

รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์

เรื่อง

การศึกษาปริมาณการสูญเสียดินและน้ำไหลบ่าในพื้นที่สูงจากการปลูกมะคาเดเมีย
ผสมพืชไร่ร่วมกับมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ

The Study on Soil loss and Runoff in Highland from Mixed
Macadamia and Field Crops Planting with Soil and Water
Conservation

จัดทำโดย

นายบุญเดียว บุญหมั่น

นางสาวศศิธร วิสัย

นายสาริต กาละพวง

ทะเบียนวิจัยเลขที่ 62-64-02-11-020000-202-107-01-11

สถานีพัฒนาที่ดินเพชรบูรณ์ สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 8

กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

มีนาคม 2566

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
สารบัญตาราง	ก
แบบรายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์	1
บทคัดย่อ	2
Abstract	4
หลักการและเหตุผล	6
วัตถุประสงค์	6
ตรวจเอกสาร	7
ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินการ	11
อุปกรณ์และวิธีการ	12
ผลการวิจัยและวิจารณ์	15
สรุปผลและข้อเสนอแนะ	29
ประโยชน์ที่ได้รับ	31
เอกสารอ้างอิง	32
ภาคผนวก	34

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ผลของระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและระบบการปลูกพืชต่อความหนาแน่นรวม (g cm^{-3}) ก่อนและหลังการทดลอง	15
2	ผลของระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและระบบการปลูกพืชต่อค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) ก่อนและหลังการทดลอง	16
3	ผลของระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและระบบการปลูกพืชต่อปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (%) ก่อนและหลังการทดลอง	17
4	ผลของระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและระบบการปลูกพืชต่อปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (mg kg^{-1}) ก่อนและหลังการทดลอง	18
5	ผลของระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและระบบการปลูกพืชต่อปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (mg kg^{-1}) ก่อนและหลังการทดลอง	18
6	ผลของระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและระบบการปลูกพืชต่อค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (cmol kg^{-1}) ก่อนและหลังการทดลอง	19
7	ผลของระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและระบบการปลูกพืชต่อค่าอัตราร้อยละความอิ่มตัวด้วยเบส (%) ก่อนและหลังการทดลอง	20
8	ผลของระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและระบบการปลูกพืชต่อปริมาณการสูญเสียดิน (ตันต่อไร่ต่อปี)	21
9	ผลของระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและระบบการปลูกพืชต่อปริมาณน้ำไหลบ่า (ลูกบาศก์เมตรต่อไร่)	22
10	ผลของระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและระบบการปลูกพืชต่อขนาดเส้นรอบวงของต้นมะคาเดเมีย (มิลลิเมตร)	23
11	ผลของระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและระบบการปลูกพืชต่อความสูงของต้นมะคาเดเมีย (เซนติเมตร)	23
12	ผลของระบบอนุรักษ์ดินและน้ำต่อผลผลิตข้าวไร่ (กิโลกรัมต่อไร่)	24
13	ผลของระบบอนุรักษ์ดินและน้ำต่อความสูงของถั่ว (เซนติเมตร)	25
14	ผลของระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและระบบการปลูกพืชต่อการสูญเสียธาตุอาหารหลังการทดลองปีที่ 2	26
15	ผลของระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและระบบการปลูกพืชต่อการสูญเสียธาตุอาหารหลังการทดลองปีที่ 3	24
16	ผลของระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและระบบการปลูกพืชต่อผลตอบแทนทางเศรษฐกิจหลังการทดลองปีที่ 2	27
17	ผลของระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและระบบการปลูกพืชต่อผลตอบแทนทางเศรษฐกิจหลังการทดลองปีที่ 3	28

แบบรายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ทะเบียนวิจัยเลขที่ 62-64-02-11-020000-202-107-01-11

ชื่อโครงการวิจัย การศึกษาปริมาณการสูญเสียดินและน้ำไหลบ่าในพื้นที่สูงจากการปลูกมะคาเดเมียผสมพืชไร่ร่วมกับมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ

ผู้รับผิดชอบโครงการ นายบุญเดียว บุญหมั่น

หน่วยงาน สถานีพัฒนาที่ดินเพชรบูรณ์ สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 8

ที่ปรึกษาโครงการ นายพิทยธร ไหวทยาวัฒน์ ผู้อำนวยการสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 8
นายเมธิน ศิริวงศ์ ผู้เชี่ยวชาญด้านวางระบบการพัฒนาที่ดิน สพข.8
นายผดุงศักดิ์ เจริญชาติ ผู้อำนวยการสถานีพัฒนาที่ดินเพชรบูรณ์

ผู้ร่วมดำเนินการ นางสาวศศิธร วิสัย สถานีพัฒนาที่ดินขอนแก่น สพข.5
นายสาธิต กาละพวง กลุ่มวิชาการฯ สพข. 8

เริ่มต้น เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2561 สิ้นสุดเดือน กันยายน พ.ศ. 2564

รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 36 เดือน

สถานที่ดำเนินการ	พิกัด	ชุดดิน	กลุ่มชุดดิน	ชนิดดิน
จังหวัดเพชรบูรณ์ อำเภอเขาค้อ	E 714917	บ้านจ้อง (Bg)	29	ดินเหนียว
ตำบลเข็กน้อย บ้านห้วยน้ำขาว	N 1865301			

ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานทั้งสิ้น

ปีงบประมาณ	งบบุคลากร	งบดำเนินงาน	รวม
2562		157,000	157,000
2563		144,400	144,400
2564		116,700	116,700

แหล่งงบประมาณที่ใช้ สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.)

พร้อมนี้ได้แนบรายละเอียดประกอบตามแบบฟอร์มที่กำหนดมาแล้ว

ลงชื่อ.....

(นายบุญเดียว บุญหมั่น)

ผู้รับผิดชอบโครงการ

ลงชื่อ.....

(นายพิทยธร ไหวทยาวัฒน์)

ประธานคณะกรรมการด้านวิชาการระดับหน่วยงาน

วันที่ 23 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2566

ทะเบียนวิจัยเลขที่ 62-64-02-11-020000-202-107-01-11

ชื่อโครงการวิจัย

(ภาษาไทย) การศึกษาปริมาณการสูญเสียดินและน้ำไหลบ่าในพื้นที่สูงจากการปลูกมะคาเดเมียผสมพืชไร่ร่วมกับมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ

(ภาษาอังกฤษ) The Study on Soil loss and Runoff in Highland from Mixed Macadamia and Field Crops Planting with Soil and Water Conservation

กลุ่มชุดดินที่ 29 ชุดดิน บ้านจ้อง Ban Chong Series

สถานที่ดำเนินการ บ้านห้วยน้ำขาว ตำบลเข็กน้อย อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

ผู้รับผิดชอบโครงการ

ภาษาไทย

ภาษาอังกฤษ

นายบุญเดียว บุญหมั่น

Mr. Boondeaw Boonmun

ผู้ร่วมดำเนินการ

นางสาวศศิธร วิสัย

Miss Sasithorn Wisai

นายสาธิต กาละพวก

Mr. Sathit Kalapuak

บทคัดย่อ

การศึกษาปริมาณการสูญเสียดินและน้ำไหลบ่าในพื้นที่สูงจากการปลูกมะคาเดเมียผสมพืชไร่ร่วมกับมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ ในพื้นที่บ้านห้วยน้ำขาว ตำบลเข็กน้อย อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ ดำเนินการตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2561 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2564 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติทางเคมีและกายภาพของดิน ปริมาณการสูญเสียดินและน้ำไหลบ่า การเจริญเติบโตของมะคาเดเมียและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากการทำมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำบนพื้นที่สูง โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสุ่มสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design) จำนวน 5 ดำรับการทดลอง 4 ซ้ำ ได้แก่ 1) ปลูกมะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ และไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ 2) ปลูกมะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ และมีคูรับน้ำขอบเขา 3) ปลูกมะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ มีคูรับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝก 4) ปลูกมะคาเดเมียร่วมกับถั่วแดงหลวง มีคูรับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝก และ 5) ปลูกมะคาเดเมียร่วมกับถั่วพุ่ม มีคูรับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝก

ผลการทดลองพบว่า ค่าปฏิกิริยาดิน (pH) พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในปีที่ 1 โดยพบว่า ดำรับที่ 5 ปลูกมะคาเดเมียร่วมกับถั่วพุ่ม มีคูรับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝก มีค่าปฏิกิริยาดินเป็นกรดรุนแรง และมีค่าต่ำกว่าดำรับที่ 2 ปลูกมะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ และมีคูรับน้ำขอบเขา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินพบความแตกต่างกันทางสถิติทั้ง 3 ปี ในปีที่ 1 และ ปีที่ 2 มีแนวโน้มเหมือนกันคือ ดำรับที่ 1 ปลูกมะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ และไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (1.23 และ 1.74 %) ต่ำกว่าดำรับที่ 4 ปลูกมะคาเดเมียร่วมกับถั่วแดงหลวง มีคูรับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝก และดำรับที่ 5 ปลูกมะคาเดเมียร่วมกับถั่วพุ่ม มีคูรับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนในปีที่ 3 พบว่า ดำรับที่ 3 ปลูกมะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ มีคูรับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝก และดำรับ

ที่ 1 ปลูग्มะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ และไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณอินทรีย์วัตถุ (2.06 และ 2.07 %) ต่ำกว่าดำรับที่ 4 ปลูग्มะคาเดเมียร่วมกับถั่วแดงหลวง มีคุ้รับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์พบว่า ปีที่ 1 2 และ 3 มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ได้อยู่ในระดับสูงมากทุกดำรับการทดลอง และพบความแตกต่างกันทางสถิติในปีที่ 2 และ 3 ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนมีความแตกต่างกันทางสถิติในปีที่ 3 พบว่าค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนดำรับที่ 1 ปลูग्มะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ และไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีค่า $11.51 \text{ cmol kg}^{-1}$ ซึ่งต่ำกว่าดำรับที่ 4 ปลูग्มะคาเดเมียร่วมกับถั่วแดงหลวง มีคุ้รับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีค่า $12.49 \text{ cmol kg}^{-1}$ การเจริญเติบโตของต้นมะคาเดเมีย พบว่า อายุ 3 ปี ดำรับที่ 4 การปลูग्มะคาเดเมียร่วมกับถั่วแดงหลวง มีคุ้รับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝกมีขนาดเส้นรอบวงสูงสุด 17.64 มิลลิเมตร ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับดำรับอื่นๆ และมีความสูงของต้นมะคาเดเมียสูงสุด 127.25 เซนติเมตร โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับดำรับที่ 1 ปลูग्มะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ และไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ซึ่งมีความสูงของต้นมะคาเดเมีย 103.63 เซนติเมตร ปริมาณการสูญเสียดินพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในปีที่ 2 และ 3 โดยผลการทดลองเป็นไปในทางเดียวกันคือ ดำรับที่ 1 ปลูग्มะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ และไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ซึ่งมีปริมาณการสูญเสียดิน 17.60 และ 22.88 ต้นต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ มีการสูญเสียดินมากกว่าดำรับอื่นๆ ซึ่งมีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ปริมาณน้ำไหลบ่าในปีที่ 2 ดำรับที่ 1 ปลูग्มะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ และไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณน้ำไหลบ่า (436.52 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่) มากกว่าดำรับที่ 3 ปลูग्มะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ มีคุ้รับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝก ดำรับที่ 4 ปลูग्มะคาเดเมียร่วมกับถั่วแดงหลวง มีคุ้รับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝก ดำรับที่ 2 ปลูग्มะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ และมีคุ้รับน้ำขอบเขาอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ส่วนในปีที่ 3 ดำรับที่ 1 ปลูग्มะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ และไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณน้ำไหลบ่า (630.39 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่) มากกว่าดำรับที่ 3 ปลูग्มะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ มีคุ้รับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ การสูญเสียธาตุอาหารในดิน พบว่า ดำรับที่ 1 ปลูग्มะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ และไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีการสูญเสียธาตุอาหาร (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม) ในปีที่ 2 และ 3 เท่ากับ 1,171.68 และ 2,493.52 บาทต่อไร่ ตามลำดับ โดยในปีที่ 2 มีการสูญเสียธาตุไนโตรเจน และธาตุโพแทสเซียม มากกว่าดำรับอื่นๆ ทุกดำรับการทดลองอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ แต่ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติของการสูญเสียธาตุฟอสฟอรัสในดิน และปีที่ 3 พบว่าการสูญเสียธาตุไนโตรเจน ธาตุฟอสฟอรัส และธาตุโพแทสเซียม มากกว่าดำรับอื่นๆ ทุกดำรับการทดลองอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และจากการประเมินค่าใช้จ่ายเป็นมูลค่าปุ๋ยพบว่าดำรับที่ 1 ปลูग्มะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ และไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีค่าใช้จ่ายเป็นมูลค่าปุ๋ยมากที่สุดและมากกว่าดำรับการทดลองอื่นๆ ประมาณ 43-63% ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ พบว่า หลังการทดลองปีที่ 2 – 3 ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปรมีค่าเป็นลบทุกดำรับ โดยหลังการทดลองปีที่ 2 ดำรับที่ 3 ปลูग्มะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ มีคุ้รับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝกมีต้นทุนผันแปรสูงสุด 24,838.27 บาทต่อไร่ และหลังการทดลองปีที่ 3 ดำรับที่ 1 – 3 ซึ่งมีการปลูग्ข้าวไร่เป็นพืชร่วมมะคาเดเมียมีต้นทุนผันแปรสูงสุด 7,785.00 บาทต่อไร่

Abstract

The study on soil loss and runoff in highland from mixed macadamia and field crops planting with soil and water conservation were conducted in Ban Huai Nam Khao, Khek Noi Sub-district, Khao Kho District, Phetchabun Province from October 2018 to September 2021. The objective aimed to study the some soil chemical and physical properties, the amount of soil loss and runoff each treatments, macadamia growth and economic returns from soil and water conservation measures in the highlands. The randomized complete block design (RCBD) was planned for 5 treatments with 4 replications as follows: T1) planting macadamia and upland rice with no soil and water conservation measures T2) planting macadamia and upland rice with hillside ditch T3) planting macadamia and upland rice together with hillside ditch and vetiver grass T4) planting macadamia and red kidney beans together with hillside ditch and vetiver grass and T5) planting macadamia and cowpea together with hillside ditch and vetiver grass.

The result showed that soil pH was significantly different in the first year, T5) planting macadamia and cowpea together with hillside ditch and vetiver grass was strongly acid which significantly lower than T2) planting macadamia and upland rice with hillside ditch. In the case of soil organic matter was found statistically different in all years of experiment, In the first and second year, the trend was similar, T1) planting macadamia and upland rice with no soil and water conservation measures gave organic matter as 1.23 and 1.74 percent, respectively which lower than T4) planting macadamia and red kidney beans together with hillside ditch and vetiver grass and T5) planting macadamia and cowpea together with hillside ditch and vetiver grass significant differently. For the third year, T3) planting macadamia and upland rice together with hillside ditch and vetiver grass and T1) planting macadamia and upland rice with no soil and water conservation measures gave organic matter as 2.06 and 2.07 percent, respectively which lower than T4) planting macadamia and red kidney beans together with hillside ditch and vetiver grass highly significant differently. For available potassium found very high in all years of experiment and were significant differently in the second and third year. In addition, there was a significantly different cation exchange capacity (CEC) in third year. T1) planting macadamia and upland rice with no soil and water conservation measures gave CEC as $11.51 \text{ cmol kg}^{-1}$ which significantly lower than T4) planting macadamia and red kidney beans together with hillside ditch and vetiver grass, $12.49 \text{ cmol kg}^{-1}$. In the age of 3 years of macadamia, T4) planting macadamia and red kidney beans together with hillside ditch and vetiver grass

significantly gave the highest of circumference and height as 17.64 mm. and 127.25 cm., respectively which significantly higher than T1) planting macadamia and upland rice with no soil and water conservation measures, the height was 103.63 cm.

Furthermore, the amounts of soil loss, T1) planting macadamia and upland rice with no soil and water conservation measures highly significantly gave soil loss as 17.60 and 22.88 tons per rai per year, in second and third year, respectively likewise the case of water runoff, in the second year found that T1) planting macadamia and upland rice with no soil and water conservation measures gave water runoff as 436.52 cubic meters per rai which highly significantly higher than T3) planting macadamia and upland rice together with hillside ditch and vetiver grass, T4) planting macadamia and red kidney beans together with hillside ditch and vetiver grass and T2) planting macadamia and upland rice with hillside ditch. For the third year, T1) planting macadamia and upland rice with no soil and water conservation measures highly significantly gave higher water runoff (630.39 cubic meters per rai) than T3) planting macadamia and upland rice together with hillside ditch and vetiver grass.

Finally, the loss of nutrients in the second and third year, T1) planting macadamia and upland rice with no soil and water conservation measures gave nutrient loss (total of N, P and K) valued as 1,171.68 and 2,493.52 baht per rai, respectively. The loss of nutrients (N, P and K) in the third year, T1) planting macadamia and upland rice with no soil and water conservation measures were highly significantly the highest. For The loss of N and K nutrients in the second year, T1) planting macadamia and upland rice with no soil and water conservation measures were also highly significantly highest, but P was not. Moreover, the cost as fertilizer value, found that T1) planting macadamia and upland rice with no soil and water conservation measures lose the highest cost as fertilizer value which higher than other treatments about 43-63 percent. In the case of economic return, after the second and third year, the returns above the variable cost were disadvantage in all of treatments. After the second year of the experiment found that T3) planting macadamia and upland rice together with hillside ditch and vetiver grass had the highest variable cost of 24,838.27 baht per rai and T1) planting macadamia and upland rice with no soil and water conservation measures had the highest variable cost of 7,785.00 baht per rai after the third year of the experiment.

หลักการและเหตุผล

บ้านห้วยน้ำขาว ตำบลเข็กน้อย อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ เป็นพื้นที่สูงและมีความลาดชันเชิงซ้อน นอกจากนั้นยังเป็นพื้นที่ต้นน้ำเข็กซึ่งเป็นลำน้ำสาขาของแม่น้ำวังทองโดยจะไหลบรรจบกับแม่น้ำน่านในจังหวัดพิษณุโลก ปัจจุบันได้มีการใช้ประโยชน์พื้นที่ด้านเกษตรและที่อยู่อาศัย และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เมื่อพื้นที่สูงขาดสิ่งปกคลุมดินจะเกิดการชะล้างพังทลายของดิน เนื่องจากฝนที่ตกจะปะทะกับหน้าดินโดยตรง นอกจากนั้นน้ำที่ไหลบ่าหน้าดินอย่างรวดเร็วจะทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของดินที่มีความรุนแรงมากขึ้นหน้าดินขาดความอุดมสมบูรณ์ ทำให้ผลผลิตทางการเกษตรตกต่ำ

ปัญหาและข้อจำกัดในการปลูกพืช ได้แก่ การชะล้างพังทลายของดิน ดินต้นและความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ดังนั้นจำเป็นต้องมีการศึกษาดิน เพื่อให้ทราบความเหมาะสมของดินสำหรับการปลูกพืช ควรนำมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสมมาใช้ ทั้งมาตรการทางพืช (การเกษตร) เช่น การปลูกพืชคลุมดิน การปลูกพืชแซม การปลูกพืชหมุนเวียน แลบทหญ้าแฝก และวิธีกล เช่น คูรับน้ำขอบเขา คันดินเบนน้ำ ชันบันไดดิน

ในสภาพปัจจุบัน การใช้ประโยชน์ที่ดินบนพื้นที่ยังมีรูปแบบที่ไม่เหมาะสม ในงานวิจัยนี้ จึงได้ศึกษาถึงมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ ทั้งวิธีพืชและวิธีกลที่เหมาะสม เพื่อนำไปใช้ในพื้นที่บ้านห้วยน้ำขาวได้โดยตรง และเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในพื้นที่สูงที่มีลักษณะพื้นที่ใกล้เคียงกันได้อีกด้วย

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาสมบัติทางเคมีและกายภาพของดินจากผลของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ
2. เพื่อหาปริมาณการสูญเสียดินและน้ำไหลบ่าในพื้นที่ที่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ
3. เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของมะคาเดเมียในพื้นที่ที่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ
4. เพื่อศึกษาผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากการทำมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำบนพื้นที่สูง

การตรวจเอกสาร

แผนแม่บทเพื่อการพัฒนาชุมชน สิ่งแวดล้อมและการควบคุมพืชเสพติดบนพื้นที่สูง ฉบับที่ 2 พ.ศ. 2540-2544 ได้กำหนดว่า พื้นที่สูง หมายถึง พื้นที่ที่มีความลาดชันมากกว่าร้อยละ 35 หรือมีความสูงกว่าระดับน้ำทะเล 500 เมตร ขึ้นไป (สำนักบริการวิชาการ, 2544) การสัมมนาการเกษตรภาคเหนือของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2524) ได้ให้ความหมายของคำว่าที่สูงไว้ว่า เป็นพื้นที่ที่อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลตั้งแต่ 700 เมตร ขึ้นไปและมีความลาดชันเกิน 20 องศา พื้นที่สูงในประเทศไทยครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 67.22 ล้านไร่ คิดเป็นร้อยละ 53 ของพื้นที่ 20 จังหวัด ได้แก่ เชียงใหม่ เชียงราย แม่ฮ่องสอน พะเยา ลำพูน แพร่ น่าน ลำปาง ตาก เพชรบูรณ์ พิษณุโลก เลย สุโขทัย กำแพงเพชร กาญจนบุรี อุทัยธานี สุพรรณบุรี ราชบุรี ประจวบคีรีขันธ์ และเพชรบุรี (สถาบันวิจัยและพัฒนาที่สูง, 2548 อ้างโดยสธิระ, 2553)

พื้นที่สูงภาคเหนือส่วนใหญ่จะเป็นดินในอันดับอัลติซอลส์ (Ultisols) ซึ่งเป็นดินที่มีอายุมาก เกิดจากการสลายตัวของหินโดยตรงและมีการพัฒนาการของชั้นดินเกิดขึ้นเห็นเด่นชัดเป็นแบบ A-Bt-C มีการสะสมของอนุภาคดินเหนียว (argillic horizon) ดินลึกถึงลึกมาก เป็นดินที่มีเปอร์เซ็นต์การอิ่มตัวด้วยประจุบวกน้อยกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ (อนุกุลและคณะ, 2536) การใช้ประโยชน์ที่ดินบนที่สูงโดยทั่วไปยังขาดมาตรการจัดการดิน พืช และน้ำที่เหมาะสม การใช้ที่ดินไม่ถูกวิธีก่อให้เกิดการชะล้างพังทลายของหน้าดินอย่างรุนแรงประมาณปีละ 50-300 ตัน/เฮกแตร์ (พิทักษ์และสวัสดิ์, 2533) ปัจจัยหลักที่มีผลต่อการชะล้างพังทลายของดินบนพื้นที่สูง คือ ปริมาณน้ำฝนเนื่องจากการเกิดฝนบนพื้นที่สูงนอกเหนือจากฝนแบบพายุฟ้าคะนอง (thunderstorm) และเกิดจากอิทธิพลของดีเปรสชันแล้ว สภาพการเกิดฝนบนที่สูงนั้นจะเป็นฝนที่เกิดจากแนวลาดเชิงเขา (orographic type) ซึ่งเป็นการเกิดฝนที่มีสภาพภูมิประเทศเป็นตัวกำหนดให้เกิดฝน (วิชา, 2535) ทำให้ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยสูงกว่าพื้นที่ตอนล่าง และความลาดชันของพื้นที่ เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่มีความลาดชันมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ เมื่อขาดสิ่งปกคลุมดินจะเกิดปัญหาการชะล้างพังทลายของดินระดับรุนแรงถึงรุนแรงมาก การชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่สูงของภาคเหนืออยู่ในระดับรุนแรงมาก (สูญเสียดินมากกว่า 20 ตันต่อไร่ต่อปี) มีเนื้อที่ 7,158,845 ไร่ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2543)

การอนุรักษ์ดินและน้ำ (soil and water conservation) หมายถึง การใช้ทรัพยากรดินอย่างเหมาะสม ด้วยวิธีการที่ชาญฉลาด คำนวณเกิดประโยชน์สูงสุด และมีความยั่งยืน การนำมาจัดการอนุรักษ์ดินและน้ำมาใช้ก็เพื่อป้องกันและรักษาดินไม่ให้ถูกชะล้างพังทลายทั้งบนพื้นที่ที่มีความลาดเทต่ำจนถึงพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง โดยการเก็บน้ำไว้ในดินและรักษาดินให้อยู่กับที่ ซึ่งปัจจุบันมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่ใช้กันอยู่สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ มาตรการวิธีกล (mechanical measures) และมาตรการวิธีพืช (vegetative measures) การเลือกใช้มาตรการใดควรพิจารณาลักษณะดิน ลักษณะภูมิประเทศ ปริมาณน้ำฝน ตลอดจนการใช้ประโยชน์บนพื้นที่ดิน โดยเลือกวิธีผสมผสานมาตรการให้เหมาะสมเพื่อให้การทำเกษตรเกิดความยั่งยืน (กลุ่มอนุรักษ์ดินและน้ำ, 2544)

รูปแบบการอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่ลาดชันมากกว่า 35 % ดินลึกปานกลางถึงลึกมาก เป็นดินเหนียว มาตรการวิธีพืช ได้แก่ สร้างสิ่งกีดขวางตามแนวระดับ แถบไม้พุ่มตระกูลถั่ว ระบบวนเกษตร ระบบไม้ยืนต้นรากลึก โดยมีการปลูกพืชหมุนเวียนระหว่างแถวไม้ผล มีแถบหญ้าอยู่ระหว่างแถวไม้ผลหรือขอบพื้นที่

และมีการใช้เศษพืชคลุมดิน พืชคลุมดิน ใส่ปุ๋ยและปรับปรุงคุณสมบัติของดินเป็นมาตรการประกอบ ส่วน มาตรการวิธีกล ได้แก่ คูรับน้ำขอบเขา ขึ้นบันไดดินปลูกไม้ผล ขึ้นบันไดดินเว้นชั้น ขานหรือหลุมปลูกไม้ผล เฉพาะต้น (สมชาย, 2540; อธิพิณ, 2554) นอกจากนั้นมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำอาจปฏิบัติเช่นเดียวกับ พื้นที่ลาดเท 20-35 % (นคร, 2554)

คูรับน้ำขอบเขา (hillside ditch) เป็นมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีกล คูรับน้ำขอบเขาเป็นคูรับน้ำที่ สร้างบริเวณขอบเขาตามแนวระดับหรือลดระดับ ระยะห่างของคูขึ้นอยู่กับสภาพภูมิประเทศและสิ่งแวดล้อม เพื่อลดความยาวของความลาดเทของพื้นที่ที่มีความลาดชันสูงออกเป็นช่วงๆ เพื่อเก็บกักน้ำหรือระบายน้ำ ออกไปในทิศทางที่ต้องการ ทำให้น้ำไหลบ่าแต่ละช่วงมีปริมาณน้อย ลดการกัดเซาะและการพังทลายของดิน นอกจากนี้ยังใช้เป็นทางลำเลียงได้ คูรับน้ำขอบเขาเหมาะสมสำหรับพื้นที่ที่มีความลาดเทน้อยกว่า 40 % ถ้าใช้ ร่วมกับขึ้นบันไดดินแบบลาดเทออก (outward type) หรือแถบหญ้าจะสามารถใช้ได้ในพื้นที่ลาดเทมากกว่า 40 % คูรับน้ำขอบเขาสามารถขยายฐานได้กว้างขึ้นในพื้นที่ที่มีความลาดเทน้อย ส่วนคูรับน้ำขอบเขาที่มีฐาน แคบใช้ในพื้นที่ที่มีความลาดชันสูงกว่า ควรมีการบำรุงรักษาคูรับน้ำขอบเขาโดยการปลูกหญ้าบริเวณคูรับน้ำ ขอบเขาทั้งบนเชิงลาดด้านนอก เชิงลาดด้านใน และบนคูรับน้ำ (กลุ่มอนุรักษ์ดินและน้ำ, 2544)

สนั่น และคณะ (2527) ได้ศึกษาปริมาณการสูญเสียดินและน้ำไหลบ่าจากการจัดการดินและพืชที่ แตกต่างกัน โดยการปลูกข้าวไร่ในชุดดินยโสธร ที่มีความลาดชันประมาณ 5% พบว่า การปลูกพืชโดยวิธีการ ไม่ไถเตรียมดินเลย (zero tillage) และการไถเตรียมดินน้อยที่สุด (minimum tillage) จะช่วยลดปริมาณการ สูญเสียดินและปริมาณการสูญเสียน้ำในรูปของน้ำไหลบ่า เนื่องจากรับน้ำฝนที่ตกลงมาได้มากที่สุด การไม่ไถ เตรียมดินเลยและการไถเตรียมดินน้อยที่สุด จะมีกาสูญเสียหน้าดินเพียง 121 กก./ไร่/ปี และ 182 กก./ไร่/ปี และปริมาณการสูญเสียน้ำเพียง 55 ลบ. ม./ไร่/ปี และ 67 ลบ. ม./ไร่/ปี ในขณะที่วิธีการไถเตรียมดินแบบ เกษตรนิยม (ปลูกพืชขึ้นลงตามแนวลาดเท) จะมีปริมาณการสูญเสียดินถึง 4,113 กก./ไร่/ปี และมีการสูญเสีย น้ำ 350 ลบ. ม./ไร่/ปี นอกจากนั้น วิธีการไม่ไถเตรียมดินเลยเป็นวิธีการที่ให้ผลผลิตข้าวไร่สูงสุด 300 กก./ไร่

สนั่น และคณะ (2536) ได้ศึกษาผลของการจัดการดินและพืชที่มีต่อการชะล้างพังทลายของดินบนที่ สูงในภาคเหนือของประเทศไทย พบว่า วิธีการปลูกพืชไร่สลับหมุนเวียนกับพืชตระกูลถั่วในระหว่างแถบหญ้า ไร่ หรือแถบไม้พุ่มบำรุงดิน (กระถินผสมถั่วมะแฮะ) ให้ผลดีทางด้านการอนุรักษ์ดินและน้ำ ปริมาณการสูญเสีย ดินเฉลี่ย 2.1 ตัน/ไร่ ระบบการปลูกพืชสลับและหมุนเวียนกันทุกปีในระหว่างแถบอนุรักษ์ มีส่วนช่วยลด ปริมาณการสูญเสียดินและน้ำไหลบ่าได้ดีกว่าการปลูกข้าวไร่หรือปลูกข้าวโพดแต่เพียงอย่างเดียว นอกจากนั้น การปลูกพืชสลับระหว่างแนวไม้พุ่มบำรุงดิน (ข้าวไร่ผลผลิต 252 กก./ไร่ และข้าวโพด 628 กก./ไร่) จะให้ ผลตอบแทนด้านเศรษฐกิจสูงกว่าการปลูกพืชสลับในระหว่างแถบหญ้าและแปลงปลูกแบบเกษตรกร

อภิรักษ์ (2538) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำรูปแบบต่างๆ ในพื้นที่ปลูก ข้าวไร่และข้าวโพด บนพื้นที่ลาดเขาพบว่า ขึ้นบันไดดินต่อเนื่องจะมีการสูญเสียดินน้อยสุด 5.00 ตัน/เฮกแตร์/ ปี และปริมาณน้ำไหลบ่าน้อยสุดเช่นเดียวกัน 78.69 มิลลิเมตร/ปี ส่วนคันดินรับน้ำรอบเขา คูรับน้ำรอบเขา ขึ้นบันไดต่อเนื่อง และไม่มีการอนุรักษ์ มีการสูญเสียดิน 8.37, 11.70, 9.59 และ 31.30 ตัน/เฮกแตร์/ ปี ตามลำดับ และปริมาณน้ำไหลบ่า 81.75, 91.34, 86.93 และ 90.38 มิลลิเมตร/ปี ตามลำดับ

ทงศักดิ์ (2557) ได้ศึกษาระยะห่างที่เหมาะสมของคูรับน้ำขอบเขาเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำบนพื้นที่สูง ชุดดินหนองมด (Nm) กลุ่มชุดดินที่ 29 อำเภอแม่สรวย จังหวัดเชียงราย พบว่า การเปลี่ยนแปลงระยะห่างในแนวตั้งของระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแบบคูรับน้ำขอบเขามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินน้อยกว่าการจัดการพื้นที่ สำหรับพื้นที่ความลาดชัน 15 – 25 เปอร์เซ็นต์ ระยะห่างในแนวตั้งที่เหมาะสมต่อการอนุรักษ์ดินและน้ำคือระยะห่างในแนวตั้งเท่ากับ 3 เมตร สามารถลดปริมาณตะกอนดินได้ประมาณ 75 เปอร์เซ็นต์ ของตะกอนดินในพื้นที่ที่ไม่มีคูรับน้ำขอบเขา และคันคูรับน้ำขอบเขา ระยะห่างในแนวตั้ง 4.5 เมตร มีการสูญเสียตะกอนดินมากที่สุดคิดเป็นปริมาณธาตุอาหารรวมเท่ากับ 62.29 กิโลกรัม ส่วนผลผลิตข้าวไร่พบว่า ระยะห่างในแนวตั้งของคันคูรับน้ำขอบเขา ระยะห่างในแนวตั้ง 4.0 เมตร มีผลต่อปริมาณและคุณภาพของผลผลิตข้าวไร่

สาธิตและคณะ (2562) ได้ศึกษาการสูญเสียดินและธาตุอาหารจากการกร่อนดินภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำโดยวิธีกลร่วมกับวิธีพืชในพื้นที่ปลูกข้าวโพด ในพื้นที่บ้านต้นขนุน ตำบลน้ำไผ่ อำเภอน้ำปาด จังหวัดอุดรธานี โดยใช้ erosion stake วัดปริมาณการสูญเสียดิน พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติระหว่างการปลูกข้าวโพดในพื้นที่มีและไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ การปลูกข้าวโพดในพื้นที่ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ทำให้เกิดการสูญเสียดินเท่ากับ 26.84 ตันต่อไร่ต่อปี และสูญเสียธาตุอาหาร (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม) จากการกร่อนดิน 55.14 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี คิดเป็นมูลค่า 1,428.91 บาทต่อปี เมื่อมีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำมาตรการวิธีกล (คันคูรับน้ำขอบเขา/คันดินแบบ 6) สามารถลดปริมาณการสูญเสียดิน การสูญเสียธาตุอาหาร และมูลค่าการสูญเสียธาตุอาหาร เท่ากับ 49.11 57.00 และ 56.90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ หากใช้มาตรการวิธีกลร่วมกับวิธีพืช (การปลูกหญ้าแฝกเป็นแถวตามแนวคันดิน) สามารถลดปริมาณการสูญเสียดิน การสูญเสียธาตุอาหาร และมูลค่าการสูญเสียธาตุอาหาร เท่ากับ 60.77 66.61 และ 66.58 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลผลิตข้าวโพดมีแนวโน้มสูงขึ้นในพื้นที่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ จึงทำให้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติของผลผลิตข้าวโพดที่ปลูกในพื้นที่มีและไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ส่วนการปลูกพืชต่างชนิดกันเป็นแถวตามแนวคันดินไม่มีต่อผลการให้ผลผลิตข้าวโพด

มะคาเดเมีย (macadamia) มีหลายสายพันธุ์ โดยที่ปลูกในประเทศไทย เป็นมะคาเดเมียชนิดผลเปลือกเรียบ (*Macadamia integrifolia*) โดยปัจจุบัน กรมวิชาการเกษตร ได้คัดเลือกพันธุ์ดี 3 พันธุ์ สำหรับแนะนำให้เกษตรกรนำไปปลูกเป็นการค้า ได้แก่ พันธุ์เชียงใหม่ 400 พันธุ์เชียงใหม่ 700 และพันธุ์เชียงใหม่ 1000 เริ่มให้ผลผลิตเล็กน้อยเมื่อปลูกได้ 4-5 ปี โดยให้ผลผลิต 1-3 กิโลกรัมต่อต้น และจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึงอายุระหว่าง 12-14 ปี ผลผลิตจึงจะคงที่ คือ 25-35 กิโลกรัมต่อต้น การปลูกต้องปลูก 2 พันธุ์ร่วมกัน พื้นที่ปลูกที่เหมาะสม สภาพอากาศ อุณหภูมิอยู่ในช่วง 10 – 30 องศาเซลเซียส ความชื้นในอากาศไม่ต่ำกว่า 75 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณน้ำฝนอย่างน้อย 1,000 มิลลิเมตรต่อปี สูงจากระดับทะเลปานกลาง 700 เมตร ขึ้นไป หรือถ้าเป็นพื้นที่ต่ำกว่า 700 เมตร ต้องอยู่ในแนวเส้นละติจูดที่ 19.8 องศาเหนือขึ้นไป แต่ไม่ต่ำกว่า 400 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง พื้นที่ลาดเอียงไม่ควรเกิน 15 องศา ถ้ามากกว่านี้ต้องทำเส้นแนวขอบเขาขวางกับความลาดเทหรือทำขั้นบันได ลักษณะดินควรเป็นดินร่วนปนทรายมีการระบายน้ำดี มีอินทรีย์วัตถุสูง ขึ้น

ของหน้าดินควรลึกอย่างน้อย 50 เซนติเมตร ความเป็นกรด-ด่าง (pH) 5.5-6.6 แต่ที่เหมาะสมคือ 6.5 (สุรเวทย์, 2554)

ข้าวไร่ (upland rice) เป็นข้าวที่ปลูกบนที่ดอน ภายใต้สภาพไรโดยไม่มีการทำคันนาเพื่อกักเก็บน้ำ เนื่องจากที่ดอนมีสภาพพื้นที่ไม่สม่ำเสมอ เกษตรกรจึงไม่สามารถไถเตรียมดินได้ การปลูกข้าวไร่จึงใช้วิธีหยอดพันธุ์ข้าวไร่มีทั้งข้าวเหนียวและข้าวเจ้า ในประเทศไทยประมาณ 540 พันธุ์ โดยแบ่งเป็น ข้าวไร่พันธุ์เบาอายุระหว่าง 95 – 120 วัน ข้าวไร่พันธุ์กลางมีอายุระหว่าง 121 – 140 วัน และข้าวไร่พันธุ์หนักมีอายุระหว่าง 141 – 150 วัน โดยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2522 – 2555 กรมการข้าวได้รับรองพันธุ์ข้าวไร่รวม 12 สายพันธุ์ โดยเป็นข้าวไร่ต่อช่วงแสงจำนวน 11 พันธุ์ ซึ่งเป็นข้าวเจ้า 7 พันธุ์ และข้าวเหนียว 4 พันธุ์ และข้าวไม่วต่อช่วงแสงเป็นข้าวเหนียวจำนวน 1 พันธุ์ ผลผลิตข้าวไร่ภาคเหนือเฉลี่ย 350 กิโลกรัมต่อไร่ พื้นที่ปลูกที่เหมาะสม สภาพอากาศ อุณหภูมิอยู่ในช่วง 21 – 33 องศาเซลเซียส ข้าวไร่ต้องการปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยเดือนละ 200 มิลลิเมตร หรือมีปริมาณฝนตกสม่ำเสมอทั้งเดือน 100 มิลลิเมตร ก็เพียงพอต่อการเจริญเติบโตเช่นกัน ความลาดชันของพื้นที่ปลูกที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 0 – 12 เปอร์เซ็นต์ ดินมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางถึงสูง ความเป็นกรด-ด่าง (pH) 5.1 – 6.0 (บัณฑิตและคำรณ, 2542, ร่วมจิตระและคณะ, 2560)

ถั่วแดงหลวง (red kidney bean) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Phaseolus vulgaris* L. เป็นพืชตระกูลถั่วที่มีรากปม มีถิ่นกำเนิดแถบทวีปแอฟริกา นำเข้ามาปลูกในประเทศไทยปริมาณมากเมื่อปี พ.ศ. 2514 โดยหม่อมเจ้าภีศเดช รัชนี องค์ประธานมูลนิธิโครงการหลวง ปัจจุบันจะปลูกเป็นพืชแซมกับพืชอื่น เช่น ปลูกแซมกับข้าวโพด ผลผลิตอยู่ในช่วง 150 – 200 กิโลกรัมต่อไร่ พื้นที่ปลูกที่เหมาะสม สูงจากระดับทะเลปานกลาง 800 – 1,200 เมตร ดินเป็นดินร่วนเหนียว ความอุดมสมบูรณ์ปานกลางถึงสูง ความเป็นกรด-ด่าง (pH) 5.5 – 6.5 ถั่วแดงหลวงเป็นพืชอาหารที่มีโปรตีนสูงและราคาถูก นอกจากนั้นยังเป็นพืชตระกูลถั่ว ซึ่งจะช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน (สัมพันธ์, 2558)

ถั่วพุ่ม (*Vigna* spp.) จัดเป็นพืชในวงศ์ Leguminosae เป็นพืชล้มลุก นิยมปลูกในประเทศไทยมี 2 สายพันธุ์ คือ ถั่วพุ่มแดงหรือลาย (*Vigna sinensis*) เป็นพันธุ์พื้นเมือง และถั่วพุ่มดำ (*Vigna unguiculata*) ชื่อสามัญ Cowpea เป็นพืชล้มลุก มีถิ่นกำเนิดในแอฟริกาและอเมริกาใต้ ผลผลิตอยู่ในช่วง 80 – 120 กิโลกรัมต่อไร่ เมล็ดถูกรบกวนด้วยแมลงศัตรูพืชได้ง่าย พื้นที่ปลูกที่เหมาะสม เจริญเติบโตได้ดีในดินที่มีการระบายน้ำและอากาศ ดินร่วนปนทราย ในพื้นที่ดอน ความเป็นกรด-ด่าง (pH) 6.0 – 7.0 (กองเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน, 2558)

หญ้าแฝก (Vetiver grass) ปลูกในประเทศไทยจำแนกได้ 2 ชนิด คือ หญ้าแฝกหอมหรือแฝกลุ่ม (*Chrysopogon zizanioides*) และหญ้าแฝกดอน (*Chrysopogon nemoralis*) สำหรับหญ้าแฝกลุ่มที่ปลูกสำหรับการอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่ลาดชันของภาคเหนือ ได้แก่ พันธุ์ศรีลังกา เป็นพันธุ์ที่สามารถเจริญเติบโตในสภาพพื้นที่เป็นดินลูกรัง อากาศหนาวเย็น มีร่มเงา แตกกอค่อนข้างหลวม สูงประมาณ 1 เมตร ห่อกลมยืดปล้องเร็ว ขยายพันธุ์ง่ายในสภาพที่มีความชื้นสูง แสงน้อยแต่ไม่ต้านทานโรคเน่า (กรมพัฒนาที่ดิน, 2558, สำนักงาน กปร., 2556)

ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินการ

ระยะเวลา

ดำเนินการระยะเวลา 3 ปี เริ่มตั้งแต่ ตุลาคม พ.ศ. 2561 ถึงกันยายน พ.ศ. 2564

สถานที่ดำเนินการ

บ้านห้วยน้ำขาว หมู่ที่ 1 ตำบลเข็กน้อย อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ อยู่ในเขตภูมิอากาศแบบทุ่งหญ้าสะวันนา หรือทุ่งหญ้าเมืองร้อน (Tropical savannah: Aw) ตามการจำแนกของ Koppen และภูมิอากาศในแต่ละพื้นที่จะเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพภูมิประเทศแบบภูเขา (mountainous area) ทำให้ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์จะแตกต่างกันไปตามตำแหน่งและความสูงของพื้นที่ โดยในปี พ.ศ. 2562 – 2564 พบว่า ปริมาณน้ำฝนมีค่าเฉลี่ย 1,540 มิลลิเมตร อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุด 17.3 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด 31.8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิเฉลี่ยทั้งปี 24.6 องศาเซลเซียส

ลักษณะดิน การจำแนกดิน Fine, kaolinitic, isohyperthermic Kandic Paleustults ชุดดินบ้านจ้อง (Bg) การกำเนิด เกิดจากการผุพังสลายตัวของหินทรายแป้งและหินเคลย์ สภาพพื้นที่สูงชันปานกลาง (moderately steep) ความลาดชัน 26 – 32 % ทิศด้านลาดไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ (205 °N) สูงจากระดับทะเลปานกลาง 758 – 770 เมตร การระบายน้ำดี การไหลบ่าของน้ำบนผิวดิน เร็วถึงเร็วมาก การซึมผ่านได้ของน้ำปานกลาง การใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นข้าวไร่ การจัดเรียงชั้นดิน Ap(A)-BA-Bt-(Cr) ลักษณะดินเป็นดินลึกลับมาก ดินบนเป็นดินร่วนเหนียว สีน้ำตาล ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัด (pH 5.5) ดินล่างเป็นดินเหนียว สีน้ำตาลเข้มถึงสีแดงปนเหลือง ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงเป็นกรดจัด (pH 4.5-5.5) การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน พบว่า ดินบนความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง ส่วนดินล่างความอุดมสมบูรณ์ต่ำถึงปานกลาง

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน ได้แก่ จอบ เสียม มีด อุปกรณ์ตอก กระบอกกลม (core) ฟอยล์ ปากกาเมจิก และถุงพลาสติก
2. อุปกรณ์เก็บข้อมูลการสูญเสียดิน ได้แก่ หมุดวัดการสูญเสียดิน (erosion stake) เครื่องวัดความสูงหมุด (depth gauge)
3. อุปกรณ์เก็บข้อมูลน้ำไหลบ่า ได้แก่ ถังเก็บน้ำไหลบ่า (runoff reception tanks) ถังวัดน้ำไหลบ่า (second receiving tank) ตลับเมตร และขวดเก็บน้ำ
4. อุปกรณ์เก็บน้ำฝน (rain gauge) และเครื่องวัดอุณหภูมิ สูง-ต่ำ (thermometer max-min)
5. ปุ๋ยเคมีสูตร 15 - 15 - 15 สูตร 46 - 0 - 0 และสูตร 24 - 0 - 0
6. เมล็ดพันธุ์ข้าวไร่ ถั่วแดงหลวง และถั่วพุ่ม และต้นกล้ามะคาเดเมีย
7. อุปกรณ์เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตและผลผลิตพืช ได้แก่ สายวัด กระจกขยาย และเครื่องชั่ง

วิธีการ

1. คัดเลือกพื้นที่สำหรับการดำเนินงานวิจัยในพื้นที่สูงของอำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ พื้นที่ทดลองมีความลาดชันอยู่ในช่วง 25-35 % และอยู่ในด้านรับน้ำฝนเหมือนกันทุกแปลง
2. การวางแผนการทดลอง
วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) 5 ตำรับการทดลอง จำนวน 4 ซ้ำ ดังนี้

ตำรับที่ 1	ปลูกมะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ และไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ
ตำรับที่ 2	ปลูกมะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ และมีคูรับน้ำขอบเขา
ตำรับที่ 3	ปลูกมะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ มีคูรับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝก
ตำรับที่ 4	ปลูกมะคาเดเมียร่วมกับถั่วแดงหลวง มีคูรับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝก
ตำรับที่ 5	ปลูกมะคาเดเมียร่วมกับถั่วพุ่ม มีคูรับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝก
3. การวางแผนการทดลอง ประกอบด้วยแปลงย่อยขนาด กว้าง 4 เมตร x ยาว 16 เมตร จำนวน 20 แปลง โดยให้ด้านยาวของแปลงอยู่ในทิศเดียวกับความลาดเท ให้ทุกแปลงมีทิศทางหันไปทางเดียวกัน มีชั้นความลาดชันอยู่ในช่วงเดียวกัน แปลงย่อย (plot erosion) วางสัณฐานสี่เหลี่ยมรอบแปลงทดลอง ในแต่ละแปลงย่อยปักหมุดวัดการสูญเสียดินจำนวน 9 หมุด เพื่อประเมินการสูญเสียดิน โดยปักหมุดแบ่งย่อยเป็น 3 ระดับ คือ ส่วนบน กลาง และล่าง ในแต่ละส่วนปักหมุดจำนวน 3 ตัว ห่างกันประมาณ 1 เมตร ส่วนท้ายแปลงฝังอุปกรณ์เก็บตะกอนดินและน้ำไหลบ่า (sediment trap) แปลงย่อยละ 1 ตัว
4. ติดตั้งเครื่องมือวัดน้ำฝน (rain gauge) เพื่อเก็บปริมาณน้ำฝน

5. การขุดคุ้ยรับน้ำขอบเขาขวางความลาดเท โดยมีความกว้างของพื้นที่รับน้ำขอบเขาเท่ากับ 2 เมตร ค่า VI เฉลี่ยเท่ากับ 4 เมตร พร้อมทั้งปลูกแถบหญ้าแฝกบริเวณทั้งบนเชิงลาดด้านนอกและเชิงลาดด้านในของคุ้ยรับน้ำขอบเขา เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ

6. การปลูกพืช

1) การปลูกมะคาเดเมีย ในพื้นที่ลาดชันจะมีระยะปลูก 8 x 8 เมตร ปลูกบริเวณคันคุ้ยรับน้ำขอบเขา ขนาดหลุมปลูก 75 x 75 x 75 เซนติเมตร รองก้นหลุมด้วยปุ๋ยอินทรีย์ 2 – 5 กิโลกรัมต่อหลุม โดยปลูกในช่วงเดือนพฤษภาคม

2) การปลูกข้าวไร่ ปลูกด้วยวิธีการหยอดเป็นหลุม จำนวน 4 – 5 เมล็ดต่อหลุม หรือประมาณ 15 กิโลกรัมต่อไร่ พร้อมรองพื้นด้วยปุ๋ยสูตร 15 – 15 – 15 อัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ โดยในพื้นที่ลาดชันไม่นิยมกลบเนื่องจากจะทำให้ดินอัดตัวแน่น ระยะปลูก 30 x 30 เซนติเมตร ปลูกในช่วงปลายเดือนเมษายน เมื่อต้นข้าวอายุประมาณ 2 อาทิตย์ ใส่ปุ๋ยสูตร 46 – 0 – 0 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 150 – 200 กิโลกรัมต่อไร่ และต้นข้าวอายุประมาณ 2 เดือน ใส่ปุ๋ยสูตร 15 – 15 – 15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยสูตร 46 – 0 – 0 อัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ โดยเก็บเกี่ยวในช่วงเดือนตุลาคม

3) ถั่วแดงหลวง ปลูกด้วยวิธีการหยอดเป็นหลุม จำนวน 2 – 3 เมล็ดต่อหลุม หรือประมาณ 10 – 12 กิโลกรัมต่อไร่ ระยะปลูก 25 x 50 เซนติเมตร รองพื้นด้วยปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 150 – 200 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อต้นถั่วอายุประมาณ 2 อาทิตย์ ใส่ปุ๋ยสูตร 15 – 15 – 15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ ปลูกในช่วงเดือนกรกฎาคม

4) ถั่วพุ่ม ปลูกด้วยวิธีการหยอดเป็นหลุม จำนวน 2 – 3 เมล็ดต่อหลุม หรือประมาณ 3 – 4 กิโลกรัมต่อไร่ ระยะปลูก 25 x 50 เซนติเมตร รองพื้นด้วยปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 150 – 200 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อต้นถั่วอายุประมาณ 2 อาทิตย์ ใส่ปุ๋ยสูตร 15 – 15 – 15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ ปลูกในช่วงเดือนกรกฎาคม

7. การเก็บข้อมูลดิน

1) ศึกษาลักษณะสมบัติของดิน (soil characteristic) โดยทำชั้นหน้าตัดดิน (soil profile) เพื่อจำแนกดินตามระบบอนุกรมวิธานดิน (Soil Taxonomy) พร้อมทั้งเก็บตัวอย่างดินตามชั้นกำเนิดดิน

2) การเก็บตัวอย่างดินเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติดิน โดยเก็บตัวอย่างดินบนช่วง 0 – 15 เซนติเมตร ก่อนและหลังการทดลองในแต่ละปี แบ่งเป็นการเก็บตัวอย่างดินแบบไม่ถูกรบกวน เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางฟิสิกส์ของดิน (physical properties) ได้แก่ ความหนาแน่นรวม (bulk density) และการเก็บตัวอย่างดินแบบตัวอย่างรวม (composite soil sample) สมบัติทางเคมีของดิน (chemical properties) ได้แก่ ค่าปฏิกิริยาของดิน (soil reaction, pH) ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (organic matter) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available phosphorus) โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (available potassium) ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (cation exchange capacity) และค่าอัตราร้อยละความอิ่มตัวด้วยเบส (base saturation percentage, %BS)

3) การประเมินการสูญเสียหน้าดินในพื้นที่ทดลอง โดยการใช้หมุดวัดการสูญเสียดิน บันทึกหน้าดินที่สูญเสียไปโดยวัดระยะที่หมดกับผิวดิน (ความหนาของดินที่สูญเสีย) โดยใช้เครื่องวัดความสูงหมุด ทำการวัดข้อมูลเดือนละครั้งหรือตามรอบของพายุ แล้วประเมินปริมาณดินที่สูญเสียไปต่อพื้นที่ เป็นหน่วยความหนา

ของดินและน้ำหนักรากต่อพื้นที่ จากผลคูณความหนาแน่นรวมของดินกับความสูงของดินที่หายไป ในรอบ 1 ปี (หมุดมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 มิลลิเมตร ยาว 80 เซนติเมตร ตอกลงไปในดิน โดยให้หมุดโผล่พ้นผิวดิน 15 เซนติเมตร)

4) การประเมินปริมาณน้ำไหลบ่า (runoff) โดยวัดปริมาตรในถังดักตะกอนดินเดือนละ 1 ครั้ง หรือตามรอบของพายุ โดยใช้ไม้วัดความสูงของน้ำในถัง 3 ครั้ง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย คำนวณปริมาณน้ำสะสมตลอดฤดูกาลเพาะปลูก จากนั้นคำนวณปริมาณการไหลบ่าต่อพื้นที่จากความยาวของแปลงและความกว้างของเครื่องดักตะกอนดิน

8. การเก็บข้อมูลพืช

1) มะคาเดเมีย เก็บข้อมูลการเจริญเติบโต โดยวัดความสูงของต้น และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเหนือต้นตอ จำนวน 2 ต้นต่อแปลงย่อยแล้วหาค่าเฉลี่ย วัดครั้งแรก โดยวัดทันทีหลังจากที่นำต้นมะคาเดเมียลงหลุมปลูก (ช่วงต้นฝน) หลังจากนั้นนับรอบเวลาครบอายุ 1 2 และ 3 ปี ตามลำดับ

2) ข้าวไร่และพืชตระกูลถั่วที่ปลูกร่วมกับมะคาเดเมีย เก็บข้อมูลผลผลิตโดยตรงจากแปลงทดลอง จากนั้นคำนวณเป็นผลผลิตต่อไร่

9. การเก็บข้อมูลผลตอบแทนเศรษฐกิจ

1) บันทึกข้อมูลค่าใช้จ่ายทั้งหมดตลอดระยะเวลาการเพาะปลูก รวมถึงค่าใช้จ่ายในการจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และรายได้ที่เกิดจากการขายข้าวไร่และพืชตระกูลถั่ว

2) ประเมินมูลค่าของธาตุอาหารที่สูญเสียไปจากราคาของปุ๋ยยูเรีย 46% N (สำหรับไนโตรเจน) ปุ๋ยทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟส 46% P_2O_5 (สำหรับฟอสฟอรัส) ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ 60% K_2O (สำหรับโพแทสเซียม)

8. วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีทางสถิติ (ANOVA: Analysis of Variance) และหาค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) เปรียบเทียบผลของสมบัติดินก่อนปลูกและหลังเก็บเกี่ยว

ผลการวิจัยและวิจารณ์

1. การเปลี่ยนแปลงสมบัติของดิน

1.1 ความหนาแน่นรวมของดิน

ก่อนการทดลองปีที่ 1 มีความหนาแน่นรวมอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ (1.25 g cm^{-3}) หลังการทดลองปีที่ 1 – 3 ความหนาแน่นรวมของดินไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยหลังการทดลองปีที่ 1 ความหนาแน่นรวมอยู่ในระดับต่ำ ($1.05 - 1.19 \text{ g cm}^{-3}$) หลังการทดลองปีที่ 2 ความหนาแน่นรวมอยู่ในระดับต่ำถึงค่อนข้างต่ำ ($1.12 - 1.21 \text{ g cm}^{-3}$) และหลังการทดลองปีที่ 3 ความหนาแน่นรวมอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ ($1.21 - 1.34 \text{ g cm}^{-3}$) (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ผลของระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและระบบการปลูกพืชต่อความหนาแน่นรวม (g cm^{-3})

ก่อนและหลังการทดลอง

ดำรับ การทดลอง	ก่อนการทดลอง ปีที่ 1	หลังการทดลอง		
		ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3
T1		1.05	1.12	1.34
T2		1.19	1.18	1.33
T3	1.25	1.16	1.21	1.21
T4		1.09	1.20	1.31
T5		1.15	1.15	1.29
F-test		ns	ns	ns
C.V. (%)		8.65	7.97	8.41

หมายเหตุ ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติโดยวิธี DMRT
ns : ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

1.2 ค่าปฏิกิริยาของดิน

ก่อนการทดลองปีที่ 1 มีค่าปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัด (pH 4.66) หลังการทดลองปีที่ 1 พบว่าดำรับที่ 5 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับถั่วพุ่ม มีคูรับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝกมีค่าปฏิกิริยาดินเป็นกรดรุนแรง (pH 4.24) โดยมีค่าต่ำกว่าดำรับที่ 2 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ และมีคูรับน้ำขอบเขาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีค่าปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัด (pH 4.51) ส่วนหลังการทดลองปีที่ 2 – 3 ค่าค่าปฏิกิริยาดินไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยหลังการทดลองปีที่ 2 ค่าปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัด (pH 4.22 – 4.37) และหลังการทดลองปีที่ 3 ค่าปฏิกิริยาดินเป็นกรดรุนแรงมากถึงกรดจัด (pH 4.48 – 4.65) (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ผลของระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและระบบการปลูกพืชต่อค่าปฏิกิริยาดิน (pH)
ก่อนและหลังการทดลอง

ตำรับ การทดลอง	ก่อนการทดลอง ปีที่ 1	หลังการทดลอง		
		ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3
T1		4.33 ab	4.30	4.54
T2		4.51 a	4.37	4.60
T3	4.66	4.34 ab	4.35	4.61
T4		4.36 ab	4.27	4.65
T5		4.24 b	4.22	4.48
F-test		*	ns	ns
C.V. (%)		2.81	3.23	2.77

หมายเหตุ ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติโดยวิธี DMRT
ns : ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ * : แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

1.3 ปริมาณอินทรีย์วัตถุ

ก่อนการทดลองปีที่ 1 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับปานกลาง (1.90 %) หลังการทดลองปีที่ 1 พบว่า ตำรับที่ 1 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ และไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำมีปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ (1.23 %) มีค่าต่ำกว่าตำรับที่ 5 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับถั่วพุ่ม มีคุรับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝก และตำรับที่ 4 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับถั่วแดงหลวง มีคุรับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ซึ่งมีปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับปานกลาง คือ 1.91 % และ 1.73 % ตามลำดับ หลังการทดลองปีที่ 2 พบว่า ตำรับที่ 1 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ และไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำมีปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับปานกลาง (1.74 %) โดยมีค่าต่ำกว่าตำรับที่ 4 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับถั่วแดงหลวง มีคุรับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝก และตำรับที่ 5 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับถั่วพุ่ม มีคุรับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับปานกลาง คือ 2.12 % และ 2.11 % ตามลำดับ หลังการทดลองปีที่ 3 พบว่า ตำรับที่ 1 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ และไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำมีปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับปานกลาง (2.07 %) และตำรับที่ 3 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ มีคุรับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝกมีปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับปานกลาง (2.06 %) มีค่าต่ำกว่าตำรับที่ 4 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับถั่วแดงหลวง มีคุรับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ซึ่งมีปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับปานกลาง (2.12 %) (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ผลของระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและระบบการปลูกพืชต่อปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (%) ก่อนและหลังการทดลอง

ตำรับ การทดลอง	ก่อนการทดลอง ปีที่ 1	หลังการทดลอง		
		ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3
T1		1.23 b	1.74 b	2.07 b
T2		1.62 ab	1.92 ab	2.17 ab
T3	1.90	1.65 ab	2.05 ab	2.06 b
T4		1.73 a	2.12 a	2.25 a
T5		1.91 a	2.11 a	2.12 ab
F-test		**	*	**
C.V. (%)		11.77	10.18	2.79

หมายเหตุ ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติโดยวิธี DMRT

* : แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** : แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

1.4 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

ก่อนการทดลองปีที่ 1 มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ (8.04 mg kg^{-1}) หลังการทดลองปีที่ 1 - 3 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยหลังการทดลองปีที่ 1 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำ ($4.91 - 7.00 \text{ mg kg}^{-1}$) หลังการทดลองปีที่ 2 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำ ($4.88 - 7.65 \text{ mg kg}^{-1}$) และหลังการทดลองปีที่ 3 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำ ($6.58 - 8.53 \text{ mg kg}^{-1}$) (ตารางที่ 4)

1.5 ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์

ก่อนการทดลองปีที่ 1 มีโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับสูงมาก ($168.90 \text{ mg kg}^{-1}$) หลังการทดลองปีที่ 1 โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับสูงมาก ($151.50 - 165.00 \text{ mg kg}^{-1}$) หลังการทดลองปีที่ 2 พบว่า ตำรับที่ 3 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ มีคุ้รับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝกมีโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับสูงมาก ($126.25 \text{ mg kg}^{-1}$) โดยมีค่าต่ำกว่าตำรับที่ 1 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ และไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ตำรับที่ 4 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับถั่วแดงหลวง มีคุ้รับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝก และตำรับที่ 5 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับถั่วพุ่ม มีคุ้รับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับสูงมาก คือ $162.19 \text{ mg kg}^{-1}$ $160.88 \text{ mg kg}^{-1}$ และ $156.75 \text{ mg kg}^{-1}$ ตามลำดับ และหลังการทดลองปีที่ 3 พบว่า ตำรับที่ 5 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับถั่วพุ่ม มีคุ้รับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝกมีโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับสูงมาก ($134.75 \text{ mg kg}^{-1}$) โดยมีค่าต่ำกว่าตำรับที่

1 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ และไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับสูงมาก ($164.00 \text{ mg kg}^{-1}$) (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 4 ผลของระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและระบบการปลูกพืชต่อปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (mg kg^{-1}) ก่อนและหลังการทดลอง

ตำรับ การทดลอง	ก่อนการทดลอง ปีที่ 1	หลังการทดลอง		
		ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3
T1	8.04	4.91	4.88	6.58
T2		6.70	7.31	7.85
T3		6.77	5.97	7.93
T4		5.69	7.64	8.53
T5		7.00	7.65	7.70
F-test		ns	ns	ns
C.V. (%)		27.62	26.55	15.39

หมายเหตุ ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติโดยวิธี DMRT
ns : ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 5 ผลของระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและระบบการปลูกพืชต่อปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (mg kg^{-1}) ก่อนและหลังการทดลอง

ตำรับ การทดลอง	ก่อนการทดลอง ปีที่ 1	หลังการทดลอง		
		ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3
T1	168.90	160.53	162.19 a	164.00 a
T2		151.50	142.25 ab	153.67 ab
T3		163.00	126.25 b	145.00 ab
T4		164.13	160.88 a	144.50 ab
T5		165.00	156.75 a	134.75 b
F-test		ns	*	*
C.V. (%)		6.59	11.60	8.89

หมายเหตุ ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติโดยวิธี DMRT
ns : ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ * : แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

1.6 ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน

ก่อนการทดลองปีที่ 1 ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนอยู่ในระดับปานกลาง ($12.33 \text{ cmol kg}^{-1}$) หลังการทดลองปีที่ 1 - 2 ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยหลังการทดลองปีที่ 1 ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนอยู่ในระดับปานกลาง ($11.33 - 12.04 \text{ cmol kg}^{-1}$) และหลังการทดลองปีที่ 2 ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนอยู่ในระดับปานกลาง ($12.09 - 12.57 \text{ cmol kg}^{-1}$) ส่วนหลังการทดลองปีที่ 3 พบว่า ตำรับที่ 1 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ มีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนอยู่ในระดับปานกลาง ($11.51 \text{ cmol kg}^{-1}$) โดยมีค่าต่ำกว่าตำรับที่ 4 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับถั่วแดงหลวง มีคูรับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนอยู่ในระดับปานกลาง ($12.49 \text{ cmol kg}^{-1}$) (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 ผลของระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและระบบการปลูกพืชต่อค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (cmol kg^{-1}) ก่อนและหลังการทดลอง

ตำรับ การทดลอง	ก่อนการทดลอง ปีที่ 1	หลังการทดลอง		
		ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3
T1		11.75	12.18	11.51 b
T2		11.33	12.09	11.79 ab
T3	12.33	11.85	12.40	12.25 ab
T4		11.57	12.57	12.49 a
T5		12.04	12.18	12.31 ab
F-test		ns	ns	*
C.V. (%)		4.27	3.71	4.39

หมายเหตุ ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติโดยวิธี DMRT
ns : ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ * : แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

1.7 ค่าอัตราร้อยละความอึดตัวด้วยเบส

ก่อนการทดลองปีที่ 1 มีค่าอัตราร้อยละความอึดตัวด้วยเบสอยู่ในระดับต่ำ (25.48%) หลังการทดลองปีที่ 1 - 3 ค่าอัตราร้อยละความอึดตัวด้วยเบสไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยหลังการทดลองปีที่ 1 ค่าอัตราร้อยละความอึดตัวด้วยเบสอยู่ในระดับต่ำ ($20.10 - 25.10 \%$) หลังการทดลองปีที่ 2 ค่าอัตราร้อยละความอึดตัวด้วยเบสอยู่ในระดับต่ำ ($17.49 - 21.15 \%$) และหลังการทดลองปีที่ 3 ค่าอัตราร้อยละความอึดตัวด้วยเบสอยู่ในระดับต่ำ ($16.74 - 19.01 \%$) (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 ผลของระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและระบบการปลูกพืชต่อค่าอัตราร้อยละความอิ่มตัวด้วยเบส (%) ก่อนและหลังการทดลอง

ตำรับ การทดลอง	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง		
	ปีที่ 1	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3
T1		21.58	17.49	16.74
T2		22.57	18.65	18.25
T3	25.48	21.65	21.10	19.01
T4		25.10	21.15	18.60
T5		20.10	19.55	18.52
F-test		ns	ns	ns
C.V. (%)		19.45	12.69	15.42

หมายเหตุ ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติโดยวิธี DMRT
ns : ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

2. ปริมาณการสูญเสียดิน

ปริมาณการสูญเสียดินหลังการทดลองปีที่ 2 พบว่า ตำรับที่ 1 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ และไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำมีปริมาณการสูญเสียดิน 17.60 ต้นต่อไร่ต่อปี โดยมีค่ามากกว่า ตำรับที่ 2 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ มีคุรับน้ำขอบเขา ตำรับที่ 3 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ มีคุรับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝก ตำรับที่ 5 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับถั่วพุ่ม มีคุรับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝก และตำรับที่ 4 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับถั่วแดงหลวง มีคุรับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ซึ่งมีปริมาณการสูญเสียดิน 8.70 9.14 9.74 และ 10.21 ต้นต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ และหลังการทดลองปีที่ 3 พบว่า ตำรับที่ 1 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ และไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำมีปริมาณการสูญเสียดิน 22.88 ต้นต่อไร่ต่อปี โดยมีค่ามากกว่า ตำรับที่ 3 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ มีคุรับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝก ตำรับที่ 4 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับถั่วแดงหลวง มีคุรับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝก ตำรับที่ 5 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับถั่วพุ่ม มีคุรับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝก และตำรับที่ 2 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ มีคุรับน้ำขอบเขาอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ซึ่งมีปริมาณการสูญเสียดิน 10.51 10.52 10.65 และ 11.77 ต้นต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 ผลของระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและระบบการปลูกพืชต่อปริมาณการสูญเสียดิน (ตันต่อไร่ต่อปี)

การทดลอง	หลังการทดลอง		
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3
T1	-	17.60 a	22.88 a
T2	-	8.70 b	11.77 b
T3	-	9.14 b	10.51 b
T4	-	10.21 b	10.52 b
T5	-	9.74 b	10.65 b
F-test		**	**
C.V. (%)		11.93	11.82

หมายเหตุ ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติโดยวิธี DMRT

** : แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

3. ปริมาณน้ำไหลบ่า

ปริมาณน้ำไหลบ่าหลังการทดลองปีที่ 2 พบว่า ตำรับที่ 1 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ และไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำมีปริมาณน้ำไหลบ่า 436.52 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ มีโดยมีค่ามากกว่า ตำรับที่ 3 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ มีคุ้รับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝก ตำรับที่ 4 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับถั่วแดงหลวง มีคุ้รับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝก ตำรับที่ 2 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ มีคุ้รับน้ำขอบเขาและตำรับที่ 5 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับถั่วพุ่ม มีคุ้รับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ซึ่งมีปริมาณน้ำไหลบ่า 325.17 343.54 361.95 และ 398.73 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ตามลำดับ นอกจากนั้น ตำรับที่ 5 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับถั่วพุ่ม มีคุ้รับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝก ยังมีปริมาณน้ำไหลบ่ามากกว่าตำรับที่ 3 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ มีคุ้รับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และหลังการทดลองปีที่ 3 พบว่า ตำรับที่ 1 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ และไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำมีปริมาณน้ำไหลบ่า 630.39 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ โดยมีค่ามากกว่า ตำรับที่ 3 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ มีคุ้รับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ซึ่งมีปริมาณน้ำไหลบ่า 439.78 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 ผลของระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและระบบการปลูกพืชต่อปริมาณน้ำไหลบ่า (ลูกบาศก์เมตรต่อไร่)

การทดลอง	หลังการทดลอง		
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3
T1	-	436.52 a	630.39 a
T2	-	361.95 bc	482.88 ab
T3	-	325.17 c	439.78 b
T4	-	343.54 bc	527.81 ab
T5	-	398.73 ab	525.83 ab
F-test		**	**
C.V. (%)		7.61	12.83

หมายเหตุ ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติโดยวิธี DMRT

** : แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

4. การเจริญเติบโตและผลผลิตพืช

4.1 การเจริญเติบโตของต้นมะคาเดเมีย อายุ 2 และ 3 ปี

4.1.1 ขนาดเส้นรอบวงของต้นมะคาเดเมีย

ขนาดเส้นรอบวงของต้นมะคาเดเมียอายุ 2 ปี ขนาดของเส้นรอบวงไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติในแต่ละตำรับการทดลอง ส่วนต้นมะคาเดเมียอายุ 3 ปี พบว่า ตำรับที่ 1 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ และไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ตำรับที่ 3 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ มีคุ้รับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝก ตำรับที่ 5 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับถั่วพุ่ม มีคุ้รับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝก และตำรับที่ 2 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ มีคุ้รับน้ำขอบเขา มีขนาดเส้นรอบวง 14.18 14.27 14.28 และ 14.68 มิลลิเมตร ตามลำดับ โดยมีขนาดเส้นรอบวงน้อยกว่าตำรับที่ 4 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับถั่วแดงหลวง มีคุ้รับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีขนาดเส้นรอบวง 17.64 มิลลิเมตร (ตารางที่ 10)

4.1.2 ความสูงของต้นมะคาเดเมีย

ความสูงของต้นมะคาเดเมียอายุ 2 ปี พบว่า ในตำรับที่ 5 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับถั่วพุ่ม มีคุ้รับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝก และตำรับที่ 2 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ มีคุ้รับน้ำขอบเขา มีความสูง 92.50 และ 90.25 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยมีค่าความสูงน้อยกว่าตำรับที่ 4 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับถั่วแดงหลวง มีคุ้รับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีค่าความสูง 103.00 เซนติเมตร และต้นมะคาเดเมียอายุ 3 ปี พบว่า ตำรับที่ 1 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ และไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีความสูง 103.63 เซนติเมตร โดยมีค่าความสูงน้อยกว่าตำรับที่ 4 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับถั่วแดงหลวง มีคุ้รับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีค่าความสูง 127.25 เซนติเมตร (ตารางที่ 11)

ตารางที่ 10 ผลของระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและระบบการปลูกพืชต่อขนาดเส้นรอบวงของต้นมะคาเดเมีย (มิลลิเมตร)

ตำรับ การทดลอง	ขนาดเส้นรอบวงของมะคาเดเมีย	
	อายุ 2 ปี	อายุ 3 ปี
T1	10.16	14.18 b
T2	9.40	14.68 b
T3	10.90	14.27 b
T4	10.78	17.64 a
T5	10.71	14.28 b
F-test	ns	*
C.V. (%)	10.87	11.42

หมายเหตุ ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติโดยวิธี DMRT
ns : ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ * : แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ 11 ผลของระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและระบบการปลูกพืชต่อความสูงของต้นมะคาเดเมีย (เซนติเมตร)

ตำรับ การทดลอง	ความสูงของมะคาเดเมีย	
	อายุ 2 ปี	อายุ 3 ปี
T1	94.50 ab	103.63 b
T2	90.25 b	119.50 ab
T3	96.25 ab	112.00 ab
T4	103.00 a	127.25 a
T5	92.50 b	112.38 ab
F-test	*	*
C.V. (%)	6.51	9.87

หมายเหตุ ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติโดยวิธี DMRT
* : แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

4.2 ผลผลิตข้าวไร่

ผลผลิตข้าวไร่ปีที่ 2 พบว่า ดำรับที่ 1 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ และไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำมีผลผลิตเฉลี่ย 131.75 กิโลกรัมต่อไร่ ดำรับที่ 2 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ มีคูรับน้ำขอบเขามิผลผลิตเฉลี่ย 142.25 กิโลกรัมต่อไร่ และดำรับที่ 3 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ มีคูรับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝกมีผลผลิตเฉลี่ย 138.50 กิโลกรัมต่อไร่ ผลผลิตข้าวไร่ปีที่ 3 พบว่า ดำรับที่ 1 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ และไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำมีผลผลิตเฉลี่ย 121.50 กิโลกรัมต่อไร่ ดำรับที่ 2 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ มีคูรับน้ำขอบเขามิผลผลิตเฉลี่ย 113.50 กิโลกรัมต่อไร่ และดำรับที่ 3 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ มีคูรับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝกมีผลผลิตเฉลี่ย 123.50 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 12)

ตารางที่ 12 ผลของระบบอนุรักษ์ดินและน้ำต่อผลผลิตข้าวไร่

ดำรับ การทดลอง	ผลผลิตข้าวไร่ (กิโลกรัมต่อไร่)		
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3
T1	-	131.75	121.50
T2	-	142.25	113.50
T3	-	138.50	123.50
T4	-	-	-
T5	-	-	-

หมายเหตุ ดำรับที่ 4 ปลูกถั่วแดงหลวง ดำรับที่ 5 ปลูกถั่วพุ่ม

4.2 การเจริญเติบโตของถั่ว

การเจริญเติบโตของถั่วปีที่ 2 พบว่า ดำรับที่ 4 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับถั่วแดงหลวง มีคูรับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝก ความสูงของถั่วแดงหลวงเฉลี่ย 23.12 เซนติเมตร และดำรับที่ 5 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับถั่วพุ่ม มีคูรับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝก ความสูงของถั่วพุ่มเฉลี่ย 20.29 เซนติเมตร ส่วนปีที่ 3 พบว่า ดำรับที่ 4 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับถั่วแดงหลวง มีคูรับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝก ความสูงของถั่วแดงหลวงเฉลี่ย 22.13 เซนติเมตร และดำรับที่ 5 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับถั่วพุ่ม มีคูรับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝก ความสูงของถั่วพุ่มเฉลี่ย 19.96 เซนติเมตร (ตารางที่ 13)

ตารางที่ 13 ผลของระบบอนุรักษ์ดินและน้ำต่อความสูงของถั่ว

การทดลอง	ความสูงของถั่ว (เซนติเมตร)		
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3
T1	-	-	-
T2	-	-	-
T3	-	-	-
T4	-	23.12	22.13
T5	-	20.29	19.96

หมายเหตุ ดำรับที่ 4 ปลุกถั่วแดงหลวง ดำรับที่ 5 ปลุกถั่วพุ่ม

5. การสูญเสียธาตุอาหาร

การสูญเสียธาตุอาหารหลังการทดลองปีที่ 2 พบว่า การสูญเสียไนโตรเจน ดำรับที่ 1 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ และไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ เกิดการสูญเสียไนโตรเจน 15.22 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นมูลค่าปุ๋ยไนโตรเจน 363.95 บาทต่อไร่ โดยมีการสูญเสียไนโตรเจนมากกว่าดำรับอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ การสูญเสียฟอสฟอรัสในแต่ละดำรับไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีการสูญเสียฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง 1.23 – 1.97 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นมูลค่าปุ๋ยฟอสฟอรัส 33.81 – 54.31 บาทต่อไร่ ส่วนการสูญเสียโพแทสเซียม ดำรับที่ 1 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ และไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ เกิดการสูญเสียโพแทสเซียม 15.22 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นมูลค่าโพแทสเซียม 753.41 บาทต่อไร่ โดยมีการสูญเสียโพแทสเซียมมากกว่าดำรับอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ภาพรวมการสูญเสียธาตุอาหาร ดำรับที่ 1 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ และไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ เกิดการสูญเสียธาตุอาหาร 51.44 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นมูลค่าปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมรวม 1,171.68 บาทต่อไร่ โดยมีการสูญเสียธาตุอาหารมากกว่าดำรับอื่นๆ (ตารางที่ 14)

การสูญเสียธาตุอาหารหลังการทดลองปีที่ 3 พบว่า การสูญเสียไนโตรเจน ดำรับที่ 1 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ และไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ เกิดการสูญเสียไนโตรเจน 23.65 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นมูลค่าปุ๋ยไนโตรเจน 997.27 บาทต่อไร่ โดยมีการสูญเสียไนโตรเจนมากกว่าดำรับอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ การสูญเสียฟอสฟอรัสดำรับที่ 1 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ และไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ เกิดการสูญเสียฟอสฟอรัส 3.46 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นมูลค่าปุ๋ยฟอสฟอรัส 99.31 บาทต่อไร่ โดยมีการสูญเสียฟอสฟอรัสมากกว่าดำรับอื่นๆ ส่วนการสูญเสียโพแทสเซียม ดำรับที่ 1 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ และไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ เกิดการสูญเสียโพแทสเซียม 45.06 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นมูลค่าโพแทสเซียม 1,396.94 บาทต่อไร่ โดยมีการสูญเสียโพแทสเซียมมากกว่าดำรับอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ภาพรวมการสูญเสียธาตุอาหาร ดำรับที่ 1 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ และไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ เกิดการสูญเสียธาตุอาหาร 72.17 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นมูลค่าปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมรวม 2,493.52 บาทต่อไร่ โดยมีการสูญเสียธาตุอาหารมากกว่าดำรับอื่นๆ (ตารางที่ 15)

ตารางที่ 14 ผลของระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและระบบการปลูกพืชต่อการสูญเสียธาตุอาหาร
หลังการทดลองปีที่ 2

ดำรับ การทดลอง	ไนโตรเจน		ฟอสฟอรัส		โพแทสเซียม		รวม	
	กก./ไร่	บาท/ไร่	กก./ไร่	บาท/ไร่	กก./ไร่	บาท/ไร่	กก./ไร่	บาท/ไร่
T1	15.22 a	363.95	1.97	54.31	34.25 a	753.41	51.44	1,171.68
T2	8.32 b	198.93	1.43	39.44	14.90 b	327.71	24.65	566.09
T3	9.33 b	222.97	1.23	33.81	13.71 b	301.61	24.27	558.40
T4	10.81 b	258.49	1.78	49.09	19.72 b	433.79	32.31	741.36
T5	10.23 b	244.69	1.74	48.16	18.56 b	408.40	30.53	701.25
F-test	**		ns		**			
C.V. (%)	17.64		31.40		16.80			

หมายเหตุ ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติโดยวิธี DMRT
ns : ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ** : แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ตารางที่ 15 ผลของระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและระบบการปลูกพืชต่อการสูญเสียธาตุอาหาร
หลังการทดลองปีที่ 3

ดำรับ การทดลอง	ไนโตรเจน		ฟอสฟอรัส		โพแทสเซียม		รวม	
	กก./ไร่	บาท/ไร่	กก./ไร่	บาท/ไร่	กก./ไร่	บาท/ไร่	กก./ไร่	บาท/ไร่
T1	23.65 a	997.27	3.46 a	99.31	45.06 a	1,396.94	72.17	2,493.52
T2	12.77 b	538.60	2.20 ab	63.13	21.73 b	673.60	36.7	1,275.32
T3	10.81 b	455.90	1.90 ab	54.60	18.26 b	566.12	30.97	1,076.62
T4	11.83 b	498.77	2.05 ab	59.00	18.27 b	566.40	32.15	1,124.16
T5	11.30 b	476.39	1.87 b	53.74	17.19 b	532.84	30.36	1,062.97
F-test	**		**		**			
C.V. (%)	13.68		28.31		15.64			

หมายเหตุ ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติโดยวิธี DMRT
** : แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

6. ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจหลังการทดลองปีที่ 2 พบว่า ตำรับที่ 1 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ และไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีต้นทุนผันแปร 11,230.00 บาทต่อไร่ ในขณะที่มีมูลค่าผลผลิต 2,371.50 บาทต่อไร่ จึงทำให้ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปรมีค่าเป็นลบ ทั้งนี้เนื่องจาก ภาวะปัญหาภัยแล้ง ฝนทิ้งช่วงที่ยาวนาน และความแปรปรวนของช่วงฤดูการ นอกจากนั้นลักษณะของดินยังมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ สภาพพื้นที่ลาดชันซึ่งส่งผลต่อการเกิดการชะล้างพังทลายของดิน จึงส่งผลกระทบต่อผลผลิตข้าว รวมทั้งต้นทุนการผลิตที่สูง ส่วนตำรับที่ 2 - 5 ซึ่งมีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ มีต้นทุนผันแปรอยู่ในช่วง 18,598.27 - 24,838.27 บาทต่อไร่ ในขณะที่มีมูลค่าผลผลิตตำรับที่ 2 - 3 อยู่ในช่วง 2,493.00 - 2,560.50 บาทต่อไร่ และตำรับที่ 4 - 5 ไม่มีผลผลิต จึงทำให้ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปรมีค่าเป็นลบเช่นเดียวกัน โดยสาเหตุเช่นเดียวกับตำรับที่ 1 (ตารางที่ 16)

ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจหลังการทดลองปีที่ 3 พบว่า ตำรับที่ 1 การปลูกมะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ และไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีต้นทุนผันแปร 7,785.00 บาทต่อไร่ ในขณะที่มีมูลค่าผลผลิต 2,187.00 บาทต่อไร่ จึงทำให้ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปรมีค่าเป็นลบ ทั้งนี้เนื่องจาก ภาวะปัญหาภัยแล้ง ฝนทิ้งช่วงที่ยาวนาน และความแปรปรวนของช่วงฤดูการ นอกจากนั้นลักษณะของดินยังมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ สภาพพื้นที่ลาดชันซึ่งส่งผลต่อการเกิดการชะล้างพังทลายของดิน และการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างต่อเนื่อง จึงส่งผลกระทบต่อผลผลิตข้าว รวมทั้งต้นทุนการผลิตที่สูง ส่วนตำรับที่ 2 - 5 ซึ่งมีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ มีต้นทุนผันแปรอยู่ในช่วง 4,430.00 - 7,785.00 บาทต่อไร่ ในขณะที่มีมูลค่าผลผลิตตำรับที่ 2 - 3 อยู่ในช่วง 2,043.00 - 2,223.00 บาทต่อไร่ และตำรับที่ 4 - 5 ไม่มีผลผลิต จึงทำให้ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปรมีค่าเป็นลบเช่นเดียวกัน โดยสาเหตุเช่นเดียวกับตำรับที่ 1 (ตารางที่ 17)

ตารางที่ 16 ผลของระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและระบบการปลูกพืชต่อผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ
หลังการทดลองปีที่ 2

ตำรับ การทดลอง	ผลผลิต (กิโลกรัมต่อไร่)	มูลค่าผลผลิต (บาทต่อไร่)	ต้นทุนผันแปร (บาทต่อไร่)	ผลตอบแทนเหนือต้นทุน ผันแปร (บาทต่อไร่)	B/C ratio
T1	131.75	2,371.50	11,230.00	-8,858.50	0.21
T2	142.25	2,560.50	18,598.27	-16,037.77	0.14
T3	138.50	2,493.00	24,838.27	-22,345.27	0.10
T4	-	-	21,483.27	-21,483.27	-
T5	-	-	21,133.27	-21,133.27	-

ตารางที่ 17 ผลของระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและระบบการปลูกพืชต่อผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ
หลังการทดลองปีที่ 3

ตำรับ การทดลอง	ผลผลิต (กิโลกรัมต่อไร่)	มูลค่าผลผลิต (บาทต่อไร่)	ต้นทุนผันแปร (บาทต่อไร่)	ผลตอบแทนเหนือต้นทุน ผันแปร (บาทต่อไร่)	B/C ratio
T1	121.50	2,187.00	7,785.00	-5,598.00	0.28
T2	113.50	2,043.00	7,785.00	-5,742.00	0.26
T3	123.50	2,223.00	7,785.00	-5,562.00	0.29
T4	-	-	4,430.00	-4,430.00	-
T5	-	-	4,080.00	-4,080.00	-

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

สรุปผล

1. สมบัติทางกายภาพของดิน ได้แก่ ความหนาแน่นรวมของดินไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ ทั้ง 3 ปี สมบัติทางเคมีของดิน ได้แก่ ค่าปฏิกิริยาดิน (pH) พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในปีที่ 1 โดยพบว่า ดำรับที่ 5 ปลูग्มะคาเดเมียร่วมกับถั่วพุ่ม มีคุรับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝก มีค่าปฏิกิริยาดินเป็นกรดรุนแรง และมีค่าต่ำกว่าดำรับที่ 2 ปลูग्มะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ และมีคุรับน้ำขอบเขา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนในปีที่ 2 และ 3 ค่าปฏิกิริยาดินไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินพบความแตกต่างกันทางสถิติทั้ง 3 ปี ในปีที่ 1 และ ปีที่ 2 มีแนวโน้มเหมือนกันคือ ดำรับที่ 1 ปลูग्มะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ และ ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินต่ำกว่า ดำรับที่ 4 ปลูग्มะคาเดเมียร่วมกับถั่วแดงหลวง มีคุรับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝก และดำรับที่ 5 ปลูग्มะคาเดเมียร่วมกับถั่วพุ่ม มีคุรับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนในปีที่ 3 พบว่า ดำรับที่ 3 ปลูग्มะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ มีคุรับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝก และดำรับที่ 1 ปลูग्มะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ และไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำกว่าดำรับที่ 4 ปลูग्มะคาเดเมียร่วมกับถั่วแดงหลวง มีคุรับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ในปีที่ 1 ปีที่ 2 และปีที่ 3 ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ และมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำทุกดำรับการทดลอง ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์พบว่า ปีที่ 1 ถึง 3 มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ได้อยู่ในระดับสูงมากทุกดำรับการทดลอง และพบความแตกต่างกันทางสถิติในปีที่ 2 และ 3 ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติในปีที่ 1 และ 2 แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติในปีที่ 3 พบว่าค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน ดำรับที่ 1 ปลูग्มะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ และไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีค่าต่ำกว่า ดำรับที่ 4 ปลูग्มะคาเดเมียร่วมกับถั่วแดงหลวง มีคุรับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าอัตราย่อยละความอึดตัวด้วยเบสไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติทั้ง 3 ปี และมีค่าอัตราย่อยละความอึดตัวด้วยเบสอยู่ในระดับต่ำทุกดำรับการทดลอง

2. การเจริญเติบโต พบว่า ขนาดเส้นรอบวงของต้นมะคาเดเมีย อายุ 3 ปี พบความแตกต่างกันทางสถิติ โดยพบว่า ดำรับที่ 4 ปลูग्มะคาเดเมียร่วมกับถั่วแดงหลวง มีคุรับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝก มีขนาดเส้นรอบวงมากกว่าดำรับอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ความสูงของต้นมะคาเดเมีย เมื่ออายุ 2 และ 3 ปี พบความแตกต่างกันทางสถิติ โดยความสูงของต้นมะคาเดเมียอายุ 2 ปี ดำรับที่ 5 ปลูग्มะคาเดเมียร่วมกับถั่วพุ่ม มีคุรับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝกและดำรับที่ 2 ปลูग्มะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ และมีคุรับน้ำขอบเขา พบว่ามีความสูงน้อยกว่าดำรับที่ 4 ปลูग्มะคาเดเมียร่วมกับถั่วแดงหลวง มีคุรับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่ออายุ 3 ปี พบว่าดำรับที่ 1 ปลูग्มะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ และไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีความสูงน้อยกว่าดำรับที่ 4 ปลูग्มะคาเดเมียร่วมกับถั่วแดงหลวง มีคุรับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3. ปริมาณการสูญเสียดิน พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในปีที่ 2 และ 3 โดยผลการทดลองเป็นไปในทางเดียวกันคือ ตำรับที่ 1 ปลุกมะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ และไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ พบการสูญเสียดินมากกว่าตำรับอื่นๆ ซึ่งมีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4. ปริมาณน้ำไหลบ่าพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในปีที่ 2 และ 3 โดยในปีที่ 2 พบว่าตำรับที่ 1 ปลุกมะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ และไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณน้ำไหลบ่ามากที่สุด รองลงมาคือตำรับที่ 5 ปลุกมะคาเดเมียร่วมกับถั่วพุ่ม มีคุ้รับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝก แต่ทั้ง 2 ตำรับไม่มีความแตกต่างกันสถิติ โดยตำรับที่ 1 ปลุกมะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ และไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณน้ำไหลบ่ามากกว่าตำรับที่ 3 ปลุกมะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ มีคุ้รับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝก ตำรับที่ 4 ปลุกมะคาเดเมียร่วมกับถั่วแดงหลวง มีคุ้รับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝก ตำรับที่ 2 ปลุกมะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ และมีคุ้รับน้ำขอบเขาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และในปีที่ 3 พบว่า ตำรับที่ 1 ปลุกมะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ และไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณน้ำไหลบ่ามากกว่าตำรับที่ 3 ปลุกมะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ มีคุ้รับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามทั้ง 2 ปี ตำรับที่ 1 ปลุกมะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ และไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ พบแนวโน้มมีปริมาณน้ำไหลบ่ามากที่สุด

5. การสูญเสียธาตุอาหารในดิน ปีที่ 2 พบว่า ตำรับที่ 1 ปลุกมะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ และไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีการสูญเสียธาตุไนโตรเจน และธาตุโพแทสเซียม มากกว่าตำรับอื่นๆ ทุกตำรับการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติของการสูญเสียธาตุฟอสฟอรัสในดิน และปีที่ 3 พบว่าการสูญเสียธาตุไนโตรเจน ธาตุฟอสฟอรัส และธาตุโพแทสเซียม มากกว่าตำรับอื่นๆ ทุกตำรับการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และจากการประเมินค่าใช้จ่ายเป็นมูลค่าปุ๋ยพบว่าตำรับที่ 1 ปลุกมะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ และไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีค่าใช้จ่ายเป็นมูลค่าปุ๋ยมากที่สุดและมากกว่าตำรับการทดลองอื่นๆ ประมาณ 43-63%

6. ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ พบว่า หลังการทดลองปีที่ 2 – 3 พบว่า ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปรมีค่าเป็นลบทุกตำรับ โดยหลังการทดลองปีที่ 2 ตำรับที่ 3 ปลุกมะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ มีคุ้รับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝกมีต้นทุนผันแปรสูงสุด 24,838.27 บาทต่อไร่ และหลังการทดลองปีที่ 3 ตำรับที่ 1 การปลุกมะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ และไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ตำรับที่ 2 ปลุกมะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ มีคุ้รับน้ำขอบเขา และตำรับที่ 3 ปลุกมะคาเดเมียร่วมกับข้าวไร่ มีคุ้รับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝกมีต้นทุนผันแปรสูงสุด 7,785.00 บาทต่อไร่

ข้อเสนอแนะ

2.1 มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำหลังดำเนินการแล้วเสร็จควรมีการปรับปรุงซ่อมแซม เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ในการลดการชะล้างพังทลายของดิน

2.2 ในพื้นที่สูงการชะล้างพังทลายของดินมีความรุนแรง ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีการปลูกพืชคลุมดิน ตลอดช่วงฤดูฝนเพื่อลดการสูญเสียดินในแปลงเพาะปลูก

2.3 การปลูกพืชบนพื้นที่สูงควรคัดเลือกชนิดพืชที่สามารถทนในสภาพแวดล้อมที่แปรปรวนทั้ง คุณสมบัติของดิน ปริมาณน้ำฝน และทิศด้านลาดของพื้นที่ ร่วมกับการพิจารณาถึงผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ทราบการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีและกายภาพของดินจากผลของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ
2. ทราบปริมาณการสูญเสียดินในระบบการปลูกพืชที่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำบนพื้นที่สูง
3. ทราบอัตราน้ำไหลบ่าในระบบการปลูกพืชที่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำบนพื้นที่สูง

เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาที่ดิน. 2543. การชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- _____. 2548. รายงานการจัดการทรัพยากรดินเพื่อการปลูกพืชเศรษฐกิจหลักตามกลุ่มชุดดิน เล่มที่ 2 ดินบนพื้นที่ดอน. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- _____. 2558. คู่มือการพัฒนาที่ดินสำหรับหมอดินอาสาและเกษตรกร. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- กลุ่มอนุรักษ์ดินและน้ำ. 2544. นิยามและทางเลือกมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2524. รายงานการสัมมนาการเกษตรภาคเหนือ ระหว่างวันที่ 23-27 กุมภาพันธ์ 2524 ณ สำนักงานเกษตรภาคเหนือ จังหวัดเชียงใหม่.
- กองเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน. 2558. การใช้ปุ๋ยพืชสดเพื่อเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินในประเทศไทย. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- ทงศักดิ์ ประไพ และคณะ. 2557. การศึกษาระยะห่างที่เหมาะสมของคูรับน้ำขอบเขาเพื่อการอนุรักษ์ดิน และน้ำบนพื้นที่สูง ชุดดินหนองมด (Nm) กลุ่มชุดดินที่ 29 อำเภอแม่สรวย จังหวัดเชียงราย. น.12-22. ใน เอกสารประกอบการประชุมวิชาการ กรมพัฒนาที่ดิน ปี 2557.กรมพัฒนาที่ดิน, กรุงเทพฯ.
- นคร สืบแสน. 2554. การชะล้างพังทลายของดินและการอนุรักษ์ดินและน้ำ. สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 7 กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- บัณฑิต ต้นศิริ และคำณ ไทรฟัก. 2542. คู่มือการประเมินคุณภาพที่ดิน (Qualitative Land Evaluations) สำหรับพืชเศรษฐกิจ, กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- พิทักษ์ อินทพันธ์ และสวัสดิ์ บุญชี. 2523. ระบบการปลูกพืชหมุนเวียนเพื่อเพิ่มผลผลิตบนที่ดอน. รายงาน ค้นคว้าวิจัย ประจำปี 2531 – 2532 หน้า 195. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- ร่วมจิตร นกเขา ถิรายุทธิ์ วิจิตรภาพ และนราอร สว่างวงศ์. 2560. คู่มือการปลูกและการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่ เพื่อความมั่นคงด้านอาหารของชุมชน. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตอุดมศักดิ์, ชุมพร.
- วิชา นิยม. 2535. สภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศบนที่สูง. น. 1-15. เอกสารประกอบการอบรมหลักสูตร การพัฒนาป่าไม้บนพื้นที่สูง. ศูนย์วิจัยป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สธิระ อุดมศรี. 2553. การสำรวจ จำแนกดิน และสารสนเทศดิน บริเวณพื้นที่สูงของประเทศไทย. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

- สนั่น เผือกไร่ พัทธ์ อินทะพันธ์ และสวัสดิ์ บุญชี. 2527. การศึกษาผลของการจัดการดินและพืชที่มีต่อการชะล้างพังทลายของดินบนที่สูงในภาคเหนือของประเทศไทย. เอกสารวิชาการกรมพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- สมชาย อินทโสติ. 2540. แนวทางการอนุรักษ์ดินและน้ำตามชั้นคุณภาพลุ่มน้ำต่างๆ ในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย. กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- สัมพันธ์ ตาติวงศ์. 2558. ประสิทธิภาพของวิธีการกำจัดวัชพืชในการเพิ่มผลผลิตถั่วแดงหลวง. มุลนิธิโครงการหลวง, 2557.
- สาธิต กาละพวง, พัฒน์พงษ์ เกิดหล้า, ชุตินา จันทรเจริญ, ทราญแก้ว อนาคต, เทอดศักดิ์ อนาคต และพิลาสลักษณ์ ลิ่วรุ่งเจริญ. 2562. รายงานผลการวิจัย การสูญเสียดินและธาตุอาหารจากการกร่อนดินภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำโดยวิธีกลร่วมกับวิธีพืชในพื้นที่ปลูกข้าวโพด จังหวัดอุดรธานี. กรมพัฒนาที่ดิน, กรุงเทพฯ.
- สุรเวทย์ กฤษณะเศรษฐี. 2554. มะคาเดเมีย. มุลนิธิโครงการสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ, กรุงเทพฯ.
- สำนักงาน กปร. 2556. การใช้ประโยชน์ระบบหญ้าแฝก. สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ, กรุงเทพฯ.
- สำนักบริการวิชาการ. 2544. แผนแม่บทการพัฒนาเกษตรที่สูง ในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน 9 จังหวัด. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- อนุกุล สุจินัย, วิโรจน์ อิงคากุล และไพบูลย์ ประโมจน์. 2536. การสำรวจและศึกษาสภาวะทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อมทางกายภาพโครงการพัฒนาพื้นที่สูงภาคเหนือ. เอกสารวิชาการฉบับที่ 240. กองสำรวจและจำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- อิทธิพล กลิ่นศรีสุข. 2554. การใช้ประโยชน์ข้อมูลจากการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- อุทัย ทองมี. 2548. การอนุรักษ์และบริหารจัดการพื้นที่สูง. รายงานการประชุม ความหลากหลายทางชีวภาพด้านป่าไม้และสัตว์ป่า ความก้าวหน้าของผลงานวิจัยและกิจกรรมปี 2548 ระหว่างวันที่ 21-24 สิงหาคม 2548 ณ โรงแรมรีเจนท์ ซะอำ เพชรบุรี.

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1 สถิติภูมิอากาศ ณ แปลงวิจัยบ้านห้วยน้ำขาว ตำบลเข็กน้อย อำเภอเขาค้อ จังหวัด
เพชรบูรณ์ (ปี พ.ศ. 2562 – 2564)

เดือน	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	ปริมาณน้ำฝนสะสม (มม.)	อุณหภูมิ (°C)		
			สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย
มกราคม	-	-	31.0	11.0	21.0
กุมภาพันธ์	8.3	8.3	32.9	13.3	23.1
มีนาคม	41.3	49.7	35.3	18.3	26.8
เมษายน	101.0	150.7	35.9	19.8	27.8
พฤษภาคม	182.9	333.6	34.9	21.0	27.9
มิถุนายน	244.5	578.1	31.3	19.6	25.4
กรกฎาคม	287.9	866.0	30.5	19.9	25.2
สิงหาคม	187.7	1,053.7	29.8	20.1	25.0
กันยายน	312.7	1,366.4	31.8	19.7	25.8
ตุลาคม	165.0	1,531.4	31.0	18.5	24.8
พฤศจิกายน	8.7	1,540.0	28.5	15.5	22.0
ธันวาคม	-	1,540.0	29.0	11.5	20.3
รวม	1,540.0				
เฉลี่ย			31.8	17.3	24.6

ตารางภาคผนวกที่ 2 สมบัติของดินตามชั้นหน้าตัดดิน (Soil profile) แปลงวิจัยบ้านห้วยน้ำขาว ตำบลเข็กน้อย อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

Horizon	Depth (cm)	Particle size distribution			Texture class	Bulk density (g cm ⁻³)	pH 1:1	OM (%)	Avai. P (g kg ⁻¹)	Avai. K (g kg ⁻¹)	CEC (cmol kg ⁻¹)	BS by sum (%)	Soil Fertility
		Sand	Silt	Clay									
		(----- % -----)											
Ap	0-8	43.30	20.30	36.40	Clay loam	1.25	4.7	1.90	8.0	168.9	12.33	25.48	M
BA	8-26	35.50	22.60	41.90	Clay	1.17	4.2	2.17	4.8	85.9	12.98	24.07	M
Bt1	26-42	31.10	22.10	46.80	Clay	1.44	4.7	1.45	1.3	78.6	14.29	18.95	L
Bt2	42-66	25.00	20.30	54.70	Clay	1.39	4.6	1.33	0.8	54.8	16.00	15.59	L
Bt3	66-92	22.10	19.90	58.00	Clay	1.49	4.8	1.04	0.4	58.2	15.05	12.29	L
Bt4	92-110+	24.00	21.60	54.40	Clay	1.48	4.7	0.92	0.5	56.8	15.41	16.35	L

หมายเหตุ M = ความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง L = ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

ตารางภาคผนวกที่ 3 เกณฑ์การแบ่งระดับความหนาแน่นรวมของดิน

ระดับ (rating)	ความหนาแน่นรวม (g cm^{-3})
ต่ำ	< 1.2
ค่อนข้างต่ำ	1.2-1.4
ปานกลาง	1.4-1.6
ค่อนข้างสูง	1.6-1.8
สูง	1.8-2.0
สูงมาก	> 2.0

ที่มา: นงคราญ (2529)

ตารางภาคผนวกที่ 4 เกณฑ์การประเมินระดับค่าวิเคราะห์ปฏิกิริยาดิน (ดิน:น้ำ เท่ากับ 1:1)

ระดับ	พิสัย
กรดรุนแรง	< 4.5
กรดจัด	4.5 – 5.5
กรดเล็กน้อย	5.6 – 6.5
กลาง	6.6 – 7.3
ด่างเล็กน้อย	7.4 – 8.4
ด่างจัด	> 8.4

ที่มา : ดัดแปลงจาก USDA, 2014.

ตารางภาคผนวกที่ 5 เกณฑ์การประเมินระดับค่าวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน

ระดับ	พิสัย (%)
ต่ำมาก	< 0.5
ต่ำ	0.5-1.0
ค่อนข้างต่ำ	1.0-1.5
ปานกลาง	1.5-2.5
ค่อนข้างสูง	2.5-3.5
สูง	3.5-4.5
สูงมาก	> 4.5

ที่มา : Land Classification Division and FAO Project Staff, 1973.

ตารางภาคผนวกที่ 6 เกณฑ์การประเมินระดับค่าวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

ระดับ	พิสัย (mg kg^{-1})
ต่ำมาก	< 3
ต่ำ	3-10
ปานกลาง	11-15
สูง	16-45
สูงมาก	> 45

ที่มา : สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน, 2547.

ตารางภาคผนวกที่ 7 เกณฑ์การประเมินระดับค่าวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์

ระดับ	พิสัย (mg kg^{-1})
ต่ำมาก	< 30
ต่ำ	30-60
ปานกลาง	61-90
สูง	91-120
สูงมาก	> 120

ที่มา : สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน, 2547

ตารางภาคผนวกที่ 8 ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC)

ระดับ	พิสัย (cmol kg^{-1})
ต่ำมาก	< 3
ต่ำ	3-5
ค่อนข้างต่ำ	5-10
ปานกลาง	10-15
ค่อนข้างสูง	15-20
สูง	20-30
สูงมาก	> 30

ตารางภาคผนวกที่ 9 อัตราร้อยละความอิ่มตัวด้วยเบส (base saturation)

ระดับ	พิสัย (%)
ต่ำ	<35
ปานกลาง	35-75
สูง	>75

ตารางภาคผนวกที่ 10 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจหลังการทดลองปีที่ 2

รายการ	ดำรับที่ 1	ดำรับที่ 2	ดำรับที่ 3	ดำรับที่ 4	ดำรับที่ 5
1. การเตรียมพื้นที่					
ค่าฉีดสารกำจัดวัชพืช (ค่าฉีดพ่นพร้อมสารเคมีกำจัดวัชพืช)	1,150.00	1,150.00	1,150.00	1,150.00	1,150.00
ค่าตัดหญ้า โดยใช้เครื่องสะพวยรวมค่าน้ำมัน	700.00	700.00	700.00	700.00	700.00
ค่าขุดคูรับน้ำขอบเขา (คันดินแบบ 5)	-	7,368.27	7,368.27	7,368.27	7,368.27
2. การปลูก					
ค่าแรงปลูก (ขุดหลุม หยอดเมล็ด ใส่ปุ๋ยรองพื้น)	1,200.00	1,200.00	1,200.00	-	-
ค่าแรงปลูกถั่วแดงหลวง, ถั่วพุ่มดำ (ขุดหลุม หยอดเมล็ด ใส่ปุ๋ยรองพื้น)	-	-	-	1,200.00	1,200.00
ค่าแรงปลูกมะคาเดเมีย (ขุดหลุม หยอดเมล็ด ใส่ปุ๋ยรองพื้น)	795.00	795.00	795.00	795.00	795.00
3. ค่าแรงงานในการดูแลรักษา					
ค่าแรงฉีดพ่นสารเคมีกำจัดวัชพืช 1 ครั้ง	700.00	700.00	700.00	700.00	700.00
ค่าแรงใส่ปุ๋ยแต่งหน้าครั้งที่ 1	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00
ค่าแรงใส่ปุ๋ยแต่งหน้าครั้งที่ 2	600.00	600.00	600.00	-	-
4. การเก็บเกี่ยว					
ค่าแรงเก็บเกี่ยว (900 บาทต่อไร่)	900.00	900.00	900.00	-	-
5. ค่าวัสดุการเกษตร					
ค่าเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่ 18 บาทต่อกิโลกรัม (15 กิโลกรัมต่อไร่)	270.00	270.00	270.00	-	-
ค่าเมล็ดพันธุ์ถั่วแดงหลวง	-	-	-	450.00	-
ค่าเมล็ดพันธุ์ถั่วพุ่มดำ	-	-	-	-	100.00
ค่าต้นกล้ามะคาเดเมีย (60 บาทต่อต้น)	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00
ค่าต้นกล้าหญ้าแฝกพร้อมปลูก (1.20 บาทต่อต้น)	-	-	6,240.00	6,240.00	6,240.00
ค่าปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 (กระสอบละ 700 บาท) รองพื้น	210.00	210.00	210.00	-	-
ค่าปุ๋ยอินทรีย์ (3.4 บาทต่อกิโลกรัม) แต่งหน้าครั้งที่ 1	510.00	510.00	510.00	680.00	680.00
ค่าปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 (กระสอบละ 650 บาท) แต่งหน้าครั้งที่ 1	650.00	650.00	650.00	-	-
ค่าปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 และ 46-0-0 แต่งหน้าครั้งที่ 2	895.00	895.00	895.00	-	-
ค่าสารเคมีป้องกันกำจัดวัชพืช (ก่อนใส่ปุ๋ยแต่งหน้าครั้งที่ 2)	450.00	450.00	450.00	-	-
ค่าซ่อมแซมอุปกรณ์ทางการเกษตร 100 บาทต่อไร่	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
ต้นทุนผันแปร	11,230.00	18,598.27	24,838.27	21,483.27	21,133.27
ต้นทุนรวม	11,230.00	18,598.27	24,838.27	21,483.27	21,133.27
ผลผลิตต่อไร่ (กิโลกรัม)	131.75	142.25	138.5	-	-
รายได้ (ข้าวราคา 18 บาทต่อกิโลกรัม)	2,371.50	2,560.50	2,493.00	-	-
รายได้สุทธิ	-8,858.50	-16,037.77	-22,345.27	-21,483.27	-21,133.27
ผลประโยชน์ต่อการลงทุน (B:C ratio)	0.21	0.14	0.10	-	-

ตารางภาคผนวกที่ 11 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจหลังการทดลองปีที่ 3

รายการ	ดำรับที่ 1	ดำรับที่ 2	ดำรับที่ 3	ดำรับที่ 4	ดำรับที่ 5
1. การเตรียมพื้นที่					
ค่าตัดหญ้า โดยใช้เครื่องสะพายรวมค่าน้ำมัน	700.00	700.00	700.00	700.00	700.00
2. การปลูก					
ค่าแรงปลูก (ขุดหลุม หยอดเมล็ด ใส่ปุ๋ยรองพื้น)	1,200.00	1,200.00	1,200.00	-	-
ค่าแรงปลูกถั่วแดงหลวง, ถั่วพุ่มดำ (ขุดหลุม หยอดเมล็ด ใส่ปุ๋ยรองพื้น)	-	-	-	1,200.00	1,200.00
3. ค่าแรงงานในการดูแลรักษา					
ค่าแรงฉีดพ่นสารเคมีกำจัดวัชพืช 1 ครั้ง	700.00	700.00	700.00	700.00	700.00
ค่าแรงใส่ปุ๋ยแต่งหน้าครั้งที่ 1	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00
ค่าแรงใส่ปุ๋ยแต่งหน้าครั้งที่ 2	600.00	600.00	600.00	-	-
4. การเก็บเกี่ยว					
ค่าแรงเก็บเกี่ยว (900 บาทต่อไร่)	900.00	900.00	900.00	-	-
5. ค่าวัสดุการเกษตร					
ค่าเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่ 18 บาทต่อกิโลกรัม (15 กิโลกรัมต่อไร่)	270.00	270.00	270.00	-	-
ค่าเมล็ดพันธุ์ถั่วแดงหลวง	-	-	-	450.00	-
ค่าเมล็ดพันธุ์ถั่วพุ่มดำ	-	-	-	-	100.00
ค่าปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 (กระสอบละ 700 บาท) รองพื้น	210.00	210.00	210.00	-	-
ค่าปุ๋ยอินทรีย์ (3.4 บาทต่อกิโลกรัม) แต่งหน้าครั้งที่ 1	510.00	510.00	510.00	680.00	680.00
ค่าปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 (กระสอบละ 650 บาท) แต่งหน้าครั้งที่ 1	650.00	650.00	650.00	-	-
ค่าปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 และ 46-0-0 แต่งหน้าครั้งที่ 2	895.00	895.00	895.00	-	-
ค่าสารเคมีป้องกันกำจัดวัชพืช (ก่อนใส่ปุ๋ยแต่งหน้าครั้งที่ 2)	450.00	450.00	450.00	-	-
ค่าซ่อมแซมอุปกรณ์ทางการเกษตร 100 บาทต่อไร่	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
ต้นทุนผันแปร	7,785.00	7,785.00	7,785.00	4,430.00	4,080.00
ต้นทุนรวม	7,785.00	7,785.00	7,785.00	4,430.00	4,080.00
ผลผลิตต่อไร่ (กิโลกรัม)	121.5	113.5	123.5	-	-
รายได้ (ข้าวราคา 18 บาทต่อกิโลกรัม)	2,187.00	2,043.00	2,223.00	-	-
รายได้สุทธิ	-5,598.00	-5,742.00	-5,562.00	-4,430.00	-4,080.00
ผลประโยชน์ต่อการลงทุน (B:C ratio)	0.28	0.26	0.29	-	-