิน สมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของดิน และปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียไปกับตะกอนดิน

ขอบเขตการศึกษา

ศึกษาหามาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสมบนพื้นที่สูงในพื้นที่ต้นน้ำ ในเขตพัฒนาที่ดินลุ่มน้ำน้ำแม่จัน การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีและสมบัติทางกายภาพของดิน ความชื้นของดิน และปริมาณการสูญเสียดิน เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการแก้ไขปัญหาการชะล้างพังทลายของดิน และการแก้ไขปัญหาดินถล่ม ผลของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสม ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของมะคาเดเมีย

การตรวจเอกสาร

ตามพระราชกฤษฎีกาจัดตั้งสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) พ.ศ. 2548 ให้ความหมายของพื้นที่สูงว่า “พื้นที่ที่เป็นภูเขา หรือพื้นที่ที่มีความสูงกว่าระดับน้ำทะเลห้าร้อยเมตรขึ้นไป หรือพื้นที่ที่อยู่ระหว่างพื้นที่สูงตามที่คณะกรรมการกำหนด” (สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง, 2560) มีการใช้ที่ดิน (Land use) หมายถึง การใช้ที่ดินเป็นทรัพยากรขั้นพื้นฐานในการผลิตอาหาร เครื่องนุ่งห่ม ยารักษาโรค ตลอดจนใช้เป็นที่พักผ่อน ที่อยู่อาศัย กักเก็บน้ำ หรือใช้ในกิจการอื่น ๆ ที่มีความสำคัญต่อชีวิตความเป็นอยู่ของมวลมนุษย์ ทั้งนี้รวมถึงการใช้ที่ดินในปัจจุบันและการใช้ที่ดินในอนาคตด้วย บัณฑิต (2535) ให้ความหมายไว้ว่า การใช้ที่ดินเป็นกิจกรรมของมนุษย์บนพื้นดินและสิ่งที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติ ทั้งนี้รวมถึงสิ่งปกคลุมดินเพื่อที่จะสามารถจัดจำแนกพื้นที่ได้ทั้งหมด โดยทั่วไปแล้วลำดับชั้นและสิ่งปกคลุมดินมีด้วยกัน 3 ลักษณะคือ โครงสร้างทางกายภาพที่มนุษย์สร้างขึ้น ปรากฏการณ์ทางชีวภาพและการพัฒนาทุกประเภท สถิตย์ (2521) ได้กล่าวไว้ว่าการใช้ที่ดิน หมายถึง การนำที่ดินมาใช้บำบัดความต้องการของมนุษย์ในด้านต่าง ๆ เช่น เกษตรกรรม อุตสาหกรรม พาณิชยกรรม และที่อยู่อาศัย เป็นต้น การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน หมายถึง การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินว่าเป็นไปในรูปใด เช่น การทำเกษตรกรรม เหมืองแร่ การก่อสร้างอาคารที่อยู่อาศัย เป็นต้น ซึ่งการใช้ที่ดินที่ไม่เหมาะสมส่งผลให้เกิด การชะล้างพังทลายของดิน ตามพระราชบัญญัติพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2551 การชะล้างพังทลายของดิน หมายความว่า ปรากฏการณ์ซึ่งที่ดินถูกชะล้างกัดเซาะพังทลายด้วยพลังงานที่เกิดจากน้ำ ลม หรือโดยเหตุอื่นใดให้เกิดการเสื่อมโทรม สูญเสียเนื้อดิน หรือความอุดมสมบูรณ์ของดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2552)

การพังทลายของดินโดยมีน้ำเป็นตัวการนี้ จะเริ่มด้วยอนุภาคของดิน ณ จุดเดิมจะต้องมีการแตกแยกออกจากกัน ซึ่งขบวนการที่ก่อให้เกิดการแตกแยกหรือแตกกระจายของอนุภาคดินนี้เรียกว่า Detaching process ซึ่งตัวการที่ทำให้อนุภาคของดินแตกกระจายคือเม็ดฝนที่ตกลงมา เมื่ออนุภาคของดินแตกกระจายจากกัน แล้วจะเกิดขบวนการที่สองตามมาคือขบวนการเคลื่อนย้าย (Transporting process) เกิดจากการกระทำของตัวการที่ก่อให้เกิดการพังทลาย (erosive agents) อนุภาคของดินจะถูกเคลื่อนย้ายไปมากหรือน้อยเพียงไรจะขึ้นอยู่กับว่าขบวนการที่ทำให้เกิดการแตกกระจายของอนุภาคดินเกิดขึ้นมากหรือน้อย ถ้าดินถูกทำให้แตกกระจายมาก โอกาสที่จะถูกเคลื่อนย้ายไปจากที่เดิมก็มีมาก แต่ถ้าดินถูกทำให้แตกกระจายน้อยก็จะถูกเคลื่อนย้ายไปจากที่เดิมน้อยด้วย เมื่อดินถูกเคลื่อนย้ายไปจากจุดเดิมและ ณ จุดใหม่นี้แรงของตัวการที่ก่อให้เกิดการพังทลาย

มีไม่มากพอที่จะเคลื่อนย้ายดินต่อไปอีก ดินก็จะเกิดการตกตะกอนทับถมอยู่ที่จุดใหม่ซึ่งเรียกขบวนการนี้ว่า Deposition process (ถนอม, 2528)

การชะล้างพังทลายของดินหมายถึง การเคลื่อนย้ายของดินจากแห่งหนึ่งไปยังอีกแห่งหนึ่งโดยเคลื่อนผ่านผิวหน้าดินซึ่งจัดเป็นชั้นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์และความเหมาะสมในการเพาะปลูกพืชมากที่สุดซึ่งกระบวนการดังกล่าวนั้นจะส่งผลทำให้ผลผลิตของพืชที่ปลูกลดลง ส่งผลทำให้ก่อให้เกิดปัญหาความยากจน การบุกรุกทำลายป่าเพื่อหาพื้นที่เพาะปลูก รวมถึงปัญหาเศรษฐกิจและสังคมต่างๆ จึงจำเป็นที่จะต้องมีการพัฒนามาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ เพื่อลดความรุนแรงของปัญหาการชะล้างพังทลายของดินในแต่ละพื้นที่

การอนุรักษ์ดินและน้ำ หมายถึง การใช้ที่ดินอย่างชาญฉลาด โดยคำนึงถึงการป้องกันการพังทลายของดิน ทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์อยู่ได้นานหรือเก็บรักษาน้ำไว้ในดินให้ดินมีความชุ่มชื้นอยู่ได้นานแทนที่จะปล่อยให้สูญหายไป นอกจากนี้ยังรวมไปถึงการปรับปรุงและการฟื้นฟูบำรุงดินต่างๆ ที่เสื่อมโทรมให้กลับนำมาใช้ประโยชน์ได้อีก นอกจากนี้งานอนุรักษ์ดินและน้ำอาจกล่าวได้ในอีกหลายความหมาย เช่น เป็นการป้องกันมิให้ดินถูกชะล้างพังทลายเมื่อใช้ทำการเกษตร เป็นการรักษาสภาพพื้นที่เพาะปลูกให้คงสภาพอยู่ตลอดไปไม่สูญหาย เป็นการอนุรักษ์ดินให้มีความอุดมสมบูรณ์อยู่เสมอ เป็นการปรับปรุงพื้นที่ที่ไม่เหมาะสมต่อการเกษตร การวางแผนระบบการใช้น้ำในไร่นา หรือเป็นการรักษาปรับปรุงสภาพของพื้นที่ต้นน้ำลำธาร ป่าไม้และสภาพธรรมชาติบางอย่างให้ดีขึ้น ในส่วนของการอนุรักษ์ดินนั้น เป็นการรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินไว้ให้คงที่ในขณะที่มีการปลูกพืช ดังนั้นหลักสำคัญในการอนุรักษ์ดินจึงเหมือนกับหลักการกสิกรรมที่ดี เช่น การใช้ที่ดินอย่างถูกต้อง ตลอดจนการไถพรวน การใช้ปุ๋ยและการจัดการน้ำภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม แต่บางครั้งจำเป็นต้องใช้วิธีการอื่นๆ เข้ามาร่วมในระบบ เช่น การปลูกพืชคลุมดิน (Cover cropping) การปลูกพืชหมุนเวียน (Crop rotation) การไถพรวน (tillage) การใส่ปุ๋ย (fertilization) การคลุมดิน (mulching) การทำแนวระดับ (contouring) การปลูกพืชสลับ (strip cropping) การทำขั้นบันได (Bench terracing) (ไชยสิทธิ์, 2531)

ผลจากการดำเนินงานของกรมพัฒนาที่ดิน พบว่า มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำบนพื้นที่ดอนและพื้นที่สูง ที่นับว่ามีประสิทธิภาพในด้านการป้องกันตะกอนดินไม่ให้ลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ คือ แนวหญ้าแฝกและคูรับน้ำขอบเขา (hillside ditch) ซึ่งจะมีระยะห่างระหว่างแนวอนุรักษ์ผันแปรไปตามระยะห่างในแนวดิ่ง (vertical interval, V.I.) แต่เมื่อนำไปประยุกต์ใช้ร่วมกับระบบการปลูกพืชไร่หรือพืชชนิดต่างๆ โดยเฉพาะการปลูกข้าวโพดที่มีความจำเป็นจะต้องมีการไถพรวนดิน พบว่าระยะระหว่างแถบอนุรักษ์ดังกล่าวเป็นอุปสรรค์ต่อการไถพรวนเพื่อเตรียมพื้นที่สำหรับปลูกพืช เกษตรกรจึงจำเป็นต้องเอาระบบอนุรักษ์ดินและน้ำนั้นออกจากพื้นที่ นอกจากนี้ยังพบว่าในพื้นที่ที่ทำการปลูกข้าวโพดที่อยู่ระหว่างแถบอนุรักษ์ดินและน้ำยังคงเกิดกระบวนการชะล้างพังทลายของผิวหน้าดิน จึงทำให้พื้นที่ดังกล่าวสูญเสียความอุดมสมบูรณ์อย่างรวดเร็ว คูรับน้ำขอบเขา (hillside ditch) เป็นคูรับน้ำที่จัดทำขึ้นขวางความลาดเท มีจุดมุงหมายที่จะแบ่งพื้นที่ออกเป็นช่วงๆ ประมาณ 6-12 เมตร โดยขึ้นกับเปอร์เซ็นต์ของความลาดชันและความกว้างของคูรับน้ำ ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 2 ขนาด คือ คูรับน้ำชนิดกว้าง เหมาะสำหรับพื้นที่ที่มีความลาดชันน้อย (ความลาดชันระหว่าง 15-35 เปอร์เซ็นต์) มีความกว้างของฐานคูรับน้ำ 2 เมตร และคูรับน้ำชนิดแคบ เหมาะสำหรับพื้นที่ที่มีความลาดชันมาก

(ความลาดชันมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์) มีความกว้างของฐานคูรับน้ำ 1.5 เมตร (กรมพัฒนาที่ดิน, ไม่ระบุปีที่พิมพ์) ในส่วนของระยะห่างตามผิวดิน พบว่า ระยะของคูรับน้ำรอบเขาแต่ละคูมีระยะห่างตามผิวดินผันแปรอยู่ในช่วง 12-30 เมตร ซึ่งสามารถคำนวณค่าระยะตามแนวดิ่ง (V.I.) ได้จาก V.I.=(S+6)/10 เมื่อ S เป็นค่าเปอร์เซ็นต์ของความลาดชัน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2534)

ในปัจจุบันได้มีการนำเอาหญ้าแฝกเข้ามาร่วมในระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ เนื่องจากเป็นพืชที่มีระบบรากลึกทำให้สามารถยึดและดักตะกอนดินไม่ให้ไหลลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติได้ ซึ่งจากผลการศึกษาเกี่ยวกับมาตรการปลูกแถบหญ้าระยะห่างต่างๆกันในการอนุรักษ์ดินและน้ำบนพื้นที่สูงของวาสุเทพ และคณะ (2537) พบว่า การปลูกข้าวไร่ระยะห่างระหว่างแถบหญ้าแฝกตามค่า V.I.3 เมตร และวิธีการปลูกข้าวระยะห่างระหว่างแถบหญ้ารูซี่ตามค่า V.I.3 เมตรเป็นวิธีการที่ดีที่สุดในด้านการอนุรักษ์ดินและน้ำ การปรับปรุงบำรุงดิน รวมทั้งการให้ผลผลิตตอบแทนที่คุ้มค่า เพราะวิธีการทั้งสองสามารถชะลอปริมาณน้ำไหลบ่าให้ลงดินได้มากขึ้น ช่วยดักตะกอนดินไม่ให้ไหลลงสู่พื้นแหล่งน้ำธรรมชาติและเสียพื้นที่เพาะปลูกไปมากนัก

คันดินกั้นน้ำ (Broadbase terrace or field terrace) เป็นวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำที่มีความสำคัญสร้างขึ้นขวางความลาดเทของพื้นที่ แบ่งพื้นที่ออกเป็นช่วงๆ เพื่อป้องกันการชะล้างพังทลายของดินส่วนใหญ่ใช้กับพื้นที่ที่มีความลาดชันตั้งแต่ 2-12 เปอร์เซ็นต์ แต่อาจใช้ได้กับพื้นที่ที่มีความลาดชันต่ำกว่า 2 เปอร์เซ็นต์หรือสูงไปจนถึง 15 เปอร์เซ็นต์ (สุธน, 2531) แต่อย่างไรก็ตามในพื้นที่ที่ทำการปลูกพืชระหว่างแถบอนุรักษ์ดินและน้ำ ก็ยังคงเกิดการกร่อนของผิวหน้าดิน จะเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลาอันเป็นผลเนื่องมาจากการตกกระทบโดยตรงของเม็ดฝนกับผิวหน้าดิน จึงทำให้เม็ดดินแตกกระจาย และง่ายต่อการพัดพาโดยน้ำผิวหน้าดิน ส่งผลทำให้เกิดการสูญเสียหน้าดินและผลผลิตของพืชลดลง เช่นในกรณีศึกษาของ จินตนาและคณะ (2534) ได้ทำการศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดที่ปลูกในดินชุดเพชรบูรณ์ที่หน้าดินยังไม่ถูกชะล้างและที่หน้าดินถูกชะล้างไปแล้วจากพื้นที่เป็นความลึก 2.50 5.00 10.00 15.50 20.00 และ 25.00 เซนติเมตร ดำเนินการในพื้นที่ที่มีความลาดชัน 8 เปอร์เซ็นต์ พบว่าปริมาณผลผลิตข้าวโพดในพื้นที่ที่หน้าดินยังไมถูกชะล้างมีปริมาณสูงสุด (เท่ากับ 640 กิโลกรัมต่อไร่) ส่วนในพื้นที่ที่ผิวหน้าดินถูกชะล้างไปจากพื้นที่เป็นความลึก 2.50 5.00 10.00 15.50 20.00 และ 25.00เซนติเมตร ได้ผลผลิตเท่ากับ 530.20 483.40 447.20 400.70 326.40 และ 345.30 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

สมบัติของดินสามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภทได้แก่ 1. สมบัติทางกายภาพ (Physical Properties) 2. สมบัติทางเคมี (Chemical Properties) และ 3. สมบัติทางชีวภาพและนิเวศวิทยา (Biological and Ecological Properties) มีความสัมพันธ์กัน สำหรับการทดลองนี้ใช้สมบัติบางประการของดินเพื่อชี้ให้เห็นถึงความสำคัญอนุรักษ์ดินและน้ำ สำหรับการใช้ประโยชน์ที่ดินให้ยั่งยืนบนพื้นที่สูง คือความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk Density) ระดับความชื้นของดิน (soil moisture content) ความหนาแน่นของดิน (bulk density, Db) ความหนาแน่นของดินหมายถึงสัดส่วนระหว่างมวลของสารกับปริมาตรของดินสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังต่อไปนี้ คือ ความหนาแน่นอนุภาคดิน (partical density, Ds) และความหนาแน่นรวมของดิน (bulk density, Db) ความหนาแน่นของดินเป็นตัวบ่งชี้อย่างหนึ่งของระดับการอัดตัวของอนุภาคของดิน ดินที่มีค่า Db เท่ากับ 2 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร เป็นดินที่มีการอัดตัวแน่นทำให้รากของพืช

ไม่สามารถชอนไชได้ง่ายพืชจึงเจริญเติบโตได้ไม่สมบูรณ์ ส่วนดินหยาบมีค่า Db เท่ากับ 1.20-1.80 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ส่วนดินละเอียดมีค่า Db เท่ากับ 1.00-1.60 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) เนื้อดินสัมพันธ์กับความหนาแน่นรวม Bowen (1981) พบว่าค่า Db และเนื้อดินที่จำกัดการเจริญเติบโตของรากพืช เนื้อดินร่วนปนดินเหนียว (Clay loam) ค่า Db≥1.55 g/cm^3 เนื้อดินร่วนปนดินทรายแป้ง (Silt loam) ค่า Db≥1.65 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร เนื้อดินร่วนปนทรายละเอียด (Fine sandy loams) ค่า Db≥1.80 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และเนื้อดินทรายละเอียดปนร่วน (Loamy fine sands) ค่า Db ≥ 1.85 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และความแน่นทึบ (Compaction) มีความสัมพันธ์กับช่องว่างในดิน (pore space) Singh *et al.* (1992) พบว่าค่า Db ≤ 1.3 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ไม่เป็นอุปสรรคขัดขวางการเจริญเติบโตของพืช หากค่า Db≥2.1 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรจะเป็นอุปสรรคขัดขวางการเจริญเติบโตของพืชอย่างมาก ความชื้นของดินประกอบด้วย 2 สถานะ คือ สถานะที่เป็นของเหลว เราเรียกว่า น้ำในดิน และสถานะที่เป็นก๊าซ เราเรียกว่า ไอน้ำในดิน ในประเทศที่มีอากาศหนาวจัดความชื้นของดินอาจจะอยู่ในรูปของน้ำแข็ง ส่วนประเทศในเขตร้อน ส่วนใหญ่น้ำในดินจะอยู่ในรูปของของเหลว ดังนั้นความชื้นของดิน กับน้ำในดิน จึงมีความหมายเดียวกัน คือ ส่วนที่อยู่ในสถานะที่เป็นของเหลว ถ้าในส่วนของช่องว่างในดินมีน้ำอยู่เต็มไม่มีก๊าซอยู่เลยเรียกว่า ดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (saturated soil) แต่ถ้าในช่องว่างของดินมีทั้งน้ำและก๊าซอยู่ด้วยเรียกว่า ดินที่ไม่อิ่มตัว (unsaturated soil) ดังนั้น ดินที่ใช้ในการทำการเกษตรส่วนใหญ่ คือดินที่ไม่อิ่มตัว ความชื้นในดินมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งสำหรับสิ่งมีชีวิตในดิน ได้แก่ สัตว์ พืช หรือจุลินทรีย์ เนื่องจากน้ำเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของพืชและสัตว์ เพื่อใช้ในขบวนการเมทาบอลิซึม (metabolism) ต่าง ๆ เช่น ขบวนการสังเคราะห์แสงของพืชและจุลินทรีย์ในดินบางชนิด พืชสามารถที่จะนำเอาธาตุอาหารไปใช้ได้ ธาตุอาหารเหล่านั้นจะต้องอยู่ในรูปของสารละลาย น้ำเป็นตัวทำละลายที่ดีและมีปริมาณมากหาได้ง่ายและสะดวก น้ำเป็นตัวกลางที่ดีในการเคลื่อนย้ายไอออนจากบริเวณหนึ่งไปยังอีกบริเวณหนึ่งอีกทั้งยังลำเลียงธาตุอาหารที่อยู่ในรูปของไอออนจากดินเข้าสู่ภายในลำต้นของพืช และเข้าไปในจุลินทรีย์ นอกจากนี้น้ำยังมีความร้อนจำเพาะ และความร้อนแฝงที่สูง ทำให้เปลี่ยนอุณหภูมิได้ยาก ทำให้น้ำในดินมีอุณหภูมิไม่สูงหรือต่ำจนเกินไป ทำให้ดินมีสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช และกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา (2541) อธิบายว่าความชื้นของดินที่เป็นประโยชน์ต่อพืชไว้ 3 ประเภท คือ 1.ความชื้นที่เป็นประโยชน์ (available moisture) หมายถึงความชื้นส่วนที่อยู่ภายใต้อำนาจดูดยึดของดิน ที่พืชดูดไปจากดิน ในอัตราส่วนที่ทัดเทียมกับอัตราการระเหยน้ำของพืช 2.ความชื้นที่ไม่เป็นประโยชน์ (unavailable moisture) หมายถึงความชื้นส่วนที่ดินดูดยึดไว้ด้วยพลังงานที่มากกว่าที่จะให้พืชดูดไปใช้ในอัตราที่ทัดเทียมกับอัตราการระเหยน้ำของพืชได้ 3. ความชื้นเกินจำเป็น (superfluous moisture) หมายถึงความชื้นส่วนที่เกินอำนาจดูดยึดตามปกติของดิน ซึ่งโดยปกติขังอยู่ในที่ว่างขนาดใหญ่ที่เป็นที่อยู่ของอากาศ และเมื่อมีโอกาสจะเคลื่อนพ้นบริเวณที่รากพืชลึกลงไปในหน้าตัดดิน โดยอิทธิพลแรงดึงดูดของโลก น้ำในดิน (Water in Soil) มีอัตราความเร็วการไหลของน้ำในดิน (Hydraulic Conductivity) สัมพันธ์กับ ขนาดของช่อง ความต่อเนื่องของช่อง และระดับความชื้นน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (available water) น้ำที่บรรจุอยู่ในช่องขนาด 0.2-20 μm ความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ (available water capacity, AWCA) =

ผลต่างของระดับความชื้นที่ความจุสนาม (FC) กับจุดเหี่ยวถาวร (PWP) หรือ AWCA = FC – PWP (Brady, 1984) ความพรุนของดิน คือช่องว่างในดิน ช่องว่างในดินประกอบด้วยช่องว่างขนาดใหญ่ (macropore) น้ำและอากาศสามารถเคลื่อนที่ได้ดี และช่องว่างขนาดเล็ก (micropore) ซึ่งเป็นส่วนที่เก็บความชื้นไว้ น้ำจะไหลผ่านได้ยาก ในดินประเภทดินทรายซึ่งเป็นเนื้อดินหยาบ จะมีช่องว่างขนาดใหญ่มีจำนวนมาก โดยมีช่องว่างอยู่ระหว่าง 35-50 เปอร์เซ็นต์ ส่วนดินเหนียวความพรุนรวมของดิน (Soil Porosity) ค่า Porosity=25 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าดินแน่นมาก ค่า Porosity=50 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าดินนั้นพอใช้ได้ค่า Porosity=65 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าดินนั้นมีปริมาณอินทรียวัตถุสูงมาก ทำให้เกิดเป็นเม็ดดินอย่างดี

สมบัติทางเคมีของดิน หมายถึง สมบัติของดินที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทางเคมีต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในดิน เช่น การดูดซับไอออน การแลกเปลี่ยนไอออน ความเป็นกรดเป็นด่าง ความเค็ม เป็นต้น องค์ประกอบของดินที่มีบทบาทสำคัญในการแสดงสมบัติทางเคมี คือ อนุภาคดินเหนียว และอินทรีย์วัตถุ เนื่องจากเป็นองค์ประกอบที่มี surface area และ functional group ต่าง ๆ มาก (Brady, 1984) ความเป็นกรด-เบสในดินจะมีผลต่อการดูดซึมแร่ธาตุและการเจริญเติบโตของพืช พืชหลายชนิดเจริญเติบโตได้โดยช่วง pH ที่เหมาะสมเท่านั้น และนอกจากนั้นความเป็นกรด-เบสในดินยังมีอิทธิพลต่อการย่อยสลายอินทรีย์สารของจุลินทรีย์ในดินอีกด้วย pH ใช้บอกความเป็นกรด-ด่าง ความหมายของค่าพีเอชนี้ขออธิบายดังนี้ ช่วงของพีเอชของดินโดยทั่วไปจะมีค่าอยู่ระหว่างประมาณ 3.0-9.0 ความเป็นกรด-ด่างของดินมีผลทั้งโดยตรงและโดยอ้อมต่อการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกอยู่ในดิน ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารต่างๆ ในดินที่พืชจะดึงดูดเอาไปใช้ได้ง่ายและมากน้อยแค่ไหน ขึ้นอยู่กับสภาพหรือระดับ pH ของดินเป็นอย่างมาก ธาตุอาหารพืชที่มีอยู่ในดินจะคงสภาพที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้ง่าย และมีปริมาณมากที่ pH ช่วงหนึ่ง ถ้าดินมี pH สูงหรือต่ำกว่าช่วงนั้น ๆ ก็เปลี่ยนสภาพเป็นรูปที่ยากที่พืชจะดึงดูดเอาไปใช้เป็นประโยชน์ได้ เช่น ธาตุฟอสฟอรัสจะอยู่ในรูปของสารละลายที่พืชดึงดูดไปใช้ได้ง่าย เมื่อดินมี pH อยู่ระหว่าง 6.0-7.0 ถ้าดินมี pH สูง หรือต่ำกว่าช่วงนี้ ความเป็นประโยชน์ของธาตุฟอสฟอรัสในดินก็ลดน้อยลง เพราะไปทำปฏิกิริยากับแร่ธาตุต่าง ๆ ในดินได้ง่ายขึ้น และแปรสภาพเป็นสารประกอบที่ละลายน้ำยาก ปุ๋ยฟอสเฟตที่เราใส่ลงไปในดินจะเป็นประโยชน์ต่อพืชที่ปลูกได้มากที่สุดก็เมื่อดินมี pH อยู่ในช่วงดังกล่าว ปุ๋ยฟอสเฟตที่ใส่ลงไปในดินจะไม่เป็นประโยชน์ต่อพืชทั้งหมด แต่จะสูญเสียไปโดยทำปฏิกิริยากับแร่ธาตุต่างๆ ในดิน แปรสภาพเป็นสารประกอบที่ละลายน้ำยากเสียกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเราเรียกว่าฟอสเฟตถูกตรึง ปุ๋ยฟอสเฟตจะถูกตรึงได้ง่ายและมากขึ้นไปกว่านี้ได้อีก ถ้าดินมี pH สูงหรือต่ำกว่าช่วง pH ดังกล่าวข้างต้น ความสำคัญของ pH ของดินยังเกี่ยวข้องอยู่กับการทำงานที่เป็นประโยชน์ของจุลินทรีย์ต่างๆ ในดินด้วย ปกติสารประกอบอินทรีย์ต่างๆ ในดินจะเน่าเปื่อยผุพังได้ก็โดยที่มีจุลินทรีย์ต่างๆ เข้าย่อยทำลาย ขณะที่สารอินทรีย์พวกนี้กำลังสลายตัวก็จะปลดปล่อยธาตุอาหารต่างๆ ออกมาซึ่งรากพืชสามารถดึงดูดไปใช้ได้ พวกปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก เมื่อใส่ลงไปในดินแล้วทำให้พืชงอกงามดีขึ้นนั้น ก็เนื่องจากจุลินทรีย์พวกนี้เข้าย่อยและทำให้ปุ๋ยคอกสลายตัว และปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาเป็นประโยชน์ต่อพืชอีกทีหนึ่ง การที่ปุ๋ยคอกมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชได้ช้ากว่าปุ๋ยเคมี ก็เนื่องด้วยเหตุที่ปุ๋ยคอกต้องรอให้จุลินทรีย์เข้าย่อยให้สลายตัวเสียก่อน ซึ่งผิดกับปุ๋ยเคมีเมื่อละลายน้ำแล้วพืชก็สามารถดึงดูดเอาธาตุอาหารจากปุ๋ยไปใช้ได้ทันที จุลินทรีย์ต่างๆ ที่เข้าย่อยสลายปุ๋ยคอกและ

สารอินทรีย์ต่างๆ ตลอดจนฮิวมัสในดินนั้นจะทำงานได้เต็มที่และมีประสิทธิภาพ เมื่อ pH ของดินอยู่ระหว่าง pH 6-7 ถ้าดินเป็นกรดรุนแรงถึงกรดรุนแรงมาก จุลินทรีย์ในดินจะทำงานได้ช้าลง ปุ๋ยคอกและสารอินทรีย์ในดินจะสลายตัวและเป็นประโยชน์ต่อพืชได้ช้ามาก (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

ธาตุฟอสฟอรัสในดินมีกำเนิดมาจากการสลายตัวผุพังของแร่บางชนิดในดิน การสลายตัวของสารอินทรียวัตถุในดินก็จะสามารถปลดปล่อยฟอสฟอรัสออกมาเป็นประโยชน์ต่อพืชที่ปลูกได้เช่นเดียวกับไนโตรเจน ดังนั้น การใช้ปุ๋ยคอกนอกจากจะได้ธาตุไนโตรเจนแล้วก็ยังได้ฟอสฟอรัสอีกด้วย ธาตุฟอสฟอรัสในดินที่จะเป็นประโยชน์ต่อพืชได้จะต้องอยู่ในรูปของอนุมูลของสารประกอบที่เรียกว่า ฟอสเฟตไอออน ($H_2PO_4^-$ และ HPO_4^-) ซึ่งจะต้องละลายอยู่ในน้ำในดิน สารประกอบของฟอสฟอรัสในดินมีอยู่เป็นจำนวนมาก แต่ส่วนใหญ่ละลายน้ำยาก ดังนั้นจึงมักจะมีปัญหาเสมอว่าดินถึงแม้จะมีฟอสฟอรัสมากก็จริงแต่พืชก็ยังขาดฟอสฟอรัส เพราะส่วนใหญ่อยู่ในรูปที่ละลายน้ำยากนั่นเอง นอกจากนั้นแร่ธาตุต่าง ๆ ในดินชอบที่จะทำปฏิกิริยากับอนุมูลฟอสเฟตที่ละลายน้ำได้ ดังนั้นปุ๋ยฟอสเฟตที่ละลายน้ำได้เมื่อใส่ลงไปดินประมาณ 80-90 เปอร์เซ็นต์ จะทำปฏิกิริยากับแร่ธาตุในดินกลายเป็นสารประกอบที่ละลายน้ำยากไม่อาจเป็นประโยชน์ต่อพืชได้ ดังนั้นการใส่ปุ๋ยฟอสเฟตจึงไม่ควรคลุกเคล้าให้เข้ากับดินเพราะยิ่งจะทำให้ปุ๋ยทำปฏิกิริยากับธาตุต่าง ๆ ในดินได้เร็วยิ่งขึ้น แต่ควรจะใส่แบบเป็นจุดหรือโรยเป็นแถบให้ลึกลงไปในดินในบริเวณรากของพืช ปุ๋ยฟอสเฟตนี้ถึงแม้จะอยู่ใกล้ชิดกับรากก็จะไม่เป็นอันตรายแก่รากแต่อย่างใด ปุ๋ยคอกจะช่วยป้องกันไม่ให้ปุ๋ยฟอสเฟตทำปฏิกิริยากับแร่ธาตุในดินและสูญเสียความเป็นประโยชน์ต่อพืชเร็วจนเกินไป ธาตุฟอสฟอรัส เป็นธาตุอาหารหลักที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช และพืชต้องการในปริมาณที่มากเนื่องจากฟอสฟอรัสมีความสำคัญต่อการช่วยเก็บและเปลี่ยนรูปพลังงาน กับขบวนการสร้างและทำลายต่าง ๆ ภายในพืช เช่น ขบวนการ ไกลโคไลซีส ขบวนการสร้างพวกน้ำตาล แป้ง และโปรตีน นอกจากนั้นยังเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ ของ อา เอ็น เอ (RNA) และ ดี เอ็น เอ (DNA) ฟอสฟอรัสยังช่วยเร่งหรือเพื่อการเจริญเติบโตของระบบราก การออกดอก ออกผลของพืช การงอกของเมล็ดพืช และการเพิ่มคุณภาพและปริมาณของผลผลิตพืช ปุ๋ยฟอสฟอรัสจะมีทั้งส่วนที่ละลายน้ำได้ง่าย และส่วนที่ละลายน้ำได้ยาก พืชสามารถนำเอาส่วนที่ละลายน้ำได้ง่ายไปใช้ ซึ่งอยู่ในรูปของ ฟอสฟอรัสที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อยู่ในรูปของ กรดฟอสฟอริก (phosphoric acid : P_2O_5)

อุทิศ และคณะ (2545) ศึกษาเรื่องการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความอุดมสมบูรณ์ของดินในระบบการปลูกผักกับระบบปลูกไม้ผลพื้นที่เกษตรกรบ้านบวกจั่น ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ พบว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินในดินบนจะมีค่ามากกว่าดินล่างและลดลงตามความลึก ระบบการปลูกไม้ผลจะมีค่ามากที่สุดโดยอยู่ในระดับกรดปานกลาง (pH 5.6) รองลงมาคือพื้นที่ป่าธรรมชาติอยู่ในระดับกรดจัดและระบบการปลูกพืชผักตามลำดับ (pH 5.5 และ pH 5.4) ปริมาณอินทรียวัตถุในดินบนจะมีค่ามากกว่าดินล่าง โดยป่าธรรมชาติจะมีค่ามากที่สุดรองลงมาคือระบบการปลูกพืชผักและระบบการปลูกไม้ผลโดยมีค่า 5.10 4.70 และ 4.10 กรัมต่อกิโลกรัมดินตามลำดับ

โพแทสเซียมในดินที่พืชนำเอาไปใช้เป็นประโยชน์ได้ มีกำเนิดมาจากการสลายตัวของหินและแร่มากมายหลายชนิดในดิน โพแทสเซียมที่อยู่ในรูปอนุมูลบวก หรือโพแทสเซียมไอออน (K^+) เท่านั้นที่

พืชจะดึงดูดไปใช้เป็นประโยชน์ได้ถ้าธาตุโพแทสเซียมยังคงอยู่ในรูปของสารประกอบยังไม่แตกตัวออกมาเป็นอนุมูลบวก (K^+) พืชก็ยังดึงดูดไปใช้เป็นประโยชน์ไม่ได้ อนุมูลโพแทสเซียมในดินอาจจะอยู่ในน้ำในดิน หรือดูดยึดอยู่ที่พื้นผิวของอนุภาคดินเหนียวก็ได้ ส่วนใหญ่จะดูดยึดที่พื้นผิวของอนุภาคดินเหนียว ดังนั้นดินที่มีเนื้อดินละเอียด เช่น ดินเหนียว จึงมีปริมาณของธาตุนี้สูงกว่าดินพวกเนื้อหยาบ เช่น ดินทรายและดินร่วนปนทราย ถึงแม้โพแทสเซียมไอออนจะดูดยึดอยู่ที่อนุภาคดินเหนียว รากพืชก็สามารถดึงดูดธาตุนี้ไปใช้ประโยชน์ได้ง่าย ๆ พอกันกับเมื่อมันละลายอยู่ในน้ำในดิน ดังนั้นการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอาจจะใส่แบบคลุกเคล้าให้เข้ากับดินก่อนปลูกพืชได้ หรือจะใส่โดยโรยบนผิวดินแล้วพรวนกลบก็ได้ถ้าปลูกพืชไว้ก่อนแล้ว

จากรายงานของฝ่ายพัฒนามูลนิธิโครงการหลวง (2547) การศึกษาเรื่องไม้ผลบนพื้นที่สูงพบว่าไม้ผลซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจบนพื้นที่สูงที่เป็นประโยชน์ในด้านการสร้างอาชีพและรายได้แก่เกษตรกรและมีประโยชน์อย่างมหาศาลในด้านการฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมบนพื้นที่สูงที่ถูกทำลายไปแต่จากการดำเนินงานที่ผ่านมา การส่งเสริมการปลูกไม้ผล ควรดำเนินการควบคู่ไปกับการอนุรักษ์ดินและน้ำให้มากขึ้น นอกจากนี้ควรมีการศึกษาศักยภาพของไม้ผลแต่ละชนิดว่าเหมาะสมกับพื้นที่นั้นหรือไม่

มะคาเดเมีย (Macadamia) ชื่อสามัญ Macadamia nut ชื่อวิทยาศาสตร์ *Macadamia integrifolia Maiden & Betche.Macadamiatetraphylla L.,M. integrifolia x tetraphylla hybrids* ถิ่นกำเนิดบริเวณป่าฝนชายฝั่งทะเลของรัฐควีนแลนด์ และนิวเซาท์เวลส์ ประเทศออสเตรเลีย มะคาดาเมีย (Macadamia spp.) เป็นพืชเคี้ยวมัน (nut) ตระกูล Proteaceae ที่กำลังได้รับความสนใจเริ่มทดลองปลูกในไทยปี พ.ศ. 2496 โดยองค์การยูซอม (USOM) จากประเทศอเมริกา แต่ไม่ได้รับความสนใจ และในปี พ.ศ. 2526-2527 ได้มีการทดลองอย่างจริงจัง โดยกรมวิชาการเกษตรนำพันธุ์จากประเทศออสเตรเลียจำนวน 10 พันธุ์ คือ พันธุ์เชียงใหม่ 1 (No.741) พันธุ์เชียงใหม่ 2 (No.660) พันธุ์เชียงใหม่ 3 (No.508) และพันธุ์เชียงใหม่ 4 (No.344) และได้ปรับปรุงพันธุ์จนได้พันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับแนะนำส่งเสริมให้ปลูกในพื้นที่ต่างๆ อย่างกว้างขวาง

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ มะคาเดเมียเป็นไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ ทรงพุ่มแผ่กว้าง สูงประมาณ 18 เมตร กว้างประมาณ 15 เมตร ไม่ผลัดใบ ใบ ก้านใบสั้น ใบเรียงตัวแบบฉัตร แต่ละข้อมี 3-4 ใบ ใบรูปไข่ยาว 10-20 เซนติเมตร แผ่นใบแคบดอก ดอกเป็นช่อแบบ raceme ยาว 10-30 เซนติเมตรมีดอกย่อย 100-300 ดอก ดอกสีขาวครีมผลแบบ nut รูปร่างกลม ปลายผลมนถึงแหลม มีเปลือกหุ้มผลหนาสีเขียวถึงเขียวเข้ม เมื่อแก่เต็มที่เปลือกหุ้มผลจะแตกออกเอง และแตกตามรอยตะเข็บด้านเดียวเมล็ด มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2 เซนติเมตร รูปร่างค่อนข้างกลมประกอบด้วยเปลือกหุ้มเมล็ดหรือกะลาหนา และแข็ง มีเนื้อในสีขาวหรือสีขาวครีม รูปทรงแบนถึงกลม ฐานทรงกลม

สภาพแวดล้อมในการปลูกมะคาเดเมีย เป็นพืชที่ต้องการแสงแดดอย่างมากพื้นที่ที่ปลูกจึงควรเป็นที่ป่าเสื่อมโทรมหรือแปลงพืชไร่เก่าที่ได้แดดเต็มที่และมีการระบายน้ำดีไม่ควรมีไม้ยืนต้นใหญ่อยู่ในบริเวณที่ปลูก การปลูกในพื้นที่ลาดชันที่มีการระบายน้ำดี แต่ต้องไม่มีลานหินใต้ดินและอาจมีปัญหาเรื่องดินถล่มหากเลือกได้ การปลูกในพื้นที่ราบที่มีเนินสูง ๆ ต่ำ ๆ จะดีกว่าปลูกในที่ลาดชันมาก ๆ เจริญเติบโตได้ดีในสภาพอากาศค่อนข้างเย็น อุณหภูมิ 10-30 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนไม่ต่ำกว่า 1,000 มิลลิเมตรต่อปี และมีการกระจายดีความชื้นสัมพัทธ์สูงในช่วงออกดอกและติดผล ดินมีการระบายน้ำดี ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 5.5-6.0

พันธุ์แนะนำของกรมวิชาการเกษตร มี 3 พันธุ์ คือ 1) พันธุ์เชียงใหม่ 400 (พันธุ์ 344) ทรงต้นตั้งตรง ทรงพุ่มแน่น คล้ายปิรามิดขนาดผลปานกลาง กะลาหนาเล็กน้อย ผิวเรียบ สีผิวเมล็ดน้ำตาลอ่อน มีจุดลาย เนื้อในใหญ่ ปรับตัวได้ดีทุกสภาวะอากาศ ควรปลูกในเขตพื้นที่สูงระดับ 700 เมตรขึ้นไป 2) พันธุ์เชียงใหม่ 700 (พันธุ์ 741) ทรงต้นตั้งตรง ทรงพุ่มแน่น คล้ายรามิดขนาดผลปานกลาง กะลาบางผิวเรียบ สีผิวเมล็ดน้ำตาลอ่อน มีจุดลาย เนื้อในใหญ่น้ำหนักเนื้อในสูง 2.0-2.9 กรัมและสม่ำเสมอ ปรับตัวได้กว้างตั้งแต่ระดับ 300-1,300 เมตร แต่ถ้าปลูกในพื้นที่ต่ำกว่า 700 เมตร คุณภาพเนื้อในอาจลดลง 3) พันธุ์เชียงใหม่ 1000 (พันธุ์ 508) ทรงต้นตั้งตรง พุ่มค่อนข้างแน่น ทรงกลม ขนาดผลเล็ก ถึงปานกลาง กะลาหนาเล็กน้อย ผิวเรียบ สีผิวเมล็ดสีน้ำตาลมีจุดลายเนื้อในเล็ก

กรมวิชาการเกษตรได้ดำเนินการเปรียบเทียบพันธุ์ที่เหมาะสมเป็นพันธุ์การค้าตามแหล่งต่าง ๆ มี 4 พันธุ์ ที่สามารถเจริญเติบโตดีให้ผลผลิตสูงและมีคุณภาพเนื้อในอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานสากล ได้แก่ พันธุ์เชียงใหม่ 400-344 เหมาะสมในพื้นที่สูง 300-700 เมตร จากระดับน้ำทะเล พันธุ์เชียงใหม่ 700-741 เหมาะกับพื้นที่ตั้งแต่ 300-1,300 เมตร ส่วนพันธุ์ 660 เหมาะสำหรับปลูกเป็นตัวช่วยในการให้ละอองเกสรเพื่อการผลิตผล ด้านการป้องกันปัญหาการโค่นล้มเนื่องจากลม การใช้ต้นมะคาเดเมียที่มีระบบรากลึก และแข็งแรงจะช่วยลดการโค่นล้มได้ ซึ่งต้นตอที่เหมาะสมควรใช้ต้นตอที่เพาะเมล็ดจากพันธุ์ H2 344 O.C. และ 741 การเลือกพันธุ์มะคาเดเมียมี 2 สายพันธุ์หลักคือพันธุ์มะคาเดเมีย tetraphylla เหมาะสำหรับการปลูกในเขตอบอุ่นเพราะสามารถทนอุณหภูมิต่ำได้ดี ทรงพุ่มชะลูด ดอกสีชมพู ผิวกะลาขรุขระ มักใช้ปลูกเป็นต้นตอ และพันธุ์มะคาเดเมีย integrifolia เหมาะสำหรับการปลูกในเขตร้อน ทรงพุ่มป้อม ดอกสีขาว ผิวกะลาเรียบ นิยมใช้เป็นพันธุ์การค้า

พันธุ์ดีที่กรมวิชาการเกษตรรับรองเป็นพันธุ์มะคาเดเมียintegrifolia ได้แก่ พันธุ์ 344 พันธุ์เชียงใหม่ 400 (660) พันธุ์เชียงใหม่ 700 (741) พันธุ์เชียงใหม่ 1,000 (508) และพันธุ์ O.C . (Own Choice) พันธุ์มะคาเดเมียแบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ตามระยะเวลาการให้ผลผลิตดังนี้ 1) พันธุ์เบาสามารถออกดอกและติดผลได้ดีหลังจากที่ปลูกเพียง 1-5 ปี เช่นพันธุ์ O.C. พันธุ์ 660 พันธุ์ Hinde (H2) พันธุ์เบาสามารถออกดอกและติดผลได้ในปีที่ 2-3 พอถึงปีที่ 5-10 ก็สามารถให้ผลผลิตเป็นการค้าได้ โดยต้นอายุ 10 ปีจะให้ผลผลิต 10 กิโลกรัมต่อต้นอายุ 15 ปี 15 กิโลกรัมต่อต้นหลังอายุ 20 ปีขึ้นไป จะให้ผลผลิตเนื้อในกะลา (Nut in shell) ได้ถึง 20 กิโลกรัมต่อต้น 2) พันธุ์หนักจะให้ผลผลิตหลังจากปลูก 10 ปีขึ้นไป เช่น พันธุ์ 344 พันธุ์ 741 พันธุ์ 508 มะคาเดเมียกลุ่มนี้ต้องปลูกในพื้นที่สูงซึ่งมีอากาศเย็น อุณหภูมิตลอดทั้งปีไม่ควรเกิน 35 องศาเซลเซียล โดยเฉพาะพันธุ์ 344 ควรปลูกพันธุ์เบาก่อนเพื่อจะได้ไม่ต้องรอนานเกินไปและควรปลูกปนกันตั้งแต่ 2 พันธุ์ขึ้นไป โดยปลูกสลับพันธุ์แถวเว้นแถวหรือ 1 แถว เว้น 2 แถวเพราะมะคาเดเมียเป็นพืชผสมข้ามต้น ผสมข้ามพันธุ์เป็นส่วนใหญ่ (Cross pollination)

ในพื้นที่สูงกว่าระดับน้ำทะเลปานกลาง 400-600 เมตร แนะนำให้ปลูกพันธุ์ CPK1 สลับกับ O.C. โดยปลูกพันธุ์ CPK1 จำนวน 2 แถวสลับกับพันธุ์ O.C. จำนวน 1 แถวเพราะทั้ง 2 พันธุ์เป็นพันธุ์เบาและดกให้ผลทุกปีแม้พันธุ์ O.C.จะมีปัญหาว่าลูกแก่ไม่ร่วงเองต้องตีกิ่ง แต่ไม่น่าจะเป็นปัญหาสำหรับเกษตรกรรายย่อย การให้ผลผลิตมะคาเดเมียพันธุ์เบาจะเริ่มให้ผลผลิตตั้งแต่ปีที่ 2 แต่ยังไม่มากพอจะขาย จะเริ่มมากพอที่จะเป็นการค้าได้ก็ในปีที่ 7-10 เป็นต้นไปการออกดอกจะมี 2 ช่วงใหญ่ๆ คือ เดือนมกราคม-กุมภาพันธ์และเดือนกรกฎาคม-สิงหาคม และจะสามารถเก็บผลผลิตได้

6-11 เดือนหลังดอกบานอย่างไรก็ตามจะมีเพียง 4เปอร์เซ็นต์ของดอกที่บานเท่านั้นที่จะติดผลสามารถเก็บผลผลิตมะคาเดเมียได้จนต้นอายุ 100-125 ปีส่วนผลผลิตจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับการดูแลและอายุของต้นผลผลิตเฉลี่ย (กิโลกรัมของเนื้อในกะลาต่อต้นต่อปี)ตามอายุของต้นคืออายุต้น 5 ปี ผลผลิต 2 กิโลกรัม อายุต้น 6 ปีผลผลิต 5 กิโลกรัมอายุต้น 7 ปีผลผลิต 8 กิโลกรัม อายุต้น 8 ปี ผลผลิต 10 กิโลกรัมอายุต้น 11 ปี ผลผลิต 15 กิโลกรัมอายุต้น 20 ปี ผลผลิต 20-35 กิโลกรัม

จะเห็นได้ว่ามะคาเดเมียเป็นพืชระยะยาวกว่าจะมีรายได้เป็นการค้าก็ 7 ปีขึ้นไป ในระยะเริ่มต้นจึงควรปลูกพืชแซม (intercrop) เช่น ปลูกกาแฟแซมแบบ Doi Tung Model ของกรมวิชาการเกษตร หลังเก็บเกี่ยวผลมะคาเดเมีย ทำการแยกส่วนที่เป็นผล กิ่งก้านใบ หรือสิ่งเจอปนอื่นๆ เช่น ดิน ก้อนกรวด ก้อนหิน ออกจากผล ก่อนนำไปกะเทาะเปลือกออกและนำไปอบแห้งต่อภายใน 24 ชั่วโมง ในกรณีผลสุกนานเปลือกเป็นสีน้ำตาลและดำ ต้องระวังอย่างมาก เพราะจำทำให้เกิดความร้อนและเนื้อในคุณภาพไม่ดี ต้องผึ่งเมล็ดในที่ๆ มีลมโกรก หรือวางบนตะแกรงเป็นชั้นๆ ลมพัดผ่านสะดวก การนำเมล็ดเข้าสู่ตู้อบเริ่มจากอุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียลและเพิ่มอุณหภูมิอย่างช้าจะทำให้ผลเนื้อใน (เมล็ด) มีคุณภาพดี (ขาวนวล) การนำไปเก็บในห้องเย็นอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียลต้องมีความชื้นเพียง 1-1.5 เปอร์เซ็นต์ ก่อนบรรจุถุงพลาสติกด้วยระบบสุญญากาศ จะทำให้เก็บรักษาได้นาน การขยายพันธุ์มะคาเดเมียด้วยการทาบกิ่ง ติดตา และ เสียบยอดคุณค่าทางโภชนาการเนื้อในของผลมะคาเดเมียที่อบแล้วมีธาตุอาหารต่างๆ ดังนี้สารอาหารประกอบด้วย น้ำมัน 78.2 เปอร์เซ็นต์ แป้ง 10 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน9.2 เปอร์เซ็นต์ ความชื้น 1.5-2.5 เปอร์เซ็นต์ แร่ธาตุต่างๆ ประกอบด้วย โพแทสเซียม 0.37 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.17 เปอร์เซ็นต์ แมกนีเซียม 0.12 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียม 360 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โซเดียม 66 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เหล็ก 18 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สังกะสี 14 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แมงกานีส 3.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทองแดง 3.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม วิตามิน :ไนอาซีน 16 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ไธอะมีน 2.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ไรโบฟลาวิน1.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม น้ำมันมะคาเดเมียมีกรดไขมันสำคัญคือ โอลิเอท 67.17 เปอร์เซ็นต์ ปาล์มน้ำมันโทโลเอท 67.17 เปอร์เซ็นต์ ปาล์มมิเลท 6.15 เปอร์เซ็นต์ ไอโคซีเสนท 1.74 เปอร์เซ็นต์ สเตียเรท 1.64 เปอร์เซ็นต์ อะราดิเดท 1.59 เปอร์เซ็นต์ ลิโนลิเอท 1.34 เปอร์เซ็นต์ มายริเสตท 0.75 เปอร์เซ็นต์ ลอเรท 0.62 เปอร์เซ็นต์ (พิสมัย, 2543)

ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินการ

ระยะเวลาดำเนินการ เริ่มต้นเดือน ตุลาคม พ.ศ. 2556
สิ้นสุดเดือน ธันวาคมพ.ศ. 2559

สถานที่ดำเนินการ

บ้านตงจาใส หมู่ที่ 13 ตำบลแม่สลองนอก อำเภอแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย
ลุ่มน้ำแม่จัน ลุ่มน้ำหลักแม่น้ำโขง อำเภอแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย
พิกัด 565796 E 2227473 N
ชุดดิน ดอยปุย ชนิดพืชไม้ผล (มะคาเดเมีย)

Site characterization

ชุดดินดอยปุย (Doi Pui series : Dp)

การจำแนกดิน Fine kaolinitic hyperthermic isohyperthermic Kandic Palehumults

พบบริเวณพื้นที่ภูเขา (mountain slope) เกิดจากการผุพังสลายตัวของหินชีสต์และไมก้าชีสต์ มีการระบายน้ำ : ดี การไหลบ่าของน้ำบนผิวดิน : ช้าถึงเร็วมาก การซึมผ่านได้ของน้ำ : ปานกลางสภาพพื้นที่ : ลูกคลื่นลอนลาดเล็กน้อยถึงเป็นภูเขาสูงชันมาก มีความลาดชันตั้งแต่ 12-75 เปอร์เซ็นต์การใช้ประโยชน์ที่ดิน : ชา กาแฟ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวไร่ ไม้ตัดดอกไม้ผลเมืองหนาว เช่น พลับ บ๊วย มะคาเดเมีย และพืชผักเมืองหนาว

การจัดเรียงชั้นดิน: Ap (A)-Bt ลักษณะและสมบัติดิน : จากการสำรวจในพื้นที่ดำเนินการโดยจุดตรวจสอบดินชุดนี้ พบว่า เป็นดินลึกมาก ดินบนหนาประมาณ 25 เซนติเมตร มีเนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนดินเหนียวสีน้ำตาลถึงสีน้ำตาลปนแดงเข้ม ปฏิกิริยาดินเป็นกรดปานกลาง มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 6.0 ส่วนดินล่างเป็นดินเหนียวสีแดง ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดเล็กน้อย มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 5.5-7.0

อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการ

อุปกรณ์

1. พื้นที่ทำแปลงทดลอง เป็นพื้นที่สูง มีความลาดชัน 25 เปอร์เซ็นต์ พื้นที่ 5 ไร่
2. ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15, 46–0–0, 0–46–0 และ 0–0–60
3. พันธุ์ไม้ผล มะคาเดเมีย พันธุ์ O.C.

วิธีการดำเนินงาน

1. การวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design มี 6 วิธีการ 3 ซ้ำดังนี้

วิธีการที่ 1 ปลูกไม้ผลไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ

วิธีการที่ 2 ปลูกไม้ผล ใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ

วิธีการที่ 3 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ

วิธีการที่ 4 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ

วิธีการที่ 5 ปลูกไม้ผล ใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ

วิธีการที่ 6 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ

หมายเหตุ: บริเวณท้ายแปลงมีบ่อดักตะกอนดินห่างจากมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ 1 เมตร

2. ขั้นตอนดำเนินการ

2.1 สำรวจและคัดเลือกพื้นที่แปลงทดลอง บ้านตงจาใส หมู่ที่ 13 ตำบลแม่สลองนอก อำเภอ แม่ฟ้าหลวงจังหวัดเชียงราย ในเดือน ตุลาคม พ.ศ. 2556 คัดเลือกพื้นที่ที่เกษตรกรมีความต้องการปลูกมะคาเดเมีย พื้นที่มีความลาดชัน 25 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 1.12 ไร่

2.2 การเตรียมแปลงทดลอง ในเดือน พฤศจิกายน-ธันวาคม พ.ศ. 2556 โดยการส่องกล้องวางแนวระดับ เพื่อวางผังแปลงทดลอง และกำจัดวัชพืชโดยใช้จอบถากและเก็บเศษวัชพืชออกจากพื้นที่ แบ่งแปลงย่อยขนาดกว้าง 5 เมตร ยาว 20 เมตร ทั้งหมด 18 แปลง ระยะห่างระหว่างแปลง 2 เมตร แต่ละแปลงใช้สังกะสีแผ่นเรียบล้อมรอบ 3 ด้านคือ ด้านบน ด้านข้างทั้ง 2 ด้าน โดยฝังสังกะสีลงไปในดินลึก 20 เซนติเมตร และอยู่เหนือดิน 25 เซนติเมตรด้านล่างของแปลงเปิดไว้ให้น้ำไหลบ่าและตะกอนดินลงสู่บ่อดักตะกอน ซึ่งขุดไว้บริเวณท้ายแปลงห่างจากมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ 1 เมตร บ่อดักตะกอนดินปูด้วยพลาสติกสีดำ ก้นบ่อเจาะรูให้น้ำซึมออก เหลือตะกอนดินไว้ การสร้างคูรับน้ำรอบเขาในวิธีการที่ 3 คูรับน้ำขอบเขา ใช้ค่า V.I.4 เมตรระยะห่างในแนวลาดเท่ากับ 8 เมตร จะได้คูรับน้ำขอบเขา 2 แถว และวิธีการที่ 6 ใช้ค่า V.I.8 เมตรระยะห่างในแนวลาดเท่ากับ 16 เมตร จะได้คูรับน้ำขอบเขา 1 แถวขุดคูรับน้ำขอบเขาให้ลาดเทไปทั้งสองด้าน เพื่อระบายน้ำออกและป้องกันไม่ให้น้ำไหลบ่าจากนอกแปลงไหลเข้าในแปลง ส่วนคูรับน้ำรอบขอบเขาในวิธีการที่ 4 ระยะห่างระหว่างคูรับน้ำขอบเขาใช้ค่า V.I. 4 เมตร ระยะห่างในแนวลาดเท่ากับ 8 เมตร จะได้คูรับน้ำขอบเขา 2 แถวและในวิธีการที่ 5 ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้นปรับพื้นที่ฐานสำหรับปลูกไม้ผลแต่ละต้นเท่านั้น โดยใช้ฐานรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

2.3 ขุดบ่อกักเก็บตะกอน ในเดือน มกราคม–กุมภาพันธ์ พ.ศ.2557 ปริมาตรของบ่อโดยใช้สูตร a+b/2xc+d/2xe คำนึงถึงปัจจัยที่สำคัญ 2 ส่วนคือ ปริมาณที่ฝนตกครั้งที่มากที่สุด (มิลลิเมตร) และการซึมซาบน้ำของดิน ในกรณีปริมาณน้ำฝน ฝนตกแต่ละครั้งจะมีปริมาณแตกต่างกันไป คือ ตั้งแต่วัดไม่ได้ (ต่ำกว่า 0.1 มิลลิเมตร) จนถึงมากกว่า 100 มิลลิเมตร แต่ปริมาณมากกว่า 100 มิลลิเมตร หรือมากกว่ามีน้อย หรือบางปีไม่มีเลย จึงพิจารณาเพียง 100 มิลลิเมตร เป็นปริมาณฝนตกสูงสุดในแต่ละครั้ง ในส่วนการซึมซาบน้ำของดิน การสูญเสียน้ำฝนไปจากพื้นที่เกษตรกรรม ในแต่ละฤดูปลูกมีเพียงไม่กี่สิบเปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมา เมื่อพิจารณาค่ากลาง พบว่า ฝนตกแต่ละครั้งจะเกิดเป็นน้ำไหลบ่าออกไปจากพื้นที่ไม่เกิน 50 เปอร์เซ็นต์

ปริมาตรของบ่อโดยใช้สูตร a + b/2 x c + d/2 x e

เมื่อ a = ความกว้างของขอบบ่อด้านบน

b = ความกว้างของขอบบ่อด้านล่าง

c = ความยาวของขอบบ่อด้านบน

d = ความยาวของขอบบ่อด้านล่าง

e = ความลึกของบ่อ

ในแปลงทดลองนี้มีพื้นที่ 150 ตารางเมตร เมื่อมีฝนตกครั้งละ 100 มิลลิเมตร จะเป็นปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาในแปลงเท่ากับ 100x150/1,000 เท่ากับ 15 ลูกบาศก์เมตร และจะเป็นน้ำไหลบ่า 15x150/100 เท่ากับ 7.5 ลูกบาศก์เมตร ดังนั้นบ่อกักเก็บตะกอนสำหรับแปลงทดลองจึงควรมีความจุไม่น้อยกว่า 7.5 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งจะเท่ากับความกว้างของขอบบ่อด้านบน (a) เท่ากับ 5 เมตร ความกว้างของขอบบ่อด้านล่าง (b) เท่ากับ 3 เมตร ความยาวของขอบบ่อด้านบน (c) เท่ากับ 3 เมตร ความยาวของขอบบ่อด้านล่าง (d) เท่ากับ 2 เมตร และบ่อมีความลึก (e) เท่ากับ 0.8 เมตร เมื่อเข้าสูตร a+b/2xc+d/2xe จะได้ปริมาตรบ่อ 5+3/2x3+2/2x0.8 เท่ากับ 8.4 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งจะสามารถรับปริมาณน้ำไหลบ่าที่พัดพาตะกอนมาสะสมในบ่อกักเก็บตะกอนได้โดยไม่ล้น หลังจาก

ขุดบ่อดักตะกอนเสร็จใช้พลาสติกสีดำขนาดหนา 0.2 มิลลิเมตรปูทับพื้นบ่อทุกบ่อ ให้ขอบของพลาสติกคลุมมาถึงด้านบนของขอบบ่อทุกด้าน ด้านก้นบ่อใช้ไม้แหลมแทงให้เป็นรูให้ทั่ว เพื่อให้น้ำซึมออกไปเหลือแต่ตะกอนดินไว้ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2547)

2.3 การปลูกไม้ผล (มะคาเดเมีย) ปลูกในเดือน พฤษภาคม 2557 ทำการกำจัดวัชพืชโดยใช้จอบถากและเก็บเศษวัชพืชออกจากแปลง ปลูกมะคาเดเมีย ใช้ระยะปลูกระหว่างต้น 4 เมตร ระยะระหว่างแถว 6 เมตร ปลูกเป็นแถวขวางความลาดเทของพื้นที่

2.4 ปลูกหญ้าแฝก ในเดือน พฤษภาคม 2557 โดยใช้กล้าหญ้าแฝกที่เพาะในถุงในวิธีการที่ 2 ปลูกหญ้าแฝกเป็นแถบขวางความลาดเทของพื้นที่ จำนวน 4 แถว ใช้ระยะระหว่างต้น 10 เซนติเมตร (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) ระยะห่างในแนวทางลาด 4 เมตร ในวิธีการที่ 4 คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) ปลูกหญ้าแฝกเป็นแถบบริเวณสันคันคูรับน้ำขอบเขา ระยะห่างในแนวทางลาด 8 เมตร ใช้ระยะปลูกระหว่างต้นหญ้าแฝก 10 เซนติเมตร

2.5 การใส่ปุ๋ยให้กับมะคาเดเมีย ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน อัตราปุ๋ยเคมี ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 จำนวน 6.521 กิโลกรัมต่อไร่ ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 0-46-0 จำนวน 6.521 กิโลกรัมต่อไร่ ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 0-0-60 จำนวน 5 กิโลกรัมต่อไร่ โดยแบ่งใส่ 2 ครั้งๆ ละเท่า ๆ กันใส่โดยวิธีหยอดรอบทรงพุ่มแล้วพรวนกลบ ในปีที่ 1 ปี พ.ศ. 2557 ของการทดลอง ครั้งที่ 1 เมื่อมะคาเดเมีย อายุได้ 20 วัน ครั้งที่ 2 เมื่อมะคาเดเมีย อายุได้ 20 วัน และ 40 วัน ในปีที่ 2 และ 3 ปี พ.ศ. 2558 และ 2559 ใส่ในอัตราเดิมของปีที่ 1 (ปี พ.ศ. 2557) จะใส่ในช่วงเดือน ต้นเดือน พฤษภาคม และต้นเดือนกรกฎาคม

2.6 การป้องกันกำจัดวัชพืช

- มะคาเดเมีย กำจัดวัชพืช 2 ครั้ง ทุกๆ 1 เดือน โดยใช้แรงงานคน
- หญ้าแฝกกำจัดวัชพืชและปลูกซ่อมตามความจำเป็น ตัดควบคุมความสูงของกอหญ้าแฝกจากพื้นดิน 50 เซนติเมตร ทุกเดือนในฤดูฝน

2.7 สถานที่ทำการทดลองและเก็บข้อมูล

สถานที่ดำเนินการ	ชุดดิน	กลุ่มชุดดิน	ชนิดพืช
จังหวัดเชียงราย อำเภอแม่ฟ้าหลวง ตำบลแม่สลองนอก บ้านตงจาใส หมู่ที่ 13	ดอยปุย (Dp)	30	ไม้ผล (มะคาเดเมีย)

2.8 วิธีการเก็บข้อมูล

ก. ข้อมูลดิน

ก.1 สมบัติทางเคมีของดิน ก่อนดำเนินงานปีที่ 1 ปี พ.ศ.2557 (เดือน ธันวาคม 2556) เก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร เก็บตัวอย่างดินแยกตามวิธีการ เก็บบริเวณบริเวณด้านบนของแปลง บริเวณส่วนกลางของแปลง และบริเวณท้ายแปลง แล้วนำมาคลุกเคล้ารวมกัน (composite sample) เลือกมา 1 กิโลกรัม เพื่อเป็นตัวแทนของแต่ละวิธีการ วิเคราะห์หาความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) วิเคราะห์โดยใช้เครื่อง pH meter ใช้ ดิน:น้ำอัตราส่วน 1 : 1

ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (OM) วิเคราะห์โดยใช้วิธีของ (Walkley andBlack,1947) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Avai.P) วิเคราะห์โดยใช้น้ำยาสกัด Bray II (Bray andKurt, 1945) ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ (Extr.K) วิเคราะห์โดยใช้น้ำยาสกัด NH_4OAc1N pH 7 (สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน, 2547) หลังการทดลองปี 2557 2558 และ 2559 (เดือน ธันวาคม) เก็บตัวอย่างดินแยกตามวิธีการ ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร โดยวิเคราะห์ดินเช่นเดียวกับก่อนการดำเนินงานปี พ.ศ. 2557

ก.2 สมบัติทางกายภาพของดินก่อนการดำเนินงานปี 2557 (เดือน ธันวาคม 2556) และหลังการทดลองปี พ.ศ.2557 2558 และ 2559 (เดือน ธันวาคม) เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของดินโดยใช้ soil core ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร เพื่อวิเคราะห์หาความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk density) วิเคราะห์โดยใช้วิธี core method (สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน, 2547) แยกตามวิธีการ แปลงย่อยละ 3 ตัวอย่างคือ บริเวณด้านบนของแปลง บริเวณส่วนกลางของแปลง และบริเวณท้ายแปลง ในวิธีการที่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ จะเก็บดินบริเวณด้านล่างของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ รวมทั้งหมด 18 แปลง (54 ตัวอย่าง) เพื่อวิเคราะห์หาความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk density, P_b) ความหนาแน่นรวมของดิน หมายถึง สัดส่วนระหว่างมวลดินแห้ง (m_s) และปริมาตรรวม (V_b) คือ

$$P_b = \frac{m_s}{V_b}$$

ก.3 การตรวจวัดความชื้นของดินเก็บตัวอย่างดินแต่ละชั้นความลึก 0-15 15-40 เซนติเมตรโดยใช้ soil core ในเดือน ธันวาคม เก็บจำนวน 3 จุดคือ บริเวณด้านบนของแปลง บริเวณส่วนกลางของแปลง และบริเวณท้ายแปลง ในวิธีการที่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ จะเก็บ ความชื้นของดินบริเวณด้านล่างของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ และใช้วิธีวัดความชื้นดินมาตรฐาน (Gravitametric method) เพื่อหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นของดิน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548)

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้นของดิน} = \frac{\text{น้ำหนักดินเปียก} - \text{น้ำหนักดินแห้ง} \times 100}{\text{น้ำหนักแห้งของดิน}}$$

ก.4 สมบัติทางกายภาพของดินก่อนการดำเนินงานปี 2557 (เดือน ธันวาคม 2556) และหลังการทดลองปี พ.ศ. 2557 2558 และ 2559 (เดือน ธันวาคม) เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของดินโดยใช้ soil core ที่ระดับความลึกของดิน 15-40 เซนติเมตร เพื่อวิเคราะห์หาความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk density) เช่นเดียวกับระดับความลึกของดิน 0-15 เซนติเมตร

โดยใช้ข้อมูลน้ำหนักแห้งของดิน จากการตรวจวัดความชื้นของดิน ที่เก็บตัวอย่างดินตามชั้นความลึก 15-40 เซนติเมตร ที่ใช้ soil core ซึ่งจะมีการชั่งหาน้ำหนักแห้งของดินอยู่แล้ว วิเคราะห์โดยใช้วิธี core method (สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน, 2547) แยกตามวิธีการ แปลงย่อยละ 3 ตัวอย่าง ด้านบนแปลง ด้านกลางแปลง และด้านท้ายแปลง รวมทั้งหมด 18 แปลง (54 ตัวอย่าง)

ก.4 เก็บข้อมูลปริมาณตะกอนดินในบ่อดักตะกอนแบบสะสมรายปีเก็บปีละ 1 ครั้ง หลังการทดลองปี พ.ศ.2557 2558 และ 2559 (เดือน ธันวาคม) และเก็บตัวอย่างดินในบ่อดักตะกอนจำนวน 1 ตัวอย่าง ๆ ละ 1 กิโลกรัม แล้วนำมาอบให้แห้งเพื่อคำนวณหาน้ำหนักตะกอนดินต่อไร่ และ

เก็บตัวอย่างดินในบ่อดักตะกอนอีก 1 ตัวอย่างๆ ละ 1 กิโลกรัม นำไปวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารที่ติดไปกับตะกอนดิน วิเคราะห์ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (OM) วิเคราะห์โดยใช้วิธีของ (Walkley andBlack,1947) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Avai.P) วิเคราะห์โดยใช้น้ำยาสกัด Bray II (Bray andKurt, 1945) ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ (Extr.K) วิเคราะห์โดยใช้น้ำยาสกัด NH_4OAc1N pH 7 (สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน, 2547)

ข. ข้อมูลพืช

ไม้ผล (มะคาเดเมีย) วัดการเจริญเติบโตของต้นมะคาเดเมีย ด้านความสูงของลำต้น ความกว้างของทรงพุ่ม และเส้นรอบวงของลำต้น

2.9 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนประกอบด้วย ปริมาณน้ำฝนรายวัน ปริมาณน้ำฝนรวมรายเดือน และรายปี โดยเก็บข้อมูลปริมาณน้ำฝนในแต่ละวันจากเครื่องวัดฝนแบบ Non-Recording Rain gage แบบ Cylinder Type ที่ติดตั้งไว้บริเวณแปลงทดลอง

2.10 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีทางสถิติ และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Duncan’s Multiple Range Test (DMRT)

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของดิน

1.1 ความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk Density) ที่ระดับ 0-15 เซนติเมตร

ก่อนการทดลองปี พ.ศ.2557 ความหนาแน่นรวมของดิน ที่ระดับ 0-15 เซนติเมตร มีค่าระหว่าง 1.49-1.55 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ชุดดินในแปลงทดลองอยู่ในชุดดินดอยปุย (Doi Pui series : Dp ; อนุรกรมวิธานดิน fine kaolinitic hyperthermic isohyperthermic Kandic Palehumults) ดินบนเป็นดินร่วนปนดินเหนียว ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของกองวิเคราะห์ดิน กรมพัฒนาที่ดิน ค่าความหนาแน่นรวมของดินจะแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับปริมาณอินทรียวัตถุในดิน เนื้อดิน โครงสร้างของดิน และการเขตกรรม ดินบนที่เป็นดินร่วนปนดินเหนียว มีค่าความหนาแน่นรวมของดินอยู่ในช่วง 1.20-1.80 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (กลุ่มกายภาพดิน, 2537) (ตารางที่ 1)

หลังการทดลองปีพ.ศ. 2557 ความหนาแน่นรวมของดิน ที่ระดับ 0-15 เซนติเมตร มีค่าระหว่าง 1.21–1.47 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยวิธีการที่ 2 ปลูกไม้ผล ใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีการที่ 3 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีการที่ 4 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา วิธีการที่ 5 ปลูกไม้ผล ใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 6 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีค่าความหนาแน่นรวมของดินเฉลี่ยต่ำสุด 1.29 1.21 1.27 1.26 และ 1.29 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรตามลำดับ ลดลงต่ำกว่าวิธีการที่ 1 ปลูกไม้ผล ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ (1.47 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 1)

โดยรวมแล้วทุกวิธีการค่าความหนาแน่นรวมของดินมีค่าลดลง เป็นผลเนื่องมาจากทุกวิธีการไม่มีการเผาเศษพืช เมื่อมีการกำจัดวัชพืช จะนำเอาเศษวัชพืชคลุมแปลงไว้เพื่อรักษาความชุ่มชื้น เมื่อมีการย่อยสลายก็จะกลายเป็นอินทรียวัตถุในดิน ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ โดยวิธีกลใช้คูรับน้ำขอบเขา ใช้ค่า V.I.4 เมตร และ V.I.8 เมตร และการใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น หรือการใช้แถบหญ้าแฝกและการใช้คูรับน้ำขอบเขาร่วมกับแถบหญ้าแฝก ทุกวิธีการจะช่วยลดการกร่อนของดิน เมื่อไม่มีการเผาเศษพืช ทำให้ดินมีอินทรียวัตถุเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้ดินบนมีความหนาแน่นรวมลดลง การเพิ่มอินทรียวัตถุ และปรับปรุงโครงสร้างของดินทำให้ดินโปร่งขึ้น การเพิ่มอินทรียวัตถุมีผลทำให้มีการสร้างเม็ดดินที่เสถียรภาพเพิ่มขึ้นความหนาแน่นรวมของดินลดลงระบายน้ำได้ดีขึ้นเก็บความชื้นที่ประโยชน์ต่อพืชได้มากขึ้น ลดแรงต้านทานและการยืดขยายของรากพืช (Tiark *et al.,*1974) ในวิธีการที่ 1 ปลูกไม้ผล ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ถึงแม้ว่าจะไม่มีการเผาเศษพืช เมื่อฝนตกลงมาจะทำให้เกิดการกร่อนของหน้าดินสูงกว่าวิธีการที่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ส่งผลให้ความหนาแน่นรวมของดินลดลงเพียงเล็กน้อย

หลังการทดลอง ปี พ.ศ.2558 ค่าความหนาแน่นรวมของดิน ที่ระดับ 0-15 เซนติเมตรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ มีค่าระหว่าง 1.10–1.28 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร โดยวิธีการที่ 3

ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีการที่ 4 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 5 ปลูกไม้ผล ใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ค่าความหนาแน่นรวมของดินเฉลี่ยต่ำสุด 1.13 1.13 และ 1.10 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรตามลำดับ รองลงมาคือวิธีการวิธีการที่ 2 ปลูกไม้ผล ใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 6 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ค่าความหนาแน่นรวมของดินเฉลี่ย 1.15 และ 1.16 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรตามลำดับ ส่วนวิธีการที่ 1 ปลูกไม้ผล ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ค่าความหนาแน่นรวมของดินมีค่าสูงสุด 1.28 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (ตารางที่ 1)

หลังการทดลองปีที่ 2 ปี พ.ศ.2558 การใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น หรือการใช้แถบหญ้าแฝกและการใช้คูรับน้ำขอบเขาร่วมกับแถบหญ้าแฝก ทุกวิธีการจะช่วยลดการกร่อนของดิน เมื่อไม่มีการเผาเศษพืช ทำให้ดินมีอินทรียวัตถุเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้ดินบนมีความหนาแน่นรวมลดลง ส่วนวิธีการที่ 1 ปลูกไม้ผลตามวิธีเกษตรกร ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำถึงแม้ว่าจะไม่มีการเผาเศษพืช เมื่อฝนตกลงมาจะทำให้เกิดการกร่อนของหน้าดินสูงกว่าวิธีการที่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ จะทำให้เศษซากพืชที่คลุมอยู่บนแปลงและเริ่มย่อยสลาย เมื่อฝนตกลงมา จะให้เกิดการชะล้างโดยน้ำฝนไหลลงไปสู่ด้านล่าง การกร่อนของหน้าดินจะมีมากขึ้น อินทรียวัตถุบริเวณผิวดินจะถูกชะล้างไปด้วย ส่งเสริมให้ดินมีค่าความหนาแน่นรวมของดินที่อยู่ในระดับที่สูงกว่าวิธีการที่ใช้ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ

หลังการทดลองปี พ.ศ. 2559 ค่าความหนาแน่นรวมของดิน ที่ระดับ 0-15 เซนติเมตร มีค่าระหว่าง 1.12–1.29 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยวิธีการที่ 4 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ค่าความหนาแน่นรวมของดินมีแนวโน้มลดลงต่ำสุด 1.12 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร รองลงมาคือวิธีการที่ 3 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 2 ปลูกไม้ผล ใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 5 ปลูกไม้ผล ใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้นเป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 6 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำมีค่าความหนาแน่นรวมของดินเฉลี่ย 1.14 1.15 1.15 และ 1.16 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรตามลำดับ ส่วนวิธีการที่ 1 ปลูกไม้ผลไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ค่าความหนาแน่นรวมของดินมีแนวโน้มสูงกว่าวิธีการมีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ (1.29 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) (ตารางที่ 1)

หลังจากการทดลองปีที่ 3 จะเห็นได้ว่าการใช้คูรับน้ำขอบเขาร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา จะส่งผลดีต่อความหนาแน่นรวมของดิน การใช้ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำโดยวิธีกลร่วมกับวิธีพืช จะเป็นการส่งเสริมกันในเรื่องของการป้องกันการกร่อนของดินได้เป็นอย่างดี อีกทั้งแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา จะช่วยซับหน้าดินและป้องสันของคันดินไม่ให้พังทลาย จึงมีประสิทธิภาพในการลดการกร่อนของหน้าดินได้ดี ส่งผลให้มีการสะสมเศษซากพืชได้มากขึ้น การกร่อนของหน้าดินก็จะลดลง จะส่งผลให้ความหนาแน่นรวมของดินลดลง ส่วนการใช้แถบหญ้าแฝกเพียงอย่างเดียว (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) และการใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) และการใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้นและใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) จะช่วยลดการกร่อนของดิน

รองลงมา อยู่ในระดับปานกลาง ส่วนวิธีการไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ เมื่อฝนตกลงมาจะทำให้เกิดการกร่อนของหน้าดินสูง และสูงกว่าวิธีการที่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ซึ่งจะทำให้เศษซากพืชที่อยู่บริเวณแปลงปลูกพืช เกิดการชะล้างโดยน้ำฝนไหลลงไปสู่ด้านล่าง การกร่อนของหน้าดินจึงมีมากขึ้น อินทรียวัตถุบริเวณผิวดินจะถูกชะล้างไปได้ง่าย ส่งผลให้ดินมีค่าความหนาแน่นรวมของดินอยู่ในระดับที่สูงกว่าวิธีการที่ใช้ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของความหนาแน่นรวมของดิน ที่ระดับ 0-15 เซนติเมตร ที่ดำเนินการศึกษา 3 ปี คือ ระหว่างปีที่ทำการทดลอง ปี พ.ศ. 2557 ปี 2558 และ ปี 2559 มีผลทำให้ค่าความหนาแน่นรวมของดิน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ปัจจัยที่ส่งผลทำให้ค่าความหนาแน่นรวมของดินแตกต่างกันในแต่ละปีคือ วิธีการกำจัดวัชพืชโดยใช้แรงคนตัดหญ้าบริเวณแปลงทดลอง ไม่มีการเผาเศษซากพืช แล้วนำเอาเศษซากพืชคลุมแปลงไว้ เพื่อรักษาความชุ่มชื้น เมื่อมีการย่อยสลายก็จะกลายเป็นอินทรียวัตถุในดิน จะเห็นได้ว่าทั้งวิธีการที่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ค่าความหนาแน่นรวมของดินจะปรับตัวลดลงในแต่ละปี โดยวิธีการที่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ จะส่งผลให้มีค่าความหนาแน่นรวมของดินปรับตัวลดลงได้ดีกว่าวิธีการไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ (ตารางที่ 2)

ผลการวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ (interaction) ระหว่างวิธีการอนุรักษ์ดินกับอิทธิพลของปีที่ทำการทดลอง ไม่มีผลทำให้ค่าความหนาแน่นรวมของดินแสดงความความแตกต่างทางสถิติ และอิทธิพลของวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำทั้ง 6 วิธีการ มีผลทำให้ค่าความหนาแน่นรวมของดินแสดงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง แต่อย่างไรก็ตาม วิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำทุกวิธีการ ส่งผลให้ค่าความหนาแน่นรวมของดิน ที่ระดับ 0-15 เซนติเมตร ลดลงต่ำกว่ากว่าวิธีการไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำทั้ง 3 ปีที่ทำการทดลอง (ตารางที่ 2) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ วันรักและศรัญญุพงศ์ (2557) ความหนาแน่นรวมของดินก่อนการทดลองปี พ.ศ. 2554 มีค่าอยู่ระหว่าง 1.56-1.65 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ หลังการทดลองปี 2556 ทุกวิธีการมีค่าลดลง มีค่าอยู่ระหว่าง 1.28 -1.31 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ความหนาแน่นรวมของดินก่อนการทดลองปี 2554 มีค่าเฉลี่ยรวม 1.61 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร หลังการทดลองปี 2556 ความหนาแน่นรวมของดินลดลงเหลือเฉลี่ย 1.29 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร เป็นผลเนื่องมาจาก ไม่มีการเผาตอซังข้าวไร่และปล่อยให้คลุมดินจนถึงฤดูปลูกข้าวไร่ปีต่อไป บางส่วนจะย่อยสลายลงไปในดิน ช่วยเพิ่มอินทรียวัตถุให้แก่ดิน ทำให้ความหนาแน่นของดินลดลง (Alexander, 2001; Fullen and Catt, 2004) การเพิ่มอินทรียวัตถุให้แก่ดิน จะช่วยพัฒนาโครงสร้างของดินให้ดีขึ้น จนได้โครงสร้างดินที่มีเสถียรภาพและทนต่อการกร่อนของดิน (Sdall and Oades,1982) จากผลการวิเคราะห์ดินอินทรียวัตถุในดินมีค่าลดลง เป็นผลมาจากบางส่วนถูกกร่อนลงไปในบ่อดักตะกอนดิน

ตารางที่ 1 ความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk Density) ที่ระดับ 0-15 เซนติเมตร

วิธีการ	ความหนาแน่นรวมของดิน (g/cm^3)			
	ก่อนการทดลอง	หลังปี 2557	หลังปี 2558	หลังปี 2559
1 ปลูกไม้ผลไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ	1.55	[1/] 1.47a	[1/]1.28a	1.29
2 ปลูกไม้ผล+แถบหญ้าแฝก(ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร)	1.50	1.29b	1.15ab	1.15
3 ปลูกไม้ผล+คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร)	1.49	1.21b	1.13b	1.14
4 ปลูกไม้ผล+คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) +แถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา	1.50	1.27b	1.13b	1.12
5 ปลูกไม้ผล+ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น	1.54	1.26b	1.10b	1.15
6 ปลูกไม้ผล+คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I. 8 เมตร)	1.54	1.29b	1.16ab	1.16
F-test	0.1497	0.0072	0.0265	0.0547
C.V. (%)	2.04	4.75	4.69	4.96

หมายเหตุ ค่า F-test < 0.01 หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

F-test < 0.05 หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

F-test > 0.05 หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

[1/] ข้อมูลในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk Density) ที่ระดับ 0-15 เซนติเมตร ปี พ.ศ. 2557 2558 และ 2559 (Combined Analysis of Variance)

	SOV	df	SS	MS	F	Sig.
Bulk	Year	2	0.2137	0.1068	8.64	0.0171
Density	Replication*Year	6	0.0742	0.0124	5.44	0.0007
	Treatment	4	0.2195	0.0439	19.23	0.0000
	Treatment*Year	10	0.0156	0.0016	0.68	0.7307
	Error	30	0.0682	0.0023		
	Total	53	0.5911			

% C.V. = 3.94 Bulk Density Mean = 1.21

1.2 ความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk Density) ที่ระดับ 15-40 เซนติเมตร cv

ก่อนการทดลองปี พ.ศ.2557 ความหนาแน่นรวมของดิน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ มีค่าอยู่ระหว่าง 1.71–1.73 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (ตารางที่ 3)

หลังการทดลอง ปี พ.ศ. 2557 ความหนาแน่นรวมของดิน มีค่าระหว่าง 1.60–1.66 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยวิธีการที่ 2 ปลูกไม้ผล ใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 4 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา ค่าความหนาแน่นรวมของดินเฉลี่ยต่ำสุด 1.61 และ 1.60 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรตามลำดับ รองลงมาคือวิธีการที่ 3 ปลูกไม้ผล ใช้ คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 5 ปลูกไม้ผล ใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ค่าความหนาแน่นรวมของดินเฉลี่ย 1.64 และ 1.64 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรตามลำดับ ส่วนวิธีการที่ 6 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 1 ปลูกไม้ผล ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ค่าความหนาแน่นรวมของดินเฉลี่ยสูงสุด 1.65 และ 1.66 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรตามลำดับ (ตารางที่ 3)

หลังการทดลองปีที่ 1 ปี พ.ศ. 2557 ค่าความหนาแน่นรวมของดินทุกวิธีการที่ระดับ 15-40 เซนติเมตร มีค่าลดลงเป็นผลเนื่องมาจากทุกวิธีการ ไม่มีการเผาเศษพืช เมื่อมีการกำจัดวัชพืชจะนำเอาเศษวัชพืชคลุมแปลงไว้เพื่อรักษาความชุ่มชื้น เมื่อมีการย่อยสลายก็จะกลายเป็นอินทรียวัตถุในดิน มาตรการระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ โดยวิธีการที่ 2 ปลูกไม้ผล ใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 4 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา จะส่งผลให้ค่าความหนาแน่นรวมของดินที่ระดับ 15-40 เซนติเมตร มีค่าลดลงต่ำกว่าวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำ ด้วยวิธีการใช้คูรับน้ำขอบเขาใช้ค่า V.I.4 เมตร และ V.I.8 เมตร การใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น และวิธีการไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง การใช้แถบหญ้าแฝก หรือการใช้คูรับน้ำขอบเขาร่วมกับแถบหญ้าแฝก จะช่วยลดการกร่อนของดิน เมื่อไม่มีการเผาเศษพืช ทำให้ดินมีอินทรียวัตถุเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้ดินบนมีความหนาแน่นรวมลดลง ในส่วนของวิธีการที่ 1 ปลูกไม้ผล ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ถึงแม้ว่าจะไม่มีการเผาเศษพืช เมื่อฝนตกลงมาจะทำให้เกิดการกร่อนของหน้าดินสูงกว่าวิธีการที่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ส่งผลให้ความหนาแน่นรวมของดินลดลงเพียงเล็กน้อย

หลังการทดลอง ปี พ.ศ. 2558 ความหนาแน่นรวมของดิน มีค่าระหว่าง 1.61–1.69 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยวิธีการที่ 2 ปลูกไม้ผล ใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 4 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา ค่าความหนาแน่นรวมของดินเฉลี่ยต่ำสุด 1.61 และ 1.62 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรตามลำดับ รองลงมาคือวิธีการที่ 3 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 5 ปลูกไม้ผล ใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีการที่ 6 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ค่าความหนาแน่นรวมของดินเฉลี่ย 1.65 1.64 และ 1.64 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรตามลำดับ ส่วนวิธีการที่ 1 ปลูกไม้ผล ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ค่าความหนาแน่นรวมของดินเฉลี่ยสูงสุด 1.69 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรตามลำดับ (ตารางที่ 3)

หลังการทดลองปีที่ 2 ปี พ.ศ. 2558 ค่าความหนาแน่นรวมของดินทุกวิธีการที่ระดับ 15-40 เซนติเมตร ของวิธีการที่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีค่าใกล้เคียงกับปี 2557 โดยวิธีการที่ 2 ปลูกไม้ผล ใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 4 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา จะส่งผลให้ค่าความหนาแน่นรวมของดินที่ระดับ 15-40 เซนติเมตร มีค่าลดลงต่ำกว่าวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำด้วยวิธีการใช้คูรับน้ำขอบเขาใช้ค่า V.I.4 เมตร และ V.I.8 เมตร การใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น และวิธีการไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ โดยวิธีกลใช้คูรับน้ำขอบเขาใช้ค่า V.I.4 เมตร และ V.I.8 เมตร และการใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น ค่าความหนาแน่นรวมของดินยังอยู่ในลักษณะทรงตัว ไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก ส่วนหนึ่งเกิดจากการจัดการดินในด้านการปรับปรุงบำรุงดิน จะใช้ปุ๋ยเคมีให้กับต้นมะคาเดเมียเพียงอย่างเดียว ส่วนการกำจัดวัชพืชจะใช้แรงงานคนในการกำจัดวัชพืช และใช้เศษซากพืชคลุมแปลงไว้เพื่อรักษาความชุ่มชื้น เมื่อมีการย่อยสลายจะกลายเป็นอินทรียวัตถุให้กับดินต่อไป ในวิธีการที่ 1 ปลูกไม้ผล ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ถึงแม้ว่าจะไม่มีการเผาเศษพืช เมื่อฝนตกลงมาจะทำให้เกิดการกร่อนของหน้าดินสูงกว่าวิธีการที่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ส่งผลให้ความหนาแน่นรวมของดินเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย

หลังการทดลองปี พ.ศ.2559 ค่าความหนาแน่นรวมของดิน มีค่าระหว่าง 1.59–1.66 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยวิธีการที่ 2 ปลูกไม้ผล ใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 4 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีค่าความหนาแน่นรวมของดินเฉลี่ยต่ำสุด 1.59 และ 1.59 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรตามลำดับ รองลงมาคือวิธีการที่ 1 ปลูกไม้ผลไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีการที่ 3 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และ วิธีการที่ 5 ปลูกไม้ผล ใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้นเป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและวิธีการที่ 6 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีค่าความหนาแน่นรวมของดินเฉลี่ย 1.66 1.64 1.64 และ 1.64 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรตามลำดับ (ตารางที่ 3)

หลังจากการทดลองปีที่ 3 ปี จะเห็นได้ว่า ปลูกไม้ผล ใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 4 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ จะส่งผลดีต่อความหนาแน่นรวมของดิน การใช้แถบหญ้าแฝกกับแปลงไม้ผล จะส่งผลดีเมื่อหญ้าแฝกเจริญเติบโตเต็มที่ รากของหญ้าแฝกจะช่วยรักษาความชุ่มชื้นของดิน ช่วยกรองเศษซากพืชไม่ให้ถูกชะล้างไปได้เร็ว เศษซากพืชส่วนหนึ่งจะสลายตัวลงไปในดิน แต่จะอยู่ในพื้นที่ของผิวดิน ในระดับความลึกของดินที่ 15-40 เซนติเมตร จะมีการเปลี่ยนแปลงของดินในด้านความหนาแน่นรวมของดินไม่มากนัก

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของความหนาแน่นรวมของดิน ที่ระดับ 15-40 เซนติเมตร ที่ดำเนินการศึกษา 3 ปี คือ ระหว่างปีที่ทำการทดลอง ปี 2557 ปี 2558 และ ปี 2559 มีผลทำให้ค่าความหนาแน่นรวมของดิน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ปัจจัยที่ส่งผลทำให้ค่าความหนาแน่นรวมของดินแตกต่างกันในแต่ละปีคือ วิธีการกำจัดวัชพืชโดยใช้แรงคนตัดหญ้าบริเวณแปลงทดลอง ไม่มีการเผาเศษซากพืช แล้วนำเอาเศษซากพืชคลุมแปลงไว้ เพื่อรักษาความชุ่มชื้น

เมื่อมีการย่อยสลายก็จะกลายเป็นอินทรียวัตถุในดิน จะเห็นได้ว่าทั้งวิธีการที่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ค่าความหนาแน่นรวมของดินจะปรับตัวลดลงในแต่ละปี แต่วิธีการที่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำจะส่งผลให้มีค่าความหนาแน่นรวมของดินลดลงได้ดีกว่า (ตารางที่ 4)

ผลการวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ (interaction) ระหว่างวิธีการอนุรักษ์ดินกับอิทธิพลของปีที่ทำการทดลอง -มีผลทำให้ค่าความหนาแน่นรวมของดินแสดงความความแตกต่างทางสถิติ และอิทธิพลของวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำ โดยการใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 4 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ทั้ง 2 วิธีการ มีผลทำให้ค่าความหนาแน่นรวมของดินแสดงความแตกต่างกับวิธีการไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ส่งผลให้ค่าความหนาแน่นรวมของดินลดลงต่ำกว่ากว่าวิธีการไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำทั้ง 3 ปีที่ทำการทดลอง (ตารางที่ 4) สอดคล้องกับผลการศึกษาของ ศรัญญุพงศ์ (2549) ศึกษารูปแบบการอนุรักษ์ดินและน้ำด้วยหญ้าแฝกร่วมกับการใช้ปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวโพดบนพื้นที่ลาดชันในกลุ่มชุดดินที่ 31 จังหวัดพะเยา การศึกษารูปแบบการอนุรักษ์ดินและน้ำด้วยหญ้าแฝกร่วมกับการใช้ปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวโพดบนพื้นที่ลาดชันในกลุ่มชุดดินที่ 31 จังหวัดพะเยา เมื่อปี พ.ศ. 2547-2549 บ้านหนองหล่ม ตำบลหนองหล่ม อำเภอดอกคำใต้ จังหวัดพะเยา วางแผนการทดลองแบบสังเกตการณ์ (observation trial) มีวิธีการ(treatment) ทั้งหมด 8 วิธีการ คือ 1) ไม่ใส่ปูนและปุ๋ย ไม่มีแถบหญ้าแฝก 2) ใส่ปูนตามความต้องการปูนของดิน มีแถบหญ้าแฝก 3) ใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตราที่แนะนำ 4) ใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตราแนะนำร่วมกับปูน มีแถบหญ้าแฝก 5) ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของอัตราที่แนะนำร่วมกับปูนและปุ๋ยพืชสด 6) ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของอัตราที่แนะนำร่วมกับปูนและปุ๋ยพืชสด มีแถบหญ้าแฝก 7) ใส่น้ำหมักชีวภาพร่วมกับปูนและปุ๋ยพืชสด มีแถบหญ้าแฝก 8) ใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตราที่แนะนำร่วมกับปูนและน้ำหมักชีวภาพ มีแถบหญ้าแฝก พบว่าจากการตรวจวัดความหนาแน่นรวมของดินเพื่อใช้อธิบายสมบัติทางกายภาพของดิน ดินมีคุณสมบัติทางกายภาพดีขึ้น กล่าวคือ ก่อนการทดลองดินมีความหนาแน่นรวมเฉลี่ย 1.71 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร หลังการทดลองเฉลี่ย 3 ปี ดินมีความหนาแน่นรวมลดลงทุกวิธีการ (1.35-1.47 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) อาจเป็นผลเนื่องมาจากได้มีการไถกลบซังข้าวโพด ลงไปในดินทุกครั้งหลังเก็บเกี่ยวผลผลิต และมีการไถกลบถั่วพุ่มดำเป็นปุ๋ยพืชสด และมีการใช้ปูน โดโลไมท์ ในการปรับสภาพดิน และมีการรองพื้นด้วยปุ๋ยหมักที่คลุกเคล้าด้วยสารเร่ง พด.3 ป้องกันโรครากเน่าโคนเน่า เป็นการเพิ่มอินทรียวัตถุ และปรับปรุงโครงสร้างของดิน ทำให้ดินโปร่งขึ้น

ตารางที่ 3 ความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk Density) ที่ระดับ 15-40 เซนติเมตร

วิธีการ	ความหนาแน่นรวมของดิน (g/cm^3)			
	ก่อนการทดลอง	หลังปี 2557	หลังปี 2558	หลังปี 2559
1 ปลูกไม้ผลไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ	1.71	1/1.66a	1/1.69a	1/1.66a
2 ปลูกไม้ผล+แถบหญ้าแฝก(ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร)	1.72	1.61bc	1.61c	1.59b
3 ปลูกไม้ผล+คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร)	1.71	1.64a	1.65b	1.64a
4 ปลูกไม้ผล+คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) +แถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา	1.73	1.60c	1.62c	1.59b
5 ปลูกไม้ผล+ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น	1.72	1.64ab	1.64b	1.64a
6 ปลูกไม้ผล+คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I. 8 เมตร)	1.72	1.65a	1.64b	1.64a
F-test	0.4951	0.0022	0.0021	0.0032
C.V. (%)	0.76	0.64	0.41	0.56

หมายเหตุ ค่า F-test P < 0.01 หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง
P < 0.05 หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
P > 0.05 หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ
1/ ข้อมูลในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ'

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk Density) ที่ระดับ 15-40 เซนติเมตร ปี พ.ศ. 2557 2558 และ 2559 (Combined Analysis of Variance)'

	SOV	df	SS	MS	F	Sig.
Bulk	Year	2	0.0024	0.0012	8.06	0.0199
Density	Replication*Year	6	0.0009	0.0001	1.84	0.1253
	Treatment	4	0.0283	0.0057	71.13	0.0000
	Treatment*Year	10	0.0022	0.0002	1.81	0.0138
	Error	30	0.0024	0.0001		
	Total	53	0.0362			

% C.V. = 0.5449 Bulk Density Mean = 1.64

1.3 ความพรุนรวมของดิน (Total Porosity) ที่ระดับ 0-15 เซนติเมตร

ความพรุนของดิน (Soil Porosity) เป็นสมบัติที่บ่งชี้ว่าดินนั้น ๆ มีปริมาตรช่องว่างอยู่เท่าไร โดยเทียบเป็นร้อยละ หรือสัดส่วนของปริมาณดินทั้งหมด ช่องในดินมีหน้าที่ กักเก็บน้ำ และอากาศ รวมทั้งเป็นทางระบายน้ำและอากาศของดิน ความพรุนรวมของดิน (Total Porosity) เป็นสมบัติของดินที่บ่งชี้ว่าดินนั้น ๆ มีปริมาตรของช่องทั้งหมด ทั้งส่วนที่มีน้ำและไม่มีน้ำ (มีอากาศ) คิดเป็นร้อยละ หมายถึง ปริมาณของช่องว่างในดินใน 1 หน่วยปริมาตร หรือ 100 หน่วยปริมาตรของดิน ความพรุนรวมของดิน จะมีความสำคัญต่อพืชมาก ในแง่ของการใช้ประโยชน์จากน้ำในดิน (available water storage) (มัตติกา, 2547)

ความพรุนรวมของดิน (Total Porosity) ที่ระดับ 0-15 เซนติเมตร ก่อนการทดลองปี พ.ศ. 2557 ความพรุนรวมของดิน ที่ระดับ 0-15 เซนติเมตร มีค่าอยู่ระหว่าง 41.50–43.63 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 5)

หลังการทดลองปีพ.ศ. 2557 ความพรุนรวมของดิน ที่ระดับ 0-15 เซนติเมตร มีค่าอยู่ระหว่าง 44.52–54.33 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยวิธีการที่ 2 ปลูกไม้ผล ใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีการที่ 3 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีการที่ 4 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีการที่ 5 ปลูกไม้ผล ใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 6 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีค่าความพรุนรวมของดิน เฉลี่ยสูงสุด 51.31 54.33 52.07 52.32 และ 51.31 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ตามลำดับ ส่วนวิธีการที่ 1 ปลูกไม้ผล ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ความพรุนรวมของดินมีค่าต่ำสุด 44.52 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร (ตารางที่ 5)

หลังการทดลองปีที่ 1 ปี พ.ศ. 2557 จะเห็นได้ว่าวิธีการปลูกไม้ผล โดยใช้ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำทั้งวิธีกล วิธีพืช และวิธีพืชร่วมกับวิธีกล โดยการใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา ใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น และใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ จะส่งผลให้ความพรุนรวมของดิน ที่ระดับ 0-15 เซนติเมตร มีค่าสูงกว่าวิธีการไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง แสดงให้เห็นถึงการลดการไหลบ่าของน้ำบริเวณผิวดินของระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ตลอดจนถึงการใช้วัชพืชคลุมดิน เมื่อมีการกำจัดวัชพืช การไม่เผาเศษซากพืชบริเวณแปลงทดลอง หลังจากที่เศษซากพืชมีการย่อยสลายตามธรรมชาติ จะกลายเป็นอินทรียวัตถุให้กับดิน จะส่งผลให้ค่าความพรุนรวมของดินมีค่าสูงขึ้น ในส่วนของวิธีการปลูกไม้ผลไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ค่าความพรุนรวมของดินมีค่าที่ปรับขึ้นเพียงเล็กน้อย ด้วยวิธีการดูแลรักษาแปลงที่เป็นแบบเดียวกัน

หลังการทดลอง ปี พ.ศ. 2558 ความพรุนรวมของดิน ที่ระดับ 0-15 เซนติเมตร มีค่าอยู่ระหว่าง 51.56–58.48 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยวิธีการที่ 2 ปลูกไม้ผล ใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีการที่ 3 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีการที่ 4 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำ

ขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีการที่ 5 ปลูกไม้ผล ใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 6 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีค่าความพรุนรวมของดิน เฉลี่ยสูงสุด 56.47 57.53 57.23 58.48 และ 55.80 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ตามลำดับ ส่วนวิธีการที่ 1 ปลูกไม้ผล ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ความพรุนรวมของดินมีค่าต่ำสุด 51.56 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร (ตารางที่ 5)

หลังการทดลองปีที่ 2 ปี พ.ศ.2558 ความพรุนรวมของดิน ที่ระดับ 0-15 เซนติเมตร มีค่าความพรุนรวมของดินเฉลี่ยปรับตัวสูงขึ้นในทุกวิธีการเมื่อเปรียบเทียบกับการทดลองในปีที่ 1 โดยเฉพาะวิธีการปลูกไม้ผล โดยใช้ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำทั้งวิธีกล วิธีพืช และวิธีพืชร่วมกับวิธีกล โดยการใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา ใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น และใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ จะส่งผลให้ความพรุนรวมของดินที่ระดับ 0-15 เซนติเมตร มีค่าสูงกว่าวิธีการไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง แสดงให้เห็นถึงการใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ จะมีความสำคัญเป็นอย่างมากต่อความพรุนของดิน การลดการไหลบ่าของน้ำบริเวณผิวดิน ตลอดจนถึงการใช้วัชพืชคลุมดิน เมื่อมีการกำจัดวัชพืช การไม่เผาเศษซากพืชบริเวณแปลงทดลอง หลังจากที่เศษซากพืชมีการย่อยสลายตามธรรมชาติ จะกลายเป็นอินทรียวัตถุให้กับดิน จะส่งผลให้ค่าความพรุนรวมของดินมีค่าสูงขึ้น ในส่วนของวิธีการไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ค่าความพรุนรวมของดินมีค่าที่ปรับขึ้นเพียงเล็กน้อย ด้วยวิธีการดูแลรักษาแปลงที่เป็นแบบเดียวกัน

หลังการทดลอง ปี พ.ศ. 2559 ความพรุนรวมของดิน ที่ระดับ 0-15 เซนติเมตร มีค่าอยู่ระหว่าง 51.19–57.47 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยวิธีการที่ 4 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ค่าความพรุนรวมของดินมีค่าสูงสุด 57.47 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร รองลงมาคือ วิธีการที่ 3 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ค่าความพรุนรวมของดินมีค่า 56.85 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร และวิธีการที่ 2 ปลูกไม้ผล ใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีการที่ 5 ปลูกไม้ผล ใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 6 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีค่าความพรุนรวมของดิน เฉลี่ยสูงสุด 56.47 56.47 และ 56.22 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรตามลำดับ ส่วนวิธีการที่ 1 ปลูกไม้ผล ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ความพรุนรวมของดินมีค่าต่ำสุด 51.19 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร (ตารางที่ 5)

หลังจากการทดลองปีที่ 3 จะเห็นได้ว่าการใช้คูรับน้ำขอบเขาร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา จะส่งผลดีต่อค่าความพรุนรวมของดินมากที่สุด การใช้ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำโดยวิธีกลร่วมกับวิธีพืช จะเป็นการส่งเสริมกันในเรื่องของการป้องกันการกร่อนของดินได้เป็นอย่างดี อีกทั้งแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา จะช่วยซับหน้าดินและป้องสันของคันดินไม่ให้พังทลาย จึงมีประสิทธิภาพในการลดการกร่อนของหน้าดินได้ดี ส่งผลให้มีการสะสมเศษซากพืชได้มากขึ้น การกร่อนของหน้าดินก็จะลดลง จะส่งผลให้ค่าความพรุนรวมของดินเพิ่มขึ้น ส่วนการใช้แถบหญ้าแฝก

เพียงอย่างเดียว (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) และการใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) และการใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้นและใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) จะช่วยลดการกร่อนของดินรองลงมาอยู่ในระดับปานกลาง ส่วนวิธีการไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ เมื่อฝนตกลงมาจะทำให้เกิดการกร่อนของหน้าดินสูง และสูงกว่าวิธีการที่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ซึ่งจะทำให้เศษซากพืชที่อยู่บริเวณแปลงปลูกพืช เกิดการชะล้างโดยน้ำฝนไหลลงไปสู่ด้านล่าง การกร่อนของหน้าดินจึงมีมากขึ้น อินทรียวัตถุบริเวณผิวดินจะถูกชะล้างไปได้ง่าย ส่งผลให้ดินมีค่าความพรุนรวมของดินอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าวิธีการที่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของความพรุนรวมของดิน ที่ระดับ 0-15 เซนติเมตร ที่ดำเนินการศึกษา 3 ปีคือระหว่างปีที่ทำการทดลอง ปี พ.ศ. 2557 2558 และ 2559 มีผลทำให้ค่าความพรุนรวมของดิน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ปัจจัยที่ส่งผลทำให้ค่าความพรุนรวมของดิน มีความแตกต่างกันในแต่ละปีคือ การใช้มาตรการอนุรักษ์ดินจะช่วยในเรื่องการลดการไหลบ่าของน้ำบริเวณผิวดิน จะมีผลทำให้น้ำซึมลงไปในดินได้มากขึ้นและวิธีการกำจัดวัชพืชโดยใช้แรงคนตัดหญ้าบริเวณแปลงทดลอง ไม่มีการเผาเศษซากพืช แล้วนำเอาเศษซากพืชคลุมแปลงไว้ เพื่อรักษาความชุ่มชื้น เมื่อมีการย่อยสลายก็จะกลายเป็นอินทรียวัตถุในดิน จะเห็นได้ว่าทั้งวิธีการที่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ค่าความพรุนรวมของดินจะปรับตัวเพิ่มขึ้นในแต่ละปี วิธีการที่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำจะส่งผลให้มีค่าความพรุนรวมของดินเพิ่มขึ้นได้ดีกว่า (ตารางที่ 6)

ผลการวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ (interaction) ระหว่างวิธีการอนุรักษ์ดินกับอิทธิพลของปีที่ทำการทดลอง ไม่มีผลทำให้ค่าความพรุนรวมของดินแสดงความความแตกต่างทางสถิติ

และอิทธิพลของวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำทั้ง 6 วิธีการ มีผลทำให้ค่าความพรุนรวมของดินแสดงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง แต่อย่างไรก็ตาม วิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำ โดยวิธีการใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา ส่งผลให้ค่าความพรุนรวมของดินเพิ่มขึ้นสูงกว่าวิธีการไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำทั้ง 3 ปีที่ทำการทดลอง (ตารางที่ 6) สอดคล้องกับผลการศึกษาของ โอภาส (2558) การศึกษาสมบัติทางกายภาพ และสมบัติทางเคมีของดินกรณีศึกษาพื้นที่เพาะปลูกข้าว ในจังหวัดฉะเชิงเทรา และจังหวัดชลบุรี ผลการวิเคราะห์ความพรุนรวมของดิน ในอำเภอพนัสนิคม จังหวัดชลบุรี พบว่าดินชั้นบนมีความพรุนรวมของดินเฉลี่ย 49.25 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ส่วนดินชั้นล่างมีความพรุนรวมของดินเฉลี่ย 44.19 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรของความพรุนรวมของดิน บริเวณดินนาชั้นบนกับดินนาชั้นล่าง พบว่าความพรุนรวมของดินดินนาชั้นบนสูงกว่าดินนาชั้นล่าง

ตารางที่ 5 ความพรุนรวมของดิน (Total Porosity) ที่ระดับ 0-15 เซนติเมตร

วิธีการ	ความพรุนรวมของดิน (Total Porosity) (เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร)			
	ก่อนการทดลอง	หลังปี 2557	หลังปี 2558	หลังปี 2559
1 ปลูกไม้ผลไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ	41.50	[1/]44.52b	[1/]51.56b	51.19c
2 ปลูกไม้ผล+แถบหญ้าแฝก(ใช้ค่า V.I.2.5เมตร)	43.39	51.31a	56.47a	56.47b
3 ปลูกไม้ผล+คูรับน้ำขอบเขา(ใช้ค่า V.I.4 เมตร)	43.63	54.33a	57.53a	56.85ab

4 ปลูกไม้ผล+คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) +แถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา	43.26	52.07a	57.23a	57.47a
5 ปลูกไม้ผล+ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น	41.63	52.32a	58.48a	56.47b
6 ปลูกไม้ผล+คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I. 8 เมตร)	41.88	51.31a	55.80a	56.22b
F-test	0.1509	0.0072	0.0356	0.0000
C.V. (%)	2.76	4.57	3.85	0.50

หมายเหตุ ค่า F-test < 0.01 หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

F-test < 0.05 หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

F-test > 0.05 หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

1/ ข้อมูลในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของความพรุนรวมของดิน (Total Porosity) ที่ระดับ 0-15 เซนติเมตร ปี พ.ศ. 2557 2558 และ 2559 (Combined Analysis of Variance)

	SOV	df	SS	MS	F	Sig.
Total	Year	2	299.7451	149.8725	8.45	0.0180
Porosity	Replication*Year	6	106.4380	17.7397	5.22	0.0009
	Treatment	4	311.9394	62.3879	18.36	0.0000
	Treatment*Year	10	23.0868	2.3087	0.68	0.7345
	Error	30	101.9325	3.3987		
	Total	53	843.1417			

% C.V. = 3.39 Total Porosity Mean = 54.30

1.4 ความพรุนรวมของดิน (Total Porosity) ที่ระดับ 15-40 เซนติเมตร

ความพรุนรวมของดิน (Total Porosity) ที่ระดับ 15-40 เซนติเมตร ก่อนการทดลองปี พ.ศ. 2557 ความพรุนรวมของดิน ที่ระดับ 15-40 เซนติเมตร มีค่าระหว่าง 34.71–35.46 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 7)

หลังการทดลองปี พ.ศ. 2557 ความพรุนรวมของดิน ที่ระดับ 15-40 เซนติเมตร มีค่าระหว่าง 37.23–39.49 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยวิธีการที่ 4 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ความพรุนรวมของดินมีค่าเฉลี่ยสูงสุด 39.49 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร รองลงมาคือวิธีการที่ 2 ปลูกไม้ผล ใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ความพรุนรวมของดินมีค่า 39.11 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร และวิธีการที่ 5 ปลูกไม้ผล ใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ความพรุนรวมของดินมีค่า 38.11 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ส่วนวิธีการที่ 3 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีการที่ 6 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 1 ปลูกไม้ผล ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีค่าความพรุนรวมของดินเฉลี่ย 37.85 37.60 และ 37.23 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ตามลำดับ (ตารางที่ 7)

หลังจากการทดลองปีที่ 1 จะเห็นได้ว่าการใช้คูรับน้ำขอบเขาร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา จะส่งผลดีต่อค่าความพรุนรวมของดินมากที่สุด การใช้ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำโดยวิธีกลร่วมกับวิธีพืช จะเป็นการส่งเสริมกันในเรื่องของการป้องกันการกร่อนของดินได้เป็นอย่างดี อีกทั้งแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา จะช่วยซับหน้าดินและป้องสันของคันดินไม่ให้พังทลาย จึงมีประสิทธิภาพในการลดการกร่อนของหน้าดินได้ดี ส่งผลให้มีการสะสมเศษซากพืชได้มากขึ้น การกร่อนของหน้าดินก็จะลดลง จะส่งผลให้ค่าความพรุนรวมของดินเพิ่มสูงขึ้น ส่วนการใช้แถบหญ้าแฝกเพียงอย่างเดียว (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) และการใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น จะส่งผลให้ค่าความพรุนรวมของดินอยู่ในระดับที่ค่อนข้างสูง การใช้แถบหญ้าแฝกจะช่วยในเรื่องการลดการกร่อนของดิน รากหญ้าแฝกที่หยั่งลึกลงและไชชอนลงไปในดิน จะมีผลต่อการกักเก็บน้ำในดิน และการรักษาความชุ่มชื้นในดิน การทำงานของจุลิทรีย์ดินก็จะดีตาม มีผลทำให้ค่าความพรุนรวมของดินเพิ่มสูงขึ้น ในส่วนของการใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ โดยวิธีกล เช่น การใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น การใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) และและใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) จะช่วยลดการกร่อนของดินรองลงมา อยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งจะแตกต่างกับวิธีการที่มีระบบพืชเข้ามาร่วม เช่นหญ้าแฝก จะช่วยในเรื่องความสมดุลของดิน ความชื้นดิน การเป็นที่อยู่อาศัยของจุลินทรีย์ดินที่เป็นประโยชน์ต่อการย่อยสลายเศษซากพืช ส่วนวิธีการไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ เมื่อฝนตกลงมาจะทำให้เกิดการกร่อนของหน้าดินสูง และสูงกว่าวิธีการที่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ซึ่งจะทำให้เศษซากพืชที่อยู่บริเวณแปลงปลูกพืช เกิดการชะล้างโดยน้ำฝนไหลลงไปสู่ด้านล่าง การกร่อนของหน้าดินจึงมีมากขึ้น อินทรียวัตถุบริเวณผิวดินจะถูกชะล้างไปได้ง่าย ส่งผลให้ดินมีค่าความพรุนรวมของดินอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าวิธีการที่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ

หลังการทดลองปี พ.ศ. 2558 ความพรุนรวมของดินที่ระดับ 15-40 เซนติเมตร มีค่าระหว่าง 36.22-38.98 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยวิธีการที่ 2 ปลูกไม้ผล ใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) และวิธีการที่ 4 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีค่าความพรุนรวมของดินเฉลี่ยสูงสุด 38.98 และ 38.61 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร รองลงมาคือวิธีการที่ 3 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีการที่ 5 ปลูกไม้ผล ใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้นเป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและวิธีการที่ 6 ปลูกไม้ผลใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำมีค่าความพรุนรวมของดินเฉลี่ย 37.73 37.85 และ 37.85 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรตามลำดับ ส่วนวิธีการที่ 1 ปลูกไม้ผลไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ความพรุนรวมของดินมีค่าเฉลี่ยต่ำสุด 36.22 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร (ตารางที่ 7)

หลังการทดลองปีที่ 2 ปี พ.ศ.2558 จะเห็นได้ว่าการใช้คูรับน้ำขอบเขาร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา และการใช้แถบหญ้าแฝกเพียงอย่างเดียว (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) จะส่งผลดีต่อค่าความพรุนรวมของดินมากที่สุด การใช้ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำโดยวิธีกลร่วมกับวิธีพืช และการใช้ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำด้วยหญ้าแฝก จะเป็นการส่งเสริมกันในเรื่องของการป้องกันการกร่อนของดินได้เป็นอย่างดี อีกทั้งแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา จะช่วยซับหน้าดินและป้องสันของคันดินไม่ให้พังทลาย จึงมีประสิทธิภาพในการลดการกร่อนของหน้าดินได้ดี ส่งผลให้มีการสะสมเศษซากพืชได้มากขึ้น การกร่อนของหน้าดินก็จะลดลง จะส่งผลให้ค่าความพรุนรวมของดินเพิ่มสูงขึ้น

ในส่วนของการใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น การใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) และและใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) จะส่งผลให้ค่าความพรุนรวมของดินอยู่ในระดับที่ปานกลางการใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ โดยวิธีกล เช่น จะช่วยลดการกร่อนของดินรองลงมา อยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งจะแตกต่างกับวิธีการที่มีระบบพืชเข้ามาร่วม เช่นหญ้าแฝก จะช่วยในเรื่องความสมดุลของดิน ความชื้นดิน การเป็นที่อยู่อาศัยของจุลินทรีย์ดินที่เป็นประโยชน์ต่อการย่อยสลายเศษซากพืช ส่วนวิธีการไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ เมื่อฝนตกลงมาจะทำให้เกิดการกร่อนของหน้าดินสูงและสูงกว่าวิธีการที่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ซึ่งจะทำให้เศษซากพืชที่อยู่บริเวณแปลงปลูกพืชเกิดการชะล้างโดยน้ำฝนไหลลงไปสู่ด้านล่าง การกร่อนของหน้าดินจึงมีมากขึ้น อินทรียวัตถุบริเวณผิวดินจะถูกชะล้างไปได้ง่าย ส่งผลให้ดินมีค่าความพรุนรวมของดินอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าวิธีการที่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ

หลังการทดลอง ปี พ.ศ. 2559 ความพรุนรวมของดิน ที่ระดับ 15-40 เซนติเมตร มีค่าระหว่าง 37.35–39.99 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยวิธีการที่ 2 ปลูกไม้ผล ใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 4 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีค่าความพรุนรวมของดินเฉลี่ยสูงสุด 39.99 และ 39.74 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรตามลำดับ รองลงมาคือวิธีการที่ 3 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีการที่ 5 ปลูกไม้ผล ใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 6 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ

และวิธีการที่ 1 ปลูกไม้ผล ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีค่าความพรุนรวมของดิน เฉลี่ย 37.98 37.98 37.85 และ 37.35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรตามลำดับ (ตารางที่ 7)

หลังการทดลองปีที่ 3 ปี พ.ศ.2559 จะเห็นได้ว่าการใช้แถบหญ้าแฝกเพียงอย่างเดียว (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) และการใช้คูรับน้ำขอบเขาร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เมื่อหญ้าแฝกเจริญเติบโตเต็มที่ จะส่งผลดีต่อความพรุนรวมของดินมากที่สุด การใช้ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำด้วยหญ้าแฝก และการใช้ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำโดยวิธีกลร่วมกับวิธีพืช จะเป็นการส่งเสริมกันในเรื่องของการป้องกันการกร่อนของดินได้เป็นอย่างดี อีกทั้งแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขาจะช่วยซับหน้าดินและป้องสันของคันดินไม่ให้พังทลาย จึงมีประสิทธิภาพในการลดการกร่อนของหน้าดินได้ดี จะช่วยให้มีการซึมซับของน้ำฝนได้เป็นอย่างดี ช่วยในเรื่องของการกรองเศษซากพืชไม่ให้ไหลลงไปสู่ด้านล่าง ส่งผลให้มีการสะสมเศษซากพืชได้มากขึ้น การกัดกร่อนของหน้าดินก็จะลดลง จะส่งผลให้ความพรุนรวมของดินมีค่าเพิ่มเพิ่มสูงขึ้น

ในส่วนของการใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น การใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) และและใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) จะส่งผลให้ค่าความพรุนรวมของดินอยู่ในระดับปานกลาง การใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ โดยวิธีกล เช่น จะช่วยลดการกร่อนของดินรองลงมาอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งจะแตกต่างกับวิธีการที่มีระบบพืชเข้ามาร่วม เช่นหญ้าแฝก ซึ่งจะช่วยในเรื่องความสมดุลของดิน น้ำ พืช และเป็นที่อยู่อาศัยของจุลินทรีย์ดินที่เป็นประโยชน์ต่อการย่อยสลายเศษซากพืช ส่วนวิธีการไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีการดูแลรักษาแปลงใกล้เคียงกันคือ เมื่อมีการกำจัดวัชพืช จะใช้เศษซากพืชคลุมแปลงไว้ ไม่มีการเผาเศษซากพืช เมื่อมีการย่อยสลายก็จะกลายเป็นอินทรียวัตถุให้กับดิน แต่บางส่วนก็จะมีการชะล้างลงไปด้านล่าง แต่ก็ยังมีผลดีต่อความพรุนรวมของดิน

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของความพรุนรวมของดินที่ระดับ 15-40 เซนติเมตร ที่ดำเนินการศึกษา 3 ปี คือระหว่างปีที่ทำการทดลอง ปี พ.ศ. 2557 2558 และ 2559 มีผลทำให้ค่าความพรุนรวมของดิน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ปัจจัยที่ส่งผลทำให้ค่าความพรุนรวมของดินมีความแตกต่างกันในแต่ละปีคือ การใช้มาตรการอนุรักษ์ดินจะช่วยในเรื่องการลดการไหลบ่าของน้ำบริเวณผิวดินจะมีผลทำให้น้ำซึมลงไปในดินได้มากขึ้น และวิธีการกำจัดวัชพืชโดยใช้แรงคนตัดหญ้าบริเวณแปลงทดลอง ไม่มีการเผาเศษซากพืชแล้วนำเอาเศษซากพืชคลุมแปลงไว้ เพื่อรักษาความชุ่มชื้น เมื่อมีการย่อยสลายก็จะกลายเป็นอินทรียวัตถุในดิน จะเห็นได้ว่าทั้งวิธีการที่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ค่าความพรุนรวมของดินจะปรับตัวเพิ่มขึ้นในแต่ละปี แต่วิธีการที่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ จะส่งผลให้มีค่าความพรุนรวมของดินเพิ่มขึ้นได้ดีกว่า (ตารางที่ 8)

ผลการวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ (interaction) ระหว่างวิธีการอนุรักษ์ดินกับอิทธิพลของปีที่ทำการทดลอง ไม่มีผลทำให้ค่าความพรุนรวมของดินแสดงความความแตกต่างทางสถิติ

และอิทธิพลของวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำทั้ง 6 วิธีการ มีผลทำให้ค่าความพรุนรวมของดินแสดงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง แต่อย่างไรก็ตาม วิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำ โดยวิธีการการใช้แถบหญ้าแฝกเพียงอย่างเดียว (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) และการใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา ส่งผลให้ค่าความพรุนรวมของดินเพิ่มขึ้นสูงกว่าวิธีการไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำทั้ง 3 ปีที่ทำการทดลอง (ตารางที่ 8) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษา

ของ อาจินและคณะ (2540) สมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน บริเวณสถานีวิจัยลุ่มน้ำปากผนัง อำเภอลานสกา จังหวัดนครศรีธรรมราช พบว่าความพรุนรวมของดินบริเวณลุ่มน้ำปากผนัง มีค่าอยู่ในช่วง 45.31-59.30 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร โดยดินบนมีค่า 45.31-59.30 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ส่วนในดินล่างมีค่า 49.03-58.91 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ส่วนใหญ่มีแนวโน้มลดลงตามความลึกของดิน สัมพันธ์กับความหนาแน่นรวมของดินที่เพิ่มขึ้น และปริมาณอินทรียวัตถุที่ลดลง

ตารางที่ 7 ความพรุนรวมของดิน (Total Porosity) ที่ระดับ 15-40 เซนติเมตร

วิธีการ	ความพรุนรวมของดิน (Total Porosity) (เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร)			
	ก่อนการทดลอง	หลังปี 2557	หลังปี 2558	หลังปี 2559
1 ปลูกไม้ผลไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ	35.46	1/37.23c	1/36.22c	1/37.35b
2 ปลูกไม้ผล+แถบหญ้าแฝก(ใช้ค่า V.I.2.5เมตร)	34.93	39.11ab	38.98a	39.99a
3 ปลูกไม้ผล+คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร)	35.34	37.85c	37.73b	37.98b
4 ปลูกไม้ผล+คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) +แถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา	34.71	39.49a	38.61a	39.74a
5 ปลูกไม้ผล+ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น	35.09	38.11bc	37.85b	37.98b
6 ปลูกไม้ผล+คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I. 8 เมตร)	34.96	37.60c	37.85b	37.85b
F-test	0.4964	0.0002	0.0000	0.0000
C.V. (%)	1.40	1.04	0.67	0.90

หมายเหตุ ค่า F-test < 0.01 หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

F-test < 0.05 หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

F-test > 0.05 หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

1/ ข้อมูลในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของความพรุนรวมของดิน (Total Porosity) ที่ระดับ 15-40 เซนติเมตร ปี พ.ศ. 2557 2558 และ 2559 (Combined Analysis of Variance)

	SOV	df	SS	MS	F	Sig.
Total Porosity	Year	2	3.3823	1.6910	8.04	0.0201
	Replication*Year	6	1.2620	0.2103	1.85	0.1229
	Treatment	4	40.3342	8.0668	70.92	0.0000
	Treatment*Year	10	3.2112	0.3211	2.82	0.0135
	Error	30	3.4122	0.1137		
	Total	53	51.6020			

% C.V. = 0.8829 Total Porosity Mean = 38.20

2. การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดิน

2.1 ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH)

ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (Soil pH) ก่อนการทดลองปี 2557 ดินมีสภาพเป็นกรดปานกลาง (moderately acid) มีค่า pH อยู่ในช่วง 6.03-6.06 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

หลังการทดลองปี 2557 ค่า pH ของดินปรับขึ้นเล็กน้อย มีสภาพเป็นกรดเล็กน้อย (slightly acid)มีค่า pH อยู่ในช่วง 6.10-6.32 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

หลังการทดลองปี 2558 ค่า pH ของดินปรับตัวเพิ่มสูงขึ้นมีสภาพเป็นกรดเล็กน้อย (slightly acid) มีค่า pH อยู่ในช่วง 6.46-6.53 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

หลังการทดลองปี 2559 ค่า pH ของดินปรับตัวเพิ่มสูงขึ้นมีสภาพเป็นกรดเล็กน้อย (slightly acid) มีค่า pH อยู่ในช่วง 6.16-6.36 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 9) สาเหตุที่ pH เพิ่มสูงขึ้นทุกวิธีการ เนื่องจากไม่มีการเผาเศษวัชพืช มีการนำเศษพืชคลุมแปลงไว้ เมื่อมีการย่อยสลายเป็นอินทรียวัตถุ โดยอินทรียวัตถุหรือฮิวมัสจะทำให้เกิดการต้านทานการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเป็นด่างอย่างฉับพลันของดิน ทำให้ดินมีสภาวะที่เป็นกลางเพิ่มขึ้นซึ่งจะเป็นผลดีต่อการเจริญเติบโตของพืชและกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน สารที่ได้จากการหมักอินทรียวัตถุจะมีความจุบัฟเฟอร์ (buffering capacity) ตามธรรมชาติสูงจะทำให้ค่า pH ของดินปรับตัวเพิ่มสูงขึ้นอยู่ในช่วง 6.0–7.0 (ยงยุทธ และคณะ, 2551) สอดคล้องกับการศึกษาของ อาจินและคณะ (2540) พบว่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินบริเวณลุ่มน้ำปากผนัง มีค่าเป็นกรดแก่ถึงกรดจัด (pH 4.6-5.5) (Land Classification Division and FAO Project Staff, 1973) โดยดินบนมี pH 4.6-5.5 และดินล่าง pH 4.8-5.3 การที่ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินมีค่าเป็นกรด เนื่องจากกระบวนการผุพังเน่าเปื่อยของซากพืชที่ร่วงหล่น ทำให้เกิดกรดอินทรีย์ต่าง ๆ รวมทั้งกรดที่เกิดขึ้นจากการละลายของคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกปลดปล่อยออกมาเมื่ออินทรียวัตถุสลายตัว กรดเหล่านี้จะให้ H^+ สะสมอยู่ที่ผิวดิน เข้าไปไล่ที่ไอออนบวกที่เป็นด่าง ประกอบกับอิทธิพลของการชะล้าง ทำให้สูญเสียประจุบวกที่เป็นด่างไปจากหน้าดิน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2536 ; ผการัตน์, 2535 ; Foth, 1990) (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH)

วิธีการ	ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH)			
	ก่อนการทดลอง	หลัง ปี 57	หลัง ปี 58	หลัง ปี 59
1 ปลูกไม้ผลไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ	6.03	6.10	6.46	6.20
2 ปลูกไม้ผล+แถบหญ้าแฝก(ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร)	6.06	6.13	6.50	6.16
3 ปลูกไม้ผล+คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร)	6.06	6.13	6.53	6.33
4 ปลูกไม้ผล+คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) +แถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา	6.06	6.20	6.50	6.33
5 ปลูกไม้ผล+ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น	6.06	6.23	6.50	6.36
6 ปลูกไม้ผล+คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร)	6.06	6.13	6.50	6.26
F-test	0.9944	0.8671	0.9975	0.4042
C.V. (%)	1.40	2.37	2.40	2.09

หมายเหตุ ค่า F-test < 0.01 หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง
F-test < 0.05 หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
F-test > 0.05 หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ
1/ ข้อมูลในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ

2.2 อินทรียวัตถุในดิน (OM)

อินทรียวัตถุในดิน (OM) ก่อนการทดลองปี พ.ศ.2557 มีค่าอยู่ระหว่าง 8,182-9,392 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในพื้นที่แปลงทดลอง เป็นพื้นที่เปิดใหม่ไม่มีการปลูกพืชเศรษฐกิจมาก่อน จึงทำให้มีการสะสมอินทรียวัตถุในดินอยู่ในระดับที่ค่อนข้างสูง (ตารางที่ 10)

หลังการทดลองปี พ.ศ.2557 ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน มีค่าอยู่ระหว่าง 6,011-8,386 กิโลกรัมต่อไร่ มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยวิธีการที่ 4 ปลูกไม้ผล โดยใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 5 ปลูกไม้ผล โดยใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้นเป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีค่าสูงสุด 8,386 และ 8,081 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือวิธีการที่ 2 ปลูกไม้ผลโดยใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 1 ปลูกไม้ผล ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 6 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ

มีปริมาณอินทรียวัตถุในดิน 8,059 7,289 และ 6,708 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ ส่วนวิธีการที่ 3 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณอินทรียวัตถุในดินต่ำสุด 6,011 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ (ตารางที่ 10)

ปริมาณอินทรียวัตถุในดินต่อไร่ในปี พ.ศ. 2557 มีค่าลดลงในทุกวิธีการเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทดลอง เมื่อความหนาแน่นรวมของดินเปลี่ยนแปลง น้ำหนักดินก็จะเปลี่ยนแปลงตาม ในดินที่มีความหนาแน่นรวมของดินลดต่ำลงจะทำให้มีน้ำหนักดินต่อไร่ต่ำตาม จึงมีผลทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินต่อไร่ทุกวิธีการลดลง เนื่องจากค่าความหนาแน่นรวมของดินลดลง เมื่อเปรียบเทียบปริมาณอินทรียวัตถุในดินต่อไร่ในปี พ.ศ. 2557 ในแต่ละวิธีการแล้ว มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ จะเห็นได้ว่าวิธีการที่ 4 มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำทั้งวิธีกล (คูรับน้ำขอบเขา) และมีการปลูกหญ้าด้านนอกคูรับน้ำขอบเขาเมื่อมีการตัดใบหญ้าแฝก จะนำใบหญ้าแฝกคลุมแปลงไว้เพื่อรักษาความชื้น และปล่อยให้ย่อยสลายกลายไปเป็นปุ๋ยอินทรีย์ อีกทั้งคูรับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝกจะช่วยลดการไหลบ่าของน้ำ และช่วยดักและกรองเศษซากพืชไว้ไม่ให้ไหลลงออกจากแปลง เมื่อฝนตกลงมาจะช่วยในการลดการกร่อนของหน้าดินได้ทั้ง 2 ระบบ ในส่วนวิธีการปลูกไม้ผล ใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น และวิธีการใช้แถบหญ้าแฝก เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ เมื่อเริ่มมีการเจริญเติบโต จะช่วยลดการกร่อนของดินไว้ได้ และช่วยชะลอการไหลบ่าของน้ำได้พอสมควร เมื่อมีการตัดแต่งใบหญ้าแฝกจะนำมาคลุมแปลงไว้ และเกิดการย่อยสลายในที่สุด ส่งผลให้มีปริมาณอินทรียวัตถุในดินสูงกว่าวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำด้วยวิธีการใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) และ (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ เพียงมาตรการเดียว แต่เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการปลูกไม้ผล ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ กับวิธีการใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขาและวิธีการใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) และวิธีการใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ทั้ง 3 วิธีการที่กล่าวมายังมีแนวโน้มให้ค่าปริมาณอินทรียวัตถุในดินต่อไร่สูงกว่า

ปริมาณอินทรียวัตถุในดินต่อไร่ในปี พ.ศ. 2558 มีค่าอยู่ระหว่าง 5,750-7,456 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในวิธีการที่ 4 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีแนวโน้มให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินต่อไร่สูงสุด (7,456 กิโลกรัมต่อไร่) รองลงมาคือ วิธีการที่ 3 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีการที่ 6 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 2 ปลูกไม้ผล ใช้แถบหญ้าแฝก(ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณอินทรียวัตถุในดินต่อไร่ 7,220 7,178 และ 6,884 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ ส่วนวิธีการที่ 5 ปลูกไม้ผล ใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 1 ปลูกไม้ผล ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีแนวโน้มให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินต่อไร่ต่ำสุด 5,925 และ 5,750 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ (ตารางที่ 10)

จะเห็นได้ว่าในวิธีการใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำทั้งวิธีกล (คูรับน้ำขอบเขา) และมีการปลูกหญ้าด้านนอกคูรับน้ำขอบเขาเมื่อมีการตัดใบหญ้าแฝก จะนำใบหญ้าแฝกคลุมแปลงไว้เพื่อรักษาความชื้น และปล่อยให้ย่อยสลายกลายไปเป็นปุ๋ยอินทรีย์ อีกทั้งคูรับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝกจะช่วยลดการไหลบ่าของน้ำ และช่วยดักและกรองเศษซากพืชไว้ไม่ให้ไหลลงออกจากแปลง

เมื่อฝนตกลงมาจะช่วยในการลดการกร่อนของหน้าดินได้ทั้ง 2 ระบบ ในส่วนวิธีการที่ 2 ใช้แถบหญ้าแฝก เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำเมื่อเริ่มมีการเจริญเติบโต จะช่วยลดการกร่อนของดินไว้ได้ และช่วยชะลอการไหลบ่าของน้ำได้พอสมควร เมื่อมีการตัดแต่งใบหญ้าแฝกจะนำมาคลุมแปลงไว้ และเกิดการย่อยสลายในที่สุด ส่งผลให้มีปริมาณอินทรียวัตถุในดินสูงกว่าวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำด้วยวิธีการอื่น ๆ แต่เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ทั้ง 2 วิธีการที่กล่าวมายังมีแนวโน้มให้ค่าปริมาณอินทรียวัตถุในดินต่อไร่สูงกว่า

ปริมาณอินทรียวัตถุในดินต่อไร่ในปี พ.ศ. 2559 มีค่าอยู่ระหว่าง 5,948-7,138 กิโลกรัมต่อไร่ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ในวิธีการที่ 4 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 2 ปลูกไม้ผล ใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณอินทรียวัตถุในดินเฉลี่ยต่อไร่สูงสุด 7,138 และ 7,122 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือ วิธีการที่ 3 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณอินทรียวัตถุในดินเฉลี่ยต่อไร่ 6,612 กิโลกรัมต่อไร่ และวิธีการที่ 5 ปลูกไม้ผล ใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีการที่ 6 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ น้ำ มีปริมาณอินทรียวัตถุในดินเฉลี่ยต่อไร่ปานกลาง 6,274 และ6,022 กิโลกรัมต่อไร่ ในส่วนวิธีการที่ 1 ปลูกไม้ผล ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ปริมาณอินทรียวัตถุในดินเฉลี่ยต่อไร่ต่ำสุด 5,948 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 10)

ปริมาณอินทรียวัตถุในดินต่อไร่ ในปี พ.ศ. 2559 เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทดลองซึ่งเป็นพื้นที่ที่ยังไม่ได้ทำการเกษตรมาก่อน เป็นพื้นที่ที่ปล่อยให้มีพืชปกคลุม จึงเกิดการสะสมของเศษซากพืชในปริมาณมาก และไม่มีการรบกวนหน้าดินมาก่อน ดินจึงมีปริมาณอินทรียวัตถุต่อไร่สูงกว่า หลังการทดลองในปี พ.ศ. 2559 ค่าความหนาแน่นรวมของดินลดลงในทุกวิธีการ น้ำหนักของดินต่อไร่ลดลง ส่งผลให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินต่อไร่ตาม แต่ในวิธีการใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา และการใช้แถบหญ้าแฝก(ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ยังช่วยรักษาปริมาณอินทรียวัตถุในดินต่อไร่ให้คงอยู่ในระดับที่สูงสุดได้ เมื่อมีการตัดใบหญ้าแฝก จะนำใบหญ้าแฝกคลุมแปลงไว้เพื่อรักษาความชื้น และย่อยสลายกลายไปเป็นปุ๋ยอินทรีย์ ในปีที่สามของการทดลอง หญ้าแฝกมีการเจริญเติบโตเต็มที่ และมีการแตกกอเต็มที่ รากของหญ้าแฝกหยั่งลึกลงไปในดิน แถบหญ้าแฝกทำหน้าที่เป็นแถบอนุรักษ์ดินและน้ำได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ช่วยชะลอการไหลของน้ำและซับหน้าดินไว้ไม่ให้ไหลลงสู่ด้านล่าง และเป็นตัวกรองเศษซากพืชไว้บริเวณแปลง ซึ่งจะส่งผลให้มีปริมาณอินทรียวัตถุในดินที่สูงขึ้น

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของปริมาณอินทรียวัตถุในดินต่อไร่ ที่ดำเนินการศึกษา 3 ปี คือ ระหว่างปีที่ทำการทดลอง ปี พ.ศ. 2557 2558 และ 2559 มีผลทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินต่อไร่ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยรวมแล้วปริมาณอินทรียวัตถุในดินต่อไร่ มีค่าลดลงในทุกวิธีการเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทดลอง เมื่อความหนาแน่นรวมขอดินเปลี่ยนแปลง น้ำหนักดินก็จะเปลี่ยนแปลงตาม ในดินที่มีความหนาแน่นรวมของดินลดต่ำลงจะทำให้มีน้ำหนักดินต่อไร่ต่ำตาม จึงมีผลทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินต่อไร่ทุกวิธีการลดลง เนื่องจากค่าความหนาแน่นรวมของดินลดลง แต่ในวิธีการที่ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอก

คูรับน้ำขอบเขา มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำทั้งวิธีกล (คูรับน้ำขอบเขา) และมีการปลูกหญ้าด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา และวิธีการใช้แถบหญ้าแฝก เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ทั้ง 2 วิธีการนี้จะช่วยให้มีปริมาณอินทรียวัตถุในดินต่อไร่ยังอยู่ในระดับสูงกว่าวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำด้วยวิธีการอื่น ๆ และสูงกว่าวิธีการไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ทั้งนี้ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ใช้ทั้งวิธีกลและวิธีพืชร่วมกันจะช่วยส่งเสริมกันทั้ง 2 ระบบ โดยวิธีกลที่ใช้คูรับน้ำขอบเขา เมื่อดินขุดดินถมมีการอัดตัวกันที่หนาแน่นและมีรากหญ้าแฝกช่วยยึดสันคันดินไม่ให้พังทลายแล้ว จะมีประสิทธิภาพสูงมากในการชะลอการไหลบ่าของน้ำบริเวณผิดดิน ในส่วนของวิธีการใช้แถบหญ้าแฝกเพียงอย่างเดียว จะส่งผลดีต่อระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในปีที่ 2 และ 3 ของการทดลอง ทั้งนี้ทั้ง 2 วิธีการดังกล่าว จะช่วยในการรักษาปริมาณอินทรียวัตถุในดินให้คงอยู่ได้ (ตารางที่ 11)

ผลการวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ (interaction) ระหว่างวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำกับอิทธิพลของปีที่ทำการทดลอง มีผลทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินต่อไร่ แสดงความความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ และอิทธิพลของวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำทั้ง 6 วิธีการ มีผลทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินต่อไร่ แสดงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง แต่อย่างไรก็ตาม วิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำโดยวิธีการใช้วิธีการใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) และวิธีการใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ส่งผลให้ค่าปริมาณอินทรียวัตถุในดินต่อไร่เพิ่มขึ้นสูงกว่าวิธีการไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำทั้ง 3 ปีที่ทำการทดลอง (ตารางที่ 11) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ วันรักและศรัญญุพงศ์ (2557) การศึกษาระยะห่างที่เหมาะสมของคูรับน้ำขอบเขาเพื่อปลูกข้าวไร่บนพื้นที่สูง ในพื้นที่จังหวัดน่าน เป็นการขุดคูรับน้ำขอบเขาตามแนวระดับขวางความลาดเท ปัญหาของคูรับน้ำขอบเขาบนพื้นที่สูงคือ การเสียพื้นที่เพาะปลูกเนื่องจากสร้างคูรับน้ำขอบเขาในแนวดิ่ง 1.5-3.0 เมตร ซึ่งมีระยะห่างระหว่างคูรับน้ำขอบเขาในแนวราบแคบ 10-12 เมตร จึงทำการศึกษาระยะห่างที่เหมาะสมของ คูรับน้ำขอบเขาเพื่อปลูกข้าวไร่บนพื้นที่สูงในพื้นที่จังหวัดน่าน ฤดูปลูกปี พ.ศ. 2554 2555 และ 2556 โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design มีจำนวน 4 ซ้ำ 4 วิธีการ ประกอบด้วย ปลูกข้าวไร่ ไม่มีคูรับน้ำขอบเขา ปลูกข้าวไร่และมีคูรับน้ำขอบเขา โดยมีระยะห่างคูรับน้ำขอบเขาในแนวดิ่ง 3 เมตร 6 เมตร และ 9 เมตรก่อนการทดลองปี 2554 อินทรียวัตถุในดิน อยู่ในระดับค่อนข้างสูง 2.59-2.73 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างทางสถิติ หลังการทดลองปี 2556 อินทรียวัตถุในดิน มีค่าลดลงทุกวิธีการ 2.24-2.54 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยวิธีการที่ 4 ระยะห่างคูรับน้ำขอบเขาในแนวดิ่ง 9 เมตร ปลูกข้าวไร่ และวิธีการที่ 2 ระยะห่างคูรับน้ำขอบเขาในแนวดิ่ง 3 เมตร ปลูกข้าวไร่ อินทรียวัตถุในดินมีค่าเฉลี่ยสูงสุด 2.54 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทดลอง อินทรียวัตถุในดินทุกวิธีการมีค่าลดลง หลังการทดลองปี 2556 อินทรียวัตถุในดินมีค่าลดลงทุกวิธีการ อยู่ในระดับปานกลางถึงค่อนข้างสูง การสูญเสียอินทรียวัตถุในดินเกิดจากการเตรียมพื้นที่ สำหรับปลูกข้าวไร่ในส่วนปริมาณอินทรียวัตถุในดินที่เหลืออยู่ในดิน เกิดจากการไม่เผาตอซังข้าว ปล่อยให้คลุมแปลงและย่อยสลายลงไปในแปลงปลูกข้าวไร่

ตารางที่ 10 ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (OM)

วิธีการ	อินทรียวัตถุในดิน (OM) (กิโลกรัมต่อไร่)			
	ก่อนการทดลอง	หลัง ปี 57	หลัง ปี 58	หลัง ปี 59
1 ปลูกไม้ผลไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ	8,774	7,289abc	5,750	5,948d
2 ปลูกไม้ผล+แถบหญ้าแฝก(ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร)	9,392	8,059ab	6,884	7,122a
3 ปลูกไม้ผล+คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร)	9,003	6,011c	7,220	6,612b
4 ปลูกไม้ผล+คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร +แถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา	8,182	8,386a	7,456	7,138a
5 ปลูกไม้ผล+ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น	8,675	8,081a	5,925	6,274c
6 ปลูกไม้ผล+คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I. 8 เมตร)	8,627	6,708bc	7,178	6,022cd
F-test	0.7781	0.0194	0.3023	0.0000
C.V. (%)	11.41	10.08	15.65	1.55

หมายเหตุ ค่า F-test $P < 0.01$ หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

$P < 0.05$ หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

$P > 0.05$ หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ 1/ ข้อมูลในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (OM) ปี พ.ศ. 2557 2558 และ 2559 (Combined Analysis of Variance)

	SOV	df	SS	MS	F	Sig.
OM	Year	2	8001888.7778	4000944.3889	6.48	0.0317
	Replication*Year	6	3707165.5556	617860.9259	1.10	0.3837
	Treatment	5	11535218.0000	2307043.6000	4.12	0.0058
	Treatment*Year	10	13294997.8889	1329499.7889	2.37	0.0329
	Error	30	16805821.1111	560194.0370		
	Total	53	53345091.3333			

% C.V. = 10.86 OM Mean = 6892.78

2.3 ฟอสฟอรัส (P)

ฟอสฟอรัส (P) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน ก่อนการทดลองปี พ.ศ. 2557 มีค่าอยู่ระหว่าง 4.461-6.323 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในพื้นที่แปลงทดลองเป็นพื้นที่เปิดใหม่ไม่มีการปลูกพืชเศรษฐกิจมาก่อน จึงทำให้มีปริมาณฟอสฟอรัสในดินอยู่ในระดับที่ดี

หลังการทดลองปีพ.ศ. 2557 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน มีค่าอยู่ระหว่าง 4.436-6.058 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทดลองปี พ.ศ. 2557 โดยวิธีการที่ 4 ปลูกไม้ผล โดยใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินมีค่าเพิ่มสูงขึ้นจาก 4.809 เป็น 5.022 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนวิธีการที่ใช้ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ด้วยการใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) การใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) การใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น การใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินมีค่าลดทุกวิธีการ (ตารางที่ 12)

หลังการทดลองในปีที่ 1 ในวิธีการใช้หญ้าแฝกเป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินมีแนวโน้มคงเหลืออยู่ในดินสูงสุด (6.058 กิโลกรัมต่อไร่) แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของแถบหญ้าแฝก ที่จะช่วยซับธาตุอาหารไว้ในดินได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะธาตุฟอสฟอรัส จะช่วยในการดูดซับธาตุอาหารไว้ในดินได้ดียิ่งขึ้น

หลังการทดลองปี พ.ศ. 2558 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน มีค่าอยู่ระหว่าง 3.694-6.417 กิโลกรัมต่อไร่ โดยวิธีการที่ 2 ปลูกไม้ผล ใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 4 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินเฉลี่ยสูงสุด 6.417 และ 6.379 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ รองลงมาคือวิธีการที่ 5 ปลูกไม้ผล ใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 6 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินเฉลี่ย 4.523 และ 4.365 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ ส่วนวิธีการที่ 1 ปลูกไม้ผล ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินมีค่าเฉลี่ยต่ำสุด 3.694 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 12)

จะเห็นได้ว่าวิธีการใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 4 ใช้ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำทั้งวิธีกลร่วมกับวิธีพืช ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) ร่วมกับการปลูกหญ้าแฝกบริเวณสันคันดิน ส่งผลให้มีปริมาณฟอสฟอรัสในดินสูงสุด แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของแถบหญ้าแฝกที่จะช่วยซับธาตุอาหารไว้ในดินได้เป็นอย่างดี หากมีการใช้ร่วมกันระหว่างวิธีกลและวิธีพืช ทั้งคูรับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝก จะช่วยในการดูดซับธาตุอาหารไว้ในดินได้ดียิ่งขึ้น

หลังการทดลองปี พ.ศ.2559 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน มีค่าอยู่ระหว่าง 3.723-6.364 กิโลกรัมต่อไร่ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยวิธีการที่ 2 ปลูกไม้ผล โดยใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 4 ปลูกไม้ผล โดยใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและ มีปริมาณฟอสฟอรัสในดินเฉลี่ยสูงสุด 6.364 และ 6.306 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือ

วิธีการที่ 5 ปลูกไม้ผล ใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณฟอสฟอรัสในดินเฉลี่ย 4.705 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนวิธีการที่ 6 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 1 ปลูกไม้ผลไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณฟอสฟอรัสในดินเฉลี่ยต่ำสุด 4.360 และ 3.723 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 12)

จะเห็นได้ว่าวิธีการที่ 2 ใช้หญ้าแฝกเป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 4 ใช้ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำทั้งวิธีกลร่วมกับวิธีพืชใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) ร่วมกับการปลูกหญ้าแฝกบริเวณสันคันดิน ส่งผลให้มีปริมาณฟอสฟอรัสในดินเฉลี่ยสูงสุด แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของแถบหญ้าแฝก ที่จะช่วยซับธาตุอาหารไว้ในดินได้เป็นอย่างดี และหากมีการใช้ร่วมกันทั้งคูรับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝก จะช่วยในการดูดซับธาตุอาหารไว้ในดินได้ดียิ่งขึ้น

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินที่ดำเนินการศึกษา 3 ปี คือ ระหว่างปีที่ทำการทดลอง ปี พ.ศ. 2557 2558 และ 2559 มีผลทำให้ค่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จะเห็นได้ว่าทั้งวิธีการที่ใช้หญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I. 2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 4 ใช้ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำทั้งวิธีกลร่วมกับวิธีพืชใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) ร่วมกับการปลูกหญ้าแฝกบริเวณสันคันดิน ส่งผลให้มีปริมาณฟอสฟอรัสในดินเฉลี่ยสูงสุด (ตารางที่ 13)

ผลการวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ (interaction) ระหว่างวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำกับอิทธิพลของปีที่ทำการทดลอง ไม่มีผลทำให้ค่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน แสดงความความแตกต่างทางสถิติ

และอิทธิพลของวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำทั้ง 6 วิธีการ มีผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน แสดงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง แต่อย่างไรก็ตาม วิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำ โดยใช้วิธีการใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) และวิธีการใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ส่งผลให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน มีปริมาณที่คงเหลืออยู่ในดินสูงกว่าวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำด้วยวิธีการใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) วิธีการใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) ใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น และสูงกว่าวิธีการไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำทั้ง 3 ปีที่ทำการทดลอง (ตารางที่ 13) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษา นครและสุนีย์รัตน์ (2554) การปลูกชาร่วมกับมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำบนพื้นที่สูง ดำเนินการระหว่างปี 2552-2554 บ้านแม่มอญ ตำบลห้วยชมภู อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย วางแผนการทดลองแบบ observation trial มี 5 วิธีการประกอบด้วย 1) ปลูกชาสลับเป็นแถบกับกาแฟ 2) ปลูกชา ระหว่างคูรับน้ำรอบเขา ระยะห่างของคูรับน้ำรอบเขาในแนวดิ่ง 3 เมตร 3) ปลูกชา บนขั้นบันไดดิน ระยะห่างของขั้นบันไดดินในแนวดิ่ง 1 เมตร 4) ปลูกชา ระหว่างแถบหญ้าแฝก ระยะห่างของแถบหญ้าแฝกในแนวดิ่ง 3 เมตร 5) ปลูกชาแบบเกษตรกร ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ ผลการวิเคราะห์ดินก่อนการดำเนินงาน (เดือน มีนาคม 2552) จากการเก็บตัวอย่างดินหลังจากแบ่งแปลงย่อยแล้วทุกแปลง ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร พบว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำมาก (0.8-2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ดินหลังการดำเนินงาน จากการเก็บตัวอย่างดินหลังจากเก็บข้อมูลตะกอนดิน (เดือน มีนาคม 2555) ในแปลงย่อยที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในแปลงที่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ

อยู่ในระดับปานกลางถึงค่อนข้างสูง (12-16 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) แต่ในวิธีการที่ไม่มีมาตรการยังคงอยู่ในระดับที่ต่ำมาก (น้อยกว่า 1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

ตารางที่ 12 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (Available P)

วิธีการ	ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (กิโลกรัมต่อไร่)			
	ก่อนการทดลอง	หลัง ปี 57	หลัง ปี 58	หลัง ปี 59
1 ปลูกไม้ผลไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ	5.941	5.075	3.694b	3.723b
2 ปลูกไม้ผล+แถบหญ้าแฝก(ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร)	6.323	6.058	6.417a	6.364a
3 ปลูกไม้ผล+คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร)	5.213	4.861	3.892b	3.929b
4 ปลูกไม้ผล+คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร)+แถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา	4.809	5.022	6.379a	6.306a
5 ปลูกไม้ผล+ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น	4.461	4.436	4.523ab	4.705ab
6 ปลูกไม้ผล+คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I. 8 เมตร)	5.171	4.945	4.365ab	4.360b
F-test	0.3931	0.5135	0.0093	0.0035
C.V. (%)	21.08	19.26	17.97	14.98

หมายเหตุ ค่า F-test $P < 0.01$ หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

$P < 0.05$ หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

$P > 0.05$ หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

[1/] ข้อมูลในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) ปี พ.ศ. 2557 2558 และ 2559 (Combined Analysis of Variance)

	SOV	df	SS	MS	F	Sig.
P	Year	2	0.3833	0.1916	0.07	0.9365
	Replication*Year	6	17.3251	2.8875	3.83	0.0059
	Treatment	5	37.1252	7.4250	9.86	0.0000
	Treatment*Year	10	9.6739	0.9674	1.28	0.2828
	Error	30	22.5914	0.7530		
	Total	53	87.0989			

% C.V. = 17.54 Available P Mean = 4.94

2.4 โพแทสเซียม (K)

โพแทสเซียม (K) ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ในดิน ก่อนการทดลองปี พ.ศ.2557 มีค่าอยู่ระหว่าง 30.659-35.592 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในพื้นที่แปลงทดลอง เป็นพื้นที่เปิดใหม่ ไม่มีการปลูกพืชเศรษฐกิจมาก่อน จึงทำให้มีปริมาณโพแทสเซียมในดิน อยู่ในระดับที่ค่อนข้างดี

หลังการทดลองปี พ.ศ. 2557 ปริมาณโพแทสเซียมในดิน มีค่าอยู่ระหว่าง 29.245-34.678 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยวิธีการที่ 2 ปลูกไม้ผล โดยใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ปริมาณโพแทสเซียมในดินมีแนวโน้มเฉลี่ยสูงสุด 34.678 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือวิธีการที่ 5 ปลูกไม้ผล ใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีการที่ 6 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 1 ปลูกไม้ผลไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ปริมาณโพแทสเซียมในดินมีค่าเฉลี่ย 33.850 31.450 และ 30.609 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ ส่วนวิธีการที่ 3 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 4 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ปริมาณโพแทสเซียมในดินมีแนวโน้มเฉลี่ยต่ำสุด 29.245 และ 29.436 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 14)

ปริมาณโพแทสเซียมในดิน หลังการทดลองปี พ.ศ. 2557 ในแต่ละวิธีการปริมาณโพแทสเซียมในดินคงเหลืออยู่ในดินใกล้เคียงกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โพแทสเซียมในดินส่วนมากจะอยู่ในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช มีเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่พืชดูดไปใช้ประโยชน์ได้ รากพืชจะดูด K^+ จากดินด้วยกลไกที่มีความจำเพาะเจาะจง โพแทสเซียมในดินทั้งหมดแบ่งออกเป็น 4 ส่วนคือ 1) K^+ ในสารละลายดิน 2) โพแทสเซียมที่ดูดซับบนผิวคอลลอยด์ดิน ที่อยู่ในรูปที่แลกเปลี่ยนได้ 3) โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนไม่ได้ จะถูกตรึงอยู่ในหลืบของแร่ดินเหนียวพวก 2:1 4) เป็นส่วนประกอบของแร่ ไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช ดังนั้นในดินที่มีแร่ดินเหนียวเป็นส่วนประกอบจะมีโพแทสเซียมในดินสะสมอยู่ในปริมาณมาก (ยงยุทธ, 2552) หลังการทดลองปี 2 ปริมาณโพแทสเซียมในดินยังคงเหลืออยู่ในดินไม่แตกต่างกับก่อนการทดลองมากนัก โดยวิธีการใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีแนวโน้มที่จะช่วยในการดูดยึดธาตุโพแทสเซียมไว้ได้ดีกว่าวิธีการอื่น ๆ

หลังการทดลองปี พ.ศ. 2558 ปริมาณโพแทสเซียมในดิน มีค่าอยู่ระหว่าง 17.031-29.723 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยวิธีการที่ 2 ปลูกไม้ผล โดยใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 3 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ปริมาณโพแทสเซียมในดินมีแนวโน้มเฉลี่ยสูงสุด 28.192 และ 29.723 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ รองลงมาคือวิธีการที่ 4 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีการที่ 5 ปลูกไม้ผล ใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีการที่ 6 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำปริมาณโพแทสเซียมในดินมีค่าเฉลี่ย 19.508 23.519 และ 22.387 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ ส่วนวิธีการที่ 1 ปลูกไม้ผลไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ปริมาณโพแทสเซียมในดินมีแนวโน้มเฉลี่ยต่ำสุด 17.031 กิโลกรัมต่อ (ตารางที่ 14)

หลังการทดลองปีที่ 2 ปี พ.ศ. 2558 เมื่อเปรียบเทียบถึงระดับความเป็นประโยชน์ต่อพืชแล้ว วิธีการที่ 3 ปลูกไม้ผล โดยใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 2 ปลูกไม้ผล ใช้แถบหญ้าแฝก(ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีแนวโน้มที่จะช่วยดูดซับธาตุโพแทสเซียมไว้ในดินในดินได้ดีกว่าวิธีการใช้ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีการอื่น ๆ และมีแนวโน้มดีกว่าวิธีไม่มีระบบอนุรักษ์

หลังการทดลองปี พ.ศ. 2559 ปริมาณโพแทสเซียมในดิน มีค่าอยู่ระหว่าง 12.808-27.495 กิโลกรัมต่อไร่ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยวิธีการที่ 2 ปลูกไม้ผล โดยใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 4 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ปริมาณโพแทสเซียมในดินมีแนวโน้มเฉลี่ยสูงสุด 27.495 และ 27.400 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ รองลงมาคือ วิธีการที่ 3 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีการที่ 6 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ปริมาณโพแทสเซียมในดินมีค่าเฉลี่ย 13.631 และ 13.177 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ ส่วนวิธีการที่ 5 ปลูกไม้ผล ใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 1 ปลูกไม้ผลไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ปริมาณโพแทสเซียมในดินมีแนวโน้มเฉลี่ยต่ำสุด 12.826 และ 12.808 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ (ตารางที่ 14)

การทดลองปีที่ 3 มีปริมาณน้ำฝนมากกว่าปีที่ 1 และ 2 ทำให้เกิดการกร่อนของหน้าดินสูงตาม จะเห็นได้ว่าในวิธีการที่แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) และการใช้วิธีกลร่วมกับวิธีพืชคือการใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝก จะช่วยลดการสูญเสียธาตุโพแทสเซียมในดินได้ดีกว่าวิธีการอื่น ๆ แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของหญ้าแฝก และการใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่มีผลต่อปริมาณโพแทสเซียมในดิน

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของปริมาณโพแทสเซียมในดิน ที่ดำเนินการศึกษา 3 ปี คือ ระหว่างปีที่ทำการทดลอง ปี พ.ศ. 2557 2558 และ 2559 มีผลทำให้ค่าความพรุนรวมของดินมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ปัจจัยที่ส่งผลทำให้ปริมาณโพแทสเซียมในดิน แตกต่างกันในแต่ละปีคือ การกัดกร่อนของหน้าดิน และพืชนำไปใช้ในการเจริญเติบโต โดยรวมแล้วปริมาณอินทรียวัตถุในดินต่อไร่ที่ลดลงในแต่ละปี จะส่งผลต่อปริมาณโพแทสเซียมในดิน จึงมีผลทำปริมาณโพแทสเซียมในดินลดลง (ตารางที่ 15)

ผลการวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ (interaction) ระหว่างวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำกับอิทธิพลของปีที่ทำการทดลอง ไม่มีผลทำให้ปริมาณโพแทสเซียมในดิน แสดงความความแตกต่างทางสถิติ และอิทธิพลของวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำทั้ง 6 วิธีการ ไม่มีผลทำให้ปริมาณโพแทสเซียมในดิน แสดงความแตกต่างกันทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตาม วิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำ โดยวิธีการใช้วิธีการใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) ส่งผลให้ปริมาณโพแทสเซียมในดิน เพิ่มขึ้นสูงกว่าวิธีการไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำทั้ง 3 ปีที่ทำการทดลอง ส่วนวิธีการใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ปริมาณโพแทสเซียมในดิน เพิ่มขึ้นสูงกว่าวิธีการไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ในปีที่ 3 ของการทดลอง (ตารางที่ 15) ซึ่งสอดคล้องกับ

ผลการศึกษาของ สุนีย์รัตน์ (2554) ผลของการไถพรวนในระบบปลูกพืชเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำที่มีต่อการสูญเสียดิน บนพื้นที่ดอน ชุดดินหนองมด (Nm) กลุ่มชุดดินที่ 29 อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย วางแผนการทดลอง แบบสังเกตการณ์ (Observation trial) จำนวน 3 ซ้ำ 6 วิธีการดังนี้ 1) ปลูกข้าวโพด แปลงควบคุม (ไม่ไถพรวน) 2) ปลูกข้าวโพด ไถพรวนด้วยรถไถเดินตาม 3) ปลูกข้าวโพด ไถพรวนด้วยรถไถล้อยาง 4) ปลูกข้าวโพด ไม่ไถพรวน และปลูกหญ้าแฝกเป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ 5) ปลูกข้าวโพด ไถพรวนด้วยรถไถเดินตาม และปลูกหญ้าแฝกเป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ 6) ปลูกข้าวโพด ไถพรวนด้วยรถไถล้อยาง และปลูกหญ้าแฝกเป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ พบว่า ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ในดินก่อนการทดลอง มีค่าอยู่ในช่วง 293-497 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม หลังการทดลอง ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้มีค่าลดลง อยู่ในช่วง 180-294 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม 180-294 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ในทุกวิธีการมีแนวโน้มที่ลดลง แต่ระดับความเป็นประโยชน์ต่อพืชยังคงอยู่ในระดับที่สูง

ตารางที่ 14 ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ในดิน (กิโลกรัมต่อไร่) ก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง ปี พ.ศ. 2557 2558 และ 2559

วิธีการ	ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ในดิน (กิโลกรัมต่อไร่)			
	ก่อนการทดลอง	หลัง ปี 57	หลัง ปี 58	หลัง ปี 59
1 ปลูกไม้ผลไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ	35.592	30.609	17.031	[1/] 12.808c
2 ปลูกไม้ผล+แถบหญ้าแฝก(ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร)	32.969	34.678	28.192	27.495a
3 ปลูกไม้ผล+คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร)	34.079	29.245	29.723	13.631b
4 ปลูกไม้ผล+คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) +แถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา	32.956	29.436	19.508	27.400a
5 ปลูกไม้ผล+ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น	30.659	33.850	23.519	12.826c
6 ปลูกไม้ผล+คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร)	30.672	31.450	22.387	13.177bc
F-test	0.4555	0.8894	0.7784	0.0000
C.V. (%)	10.08	22.01	21.87	2.45

หมายเหตุ ค่า F-test $P < 0.01$ หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง
$P < 0.05$ หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
$P > 0.05$ หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ
[1/] ข้อมูลในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดในดิน ปี พ.ศ. 2557 2558 และ 2559 (Combined Analysis of Variance)

	SOV	df	SS	MS	F	Sig.
K_2O	Year	2	1699.2180	849.6090	17.90	0.0030
	Replication*Year	6	284.8472	47.4745	0.73	0.6305
	Treatment	4	513.9307	102.7861	1.58	0.1969
	Treatment*Year	8	745.9412	74.5941	1.14	0.3644
	Error	24	1955.9236	65.1975		
	Total	44	5199.8606			

% C.V. = 33.26 K_2O Mean = 24.28

3. ปริมาณน้ำในดิน (มิลลิเมตรน้ำ)

3.1 ปริมาณน้ำในดิน (มิลลิเมตรน้ำ) ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร

น้ำในดินที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Available water) เป็นน้ำที่พืชสามรถดูดกลืนไปใช้ในการดำรงชีพ ในอัตราเร็วที่ทัดเทียมกับอัตราการคายน้ำของพืช (transpiration) ซึ่งจะต้องเป็นน้ำที่ปรากฏอยู่ในดินเป็นเวลานานพอที่รากพืชจะดูดกลืนไปใช้ได้ ซึ่งอยู่ภายใต้อำนาจแรงดูดยึดของดิน ซึ่งควรจะเป็นส่วนหนึ่งของ capillary water นั่นเอง (มัตติกา, 2547) การศึกษาเปรียบเทียบปริมาณน้ำในดิน เป็นมิลลิเมตรน้ำ หมายความว่า 1 มิลลิเมตรน้ำ เท่ากับ ปริมาตรน้ำ 1 ลิตรต่อตารางเมตร

ก่อนการทดลองปี 2557 ปริมาณน้ำในดิน (มิลลิเมตรน้ำ) ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร มีปริมาณน้ำในดินมีค่าอยู่ระหว่าง 42.46-55.79 มิลลิเมตรน้ำ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ พื้นที่แปลงทดลอง เป็นพื้นที่เปิดใหม่ ไม่มีการปลูกพืชเศรษฐกิจมาก่อน ผิวดินมีหญ้าตามธรรมชาติขึ้นปกคลุม ไม่มีการรบกวนหน้าดิน จึงทำให้มีปริมาณในดินที่ค่อนข้างสูง

หลังการทดลองปี 2557 ปริมาณน้ำในดิน (มิลลิเมตรน้ำ) ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร มีปริมาณน้ำในดินมีค่าอยู่ระหว่าง 48.10-63.88 มิลลิเมตรน้ำตามลำดับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยวิธีการที่ 4 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขาเป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ปริมาณน้ำในดินมีแนวโน้มเฉลี่ยสูงสุด 63.88 มิลลิเมตรน้ำ รองลงมาคือวิธีการที่ 3 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 5 ปลูกไม้ผล ใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณน้ำในดิน 57.13 และ 56.63 มิลลิเมตรน้ำ ส่วนวิธีการที่ 1 ปลูกไม้ผล ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 6 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ปริมาณน้ำในดินมีแนวโน้มเฉลี่ยต่ำสุด 48.10 และ 48.57 มิลลิเมตรน้ำ (ตารางที่ 16)

หลังการทดลองปีที่ 1 จะเห็นได้ว่าวิธีการปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีแนวโน้มที่จะกักเก็บน้ำในไว้ดินได้สูงกว่าวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีการอื่น ส่วนหนึ่งเกิดจากประสิทธิภาพของคูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) ซึ่งจะมีระยะห่างของคูรับน้ำขอบเขาในแนวราบ 10 เมตร และมีการปลูกหญ้าแฝกบริเวณบนสันคันดิน ซึ่งจะเป็นประสิทธิภาพร่วมกันระหว่างวิธีกลกับวิธีพืช จึงมีผลทำให้มีปริมาณน้ำในดิน (มิลลิเมตรน้ำ) ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตรมีแนวโน้มสูงกว่าวิธีการอื่น และสูงกว่าวิธีการไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ

หลังการทดลองปี 2558 ปริมาณน้ำในดิน (มิลลิเมตรน้ำ) ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร มีปริมาณน้ำในดินมีค่าอยู่ระหว่าง 50.19-53.74 มิลลิเมตรน้ำตามลำดับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยวิธีการที่ 2 ปลูกไม้ผล ใช้แถบหญ้าแฝก(ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 3 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ปริมาณน้ำในดินมีแนวโน้มเฉลี่ยสูงสุด 53.74 และ 52.80 มิลลิเมตรน้ำ ส่วนวิธีการที่ 1 ปลูกไม้ผลไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 2 ปลูกไม้ผล ใช้แถบหญ้าแฝก(ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 5 ปลูกไม้ผล ใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ

และวิธีการที่ 6 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ปริมาณน้ำในดินมีแนวโน้มเฉลี่ยใกล้เคียงกัน 50.20 53.74 50.19 และ 51.48 มิลลิเมตรน้ำ

หลังการทดลองปี 2 จะเห็นได้ว่าวิธีการปลูกไม้ผล ใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีแนวโน้มที่จะกักเก็บน้ำในไว้ดินได้สูงกว่าวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีการอื่น ส่วนหนึ่งเกิดจากประสิทธิภาพของแถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) ซึ่งจะมีระยะห่างของคูรับน้ำขอบเขาในแนวราบ 5 เมตร ในปีที่ 2 ของการทดลอง หญ้าแฝกมีการเจริญเติบโตเต็มที่เป็นแถบที่หนาแน่น มีรากหยั่งลึก จะช่วยในการกรองเศษซากพืชและช่วยชะลอการไหลของน้ำตามผิวดิน ทำให้น้ำซึมลงไปในดินได้ดีขึ้น ในส่วนวิธีการอื่น ๆ จะกักเก็บน้ำไว้ในดินได้ใกล้เคียงกัน

หลังการทดลองปี 2559 ปริมาณน้ำในดิน (มิลลิเมตรน้ำ) ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร มีปริมาณน้ำในดินมีค่าอยู่ระหว่าง 57.71-66.58 มิลลิเมตรน้ำตามลำดับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยวิธีการที่ 2 ปลูกไม้ผล ใช้แถบหญ้าแฝก(ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีการที่ 4 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ปริมาณน้ำในดินมีแนวโน้มเฉลี่ยสูงสุด 66.58 และ 64.23 มิลลิเมตรน้ำ ส่วน วิธีการที่ 1 ปลูกไม้ผลไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 3 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 5 ปลูกไม้ผล ใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 6 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ปริมาณน้ำในดินมีแนวโน้มเฉลี่ยใกล้เคียงกัน 60.76 59.22 58.28 และ 57.71 มิลลิเมตรน้ำ (ตารางที่ 16)

หลังการทดลองปีที่ 3 จะเห็นได้ว่าวิธีการปลูกไม้ผล ใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีแนวโน้มที่จะกักเก็บน้ำในไว้ดินได้สูงกว่า (66.58 มิลลิเมตรน้ำ) วิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำด้วยวิธีการอื่น ๆ และมีแนวโน้มสูงกว่าวิธีการไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ส่วนหนึ่งเกิดจากประสิทธิภาพของแถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) ซึ่งจะมีระยะห่างของคูรับน้ำขอบเขาในแนวราบ 5 เมตร ในปีที่ 2 ของการทดลอง หญ้าแฝกมีการเจริญเติบโตเต็มที่ เป็นแถบที่หนาแน่น มีรากหยั่งลึก จะช่วยในการกรองเศษซากพืชและช่วยชะลอการไหลของน้ำตามผิวดิน ทำให้น้ำซึมลงไปในดินได้ดีขึ้น และในส่วนของวิธีการปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีแนวโน้มที่จะกักเก็บน้ำในไว้ดินได้สูงกว่า (64.23 มิลลิเมตรน้ำ) วิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีการอื่น ส่วนหนึ่งเกิดจากประสิทธิภาพของคูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) ซึ่งจะมีระยะห่างของคูรับน้ำขอบเขาในแนวราบ 10 เมตร และมีการปลูกหญ้าแฝกบริเวณบนสันคันดิน ซึ่งจะเป็นประสิทธิภาพร่วมกันระหว่างวิธีกลกับวิธีพืช

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของปริมาณน้ำในดิน (มิลลิเมตรน้ำ) (ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร) ที่ดำเนินการศึกษา 3 ปี คือ ระหว่างปีที่ทำการทดลอง ปี พ.ศ. 2557 2558 และ 2559 ไม่มีผลทำให้ปริมาณน้ำในดิน (มิลลิเมตรน้ำ) ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร มีความแตกต่างกันทางสถิติ จะเห็นได้ว่าทั้งวิธีการที่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ปริมาณน้ำในดิน (มิลลิเมตรน้ำ) (ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร) จะมีปริมาณน้ำในดินที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่วิธีการที่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำจะมีแนวโน้มให้มีปริมาณน้ำในดินเพิ่มสูงขึ้น (ตารางที่ 17)

ผลการวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ (interaction) ระหว่างวิธีการอนุรักษ์ดินกับอิทธิพลของปีที่ทำการทดลอง ไม่มีผลทำให้ปริมาณน้ำในดิน (มิลลิเมตรน้ำ) (ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร) แสดงความความแตกต่างทางสถิติ

และอิทธิพลของวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำทั้ง 6 วิธีการ ไม่มีผลทำให้ปริมาณน้ำในดิน (มิลลิเมตรน้ำ) (ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร) แสดงความแตกต่างกันทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตาม วิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำ โดยวิธีการปลูกไม้ผล ใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) และวิธีการใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา ส่งผลให้ปริมาณน้ำในดิน (มิลลิเมตรน้ำ) (ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นสูงกว่าวิธีการไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในปีที่ 2 และ 3 ของทำการทดลอง (ตารางที่ 17) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาศุภชาติ (2545)ความผันแปรของความชื้นในดินจากการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบต่างๆ ที่ลุ่มน้ำภูเวียง จังหวัดขอนแก่นการศึกษาความผันแปรของความชื้นในดิน จากการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบต่างๆ ที่ลุ่มน้ำภูเวียงจังหวัดขอนแก่น ในปี 2544 ได้ทำ การศึกษาเปรียบเทียบความชื้นในดิน จากการใช้ประโยชน์ที่ดิน 4 รูปแบบ คือ พื้นที่สวนป่ายูคาลิปตัส อายุ 17 ปี ที่มีระยะปลูก 4X4 ตารางเมตร พื้นที่สวนป่ากระถินยักษ์อายุ 17 ปี ที่มีระยะปลูก 4x4 ตารางเมตร พื้นที่ไร่ร้าง และพื้นที่ป่าธรรมชาติดิบแล้ง โดยทำ การตรวจวัดความชื้นในดิน ตลอดความลึกของหน้าตัดดินที่ลึก 60 เซนติเมตร ที่ระดับความลึก 0-7 7-15 15-30 และ 30-60 เซนติเมตร โดยใช้วิธีการวัดความชื้นดินมาตรฐาน (gravimetric method) ผลปรากฏว่าความชื้นในดิน ในพื้นที่สวนป่าปลูกยูคาลิปตัสมีค่าน้อยที่สุด และพื้นที่ไร่ร้างมีค่าความชื้นในดินมากที่สุด และพบว่าปริมาณความชื้นในดินกับรูปแบบของการใช้ประโยชน์ที่ดินมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากผลการศึกษา ความผันแปรของความชื้นในดินจากการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบต่าง ๆ ที่ลุ่มน้ำภูเวียง จังหวัดขอนแก่น ในปี 2544 ที่ระดับความลึก 0–7 7–15 15–30 และ 30–60 เซนติเมตร ตลอดความลึกของหน้าตัดดินที่ 60 เซนติเมตร โดยภาพรวมของความผันแปรของความชื้นในดิน พบว่า ความชื้นในดินจะเพิ่มมากขึ้นตามความลึกจากผิวดิน ซึ่งต่างจาก เกษมและสามัคคี (2522) ที่ว่า ในพื้นที่ป่าไม้ความชื้นในดินจะมีมากบริเวณผิวดิน และลดลงเมื่อความลึกของดินมากขึ้น แต่เหมือนกับการศึกษาของประกอบ (1996) ที่พบว่าปริมาณความชื้นในดินจะมีค่าลดลงเรื่อยๆ ที่ระดับสูงขึ้นจากระดับน้ำใต้ดิน ปริมาณความความชื้นในดินของพื้นที่ไร่ร้างจะมีค่ามากที่สุด คือ 18.76 เซนติเมตร ทั้งนี้เพราะพื้นที่ไร่ร้างปกคลุมไปด้วยวัชพืชต่าง ๆ อย่างหนาแน่น โดยมีความหนาแน่นลูกไม้และกล้าไม้ขนาดเล็กชนิดต่างๆ ค่อนข้างน้อย เนื่องจากพื้นที่ไร่ร้างได้เกิดไฟไหม้ทุกปีก่อนทำ การศึกษาซึ่งดูเสมือนกับเป็นทุ่งหญ้า ความชื้นในดินจึงถูกใช้ไปเพื่อการเจริญเติบโตของวัชพืช ลูกไม้ และกล้าไม้ขนาดเล็กต่าง ๆ เท่านั้น ถึงแม้พื้นที่ไร่ร้างจะมีการปกคลุมพื้นที่ด้วยชั้นเรือนยอดน้อยทำให้ฝนตกลงมาถึงพื้นดิน

ตารางที่ 16 ปริมาณน้ำในดิน (มิลลิเมตรน้ำ) (ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร)

วิธีการ	ปริมาณน้ำในดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร (มิลลิเมตรน้ำ)			
	ก่อนการทดลอง	หลัง ปี 2557	หลัง ปี 2558	หลัง ปี 2559
1 ปลูกไม้ผล ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ	49.31	48.10	50.20	60.76
2 ปลูกไม้ผล+แถบหญ้าแฝก(ใช้ค่าV.I.2.5 เมตร)	55.79	47.57	53.74	66.58
3 ปลูกไม้ผล+คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่าV.I.4 เมตร)	42.46	57.13	52.80	59.22
4 ปลูกไม้ผล+คูรับน้ำขอบเขา(ใช้ค่า V.I.4เมตร) +แถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา	48.92	63.88	50.55	64.23
5 ปลูกไม้ผล+ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น	52.65	56.63	50.19	58.28
6 ปลูกไม้ผล+คูรับน้ำขอบเขา(ใช้ค่าV.I. 8 เมตร)	52.89	48.57	51.48	57.71
F-test	0.6580	0.0854	0.9620	0.1105
C.V. (%)	19.47	13.02	11.63	6.80

หมายเหตุ ค่า F-test $P < 0.01$ หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

$P < 0.05$ หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

$P > 0.05$ หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

1/ ข้อมูลในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของปริมาณน้ำในดิน (มิลลิเมตรน้ำ) ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ปี พ.ศ. 2557 2558 และ 2559 (Combined Analysis of Variance)

	SOV	df	SS	MS	F	Sig.
ปริมาณน้ำในดิน (มิลลิเมตรน้ำ)	Year	2	955.6248	477.8124	2.61	0.1530
	Replication*Year	6	1098.9669	183.1612	5.38	0.0007
	Treatment	4	315.8511	63.1702	1.86	0.1318
	Treatment*Year	8	584.8840	58.4884	1.72	0.1221
	Error	24	1020.4201	34.0140		
	Total	44	3975.7469			

% C.V. = 10.51 มิลลิเมตรน้ำ Mean = 55.48

3.2 ปริมาณน้ำในดิน (มิลลิเมตรน้ำ) ที่ระดับความลึก 15-40 เซนติเมตร

ก่อนการทดลองปี พ.ศ. 2557 ปริมาณน้ำในดิน (มิลลิเมตรน้ำ) ที่ระดับความลึก 15-40 เซนติเมตร มีปริมาณน้ำในดินมีค่าอยู่ระหว่าง 93.49-108.91 มิลลิเมตรน้ำ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ พื้นที่แปลงทดลอง เป็นพื้นที่เปิดใหม่ ไม่มีการปลูกพืชเศรษฐกิจมาก่อน ผิวดินมีหญ้าตามธรรมชาติขึ้นปกคลุม ไม่มีการรบกวนหน้าดิน จึงทำให้มีปริมาณในดินที่ค่อนข้างสูง

หลังการทดลองปี 2557 ปริมาณน้ำในดิน (มิลลิเมตรน้ำ) ที่ระดับความลึก 15-40 เซนติเมตร มีปริมาณน้ำในดินมีค่าอยู่ระหว่าง 140.18-167.98 มิลลิเมตรน้ำตามลำดับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยวิธีการที่ 2 ปลูกไม้ผล ใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 5 ปลูกไม้ผล ใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ปริมาณน้ำในดินมีแนวโน้มเฉลี่ยสูงสุด 160.69 และ 167.98 มิลลิเมตรน้ำ รองลงมาคือวิธีการที่ 3 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณน้ำในดิน 154.75 มิลลิเมตรน้ำ ส่วนวิธีการที่ 1 ปลูกไม้ผลไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 4 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 6 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ปริมาณน้ำในดินมีแนวโน้มเฉลี่ยต่ำสุด 142.36 144.80 และ 140.18 มิลลิเมตรน้ำตามลำดับ (ตารางที่ 18)

หลังการทดลองปีที่ 1 (ปี 2557) ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี 1,565 มิลลิเมตรต่อปี ส่งผลให้มีการกักเก็บน้ำ ที่ระดับความลึก 15-40 เซนติเมตร ได้ในช่วงระหว่าง 140.18-167.98 มิลลิเมตรน้ำ พบว่าวิธีการใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น และวิธีการใช้แถบหญ้าแฝก(ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีแนวโน้มที่จะกักเก็บน้ำในไว้ดินได้สูงกว่าวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีการอื่น ๆ วิธีการใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น จะกักเก็บน้ำได้ตามฐานที่ปลูกในแต่ละต้นของมะคาเดเมีย จะส่งผลดีต่อการกับเก็บน้ำ เนื่องจากมีจำนวนฐานถึง 6 ฐานต่อแปลง ในส่วนของวิธีการปลูกไม้ผล ใช้แถบหญ้าแฝก(ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ส่วนหนึ่งเกิดจากประสิทธิภาพของแถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) ซึ่งจะมีระยะห่างของคูรับน้ำขอบเขาในแนวราบ 5 เมตร ในปีที่ 1 ของการทดลอง หญ้าแฝกมีการเจริญเติบโตได้ในระดับหนึ่ง และยังเป็นแถบที่ไม่หนาแน่นมากนัก แต่รากหญ้าแฝกในระยะเวลา 1 ปี สามารถที่หยั่งลึกประมาณ 40-50 เซนติเมตร ซึ่งจะส่งผลดีต่อการกักเก็บน้ำในดินที่ระดับความลึก 15-40 เซนติเมตร และแถบหญ้าแฝกจะช่วยในการกรองเศษซากพืชและช่วยชะลอการไหลของน้ำตามผิวดิน ทำให้น้ำซึมลงไปในดินได้ดีขึ้น จึงมีผลทำให้มีปริมาณน้ำในดินมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น

หลังการทดลองปี 2558 ปริมาณน้ำในดิน (มิลลิเมตรน้ำ) ที่ระดับความลึก 15-40 เซนติเมตร มีปริมาณน้ำในดินมีค่าอยู่ระหว่าง 127.29-140.89 มิลลิเมตรน้ำตามลำดับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยวิธีการที่ 2 ปลูกไม้ผล ใช้แถบหญ้าแฝก(ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ปริมาณน้ำในดินมีแนวโน้มเฉลี่ยสูงสุด 140.89 มิลลิเมตรน้ำ ส่วนวิธีการที่ 1 ปลูกไม้ผลไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 3 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 4 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 5 ปลูกไม้ผล ใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 6 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร)

เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ปริมาณน้ำในดินมีแนวโน้มเฉลี่ยใกล้เคียงกัน 131.96 127.29 132.03 130.77 และ 118.83 มิลลิเมตรน้ำ (ตารางที่ 18)

หลังการทดลองปีที่ 2 (ปี 2558) ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี 1,170 มิลลิเมตรต่อปี ส่งผลให้มีการกักเก็บน้ำ ที่ระดับความลึก 15-40 เซนติเมตร ได้ในช่วงระหว่าง 127.29-140.89 มิลลิเมตรน้ำ พบว่าวิธีการปลูกไม้ผล ใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ส่วนหนึ่งเกิดจากประสิทธิภาพของแถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) ซึ่งจะมีระยะห่างของคูรับน้ำขอบเขาในแนวราบ 5 เมตร ในปีที่ 2 ของการทดลอง หญ้าแฝกมีการเจริญเติบโตเต็มที่ และยังเป็นแถบที่มีความหนาแน่น ซึ่งจะส่งผลดีต่อการกักเก็บน้ำในดินที่ระดับความลึก 15-40 เซนติเมตร และแถบหญ้าแฝกจะช่วยในการกรองเศษซากพืชและช่วยชะลอการไหลของน้ำตามผิวดิน ทำให้น้ำซึมลงไปในดินได้ดีขึ้นจึงมีผลทำให้มีปริมาณน้ำในดินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นสูงสุด

หลังการทดลองปี 2559 ปริมาณน้ำในดิน (มิลลิเมตรน้ำ) ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตรมีปริมาณน้ำในดินมีค่าอยู่ระหว่าง 136.76-167.57 มิลลิเมตรน้ำตามลำดับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยวิธีการที่ 2 ปลูกไม้ผล ใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 4 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณน้ำในดินเฉลี่ยสูงสุด 166.78 และ 167.57 มิลลิเมตรน้ำตามลำดับ รองลงมาคือวิธีการที่ 3 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 5 ปลูกไม้ผล ใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 6 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณน้ำในดินเฉลี่ย 150.60 149.08 และ 145.06 มิลลิเมตรน้ำตามลำดับ ส่วนวิธีการที่ 1 ปลูกไม้ผลไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ปริมาณน้ำในดินเฉลี่ยต่ำสุด 136.76 มิลลิเมตรน้ำ (ตารางที่ 18)

หลังการทดลองปีที่ 3 (ปี พ.ศ. 2559) ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี 1,635 มิลลิเมตรต่อปี มีปริมาณน้ำฝนเพิ่มสูงขึ้นจากปี พ.ศ. 2558 ส่งผลให้มีการกักเก็บน้ำ ที่ระดับความลึก 15-40 เซนติเมตร ได้ในช่วงระหว่าง 136.76-167.57 มิลลิเมตรน้ำ พบว่าจะเห็นได้ว่าวิธีการปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำมีแนวโน้มที่จะกักเก็บน้ำในไว้ดินได้สูงกว่าวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีการอื่น ส่วนหนึ่งเกิดจากประสิทธิภาพของคูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) ซึ่งจะมีระยะห่างของคูรับน้ำขอบเขาในแนวราบ 10 เมตร และมีการปลูกหญ้าแฝกบริเวณบนสันคันดิน ซึ่งจะเป็นประสิทธิภาพร่วมกันระหว่างวิธีกลกับวิธีพืช มีแนวโน้มที่จะกักเก็บน้ำในไว้ดินได้สูงสุด 167.57 มิลลิเมตรน้ำ และวิธีการปลูกไม้ผล ใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีแนวโน้มที่จะกักเก็บน้ำในไว้ดินได้สูง 166.78 มิลลิเมตรน้ำ และมีแนวโน้มสูงกว่าวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำด้วยวิธีการอื่น ๆ และวิธีการไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ส่วนหนึ่งเกิดจากประสิทธิภาพของแถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) ซึ่งจะมีระยะห่างของคูรับน้ำขอบเขาในแนวราบ 5 เมตร ในปีที่ 3 ของการทดลอง หญ้าแฝกมีการเจริญเติบโตเต็มที่ เป็นแถบที่หนาแน่น มีรากหยั่งลึก จะช่วยในการกรองเศษซากพืชและช่วยชะลอการไหลของน้ำตามผิวดิน ทำให้น้ำซึมลงไปในดินได้ดีขึ้น

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของปริมาณน้ำในดิน (มิลลิเมตรน้ำ) (ที่ระดับความลึก 15-40 เซนติเมตร) ที่ดำเนินการศึกษา 3 ปี คือ ระหว่างปีที่ทำการทดลอง ปี พ.ศ. 2557 2558 และ

2559 มีผลทำให้ปริมาณน้ำในดิน (มิลลิเมตรน้ำ) (ที่ระดับความลึก 15-40 เซนติเมตร) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จะเห็นได้ว่าทั้งวิธีการที่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ปริมาณน้ำในดิน (มิลลิเมตรน้ำ) (ที่ระดับความลึก 15-40 เซนติเมตร) จะปรับตัวเพิ่มขึ้นในแต่ละปี แต่วิธีการที่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำจะส่งผลให้มีปริมาณน้ำในดิน (มิลลิเมตรน้ำ) (ที่ระดับความลึก 15-40 เซนติเมตร) เพิ่มขึ้นได้ดีกว่า (ตารางที่ 19)

ผลการวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ (interaction) ระหว่างวิธีการอนุรักษ์ดินกับอิทธิพลของปีที่ทำการทดลอง ไม่มีผลทำให้ค่าความพรุนรวมของดินแสดงความความแตกต่างทางสถิติ

และอิทธิพลของวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำทั้ง 6 วิธีการ มีผลทำให้ปริมาณน้ำในดิน (มิลลิเมตรน้ำ) (ที่ระดับความลึก 15-40 เซนติเมตร) แสดงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ แต่อย่างไรก็ตาม วิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำ โดยวิธีการใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา และวิธีการปลูกไม้ผล ใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ส่งผลให้ปริมาณน้ำในดิน (มิลลิเมตรน้ำ) (ที่ระดับความลึก 15-40 เซนติเมตร) เพิ่มขึ้นสูงกว่าวิธีการไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำทั้ง 3 ปีที่ทำการทดลอง (ตารางที่ 19) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ สุภาและคณะ (2538) ศึกษาปริมาณความชื้นของดินที่สัมพันธ์กับผลผลิตพืชและปริมาณการสูญเสียดินในการปลูกข้าวโพด-ถั่วแดงหลวงเป็นแถบสลับกับแถบวัชพืช และแถบวัชพืชที่มีร่องรับน้ำบนที่สูง ดำเนินการทดลองในปี 2536-2538 บนพื้นที่สูงมีลาดชัน 25-35 เปอร์เซ็นต์ วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design มีจำนวน 3 ซ้ำ 5 วิธีการ ประกอบด้วย 1) ปลูกข้าวโพด-ถั่วแดงหลวงเป็นแถบกว้าง 8 เมตร สลับกับแถบวัชพืชกว้าง 1 เมตร 2) ปลูกข้าวโพด-ถั่วแดงหลวงเป็นแถบกว้าง 12 เมตร สลับกับแถบวัชพืชกว้าง 1 เมตร 3) ปลูกข้าวโพด-ถั่วแดงหลวงเป็นแถบกว้าง 12 เมตร สลับกับแถบวัชพืชกว้าง 1 เมตร และมีร่องรับน้ำ 4) ปลูกข้าวโพด-ถั่วแดงหลวงเป็นแถบกว้าง 8 เมตร สลับกับแถบวัชพืชกว้าง 1 เมตร และมีร่องรับน้ำ 5) ปลูกข้าวโพด-ถั่วแดงหลวง แบบเกษตรกร ผลของความชื้นของดินต่อการเพิ่มผลผลิตข้าวโพด ได้ทำการเก็บข้อมูลความชื้นของดินสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ตั้งแต่ปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว ในระดับบน ระดับกลาง ระดับล่างของความลาดเทของพื้นที่ มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 854 มิลลิเมตรต่อปี มีการกระจายของฝนค่อนข้างสม่ำเสมอ เมื่อเปรียบเทียบกับความชื้นในดิน ในทุกวิธีการ ในช่วงเพาะปลูกข้าวโพดปริมาณความชื้นในดินอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกันกับระดับบน ของความชื้นที่เป็นประโยชน์ของดิน (ปริมาณความชื้นที่เป็นประโยชน์ระดับบน 27.06 เปอร์เซ็นต์ และความชื้นที่เป็นประโยชน์ระดับล่าง 18.02 เปอร์เซ็นต์ และสอดคล้องกับผลการศึกษาของ ศุภชาติ (2545) ความผันแปรของความชื้นในดินจากการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบต่างๆ ที่ลุ่มน้ำ ภูเวียง จังหวัดขอนแก่น การศึกษาความผันแปรของความชื้นในดิน จากการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบต่างๆ ที่ลุ่มน้ำภูเวียง จังหวัดขอนแก่น ในปี 2544 ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบความชื้นในดิน จากการใช้ประโยชน์ที่ดิน 4 รูปแบบ คือ พื้นที่สวนป่ายูคาลิปตัส อายุ 17 ปี ที่มีระยะปลูก 4X4 ตารางเมตร พื้นที่สวนป่ากระถินยักษ์อายุ 17 ปี ที่มีระยะปลูก 4x4 ตารางเมตร พื้นที่ไร่ร้าง และพื้นที่ป่าธรรมชาติดิบแล้ง โดยทำ การตรวจวัดความชื้นในดิน ตลอดความลึกของหน้าตัดดินที่ลึก 60 เซนติเมตร ที่ระดับความลึก 0-7,7-15, 15-30 และ 30-60 เซนติเมตร โดยใช้วิธีการวัดความชื้นดินมาตรฐาน (gravimetric method) ผลปรากฏว่าความชื้นในดิน ในพื้นที่สวนป่าปลูกยูคาลิปตัสมีค่าน้อยที่สุด และพื้นที่ไร่ร้างมีค่าความชื้นในดินมากที่สุด และ

พบว่าปริมาณความชื้นในดินกับรูปแบบของการใช้ประโยชน์ที่ดินมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการศึกษาพบว่าความผันแปรของความชื้นในดินตลอดหน้าตัดดินที่ระดับต่างๆ จะมีเพิ่มมากขึ้นตามระยะของความลึกจากผิวดิน โดยแปลงปลูกไม้ยูคาลิปตัสจะมีความชื้นในดินน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบอื่นๆ จึงกล่าวเป็นนัยได้ว่าไม้ยูคาลิปตัสมีการใช้น้ำมากเพื่อการเจริญเติบโตมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับไม้กระถินยักษ์ นอกจากนี้ความผันแปรของความชื้นในดินยังมีความสัมพันธ์กับปริมาณมวลชีวภาพ

ตารางที่ 18 ปริมาณน้ำในดิน (มิลลิเมตรน้ำ) (ที่ระดับความลึก 15-40 เซนติเมตร)

วิธีการ	ปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ในดิน (มิลลิเมตรน้ำ)			
	ก่อนการทดลอง	หลัง ปี 2557	หลัง ปี 2558	หลัง ปี 2559
1 ปลูกไม้ผล ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ	93.63	142.36	131.96	136.76b
2 ปลูกไม้ผล+แถบหญ้าแฝก(ใช้ค่าV.I.2.5เมตร)	108.91	160.69	140.89	166.78a
3 ปลูกไม้ผล+คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่าV.I.4เมตร)	93.49	154.75	127.29	150.60ab
4 ปลูกไม้ผล+คูรับน้ำขอบเขา(ใช้ค่า V.I.4เมตร) +แถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา	95.72	144.80	132.03	167.57a
5 ปลูกไม้ผล+ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น	100.57	167.98	130.77	149.08ab
6 ปลูกไม้ผล+คูรับน้ำขอบเขา(ใช้ค่าV.I.8 เมตร)	101.32	140.18	118.83	145.06ab
F-test	0.6972	0.2296	0.3428	0.0428
C.V. (%)	19.62	9.86	8.44	7.40

หมายเหตุ ค่า F-test $P < 0.01$ หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

$P < 0.05$ หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

$P > 0.05$ หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

[1/] ข้อมูลในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 19 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ในดิน (มิลลิเมตรน้ำ) ที่ระดับความลึก 15-40 เซนติเมตร ปี พ.ศ. 2557 2558 และ 2559 (Combined Analysis of Variance)

	SOV	df	SS	MS	F	Sig.
ปริมาณน้ำในดิน (มิลลิเมตรน้ำ)	Year	2	5774.6681	2887.3340	5.12	0.0505
	Replication*Year	6	3384.3877	564.0646	3.58	0.0085
	Treatment	4	2899.8648	579.9730	3.68	0.0102
	Treatment*Year	8	1993.0757	199.3076	1.26	0.2932
	Error	24	4726.7358	157.5579		
	Total	44	18778.7321			

% C.V. = 8.66 มิลลิเมตรน้ำ Mean = 144.91

4. ปริมาณการสูญเสียดินปี พ.ศ. 2557 2558 และ 2559

ปริมาณการสูญเสียดิน ปี พ.ศ. 2557 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง มีค่าอยู่ระหว่าง 394.33-850.33 กิโลกรัมต่อไร่ ในปี พ.ศ. 2557 มีปริมาณน้ำฝนค่อนข้างมากเฉลี่ย 1,565 มิลลิเมตรต่อปี ในปีที่ 1 ของการทดลอง เป็นปีที่เริ่มจัดทำมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ เช่น ส่องกล้องวางแนวระดับ ขุดคูรับน้ำขอบเขา ขุดชานเฉพาะหลุม ปลูกหญ้าแฝก ขุดบ่อกักเก็บตะกอนดินพร้อมปูพลาสติก วางแนวสังกะสีรอบขอบแปลงทดลอง และปลูกมะคาเดเมีย ซึ่งจะมีการรบกวนโครงสร้างของดิน ปริมาณการสูญเสียดินพบว่าวิธีการที่ 1 ปลูกไม้ผลไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณการสูญเสียดินสูงสุด 850.33 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือวิธีการที่ 5 ปลูกไม้ผล ใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้นเป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและวิธีการที่ 2 ปลูกไม้ผล ใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและวิธีการที่ 6 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำมีปริมาณการสูญเสียดิน 706.67 637.67 และ 603.67 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ ส่วนวิธีการที่ 4 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 3 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำมีปริมาณการสูญเสียดินต่ำสุด 394.33 และ 420.33 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ (ตารางที่ 20)

ปริมาณการสูญเสียดินมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝน ชนิดของเนื้อดิน และพืชที่ปกคลุมบนผิวดิน ในปี พ.ศ.2557 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,565 มิลลิเมตรต่อปี ในปีที่แรกที่ดำเนินการจัดทำโครงสร้างระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ทั้งการขุดคันคูรับน้ำขอบเขา การขุดเพื่อจัดทำฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้นและการปลูกหญ้าแฝก ดินขุดและดินถมยังยึดตัวกันไม่หนาแน่นมากนักประกอบกับมีปริมาณน้ำฝนในปริมาณมาก จึงทำให้เกิดการกร่อนของหน้าดินอยู่ ในวิธีการที่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำยังมีการสูญเสียดินต่ำที่กว่าวิธีการไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำอย่างมีนัยสำคัญ

ปริมาณการสูญเสียดินปี พ.ศ. 2558 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 310.00-536.67 กิโลกรัมต่อไร่ โดยวิธีการที่ 1 ปลูกไม้ผล ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำมีปริมาณการสูญเสียดินสูงสุด 536.67 กิโลกรัมต่อไร่รองลงมาคือวิธีการที่ 5 ปลูกไม้ผล ใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้นเป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและวิธีการที่ 6 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณการสูญเสียดิน 440.00 และ 436.67 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ ส่วนวิธีการที่ 4 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 3 ปลูกไม้ผลใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 2 ปลูกไม้ผล ใช้แถบหญ้าแฝก(ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณการสูญเสียดินต่ำสุด 310.00 340.00 และ 360.00 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับในปี พ.ศ. 2558 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยเพียง 1,170 มิลลิเมตรต่อปี (ตารางที่ 20)

และในปีที่ 2 ของการทดลอง โครงสร้างระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ทั้งคูรับน้ำขอบเขา และฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้นมีโครงสร้างที่หนาแน่นและหญ้าแฝกมีการเจริญเติบโตเต็มที่ ดินขุดและดินถมมีการยึดตัวกันหนาแน่นประกอบกับมีปริมาณน้ำฝนที่ลดลง จึงทำให้ปริมาณตะกอนดินลดลงมากกว่าปี พ.ศ.2557 ส่งผลให้การกร่อนของหน้าดินลดลงและต่ำกว่าวิธีการที่ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง จะเห็นได้ว่าการใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) ร่วมกับการใช้แถบหญ้าแฝก

ด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา และวิธีการใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) เพียงอย่างเดียว และวิธีการใช้แถบหญ้าแฝกใช้ V.I.2.5 เมตรเพียงอย่างเดียวจะลดการกร่อนของหน้าดินได้ดีกว่าวิธีที่ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำอย่างมีนัยสำคัญยิ่งแสดงให้เห็นว่าปริมาณตะกอนดินที่สูญเสียไปจากพื้นที่มีปริมาณต่ำกว่าวิธีไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และเป็นระดับที่ยอมรับได้ตามเกณฑ์ของกรมพัฒนาที่ดิน ที่ได้มีการกำหนดปริมาณการสูญเสียดินสูงสุดที่ยอมรับได้ สำหรับดินในประเทศไทยเป็น 2 ตันต่อไร่ต่อปีหรือเทียบเท่ากับ 0.96 มิลลิเมตรต่อปีการสูญเสียในระดับนี้จะไม่ทำให้สมรรถนะของดินสำหรับการเกษตรเปลี่ยนแปลงตลอดระยะเวลา 25 ปี ค่าการสูญเสียดินที่สูงกว่าระดับนี้จะมีผลเสียหายต่อคุณภาพดินและผลผลิตพืชในระยะยาว (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553) กล่าวได้ว่าการคูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4เมตร)ร่วมกับการใช้แถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา หรือวิธีการใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4เมตร)หรือวิธีการใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) โดยทั้ง 3 วิธีการนี้จะมีประสิทธิภาพในการลดการกร่อนของดินได้ดี

ปริมาณการสูญเสียดินปี พ.ศ. 2559 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 272.33-777.67 กิโลกรัมต่อไร่โดยวิธีการที่ 1 ปลูกไม้ผล ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำมีปริมาณการสูญเสียดินสูงสุด 777.67 กิโลกรัมต่อไร่รองลงมาคือวิธีการที่ 5 ปลูกไม้ผล ใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้นเป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 6 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและวิธีการที่ 3 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำมีปริมาณการสูญเสียดิน 494.00 480.33 และ425.33 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ ส่วนวิธีการที่ 4 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และและวิธีการที่ 2 ปลูกไม้ผล ใช้แถบหญ้าแฝก(ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำมีปริมาณการสูญเสียดินต่ำสุด 272.33 และ 281.33กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ (ตารางที่ 20)

ในปีที่ พ.ศ.2559 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,635 มิลลิเมตรต่อปี มีปริมาณน้ำฝนเพิ่มสูงขึ้นจากปี พ.ศ.2558 ในวิธีการที่ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ การกร่อนของหน้าดินจะสูงตามปริมาณของน้ำฝนในปีที่ 3 ของการทดลอง ในวิธีการที่ 4 ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา ดินบริเวณคันคูรับน้ำขอบเขา มีการยึดตัวกันอย่างหนาแน่นมากขึ้นและมีแถบหญ้าแฝกบริเวณสันคันดิน ที่ช่วยยึดคันดินไว้ไม่ให้มีการชะล้างพังทลาย ทำให้การกร่อนของหน้าดินลดลง และในวิธีการใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำเมื่อหญ้าแฝกมีการเจริญเติบโตเต็มที่ จะมีประสิทธิภาพสูงสุดในการลดการชะล้างพังทลายของหน้าดิน ทั้ง 2 วิธีการจะชะลอการไหลบ่าของน้ำบนผิวดินให้ช้าลง และจะช่วยกรองเศษพืชและดักหน้าดินไม่ให้ไหลลงสู่บ่อดักตะกอนดิน ส่วนวิธีการใช้ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ โดยวิธีการใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น และวิธีการที่ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) หรือระยะระหว่างแถวของคันคูรับน้ำขอบเขาตามแนวราบ 16 เมตร และการใช้ฐานไม้ผลเฉพาะต้น จะช่วยป้องกันการกร่อนของหน้าดินได้ในระดับปานกลาง ส่วนวิธีการที่ 1 ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำปริมาณการสูญเสียดินอยู่ในระดับที่สูงสุด เป็นผลมาจากการกร่อนของหน้าดินที่สูง จึงเป็นการเร่งการไหลบ่าของน้ำบริเวณผิวดิน จึงทำให้มีปริมาณตะกอนดินสูงสุด (ตารางที่ 20) สอดคล้องกับรายงานของกรมพัฒนาที่ดิน ปี 2546 การปลูกแถบหญ้าแฝกจะปลูกเป็นแถวเดี่ยว ตามแนวระดับขวางความลาดเทของพื้นที่ จำเป็นต้องมี

การวางแนวที่ถูกต้อง การวางแนวอาจจะใช้กล้องส่องระดับ หรือใช้เครื่องมืออย่างง่ายที่เรียกว่าไม้เอเฟรม (A flame) เมื่อวางแนวระดับและขุดเตรียมดินเสร็จแล้วก็นำกล้าหญ้าแฝกซึ่งเพาะชำไว้ในถุงพลาสติก ขนาดเล็กที่มีอายุประมาณ 45-60 วัน ไปวางให้เรียงชิดติดกับในร่องปลูกที่เตรียมไว้ซึ่งจะใช้ระยะปลูกระหว่างต้น ประมาณ 5-10 ซม.ถอดถุงออกแล้วกลบโคนให้แน่น ถ้าใช้กล้าหญ้าแฝกแบบเปลือยราก ปลูกโดยใช้ระยะปลูกระหว่างกล้าประมาณ 5 เซนติเมตร ฤดูกาลปลูกที่เหมาะสมได้แก่ ในช่วงต้นฤดูฝนและควรปลูกในขณะดินยังมีความชุ่มชื้นอยู่ แต่สำหรับพื้นที่ที่สามารถให้น้ำได้ก็ควรปลูกก่อนฤดูฝน ทั้งนี้เพื่อให้หญ้าแฝกมีการเจริญเติบโต ซึ่งเมื่อถึงฤดูฝนแถบหญ้าแฝกที่ปลูกไว้ก็สามารถกรองตะกอนดินและซับน้ำฝนที่ไหลบ่าเอาไว้ ทำหน้าที่ป้องกันการชะล้างพังทลายได้ โดยทั่วไปหญ้าแฝกจะตั้งตัวและแตกกอชิดกันเป็นแนวหญ้าแฝกที่ดี จะใช้เวลาอย่างน้อย ประมาณ 3 เดือน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2546)

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของปริมาณการสูญเสียดิน ที่ดำเนินการศึกษา 3 ปี คือ ระหว่างปีที่ทำการทดลอง ปี พ.ศ. 2557 2558 และ 2559 มีผลทำให้ปริมาณการสูญเสียดิน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ปัจจัยที่ส่งผลให้ปริมาณการสูญเสียดิน ในแต่ละปีมีความแตกต่างกัน คือ ปริมาณน้ำฝนที่แตกต่างกัน โดยในปี 2557 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,565 มิลลิเมตรต่อปี และปี 2558 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,170 มิลลิเมตรต่อปี และปี 2559 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,635 มิลลิเมตรต่อปี จะเห็นได้ว่าวิธีการไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ปริมาณการสูญเสียดิน จะปรับตัวเพิ่มขึ้นตามปริมาณของน้ำฝน แต่วิธีการที่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ จะส่งผลให้มีปริมาณการสูญเสียดินลดลงในแต่ละปีที่ทำการทดลอง (ตารางที่ 21)

ผลการวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ (interaction) ระหว่างวิธีการอนุรักษ์ดินกับอิทธิพลของปีที่ทำการทดลอง มีผลทำให้ปริมาณการสูญเสียดินแสดงความความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ส่วนหนึ่งเกิดจากมาตรอนุรักษ์ดินและน้ำที่แตกต่างกัน ทั้งวิธีกล วิธีพืช และวิธีกลร่วมกับวิธีพืช

และอิทธิพลของวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำทั้ง 6 วิธีการ มีผลทำให้ปริมาณการสูญเสียดินแสดงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง แต่อย่างไรก็ตาม วิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำ โดยวิธีการใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา และวิธีการใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ส่งผลให้ปริมาณการสูญเสียดินต่ำกว่าวิธีการไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำทั้ง 3 ปีที่ทำการทดลอง (ตารางที่ 21) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ นครและสุนีย์รัตน์ (2555) การศึกษาการปลูกชาร่วมกับมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำบนพื้นที่สูง ดำเนินการที่บ้านแม่มอญ ตำบลห้วยชมภู อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย วางแผนการทดลองแบบ observation trial มี 5 วิธีการประกอบด้วย 1) ปลูกชาสลับเป็นแถบกับกาแฟ 2) ปลูกชาระหว่างคูรับน้ำรอบเขาระยะห่างของคูรับน้ำรอบเขาในแนวดิ่ง 3 เมตร 3) ปลูกชา บนขั้นบันไดดินระยะห่างของขั้นบันไดดินในแนวดิ่ง 1 เมตร 4) ปลูกชาระหว่างแถบหญ้าแฝก ระยะห่างของแถบหญ้าแฝกในแนวดิ่ง 3 เมตร 5) ปลูกชาแบบเกษตรกรไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ

ผลการทดลองพบว่า การปลูกชาร่วมกับมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำมีแนวโน้มมีปริมาณการสูญเสียดินต่ำกว่าการปลูกชาที่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ โดยในวิธีการที่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณการสูญเสียดินเฉลี่ย 4,593 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ขณะที่ในวิธีการที่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ (การปลูกพืชสลับเป็นแถบ คูรับน้ำรอบเขา แถบหญ้าแฝก) มีปริมาณการสูญเสียดิน

เฉลี่ย 1,562 1,278 และ 482 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสม คือคูรับน้ำรอบเขา

ตารางที่ 20 ปริมาณการสูญเสียดินปี พ.ศ.2557 2558 และ 2559 และสะสม 3 ปี

วิธีการ	หลังปี 2557 (กิโลกรัม/ไร่)	หลังปี 2558 (กิโลกรัม/ไร่)	หลังปี 2559 (กิโลกรัม/ไร่)	สะสม 3 ปี (กิโลกรัม/ไร่)
1 ปลูกไม้ผลไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ	1/850.33a	1/536.67a	1/777.67a	2164.67
2 ปลูกไม้ผล+แถบหญ้าแฝก	637.67c	360.00b	281.33c	1,279
3 ปลูกไม้ผล+คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร)	420.33d	340.00b	425.33b	1,185.66
4 ปลูกไม้ผล+คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) +แถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา	394.33d	310.00b	272.33c	976.66
5 ปลูกไม้ผล+ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น	706.67b	440.00ab	494.00b	1,640.67
6 ปลูกไม้ผล+คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I. 8 เมตร)	603.67c	436.67ab	480.33b	1,520.67
F-test	0.0000	0.0108	0.0000	-
C.V. (%)	3.21	15.25	6.43	-

หมายเหตุ ค่า F-test $P < 0.01$ หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

$P < 0.05$ หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

$P > 0.05$ หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

1/ ข้อมูลในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 21 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของปริมาณการสูญเสียดินดิน ปี พ.ศ. 2557 2558 และ 2559 (Combined Analysis of Variance)

	SOV	df	SS	MS	F	Sig.
Soilloss	Year	2	381314.9259	190657.4630	22.93	0.0015
	Replication*Year	6	49894.7778	8315.7963	4.97	0.0012
	Treatment	5	874497.9259	174899.5852	104.44	0.0000
	Treatment*Year	10	192130.1852	19213.0185	11.47	0.0000
	Error	30	50237.8889	1674.5963		
	Total	53	1548075.7037			

% C.V. = 8.40 Soilloss Mean = 24.28

5. ธาตุอาหารในตะกอนดินหลังการทดลองปี พ.ศ. 2557 2558 และ 2559

5.1 ปริมาณอินทรียวัตถุในตะกอนดิน (OM)

หลังการทดลองปี พ.ศ.2557 ปริมาณอินทรียวัตถุในตะกอนดิน (OM) มีค่าอยู่ระหว่าง 13.401-41.180 กิโลกรัมต่อไร่ มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยวิธีการที่ 1 ปลูกไม้ผลไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณอินทรียวัตถุในตะกอนดินเฉลี่ยสูงสุด 41.180 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือ วิธีการที่ 3 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีการที่ 5 ปลูกไม้ผล ใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 6 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณอินทรียวัตถุในตะกอนดินเฉลี่ย 16.728 28.189 และ 24.135 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ ส่วนวิธีการที่ 2 ปลูกไม้ผล ใช้แถบหญ้าแฝก(ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 4 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณอินทรียวัตถุในตะกอนดินเฉลี่ยต่ำสุด 13.409 และ 13.401 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ (ตารางที่ 22)

หลังการทดลองปีที่ 1 (ปี 2557) วิธีการที่ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ จะมีการชะล้างเอาอินทรียวัตถุลงไปในบ่อดักตะกอนดินสูงสุด แต่ในวิธีการที่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ โดยเฉพาะวิธีการใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา และวิธีการใช้แถบหญ้าแฝก(ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ จะช่วยในการกรองเศษซากพืชได้ดีกว่าวิธีการอื่น ๆ จึงมีมีปริมาณอินทรียวัตถุในตะกอนดินเฉลี่ยต่ำสุด โดยในวิธีการที่ 4 มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำทั้งวิธีกล (คูรับน้ำขอบเขา) และมีการปลูกหญ้าด้านนอกคูรับน้ำขอบเขาเมื่อมีการตัดใบหญ้าแฝก จะนำใบหญ้าแฝกคลุมแปลงไว้เพื่อรักษาความชื้น และปล่อยให้ย่อยสลายกลายไปเป็นปุ๋ยอินทรีย์ อีกทั้งคูรับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝกจะช่วยลดการไหลบ่าของน้ำ และช่วยดักและกรองเศษซากพืชไว้ไม่ให้ไหลลงออกจากแปลง เมื่อฝนตกลงมาจะช่วยในการลดการกร่อนของหน้าดินได้ทั้ง 2 ระบบ ในส่วนวิธีการที่ 2 ใช้แถบหญ้าแฝก เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำเมื่อเริ่มมีการเจริญเติบโต จะช่วยลดการกร่อนของดินไว้ได้ และช่วยชะลอการไหลบ่าของน้ำได้พอสมควร เมื่อมีการตัดแต่งใบหญ้าแฝกจะนำมาคลุมแปลงไว้ และเกิดการย่อยสลายในที่สุด ส่งผลให้มีปริมาณอินทรียวัตถุในตะกอนดินดินต่ำกว่าวิธีการอื่น ๆ

ปริมาณอินทรียวัตถุในตะกอนดิน ปี พ.ศ. 2558 มีค่าอยู่ระหว่าง 8.889-22.685 กิโลกรัมต่อไร่ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยวิธีการที่ 1 ปลูกไม้ผลไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณอินทรียวัตถุในตะกอนดินเฉลี่ยสูงสุด 22.685 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือ วิธีการที่ 2 ปลูกไม้ผล ใช้แถบหญ้าแฝก(ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 3 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 4 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 5 ปลูกไม้ผล ใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 6 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณอินทรียวัตถุในตะกอนดินเฉลี่ย 10.294 10.855 8.889 14.859 และ 15.035 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 22)

จะเห็นได้ว่าในวิธีการที่ 4 มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำทั้งวิธีกล (คูรับน้ำขอบเขา) และมีการปลูกหญ้าด้านนอกคูรับน้ำขอบเขาเมื่อมีการตัดใบหญ้าแฝก จะนำใบหญ้าแฝกคลุมแปลงไว้เพื่อรักษาความชื้น และปล่อยให้ย่อยสลายกลายไปเป็นปุ๋ยอินทรีย์ อีกทั้งคูรับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝกจะช่วยลดการไหลบ่าของน้ำ และช่วยดักและกรองเศษซากพืชไว้ไม่ให้ไหลลงออกจากแปลง เมื่อฝนตกลงมาจะช่วยในการลดการกร่อนของหน้าดินได้ทั้ง 2 ระบบ ในส่วนวิธีการที่ 2 ใช้แถบหญ้าแฝกเป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำเมื่อเริ่มมีการเจริญเติบโต จะช่วยลดการกร่อนของดินไว้ได้ และช่วยชะลอการไหลบ่าของน้ำได้พอสมควร เมื่อมีการตัดแต่งใบหญ้าแฝกจะนำมาคลุมแปลงไว้ และเกิดการย่อยสลายในที่สุด ส่งผลให้มีปริมาณอินทรียวัตถุในดินสูงกว่าวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำด้วยวิธีการอื่น ๆ แต่เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการที่ 1 ปลูกไม้ผล ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ทั้ง 2 วิธีการที่กล่าวมายังมีแนวโน้มให้ค่าปริมาณอินทรียวัตถุในดินต่อไร่สูงกว่า

เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทดลองซึ่งเป็นพื้นที่ที่ยังไม่ได้ทำการเกษตรมาก่อน เป็นพื้นที่ที่ปล่อยให้มีพืชปกคลุม จึงเกิดการสะสมของเศษซากพืชในปริมาณมาก และไม่มีการรบกวนหน้าดินมาก่อน ดินจึงมีปริมาณอินทรียวัตถุต่อไร่สูงกว่า เป็นผลเนื่องจากไม่มีการเผาเศษพืช เมื่อทำการกำจัดวัชพืช จะปล่อยให้เศษพืชที่ถูกตัดทิ้งไว้บนแปลงไม้ผล ในวิธีการที่ 4 มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำทั้งวิธีกล (คูรับน้ำขอบเขา) และวิธีพืชโดยมีการปลูกหญ้าด้านนอกคูรับน้ำขอบเขาเมื่อมีการตัดใบหญ้าแฝกจะนำใบหญ้าแฝกคลุมแปลงไว้เพื่อรักษาความชื้น และย่อยสลายกลายไปเป็นปุ๋ยอินทรีย์ อีกทั้งคูรับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝกจะช่วยลดการไหลบ่าของน้ำ และช่วยดักและกรองเศษซากพืชไว้ไม่ให้ไหลออกจากแปลงเมื่อฝนตกลงมาจะช่วยในการลดการกร่อนของหน้าดินได้ทั้ง 2 ระบบ ในส่วนวิธีการที่ 3 ปลูกไม้ผล โดยใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร)เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในปีที่ 2 ของการทดลอง การใช้คูรับน้ำขอบเขาเป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ดินขุดดินถมของคูรับน้ำขอบเขาเริ่มยึดตัวกันอย่างเหนียวแน่นจึงทำให้คูรับน้ำขอบเขาสามารถลดความเร็วของน้ำไหลบ่าได้อย่างมีประสิทธิภาพ และลดการกร่อนของหน้าดิน เมื่อมีการกำจัดวัชพืชจะทิ้งเศษพืชไว้บนแปลง และย่อยสลายเป็นอินทรียวัตถุ ส่งผลให้มีปริมาณอินทรียวัตถุในดินเพิ่มสูงขึ้น รองลงมาคือวิธีการที่ 6 ปลูกไม้ผล โดยใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีค่าเพิ่มสูงขึ้นจาก 2.33 เป็น 2.56 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทดลองและสูงกว่าวิธีการที่ 1 ปลูกไม้ผลไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ(1.80เปอร์เซ็นต์) อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ปริมาณอินทรียวัตถุในตะกอนดิน ปี พ.ศ. 2559 มีค่าอยู่ระหว่าง 7.613-34.222 กิโลกรัมต่อไร่ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยวิธีการที่ 1 ปลูกไม้ผลไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณอินทรียวัตถุในตะกอนดินเฉลี่ยสูงสุด 34.222 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ รองลงมาคือ วิธีการที่ 5 ปลูกไม้ผล ใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีการที่ 6 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณอินทรียวัตถุในตะกอนดินเฉลี่ย 16.251 และ 15.760 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ และวิธีการที่ 3 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณอินทรียวัตถุในตะกอนดินเฉลี่ย 12.758 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนวิธีการที่ 2 ปลูกไม้ผล ใช้แถบหญ้าแฝก(ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 4 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้าน

นอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณอินทรียวัตถุในตะกอนดินเฉลี่ยต่ำสุด 7.613 และ 7.499 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ (ตารางที่ 22)

ปริมาณอินทรียวัตถุในตะกอนดิน ปี พ.ศ. 2559 เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทดลอง เป็นผลเนื่องจากไม่มีการเผาเศษพืช เมื่อทำการกำจัดวัชพืช จะคลุมแปลงด้วยเศษพืช ในวิธีการที่ 4 มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำทั้งวิธีกล (คูรับน้ำขอบเขา) ร่วมกับวิธีพืช โดยมีการปลูกหญ้าด้านนอกคูรับน้ำขอบเขาเมื่อมีการตัดใบหญ้าแฝก จะนำใบหญ้าแฝกคลุมแปลงไว้เพื่อรักษาความชื้น และย่อยสลายกลายไปเป็นปุ๋ยอินทรีย์อีกทั้งคูรับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝกจะช่วยลดการไหลบ่าของน้ำ และช่วยดักเศษซากพืชไว้ไม่ให้ไหลลงไปด้านล่าง เมื่อฝนตกลงมาจะช่วยในการลดการกร่อนของหน้าดินได้ทั้ง 2 ระบบ ในวิธีการที่ 2 ใช้แถบหญ้าแฝก เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำเมื่อมีการตัดใบหญ้าแฝก จะนำใบหญ้าแฝกคลุมแปลงไว้เพื่อรักษาความชื้น และย่อยสลายกลายไปเป็นปุ๋ยอินทรีย์ ในปีที่สามของการทดลองหญ้าแฝกมีการเจริญเติบโตเต็มที่และมีการแตกกอเต็มแถบทำหน้าที่เป็นแถบอนุรักษ์ดินและน้ำได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ช่วยชะลอการไหลของน้ำและซับหน้าดินไว้ไม่ให้ไหลลงสู่ด้านล่าง และเป็นตัวกรองเศษซากพืชไว้บริเวณแปลง ซึ่งจะส่งผลให้มีปริมาณอินทรียวัตถุในดินที่สูงขึ้น รองลงมาคือวิธีการที่ 3 ปลูกไม้ผล โดยใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในปีที่ 3 ของการทดลอง การใช้คูรับน้ำขอบเขาเป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน มีค่าลดลงจาก 2.43 เป็น2.40 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทดลอง และสูงกว่าวิธีการที่ 1 ปลูกไม้ผลไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ(1.91 เปอร์เซ็นต์) อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ในปีที่ 3 ของการทดลอง ดินขุดดินถมของคูรับน้ำขอบเขาเริ่มยึดตัวกันอย่างเหนียวแน่น และเป็นระยะห่างของคูรับน้ำขอบเขาที่สมดุลกับระบบพืช จึงทำให้คูรับน้ำขอบเขาสามารถลดความเร็วของน้ำไหลบ่าได้อย่างมีประสิทธิภาพ และลดการกร่อนของหน้าดินเมื่อมีการกำจัดวัชพืชจะทิ้งเศษพืชไว้บนแปลงและปล่อยย่อยสลายเป็นอินทรียวัตถุส่งผลให้มีปริมาณอินทรียวัตถุในดินเพิ่มสูงขึ้น ส่วนวิธีการที่ 5 ปลูกไม้ผลใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้นเป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและวิธีการที่ 6 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร)เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีค่าลดลงจาก 2.33 และ 2.33 เป็น 2.26 และ 2.16 เปอร์เซ็นต์

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของปริมาณอินทรียวัตถุในตะกอนดิน ที่ดำเนินการศึกษา 3 ปี คือ ระหว่างปีที่ทำการทดลอง ปี พ.ศ. 2557 2558 และ 2559 มีผลทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุในตะกอนดิน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ปัจจัยที่ส่งผลทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุในตะกอนดินแตกต่างกันคือ ปริมาณน้ำฝนแต่ละปีที่มีความแตกต่างกัน และมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่แตกต่างกันทั้งวิธีพืช วิธีกล และวิธีกลร่วมกับวิธีพืช คือ การใช้แถบหญ้าแฝกการใช้คูรับน้ำขอบเขา การใช้ชานเฉพาะหลุมเพื่อปลูกมะคาเดเมีย และวิธีการไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ จะเห็นได้ว่า ในวิธีการที่ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ จะมีปริมาณการสูญเสียอินทรียวัตถุลงไปในตะกอนดินเฉลี่ยสูงสุด และผันแปรไปตามปริมาณน้ำฝน ถ้ามีฝนตกปีไหนมากปริมาณการสูญเสียอินทรียวัตถุก็จะมีมากตาม (ตารางที่ 23)

ผลการวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ (interaction) ระหว่างวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำกับอิทธิพลของปีที่ทำการทดลอง มีผลทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุในตะกอนดิน แสดงความความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง และอิทธิพลของวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำทั้ง 6 วิธีการ มีผลทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุ

ในตะกอนดิน แสดงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง แต่อย่างไรก็ตาม วิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำ โดยวิธีการ ใช้วิธีการใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) วิธีการใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ส่งผลให้ปริมาณอินทรียวัตถุในตะกอนดินต่ำกว่าวิธีการ ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำทั้ง 3 ปี ที่ทำการทดลอง (ตารางที่ 23) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ นครและสุนีย์รัตน์ (2555) การศึกษา การปลูกชาร่วมกับมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำบนพื้นที่สูง ดำเนินการที่บ้านแม่มอญ ตำบลห้วยชมภู อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย วางแผนการทดลองแบบ observation trial มี 5 วิธีการประกอบด้วย 1) ปลูกชาสลับเป็นแถบกับกาแฟ 2) ปลูกชา ระหว่างคูรับน้ำรอบเขา ระยะห่างของคูรับน้ำรอบเขาในแนวดิ่ง 3 เมตร 3) ปลูกชา บนขั้นบันไดดิน ระยะห่างของขั้นบันไดดินในแนวดิ่ง 1 เมตร 4) ปลูกชา ระหว่างแถบหญ้าแฝก ระยะห่างของแถบหญ้าแฝกในแนวดิ่ง 3 เมตร 5) ปลูกชาแบบเกษตรกร ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ ดินและน้ำ

ผลการวิเคราะห์ตะกอนดิน หลังจากเก็บข้อมูลตะกอนดินในบ่อกักเก็บตะกอนดิน เพื่อวิเคราะห์ปริมาณการสูญเสียดินแล้วได้เก็บตัวอย่างตะกอนดินส่งวิเคราะห์ เพื่อศึกษาปริมาณธาตุอาหารพืชที่สูญเสียมากับตะกอนดิน ที่เกิดจากการกัดเซาะของน้ำไหลบ่า พบว่าตะกอนดินมีปริมาณอินทรียวัตถุปานกลาง 1.87-2.48 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธีการปลูกชาแบบเกษตรกร ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณอินทรียวัตถุที่สูญเสียไปกับตะกอนดินเฉลี่ยสูงสุด 2.46 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนั้นพบว่า มีอินทรียวัตถุที่ถูกพัดพามากับตะกอนดินในระดับปานกลาง การสูญเสียธาตุอาหารพืชไปกับตะกอนดินในระดับปานกลางถึงสูง ทั้งในแปลงที่มีและไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ และมีปริมาณใกล้เคียงกัน แสดงว่า ดินในพื้นที่ปลูกชา มีการเสื่อมโทรมที่เกิดจากการชะล้างพังทลายของดิน การปรับปรุงบำรุงดินจึงเป็นสิ่งจำเป็น ซึ่งอาจใช้วิธีปรับปรุงบำรุงดินบริเวณแถบชาเท่านั้น พื้นที่ว่างระหว่างแถว (แถบ) ไม่จำเป็นต้องปรับปรุงปรุง เป็นการช่วยลดต้นทุนการผลิตแก่เกษตรกร

ตารางที่ 22 ปริมาณอินทรียวัตถุในตะกอนดิน (OM) หลังการทดลองปี 2557 2558 และ 2559

วิธีการ	ปริมาณอินทรียวัตถุในตะกอนดิน (OM) (กิโลกรัมต่อไร่)			
	ปี 2557	ปี 2558	ปี 2559	สะสม 3 ปี
1ปลูกไม้ผลไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ	1/41.180a	1/22.685a	1/34.222a	98.087
2 ปลูกไม้ผล+แถบหญ้าแฝก	13.409c	10.294b	7.613c	31.316
3 ปลูกไม้ผล+คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร)	16.728bc	10.855b	12.758bc	40.341
4 ปลูกไม้ผล+คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) +แถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา	13.401c	8.889b	7.499c	29.789
5 ปลูกไม้ผล+ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น	28.189b	14.859b	16.251b	59.299
6 ปลูกไม้ผล+คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร)	24.135bc	15.035b	15.760b	54.930
F-test	0.0003	0.0015	0.0000	-
C.V. (%)	21.86	20.52	17.00	-

หมายเหตุ ค่า F-test $P < 0.01$ หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

$P < 0.05$ หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

$P > 0.05$ หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

1/ ข้อมูลในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 23 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของปริมาณอินทรียวัตถุในตะกอนดิน (OM) ปี พ.ศ. 2557 2558 และ 2559 (Combined Analysis of Variance)

	SOV	df	SS	MS	F	Sig.
OM	Year	2	822.9799	411.4900	8.19	0.0193
	Replication*Year	6	301.3417	50.2236	3.77	0.0065
	Treatment	5	3242.3956	648.4791	48.62	0.0000
	Treatment*Year	10	337.7268	33.7727	2.53	0.0240
	Error	30	4000.1180	13.3373		
	Total	53	5104.5620			

% C.V. = 20.95 OM Mean = 17.48

5.2 ปริมาณฟอสฟอรัสในตะกอนดิน (P)

หลังการทดลองปี พ.ศ.2557 ปริมาณฟอสฟอรัสในตะกอนดิน (P) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.031-0.122 กิโลกรัมต่อไร่ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยวิธีการที่ 1 ปลูกไม้ผล ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณฟอสฟอรัสในตะกอนดินเฉลี่ยสูงสุด 0.122 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือวิธีการที่ 2 ปลูกไม้ผล ใช้แถบหญ้าแฝก(ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 3 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 5 ปลูกไม้ผล ใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 6 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณฟอสฟอรัสในตะกอนดินเฉลี่ย 0.060 0.037 0.064 และ 0.056 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ ส่วนวิธีการที่ 4 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณฟอสฟอรัสในตะกอนดินเฉลี่ยต่ำสุด 0.031 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 24)

หลังการทดลองปีที่ 1 ของการดำเนินงาน (ปี 2557) พบว่าในวิธีการที่ 4 มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำทั้งวิธีกล (คูรับน้ำขอบเขา) และมีการปลูกหญ้าด้านนอกคูรับน้ำขอบเขาเมื่อมีการตัดใบหญ้าแฝก จะนำใบหญ้าแฝกคลุมแปลงไว้เพื่อรักษาความชื้น และปล่อยให้ย่อยสลายกลายไปเป็นปุ๋ยอินทรีย์ อีกทั้งคูรับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝกจะช่วยลดการไหลบ่าของน้ำ และช่วยดักและกรองเศษซากพืชไว้ไม่ให้ไหลลงออกจากแปลง เมื่อฝนตกลงมาจะช่วยในการลดการกร่อนของหน้าดินได้ทั้ง 2 ระบบ จึงมีผลทำให้มีการสูญเสียฟอสฟอรัสต่ำสุด (0.031 กิโลกรัมต่อไร่) และในวิธีการใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร วิธีการใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) วิธีการใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะและวิธีการใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ จึงมีผลทำให้มีการสูญเสียฟอสฟอรัสในระดับปานกลาง ส่วนวิธีการไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ จะมีปริมาณการสูญเสียฟอสฟอรัสน้อยสูงสุด (0.122 กิโลกรัมต่อไร่)

หลังการทดลองปี พ.ศ.2558 ปริมาณฟอสฟอรัสในตะกอนดิน มีค่าอยู่ระหว่าง 0.020-0.079 กิโลกรัมต่อไร่ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยวิธีการที่ 1 ปลูกไม้ผล ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณฟอสฟอรัสในตะกอนดินเฉลี่ยสูงสุด 0.079 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือวิธีการที่ 2 ปลูกไม้ผล ใช้แถบหญ้าแฝก(ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 3 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 4 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 5 ปลูกไม้ผล ใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 6 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณฟอสฟอรัสในตะกอนดินเฉลี่ย 0.027 0.029 0.020 0.036 และ 0.036 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ (ตารางที่ 24)

หลังการทดลองปีที่ 2 ของการดำเนินงาน (ปี พ.ศ.2558) มีปริมาณน้ำฝน 1,170 มิลลิเมตรต่อปี ซึ่งน้อยกว่าปีที่ 1 (ปี พ.ศ.2557) จึงมีผลทำให้มีปริมาณฟอสฟอรัสในตะกอนดินต่ำกว่าปีที่ 1 จะเห็นได้ว่าการใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ ทั้งวิธีกล วิธีพืช และวิธีกลร่วมกับวิธีพืช มีมีปริมาณฟอสฟอรัสในตะกอนดินต่ำกว่าวิธีการไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

หลังการทดลองปี พ.ศ.2559 ปริมาณฟอสฟอรัสในตะกอนดิน มีค่าอยู่ระหว่าง 0.013-0.110 กิโลกรัมต่อไร่ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยวิธีการที่ 1 ปลูกไม้ผล ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณฟอสฟอรัสในตะกอนดินเฉลี่ยสูงสุด 0.110 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือวิธีการที่ 2 ปลูกไม้ผล ใช้แถบหญ้าแฝก(ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 3 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 4 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 5 ปลูกไม้ผล ใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 6 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณฟอสฟอรัสในตะกอนดินเฉลี่ย 0.021 0.035 0.013 0.039 และ 0.040 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ (ตารางที่ 24)

หลังการทดลองปีที่ 3 ของการดำเนินงาน (ปี พ.ศ.2559) มีปริมาณน้ำฝน 1,635 มิลลิเมตรต่อปี ซึ่งมากกว่าปีที่ 2 (ปี พ.ศ.2558) พบว่าวิธีการไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ จะมีปริมาณฟอสฟอรัสในตะกอนดินสูงสุด ส่วนวิธีการที่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ จะมีปริมาณฟอสฟอรัสในตะกอนดินต่ำสุด แสดงให้เห็นว่ามาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำทุกวิธีการสามารถลดการชะล้างธาตุฟอสฟอรัสได้ดีกว่าวิธีการไมมีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง วิธีการที่ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ จะทำให้เกิดการกร่อนของดิน และชะล้างเอาธาตุฟอสฟอรัสบริเวณหน้าดินลงไปในบ่อดักตะกอนดินในปริมาณที่สูงสุด ส่วนวิธีการที่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ โดยเฉพาะวิธีการที่ 4 ใช้คูรับน้ำขอบเขา ร่วมกับการปลูกหญ้าแฝกบริเวณปลายคันดิน เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีแนวโน้มที่จะลดการกร่อนของดินได้ดีกว่าวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีการอื่น ๆ

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของปริมาณฟอสฟอรัสในตะกอนดิน ที่ดำเนินการศึกษา 3 ปี คือ ระหว่างปีที่ทำการทดลอง ปี พ.ศ. 2557 2558 และ 2559 มีผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสในตะกอนดิน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ปัจจัยที่ส่งผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสในตะกอนดินแตกต่างกันในแต่ละปีคือ วิธีการที่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำทั้งวิธีกล วิธีพืช และวิธีกลร่วมกับวิธีพืช จะช่วยป้องกันไม่ให้ธาตุฟอสฟอรัส ถูกชะล้างลงไปในสู่บ่อดักตะกอนดินได้ดีกว่าวิธีการไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และอีกส่วนหนึ่งคือ ปริมาณน้ำฝนที่แตกต่างกันในแต่ละปีที่ทำการทดลอง (ตารางที่ 25)

ผลการวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ (interaction) ระหว่างวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำกับอิทธิพลของปีที่ทำการทดลอง มีผลทำให้ค่าปริมาณฟอสฟอรัสในตะกอนดิน แสดงความความแตกต่างทางสถิติ และอิทธิพลของวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำทั้ง 5 วิธีการ มีผลทำให้ค่าปริมาณฟอสฟอรัสในตะกอนดินแสดงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ แต่อย่างไรก็ตาม วิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำ โดยวิธีการวิธีการใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ส่งผลให้มีปริมาณฟอสฟอรัสในตะกอนดินต่ำกว่าวิธีการไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำทั้ง 3 ปีที่ทำการทดลอง (ตารางที่ 25) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ นครและสุนีย์รัตน์ (2555) การศึกษา การปลูกชาร่วมกับมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำบนพื้นที่สูง ดำเนินการที่บ้านแม่มอญ ตำบลห้วยชมภู อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย วางแผนการทดลองแบบ observation trial มี 5 วิธีการ ประกอบด้วย 1) ปลูกชาสลับเป็นแถบกับกาแฟ 2) ปลูกชา ระหว่างคูรับน้ำรอบเขา ระยะห่างของ

คูรับน้ำรอบเขาในแนวดิ่ง 3 เมตร 3) ปลูกชา บนขั้นบันไดดิน ระยะห่างของขั้นบันไดดินในแนวดิ่ง 1 เมตร 4) ปลูกชา ระหว่างแถบหญ้าแฝก ระยะห่างของแถบหญ้าแฝกในแนวดิ่ง 3 เมตร 5) ปลูกชาแบบเกษตรกร ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ ดินและน้ำ ผลการวิเคราะห์ตะกอนดิน หลังจากเก็บข้อมูลตะกอนดินในบ่อดักตะกอนเพื่อวิเคราะห์ปริมาณการสูญเสียดินแล้วได้เก็บตัวอย่างตะกอนดินส่งวิเคราะห์ โดยเก็บข้อมูลในปีที่สองของการดำเนินงาน ปี 2553 เนื่องจากชามีการเจริญเติบโตตั้งตัวได้แล้ว จึงเก็บข้อมูลเพื่อศึกษาปริมาณธาตุอาหารพืชที่สูญเสียมากับตะกอนดิน ที่เกิดจากการกัดเซาะของน้ำไหลบ่า พบว่า ในปี 2553 ตะกอนดินมี ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง (4-12 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ผลการวิเคราะห์ตะกอนดิน ปี 2554 พบว่า ตะกอนดินมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ค่อนข้างต่ำถึงค่อนข้างสูง (7-29 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ปริมาณตะกอนดินในบ่อดักตะกอน มีปริมาณฟอสฟอรัสค่อนข้างต่ำถึงปาน หลังจากชามีอายุครบ 3 ปี ปี 2555 ปริมาณฟอสฟอรัสที่สูญเสียมากับตะกอนดิน มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และพบว่าในวิธีการที่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ (วิธีการที่ 5) มีปริมาณฟอสฟอรัสในดินตะกอนสูง เมื่อพิจารณาปริมาณธาตุอาหารพืชที่สูญเสียมากับตะกอนดิน พบว่า ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ซึ่งมีอยู่ในดินน้อย เมื่อหน้าดินถูกชะล้างลงมาจึงมีปริมาณฟอสฟอรัสต่ำไปด้วย การสูญเสียธาตุอาหารพืชไปกับตะกอนดินในระดับปานกลางถึงสูง ทั้งในแปลงที่มีและไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ และมีปริมาณใกล้เคียงกัน แสดงว่า ดินในพื้นที่ปลูกชา มีการเสื่อมโทรมที่เกิดจากการชะล้างพังทลายของดิน การปรับปรุงบำรุงดินจึงเป็นสิ่งจำเป็น ซึ่งอาจใช้วิธีปรับปรุงบำรุงดินบริเวณแถบชาเท่านั้น พื้นที่ว่างระหว่างแถว (แถบ) ไม่จำเป็นต้องปรับปรุงปรุง เป็นการช่วยลดต้นทุนการผลิตแก่เกษตรกร

ตารางที่ 24 ปริมาณฟอสฟอรัสในตะกอนดิน (P) หลังการทดลองปี 2557 2558 และ 2559

วิธีการ	ปริมาณฟอสฟอรัสในตะกอนดิน (P) (กิโลกรัมต่อไร่)			
	ปี 2557	ปี 2558	ปี 2559	สะสม 3 ปี
1ปลูกไม้ผลไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ	0.122a	0.079a	0.110a	0.329
2 ปลูกไม้ผล+แถบหญ้าแฝก	0.060b	0.027b	0.021b	0.108
3 ปลูกไม้ผล+คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร)	0.037b	0.029b	0.035b	0.101
4 ปลูกไม้ผล+คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) +แถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา	0.031c	0.020b	0.013b	0.064
5 ปลูกไม้ผล+ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น	0.064b	0.036b	0.039b	0.139
6 ปลูกไม้ผล+คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร)	0.056b	0.036b	0.040b	0.132
F-test	0.0000	0.0004	0.0000	-
C.V. (%)	12.06	26.58	26.30	-

หมายเหตุ ค่า F-test $P < 0.01$ หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

$P < 0.05$ หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

$P > 0.05$ หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

[1/] ข้อมูลในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 25 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของปริมาณฟอสฟอรัสในตะกอนดิน (P) ปี พ.ศ. 2557 2558 และ 2559 (Combined Analysis of Variance)

	SOV	df	SS	MS	F	Sig.
P	Year	2	0.0057	0.0028	6.60	0.0305
	Replication*Year	6	0.0026	0.0004	4.46	0.0024
	Treatment	5	0.0377	0.0075	78.23	0.0000
	Treatment*Year	10	0.0026	0.0003	2.66	0.0188
	Error	30	0.0029	0.0001		
	Total	53	0.0514			

% C.V. = 20.51 P Mean = 0.0479

5.2 ปริมาณโพแทสเซียมในตะกอนดิน (K)

หลังการทดลองปี พ.ศ.2557 ปริมาณโพแทสเซียมในตะกอนดิน (K) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.048-0.250 กิโลกรัมต่อไร่ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยวิธีการที่ 1 ปลูกไม้ผล ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณโพแทสเซียมในตะกอนดินเฉลี่ยสูงสุด 0.250 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือวิธีการที่ 5 ปลูกไม้ผล ใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 6 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณฟอสฟอรัสในตะกอนดินเฉลี่ย 0.164 และ 0.140 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ ส่วนวิธีการที่ 2 ปลูกไม้ผล ใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 3 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ส่วนวิธีการที่ 4 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณฟอสฟอรัสในตะกอนดินเฉลี่ยต่ำสุด 0.080 0.055 และ 0.048 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 26)

หลังการทดลองปีที่ 1 ของการดำเนินงาน (ปี 2557) ซึ่งมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,565 มิลลิเมตรต่อปี ปริมาณโพแทสเซียมในตะกอนดิน โดยวิธีการใช้แถบหญ้าแฝก(ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) วิธีการใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) และวิธีการ ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีประสิทธิภาพในการป้องกันไม่ให้ธาตุโพแทสเซียมถูกชะล้างลงไปสู่บ่อดักตะกอนดินได้ดักว่าวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีการอื่น ๆ และดีกว่าวิธีการไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติยิ่ง

หลังการทดลองปี พ.ศ.2558 ปริมาณโพแทสเซียมในตะกอนดิน (K) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.040-0.148 กิโลกรัมต่อไร่ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยวิธีการที่ 1 ปลูกไม้ผล ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ปริมาณโพแทสเซียมในตะกอนดิน เฉลี่ยสูงสุด 0.148 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือวิธีการที่ 2 ปลูกไม้ผล ใช้แถบหญ้าแฝก(ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 3 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 4 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 5 ปลูกไม้ผล ใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 6 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณฟอสฟอรัสในตะกอนดินเฉลี่ย 0.040 0.041 0.043 0.087 และ 0.086 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ (ตารางที่ 26)

หลังการทดลองปีที่ 2 ของการดำเนินงาน (ปี พ.ศ.2558) มีปริมาณน้ำฝน 1,170 มิลลิเมตรต่อปี ซึ่งน้อยกว่าปีที่ 1 (ปี พ.ศ.2557) จึงมีผลทำให้มีปริมาณโพแทสเซียมในตะกอนดินต่ำกว่าปีที่ 1 จะเห็นได้ว่าการใช้ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำทั้ง 5 วิธีการ ทั้งวิธีกล วิธีพืช และวิธีกลร่วมกับวิธีพืช มีปริมาณฟอสฟอรัสในตะกอนดินต่ำกว่าวิธีการไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

หลังการทดลองปี พ.ศ.2559 ปริมาณโพแทสเซียมในตะกอนดิน (K) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.018-0.299 กิโลกรัมต่อไร่ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยวิธีการที่ 1 ปลูกไม้ผล ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ปริมาณโพแทสเซียมในตะกอนดิน เฉลี่ยสูงสุด 0.229 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือวิธีการที่ 5 ปลูกไม้ผล ใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีการที่ 6 ปลูกไม้ผล

ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ปริมาณโพแทสเซียมในตะกอนดินเฉลี่ย0.083 และ 0.103 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ (ตารางที่ 26)

หลังการทดลองปีที่ 3 ของการดำเนินงาน (ปี พ.ศ.2559) มีปริมาณน้ำฝน 1,635 มิลลิเมตรต่อปี จะเห็นได้ว่าในวิธีการที่ 4 มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำทั้งวิธีกล (คูรับน้ำขอบเขา) และมีการปลูกหญ้าด้านนอกคูรับน้ำขอบเขาเมื่อมีการตัดใบหญ้าแฝก จะนำใบหญ้าแฝกคลุมแปลงไว้เพื่อรักษาความชื้น และปล่อยให้ย่อยสลายกลายไปเป็นปุ๋ยอินทรีย์ อีกทั้งคูรับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝกจะช่วยลดการไหลบ่าของน้ำ และช่วยดักและกรองเศษซากพืชไว้ไม่ให้ไหลลงออกจากแปลง เมื่อฝนตกลงมาจะช่วยในการลดการกร่อนของหน้าดินได้ทั้ง 2 ระบบ ในส่วนวิธีการที่ 2 ใช้แถบหญ้าแฝกเป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำเมื่อมีการเจริญเติบโต จะช่วยลดการกร่อนของดินไว้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และช่วยชะลอการไหลบ่าของน้ำได้เต็มประสิทธิภาพ เมื่อมีการตัดแต่งใบหญ้าแฝกจะนำมาคลุมแปลงไว้ จะช่วยป้องกันไม่ให้มีการชะล้างบริเวณผิวดิน จึงส่งผลให้มีปริมาณโพแทสเซียมในตะกอนดินต่ำสุด และต่ำกว่าวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำด้วยวิธีการอื่น ๆ แต่เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ทั้ง 2 วิธีการ ที่กล่าวมามีปริมาณโพแทสเซียมในตะกอนดินต่ำกว่าวิธีการไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของปริมาณโพแทสเซียมในตะกอนดิน ที่ดำเนินการศึกษา 3 ปี คือ ระหว่างปีที่ทำการทดลอง ปี พ.ศ. 2557 2558 และ 2559 มีผลทำให้ปริมาณโพแทสเซียมในตะกอนดิน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ปัจจัยที่ส่งผลทำให้ปริมาณโพแทสเซียมในตะกอนดินแตกต่างกันในแต่ละปีคือ ปริมาณน้ำฝนในแต่ละปีที่แตกต่างกันมาก และประสิทธิภาพของระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ที่มีประสิทธิภาพแตกต่างกัน (ตารางที่ 27)

ผลการวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ (interaction) ระหว่างวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำกับอิทธิพลของปีที่ทำการทดลอง มีผลทำให้ปริมาณโพแทสเซียมในตะกอนดิน แสดงความความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งและอิทธิพลของวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำทั้ง 6 วิธีการ มีผลทำให้ค่าปริมาณโพแทสเซียมในตะกอนดิน แสดงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ แต่อย่างไรก็ตาม วิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำ โดยวิธีการ ใช้วิธีการใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) วิธีการใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ส่งผลให้ปริมาณโพแทสเซียมในตะกอนดิน ต่ำกว่าวิธีการไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำทั้ง 3 ปีที่ทำการทดลอง (ตารางที่ 27) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ วันรักและศรัญญุพงศ์ (2557) การศึกษาระยะห่างที่เหมาะสมของคูรับน้ำขอบเขาเพื่อปลูกข้าวไร่บนพื้นที่สูง ในพื้นที่จังหวัดน่าน ทำการศึกษาระยะห่างที่เหมาะสมของ คูรับน้ำขอบเขาเพื่อปลูกข้าวไร่บนพื้นที่สูงในพื้นที่จังหวัดน่าน ฤดูปลูกปี พ.ศ. 2554 2555 และ 2556 โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design มีจำนวน 4 ซ้ำ 4 วิธีการ ประกอบด้วย ปลูกข้าวไร่ ไม่มีคูรับน้ำขอบเขา ปลูกข้าวไร่และมีคูรับน้ำขอบเขา โดยมีระยะห่างคูรับน้ำขอบเขาในแนวดิ่ง 3 เมตร 6 เมตร และ 9 เมตร พบว่าวิธีไม่มีคูรับน้ำขอบเขามีปริมาณตะกอนสูงถึง 1,329 กิโลกรัมต่อไร่ ด้านการสูญเสียธาตุอาหารที่ติดไปกับตะกอนดิน การใช้ระยะห่างคูรับน้ำขอบเขาในแนวดิ่ง 6 เมตร มีการสูญเสียฟอสฟอรัสต่ำ 0.117 กิโลกรัมต่อไร่ และต่ำกว่าวิธีไม่มีคูรับน้ำขอบเขาอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (0.349 กิโลกรัมต่อไร่) สมบัติทางเคมีของตะกอนดิน หลังการทดลองปี 2556 โพแทสเซียมที่สกัดได้ในตะกอนดิน (Ext.K) มีค่า 69.50-134.25

มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยวิธีปลูกข้าวไร่ ไม่มีคูรับน้ำขอบเขา มีการสูญเสียโพแทสเซียมสูงสุด 134.25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมาคือ การใช้ระยะห่างคูรับน้ำขอบเขาในแนวดิ่ง 9 เมตร มีการสูญเสียโพแทสเซียม 90.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม การใช้ระยะห่างคูรับน้ำขอบเขาในแนวดิ่ง 3 และ 6 เมตร มีการสูญเสียโพแทสเซียมที่สกัดได้ (Ext.K) ต่ำสุด 69.50 และ 83.25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จะเห็นได้ว่า วิธีการปลูกข้าวไร่และไม่มี คูรับน้ำขอบเขา จะมีการสูญเสียโพแทสเซียมที่สกัดได้ในดินตะกอนสูงสุด ส่วนการใช้ระยะห่างคูรับน้ำขอบเขาในแนวดิ่ง 3 และ 6 เมตร จะมีปริมาณการสูญเสียโพแทสเซียมที่กัดได้ในตะกอนดินต่ำสุด แสดงให้เห็นว่า การใช้ระยะห่างคูรับน้ำขอบเขาในแนวดิ่ง 3 และ 6 เมตร สามารถลดการสูญเสีย โพแทสเซียม ได้ดีกว่าวิธีการไม่มีคูรับน้ำขอบเขา และดีกว่าการใช้ระยะห่างคูรับน้ำขอบเขาในแนวดิ่ง 9 เมตร การสูญเสียธาตุอาหารที่ติดไปกับตะกอนดิน จะมีค่าปริมาณธาตุอาหารที่สูงกว่าธาตุอาหารที่อยู่ในดิน เนื่องจากการใส่ปุ๋ยเคมีจะใส่ในบริเวณหน้าดินลึกไม่เกิน 5 เซนติเมตร การกร่อนของดินในบริเวณนี้จะมีมาก แต่การเก็บตัวอย่างดินทางเคมี จะเก็บลึก 0-15 เซนติเมตร

ตารางที่ 26 ปริมาณโพแทสเซียมในตะกอนดิน (K) หลังการทดลองปี 2557 2558 และ 2559

วิธีการ	ปริมาณโพแทสเซียมในตะกอนดิน (K) (กิโลกรัมต่อไร่)			
	ปี 2557	ปี 2558	ปี 2559	สะสม 3 ปี
1 ปลูกไม้ผลไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ	[1/] 0.250a	[1/] 0.148a	[1/] 0.229a	0.697
2 ปลูกไม้ผล+แถบหญ้าแฝก	0.080c	0.040b	0.026d	0.147
3 ปลูกไม้ผล+คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร)	0.055c	0.041b	0.046cd	0.142
4 ปลูกไม้ผล+คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) +แถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา	0.048c	0.043b	0.018d	0.109
5 ปลูกไม้ผล+ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น	0.164b	0.087b	0.083bc	0.334
6 ปลูกไม้ผล+คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร)	0.140b	0.086b	0.103b	0.329
F-test	0.0000	0.0002	0.0000	-
C.V. (%)	12.16	24.72	21.64	-

หมายเหตุ ค่า F-test $P < 0.01$ หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง
$P < 0.05$ หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
$P > 0.05$ หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ
[1/] ข้อมูลในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 27 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของปริมาณโพแทสเซียมในตะกอนดิน (K) ปี พ.ศ. 2557 2558 และ 2559 (Combined Analysis of Variance)

	SOV	df	SS	MS	F	Sig.
K	Year	2	0.0237	0.0119	11.40	0.0090
	Replication*Year	6	0.0062	0.0010	3.48	0.0099
	Treatment	5	0.1925	0.0385	128.85	0.0000
	Treatment*Year	10	0.0172	0.0017	5.74	0.0001
	Error	30	0.0090	0.0003		
	Total	53	0.2486			

% C.V. = 18.39 K Mean = 0.0940

6. ปริมาณการสูญเสียดินที่คิดเป็นปริมาณธาตุอาหาร

6.1 ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) และปริมาณไนโตรเจนรวม (Total N) ที่สูญเสียไปกับตะกอนดินสะสม 3 ปี (ปี 2557 2558 และ 2559)

ปริมาณการสูญเสียดินที่คิดเป็นปริมาณธาตุอาหาร ปริมาณไนโตรเจนรวม (Total N) ที่สูญเสียไปกับตะกอนดินสะสม 3 ปี (ปี พ.ศ. 2557 2558 และ 2559) ปริมาณน้ำฝนสะสม 3 ปี 4,370.1 มิลลิเมตร โดยวิธีการที่ 1 ปลูกไม้ผลไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณการสูญเสียดินเฉลี่ยสูงสุด 2,164.67 กิโลกรัมต่อไร่ รวมการสูญเสียอินทรียวัตถุสะสม 3 ปี 98.087 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นปริมาณไนโตรเจนรวม (Total N) 4.749 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือ วิธีการที่ 5 ปลูกไม้ผลใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 6 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณการสูญเสียดินเฉลี่ยสูงสุด 1,640.67 และ 1,520.67 กิโลกรัมต่อไร่ รวมการสูญเสียอินทรียวัตถุสะสม 3 ปี 59.299 และ 54.930 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นปริมาณไนโตรเจนรวม (Total N) 2.695 และ 2.502 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 28)

ส่วนวิธีการที่ 4 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณการสูญเสียดินต่ำสุด 976.66 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นปริมาณการสูญเสียอินทรียวัตถุสะสม 3 ปี 29.789 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นปริมาณไนโตรเจนรวม (Total N) ต่ำสุด 1.392 กิโลกรัมต่อไร่

วิธีการที่มีความสูญเสียสะสม 3 ปีเฉลี่ยปานกลางและใกล้เคียงกันคือ วิธีการที่ 2 ปลูกไม้ผลใช้แถบหญ้าแฝก(ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีการที่ 3 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณการสูญเสียดิน 1,279.00 และ 1,185.66 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นปริมาณการสูญเสียอินทรียวัตถุ 31.316 และ 40.341 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นปริมาณไนโตรเจนรวม (Total N) 1.615 และ 1.782 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนวิธีการที่ 1 ปลูกไม้ผลไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ปริมาณการสูญเสียดินเฉลี่ยสูงสุด 2,164.67 กิโลกรัมต่อไร่ รวมการสูญเสียอินทรียวัตถุสะสม 3 ปี 98.087 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นปริมาณไนโตรเจนรวม (Total N) 4.749 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 28)

สรุป วิธีการที่ลดการสูญเสียอินทรียวัตถุ (OM) และไนโตรเจนรวม (Total N) ที่ติดไปกับตะกอนดินต่ำสุดคือ วิธีการที่ 4 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ รองลงมาคือวิธีการที่ 2 ปลูกไม้ผล ใช้แถบหญ้าแฝก(ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 3 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ

ตารางที่ 28 ปริมาณการสูญเสียดินที่คิดเป็นปริมาณธาตุอาหาร ปริมาณไนโตรเจนรวม (Total N) ที่สูญเสียไปกับตะกอนดินสะสม 3 ปี (ปี 2557 2558 และ 2559)

วิธีการ	ปริมาณการสูญเสียดินที่คิดเป็นปริมาณธาตุอาหาร N จากปริมาณตะกอนดินสะสม 3 ปี (ปี 2557 2558 และ 2559)			
	ปริมาณตะกอนดินสะสม 3 ปี (กิโลกรัมต่อไร่)	ปริมาณน้ำฝนสะสม 3 ปี (มิลลิเมตร)	รวมการสูญเสีย OM สะสม 3 ปี (กิโลกรัมต่อไร่)	การสูญเสีย Total N สะสม 3 ปี (กิโลกรัมต่อไร่)
1 ปลูกไม้ผลไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ	2164.67	4,370.1	98.087	4.749
2 ปลูกไม้ผล+แถบหญ้าแฝก	1,279.00	4,370.1	31.316	1.615
3 ปลูกไม้ผล+คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร)	1,185.66	4,370.1	40.341	1.782
4 ปลูกไม้ผล+คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) +แถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา	976.66	4,370.1	29.789	1.392
5 ปลูกไม้ผล+ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น	1,640.67	4,370.1	59.299	2.695
6 ปลูกไม้ผล+คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร)	1,520.67	4,370.1	54.930	2.502

6.2 ปริมาณการสูญเสียดินที่คิดเป็นปริมาณฟอสฟอรัส (P) ที่สูญเสียไปกับตะกอนดิน สะสม 3 ปี (ปี พ.ศ. 2557 2558 และ 2559)

ปริมาณการสูญเสียดินที่คิดเป็นปริมาณฟอสฟอรัส (P) ที่สูญเสียไปกับตะกอนดิน สะสม 3 ปี (ปี พ.ศ. 2557 2558 และ 2559) ปริมาณน้ำฝนสะสม 3 ปี 4,370.1 มิลลิเมตร โดยวิธีการที่ 1 ปลูกไม้ผลไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณการสูญเสียดินเฉลี่ยสูงสุด 2,164.67 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นปริมาณฟอสฟอรัส (P) ที่สูญเสียสะสม 3 ปีสูงสุดคือ 0.329 กิโลกรัมต่อไร่

วิธีการที่มีการสูญเสียดินที่คิดเป็นปริมาณฟอสฟอรัส (P) ที่สูญเสียไปกับตะกอนดิน สะสม 3 ปี ในระดับปานกลางคือ วิธีการที่ 2 ปลูกไม้ผล ใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 3 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 5 ปลูกไม้ผล ใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 6 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณการสูญเสียดินเฉลี่ยคือ 1,279 1,185.66 1,640.67 และ 1,520.67 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นปริมาณฟอสฟอรัส (P) ที่สูญเสียสะสม 3 ปี คือ 0.108 0.101 0.139 และ 0.132 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ

สรุปวิธีการที่มีการสูญเสียดินที่คิดเป็นปริมาณฟอสฟอรัส (P) ที่สูญเสียไปกับตะกอนดิน สะสม 3 ปี ในระดับต่ำคือ วิธีการที่ 4 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณการสูญเสียดินต่ำสุด 976.66 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นปริมาณฟอสฟอรัส (P) ที่สูญเสียสะสม 3 ปี ในระดับต่ำคือ 0.064 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 29)

ตารางที่ 29 ปริมาณการสูญเสียดินที่คิดเป็นปริมาณฟอสฟอรัส (P) ที่สูญเสียไปกับตะกอนดิน ที่สูญเสียไปกับตะกอนดินสะสม 3 ปี (ปี 2557 2558 และ 2559)

วิธีการ	ปริมาณการสูญเสียดินที่คิดเป็นปริมาณธาตุอาหาร P จากปริมาณตะกอนดินสะสม 3 ปี (ปี พ.ศ. 2557 2558 และ 2559)		
	ปริมาณตะกอนดิน สะสม 3 ปี (กิโลกรัมต่อไร่)	ปริมาณน้ำฝน สะสม 3 ปี (มิลลิเมตร)	การสูญเสียฟอสฟอรัส สะสม 3 ปี (กิโลกรัมต่อไร่)
1 ปลูกไม้ผลไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ	2164.67	1,456.66	0.329
2 ปลูกไม้ผล+แถบหญ้าแฝก	1,279	1,456.66	0.108
3 ปลูกไม้ผล+คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร)	1,185.66	1,456.66	0.101
4 ปลูกไม้ผล+คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4เมตร) + แถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา	976.66	1,456.66	0.064
5 ปลูกไม้ผล+ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น	1,640.67	1,456.66	0.139
6 ปลูกไม้ผล+คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร)	1,520.67	1,456.66	0.132

6.3 ปริมาณการสูญเสียดินที่คิดเป็นปริมาณโพแทสเซียม (K) ที่สูญเสียไปกับตะกอนดิน สะสม 3 ปี (ปี 2557 2558 และ 2559)

ปริมาณการสูญเสียดินที่คิดเป็นปริมาณโพแทสเซียม (K) ที่สูญเสียไปกับตะกอนดิน สะสม 3 ปี (ปี 2557 2558 และ 2559) ปริมาณน้ำฝนสะสม 3 ปี 4,370.1 มิลลิเมตร โดยวิธีการที่ 1 ปลูกไม้ผลไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณการสูญเสียดินเฉลี่ยสูงสุด 2,164.67 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นปริมาณโพแทสเซียม (K) ที่สูญเสียสะสม 3 ปีสูงสุดคือ 0.697กิโลกรัมต่อไร่

วิธีการที่มีการสูญเสียดินที่คิดเป็นปริมาณโพแทสเซียม (K) ที่สูญเสียไปกับตะกอนดิน สะสม 3 ปี ในระดับปานกลางคือ วิธีการที่ 5 ปลูกไม้ผล ใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 6 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณการสูญเสียดินเฉลี่ยคือ 1,640.67 และ 1,520.67 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นปริมาณโพแทสเซียม (K) ที่สูญเสียสะสม 3 ปีอยู่ในระดับปานกลางคือ 0.334 และ 0.329 กิโลกรัมต่อไร่

ส่วนวิธีการที่ 4 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณการสูญเสียดินต่ำสุด 976.66 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นปริมาณโพแทสเซียม (K) ที่สูญเสียสะสม 3 ปีต่ำสุดคือ 0.109 กิโลกรัมต่อไร่ และวิธีการที่มีการสูญเสียโพแทสเซียม (K) สูงขึ้นมาคือ วิธีการที่ 2 ปลูกไม้ผล ใช้แถบหญ้าแฝก(ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 3 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ คิดเป็นปริมาณโพแทสเซียม (K) ที่สูญเสียสะสม 3 ปีสูงสุดคือ 0.147 และ 0.142 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 30)

สรุปวิธีการที่มีการสูญเสียดินที่คิดเป็นปริมาณโพแทสเซียม (K) ที่สูญเสียไปกับตะกอนดิน สะสม 3 ปี ในระดับต่ำคือ วิธีการที่ 4 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณการสูญเสียดินต่ำสุด 976.66 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นปริมาณโพแทสเซียม (K) ที่สูญเสียสะสม 3 ปี ในระดับต่ำคือ 0.109 กิโลกรัมต่อไร่

ตารางที่ 30 ปริมาณการสูญเสียดินที่คิดเป็นปริมาณโพแทสเซียม (K) ที่ที่สูญเสียไปกับตะกอนดิน สะสม 3 ปี (ปี 2557 2558 และ 2559)

วิธีการ	ปริมาณการสูญเสียดินที่คิดเป็นปริมาณธาตุอาหาร K จากปริมาณตะกอนดินสะสม 3 ปี (ปี พ.ศ. 2557 2558 และ 2559)		
	ปริมาณตะกอนดิน สะสม 3 ปี (กิโลกรัมต่อไร่)	ปริมาณน้ำฝน สะสม 3 ปี (มิลลิเมตร)	การสูญเสียโพแทสเซียม สะสม 3 ปี (กิโลกรัมต่อไร่)
1 ปลูกไม้ผลไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ	2164.67	1,456.66	0.697
2 ปลูกไม้ผล+แถบหญ้าแฝก	1,279	1,456.66	0.147
3 ปลูกไม้ผล+คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร)	1,185.66	1,456.66	0.142
4 ปลูกไม้ผล+คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4เมตร) +แถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา	976.66	1,456.66	0.109
5 ปลูกไม้ผล+ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น	1,640.67	1,456.66	0.334
6 ปลูกไม้ผล+คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร)	1,520.67	1,456.66	0.329

7. การเจริญเติบโตของไม้ผล (มะคาเดเมีย)

7.1 ความสูงของไม้ผล (มะคาเดเมีย) ก่อนปี พ.ศ. 2557และหลังการทดลองปี พ.ศ. 2557–2559

ความสูงของมะคาเดเมีย ก่อนการทดลองปี พ.ศ. 2557 วัดความสูงจากโคนต้นถึงปลายใบ พบว่า ต้นมะคาเดเมียมีความสูงเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 23.90–26.23 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติความสูงของต้นมะคาเดเมีย (ตารางที่ 31)

หลังการทดลองปี พ.ศ. 2557 วัดความสูงจากโคนต้นถึงปลายใบพบว่าวิธีการที่ 4 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ความสูงต้นมะคาเดเมียเฉลี่ยสูงสุด 46.10 เซนติเมตรรองลงมาคือวิธีการที่ 3 ปลูกไม้ผล ร่วมกับคูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 2 ปลูกไม้ผล ใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ต้นมะคาเดเมียมีความสูงเฉลี่ย 44.03 และ 43.90 เซนติเมตรตามลำดับ และวิธีการที่ 5 ปลูกไม้ผล ใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้นเป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 6 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ต้นมะคาเดเมียมีความสูงเฉลี่ยปานกลาง 42.23 และ 40.93 เซนติเมตรตามลำดับส่วนวิธีการที่ 1 ปลูกไม้ผล ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ต้นมะคาเดเมียมีความสูงเฉลี่ยต่ำสุด 35.10 เซนติเมตร (ตารางที่ 31)

จากการทดลองวิธีการที่ใช้ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ โดยใช้คูรับน้ำขอบเขา ใช้ค่า V.I.4 เมตร ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ส่งผลให้ต้นมะคาเดเมียมีการเจริญเติบด้านความสูงเฉลี่ยสูงสุด เป็นผลมาจากมีปริมาณการสะสมอินทรียวัตถุที่สูง ปริมาณฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่คงเหลืออยู่ในดินระดับสูง ปริมาณการสูญเสียดินอยู่ในระดับที่ต่ำสุด และในช่วงแล้งมีปริมาณน้ำในดินอยู่ในระดับสูง และไม่แตกต่างกับวิธีการใช้ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีการอื่นๆ วิธีการที่ได้ผลดีต่อความสูงของต้นมะคาเดเมียรองลงมาคือ การใช้แถบหญ้าแฝก ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และการใช้คูรับน้ำขอบเขา ใช้ค่า V.I.4 เมตร เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำทั้ง 2 วิธีการดังกล่าวมีปริมาณการสูญเสียดินต่ำ มีปริมาณการสะสมอินทรียวัตถุที่สูง ปริมาณฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่คงเหลืออยู่ในดินระดับสูง อีกทั้งมีปริมาณน้ำในดินอยู่ในระดับที่สูง จึงส่งผลให้ต้นมะคาเดเมียมีการเจริญเติบโตด้านความสูงใกล้เคียงกัน

ความสูงของต้นมะคาเดเมีย หลังการทดลองปี พ.ศ.2558 โดยวัดความสูงจากโคนต้นถึงปลายใบ พบว่าวิธีการที่ 4 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ต้นมะคาเดเมียมีความสูงเฉลี่ยสูงสุด 68.23 เซนติเมตร รองลงมาคือวิธีการที่ 2 ปลูกไม้ผล ใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I. 2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 3 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ต้นมะคาเดเมียมีความสูงเฉลี่ย 65.80 และ 65.63 เซนติเมตรตามลำดับ ในส่วนวิธีการที่ 5 ปลูกไม้ผล ใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ต้นมะคาเดเมียมีความสูงเฉลี่ยปานกลาง 57.10 เซนติเมตร ส่วนวิธีการที่ 6 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 1 ปลูกไม้ผล ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ต้นมะคาเดเมียมีความสูงเฉลี่ยต่ำสุด 55.06 และ 54.70 เซนติเมตร จะเห็นได้ว่าในวิธีที่ใช้คูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและ

น้ำ ใช้ค่า V.I.4 เมตร ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา ส่งผลให้ต้นมะคาเดเมีย มีความสูงเฉลี่ยสูงสุด (ตารางที่ 31)

เป็นผลมาจากมีปริมาณการสะสมอินทรียวัตถุที่สูง ปริมาณฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่คงเหลืออยู่ในดินระดับสูง ปริมาณการสูญเสียดินอยู่ในระดับที่ต่ำสุด อีกทั้งในช่วงแล้งยังมีปริมาณน้ำในดินอยู่ในระดับสูง รองลงมาคือการใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และการใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำทั้ง 2 วิธีการมีปริมาณการสูญเสียดินต่ำ มีปริมาณการสะสมอินทรียวัตถุที่สูง ปริมาณฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่คงเหลืออยู่ในดินระดับสูง อีกทั้งมีปริมาณน้ำในดินอยู่ในระดับที่สูง จึงส่งผลให้ต้นมะคาเดเมียมีการเจริญเติบโตด้านความสูงรองลงมา

ความสูงของต้นมะคาเดเมีย หลังการทดลองปี พ.ศ. 2559 โดยวัดความสูงจากโคนต้นถึงปลายใบ พบว่าวิธีการที่ 4 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ต้นมะคาเดเมียมีความสูงเฉลี่ยสูงสุด 114.33 เซนติเมตร รองลงมาคือวิธีการที่ 2 ปลูกไม้ผล ใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ต้นมะคาเดเมียมีความสูงเฉลี่ย 97.00 เซนติเมตร ส่วนวิธีการที่ 3 ปลูกไม้ผล ใช้ คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 6 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 5 ปลูกไม้ผล ใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้นเป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ต้นมะคาเดเมียมีความสูงเฉลี่ยปานกลาง 87.00 86.33 และ 85.08 เซนติเมตรตามลำดับ ส่วนวิธีการที่ 1 ปลูกไม้ผล ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ต้นมะคาเดเมีย มีความสูงเฉลี่ยต่ำสุด 72.33 เซนติเมตร จะเห็นได้ว่าในวิธีการที่ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขาเป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ส่งผลให้ต้นมะคาเดเมีย มีความสูงเฉลี่ยสูงสุด 114.33 เซนติเมตรตามลำดับ (ตารางที่ 31)

จากการทดลองในวิธีที่มีการใช้วิธีกล (คูรับน้ำขอบเขา) ร่วมกับการปลูกหญ้าแฝกบริเวณสันของคันดิน จะมีประสิทธิภาพในการลดการกร่อนของดิน มีปริมาณการสะสมอินทรียวัตถุที่สูง ปริมาณฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่คงเหลืออยู่ในดินระดับสูง ปริมาณการสูญเสียดินอยู่ในระดับที่ต่ำสุด ในช่วงฤดูแล้งยังมีปริมาณน้ำในดิน อยู่ในระดับที่สามารถรักษาการเจริญเติบโตของพืชได้ดี ส่วนวิธีการใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นแถบพืชอนุรักษ์ดินและน้ำ ในปีแรกที่มีการปลูกหญ้า ต้นของหญ้าแฝกยังเจริญเติบโตไม่เต็มที่ จะส่งผลให้มีการกร่อนของหน้าดินที่สูงอยู่ เมื่อเริ่มเข้าปีที่สองและปีที่สาม ต้นหญ้าแฝกมีการเจริญเติบโตเต็มที่และเป็นแถบที่ชิดกับ จึงจะมีประสิทธิภาพที่ดีในการลดการกร่อนของหน้าดิน จะส่งผลดีต่อการเจริญเติบโตของต้นมะคาเดเมียในด้านความสูง และช่วยดูดซับธาตุอาหารไว้ในแปลงได้มากยิ่งขึ้น ซึ่งจะทำให้การเจริญเติบโตของต้นมะคาเดเมียดีขึ้นตามลำดับ ส่วนวิธีการที่ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) และวิธีการที่ใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้นเป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีประสิทธิภาพที่ดีในการลดการกร่อนของหน้าดินอยู่ในระดับปานกลาง ส่วนวิธีการไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ทำให้มีการกร่อนของหน้าดินสูง การดูดซับธาตุอาหารและการกักเก็บความชื้นจะไม่ดี จึงมีผลทำให้ต้นมะคาเดเมียมีการเจริญเติบโตด้านความสูงต่ำสุด

ตารางที่ 31 ความสูงของไม้ผล (มะคาเดเมีย) ปี พ.ศ. 2557 2558 และ 2559

วิธีการ	ความสูงของต้นมะคาเดเมีย(เซนติเมตร)			
	ก่อนการทดลอง	หลัง ปี 57	หลัง ปี 58	หลัง ปี 59
1 ปลูกไม้ผลไม่มีระบบอนุรักษ์	24.66	[1/]35.10c	[1/]54.70c	[1/]72.33c
2 ปลูกไม้ผล+แถบหญ้าแฝก(ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร)	23.90	43.90ab	65.80ab	97.00ab
3 ปลูกไม้ผล+คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร)	24.03	44.03ab	65.63ab	87.00bc
4 ปลูกไม้ผล+คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4เมตร) +แถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา	23.90	46.10a	68.23a	114.33a
5 ปลูกไม้ผล+ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น	26.23	42.23b	57.10bc	85.08bc
6 ปลูกไม้ผล+คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I. 8 เมตร)	24.53	40.93b	55.06c	86.33bc
F-test	0.4544	0.0000	0.0032	0.0019
C.V. (%)	6.27	3.03	6.23	3.52

หมายเหตุ ค่า F-test $P < 0.01$ หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

$P < 0.05$ หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

$P > 0.05$ หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

[1/] ข้อมูลในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ

7.2 ความกว้างของทรงพุ่ม และเส้นรอบวงของลำต้นมะคาเดเมีย หลังการทดลองปี พ.ศ. 2559

ความกว้างของทรงพุ่มต้นมะคาเดเมีย ก่อนการทดลองปี พ.ศ. 2557 โดยวัดความกว้างของทรงพุ่มจากด้านซ้ายไปด้านขวา วัดส่วนของทรงพุ่มที่กว้างสุด ความกว้างของทรงพุ่มต้นมะคาเดเมียมีค่าอยู่ระหว่าง 14.00-16.00 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 32)

ความกว้างของทรงพุ่มต้นมะคาเดเมีย หลังการทดลองปี พ.ศ. 2557 ความกว้างของทรงพุ่มต้นมะคาเดเมียมีค่าเฉลี่ย 23.00-31.00 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยวิธีการที่ 4 ปลูกไม้ผลใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 2 ปลูกไม้ผล ใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ความกว้างของทรงพุ่มต้นมะคาเดเมียมีแนวโน้มเฉลี่ยสูงสุด 31.00 และ 30.00 เซนติเมตรตามลำดับ รองลงมาคือวิธีการที่ 3 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ความกว้างของทรงพุ่มต้นมะคาเดเมียเฉลี่ย 28.00 เซนติเมตร และวิธีการที่ 6 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 5 ปลูกไม้ผล ใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้นเป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ความกว้างของทรงพุ่มต้นมะคาเดเมียเฉลี่ยปานกลาง 25.00 และ 26.00 เซนติเมตรตามลำดับ ส่วนวิธีการที่ 1 ปลูกไม้ผลไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำความกว้างของทรงพุ่มต้นมะคาเดเมียมีแนวโน้มเฉลี่ยต่ำสุด 23.00 เซนติเมตร (ตารางที่ 32)

จากการทดลองจะเห็นได้ว่าในวิธีการที่ใช้ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ โดยใช้คูรับน้ำขอบเขา ใช้ค่า V.I.4 เมตร ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา และวิธีการใช้แถบหญ้าแฝก ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ จะส่งผลให้ต้นมะคาเดเมียมีการเจริญเติบด้านความกว้างของทรงพุ่มต้นมะคาเดเมีย มีแนวโน้มมีความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ยสูงสุด เป็นผลมาจากมีปริมาณการสะสมอินทรียวัตถุที่สูง ปริมาณฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่คงเหลืออยู่ในดินระดับสูง ปริมาณการสูญเสียดินอยู่ในระดับที่ต่ำสุด และในช่วงแล้งมีปริมาณน้ำที่อยู่ในดินอยู่ในระดับสูง และไม่แตกต่างกับวิธีการใช้ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีการอื่น ๆ

ความกว้างของทรงพุ่มต้นมะคาเดเมีย หลังการทดลองปี พ.ศ. 2558 ความกว้างของทรงพุ่มต้นมะคาเดเมียมีค่าเฉลี่ย 29.00-46.00 เซนติเมตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยวิธีการที่ 4 ปลูกไม้ผลใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 2 ปลูกไม้ผล ใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ความกว้างของทรงพุ่มต้นมะคาเดเมียมีแนวโน้มเฉลี่ยสูงสุด 45.00 และ 46.00 เซนติเมตรตามลำดับ รองลงมาคือวิธีการที่ 3 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ความกว้างของทรงพุ่มต้นมะคาเดเมียเฉลี่ย 40.00 เซนติเมตร และวิธีการที่ 6 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 5 ปลูกไม้ผล ใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้นเป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ความกว้างของทรงพุ่มต้นมะคาเดเมียเฉลี่ยปานกลาง 34.00 และ 33.00 เซนติเมตรตามลำดับ ส่วนวิธีการที่ 1 ปลูกไม้ผล ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำความกว้างของทรงพุ่มต้นมะคาเดเมียมีแนวโน้มเฉลี่ยต่ำสุด 29.00 เซนติเมตร (ตารางที่ 32)

จากการทดลองจะเห็นได้ว่าในวิธีที่ใช้ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ โดยใช้คูรับน้ำขอบเขา ใช้ค่า V.I.4 เมตร ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และการใช้แถบหญ้าแฝก ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ จะส่งผลให้ต้นมะคาเดเมียมีการเจริญเติบด้านความความกว้างของทรงพุ่มเฉลี่ยสูงสุด เป็นผลมาจากมีปริมาณการสะสมอินทรียวัตถุที่สูง ปริมาณฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่คงเหลืออยู่ในดินระดับสูง ปริมาณการสูญเสียดินอยู่ในระดับที่ต่ำสุด และในช่วงแล้งมีปริมาณน้ำในดินที่อยู่ในระดับที่สูง และไม่แตกต่างกับวิธีการใช้ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำด้วยวิธีการใช้คูรับน้ำขอบเขา ใช้ค่า V.I.4 เมตร และมีความความกว้างของทรงพุ่มเฉลี่ยสูงกว่าวิธีการไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง เป็นผลมาจากมีปริมาณการสะสมอินทรียวัตถุที่สูง ปริมาณฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่คงเหลืออยู่ในดินระดับสูง ปริมาณการสูญเสียดินอยู่ในระดับที่ต่ำสุด อีกทั้งในช่วงแล้งยังมีปริมาณน้ำในดินอยู่ในระดับสูง จึงส่งผลให้ต้นมะคาเดเมียมีการเจริญเติบโตด้านความกว้างของทรงพุ่มเฉลี่ยสูงสุด

ความกว้างของทรงพุ่มต้นมะคาเดเมีย หลังการทดลองปี พ.ศ. 2559 ความกว้างของทรงพุ่มต้นมะคาเดเมียมีค่าเฉลี่ย 35.00-63.33 เซนติเมตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยวิธีการที่ 4 ปลูกไม้ผลใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 2 ปลูกไม้ผล ใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ความกว้างของทรงพุ่มต้นมะคาเดเมียเฉลี่ยสูงสุด 63.33 และ 59.00 เซนติเมตรตามลำดับ รองลงมาคือวิธีการที่ 3 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร)

เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ความกว้างของทรงพุ่มต้นมะคาเดเมียเฉลี่ย 51.00 เซนติเมตร ส่วนวิธีการที่ 6 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 5 ปลูกไม้ผล ใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้นเป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ความกว้างของทรงพุ่มต้นมะคาเดเมียเฉลี่ยปานกลาง 45.66 และ 45.00 เซนติเมตรตามลำดับ ส่วนวิธีการที่ 1 ปลูกไม้ผลไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำความกว้างของทรงพุ่มต้นมะคาเดเมียเฉลี่ยต่ำสุด 35.00 เซนติเมตร (ตารางที่ 32)

จะเห็นได้ว่าในวิธีการที่ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขาเป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ส่งผลให้ต้นมะคาเดเมียมีความกว้างของทรงพุ่มเฉลี่ยสูงสุด (63.33 และ 59.00 เซนติเมตร) จากการทดลองในวิธีที่มีการใช้วิธีกล (คูรับน้ำขอบเขา) ร่วมกับการปลูกหญ้าแฝกบริเวณสันของคันดิน และวิธีการใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำจะมีประสิทธิภาพในการลดการกร่อนของดิน มีปริมาณการสะสมอินทรียวัตถุที่สูง ปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่คงเหลืออยู่ในดินระดับสูง ปริมาณการสูญเสียดินอยู่ในระดับที่ต่ำ ในช่วงฤดูแล้งยังมีปริมาณน้ำในดินอยู่ในระดับที่สามารถรักษาการเจริญเติบโตของพืชได้ดี การใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ในปีแรกที่มีการปลูกหญ้า การเจริญเติบโตของหญ้าแฝกยังไม่เต็มแถบ จะส่งผลให้มีการกร่อนของหน้าดินที่สูงอยู่ แต่เมื่อเริ่มเข้าปีที่สองและปีที่สามต้นหญ้าแฝก มีการแตกหน่อ และมีการเจริญเติบโตเต็มที่ รากหยั่งลึกลงไปในดินและเป็นแถบที่ชิดกันจึงมีประสิทธิภาพที่ดีในการลดการกร่อนของหน้าดิน จึงส่งผลดีต่อการกักเก็บความชื้นและปริมาณน้ำในดิน และช่วยดูดซับธาตุอาหารไว้ในแปลงได้มากยิ่งขึ้น ซึ่งจะทำให้การเจริญเติบโตของต้นมะคาเดเมียด้านทรงพุ่มที่ดีขึ้นตามลำดับ ส่วนวิธีการที่ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้นเป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำมีประสิทธิภาพที่ดีในการลดการกร่อนของหน้าดินอยู่ในระดับปานกลาง ส่วนวิธีการไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ทำให้มีการกร่อนของหน้าดินสูง การดูดซับธาตุอาหารและการกักเก็บความชื้นและปริมาณน้ำในดินได้ไม่ดี จึงมีผลทำให้ต้นมะคาเดเมียมีการเจริญเติบโตด้านความกว้างของทรงพุ่มต่ำสุด

ตารางที่ 32 ความกว้างของทรงพุ่มของมะคาเดเมีย ก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง ปี 2557 2558 และ 2559

วิธีการ	ความกว้างทรงพุ่มของมะคาเดเมีย (เซนติเมตร)			
	ก่อนการทดลอง	ปี 2557	ปี 2558	ปี 2559
1 ปลูกไม้ผลไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ	15.00	23.00	1/29.00c	1/35.00d
2 ปลูกไม้ผล+แถบหญ้าแฝก	16.00	30.00	45.00a	59.00a
3 ปลูกไม้ผล+คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร)	14.00	28.00	40.00ab	51.00b
4 ปลูกไม้ผล+คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่าV.I.4 เมตร) + แถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา	15.00	31.00	46.00a	63.33a
5 ปลูกไม้ผล+ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น	16.00	26.00	34.00bc	45.00c
6 ปลูกไม้ผล+คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I. 8 เมตร)	16.00	25.00	33.00bc	45.66c
F-test	0.8270	0.3600	0.0223	0.0000
C.V. (%)	14.29	17.52	15.08	3.38

หมายเหตุ ค่า F-test $P < 0.01$ หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

$P < 0.05$ หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

$P > 0.05$ หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

1/ ข้อมูลในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ

7.3 เส้นรอบวงของลำต้นไม้ผล (มะคาเดเมีย) หลังสิ้นสุดการทดลองปี พ.ศ. 2559

เส้นรอบวงของลำต้นมะคาเดเมีย ก่อนการทดลองปี พ.ศ. 2557 วัดเส้นรอบวงของลำต้นที่สูงจากพื้นดิน 20 เซนติเมตร เส้นรอบวงของลำต้นมะคาเดเมียมีค่าอยู่ระหว่าง 1.18-1.29 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 33)

เส้นรอบวงของลำต้นมะคาเดเมีย หลังการทดลองปี พ.ศ. 2557 มีค่าอยู่ระหว่าง 2.13-2.23 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยวิธีการที่ 1 ปลูกไม้ผลไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 2 ปลูกไม้ผล ใช้แถบหญ้าแฝก(ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 3 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 4 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 5 ปลูกไม้ผล ใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 6 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ เส้นรอบวงของลำต้นมะคาเดเมียมีแนวโน้มเฉลี่ยใกล้เคียงกัน 2.13 2.17 2.18 2.16 2.20 และ 2.23 เซนติเมตรตามลำดับ (ตารางที่ 33)

เส้นรอบวงของลำต้นมะคาเดเมีย เริ่มมีการเจริญเติบโตที่ใกล้เคียงกัน ยังไม่แตกต่างกันมากนัก การปลูกมะคาเดเมียโดยใช้วิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำทั้งวิธีกล วิธีพืช และวิธีกลร่วมกับวิธีพืช ไม่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตทางด้านเส้นรอบวงของลำต้นมะคาเดเมีย

เส้นรอบวงของลำต้นมะคาเดเมีย หลังการทดลองปี พ.ศ. 2558 มีค่าอยู่ระหว่าง 2.63-3.12 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยวิธีการที่ 2 ปลูกไม้ผล ใช้แถบหญ้าแฝก(ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 4 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ เส้นรอบวงของลำต้นมะคาเดเมียมีแนวโน้มเฉลี่ยสูงสุด 3.12 และ 3.11 เซนติเมตรตามลำดับ ในส่วนวิธีการที่ 3 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 5 ปลูกไม้ผล ใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 6 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ เส้นรอบวงของลำต้นมะคาเดเมียมีแนวโน้มเฉลี่ยใกล้เคียงกัน 2.82 2.73 และ 2.92 เซนติเมตรตามลำดับ ส่วนวิธีการที่ 1 ปลูกไม้ผลไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ เส้นรอบวงของลำต้นมะคาเดเมียมีแนวโน้มเฉลี่ยต่ำสุด 2.63 เซนติเมตร (ตารางที่ 33)

เส้นรอบวงของลำต้นมะคาเดเมีย ในปีที่ 2 ของการทดลอง มีการเจริญเติบโตของเส้นรอบวงเพิ่มมากขึ้น จากการทดลองวิธีการใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) และวิธีการใช้วิธีกล (คูรับน้ำขอบเขา) ร่วมกับการปลูกหญ้าแฝกบริเวณสันของคันดิน เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีแนวโน้มทำให้การเจริญเติบโตของเส้นรอบวงเฉลี่ยสูงสุด (3.12 และ 3.11 เซนติเมตร) ในวิธีที่มีการใช้วิธีกล (คูรับน้ำขอบเขา) ร่วมกับการปลูกหญ้าแฝกบริเวณสันของคันดิน และวิธีการใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ จะมีประสิทธิภาพในการลดการกร่อนของดิน มีปริมาณการสะสมอินทรียวัตถุที่สูง ปริมาณฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่คงเหลืออยู่ในดินระดับสูง ปริมาณการสูญเสียดินอยู่ในระดับที่ต่ำ ในช่วงฤดูแล้งยังมีปริมาณน้ำในดิน (มิลลิเมตรน้ำ) อยู่ในระดับที่สามารถรักษาการเจริญเติบโตของพืชได้ดี การใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ในปีที่ 2 ของการทดลอง หญ้าแฝกมีการแตกหน่อและมีการเจริญเติบโตเต็มที่และเป็นแถบที่ชิดกัน จึงมีประสิทธิภาพที่ดีในการลดการกร่อนของหน้าดิน จึงส่งผลดีต่อการกักเก็บความชื้นและปริมาณน้ำในดิน และช่วยดูดซับธาตุอาหารไว้ในแปลงได้มากยิ่งขึ้น ซึ่งจะทำให้การเจริญเติบโตของต้นมะคาเดเมีย ด้านเส้นรอบวงของลำต้นมะคาเดเมียมีแนวโน้มสูงขึ้น ส่วนวิธีการที่ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้นเป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีประสิทธิภาพที่ดีในการลดการกร่อนของหน้าดินอยู่ในระดับปานกลาง ส่วนวิธีการไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ทำให้มีการกร่อนของหน้าดินสูง การดูดซับธาตุอาหารและการกักเก็บความชื้นจะไม่ดี จึงมีผลทำให้ต้นมะคาเดเมียมีการเจริญเติบโตเส้นรอบวงของลำต้น มะคาเดเมียมีแนวโน้มเฉลี่ยต่ำสุด

เส้นรอบวงของลำต้นมะคาเดเมีย หลังการทดลองปี พ.ศ. 2559 มีค่าอยู่ระหว่าง 2.93-5.00 เซนติเมตร มีความแตกอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยวิธีการที่ 4 ปลูกไม้ผลใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ เส้นรอบวงของลำต้นเฉลี่ยสูงสุด 5.00 เซนติเมตร รองลงมาคือวิธีการที่ 2 ปลูกไม้ผล ใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ เส้นรอบวงของลำต้นเฉลี่ย 4.43 เซนติเมตร และวิธีการที่ 3 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 6 ปลูกไม้ผล ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดิน และน้ำ เส้นรอบวงของลำต้นเฉลี่ย 4.10 และ 3.96 เซนติเมตรตามลำดับ และวิธีการที่ 5 ปลูกไม้ผล ใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้นเป็นระบบ

อนุรักษ์ดินและน้ำ เส้นรอบวงของลำต้นเฉลี่ย 3.53 เซนติเมตร ส่วนวิธีการที่ 1 ปลูกไม้ผลไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ เส้นรอบวงของลำต้นเฉลี่ยต่ำสุด 2.93 เซนติเมตร (ตารางที่ 33)

เส้นรอบวงของลำต้นมะคาเดเมีย ในปีที่ 3 ของการทดลอง ปี 2559 พบว่าวิธีการใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) ร่วมกับการปลูกหญ้าแฝกบริเวณสันของคันดิน จะมีประสิทธิภาพในการลดการกร่อนของดิน มีปริมาณการสะสมอินทรียวัตถุที่สูง ปริมาณฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่คงเหลืออยู่ในดินระดับสูง ปริมาณการสูญเสียดินอยู่ในระดับที่ต่ำ ในช่วงฤดูแล้งยังมีปริมาณน้ำในดินอยู่ในระดับสูง สามารถรักษาการเจริญเติบโตของพืชได้เป็นอย่างดี จึงส่งผลให้เส้นรอบวงของลำต้นมะคาเดเมียสูงสุด (5.00 เซนติเมตร) รองลงมาคือการใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นแถบพืชอนุรักษ์ดินและน้ำ ในปีที่ 3 ของการทดลอง ต้นหญ้าแฝกมีการแตกหน่อ และมีการเจริญเติบโตเต็มที่และเต็มแถบ จึงมีประสิทธิภาพที่ดีในการลดการกร่อนของหน้าดิน ซึ่งจะส่งผลดีต่อการกักเก็บความชื้นในดิน และช่วยดูดซับธาตุอาหารไว้ในแปลงได้มากยิ่งขึ้น ส่งผลให้การเจริญเติบโตของต้น มะคาเดเมียด้านเส้นรอบวงของลำต้นเจริญเติบโตรองลงมา (4.43 เซนติเมตร) ส่วนวิธีการที่ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.8 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ใช้ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้นเป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีประสิทธิภาพที่ดีในการลดการกร่อนของหน้าดินอยู่ในระดับปานกลาง ส่วนวิธีการไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ทำให้มีการกร่อนของหน้าดินสูง การดูดซับธาตุอาหารและการกักเก็บความชื้นจะไม่ดี จึงมีผลทำให้ต้นมะคาเดเมียมีการเจริญเติบโตด้านเส้นรอบวงของลำต้นเฉลี่ยต่ำสุด (2.93 เซนติเมตร)

ตารางที่ 33 เส้นรอบวงของลำต้นมะคาเดเมีย ก่อนการทดลอง ปี พ.ศ.2556 และหลังการทดลอง ปี พ.ศ. 2557 2558 และ 2559

วิธีการ	เส้นรอบวงของลำต้นมะคาเดเมีย (เซนติเมตร)			
	ปี 2556	ปี 2557	ปี 2558	ปี 2559
1 ปลูกไม้ผลไม่มีระบบอนุรักษ์	1.18	2.13	2.63	[1/] 2.93d
2 ปลูกไม้ผล+แถบหญ้าแฝก	1.20	2.17	3.12	4.43ab
3 ปลูกไม้ผล+คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร)	1.22	2.18	2.82	4.10bc
4 ปลูกไม้ผล+คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) +แถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา	1.23	2.16	3.11	5.00a
5 ปลูกไม้ผล+ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น	1.29	2.20	2.73	3.53cd
6 ปลูกไม้ผล+คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I. 8 เมตร)	1.26	2.23	2.92	3.96bc
F-test	0.9733	0.9995	0.6135	0.0000
C.V. (%)	14.27	16.05	13.98	6.59

หมายเหตุ ค่า F-test $P < 0.01$ หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

$P < 0.05$ หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

$P > 0.05$ หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

[1/] ข้อมูลในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ

8. ปริมาณน้ำฝน ปี พ.ศ. 2557–2559

ปริมาณน้ำฝนรวม เก็บข้อมูลปริมาณน้ำฝนในแต่ละวันจากเครื่องวัดฝนแบบ Non-Recording Rain gage แบบ Cylinder Type ที่ติดตั้งไว้บริเวณแปลงทดลอง ในปี พ.ศ. 2557 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,565.1 มิลลิเมตร ฝนเริ่มตกตั้งแต่เดือน มกราคม สิ้นสุดเดือน ธันวาคม มีปริมาณน้ำฝนเพียงพอสำหรับการเจริญเติบโตของไม้ผล (มะคาเดเมีย) และหญ้าแฝกในช่วงแล้งเดือน มกราคม-กุมภาพันธ์ จะมีปริมาณน้ำฝนเพียงเล็กน้อย แต่มีความชื้นในดินที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของต้นมะคาเดเมีย

ในปี พ.ศ. 2558 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,170 มิลลิเมตรฝนเริ่มตก ตั้งแต่เดือน พฤษภาคม สิ้นสุดเดือน ธันวาคม ในช่วงแล้งเดือน มกราคม-เมษายน ไม่มีปริมาณน้ำฝน แต่ยังพอมีความชื้นในดินอยู่บ้าง ทำให้ต้นมะคาเดเมียสามารถเจริญเติบโตอยู่ได้ ในปี พ.ศ. 2558 เป็นปีที่ประเทศไทยมีอากาศร้อนจัด ทั้งในช่วงกลางวันและกลางคืน ซึ่งจะมีผลกระทบโดยตรงต่อต้นมะคาเดเมีย จะทำให้ต้นมะคาเดเมียเจริญเติบโตได้ช้าลง จะมีปริมาณน้ำฝนที่ตกมากในเดือน กรกฎาคม–สิงหาคม และหยุดตกในเดือนธันวาคม แต่มีปริมาณน้ำฝนที่ลดลง

ในปี พ.ศ. 2559 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,635 มิลลิเมตรฝนเริ่มตกในเดือน พฤษภาคม สิ้นสุดเดือน พฤศจิกายน มีปริมาณน้ำฝนเพียงพอสำหรับการเจริญเติบโตของไม้ผล (มะคาเดเมีย) และหญ้าแฝก ในช่วงแล้งเดือน มกราคม-เมษายน ไม่มีปริมาณน้ำฝน แต่มีความชื้นในดินที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของต้นมะคาเดเมีย (ตารางที่ 34)

ตารางที่ 34 ปริมาณน้ำฝนปี พ.ศ. 2557 2558 และ 2559

เดือน	ปริมาณน้ำฝน ปี 2557 (มิลลิเมตร)	ปริมาณน้ำฝน ปี 2558 (มิลลิเมตร)	ปริมาณน้ำฝน ปี 2559 (มิลลิเมตร)	ปริมาณน้ำฝน เฉลี่ย 3 ปี (มิลลิเมตร)
มกราคม	0.5	-	-	0.16
กุมภาพันธ์	6.5	-	-	2.16
มีนาคม	32	-	-	10.66
เมษายน	51.1	-	-	17.03
พฤษภาคม	176	95	173	148
มิถุนายน	442	155	294	297
กรกฎาคม	281	360	355	332
สิงหาคม	334	255	288	292.33
กันยายน	102	125	245	157.33
ตุลาคม	11	125	195	110.33
พฤศจิกายน	24	30	85	46.33
ธันวาคม	105	25		43.33
รวม	1,565.1	1,170	1,635	1,456.66

สภาพภูมิอากาศและสมดุลน้ำ เฉลี่ย 3 ปี (พ.ศ. 2557-2559)

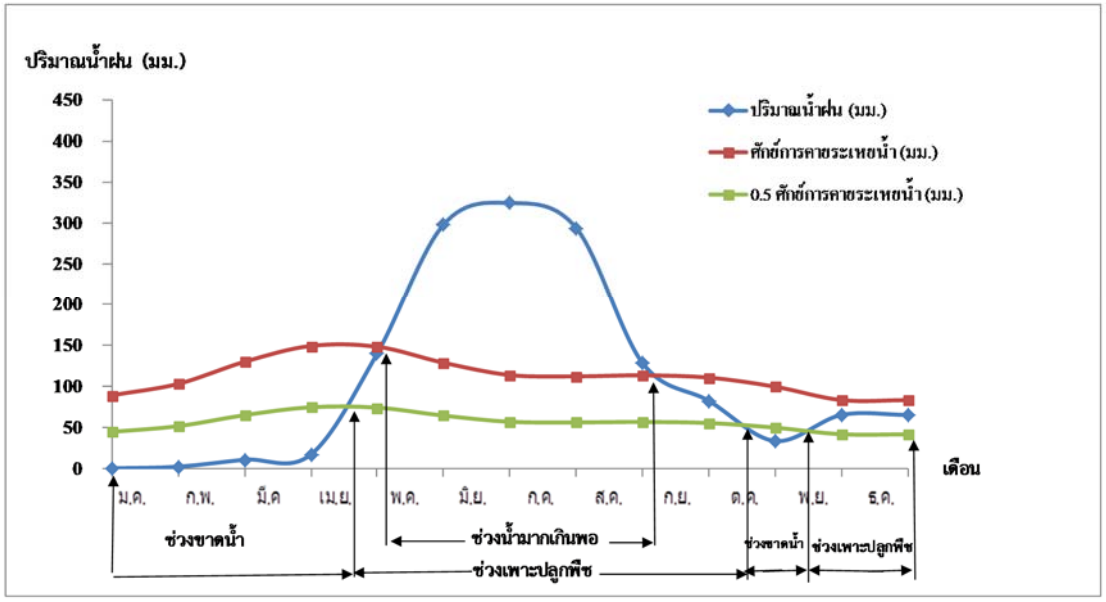
1) สภาพภูมิอากาศ

จากสถิติภูมิอากาศ ณ สถานีตรวจวัดอากาศดอยแม่สลอง เฉลี่ย 3 ปี (พ.ศ. 2557-2559) พื้นที่ดอยแม่สลอง จังหวัดเชียงราย จัดอยู่ในเขตภูมิอากาศแบบทุ่งหญ้าสะวันนา (Tropical savannah : Aw) ตามระบบการจำแนกภูมิอากาศของ Köppen โดยมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 3 ปี 1,456.66 มิลลิเมตร ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดปี 76.33 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิเฉลี่ยทั้งปี 25.10 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 31.38 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 20.48 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 35) สามารถแบ่งลักษณะภูมิอากาศออกเป็น 3 ฤดูกาล ได้แก่

ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่เดือน พฤษภาคม ถึง กลางเดือน ตุลาคม ระยะนี้เป็นช่วงที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ เดือนที่มีฝนตกหนักมากที่สุด คือ เดือน กรกฎาคม ปริมาณฝนเฉลี่ย 332 มิลลิเมตร เนื่องจากได้รับอิทธิพลจากพายุดีเปรสชั่นที่พัดเข้ามาในช่วงดังกล่าว

ฤดูหนาว เริ่มตั้งแต่เดือน พฤศจิกายน ถึงเดือน กุมภาพันธ์ ระยะนี้เป็นช่วงที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งเป็นลมหนาว และแห้งแล้ง เดือน มกราคม เป็นเดือนที่มีอุณหภูมิต่ำสุด 14.5 องศาเซลเซียส

ฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่เดือน มีนาคม ถึงเดือน เมษายน ระยะนี้จะได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ อุณหภูมิเฉลี่ยโดยทั่วไปจะสูงขึ้น ทำให้มีสภาพอากาศร้อนกว่าปกติ และจะร้อนมากที่สุดในเดือน เมษายน โดยมีอุณหภูมิสูงสุด 34.5 องศาเซลเซียส ทั้งนี้ อาจจะมีพายุโซนร้อนเกิดขึ้น เนื่องจากอากาศเย็นจากประเทศจีน เคลื่อนตัวลงมาเป็นครั้งคราว ทำให้เกิดปะทะกับอากาศร้อนเขตท้องถิ่น เกิดเป็นแนวปะทะอากาศเย็น ทำให้มีพายุฝนฟ้าคะนองเกิดขึ้น แต่มีฝนตกไม่นาน



ภาพที่ 1 สมดุลน้ำเพื่อการเกษตร ดอยแม่สลอง จังหวัดเชียงราย (พ.ศ. 2557 – 2559)

ตารางที่ 35 สถิติภูมิอากาศ ณ สถานีตรวจวัดอากาศดอยแม่สลอง จังหวัดเชียงราย เฉลี่ย 3 ปี (ปี พ.ศ. 2557 2558 และ 2559)

									Eto(mm/m)	eff.R
เดือน	อุณหภูมิ (°ซ)			ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	จำนวนวันที่ฝน (วัน)	ความเร็วลม (กม./วัน)	ปริมาณแสง (ชม./วัน)	การระเหยและการคาย (มม.) *	ปริมาณฝนใช้การ (มม.) *
	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย							
ม.ค.	14.50	28.10	20.30	75	0.16	3	64.33	7.90	88.97	0.20
ก.พ.	15.40	31.20	22.40	68	2.16	2	69.28	8.84	102.76	2.20
มี.ค.	18.10	33.10	24.80	66	10.66	5	79.17	7.61	129.58	10.50
เม.ย.	21.70	34.50	27.40	68	17.03	12	98.97	8.16	148.80	16.50
พ.ค.	23.50	33.70	27.80	75	148.00	17	98.97	7.24	147.87	108.50
มิ.ย.	24.30	32.70	27.70	78	297.00	19	103.92	5.63	128.40	154.80
ก.ค.	24.10	31.30	27.00	83	332.00	24	94.02	4.10	113.46	157.40
ส.ค.	24.00	31.10	26.80	84	292.33	24	89.07	4.38	111.91	154.40
ก.ย.	23.60	31.70	26.80	83	157.33	19	74.23	5.64	113.10	101.80
ต.ค.	22.10	31.10	25.80	81	110.33	13	74.23	6.45	110.36	71.30
พ.ย.	18.90	30.20	23.70	78	46.33	5	69.28	7.90	99.30	31.60
ธ.ค.	15.50	27.90	20.70	77	43.33	3	59.38	7.04	83.08	58.20
เฉลี่ย	**20.48**	**31.38**	**25.10**	**76.33**	-	-	**81.24**	**6.74**		
รวม	-	-	-	-	**1,456.66**	**146**	-	-	**1,377.59**	**867.40**

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา (2560)

หมายเหตุ : * คำนวณจากโปรแกรม CropWat4 Windows Ver 4.3

2) สมดุลน้ำ

จากตัวเลขสถิติข้อมูลสภาพภูมิอากาศ เฉลี่ยในรอบ 3 ปี (พ.ศ. 2557-2559) ของดอยแม่สลอง จังหวัดเชียงราย (ตารางที่ 35) เมื่อนำค่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย ค่าศักย์การคายระเหยน้ำ และ 0.5 ของค่าศักย์การคายระเหยน้ำ มาวิเคราะห์สภาพสมดุลของน้ำเพื่อการเกษตร (ภาพที่ 1) สรุปได้ดังนี้

1) ช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกพืช อยู่ในช่วงกลางเดือนปลายเดือนเมษายน ถึงกลางเดือน ตุลาคม เป็นช่วงที่มีค่าปริมาณน้ำฝนสูงกว่า 0.5 ของค่าศักย์การคายระเหยน้ำ ดินมีความชื้นพอเหมาะต่อการเพาะปลูก ดินอุ้มน้ำได้เต็มที่ ซึ่งแม้จะมีฝนตกน้อยแต่ในดินยังมีความชื้นสะสมอยู่มากพอที่พืชจะนำไปใช้ประโยชน์ได้ จึงคาดคะเนได้ว่า ในช่วงนี้เป็นช่วงที่เหมาะสมสำหรับการปลูกพืชโดยอาศัยน้ำฝน

2) ช่วงระยะเวลาที่มีน้ำมากเกินพอ อยู่ในช่วงตั้งแต่ต้นเดือน พฤษภาคม ถึงต้นเดือน กันยายน เป็นช่วงที่มีค่าปริมาณน้ำฝนสูงกว่าค่าศักย์การคายระเหยน้ำ

3) ช่วงระยะเวลาที่ไม่เหมาะสมต่อการเพาะปลูก ในช่วงกลางเดือน ตุลาคม ถึงปลายเดือน เมษายน เป็นช่วงขาดน้ำ เนื่องจากปริมาณน้ำฝน และการกระจายของฝนน้อย มีค่าปริมาณน้ำฝนต่ำกว่า 0.5 ของค่าศักย์การคายระเหยน้ำ ปริมาณน้ำฝนไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืช การเพาะปลูกพืชควรระมัดระวัง และจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องหาแหล่งน้ำสำรองไว้ใช้ เช่น บ่อน้ำในไร่นา เป็นต้น

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษามาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำในแปลงปลูกมะคาเดเมียที่มีผลต่อการสูญเสียดินและความชื้นของดินบนพื้นที่สูงในเขตพัฒนาที่ดินลุ่มน้ำแม่จัน พื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน ลักษณะดินง่ายต่อการถูกชะล้างพังทลาย เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม โดยเฉพาะพื้นที่เนินเขาที่มีความลาดชัน 20-35 เปอร์เซ็นต์ ที่ใช้ในการการปลูกไม้ผลบนพื้นที่สูง ซึ่งจะมีการชะล้างพังทลายของหน้าดินสูงในระยะแรกของการปลูกไม้ผล งานวิจัยในด้านการอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่ลาดชัน 25 เปอร์เซ็นต์ เพื่อใช้เป็นตัวแทนของพื้นที่ ให้เกษตรกรและนักวิจัย ได้รับทราบถึงมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสมในพื้นที่ดอยแม่สลอง ตำบลแม่สลองนอก อำเภอแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย สรุปได้ดังนี้

มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของไม้ผลบนพื้นที่สูงคือ การปลูกไม้ผล (มะคาเดเมีย) ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) ร่วมกับการปลูกหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ทำให้สมบัติทางกายภาพของดินดีขึ้น โดยค่าความหนาแน่นรวมของดินลดลงต่ำสุด ความพรุนรวมของดินมีค่าเพิ่มขึ้นสูงสุด ปริมาณน้ำในดินมีค่าเพิ่มสูงขึ้น และทำให้สมบัติทางเคมีของดินดีขึ้น ปริมาณอินทรียวัตถุในดินเพิ่มขึ้นสูงสุด ปริมาณฟอสฟอรัสในดินมีค่าเพิ่มสูงขึ้น ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินมีค่าเพิ่มสูงขึ้น ปริมาณธาตุโพแทสเซียมในดินมีค่าเพิ่มขึ้นสูงสุด มีปริมาณการสูญเสียดินต่ำสุด สามารถลดปริมาณตะกอนดินได้ 54.87 เปอร์เซ็นต์ของตะกอนดินในวิธีไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ การสูญเสียธาตุอาหารที่ติดไปกับตะกอนดิน การปลูกไม้ผล (มะคาเดเมีย) ใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) ร่วมกับการปลูกหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำมีการสูญเสียธาตุไนโตรเจนต่ำสุด มีการสูญเสียธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำสุด และมีการสูญเสียธาตุโพแทสเซียมที่สกัดได้ต่ำสุด

การเจริญเติบโตของต้นมะคาเดเมีย วิธีการใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) ร่วมกับการปลูกหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ส่งผลให้ต้นมะคาเดเมียมีความสูงเฉลี่ยสูงสุด 114.33 เซนติเมตร ความกว้างของทรงพุ่มมะคาเดเมียเฉลี่ยสูงสุด 63.33 เซนติเมตร เส้นรอบวงของลำต้นมะคาเดเมียเฉลี่ยสูงสุด 5.00 เซนติเมตร สูงกว่าวิธีการที่ 1 ปลูกไม้ผลไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (2.93 เซนติเมตร) วิธีการที่เหมาะสมที่จะใช้เป็นมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ เพื่อการปลูกไม้ผลบนพื้นที่สูง และช่วยลดการชะล้างพังทลายของดินได้ดีที่สุดคือ วิธีการใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.4 เมตร) ร่วมกับการปลูกหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ รองลงมาคือวิธีการที่ 2 ปลูกไม้ผล ใช้แถบหญ้าแฝก(ใช้ค่า V.I.2.5 เมตร) เป็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ

ข้อเสนอแนะ

1. ควรให้ความรู้แก่เกษตรกรด้านระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ เพื่อให้เกษตรกรตระหนักถึงการอนุรักษ์ทรัพยากรดินและน้ำอย่างยั่งยืน

2. ให้มีการส่งเสริมการใช้ ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำด้วยวิธีกลร่วมกับการใช้แถบหญ้าแฝกเป็นมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ ในพื้นที่สูงให้มากขึ้น

3. งานจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ของกรมพัฒนาที่ดิน ในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน ควรให้ความสำคัญกับการอนุรักษ์ดินและน้ำ ด้วยวิธีกลร่วมกับวิธีพืชให้มากขึ้น เพราะปัจจุบันมุ่งแต่จะใช้เฉพาะวิธีกลเท่านั้น

4. ควรมีการบูรณาการงานด้านอนุรักษ์ดินและน้ำ กับส่วนราชการอื่นๆ และเอกชน

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ทราบถึงมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสมกับการปลูกไม้ผลบนพื้นที่สูง

2. ทราบถึงข้อมูลอุทกวิทยาลุ่มน้ำ เพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหาดินถล่ม และวิธีการลดการสูญเสียดิน

3. ทราบถึงผลของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสมกับการปลูกไม้ผลที่มีต่อการกร่อนของดิน

4. เพื่อใช้เป็นแนวทางในการส่งเสริมการปลูกไม้ผลบนพื้นที่สูง โดยการใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ V.I.4 เมตร) ร่วมกับการปลูกหญ้าแฝกบริเวณสันคันดินด้านนอก หรือการใช้แถบหญ้าแฝกเป็นแถบพืชอนุรักษ์ดินและน้ำ

5. เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการศึกษาและวิจัยให้กับนักวิชาการของกรมพัฒนาที่ดิน และส่วนราชการอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องต่อไป

6. เพื่อใช้เป็นแปลงตัวอย่างให้กับเกษตรกร ที่มีต้องการปลูกไม้ผลบนพื้นที่สูง

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. ไม่ระบุปีที่พิมพ์. **การป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน.** กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. หน้า 124-125.

_____.. 2534. **คู่มือเจ้าหน้าที่ เรื่อง การอนุรักษ์ดินและน้ำ**. ฝ่ายพัฒนาบุคคล, กองการเจ้าหน้าที่, กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. หน้า 60-65.

_____. 2546. **40 ปี ของการอนุรักษ์ดินและน้ำให้กับผืนแผ่นดิน.** กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.กันยายน 2546. 94 หน้า.

_____. 2547. คู่มือปฏิบัติงานการทำแปลงวิจัย**. การจัดการดินที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวโพดตามกลุ่มชุดดิน.** กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

_____. 2552. **พระราชบัญญัติพัฒนาที่ดิน 2551**. [เข้าถึงได้] แหล่งข้อมูล http://www.ldd.go.th /ACT/law2551.pdf (วันที่ 1 ธันวาคม 2560)

_____. 2553.**คู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐ เรื่อง การอนุรักษ์ดินและน้ำในเขตพัฒนาที่ดิน.** กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 19.

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2560. **สถิติภูมิอากาศ พ.ศ. 2557-2559.** กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, กรุงเทพฯ.

กลุ่มกายภาพดิน. 2537. **คู่มือปฏิบัติการการวิเคราะห์ดินทางกายภาพ**. กองวิเคราะห์ดิน. กรมพัฒนาที่ดิน.กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 34 หน้า.

เกษม จันทร์แก้ว และ สมัคคี บุณญธวัฒน์. 2522. **ความชื้นในดินในป่าดิบแล้งที่ถูกแผ้วถาง บริเวณสถานีวิจัยสะแกราช.** รายงานวนศาสตร์วิจัย เล่มที่ 65. คณะวนศาสตร์, มหาวิทาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2536. **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น.** ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 720 น.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา.2541. **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น.**ภาควิชาปฐพีวิทยา. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 10. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. หน้า 186–199 และหน้า 241–255.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548. **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น.**ภาควิชาปฐพีวิทยา. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 10 สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 547 หน้า.

จินตนา มานพพงศ์ สำราญ สมบัติพานิช พิพัฒน์ ไทยกล้า และ เกรียง มีทองคำ. 2534. **ผลของการสูญเสียหน้าดินชุดต่างๆ ต่อผลผลิตพืชเศรษฐกิจบางชนิด**. *ใน*. รายงานวิชาการ กองอนุรักษ์ดินและน้ำ ฉบับคัดย่อ ปี พ.ศ. 2520-2532. กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 20.

ไชยสิทธิ์ เอนกสัมพันธ์. 2531. **สาเหตุและวิธีป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน.***ใน*. การอนุรักษ์ดินและน้ำ. ฝ่ายเผยแพร่และประชาสัมพันธ์ สำนักงานเลขานุการกรม กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. หน้า 17-25.

นคร สืบแสน และสุนีย์รัตน์ โลหะโชติ. 2554. **การปลูกชาร่วมกับมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำบนพื้นที่สูง.** สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 7 กรมพัฒนาที่ดิน, น่าน. 40 หน้า.

ถนอม คลอดเพ็ง. 2528. **ปฐพีศาสตร์เบื้องต้น.** ภาควิชาปฐพีศาสตร์และอนุรักษ์ศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 312 หน้า.

บัณฑิต ตันศิริ. 2535. **แนวทางการวางแผนการใช้ที่ดิน.** กองวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 35 หน้า.

ผการัตน์ รัฐเขตต์. 2535. **ดินป่าไม้.** ภาควิชาปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. 176 น.

ฝ่ายพัฒนามูลนิธิโครงการหลวง. 2547. **รายงานประจำปี.** งานพัฒนาและส่งเสริมการปลูกไม้ผล. มูลนิธิโครงการหลวง จังหวัดเชียงใหม่.325 หน้า.

พิสมัย พึ่งวิกรัย. 2543. **เอกสารแผ่นพับมะคาเดเมีย.** พิมพ์ครั้งที่ 1 ปี พ.ศ.2543 กรมส่งเสริมการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

มัตติกา พนมธรนิจกุล. 2547. **การจัดการดินและน้ำเพื่อระบบการเกษตรที่ยั่งยืน.** คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 487 หน้า (ISBN 978-974-672-488-9) หน้า 34.

ยงยุทธ โอสถสภา, อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์ และชวลิต ฮงประยูร. 2551,**ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน.** สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. หน้า 350.

วาสุเทพ กาญจนดุล พัชรา เทพา ไพรวัลย์ วัฒนานุกิจ และ สวัสดี บุญชี. 2537. **การศึกษาอัตราการสูญเสียดินในบริเวณปลูกแถวกระถินอัตราความหนาแน่นต่างๆ กันแทนคันดิน.** หน้า 74-88. *ใน* เอกสารการประชุมเชิงปฏิบัติการงานวิชาการ กรมพัฒนาที่ดิน ครั้งที่ 2 วันที่ 8-11 พฤษภาคม 2537.

วันรัก ปรางค์วัฒนากุล และศรัญญุพงศ์ ชัยวัฒนกุล. 2557. **การศึกษาระยะห่างที่เหมาะสมของคูรับน้ำขอบเขาเพื่อปลูกข้าวไร่บนพื้นที่สูง ในพื้นที่จังหวัดน่าน.** สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 7 กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, น่าน. 59 หน้า.

ศรัญญุพงศ์ ชัยวัฒนกุล. 2549. **ศึกษารูปแบบการอนุรักษ์ดินและน้ำด้วยหญ้าแฝกร่วมกับการใช้ปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวโพดบนพื้นที่ลาดชันในกลุ่มชุดดินที่ 31 จังหวัดพะเยา**. สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 7 กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, น่าน. 93 หน้า.

ศุภชาติ วรรณวงษ์. 2545. **ความผันแปรของความชื้นในดินจากการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบต่างๆ ที่ลุ่มน้ำภูเวียง จังหวัดขอนแก่น.** หน้า 280-287. ในรายงานการประชุมวิชาการป่าไม้ประจำปี 2545.วันที่ 16-17 กันยายน 2545 อาคารกริต สามะพุทธิ. กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 526 หน้า.

สถิตย์ วัชรกิตติ. 2521. **ระบบการแบ่งแยกการใช้ประโยชน์ที่ดิน.** ภาควิชาการจัดการป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ

ศุภชาติ วรรณวงษ์. 2545. **ความผันแปรของความชื้นในดินจากการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบต่างๆ ที่ลุ่มน้ำภูเวียง จังหวัดขอนแก่น.** หน้า 280-287. ในรายงานการประชุมวิชาการป่าไม้ประจำปี 2545.วันที่ 16-17 กันยายน 2545 อาคารกริต สามะพุทธิ. กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 526 หน้า.

สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง. 2560. **เกี่ยวกับสภาพพื้นที่สูง.** สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา https://www.hrdi.or.th/about/Highland. (18 ธันวาคม 2560)

สุนีย์รัตน์, 2554. **ผลของการไถพรวนในระบบปลูกพืชเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำที่มีต่อการสูญเสียดินบนพื้นที่ดอน ชุดดินหนองหม (Nm) กลุ่มชุดดินที่ 29 อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย.** สำนักงานพัฒนา ที่ดินเขต 7 กรมพัฒนาที่ดิน, น่าน. 34 หน้า.

สุภา รันดาเว นิพนธ์ อุดปวง ไพบูลย์ ศรีสกุล. 2538. **ศึกษาปริมาณความชื้นของดินที่สัมพันธ์กับผลผลิตพืชและปริมาณการสูญเสียดินในการปลูกข้าวโพด-ถั่วแดงหลวงเป็นแถบสลับกับแถบวัชพืช และแถบวัชพืชที่มีร่องรับน้ำบนที่สูง.** กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 24 หน้า.

สุธน กีรติวัฒนา. 2531. **การสร้างคันดินกั้นน้ำ คู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐ เรื่อง การอนุรักษ์ดินและน้ำ. ฝ่ายเผยแพร่และประชาสัมพันธ์.** สำนักงานเลขานุการกรม, กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. หน้า 41.

สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน. 2547.**คู่มือวิเคราะห์ตัวอย่างดินน้ำปุ๋ยพืชวัสดุปรับปรุงดินและการวิเคราะห์เพื่อตรวจรับรองมาตรฐานสินค้า.**เล่ม 1.กรมพัฒนาที่ดิน. 184 หน้า.

อาจิน หนูประสิทธิ์ บุญมา ดีแสง พิณทิพย์ ธิติโรจนะวัฒน์ และแสงจันทร์ ศรีสายเชื้อ. 2540. **สมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน.** บริเวณลุ่มน้ำปากผนัง อำเภอลานสกา จังหวัดนครศรีธรรมราช.กลุ่มลุ่มน้ำ ส่วนวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมป่าไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 31 หน้า.

อุทิศ เตจ๊ะใจ และ ณรงค์ ชินบุตร . 2545. **การศึกษาการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความอุดมสมบูรณ์ของดินในระบบการปลูกผักกับระบบการปลูกไม้ผล.** ผลงานวิจัยของมูลนิธิโครงการหลวงประจำปี พ.ศ. 2545, เชียงใหม่.

โอภาส วงศ์ทางประเสริฐ. 2558. **การศึกษาสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของดิน** : กรณีศึกษาพื้นที่เพาะปลูกข้าว ในจังหวัดฉะเชิงเทรา และจังหวัดชลบุรี. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา. 134 หน้า.

Alexander, R. 2001. **Compost utilization in landscapes**. *In* Compost utilization in Agricultural Cropping Systems (P.J. Stoffella and B.A. Kahn eds.) Lewis Publis, New York.

Bowen, H.D. 1981. Alleviating mechanical impredance. p 21-57. *In* A.F. Arkin and H.M. Taylor (ed.) **Modifying the root enviroment to reduce crop stress**. Am. Soc.Agrie. Eng. Monogr. 4.ASAE.,St. Josept, MI.

Brady, N. C. 1984. **The Nature and Properties of Soils.** Macmillan Publishing Company. USA. 621 p.

Bray, R.A. and L.T. Kurtz. 1945. **Determination of total organic and available forms of phosphorus in soil.**Soil Sci. 59: 39-45.

Foth, H. D. 1990. **Fundamental of Soil Science.** John Wiley and Sons, Inc., New York. 360 p.

Fullen, M.A. and J.A. Catt. 2004. **Soil Management: Problems and Solution.** Amold, a member of Hodder Headline Group, London.

Sdall, J.M. and J.M. Oades. 1982. **Organic matter and water-stable aggregates in soil.** Journal of Soil Science 33 : 141 - 163

Singh, B. ; Narang, M. P., 1992. **A comparison of chemical composition, cell-wall content, digestibility and degradation kinetic characteristics as predictors of forage intake. Indian** J. Anim. Sci., 62: 369-373

Tiark, A.E., A.P. Mazurak and l. Chesnin. 1974. **Physical and Chemical properties of soil associated with heavy application of manure from cattle feedlots.** Soil Sci. Soc.Am. Proc. 38 : 826 –830.

Walkley, A. and I.A. Black, 1947. **Chromic acid titration method for determination of soil organic matter.** Soil.Bray II, R.H. and L.T. Kurtz.1945 Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soils. Soil Sci. 59: 39-45 Sci. Amer. Proc. 63:257.

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1 ระดับความรุนแรงของความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (soil reaction)

ระดับ (rating)	พิสัย (range)
เป็นกรดรุนแรงมากที่สุด(Ultra acid)	<3.5
เป็นกรดรุนแรงมาก(extremely acid)	3.5-4.5
เป็นกรดจัดมาก (very strongly acid)	4.6-5.0
เป็นกรดจัด (strongly acid)	5.1-5.5
เป็นกรดปานกลาง (moderately acid)	5.6-6.0
เป็นกรดเล็กน้อย (slightly acid)	6.1-6.5
เป็นกลาง (neutral)	6.6-7.3
เป็นด่างเล็กน้อย(slightly alkaline)	7.4-7.8
เป็นด่างปานกลาง (moderately alkaline)	7.9-8.4
เป็นด่างจัด (strongly alkaline)	8.5-9.0
เป็นด่างจัดมาก (very strongly alkaline)	>9.0

ที่มา **:** สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน (2547)

ตารางภาคผนวกที่ 2 ระดับอินทรียวัตถุในดิน (organic matter)

ระดับ (rating)	วิธีการของ Walkley and Black พิสัย (ร้อยละ)
ต่ำมาก (very low)	< 0.5
ต่ำ (low)	0.5–1.0
ค่อนข้างต่ำ (moderately low)	1.0–1.5
ปานกลาง (medium)	1.5–2.5
ค่อนข้างสูง (moderately high)	2.5–3.5
สูง (high)	3.5–4.5
สูงมาก (very high)	> 4.5

ที่มา : สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน (2547)

ตารางภาคผนวกที่ 3 ระดับฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (Avai.P)

ระดับความเป็นประโยชน์ต่อพืช	วิธีการ Bray II (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)
ต่ำมาก (very low)	< 3
ต่ำ (low)	3-10
ปานกลาง (medium)	11-15
สูง (high)	16-45
สูงมาก (very high)	> 45

ที่มา : สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน (2547)

ตารางภาคผนวกที่ 4 ระดับโพแทสเซียมที่สกัดได้ในดิน (Extr.K)

ระดับความเป็นประโยชน์ต่อพืช	วิเคราะห์โดยใช้น้ำยาสกัด NH_4OAc 1*N*pH 7 (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)
ต่ำมาก (very low)	< 30
ต่ำ (low)	30-60
ปานกลาง (medium)	61-90
สูง (high)	91-120
สูงมาก (very high)	>120

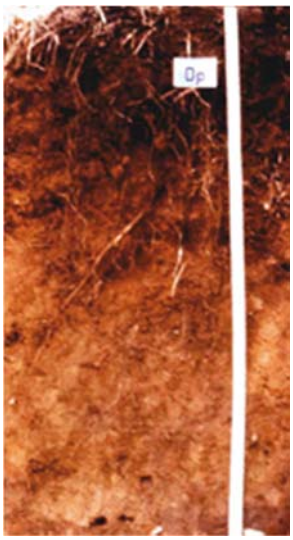
ที่มา : สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน (2547)

ตารางภาคผนวกที่ 5 ระดับสถานะสมบัติทางเคมีของดิน

ระดับของสมบัติทางเคมีของดิน	
อินทรียวัตถุ	เปอร์เซ็นต์ของอินทรียวัตถุ
ต่ำมาก (very low)	< 0.5
ต่ำ (low)	0.5–1.0
ค่อนข้างต่ำ (moderately low)	1.0–1.5
ปานกลาง (medium)	1.5–2.5
ค่อนข้างสูง (moderately high)	2.5–3.5
สูง (high)	3.5–4.5
สูงมาก (very high)	> 4.5
ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
ต่ำมาก (very low)	< 3
ต่ำ (low)	3–6
ค่อนข้างต่ำ (moderately low)	6–10
ปานกลาง (medium)	10–15
ค่อนข้างสูง (moderately high)	15–25
สูง (high)	25–45
สูงมาก (very high)	> 45
ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ในดิน	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
ต่ำมาก (very low)	< 30
ต่ำ (low)	30–60
ปานกลาง (medium)	60–90
สูง (high)	90–20
สูงมาก (very high)	> 120
สภาพกรดหรือสภาพด่างของดิน	pH
กรดรุนแรงมากที่สุด(Ultra acid)	< 3.5
กรดรุนแรงมาก(extremely acid)	3.5–4.5
กรดจัดมาก (very strongly acid)	4.6–5.0
กรดจัด (strongly acid)	5.1–5.5
กรดปานกลาง (moderately acid)	5.6–6.0
กรดเล็กน้อย (slightly acid)	6.1–6.5
กลาง (neutral)	6.6–7.3
ด่างเล็กน้อย(slightly alkaline)	7.4–7.8
ด่างปานกลาง (moderately alkaline)	7.9–8.4
ด่างจัด (strongly alkaline)	8.5–9.0
ด่างจัดมาก (very strongly alkaline)	> 9.0

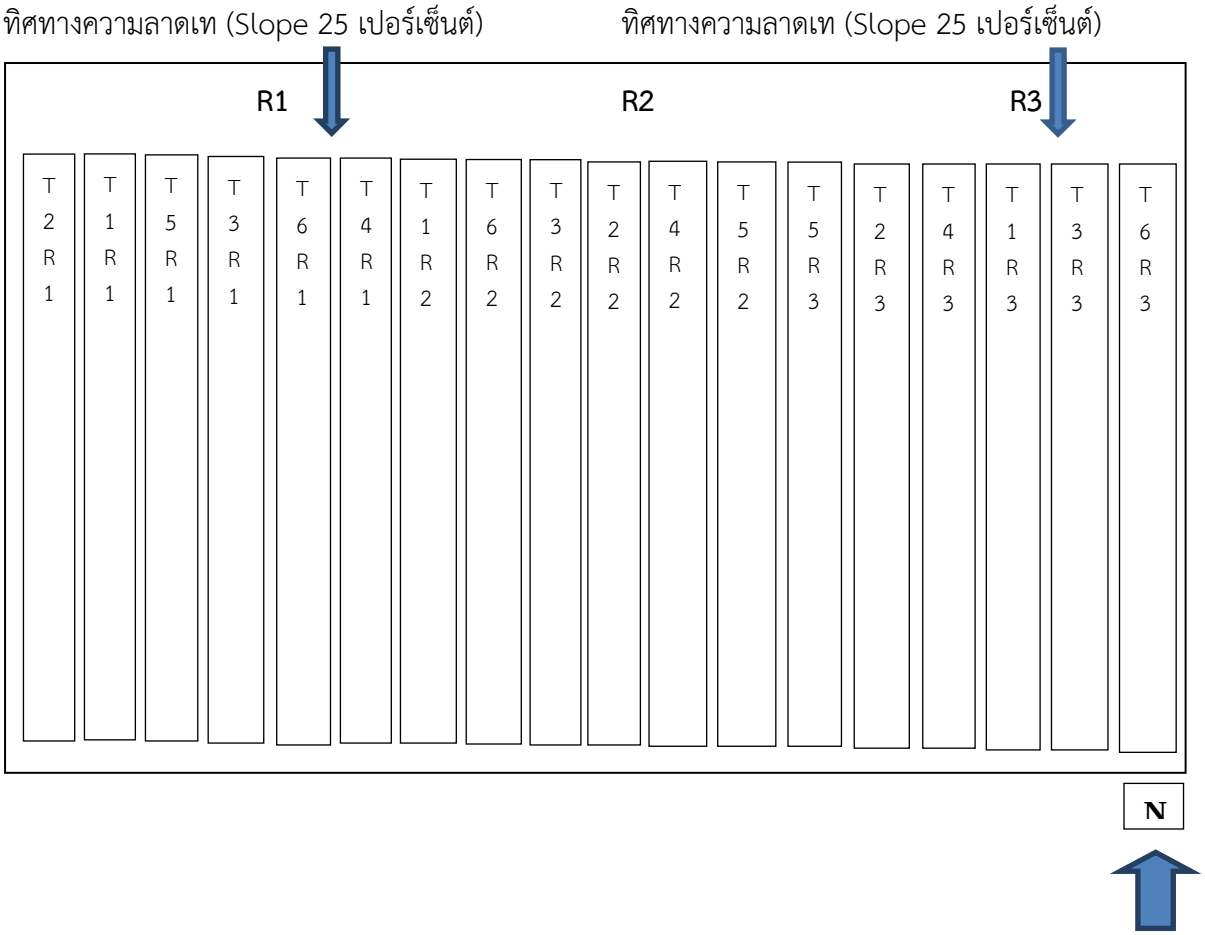
ที่มา : คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา (2548)

ภาพภาคผนวก



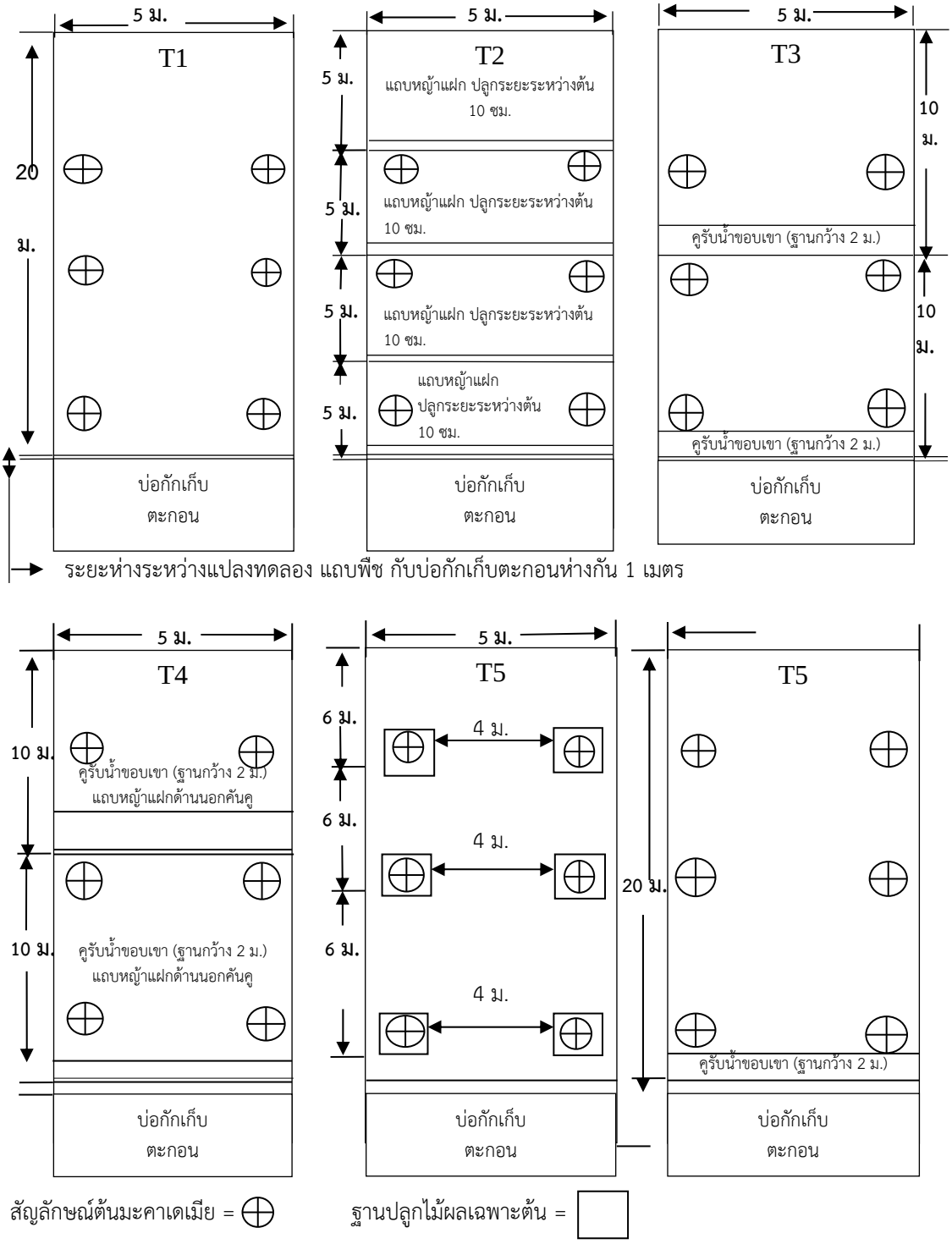
ภาพภาคผนวกที่ 1 ภาพหน้าตัดดิน (Soil Profile) ชุดดินดอยปุย (DoiPui series : Dp)

แผนผังแปลงทดลอง (ผังแปลงรวม)

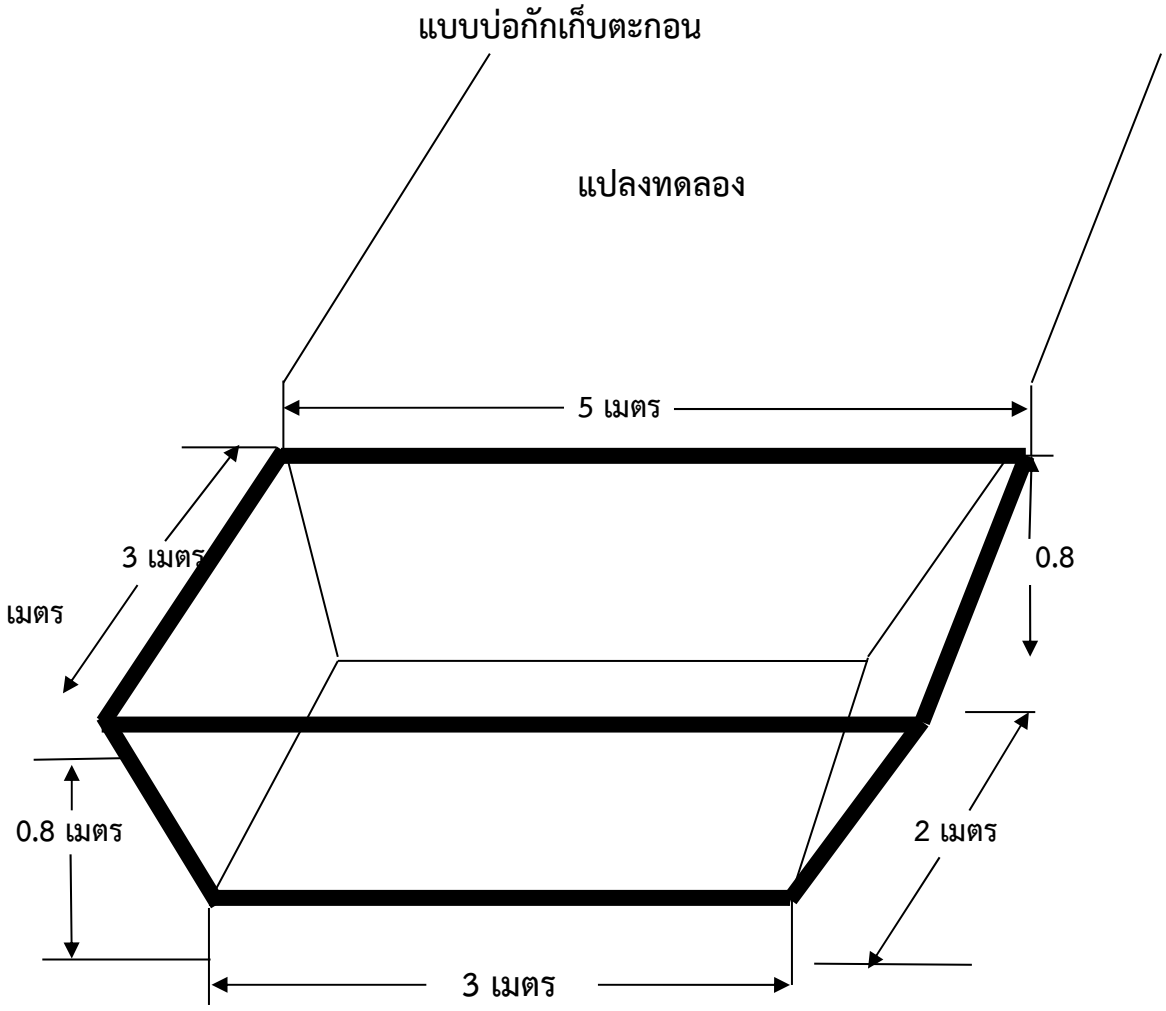


ภาพภาคผนวกที่ 2 แผนผังแปลงทดลอง (ผังแปลงรวม)

แผนผังแปลงทดลอง (แปลงย่อย)



ภาพภาคผนวกที่ 3 แผนผังแปลงทดลอง (แปลงย่อย)



ภาพภาคผนวกที่ 4 แบบบ่อกักเก็บตะกอน