

รายงานผลการวิจัย

เรื่อง

ผลของมาตรการวิธีพืชต่อการสูญเสียดินและความชื้นในดิน
ในระบบการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อินทรีย์ในจังหวัดนครราชสีมา

Effect of vegetative measure on soil loss and soil moisture
in organic maize production in Nakhon Ratchasima province



โดย

นางสาวณอมขวัญ ทิพวงศ์

นายวินัย ชมบุตร

นางสาวจารุภรณ์ โต๊ะแสง

กลุ่มวิจัยและพัฒนาการอนุรักษ์ดินและน้ำเพื่อการเกษตร

กองวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน

กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

พฤษภาคม 2563

เอกสารวิชาการกองวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน: อนุรักษ์ดินและน้ำ-2564-01

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
สารบัญตารางภาคผนวก	(5)
สารบัญภาพภาคผนวก	(10)
บทคัดย่อ	
Abstract	
หลักการและเหตุผล	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	2
ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินการ	21
อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ	22
ผลการทดลองและวิจารณ์	30
สรุป	63
ข้อเสนอแนะ	67
ประโยชน์ที่ได้รับ	67
เอกสารอ้างอิง	68
ภาคผนวก	77

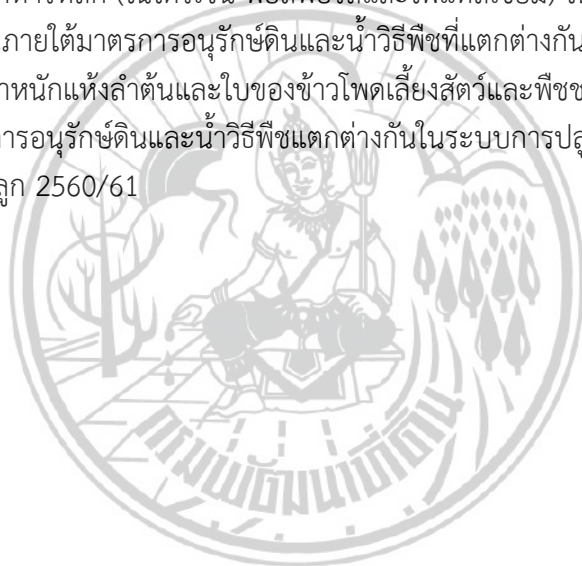


สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 สมบัติทางกายภาพของดินก่อนการทดลอง ปี 2560	30
2 สมบัติทางเคมีของดินก่อนการทดลอง ปี 2560	31
3 ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินก่อนการทดลอง ปี 2560	31
4 สมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง	32
5 ปริมาณการสูญเสียดินภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน ในระบบการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อินทรีย์ ฤดูปลูก 2560/61	34
6 ค่าปัจจัยการจัดการพืช (cropping management factor, C) และค่าปัจจัย มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ (conservation practice factor, P) จากแปลงทดลอง การสูญเสียดินและน้ำ จังหวัดนครราชสีมา	36
7 สมบัติทางเคมีของตะกอนดินภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน ในระบบการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อินทรีย์ ฤดูปลูก 2560/61	37
8 การสูญเสียธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม) จากการชะล้าง พังทลายของดิน ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกันในระบบ การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อินทรีย์ ฤดูปลูก 2560/61	38
9 มูลค่าการสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์ของธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม) ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน ฤดูปลูก 2560/61	40
10 ปริมาณความขึ้นดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกันในระบบการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อินทรีย์ ฤดูปลูก 2560/61	43
11 ความหนาแน่นรวมของดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร และ 15-30 เซนติเมตร จากผิวดิน หลังการเก็บเกี่ยวฤดูปลูก 2560/61	46
12 ความเป็นกรดเป็นด่างและปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร และ 15-30 เซนติเมตร จากผิวดิน หลังการเก็บเกี่ยวฤดูปลูก 2560/61	47
13 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร และ 15-30 เซนติเมตร จากผิวดิน หลังการเก็บเกี่ยวฤดูปลูก 2560/61	50
14 ความสูงต้นและอายุวันออกไหมของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน ฤดูปลูก 2560/61	52
15 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน ฤดูปลูก 2560/61	53
16 มวลชีวภาพน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของลำต้นและใบข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน ฤดูปลูก 2560/61	54

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
17 การสูญเสียธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม) ไปกับเมล็ด ลำต้นและใบ และรากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน ฤดูปลูก 2560/61	55
18 ความสูงต้น ผลผลิตและมวลชีวภาพน้ำหนักแห้งต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกร่วมกับ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน ฤดูปลูก 2560/61	58
19 สมบัติทางเคมีของลำต้นและใบข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ถั่วพรีและหญ้าแฝกที่ปลูกร่วมกับ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน ฤดูปลูก 2560/61	60
20 ปริมาณธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม) ในลำต้นและใบ ถั่วเขียวฝืนภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน ฤดูปลูก 2560/61	60
21 มวลชีวภาพน้ำหนักแห้งลำต้นและใบของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และพืชชนิดต่าง ๆ ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชแตกต่างกันในระบบการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ อินทรีย์ ฤดูปลูก 2560/61	62



สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ผังแปลงทดลองการสูญเสียดินและน้ำ (runoff and soil erosion plots)	23
2	ปริมาณความชื้นดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกันในระบบการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อินทรีย์ ฤดูปลูก 2560/61	44
3	ความหนาแน่นรวมของดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร และ 15-30 เซนติเมตร จากผิวดิน หลังการเก็บเกี่ยวฤดูปลูก 2560/61	46
4	ความเป็นกรดเป็นด่างของดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร และ 15-30 เซนติเมตร จากผิวดิน หลังการเก็บเกี่ยวฤดูปลูก 2560/61	48
5	ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร และ 15-30 เซนติเมตร จากผิวดิน หลังการเก็บเกี่ยวฤดูปลูก 2560/61	49
6	ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร และ 15-30 เซนติเมตร จากผิวดิน หลังการเก็บเกี่ยวฤดูปลูก 2560/61	50
7	ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร และ 15-30 เซนติเมตร จากผิวดิน หลังการเก็บเกี่ยวฤดูปลูก 2560/61	51
8	ปริมาณไนโตรเจนในเมล็ด ลำต้นและใบ และรากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน ฤดูปลูก 2560/61	56
9	ปริมาณฟอสฟอรัสในเมล็ด ลำต้นและใบ และรากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน ฤดูปลูก 2560/61	57
10	ปริมาณโพแทสเซียมในเมล็ด ลำต้นและใบ และรากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน ฤดูปลูก 2560/61	57

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่	หน้า
1 ความต้องการของพืช (crop requirement) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	78
2 ระดับความเหมาะสมของค่าพิสัยของคุณภาพที่ดินสำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	79
3 การสูญเสียดินเป็นรายภาคของประเทศไทย ปี พ.ศ.2545	80
4 พื้นที่และอัตราการสูญเสียดินตามรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินในภาคต่าง ๆ ปี พ.ศ.2545	81
5 ปริมาณน้ำฝนรายเดือนสถานีอุตุนิยมวิทยาฟาร์มโชคชัย 4 อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา (Code 250651) ปีน้ำ 2557-2561	82
6 ระดับความรุนแรงของความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (soil reaction)	82
7 ระดับอินทรีย์วัตถุในดิน (organic matter)	83
8 ระดับฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (available Phosphorus)	83
9 ระดับโพแทสเซียมที่สกัดได้ในดิน (extractable Potassium)	84
10 เกณฑ์การจัดระดับความอุดมสมบูรณ์	84
11 ระดับสถานะสมบัติทางเคมีของดิน	85
12 ระดับความซบซึมน้ำได้ของดิน (permeability classes) โดยเทียบจากค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำของดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (Ksat) และความซบซึมน้ำของดิน (permeability)	86
13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณการสูญเสียดินภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกันในระบบการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อินทรีย์ ฤดูปลูก 2560/61	87
14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความเป็นกรดเป็นด่างในตะกอนดินภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกันในระบบการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อินทรีย์ ฤดูปลูก 2560/61	87
15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณอินทรีย์วัตถุในตะกอนดินภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกันในระบบการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อินทรีย์ ฤดูปลูก 2560/61	87
16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในตะกอนดินภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกันในระบบการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อินทรีย์ ฤดูปลูก 2560/61	88
17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในตะกอนดินภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกันในระบบการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อินทรีย์ ฤดูปลูก 2560/61	88

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่	หน้า
18 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ในตะกอนดิน ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกันในระบบการปลูกข้าวโพด เลี้ยงสัตว์อินทรีย์ ฤดูปลูก 2560/61	88
19 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณแคลเซียมในตะกอนดินภายใต้มาตรการ อนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกันในระบบการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อินทรีย์ ฤดูปลูก 2560/61	89
20 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณแมกนีเซียมในตะกอนดินภายใต้มาตรการ อนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกันในระบบการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อินทรีย์ ฤดูปลูก 2560/61	89
21 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณการสูญเสียดินจากการชะล้างพังทลาย ของดินภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน ฤดูปลูก 2560/61 (หน่วยกิโลกรัมต่อไร่)	89
22 การวิเคราะห์ความแปรปรวนการสูญเสียไนโตรเจนจากการชะล้างพังทลายของดิน ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกันในระบบการปลูกข้าวโพด เลี้ยงสัตว์อินทรีย์ ฤดูปลูก 2560/61	90
23 การวิเคราะห์ความแปรปรวนการสูญเสียฟอสฟอรัสจากการชะล้างพังทลายของดิน ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกันในระบบการปลูกข้าวโพด เลี้ยงสัตว์อินทรีย์ ฤดูปลูก 2560/61	90
24 การวิเคราะห์ความแปรปรวนการสูญเสียโพแทสเซียมจากการชะล้างพังทลายของดิน ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกันในระบบการปลูกข้าวโพด เลี้ยงสัตว์อินทรีย์ ฤดูปลูก 2560/61	90
25 การวิเคราะห์ความแปรปรวนการสูญเสียธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม) จากการชะล้างพังทลายของดิน ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีพืชที่แตกต่างกันในระบบการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อินทรีย์ ฤดูปลูก 2560/61	91
26 การวิเคราะห์ความแปรปรวนมูลค่าการสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์ของธาตุไนโตรเจน ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกันในระบบการปลูกข้าวโพด เลี้ยงสัตว์อินทรีย์ ฤดูปลูก 2560/61	91
27 การวิเคราะห์ความแปรปรวนมูลค่าการสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์ของฟอสฟอรัส ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกันในระบบการปลูกข้าวโพด เลี้ยงสัตว์อินทรีย์ ฤดูปลูก 2560/61	91
28 การวิเคราะห์ความแปรปรวนมูลค่าการสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์ของโพแทสเซียม ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกันในระบบการปลูกข้าวโพด เลี้ยงสัตว์อินทรีย์ ฤดูปลูก 2560/61	92

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่	หน้า
29 การวิเคราะห์ความแปรปรวนมูลค่าการสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์ของธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม) ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน ฤดูปลูก 2560/61	92
30 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณความชื้นดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร เดือนพฤษภาคม 2560 ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน	92
31 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณความชื้นดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร เดือนมิถุนายน 2560 ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน	93
32 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณความชื้นดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร เดือนกรกฎาคม 2560 ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน	93
33 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณความชื้นดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร เดือนสิงหาคม 2560 ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน	93
34 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณความชื้นดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร เดือนกันยายน 2560 ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน	94
35 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณความชื้นดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร เดือนตุลาคม 2560 ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน	94
36 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณความชื้นดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร เดือนพฤศจิกายน 2560 ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน	94
37 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณความชื้นดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร เดือนธันวาคม 2560 ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน	95
38 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความหนาแน่นรวมของดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร หลังการเก็บเกี่ยวฤดูปลูก 2560/61	95
39 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความหนาแน่นรวมของดินที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร หลังการเก็บเกี่ยวฤดูปลูก 2560/61	95
40 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความเป็นกรดเป็นด่างของดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร หลังการเก็บเกี่ยวฤดูปลูก 2560/61	96
41 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความเป็นกรดเป็นด่างของดินที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร หลังการเก็บเกี่ยวฤดูปลูก 2560/61	96
42 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร หลังการเก็บเกี่ยวฤดูปลูก 2560/61	96
43 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร หลังการเก็บเกี่ยวฤดูปลูก 2560/61	97
44 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร หลังการเก็บเกี่ยวฤดูปลูก 2560/61	97

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่	หน้า
45 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร หลังการเก็บเกี่ยวฤดูปลูก 2560/61	97
46 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร หลังการเก็บเกี่ยวฤดูปลูก 2560/61	98
47 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร หลังการเก็บเกี่ยวฤดูปลูก 2560/61	98
48 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ระยะเก็บเกี่ยวภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน ฤดูปลูก 2560/61	98
49 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ระยะเก็บเกี่ยวภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน ฤดูปลูก 2560/61	99
50 การวิเคราะห์ความแปรปรวนอายุถึงวันออกไหมของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน ฤดูปลูก 2560/61	99
51 การวิเคราะห์ความแปรปรวนอายุถึงวันดอกบานของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน ฤดูปลูก 2560/61	99
52 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน ฤดูปลูก 2560/61	100
53 การวิเคราะห์ความแปรปรวนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน ฤดูปลูก 2560/61	100
54 การวิเคราะห์ความแปรปรวนขนาดความยาวฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน ฤดูปลูก 2560/61	100
55 การวิเคราะห์ความแปรปรวนมวลชีวภาพน้ำหนักสดต้นและใบของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน ฤดูปลูก 2560/61	101
56 การวิเคราะห์ความแปรปรวนมวลชีวภาพน้ำหนักแห้งต้นและใบของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน ฤดูปลูก 2560/61	101
57 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงต้นถั่วเขียวภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน ฤดูปลูก 2560/61	101
58 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลผลิตถั่วเขียวภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน ฤดูปลูก 2560/61	102
59 การวิเคราะห์ความแปรปรวนมวลชีวภาพน้ำหนักแห้งต้นและใบถั่วเขียวภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน ฤดูปลูก 2560/61	102
60 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณไนโตรเจนในลำต้นและใบของถั่วเขียวภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน ฤดูปลูก 2560/61	102

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่	หน้า
61 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟอสฟอรัสในลำต้นและใบของถั่วเขียว ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่ต่างกัน ฤดูปลูก 2560/61	103
62 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณโพแทสเซียมในลำต้นและใบของถั่วเขียว ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่ต่างกัน ฤดูปลูก 2560/61	103



สารบัญภาพภาคผนวก

ภาพภาคผนวกที่	หน้า
1 แผนที่การชะล้างพังทลายของดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	104
2 แผนที่การชะล้างพังทลายของดินของจังหวัดนครราชสีมา	105
3 แผนที่แสดงที่ตั้งแปลงทดลองภายในศูนย์วิจัยการอนุรักษ์ดินและน้ำ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา	106
4 แบบแปลนแปลงทดลองการสูญเสียดินและน้ำในระบบการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ อินทรีย์ จังหวัดนครราชสีมา	107
5 ปฏิทินการปฏิบัติงานแปลงทดลองการสูญเสียดินและน้ำภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดิน และน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน	108
6 ปริมาณฝนรายเดือนและฝนสะสมของสถานีอุตุนิยมวิทยาฟาร์มโชคชัย 4 อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ปี 2560	109



ชื่อโครงการ	ผลของมาตรการวิธีพืชต่อการสูญเสียดินและความชื้นในดินในระบบการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อินทรีย์ในจังหวัดนครราชสีมา		
	Effect of vegetative measure on soil loss and soil moisture in organic maize production in Nakhon Ratchasima province		
ทะเบียนวิจัยเลขที่	60-61-02-11-020000-009-000-02-11		
กลุ่มชุดดิน	31 ชุดดินกลางดง (Kld)		
ผู้ดำเนินการ	นางสาวณอมขวัญ ทิพวงศ์	Miss Tanomkwan Tipvong	
ผู้ร่วมดำเนินการ	นายวินัย ชมบุตร	Mr. Winai Chombut	
	นางสาวจารุภรณ์ โต๊ะแสง	Miss Jaruporn Tosaeng	

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชต่อการสูญเสียดินและความชื้นในดินที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อินทรีย์ในจังหวัดนครราชสีมา บนพื้นที่ลาดเท 5 เปอร์เซ็นต์ ชุดดินกลางดง ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยการอนุรักษ์ดินและน้ำ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ 2560 ถึงกุมภาพันธ์ 2561 จากแปลงทดลองการสูญเสียดินและน้ำ ขนาด 4x20 ตารางเมตร จำนวน 24 แปลง ตามรูปแบบของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่ต่างกัน ประกอบด้วย ปล่อยดินทิ้งไว้ว่างเปล่า และไถพรวนขึ้นลง ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ ปลูกพืชหมุนเวียน ปลูกพืชแซม ปลูกพืชสลับเป็นแถบ ปลูกพืชเหลื่อมฤดู ปลูกพืชปุ๋ยสด และปลูกแนวรั้วหญ้าแฝก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการสูญเสียดินและธาตุอาหารพืช การเปลี่ยนแปลงความชื้นในดินและสมบัติทางกายภาพและเคมีดินบางประการ การเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และประเมินมูลค่าการสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์จากการชะล้างพังทลายของดิน

ผลการศึกษาพบว่า การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เหลื่อมฤดูกับถั่วเขียว (relay cropping) ทำให้มีปริมาณการสูญเสียดินจัดอยู่ในระดับน้อยมาก 0.161 ตันต่อไร่ต่อปี มีการสูญเสียธาตุอาหารหลัก รวมทั้งหมด 21.57 กิโลกรัมต่อไร่ แยกเป็นรายธาตุพบว่าการสูญเสียไนโตรเจนเฉลี่ย 19.47 กิโลกรัมต่อไร่ สูญเสียฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เฉลี่ย 0.16 กิโลกรัมต่อไร่ และสูญเสียโพแทสเซียมที่สกัดได้เฉลี่ย 1.95 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี คิดเป็นมูลค่าการสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์ของธาตุอาหารหลักรวมทั้งสิ้น 265.17 บาทต่อไร่ ซึ่งต่ำที่สุด ขณะที่แปลงว่างเปล่ามีมูลค่าการสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์ของธาตุอาหารหลักสูงที่สุด รวมทั้งสิ้น 430.38 บาท อีกทั้งยังทำให้ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สูงเป็นอันดับสองรองจากการปลูกพืชปุ๋ยสด คือ 709 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่เดียวกันยังมีรายได้เสริมจากผลผลิตถั่วเขียวผิวน้ำอีก 108.23 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้มีเศษซากพืชสะสมในดินรวม 861.33 กิโลกรัมต่อไร่ นอกจากนี้ยังพบว่า การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เหลื่อมฤดูกับถั่วเขียวส่งผลให้สมบัติทางกายภาพของดินดีขึ้น ความหนาแน่นรวมของดินเฉลี่ยลดลงต่ำสุดจาก 1.48 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร เป็น 1.39 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ความชื้นในดินช่วงกลางฤดูปลูกระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงตุลาคม มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 18.04-21.20 เปอร์เซ็นต์ สมบัติทางเคมีของดินมีค่าความเป็นกรดต่างของดินมีค่าเพิ่มสูงขึ้นจาก 6.1 เป็น 6.6 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินเฉลี่ยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจาก 1.76 เปอร์เซ็นต์ เป็น 2.10 เปอร์เซ็นต์ แต่มีค่าใกล้เคียงกับวิธีการอื่น ๆ ฟอสฟอรัสในดินเฉลี่ยมีค่าลดลงจาก 3.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เป็น 2.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียมในดินเฉลี่ยมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 424 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เป็น 534 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แสดงให้เห็นว่าการ

ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์หล่อมฤดูกับถั่วเขียวเป็นมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่เหมาะสมในการลด
การชะล้างพังทลายของดินและช่วยเพิ่มความสามารถในการเก็บกักน้ำในดินสำหรับปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์
อินทรีย์บนที่ดอนในจังหวัดนครราชสีมา



หลักการและเหตุผล

จังหวัดนครราชสีมา นับว่าเป็นแหล่งผลิตพืชอาหารที่สำคัญแห่งหนึ่งของประเทศไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ผลผลิตร้อยละ 95 ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตอาหารสัตว์ และเป็นวัตถุดิบที่ใช้ผลิตเอทานอลซึ่งเป็นพลังงานทางเลือกได้อีกด้วย ปัจจุบันปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของประเทศไทยไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้ที่มีมากถึง 7.41 ล้านตัน แต่ประเทศไทยผลิตได้เพียง 4.62 ล้านตัน จำเป็นต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ในปี พ.ศ.2560 จังหวัดนครราชสีมา มีเนื้อที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 0.70 ล้านไร่ คิดเป็นร้อยละ 10.64 ของพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทั้งประเทศ (6.58 ล้านไร่) ซึ่งมากเป็นอันดับสองของประเทศ รองจากจังหวัดเพชรบูรณ์ และคิดเป็นร้อยละ 52.24 ของพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (1.34 ล้านไร่) ผลผลิตต่อไร่เฉลี่ย 757 กิโลกรัม ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับผลผลิตเฉลี่ยทั้งประเทศ (737 กิโลกรัม) แต่เมื่อเทียบกับผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เฉลี่ยรวมทั้งโลก (900 กิโลกรัมต่อไร่) ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2563ก) ทั้งนี้สาเหตุอาจเกิดจากการเสื่อมโทรมของทรัพยากรดินจากการชะล้างพังทลายของดินโดยมีน้ำฝนเป็นตัวการเนื่องจากประเทศไทยอยู่ในเขตร้อนและมีลมมรสุมฝนตกชุก ตลอดจนการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ติดต่อกันมาเป็นระยะเวลานานโดยไม่มีการเพิ่มอินทรีย์วัตถุให้แก่ดิน ขาดมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสม มีการไถเตรียมพื้นที่โดยขาดความระมัดระวัง หรือแม้กระทั่งการจัดการการเผาเศษซากพืชหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต เกษตรกรจึงมีการใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมีปราบศัตรูพืชและวัชพืชเป็นจำนวนมาก ทำให้ต้นทุนการผลิตต่อไร่ค่อนข้างสูง สวนทางกับผลผลิตต่อไร่ที่ลดลง ทั้งนี้โดยธรรมชาติการชะล้างพังทลายของดินเกิดขึ้นอยู่แล้ว แต่มีอัตราการแตกกระจายของดินเป็นไปอย่างช้า ๆ เมื่อมีมนุษย์เข้าไปเกี่ยวข้องจึงเป็นตัวเร่งให้ทรัพยากรดินเสื่อมโทรมรวดเร็วขึ้น อย่างที่เห็นชัดเจนในพื้นที่การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เชิงเดี่ยวที่ขาดการปรับปรุงบำรุงดินและการอนุรักษ์ดินและน้ำอย่างเพียงพอ ทำให้คุณภาพของธาตุอาหารเปลี่ยนแปลงไปในทางลบ ดินชะล้างพังทลาย การชะล้างธาตุอาหารสูง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2558)

ปัจจุบันความเสื่อมโทรมจากการชะล้างพังทลายของดิน (soil erosion) นับเป็นภัยคุกคามของดิน (soil threats) อย่างร้ายแรงที่ส่งผลกระทบต่อการทำหน้าที่ของดินในการเป็นแหล่งผลิตอาหารที่มั่นคง อาทิ การลดลงของอินทรีย์วัตถุในดิน การขาดความสมดุลของธาตุอาหาร ดินเกิดสภาพเป็นกรดหรือด่าง ความสามารถในการกักเก็บความชื้นในดินได้น้อยลง เป็นต้น (Food and Agriculture Organization [FAO], 2015) การสูญเสียธาตุอาหารไปกับน้ำไหลบ่าและตะกอนดินจะนำไปสู่การเสื่อมโทรมของพื้นที่การเกษตรในที่สุด (Bertol *et al.*, 2003) ซึ่งหน้าดินที่ถูกชะล้างออกไปส่งผลให้ผลผลิตภาพดินลดลงอย่างรวดเร็ว (Lal, 2001) ถึงแม้ว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดนครราชสีมาอัตราการสูญเสียดินในระดับที่ยอมรับได้ (<2 ตันต่อไร่ต่อปี) คิดเป็นร้อยละ 77.83 ของพื้นที่ทั้งจังหวัด (12.81 ล้านไร่) ก็ตาม แต่ยังมีพื้นที่อีกร้อยละ 15.25 5.97 0.24 และ 0.71 ของพื้นที่จังหวัด ที่มีอัตราการสูญเสียดินในระดับปานกลาง รุนแรง รุนแรงมาก และรุนแรงมากที่สุด ตามลำดับ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2563) ซึ่งถ้าหากยังปล่อยให้มีการทำการเกษตรที่ไม่เหมาะสมต่อไปเรื่อย ๆ ในไม่ช้าการสูญเสียดินอาจอยู่ในระดับรุนแรงมากขึ้น จึงควรมีงานวิจัยในด้านการอนุรักษ์ดินและน้ำสำหรับการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่เหมาะสม ซึ่งจากรายงานการศึกษาของ Lima *et al.*, (2018) พบว่าการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แซมด้วยถั่วพรางทำให้มีการสูญเสียตะกอนดินน้อยกว่าการปลูกพืชเชิงเดี่ยว Gilller *et al.*, (1997) การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยการเตรียมดินด้วยการตัดถางและเผาทำลายวัชพืชและเศษซากพืชเพื่อปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ส่งผลให้ดิน

เสื่อมสภาพและมีผลโดยตรงต่อการลดลงของปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน นอกจากนี้ Ouedraogo *et al.*, (2006) รายงานว่าการทิ้งเศษพืชไว้ในแปลงเป็นการชะลอการไหลบ่าของน้ำจากการชะล้างพังทลายของหน้าดิน เมื่อเศษซากเหล่านั้นย่อยสลายจะช่วยเพิ่มแหล่งอาหารให้กับสิ่งมีชีวิตในดินขนาดเล็ก ส่งผลต่อความอุดมสมบูรณ์ของดิน ช่วยเพิ่มอัตราการดูดใช้ธาตุอาหารและผลผลิตพืชโดยตรง ส่วนความสามารถในการกักเก็บความชื้นในดิน การศึกษาของ Kasivivat *et al.*, (2004) พบว่าการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่คลุมด้วยเศษซากพืชเพื่อเป็นวัสดุอินทรีย์นั้นทำให้ผลผลิตข้าวโพดเฉลี่ยสูงสุด และยังพบว่าแถบของหญ้าแฝกที่ปลูกกันตามแนวระดับช่วยลดการพังทลายของดินและสามารถกักเก็บความชื้นในดินได้ดี นอกจากนี้จากรายงานของ Takim (2012) พบว่าการปลูกถั่วพุ่มแซมระหว่างแถวของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สามารถช่วยลดจำนวนวัชพืชและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ที่ดินได้มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับ การปลูกพืชเชิงเดี่ยว ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาผลของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชต่อการสูญเสียดินและความชื้นในดินในระบบการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อินทรีย์ในจังหวัดนครราชสีมา พื้นที่ลาดชันไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์ และเป็นเขตเกษตรน้ำฝน (rainfed agriculture) เพื่อใช้เป็นตัวแทนของพื้นที่ ให้เกษตรกรและนักวิจัยท้องถิ่นได้รับทราบถึงแนวทางการปฏิบัติมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและใช้ประโยชน์ที่ดินทางการเกษตรได้อย่างยั่งยืน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการสูญเสียดินและธาตุอาหารจากการชะล้างพังทลายของดินภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน
2. เพื่อศึกษามูลค่าการสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์จากการชะล้างพังทลายของดินภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน
3. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงความชื้นในดินและสมบัติดินบางประการภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน
4. เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน

การตรวจเอกสาร

1. สถานการณ์การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (*Zea mays* L.) จัดเป็นธัญพืชที่รู้จักกันในชื่อ Maize สามารถปลูกได้ตั้งแต่เขตอากาศอบอุ่น (temperate) เขตอากาศกึ่งร้อนชื้น (sub-tropic) และพื้นที่ราบเขตร้อน (lowland tropic) สามารถปรับตัวได้ดีกับสภาพแวดล้อมที่กว้างขวางตั้งแต่เขตละติจูด 55 องศาเหนือถึง 40 องศาใต้ สำหรับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เมื่อปลูกในเขตอบอุ่น ความสูงจากระดับน้ำทะเลไม่เกิน 1,000 เมตร สภาพพื้นที่เป็นที่ดอนหรือที่ลุ่มไม่มีน้ำขัง แสงแดดจัดระดับหน้าดินลึกไม่น้อยกว่า 25 เซนติเมตร ดินร่วน ดินร่วนเหนียว ดินร่วนเหนียวปนทราย มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 4-9 แต่สามารถเจริญเติบโตได้ดีเมื่อ pH 5-8 และให้ผลผลิตที่ดีเมื่อ pH 6-7 ความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินไม่ต่ำกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสไม่น้อยกว่า 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมในดินไม่น้อยกว่า 60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ต้องการปริมาณน้ำตลอดฤดูปลูก 450-600 มิลลิเมตร พื้นที่ปลูกควรมีความลาดชันต่ำและเป็นพื้นที่ดินที่ไม่มีผลกระทบจากกระบวนการชะล้างพังทลายของดินซึ่งจะทำให้สูญเสียความอุดมสมบูรณ์จากหน้าดิน ในด้านความต้องการธาตุอาหารพืชพบว่าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จะดูดใช้ธาตุไนโตรเจนสูงถึง 7 และ 50 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ในช่วงอายุ 18-30 และ 39-65 วัน ตามลำดับ ถ้าหากปริมาณไนโตรเจนในดินมีไม่เพียงพอจะกระทบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยพืชจะต้องการฟอสฟอรัสในระยะเริ่มแรกของการเจริญเติบโตมากกว่าระยะอื่น และโพแทสเซียมหนึ่งในสามส่วนข้าวโพดจะนำไปใช้ในการสร้างเมล็ดส่วนที่เหลือจะอยู่ในลำต้นเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นหากเกษตรกรเลือกของต้นข้าวโพดลงดินก็จะทำให้ธาตุโพแทสเซียมยังคงอยู่ในดิน (กรมวิชาการเกษตร, 2548; ชลวดี และ สาธิต, 2550) นอกจากนี้ควรคำนึงถึงข้อจำกัดของสภาพพื้นที่และความต้องการน้ำและแหล่งน้ำที่เหมาะสมตามความต้องการของพืช (crop requirement) สำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (ตารางภาคผนวกที่ 1) และคำนึงถึงระดับความเหมาะสมของค่าพิสัยคุณภาพที่ดินสำหรับการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (ตารางภาคผนวกที่ 2)

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย ผลผลิตส่วนใหญ่ร้อยละ 95 ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตอาหารสัตว์ และยังเป็นวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเอทานอลซึ่งเป็นพลังงานทางเลือกได้อีกด้วย ทุกวันนี้ปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของประเทศไทยไม่เพียงพอกับความต้องการใช้ที่มีมากถึง 7.41 ล้านตัน แต่ไทยผลิตได้เพียง 4.62 ล้านตัน จำเป็นต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ในปี 2560 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่มีศักยภาพในเชิงเศรษฐกิจรวมทั้งประเทศ 6,579,194 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 4.41 ของเนื้อที่การเกษตรทั้งหมดที่มีอยู่ 149,241,393 ไร่ ผลผลิตต่อไร่เฉลี่ย 736 กิโลกรัม มีแหล่งปลูกกระจายอยู่ในพื้นที่ภาคต่าง ๆ ของประเทศ พื้นที่ที่ปลูกมากที่สุดอยู่ในภาคเหนือ 4,519,387 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 68.69 ของพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทั้งประเทศ มีผลผลิตต่อไร่เฉลี่ย 733 กิโลกรัม รองลงมา ได้แก่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1,338,459 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 20.34 ของพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทั้งประเทศ มีผลผลิตต่อไร่เฉลี่ย 729 กิโลกรัม และในภาคกลาง 721,348 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 10.96 ของพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทั้งประเทศ มีผลผลิตต่อไร่เฉลี่ย 762 กิโลกรัม ทั้งนี้จังหวัดที่เป็นแหล่งปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่สำคัญของประเทศไทย 5 ลำดับแรก ได้แก่ จังหวัดเพชรบูรณ์มีพื้นที่ปลูก 833,574 ไร่ มีผลผลิตต่อไร่เฉลี่ย 768 กิโลกรัม จังหวัดนครราชสีมาพื้นที่ปลูก 696,707 ไร่ มีผลผลิตต่อไร่เฉลี่ย 757 กิโลกรัม จังหวัดน่านมีพื้นที่ปลูก 664,909 ไร่ มีผลผลิตต่อไร่เฉลี่ย 672 กิโลกรัม จังหวัดตากมีพื้นที่ปลูก 549,272 ไร่ ผลผลิตต่อไร่เฉลี่ย 736 กิโลกรัม และจังหวัดเลยมีพื้นที่ปลูก 467,044 ไร่ มีผลผลิตต่อไร่เฉลี่ย 689 กิโลกรัม (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2563ก)

จังหวัดนครราชสีมาเป็นจังหวัดที่มีเนื้อที่ถือครองทางการเกษตร 8.70 ล้านไร่ คิดเป็นร้อยละ 67.90 ของพื้นที่ทั้งจังหวัดที่มีอยู่ 12.80 ล้านไร่ โดยข้าวโพดเลี้ยงสัตว์นับว่าเป็นพืชอาหารที่สำคัญในเชิงเศรษฐกิจของจังหวัดที่ปลูกกันมากเป็นลำดับที่สามารถรองจากข้าวและมันสำปะหลัง (สำนักงานจังหวัดนครราชสีมา, 2557) โดยสถานการณ์การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของจังหวัดนครราชสีมาในปี 2560 พบว่ามีเนื้อที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รวมทั้งสิ้น 696,707 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 52.05 ของเนื้อที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และคิดเป็นร้อยละ 8.31 ของเนื้อที่การเกษตรทั้งจังหวัดที่มีอยู่ 8,386,320 ไร่ และมีผลผลิตต่อไร่เฉลี่ย 757 กิโลกรัม (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2562) โดยมีเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จำนวนทั้งสิ้น 33,316 ครัวเรือน ส่วนใหญ่นิยมใช้พันธุ์ลูกผสมในการปลูกทั้งหมด และมีการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เกือบตลอดทั้งปี ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 ช่วง ได้แก่ ช่วงที่ 1 ข้าวโพดฤดูฝนจะปลูกในช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนตุลาคมของปีเดียวกัน และเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเดือน

มิถุนายนถึงมกราคมของปีถัดไป และช่วงที่ 2 ข้าวโพดฤดูแล้งจะเริ่มปลูกในเดือนพฤศจิกายนถึงกุมภาพันธ์ของปีถัดไป และเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเดือนมีนาคมถึงเมษายน สำหรับราคาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่เกษตรกรขายได้นั้น สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดนครราชสีมา (2561) รายงานว่าราคาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่เกษตรกรขายได้ในปี 2560 ที่ความชื้นเมล็ดร้อยละ 14.5 เฉลี่ยอยู่ที่กิโลกรัมละ 6.56 บาท ลดลงร้อยละ 11.0 เมื่อเทียบกับช่วงเดียวกันของปีที่ผ่านมา ซึ่งมีราคาเฉลี่ยกิโลกรัมละ 7.37 บาท

2. ปัญหาสำคัญของการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ปัญหาสำคัญของการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในจังหวัดนครราชสีมาในปี 2560 สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดนครราชสีมา (2561) รายงานว่าส่วนใหญ่มีสาเหตุมาจากการประสบปัญหาภัยธรรมชาติโดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาภัยแล้ง ซึ่งในช่วงที่ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อยู่ในระยะกำลังเจริญเติบโตและออกดอกนั้น พืชต้องขาดน้ำเป็นระยะเวลานานจึงทำให้ผลผลิตต่ำ และมีต้นทุนค่าใช้จ่ายที่เพิ่มสูงขึ้นจากการใช้ปัจจัยการผลิตต่าง ๆ จำพวกปุ๋ยเคมี และยากำจัดโรคและแมลง ผสมกับราคาซื้อผลผลิตที่ลดลงจึงทำให้ขาดทุน นอกจากนี้ยังพบว่าวิธีปฏิบัติของเกษตรกรในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ยังไม่เหมาะสม จำเป็นต้องเรียนรู้ พัฒนาและปรับปรุงเทคโนโลยีการผลิตเพื่อช่วยยกระดับผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ให้ดีขึ้น พัฒนาคุณภาพชีวิต และช่วยปกป้องรักษาทรัพยากรดินสำหรับใช้เป็นฐานการผลิตสินค้าเกษตรได้อย่างยั่งยืน โดยมีต้นทุนการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของจังหวัดนครราชสีมา ปี 2559/2560 มีต้นทุนรวมต่อไร่อยู่ที่ 5,066.16 บาท ราคาที่เกษตรกรขายได้ที่ไร่นา 7.55 บาทต่อกิโลกรัม มีผลตอบแทนสุทธิต่อไร่ 1,253.19 บาท โดยต้นทุนส่วนมากเป็นค่าวัสดุ ได้แก่ ค่าเมล็ดพันธุ์ ค่าปุ๋ยเคมี ค่าสารปราบศัตรูพืชและวัชพืช เป็นต้น

ทั้งนี้ปัญหาการทำการเกษตรที่ไม่เหมาะสมทั้งการบุกรุกและตัดไม้ทำลายป่าเพื่อทำการเกษตร โดยเฉพาะการปลูกพืชไร่เชิงเดี่ยวบนพื้นที่สูง จะนำไปสู่การสูญเสียความชื้นของดินในฤดูแล้ง และทำให้เกิดการกร่อนของดินเนื่องจากอนุภาคดินมีขนาดเล็กลง อินทรีย์วัตถุในดินและธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชจึงถูกพัดพาและเคลื่อนย้ายไปกับน้ำไหลบ่าได้ง่าย (อรพรรณ และ อธิพิล, 2551; มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง, 2559; ภาดล และคณะ, 2560) ซึ่งทำให้เกิดผลกระทบต่าง ๆ ตามมา โดย พิสิษฐ์ (2556) และ ฐานชนก (2558) รายงานว่าการทำการเกษตรโดยไม่มีการอนุรักษ์ดินและน้ำจะส่งผลให้เกิดการสูญเสียดินและน้ำจากพื้นที่ทำการเกษตร และทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลง ซึ่งการที่หน้าดินถูกชะล้างออกไปจะส่งผลให้ผลผลิตภาพของดินลดลงอย่างรวดเร็ว (Lal, 2001) รวมทั้งเกิดการสูญเสียธาตุอาหารไปกับน้ำไหลบ่าและตะกอนดินจนนำไปสู่การเสื่อมโทรมของพื้นที่เกษตรในที่สุด (Bertol *et al.*, 2003) ซึ่งสอดคล้องกับกรมพัฒนาที่ดิน (2558) ที่รายงานว่าการขาดการปรับปรุงบำรุงดินและการอนุรักษ์ดินและน้ำอย่างเพียงพอ จะทำให้คุณภาพของธาตุอาหารในดินเปลี่ยนแปลงไปในทางลบ ดินเกิดการกร่อน และเกิดการชะล้างธาตุอาหารสูง

3. การชะล้างพังทลายของดิน

3.1 นิยามและคำจำกัดความ

การชะล้างพังทลายของดิน (soil erosion) หมายถึงกระบวนการแตกกระจาย (detachment) และการพัดพาไป (transportation) ของดิน โดยตัวการกัดกร่อน (erosion agents) ได้แก่ การชะล้างพังทลายโดยน้ำ (water erosion) ซึ่งเป็นกระบวนการที่สำคัญอย่างมากในประเทศไทย และการพังทลายโดยลม (wind erosion) มีทั้งการชะล้างพังทลายโดยธรรมชาติ (geologic or natural or normal erosion) และการชะล้างพังทลายที่มีตัวเร่ง (accelerated or manmade erosion) (คณะทำงานชุดองค์ความรู้ด้านการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในเขตพัฒนาที่ดิน, 2556)

การชะล้างพังทลายของดิน (soil erosion) ตามพระราชบัญญัติพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2551 พร้อมกฎกระทรวง (ร่าง) ระเบียบ ประกาศ และคำสั่งที่เกี่ยวข้อง หมายความว่า ปรากฏการณ์ ซึ่งที่ดินถูกชะล้าง กัดเซาะพังทลายด้วยพลังงานที่เกิดจากน้ำ ลม หรือโดยการกระทำอื่นใดเป็นเหตุให้เกิดการเสื่อมโทรม สูญเสียเนื้อดินหรือความอุดมสมบูรณ์ของดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553)

การชะล้างพังทลายของดิน (soil erosion) เป็นกระบวนการที่เกิดจากการที่เกิดจากการที่มีแรงซึ่งเกิดจากน้ำ ลม หรือแรงโน้มถ่วงของโลก มากระทำให้วัตถุธาตุหรือสารแตกแยกออกจากกัน แล้วเคลื่อนย้ายอนุภาคของดินหรือสารหรือวัตถุธาตุดังกล่าวไปตกตะกอนที่บริเวณอีกแห่งหนึ่ง (นิพนธ์, 2545)

การอนุรักษ์ดินและน้ำ (soil and water conservation) หมายถึง การใช้ทรัพยากรดินและน้ำอย่างเหมาะสมด้วยวิธีชาวนฉลาด คุ่มค่า เกิดประโยชน์สูงสุด และมีความยั่งยืน การอนุรักษ์ดินและน้ำจะช่วยลดการชะล้างพังทลายของดิน ได้ด้วยการเลือกใช้ “มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ (soil and water conservation measure)” ซึ่งเป็นแนวทางในการอนุรักษ์ดินและน้ำอย่างเหมาะสม เพื่อใช้ป้องกันและรักษาดินไม่ให้ถูกชะล้างพังทลายทั้งบนพื้นที่ที่มีความลาดชันต่ำจนถึงพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง เพื่อป้องกันดินไม่ให้หลุดออกโดยการตกกระทบของเม็ดฝนและลม เพื่อลดปริมาณน้ำไหลบ่า เพื่อควบคุมหรือชะลอความเร็วของน้ำไหลบ่า และเพิ่มอัตราการไหลซึมของน้ำลงไปในดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2558)

3.2 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการพังทลายของดินโดยน้ำ

โดยทั่วไปดินจะพังทลายมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยที่สำคัญ 4 ประการ คือ

1) ความสามารถของฝนในการกัดเซาะ (precipitation erosivity) หมายถึง การพังทลายของดินจะมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับลักษณะของฝน เช่น ความหนักเบา ระยะเวลาที่ฝนตก ปริมาณน้ำฝน ขนาดเม็ดฝน ความเร็ว ชนิดและการแผ่กระจายของฝนในแต่ละฤดูกาล

2) ความสามารถของดินที่ทนต่อการกัดเซาะ (soil erodibility) หมายถึง คุณสมบัติของดินที่ยากหรือง่ายต่อการพังทลาย ขึ้นอยู่กับชนิดของดิน แรงจับตัวกันระหว่างอนุภาคของดินและปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน

3) สภาพสิ่งปกคลุมดิน (cover condition) และการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยทั่วไปแล้วพืชปกคลุมดินที่มีความหนาแน่นมากและติดต่อกันตลอดย่อมช่วยป้องกันแรงปะทะของเม็ดฝนและการกัดเซาะหน้าดินได้เป็นอย่างดี ซึ่งในการป้องกันการสูญเสียดินและน้ำไหลบ่าของน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น ควรรักษาป่าไม้ให้มีเรือนยอดปกคลุมดินเชื่อมติดต่อกันโดยมีความหนาแน่นของเรือนยอดอย่างน้อยไม่ควรต่ำกว่าร้อยละ 70

4) ความลาดชันและความยาวของด้านลาด (steepness and length of slope) บริเวณใดก็ตาม ถ้าสภาพอื่น ๆ เหมือนกันหมด บริเวณที่ที่มีความลาดชันมากย่อมก่อให้เกิดการพังทลายของดินได้มากกว่าที่ชันน้อย ความยาวของด้านลาดจะทวีความรุนแรงของน้ำไหลบ่า ทำให้อนุภาคของดินถูกพัดพาไปได้โดยง่าย

3.3 สถานการณ์การชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย

การชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทยนับเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องสามารถเกิดขึ้นได้ทั้งในพื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่ป่าต้นน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งพื้นที่ที่มีความลาดชันและไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำใด ๆ ทำให้ดินชั้นบนซึ่งมีธาตุอาหารพืชและอินทรีย์วัตถุในดินอยู่มากกว่าดินชั้นล่างสูญเสียไปกับน้ำไหลบ่าหน้าดิน โครงสร้างของดินถูกทำลาย ทำให้ความอุดมสมบูรณ์และ

ความสามารถในการให้ผลผลิตของดินลดลง จนถึงระดับที่ไม่สามารถทำการเกษตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีสาเหตุมาจากการจัดการที่ดินที่ไม่เหมาะสมกับสมรรถนะที่ดิน การใช้ที่ดินโดยปราศจากการบำรุงรักษา ขาดการอนุรักษ์ดินและน้ำอย่างถูกหลักวิชาการ รวมถึงการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้เพื่อขยายพื้นที่การเกษตรโดยไม่ได้รับการควบคุม ส่งผลต่อความเสื่อมโทรมของทรัพยากรดินและที่ดินอย่างรวดเร็ว และส่งผลกระทบต่อทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อทรัพยากรสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศ สภาพเศรษฐกิจและสังคม ซึ่งการสูญเสียหน้าดินอย่างส่งผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตของเกษตรกร จึงจำเป็นต้องมีการประเมินปริมาณการสูญเสียดินเป็นตัวเลขเพื่อเป็นตัวชี้วัดกำหนดค่าการสูญเสียดินในระดับต่าง ๆ และใช้เป็นข้อมูลในการกำหนดมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่และพืชที่ปลูก เพื่อลดความเสื่อมโทรมของทรัพยากรดิน ลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศ อันจะนำไปสู่การใช้ประโยชน์ที่ดินได้อย่างยั่งยืน แต่อย่างไรก็ดี แม้ว่าดินจะเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่สามารถทดแทนได้หรือรักษาไว้ได้ แต่ต้องใช้เวลาในการสร้างนานถึง 100-1,000 ปี กว่าจะได้ชั้นดินหนา 2-3 เซนติเมตร (กรมพัฒนาที่ดิน, 2558)

กรมพัฒนาที่ดิน (2545) ได้ทำการประเมินการสูญเสียดินในภาพรวมของประเทศ ไทยเมื่อปี พ.ศ.2545 โดยใช้สมการการสูญเสียดินสากล พบว่าพื้นที่ที่มีปัญหาการชะล้างพังทลายของดิน ตั้งแต่ระดับการสูญเสียดินน้อย (อัตราการสูญเสียดิน 0-2 ตันต่อไร่ต่อปี) ถึงระดับการสูญเสียดินรุนแรงมากที่สุด (อัตราการสูญเสียดินมากกว่า 20 ตันต่อไร่ต่อปี) รวมกันถึง 108.87 ล้านไร่ คิดเป็นร้อยละ 33.95 ของพื้นที่ทั้งประเทศ โดยภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่การชะล้างพังทลายของดิน 17.87 ล้านไร่ คิดเป็นร้อยละ 16.41 ของพื้นที่ชะล้างพังทลายทั้งประเทศ ซึ่งมากเป็นอันดับสองของประเทศ รองจากภาคเหนือซึ่งมีพื้นที่ที่มีปัญหามากที่สุด คือ 53.96 ล้านไร่ คิดเป็นร้อยละ 49.56 ของพื้นที่ชะล้างพังทลายทั้งประเทศ (ตารางภาคผนวกที่ 3) นอกจากนี้ยังพบว่าพื้นที่และอัตราการสูญเสียดินตามรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือสำหรับพื้นที่ที่รกร้างซึ่งไม่ได้ทำประโยชน์ใด ๆ มีอัตราการสูญเสียดินมากที่สุดคือ 22.51 ตันต่อไร่ต่อปี ขณะที่พื้นที่ปลูกพืชไร่มีอัตราการสูญเสียดินมากเป็นอันดับสองคือ 21.15 ตันต่อไร่ต่อปี รองลงมาคือพื้นที่ปลูกไม้ผลและไม้ยืนต้นมีอัตราการสูญเสียดิน 13.50 ตันต่อไร่ต่อปี พื้นที่ป่าไม้มีอัตราการสูญเสียดิน 6.83 ตันต่อไร่ต่อปี พื้นที่สวนผักและไม้ดอกมีอัตราการสูญเสียดิน 2.26 ตันต่อไร่ต่อปี พื้นที่ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์มีอัตราการสูญเสียดิน 0.9 ตันต่อไร่ต่อปี พื้นที่นา มีอัตราการสูญเสียดิน 0.19 ตันต่อไร่ต่อปี ทั้งนี้สังเกตเห็นว่าพื้นที่ปลูกพืชไร่ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีอัตราการสูญเสียดินมากกว่าภาคอื่น ๆ (ตารางภาคผนวกที่ 4) จนกระทั่งในปี พ.ศ. 2563 กรมพัฒนาที่ดิน (2563) ได้ทำการประเมินค่าการสูญเสียดินในภาพรวมของทั้งประเทศโดยใช้สมการการสูญเสียดินสากล พบว่าเนื้อที่พื้นที่ที่มีปัญหาการชะล้างพังทลายของดินตั้งแต่ระดับการสูญเสียดินน้อย (อัตราการสูญเสียดิน 0-2 ตันต่อไร่ต่อปี) ถึงระดับการสูญเสียดินรุนแรงมากที่สุด (อัตราการสูญเสียดินมากกว่า 20 ตันต่อไร่ต่อปี) รวมกันถึง 108.87 ล้านไร่ คิดเป็นร้อยละ 33.95 ของพื้นที่ทั้งประเทศ 320,696,893 ไร่ โดยมีพื้นที่ที่มีการสูญเสียดินอยู่ในระดับน้อยระหว่าง 0-2 ตันต่อไร่ต่อปี รวมทั้งหมด 242,522,477 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 75.62 ของเนื้อที่ทั้งหมดของประเทศ โดยกระจายครอบคลุมเกือบทุกภาคของประเทศ มีพื้นที่ที่มีการสูญเสียดินปานกลางระหว่าง 2-5 ตันต่อไร่ต่อปี รวมทั้งหมด 46,047,597 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 14.36 ของเนื้อที่ทั้งประเทศ มีพื้นที่ที่มีการสูญเสียดินรุนแรงระหว่าง 5-15 ตันต่อไร่ต่อปี รวมทั้งหมด 18,689,324 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 5.83 ของเนื้อที่ทั้งประเทศ มีพื้นที่ที่มีการสูญเสียดินรุนแรงมากกว่า 15-20 ตันต่อไร่ต่อปี รวมทั้งหมด 3,182,977 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 0.99 ของเนื้อที่ทั้งประเทศ และมีพื้นที่ที่มีการสูญเสียดินรุนแรงมากที่สุด คือ มากกว่า 20 ตันต่อไร่ต่อปี รวมทั้งหมด 10,254,533 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 3.20 ของเนื้อที่ทั้งประเทศ

ในการจัดชั้นความรุนแรงของการสูญเสียดินนั้น กรมพัฒนาที่ดิน (2545) ได้แบ่งระดับชั้นความรุนแรงของการสูญเสียดินออกเป็น 5 ระดับ ได้แก่ ชั้นความรุนแรงของการสูญเสียดินน้อย (slight) มีอัตราการสูญเสียดิน 0-2 ต้นต่อไร่ต่อปี หรือ 0-0.96 มิลลิเมตรต่อปี ชั้นความรุนแรงของการสูญเสียดินปานกลาง (moderate) มีอัตราการสูญเสียดิน 2-5 ต้นต่อไร่ต่อปี หรือ 0.96-2.40 มิลลิเมตรต่อปี ชั้นนี้การชะล้างพังทลายของดินเกิดขึ้นเป็นพื้นที่น้อยกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ ชั้นความรุนแรงของการสูญเสียดินรุนแรง (severe) มีอัตราการสูญเสียดิน 5-15 ต้นต่อไร่ต่อปี หรือ 2.40-7.20 มิลลิเมตรต่อปี การชะล้างพังทลายมีผลทำให้ความต้องการในการจัดการดินผิดไปจากเดิม หรือต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มมากขึ้น แต่ดินยังคงมีขีดความสามารถใช้ปลูกพืชได้เหมือนเดิม ชั้นความรุนแรงของการสูญเสียดินรุนแรงมาก (very severe) มีอัตราการสูญเสียดิน 15-20 ต้นต่อไร่ต่อปี หรือ 7.2-9.6 มิลลิเมตรต่อปี การชะล้างพังทลายของดินทำให้ขีดความสามารถสำหรับปลูกพืชเปลี่ยนเลวลงกว่าเดิม เช่น ดินไม่สามารถใช้ปลูกข้าวโพดได้อีกต่อไป ต้องเปลี่ยนไปทำทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์แทน และต้องเสียค่าใช้จ่ายในการจัดการดินสูงมากเกินกว่าระดับที่ยอมรับได้ หรือใช้เวลานานมากในการปรับปรุงคุณภาพดินให้ใช้ปลูกพืชได้เช่นเดิม และชั้นความรุนแรงของการสูญเสียดินรุนแรงมาก (extreme) มีอัตราการสูญเสียดินมากกว่า 20 ต้นต่อไร่ต่อปี หรือมากกว่า 9.6 มิลลิเมตรต่อปี มีการชะล้างพังทลายเป็นร่องลึก (gully) เกิดขึ้นทั่วไป

สำหรับการสูญเสียดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ กรมพัฒนาที่ดิน (2563) รายงานว่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีเนื้อที่ทั้งหมด 105,533,961 ไร่ มีการสูญเสียดินระดับน้อย (0-2 ต้นต่อไร่ต่อปี) ร้อยละ 81.60 ของเนื้อที่ทั้งภาค สูญเสียดินระดับปานกลาง (2-5 ต้นต่อไร่) ร้อยละ 11.46 สูญเสียดินระดับรุนแรง (5-15 ต้นต่อไร่) ร้อยละ 5.34 สูญเสียดินระดับรุนแรงมาก (15-20 ต้นต่อไร่) ร้อยละ 0.34 และสูญเสียดินระดับรุนแรงมากที่สุด (>20 ต้นต่อไร่) ร้อยละ 1.26 (ภาพภาคผนวกที่ 1) โดยกรมพัฒนาที่ดิน (2547) พบว่าดินส่วนใหญ่เป็นดินร่วนและดินร่วนปนทรายซึ่งมีส่วนผสมของดินทรายแบ่งในปริมาณที่มากจึงทำให้ถูกชะล้างพังทลายได้ง่ายบนพื้นที่ที่ปล่อยไว้ว่างเปล่า ความลาดชันของพื้นที่ 27 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณน้ำฝน 1,542 มิลลิเมตร ในช่วงเวลา 2 ปี มีค่าการสูญเสียดินประมาณ 144 ต้นต่อเฮกตาร์ต่อปี ในขณะที่ป่าดิบแล้งมีการสูญเสียดินเพียง 6 ต้นต่อเฮกตาร์ต่อปี แต่ในพื้นที่ไร่เลื่อนลอยบนพื้นที่สูงมีค่าการสูญเสียดินสูงถึง 76 ต้นต่อเฮกตาร์ต่อปี และจากการศึกษาของ Lorsirirat and Maita (2006) การชะล้างพังทลายของดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยพบว่าตะกอนดินที่ถูกพัดพามีความสัมพันธ์กับการพัฒนาด้านการเกษตรที่เพิ่มมากขึ้นและมีผลต่อการเกิดการชะล้างพังทลายของดิน ปัจจัยสำคัญคือชนิดของพืชปลูก เนื้อดิน กิจกรรมทางการเกษตรและการพัฒนาสาธารณูปโภค ได้แก่ การตัดถนนซึ่งเป็นผลมาจากประชากรที่มีอัตราเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว แสดงให้เห็นว่าปัญหาความเสื่อมโทรมของทรัพยากรดินมีผลต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ ประเทศไทยได้รับผลกระทบจากความเสื่อมโทรมของทรัพยากรดินเป็นอย่างมาก ซึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยนระบบการผลิตพืชจากการผลิตเพื่อยังชีพ (subsistence agriculture) เป็นการผลิตเพื่อการค้า (commercial agriculture) และการใช้ประโยชน์ทรัพยากรดินที่ไม่เหมาะสมเป็นปัจจัยเร่งให้ทรัพยากรดินเกิดความเสื่อมโทรมเพิ่มมากขึ้น ในส่วนของการชะล้างพังทลายของดินในจังหวัดนครราชสีมา กรมพัฒนาที่ดิน (2563) รายงานว่าจังหวัดนครราชสีมา มีเนื้อที่ทั้งหมด 12,808,727 ไร่ มีการสูญเสียดินระดับน้อย (0-2 ต้นต่อไร่ต่อปี) ร้อยละ 77.83 ของเนื้อที่ทั้งจังหวัด สูญเสียดินระดับปานกลาง (2-5 ต้นต่อไร่) ร้อยละ 15.25 สูญเสียดินระดับรุนแรง (5-15 ต้นต่อไร่) ร้อยละ 5.97 สูญเสียดินระดับรุนแรงมาก (15-20 ต้นต่อไร่) ร้อยละ 0.24 และสูญเสียดินระดับรุนแรงมากที่สุด (>20 ต้นต่อไร่) ร้อยละ 0.17 (ภาพภาคผนวกที่ 2)

ทั้งนี้การสูญเสียดินจะส่งผลกระทบหรือสร้างความเสียหายที่รุนแรงหรือไม่ขึ้นอยู่กับลักษณะของดินแต่ละพื้นที่ หากกระบวนการเกิดดินเป็นไปอย่างรวดเร็ว ดินลึกและมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติสูง แม้จะมีอัตราการสูญเสียดินสูงก็อาจไม่มีผลกระทบต่อการใช้ที่ดินตรงกันข้ามถ้าดินตื้น มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ และกระบวนการเกิดดินเป็นไปอย่างช้า ๆ แม้มีการสูญเสียดินเพียงเล็กน้อยก็อาจส่งผลกระทบเสียหายรุนแรงต่อการใช้ประโยชน์บนที่ดินบริเวณนั้นได้ ทั้งนี้ปริมาณการสูญเสียดินสูงสุดที่ยอมรับได้ (soil loss tolerance หรือ permissible soil loss) สำหรับประเทศไทยกำหนดที่ระดับ 2 ตันต่อไร่ต่อปี หรือเทียบเท่ากับ 0.96 มิลลิเมตรต่อปี การสูญเสียในระดับนี้ไม่ทำให้สมรรถนะของดินสำหรับการเกษตรเปลี่ยนแปลงตลอดระยะเวลา 25 ปี ซึ่งค่าการสูญเสียดินที่สูงกว่าระดับนี้จะมีผลเสียหายต่อคุณภาพดินและผลผลิตพืชในระยะยาว ไม่มีความมั่นคงทางเศรษฐกิจ และจำเป็นต้องมีการอนุรักษ์ดินและน้ำ (คณะทำงานชุดองค์ความรู้ด้านการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในเขตพัฒนาที่ดิน, 2556; กรมพัฒนาที่ดิน, 2545) จากรายงานวิจัยของ Pansak *et al.*, (2008) ซึ่งได้ทดลองปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ภายใต้ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ โดยปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ร่วมกับถั่วเหลืองในปีที่ 3 มีปริมาณการสูญเสียดินน้อยกว่าปีที่ 1 และปีที่ 2 ถึง 20 เท่า เนื่องจากถั่วเหลืองมีบทบาทในการช่วยชะลอน้ำไหลบ่าหน้าดิน และช่วยลดการสูญเสียหน้าดินได้ดี และยังมีรายงานอื่นที่แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพเชิงบวกของถั่วเหลืองในระบบการปลูกพืช โดยการศึกษาของ ธวัชชัย และคณะ (2563) พบว่าการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ร่วมกับการปลูกถั่วเหลือง ถั่วเหลือง และการใช้ปุ๋ยชีวภาพไมคอร์ไรซาส่งผลให้มีปริมาณการสูญเสียดิน 0.15 ตันต่อไร่ต่อปี ซึ่งการสูญเสียดินในระดับนี้อยู่ในเกณฑ์ที่กรมพัฒนาที่ดินกำหนด ในขณะที่ Kasivivat *et al.*, (2004) พบว่าการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่คลุมด้วยเศษซากพืชเพื่อเป็นวัสดุอินทรีย์นั้นทำให้ผลผลิตข้าวโพดเฉลี่ยสูงสุด และยังพบว่าแถบของหญ้าแฝกที่ปลูกกันตามแนวระดับช่วยลดการพังทลายของดินและสามารถกักเก็บความชื้นในดินได้ดี

4. ผลกระทบของการชะล้างพังทลายของดินที่มีต่อสมบัติบางประการของดิน

สมบัติทางกายภาพและเคมีของดินนับเป็นปัจจัยสำคัญอีกประการหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการชะล้างพังทลายของดิน โดยเกี่ยวข้องกับความสามารถในการแตกกระจายของดิน (detaching capacity) และความยากง่ายในการแตกกระจาย (detachability) ซึ่งจะขึ้นอยู่กับชนิดของดิน แรงจذبระหว่างอนุภาคดินและปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (Osborn, 1955; นิวัต, 2517) โดย Anderson (1951) แสดงให้เห็นว่าสมบัติทางกายภาพของดินกับสิ่งปกคลุมดินมีความสัมพันธ์กับการชะล้างพังทลายของดินที่มีน้ำเป็นตัวการเป็นอย่างมาก

4.1 ความชื้นในดิน

การชะล้างพังทลายของดินเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดความเสื่อมโทรมของทรัพยากรดิน ทำให้ความสามารถในการกักเก็บความชื้นในดินได้น้อยลง จึงส่งผลกระทบโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของพืชและการดูดดึงธาตุอาหารในดิน ความชื้นในดินหรือน้ำในดินเป็นส่วนประกอบหลักของดินนอกเหนือไปจากอินทรีย์วัตถุ อินทรีย์วัตถุและอากาศ โดยความชื้นหรือน้ำในดินจะอยู่ในส่วนของช่องว่างของดินในสถานะของเหลวมากกว่าไอน้ำเป็นส่วนใหญ่ ความชื้นในดินมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อสิ่งมีชีวิตในดินและการผลิตพืช ประการแรก น้ำเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของพืช สัตว์ และจุลินทรีย์ดินเพื่อใช้ในกระบวนการเมตาบอลิซึม (metabolism) ต่าง ๆ ของร่างกาย เช่น การสังเคราะห์แสงของพืชและจุลินทรีย์ดินบางชนิด ประการที่สองคือ น้ำเป็นตัวทำละลายที่ดีมากซึ่งสามารถละลายไอออนต่าง ๆ ที่เป็นโภชนาของพืชและของจุลินทรีย์ดินให้อยู่ในสถานะที่พร้อมมากที่สุดที่จะให้พืชใช้ประโยชน์ ประการที่สามคือ น้ำมีบทบาทในการเคลื่อนย้ายไอออนและสารอื่น ๆ

จากดินเข้าสู่พืชและจุลินทรีย์ดิน ประการที่สี่คือ น้ำมีความร้อนจำเพาะและความร้อนแฝงที่สูงจึงเปลี่ยนอุณหภูมิยากจึงสามารถป้องกันการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของดินไม่ให้อุณหภูมิของดินสูงหรือต่ำเกินไปจนพืชที่ขึ้นอยู่บนดินและจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในดินทนไม่ได้ (อนูรัตน์, 2560; คณะกรรมาธิการการเกษตรและสหกรณ์, 2535) ความชื้นในดินส่วนใหญ่ได้มาจากน้ำฝนที่ตกลงมาหรือน้ำประปา แต่ก็สามารถระเหยออกจากหน้าดินโดยกระบวนการคายระเหย (evapotranspiration) น้ำไหลบ่าหน้าดิน (runoff) และน้ำซึมลงไปในดิน ซึ่งประกอบด้วยน้ำที่เก็บกักไว้ในดิน (soil storage) หรือความชื้นในดิน และน้ำซึมลึก (percolation) (อนูรัตน์, 2560) สำหรับการสูญเสียน้ำโดยการระเหยจากผิวดิน และจากที่พืชดูดเอาไปใช้จะทำให้ปริมาณความชื้นในดินลดลงจนกระทั่งถึงระดับหนึ่งที่น้ำในดินไม่มีการเคลื่อนที่อีก ทั้งนี้เพราะว่าแรงที่น้ำจับยึดกับเม็ดดินจะมากจนกระทั่งถึงระดับหนึ่งที่น้ำในดินไม่มีการเคลื่อนที่อีก ซึ่งแรงที่น้ำจับยึดกับเม็ดดินดังกล่าวจะมากจนกระทั่งพืชไม่สามารถดูดไปใช้ได้พืชจึงเหี่ยวเฉาในที่สุด ความชื้นในดินเมื่อพืชไม่สามารถดูดมาใช้ให้เพียงพอสำหรับการคายน้ำและพืชเริ่มมีอาการเหี่ยวเฉาอย่างถาวร เรียกว่าเป็นความชื้นที่จุดเหี่ยวถาวร (permanent wilting point) (อภินันท์, 2551) ดังนั้นน้ำในรูปของความชื้นในดินที่พืชนำไปใช้สำหรับการเจริญเติบโตก็คือ น้ำซับ ซึ่งอยู่ระหว่างความจุความชื้นสนาม (field capacity) กับจุดเหี่ยวถาวร (อภินันท์, 2551 อ้างถึง วิบูลย์, 2526)

ทั้งนี้การพิจารณาความสามารถในการกักเก็บความชื้นในดินได้น้อยลงหรือมากขึ้นจะเป็นตัววัดความเสื่อมโทรมของดินที่เกิดจากการชะล้างพังทลายของดินได้ ซึ่งการวัดความชื้นในดินในทางปฏิบัติสามารถทำได้หลายวิธี เช่น วิธีการวัดความชื้นของดินโดยตรง (gravimetric sampling) การดูลักษณะและความรู้สึกสัมผัสของดิน (feel and appearance) และการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ (scientific instruments) ได้แก่ การใช้เครื่องวัดแบบกระเปาะพูน เช่น Tensiometer การวัดโดยอาศัยการนำไฟฟ้าด้วยวิธี Gypsum Block Porous Media และการวัดโดยใช้การกระจายตัวของสารกัมมันตภาพรังสีด้วยวิธี Neutron Moisture Meter เป็นต้น ทั้งนี้วิธีการที่นิยมและใช้กันศึกษาและทดลองกันอย่างแพร่หลายเพื่อหาค่าปริมาณการใช้น้ำของพืช คือ วิธีการวัดความชื้นจากดินโดยตรงด้วยการเก็บตัวอย่างดินเพื่อนำไปอบหาความชื้น เพราะเป็นวิธีที่ให้ผลการตรวจวัดที่ค่อนข้างใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด ซึ่งการหาความชื้นจากดินโดยตรงด้วยการเก็บตัวอย่างดินเป็นวิธีการหนึ่งที่จะทำให้ทราบว่าความชื้นในดินขณะนั้นลดลงถึงจุดที่ต้องให้น้ำได้หรือยัง โดยการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึกต่างกันในเขตรากพืชและที่จุดต่าง ๆ ที่สามารถใช้เป็นตัวแทนทั้งหมดของแปลงเพาะปลูก ตัวอย่างดินที่เก็บได้ควรมีน้ำหนักอย่างน้อย 100 กรัม และควรบรรจุอยู่ในภาชนะที่สามารถทนความร้อนได้สูง มีน้ำหนักคงที่และต้องมีฝาปิดอย่างมิดชิดเพื่อป้องกันความชื้นระเหยไหล นำไปชั่งหาน้ำหนักดินเปียกแล้วนำไปอบในตูอบที่มีอุณหภูมิระหว่าง 105-110 องศาเซลเซียส ติดต่อกันเป็นเวลา 24 ชั่วโมง หรือจนกว่าน้ำหนักของตัวอย่างดินไม่ลดลงอีก จากนั้นจึงนำไปชั่งเพื่อหาน้ำหนักของดินแห้ง น้ำหนักของดินที่หายไปในการชั่งทั้งสองครั้งก็คือ ปริมาณความชื้นในดินในขณะที่เก็บตัวอย่างนั่นเอง โดยมีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ความชื้นโดยน้ำหนักของดินแห้ง (ส่วนการใช้น้ำชลประทาน, 2554)

ในกรณีศึกษาของ จุฑารัตน์ (2561) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นดินภายใต้การจัดการดินเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์บนพื้นที่ราบและพื้นที่ลาดเท ในพื้นที่ของศูนย์วิจัยการอนุรักษ์ดินและน้ำ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา พบว่าดินบนเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง ดินล่างเนื้อดินอยู่ระหว่างดินเหนียวปนทรายแป้งถึงดินเหนียว ดินบนมีค่าปริมาณความชื้นดินที่ค่าพิกัดบนของความเป็นประโยชน์ของน้ำต่อพืชระหว่างร้อยละ 21.31-26.85 โดยปริมาตร ดินล่างมีค่า

ปริมาณความชื้นดินที่ค่าพิกิตบนของความเป็นประโยชน์ของน้ำต่อพืชระหว่างร้อยละ 25.28-29.34 โดยปริมาตร และดินบนมีค่าปริมาณความชื้นดินที่ค่าพิกิตล่างของความเป็นประโยชน์ของน้ำต่อพืชอยู่ระหว่างร้อยละ 13.77-16.53 โดยปริมาตร ดินล่างมีค่าปริมาณความชื้นดินที่ค่าพิกิตล่างของความเป็นประโยชน์ของน้ำต่อพืชอยู่ระหว่างร้อยละ 16.18-17.56 โดยปริมาตร ทำให้มีค่าความจุน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของดินมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 7.54-12.57 โดยปริมาตร ในดินบนค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำของดินอ้อมตัวด้วยน้ำในระดับค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง โดยมีค่าเท่ากับ 0.68-11.44 เซนติเมตรต่อชั่วโมง ส่วนในดินล่างค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำของดินอ้อมตัวด้วยน้ำในระดับปานกลางถึงเร็ว โดยมีค่าเท่ากับ 2.49-12.98 เซนติเมตรต่อชั่วโมง

4.2 การสูญเสียธาตุอาหารหลักในดิน

การสูญเสียธาตุอาหารในดินเกิดจากปริมาณธาตุอาหารจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตพืช ปริมาณธาตุอาหารในดินที่สูญเสียจากการไหลบ่าของน้ำ ปริมาณธาตุอาหารถูกพัดพาไปในสภาพสารละลายหรือแขวนลอย จากการชะล้างพังทลายของดิน สามารถประเมินปริมาณการสูญเสียธาตุอาหารพืชในดินได้ดังนี้

4.2.1 การสูญเสียธาตุไนโตรเจน (N) ปริมาณไนโตรเจนในดินถึงแม้จะมีไม่มากนัก แต่เมื่อใดที่เกิดการชะล้างพังทลายของดินธาตุไนโตรเจนก็มักติดมาด้วย เนื่องจากสารประกอบไนโตรเจนส่วนใหญ่ละลายน้ำได้ดีและสามารถเปลี่ยนแปลงรูปแบบได้ง่าย เช่น แอมโมเนียม หรือไนเตรต

4.2.2 การสูญเสียธาตุฟอสฟอรัส (P) ปริมาณฟอสฟอรัสในดินส่วนมากจะอยู่บริเวณผิวหน้าดิน และมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ จะถูกดูดยึดโดยอนุภาคดินเหนียว ซึ่งการสูญเสียหน้าดินจากการชะล้างพังทลายของอนุภาคดินเหนียวและดินที่มีอินทรีย์วัตถุสูงทำให้ฟอสฟอรัสสูญเสียไปกับตะกอนดินจากการไหลบ่าด้วย อย่างไรก็ตามปริมาณฟอสฟอรัสมากกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ ของดินที่ถูกพัดพาออกไปจะอยู่ในรูปอินทรีย์วัตถุ นอกจากนี้เมื่อใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในสภาพที่แห้งแล้งแล้วฝนตกทันทีจะมีผลทำให้ฟอสฟอรัสสูญเสียไป 22 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณปุ๋ยที่ใส่ ซึ่งปริมาณการสูญเสียฟอสฟอรัสเกิดมากในช่วงฝนตกครั้งแรก ๆ และจะลดลงในช่วงฝนตกครั้งต่อไป

4.2.3 การสูญเสียธาตุโพแทสเซียม (K) แม้ว่าโพแทสเซียมจะสูญเสียไปในตะกอนดินที่ถูกพัดพาไปจากพื้นที่เป็นจำนวนมาก แต่มีเพียงเล็กน้อยเท่านั้นที่อยู่ในสภาพที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ทั้งนี้เนื่องจากธาตุโพแทสเซียมทั้งหมดในดินอยู่ในสภาพที่พืชใช้ประโยชน์ไม่ได้ถึง 90-98 เปอร์เซ็นต์ การสูญเสียธาตุอาหารโดยการซึมซาบ จากการวิเคราะห์น้ำที่ระบายออกจากไร่นาพบว่าธาตุอาหารที่ถูกซึมลงไปกับน้ำโดยเรียงลำดับตามความง่ายไปยาก ได้แก่ ไนโตรเจน โพแทสเซียม โซเดียม แคลเซียม แมกนีเซียม แมงกานีส กำมะถัน คลอรีน และฟอสฟอรัส ตามลำดับ โดยทั่วไปสารประกอบไนเตรทจะถูกดูดซับโดยเม็ดของดินในรูปสารประกอบที่ละลายน้ำได้ดีจึงมักถูกซึมซาบลงไปในดินชั้นล่าง สำหรับแอมโมเนียมจะถูกดูดซับและยึดเอาไว้โดยสารคอลลอยด์ในดิน (soil colloidal) จึงไม่ค่อยถูกซึมซาบอย่าง สารประกอบไนเตรท สำหรับในพื้นที่ซึ่งปลูกพืชติดต่อกันจะทำให้การซึมซาบของไนโตรเจนน้อยมาก ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสนั้นจะถูกซึมซาบได้ง่ายและมีปริมาณมากในดินที่เป็นทรายจัด ถึงแม้ว่าสารประกอบฟอสเฟตจะเคลื่อนที่ได้น้อยในดินก็ตาม สำหรับโพแทสเซียมแม้จะถูกดูดซับไว้ก็จะถูกซึมซาบไปได้เช่นกัน เมื่อสารละลายอ้อมตัวด้วยโพแทสเซียมหรือเกลือในสารละลายนั้นเข้มข้นมาก แต่อย่างไรก็ตามปริมาณธาตุอาหารในตะกอนดินโดยการถูกพัดพาไปกับน้ำไหลบ่าและซึมซาบเป็นการสูญเสียที่มีปริมาณมากทั้งทางด้านคุณภาพของดินและมูลค่าของธาตุอาหารที่สูญเสียไปในรูปของปุ๋ยเคมี

ทั้งนี้จากรายงานของ นิติพัฒน์ (2556) พบว่าการปลูกยางพาราบนเขาทองส้มมีปริมาณไนโตรเจนที่สูญเสียไปมากถึง 1,716 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่มีปริมาณการสูญเสียฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมเท่ากับ 0.04 และ 0.47 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ และสอดคล้องกับการศึกษาของ ฐนชนก (2558) ที่พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินเกิดการสูญเสียไปกับตะกอนดินได้มากที่สุด รองลงมาคือโพแทสเซียมและฟอสฟอรัส ตามลำดับ และการปลูกพืชร่วมกับการทำมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำสามารถช่วยลดการสูญเสียธาตุอาหารไปกับน้ำไหลบ่าได้ดีกว่าการไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ และพบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการสูญเสียธาตุอาหารกับปริมาณการสูญเสียดินและน้ำไหลบ่า

5. มูลค่าการสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์

กรมพัฒนาที่ดินได้ทำการประเมินการชะล้างพังทลายของประเทศไทยว่าครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 134.5 ล้านไร่ หรือร้อยละ 41.94 ของพื้นที่ประเทศ มีตะกอนถูกชะล้างลงสู่แหล่งน้ำประมาณปีละ 27 ล้านตัน ซึ่งส่งผลต่อการสูญเสียธาตุอาหารในดินมีมูลค่าประมาณ 3,774.37 ล้านบาท และพบว่ามีพื้นที่ซึ่งดินมีอินทรีย์วัตถุน้อยกว่า 1.5 เปอร์เซ็นต์ ครอบคลุมเนื้อที่ถึง 98.7 ล้านไร่ หรือประมาณร้อยละ 30.7 ของเนื้อที่ประเทศ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2542)

นิติพัฒน์ (2556) ศึกษาประเมินปริมาณการชะล้างพังทลายของดินและมูลค่าการสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์จากผลกระทบของการพังทลายของดินบนเขาทองส้มจังหวัดสงขลาในปี 2554 โดยการสร้างแปลงทดลองเพื่อเก็บตะกอนดินขนาด 4x12 เมตร ในพื้นที่การใช้ประโยชน์ 3 ประเภท พื้นที่ละ 3 แปลงทดลอง ความลาดชัน 18-21 เปอร์เซ็นต์ ผลการศึกษาปริมาณการชะล้างพังทลายของดินที่ได้เก็บตัวอย่างในฤดูฝนเป็นระยะเวลา 3 เดือน พบว่าเขาทองส้มมีอัตราการชะล้างพังทลายของดิน 10.57 ตันต่อไร่ จัดอยู่ในชั้นรุนแรงปานกลาง มีปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่สูญเสียเท่ากับ 1,242.47 0.03 และ 0.39 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ และมีอัตราส่วนการถูกพัดพาเป็นตะกอนในลำน้ำ SDR เท่ากับ 0.033 โดยพื้นที่เปิดโล่งมีอัตราการชะล้างพังทลายของดินมากที่สุดคือ 20.22 ตันต่อไร่ จัดอยู่ในชั้นความรุนแรงระดับรุนแรงมาก มีปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่สูญเสียเท่ากับ 3,235.20 0.07 และ 1.42 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ และมีอัตราส่วนการถูกพัดพาเป็นตะกอนในลำน้ำ SDR เท่ากับ 0.043 ส่วนยางพารามีอัตราการชะล้างพังทลายของดิน 15.60 ตันต่อไร่ จัดอยู่ในชั้นความรุนแรงระดับรุนแรง มีปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่สูญเสียเท่ากับ 1,716.00 0.04 และ 0.47 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ และมีอัตราส่วนการถูกพัดพาเป็นตะกอนในลำน้ำ SDR เท่ากับ 0.036 และป่าทดแทนมีอัตราการชะล้างพังทลายของดิน 4.49 ตันต่อไร่ จัดอยู่ในชั้นความรุนแรงระดับน้อย มีปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่สูญเสียเท่ากับ 538.80 0.01 และ 0.19 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ และมีอัตราส่วนการถูกพัดพาเป็นตะกอนในลำน้ำ SDR เท่ากับ 0.017 สำหรับมูลค่าการสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์พบว่าเขาทองส้มมีมูลค่าการสูญเสียหน้าดินในระยะเวลา 3 เดือนของปี 2554 เท่ากับ 939 บาทต่อไร่ มูลค่าการสูญเสียธาตุอาหารหลักทั้งสามเท่ากับ 20,261 บาทต่อไร่

ในกรณีศึกษาของ จุฑารัตน์ และคณะ (2563) พบว่าการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำทำให้เกิดการสูญเสียดินและน้ำไหลบ่ามากที่สุด 0.50 ตันต่อไร่ และ 52.09 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ตามลำดับ ซึ่งส่งผลให้มูลค่าการสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์สูงที่สุด เท่ากับ 66.71 บาท ขณะที่วิธีการปลูกถั่วเขียวและถั่วเหลืองที่มีการใส่ปุ๋ยชีวภาพไมคอร์ไรซาทำให้เกิดการสูญเสียดินและน้ำไหลบ่าน้อยที่สุด เท่ากับ 0.44 ตันต่อไร่ และ 46.29 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ คิดเป็นมูลค่าการสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์สูงที่สุด เท่ากับ 55.52 บาท

6. การควบคุมการชะล้างพังทลายของดินโดยใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืช (vegetative measures)

6.1 นิยามและคำจำกัดความ

กรมพัฒนาที่ดิน (2553ข) ระบุว่ามาตรการวิธีพืชตามพระราชบัญญัติพัฒนาที่ดิน พ.ศ.2551 พร้อมกฎกระทรวง (ร่าง) ระเบียบ ประกาศ และคำสั่งที่เกี่ยวข้อง หมายความว่า วิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำโดยวิธีการทางพืช โดยการปลูกพืช หรือใช้ส่วนใด ๆ ของพืชทำให้เป็นแถบหรือเป็นแนวหรือปกคลุมผิวดิน หรืออื่น ๆ

นอกจากนี้ คณะทำงานชุดองค์ความรู้ด้านการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในเขตพัฒนาที่ดิน (2556) ระบุว่า มาตรการวิธีพืช เป็นวิธีการที่เพิ่มความหนาแน่นของพืช การคลุมดิน การป้องกันเม็ดฝนกระแทกผิวดิน ตลอดจนการปรับปรุงบำรุงดิน มีการลงทุนต่ำ โดยเกษตรกรสามารถปฏิบัติได้เองด้วยการนำพืชพวกตระกูลถั่วบำรุงดิน หญ้าเลี้ยงสัตว์ หรือหญ้าธรรมชาติมาปลูกเป็นแถบล้อมความลาดเทของพื้นที่ หรือปลูกพืชคลุมดิน หรือการใช้ระบบการปลูกพืชแบบผสมผสาน เพื่อลดความรุนแรงของเม็ดฝน ดักตะกอนดิน และชะลอความเร็วของน้ำ มาตรการวิธีพืชมีหลายวิธีการ เช่น การปลูกพืชคลุมดิน การปลูกพืชปุ๋ยสด การปลูกพืชสลับเป็นแถบ การปลูกพืชระหว่างแถบลำไยพุ่มบำรุงดิน คันซากพืช ไม้บังลม เป็นต้น

ฉะนั้นจึงเห็นได้ว่ามาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำโดยวิธีการทางพืชนับว่ามีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในการป้องกันและควบคุมการชะล้างพังทลายของดินหรือการกัดกร่อนของดินได้ ซึ่งพืชพรรณที่ขึ้นปกคลุมผิวดินจะช่วยป้องกันมิให้เม็ดฝนตกกระทบผิวดิน โดยส่วนต่าง ๆ ของพืชจะช่วยเก็บกักและดูดซับน้ำฝนบางส่วนไว้ตามส่วนของเรือนยอดและตามลำต้น และมีน้ำฝนบางส่วนที่จะค่อย ๆ ซึมลึกลงดิน แต่อย่างไรก็ตามหากฝนตกหนักขึ้นจนเกิดน้ำไหลบ่าหน้าดิน พืชพรรณที่ขึ้นปกคลุมจะช่วยได้เพียงทำให้อำนาจในการพังทลายจากการไหลบ่าของน้ำแตกกระจายเท่านั้น ซึ่งวิธีป้องกันในขั้นนี้จะต้องใช้วิธีทางวิศวกรรมเข้ามาช่วยลดความเร็วของน้ำไหลบ่าหน้าดินให้ช้าลง

6.2 มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่นิยมปฏิบัติ

การปลูกพืชหมุนเวียน (crop rotation) เป็นการปลูกพืชสองชนิดหรือมากกว่าหมุนเวียนกันลงบนพื้นที่เดียวกัน อาจปลูกพืชเศรษฐกิจหมุนเวียนกับพืชตระกูลถั่วหรือพืชตระกูลหญ้า เช่น ข้าวโพด-ถั่ว โดยจัดชนิดพืชและเวลาปลูกให้เหมาะสม เป็นการหมุนเวียนการใช้ธาตุอาหารพืช ทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ สามารถควบคุมการระบาดของโรคแมลงและวัชพืช

การปลูกพืชแซม (Intercropping) คือการปลูกพืชชนิดหนึ่งลงไประหว่างแถวของพืชอีกชนิดหนึ่งโดยจำนวนแถวที่ปลูกแซมไม่จำเป็นต้องอยู่ในลักษณะของแถวหนึ่งกับอีกแถวหนึ่งก็ได้ อาจปลูกแซมในลักษณะสองแถวของพืชแซมระหว่างหนึ่งแถวของพืชหลัก หรืออาจปลูกแซมสี่แถวของพืชหลัก ทำให้สัดส่วนของแถวที่ปลูกแซมจึงไม่แน่นอน (อภิพรธ, 2544) พืชแซมควรเป็นพืชตระกูลถั่วที่มีอายุสั้นกว่าพืชหลัก ระบบรากของพืชทั้งสองควรมีระดับที่แตกต่างกัน และเลือกพืชแซมที่สามารถสร้างรายได้ วิธีนี้ช่วยลดการระเหยน้ำจากผิวดินเนื่องจากการเพิ่มประชากรพืชที่ปกคลุมดิน ทำให้โรคแมลงและวัชพืชน้อยลง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2563) ทั้งนี้ได้มีผู้สนใจศึกษาผลของระบบการปลูกพืชแซมที่มีต่อการชะล้างพังทลายของดินในหลากหลายพื้นที่ โดย อติเรก และคณะ (2561) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณการสูญเสียดินและธาตุไนโตรเจนในระบบการปลูกข้าวโพดแซมถั่วแปะกับการปลูกข้าวโพดแบบเผาะและไม่เผาะซากในพื้นที่หมู่บ้านนาเลา ตำบลโป่งคำ อำเภอสันติสุข จังหวัดน่าน เป็นระยะเวลา 3 ปี ระหว่างปี 2556-2558 พบว่าการปลูกข้าวโพดแบบเผาะซากทำให้มีการ

สูญเสียหน้าดินในปีที่ 1 เท่ากับ 12.4 ตันต่อไร่ต่อปี และในปีที่ 2 มีการสูญเสียหน้าดินเท่ากับ 8.4 ตันต่อไร่ต่อปี ส่วนการปลูกข้าวโพดแบบไม่เผาซากทั้งที่มีถั่วแซมและไม่มันั้น ในปีที่ 1 มีผลในการลดการสูญเสียหน้าดินลงร้อยละ 57 และในปีที่ 2 การปลูกข้าวโพดแซมถั่วและมันสามารถลดการสูญเสียหน้าดินลงร้อยละ 86 ในขณะที่ปลูกข้าวโพดแบบไม่เผาซากสามารถลดการสูญเสียหน้าดินลงร้อยละ 61 และยังพบว่า การไม่เผาซากและการปลูกข้าวโพดแซมถั่วยังช่วยลดการสูญเสียธาตุอาหารด้วย การศึกษานี้แสดงให้เห็นถึงผลดีจากการปลูกข้าวโพดแซมถั่วและมันเผาเตรียมพื้นที่ปลูก ในการอนุรักษ์บำรุงดิน และสร้างความยั่งยืนในการปลูกข้าวโพดบนพื้นที่สูงได้ด้วย

ในกรณีศึกษาการปลูกพืชแซมของ ชื่นจิต และคณะ (2561) ได้ดำเนินการทดลองในสภาพไร่บนพื้นที่ดินลูกรังภายใต้สภาพแวดล้อมจังหวัดสกลนคร เพื่อศึกษาอิทธิพลของการปลูกพืชแซมข้าวโพดและถั่วพุ่มต่อประสิทธิภาพของพืช ได้แก่ ปลูก ข้าวโพดหวานอย่างเดียว ปลูกถั่วพุ่มอย่างเดียว ปลูกพืชแซมระหว่างข้าวโพดหวานกับถั่วพุ่ม (2 ตันต่อหลุม) และปลูกพืชแซมระหว่างข้าวโพดหวานกับถั่วพุ่ม (3 ตันต่อหลุม) ดำเนินการระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงธันวาคม 2559 ผลการทดลองพบว่าภายหลังการทดลองดินมีค่า pH เพิ่มขึ้น จาก 5.86 เป็น 6.11 ปริมาณอินทรีย์วัตถุดินเปลี่ยนจาก 15.60 กรัมต่อกิโลกรัม เป็น 20.20 กรัมต่อกิโลกรัม และไนโตรเจนทั้งหมดเพิ่มจาก 0.34 เป็น 0.85 กรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ในส่วนขององค์ประกอบผลผลิต พบว่าการปลูกข้าวโพดหวานอย่างเดียว จำนวนฝักต่อต้น และผลผลิตน้ำหนักสดมีความแตกต่างทางสถิติลดลง โดยการปลูกพืชแซม ระบบการปลูกพืชแซมลดผลผลิตเมล็ดถั่วพุ่ม และจำนวนฝักต่อต้น แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของจำนวนเมล็ดต่อฝัก และน้ำหนัก 100 เมล็ด นอกจากนี้ยังพบว่าค่าประสิทธิภาพการใช้ที่ดินของการปลูกพืชแซมสูงกว่าการปลูกพืชเดี่ยว ผลการทดลองครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการปลูกพืชแซมระหว่างข้าวโพดหวานกับถั่วพุ่ม ไม่เพียงแต่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพที่ดินให้ดีขึ้นแล้ว แต่ยังช่วยปรับปรุงสมบัติเคมีบางประการของดินได้อีกด้วย

การปลูกพืชสลับเป็นแถบ (strip cropping) เป็นการปลูกพืชที่มีระบบปลูกชิด และห่างเป็นแถบสลับกันตามความลาดเทของพื้นที่ พืชที่มีระบบปลูกชิด เช่น ถั่วลิสงหรือถั่วเหลือง สลับกับแถบข้าวไร่ ข้าวโพดและข้าวฟ่าง วิธีนี้ช่วยลดการสูญเสียดิน ลดอัตราน้ำไหลบ่า ช่วยปรับปรุงบำรุงดิน ลดความเสียหายของพืชจากการระบาดของโรคและแมลง เหมาะกับพื้นที่ลาดเทไม่เกิน 15 เปอร์เซ็นต์

การปลูกพืชเหลื่อมฤดู (relay cropping) เป็นการปลูกพืชต่อเนื่องคาบเกี่ยวกัน โดยการปลูกพืชที่สองระหว่างแถวของพืชแรกในขณะที่พืชแรกให้ผลผลิตแต่ยังไม่แก่เต็มที่ ซึ่งพืชที่สองควรเป็นพืชตระกูลถั่วอายุสั้น หน่อเมงาและควรเป็นพืชที่ต่างตระกูลกับพืชแรกเพื่อขจัดปัญหาโรคและแมลงสะสม โดยพืชแรกจะเป็นพืชที่เลี้ยงให้กับพืชที่สองในการช่วยเป็นร่มเงา เป็นค้ำหรือเป็นวัสดุคลุมดิน วิธีนี้ทำให้ใช้ประโยชน์ที่ดินกับพืชที่ปลูกตามมาได้อย่างคุ้มค่าและเพิ่มรายได้ต่อพื้นที่ให้มากขึ้น

การปลูกพืชปุ๋ยสด (green manure cropping) เป็นการปลูกพืชตระกูลถั่วเพื่อไถกลบคลุมเคล้ากับดิน ซึ่งกองเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน (ม.ป.ป.) รายงานว่าพืชปุ๋ยสดมีประโยชน์ในแง่การเพิ่มธาตุอาหารให้แก่ดินโดยเฉพาะธาตุไนโตรเจน ช่วยเพิ่มและขจัดเศษอินทรีย์วัตถุในดิน ช่วยปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพของดินให้ดีขึ้น เช่น ความหนาแน่นของดิน ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน ความพรุนของดิน เป็นต้น และสามารถช่วยลดการใช้ปุ๋ยเคมีลงได้ ในกรณีศึกษาของ Dou et al. (1994) รายงานว่าการไถกลบพืชปุ๋ยสดเป็นการเพิ่มอินทรีย์วัตถุให้กับดินโดยตรงและช่วย

เพิ่มปริมาณการสะสมคาร์บอนให้กับดิน แต่อย่างไรก็ดีพืชพืชสดแต่ละชนิดมีลักษณะทางกายภาพ และองค์ประกอบทางเคมีที่ต่างกัน ปริมาณไนโตรเจนในเนื้อเยื่อ ลิกนิน ฟีนอลและปริมาณเยื่อใย มีผลต่ออัตราการสลายตัวของวัสดุอินทรีย์ที่แตกต่างกันด้วย ทั้งนี้ชนิดของพืชพืชสดที่นิยมปลูกส่วนใหญ่คือพืชตระกูลถั่วเนื่องจากเป็นพืชที่เจริญเติบโตได้เร็ว ปลูกง่าย อายุสั้น ย่อยสลายง่าย ทนต่อสภาพอากาศที่แปรปรวนได้ดี ซึ่งในปัจจุบันมีด้วยกัน 5 ชนิด ได้แก่ ปอเทือง (*Crotalaria juncea*) ถั่วพุ่ม (*Canavalia* spp.) ถั่วพุ่ม (*Vigna* spp.) ถั่วมะแฮะ (*Cajanus cajan*) และโสนอัฟริกัน (*Sesbania rostrata*) โดยเลือกปลูกในระยะที่พืชกำลังออกดอกเนื่องจากมีปริมาณไนโตรเจนสูงและให้น้ำหนักสดสูง และปล่อยให้แห้งให้ย่อยสลายประมาณ 7-14 วัน เมื่อผ่านกระบวนการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์แล้วจะช่วยเพิ่มธาตุอาหารและอินทรีย์วัตถุให้แก่ดินแล้วจึงปลูกพืชหลักตาม (กรมพัฒนาที่ดิน, 2556)

การปลูกแนวรั้วหญ้าแฝก (vetiver grass in hedge-row) เป็นการปลูกหญ้าแฝกขวางความลาดชันของพื้นที่หรือปลูกตามแนวระดับจำนวน 1 แถว ในทุก ๆ 3 แถวของพืชหลัก หรือปลูกเป็นแนวในแถวของพืชหลักและทำเป็นรูปครึ่งวงกลมหงายขึ้นบริเวณโคนต้น ซึ่งการใช้ประโยชน์หญ้าแฝกเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน (2557) แนะนำการใช้หญ้าแฝกในระบบการปลูกพืช ซึ่งพันธุ์หญ้าแฝกที่กรมพัฒนาที่ดินแนะนำและรณรงค์ส่งเสริมมีจำนวน 10 พันธุ์ พันธุ์หญ้าแฝกกลุ่ม ได้แก่ พันธุ์ศรีลังกา พันธุ์กำแพงเพชร 2 พันธุ์สุราษฎร์ธานี และพันธุ์สงขลา 3 พันธุ์หญ้าแฝกดอน ได้แก่ พันธุ์นครสวรรค์ พันธุ์กำแพงเพชร 1 พันธุ์ร้อยเอ็ด พันธุ์เลย พันธุ์ราชบุรี และพันธุ์ประจวบคีรีขันธ์ หญ้าแฝกมีสมบัติที่ดีหลายประการ คือ เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวที่มีอายุยืนได้หลายปี ส่วนใหญ่ไม่ขยายพันธุ์ด้วยเมล็ด มีการแตกกอที่รวมกันเป็นกอและเบียดกัน กอแข็งแรง ตั้งตรง ไม่แผ่ขยายด้านข้าง หญ้าแฝกมีข้อที่ลำต้นถี่ ใบยาว มีระบบรากยาวและประสานกันอย่างหนาแน่นจึงช่วยในการยึดดิน รากมีลักษณะอวบสามารถอุ้มน้ำได้ดี บริเวณรากหญ้าแฝกเป็นที่ยึดของเชื้อจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ในดินหลายชนิด การใช้ประโยชน์หญ้าแฝกเพื่ออนุรักษ์ดินและน้ำบนพื้นที่ลาดชันควรปลูกหญ้าแฝกเป็นแถวเดี่ยวตามแนวระดับขวางความลาดเท บนพื้นที่ลาดชันสูงกำหนดให้ระยะห่างของแนวปลูกแฝกตามค่าระยะห่างตามแนวตั้ง (vertical interval, V.I.) เท่ากับ 2-3 เมตร บนพื้นที่ลาดเทปานกลางกำหนดความห่างระหว่างแนวหญ้าแฝกที่จะปลูกต้องอยู่ห่างกันไม่เกินค่าสูงต่ำตามแนวตั้ง 1.50 เมตร และพื้นที่ที่ไม่มีความลาดเทควรมีการปลูกหญ้าแฝกเพื่อรักษาความชุ่มชื้นในดินในพื้นที่ให้ได้มากที่สุด นอกจากนี้ยังสามารถปลูกหญ้าแฝกในพื้นที่แหล่งน้ำ เช่น อ่างเก็บน้ำ บ่อน้ำ สระน้ำ คลองส่งน้ำ ร่องน้ำ พื้นที่ไหลถอน พื้นที่ร่องสวน สำหรับการปลูกหญ้าแฝกเพื่อการรักษาความชื้นในดินสามารถปลูกเป็นแถวระหว่างแถวพืชหรือไม้ผล โดยปลูกหญ้าแฝกทุกแถวพืชหรือเว้น 1-2 แถว จึงปลูกหญ้าแฝก 1 แถว ระยะห่างระหว่างต้นหญ้าแฝก 5-10 เซนติเมตร ตลอดแนวปลูก หรือปลูกหญ้าแฝกแบบครึ่งวงกลมลักษณะหงายโดยการปลูกแนวหญ้าแฝกห่างจากโคนต้นไม้ผลประมาณ 1.5-2.0 เมตร เพื่อรับน้ำที่ไหลบ่ามาให้กักเก็บน้ำและตะกอนดิน หรือการปลูกรอบพื้นที่ปลูกพืชโดยการปลูกหญ้าแฝกเป็นแถวล้อมรอบพื้นที่ปลูก ตามแนวขอบเขตของแปลงปลูกพืช โดยมีข้อควรปฏิบัติในการปลูกและการดูแลรักษาหญ้าแฝก ได้แก่ การคัดเลือกกล้าหญ้าแฝกที่มีคุณภาพ เลือกช่วงเวลาปลูกที่เหมาะสมในช่วงต้นฤดูฝน การควบคุมความสูงของหญ้าแฝกโดยการตัดใบหญ้าแฝกทุก ๆ 3-4 เดือน ซึ่งในช่วงต้นฤดูฝนให้ตัดใบหญ้าแฝกให้สั้นโดยสูงจากผิวดิน 5 เซนติเมตร ในช่วงกลางฤดูฝนให้ใบสูงไม่ต่ำกว่า 40-50 เซนติเมตร เพื่อให้มีแนวกอที่หนาแน่นรับแรงปะทะของน้ำไหลบ่า ดูแลรักษา ปลูกซ่อมและแยกหน่อแก่เพื่อทำให้รั้วหญ้าแฝกมีการเจริญเติบโตสม่ำเสมอและแข็งแรง

จากผลการศึกษาเกี่ยวกับการใช้แถบหญ้าแฝกเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์นั้น จุฑารัตน์ และ คณะ (2563) พบว่าการปลูกหญ้าเขียวและแถบหญ้าแฝกที่มีการใส่ปุ๋ยชีวภาพไมคอร์ไรซาเป็นกรรมวิธีที่มีความเหมาะสมมากที่สุดสำหรับปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์บนพื้นที่ดอน โดยมีปริมาณการสูญเสียดินน้อยที่สุดเพียง 0.44 ตันต่อไร่ และมีปริมาณการสูญเสียน้ำไหลบ่า 46.29 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ในขณะที่มูลค่าการสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์ต่ำที่สุด เท่ากับ 55.52 บาท และยังพบอีกว่ากรรมวิธีที่มีการปลูกพืชร่วมมีปริมาณการสูญเสียธาตุอาหารในปริมาณที่ต่ำกว่าการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เพียงอย่างเดียว เนื่องมาจากการปลูกพืชร่วมนั้นดูดธาตุอาหารในดินไปใช้ สอดคล้องกับ นคร และ คณะ (2550) ที่ศึกษาพบว่าการใช้แถบหญ้าแฝกเป็นมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำทำให้ปริมาณการสูญเสียดินน้อยกว่าการไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ 81 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมีแต่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ

ในกรณีศึกษาของ วิทยา และ นิศาชล (2558) ศึกษาเปรียบเทียบการสูญเสียดินจากการปลูกหญ้าแฝกพันธุ์กำแพงเพชร 1 ที่ระยะห่างระหว่างแถวและระหว่างต้นแบบต่าง ๆ บนพื้นที่ลาดเขาในจังหวัดสุโขทัย ที่มีความลาดชันประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างเดือนเมษายนถึงธันวาคม พ.ศ. 2556 มี 2 รูปแบบการทดลอง ซึ่งการทดลองรูปแบบที่ 1 แปลงทดลองมีขนาด 4x20 เมตร เพื่อปลูกหญ้าแฝกแถวเดียวตามแนวระดับที่ระยะห่างระหว่างแถว 4 และ 5 เมตร ตามลำดับ และแปลงว่างเปล่า ผลการทดลองพบว่าแปลงว่างเปล่ามีการสูญเสียดินสูงสุดเท่ากับ 271.04 ตันต่อเฮกตาร์ และมีความชื้นในดินต่ำสุด ในขณะที่แปลงปลูกหญ้าแฝกที่ระยะห่างระหว่างแถว 4 เมตร สูญเสียดินต่ำสุด 5.39 ตันต่อเฮกตาร์ และมีความชื้นในดินสูงสุด สำหรับการทดลองรูปแบบที่ 2 แปลงทดลองมีขนาด 2x10 เมตร ปลูกหญ้าแฝกแถวเดียวตามแนวระดับที่ระยะห่างระหว่างต้น 5 10 15 20 และ 25 เซนติเมตร ตามลำดับ และแปลงว่างเปล่า โดยเก็บข้อมูลน้ำฝนและตะกอนทุกครั้งหลังฝนตก ผลการทดลองพบว่าแปลงว่างเปล่ามีการสูญเสียดินสูงสุด 52.18 ตันต่อเฮกตาร์ และมีความชื้นในดินต่ำสุด แปลงที่มีการปลูกหญ้าแฝกที่ระยะห่างระหว่างต้น 5 เซนติเมตร สูญเสียดินน้อยที่สุด 0.50 ตันต่อเฮกตาร์ และมีความชื้นในดินสูงสุด สรุปได้ว่าแปลงปลูกหญ้าแฝกแถวเดียวตามแนวระดับที่ระยะห่างระหว่างแถว 4 เมตร และแปลงปลูกหญ้าแฝกที่ระยะห่างระหว่างต้น 5 เซนติเมตร สามารถป้องกันการชะล้างพังทลายของดินและเก็บรักษาความชื้นในดินได้ดีที่สุด

จากการศึกษาของ ฌอนอมขวัญ (2550) พบว่ารูปแบบของการอนุรักษ์ดินและน้ำด้วยหญ้าแฝกแบบต่าง ๆ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำอัตราที่ต่างกันเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์บนพื้นที่ดอน ซึ่งดำเนินการระหว่างปี 2547-2549 ที่บ้านทุ่งไค้ง ตำบลดอนศิลา อำเภอยางชุมน้อย จังหวัดศรีสะเกษ สภาพพื้นที่มีความลาดชัน 8 เปอร์เซ็นต์ ลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียว ประกอบด้วย 8 ตำรับการทดลอง ดังนี้ 1) แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยและไม่มีแถบแฝก) 2) ใช้แถบแฝก 3) ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ 4) ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำร่วมกับแถบแฝก 5) ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของคำแนะนำร่วมกับปุ๋ยพืชสด 6) ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของคำแนะนำร่วมกับปุ๋ยพืชสดและแถบแฝก 7) ใส่ปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำและแถบแฝก และ 8) ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำและแถบแฝก โดยพบว่าผลผลิตต่อไร่ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในปีที่ 1 อยู่ในช่วง 0-341 กิโลกรัมต่อไร่ ในปีที่ 2 ผลผลิตต่อไร่เพิ่มขึ้นโดยอยู่ในช่วง 80-933 กิโลกรัมต่อไร่ และในปีที่ 3 ผลผลิตต่อไร่เพิ่มมากขึ้น โดยอยู่ในช่วง 851-1,640 กิโลกรัมต่อไร่ ขณะเดียวกันก็พบว่าปริมาณการสูญเสียดินภายหลังเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในปีที่ 1 2 และ 3 มีแนวโน้มลดลงทุกปี คือ 7.08 4.52 และ 0.082 ตันต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ โดยวิธีการที่ 4 5 6 และ 7 ซึ่งเป็นการใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำร่วมกับการทำแถบหญ้าแฝกเป็นแนวป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน

การปลูกพืชปุ๋ยสดเพื่อปรับปรุงบำรุงดิน นับเป็นวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์บนพื้นที่ดอนในจังหวัดเชียงราย ซึ่งคล้ายคลึงกับการศึกษาของ นคร (2549) พบว่าระบบการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ตามวิธีของเกษตรกรทำให้ปริมาณการสูญเสียดินและน้ำไหลบ่าสูงสุด โดยสูงกว่าระบบการปลูกพืชที่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ 32 และ 44 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ระบบการปลูกข้าวโพดบนชั้นบันไดดินที่ค่า VI 1 เมตร มีปริมาณการสูญเสียดินและน้ำไหลบ่าเฉลี่ยน้อยกว่าในระบบการปลูกข้าวโพดแบบเกษตรกร 71 และ 70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนระบบการปลูกข้าวโพดที่ใช้แถบหญ้าแฝกและแถบมะแฮะผสมกระถินกว้าง 1 เมตรเป็นแถบป้องกัน (hedgerow) มีปริมาณการสูญเสียดินและน้ำไหลบ่าน้อยกว่าในระบบการปลูกข้าวโพดแบบเกษตรกร ดังนั้นในสภาพพื้นที่ลาดชันสูงควรใช้ระบบการปลูกพืชหรือการทำชั้นบันไดดินที่มีระยะห่างในแนวตั้ง 1 เมตร เป็นมาตรการอนุรักษ์ ส่วนผลผลิตของข้าวโพดที่ปลูกในระบบปลูกพืชแบบเกษตรกรที่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำให้ผลผลิตเฉลี่ยต่ำกว่าผลผลิตข้าวโพดในระบบการปลูกพืชที่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ 40 เปอร์เซ็นต์

7. วิธีการประเมินการชะล้างพังทลายของดิน

ปัญหาการชะล้างพังทลายของดินมีผลต่อความเสื่อมโทรมของดินคือการลดความสามารถของดินในการปลูกพืชหรือศักยภาพในการผลิตของดิน ทำให้สูญเสียอินทรีย์วัตถุและธาตุอาหารในดินเนื่องจากการไหลบ่าของน้ำหน้าดินจะพัดพาอินทรีย์วัตถุและธาตุอาหารไปในสภาพสารละลายหรือแขวนลอย ทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลง ส่งผลกระทบต่อการเกษตร เกิดการเสื่อมโทรมลงของสมบัติทางกายภาพและโครงสร้างของดิน ดินจะกักเก็บน้ำได้น้อยลง การปฏิบัติด้านเกษตรกรรมก็จะลำบากยิ่งขึ้น นำไปสู่การลดลงของผลผลิตและสูญเสียเนื้อที่เพาะปลูก ฉะนั้นหากประเมินปริมาณการสูญเสียดินที่เกิดจากการชะล้างพังทลายของดินจะทำให้ทราบระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินโดยเทียบกับเกณฑ์ของกรมพัฒนาที่ดิน ซึ่งจะนำไปสู่การวางแผนการอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสมต่อไป มีทั้งหมด 3 วิธีการ ดังนี้

7.1 การคาดคะเนแบบง่าย

การคาดคะเนปริมาณการสูญเสียดินจากการชะล้างพังทลายของดินสามารถกระทำได้ 2 วิธี คือ (1) การสังเกตจากปัจจัยสิ่งแวดล้อม โดยการสังเกตเห็นก้อนหินหรือรากไม้โผล่ขึ้นมาเหนือหน้าดิน การสังเกตเห็นปริมาณตะกอนที่ไหลมาทับถมรวมกัน เป็นต้น (เพ็ญญา, 2545) และ (2) การวัดแบบหยาบ ๆ เช่น การวัดขนาดของร่องน้ำที่ขยายขึ้นจากการถูกกัดเซาะ แล้วนำมาคำนวณปริมาณดินที่สูญเสีย หรือการใช้ตะปูฝังลงในดินเพื่อวัดระดับของหน้าดินที่สูญเสียไปจากการถูกกัดเซาะ เป็นต้น (อาวุธ, 2552)

7.2 การศึกษาจากแปลงทดลองในสนาม (field experiments)

Ewald Wollny นักวิทยาศาสตร์ทางดินชาวเยอรมันเป็นบุคคลแรกที่ได้ศึกษาในระหว่างปี ค.ศ.1877-1895 โดยสร้างแปลงทดสอบเพื่อศึกษาถึงผลของการทำลายโครงสร้างของดินเนื่องจากเม็ตฝนโดยใช้พืชคลุมดินและวัสดุคลุมดิน และศึกษาผลของชนิดดินและความลาดชันของพื้นที่ต่อปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินและการชะล้างพังทลายของดิน แต่ผู้นำในด้านการออกแบบและสร้างแปลงทดสอบคือประเทศสหรัฐอเมริกาโดยเริ่มการทดลองครั้งแรกในปี ค.ศ.1915 โดยกรมป่าไม้สหรัฐอเมริกา ซึ่งต่อมาการศึกษาด้านนี้ได้ขยายไปยังประเทศต่าง ๆ (Hudson, 1971) ทั้งนี้ขนาดของแปลงทดลองจะมีขนาดที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับอำนาจในการลงทุนของผู้ศึกษา เช่น อาจมีขนาดตั้งแต่ 1-2 ตารางเมตร จนถึงแปลงขนาดใหญ่ที่มีพื้นที่มากกว่า 200 ตารางเมตรขึ้นไป โดยในประเทศสหรัฐอเมริกานิยมใช้แปลงขนาด 6x72.6 ฟุต หรือเท่ากับ 1/100 เอเคอร์ เนื่องจากเป็นพื้นที่

ค่าตัวแทนที่ใช้สำหรับการหาค่าสมการสูญเสียดินสากล (USLE) และง่ายต่อการคำนวณพื้นที่ออกมาเป็นเอเคอร์ แต่ในบางประเทศนิยมใช้แปลงขนาด 5x20 เมตร หรือเท่ากับ 1/10 เฮกเตอร์ ซึ่งสะดวกในการคำนวณพื้นที่เป็นเฮกเตอร์ ตารางกิโลเมตรหรือไร่ (สมัยศ, 2528) ซึ่งในการกำหนดแปลงทดสอบนั้นจะต้องแยกแปลงทดสอบออกจากพื้นที่ข้างเคียงและสร้างขอบเขตแปลงแบ่งพื้นที่ออกจากกันเพื่อไม่ให้น้ำจากพื้นที่ใกล้เคียงไหลเข้ามาในแปลงทดสอบ ขณะเดียวกันก็เป็นการป้องกันน้ำจากแปลงทดสอบไม่ให้ไหลออกไปสู่พื้นที่ข้างเคียงด้วยเช่นกัน (Hudson, 1971) โดยปริมาณการชะล้างพังทลายของดินที่เกิดขึ้นจากแปลงทดสอบจะไหลลงสู่ถังรองรับตะกอนดิน หรือที่เรียกว่า collecting tank เมื่อฝนหยุดตกทำการเก็บข้อมูลปริมาณน้ำไหลบ่าและตะกอนดินที่สูญเสียจากน้ำฝนที่เกิดขึ้นในแต่ละครั้ง แล้วนำข้อมูลทั้งหมดมารวมกันเป็นข้อมูลของแต่ละปีหรือแต่ละฤดูกาลตามวัตถุประสงค์ (สมัยศ, 2528)

สำหรับการศึกษาจากแปลงทดลองในประเทศไทยนั้น เกษม (2539) รายงานว่าขนาดของแปลงทดลองโดยทั่วไปควรมีขนาดตั้งแต่ 2x10 ถึง 4x20 เมตร และไม่ควรใช้แปลงทดลองขนาดเล็กกว่าหรือใหญ่กว่านี้ ซึ่งอาจทำให้เกิดข้อผิดพลาดเกี่ยวกับการเป็นตัวแทนที่ดี โดยการศึกษาที่มีขนาดแปลงที่ใหญ่กว่านี้จะทำให้เกิดข้อผิดพลาดจากความไม่สม่ำเสมอของลักษณะพื้นที่ได้มากขึ้น และถ้ามีขนาดแปลงที่เล็กกว่านี้ก็ทำให้ได้ตัวอย่างที่ไม่เหมาะสมเกินไป นอกจากนี้ เพ็ญภา (2545) รายงานว่าในการสร้างแปลงทดลองเพื่อเก็บตะกอนดินเพื่อเป็นตัวอย่างหรือตัวแทนบ่งบอกถึงปริมาณหรืออัตราการชะล้างพังทลายของพื้นที่ที่ทำการศึกษาในช่วงระยะเวลาหนึ่ง พื้นที่บริเวณที่จะสร้างแปลงทดลองต้องมีสภาพเป็นตัวแทนทั้งสภาพความลาดชัน ลักษณะดิน และพืชพันธุ์ที่ปกคลุมดิน ทั้งนี้แปลงทดลองจะมีขนาดแตกต่างกันไปขึ้นกับวัตถุประสงค์ของการศึกษา กำลังคน และงบประมาณที่มีสอดคล้องกับ สมเจตน์ (2526) ที่ได้แนะนำว่าการศึกษาการชะล้างพังทลายของดินด้วยวิธีการวางแปลงทดลองนั้นมีขนาดของแปลงทดลองรวมทั้งความลาดชันของพื้นที่ศึกษาที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการศึกษา ขอบเขต และข้อจำกัดในงานวิจัยนั้น ๆ ด้วย แต่อย่างไรก็ตามความถูกต้องในการใช้สมการเพื่อคาดการณ์การสูญเสียดินให้ได้ผลที่น่าเชื่อถือก็ต่อเมื่อน้ำดินบริเวณพื้นที่ศึกษานั้นเป็นเนื้อดินปานกลาง ความลาดชันของพื้นที่มีค่าระหว่าง 3-18 เปอร์เซ็นต์ มีความยาวความลาดชันไม่เกิน 120 เมตร และต้องมีการปลูกและการจัดการพืชที่คล้ายคลึงกับแปลงทดลองมาตรฐานด้วย

7.3 การศึกษาจากสมการสูญเสียดินสากล

พื้นฐานของหลักการศึกษากการชะล้างพังทลายของดินได้เริ่มมีมาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1930 โดยนำปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมาปรับปรุงและพัฒนาเป็นรูปแบบของสมการทางคณิตศาสตร์เพื่อทำนายการสูญเสียดินหรือใช้แนะนำการใช้ที่ดินเพื่อลดการชะล้างพังทลายของดิน จนกระทั่ง Wischmeier และ Smith (1978) ได้พัฒนาปรับปรุงและเสนอเป็นรูปแบบของสมการโดยอาศัยข้อมูลจากแปลงทดลองขนาดมาตรฐานในประเทศสหรัฐอเมริกาจำนวนมากกว่า 10,000 ปี-แปลง (plot-year) และความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ในสมการก็เป็นค่าที่ได้จากข้อมูลทางสถิติจากแปลงทดลองเหล่านั้น การปรับปรุงสมการสูญเสียหน้าดินใหม่นี้ ทำให้สามารถนำสมการใหม่ไปใช้ในสถานที่ต่าง ๆ ได้ทั่วไป จึงเรียกสมการนี้ว่า The Universal Soil Loss Equation (USLE) และใช้กันอย่างแพร่หลายทั่วโลก โดยมีรูปแบบของสมการดังนี้

$$A = R K L S C P$$

เมื่อ A คือ ปริมาณดินที่สูญเสียที่คำนวณได้ มีหน่วยเป็นตันต่อเฮกตาร์ต่อปี

R คือ rainfall factor เป็นค่าดัชนีของการชะล้างพังทลายดินของฝนในปีที่มีฝนตกระดับปกติ (normal year's rain)

K คือ ค่าความคงทนต่อการชะล้างพังทลายของดิน เป็นอัตราการสูญเสียดินต่อหนึ่งหน่วยของดัชนีการชะล้างพังทลาย (erosion index) สำหรับดินชนิดใดชนิดหนึ่งในลักษณะของหน้าดินที่ทำเป็นร่องไถพรวนขึ้นลงติดต่อกันยาว 72.6 ฟุต หรือ 22.13 เมตร บนพื้นที่ลาดชัน 9 เปอร์เซ็นต์

L คือ ค่าอิทธิพลของความยาวของความลาดชันที่มีต่อการชะล้างพังทลายของดิน (slope length factor) เป็นค่าที่ได้จากอัตราส่วนการสูญเสียดิน จากความยาวของความลาดชันช่วงใดช่วงหนึ่งกับความยาวมาตรฐาน 72.6 ฟุต หรือ 22.13 เมตร ซึ่งอยู่บนแนวความลาดเทอันเดียวกัน

S คือ ค่าอิทธิพลของความลาดชัน (slope-gradient factor) เป็นอัตราส่วนของการสูญเสียดินจากความลาดชันระดับใดระดับหนึ่งต่อความลาดชันมาตรฐานที่ 9 เปอร์เซ็นต์

C คือ ค่าอิทธิพลของพืชหรือสิ่งปกคลุม (cropping management factor) เป็นอัตราส่วนของการสูญเสียดินระหว่างพื้นที่ที่มีพืชชนิดใดชนิดหนึ่งปกคลุมอยู่กับการสูญเสียดินจากบริเวณไถพรวนที่ปราศจากพืชคลุมดิน ซึ่งใช้ในการหาค่าความคงทนของดิน

P คือ ค่าอิทธิพลของมาตรการที่ใช้ในการควบคุมการชะล้างพังทลายของดิน (erosion-control factor) เป็นค่าอัตราส่วนของการสูญเสียดินจากพื้นที่ที่มีวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำแบบต่าง ๆ เช่น การไถพรวนตามแนวระดับ (contouring) การปลูกพืชเป็นแถบ (strip cropping) การทำขั้นบันได (terracing) กับบริเวณที่ปลูกพืชขึ้นลงตามแนวขนานความลาดชัน

7.4 การประเมินค่าปัจจัยการจัดการพืช (cropping management factor, C) และค่าปัจจัยมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ (conservation practice factor, P)

ค่าปัจจัยการจัดการพืช (cropping management factor, C) เป็นอัตราส่วนระหว่างปริมาณดินที่สูญเสียจากพื้นที่ที่มีการปกคลุมพืชพรรณและสิ่งปกคลุมดิน กับปริมาณดินที่สูญเสียจากพื้นที่ที่ปราศจากพืชหรือสิ่งคลุมดินและมีการไถพรวนดินเป็นแนวยาวตลอดตามความลาดชันเมื่อพื้นที่นั้นมีระดับของความลาดชันและความยาวของความลาดชันอันเดียวกัน (Schulz, 1981)

ค่าปัจจัยมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ (conservation practice factor, P) ตามคำจำกัดความของ Wismeier (1978) กล่าวไว้ว่าเป็นอัตราส่วนระหว่างปริมาณการสูญเสียดินที่ได้จากแปลงทดลองที่มีการใช้วิธีอนุรักษ์ประเภทใดประเภทหนึ่งกับปริมาณการสูญเสียดินจากแปลงทดลองในภาพพื้นที่ซึ่งทำการไถพรวนขึ้นลงตามความลาดชันของพื้นที่ ซึ่งมีสภาพการณ์อย่างอื่นที่เหมือนกัน สำหรับค่า P-factor นั้น พื้นที่ที่ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำใด ๆ ในทุกระดับความลาดชันจะมีค่าเท่ากับ 1 (Arnoldus, 1977)

ทั้งนี้ค่าปัจจัยการจัดการพืช (cropping management factor, C) และค่าปัจจัยมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ (conservation practice factor, P) นับเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการชะล้างพังทลายของดิน โดยข้อมูลค่าปัจจัยการจัดการพืชและค่าปัจจัยมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่ได้จากการศึกษาจากแปลงทดลองในประเทศไทยยังมีอยู่น้อยมาก เนื่องจากต้องมีการทดลองอย่าง

ต่อเนื่องหลายปีและควรกระจายให้ทั่วพื้นที่หลาย ๆ แห่ง เพื่อให้ได้ผลการทดลองที่เป็นตัวแทนที่ดีและถูกต้องมากที่สุด ที่ผ่านมา กรมพัฒนาที่ดิน (2545) ได้ประยุกต์ผลการศึกษาจากต่างประเทศกับผลการศึกษาในประเทศเพื่อสร้างค่าปัจจัยทั้งสองเข้ากับการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่าง ๆ สำหรับหน่วยแผนที่ดินมาตราส่วน 1:50,000 โดยพบว่าการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีค่า C เท่ากับ 0.502 และค่า P เท่ากับ 1.000 ขณะที่ปลูกข้าวโพดหมุนเวียน มีค่า C เท่ากับ 0.250 และค่า P เท่ากับ 1.000 ทั้งนี้ค่า P-factor ในพื้นที่ที่ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำใด ๆ ในทุกระดับความลาดชันจะมีค่าเท่ากับ 1 (Arnoldus, 1977)

8. พืชทดสอบและปุ๋ยอินทรีย์

8.1 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ลูกผสม

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่นำมาใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ คือ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ลูกผสมไพโอเนีย P4181 สามารถปรับตัวได้ดีทุกสภาพดิน ออกดอกไว พัฒนาฝักเร็ว ปลูกง่ายได้ดี ฝักใหญ่สม่ำเสมอ เมล็ดติดสุดปลายฝัก รากและลำต้นแข็งแรง ยืนต้นได้ดี แขนงเล็ก เมล็ดลึก สีได้เมล็ดมาก เหมาะสำหรับสืขายเมล็ด ผลผลิตเฉลี่ย 1,220-1,820 กิโลกรัมต่อไร่ อายุวันออกหัว 51 วันหลังปลูก และอายุวันออกไหม 53 วันหลังปลูก อัตราการแลกเนื้อ 80 เปอร์เซ็นต์ อายุเก็บเกี่ยว 100-120 วันหลังปลูก เหมาะสำหรับพื้นที่อำเภอบางช่องและอำเภอน้ำเขียวของจังหวัดนครราชสีมา (ไพโอเนีย, 2557)

8.2 ถั่วเขียวผิวมัน

ถั่วเขียวผิวมันที่นำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ ถั่วเขียวผิวมันพันธุ์ชัยนาท 72 ซึ่งมีประวัติ ลักษณะเด่น ลักษณะประจำพันธุ์ ฤดูปลูกที่เหมาะสม และการรองรับพันธุ์ (ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครราชสีมา, ม.ป.ป.) มีรายละเอียดดังนี้ ถั่วเขียวผิวมันพันธุ์ชัยนาท 72 ได้จากการนำถั่วเขียวผิวมันพันธุ์กำแพงแสน 2 มาฉายรังสีแกมมาขนาด 600 เกรย์ ผ่านการคัดเลือกทั้งในสภาพที่มีและไม่มีการใช้สารเคมีป้องกันและกำจัดหนอนแมลงวันเจาะลำต้นได้สายพันธุ์ CNM 8709-5 มีลักษณะเด่น ได้แก่ ให้ผลผลิตต่อไร่ 212 กิโลกรัม มีความต้านทานปานกลางต่อหนอนแมลงวันเจาะลำต้นในสภาพธรรมชาติที่เป็นแหล่งระบาด มีเสถียรภาพการให้ผลผลิตและน้ำหนักราก 1,000 เมล็ด สามารถปลูกได้ในดินที่มีสภาพเป็นด่าง เช่น ชุดดินตาคลี โดยไม่มีผลกระทบต่อผลผลิต แต่ใบจะแสดงอาการเหลืองเล็กน้อยในระยะแรกของการเจริญเติบโต และมีลักษณะประจำพันธุ์ ได้แก่ โคนต้นสีเขียว ใบสีเขียวเข้ม ก้านใบสีเขียว ดอกสีเหลืองอ่อน กลีบรองดอกสีเขียว ฝักอ่อนสีเขียวอ่อน ฝักแก่มีรูปร่างค่อนข้างกลม ความสูงต้นเฉลี่ย 66 เซนติเมตร อายุดอกแรกบาน 33 วัน อายุฝักแรกแก่ 50 วัน อายุเก็บเกี่ยว 63 วัน จำนวนฝักต่อต้น 15 ฝัก น้ำหนัก 1,000 เมล็ดหนัก 66 กรัม เปอร์เซ็นต์แป้ง 45 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 21.6 เปอร์เซ็นต์ ต้านทานโรคใบจุดสีน้ำตาลปานกลาง สำหรับฤดูปลูกที่เหมาะสมนั้น ถั่วเขียวผิวมันพันธุ์ชัยนาท 72 สามารถปลูกได้ในทุกฤดูและในทุกภาคของประเทศไทย โดยกรมวิชาการเกษตรให้การรับรองพันธุ์นี้เมื่อวันที่ 24 เมษายน 2543

8.3 ถั่วพรี

ถั่วพรี *Canavalia ensiformis* มีลักษณะต้นเป็นทรงพุ่มสูงประมาณ 60 เซนติเมตร ระบบรากลึก เจริญเติบโตได้ดีในดินดอนที่มีการระบายน้ำดี ทนความแห้งแล้งได้ดี ปลูกโดยวิธีหว่านเมล็ดอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ ไกล่ในระยะออกดอกอายุประมาณ 60 วัน จะให้น้ำหนักสดต่อไร่ 2,500 กิโลกรัม ให้น้ำหนักแห้งต่อไร่ 500 กิโลกรัม ได้ปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมเฉลี่ย 2.76 0.22 และ 2.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สามารถประเมินเป็นมูลค่าปุ๋ยเคมียูเรีย หริบเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต โพแทสเซียมคลอไรด์ มีค่าเฉลี่ยประมาณ 966-1,691 บาทต่อไร่ และสามารถ

เพิ่มอินทรีย์วัตถุให้กับดินได้เฉลี่ยประมาณ 0.15-0.25 เปอร์เซ็นต์ต่อไร่ จึงนิยมปลูกเป็นพืชปุ๋ยสด ปรับปรุงบำรุงดินโดยการปลูกหมุนเวียนหรือปลูกแซมกับพืชหลักเช่นปลูกปอเทืองแซมข้าวโพด เป็นต้น (กรมพัฒนาที่ดิน, 2559; สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน, ม.ป.ป.) พืชปุ๋ยสดมีประโยชน์ในแง่ของการเพิ่มธาตุอาหารให้แก่ดินโดยเฉพาะธาตุไนโตรเจน ช่วยเพิ่มและขจัดเซอินทรีย์วัตถุในดิน ช่วยปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพของดินให้ดีขึ้น เช่น ความหนาแน่นของดิน ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน ความพรุนของดิน เป็นต้น และสามารถช่วยลดการใช้ปุ๋ยเคมีลงได้ (กองเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน, ม.ป.ป.)

8.4 หญ้าแฝก

หญ้าแฝก (vetiver grass) เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวตระกูลหญ้าเช่นเดียวกับข้าวโพด ข้าวฟ่าง อ้อย หญ้าแฝกที่พบในประเทศไทยมีอยู่ 2 ชนิด ได้แก่ หญ้าแฝกกลุ่ม (*Vetiveria zizanioides* (Linn.) Nash) และหญ้าแฝกดอน (*Vetiveria nemoralis* (Balansa) A.camus) ซึ่งลักษณะของหญ้าแฝกกลุ่มกอมีพุ่มใบยาว ตั้งตรง กอสูงประมาณ 150-200 เซนติเมตร ใบยาว 45-100 เซนติเมตร กว้าง 0.6-1.2 เซนติเมตร ใบมีสีเขียวเข้ม หลังใบโค้ง ท้องใบสีขาว ใบเนี้ยนเพราะมีไขเคลือบมากจึงดูนุ่ม มีการแตกตะเกียงและแตกแขนงลำต้น ช่อดอกสูง 150-250 เซนติเมตร รากหยั่งลึก 100-300 เซนติเมตร ตัวอย่างของหญ้าแฝกกลุ่ม เช่น พันธุ์ศรีลังกา พันธุ์กำแพงเพชร 2 พันธุ์สุราษฎร์ธานี พันธุ์สงขลา 3 เป็นต้น สำหรับหญ้าแฝกดอนพุ่มกอมีใบยาวแผ่โค้งลงคล้ายตะไคร้ กอสูง 100-150 เซนติเมตร ใบยาว 35-80 เซนติเมตร กว้าง 0.4-0.8 เซนติเมตร ใบมีสีเขียวเข้ม หลังใบเป็นเส้นแข็ง ใบหยาบ สากคาย มีไขเคลือบน้อย กุรอ่านไม่เลื่อมมัน ไม่มีการแตกตะเกียงและแตกแขนงลำต้น ช่อดอกสูง 100-150 เซนติเมตร รากหยั่งลึก 80-100 เซนติเมตร ตัวอย่างหญ้าแฝกดอน เช่น พันธุ์เลย พันธุ์นครสวรรค์ พันธุ์กำแพงเพชร 1 พันธุ์ร้อยเอ็ด พันธุ์ราชบุรี เป็นต้น (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553) สำหรับหญ้าแฝกพันธุ์ศรีลังกา ลักษณะกอตั้งมีการแตกหน่อค่อนข้างหลวม ใบมีสีเขียว ท้องใบมีสีขาว ใบค่อนข้างเล็ก ความกว้างของใบเฉลี่ย 0.9 เซนติเมตร ใบจะเป็นมัน ดอกสีม่วงน้ำตาล

8.5 ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง

ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง (high-grade organic fertilizer) เป็นปุ๋ยที่ได้จากการนำวัสดุอินทรีย์หรืออินทรีย์ธรรมชาติทางการเกษตรที่มีธาตุอาหารสูงมาผ่านการหมักจนย่อยสลายตัวสมบูรณ์ หรือการนำปุ๋ยอินทรีย์ที่ผ่านการสลายตัวสมบูรณ์แล้วผสมกับวัสดุอินทรีย์หรืออินทรีย์ธรรมชาติทางการเกษตรที่มีธาตุอาหารสูง เช่น กระดูกป่น มูลค่างควา หรือหินฟอสเฟต ใช้ร่วมกับสารเร่งซูเปอร์ พด.1 ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพในการย่อยสลายเซลลูโลสซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของพืช สารเร่งซูเปอร์ พด.2 เป็นจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายโปรตีน ไขมัน และละลายฟอสเฟต และใช้จุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการละลายฟอสฟอรัสอินทรีย์จากสารเร่ง พด.9 เพื่อผลิตปุ๋ยดังกล่าว โดยมีปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม 3.0-4.0 5.0-9.0 และ 1.0-2.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงดังกล่าวนี้มีธาตุอาหารที่ครบถ้วนจึงใช้ในปริมาณที่น้อยกว่าปุ๋ยหมักโดยทั่วไป สำหรับไม้ผลและไม้ยืนต้น ใช้อัตรา 5-10 กิโลกรัมต่อต้น รองกันหลุมหรือหว่านรอบโคนต้นจนถึงบริเวณทรงพุ่มคลุมเคล้ากับดิน คำนวณแนะนำการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงกับพืชไร่ แนะนำให้ใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงสูตรไนโตรเจน 25-50 กิโลกรัมต่อไร่ ผสมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงสูตรฟอสฟอรัส อัตรา 25-50 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับพืชผักใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงสูตรไนโตรเจนอัตรา 50-100 กิโลกรัมต่อไร่ ผสมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงสูตรฟอสฟอรัส อัตรา 25-50 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับการกำจัดวัชพืช โรคและแมลงศัตรูพืช (กรมพัฒนาที่ดิน, 2557)

ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินการ

ระยะเวลาดำเนินการ

เริ่มต้นเดือนกุมภาพันธ์ 2560

สิ้นสุดเดือนกุมภาพันธ์ 2561

สถานที่ดำเนินการ

ศูนย์วิจัยการอนุรักษ์ดินและน้ำ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา (ภาพภาคผนวกที่ 3)

กลุ่มชุดดินที่ 31 ชุดดินกลางดง (Kld)

พิกัด UTM 47P 0760347E 1624541N

ลักษณะเฉพาะของพื้นที่ดำเนินการศึกษา (site characterization) พบว่าเป็นชุดดินกลางดง (Kld) จำแนกเป็น Fine, mixed, active, isohyperthermic Ultic Paleustalfs กลุ่มชุดดินที่ 31 สภาพพื้นที่ค่อนข้างราบเรียบถึงลูกคลื่นลอนลาดเล็กน้อย มีความลาดชัน 5 เปอร์เซ็นต์ ภูมิสัณฐานลานตะพัก หรือบริเวณพื้นที่เหลือค้างจากการกัดกร่อน วัตถุต้นกำเนิดดิน การผุพังสลายตัวอยู่กับที่ และ/หรือ เคลื่อนย้ายมาเป็นระยะทางไม่ไกลนักของหิน ตะกอนเนื้อละเอียดพวกหินดินดาน การระบายน้ำดี การซึมผ่านได้ของน้ำปานกลางถึงเร็ว การไหลบ่าของน้ำบนผิวดินปานกลาง ลักษณะสมบัติของดิน เป็นดินลึกมาก ดินบนเป็นดินร่วนปนดินเหนียวหรือดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง สีนํ้าตาลเข้มถึงสีน้ำตาลปนเทา เข้ม ปฏิกริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงเป็นกลาง (pH 6.0-7.0) ดินล่างเป็นดินเหนียว สีแดงปนเหลืองถึงสีแดง ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงเป็นกรดปานกลาง (pH 5.0-6.0) ข้อจำกัด ความอุดมสมบูรณ์ต่ำและขาดแคลนน้ำ ข้อเสนอแนะ ปรับปรุงบำรุงดินและใช้ปุ๋ยอินทรีย์หรือปุ๋ยชีวภาพ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเพื่อเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้น จัดระบบการปลูกพืชและระบบอนุรักษ์ดินและน้ำให้เหมาะสมกับสภาพความลาดชันของพื้นที่ (กองวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน, 2563)

สภาพภูมิอากาศของพื้นที่ดำเนินการศึกษา อ้างอิงข้อมูลปริมาณฝนรายเดือนและฝนสะสมของสถานีอุตุนิยมวิทยาฟาร์มโชคชัย 4 อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา (ภาพภาคผนวกที่ 6) ลักษณะอากาศโดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 3 ฤดู คือ ฤดูร้อน (มีนาคมถึงเมษายน) ฤดูฝน (พฤษภาคมถึงตุลาคม) และฤดูหนาว (พฤศจิกายนถึงกุมภาพันธ์)

อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ

1. อุปกรณ์

- 1.1 เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ใช้พันธุ์ลูกผสมไพโอเนีย P4181
- 1.2 เมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวผิวมัน
- 1.3 เมล็ดพันธุ์ถั่วพรี
- 1.4 หญ้าแฝกพันธุ์ศรีลังกา
- 1.5 ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงสูตรไนโตรเจน มีส่วนผสมประกอบด้วย กากเมล็ดถั่วเหลือง มูลสัตว์ สารเร่งซูเปอร์ พด.1 และสารเร่งซูเปอร์ พด.2 ที่ขยายเชื้อในกากน้ำตาล
- 1.6 อุปกรณ์เก็บข้อมูลสภาพพื้นที่ ได้แก่ เครื่องวัดพิกัด (GPS) ยี่ห้อ GARMIN GPSmap 60CSx เครื่องวัดความลาดเอียง ยี่ห้อ SUUNTO TANDEM สมุดเทียบสี (Munsell soil color charts)
- 1.7 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน ได้แก่ สว่านเจาะดิน (soil auger) จอบ เสียม กระบอเก็บดิน ถุงพลาสติก อลูมิเนียมฟอยล์ (aluminium foil) และ LDD pH Test Kit
- 1.8 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างพืช ได้แก่ กรรไกร มีด ถุงตาข่าย ถุงกระดาษ ไม้วัดความสูง
- 1.9 อุปกรณ์อื่น ๆ ได้แก่ ตูบ เครื่องชั่งน้ำหนัก เวอร์เนียคาลิเปอร์ (vernier caliper) เทปวัดระยะ และเชือก เป็นต้น

2. วิธีดำเนินการ

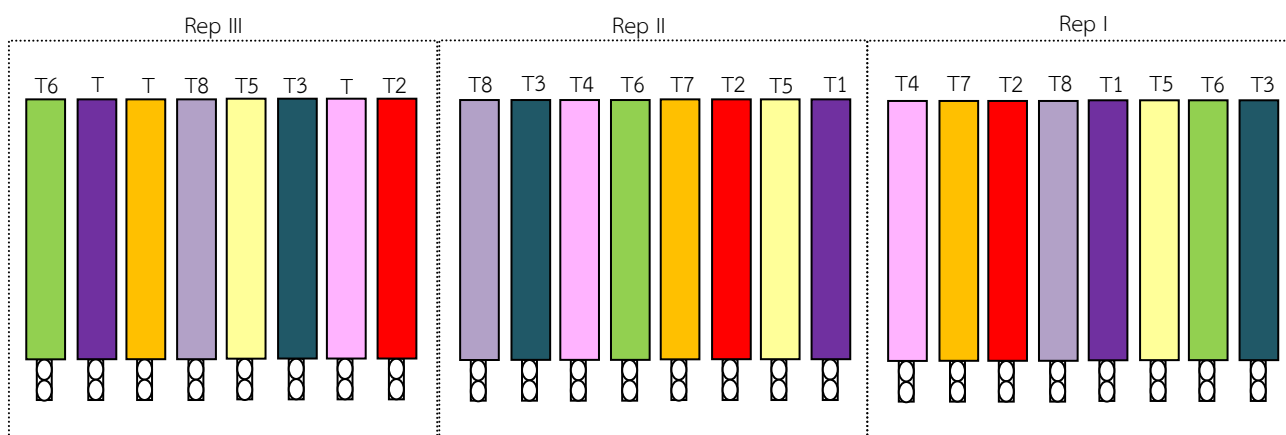
2.1 สำรวจและคัดเลือกพื้นที่แปลงทดลอง (กุ่มภาพันธ์ 2560) ณ ศูนย์วิจัยการอนุรักษ์ดินและน้ำ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งเป็นตัวแทนของการใช้ประโยชน์ที่ดินสำหรับปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์บนพื้นที่ดอน มีความลาดชัน 5 เปอร์เซ็นต์ เนื้อที่ 2 ไร่

2.2 วางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (Randomized completed block design, RCBD) ประกอบด้วย 8 ดำรับการทดลอง จำนวน 3 ซ้ำ ดังนี้

- ดำรับที่ 1 แปลงว่างเปล่า
- ดำรับที่ 2 ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ (วิธีเกษตรกร)
- ดำรับที่ 3 ปลูกพืชหมุนเวียน
- ดำรับที่ 4 ปลูกพืชแซม
- ดำรับที่ 5 ปลูกพืชสลับเป็นแถบ
- ดำรับที่ 6 ปลูกพืชเหลื่อมฤดู
- ดำรับที่ 7 ปลูกพืชปุ๋ยสด
- ดำรับที่ 8 ปลูกแนวรั้วหญ้าแฝก

2.3 เตรียมแปลงทดลอง (กุ่มภาพันธ์-เมษายน 2560) โดยการไถปรับสภาพพื้นที่ทุกแปลง 1 ครั้ง เพื่อกำจัดวัชพืชและเก็บเศษวัชพืชออกจากพื้นที่ ตากดินทิ้งไว้ 15 วัน แบ่งพื้นที่แปลงทดลองย่อย มีขนาดความกว้าง 4 เมตร ยาว 20 เมตร จำนวน 24 แปลง เว้นระยะห่างระหว่างแปลง 1 เมตร กั้นขอบแปลงในแต่ละแปลงย่อยด้วยสังกะสีแผ่นเรียบล้อมรอบ 3 ด้าน คือ ด้านบน และด้านข้าง ทั้ง 2 ด้าน โดยฝังแผ่นสังกะสีลงไปในดินลึก 15 เซนติเมตร สูงเหนือผิวดิน 15 เซนติเมตร และใช้ไม้ท่อนปักเพื่อกั้นแผ่นสังกะสีลึบเอียง ด้านท้ายแปลงทำการฝังแผ่นสังกะสีล้อมรอบขอบแปลง และต่อท่อรองรับ

น้ำไหลบ่าไปยังบ่อตกตะกอนดิน (ภาพที่ 1) และมีแบบแปลนแปลงทดลองการสูญเสียดินและน้ำ (ภาพภาคผนวกที่ 5)



ภาพที่ 1 ผังแปลงทดลองการสูญเสียดินและน้ำ (runoff and soil erosion plots)

2.4 สร้างบ่อตกตะกอนดิน (มีนาคม-ต้นเดือนพฤษภาคม 2560) โดยขุดบ่อตกตะกอนดินที่บริเวณท้ายแปลงทดลอง ขุดดินลึกลงไปเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดกว้างxยาวxลึก เท่ากับ 2x3x1 เมตร เพื่อใช้ติดตั้งถังซีเมนต์แบบวงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 เมตร สูง 0.4 เมตร ให้เรียงกัน 2 ถัง และมีรางน้ำและตัวแบ่งรับน้ำ (divisor) ที่ล้นจากถังซีเมนต์ที่ 1 ไปยังถังที่ 2 และด้านล่างถังซีเมนต์จะมีก๊อกลำสำหรับระบายน้ำออกจากถังภายหลังจากเก็บตัวอย่างน้ำและดินตะกอน

2.5 ผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง (22 เมษายน 2560) ซึ่งปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงสูตรไนโตรเจนน้ำหนัก 100 กิโลกรัม ผลิตโดยใช้สารเร่งซูเปอร์ พด.1 1 ชอง (น้ำหนัก 25 กรัม) เเทลงในสารเร่งซูเปอร์ พด.2 ที่ขยายเชื้อแล้ว (โดยการเจือจางจากน้ำตาล 5 กิโลกรัม ผสมกับน้ำ 50 ลิตร แล้วเทสารเร่งซูเปอร์ พด.2 จำนวน 1 ชอง คนให้เข้ากัน ปิดฝา ตั้งทิ้งไว้ในที่ร่มเป็นเวลา 3 วัน ก่อนนำมาใช้) จำนวน 30 ลิตร คนส่วนผสมนาน 10 นาที แล้วนำไปรดกองวัสดุที่มีส่วนผสมของกากเมล็ดถั่วเหลือง 60 กิโลกรัม กับมูลสัตว์ 40 กิโลกรัม ทำการคลุกเคล้าให้เข้ากัน จากนั้นตั้งกองปุ๋ยเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าสูง 50 เซนติเมตร คลุมกองด้วยพลาสติกให้มิดชิดเพื่อรักษาความชื้นให้อยู่ในช่วง 50-60 เปอร์เซ็นต์ กลับกองทุก 5 วัน เป็นเวลา 15 วัน จึงนำไปใช้ได้ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553ก)

2.6 ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (7 พฤษภาคม 2560) โดยใช้ระยะระหว่างต้น 25 เซนติเมตร ระยะระหว่างแถว 75 เซนติเมตร หยอดเมล็ดพันธุ์หลุมละ 2 เมล็ด ใช้อัตราเมล็ดพันธุ์ 3 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นจำนวนต้นต่อไร่ เท่ากับ 8,533 ต้น หลังจากปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้ 14 วัน ทำการถอนแยกให้เหลือหลุมละ 1 ต้น

2.7 ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (7 พฤษภาคม 2560) ทุกตำรับการทดลองใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงสูตรไนโตรเจนเป็นปุ๋ยรองพื้น ใส่ปุ๋ยแบบโรยเป็นแถวแล้วกลบพร้อมปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่

2.8 ปฏิบัติมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชตามดำรับการทดลองที่กำหนด โดยมีปฏิทินการปฏิบัติงานแปลงทดลองภาคสนาม (ภาพภาคผนวกที่ 5) และมีรายละเอียดตามดำรับดังนี้

- ดำรับที่ 1 แปลงว่างเปล่า (bare soil) เป็นแปลงที่ปล่อยดินไว้ว่างเปล่า โดยไม่ปลูกพืชใด ๆ และไถพรวนดินขึ้นลงตามแนวลาดเท
- ดำรับที่ 2 ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เชิงเดี่ยว โดยไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืช (no measurement) ซึ่งเป็นวิธีปฏิบัติของเกษตรกรโดยทั่วไป
- ดำรับที่ 3 ปลูกข้าวโพดหมุนเวียนถั่วเขียวผิวน้ำ (crop rotation) โดยหลังการเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แล้วปล่อยซากพืชไว้ในแปลงประมาณ 2 เดือน จึงปลูกถั่วเขียวผิวน้ำที่ระยะระหว่างต้น 20 เซนติเมตร ระยะระหว่างแถว 50 เซนติเมตร หยอดเมล็ดพันธุ์หูลุมละ 2 เมล็ด คิดเป็นจำนวนต้นต่อไร่ เท่ากับ 16,000 ต้น
- ดำรับที่ 4 ปลูกถั่วเขียวผิวน้ำแซมระหว่างแถวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (intercropping) โดยหยอดเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวลงระหว่างแถวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ หูลุมละ 2 เมล็ด ใช้ระยะระหว่างต้น 20 เซนติเมตร ระยะระหว่างแถว 75 เซนติเมตร คิดเป็นจำนวนต้นต่อไร่ เท่ากับ 10,667 ต้น
- ดำรับที่ 5 ปลูกถั่วเขียวผิวน้ำสลับเป็นแถบกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (strip cropping) แต่ละแถบมีความกว้าง 10 เมตร เท่ากัน โดยปลูกถั่วเขียวผิวน้ำที่ระยะระหว่างต้น 20 เซนติเมตร ระยะระหว่างแถว 50 เซนติเมตร หยอดเมล็ดพันธุ์หูลุมละ 2 เมล็ด คิดเป็นจำนวนต้นต่อไร่ เท่ากับ 16,000 ต้น
- ดำรับที่ 6 ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เหลื่อมฤดูกับถั่วเขียวผิวน้ำ (relay cropping) เป็นการปลูกพืชต่อเนื่องคาบเกี่ยวกัน โดยปลูกถั่วเขียวผิวน้ำระหว่างแถวของข้าวโพดเมื่อข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุได้ 80 วัน ใช้ระยะระหว่างต้น 20 เซนติเมตร ระยะระหว่างแถว 75 เซนติเมตร หยอดเมล็ดพันธุ์หูลุมละ 2 เมล็ด คิดเป็นจำนวนต้นต่อไร่ เท่ากับ 10,667 ต้น
- ดำรับที่ 7 ปลูกถั่วพรีเป็นพืชปุ๋ยสด (green manure cropping) โดยปลูกถั่วพรีระหว่างแถวของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เมื่อข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุ 14 วัน หลังปลูก โดยใช้ระยะระหว่างต้น 25 เซนติเมตร ระยะระหว่างแถว 75 เซนติเมตร หยอดหูลุมละ 2 เมล็ด คิดเป็นจำนวนต้นต่อไร่ เท่ากับ 8,533 ต้น แล้วสับกลบในระยะออกดอกที่อายุประมาณ 50 วัน
- ดำรับที่ 8 ปลูกแนวรั้วหญ้าแฝก (vetiver grass in hedge-row) โดยปลูกหญ้าแฝกพันธุ์ศรีลังกาให้เป็นแถวขวางความลาดเทของพื้นที่ที่ด้านท้ายแปลงทดลอง จำนวน 2 แถว โดยใช้ระยะระหว่างต้น 5 เซนติเมตร

2.9 การกำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคน โดยการถอนและใช้จอบตาก จำนวน 2 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 หลังปลูก 14 วัน และครั้งที่ 2 หลังปลูก 45 วัน

2.10 เก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่อายุประมาณ 120 วัน และเก็บเกี่ยวผลผลิตถั่วเขียวผิวน้ำที่อายุประมาณ 65 วัน

2.11 เก็บบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตและผลผลิตพืช และสภาพอากาศ

2.11.1 เก็บบันทึกข้อมูลพืช (กลุ่มวิจัยและวิเคราะห์ทางสถิติงานวิจัยเกษตร, 2558) ดังนี้

1) ข้อมูลข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

(1) ความสูงของต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ทำการสุ่มเก็บข้อมูลจากตัวแทน 10 ต้น ในพื้นที่ 12 ตารางเมตร จำนวน 3 จุดต่อแปลงย่อย โดยวัดจากโคนต้นถึงข้อของใบธง เมื่อข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุ 1 2 และ 3 เดือน หลังปลูก มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

(2) ผลผลิตต่อไร่ ทำการสุ่มเก็บฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่ 12 ตารางเมตร จำนวน 3 จุดต่อแปลงย่อย เพื่อคำนวณหาผลผลิตต่อไร่ มีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อไร่

(3) มวลชีวภาพของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ทำการสุ่มเก็บลำต้นและใบข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จากตัวแทน 10 ต้น ในพื้นที่ 12 ตารางเมตร จำนวน 3 จุดต่อแปลงย่อยเพื่อคำนวณหาน้ำหนักสดต่อไร่ น้ำหนักแห้งต่อไร่ มีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อไร่

(4) บันทึกข้อมูลอื่น ๆ ได้แก่ ความสูงฝัก วันออกไหม 50 เปอร์เซนต์ วันดอกบาน 50 เปอร์เซนต์ ขนาดฝักไม่รวมเปลือก (เส้นผ่านศูนย์กลางและความยาวฝัก) มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

2) ข้อมูลถั่วเขียวผิวมัน

(1) ความสูงของต้นถั่วเขียวผิวมัน ทำการสุ่มเก็บข้อมูลจากตัวแทน 10 ต้น ในพื้นที่ 6 ตารางเมตร จำนวน 3 จุดต่อแปลงย่อย เมื่อถั่วเขียวผิวมันอายุ 30 และ 60 วัน หลังปลูก ตามลำดับ

(2) ผลผลิตต่อไร่ ทำการสุ่มเก็บฝักถั่วเขียวในพื้นที่ 6 ตารางเมตร จำนวน 3 จุดต่อแปลงย่อย เพื่อคำนวณหาผลผลิตต่อไร่ มีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อไร่

(3) มวลชีวภาพของถั่วเขียว ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างต้นถั่วพรีจากตัวแทน 10 ต้น ในพื้นที่เก็บเกี่ยว 6 ตารางเมตร จำนวน 3 จุดต่อแปลงย่อย รวมทั้งหมด 9 ตัวอย่าง นำไปชั่งหาน้ำหนักสดต้นและใบ จากนั้นทำการสับลำต้นและใบให้มีขนาดเล็กลง สุ่มตัวอย่างให้ได้น้ำหนักสดประมาณ 0.5 กิโลกรัม นำไปอบให้แห้ง เพื่อคำนวณหาน้ำหนักแห้งต่อไร่

3) ข้อมูลถั่วพรี

(1) ความสูงของต้นถั่วพรี ทำการสุ่มเก็บข้อมูลจากตัวแทน 10 ต้น ในพื้นที่ 6 ตารางเมตร จำนวน 3 จุดต่อแปลงย่อย เมื่อถั่วพรีอายุ 30 วัน หลังปลูก

(2) มวลชีวภาพของถั่วพรี ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างต้นถั่วพรีจากตัวแทน 10 ต้น ในพื้นที่เก็บเกี่ยว 6 ตารางเมตร จำนวน 3 จุดต่อแปลงย่อย รวมทั้งหมด 9 ตัวอย่าง นำไปชั่งหาน้ำหนักสดต้นและใบ จากนั้นทำการสับลำต้นและใบให้มีขนาดเล็กลง สุ่มตัวอย่างให้ได้น้ำหนักสดประมาณ 0.5 กิโลกรัม นำไปอบให้แห้ง เพื่อคำนวณหาน้ำหนักแห้งต่อไร่

4) ข้อมูลหญ้าแฝก

(1) ความสูงของหญ้าแฝกพันธุ์ศรีลังกา ทำการสุ่มวัดจำนวน 10 กอต่อแปลง ทุกเดือน

(2) มวลชีวภาพของหญ้าแฝก ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างลำต้นและใบหญ้าแฝกจำนวน 10 กอต่อแปลง ทุก 4 เดือน ที่ระดับ 20 เซนติเมตรจากผิวดิน นำไปชั่งหาน้ำหนักสดต้น

และใบ จากนั้นทำการสับลำต้นและใบให้มีขนาดเล็กลง สุ่มตัวอย่างให้ได้น้ำหนักสดประมาณ 0.5 กิโลกรัม นำไปอบให้แห้ง เพื่อคำนวณหาน้ำหนักแห้งต่อไป

2.11.2 เก็บบันทึกข้อมูลสภาพอากาศ

เก็บบันทึกข้อมูลปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร) โดยใช้ข้อมูลจากสถานีฟาร์ม โชคชัย 4 อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งอยู่ใกล้เคียงกับสถานที่ทดลอง

2.12 เก็บตัวอย่างดิน พีช และปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง

2.12.1 เก็บตัวอย่างดิน แบ่งออกเป็น 2 วิธี ดังนี้

1) ตัวอย่างดินที่ไม่ถูกรบกวนโครงสร้าง (undisturbed soil samples) โดยใช้กระบอกลูกเก็บตัวอย่างดิน (soil core)

(1) ก่อนการทดลอง ทำการเก็บดินตัวแทนของบล็อก ซึ่งมีทั้งหมด 3 บล็อก โดยแต่ละบล็อกจะเก็บตัวอย่างดิน 2 จุด แต่ละจุดเก็บตัวอย่างดินที่ความลึก 2 ระดับ คือ ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร และ 15-30 เซนติเมตร รวมทั้งหมด 12 ตัวอย่าง เพื่อนำไปศึกษาสมบัติทางกายภาพของดิน

(2) หลังการเก็บเกี่ยว ทำการเก็บตัวอย่างดินทั้ง 24 แปลงย่อย ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร และที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร รวมทั้งหมด 48 ตัวอย่าง

2) ตัวอย่างดินที่ถูกรบกวนโครงสร้าง (disturbed soil samples)

(1) ก่อนการทดลอง ทำการเก็บตัวอย่างดินแบบสุ่ม (composite sample) เพื่อเป็นตัวแทนของบล็อก ซึ่งมีทั้งหมด 3 บล็อก โดยแต่ละบล็อกจะเก็บตัวอย่างดิน 3 จุด แต่ละจุดเก็บตัวอย่างดินที่ความลึก 2 ระดับ คือ ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร และที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร รวมทั้งหมด 18 ตัวอย่าง โดยใช้วิธีการเก็บตัวอย่างดินหลายจุดแล้วคลุกเคล้าดินรวมกัน เป็น 1 ตัวอย่าง (composite sample) ตัวอย่างละประมาณ 1 กิโลกรัม จากนั้นทำการเตรียมตัวอย่างดิน โดยนำไปผึ่งให้แห้งในที่ร่ม แล้วนำดินมาย่อยให้มีขนาดเล็กลง คลุกเคล้าให้เข้ากัน จึงนำไปร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร แล้วนำไปบรรจุลงในถุงพลาสติก แต่ละตัวอย่างมีน้ำหนัก 0.5 กิโลกรัม พร้อมทั้งจดบันทึกรายละเอียดของตัวอย่าง เพื่อนำไปศึกษาสมบัติทางกายภาพ สมบัติทางเคมี

(2) หลังการเก็บเกี่ยว ทำการเก็บตัวอย่างดินทั้ง 24 แปลง ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร และที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร รวมทั้งหมด 48 ตัวอย่าง ตัวอย่างละประมาณ 1 กิโลกรัม และทำการเตรียมตัวอย่างดินเช่นเดียวกับดินก่อนการทดลอง จากนั้นจึงนำตัวอย่างดินส่งวิเคราะห์ห้องปฏิบัติการของสำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดินเพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของดิน สำหรับการเก็บตัวอย่างดินเพื่อหาค่าความชื้นในดินด้วยวิธีการวัดโดยตรง ได้ทำการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึกเดียวกันเดือน โดยบรรจุดินใส่แผ่นอลูมิเนียมฟอยล์แล้วพับปิดผนึกให้แน่น ตัวอย่างละประมาณ 100-150 กรัม แล้วนำไปชั่งน้ำหนักก่อนอบ จากนั้นจึงนำตัวอย่างดินไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 105-110 องศาเซลเซียส เป็นเวลาต่อเนื่องอย่างน้อย 24 ชั่วโมง จนน้ำหนักคงที่ เพื่อชั่งน้ำหนักอีกครั้ง

2.12.2 เก็บตัวอย่างตะกอนดิน

ทำการเก็บตะกอนดินแบบสะสมในบ่อตกตะกอนจำนวน 1 ครั้ง ในช่วงฤดูแล้ง (กุมภาพันธ์ 2561) ชั่งน้ำหนักตะกอนดินแต่ละแปลงย่อย จากนั้นนำตะกอนดินไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 105-110 องศาเซลเซียส นาน 24-48 ชั่วโมง นำมาชั่งน้ำหนักของดินแห้ง แล้วจึงคำนวณปริมาณการสูญเสียดิน มีหน่วยวัดเป็นน้ำหนักต่อพื้นที่ต่อเวลา เช่น ต้นต่อไร่ต่อปี

2.12.3 เก็บตัวอย่างพืชเพื่อนำไปวิเคราะห์หาธาตุอาหารในพืช

- 1) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างตัวอย่างส่วนเหนือดินของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ได้แก่ เมล็ด ลำต้นและใบ และราก ในแต่ละตำรับการทดลอง ๕
- 2) ถั่วเขียวผิวนั้น ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างตัวอย่างลำต้นและใบของถั่วเขียวผิวนั้น ในแต่ละตำรับการทดลอง หลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต ที่อายุประมาณ 65 วัน
- 3) ถั่วพรี ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างตัวอย่างลำต้นและใบของถั่วเขียวผิวนั้น ในแต่ละตำรับการทดลอง ก่อนสับกลบลงดิน ที่อายุประมาณ 50 วัน
- 4) หญ้าแฝก ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างตัวอย่างลำต้นและใบของหญ้าแฝก ในแต่ละตำรับการทดลอง เมื่ออายุประมาณ 8 เดือน

2.12.4 เก็บตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง

ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงจากกองปุ๋ยหมักที่หมักสมบูรณ์ จำนวน 2 ตัวอย่าง ตัวอย่างละประมาณ 1 กิโลกรัม

2.13 วิเคราะห์ตัวอย่างดิน ตะกอนดิน พืช และปุ๋ยอินทรีย์

2.13.1 สมบัติทางกายภาพของดิน ดังนี้

- 1) ความหนาแน่นรวมของดิน (bulk density) โดยวิธีกระบอกเก็บดิน core method (Blake, G.R. and Hartge, K.H., 1986)
- 2) การกระจายของขนาดอนุภาคดิน (particle size distribution) โดยวิธีปิเปต pipette method (Reynolds, 1993)
- 3) เนื้อดิน (soil texture) โดยวิธีไฮโดรมิเตอร์ (hydrometer method) (Soil survey staff, 1996)
- 4) ค่าความชื้นในดินโดยวิธีวัดทางตรง สามารถคำนวณได้จากสูตรดังนี้

$$W = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

$$= \frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} \times 100$$

เมื่อ W คือ ความชื้นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

W_w คือ น้ำหนักน้ำในดิน

W_s คือ น้ำหนักดินแห้ง

W_1 คือ น้ำหนักกระป๋องดิน

W_2 คือ น้ำหนักตัวอย่างดินเปียก + กระป๋อง

W_3 คือ น้ำหนักตัวอย่างดินแห้ง + กระป๋อง

2.13.2 สมบัติทางเคมีดิน ดังนี้

- 1) ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (soil reaction: pH) โดยใช้อัตราส่วนระหว่างดินต่อน้ำเท่ากับ 1:1 (Peech, 1965)
- 2) ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (cation exchange capacity: CEC) โดยวิธีการสกัดด้วย 1 N ammonium acetate pH 7.0 (Chapman, 1965)

3) ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (organic matter: OM) โดยวิธี Walkley and Black modified (Walkley and Black, 1974)

4) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available phosphorus: Avail. P) โดยวิธี Bray II (Bray and Kurtz, 1945)

5) ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (available potassium: Avail. K) โดยวิธีการสกัดด้วย 1 N ammonium acetate pH 7.0 (Pratt, 1965)

2.13.3 สมบัติทางเคมีของตะกอนดินเช่นเดียวกับการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีดิน

2.13.4 สมบัติทางเคมีของพืช

1) ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ (organic carbon: OC) โดยวิธี Walkley and Black

2) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด โดยวิธีคเจลดาล์ Kjeldahl method

3) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โดยวิธีการย่อยสลายด้วย Wet digestion ($\text{HNO}_3\text{:HClO}_4$) + Colorimetric

4) ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ โดยวิธีการย่อยสลายด้วย Wet digestion ($\text{HNO}_3\text{:HClO}_4$) + Flame photometry

2.13.5 สมบัติทางเคมีของปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ได้แก่ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า (electronic conductivity: EC) ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) และ กำมะถัน (S)

2.14 วิเคราะห์ข้อมูลและแปลผล

2.14.1 ปริมาณการสูญเสียดิน

การประเมินปริมาณการสูญเสียดิน (หน่วยเป็นน้ำหนักรต่อพื้นที่) มีสูตรคำนวณดังนี้

$$\text{น้ำหนักรดินแห้งที่สูญเสียไป} = \text{ความหนาแน่นรวมของดิน} \times \text{ขนาดพื้นที่} \times \text{ความหนาของดินที่สูญเสียไป}$$

2.14.2 ปริมาณการสูญเสียธาตุอาหารในดินทั้งหมด

วิเคราะห์ข้อมูลปริมาณการสูญเสียธาตุอาหารในดิน โดยคำนวณปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่สูญเสียไปกับตะกอนดิน มีหน่วยเป็นตันต่อไร่ต่อปี

2.14.3 มูลค่าการสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์จากการสูญเสียดิน

การประเมินมูลค่าการสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์ มีสูตรคำนวณดังนี้

$$N_L = Q_{NI} \times P_{NI}$$

เมื่อ N_L คือ มูลค่าธาตุอาหารในดินที่สูญเสีย (บาท)

Q_{NI} คือ ปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียจากการกร่อนดิน (กิโลกรัม)

P_{NI} คือ ราคาปุ๋ยที่ใช้เปรียบเทียบกับกิโลกรัม (บาท)

โดยที่ I คือ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P_2O_5) โพแทสเซียม (K_2O) (กิโลกรัมต่อไร่)

และ ปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสีย (Q_{NI}) คำนวณได้จากผลคูณระหว่างปริมาณดินสูญเสีย (กิโลกรัม) กับสัดส่วนของธาตุอาหารในดิน (กิโลกรัม)

สำหรับราคาปุ๋ยที่ใช้เปรียบเทียบ (P_N) ได้จากการเปรียบเทียบกับราคาขายปลีกแม่ปุ๋ยในตลาดท้องถิ่นในเดือนมิถุนายนปี 2560 (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2563) โดยมูลค่าการสูญเสียไนโตรเจน เปรียบเทียบกับปุ๋ยยูเรีย (สูตร 46-0-0) ราคาตันละ 11,834 บาท มูลค่าการสูญเสียฟอสฟอรัส เปรียบเทียบกับปุ๋ยฟอสเฟต (DAP, 18-46-0) ราคาตันละ 18,877 บาท มูลค่าการสูญเสียโพแทสเซียม เปรียบเทียบกับปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (สูตร 0-0-60) ราคาตันละ 16,351 บาท

2.14.4 ค่าปัจจัยการจัดการพืช (cropping management factor, C) ใช้สมการของ Schulz (1981) โดยมีรูปแบบของสมการดังนี้

$$C = A1 / A0$$

เมื่อ C คือ ค่าปัจจัยการจัดการพืช

A1 คือ การสูญเสียดินที่วัดได้ในแปลงทดลองที่มีการปลูกพืช

A0 คือ การสูญเสียดินที่วัดได้ในแปลงทดลองที่ไม่มีการปลูกพืช

2.14.5 ค่าปัจจัยมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ (conservation practice factor, P) ใช้สมการของ Arnoldus (1977) โดยมีรูปแบบของสมการดังนี้

$$P = A1 / A0$$

เมื่อ P คือ ค่าปัจจัยการปฏิบัติการควบคุมการพังทลายของดิน

A1 คือ การสูญเสียดินที่วัดได้จากแปลงทดลองที่มีการป้องกันการชะล้างพังทลาย

A0 คือ การสูญเสียดินที่วัดได้จากแปลงทดลองที่ไม่มีการป้องกันการชะล้างพังทลาย

2.15 วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ตามแผนการทดลองแบบ RCBD โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแต่ละตำรับการทดลอง ด้วยวิธี Fisher's least significant difference (LSD) โดยใช้โปรแกรม STAR (Statistical Tool for Agricultural Research; STAR-2.0.1) (พรเพ็ญ และ ธานี, ม.ป.ป.)

2.16 สรุปผลและเขียนรายงานผลงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ลักษณะสมบัติดินเบื้องต้นและปุ๋ยอินทรีย์ก่อนการทดลอง

จากการศึกษาลักษณะสมบัติทางกายภาพของดินก่อนการทดลอง พบว่าในส่วนของชั้นดินบนที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร จากผิวดิน เนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง (silty clay loam: sicl) มีค่าความหนาแน่นรวมของดินเฉลี่ย 1.48 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร มีความชื้นของดินที่ความจุความชื้นสนามเฉลี่ย 16.83 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และมีสัมประสิทธิ์การนำน้ำของดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำเฉลี่ย 976 มิลลิเมตรต่อวัน (40.67 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง) ส่วนชั้นดินล่างที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร จากผิวดิน เนื้อดินเป็นดินเหนียวปนทรายแป้ง (silty clay: sic) มีค่าความหนาแน่นรวมของดินเฉลี่ย 1.55 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร มีความชื้นของดินที่ความจุความชื้นสนามเฉลี่ย 13.63 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และมีสัมประสิทธิ์การนำน้ำของดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำเฉลี่ยต่ำกว่าดินบน มีค่า 732 มิลลิเมตรต่อวัน (30.50 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง) (ตารางที่ 1) ซึ่งระดับชั้นความซบซึมน้ำของดิน (permeability classes) ทั้งดินบนและดินล่างจัดอยู่ในระดับความซบซึมน้ำปานกลาง (ตารางภาคผนวกที่ 10) โดยเมื่อพิจารณาสมบัติทางกายภาพของดินเบื้องต้นสังเกตเห็นว่าความหนาแน่นรวมของดินมีค่าเพิ่มขึ้นตามระดับความลึกของดินที่เพิ่มมากขึ้นเนื่องจากดินชั้นล่างมีปริมาณอินทรีย์วัตถุและดินอัดกันแน่น นอกจากนี้ลักษณะเนื้อดินบริเวณพื้นที่ศึกษาจัดอยู่ในกลุ่มดินเนื้อละเอียด (fine-textured soils) ซึ่งอาจมีความสัมพันธ์กับสมบัติอื่น ๆ ของดิน ทั้งนี้ ยิ่งยุทธ (2557) อธิบายว่าเนื้อดินที่ละเอียดมีผลต่อการระบายน้ำและการระบายอากาศในดิน มีผลต่อการชะละลายธาตุอาหาร กระบวนการเปลี่ยนแปลงไนโตรเจนในดิน การชะล้างพังทลายของดิน รวมถึงมีผลต่อปริมาณและชนิดของจุลินทรีย์ดินด้วย

ตารางที่ 1 สมบัติทางกายภาพของดินก่อนการทดลอง ปี 2560

ความลึก ของชั้นดิน (เซนติเมตร)	เนื้อดิน	ความหนาแน่นรวม ของดิน (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)	ความจุ ความชื้นสนาม (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก)	สัมประสิทธิ์การนำน้ำ ของดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (มิลลิเมตรต่อวัน)
0-15	ดินร่วนเหนียว ปนทรายแป้ง	1.48	16.83	976
15-30	ดินเหนียว ปนทรายแป้ง	1.55	13.63	732

สมบัติทางเคมีดิน พบว่าชั้นดินบนที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร จากผิวดิน มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) 6.1 จัดเป็นกรดเล็กน้อย ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก 12.40 เซนติโมลต่อกิโลกรัม ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินมีค่าเฉลี่ย 1.76 เปอร์เซ็นต์ อยู่ในระดับปานกลาง ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดินมีค่าเฉลี่ย 3.50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จัดอยู่ในระดับต่ำ ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดินมีค่าเฉลี่ย 424 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จัดอยู่ในระดับสูงมาก ส่วนชั้นดินล่างที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร จากผิวดิน มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) 6.4 จัดเป็นกรดเล็กน้อย ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก 11.64 เซนติโมลต่อกิโลกรัม ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินมีค่าเฉลี่ย 1.54 เปอร์เซ็นต์ อยู่ในระดับปานกลาง ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดิน

มีค่าเฉลี่ย 2.70 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จัดอยู่ในระดับต่ำมาก ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน มีค่าเฉลี่ย 319 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จัดอยู่ในระดับสูงมาก (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 สมบัติทางเคมีของดินก่อนการทดลอง ปี 2560

ความลึก ของชั้นดิน (เซนติเมตร)	ความเป็น กรดเป็นด่าง (1:1)	ความจุแลกเปลี่ยน แคตไอออน (เซนติโมลต่อกิโลกรัม)	ปริมาณ อินทรีย์วัตถุ (เปอร์เซ็นต์)	ไนโตรเจน ทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์)	ฟอสฟอรัส ที่เป็นประโยชน์ ----- (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) -----	โพแทสเซียม ที่แลกเปลี่ยนได้
0-15	6.1	12.40	1.76	0.09	3.50	424
15-30	6.4	11.64	1.54	0.08	2.70	319

ทั้งนี้ในการประเมินสถานภาพความอุดมสมบูรณ์ของดิน กรมพัฒนาที่ดิน (2558) ได้กำหนดเกณฑ์การจัดระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินจากผลวิเคราะห์ดิน 5 รายการ ประกอบด้วย ร้อยละปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน และอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบส (ตารางภาคผนวกที่ 8) เมื่อนำเกณฑ์ดังกล่าวมาประเมินผลวิเคราะห์ดินก่อนการทดลองจำนวน 4 รายการ จากทั้งหมด 5 รายการ โดยไม่ได้นำ อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสมาพิจารณาด้วยนั้น พบว่าทั้งชั้นดินบนและชั้นดินล่างที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร จากผิวดิน มีผลรวมคะแนนทั้งหมดอยู่ที่ 8 คะแนน ถือได้ว่าดินมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินก่อนการทดลอง ปี 2560

ความลึก ของชั้นดิน (เซนติเมตร)	อินทรีย์วัตถุ ในดิน (เปอร์เซ็นต์)	ฟอสฟอรัส ที่เป็นประโยชน์ ----- มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม -----	โพแทสเซียม ที่สกัดได้	ความจุแลกเปลี่ยน แคตไอออน (เซนติโมลต่อกิโลกรัม)	อัตราร้อยละ ความอิ่มตัวเบส (เปอร์เซ็นต์)	คะแนนรวม/ ระดับความ อุดมสมบูรณ์
0-15	1.76	3.50	424	12.40	-	8
	(2 คะแนน)	(1 คะแนน)	(3 คะแนน)	(2 คะแนน)		ปานกลาง
15-30	1.54	2.70	319	11.64	-	8
	(2 คะแนน)	(1 คะแนน)	(3 คะแนน)	(2 คะแนน)		ปานกลาง

หมายเหตุ: เกณฑ์การให้คะแนนแต่ละผลวิเคราะห์ดิน 1 คะแนน ถือว่าต่ำ 2 คะแนน ถือว่า กลาง 3 คะแนน ถือว่า สูง (3 คะแนน)

ถ้าผลรวมคะแนน 5-7 ถือว่าดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ผลรวมคะแนน 8-12 ถือว่าดินมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง ผลรวมคะแนน 13-15 ถือว่าดินมีความอุดมสมบูรณ์สูง

สำหรับสมบัติทางเคมีของปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่ใช้เป็นปุ๋ยรองพื้นสำหรับปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พบว่าปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงสูตรไนโตรเจนมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 6.36 ค่าการนำไฟฟ้า 8.41 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร ไนโตรเจน 3.52 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 1.31 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียม 2.46 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียม 2.83 เปอร์เซ็นต์ แมกนีเซียม 0.63 เปอร์เซ็นต์ และกำมะถัน 0.88 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4) โดยเมื่อพิจารณาปริมาณธาตุอาหารหลักทั้งหมดมีค่ารวมกัน 7.29 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่ได้มาตรฐานควรมีปริมาณธาตุอาหารหลักรวมกันไม่น้อยกว่า 9 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่เกิน 20 เปอร์เซ็นต์ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2557) ซึ่งเมื่อใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงสูตรไนโตรเจนเป็นปุ๋ยรองพื้นให้กับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ เทียบเท่ากับอัตรา 1.76 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ อัตรา 0.66 กิโลกรัมฟอสฟอรัสต่อไร่ และอัตรา 0.66 กิโลกรัมโพแทสเซียมต่อไร่

ตารางที่ 4 สมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงสูตรไนโตรเจน

สมบัติทางเคมี	ผลการวิเคราะห์
ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH, 1:2)	6.36
ค่าการนำไฟฟ้า (เดซิซีเมนต์ต่อเมตร)	8.41
ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์)	3.52
ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์)	1.31
ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์)	2.46
ปริมาณแคลเซียมทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์)	2.83
ปริมาณแมกนีเซียมทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์)	0.63
ปริมาณกำมะถันทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์)	0.88

2. การสูญเสียดินและธาตุอาหาร มูลค่าการสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืช

2.1 การสูญเสียดิน

จากการศึกษาการสูญเสียดินภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่าง พบว่าปริมาณการสูญเสียดินแต่ละดาร์รับการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 5) ซึ่งผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณการสูญเสียดินภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกันหลังการทดลอง ฤดูปลูก 2560/61 แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 11) โดยพบว่าแปลงว่างเปล่าซึ่งไม่มีการปลูกพืชใด ๆ และไถพรวนดินขึ้นลงตามแนวลาดเท มีแนวโน้มทำให้ปริมาณการสูญเสียดินมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 0.213 ตันต่อไร่ต่อปี แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับดาร์รับการทดลองที่มีการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เชิงเดี่ยว การปลูกถั่วเขียวแซมระหว่างแถวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ การปลูกแนวรั้วหญ้าแฝก การปลูกถั่วเขียวสลับเป็นแถบกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และ

การปลูกถั่วเขียวหมุนเวียนกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ที่มีปริมาณการสูญเสียดินเท่ากับ 0.175 0.174 0.173 0.171 และ 0.168 ต้นต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ ในขณะที่การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เหลื่อมฤดูกับถั่วเขียว และการปลูกถั่วพรีเป็นพืชปุ๋ยสดร่วมกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีแนวโน้มทำให้มีปริมาณการสูญเสียดินน้อยที่สุดในระดับที่ไม่แตกต่างกัน คือ 0.161 และ 0.160 ต้นต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ โดยการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เชิงเดี่ยวและการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ร่วมกับมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชรูปแบบต่าง ๆ นั้น มีแนวโน้มทำให้ปริมาณการสูญเสียดินต่ำกว่าการปล่อยดินให้ว่างเปล่า อาจเนื่องมาจากความหนาแน่นและลักษณะการปกคลุมดินของพืชต่างกัน ซึ่งการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เชิงเดี่ยวโดยไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำนั้น ด้วยลักษณะของต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ลำต้นตั้งตรง มีใบแยกออกจากลำต้นในลักษณะที่เป็นเกลียวโดยรอบ และมีใบที่ทำมุมเฉียงขึ้นกับลำต้น เมื่อฝนตกลงมาผ่านเรือนยอดหรือทรงพุ่มของต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จึงทำให้เป็นตัวรวบรวมน้ำฝนลงมาถึงโคนต้นอย่างรวดเร็วด้วยปริมาณที่มาก จึงมีโอกาสทำให้เกิดการสูญเสียดินได้มากกว่า ส่วนการปลูกถั่วเขียวแซมระหว่างแถวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และการปลูกถั่วเขียวสลับเป็นแถบกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ช่วยทำให้เรือนยอดของพืชหนาแน่นมากขึ้นและมีลักษณะการปกคลุมดินติดต่อกันในช่วงฤดูฝนระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงต้นเดือนกันยายน 2560 จึงทำให้เกิดการสูญเสียดินน้อยกว่า ในขณะที่การปลูกถั่วเขียวหมุนเวียนกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และการปลูกแนวรั้วหญ้าแฝก แม้ว่าในช่วงฤดูฝนจะมีความหนาแน่นของพืชพรรณและลักษณะการปกคลุมดินใกล้เคียงกับการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เชิงเดี่ยว แต่ทว่าในช่วงฤดูหนาวระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2560 ถึงเดือนมกราคม 2561 มีถั่วเขียวซึ่งปลูกเป็นพืชหมุนเวียนขึ้นปกคลุมดินหนาแน่น ส่วนแนวรั้วหญ้าแฝกบริเวณท้ายแปลงสามารถช่วยดักตะกอนดินเอาไว้ได้ จึงทำให้เกิดการสูญเสียดินลดลง สำหรับการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เหลื่อมฤดูกับถั่วเขียว และการปลูกถั่วพรีเป็นพืชปุ๋ยสดร่วมกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ทำให้มีปริมาณการสูญเสียดินน้อยกว่าตัวรับการทดลองอื่น ๆ นั้น อาจเนื่องจากมีพืชและสิ่งปกคลุมดินหนาแน่นและมีลักษณะการคลุมดินติดต่อกันยาวนานตลอดช่วงการเพาะปลูกระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม 2560 ซึ่งเป็นช่วงฤดูฝนที่มีฝนตกหนักเบาเป็นบางเดือน โดยมีปริมาณน้ำฝนรายเดือนเฉลี่ย 83.4 50.7 118.5 145.0 104.2 และ 103.3 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตารางภาคผนวกที่ 3 และภาพภาคผนวกที่ 6) โดยปริมาณน้ำฝนนับเป็นตัวการสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของดินเพิ่มมากขึ้นหากปราศจากพืชและสิ่งปกคลุมดิน นอกจากนี้พืชสดยังมีส่วนช่วยปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดินให้ดีขึ้น จึงมีโอกาช่วยเพิ่มการซึมซับน้ำของดิน ทำให้การสูญเสียดินน้อยลง ซึ่งสอดคล้องกับ Frevert, *et al.*, (1955) รายงานว่าพืชและสิ่งปกคลุมดินนับว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญในการป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน ช่วยดูดซับและลดแรงปะทะของเม็ดฝน ชะลอการไหลของน้ำไหลบ่าหน้าดินให้ช้าลง ทั้งช่วยทำให้ดินจับกันเป็นก้อนดีขึ้น เพิ่มปริมาณช่องว่างในดินจึงทำให้น้ำมีโอกาสซึมลงดินได้มากขึ้น เช่นเดียวกับ Bayer (1965) ที่รายงานว่พืชพรรณเป็นปัจจัยสำคัญในการป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน เนื่องจากช่วยลดความรุนแรงอันเนื่องมาจากพลังงานของเม็ดฝน ลดความเร็วของน้ำไหลบ่า ในขณะเดียวกันยังช่วยเพิ่มสมบัติในการซาบซึมน้ำของดิน

ตารางที่ 5 ปริมาณการสูญเสียดินภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกันในระบบการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อินทรีย์ ฤดูปลูก 2560/61

ดำรับการทดลอง	อัตราการสูญเสียดิน ต้นต่อไร่ต่อปี	ระดับชั้นความรุนแรง ของการสูญเสียดิน
แปลงว่างเปล่า	^{1/} 0.213a	น้อยมาก ^{2/}
ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ	0.175ab	น้อยมาก ^{2/}
ปลูกพืชหมุนเวียน	0.168ab	น้อยมาก ^{2/}
ปลูกพืชแซม	0.174ab	น้อยมาก ^{2/}
ปลูกพืชสลับเป็นแถบ	0.171ab	น้อยมาก ^{2/}
ปลูกพืชเหลื่อมฤดู	0.161b	น้อยมาก ^{2/}
ปลูกพืชปุ๋ยสด	0.160b	น้อยมาก ^{2/}
ปลูกแนวรั้วหญ้าแฝก	0.173ab	น้อยมาก ^{2/}
เฉลี่ย	0.175	
F-test	0.0250	
C.V. (%)	8.95	

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

$P < 0.05$ หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

^{1/} ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ

^{2/} ระดับชั้นความรุนแรงของการสูญเสียดิน หน่วยเป็นต้นต่อไร่ต่อปี

น้อยมาก = 0-2, น้อย = 2-5, ปานกลาง = 5-15, รุนแรง = 15-20, รุนแรงมาก = >20

เมื่อพิจารณาการสูญเสียดินจากแปลงทดลองทั้งหมด จัดว่าปริมาณการสูญเสียดินในระบบการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อินทรีย์ในจังหวัดนครราชสีมา ค่าเฉลี่ย 0.175 ต้นต่อไร่ จัดอยู่ในระดับน้อยมาก (very slight) ถือว่าอยู่ในระดับการสูญเสียดินที่ยอมรับได้ (soil loss tolerance) คือ ไม่เกิน 2 ต้นต่อไร่ต่อปี เมื่อเทียบกับเกณฑ์การสูญเสียดินของกรมพัฒนาที่ดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2558) นั้นย่อมแสดงให้เห็นว่าการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ร่วมกับการทำมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชแบบต่าง ๆ มีส่วนช่วยลดปริมาณการสูญเสียดินได้มากกว่าการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เชิงเดี่ยว หรือการปล่อยพื้นที่ให้ว่างเปล่า โดย Lima *et al.*, (2018) พบว่าการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แซมด้วยถั่วพรางทำให้มีการสูญเสียตะกอนดินน้อยกว่าการปลูกพืชเชิงเดี่ยว ส่วน Takim (2012) รายงานว่าการปลูกถั่วพุ่มแซมระหว่างแถวของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สามารถช่วยลดจำนวนวัชพืชและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ที่ดินได้มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับปลูกพืชเชิงเดี่ยว ในขณะที่ Kasivivat *et al.*, (2004) พบว่าการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่คลุมด้วยเศษซากพืชเพื่อเป็นวัสดุอินทรีย์นั้นทำให้ผลผลิตข้าวโพดเฉลี่ยสูงสุด และยังพบว่าแถบของหญ้าแฝกที่ปลูกกันตามแนวระดับช่วยลดการพังทลายของดินและสามารถกักเก็บความชื้นในดินได้ดี

นอกจากนี้ยังคล้ายคลึงกับการศึกษาของ ธวัชชัย และคณะ (2563) ที่พบว่าการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ร่วมกับการปลูกถั่วเหลือง กล้วยาแฟและการใช้ปุ๋ยชีวภาพไมคอร์ไรซาส่งผลให้มีปริมาณการสูญเสียดิน 0.15 ตันต่อไร่ต่อปี ซึ่งการสูญเสียดินในระดับนี้ไม่ทำให้สมรรถนะของดินสำหรับการเกษตรเปลี่ยนแปลงตลอดระยะเวลา 25 ปี แต่ถ้าค่าการสูญเสียดินที่สูงกว่าระดับน้ำจะมีผลเสียหายต่อคุณภาพดินและผลผลิตพืชในระยะยาว ไม่มีความมั่นคงทางเศรษฐกิจ และจำเป็นอย่างยิ่งต้องมีการอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสม อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Pansak *et al.*, (2008) ซึ่งได้ทดลองปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ภายใต้ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ โดยปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ร่วมกับแถบหญ้าแฝก ในปีที่ 3 มีปริมาณการสูญเสียดินน้อยกว่าปีที่ 1 และปีที่ 2 ถึง 20 เท่า เนื่องจากหญ้าแฝกมีบทบาทในการช่วยชะลอน้ำไหลบ่าหน้าดิน และช่วยลดการสูญเสียหน้าดินได้ดี และยังมีรายงานอื่นที่แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพเชิงบวกของหญ้าแฝกในระบบการปลูกพืช โดยรายงานของ Oshunsanya and Aliku (2007) กล่าวว่า หญ้าแฝกมีบทบาทสำคัญในการชะลอน้ำและยังช่วยกระจายน้ำในพื้นที่การเกษตร ลดการตกตะกอนของระบบระบายน้ำ และลดสารเคมีเกษตรไหลลงในแหล่งน้ำ

ทั้งนี้จากข้อมูลปริมาณการสูญเสียดินที่วัดได้จริงจากแปลงทดลองการสูญเสียดินและน้ำในภาคสนามภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน ทำให้สามารถนำมาประเมินค่าปัจจัยการจัดการพืช (cropping management factor, C) และค่าปัจจัยมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ (conservation practice factor, P) ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการสูญเสียดินจากการชะล้างพังทลายของดิน ผลการศึกษาพบว่าค่าปัจจัยการจัดการพืชและค่าปัจจัยมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ มีค่าเฉลี่ย 0.79 และ 0.79 ขณะที่แปลงว่างเปล่าซึ่งไม่มีพืชปกคลุมดินและไม่ได้ดำเนินการจัดทำมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำใด ๆ ดังนั้นค่าปัจจัยการจัดการพืชและค่าปัจจัยมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ ควรพิจารณาให้มีค่าสูงสุด (1.00) เช่นเดียวกัน (ตารางที่ 6) แสดงให้เห็นว่าการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ร่วมกับมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชรูปแบบต่าง ๆ สามารถที่จะช่วยลดหรือป้องกันการสูญเสียดินได้อย่างมีประสิทธิภาพประมาณ 79 เปอร์เซ็นต์ ของแปลงที่ปล่อยไว้ว่างเปล่าภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ซึ่งข้อมูลที่ได้นี้เป็นเพียงค่าข้อมูลในเบื้องต้นเท่านั้น ยังไม่สามารถนำไปใช้อ้างอิงได้ ทั้งนี้ข้อมูลค่าปัจจัยการจัดการพืชและค่าปัจจัยมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่ได้จากการศึกษาจากแปลงทดลองในสนามของประเทศไทยยังมีอยู่น้อยมาก เนื่องจากต้องมีการทดลองอย่างต่อเนื่องหลายปีและควรกระจายให้ทั่วพื้นที่หลาย ๆ แห่ง

ตารางที่ 6 ค่าปัจจัยการจัดการพืช (cropping management factor, C) และค่าปัจจัยมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ (conservation practice factor, P) จากแปลงทดลองการสูญเสียดินและน้ำ จังหวัดนครราชสีมา

ดำรับการทดลอง	ค่าปัจจัยการจัดการพืช (C-Factor)	ค่าปัจจัยมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ (P-Factor)
แปลงว่างเปล่า	1.00	1.00
ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ	0.82	0.82
ปลูกพืชหมุนเวียน	0.79	0.79
ปลูกพืชแซม	0.82	0.82
ปลูกพืชสลับเป็นแถบ	0.80	0.80
ปลูกพืชเหลื่อมฤดู	0.76	0.76
ปลูกพืชปุ๋ยสด	0.75	0.75
ปลูกแนวรั้วหญ้าแฝก	0.81	0.81
เฉลี่ย	0.79	0.79

2.2 สมบัติทางเคมีของตะกอนดิน

เมื่อพิจารณาสมบัติทางเคมีของตะกอนดินที่สูญเสียออกไปจากแปลงทดลอง พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยความเป็นกรดเป็นด่างของตะกอนดินมีค่าเฉลี่ย 7.8-8.3 จัดว่าเป็นด่างเล็กน้อยถึงเป็นด่างปานกลาง ปริมาณอินทรีย์วัตถุในตะกอนดิน มีค่าระหว่าง 2.41-3.19 เปอร์เซ็นต์ จัดอยู่ในระดับปานกลางถึงค่อนข้างสูง ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในตะกอนดินมีค่าระหว่าง 0.120-0.157 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในตะกอนดิน มีค่าระหว่าง 16.5-44.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จัดอยู่ในระดับสูง ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ มีค่าระหว่าง 1,238-2,144 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จัดอยู่ในระดับสูงมาก ปริมาณแคลเซียม มีค่าระหว่าง 2,518-4,197 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เฉลี่ย 3,256 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จัดอยู่ในระดับสูงมาก และปริมาณแมกนีเซียม มีค่าระหว่าง 133-189 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จัดอยู่ในระดับปานกลาง (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 สมบัติทางเคมีของตะกอนดินภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกันในระบบการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อินทรีย์ ฤดูปลูก 2560/61

ดำรับการทดลอง	ความ เป็นกรด เป็นด่าง	อินทรีย์ วัตถุ (เปอร์เซ็นต์)	ไนโตรเจน ทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์)	ฟอสฟอรัส (-----มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม-----)	โพแทสเซียม	แคลเซียม	แมกนี เซียม
แปลงว่างเปล่า	8.1	3.13	0.153	44.1	2,144	4,197	189
ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ	8.3	3.19	0.157	32.3	1,814	2,762	161
ปลูกพืชหมุนเวียน	7.9	2.91	0.147	28.4	1,264	2,626	164
ปลูกพืชแซม	8.0	2.58	0.130	22.1	1,583	3,673	175
ปลูกพืชสลับเป็นแถบ	8.2	2.41	0.120	16.5	1,482	2,518	155
ปลูกพืชเหลื่อมฤดู	8.1	2.50	0.123	22.4	1,946	3,582	137
ปลูกพืชปุ๋ยสด	7.8	2.83	0.143	25.9	1,199	3,710	157
ปลูกแนวรั้วหญ้าแฝก	7.8	2.78	0.140	30.2	1,238	2,981	133
เฉลี่ย	8.0	2.79	0.139	27.8	1,584	3,256	159
F-test	0.8055	0.6416	0.6849	0.5597	0.1097	0.1553	0.4111
C.V. (%)	5.09	20.47	20.39	57.73	26.61	23.93	19.07

หมายเหตุ: ค่า F-test $P > 0.05$ หมายถึง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

2.3 การสูญเสียธาตุอาหารพืช

จากการประเมินปริมาณธาตุอาหารหลักที่สูญเสียไปกับตะกอนดินหลังการทดลองในปี 2561 พบว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในตะกอนดินแต่ละดำรับการทดลองแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนปริมาณไนโตรเจนและโพแทสเซียมในตะกอนดินแต่ละดำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 8) โดยแปลงว่างเปล่าซึ่งปราศจากสิ่งปกคลุมดินมีแนวโน้มทำให้มีปริมาณการสูญเสียไนโตรเจนมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 33.08 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เชิงเดี่ยวทำให้ปริมาณการสูญเสียไนโตรเจน มีค่าเฉลี่ย 28.11 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ร่วมกับการทำมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำรูปแบบต่าง ๆ ประกอบด้วย การปลูกถั่วเขียวหมุนเวียนกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ การปลูกถั่วเขียวแซมระหว่างแถวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ การปลูกถั่วเขียวสลับเป็นแถบบนกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ การปลูกถั่วพรีเป็นพืชปุ๋ยสดร่วมกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และการปลูกแนวรั้วหญ้าแฝก ทำให้ปริมาณการสูญเสียไนโตรเจนใกล้เคียงกัน มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 20.62-24.34 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เหลื่อมฤดูกับถั่วเขียวมีแนวโน้มทำให้ปริมาณการสูญเสียไนโตรเจนน้อยที่สุด มีค่าเฉลี่ย 19.47 กิโลกรัมต่อไร่ ทั้งนี้ไนโตรเจนเป็นธาตุที่เปลี่ยนแปลงรูปหรือแปรสภาพได้ตลอดเวลาจึงเกิดการสูญเสียไนโตรเจนโดยการชะละลาย (leaching) ไปกับปริมาณน้ำฝนที่ตกนั่นเอง

ตารางที่ 8 การสูญเสียธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม) จากการชะล้างพังทลายของดิน ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกันในระบบการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อินทรีย์ ฤดูปลูก 2560/61

ดำรับการทดลอง	การสูญเสียดิน ไนโตรเจน	ฟอสฟอรัส	โพแทสเซียม	รวม	
	(-----กิโลกรัมต่อไร่-----)				
แปลงว่างเปล่า	^{1/} 213.27a	33.08	^{1/} 0.2133a	2.14	^{1/} 35.43a
ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ	175.29ab	28.11	0.1753ab	1.82	30.10ab
ปลูกพืชหมุนเวียน	168.37ab	24.34	0.1683ab	1.26	25.78ab
ปลูกพืชแซม	173.95ab	22.43	0.1737ab	1.58	24.19ab
ปลูกพืชสลับเป็นแถบ	171.27ab	20.62	0.1713ab	1.48	22.27ab
ปลูกพืชเหลื่อมฤดู	161.34b	19.47	0.1617b	1.95	21.57b
ปลูกพืชปุ๋ยสด	160.45b	22.79	0.1603b	1.20	24.15ab
ปลูกแนวรั้วหญ้าแฝก	172.53ab	23.93	0.1727ab	1.24	25.34ab
เฉลี่ย	174.56	24.35	0.1746	1.58	26.10
F-test	0.0251	0.0673	0.0250	0.1077	0.0418
C.V. (%)	8.96	19.65	8.95	26.54	17.76

หมายเหตุ: ค่า F-test $P < 0.05$ หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

^{1/}ตัวเลขในสควมเดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ

ในตารางที่ 8 จะเห็นได้ว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในตะกอนดินแต่ละดำรับการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยแปลงว่างเปล่าซึ่งปราศจากสิ่งปกคลุมผิวดินมีแนวโน้มทำให้มีปริมาณการสูญเสียฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในตะกอนดินมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 0.2133 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เชิงเดี่ยวโดยไม่มีการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชใด ๆ การปลูกถั่วเขียวแซมระหว่างแถวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ การปลูกแนวรั้วหญ้าแฝก การปลูกถั่วเขียวสลับเป็นแถบบนข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และการปลูกถั่วเขียวหมุนเวียนกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ทำให้มีปริมาณการสูญเสียฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในตะกอนดินไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 0.1683-0.1753 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เหลื่อมฤดูกับถั่วเขียว และการปลูกถั่วพรางเป็นพืชปุ๋ยสดร่วมกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ทำให้มีปริมาณการสูญเสียฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในตะกอนดินน้อยที่สุดไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 0.1603-0.1617 กิโลกรัมต่อไร่

สำหรับปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในตะกอนดิน พบว่าแปลงว่างเปล่าซึ่งปราศจากสิ่งปกคลุมผิวดินมีแนวโน้มทำให้มีปริมาณการสูญเสียโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในตะกอนดินมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 2.14 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เหลื่อมฤดูกับถั่วเขียว และการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เชิงเดี่ยวโดยไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชใด ๆ ทำให้มีปริมาณการสูญเสียโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในตะกอนดิน มีค่าเฉลี่ย 1.95 และ 1.82 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนการปลูกถั่วเขียวแซมระหว่างแถวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และการปลูกถั่วเขียวสลับเป็นแถบกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ทำให้มีปริมาณการสูญเสียโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในตะกอนดิน มีค่าเฉลี่ย 1.58 และ 1.48 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ สำหรับการปลูกถั่วเขียวหมุนเวียนกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ การปลูกถั่วพรีเป็นพืชปุ๋ยสดร่วมกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และการปลูกแนวร้วหญ้าแฝก ทำให้มีปริมาณการสูญเสียโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในตะกอนดินมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.20-1.26 กิโลกรัมต่อไร่

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาปริมาณธาตุอาหารหลักรวมทั้งหมดที่สูญเสียไปกับตะกอนดินหลังการทดลอง ปี 2561 พบว่าแต่ละตำรับการทดลองแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยแปลงว่างเปล่าซึ่งปราศจากสิ่งปกคลุมผิวดินมีแนวโน้มทำให้มีปริมาณการสูญเสียธาตุอาหารหลักในตะกอนดินมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 35.43 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เชิงเดี่ยว การปลูกถั่วเขียวหมุนเวียนกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ การปลูกถั่วเขียวแซมระหว่างแถวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ การปลูกถั่วเขียวสลับเป็นแถบกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ การปลูกถั่วพรีเป็นพืชปุ๋ยสดร่วมกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และการปลูกแนวร้วหญ้าแฝก ที่มีปริมาณการสูญเสียธาตุอาหารหลักในตะกอนดินไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 22.27-30.10 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เหลื่อมฤดูกับถั่วเขียว ทำให้ปริมาณการสูญเสียธาตุอาหารหลักในตะกอนดินน้อยที่สุด มีค่าเฉลี่ย 21.57 กิโลกรัมต่อไร่ ทั้งนี้พบว่าตำรับการทดลองที่มีการปลูกพืชร่วมมีปริมาณการสูญเสียธาตุอาหารหลักในปริมาณที่ต่ำกว่า การปล่อยดินให้ว่างเปล่ารวมทั้งการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เชิงเดี่ยวโดยที่ไม่มีการทำมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชใด ๆ เนื่องมาจากการปลูกพืชร่วมนั้นมีการดูดใช้ธาตุอาหารพืชในดินไปใช้ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ นิติพัฒน์ (2556) พบว่าการปลูกยางพาราบนเขาทองมีปริมาณไนโตรเจนที่สูญเสียไปมากถึง 1,716 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่มีปริมาณการสูญเสียฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมเท่ากับ 0.04 และ 0.47 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ และสอดคล้องกับการศึกษาของ ฐานชนก (2558) พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินเกิดการสูญเสียไปกับตะกอนดินได้มากที่สุด รองลงมาคือโพแทสเซียมและฟอสฟอรัส ตามลำดับ และการปลูกพืชร่วมกับการทำมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำสามารถช่วยลดการสูญเสียธาตุอาหารไปกับน้ำไหลบ่าได้ดีกว่าการไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ และพบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการสูญเสียธาตุอาหารกับปริมาณการสูญเสียดินและน้ำไหลบ่า

2.4 มูลค่าการสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์

จากการประเมินมูลค่าการสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์ของธาตุอาหารหลักทั้งไนโตรเจน ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้จากตะกอนดินภายหลังการทดลองในปี 2561 เมื่อเปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียเป็นจำนวนเงินจากราคาของแม่ปุ๋ย ได้แก่ ปุ๋ยยูเรีย (สูตร 46-0-0) ราคาตันละ 11,834 บาท ปุ๋ยฟอสเฟต (DAP, 18-46-0) ราคาตันละ 18,877 บาท และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (สูตร 0-0-60) ราคาตันละ 16,351 บาท พบว่าธาตุอาหารหลักที่มีมูลค่าการสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์ที่สูงที่สุด ได้แก่ ไนโตรเจน รองลงมาคือ โพแทสเซียม และฟอสฟอรัส ตามลำดับ โดยมูลค่าการสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์ของธาตุฟอสฟอรัสเมื่อคิดเป็นเงินแต่ละตำรับการทดลองแสดง

ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนมูลค่าการสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์ของธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียมแต่ละตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 มูลค่าการสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์ของธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม) ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน ฤดูปลูก 2560/61

ตำรับการทดลอง	มูลค่าการสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์คิดเป็นเงิน (บาทต่อไร่)			
	ไนโตรเจน	ฟอสฟอรัส	โพแทสเซียม	รวม
แปลงว่างเปล่า	391.31	4.03a	35.05	^{1/} 430.38a
ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ	332.55	3.31ab	29.67	365.52ab
ปลูกพืชหมุนเวียน	287.98	3.18b	20.67	311.83ab
ปลูกพืชแซม	265.37	3.28ab	25.88	294.54ab
ปลูกพืชสลับเป็นแถบ	243.94	3.23ab	24.23	271.40ab
ปลูกพืชเหลื่อมฤดู	230.31	3.05b	31.82	265.17b
ปลูกพืชปุ๋ยสด	269.60	3.03b	19.60	292.23ab
ปลูกแนวรั้วหญ้าแฝก	283.08	3.26ab	20.24	306.58ab
เฉลี่ย	288.02	3.29	25.89	317.21
F-test	0.0672	0.0240	0.1098	0.0346
C.V. (%)	19.65	8.91	26.60	17.12

หมายเหตุ: ค่า F-test $P < 0.05$ หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

^{1/} ตัวเลขในส้อมเดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ

ในตารางที่ 9 แสดงให้เห็นว่าแปลงว่างเปล่าซึ่งปราศจากพืชและสิ่งปกคลุมดินมีมูลค่าการสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์คิดเป็นเงินรวมสูงที่สุด เท่ากับ 430.38 บาทต่อไร่ รองลงมาคือ การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เชิงเดี่ยวมีมูลค่าการสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์คิดเป็นเงินรวม เท่ากับ 365.52 บาทต่อไร่ แต่ไม่พบความแตกต่างกับการปลูกถั่วเขียวหมุนเวียนกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ การปลูกถั่วเขียวแซมระหว่างแถวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ การปลูกถั่วเขียวสลับเป็นแถบบนกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ การปลูกถั่วพรีเป็นพืชปุ๋ยสดร่วมกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และการปลูกแนวรั้วหญ้าแฝก มีมูลค่าการสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์คิดเป็นเงินรวมอยู่ระหว่าง 271.40-311.83 บาทต่อไร่ ขณะที่การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เหลื่อมฤดูกับถั่วเขียวมีมูลค่าการสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์คิดเป็นเงินรวมต่ำที่สุด เท่ากับ 265.17 บาทต่อไร่

อย่างไรก็ตามหากพิจารณาเป็นรายธาตุ พบว่ามูลค่าการสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์ของธาตุไนโตรเจนแปลงว่างเปล่ามีมูลค่าการสูญเสียมากที่สุด เท่ากับ 391.31 บาทต่อไร่ รองลงมาคือการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เชิงเดี่ยวมีมูลค่าการสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์คิดเป็นเงิน เท่ากับ 332.55 บาทต่อไร่ ส่วนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ร่วมกับการทำมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่ การปลูกถั่วเขียวหมุนเวียนกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ การปลูกถั่วเขียวแซมระหว่างแถวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ การปลูกถั่วเขียวสลับเป็นแถบกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เลื่อมฤดูกับถั่วเขียว การปลูกถั่วพรีเป็นพืชปุ๋ยสดร่วมกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และการปลูกแนวร้วหญ้าแฝก มีมูลค่าการสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์คิดเป็นเงินอยู่ระหว่าง 230.31-287.98 บาทต่อไร่

สำหรับมูลค่าการสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์ของธาตุฟอสฟอรัสเมื่อคิดเป็นเงินพบว่าแปลงว่างเปล่ามีมูลค่าการสูญเสียมากที่สุด เท่ากับ 4.03 บาทต่อไร่ แต่ไม่พบความแตกต่างกับการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เชิงเดี่ยว การปลูกถั่วเขียวแซมระหว่างแถวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ การปลูกถั่วเขียวสลับเป็นแถบกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และการปลูกแนวร้วหญ้าแฝก มีมูลค่าการสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์คิดเป็นเงินระหว่าง 3.23-3.31 บาทต่อไร่ ส่วนการปลูกถั่วเขียวหมุนเวียนกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เลื่อมฤดูกับถั่วเขียว และการปลูกถั่วพรีเป็นพืชปุ๋ยสดร่วมกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มีมูลค่าการสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์คิดเป็นเงินระหว่าง 3.03-3.18 บาทต่อไร่ ส่วนมูลค่าการสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์ของธาตุโพแทสเซียมแปลงว่างเปล่าพบว่ามูลค่าการสูญเสียมากที่สุด เท่ากับ 35.05 บาทต่อไร่ ส่วนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เชิงเดี่ยว การปลูกถั่วเขียวหมุนเวียนกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ การปลูกถั่วเขียวแซมระหว่างแถวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ การปลูกถั่วเขียวสลับเป็นแถบกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เลื่อมฤดูกับถั่วเขียว การปลูกถั่วพรีเป็นพืชปุ๋ยสดร่วมกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และการปลูกแนวร้วหญ้าแฝก มีมูลค่าการสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์คิดเป็นเงินอยู่ระหว่าง 19.60-31.82 บาทต่อไร่

ทั้งนี้การสูญเสียธาตุอาหารพืชและมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการสูญเสียตะกอนดิน ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ จุฑารัตน์ และคณะ (2563) พบว่าการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยไม่มีการอนุรักษ์ดินและน้ำทำให้เกิดการสูญเสียดินและน้ำไหลบ่ามากที่สุด 0.50 ตันต่อไร่ และ 52.09 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ตามลำดับ ซึ่งส่งผลให้มูลค่าการสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์สูงที่สุด เท่ากับ 66.71 บาท ขณะที่วิธีการปลูกถั่วเขียวและแถบหญ้าแฝกที่มีการใส่ปุ๋ยชีวภาพไมคอร์ไรซาทำให้เกิดการสูญเสียดินและน้ำไหลบ่าน้อยที่สุด เท่ากับ 0.44 ตันต่อไร่ และ 46.29 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ คิดเป็นมูลค่าการสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์สูงที่สุด เท่ากับ 55.52 บาท และสอดคล้องกับรายงานของ สาธิต และคณะ (2563) พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติระหว่างการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่ที่มีและไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ โดยการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่ที่ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำทำให้เกิดการสูญเสียดิน เท่ากับ 26.84 ตันต่อไร่ต่อปี และสูญเสียธาตุอาหารหลักทั้งไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมจากการกร่อนดิน เท่ากับ 84.26 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นมูลค่าการสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์ที่เป็นเงินรวม เท่ากับ 2,949.10 บาทต่อปี เมื่อมีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีกลโดยการทำคันคูรับน้ำรอบเขาและคันดินแบบที่ 6 สามารถลดปริมาณการสูญเสียดิน การสูญเสียธาตุอาหาร และมูลค่าการสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์ เท่ากับ 49.11 53.90 และ 53.98 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และหากใช้มาตรการวิธีกลร่วมกับวิธีพืช โดยการปลูกหญ้าแฝกเป็นแถวตามแนวคันดินสามารถลดปริมาณการสูญเสียดิน การสูญเสียธาตุอาหาร และมูลค่าการสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์ เท่ากับ 60.77 67.12 และ 69.27 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

3. การเปลี่ยนแปลงความชื้นในดินและสมบัติดินบางประการ

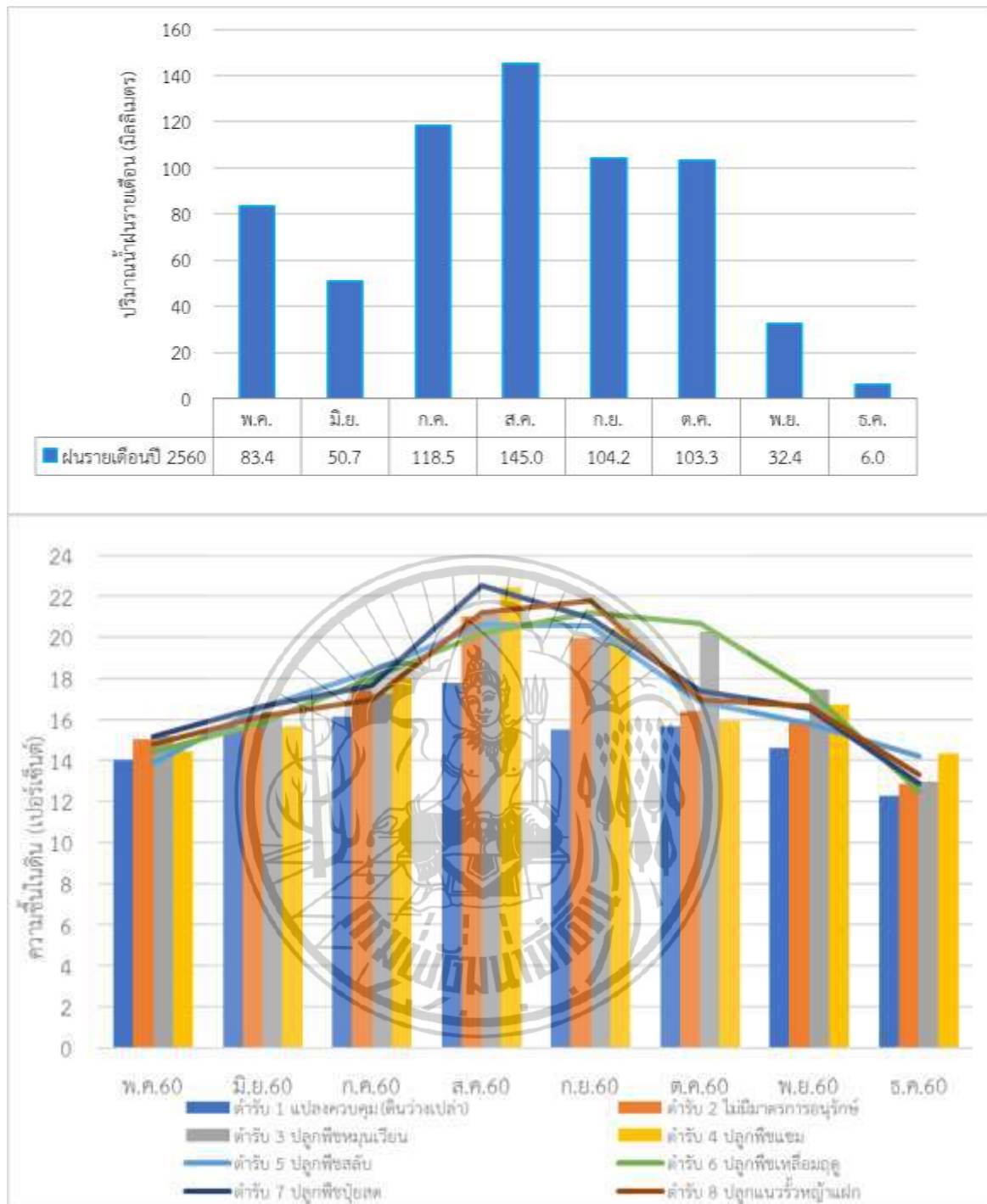
3.1 ความชื้นในดิน

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นในดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร จากผิวดิน ตลอดช่วงการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ซึ่งเป็นพืชหลัก รวมทั้งถั่วเขียวผิวน้ำที่ปลูกเป็นพืชรอง ถั่วพรางซึ่งปลูกเป็นพืชปุ๋ยสด และหญ้าแฝกที่ปลูกเพื่อเป็นแถบ ตามมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2560 ซึ่งเป็นช่วงเริ่มปลูก จนกระทั่งเดือนธันวาคม 2560 ซึ่งเป็นช่วงหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และถั่วเขียวผิวน้ำ พบว่าความชื้นในดินแต่ละตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยปริมาณความชื้นดินในเดือนพฤษภาคม 2560 มีค่าเฉลี่ย 14.62 เปอร์เซ็นต์ และความชื้นในดินมีแนวโน้มค่อย ๆ เพิ่มขึ้น จนมีค่าสูงสุดในเดือนสิงหาคม โดยมีค่าเฉลี่ย 20.87 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งความชื้นในดินมีความสอดคล้องกับปริมาณน้ำฝนที่มีค่าสูงสุดในเดือนเดียวกันซึ่งมีปริมาณน้ำฝนสูงสุด เท่ากับ 145 มิลลิเมตร จากนั้นความชื้นในดินจึงค่อย ๆ ลดลง จนมีค่าต่ำสุดในเดือนธันวาคม 2560 ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณน้ำฝนที่ลดลงมีค่าต่ำสุดเพียง 6 มิลลิเมตร (ตารางที่ 10 และภาพที่ 2) โดยที่แปลงว่างเปล่าซึ่งปราศจากพืชและสิ่งปกคลุมดินมีแนวโน้มทำให้ปริมาณความชื้นดินในแต่ละเดือนมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด ส่วนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เชิงเดี่ยวมีแนวโน้มทำให้มีปริมาณความชื้นในดินมีค่าเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น แต่มีค่าเฉลี่ยน้อยกว่าการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ร่วมกับการทำมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่ การปลูกถั่วเขียวหมุนเวียนกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ การปลูกถั่วเขียวแซมระหว่างแถวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ การปลูกถั่วเขียวสลับเป็นแถบบนกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เหลื่อมฤดูกับถั่วเขียว การปลูกถั่วพรางเป็นพืชปุ๋ยสดร่วมกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และการปลูกแนวรั้วหญ้าแฝก แต่อย่างไรก็ดีจะสังเกตเห็นว่าในเดือนมิถุนายนซึ่งข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีอายุประมาณ 1 เดือน จนถึงเดือนสิงหาคมซึ่งเป็นระยะออกดอก พบว่าการปลูกถั่วเขียวสลับเป็นแถบบนกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีแนวโน้มทำให้ความชื้นดินมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าการทำมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชรูปแบบอื่น แต่ในช่วงเดือนกันยายนซึ่งเป็นช่วงการเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จนถึงเดือนธันวาคม การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เหลื่อมฤดูกับถั่วเขียว มีแนวโน้มทำให้ความชื้นดินมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าการทำมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชรูปแบบอื่น อาจเนื่องจากการปลูกพืชแบบต่อเนื่องกันทำให้ผิวน้ำดินมีพืชปกคลุมดินตลอดช่วงฤดูฝนนั่นเอง ขณะที่มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชรูปแบบอื่น ๆ มีช่วงที่ปล่อยให้ผิวน้ำดินไม่มีพืชปกคลุมดิน ทั้งนี้ฝนที่ตกในพื้นที่ย่อมต้องมีผลต่อความชื้นในดิน ซึ่งมีผลต่อความสามารถในการซึมซับน้ำของดิน ซึ่งความชื้นในดินที่ได้รับอิทธิพลมาจากน้ำฝนนี้ อาจส่งผลต่อความคงทนของดิน (ความคงทนของดินนอกจากจะขึ้นอยู่กับสภาพธรรมชาติของดินเองแล้ว ยังขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำในดินและกิจกรรมต่าง ๆ ในการก่อกำเนิดดิน (Wooldridge (1964)

ตารางที่ 10 ปริมาณความชื้นดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกันในระบบการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อินทรีย์ ฤดูปลูก 2560/61

ตัวรับการทดลอง	ปริมาณความชื้นในดิน (เปอร์เซ็นต์)							
	พ.ค.60	มิ.ย.60	ก.ค.60	ส.ค.60	ก.ย.60	ต.ค.60	พ.ย.60	ธ.ค.60
แปลงว่างเปล่า	14.01	15.67	16.16	17.77	15.52	15.65	14.60	12.30
ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ	15.03	16.07	17.39	21.04	19.94	16.41	15.86	12.84
ปลูกพืชหมุนเวียน	15.18	16.34	17.24	21.13	20.03	20.25	17.46	12.99
ปลูกพืชแซม	14.47	15.69	18.00	22.46	20.45	15.95	16.70	14.36
ปลูกพืชสลับเป็นแถบ	13.87	16.58	18.33	20.63	20.58	16.88	15.77	14.20
ปลูกพืชเลื้อมฤดู	14.40	15.87	18.04	20.18	21.20	20.65	17.36	12.49
ปลูกพืชปุ๋ยสด	15.18	16.63	17.65	22.55	20.91	17.36	16.55	12.88
ปลูกแนวรั้วหญ้าแฝก	14.79	16.15	16.97	21.22	21.78	16.96	16.66	13.30
เฉลี่ย	14.62	16.12	17.47	20.87	20.05	17.51	16.37	13.17
F-test	0.9609	0.9873	0.5933	0.9741	0.0643	0.1841	0.8709	0.8496
C.V. (%)	11.90	9.69	7.68	26.44	10.43	14.32	15.24	14.60

หมายเหตุ: ค่า F-test $P > 0.05$ หมายถึง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ



ภาพที่ 2 ปริมาณความชื้นดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกันในระบบการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อินทรีย์ ฤดูปลูก 2560/61

3.2 ความหนาแน่นรวมของดิน

ความหนาแน่นรวมของดินภายหลังการทดลองในปี 2561 ดินที่ความลึกระดับรากพืช คือ ดินบน 0-15 เซนติเมตร และดินล่าง 15-30 เซนติเมตร ทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 11 และภาพที่ 3) โดยพบว่าความหนาแน่นรวมของดินบน 0-15 เซนติเมตร มีค่าระหว่าง 1.39-1.51 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ย 1.45 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร มีแนวโน้มลดลงจากก่อนการทดลองที่มีค่าเฉลี่ย 1.48 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เหลื่อมฤดูกับถั่วเขียว และการปลูกถั่วพรีเป็นพืชปุ๋ยสดร่วมกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มีแนวโน้มลดลงเท่ากัน คือ 1.39 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร รองลงมาคือการปลูกถั่วเขียวสลับเป็นแถบกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มีค่าเฉลี่ย 1.41 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร การปลูกถั่วเขียวแซมระหว่างแถวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และการปลูกแนวรั้วหญ้าแฝก มีค่าเฉลี่ยเท่ากัน คือ 1.47 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตำรับที่ 3 ปลูกพืชหมุนเวียน การปลูกถั่วเขียวหมุนเวียนกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มีค่าเฉลี่ย 1.48 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร โดยที่แปลงว่างเปล่าซึ่งปราศจากสิ่งปกคลุมผิวดิน และการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เชิงเดี่ยว มีค่าเฉลี่ยเท่ากัน คือ 1.51 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร นั้นย่อมแสดงว่าการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ร่วมกับการทำมาตรการอนุรักษ์ดิน และน้ำรูปแบบต่าง ๆ ทำให้ค่าความหนาแน่นรวมของดินมีแนวโน้มลดลงมากกว่า เนื่องจากมีประสิทธิภาพการคลุมดินที่มากกว่านั่นเอง สำหรับความหนาแน่นของดินล่าง 0-30 เซนติเมตร มีค่าระหว่าง 1.43-1.55 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ย 1.50 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งมีแนวโน้มลดลงจากก่อนการทดลองมีค่าเฉลี่ย 1.55 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร โดยการปลูกถั่วพรีเป็นพืชปุ๋ยสดร่วมกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มีแนวโน้มลดลงมากที่สุด คือ 1.43 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร รองลงมาคือ การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เหลื่อมฤดูกับถั่วเขียว มีค่าเฉลี่ย 1.48 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ส่วนการปลูกถั่วเขียวสลับเป็นแถบกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และการปลูกแนวรั้วหญ้าแฝก มีค่าเฉลี่ยเท่ากัน คือ 1.49 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร การปลูกถั่วเขียวแซมระหว่างแถวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มีค่าเฉลี่ย 1.50 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เชิงเดี่ยวโดยไม่มีการอนุรักษ์ดินและน้ำ และการปลูกถั่วเขียวหมุนเวียนกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากัน คือ 1.52 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ส่วนแปลงว่างเปล่าซึ่งปราศจากสิ่งปกคลุมผิวดิน มีค่าเฉลี่ย 1.55 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งมีค่าไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ทั้งนี้ความหนาแน่นรวมของดินที่ลดลงอาจเป็นผลมาจากการสับกลบตอซังข้าวโพดบางส่วน รวมทั้งแปลงที่มีการสับกลบพืชปุ๋ยสดเพื่อปรับปรุงบำรุงดิน เป็นการเพิ่มอินทรีย์วัตถุให้กับดิน ทำให้โครงสร้างของเม็ดดินมีความเสถียรมากขึ้น ความหนาแน่นรวมของดินจึงลดลง เก็บความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้มากขึ้น

ตารางที่ 11 ความหนาแน่นรวมของดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร และ 15-30 เซนติเมตร จากผิวดิน หลังการเก็บเกี่ยวฤดูปลูก 2560/61

ตำรับการทดลอง	ความหนาแน่นรวมของดิน (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)	
	0-15 เซนติเมตร	15-30 เซนติเมตร
ดินก่อนทดลอง	1.48	1.55
แปลงว่างเปล่า	1.51	1.55
ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ	1.51	1.52
ปลูกพืชหมุนเวียน	1.48	1.52
ปลูกพืชแซม	1.47	1.50
ปลูกพืชสลับเป็นแถบ	1.41	1.49
ปลูกพืชเหลื่อมฤดู	1.39	1.48
ปลูกพืชปุ๋ยสด	1.39	1.43
ปลูกแนวรั้วหญ้าแฝก	1.47	1.49
เฉลี่ย	1.45	1.50
F-test	0.2683	0.1688
C.V. (%)	4.99	3.16

หมายเหตุ: ค่า F-test $P > 0.05$ หมายถึง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ



ภาพที่ 3 ความหนาแน่นรวมของดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร และ 15-30 เซนติเมตร จากผิวดิน หลังการเก็บเกี่ยวฤดูปลูก 2560/61

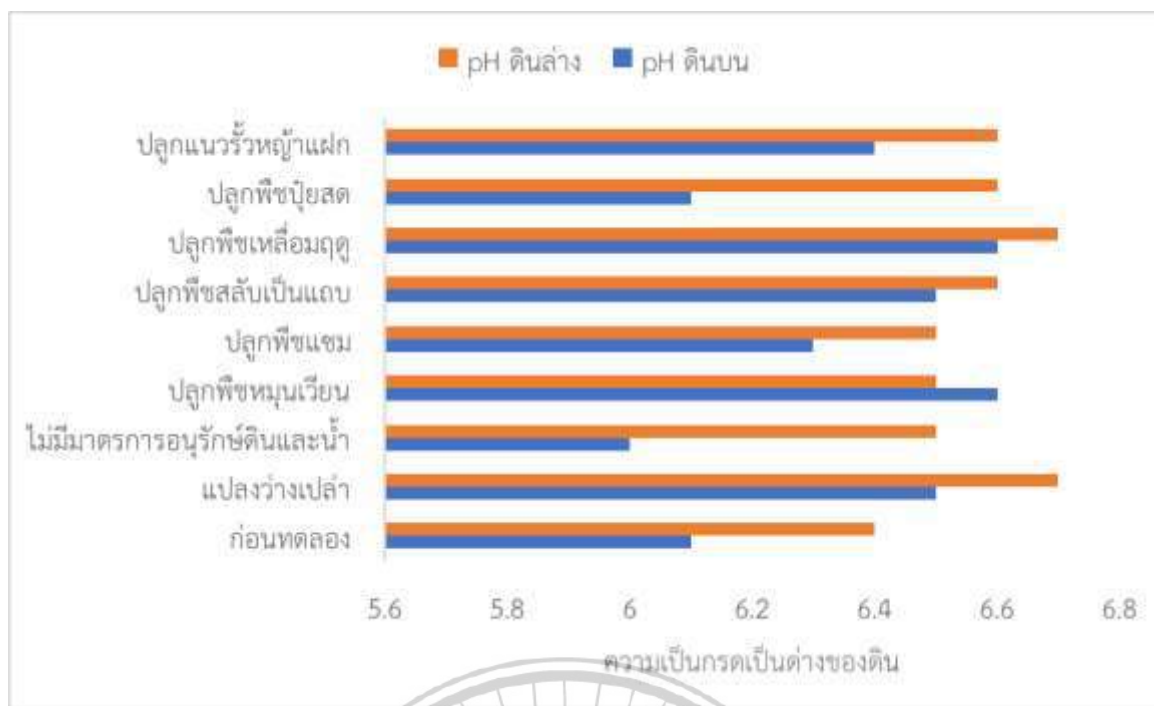
3.3 ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน

ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินภายหลังการทดลองในปี 2561 ดินที่ความลึกระดับรากพืช คือ ดินบน 0-15 เซนติเมตร และดินล่าง 15-30 เซนติเมตร ทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 12 และภาพที่ 4) โดยพบว่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินบน 0-15 เซนติเมตร มีค่าระหว่าง 6.0-6.6 จัดว่าเป็นกรดปานกลางถึงเป็นกลาง ซึ่งมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้นจากก่อนการทดลอง คือ 6.1 จัดว่าเป็นกรดเล็กน้อย ส่วนความเป็นกรดเป็นด่างของดินล่าง 15-30 เซนติเมตร มีค่าระหว่าง 6.5-6.7 เฉลี่ย 6.6 จัดว่าเป็นกรดเล็กน้อยถึงเป็นกลาง ซึ่งมีแนวโน้มทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้นจากก่อนการทดลอง คือ 6.4 จัดว่าเป็นกรดเล็กน้อย ทั้งนี้การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ร่วมกับการทำมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่ การปลูกถั่วเขียวหมุนเวียนกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ การปลูกถั่วเขียวแซมระหว่างแถวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ การปลูกถั่วเขียวสลับเป็นแถบกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เลื่อมฤดูกับถั่วเขียว การปลูกถั่วพรางเป็นพืชปุ๋ยสดร่วมกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และการปลูกแนวรั้วหญ้าแฝก ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ที่ดิน การไม่เผาเศษซากพืช แต่มีการนำเศษพืชคลุมดิน ตลอดจนมีเศษซากพืชร่วงหล่นลงดิน เมื่อมีการย่อยสลายจึงช่วยเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดินหรือฮิวมัสซึ่งมีบทบาทในการต้านทานการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเป็นด่างอย่างฉับพลันของดิน (ยงยุทธ และคณะ, 2551) ขณะที่แปลงว่างเปล่าซึ่งปราศจากสิ่งปกคลุมดิน และการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เชิงเดี่ยวโดยไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชใด ๆ ทำให้ความเป็นกรดเป็นด่างไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมมากนัก

ตารางที่ 12 ความเป็นกรดเป็นด่างและปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร และ 15-30 เซนติเมตร จากผิวดิน หลังการเก็บเกี่ยวฤดูปลูก 2560/61

ตำรับการทดลอง	ความเป็นกรดเป็นด่าง		ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (เปอร์เซ็นต์)	
	0-15 เซนติเมตร	15-30 เซนติเมตร	0-15 เซนติเมตร	15-30 เซนติเมตร
ดินก่อนทดลอง	6.1	6.4	1.76	1.54
แปลงว่างเปล่า	6.1	6.6	1.67	1.55
ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ	6.0	6.5	1.79	1.75
ปลูกพืชหมุนเวียน	6.6	6.5	1.95	1.77
ปลูกพืชแซม	6.3	6.5	2.01	1.78
ปลูกพืชสลับเป็นแถบ	6.5	6.6	2.01	1.88
ปลูกพืชเลื่อมฤดู	6.6	6.7	2.10	1.89
ปลูกพืชปุ๋ยสด	6.5	6.7	2.16	1.83
ปลูกแนวรั้วหญ้าแฝก	6.4	6.6	1.80	1.77
เฉลี่ย	6.4	6.6	1.94	1.90
F-test	0.0562	0.9513	0.3136	0.0631
C.V. (%)	3.76	3.73	13.08	6.41

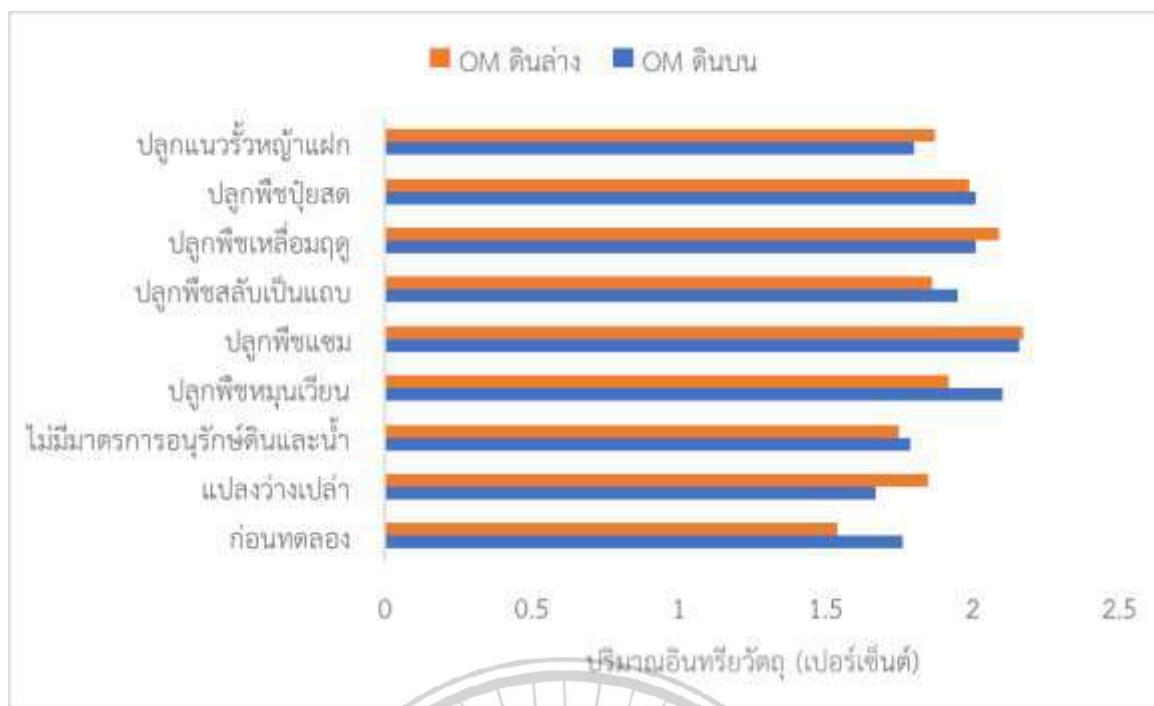
หมายเหตุ: ค่า F-test $P > 0.05$ หมายถึง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ



ภาพที่ 4 ความเป็นกรดเป็นด่างของดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร และ 15-30 เซนติเมตร จากผิวดิน หลังการเก็บเกี่ยวฤดูปลูก 2560/61

3.3 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน

ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินที่ความลึกระดับรากพืช คือ ดินบน 0-15 เซนติเมตร และ ดินล่าง 15-30 เซนติเมตร ภายหลังการทดลองในปี 2561 พบว่าทุกการทำการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 12 และภาพที่ 5) โดยพบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินบน 0-15 เซนติเมตร มีค่าระหว่าง 1.67-2.16 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ย 1.94 เปอร์เซ็นต์ จัดอยู่ในระดับปานกลาง โดยมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้นจากก่อนการทดลอง (1.76 เปอร์เซ็นต์) สำหรับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินล่าง 15-30 เซนติเมตร มีค่าระหว่าง 1.55-1.89 เปอร์เซ็นต์ จัดอยู่ในระดับปานกลาง โดยมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้นจากก่อนการทดลองเช่นกัน (1.54 เปอร์เซ็นต์) ทั้งนี้การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ร่วมกับการทำมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่ การปลูกถั่วเขียวหมุนเวียนกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ การปลูกถั่วเขียวแซมระหว่างแถวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ การปลูกถั่วเขียวสลับเป็นแถบกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เหลืองสดคู่กับถั่วเขียว การปลูกถั่วพรีเป็นพืชปุ๋ยสดร่วมกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และการปลูกแนวร้วหญ้าแฝก ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ที่ดินและทำให้มีเศษซากพืชร่วงหล่นลงดินจึงช่วยเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดิน ทั้งนี้ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากมวลชีวภาพของเศษซากพืชในระบบการปลูกพืชต่าง ๆ รวมทั้งมีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงร่วมด้วย ส่วนแปลงว่างเปล่าซึ่งปราศจากสิ่งปกคลุมผิวดิน พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากการไม่มีการปฏิบัติมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำและไม่มีเติมปุ๋ยลงไปในดิน เมื่อดินเกิดการชะล้างจึงพัดพาเอาหน้าดินซึ่งมีอินทรีย์วัตถุในดินออกไปด้วย ส่วนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เชิงเดี่ยวโดยไม่มีการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืช ทำให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินมีค่าใกล้เคียงกับก่อนการทดลอง



ภาพที่ 5 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร และ 15-30 เซนติเมตร จากผิวดิน หลังการเก็บเกี่ยวฤดูปลูก 2560/61

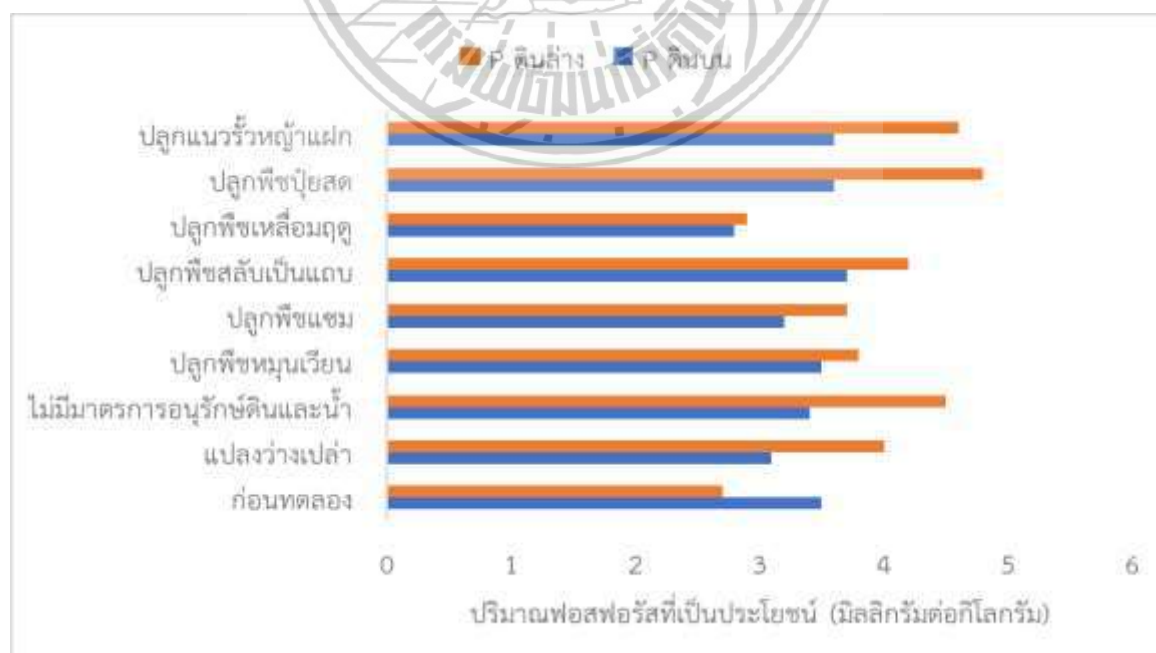
3.4 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน

ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินภายหลังการทดลองในปี 2561 ดินที่ความลึกระดับรากพืช คือ ดินบน 0-15 เซนติเมตร และดินล่าง 15-30 เซนติเมตร แต่ละตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 13 และภาพที่ 6) โดยพบว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินบน 0-15 เซนติเมตร มีค่าระหว่าง 2.8-3.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จัดอยู่ในระดับต่ำมากถึงระดับต่ำ ซึ่งมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้นจากก่อนการทดลอง คือ 3.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม อยู่ในระดับปานกลาง สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินล่าง 15-30 เซนติเมตร มีค่าระหว่าง 2.9-4.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าเฉลี่ย 4.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จัดอยู่ในระดับต่ำมากถึงระดับต่ำ โดยการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ร่วมกับการทำมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่ การปลูกถั่วเขียวหมุนเวียนกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ การปลูกถั่วเขียวสลับเป็นแถบกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ การปลูกถั่วพรีเป็นพืชปุ๋ยสดร่วมกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และการปลูกแนวรั้วหญ้าแฝก พบว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ส่วนแปลงว่างเปล่าซึ่งปราศจากสิ่งปกคลุมผิวดิน การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เชิงเดี่ยวที่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืช การปลูกถั่วเขียวแซมระหว่างแถวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เหลื่อมฤดูกับถั่วเขียว ทำให้ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินมีแนวโน้มลดลง

ตารางที่ 13 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร และ 15-30 เซนติเมตร จากผิวดิน หลังการเก็บเกี่ยวฤดูปลูก 2560/61

ดำรับการทดลอง	ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)		โพแทสเซียม (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	
	0-15 เซนติเมตร	15-30 เซนติเมตร	0-15 เซนติเมตร	15-30 เซนติเมตร
ดินก่อนทดลอง	3.5	2.7	424	319
แปลงว่างเปล่า	3.1	4.0	549	663
ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ	3.4	4.5	484	564
ปลูกพืชหมุนเวียน	3.5	3.8	407	675
ปลูกพืชแซม	3.2	3.7	588	616
ปลูกพืชสลับเป็นแถบ	3.7	4.2	459	551
ปลูกพืชเหลื่อมฤดู	2.8	2.9	534	674
ปลูกพืชปุ๋ยสด	3.6	4.8	463	604
ปลูกแนวร้วหญ้าแฝก	3.6	4.6	400	750
เฉลี่ย	3.4	4.1	485	637
F-test	0.2931	0.7306	0.4833	0.4547
C.V. (%)	13.71	31.555	24.25	17.70

หมายเหตุ : ค่า F-test $P > 0.05$ หมายถึง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ



ภาพที่ 6 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร และ 15-30 เซนติเมตร จากผิวดิน หลังการเก็บเกี่ยวฤดูปลูก 2560/61

3.5 ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน

ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินภายหลังการทดลองในปี 2561 ดินที่มีความลึกระดับรากพืช คือ ดินบน 0-15 เซนติเมตร และดินล่าง 15-30 เซนติเมตร ทุกตำรับการทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 13 และภาพที่ 7) โดยพบว่าปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินบน 0-15 เซนติเมตร มีค่าระหว่าง 400-588 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จัดอยู่ในระดับสูงมาก ซึ่งมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้นจากก่อนการทดลอง คือ 424 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม อยู่ในระดับสูงมากเช่นเดียวกัน โดยแปลงว่างเปล่าซึ่งปราศจากสิ่งปกคลุมผิวดิน การปลูกถั่วเขียวแซมระหว่างแถวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ การปลูกถั่วเขียวสลับเป็นแถบกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เหลื่อมฤดูกับถั่วเขียว และการปลูกถั่วพรีเป็นพืชปุ๋ยสดร่วมกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ทำให้ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินเพิ่มขึ้น ส่วนการปลูกถั่วเขียวหมุนเวียนกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และการปลูกแนวร้วหญ้าแฝก มีแนวโน้มที่ลดลง สำหรับปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินล่าง 15-30 เซนติเมตร มีค่าระหว่าง 551-750 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เฉลี่ย 637 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จัดอยู่ในระดับสูงมาก ทั้งนี้ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินมีค่าเพิ่มสูงขึ้นในทุกตำรับการทดลองอาจเนื่องมาจากโพแทสเซียมอาจถูกตรึง (fixed) โดยแร่ดินเหนียว (clay mineral) ในดิน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) นอกจากนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากการเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกร่วมกับถั่วเขียวตามมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชแบบต่าง ๆ มีการแผ่ปกคลุมผิวดิน และการที่มีการสะสมเศษซากพืชเอาไว้ในพื้นที่จึงส่งผลให้มีการลดการละลายของธาตุโพแทสเซียมได้



ภาพที่ 7 ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร และ 15-30 เซนติเมตร จากผิวดิน หลังการเก็บเกี่ยวฤดูปลูก 2560/61

4. ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

4.1 ความสูงต้นและอายุวันออกไหม

การเจริญเติบโตด้านความสูงต้นของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ลูกผสมไพโอเนีย P4181 ที่ระยะแก่พร้อมเก็บเกี่ยวขณะอายุประมาณ 110 วัน และองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยความสูงของต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีค่าระหว่าง 158.2-170.8 เซนติเมตร มีความสูงของฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เฉลี่ย 94.5 เซนติเมตร อายุถึงวันออกไหม 50 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ย 54 วัน และอายุถึงวันดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ย 53 วัน ซึ่งมีความใกล้เคียงกับลักษณะประจำพันธุ์ (ตารางที่ 14)

ตารางที่ 14 ความสูงต้นและอายุวันออกไหมของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน ฤดูปลูก 2560/61

ดำรับการทดลอง	ความสูงต้น (เซนติเมตร)	ความสูงฝัก (เซนติเมตร)	วันออกไหม (วัน)	วันดอกบาน (วัน)
แปลงว่างเปล่า	-	-	-	-
ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ	158.17	86.6	54	53
ปลูกพืชหมุนเวียน	167.90	93.9	54	53
ปลูกพืชแซม	168.41	98.9	53	52
ปลูกพืชสลับเป็นแถบ	170.76	92.8	55	54
ปลูกพืชเหลื่อมฤดู	167.74	93.7	54	53
ปลูกพืชปุ๋ยสด	169.04	98.0	53	52
ปลูกแนวรั้วหญ้าแฝก	170.02	97.7	53	52
เฉลี่ย	167.43	94.5	54	53
F-test	0.5333	0.3003	0.2324	0.2324
C.V. (%)	4.65	6.60	1.83	1.86

หมายเหตุ: ค่า F-test $P > 0.05$ หมายถึง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

4.2 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต

หลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต พบว่าปริมาณผลผลิตต่อไร่ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ อยู่ระหว่าง 641-728 กิโลกรัมต่อไร่ มีค่าเฉลี่ย 680 กิโลกรัมต่อไร่ โดยการปลูกถั่วพรางเป็นพืชปุ๋ยสด ร่วมกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มีแนวโน้มทำให้ผลผลิตต่อไร่มีค่าสูงสุดเฉลี่ย 727 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือ การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เหลื่อมฤดูกับถั่วเขียว การปลูกถั่วเขียวแซมระหว่างแถวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และการปลูกแนวรั้วหญ้าแฝก ให้ผลผลิตต่อไร่เฉลี่ย 709 701 และ 685 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนการ

ปลูกถั่วเขียวสลับเป็นแถบกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ การปลูกถั่วเขียวหมุนเวียนกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เชิงเดี่ยว ให้ผลผลิตต่อไร่เฉลี่ยใกล้เคียงกัน เท่ากับ 641 645 และ 653 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนการประเมินคุณภาพขององค์ประกอบผลผลิตด้วยวิธีการวัดขนาดของฝักไม่รวมเปลือก ค่าเฉลี่ยของแต่ละตำรับการทดลองแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 15) โดยการปลูกถั่วพรีเป็นพืชปุ๋ยสดร่วมกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มีเส้นผ่านศูนย์กลางและความยาวฝักของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ไม่รวมเปลือกมีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ 3.53 และ 13.40 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนการปลูกถั่วเขียวแซมระหว่างแถวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เหลื่อมฤดูกับถั่วเขียว มีเส้นผ่านศูนย์กลางและความยาวฝักของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ไม่รวมเปลือกมีค่าไม่แตกต่างกัน มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.27-3.30 และ 12.47-12.77 เซนติเมตร ตามลำดับ ขณะที่การปลูกถั่วเขียวหมุนเวียนกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ การปลูกแนวรั้วหญ้าแฝก และการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เชิงเดี่ยว มีเส้นผ่านศูนย์กลางและความยาวฝักของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ไม่รวมเปลือกน้อยที่สุดไม่แตกต่างกัน มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 2.97-3.00 และ 11.03-11.57 เซนติเมตร ตามลำดับ

ตารางที่ 15 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน ฤดูปลูก 2560/61

ตำรับการทดลอง	ผลผลิต (กิโลกรัมต่อไร่)	ขนาดฝักไม่รวมเปลือก (เซนติเมตร)	
		เส้นผ่านศูนย์กลาง	ความยาว
แปลงว่างเปล่า	-	-	-
ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ	653.33	^{1/} 3.00b	^{1/} 11.03b
ปลูกพืชหมุนเวียน	644.89	2.97b	11.13b
ปลูกพืชแซม	700.89	3.30ab	12.77ab
ปลูกพืชสลับเป็นแถบ	640.89	2.97b	11.47b
ปลูกพืชเหลื่อมฤดู	708.89	3.27ab	12.47ab
ปลูกพืชปุ๋ยสด	727.56	3.53a	13.40a
ปลูกแนวรั้วหญ้าแฝก	685.34	3.00b	11.57b
เฉลี่ย	680.25	3.15	11.98
F-test	0.3752	0.0065	0.0042
C.V. (%)	8.00	5.26	5.34

หมายเหตุ: ค่า F-test $P > 0.05$ หมายถึง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

^{1/}ตัวเลขในสัณฐานเดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ

4.3 มวลชีวภาพน้ำหนักรีดและน้ำหนักแห้งของลำต้นและใบ

เมื่อพิจารณาผลผลิตมวลชีวภาพน้ำหนักรีดและมวลชีวภาพน้ำหนักแห้งส่วนของลำต้นและใบข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พบว่าแต่ละตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยตำรับที่ 7 ปลุกพืชปุ๋ยสด มีแนวโน้มให้มวลชีวภาพน้ำหนักรีดและมวลชีวภาพน้ำหนักแห้งสูงสุด คือ 1,400.76 และ 630.34 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนตำรับที่ 2 ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำใด ๆ มีแนวโน้มทำให้มวลชีวภาพน้ำหนักรีดและมวลชีวภาพน้ำหนักแห้งของลำต้นและใบข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ 1,258.71 และ 550.30 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ สำหรับการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ร่วมกับการทำมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชด้วยวิธีการปลูกพืชหมุนเวียน ปลูกพืชแซม ปลูกพืชสลับเป็นแถบ ปลูกพืชเหลื่อมฤดู และปลูกแนวรั้วหญ้าแฝก ส่งผลให้มวลชีวภาพน้ำหนักรีดของลำต้นและใบข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันระหว่าง 1,269.75-1,337.38 กิโลกรัมต่อไร่ และส่งผลให้มวลชีวภาพน้ำหนักแห้งมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันระหว่าง 567.96-601.82 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 16)

ตารางที่ 16 มวลชีวภาพน้ำหนักรีดและน้ำหนักแห้งของลำต้นและใบข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน ฤดูปลูก 2560/61

ตำรับการทดลอง	มวลชีวภาพของลำต้นและใบ	
	น้ำหนักรีด (กิโลกรัมต่อไร่)	น้ำหนักแห้ง (กิโลกรัมต่อไร่)
แปลงว่างเปล่า	-	-
ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ	1,258.71	550.30
ปลูกพืชหมุนเวียน	1,269.75	571.39
ปลูกพืชแซม	1,337.38	601.82
ปลูกพืชสลับเป็นแถบ	1,262.14	567.96
ปลูกพืชเหลื่อมฤดู	1,295.38	582.92
ปลูกพืชปุ๋ยสด	1,400.76	630.34
ปลูกแนวรั้วหญ้าแฝก	1,314.13	591.36
เฉลี่ย	1,305.46	585.16
F-test	0.9360	0.9340
C.V. (%)	12.81	13.04

หมายเหตุ: ค่า F-test $P > 0.05$ หมายถึง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

4.4 การสูญเสียธาตุอาหารไปกับส่วนต่าง ๆ ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

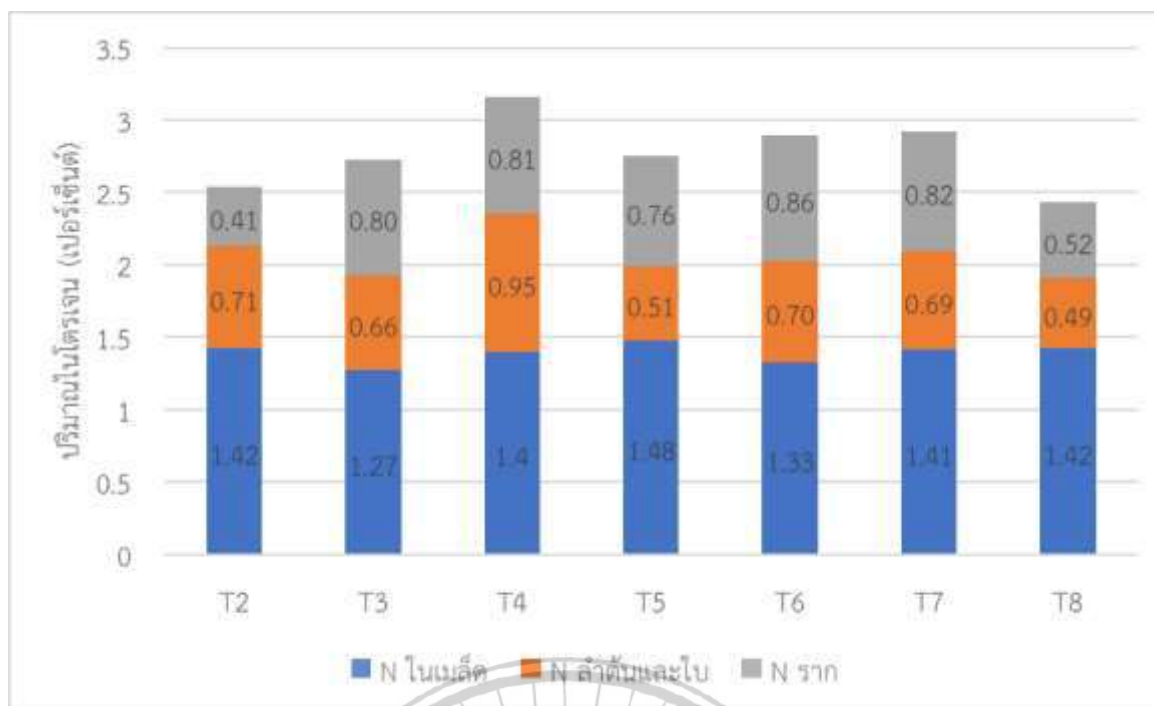
การศึกษาปริมาณการสูญเสียธาตุอาหารพืชที่ติดไปกับส่วนต่าง ๆ ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พบว่าธาตุไนโตรเจนส่วนใหญ่ติดไปกับเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มากที่สุด มีค่าระหว่าง 1.27-1.48 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือรากโดยมีค่าระหว่าง 0.41-0.86 เปอร์เซ็นต์ และลำต้นและใบ มีค่าระหว่าง 0.49-0.86 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้จะเห็นได้ว่าปริมาณไนโตรเจนในรากมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์หลอมฤดูกับถั่วเขียว การปลูกถั่วพรีเป็นพืชปุ๋ยสดร่วมกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ การปลูกถั่วเขียวแซมระหว่างแถวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และการปลูกถั่วเขียวหมุนเวียนกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มีปริมาณไนโตรเจนในรากสูงสุด เท่ากับ 0.86 0.82 0.81 และ 0.80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ รองลงมาคือ การปลูกถั่วเขียวสลับเป็นแถบกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และการปลูกแนวรั้วหญ้าแฝกร่วมกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มีปริมาณไนโตรเจนในราก 0.76 และ 0.52 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เชิงเดี่ยว โดยไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำพบว่ามีปริมาณไนโตรเจนในรากต่ำสุด 0.41 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 17 และภาพที่ 8)

ตารางที่ 17 การสูญเสียธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม) ไปกับเมล็ด ลำต้น และใบ และรากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน ฤดูปลูก 2560/61

ดำรับการทดลอง	ไนโตรเจน (เปอร์เซ็นต์)			ฟอสฟอรัส (เปอร์เซ็นต์)			โพแทสเซียม (เปอร์เซ็นต์)		
	เมล็ด	ลำต้น-ใบ	ราก	เมล็ด	ลำต้น-ใบ	ราก	เมล็ด	ลำต้น-ใบ	ราก
แปลงว่างเปล่า	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ	1.42	0.71	^{1/} 0.41b	0.21	0.11	0.09	0.30	1.72	1.28
ปลูกพืชหมุนเวียน	1.27	0.66	0.80a	0.25	0.09	0.09	0.23	1.61	1.48
ปลูกพืชแซม	1.40	0.95	0.81a	0.23	0.09	0.11	0.23	1.76	1.64
ปลูกพืชสลับเป็นแถบ	1.48	0.51	0.76ab	0.24	0.07	0.08	0.23	1.86	1.40
ปลูกพืชหลอมฤดู	1.33	0.70	0.86a	0.20	0.08	0.09	0.23	1.87	1.40
ปลูกพืชปุ๋ยสด	1.41	0.69	0.82a	0.20	0.10	0.08	0.23	1.63	1.62
ปลูกแนวรั้วหญ้าแฝก	1.42	0.49	0.52ab	0.19	0.08	0.08	0.26	1.93	1.46
เฉลี่ย	1.39	0.67	0.71	0.22	0.09	0.09	0.24	1.77	1.47
F-test	0.1620	0.3444	0.0040	0.2041	0.7718	0.8073	0.2704	0.8645	0.4017
C.V. (%)	6.14	34.88	17.19	14.73	34.37	35.23	16.44	18.97	14.30

หมายเหตุ : ค่า F-test $P < 0.05$ หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

^{1/}ตัวเลขในส้อมเดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ

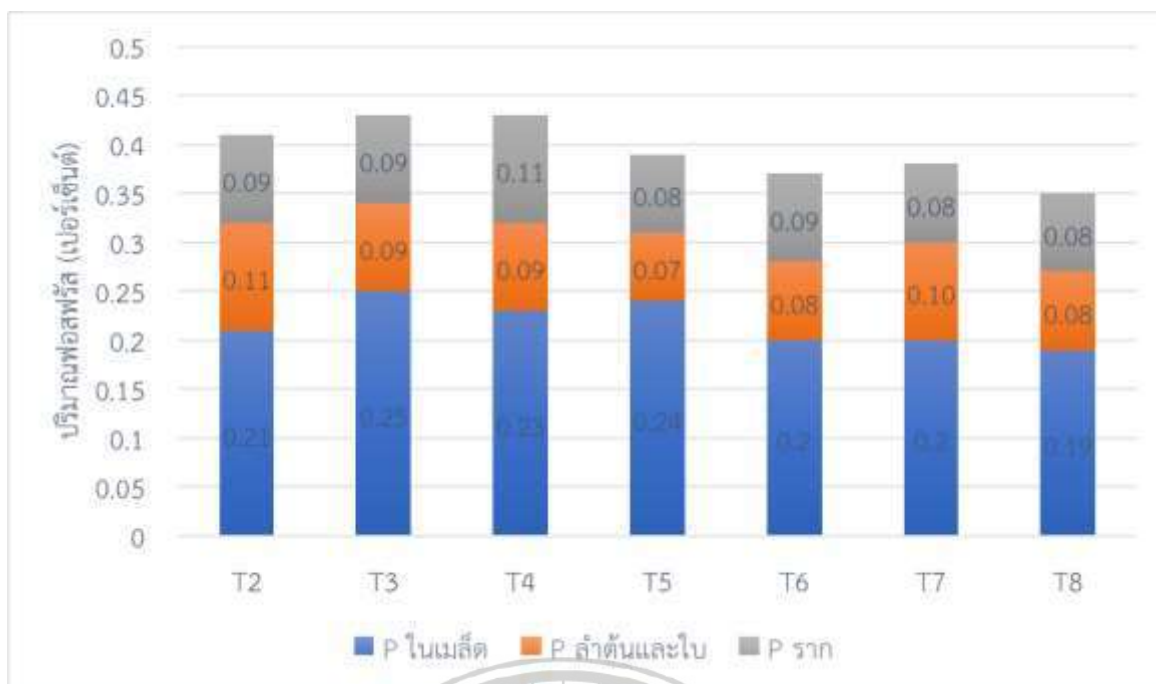


หมายเหตุ: T2 คือ ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ T3 คือ ปลุกพืชหมุนเวียน T4 คือ ปลุกพืชแซม T5 คือ ปลุกพืชสลับเป็นแถว
T6 คือ ปลุกพืชเหลื่อมฤดู T7 คือ ปลุกพืชปุ๋ยสด T8 คือ ปลุกแนวรั้วหญ้าแฝก

ภาพที่ 8 ปริมาณไนโตรเจนในเมสส์ ลำต้นและใบ และรากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดิน และน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน ฤดูปลูก 2560/61

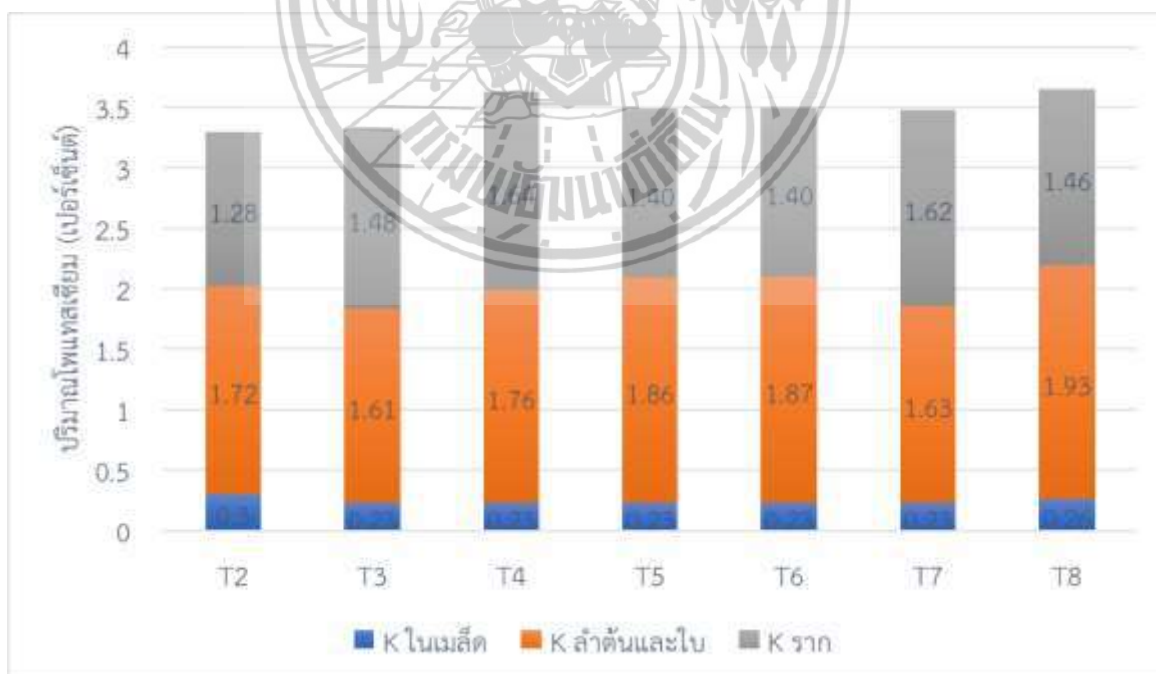
สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์พบมากในเมสส์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยมีค่าระหว่าง 0.19-0.25 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ย 0.22 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในลำต้นและใบมีค่าระหว่าง 0.07-0.11 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ย 0.09 เปอร์เซ็นต์ และในรากมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีค่าระหว่าง 0.08-0.11 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ย 0.09 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 17 และภาพที่ 9) ส่วนปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้พบมากในลำต้นและใบมีค่าระหว่าง 1.61-1.93 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ย 1.77 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือรากมีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ มีค่าระหว่าง 1.28-1.64 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ย 1.47 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในเมสส์มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ มีค่าระหว่าง 0.23-0.30 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ย 0.24 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 17 และภาพที่ 10)

ทั้งนี้ธาตุอาหารหลักทั้งไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมสามารถติดไปกับส่วนต่าง ๆ ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้ โดยเรียงลำดับจากมากไปน้อย พบว่าปริมาณไนโตรเจนพบมากในเมสส์ รองลงมาคือ ลำต้นและใบ และราก ส่วนฟอสฟอรัสพบมากในราก รองลงมาคือ ลำต้นและใบ และเมสส์ สำหรับโพแทสเซียมพบมากในลำต้นและใบ รองลงมาคือ ราก และเมสส์ ฉะนั้นหากพืชคลุมดินเอาไว้ก็จะช่วยเติมธาตุอาหารให้กับดินอีกทางหนึ่ง และช่วยป้องกันการสูญเสียดินจากการชะล้างพังทลายของดินด้วย



หมายเหตุ: T2 คือ ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ T3 คือ ปลุกพืชหมุนเวียน T4 คือ ปลุกพืชแซม T5 คือ ปลุกพืชสลับเป็นแถบ
T6 คือ ปลุกพืชเหลื่อมฤดู T7 คือ ปลุกพืชปุ๋ยสด T8 คือ ปลุกแนวรั้วหญ้าแฝก

ภาพที่ 9 ปริมาณฟอสฟอรัสในเมล็ด ลำต้นและใบ และรากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน ฤดูปลูก 2560/61



หมายเหตุ: T2 คือ ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ T3 คือ ปลุกพืชหมุนเวียน T4 คือ ปลุกพืชแซม T5 คือ ปลุกพืชสลับเป็นแถบ
T6 คือ ปลุกพืชเหลื่อมฤดู T7 คือ ปลุกพืชปุ๋ยสด T8 คือ ปลุกแนวรั้วหญ้าแฝก

ภาพที่ 10 ปริมาณโพแทสเซียมในเมล็ด ลำต้นและใบ และรากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน ฤดูปลูก 2560/61

4.5 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของถั่วเขียวผิวมัน ถั่วพราะและหญ้าแฝกที่ปลูกร่วมกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

การผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชรูปแบบต่าง ๆ นอกจากจะได้รับผลผลิตจากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ซึ่งเป็นพืชหลักแล้ว ผู้ปลูกยังได้รับผลผลิตของถั่วเขียวซึ่งเป็นพืชที่นำมาปลูกร่วมกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ด้วย สำหรับถั่วพราะเน้นปลูกเพื่อสับกลบเป็นปุ๋ยพืชสดปรับปรุงบำรุงดิน ส่วนหญ้าแฝกเน้นปลูกเพื่อเป็นแถบป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน มีข้อมูลที่น่าสนใจดังนี้

4.5.1 ถั่วเขียวผิวมัน

จากการศึกษาการเจริญเติบโตด้านความสูงและผลผลิตของถั่วเขียวผิวมันที่ปลูกร่วมกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พบว่าแต่ละตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยความสูงของต้นถั่วเขียวผิวมันที่ระยะแก่พร้อมเก็บเกี่ยวขณะอายุประมาณ 60 วัน มีค่าระหว่าง 59.75-61.28 เซนติเมตร มีผลผลิตต่อไร่เฉลี่ยอยู่ระหว่าง 102.66-141.23 กิโลกรัมต่อไร่ และมวลชีวภาพน้ำหนักแห้งส่วนของลำต้นและใบถั่วเขียวผิวมันแต่ละตำรับการทดลองแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยการปลูกถั่วเขียวสลับเป็นแถบกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และการปลูกถั่วเขียวหมุนเวียนกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ให้มวลชีวภาพน้ำหนักแห้งลำต้นและใบมากที่สุดไม่แตกต่างกัน มีค่าเฉลี่ย 413.80 และ 393.07 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เหลื่อมฤดูกับถั่วเขียว และการปลูกถั่วเขียวแซมระหว่างแถวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ให้มวลชีวภาพน้ำหนักแห้งลำต้นและใบน้อยที่สุดไม่แตกต่างกัน มีค่าเฉลี่ย 278.41 และ 264.78 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 18)

ตารางที่ 18 ความสูงต้น ผลผลิตและมวลชีวภาพน้ำหนักแห้งต้นถั่วเขียวผิวมันที่ปลูกร่วมกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน ฤดูปลูก 2560/61

ตำรับการทดลอง	ความสูงต้น (เซนติเมตร)	ผลผลิต (กิโลกรัมต่อไร่)	มวลชีวภาพลำต้นและใบ (กิโลกรัมต่อไร่)
ปลูกพืชหมุนเวียน	59.75	130.91	^{1/} 393.07a
ปลูกพืชแซม	60.89	102.66	264.78b
ปลูกพืชสลับเป็นแถบ	60.92	141.23	413.80a
ปลูกพืชเหลื่อมฤดู	61.28	108.23	278.41b
เฉลี่ย	60.71	120.76	337.51
F-test	0.0529	0.1008	0.0000
C.V. (%)	0.88	14.52	4.55

หมายเหตุ: ค่า F-test $P > 0.05$ หมายถึง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

^{1/}ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ

แต่อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาในแง่ของการให้ผลผลิตของถั่วเขียวผิวมัน ซึ่งเป็นพืชรองที่ปลูกร่วมกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ทำให้เห็นแนวโน้มว่าผลผลิตที่มีมากน้อยต่างกัน อาจเนื่องมาจากความหนาแน่นของต้นถั่วเขียวต่อไร่และช่วงเวลาปลูกที่ต่างกัน โดยระบบการปลูกถั่วเขียวสลับเป็นแถบกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ซึ่งมีความหนาแน่นต้นถั่วเขียวต่อไร่สูงกว่า (16,000 ต้นต่อไร่) สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตถั่วเขียวในช่วงปลายเดือนกรกฎาคม 2560 ทำให้ผลผลิตถั่วเขียวผิวมันมีแนวโน้มสูงสุด (141.23 กิโลกรัมต่อไร่) และผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีแนวโน้มน้อยกว่ามาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำรูปแบบอื่น (640.89 กิโลกรัมต่อไร่) ส่วนระบบการปลูกถั่วเขียวหมุนเวียนกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ซึ่งมีความหนาแน่นต้นถั่วเขียวเท่ากัน (16,000 ต้นต่อไร่) แต่ปลูกถั่วเขียวประมาณกลางเดือนพฤศจิกายน 2563 ซึ่งเป็นช่วงฤดูแล้ง และเก็บเกี่ยวผลผลิตในเดือนกุมภาพันธ์ มีแนวโน้มให้ผลผลิตถั่วเขียวผิวมันเฉลี่ยค่อนข้างดี (130.91 กิโลกรัมต่อไร่) ขณะที่ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีแนวโน้มต่ำ (644.89 กิโลกรัมต่อไร่) ในขณะที่ยระบบการปลูกถั่วเขียวแซมระหว่างแถวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ซึ่งมีความหนาแน่นต้นถั่วเขียวต่อไร่ต่ำกว่า (10,667 ต้นต่อไร่) สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตถั่วเขียวในช่วงปลายเดือนสิงหาคม 2560 ซึ่งมีปริมาณฝนรายเดือนสูงสุด (145.0 มิลลิเมตร) 2560 ทำให้ผลผลิตเมล็ดถั่วเขียวผิวมันมีแนวโน้มลดลง (102.66 กิโลกรัมต่อไร่) และผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีแนวโน้มที่ดี (700.89 กิโลกรัมต่อไร่) ส่วนระบบการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เหลื่อมฤดูกับถั่วเขียวซึ่งมีความหนาแน่นต้นถั่วเขียวเท่ากัน (10,667 ต้นต่อไร่) แต่ปลูกในช่วงต้นเดือนสิงหาคมถึงกลางเดือนตุลาคม 2560 ซึ่งมีฝนตกชุกตลอด (145.0 104.2 และ 103.3 มิลลิเมตร) มีแนวโน้มให้ผลผลิตเมล็ดถั่วเขียวผิวมันเฉลี่ยใกล้เคียงกัน (108.23 กิโลกรัมต่อไร่) และผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีแนวโน้มที่ดี (708.89 กิโลกรัมต่อไร่)

นอกจากนี้ได้ทำการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของถั่วเขียวผิวมันที่ระยะเก็บเกี่ยวอายุ 65 วัน พบว่ามีปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (C) เฉลี่ย 48.74 เปอร์เซ็นต์ มีสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน 15 มีปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจนเฉลี่ย 3.34 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในพืชมีค่าเฉลี่ย 0.20 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียมเฉลี่ย 1.57 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียมเฉลี่ย 2.20 เปอร์เซ็นต์ และแมกนีเซียมเฉลี่ย 0.17 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 19) ทำให้สูญเสียธาตุอาหารหลักติดไปกับลำต้นและใบของถั่วเขียว พบว่าค่าเฉลี่ยของแต่ละตัวรับการทดลองแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยการปลูกถั่วเขียวหมุนเวียนกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และการปลูกถั่วเขียวสลับเป็นแถบกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มีการสูญเสียธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมติดไปกับลำต้นและใบถั่วเขียวผิวมันสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน ส่วนการปลูกถั่วเขียวแซมระหว่างแถวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เหลื่อมฤดูกับถั่วเขียว ทำให้สูญเสียธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมติดไปกับลำต้นและใบถั่วเขียวผิวมันต่ำที่สุดไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 20) ซึ่งถ้าหากไม่นำส่วนของลำต้นและใบพืชออกไปจากแปลงหรือเผาทำลาย แต่ปล่อยให้เศษซากพืชเหล่านี้คลุมดินเอาไว้ก็เท่ากับช่วยเติมปุ๋ยคืนให้กับดิน ช่วยปรับปรุงสมบัติทางกายภาพและเคมีดิน โดยเฉพาะช่วยเติมอินทรีย์วัตถุให้แก่ดิน ทำให้ดินคงทนจึงยากต่อการชะล้างพังทลาย

ตารางที่ 19 สมบัติทางเคมีของลำต้นและใบถั่วเขียวผิวนั้น ถั่วพรั่งและหญ้าแฝกที่ปลูกร่วมกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน ฤดูปลูก 2560/61

ชนิดพืช	Carbon (เปอร์เซ็นต์)	N (เปอร์เซ็นต์)	C/N ratio	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
	----- (เปอร์เซ็นต์) -----						
ถั่วเขียวผิวนั้น อายุ 65 วัน	48.74	3.34	15.00	0.20	1.57	2.20	0.17
ถั่วพรั่ง อายุ 50 วัน	49.63	2.49	20.00	0.16	1.57	1.55	0.13
หญ้าแฝกศรีลังกา อายุ 8 เดือน	54.81	0.92	60.00	0.09	1.23	0.11	0.06

ตารางที่ 20 ปริมาณธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม) ในลำต้นและใบถั่วเขียวผิวนั้นภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน ฤดูปลูก 2560/61

ดำรับการทดลอง	ไนโตรเจน (กิโลกรัมต่อไร่)	ฟอสฟอรัส (กิโลกรัมต่อไร่)	โพแทสเซียม (กิโลกรัมต่อไร่)
ปลูกพืชหมุนเวียน	13.13a	^{1/} 0.7867a	^{1/} 6.17a
ปลูกพืชแซม	8.85b	0.5267b	4.16b
ปลูกพืชสลับเป็นแถบ	13.82a	0.8267a	6.50a
ปลูกพืชเหลื่อมฤดู	9.30b	0.5533b	4.37b
เฉลี่ย	11.27	0.6733	5.30
F-test	0.0000	0.0000	0.0000
C.V. (%)	4.56	4.18	4.56

หมายเหตุ: ค่า F-test $P > 0.05$ หมายถึง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

^{1/}ตัวเลขในสัณฐานเดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ

4.5.2 ถั่วพรี

จากการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของถั่วพรีที่อายุ 50 วันก่อนสับกลบลงดิน พบว่ามีปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (OC) เฉลี่ย 49.63 เปอร์เซ็นต์ มีสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน 20 มีปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจนเฉลี่ย 2.49 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสเฉลี่ย 0.16 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียมเฉลี่ย 1.57 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียมเฉลี่ย 1.55 เปอร์เซ็นต์ และแมกนีเซียมเฉลี่ย 0.13 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 18) โดยพืชปุ๋ยสดจากถั่วพรีให้น้ำหนักสดเฉลี่ยและน้ำหนักแห้งเฉลี่ย 2,164.54 และ 459.77 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ทำให้มีการสะสมธาตุอาหารจากพืชปุ๋ยสด โดยมีปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน 11.45 กิโลกรัมต่อไร่ ฟอสฟอรัส 0.74 กิโลกรัมต่อไร่ โพแทสเซียม 7.25 กิโลกรัมต่อไร่ แคลเซียม 7.13 กิโลกรัมต่อไร่ และแมกนีเซียม 0.60 กิโลกรัมต่อไร่

4.5.3 หญ้าแฝก

สำหรับสมบัติทางเคมีของหญ้าแฝกที่อายุประมาณ 8 เดือน พบว่ามีปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (OC) เฉลี่ย 54.81 เปอร์เซ็นต์ มีสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน 60.00 มีปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจนเฉลี่ย 0.92 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสเฉลี่ย 0.09 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียมเฉลี่ย 1.23 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียมเฉลี่ย 0.11 เปอร์เซ็นต์ และแมกนีเซียมเฉลี่ย 0.06 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 18) โดยหญ้าแฝกให้น้ำหนักแห้งเฉลี่ย 247.52 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้มีการสะสมธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม มีค่าเฉลี่ย 2.24 0.25 และ 3.04 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

ทั้งนี้เมื่อพิจารณามวลชีวภาพน้ำหนักแห้งในส่วนของลำต้นของพืชที่ปลูกร่วมกัน ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ถั่วเขียวผิวนั้น ถั่วพรี และหญ้าแฝก พบว่าค่าเฉลี่ยของแต่ละตัวรับการทดลองแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยการปลูกถั่วพรีเป็นพืชปุ๋ยสดร่วมกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ส่งผลให้น้ำหนักแห้งของเศษซากพืชรวมสูงสุด มีค่าเฉลี่ย 1,090.11 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ไม่แตกต่างกับการปลูกถั่วเขียวสลับเป็นแถบกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และการปลูกถั่วเขียวหมุนเวียนกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ซึ่งมีน้ำหนักแห้งของเศษซากพืชรวมมีค่าเฉลี่ย 981.76 และ 964.46 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนการปลูกถั่วเขียวแซมระหว่างแถวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เหลื่อมฤดูกับถั่วเขียว ให้น้ำหนักแห้งเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน คือ 866.60 และ 861.33 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ขณะที่แปลงว่างเปล่าซึ่งปราศจากสิ่งปกคลุมผิวดิน ให้น้ำหนักแห้งเฉลี่ยรวมต่ำสุด เท่ากับ 530.30 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 21)

ตารางที่ 21 มวลชีวภาพน้ำหนักแห้งลำต้นและใบของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และพืชชนิดต่าง ๆ ภายใต้
มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชแตกต่างกันในระบบการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อินทรีย์
ฤดูปลูก 2560/61

	มวลชีวภาพน้ำหนักแห้งของลำต้นและใบ (กิโลกรัมต่อไร่)				
	ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	ถั่วเขียวผิวนมัน	ถั่วพรี	หญ้าแฝก	รวม
แปลงว่างเปล่า	0	0	0	0	0
ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและ	550.30	0	0	0	^{1/} 550.30c
ปลูกพืชหมุนเวียน	571.39	^{1/} 393.07a	0	0	964.46ab
ปลูกพืชแซม	601.82	264.78b	0	0	866.60b
ปลูกพืชสลับเป็นแถบ	567.96	413.80a	0	0	981.76ab
ปลูกพืชเลื้อมฤดู	582.92	278.41b	0	0	861.33b
ปลูกพืชปุ๋ยสด	630.34	0	459.7	0	1,090.11a
ปลูกแนวรั้วหญ้าแฝก	591.36	0	0	247.52	838.88b
เฉลี่ย	585.16	337.51	60.71	-	879.06
F-test	0.9340	0.0000	-	-	0.0000
C.V. (%)	13.04	4.55	-	-	8.17

หมายเหตุ: ค่า F-test $P > 0.05$ หมายถึง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

^{1/}ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ

สรุป

เพื่อให้มองเห็นภาพรวมการจัดการระบบการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกันบนพื้นที่ตอนในจังหวัดนครราชสีมา ดินที่ใช้ในการทดลองที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ซึ่งเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง และดินล่างที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร ซึ่งเป็นดินเหนียวปนทรายแป้ง จัดว่ามีความอุดมสมบูรณ์ของดินอยู่ในระดับปานกลาง โดยมีอินทรีย์วัตถุระดับปานกลาง (1.54-1.76 เปอร์เซ็นต์) ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนปานกลาง (11.64-12.40 เซนติโมลต่อกิโลกรัม) ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้สูง (319-424 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ขณะที่ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินต่ำ (2.70-3.50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ความเป็นกรดเป็นด่างเหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ลูกผสมไพโอเนีย P4181 โดยได้รับการทดลองที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงสูตรไนโตรเจนเป็นปุ๋ยรองพื้นเพื่อทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งเทียบเท่ากับอัตรา 1.76 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ อัตรา 0.66 กิโลกรัมฟอสฟอรัสต่อไร่ และอัตรา 0.66 กิโลกรัมโพแทสเซียมต่อไร่ ทำให้สามารถตอบวัตถุประสงค์ของการวิจัยในประเด็นต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

การสูญเสียดินและธาตุอาหารจากการชะล้างพังทลายของดิน พบว่ามาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกันมีผลต่อปริมาณการสูญเสียดิน โดยการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์หลัอมฤดูกับถั่วเขียว และการปลูกถั่วพรีเป็นพืชปุ๋ยสดร่วมกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ทำให้มีปริมาณการสูญเสียดินน้อยที่สุด (0.610-0.161 ตันต่อไร่ต่อปี) ในขณะที่การปล่อยดินให้ว่างเปล่าโดยปราศจากสิ่งปกคลุมผิวดินทำให้มีปริมาณการสูญเสียดินมากที่สุด (0.213 ตันต่อไร่ต่อปี) ส่วนมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชรูปแบบอื่น ๆ ทำให้มีปริมาณการสูญเสียดินไม่แตกต่างกัน (0.171-68 ตันต่อไร่ต่อปี) แต่อย่างไรก็ดีปริมาณการสูญเสียดินดังกล่าวอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ คือ ไม่เกิน 2 ตันต่อไร่ต่อปี เมื่อเทียบกับเกณฑ์ของกรมพัฒนาที่ดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2558) แต่อย่างไรก็ดีการชะล้างพังทลายของดินที่เกิดขึ้นยังส่งผลให้เกิดการสูญเสียธาตุอาหารหลักติดไปกับตะกอนดินด้วย โดยเรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ ไนโตรเจน (19.41-33.08 กิโลกรัมต่อไร่) โพแทสเซียม (1.20-1.95 กิโลกรัมต่อไร่) และฟอสฟอรัส (0.16-0.21 กิโลกรัมต่อไร่)

มูลค่าการสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์จากการชะล้างพังทลายของดินภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน พบว่ามูลค่าการสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์ของธาตุอาหารหลักทั้งไนโตรเจน ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของตะกอนดินที่สูญเสียไปจากพื้นที่แปลงที่ปล่อยดินให้ว่างเปล่ามีมูลค่าการสูญเสียโดยคิดเป็นเงินสูงที่สุด เท่ากับ 430.39 บาทต่อไร่ ขณะที่การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์หลัอมฤดูกับถั่วเขียวมีมูลค่าการสูญเสียโดยคิดเป็นเงินน้อยที่สุด เท่ากับ 265.17 บาทต่อไร่ ส่วนมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำรูปแบบอื่น ๆ ทำให้มีมูลค่าการสูญเสียโดยคิดเป็นเงินอยู่ระหว่าง 271.40-365.52 บาทต่อไร่ ฉะนั้นการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์หลัอมฤดูกับถั่วเขียว (relay cropping) จึงเป็นมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการป้องกันการชะล้างพังทลายของดินบนพื้นที่ตอนในจังหวัดนครราชสีมา เนื่องจากทำให้มีปริมาณการสูญเสียดินน้อยที่สุดและยังมีมูลค่าการสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์จากการชะล้างพังทลายของดินต่ำที่สุดอีกด้วย

ในด้านความชื้นดินและสมบัติดินบางประการ พบว่าการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ร่วมกับมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน มีแนวโน้มทำให้ปริมาณความชื้นในดินสูงมากกว่าการปล่อยดินให้ว่างเปล่า นอกจากนี้เมื่อปริมาณน้ำฝนมากขึ้นส่งผลให้ความชื้นในดินเพิ่มขึ้นด้วย สำหรับความหนาแน่นรวมของดินที่ความลึกระดับรากพืช คือ ดินบน 0-15 เซนติเมตร และดินล่าง 15-30 เซนติเมตร ทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยพบว่าการปฏิบัติมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชทุกรูปแบบร่วมกับการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ส่งผลให้ค่าความหนาแน่นรวมของดินมีแนวโน้มลดลง มีค่าระหว่าง 1.39-1.51 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร โดยมีทิศทางตรงกันข้ามกับแปลงที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เชิงเดี่ยวและแปลงว่างเปล่าที่ทำให้ค่าความหนาแน่นรวมของดินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ความหนาแน่นรวมของดินที่ลดลงอาจเป็นผลมาจากการสับกลบตอซังข้าวโพดเลี้ยงสัตว์บางส่วน รวมทั้งแปลงที่มีการสับกลบพืชปุ๋ยสดเพื่อปรับปรุงบำรุงดิน เป็นการเพิ่มอินทรีย์วัตถุให้กับดิน ทำให้โครงสร้างของเม็ดดินมีความเสถียรมากขึ้น ความหนาแน่นรวมของดินจึงลดลง เก็บความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้มากขึ้น

สำหรับสมบัติทางเคมีของดินหลังการทดลองแต่ละตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ความเป็นกรดเป็นด่างของดินจัดอยู่ในระดับปานกลาง (6.0-6.6) ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินจัดอยู่ในระดับปานกลาง (1.67-2.16 เปอร์เซ็นต์) แต่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินต่ำมาก (2.8-3.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ขณะที่ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้จัดอยู่ในระดับสูงมาก (400-588 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) แต่อย่างไรก็ตามพบแนวโน้มว่าการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ร่วมกับการปฏิบัติมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืช ได้แก่ การปลูกพืชหมุนเวียน การปลูกพืชหมุนเวียน การปลูกพืชสลับเป็นแถบ การปลูกพืชเหลื่อมฤดู การปลูกพืชปุ๋ยสดเพื่อปรับปรุงบำรุงดิน และการปลูกแนวร้วหญ้าแฝก สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ที่ดินและทำให้มีเศษซากพืชร่วงหล่นลงดินจึงช่วยเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดินซึ่งมีบทบาทในการรักษาสมดุลไว้ (buffer capacity) ทั้งนี้ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากมวลชีวภาพของเศษซากพืชในระบบการปลูกพืชต่าง ๆ รวมทั้งมีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงร่วมด้วย ส่วนการปล่อยดินให้ว่างเปล่าทำให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากไม่มีการปฏิบัติมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำใด ๆ และไม่มีการเติมปุ๋ยเพิ่มในดิน เมื่อดินเกิดการชะล้างจึงพัดพาเอาหน้าดินซึ่งมีอินทรีย์วัตถุในดินออกไปด้วย ส่วนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เชิงเดี่ยวโดยไม่มีการอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินมีค่าใกล้เคียงกับก่อนการทดลอง และพบว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินและโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินมีค่าใกล้เคียงกับก่อนการทดลอง

ในด้านการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ลูกผสมโพโอเนีย P4181 พบว่าความสูงต้น (158.2-170.8 เซนติเมตร) ความสูงของฝัก (86.6-98.9 เซนติเมตร) อายุถึงวันออกไหม (53-55) วัน และอายุถึงวันดอกบาน (52-54 วัน) ซึ่งมีความใกล้เคียงกับลักษณะประจำพันธุ์ ปริมาณผลผลิตต่อไร่ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แต่ละตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 644.89-727.56 กิโลกรัมต่อไร่ ขนาดฝักของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แบบไม่รวมเปลือกแต่ละตำรับการทดลองมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยพบว่าการปลูกถั่วพรีเป็นพืชปุ๋ยสดร่วมกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทำให้ขนาดฝักสูงที่สุด (3.53 เซนติเมตร) แต่ไม่แตกต่างจากการปลูกถั่วเขียวแซมระหว่างแถวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (3.30 เซนติเมตร) และการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เหลื่อมฤดูกับถั่วเขียว (3.27 เซนติเมตร) ขณะที่ความยาวของฝักก็มีแนวโน้มเช่นเดียวกับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของฝัก ซึ่งการปลูกถั่วพรีเป็นพืชปุ๋ยสดร่วมกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทำให้ความยาวฝักสูงที่สุด (13.40 เซนติเมตร) แต่ไม่แตกต่างจากการปลูกถั่วเขียวแซมระหว่าง

แถวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (12.77 เซนติเมตร) และการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ห่อมอดูกับถั่วเขียว (12.47 เซนติเมตร) สำหรับมวลชีวภาพน้ำหนักแห้งของลำต้นและใบข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แต่ละตำรับการทดลอง มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันระหว่าง 567.96-601.82 กิโลกรัมต่อไร่

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาชนิดพืชรองที่นำมาปลูกร่วมกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ซึ่งเป็นพืชหลัก เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน โดยช่วยทำให้ความหนาแน่นและลักษณะ การปกคลุมดินติดต่อกันให้เพียงพอ เพื่อช่วยลดแรงปะทะจากเม็ดฝน ช่วยสกัดกั้นน้ำไหลบ่าและดัก ตะกอนดินเอาไว้ในพื้นที่ ได้แก่ ถั่วเขียวผิวนั้น ถั่วพุ่ม และหญ้าแฝก โดยถั่วเขียวผิวนั้นเป็นพืชที่มีอายุสั้น ให้ผลผลิตแต่ละตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (102.66-141.24 กิโลกรัมต่อไร่) ส่วนมวล ชีวภาพน้ำหนักแห้งลำต้นและใบถั่วเขียวมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการปลูกถั่วเขียวหมุนเวียนกับ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และการปลูกถั่วเขียวสลับเป็นแถบกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ทำให้มวลชีวภาพน้ำหนักแห้ง ลำต้นและใบมากที่สุดไม่แตกต่างกัน (393.07-413.80 กิโลกรัมต่อไร่) ขณะที่การปลูกถั่วเขียวแซมระหว่าง แถวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ห่อมอดูกับถั่วเขียว ทำให้มวลชีวภาพน้ำหนักแห้ง ลำต้นและใบน้อยที่สุดไม่แตกต่างกัน (264.78-278.41 กิโลกรัมต่อไร่) นอกจากนี้ยังพบว่าการปลูกถั่วเขียว หมุนเวียนกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และการปลูกถั่วเขียวสลับเป็นแถบกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ทำให้สูญเสียธาตุ ไนโตรเจน (13.13-13.82 กิโลกรัมต่อไร่) ฟอสฟอรัส (0.7867-0.8267 กิโลกรัมต่อไร่) และโพแทสเซียม (6.17-6.50 กิโลกรัมต่อไร่) ติดไปกับส่วนของลำต้นและใบถั่วเขียวผิวนั้นสูงสุดไม่แตกต่างกัน ขณะที่การ ปลูกถั่วเขียวแซมระหว่างแถวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ห่อมอดูกับถั่วเขียว ทำให้ สูญเสียธาตุไนโตรเจน (8.85-9.30 กิโลกรัมต่อไร่) ฟอสฟอรัส (0.5267-0.5533 กิโลกรัมต่อไร่) และ โพแทสเซียม (4.16-4.37 กิโลกรัมต่อไร่) ติดไปกับส่วนของลำต้นและใบถั่วเขียวผิวนั้นสูงสุดไม่แตกต่างกัน ฉะนั้นหากทั้งเศษซากพืชเหล่านี้คลุมดินเอาไว้ก็จะช่วยเติมปุ๋ยคืนให้กับดิน ช่วยปรับปรุงสมบัติทาง กายภาพและเคมีดิน โดยเฉพาะช่วยเติมอินทรีย์วัตถุให้แกดิน ทำให้ดินคงทนต่อการชะล้างพังทลาย สำหรับถั่วพุ่มซึ่งเป็นพืชตระกูลถั่วเพื่อปรับปรุงบำรุงดินนั้น พบว่าให้มวลชีวภาพน้ำหนักสดและน้ำหนัก แห้งเฉลี่ย 2,164.54 และ 459.77 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ คิดเป็นปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน 11.45 กิโลกรัมต่อไร่ ฟอสฟอรัส 0.74 กิโลกรัมต่อไร่ โพแทสเซียม 7.25 กิโลกรัมต่อไร่ แคลเซียม 7.13 กิโลกรัม ต่อไร่ และแมกนีเซียม 0.60 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนหญ้าแฝกซึ่งนำมาปลูกเพื่อเป็นแถบป้องกันการ ชะล้างพังทลายของดินที่บริเวณท้ายแปลง ให้น้ำหนักแห้งเฉลี่ย 247.52 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นปริมาณธาตุ ไนโตรเจน 2.24 กิโลกรัมต่อไร่ ฟอสฟอรัส 0.25 กิโลกรัมต่อไร่ และโพแทสเซียม 3.04 กิโลกรัมต่อไร่ นั้น แสดงให้เห็นว่าธาตุอาหารพืชนอกจากจะสูญเสียไปกับดินตะกอนแล้วยังสูญเสียไปกับส่วนต่าง ๆ ของ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ด้วย โดยปริมาณไนโตรเจนพบมากในเมล็ด รองลงมาคือ ลำต้นและใบ และราก ส่วน ฟอสฟอรัสพบมากในราก รองลงมาคือ ลำต้นและใบ และเมล็ด สำหรับโพแทสเซียมพบมากในลำต้นและ ใบ รองลงมาคือ ราก และเมล็ด ฉะนั้นหากทั้งเศษซากพืชคลุมดินเอาไว้ก็จะช่วยเติมธาตุอาหารให้กับดิน อีกทางหนึ่ง และช่วยป้องกันการสูญเสียดินจากการชะล้างพังทลายของดินด้วย โดยพบว่าการปลูกข้าวโพด เลี้ยงสัตว์เชิงเดี่ยวโดยไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำทำให้มีเศษซากพืชรวมเฉลี่ย 550.30 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ร่วมกับมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชรูปแบบอื่น ทำให้มีเศษซากพืช คลุมดินรวมเฉลี่ย 838.88-1,090.11 กิโลกรัมต่อไร่ ขณะที่แปลงว่างเปล่าซึ่งไม่มีพืชและเศษซากพืชคลุม ดินจึงทำให้เกิดการสูญเสียดินมากที่สุดนั่นเอง

ทั้งนี้เมื่อพิจารณาระบบการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อินทรีย์บนพื้นที่ดอนในจังหวัดนครราชสีมาภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชรูปแบบต่าง ๆ สามารถเลือกระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสมที่สุดสำหรับสภาพพื้นที่โดยคำนึงถึงระดับการสูญเสียดินที่ยอมรับได้ (soil loss tolerance) ซึ่งเป็นการพิจารณาว่าจะยอมให้เกิดขึ้นได้มากน้อยเพียงใดเพื่อคงไว้ซึ่งผลผลิตการเกษตรอย่างต่อเนื่องในอนาคตของดินแต่ละชนิด (พิณทิพย์, 2546) นอกจากนี้ยังคำนึงถึงการสูญเสียธาตุอาหาร มูลค่าการสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์จากการชะล้างพังทลายของดิน การเปลี่ยนแปลงความชื้นในดินและสมบัติบางประการของดิน การเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และพืชรอง (ถั่วเขียวผิวมัน ถั่วพุ่มและหญ้าแฝก) โดยพบว่าการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เหลื่อมฤดูกับถั่วเขียว (relay cropping) เป็นมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์บนพื้นที่ดอนในจังหวัดนครราชสีมา เนื่องจากมีปริมาณการสูญเสียดินน้อยที่สุด 0.161 ตันต่อไร่ต่อปี สูญเสียธาตุอาหารหลักรวมทั้งหมดน้อยที่สุด 21.57 กิโลกรัมต่อไร่ แยกเป็นรายธาตุพบว่าการสูญเสียไนโตรเจนเฉลี่ย 19.47 กิโลกรัมต่อไร่ สูญเสียฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เฉลี่ย 0.16 กิโลกรัมต่อไร่ และสูญเสียโพแทสเซียมที่สกัดได้เฉลี่ย 1.95 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ซึ่งคิดเป็นมูลค่าการสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์ของธาตุอาหารหลักรวมน้อยที่สุด (265.17 บาทต่อไร่) โดยเมื่อเทียบกับแปลงว่างเปล่ามีมูลค่าการสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์ของธาตุอาหารหลักมากที่สุด (430.38 บาท) สำหรับในด้านการให้ผลผลิตนั้นพบว่าการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เหลื่อมฤดูกับถั่วเขียว ยังทำให้ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มากเป็นอันดับสอง (709 กิโลกรัมต่อไร่) รองจากการปลูกถั่วพุ่มเป็นพืชปุ๋ยสดร่วมกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (727 กิโลกรัมต่อไร่) ในขณะเดียวกันยังมีรายได้เสริมจากผลผลิตถั่วเขียวผิวมันอีกด้วย (108.23 กิโลกรัมต่อไร่) และทำให้มีเศษซากพืชสะสมในดิน (861.33 กิโลกรัมต่อไร่) อีกทั้งยังส่งผลทำให้สมบัติทางกายภาพของดินดีขึ้น ความหนาแน่นรวมของดินเฉลี่ยลดลงต่ำสุดจาก 1.48 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร เป็น 1.39 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ความชื้นในดินช่วงกลางฤดูปลูกระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงเดือนตุลาคม 2560 มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 18.04-21.20 เปอร์เซ็นต์ สมบัติทางเคมีของดินมีค่าความเป็นกรดต่างของดินมีค่าเพิ่มสูงขึ้นจาก 6.1 เป็น 6.6 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินเฉลี่ยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจาก 1.76 เปอร์เซ็นต์ เป็น 2.10 เปอร์เซ็นต์ แต่มีค่าใกล้เคียงกับวิธีการอื่น ๆ ฟอสฟอรัสในดินเฉลี่ยมีค่าลดลงจาก 3.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เป็น 2.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียมในดินเฉลี่ยมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 424 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เป็น 534 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ข้อเสนอแนะ

1. ควรเก็บข้อมูลตะกอนดินและน้ำไหลบ่าจากแปลงทดลองทุกครั้งของฝนที่ตกแต่ละครั้ง แล้วทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของดิน (effective storm) เพื่อให้ได้ข้อมูลสำหรับการประเมินค่าการสูญเสียดินได้อย่างแม่นยำมากขึ้น
2. ควรศึกษาข้อมูลสมบัติดินทางกายภาพเชิงลึกและเก็บข้อมูลให้ถี่มากขึ้นเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจนมากขึ้น เนื่องจากสมบัติของดินบริเวณพื้นที่ศึกษามีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียว รวมทั้งศึกษาสมบัติทางเคมีและสมบัติทางชีวภาพของดินที่เกี่ยวข้องกับการชะล้างพังทลายของดิน
3. ควรศึกษาข้อมูลผลตอบแทนทางเศรษฐกิจเพื่อเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตและรายได้ที่เกิดขึ้นจากการทำมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชรูปแบบต่าง ๆ
4. ควรสนับสนุนให้ดำเนินการแปลงทดลองการสูญเสียดินและน้ำมาตรฐานในระยะยาว เพื่อให้ได้ข้อมูลสนับสนุนในด้านมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์บนพื้นที่ดอนได้อย่างยั่งยืน
5. ควรดำเนินการวิจัยทดสอบมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่มีความเหมาะสมสำหรับปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์บนพื้นที่ดอน ในบริบทของสภาพพื้นที่ ลักษณะสมบัติดิน ลักษณะภูมิอากาศที่ใกล้เคียงกัน เพื่อนำไปสู่การขยายผลและสร้างการรับรู้แก่เกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้ตระหนักรู้ถึงความสำคัญของการอนุรักษ์ดินและน้ำ การยอมรับและนำไปปฏิบัติใช้จริงกับพื้นที่ตนเองอย่างกว้างขวางต่อไป

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ทราบถึงมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อินทรีย์บนพื้นที่ที่มีความลาดชันไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์ โดยคำนึงถึงอัตราการสูญเสียดินที่อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ (>2 ตันต่อไร่ต่อปี) ความชื้นในดินและสมบัติดินบางประการ การเจริญเติบโตและผลผลิตพืชหลักและพืชรอง รวมทั้งมูลค่าการสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์ที่คิดเป็นเงินด้วย
2. ทราบถึงผลของการใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้นในดินและสมบัติดินบางประการ
3. ทราบถึงผลของการใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ซึ่งเป็นพืชหลักและถั่วเขียวฝัมนซึ่งเป็นพืชรอง
4. ทราบค่าปัจจัยการจัดการพืช (cropping management factor, C) และค่าปัจจัยมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ (conservation practice factor, P) ที่วัดได้จริงจากแปลงทดลองการสูญเสียดินและน้ำ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสมการสูญเสียดินสากลให้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด และนำไปใช้เป็นฐานข้อมูลกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อประเมินการชะล้างพังทลายของดิน การกำหนดมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำในเขตพัฒนาที่ดิน การกำหนดพื้นที่เสี่ยงภัย เป็นต้น
5. เพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการศึกษาวิจัยให้กับนักวิชาการของกรมพัฒนาที่ดิน ส่วนราชการอื่น ๆ หน่วยงานเอกชน ภาคการศึกษา และประชาชนทั่วไปที่สนใจจะนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์

เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาที่ดิน. 2542. ร่างรายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ.2542. กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- _____. 2545. การประเมินการสูญเสียดินในประเทศไทย. กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- _____. 2547. แบบจำลองการชะล้างพังทลายของดิน. กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- _____. 2553ก. คู่มือการพัฒนาที่ดินสำหรับหมอดินอาสาและเกษตรกร. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- _____. 2553ข. คู่มือคำอธิบายเรียงมาตราพระราชบัญญัติพัฒนาที่ดิน พ.ศ.2551 พร้อม กฎกระทรวง (ร่าง) ระเบียบ ประกาศ และคำสั่งที่เกี่ยวข้อง. กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- _____. 2556. คู่มือการพัฒนาที่ดินสำหรับหมอดินอาสาและเกษตรกร. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- _____. 2557. คู่มือการพัฒนาที่ดินสำหรับหมอดินอาสาและเกษตรกร. กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- _____. 2558. สถานภาพทรัพยากรดินและที่ดินของประเทศไทย. กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- _____. 2559. คู่มือการพัฒนาที่ดินสำหรับหมอดินอาสาและเกษตรกร. กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- _____. 2563. สถานภาพการชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย (Status of Soil Erosion in Thailand). กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- กรมวิชาการเกษตร. 2548. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ. กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- _____. 2562. ความต้องการน้ำของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์. แหล่งที่มา: <http://www.doa.go.th/share/showthread.php?tid=1160>. ค้นเมื่อ 10 ตุลาคม 2562.

กลุ่มวิจัยและวิเคราะห์ทางสถิติงานวิจัยเกษตร. 2558. **เทคนิคทางสถิติในการปฏิบัติงานวิจัยเกษตร.**
 ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด สาขา 4, จังหวัดนนทบุรี

กองเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน. ม.ป.ป.. **การใช้ปุ๋ยพืชสดและการผลิตเมล็ดพันธุ์.**

กองเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน, กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กองวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน. 2563. **ชุดดินกลางดง.** แหล่งที่มา:

<http://lddindee.ddd.go.th/soilseries/kld>, 1 กันยายน 2563.

กองอนุรักษ์ดินและน้ำ. 2537. **หนังสือคู่มือการจัดการพืชเพื่ออนุรักษ์ดินและน้ำ.** กองอนุรักษ์ดิน
 และน้ำ, กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

เกษม จันทรแก้ว. 2539. **หลักการจัดการลุ่มน้ำ.** ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา, คณะวนศาสตร์,
 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คณะทำงานชุดองค์ความรู้ด้านการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในเขตพัฒนาที่ดิน. 2556. **ชุดองค์ความรู้
 ด้านการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในเขตพัฒนาที่ดิน.** กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและ
 สหกรณ์.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2535. **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น.** คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

_____. 2548. **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น.** ภาควิชาปฐพีวิทยา, คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
 พิมพ์ครั้งที่ 10 สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. หน้า 98–122.

จุฑารัตน์ มนูญโย, ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย และ บุญทริก นิมาชาติ. **ผลของระบบการปลูกพืชร่วมต่อ
 การกร่อนดินและมูลค่าการสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์ในพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ อำเภอ
 ชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี.** ภาควิชาปฐพีวิทยา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชลวุฒิ ละเอียด และ สานิต อาธิรักษ์. 2550. **การปลูกและการดูแลรักษา. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์.**
 แหล่งที่มา: <http://www.doa.go.th/fieldcrops/corn/oth/003.pdf>, 27 พฤศจิกายน 2560.

ชื่นจิต แก้วกัญญา, อติสร ยุบลวัฒน์, เอกราช มุทธวัตร, สุนิสา ผลผาฤทธิ์ และ อรทัย ยนต์พิมพ์. 2561.
 อิทธิพลของการปลูกพืชแซมต่อประสิทธิภาพของข้าวโพดและถั่วพุ่มที่ปลูกบนดินลูกรัง.
วารสารแก่นเกษตร 46 (1) (พิเศษ) : 405-411.

ฐนชนก คำขจร. 2558. **การประเมินการกร่อนดินและการสูญเสียธาตุอาหารภายใต้มาตรการอนุรักษ์
 ดินและน้ำในพื้นที่ปลูกยางพาราบนพื้นที่ดอน กรณีศึกษาอำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก.**
 วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยนเรศวร.

- ณรงค์ วุฒิวรรณ และ อำนาจ จันทร์ครุฑ. 2549. crop requirement: ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์. crop requirement ในพืชไร่. แหล่งที่มา: <http://agriman.doae.go.th/home/croprequirment/01-001-cropre-maize.pdf>, 5 มกราคม 2560.
- ถนอมขวัญ ทิพวงศ์. 2550. ศึกษาการปลูกข้าวโพดและน้ำด้วยหญ้าแฝกที่เหมาะสมร่วมกับการใช้ปุ๋ยประเภทต่าง ๆ เพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวโพดบนพื้นที่ลาดเทในกลุ่มชุดดินที่ 29 จังหวัดเชียงราย. กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย, บุญทริก ฉิมชาติ, จุฑารัตน์ มนูญโย และ ศิริสุตา บุตรเพชร. 2563. การประเมินการกร่อนดินและการสูญเสียธาตุอาหารภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ อำเภอเขาสวนกวาง จังหวัดขอนแก่น. ภาควิชาปฐพีวิทยา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ธเนศ แสงหลี่ และ มัตติกา พนมธนิจกุล. 2556. การศึกษาการใช้น้ำของพืชที่ปลูกเชิงอนุรักษ์แบบบูรณาการในระบบเกษตรน้ำฝนบนที่สูง. แก่นเกษตร 41 ฉบับพิเศษ 2: 73-80.
- นคร สืบแสน. 2549. การศึกษาระบบการปลูกพืชแบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่มีผลต่อการชะล้างพังทลายของดินบนพื้นที่ลาดชัน. ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดดิน. แหล่งที่มา: <http://www.ddd.go.th/>, 5 สิงหาคม 2550.
- _____. ศรีบุญพงศ์ ไชยวัฒนกุล และ เรืองรอง มอยสุรินทร์. 2550. การศึกษารูปแบบการอนุรักษ์ดินและน้ำด้วยหญ้าแฝกที่เหมาะสมร่วมกับการใช้ปุ๋ยประเภทต่าง ๆ เพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวโพดบนพื้นที่ลาดชันในกลุ่มชุดดินที่ 31 จ.พะเยา. ใน การประชุมวิชาการกรมพัฒนาที่ดิน ปี 2550, โรงแรมสวนบัวรีสอร์ท จังหวัดเชียงใหม่.
- นิติพัฒน์ นวนมะโน. 2556. การชะล้างพังทลายของดินบนเขาควนหงส์และมูลค่าการสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- นิพนธ์ ตั้งธรรม. 2545. แบบจำลองคณิตศาสตร์การชะล้างพังทลายของดินและมลพิษตะกอนในพื้นที่ลุ่มน้ำ. ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา, คณะวนศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- นิวัติ เรืองพานิช. 2517. การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ. อักษรสยามการพิมพ์, กรุงเทพฯ.
- บัณฑิต ต้นศิริ และ คำณ ไทรฟัก. 2542. (พิมพ์ครั้งที่ 3). คู่มือการประเมินคุณภาพที่ดินสำหรับพืชเศรษฐกิจ. กองวางแผนการใช้ที่ดิน, กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

พรเพ็ญ สมจิตร และ ธาณี ศรีวงศ์ชัย. ม.ป.ป. เอกสารประกอบการใช้โปรแกรม STAR 2.0.1.
ภาควิชาพืชไร่นา, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พิณทิพย์ อิติโรจนะวัฒน์. 2546. การประยุกต์ใช้สมการการสูญเสียดินสากล (USLE) ในพื้นที่ลุ่มน้ำ.
สำนักอนุรักษ์และจัดการต้นน้ำ, กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช.

พิสิษฐ์ สีนรุณิช. 2556. การประเมินค่าอัตราการสูญเสียดินภาคตะวันออกของประเทศไทย.
สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 2, กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

เพ็ญนภา ลออรธพงศ์. 2545. การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อการอนุรักษ์ดิน
และน้ำในพื้นที่เกษตรกรรม กรณีศึกษาบริเวณบ้านท่าใหม่ ตำบลประตง อำเภอสอยดาว
จังหวัดจันทบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยบูรพา.

ไพโอเนีย. 2557. การเลือกใช้พันธุ์ไพโอเนีย. แหล่งที่มา: <https://www.pioneer.com/ผลิตภัณฑ์และการเลือกใช้พันธุ์ไพโอเนีย>, 10 กรกฎาคม 2561.

ภาดล สหเจริญ, กิตติชัย ดวงมัลย์, เกษม จันทร์แก้ว และ อรอนงค์ ผิวนิล. 2560. สภาพกร่อนได้ของ
ดินตามลักษณะภูมิประเทศเนินเขาและลอนลาดขรุขระในเขตเงาฝน ลุ่มน้ำพุสวรรค์ จังหวัด
เพชรบุรี. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 35 (3): 49-57

มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง. 2559. การสูญเสียและการฟื้นฟูป่าไม้ในจังหวัดน่าน. รายงานสรุป
ผลการวิจัยเบื้องต้น. มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง, เชียงราย.

ยงยุทธ โอสดสภา อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์ และ ขวลิต ฮงประยูร. 2551. ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน.
สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____. 2557. คุณภาพดินเพื่อการเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วิทยา ตรีโลเกศ และ นิศาชล ศรีคำ. 2558. ผลของระยะการปลูกหญ้าแฝกต่อการสูญเสียดินและการ
เปลี่ยนแปลงความชื้นในดินบนพื้นที่ลาดเขา จังหวัดสุโขทัย. วารสารอนุรักษ์ดินและน้ำ
30 (3): 7-14.

ศรัณณพงศ์ ชัยวัฒนกุล. 2557. การศึกษาประสิทธิภาพของแถบพืชเป็นมาตรการอนุรักษ์ดินเพื่อการ
ปลูกข้าวโพดบนพื้นที่ดอนในพื้นที่จังหวัดพะเยา. วารสารอนุรักษ์ดินและน้ำ 30 (1): 11-23.

ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครราชสีมา. ม.ป.ป. พันธุ์และการผลิตถั่วเขียว. พิมพ์ที่ บก. สมบูรณ์
การพิมพ์ นครราชสีมา.

ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง. 2562. **ตารางข้อมูลปริมาณฝนรายเดือน-ปี ลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง (เฉพาะสถานีของศูนย์อุทกฯ).** แหล่งที่มา: <http://hydro-4.rid.go.th>, 10 เมษายน 2564.

สถานีพัฒนาที่ดินนครราชสีมา. 2558. **ทรัพยากรดินจังหวัดนครราชสีมา.** แหล่งที่มา: <http://r03.ldd.go.th/nma01/web/index.html>, วันที่ 10 มกราคม 2561.

สมเจตน์ จันทรวัฒน์. 2526. **ปัญหาการชะล้างพังทลายของดินตะกอน.** คณะวนศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมยศ กิจคำ. 2528. **การอนุรักษ์ดิน.** กรมป่าไม้, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ส่วนการใช้น้ำชลประทาน. 2554. **คู่มือการหาปริมาณการใช้น้ำของพืช ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงและค่าสัมประสิทธิ์พืช.** ส่วนการใช้น้ำชลประทาน, สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ, กรมชลประทาน.

สาธิต กาละพวง, พัฒน์พงษ์ เกิดหล้า, ชุตินา จันทรเจริญ, ทราญแก้ว อนาคต, เทอดศักดิ์ อนาคต และ พิลาสถักษ์ณ์ ลิ่วรุ่งเจริญ. 2563. **การสูญเสียดินและธาตุอาหารจากการกร่อนดินภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีกลร่วมกับวิธีพืชในพื้นที่ปลูกข้าวโพด จังหวัดอุดรธานี.** วารสารอนุรักษ์ดินและน้ำ 35 (3): 39-50.

สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดนครราชสีมา. 2561. **ระบบวางแผนข้อมูลรายสินค้าเพื่อการพัฒนาการเกษตรและสหกรณ์จังหวัดนครราชสีมา ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์.** กลุ่มสารสนเทศการเกษตร, สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดนครราชสีมา.

สำนักงานจังหวัดนครราชสีมา. 2557. **เกี่ยวกับข้อมูลเกษตร.** แหล่งที่มา: <http://www.khorat.doe.go.th/WEB2012/kasetkhorat.html>, 10 พฤศจิกายน 2560.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2562. **สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2561.** สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

———. 2563ก. **สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2562.** สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

———. 2563ข. **ราคาขายปลีกปุ๋ยเคมีรายเดือน.** สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. แหล่งที่มา <http://oaezone.oae.go.th/view/1/>

สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน. ม.ป.ป.. การใช้ปุ๋ยพืชสดและการผลิตเมล็ดพันธุ์.

สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน, กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน. 2556. เอกสารคำแนะนำพันธุ์หญ้าแฝกเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ. สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน, กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน. 2547. คู่มือวิเคราะห์ตัวอย่างดิน น้ำ ปุ๋ย พืช วัสดุปรับปรุงดินและการ วิเคราะห์เพื่อตรวจรับรองมาตรฐานสินค้า เล่ม 1. กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 184 หน้า.

สุทธิพงศ์ ชมชื่น, พินิจ หุตะวัฒน์ และ จำรัส ผิวเกลี้ยง. 2549. เปรียบเทียบวิธีการและระยะห่างของการปลูกหญ้าแฝกและกระถินเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำบนที่ดอน. ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดดิน. แหล่งที่มา: <http://ldd.go.th>, 5 สิงหาคม 2560.

อดิเรก ปัญญาสือ, เจษฎา จงใจดี, ศันสนีย์ จำจด และ เบญจวรรณ ฤกษ์เกษม. 2561. ผลของการปลูกข้าวโพดแซมถั่วต่อการชะล้างพังทลายหน้าดินและความหลากหลายทางชีวภาพในดิน. วารสารแก่นเกษตร 46 (3): 449-458.

อนรรตน์ ศฤงคารภาษิต. 2560. ความชื้นในดินที่เป็นประโยชน์ต่อพืช. แหล่งที่มา www.arcims.tmd.go.th/Research_files/ความชื้นในดินที่เป็นประโยชน์ต่อพืช.pdf. วันที่ 2 ตุลาคม 2560.

อภันตรี ยุทธพันธ์. 2551. ธรรมชาติความชื้นที่เป็นประโยชน์สำหรับพืชในประเทศไทย. กรมอุตุนิยมวิทยา.

อภิพรรณ พุกภักดี. 2544. ระบบการปลูกพืชและการวิจัยพัฒนาระบบการทำฟาร์มสู่ถาวรภาพของเกษตรกรกรม. ภาควิชาพืชไร่, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อรพรรณ ณ บางช้าง และ อธิพล ศรีเสาวลักษณ์. 2551. โครงการการศึกษามาตรการทางสังคมในการจัดการปัญหาดินเสื่อมคุณภาพอย่างยั่งยืน. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

อาวุธ ศิริรัตน์. 2552. การประเมินการไหลบ่าของน้ำผิวดินและการสูญเสียดินโดยใช้แบบจำลองโครงการประเมินการชะกร่อนโดยน้ำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Anderson, H.W. 1951. Physical characteristics of soil related to erosion. J. Soil and Water Conservation 6 (3): 129-133.

- Arnoldus, H.M.J. 1977. Methodology used to determine the maximum potential average annual soil loss due to sheet and rill erosion in Morocco. Annex IV in: Assessing soil degradation, FAO. **Soil Bulletin** 34, FAO Rome.
- Baver, L.D. (1965). **Soil physics**. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- Bertol, I.B., E.L. Mello, J.C. Guadagnin, A.L.V. Zapparolli and M.R. Carrafa. 2003. **Nutrient losses by water erosion**. Scientia Agricola 60: 581-586.
- Bray, R.H. and L.T. Kurtz. 1945. Determination of total, organic, and available forms of phosphorus in soils. **Soil Sci.** 59: 39-45.
- Dou, Z., R.H., Foxand, and J.D. Toth. 1994. Tillage effect on seasonal nitrogen availability in corn supplied with legume green manure. **Plant and soil**. 162: 203-210.
- Food and Agriculture Organization [FAO]. 2015. **Status of the World's Soil Resources**. Chapter 6 Global soil status, processes and trends. p. 100-167
- Frevert, R.KL, *et al.*, (1955). **Soil and Water Conservation Engineering**. New York: John Willey and Sons, Inc.
- Giller, K.E., M.H. Beare, P. Lavell, Izac, and M.J. Swift. 1997. Agricultural Intensification, Soil Biodiversity and Agro Ecosystem Function. **Applied Soil Ecology**. 6: 3-16.
- Hudson, N.W. 1971. **Soil conservation**. London : B.T. Batssford.
- Kasivivat, A., C. La-ied and S. Boonpradub. 2004. **Study on Corn-based cropping system on sloping lands in Phetchabun province**. Office of Agricultural Research and Development Region 2, Phetchabun.
- Lal, R. 2001. **Soil degradation by erosion**. Land Degradation 12: 519-539.
- Lima, P.L.T., M.L.N. Silav, J.N. Quinton, P.V.G. Batista, B.M. Candido and N. Curl. 2018. Relationship among crop systems, soil cover and water erosion on a Typic Hapludox. **Revista Brasileira de Ciencia do Solo** 42: e0170081.

- Lorsirirat, K. and H. Maita. 2006. **Soil Erosion Problems in Northeast Thailand: A Case Study from the View of Agricultural Development in a Rural Community Near Khon Kaen**. Universal Academy Press, Inc. / Tokyo, Japan pp. 675–686
- Osborn, B. 1955. **How rainfall and runoff erode soil**. Washington, D.C., The United States Government Printing office.
- Oshunsanya, S.O. and O. Aliku. 2017. **Vetiver Grass: A Tool for Sustainable Agriculture**. In **Grasses-Benefits, Diversities and Funtional Roles**. Intech Open. 143 p.
- Ouedraogo, E., A. Mando, and L. Brussaaard. 2006. Soil macrofauna affect crop nitrogen and water use efficiencies in semi-arid West Africa. **European Journal of Soil Biology** 42: 275-277.
- Panomtaranichagul, M., M.A. Fullen, K. Stahr, S. Nareubal, S. Peukrai, and T. Meetham. 2008. **An integrated (furrow-biogeotextile in alley cropping) cultivation system to improve the sustainability of rainfed highland agriculture in Thailand**. Abstract for oral presentation at The 15th Conference of the International Soil Conservation Organization (ISCO-15) on “Soil and Water Conservation, Climate Change and Environmental Sensitivity”. 18-23 May, 2008. Budapest, Hungary. p 165.
- Pansak, W., T.H. Hilger, G. Dercon, T. Kongkaew and G. Cadisch. 2008. Changes in the relationship between soil erosion and N loss pathways after establishing soil conservation system in uplands of Northeast Thailand. **Agric. Ecosyst. Environ.** 128: 167-176.
- Peech, M. 1965. Soil pH by glass electrode pH meter. **Methods of soil Analysis. Amer. Soc. Agro.** No.9 Part 2. 60: 914-925.
- Pratt, P.F. 1965. Potassium. In ‘Methods of Soil Analysis. Part 2 Chemical and Microbiological Properties’. **American Society of Agronomy (Ed. Black CA)**. pp. 1023-1031. Madison, Wisconsin.
- Schulz, E.F. 1981. **Sediment yield estimated in planning land-use changes**. pp. 117-128. In South - East Asian Regional Symposium on Problems of soil Erosion and Sedimentation. Bangkok, Thailand.

- Takim, F.O. 2012. Advantages of Maize-Cowpea Intercropping over Sole Cropping through Competition Indices. **Journal of Agriculture and Biodiversity Research**. 1(4): 53-58.
- Walkley, A. and Black, I.A. 1947. Chromic acid titration method for determinate of soil organic matter. **Soil Sci. Amer. Proc.** 63: 257.
- Wischmeier, W. H. and D.D. Smith. 1978. Predicting rainfall erosion losses. A guide to Conservation planing. **USDA Agric.** 537: 58.
- Wooldridge D.D. 1964. Effects of parent meterial and Vegetation on properties related to soil erosion in central Washington. **Soil Sci. Soc Amer Proc.** 28. 430 – 432





ตารางภาคผนวกที่ 1 ความต้องการของพืช (crop requirement) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

รายการ	ความเหมาะสม	ข้อจำกัด
1. สภาพพื้นที่	1.1 พืชโตผลดีที่สุดในพื้นที่เขตอบอุ่น (temperate zone) คือ ระหว่างเส้นแวงที่ 30-40 เหนือและใต้ 1.2 พื้นที่ดอนหรือที่ลุ่มไม่มีน้ำขัง 1.3 ความสูงจากระดับน้ำทะเลไม่เกิน 1,000 เมตร 1.4 ความลาดเอียงไม่ควรเกิน 5 เปอร์เซ็นต์ 1.5 การคมนาคมสะดวก	- หากมีน้ำท่วมขังจะทำให้การดูดตั้งธาตุอาหารพืชไปใช้ในการเจริญเติบโตไม่ดี - หากความลาดชันของพื้นที่สูงอาจสูญเสียความอุดมสมบูรณ์ของดินจากการชะล้างพังทลายของหน้าดิน - หากปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่นา (ฤดูแล้ง) หลังจากเก็บเกี่ยวข้าว ควรปลูกช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงธันวาคม
2. อุณหภูมิ	2.1 อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตเฉลี่ย 25-35 องศาเซลเซียส 2.2 แสงแดดจัด	
3. ความต้องการน้ำและแหล่งน้ำ	3.1 ปลูกในพื้นที่ไร (อาศัยน้ำฝน) - ปริมาณการกระจายของน้ำฝนสม่ำเสมอ 1,000-1,200 มิลลิเมตรต่อปี ให้ผลผลิตที่สูง - ต้องการน้ำตลอดฤดูปลูกประมาณ 450-500 มิลลิเมตร ในช่วงการเจริญเติบโต - ต้องการปริมาณการกระจายของน้ำฝน 350-400 มิลลิเมตร 3.2 ปลูกในพื้นที่นาฤดูแล้ง (ใช้น้ำชลประทาน) ต้องการน้ำตลอดฤดู 720-800 ลูกบาศก์เมตร	- หากขาดน้ำในช่วงอายุ 50-55 วัน (ออกดอกหัว) จะทำให้ผลผลิตลดลงร้อยละ 50 - หากเก็บเกี่ยวในช่วงฝนตกหรือมีความชื้นสูงจะทำให้เกิดสารพิษอะฟลาทอกซิน
4. ลักษณะดิน	4.1 ระดับหน้าดินลึกไม่น้อยกว่า 25 เซนติเมตร 4.2 ดินร่วน ดินร่วนเหนียว ดินร่วนทราย ดินเหนียว 4.3 ความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง ดังนี้ - อินทรีย์วัตถุไม่ต่ำกว่า 1.0 เปอร์เซ็นต์ - ฟอสฟอรัสที่เป้นประโยชน์ไม่น้อยกว่า 10 ส่วนในล้านส่วน - โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ไม่น้อยกว่า 60 ส่วนในล้านส่วน 4.4 การระบายน้ำและถ่ายเทอากาศดี 4.5 ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) 5.5-7.0	

ที่มา: ณรงค์ และ อำนาจ (2549)

ตารางภาคผนวกที่ 2 ระดับความเหมาะสมของค่าพิสัยของคุณภาพที่ดินสำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

LAND-USE REQUIREMENT			FACTOR RATING			
LAND QUALITY	Diagnostic factor	Unit	S1	S2	S3	N
Temperature (t)	Mean temp. in growing period	c	24-30	31-32	33-35	>35
				23-20	19-16	<16
Moisture availability (m)	Ann. rainfall	mm.				
	Water requirement in growing period	mm.	500-800	400-500	300-400	<300
Oxygen availability (o)	Soil drainage	class	5,6	4	3	1,2
Nutrient availability (s)	N (total)	%				
	P	Ppm				
	K	ppm				
	Organic matter	%				
Nutrient retention (n)	Nutrient status	class	VH,H,M	L		
	C.E.C. ดินล่าง	meq/100g	>15	3-15	<3	
	B.S. ดินล่าง	%	>35	<35		
Rooting conditions (r)	Effective soil depth	cm.	>100	50-100	25-50	<25
	Gravel	%	<15	15-40	40-80	>80
	Root penetration	class	1,2	3	4	
Flood hazard (f)	Frequency	Yrs./time	10yrs/1	6-9yrs/1	3-5yrs/1	1-2yrs/1
Excess of salts (x)	EC.of saturation	mmho/cm.	<2	2-4	4-8	>8
Soil toxicities (z)	Depth of jarosite	cm.	>150	100-150	50-100	<50
	Reaction	pH	5.6-7.3	7.4-7.8	7.9-8.4	>8.4
				5.1-5.5	4.5-5.0	<4.5
Soil workability (k)	Workability class	class	1,2	3	4	
Potential for mechanization (w)	Slope	class	ABC	D	E	>E
	Rockout crop	class	1	2	3	4
Erosion hazard (e)	Stoniness	class	1	2	3	4
	Slope	class	AB	C	D	>D
	Soil loss	ton/rai/yr	<2	2-4	4-12	>12

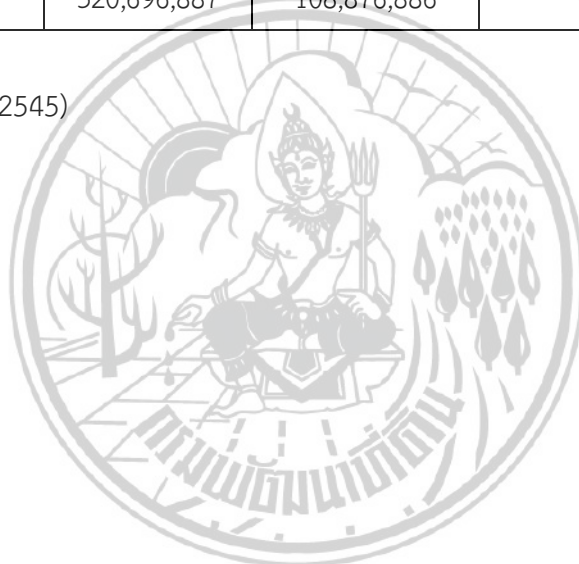
หมายเหตุ: - Day length : short day/day neutral
 - Growing period : 110-120 days
 - Critical period (moisture) : silking to grain filling
 - Soil texture requirement of crops : sl, l, sil, cl
 - Others: excessive moisture within the rootzone for 36 hrs will injure the plants

ที่มา: บัณฑิต และ คำรณ (2542)

ตารางภาคผนวกที่ 3 การสูญเสียดินเป็นรายภาคของประเทศไทย ปี พ.ศ.2545

ภาค	พื้นที่ (ไร่)	พื้นที่ที่มีปัญหา (ไร่)	ร้อยละของพื้นที่ ทั้งประเทศ	ร้อยละ ของพื้นที่ที่มีปัญหา
เหนือ	106,027,680	53,957,487	50.89	49.56
ตะวันออกเฉียงเหนือ	105,533,963	17,866,900	16.93	16.41
ตะวันตก	28,804,848	14,880,584	51.66	13.67
ใต้	44,196,992	10,841,522	24.53	9.96
ตะวันออก	23,441,620	8,497,587	36.25	7.80
กลาง	12,691,784	2,832,806	22.32	2.60
รวมทั้งประเทศ	320,696,887	108,876,886	-	100

ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน (2545)



ตารางภาคผนวกที่ 4 พื้นที่และอัตราการสูญเสียดินตามรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินในภาคต่าง ๆ
ปี พ.ศ.2545

รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ		ภาคเหนือ		ภาคกลาง-ตล-ออก		ภาคใต้	
	พื้นที่ (ไร่)	^{1/} อัตราการสูญเสียดิน (ตันต่อไร่ต่อปี)	พื้นที่ (ไร่)	^{1/} อัตราการสูญเสียดิน (ตันต่อไร่ต่อปี)	พื้นที่ (ไร่)	^{1/} อัตราการสูญเสียดิน (ตันต่อไร่ต่อปี)	พื้นที่ (ไร่)	^{1/} อัตราการสูญเสียดิน (ตันต่อไร่ต่อปี)
ป่าไม้	13,624,192	6.83	48,214,357	2.56	15,192,145	7.67	8,405,590	0.33
ที่นา	37,972,843	0.19	15,196,970	0.10	12,530,777	0.11	3,612,413	0.17
พืชไร่	13,454,928	21.15	10,474,955	20.07	9,438,406	5.69	150,342	35.94
ไม้ผลและไม้ยืนต้น	1,844,150	13.5	1,753,992	12.81	4,379,380	7.70	12,120,934	6.73
สวนผักและไม้ดอก	209,090	2.26	275,615	1.24	309,380	1.29	64,095	3.85
ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์	394,819	0.90	134,158	0.85	124,526	1.01	53,309	1.53
ที่รกร้าง ^{2/}	2,068,752	22.51	431,739	21.35	444,823	25.26	675,931	38.23
ที่อยู่อาศัย ที่อื่น ๆ ^{3/} เนื้อที่ไม่ได้จำแนก ^{4/}	35,965,234	-	29,545,894	-	22,518,806	-	19,114,378	-
รวมทั้งประเทศ	105,533,963	-	106,027,680	-	64,938,253	-	44,196,992	-

หมายเหตุ: ^{1/} การสูญเสียดินในตารางนี้เป็นการชะล้างพังทลายของดินแบบแผ่นและร่องริ้ว ไม่รวมถึงการชะล้างพังทลายของดินแบบร่องลึกและการกัดเซาะริมตลิ่งและชายฝั่ง

^{2/} ที่รกร้าง หมายถึง เนื้อที่ที่ไม่ได้ทำประโยชน์เลย ปล่อยทิ้งไว้ให้เกิดเป็นพงหญ้ารกอยู่ จึงไม่สามารถปลูกพืชได้ในขณะนั้น แต่ถ้าทำการหักล้างถางพงออกไปก็จะสามารถทำการเพาะปลูกได้

^{3/} ที่อื่น ๆ หมายถึง ถนน ทางเดิน คูน้ำ บ่อเลี้ยงปลา สระน้ำ ฯลฯ ที่มีอยู่ในฟาร์ม

^{4/} เนื้อที่ไม่ได้จำแนก หมายถึง ที่สาธารณประโยชน์ ที่สุขาภิบาล เนื้อที่หนองบึง ที่เทศบาล ที่ราชพัสดุ ที่รถไฟ ที่ถนน ฯลฯ

ที่มา: พิณฑิพย์ (2546)

**ตารางภาคผนวกที่ 5 ปริมาณน้ำฝนรายเดือนสถานีอุตุนิยมวิทยาฟาร์มโชคชัย 4 อำเภอปากช่อง
จังหวัดนครราชสีมา (Code 250651) ปีน้ำ 2557-2561**

ปีน้ำ	ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร)													จำนวน วันฝนตก
	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	รวม	
2557	179.6	37.7	24.5	66.5	138.9	43.3	132.8	45.2	15.3	8.5	6.9	48.7	747.9	75
2558	51.4	131.8	65.4	38.9	25.3	268.3	92.3	1.3	0.0	8.8	0.0	11.4	694.9	55
2559	55.1	42.6	121.4	60.7	64.8	220.0	177.2	9.1	0.0	0.0	8.0	105.6	864.5	75
2560	86.6	83.4	50.7	118.5	145.0	104.2	103.3	32.4	6.0	17.6	40.8	13.7	802.2	81
2561	70.9	168.8	54.0	49.0	141.7	158.7	57.7	18.7	65.0	0.0	9.0	37.5	831.0	69

ที่มา: ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง กรมชลประทาน (2564)

ตารางภาคผนวกที่ 6 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 (2547)

ตารางภาคผนวกที่ 7 ระดับอินทรีย์วัตถุในดิน (organic matter)

ระดับ (rating)	วิธีการของ Walkley and Black ฟิสส์ (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 (2547)

ตารางภาคผนวกที่ 8 ระดับฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (available Phosphorus)

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 (2547)

ตารางภาคผนวกที่ 9 ระดับโพแทสเซียมที่สกัดได้ในดิน (extractable Potassium)

ระดับความเป็นประโยชน์ต่อพืช	วิเคราะห์โดยใช้น้ำยาสกัด $\text{NH}_4\text{OAc} 1\text{N}$ 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 (2547)

ตารางภาคผนวกที่ 10 เกณฑ์การจัดระดับความอุดมสมบูรณ์

ระดับ	ต่ำ	ปานกลาง	สูง
อินทรีย์วัตถุในดิน (เปอร์เซ็นต์)	<1.5 (1 คะแนน)	1.5-3.5 (2 คะแนน)	>3.5 (3 คะแนน)
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	<10 (1 คะแนน)	10-25 (2 คะแนน)	>25 (3 คะแนน)
โพแทสเซียมที่สกัดได้ในดิน (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	<60 (1 คะแนน)	60-90 (2 คะแนน)	>90 (3 คะแนน)
ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (เซนติโมลต่อกิโลกรัม)	<10 (1 คะแนน)	10-20 (2 คะแนน)	>20 (3 คะแนน)
อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบส (เปอร์เซ็นต์)	<35 (1 คะแนน)	35-75 (2 คะแนน)	>75 (3 คะแนน)

ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน (2558) อ้างถึง กองสำรวจดิน (2523)

หมายเหตุ: เกณฑ์การให้คะแนนแต่ละผลวิเคราะห์ดิน 1 คะแนน ถือว่าต่ำ 2 คะแนน ถือว่า กลาง 3 คะแนน ถือว่า สูง

วิธีจัดระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยวิธีให้คะแนน

ถ้าผลรวมคะแนน 5-7 ถือว่าดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

ถ้าผลรวมคะแนน 8-12 ถือว่าดินมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง

ถ้าผลรวมคะแนน 13-15 ถือว่าดินมีความอุดมสมบูรณ์สูง

ตารางภาคผนวกที่ 11 ระดับสถานะสมบัติทางเคมีของดิน

ระดับของสมบัติทางเคมีของดิน	
อินทรีย์วัตถุในดิน	เปอร์เซ็นต์
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
ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
ต่ำมาก (very low)	<3
ต่ำ (low)	3-10
ปานกลาง (medium)	11-15
สูง (high)	16-45
สูงมาก (very high)	>45
ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ในดิน	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
ต่ำมาก (very low)	<30
ต่ำ (low)	30-60
ปานกลาง (medium)	61-90
สูง (high)	91-120
สูงมาก (very high)	>120
สภาพกรดหรือสภาพด่าง	pH
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: คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา (2548)

ตารางภาคผนวกที่ 12 ระดับความซึมน้ำได้ของดิน (permeability classes) โดยเทียบจากค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำของดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (K_{sat}) และความซึมน้ำของดิน (permeability)

ระดับชั้น	ค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำ ของดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (เซนติเมตรต่อชั่วโมง)	ความซึมน้ำได้ ของดิน $cm^2 \times 10^{-10}$	Permeability code
ช้ามาก (very slow)	<0.125	<3	6
ช้า (slow)	0.125-0.50	3-15	5
ช้าปานกลาง (moderately slow)	0.50-2.00	15-60	4
ปานกลาง (moderate)	2.00-6.25	60-170	3
เร็วปานกลาง (moderate rapid)	6.25-12.50	170-350	2
เร็ว (rapid)	12.50-25.00	350-700	1
เร็วมาก (very rapid)	>25.00	>700	1

ที่มา: พิณฑิพย์ (2546)

ตารางภาคผนวกที่ 13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณการสูญเสียดินภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกันในระบบการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อินทรีย์ ฤดูปลูก 2560/61

	SOV	df	SS	MS	F	Sig
Soil loss	Replication	2	0.0003	0.0001	0.63	0.5586
	Treatment	7	0.0058	0.0008	3.31	0.0250
	Error	14	0.0034	0.0002		
	Total	23	0.0095			

% C.V. = 8.95, Soil loss Mean = 0.1746

ค่า F-test $P < 0.05$ หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ตารางภาคผนวกที่ 14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความเป็นกรดเป็นด่างในตะกอนดินภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกันในระบบการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อินทรีย์ ฤดูปลูก 2560/61

	SOV	df	SS	MS	F	Sig
pH	Replication	2	0.4800	0.2400	1.43	0.2718
	Treatment	7	0.6096	0.0871	0.52	0.8055
	Error	14	2.3467	0.1676		
	Total	23	3.4362			

% C.V. = 5.09, Soil pH Mean = 8.04

ค่า F-test $P > 0.05$ หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณอินทรีย์วัตถุในตะกอนดินภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกันในระบบการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อินทรีย์ ฤดูปลูก 2560/61

	SOV	df	SS	MS	F	Sig
Organic matter	Replication	2	2.1608	1.0804	3.31	0.0664
	Treatment	7	1.6941	0.2420	0.74	0.6416
	Error	14	4.5649	0.3261		
	Total	23	8.4198			

% C.V. = 20.47, Organic matter Mean = 2.79

ค่า F-test $P > 0.05$ หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในตะกอนดินภายใต้
มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกันในระบบการปลูกข้าวโพด
เลี้ยงสัตว์อินทรีย์ ฤดูปลูก 2560/61

	SOV	df	SS	MS	F	Sig
Total	Replication	2	0.0059	0.0029	3.64	0.0534
nitrogen	Treatment	7	0.0039	0.0006	0.68	0.6849
	Error	14	0.0113	0.0008		
	Total	23	0.0210			

% C.V. = 20.39, Total nitrogen Mean = 0.1392

ค่า F-test $P > 0.05$ หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในตะกอนดิน
ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกันในระบบการปลูกข้าวโพด
เลี้ยงสัตว์อินทรีย์ ฤดูปลูก 2560/61

	SOV	df	SS	MS	F	Sig
Available	Replication	2	444.4526	222.2263	0.87	0.4420
phosphorus	Treatment	7	1455.0610	207.8659	0.81	0.5935
	Error	14	3593.1735	256.6552		
	Total	23	5492.6872			

% C.V. = 57.73, Available phosphorus Mean = 27.75

ค่า F-test $P > 0.05$ หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 18 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ในตะกอนดินภายใต้
มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกันในระบบการปลูกข้าวโพด
เลี้ยงสัตว์อินทรีย์ ฤดูปลูก 2560/61

	SOV	df	SS	MS	F	Sig
Extractable	Replication	2	2482491.0833	1241245.5417	6.99	0.0078
potassium	Treatment	7	2634341.6250	376334.5179	2.12	0.1097
	Error	14	2485744.2500	177553.1607		
	Total	23	7602576.9583			

% C.V. = 26.61, Extractable potassium Mean = 1583.71

ค่า F-test $P > 0.05$ หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 19 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณแคลเซียมในตะกอนดินภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกันในระบบการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อินทรีย์ ฤดูปลูก 2560/61

	SOV	df	SS	MS	F	Sig
Calcium	Replication	2	11808234.7500	5904117.3750	9.37	0.0022
	Treatment	7	7897870.6250	1128267.2321	1.86	0.1533
	Error	14	8499151.2500	607082.2321		
	Total	23	28205256.6250			

% C.V. = 23.93, Calcium = 3256.13

ค่า F-test $P > 0.05$ หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 20 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณแมกนีเซียมในตะกอนดินภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกันในระบบการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อินทรีย์ ฤดูปลูก 2560/61

	SOV	df	SS	MS	F	Sig
Magnesium	Replication	2	5764.5833	2882.2917	3.15	0.0743
	Treatment	7	7090.2917	1012.8988	1.11	0.4111
	Error	14	12820.0833	915.7202		
	Total	23	25674.9583			

% C.V. = 19.07, Magnesium = 158.71

ค่า F-test $P > 0.05$ หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 21 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณการสูญเสียดินจากการชะล้างพังทลายของดินภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน ฤดูปลูก 2560/61 (หน่วยกิโลกรัมต่อไร่)

	SOV	df	SS	MS	F	Sig
Nitrogen loss	Replication	2	302.3255	151.1628	0.62	0.5529
	Treatment	7	5778.8561	825.5509	3.38	0.0251
	Error	14	3422.3632	244.4545		
	Total	23	9503.5448			

% C.V. = 8.96, Soil loss rate Mean = 174.56

ค่า F-test $P < 0.05$ หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ตารางภาคผนวกที่ 22 การวิเคราะห์ความแปรปรวนการสูญเสียไนโตรเจนจากการชะล้างพังทลายของดินภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกันในระบบการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อินทรีย์ ฤดูปลูก 2560/61

	SOV	df	SS	MS	F	Sig
Nitrogen loss	Replication	2	122.5330	61.2665	2.68	0.1037
	Treatment	7	403.0760	57.5823	2.51	0.0673
	Error	14	320.5489	22.8964		
	Total	23	846.1579			

% C.V. = 19.65, Nitrogen loss Mean = 24.35

ค่า F-test $P > 0.05$ หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 23 การวิเคราะห์ความแปรปรวนการสูญเสียฟอสฟอรัสจากการชะล้างพังทลายของดินภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกันในระบบการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อินทรีย์ ฤดูปลูก 2560/61

	SOV	df	SS	MS	F	Sig
Phosphorus Loss	Replication	2	0.0003	0.0001	0.61	0.5586
	Treatment	7	0.0058	0.0008	3.38	0.0250
	Error	14	0.0034	0.0002		
	Total	23	0.0095			

% C.V. = 8.95, Nitrogen loss Mean = 0.1746

ค่า F-test $P < 0.05$ หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ตารางภาคผนวกที่ 24 การวิเคราะห์ความแปรปรวนการสูญเสียโพแทสเซียมจากการชะล้างพังทลายของดินภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกันในระบบการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อินทรีย์ ฤดูปลูก 2560/61

	SOV	df	SS	MS	F	Sig
Potassium Loss	Replication	2	2.4695	1.2347	6.99	0.0079
	Treatment	7	2.6408	0.3773	2.13	0.1077
	Error	14	2.4743	0.1767		
	Total	23	7.5846			

% C.V. = 26.54, Potassium loss Mean = 1.58

ค่า F-test $P > 0.05$ หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 25 การวิเคราะห์ความแปรปรวนการสูญเสียธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม) จากการชะล้างพังทลายของดิน ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกันในระบบการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อินทรีย์ ฤดูปลูก 2560/61

	SOV	df	SS	MS	F	Sig
Major	Replication	2	133.5734	66.7867	3.11	0.0765
nutrient	Treatment	7	439.1333	62.7333	2.92	0.0418
loss	Error	14	301.0102	21.5007		
	Total	23	873.7170			

% C.V. = 17.76, N-P-K loss Mean = 26.10

ค่า F-test $P < 0.05$ หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ตารางภาคผนวกที่ 26 การวิเคราะห์ความแปรปรวนมูลค่าการสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์ของธาตุไนโตรเจนภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกันในระบบการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อินทรีย์ ฤดูปลูก 2560/61

	SOV	df	SS	MS	F	Sig
Economic	Replication	2	17153.6691	8576.8345	2.68	0.1036
value	Treatment	7	56405.9256	8057.9894	2.52	0.0672
N	Error	14	44840.9928	3202.9281		
	Total	23	118400.5875			

% C.V. = 19.65, Economic value N Mean = 288.02

ค่า F-test $P > 0.05$ หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 27 การวิเคราะห์ความแปรปรวนมูลค่าการสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์ของฟอสฟอรัสภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกันในระบบการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อินทรีย์ ฤดูปลูก 2560/61

	SOV	df	SS	MS	F	Sig
Economic	Replication	2	0.1060	0.0530	0.61	0.5551
value	Treatment	7	2.0633	0.2948	3.42	0.0240
P	Error	14	1.2079	0.0863		
	Total	23	3.3772			

% C.V. = 8.91, Economic value P Mean = 3.29

ค่า F-test $P < 0.05$ หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ตารางภาคผนวกที่ 28 การวิเคราะห์ความแปรปรวนมูลค่าการสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์ของโพแทสเซียม ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกันในระบบการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อินทรีย์ ฤดูปลูก 2560/61

	SOV	df	SS	MS	F	Sig
Economic value	Replication	2	663.5275	331.7637	6.99	0.0079
	Treatment	7	704.0392	100.5770	2.12	0.1098
K	Error	14	664.4719	47.4623		
	Total	23	2032.0386			

% C.V. = 26.60, Economic value K Mean = 25.89

ค่า F-test $P > 0.05$ หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 29 การวิเคราะห์ความแปรปรวนมูลค่าการสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์ของธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม) ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน ฤดูปลูก 2560/61

	SOV	df	SS	MS	F	Sig
Economic value	Replication	2	19443.1215	9721.5608	3.30	0.0671
	Treatment	7	63687.7268	9098.2467	3.09	0.0346
N-P-K	Error	14	41283.9734	2948.8552		
	Total	23	124414.8217			

C.V. = 17.12, Economic value N-P-K Mean = 317.21

ค่า F-test $P < 0.05$ หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ตารางภาคผนวกที่ 30 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณความชื้นดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร เดือนพฤษภาคม 2560 ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน

	SOV	df	SS	MS	F	Sig
Economic value	Replication	2	4.5122	2.2561	0.75	0.4924
	Treatment	7	5.4537	0.7791	0.26	0.9609
N-P-K	Error	14	42.3698	3.0264		
	Total	23	52.3358			

% C.V. = 11.90, Soil moisture content Mean = 14.62

ค่า F-test $P > 0.05$ หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 31 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณความชื้นดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร เดือนมิถุนายน 2560 ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน

	SOV	df	SS	MS	F	Sig
Economic value	Replication	2	7.0688	3.5344	1.45	0.2680
	Treatment	7	2.9196	0.4171	0.17	0.9873
N-P-K	Error	14	34.1502	2.4393		
	Total	23	44.1386			

% C.V. = 9.69, Soil moisture content Mean = 16.12

ค่า F-test $P > 0.05$ หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 32 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณความชื้นดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร เดือนกรกฎาคม 2560 ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน

	SOV	df	SS	MS	F	Sig
Economic value	Replication	2	1.1078	0.5539	0.31	0.7399
	Treatment	7	10.2067	1.4581	0.81	0.5933
N-P-K	Error	14	25.1946	1.7996		
	Total	23	36.5091			

% C.V. = 7.68, Soil moisture content Mean = 17.47

ค่า F-test $P > 0.05$ หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 33 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณความชื้นดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร เดือนสิงหาคม 2560 ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน

	SOV	df	SS	MS	F	Sig
Economic value	Replication	2	125.9233	62.9617	2.07	0.1634
	Treatment	7	46.9701	6.7100	0.22	0.9741
N-P-K	Error	14	426.2576	30.4470		
	Total	23	599.1510			

% C.V. = 26.44, Soil moisture content Mean = 20.87

ค่า F-test $P > 0.05$ หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 34 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณความชื้นดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร เดือนกันยายน 2560 ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน

	SOV	df	SS	MS	F	Sig
Economic value	Replication	2	5.8173	2.9087	0.67	0.5297
	Treatment	7	78.1308	11.1615	2.55	0.0643
N-P-K	Error	14	61.2251	4.3732		
	Total	23	145.1733			

% C.V. = 10.43, Soil moisture content Mean = 20.05

ค่า F-test $P > 0.05$ หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 35 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณความชื้นดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร เดือนตุลาคม 2560 ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน

	SOV	df	SS	MS	F	Sig
Economic value	Replication	2	0.0690	0.0345	0.01	0.9945
	Treatment	7	75.6503	10.8072	1.72	0.1841
N-P-K	Error	14	88.0716	6.2908		
	Total	23	163.7909			

% C.V. = 14.32, Soil moisture content Mean = 17.51

ค่า F-test $P > 0.05$ หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 36 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณความชื้นดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร เดือนพฤศจิกายน 2560 ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน

	SOV	df	SS	MS	F	Sig
Economic value	Replication	2	2.5306	1.2653	0.20	0.8184
	Treatment	7	18.5206	2.6458	0.42	0.8709
N-P-K	Error	14	87.1605	6.2257		
	Total	23	108.2117			

% C.V. = 15.24, Soil moisture content Mean = 16.37

ค่า F-test $P > 0.05$ หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 37 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณความชื้นดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร เดือนธันวาคม 2560 ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน

	SOV	df	SS	MS	F	Sig
Economic value	Replication	2	15.6858	7.8429	2.12	0.1568
	Treatment	7	11.8216	1.6888	0.46	0.8496
N-P-K	Error	14	51.7586	3.6970		
	Total	23	79.2660			

% C.V. = 14.60, Soil moisture content Mean = 13.17

ค่า F-test $P > 0.05$ หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 38 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความหนาแน่นรวมของดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร หลังการเก็บเกี่ยวฤดูปลูก 2560/61

	SOV	df	SS	MS	F	Sig
Economic value	Replication	2	0.0272	0.0136	2.59	0.1107
	Treatment	7	0.0526	0.0075	1.43	0.2683
N-P-K	Error	14	0.0735	0.0053		
	Total	23	0.1533			

% C.V. = 4.99, Bulk density Mean = 1.45

ค่า F-test $P > 0.05$ หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 39 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความหนาแน่นรวมของดินที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร หลังการเก็บเกี่ยวฤดูปลูก 2560/61

	SOV	df	SS	MS	F	Sig
Economic value	Replication	2	0.0021	0.0011	0.47	0.6353
	Treatment	7	0.0280	0.0040	1.78	0.1688
N-P-K	Error	14	0.0314	0.0022		
	Total	23	0.0615			

% C.V. = 3.16, Bulk density Mean = 1.50

ค่า F-test $P > 0.05$ หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 40 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความเป็นกรดเป็นด่างของดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร หลังการเก็บเกี่ยวฤดูปลูก 2560/61

	SOV	df	SS	MS	F	Sig
Economic value	Replication	2	0.4908	0.2454	4.25	0.0362
	Treatment	7	1.0783	0.1540	2.67	0.0562
N-P-K	Error	14	0.8092	0.0578		
	Total	23	2.3783			

% C.V. = 3.76, Soil pH Mean = 6.4

ค่า F-test $P > 0.05$ หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 41 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความเป็นกรดเป็นด่างของดินที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร หลังการเก็บเกี่ยวฤดูปลูก 2560/61

	SOV	df	SS	MS	F	Sig
Economic value	Replication	2	0.1358	0.0679	1.13	0.3519
	Treatment	7	0.1183	0.0169	0.28	0.9513
N-P-K	Error	14	0.8442	0.0603		
	Total	23	1.0983			

% C.V. = 3.73, Soil pH Mean = 6.6

ค่า F-test $P > 0.05$ หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 42 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร หลังการเก็บเกี่ยวฤดูปลูก 2560/61

	SOV	df	SS	MS	F	Sig
Economic value	Replication	2	0.5183	0.2591	4.04	0.0412
	Treatment	7	0.5896	0.0842	1.31	0.3136
N-P-K	Error	14	0.8977	0.0641		
	Total	23	2.0056			

% C.V. = 13.08, Soil OM Mean = 1.94

ค่า F-test $P > 0.05$ หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 43 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร หลังการเก็บเกี่ยวฤดูปลูก 2560/61

	SOV	df	SS	MS	F	Sig
Economic value	Replication	2	0.0181	0.0090	0.70	0.5148
	Treatment	7	0.2332	0.0333	2.57	0.0631
N-P-K	Error	14	0.1817	0.0130		
	Total	23	0.4330			

% C.V. = 6.41, Soil OM Mean = 1.78

ค่า F-test $P > 0.05$ หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 44 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร หลังการเก็บเกี่ยวฤดูปลูก 2560/61

	SOV	df	SS	MS	F	Sig
Economic value	Replication	2	14.4408	7.2204	34.16	0.0000
	Treatment	7	2.0196	0.2885	1.36	0.2931
N-P-K	Error	14	2.9592	0.2114		
	Total	23	19.4196			

% C.V. = 13.71, Available P Mean = 3.4

ค่า F-test $P > 0.05$ หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 45 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร หลังการเก็บเกี่ยวฤดูปลูก 2560/61

	SOV	df	SS	MS	F	Sig
Economic value	Replication	2	18.2533	9.1267	5.57	0.0166
	Treatment	7	7.1317	1.0188	0.62	0.7306
N-P-K	Error	14	22.9533	1.6395		
	Total	23	48.3383			

% C.V. = 13.71, Available P Mean = 3.4

ค่า F-test $P > 0.05$ หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 46 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร หลังการเก็บเกี่ยวฤดูปลูก 2560/61

	SOV	df	SS	MS	F	Sig
Economic value	Replication	2	33034.0833	16517.0417	1.19	0.3326
	Treatment	7	94952.6250	13564.6607	0.98	0.4833
N-P-K	Error	14	193999.2500	13857.0893		
	Total	23	321985.9583			

% C.V. = 24.25, Extractable K Mean = 485

ค่า F-test $P > 0.05$ หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 47 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร หลังการเก็บเกี่ยวฤดูปลูก 2560/61

	SOV	df	SS	MS	F	Sig
Economic value	Replication	2	71876.5833	35938.2917	2.83	0.0929
	Treatment	7	91351.6250	13050.2321	1.03	0.4547
N-P-K	Error	14	177858.7500	12704.1964		
	Total	23	341086.9583			

% C.V. = 17.70, Available P Mean = 637

ค่า F-test $P > 0.05$ หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 48 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ระยะเก็บเกี่ยวภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน ฤดูปลูก 2560/61

	SOV	df	SS	MS	F	Sig
Maize	Replication	2	133.8233	66.9116	1.11	0.3624
Height	Treatment	6	322.4336	53.7389	0.89	0.5328
	Error	12	726.1475	60.5123		
	Total	20	1182.4043			

% C.V. = 4.65, Maize height Mean = 167.43

ค่า F-test $P > 0.05$ หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 49 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ระยะเก็บเกี่ยวภายใต้
มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน ฤดูปลูก 2560/61

	SOV	df	SS	MS	F	Sig
Maize	Replication	2	95.3038	47.6519	1.22	0.3283
height	Treatment	6	321.0333	53.5056	1.37	0.3003
ear	Error	12	467.1895	38.9325		
	Total	20	883.5267			

% C.V. = 6.60, Maize height ear Mean = 94.53

ค่า F-test $P > 0.05$ หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 50 การวิเคราะห์ความแปรปรวนอายุถึงวันออกไหมของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ภายใต้
มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน ฤดูปลูก 2560/61

	SOV	df	SS	MS	F	Sig
Maize	Replication	2	0.3810	0.1905	0.20	0.8240
silk stage	Treatment	6	9.2381	1.5397	1.59	0.2324
	Error	12	11.6190	0.9683		
	Total	20	21.2381			

% C.V. = 1.83, Maize silk stage Mean = 53.81

ค่า F-test $P > 0.05$ หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 51 การวิเคราะห์ความแปรปรวนอายุถึงวันดอกบานของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ภายใต้
มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน ฤดูปลูก 2560/61

	SOV	df	SS	MS	F	Sig
Maize	Replication	2	0.3810	0.1905	0.20	0.8240
silk stage	Treatment	6	9.2381	1.5397	1.59	0.2324
	Error	12	11.6190	0.9683		
	Total	20	21.2381			

% C.V. = 1.86, Maize flowering stage Mean = 52.81

ค่า F-test $P > 0.05$ หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 52 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน ฤดูปลูก 2560/61

	SOV	df	SS	MS	F	Sig
Maize	Replication	2	13671.2339	6835.6169	2.31	0.1419
yield	Treatment	6	21103.7605	3517.2934	1.19	0.3752
	Error	12	35537.3203	2961.4434		
	Total	20	70312.3147			

% C.V. = 8.00, Maize yield Mean = 680.25

ค่า F-test $P > 0.05$ หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 53 การวิเคราะห์ความแปรปรวนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน ฤดูปลูก 2560/61

	SOV	df	SS	MS	F	Sig
Maize	Replication	2	0.1181	0.0590	2.16	0.1584
yield	Treatment	6	0.8857	0.1476	5.39	0.0065
	Error	12	0.3286	0.0274		
	Total	20	1.3324			

% C.V. = 5.26, Diameter of corn maize bobs Mean = 3.15

ค่า F-test $P < 0.05$ หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ตารางภาคผนวกที่ 54 การวิเคราะห์ความแปรปรวนขนาดความยาวฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน ฤดูปลูก 2560/61

	SOV	df	SS	MS	F	Sig
Maize	Replication	2	0.8124	0.4062	0.99	0.3989
yield	Treatment	6	14.7581	2.4597	6.01	0.0042
	Error	12	4.9076	0.4090		
	Total	20	20.4781			

% C.V. = 5.34, Maize length Mean = 11.98

ค่า F-test $P < 0.05$ หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ตารางภาคผนวกที่ 55 การวิเคราะห์ความแปรปรวนมวลชีวภาพน้ำหนักสดต้นและใบของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่ต่างกัน ฤดูปลูก 2560/61

	SOV	df	SS	MS	F	Sig
Maize	Replication	2	31074.5543	15537.2771	0.56	0.5878
Biomass	Treatment	6	46843.6490	7807.2748	0.28	0.9360
fresh	Error	12	335628.8776	27969.0731		
	Total	20	413547.0809			

% C.V. = 12.81, Maize fresh biomass Mean = 1,305.46

ค่า F-test $P > 0.05$ หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 56 การวิเคราะห์ความแปรปรวนมวลชีวภาพน้ำหนักแห้งต้นและใบของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่ต่างกัน ฤดูปลูก 2560/61

	SOV	df	SS	MS	F	Sig
Maize	Replication	2	8115.0570	4057.5285	0.70	0.5173
Biomass	Treatment	6	12187.9883	2031.3314	0.35	0.8973
fresh	Error	12	69878.4288	5823.2024		
	Total	20	90181.4741			

% C.V. = 13.04, Maize dry biomass Mean = 585.16

ค่า F-test $P > 0.05$ หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 57 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงต้นถั่วเขียวภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่ต่างกัน ฤดูปลูก 2560/61

	SOV	df	SS	MS	F	Sig
Maize	Replication	2	0.3998	0.1999	0.69	0.5357
Biomass	Treatment	3	3.9991	1.3330	4.63	0.0529
fresh	Error	6	1.7289	0.2881		
	Total	11	6.1278			

% C.V. = 0.88, Height of mungbean plant Mean = 60.71

ค่า F-test $P > 0.05$ หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 58 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลผลิตถั่วเขียวภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน ฤดูปลูก 2560/61

	SOV	df	SS	MS	F	Sig
Maize	Replication	2	756.6535	378.3267	1.23	0.3565
Biomass	Treatment	3	3018.9852	1006.3284	3.27	0.1008
fresh	Error	6	1844.3259	307.3877		
	Total	11	5619.9646			

% C.V. = 14.52, Mungbean yield Mean = 120.76

ค่า F-test $P > 0.05$ หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 59 การวิเคราะห์ความแปรปรวนมวลชีวภาพน้ำหนักแห้งต้นและใบถั่วเขียวภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน ฤดูปลูก 2560/61

	SOV	df	SS	MS	F	Sig
Maize	Replication	2	4279.1565	2139.5782	9.07	0.0153
Biomass	Treatment	3	53065.9847	17688.6616	75.01	0.0000
fresh	Error	6	1414.8537	235.8089		
	Total	11	58759.9949			

% C.V. = 4.55, Mungbean dry biomass Mean = 337.51

ค่า F-test $P < 0.05$ หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ตารางภาคผนวกที่ 60 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณไนโตรเจนในลำต้นและใบของถั่วเขียวภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน ฤดูปลูก 2560/61

	SOV	df	SS	MS	F	Sig
Maize	Replication	2	4.7663	2.3832	9.02	0.0156
Biomass	Treatment	3	59.1998	19.7333	74.66	0.0000
fresh	Error	6	1.5857	0.2643		
	Total	11	65.5519			

% C.V. = 4.56, Nitrogen in stem and leaf Mean = 11.27

ค่า F-test $P < 0.05$ หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ตารางภาคผนวกที่ 61 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟอสฟอรัสในลำต้นและใบของข้าว
ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน ฤดูปลูก 2560/61

	SOV	df	SS	MS	F	Sig
Maize	Replication	2	0.0171	0.0086	10.81	0.0103
Biomass	Treatment	3	0.2168	0.0723	91.28	0.0000
fresh	Error	6	0.0047	0.0008		
	Total	11	0.2387			

% C.V. = 4.18, Nitrogen in stem and leaf Mean = 0.6733

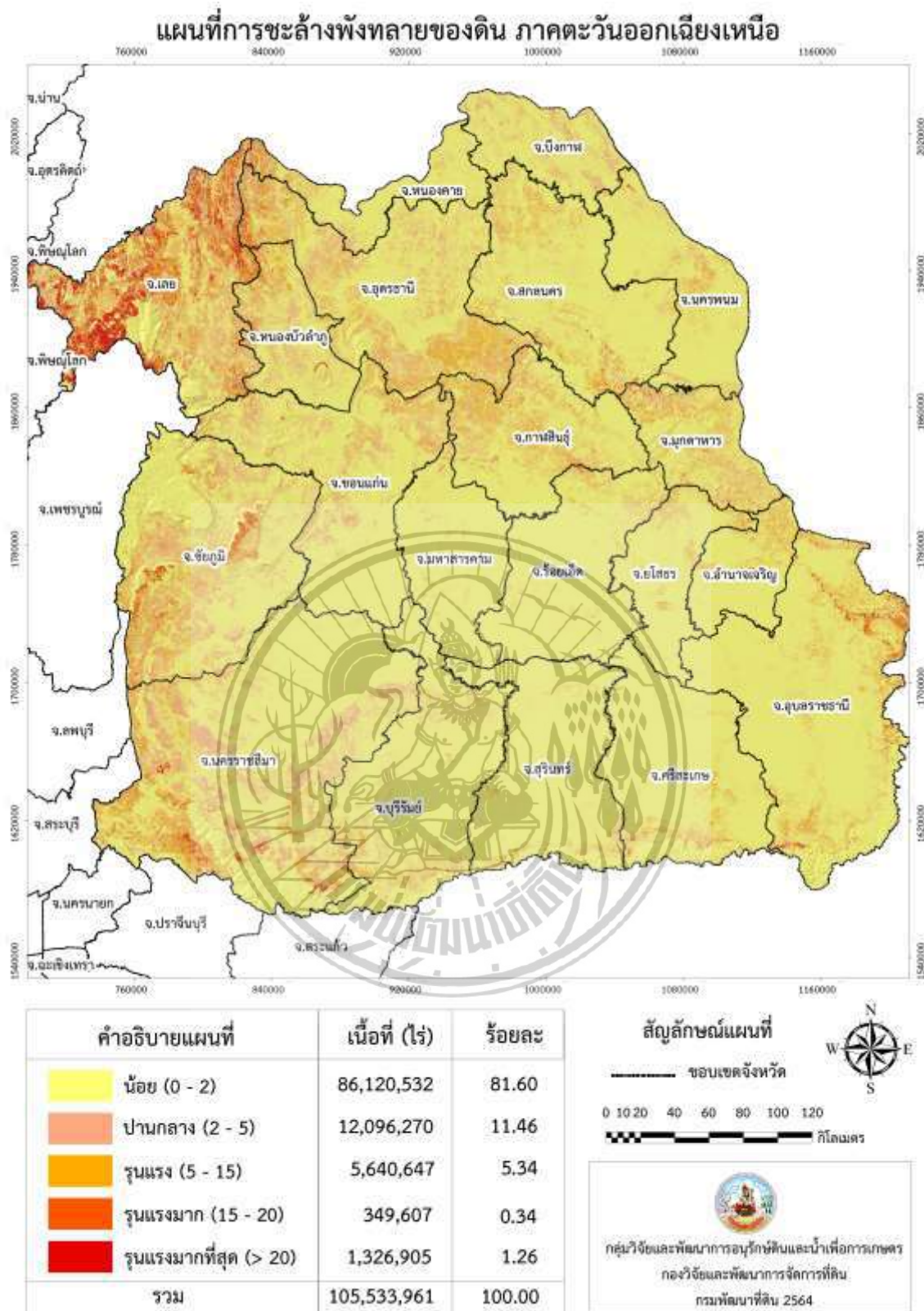
ค่า F-test $P < 0.05$ หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ตารางภาคผนวกที่ 62 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณโพแทสเซียมในลำต้นและใบของข้าว
ภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน ฤดูปลูก 2560/61

	SOV	df	SS	MS	F	Sig
Maize	Replication	2	1.0607	0.5304	9.07	0.0154
Biomass	Treatment	3	13.0602	4.3534	74.43	0.0000
fresh	Error	6	0.3509	0.0585		
	Total	11	14.4719			

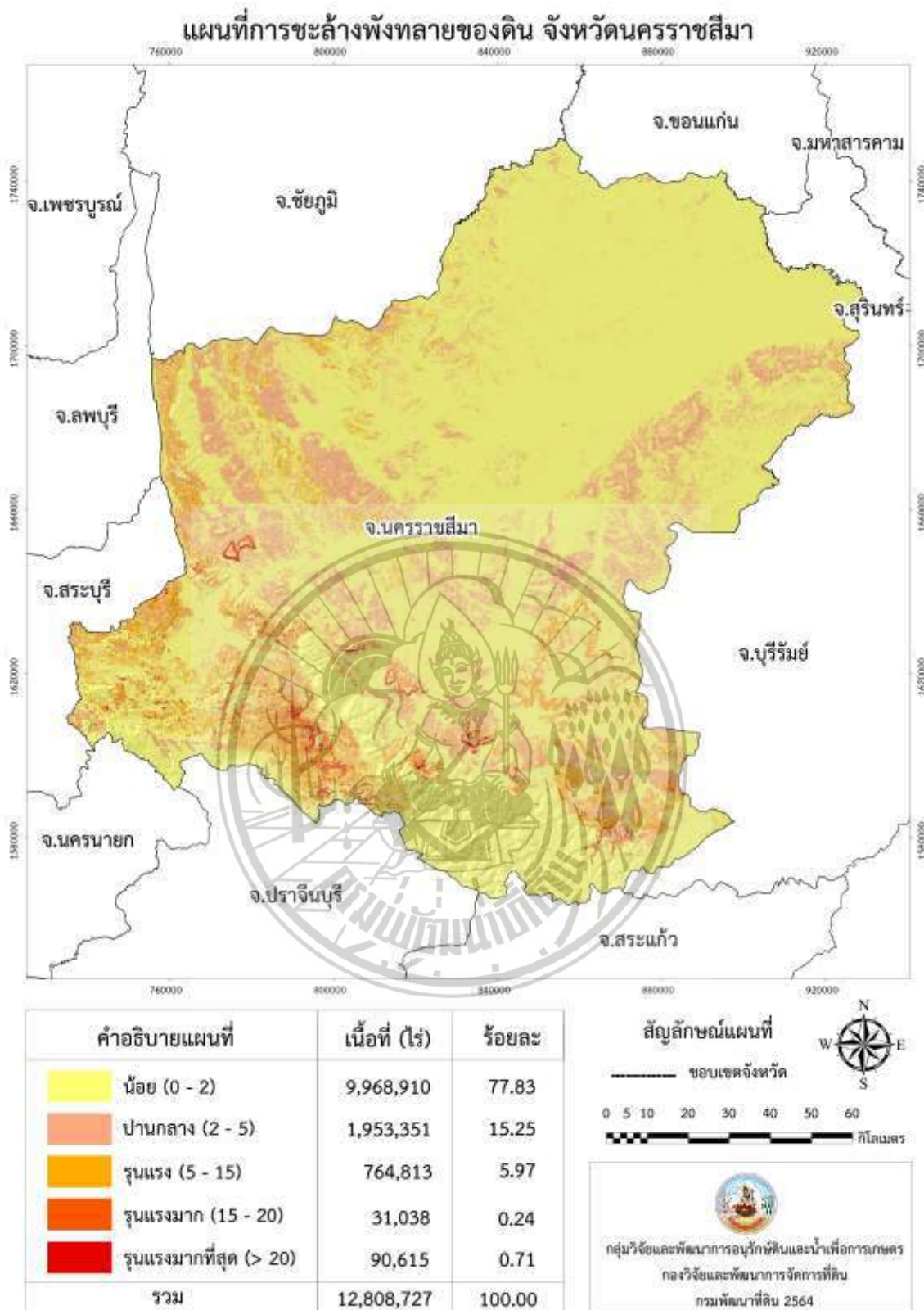
% C.V. = 4.56, Nitrogen in stem and leaf Mean = 5.30

ค่า F-test $P < 0.05$ หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์



ภาพภาคผนวกที่ 1 แผนที่การชะล้างพังทลายของดินของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน (2563)

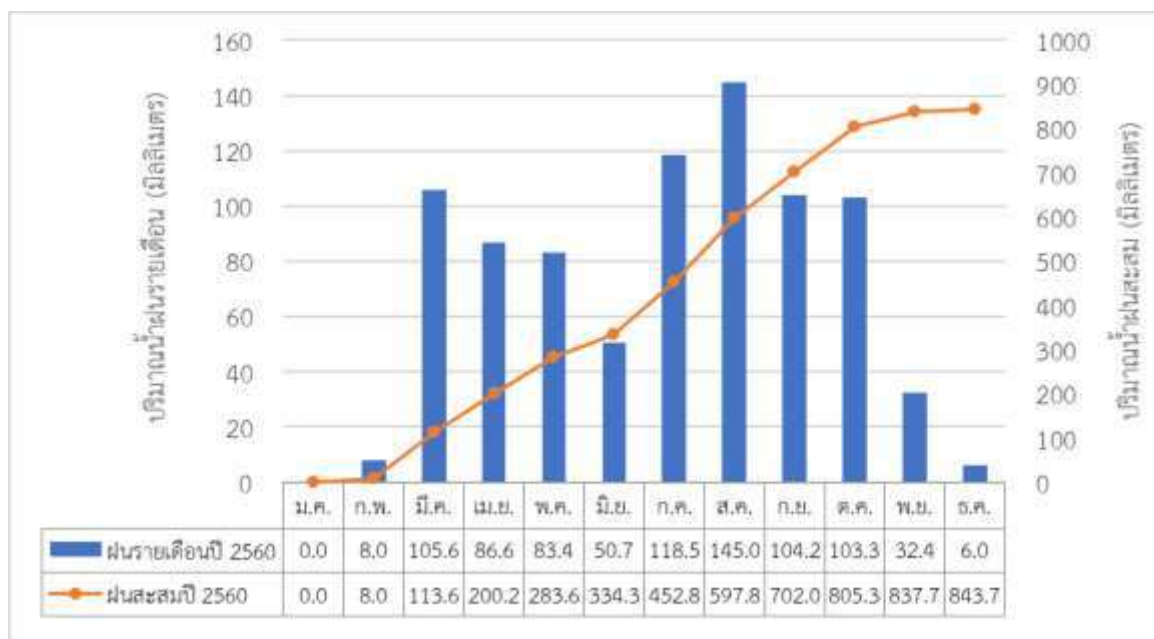


ภาพภาคผนวกที่ 2 แผนที่การชะล้างพังทลายของดินของจังหวัดนครราชสีมา

ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน (2563)



ภาพภาคผนวกที่ 5 ปฏิทินการปฏิบัติงานแปลงทดลองการสูญเสียดินและน้ำภายใต้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชที่แตกต่างกัน



ภาพภาคผนวกที่ 6 ปริมาณฝนรายเดือนและฝนสะสมของสถานีอุตุนิยมวิทยาฟาร์มโชคชัย 4 อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ปี 2560

สภาพภูมิอากาศสถานที่ทดลอง ในภาพภาคผนวกที่ 6 จากการข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนของสถานีอุตุนิยมวิทยาฟาร์มโชคชัย 4 อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งตั้งอยู่ใกล้เคียงกับสถานที่ทดลอง แสดงให้เห็นว่าในปี 2560 ฝนเริ่มตกตั้งแต่วันที่ 1 กุมภาพันธ์ถึงเมษายนซึ่งเป็นช่วงฤดูร้อน โดยมีปริมาณน้ำฝน 8 105.6 และ 86.6 มิลลิเมตร ตามลำดับ ในช่วงต้นฤดูฝนระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงกรกฎาคมมีปริมาณฝนใกล้เคียงกันคือ 83.4 50.7 และ 118.5 มิลลิเมตร ตามลำดับ โดยปริมาณน้ำฝนในเดือนมิถุนายนที่ลดลงนั้นเป็นช่วงที่ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีอายุได้ 2 สัปดาห์ หลังปลูก สำหรับในช่วงปลายฤดูฝนระหว่างเดือนสิงหาคมถึงตุลาคมกลับมีปริมาณน้ำฝนเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ โดยมีค่าสูงสุดในเดือนสิงหาคมคือ 145 มิลลิเมตร และค่อย ๆ ลดลงเป็น 104.2 และ 103.3 มิลลิเมตร ตามลำดับ และในช่วงฤดูหนาวระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงธันวาคมมีปริมาณน้ำฝนลดลงเป็น 32.4 และ 6.0 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ภาพที่ 2) โดยค่าปริมาณน้ำฝนรายเดือนที่เกิดขึ้นในช่วงฤดูการเพาะปลูกระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงกันยายน 501.8 มิลลิเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 59.48 ซึ่งโดยทั่วไปข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีความต้องการใช้น้ำในการเจริญเติบโตประมาณ 371 มิลลิเมตร หรือ 595 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ต่อฤดูกาล (กรมวิชาการเกษตร, 2562) ทั้งนี้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนของสถานีอุตุนิยมวิทยาฟาร์มโชคชัย 4 อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา 5 ปีย้อนหลัง ปีนี้ 2557-2561 มีปริมาณน้ำฝนรวมเท่ากับ 747.9 694.9 และ 864.5 มิลลิเมตร ตามลำดับ และมีจำนวนวันฝนตก 75 55 75 81 และ 69 วัน ตามลำดับ (ตารางภาคผนวกที่ 5)

Abstract

A study on effect of vegetative control measures for soil and water conservation on soil loss and soil moisture in organic corn farming was carried out in Klang Dong soil series with 5 percent slopes in Nakhon Ratchasima Province during February 2017 to February 2018. The 24 runoff and soil erosion 4x20 m² plots were established on various types of vegetative control measures for soil and water conservation which consisted of 1) bare soil, 2) no soil and water conservation measures, 3) crop rotation, 4) intercropping, 5) strip cropping, 6) relay cropping, 7) green manure plants and 8) vetiver grass fence. Soil samples were collected in the plots to investigate the loss of soil and plant nutrients, changes in soil moisture and some physical and chemical properties, growth and yield of corn, and assessment the economic losses from soil erosion.

The results of this study showed that the relay cropping of corn with mung bean resulted in the lowest soil loss of 0.161 ton per rai per year. There was a total loss of 21.57 kg of macronutrients per rai, with account for 19.47 kg per rai of nitrogen, 0.16 kg per rai of available phosphorus, and 1.95 kg per rai of extractable potassium. The economic loss of macronutrients was 265.17 baht per rai. The control had the highest economic loss of macronutrients totaling 430.38 baht. The relay cropping of corn with mung bean also showed in the second highest yield of corn, after green manure, at 709 kg per rai, with additional income from 108.23 kg of mung beans per rai. The accumulated plant residues in the soil was 861.33 kg per rai.

It was also found that the relay cropping of corn with mung bean improved soil physical and chemical properties. The average soil bulk density decreased from 1.48 grams per cubic centimeter to 1.39 grams per cubic centimeter, resulting in increased soil moisture during the growing season between May and December 2017 with averages between 18.04-21.20 percent. Soil pH increased from 6.1 to 6.6 and soil organic matter increased from 1.76 to 2.10 percent and it was not statically difference from the rest of treatments. Soil available phosphorus decreased from 3.5 to 2.8 mg per kg, while extractable potassium increased from 424 to 534 mg per kg. From the results, it was shown that the relay cropping of corn with mung bean is appropriate vegetative control measure for soil and water conservation to reduce soil erosion and improve soil water retention capacity for cultivated corn farming in Nakhon Ratchasima Province.