

ผลงานลำดับที่ 3

เรื่อง การศึกษาความชื้นที่เป็นประโยชน์ในดินของกลุ่มชุดดิน
ที่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำพื้นที่ลุ่มน้ำน่าน

Study of Available Soil Moisture of Soil series group for
soil and water conservation in the Nan basin

โดย

นางสุนิย์รัตน์ โลหะโชติ

เอกสารประกอบการประเมินผลงานเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง

ผู้เชี่ยวชาญด้านวางระบบการพัฒนาที่ดิน

(นักวิชาการเกษตรเชี่ยวชาญ)

ตำแหน่งเลขที่ 915

สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 7

กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

คำนำ

จังหวัดน่านอยู่ในภาคเหนือตอนบนมีเนื้อที่ประมาณ 12,163.04 ตารางกิโลเมตร (7,581,035.02 ไร่) สภาพภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นภูเขาสูงชันซึ่งวางตัวในแนวเหนือ-ใต้ โดยเฉพาะบริเวณชายแดนด้านเหนือและตะวันออกซึ่งเป็นเขตติดกับสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว มีภูเขาในเขตอำเภอบ่อเกลือเป็นยอดเขาที่สูงที่สุดในจังหวัดน่าน (2,079 เมตร) และเป็นต้นกำเนิดของแม่น้ำน่าน ลุ่มน้ำน่านเฉพาะในส่วนของจังหวัดน่าน ครอบคลุมส่วนบนและส่วนกลางตอนบน ประกอบด้วย ลุ่มน้ำน่านตอนบน (รวมลุ่มน้ำปัว) ลุ่มน้ำยาว ส่วนที่ 1 ลุ่มน้ำยาวส่วนที่ 2 ลุ่มน้ำน่านส่วนที่ 2 ลุ่มน้ำว้า ลุ่มน้ำสมุน ลุ่มน้ำสา ลุ่มน้ำแหง และบางส่วนของ ลุ่มน้ำน่านส่วนที่ 3 (ตอนบน) ลุ่มน้ำน่านเป็นแหล่งน้ำสำคัญที่เป็นต้นทุนน้ำให้แก่แม่น้ำเจ้าพระยามากถึง ร้อยละ 45 หรือเฉลี่ยประมาณ 1.14 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี ซึ่งในปัจจุบันกำลังมีปัญหาการลดลงของปริมาณน้ำท่าเนื่องจากการสูญเสียอย่างรวดเร็วของพื้นที่ป่าไม้ในจังหวัดน่าน และปัญหาด้านการชะล้างพังทลายของหน้าดิน ส่วนหนึ่งเป็นผลจาก การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) คือการเปลี่ยนแปลงสภาวะอากาศอันเป็นผลจากกิจกรรมของมนุษย์ที่เปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของบรรยากาศโลกโดยตรงหรือโดยอ้อม และที่เพิ่มเติมจากความแปรปรวนของสภาวะอากาศตามธรรมชาติที่สังเกตได้ ปัญหาด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจึงเป็นปัญหาสำคัญที่มวลมนุษยชาติจะต้องร่วมมือกันป้องกัน และเสริมสร้างความสามารถในการรองรับการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้น ซึ่งคาดว่าจะทวีความรุนแรงขึ้น ดังนั้นงานวิจัยเพื่อความยั่งยืนของระบบนิเวศดินโครงการพัฒนาลุ่มน้ำน่าน ควรมีการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน การใช้ประโยชน์ที่ดินและลักษณะดินที่แตกต่างกันซึ่งมีผลต่อความสัมพันธ์ต่อความต้องการน้ำของพืช ผู้วิจัยจึงได้มีการศึกษาความชื้นที่เป็นประโยชน์ในดินของกลุ่มชุดดินที่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำน่านกรณีศึกษาในพื้นที่บ้านสะไถ และบ้านห้วยลึก ตำบลบ่อเกลือเหนือ อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน ดำเนินการในปี พ.ศ. 2564 และผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งในการนำองค์ความรู้ ด้านข้อมูลดิน การใช้ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่การเกษตร เผยแพร่ให้แก่ผู้ที่สนใจ เพื่อปรับเปลี่ยนแผนการปลูกพืชให้เหมาะสม ส่งผลต่อระบบนิเวศดินที่ยั่งยืนต่อไป

สุนิย์รัตน์ โลหะโชติ

พฤษภาคม 2569

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	(1)
สารบัญ	(2)
สารบัญตาราง	(3)
สารบัญภาพ	(5)
แบบการเสนอผลงาน ระดับเชี่ยวชาญ	1
ส่วนที่ 1 ข้อมูลบุคคล/ตำแหน่ง	1
ส่วนที่ 2 ผลงานที่เป็นผลการปฏิบัติงานหรือผลสำเร็จของงาน	6
1. เรื่อง การศึกษาความขึ้นที่เป็นประโยชน์ในดินของกลุ่มชุดดินที่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำพื้นที่ลุ่มน้ำน่าน	6
2. ระยะเวลาการดำเนินการ	6
3. ความรู้ ความชำนาญงาน หรือความเชี่ยวชาญ และประสบการณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติงาน	6
4. สรุปสาระสำคัญ ขั้นตอนการดำเนินการ และเป้าหมายของงาน	57
4.1 บทคัดย่อ	57
4.2 Abstract	59
4.3 หลักการและเหตุผล	62
4.4 วัตถุประสงค์	66
4.5 ขอบเขตการศึกษา	67
4.6 ขั้นตอนการดำเนินการ	67
4.7 ผลการศึกษาและวิจารณ์	78
4.8 สรุปผลการศึกษา	142
4.9 เป้าหมายของงาน	144
5. ผลสำเร็จของงาน (เชิงปริมาณ/คุณภาพ)	144
6. การนำไปใช้ประโยชน์/ผลกระทบ	145
7. ความยุ่งยากและซับซ้อนในการดำเนินการ	146
8. ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินการ	146
9. ข้อเสนอแนะ	146
10. การเผยแพร่ผลงาน	147
11. ผู้มีส่วนร่วมในผลงาน	147

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
เอกสารอ้างอิง	149
ภาคผนวก	161
ภาคผนวก ก	162
ภาคผนวก ข	172

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	การปฏิบัติงานที่ประสบผลสำเร็จ	1
2	ผลงานวิชาการด้านการวางระบบการพัฒนาที่ดิน	4
3	การจำแนกกลุ่มขนาดของอนุภาคดิน (soil separate)	7
4	จัดชั้นของการนำน้ำของดิน จากตาราง (O'Neal, 1952)	11
5	ปริมาณความต้องการปูนเพื่อปรับค่าพีเอชของดินให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช	18
6	ปริมาณปูนที่แนะนำ ได้แก่ ปูนแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) บริสุทธิ์ 100 กิโลกรัม เทียบเท่ากับปริมาณปูนทางการเกษตรอื่น ๆ	19
7	การจัดชั้นความรุนแรงของการสูญเสียดินในประเทศไทย	30
8	ระยะห่างระหว่างแถวหญ้าแฝกกับความลาดชันของพื้นที่	38
9	ปฏิทินการปลูกพืชแยกการปลูกพืชแต่ละชนิด	77
10	ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินชุดดินวังสะพุง	79
11	ผลวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของดินบนที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร	84
12	ผลวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของดินบนที่ระดับความลึก 15-45 เซนติเมตร	88
13	ผลการวิเคราะห์ประเภทของเนื้อดิน	89
14	ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินบนที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร	93
15	ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินบนที่ระดับความลึก 15-45 เซนติเมตร	97
16	การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน	99
17	ความชื้นในดินที่มีความลึก 0-15 เซนติเมตร	104
18	ความชื้นในดินที่มีความลึก 15-45 เซนติเมตร	109
19	ผลผลิตพืช	112
20	ความสูงของพืช	113
21	ปริมาณน้ำฝน ปี พ.ศ. 2564	114
22	การสูญเสียดินในพื้นที่แปลงวิจัย ปี พ.ศ. 2564	116
23	ปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียไปกับตะกอนดิน	117
24	ปริมาณการสูญเสียดินที่คิดเป็นปริมาณธาตุอาหาร	122
25	ปริมาณดินในพื้นที่ต่อไร่แต่ละวิธีการปลูกพืชในงานวิจัย	122
26	ปริมาณการสูญเสียไนโตรเจน (total N) คำนวณจากปริมาณธาตุอาหารติดไปกับตะกอนดิน	125
27	ปริมาณการสูญเสียไนโตรเจน P_2O_5 คำนวณจากปริมาณธาตุอาหารติดไปกับตะกอนดิน	126
28	ปริมาณการสูญเสียไนโตรเจน K_2O คำนวณจากปริมาณธาตุอาหารติดไปกับตะกอนดิน	127

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
29	มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของการสูญเสียธาตุอาหารหลักของพืชในดิน	130
30	เพศของเกษตรกรในพื้นที่การดำเนินงาน	131
31	อายุของเกษตรกรในพื้นที่การดำเนินงาน	131
32	การนับถือศาสนาของเกษตรกรในพื้นที่ดำเนินงาน	131
33	ระดับการศึกษาของเกษตรกรในพื้นที่ดำเนินงาน	132
34	การเป็นผู้นำชุมชน/กรรมการกลุ่มภายในชุมชนของเกษตรกรในพื้นที่ดำเนินงาน	132
35	จำนวนแรงงานการทำการเกษตรในครัวเรือน	133
36	ลักษณะแรงงานที่ใช้ในการทำการเกษตร	133
37	รายได้จากการประกอบอาชีพเกษตรกรรมในปี พ.ศ. 2564 ของครัวเรือนเกษตรกร	134
38	รายได้จากการประกอบอาชีพเกษตรกรรมในปี พ.ศ. 2563 ของครัวเรือนเกษตรกร	134
39	ภาระหนี้สิน	134
40	ภาระหนี้สินรวม	134
41	จำนวนพื้นที่ในการถือครองที่ดิน	135
42	ลักษณะพื้นที่	135
43	ที่มาของแหล่งน้ำ	135
44	ความเพียงพอของแหล่งน้ำ	136
45	ที่มาของแหล่งอาหาร	136
46	ความเพียงพอของอาหาร	136
47	การทราบข้อมูลการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ	137
48	การได้รับคำปรึกษาแนะนำ	137
49	การได้รับการอบรม	137
50	พื้นที่ในการจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ	138
51	เวลาในการร่วมการจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ	138
52	การใช้ประโยชน์พื้นที่หลังจากจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ	138
53	การใช้วิธีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ	139
54	เหตุผลที่เข้าร่วมการทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ	140
55	ผลจากการจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่	140
56	ผลจากการส่งเสริมการปลูกผลไม้ กาแฟ	140
57	ความคาดหวังรายได้ในอนาคต	141
58	ปัญหาในการจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ	142

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แผนผังแปลงวิจัย	69
2	แบบคูรับน้ำรอบขอบเขา (Hill side Ditch) แบบที่ 6	69
3	ความลึกของการปักแท่งเหล็กลงในดิน	71
4	แผนที่ลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่แปลงทดลอง	80
5	หน้าตัดดินในพื้นที่ศึกษา ชุดดินวังสะพุง	81
6	การเปลี่ยนแปลงความชื้นในดิน	110
7	ปริมาณน้ำฝน ปี พ.ศ. 2564	115
8	ความสัมพันธ์ของปริมาณตะกอนดิน มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของการสูญเสียธาตุอาหารหลักของพืชในดินในการใช้ประโยชน์ที่ดินต่างกัน	129
9	การนำเสนอผลงานภาคนิทรรศการสาขาอนุรักษ์ดินและน้ำ ในการประชุมวิชาการกรมพัฒนาที่ดิน ปี พ.ศ. 2566	147

แบบการเสนอผลงาน ระดับเชี่ยวชาญ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลบุคคล/ตำแหน่ง

ชื่อผู้ขอประเมิน นางสุนีย์รัตน์ โลหะโชติ

ตำแหน่งปัจจุบัน นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ

หน้าที่ความรับผิดชอบของตำแหน่งปัจจุบัน ด้านการปฏิบัติงาน

1) ศึกษา วิจัย ทดสอบ การพัฒนาที่ดินเชิงบูรณาการที่มีความยุ่งยากซับซ้อนมากเป็นพิเศษ ต้องอาศัยความรู้ทางวิชาการ ความชำนาญงานและประสบการณ์สูงมากเป็นพิเศษ เพื่อให้ได้ผลงานวิจัยที่จะนำไปถ่ายทอดเทคโนโลยีใหม่ ๆ ให้เกษตรกรให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ รวมทั้งจัดทำทะเบียนวิจัยและรวบรวมผลงานวิจัย เพื่อให้การจัดการทะเบียนวิจัยของหน่วยงานดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ ข้าพเจ้ามีผลงานการตีพิมพ์หรือรายงานด้านการศึกษาวิจัย แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การปฏิบัติงานที่ประสบผลสำเร็จ

ลำดับที่	ผลการปฏิบัติงาน/โครงการ	ปีที่ดำเนินการ
1	งานวิจัยผลของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดบนพื้นที่สูง ในเขตพัฒนาที่ดินลุ่มน้ำจันทอนบน ตำบลแม่สลองนอก อำเภอแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 7 กรมพัฒนาที่ดิน	นำเสนอผลงานภาคนิทรรศการ ในการประชุมวิชาการ กรมพัฒนาที่ดิน ปี พ.ศ. 2560 “วิชาการพัฒนาที่ดิน ขับเคลื่อนคุณภาพชีวิตเกษตรกรสู่ความยั่งยืน” วันที่ 19-21 กรกฎาคม 2560 ณ โรงแรมสยาม ออเรียลทอลล์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา
2	งานวิจัยการศึกษามาตรการการอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสมในเขตพัฒนาที่ดินลุ่มน้ำแม่จัน ลุ่มน้ำย่อยแม่จัน ลุ่มน้ำหลักแม่น้ำโขง อำเภอแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 7 กรมพัฒนาที่ดิน	นำเสนอผลงานภาคบรรยาย ในการประชุมวิชาการ กรมพัฒนาที่ดินปี พ.ศ. 2561 “วิชาการพัฒนาที่ดินก้าวไกล ไทยยั่งยืน” วันที่ 21-23 สิงหาคม 2561 ณ โรงแรมแอมบาสเดอร์ ซิตี้ จอมเทียน อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี ได้รับรางวัลผลงานวิชาการภาคบรรยายสาขาอนุรักษ์ดินและน้ำ

ตารางที่ 1 การปฏิบัติงานที่ประสบผลสำเร็จ (ต่อ)

ลำดับที่	ผลการปฏิบัติงาน/โครงการ	ปีที่ดำเนินการ
3	งานวิจัยการศึกษาสมบัติทางกายภาพของดินเพื่อพัฒนาแนวทางในระบบการอนุรักษ์ดินและน้ำแบบมีส่วนร่วมของเกษตรกรในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาน้ำมวบ ลุ่มน้ำสาขาน้ำยาว (2) ลุ่มน้ำหลักแม่น้ำน่าน บ้านตอง ตำบลแม่จริม อำเภอแม่จริม จังหวัดน่าน ปี พ.ศ. 2560 รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 7 กรมพัฒนาที่ดิน	นำเสนอผลงานภาคบรรยาย ในการประชุมวิชาการ กรมพัฒนาที่ดิน ปี พ.ศ. 2562 “ฟื้นฟูพฐพี ด้วยเทคโนโลยีกรมพัฒนาที่ดิน” วันที่ 18-20 สิงหาคม 2562 ณ โรงแรมเดอะกรีนเนอรี รีสอร์ท เขาใหญ่ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ได้รับรางวัลดีเด่น ผลงานวิชาการ ภาคบรรยายสาขาอนุรักษ์ดินและน้ำ
4	งานวิจัยการศึกษาการใช้น้ำในดินของกลุ่มชุด ดินในระบบงานจัดระบบอนุรักษ์ดิน และน้ำในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำน่าน จังหวัดน่าน ปี พ.ศ. 2564 รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 7 กรมพัฒนาที่ดิน	นำเสนอผลงานวิชาการภาคนิทรรศการ สาขาอนุรักษ์ดินและน้ำ ในการประชุมวิชาการ กรมพัฒนาที่ดิน ปี พ.ศ. 2566 ในวันที่ 4-6 กันยายน 2566 ณ ห้องประชุม เดอะกรีนเนอรี รีสอร์ท เขาใหญ่ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา และเผยแพร่ผลงาน คลังความรู้ Web site ของสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 7
5	การประยุกต์ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจพัฒนาแหล่งน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาน้ำยม รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ ปี พ.ศ. 2561 สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 7 กรมพัฒนาที่ดิน	นำเสนอผลงานวิชาการภาคบรรยาย สาขาอนุรักษ์ดินและน้ำ ในการประชุมวิชาการ กรมพัฒนาที่ดิน ปี พ.ศ. 2564 ในวันที่ 27-28 กันยายน 2564 ณ ห้องประชุม สถานีพัฒนาที่ดินร้อยเอ็ด จังหวัดร้อยเอ็ด

ตารางที่ 1 การปฏิบัติงานที่ประสบผลสำเร็จ (ต่อ)

ลำดับที่	ผลการปฏิบัติงาน/โครงการ	ปีที่ดำเนินการ
6	ผลของการไถพรวนในระบบปลูกพืชเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำที่มีต่อการสูญเสียดิน บนพื้นที่ดอน ชุดดินหนองมด (Nm) กลุ่มชุดดินที่ 29 อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย ปี พ.ศ. 2554 รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ สำนักงานงานพัฒนาที่ดินเขต 7 กรมพัฒนาที่ดิน	นำเสนอผลงานวิชาการภาคบรรยาย สาขานุรักษ์ดินและน้ำ ในการประชุมวิชาการ กรมพัฒนาที่ดิน ปี พ.ศ. 2557 ในวันที่ 24-27 สิงหาคม 2557 ณ โรงแรมเดอะ รีเจนท์ ชะอำ บีช รีสอร์ท อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี (รางวัลรองชนะเลิศอันดับ 2)
7	การศึกษาผลของอัตราและวิธีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์น้ำต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวนาดำ ในชุดดินหางดง (Hd) อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย ปี พ.ศ. 2554 รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ สำนักงานงานพัฒนาที่ดินเขต 7 กรมพัฒนาที่ดิน	นำเสนอผลงานวิชาการภาคนิทรรศการ ในการประชุมดินและปุ๋ยแห่งชาติครั้งที่ 4 ปี พ.ศ. 2558 ในวันที่ 2-4 กรกฎาคม 2558 ณ โรงแรมहरषा เจบี อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา
8	การใช้ประโยชน์ชุดตรวจดินภาคสนามกรมพัฒนาที่ดินสำหรับให้คำแนะนำปุ๋ยสำหรับการปลูกข้าวในจังหวัดแพร่ และน่าน ปี พ.ศ. 2557 รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ สำนักงานงานพัฒนาที่ดินเขต 7 กรมพัฒนาที่ดิน	นำเสนอผลงานวิชาการภาคนิทรรศการ ในการประชุมวิชาการกรมพัฒนาที่ดิน ปี พ.ศ. 2559 ในวันที่ 28-31 สิงหาคม 2559 ณ โรงแรมดิเอ็มเพรส ศูนย์ประชุมนานาชาติเอ็มเพรส อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่
9	ศึกษาการยอมรับของชุมชน ต่อการบริหารจัดการน้ำ และพื้นที่เสี่ยงภัยพิบัติ ของแผนการใช้ที่ดินในลุ่มน้ำน่านตอนบน ปี พ.ศ. 2566 รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ สำนักงานงานพัฒนาที่ดินเขต 7 กรมพัฒนาที่ดิน เป็นผู้ร่วมวิจัย	นำเสนอผลงานวิชาการภาคนิทรรศการ ในการประชุมวิชาการกรมพัฒนาที่ดิน ปี พ.ศ. 2568
10	ศึกษาการประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม และภัยแล้งเพื่อวางแผนการใช้ที่ดินในลุ่มน้ำน่านตอนบน ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ SWAT ปี พ.ศ. 2566 รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์.กองนโยบายและแผน กรมพัฒนาที่ดิน เป็นผู้ร่วมวิจัย	นำเสนอผลงานวิชาการภาคนิทรรศการ ในการประชุมวิชาการกรมพัฒนาที่ดิน ปี พ.ศ. 2568

2) ผลงานวิชาการด้านระบบการพัฒนาที่ดิน ต้องอาศัยความรู้ทางวิชาการ ความชำนาญงาน และประสบการณ์สูงมากเป็นพิเศษ ที่มีความยุ่งยากซับซ้อนมากเป็นพิเศษ ด้านการอนุรักษ์ดินและน้ำ การปรับปรุงบำรุงดิน เพื่อให้สามารถเพิ่มผลผลิตและหรือ ลดต้นทุนให้กับเกษตรกร ข้าพเจ้ามีผลงานการตีพิมพ์ หรือรายงานด้านการวางระบบการพัฒนาที่ดิน แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลงานวิชาการด้านการวางระบบการพัฒนาที่ดิน

ลำดับที่	ผลการปฏิบัติงาน/โครงการ	ปีที่ดำเนินการ
1	วิทยากรบรรยายงานอนุรักษ์ดินและน้ำโครงการส่งเสริมระบบการจัดการที่ดินเพื่อการเกษตรกรแบบยั่งยืน ในภูมิภาคแม่โขง-ลุ่มน้ำโขง เรื่อง แนวทางงานจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ บ้านน้ำตกพัฒนา หมู่ที่ 7 ตำบลทุ่งก่อ อำเภอเวียงเชียงรุ้ง จังหวัดเชียงราย (The Implementation of Soil and Water Conservation Measures for Sustainable Agricultural Development) มีเอกสารตีพิมพ์ ในการประชุม Lancang-Mekong Research and Policy Forum Strengthening research-policy cooperation and partnerships to promote sustainable soil and water conservation in Lancang-Mekong region	ในวันที่ 7-10 ธันวาคม 2565 สถานที่: โรงแรมแสนโฮเทล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย
2	การออกแบบจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่รับผิดชอบของสถานีพัฒนาที่ดินน่าน สถานีพัฒนาที่ดินแพร่ สถานีพัฒนาที่ดินพะเยา สถานีพัฒนาที่ดินเชียงราย สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 7 กรมพัฒนาที่ดิน ดังนี้ - โครงการพัฒนาพื้นที่ตามโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ - โครงการพัฒนาที่ดินเพื่อป้องกันและบรรเทาภัยพิบัติทางการเกษตร - โครงการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำพื้นที่ลุ่มดอน - โครงการบริหารจัดการการผลิตสินค้าเกษตรตามแผนที่เกษตรเพื่อการบริหารจัดการเชิงรุก (Agri-Map) - โครงการส่งเสริมและพัฒนาอาชีพเพื่อแก้ไขปัญหาที่ดินทำกินของเกษตรกร (คทช.)	ปี พ.ศ. 2565 - ปัจจุบัน

ตารางที่ 2 ผลงานวิชาการด้านการวางระบบการพัฒนาที่ดิน (ต่อ)

ลำดับที่	ผลการปฏิบัติงาน/โครงการ	ปีดำเนินการ
3	ให้คำปรึกษาแนะนำทางวิชาการ เพื่อสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องในงานด้านวิชาการเกษตรวิทยาการบรรยายให้ความรู้ด้านกระบวนการสำรวจออกแบบงานจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ในเขตพัฒนาที่ดินและงานจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำโครงการอื่น ๆ ในสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 7 แบบมาตรฐานงานอนุรักษ์ดินและน้ำ การคิดงบประมาณราคางาน ให้กับเจ้าหน้าที่สถานีพัฒนาที่ดินพะเยา	ในวันที่ 7 มิถุนายน 2564 สถานที่: ห้องประชุม สถานีพัฒนาที่ดินพะเยา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา
4	วิทยากรฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการหลักสูตร “การออกแบบระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแบบมีอาชีพ” รุ่นที่ 4 “การประเมินการสูญเสียดิน” และเป็นวิทยากรฝึกปฏิบัติภาคสนาม	ในวันที่ 15-18 กุมภาพันธ์ 2554 สถานที่: โรงแรมริมกก อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย
5	วิทยากรฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการหลักสูตร “การสำรวจออกแบบระบบอนุรักษ์ดินและน้ำเพื่อการใช้ประโยชน์ที่ดินทางการเกษตร” หัวข้อ “การประเมินการสูญเสียดิน” และเป็นวิทยากรฝึกปฏิบัติภาคสนาม	ในวันที่ 28-30 สิงหาคม 2566 สถานที่ : โรงแรม.ดิเอ็มเพลส อำเภอเมือง จังหวัดน่าน
6	การถ่ายทอดเทคโนโลยีด้านการพัฒนาที่ดิน เพื่อป้องกันแก้ไขปัญหาความเสื่อมโทรม และฟื้นฟูทรัพยากรดินอย่างยั่งยืน: วิทยากรหลักสูตรการถ่ายทอดเทคโนโลยีด้านการพัฒนาที่ดิน เรื่อง “การจัดการดินมีปัญหา” ในโครงการเพิ่มทักษะอาชีพแก่เกษตรกรผู้ลงทะเบียนเพื่อสวัสดิการแห่งรัฐ	ในวันที่ 10-12 กรกฎาคม 2561 สถานที่: หอประชุมที่ว่าการ อำเภอเชียงแสน จังหวัดเชียงราย
7	วิทยากรบรรยายโครงการอบรมหมอดินอาสา 4.0 กรมพัฒนาที่ดิน เรื่อง งานอนุรักษ์ดินและน้ำ	ในวันที่ 26-27 สิงหาคม 2565 : โรงแรมน่านยอร์สอร์ท อำเภอนาน้อย จังหวัดน่าน

3) การถ่ายทอดเทคโนโลยีด้านการพัฒนาที่ดิน เพื่อป้องกันแก้ไขปัญหาความเสื่อมโทรม และฟื้นฟูทรัพยากรดินอย่างยั่งยืน

4) ให้คำปรึกษาแนะนำทางวิชาการ เพื่อสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องในงานด้านวิชาการเกษตร

5) จัดทำทะเบียนวิจัย และรวบรวมผลงานวิจัย เพื่อให้การจัดการทะเบียนวิจัยของหน่วยงานดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตำแหน่งที่จะแต่งตั้ง นักวิชาการเกษตรเชี่ยวชาญ

หน้าที่ความรับผิดชอบของตำแหน่งที่จะแต่งตั้ง

1) ศึกษาวิเคราะห์วิจัยด้านวางระบบการพัฒนาที่ดิน เกี่ยวกับการปรับปรุงบำรุงดิน การอนุรักษ์ดิน และน้ำ การสำรวจและจำแนกดินและการวางแผนการใช้ที่ดิน บูรณาการข้อมูลเพื่อพัฒนาหรือแก้ไขปัญหาทรัพยากรดินและที่ดิน รวมทั้งภาวะความเสี่ยงทางภาคการเกษตรและภัยพิบัติทางธรรมชาติในเขตพื้นที่รับผิดชอบ

2) ให้คำปรึกษาข้อเสนอแนะ หรือข้อคิดเห็น เพื่อวางระบบการพัฒนาที่ดินให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่และเพื่อผลในการกำหนดยุทธศาสตร์นโยบายแผนงาน และโครงการของกรมพัฒนาที่ดิน

3) ถ่ายทอดเทคโนโลยีด้านการวางระบบการพัฒนาที่ดิน การแก้ไขปัญหาทรัพยากรดินและที่ดิน และวิชาการอื่นที่เกี่ยวข้องแก่นักวิชาการและผู้ปฏิบัติงานในสังกัดกรมพัฒนาที่ดิน เกษตรกร ประชาชน และบุคลากรของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในเขตพื้นที่รับผิดชอบ เพื่อที่สามารถนำไปปฏิบัติให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ

4) เป็นผู้แทนของสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต และกรมพัฒนาที่ดิน ในการเข้าร่วมประชุมผู้แทนหน่วยงานในระดับกระทรวงและระดับประเทศเพื่อชี้แจงให้ข้อมูลแลกเปลี่ยนความคิดและข้อเสนอแนะทางวิชาการวางระบบการพัฒนาที่ดินแก่ที่ประชุม

ส่วนที่ 2 ผลงานที่เป็นผลการปฏิบัติงานหรือผลสำเร็จของงาน

1. เรื่อง การศึกษาความชื้นที่เป็นประโยชน์ในดินของกลุ่มชุดดินที่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำพื้นที่ลุ่มน้ำน่าน

2. ระยะเวลาการดำเนินการ เริ่มต้นเดือน ตุลาคม พ.ศ. 2563 - กันยายน พ.ศ. 2564

3. ความรู้ ความชำนาญงาน หรือความเชี่ยวชาญและประสบการณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของโครงการศึกษา ผู้จัดทำได้มีการประยุกต์ใช้ความรู้ด้านปฐพีวิทยา ความรู้ด้านการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชและวิธีกล ความรู้ด้านแนวทางในการพัฒนาการบริหารและวางระบบการพัฒนาที่ดินในเขตพัฒนาที่ดิน ความรู้สถิติสำหรับงานวิจัย ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.1 ความรู้ด้านปฐพีวิทยา

3.1.1 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของดิน

สมบัติทางกายภาพหรือสมบัติทางฟิสิกส์ของดิน โดยพื้นฐานประกอบด้วย เนื้อดินและ โครงสร้างดินซึ่งมีผลต่อสมบัติทางกายภาพของดินในด้านอื่น ๆ เช่น ความหนาแน่น ความพรุน ความร่วน เหนียว ความสามารถในการอุ้มน้ำและแทรกซึมของน้ำ สีดิน และอุณหภูมิดิน เป็นต้น ดินแต่ละแห่งที่มีการ สร้างตัวและวิวัฒนาการกำเนิดดินต่างกัน มีการใช้ดินเพื่อกิจกรรมการเกษตรที่ ต่างกัน ย่อมส่งผลต่อคุณสมบัติ ทางกายภาพที่ต่างกันด้วย สมบัติทางกายภาพของดินมีผลต่อการ เจริญเติบโตของพืชโดยตรง เช่น ควบคุม ปริมาณน้ำในดินที่พืชสามารถใช้ประโยชน์ได้ควบคุม ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช ช่วยในการ

แผ่กระจายของรากพืช และช่วยในการ ดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในดิน เป็นต้น การจัดการดินที่ไม่ถูกต้องเหมาะสม ส่งผลต่อสมบัติทาง กายภาพของดินที่ไม่ดี ขณะเดียวกันวิธีการจัดการดินอย่างถูกต้องเหมาะสม เป็นการรักษาและ ปรับปรุงสมบัติทางกายภาพให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช เป็นแนวทางหนึ่ง ในการเพิ่ม ศักยภาพของดินเพื่อการผลิตพืช

1) อนุภาคดิน

อนุภาคดิน (soil particles) หมายถึงชิ้นส่วนของหินและแร่ที่เกิดการสลายตัวจนถึง ขั้นสุดท้ายแล้ว ปกติจะเป็นอนุภาคเดี่ยว ๆ มีขนาดเล็กใหญ่แตกต่างกัน โดยทั่วไปมีขนาดไม่เกิน 2 มิลลิเมตร สัดส่วนเป็นร้อยละของอนุภาคดินขนาดเล็กใหญ่ จะเป็นตัวบ่งบอกถึงชนิดของเนื้อดิน การแบ่งขนาดของ อนุภาคดิน จะมีการแบ่งออกเป็นกลุ่มตามขนาดตั้งแต่เล็กไปจนถึงใหญ่ ซึ่งแบ่งได้ 3 กลุ่ม คือ

กลุ่มอนุภาคขนาดใหญ่ (sand) ลักษณะทั่วไปมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า อยู่เป็นอนุภาค เดี่ยว ๆ การเกาะยึดระหว่างอนุภาคข้างเคียงน้อย การหดตัวขยายตัวน้อย ปั้นเป็นรูปต่าง ๆ ไม่ได้สัมผัสสากมือ

กลุ่มอนุภาคขนาดกลาง (silt) ลักษณะทั่วไปมองเห็นได้ด้วยกล้องจุลทรรศน์ มีการเกาะยึด กับอนุภาคข้างเคียงมากขึ้น อ่อนนุ่มเหมือนแป้ง มีความเหนียวน้อย เริ่มปั้นเป็นรูปต่างๆ ได้บ้าง

กลุ่มอนุภาคขนาดเล็ก (clay) ลักษณะทั่วไปมองเห็นได้ด้วยกล้องจุลทรรศน์ มีลักษณะลื่น มือ มีการเกาะยึดกับอนุภาคข้างเคียงดีการขยายตัวหดตัวมีมาก ปั้นเป็นรูปต่าง ๆ ได้

กระทรวงเกษตรของสหรัฐอเมริกา (USDA) และ Soil Science Society of America ได้ จัดทำระบบการจำแนกขนาดของอนุภาคดินและชื่อที่ใช้เรียก ซึ่งปัจจุบันได้ใช้ระบบนี้ทั่วโลก แสดงตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การจำแนกขนาดของอนุภาคดินตามระบบ USDA

ชื่อ	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (มิลลิเมตร)
ทรายหยาบมาก (Very Coarse Sand)	2.00-1.00
ทรายหยาบ (Coarse Sand)	1.00-0.50
ทรายปานกลาง (Medium Sand)	0.50-0.25
ทรายละเอียด (Fine Sand)	0.25-0.10
ทรายละเอียดมาก (Very Fine Sand)	0.10-0.05
ทรายแป้ง ง (Silt)	0.05-0.002
ดินเหนียว (Clay)	<0.002

ที่มา: คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541

อนุภาคของดิน คือ ชิ้นส่วนของหินและแร่ ที่สลายตัวหรือผุกร่อนเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อย ทั้งทางด้านกายภาพและทางด้านเคมี พวกที่ขนาดเล็ก โดยวัดเส้นผ่าศูนย์กลางสมดุลไม่เกิน 2 มิลลิเมตร

เรียกว่า ดินผง (fine earth) อนุภาคของดินแบ่งเป็นกลุ่มได้ดังนี้ กลุ่มขนาดทราย (sand separate) กลุ่มขนาดทรายแป้ง (silt separate) กลุ่มขนาดดินเหนียว (clay separate)

สมบัติบางประการของกลุ่มขนาดต่าง ๆ ของอนุภาคดิน

ดินผงจะมีขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลาง เล็กและใหญ่แตกต่างกันออกไปตั้งแต่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าจนถึงต้องใช้กล้องจุลทรรศน์แบบอิเล็กตรอนส่องดูจึงจะเห็นได้ จึงมีการแบ่งขนาดของอนุภาคดินออกเป็นกลุ่มขนาดต่าง ๆ ได้ 3 กลุ่มดังต่อไปนี้คือ

(1) กลุ่มขนาดทราย (sand separate) สามารถมองเห็นด้วยตา อนุภาคไม่เกาะยึดกับอนุภาคอื่นๆ สากมือ ไม่เหนียว ปั้นเป็นรูปต่าง ๆ ไม่ได้ และไม่พองตัวหรือหดตัว ประกอบด้วยแร่ ควอตซ์ และ เฟลด์สปาร์ เป็นส่วนใหญ่

(2) กลุ่มขนาดทรายแป้ง (silt separate) สามารถมองเห็นด้วยกล้องจุลทรรศน์ธรรมดา มีลักษณะอ่อนนุ่มคล้ายแป้งผัดหน้า มีความเหนียวเล็กน้อย ยึดติดกับอนุภาคอื่นได้เล็กน้อย ปั้นเป็นรูปต่าง ๆ ได้ซึ่งประกอบด้วยแร่ ควอตซ์ และ เฟลด์สปาร์ เป็นส่วนใหญ่ และมีแร่ดินเหนียวปริมาณเล็กน้อย

(3) กลุ่มขนาดดินเหนียว (clay separate) สามารถมองเห็นด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน มีลักษณะเหนียวเหนอะหนะสามารถปั้นรูปต่าง ๆ ได้ดีเมื่อชุ่ม แข็งเมื่อแห้ง พองตัวและหดตัวได้ ประกอบด้วยแร่ดินเหนียวเป็นส่วนใหญ่

2) เนื้อดิน

เนื้อดิน หมายถึง ความหยาบ ความละเอียดของดิน ในส่วนของเนื้อดินนั้นเราพิจารณาเฉพาะส่วนที่เป็นอนินทรีย์สารเท่านั้น ซึ่งมีประมาณไม่เกิน 96 เปอร์เซ็นต์ขององค์ประกอบที่เป็นของแข็ง ส่วนที่ควบคุมเนื้อดินก็คือ สัดส่วนระหว่างอนุภาค ทราย (sand) ดินทรายแป้ง (silt) และ ดินเหนียว (clay) นิยมพิจารณาอนุภาคอนินทรีย์สารที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เกิน 2 มิลลิเมตร เนื้อดินไม่มีผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช เนื้อดินมีผลทางอ้อมเนื่องจากเป็นตัวควบคุมสมบัติอื่นๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช เช่นการดูดน้ำ การดูดซับไอออน และการแลกเปลี่ยนก๊าซเป็นต้น

การจำแนกประเภทเนื้อดิน เป็นการแบ่งสัดส่วนผสมของกลุ่มอนุภาคดิน 3 ชนิด คือ sand silt และ clay ตามหลักเกณฑ์ของกระทรวงเกษตรแห่งสหรัฐอเมริกา ซึ่งอาจจำแนกเนื้อดินออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ ๆ จำนวน 12 ประเภท

กลุ่มดินเนื้อหยาบ (coarse-textured soil) ประกอบด้วย

1) ดินทราย (sands) คือ ดินที่มีสัดส่วนของอนุภาค sand 85 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป ที่เหลืออีก 15 เปอร์เซ็นต์ เป็น silt และ clay

2) ดินทรายร่วน (Loamy sands) คือ ดินที่มีสัดส่วนของอนุภาค Sand อยู่ระหว่าง 60-70 เปอร์เซ็นต์ และมี silt และ clay ไม่เกิน 30 เปอร์เซ็นต์

3) ดินร่วนทราย (sandy loam) คือ ดินที่มีสัดส่วนของอนุภาค clay น้อยกว่า 7 เปอร์เซ็นต์ มี silt น้อยกว่า 50 เปอร์เซ็นต์และมี sand ประมาณ 43-52 เปอร์เซ็นต์

กลุ่มดินเนื้อปานกลาง (medium-textured soils) ประกอบด้วย

- 1) ดินร่วน (Loam) คือ ดินที่มีสัดส่วนของอนุภาค clay ประมาณ 27 เปอร์เซ็นต์ มีอนุภาค silt อยู่ระหว่าง 28-50 เปอร์เซ็นต์และมีอนุภาค sand น้อยกว่า 52 เปอร์เซ็นต์
- 2) ดินร่วนปนทรายแป้ง (Silt loam) คือ ดินที่มีสัดส่วนของอนุภาค silt ประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ มี clay น้อยกว่า 12 เปอร์เซ็นต์
- 3) ดินทรายแป้งหรือดินตะกอน (Silt) คือ ดินที่มีสัดส่วนของอนุภาค silt มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ และมี clay น้อยกว่า 12 เปอร์เซ็นต์
- 4) ดินร่วนเหนียวปนทราย (Sandy clay loam) คือ ดินที่มีสัดส่วนของอนุภาค clay ประมาณ 20-23 เปอร์เซ็นต์ มี silt น้อยกว่า 28 เปอร์เซ็นต์ และมี sand มากกว่า 45 เปอร์เซ็นต์

กลุ่มดินเนื้อละเอียด (fine-textured soils)

- 1) ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง (Silty clay loam) คือ ดินที่มีสัดส่วน ของอนุภาค clay ประมาณ 27-40 เปอร์เซ็นต์ และมีอนุภาค sand น้อยกว่า 20 เปอร์เซ็นต์
- 2) ดินร่วนเหนียว (Clay loam) คือ ดินที่มีสัดส่วนของอนุภาค clay ประมาณ 27-40 เปอร์เซ็นต์ และมี sand ประมาณ 20-45 เปอร์เซ็นต์
- 3) ดินเหนียวปนทราย (Sandy clay) คือ ดินที่มีสัดส่วนของ อนุภาค clay มากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ และมีอนุภาค sand มากกว่า 45 เปอร์เซ็นต์
- 4) ดินเหนียว (Clay) คือ ดินที่มีสัดส่วนของอนุภาค clay มากกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ มี sand น้อยกว่า 45 เปอร์เซ็นต์และมี silt น้อยกว่า 40 เปอร์เซ็นต์
- 5) ดินเหนียวปนตะกอนหรือดินเหนียวปนทรายแป้ง (Silty clay) คือ ดินที่มีสัดส่วนของ อนุภาค clay มากกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ และมีอนุภาค silt มากกว่า 40 เปอร์เซ็นต์

การวิเคราะห์หาปริมาณของอนุภาคดินและวิเคราะห์ชนิดของเนื้อดิน สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเรียกชื่อดิน การจำแนกประเภทของเนื้อดิน ใช้ทำนายเพื่อประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน ในเบื้องต้น และใช้ทำนายลักษณะของดินในด้านอื่น ๆ เช่น การระบายน้ำ ระบายอากาศ ความสามารถในการดูดซับธาตุอาหาร เป็นต้น การวิเคราะห์เพื่อจำแนกชนิดเนื้อดินสามารถทำได้ 2 วิธี ได้แก่ วิธีใช้ความรู้สึกสัมผัส ซึ่งเป็นวิธีที่ง่าย ไม่ต้องใช้เครื่องมือ แต่ต้องอาศัยประสบการณ์สูง เป็นวิธีการที่สะดวกสำหรับปฏิบัติในไร่นา และอีกวิธีหนึ่งคือวิธีวิเคราะห์เชิงกลหรือเชิงปริมาณ เป็นวิธีที่วิเคราะห์ได้ค่อนข้าง ถูกต้องแม่นยำ แต่ต้องใช้เครื่องมือเพื่อหาปริมาณของอนุภาคดิน การจำแนกชนิดของเนื้อดินโดยวิธีวิเคราะห์เชิงกลพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ของสัดส่วนอนุภาค sand, silt และ clay และนำไปเปรียบเทียบกับตารางสามเหลี่ยมมาตรฐาน เพื่อกำหนดชนิดของเนื้อดิน

3) สีดิน

สีดิน (soil color) สีของดินเป็นสมบัติทางกายภาพที่มองเห็นได้ง่าย ตามปกติอนุภาคแร่ในดินมักไม่มีสีหรือมีสีจาง (ยกเว้นแร่สีเข้มบางชนิด) ดังนั้นสีดินจึงมักผันแปรไปตามสภาพและองค์ประกอบอื่น ๆ ของดิน เช่น ปริมาณของอินทรีย์วัตถุ และออกไซด์ของเหล็กดังนี้

(1) ดินสีขาวหรือสีเทาอ่อน มักเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ส่วนใหญ่เป็นดินเนื้อ หยาบหรือดินทราย มีองค์ประกอบเกิดจากการสะสมของปูน ยิปซัม ดินบางชนิดมีสีจางเพราะมีการสะสมของเกลือชนิดต่าง ๆ ขบวนการกำเนิดดินที่มีการสะสมของแคลเซียม หรือแมกนีเซียมคาร์บอเนตมาก ดินจะมีสีขาว

(2) ดินสีน้ำตาลเข้มหรือสีดำหรือสีคล้ำ มักเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง สีคล้ำที่เกิดขึ้นเกิดจากองค์ประกอบของวัตถุต้นกำเนิดดินที่มีสีเข้ม เช่น หินภูเขาไฟ และการสะสมของ ปริมาณอินทรีย์วัตถุอย่างยาวนาน ดินที่มีฮิวมัส (humus) มากดินจะมีสีคล้ำ (ดำ) หรือน้ำตาลเข้ม

(3) ดินสีเหลืองหรือสีแดง มักเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำเนื่องจากมีอินทรีย์วัตถุน้อย สีแดงและสีเหลืองเป็นสีของเหล็กและอลูมิเนียมออกไซด์เฟอร์ริกออกไซด์ มัก เกิดขึ้นในบริเวณที่สูงตามเนินเขาหรือที่ราบไหล่เขาในเขตร้อน ดินเหล่านี้มีการระบายน้ำดี เพราะ ดินจับเป็นเม็ดโดยสารเชื่อมพวกเหล็กและอลูมิเนียมออกไซด์ เหมาะสำหรับการปลูกพืชไร่และไม้ผล ดินแร่ที่ใช้ในการเพาะปลูก จะมีเหล็กอยู่ประมาณ 5% โดยน้ำหนัก มักไม่มีผลกระทบต่อสีของดิน ส่วนเหล็กที่เกิดจากการผุพังของแร่ดั้งเดิม มีผลกระทบต่อสีของดิน อยู่ในรูปออกไซด์และไฮดรอกไซด์ ดังนี้ เหล็กรูปเฟอร์รัสออกไซด์ (FeO) ดินจะมีสีเทา รูปเฟอร์ริกออกไซด์ (Fe_2O_3) ดินจะมีสีแดง รูปไฮเดรทเตท เฟอร์ริกออกไซด์ ($2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) ดินจะมีสีเหลือง และรูปเฟอร์รัสซัลไฟด์ (FeS) มีน้ำขัง ดินจะมีสีดำ

(4) ดินสีเทาปนน้ำเงิน มักเป็นดินที่ตกอยู่ภายใต้สภาวะน้ำขัง การระบายน้ำไม่ดีจึงมีสารประกอบเหล็กภายใต้สภาวะขาดออกซิเจน สภาวะขังน้ำจะทำให้ดินมีสีเทาหรือสีน้ำเงิน สภาวะระบายน้ำดีดินจะมีสีเหลืองหรือสีแดง ถ้าหากขังน้ำและระบายน้ำเกิดขึ้นสลับกันเสมอดินจะมีจุดประ (mottle) คือ มีจุดสีเหลืองหรือสีแดงบนพื้นสีเทา เป็นต้น

(5) ดินสีประ เป็นดินที่มีหลายสีปะปนกัน และปรากฏเป็นจุดประสีเหลือง หรือสีแดงบนพื้นเทา โดยที่สีประเกิดจากการมีออกไซด์ของเหล็กภายใต้สภาวะมีออกซิเจน ส่วนสีพื้นเกิดจากมีสารประกอบเหล็กภายใต้สภาวะขาดออกซิเจน

4) ความชื้นดิน

ความชื้นในดิน (soil moisture) หมายถึง ปริมาณน้ำในดินที่ดูดซับติดกับเม็ดดินด้วยแรงต่างๆ กัน แสดงเป็นสัดส่วนของมวลน้ำที่อยู่ในดินต่อมวลของดินแห้ง (หน่วยเป็นร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์) น้ำในดินถูกกักเก็บอยู่ในช่องว่างในดิน โดยช่องว่างขนาดใหญ่จะเป็นที่อยู่ของอากาศ ส่วนช่องว่างขนาดเล็กจะเป็นที่อยู่ของน้ำ

ปริมาณความชื้นในดินขึ้นอยู่กับลักษณะของลมฟ้าอากาศ เนื้อดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน และการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยทั่วไปดินในพื้นที่ที่มีฝนตกชุก เช่น ภาคใต้และภาคตะวันออก จะมีความชื้นดินสูงกว่าดินในเขตภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และดินที่เป็นดินเหนียวหรือดินร่วนเหนียวจะมีความชื้นสูงกว่าดินทราย

การวัดความชื้นในดินทำได้โดยใช้เครื่องมือพิเศษ เช่น pressure plate หรือสามารถวัดด้วยวิธีการอย่างง่าย โดยการนำดินในสนามชั่งและจดน้ำหนักไว้ จากนั้นทำให้ดินแห้งโยบที่อุณหภูมิ

74-115 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วชั่งน้ำหนักเพื่อหามวลของดินนั้นอีกครั้ง มวลที่หายไป คือ มวลของน้ำในดินนั่นเอง

ความชื้นของดินที่แรงดึงดูดบรรยากาศต่าง ๆ (soil water retention)

น้ำในดิน อาจแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ น้ำที่อยู่ใต้อำนาจการดูดยึดของอนุภาคดิน และน้ำที่ไม่ได้อยู่ใต้อำนาจการดูดยึดของอนุภาคดิน ในแง่ของความชื้นหรือน้ำในดินที่เป็นประโยชน์ต่อพืช จะพิจารณาเฉพาะส่วนที่เรียกว่าน้ำซึบ เนื่องจากน้ำซึบจะถูกดูดยึดไว้ภายนอก รวมถึงที่บรรจุอยู่ในช่องว่างที่มีขนาดเล็กมากๆ ของดิน แรงดูดยึดไม่สูง พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

การวิเคราะห์การดูดยึดน้ำของอนุภาคดินโดยทั่ว ๆ ไป จะใช้แรงดึงที่ 1/3 บรรยากาศ (33 kPa) เรียกว่า ชีดจำกัดบน (Upper limit) หรือระดับความชื้นที่ความจุสนาม (Field Capacity, FC) และที่แรงดึงที่ 15 บรรยากาศ (1,500 kPa) เรียกว่า ชีดจำกัดล่าง (Lower limit) หรือจุดเหี่ยวถาวร (Permanent Wilting Point, PWP) ผลต่างของระดับความชื้นที่ความจุสนาม (FC) กับจุดเหี่ยวถาวร (PWP) จะเป็นปริมาณความชื้นสูงสุดที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Available water capacity, AWCA)

$$AWCA = FC - PWP$$

การวิเคราะห์ความชื้นในดิน ทำให้ทราบว่าปริมาณน้ำในดินขณะทำการเก็บตัวอย่างดินนั้นมีเพียงพอที่พืชนำไปใช้ประโยชน์หรือไม่ โดยปกติถือว่าปริมาณน้ำในดินควรอยู่ในช่วง 50-100% ของความจุ ความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของดินนั้นๆ ตลอดฤดูปลูก มีความสำคัญต่อการคำนวณหาปริมาณน้ำที่จะต้อง ทดให้แก่ดิน หรือระบายออกจากดิน

การนำน้ำของดินในสภาพที่อิ่มตัว (saturated hydraulic conductivity) คือ ปริมาตรของ น้ำที่เคลื่อนที่ต่อหน่วยเวลา เป็นสัดส่วนโดยตรงกับพื้นที่หน้าตัดของการไหล และความต่างระดับของน้ำ ระหว่างจุดสองจุดที่เกิดการไหลและเป็นสัดส่วนกลับกับระยะทาง แสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 จัดชั้นของการนำน้ำของดิน

Hydraulic conductivity class	cm/ h
Very slow	<0.125
Slow	0.125-0.5
Moderately slow	0.5-2.0
Moderate	2.0-6.25
Moderately rapid	6.25-12.5
Rapid	12.5-25.0
Very rapid	>25.0

ที่มา: O'Neal (1952)

ความชื้นในดิน (Soil Moisture) โดยทั่วไปดินจะประกอบด้วย 3 สถานะ คือส่วนที่เป็นของแข็งหรือเนื้อดินที่ประกอบด้วย แร่ (mineral matter) และสารอินทรีย์วัตถุ (organic matter) ส่วนที่เป็นของเหลวที่ประกอบด้วย น้ำ (water) ส่วนที่เป็นก๊าซที่ประกอบด้วย อากาศ (air) และไอน้ำ (water vapor) ดังนั้นส่วนที่เป็นของเหลวหรือน้ำในดินจะเป็นความชื้นในดิน (soil moisture) คือ ปริมาณน้ำที่ถูกอนุภาคของดินดูดยึดไว้ ทำให้น้ำที่แทรกซึมลงในดินยังคงค้างอยู่ตามช่องของเนื้อดิน (capillary water) หรือเคลือบเป็นฟิล์มรอบอนุภาคดิน (hygroscopic water) ถ้าในส่วนช่องว่างในเนื้อดินมีน้ำอยู่เต็ม ไม่มีก๊าซอยู่เลย เรียกว่า ดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (saturated soil) แต่ถ้าในช่องว่างของดินมีทั้งน้ำและก๊าซอยู่ด้วย เรียกว่า ดินที่ไม่อิ่มตัว (unsaturated soil)

สมดุลของน้ำในดิน (Soil Water Balance) ความชื้นในดินมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งสำหรับสิ่งมีชีวิตในดิน ได้แก่ สัตว์ พืช หรือจุลินทรีย์เนื่องจากน้ำเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของพืชและสัตว์ เพื่อใช้ในขบวนการเมแทบอลิซึม (metabolism) ต่างๆ เช่น ขบวนการสังเคราะห์แสงของพืชและจุลินทรีย์ในดินบางชนิดความสมดุลของน้ำในดิน โดยน้ำไหลเข้าคือน้ำฝนที่ตกลงมา หรือน้ำที่ได้จากการชลประทาน ส่วนน้ำไหลออกประกอบด้วยน้ำที่ระเหยออกจากผิวดินโดยขบวนการการคายระเหย (evapotranspiration) น้ำไหลบ่าผิวดิน (runoff) และน้ำซึมลงไปในดิน ซึ่งประกอบด้วยน้ำที่เก็บกักไว้ในดิน (soil storage) หรือความชื้นในดินและน้ำซึมลึก (drainage water or percolation) ในทางการเกษตรจะตัดน้ำไหลบ่าผิวดิน และน้ำซึมลึกออก ซึ่งเป็นส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องกับการเกษตร และจะพิจารณาระดับน้ำในดินที่ไม่เกินความลึกของรากพืช ดังนั้น ความชื้นในดิน = ปริมาณน้ำฝน - การคายระเหยของน้ำ ความชื้นในดินที่มีประโยชน์ต่อพืชจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับเนื้อดินเป็นหลัก พบว่าความชื้นในดินที่มีประโยชน์ต่อพืชของดินเหนียวที่เป็นดินเนื้อละเอียดจะมีช่วงกว้างกว่าดินร่วนและดินทราย ถ้าเนื้อดินเป็นดินทรายการให้น้ำต้องบ่อยครั้งมากกว่าดินร่วนและดินเหนียว ความชื้นในดินจะเป็นประโยชน์ต่อพืชได้ จะแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการกระจายความชื้นในดินและน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Relationship between plant available water and water distribution in the soil) หลังจากฝนตก ดินจะมีระดับความชื้นเท่ากับจุดอิ่มตัว (saturation) เป็นระดับที่เนื้อดินเต็มไปด้วยน้ำ ที่ระดับนี้เนื้อดินจะไม่ยึดเกาะน้ำ จึงเป็นการง่ายที่จะนำน้ำจะออกจากอนุภาคดิน โดยการระเหยจากผิวดิน และซึมลึกไปในดินชั้นล่างด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก พืชจึงใช้ ประโยชน์จากน้ำในดินประเภทนี้ได้ น้อยมาก และน้ำที่ระดับนี้จะซึมลึกไปชั่วระยะเวลาหนึ่งก็จะหยุด ซึมลึก ขณะนั้นระดับความชื้นในดินค่อนข้างคงที่ เรียกว่า ความจุภาคสนาม (field capacity) ที่ระดับนี้ พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ง่าย โดยน้ำจะไหลไปมาช้าๆในดิน เปรียบเสมือนน้ำที่อยู่นิ่ง ซึ่งจะถูกรากพืชดูดไปใช้และคายน้ำออกทางใบ (transpiration) นอกจากนี้ยังระเหยออกจากผิวดินได้โดยตรง (evaporation) หลังจากนั้นระดับความชื้นจะลดลงเรื่อย ๆ จนถึงจุดเหี่ยวถาวร (permanent wilting point) ซึ่งรากพืชจะดูดน้ำจากดินไม่ได้อีกพืชจะแสดงอาการเหี่ยวถาวรโดยไม่ฟื้นหากไม่ได้เติมน้ำ (อนุรัตน์, สืบค้นจากเว็บไซต์ <http://www.arcims.tmd.go.th/>)

5) ความหนาแน่น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ความหนาแน่นของดิน (soil density) เป็นลักษณะที่อธิบายถึงความหนาแน่นของก้อนดิน คำนวณจากมวลของดินต่อหนึ่งหน่วย

ปริมาตร (เช่น กรัมต่อปริมาตรดิน 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร: g/cm^3) ความหนาแน่นดินจำแนกเป็น ความหนาแน่นรวมและความหนาแน่นของอนุภาค

ความหนาแน่น (bulk density) คือ มวลของดินแห้งต่อหน่วยปริมาตรรวมของก้อนดิน ซึ่งรวมปริมาตรของช่องว่างในดินไว้ด้วยความหนาแน่นรวมขึ้นอยู่กับส่วนประกอบของดิน เนื้อดิน ปริมาตรของช่องว่างในดิน และการอัดกันของอนุภาคดิน ดินที่มีสัดส่วนของอินทรีย์วัตถุ คือ อนุภาคราย ทรายแป้ง และดินเหนียวอยู่ในปริมาณสูง จะมีความหนาแน่นรวมมากกว่าดินที่มีสัดส่วนของอินทรีย์วัตถุอยู่ในปริมาณสูง

ความหนาแน่นอนุภาค (particle density) คือ มวลของดินแห้งต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรดินซึ่งไม่รวมปริมาตรของช่องว่างในดิน ดังนั้น ค่าความหนาแน่นอนุภาคจะสูงกว่าค่าความหนาแน่นรวมของดินนั้นๆเสมอ สัดส่วนของอนุภาคราย ทรายแป้ง และดินเหนียวที่มีอยู่ในดินจะมีผลต่อค่าความหนาแน่นอนุภาค

3.1.2 สมบัติดินทางกายภาพบางประการของดินพื้นที่สูง

สำนักงานราชบัณฑิตยสภา (2562) ให้คำจำกัดความคำต่าง ๆ ดังนี้ 1) ดินที่สูง (highland soil) หมายถึง ดินที่เกิดบนสภาพพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางมากกว่า 500 เมตร 2) สมบัติทางกายภาพของดิน (soil physical property) หมายถึง สมบัติที่เกี่ยวข้องกับลักษณะและสภาวะทางฟิสิกส์ของดินจากอิทธิพลของแรง พลังงาน อุณหภูมิมีความชื้น แสง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ารวมถึงสถานะและพฤติกรรม การเคลื่อนย้ายของมวลสารและพลังงานของดิน 3) ลำดับดิน (soil sequence) หมายถึง การเรียงลำดับหน่วยดิน หรือชนิดของดินที่พบในพื้นที่ต่อเนื่องกัน ซึ่งมีลักษณะและสมบัติของดินแตกต่างกันตามแตกต่างของปัจจัยที่ทำให้กำเนิดของดินรูปแบบของการเรียงลำดับนั้นจะต้องมีรูปแบบเดียวกันแม้ว่าจะพบในบริเวณต่างกันเช่น ลำดับภูมิประเทศ (toposequence) หมายถึง ดินที่สัมพันธ์กันและเกิดจากวัตถุดินกำเนิดชนิดเดียวกัน แต่มีความแตกต่าง กันเนื่องจากสภาพภูมิประเทศ และลำดับความเอียง (clinosequence) หมายถึง ดินที่สัมพันธ์กันแต่มี ลักษณะและสมบัติดินแตกต่างกันเนื่องจากความลาดชันของพื้นที่ เป็นต้น

Smyth and Montgomery (1990) พบว่า การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของดิน จะเปลี่ยนแปลงไปตามลักษณะภูมิประเทศ (topography) เนื่องจากลักษณะภูมิประเทศที่ต่างกันจะมีปัจจัยในการสร้างตัวของดินที่ต่างกัน ส่งผลต่อความแตกต่างของการจัดเรียงตัวเป็นลำดับชั้นดิน Young (1976) และGerrard (1992) พบว่า ในพื้นที่เขตร้อนลักษณะภูมิประเทศเป็นปัจจัยหลักที่ควบคุมสมบัติของดิน โดยตำแหน่งของลักษณะภูมิประเทศโดยเฉพาะพื้นที่ลาดชันที่ประกอบด้วยที่ลาดเชิงเขาลำดับต่าง ๆ จะมีผลต่อลักษณะการระบายน้ำของดินและการเคลื่อนย้ายของวัสดุดินและสมบัติของดินจะเปลี่ยนแปลงไปตามลำดับภูมิประเทศจากบริเวณยอดเขาจนถึงก้นหุบเขาเนื่องจากความแตกต่างของ ชนิดดิน Odenerho (2000) ให้ความเห็นว่า ชุดดินชนิดหนึ่ง ๆ (Soil series) ที่กระจายตัวปกคลุมตามลำดับภูมิประเทศจะมีอิทธิพลต่อรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่นั้น Bardy and Weil (2007) รายงานว่าลักษณะภูมิประเทศ (topography) ที่ก่อให้เกิดการสร้างตัวของดินตามลำดับภูมิประเทศ (toposequence) โดยดินมีวัตถุดินกำเนิดเดียวกัน มีอายุในการสร้างตัวเท่ากัน และอยู่ภายใต้สภาพดิน ฟ้า อากาศเดียวกัน แต่ก็ยังมีลักษณะของดินที่แตกต่างกันได้เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความชันของพื้นที่

Buol et al. (1997) พบว่า ลำดับภูมิประเทศเป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อธรรมชาติและการกระจายตัวของดิน รูปแบบของดินในแต่ละลำดับภูมิประเทศควรมีลักษณะพื้นฐานต่าง ๆ แตกต่างกัน Stoop (2000) พบว่าลำดับภูมิประเทศมีอิทธิพลต่อสมบัติต่าง ๆ ของดินและผลผลิตพืชการแนะนำเกษตรกรในการจัดการดินโดยไม่คำนึงถึงสมบัติเฉพาะของดินในแต่ละลำดับภูมิประเทศ อาจส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกชนิดและอัตราปุ๋ยในการปรับปรุงดินที่ไม่เหมาะสม ดังนั้นการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างเหมาะสมตามลำดับภูมิประเทศเพื่อให้ได้ผลผลิตสูงจะต้องใช้ความรู้ทั้งทางด้านสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมีสำหรับดินที่อยู่ในตำแหน่งความชันต่าง ๆ กัน

Osuaku et al. (2014) ศึกษาความผันแปรของสมบัติทางกายภาพของดินตามลำดับภูมิประเทศ 3 ลำดับ คือ upper slope, mid slope และ bottom slope พบว่า ลำดับภูมิประเทศมีอิทธิพลต่อสมบัติต่าง ๆ ของดิน เช่น ปริมาณของอนุภาคขนาดทราย (sand) จะลดลงตามความลึกของดินที่เพิ่มขึ้น และพบมากที่สุดบริเวณ upper slope อนุภาคขนาดทรายแป้ง (silt) จะเพิ่มขึ้นเมื่อความชันของพื้นที่ลดลง และปริมาณอนุภาคขนาดดินเหนียว (clay) จะเพิ่มขึ้นเมื่อความชันและความลึกของดินลดลง โดยปริมาณอนุภาคขนาดทรายแป้งและดินเหนียวจะพบมากที่สุดบริเวณ bottom slope สอดคล้องกับ Boling et. al. (2008) ซึ่งพบว่า ตำแหน่งของลำดับภูมิประเทศจะมีอิทธิพลต่อความแตกต่างของปริมาณ น้ำในสภาพสนาม ปริมาณอนุภาคดินเหนียว ทรายแป้ง และทราย และปริมาณความหนาแน่นรวมของดิน

การใช้ประโยชน์ที่ดินบนพื้นที่สูงที่มีอิทธิพลต่อความผันแปรของน้ำในดิน ศุภชาติ(2545) พบว่า รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ต่างกันมีอิทธิพลต่อความแตกต่างของปริมาณความชื้นในดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพื้นที่ไร่ร้างที่ปกคลุมด้วยหญ้ามีความชื้นในดินมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ป่าดิบแล้ง สวนปาล์ม และกระถินยักษ์ โดยสวนปาล์มมีความชื้นในดินต่ำที่สุด จากผล การศึกษานี้แสดงให้เห็นปริมาณความชื้นในดินมีผลมาจากการใช้ ประโยชน์ที่ดินที่แตกต่างกันได้แก่ของไม้ยืนต้น (tree layer) ชั้นของไม้พุ่ม (shrub layer) ชั้นพืชล้มลุก (herb layer) และชั้นของหญ้า (grass layer) ความแตกต่างของการใช้ประโยชน์ที่ดินเหล่านี้ ส่งผลต่อองค์ประกอบลักษณะโครงสร้างของดินบนพื้นที่นั้น ๆ ซึ่งจะมีความผันแปรไปตามพื้นที่ (space) และเวลา (time)

การใช้ประโยชน์ที่ดินไม่เหมาะสมทำให้สมบัติทางกายภาพของดินถูกทำลาย ได้แก่ เกิดแผ่นแข็งปิดหน้าดิน (surface crust) ดินแน่นทึบ (soil compaction) ดินมีการระบายน้ำเลว (poor drainage) และดินมีอัตราการแทรกซึมน้ำลดลง ปัจจัยเหล่านี้ส่งเสริมให้เกิดการไหลของน้ำผิวดิน (surface runoff) และเกิดกษัยการของดิน (soil erosion) Lujan (2003) พบว่า เมื่อเกิดการไหลบ่าของน้ำผิวดิน และเกิดกษัยการของดิน โครงสร้างของดินบนจะถูกทำลายดินและอนุภาคดินบางส่วนจะเคลื่อนลงไปปิดช่องว่างของชั้นดินทำให้เกิดแผ่นแข็งปิดหน้าดินเพิ่มมากขึ้น จะเห็นว่าการเสื่อมสภาพทางกายภาพของดินเกิดจากปัญหาต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กันทั้งสิ้นสำหรับพื้นที่ลาดชันภาคเหนือตอนบนของไทยเกษตรกรปลูกข้าวโพดอย่างเดียว เวลานานต่อเนื่องกันทำให้เกิดปัญหาผลผลิตข้าวโพดตกต่ำเนื่องจากดินเสื่อมโทรม เกิดการสูญเสียหน้าดินจากการชะล้างพังทลายของดิน ปัจจุบันจึงได้มีการปรับเปลี่ยนระบบการปลูกพืชเป็นระบบเกษตรผสมผสานทดแทนการปลูกพืชเชิงเดี่ยว บุญเทียม (2554) รายงานว่า การปลูกพืชระบบเกษตรผสมผสานแทนการปลูกข้าวโพดอย่างเดียว เช่น การปลูกยางพาราเป็นพืชหลัก ข้าวหรือพืชไร่เป็นพืชร่วม และปลูกถั่วเหลืองหลังนา

สามารถช่วยเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกรทำให้ปัจจุบันเกษตรกรหันมาสนใจมากขึ้น และมีการเพิ่มพื้นที่ปลูกยางพาราทดแทนพื้นที่ปลูกข้าวโพดในพื้นที่ลาดชันลงได้

กันตภณและคณะ (2558) ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของการใช้ที่ดินต่อพัฒนาการของดินบนพื้นที่ลาดชันสูง ได้แก่ พื้นที่แปลง A และแปลง B ผลการศึกษาพบว่าการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่แปลง A ส่วนใหญ่ปลูกยางพารา มีเนื้อที่ 112.12 ไร่ หรือร้อยละ 60.28 ของพื้นที่แปลง A และการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่แปลง B ส่วนใหญ่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มีเนื้อที่ 282.68 ไร่ หรือร้อยละ 58.15 ของพื้นที่แปลง B นอกจากนี้ยังมีการสลับปลูกพืชไร่ในแต่ละปีไม่แน่นอน เช่น เปลี่ยนจากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็น ข้าวไร่ หรือข้าวไร่เป็นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เป็นต้น

ข้อมูลด้านทรัพยากรดินของพื้นที่แปลง A สามารถแบ่ง ได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

1) ชุดดินวังสะพุงที่เป็นดินลิกปานกลาง มีเนื้อที่ 167.00 ไร่ หรือร้อยละ 89.79 ของพื้นที่แปลง A

2) ดินตะกอนน้ำพาเชิงซ้อน มีเนื้อที่ 112.12 ไร่ หรือร้อยละ 60.28 ของพื้นที่แปลง A และ

3) ชุดดินมวกเหล็ก มีเนื้อที่ 8.65 ไร่ หรือร้อยละ 4.65 ของพื้นที่แปลง A

สำหรับพื้นที่แปลง B สามารถแบ่งได้เป็น 4 กลุ่ม ได้แก่

1) ชุดดินท่าลี่เป็นดินตื้น หรือตื้นมาก มีเนื้อที่ 358.47 ไร่ หรือร้อยละ 73.76 ของพื้นที่แปลง B

2) ชุดดินมวกเหล็ก มีเนื้อที่ 97.05 ไร่ หรือร้อยละ 19.97 ของพื้นที่แปลง B

3) ดินตะกอนน้ำพาเชิงซ้อนกับที่ดินหินพื้นโผล่ มีเนื้อที่ 23.03 ไร่ หรือร้อยละ 4.74 ของพื้นที่แปลง B และ

4) ที่ดินหินพื้นโผล่ มีเนื้อที่ 7.45 ไร่ หรือร้อยละ 1.53 ของพื้นที่แปลง B ดินส่วนใหญ่ของพื้นที่แปลง A และ B อยู่ในอันดับอัลฟิโซลส์ (Alfisol) เอ็บ (2542) อธิบายว่าดินในอันดับอัลฟิโซลส์ (Alfisol) มีอัตราเสี่ยงต่อการกร่อนดินสูงเนื่องจากพัฒนาการของดินสูงโครงสร้างดินในชั้นดินล่างวิจันฉัยอาร์จิลิก (Argillic horizon) มักจะยังไม่ ดีพอเหมือนกับดินอันดับอุลติโซลส์ (Ultisol) ทำให้มีอัตราการชะล้างระหว่างดินบนและดินล่างแตกต่างกัน ทำให้เกิดการกร่อนดินได้ง่าย ซึ่งการจัดการดินในอันดับนี้จำเป็นต้องคำนึงถึงอัตราการเสี่ยง ต่อการกร่อนดินเสมอ กลุ่มอนุรักษ์ดินและน้ำ (2544) ให้คำแนะนำการจัดการดินพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน เพื่อใช้ทำการเกษตร จำเป็นต้องใช้มาตรการการอนุรักษ์ดินแบบเข้มงวด โดยใช้มาตรการวิธีกร่วมกับมาตรการวิธีพืช เช่น การทำคูรับน้ำขอบเขาร่วมกับชั้นบันไดดินและปลูกพืชตามแนวระดับ การทำแนวคันดินร่วมกับหญ้าแฝก หรือการปลูกพืชคลุมดินโดยใช้พืชตระกูลถั่วเพื่อช่วยควบคุมการชะล้างพังทลายของดินและปรับปรุงบำรุงดิน คำแนะนำการจัดการดินที่เหมาะสมต่อการนำมาใช้กับพื้นที่แปลง A และแปลง B ซึ่งเป็นพื้นที่ลาดชันที่เกษตรกรใช้ในการปลูกยางพาราและข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นส่วนใหญ่

3.1.3 การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน

ดินมีกำเนิดมาจากอนุภาคหินและแร่ รวมตัวกับอินทรีย์วัตถุที่สลายตัว อนุภาคหินและแร่ซึ่งเป็นวัตถุดิบกำเนิดของวัสดุแร่ธาตุต่างๆ เป็นแหล่งที่ก่อให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีในดิน โดยมีปัจจัยทางสภาพแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น น้ำ อากาศ กิจกรรมทางการเกษตรที่ก่อให้เกิด ภาวะความเป็นกรดต่างในดิน และสารเคมีต่างๆ ที่ตกค้างในดิน เป็นต้น สมบัติทางเคมีที่สำคัญและเกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืช เช่น ปฏิกิริยาดิน ปริมาณธาตุอาหารที่เป็น ประโยชน์ และความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก เป็นต้น

ผลผลิตภาพดินและความอุดมสมบูรณ์ของดิน

ผลผลิตภาพดิน (soil productivity) หมายถึง ความสามารถของดินในการให้ผลผลิตพืชเมื่อปลูกพืชชนิดหนึ่งหรือพืชระบบหนึ่ง ภายใต้ปัจจัยการผลิตที่กำหนดให้ ผลผลิตภาพดินจึงวัดจากผลผลิตที่ได้ต่อหน่วยพื้นที่ต่อเวลา เช่น กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี

ดินผลิตภาพสูง (productive soil) หมายถึงดินที่มีสมบัติทางเคมี ฟิสิกส์และชีวภาพเหมาะสม และเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง เมื่อใช้ปลูกพืชภายใต้สภาพแวดล้อมที่ดี และมีการจัดการที่เหมาะสมกับพืชก็จะให้ผลผลิตสูง ดังนั้นดินผลิตภาพสูงจึงต้องเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูงแต่ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง โดยสมบัติด้านอื่น ๆ ไม่เหมาะสมก็จะมีผลิตภาพต่ำ

ความอุดมสมบูรณ์ของดิน (soil fertility) หมายถึง ความสามารถของดินในการสนองธาตุอาหารรูปที่เป็นประโยชน์แก่พืช

ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง (fertile soil) คือ ดินที่ให้ธาตุอาหารรูปที่เป็นประโยชน์แก่พืชครบทุกธาตุ แต่ละธาตุเพียงพอและสมดุลกันตามความต้องการของพืช

ดินที่ใช้ในการเพาะปลูกโดยทั่วไปจะมีกระบวนการ 2 ด้านเกิดขึ้นควบคู่กันเสมอ ด้านหนึ่งเป็นกระบวนการที่ก่อให้เกิดความเสื่อมของดิน ซึ่งมีผลให้ผลิตภาพดินลดลง ส่วนด้านที่สองเป็นกระบวนการบำรุงและอนุรักษ์ดิน ช่วยรักษาผลิตภาพดินเอาไว้หรือทำให้ดีขึ้น ถ้ากระบวนการที่นำไปสู่ความเสื่อมของดินเกิดรุนแรงกว่า ย่อมทำให้ผลิตภาพดินลดลง แต่ถ้าการจัดการดินในระบบการปลูกพืชมีกิจกรรมด้านกระบวนการบำรุงและอนุรักษ์ดินอย่างสม่ำเสมอ ผลิตภาพดินที่เคยดีก็จะดีต่อไปหรือมีแนวโน้มที่จะดียิ่งขึ้น ผลิตภาพดินในช่วงเวลาหนึ่ง จึงเป็นผลเชิงสัมพัทธ์ของกระบวนการที่ผดุงดินให้เสื่อมลง กับการอนุรักษ์และจัดการดินเพื่อฟื้นฟูดินนั่นเอง ซึ่งหากกระบวนการที่ก่อให้เกิดความเสื่อมของดินมีความรุนแรงกว่าและเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องแล้ว ในที่สุดผลิตภาพดินจะต่ำลงจนไม่อาจใช้ปลูกพืชได้

กระบวนการที่ทำให้ดินเสื่อม ได้แก่ การสูญเสียดินหรือการกร่อนดิน การสูญเสียอินทรีย์วัตถุ การสูญเสียธาตุอาหารในดินด้วยวิธีการต่าง การเกิดการสะสมเกลือ สะสมกรด รวมถึงการสะสมสารพิษต่าง ๆ ในดิน การเกิดน้ำท่วมขังหรือแห้งจัด การเกิดความแน่นทึบ ชั้นดาน และชั้นแข็งบนผิวดิน ฯลฯ

กระบวนการบำรุงและอนุรักษ์ดิน ได้แก่ การจัดระบบการปลูกพืชหมุนเวียน ปรับระบบการปลูกพืชเหมาะสม การไถพรวนแบบอนุรักษ์ ไถพรวนตามแนวระดับ การทำชั้นบนไค การจัดการซากพืช การอนุรักษ์น้ำและการจัดระบบการจัดการน้ำ การใช้ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยชีวภาพ ฯลฯ

ในการปลูกพืชแต่ละครั้ง จะมีการสูญเสียธาตุต่าง ๆ ออกไปจากดินมากหรือน้อยแตกต่างกันไป หากปริมาณธาตุอาหารที่ใส่เพิ่มเติมให้น้อยกว่าปริมาณที่สูญเสียไป แสดงว่าระบบของธาตุอาหารในดินไม่มีความยั่งยืน เนื่องจากดินจะสูญเสียธาตุอาหารที่สำรองไปเรื่อย ๆ จนในที่สุดดินไม่เพียงพอ กับความต้องการของพืช ข้อบ่งชี้สำคัญที่แสดงถึงความเสื่อมความอุดมสมบูรณ์ของดิน คือปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน โดยที่ดินที่ใช้เพาะปลูกส่วนใหญ่มีอินทรีย์วัตถุไม่เกิน 1 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ต่ำ เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้สภาพทางกายภาพ ทางเคมี และทางชีวภาพของดินไม่ดี

วัสดุปรับปรุงดิน (Soils amendment) หมายถึง วัสดุใดๆที่ใส่ลงไปในดินโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงสมบัติดิน ให้มีความเหมาะสมในการเพาะปลูกพืช เช่น ปูน ยิปซัม ผงกำมะถัน ชี้เลื่อย ปุ๋ยคอก เศษซากพืชหรือวัสดุสังเคราะห์ปรับปรุงสภาพดิน แต่มิได้ใช้เพื่อแทนปุ๋ยหรือเป็นปุ๋ย ถึงแม้ว่าบางชนิดจะมีธาตุอาหารพืชก็ตาม

วัสดุปรับปรุงสภาพดิน (Soils conditioner) หมายถึง วัสดุที่ใส่ลงในดินเพื่อปรับปรุงสมบัติทางกายภาพให้เหมาะสมกับการเติบโตของพืชยิ่งขึ้น เช่น แกลบ ชี้เลื่อย ปุ๋ยหมัก และสารพอลิเมอร์สังเคราะห์ (synthetic polymer) ชนิดต่าง ๆ

วัสดุปรับปรุงดินหรือสารปรับปรุงดิน ที่ใช้กันโดยทั่วไป แบ่งออกตามประเภทของการใช้งานได้ 3 ประเภทใหญ่ ๆ ดังนี้

สารปรับปรุงสภาพทางเคมีของดิน เพื่อแก้ปัญหาทางเคมีของดินที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช อันได้แก่ความเป็นกรด-ด่างของดิน ความเค็มของดิน ซึ่งถ้าดินอยู่ในสภาพที่ไม่เหมาะสม พืชก็ไม่สามารถเจริญเติบโตเป็นปกติได้ หรือเจริญเติบโตไม่ถึงศักยภาพที่ควรจะเป็น สารที่ใช้ปรับปรุงสภาพทางเคมี อาทิเช่น ปูนมาร์ล ปูนขาว ยิปซัม

สารปรับปรุงสภาพทางกายภาพของดิน เพื่อปรับปรุงโครงสร้างของดินให้มีการเกาะตัวเพิ่มความเสถียรของก้อนดิน ทำให้ดินโปร่ง ร่วนซุย แก้ปัญหาความแน่นทึบของดิน ทำลายชั้นดาน อาทิเช่น อินทรีย์วัตถุต่างๆ ยิปซัม ไลม์-ซัลเฟต แอมโมเนียมลอร์เรซซัลเฟต สารช่วยการไหลของน้ำ

3.2 การแก้ไขสภาพกรดของดิน

ชนิดของปูนที่ใช้ในการปรับปรุงดินกรดสำหรับการเกษตร ต้องเป็นปูนที่มีแคลเซียมและ/หรือแมกนีเซียมเป็นองค์ประกอบ ได้แก่ ปูนขาว หินปูนบด หินปูนเผา เปลือกหอยเผา ปูนโดโลไมท์ ปูนมาร์ล หรือดินมาร์ล เป็นต้น ห้องปฏิบัติการ กรมพัฒนาที่ดิน ได้ใช้วิธีของ Woodruff วิเคราะห์ความต้องการปูนมานาน จะบอกเป็นปริมาณปูนที่แนะนำของแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) บริสุทธิ์ ต่อหน่วยพื้นที่ดิน 1 ไร่ ขึ้นดินลึก 15 เซนติเมตร สามารถคำนวณเป็นปูนชนิดอื่นที่หาได้ง่ายในท้องที่และราคาถูกทดแทนได้ และในทางปฏิบัติมีการใส่ปูนในปริมาณที่ต่างกัน โดยพิจารณาจากปัจจัยต่างๆ ได้แก่ pH ของดิน เนื้อดิน ชนิดของดินเหนียว ปริมาณอินทรีย์วัตถุ และชนิดของพืชที่ปลูก ก็ยังไม่สามารถยกระดับ pH ถึงระดับที่ต้องการ เนื่องจากมีปัจจัยอื่นประกอบ เช่น ปูนที่ใส่ถูกน้ำชะล้างไปบ้าง ทำปฏิกิริยากับกรดที่มาจากน้ำชลประทานหรือน้ำฝน หรือถ้าใส่ในดินเปรี้ยวจัด (acid sulfate soil) ปูนจะต้องสะเทินกรดซัลฟิวริกที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารไพไรต์ที่อยู่ในดิน ในการให้คำแนะนำสำหรับดินกรดซัลฟิวริกหรือกรด

กำหนดจะแนะนำให้ใส่เต็มปริมาณ แต่นักวิชาการเกษตรเห็นว่าจากผลการวิเคราะห์ได้ค่าสูงเกินไปก็จะแนะนำให้ใส่เพียงครึ่งเดียวเท่านั้น หรือถ้าเป็นดินกรดที่มีเนื้อดินเป็นดินทรายร่วนหรือดินร่วนทราย จะพิจารณาใส่น้อยลง เนื่องจากอาจจะเกิดสภาพเกินปุ๋ย (overliming) ซึ่งเป็นอันตรายต่อพืชที่ปลูกได้ เพราะเกิดการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชของดิน (pH) อย่างรวดเร็ว เนื่องจากดินทรายมีสมบัติในการต้านทาน ความเป็นกรดหรือด่างต่ำ (low buffer capacity) ทำให้เกิดปัญหาดังนี้

3.2.1 เกิดภาวะไม่สมดุลของธาตุอาหาร ทำให้ผลผลิตของพืชลดลง

3.2.2 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชลดลง เนื่องจากฟอสฟอรัสหรือฟอสเฟต ทำปฏิกิริยากับปูนได้สารประกอบแคลเซียมฟอสเฟต ซึ่งละลายน้ำได้ยาก

3.2.3 ปริมาณโบรอนที่เป็นประโยชน์ต่อพืชลดลง เนื่องจากอนุภาคดินเหนียวดูดยึดโบรอนไว้ ทำให้พืชไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้

3.2.4 ปริมาณสังกะสีที่ละลายน้ำเป็นประโยชน์ต่อพืชลดลง ปกติความสามารถในการละลายได้ของสังกะสี จะอยู่ที่ระดับ pH 6.0-7.0

3.2.5 ความเป็นประโยชน์ของธาตุหลัก แมงกานีส ทองแดง จะลดลง เนื่องจาก pH ของดิน อยู่ในระดับไม่เหมาะสมต่อการละลายได้ของธาตุอาหารพืชเหล่านี้

ตารางที่ 5 ปริมาณความต้องการปุ๋ยเพื่อปรับค่าพีเอชของดินให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช

เนื้อดิน	ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (%)	ปริมาณความต้องการปุ๋ย (กิโลกรัม/ไร่)
ดินทราย	2.5	850
ดินร่วนปนทราย	3.0	2,000
ดินร่วนและร่วนปนทราย	4.0	2,800
ดินเหนียวปนทรายแป้งและร่วน	5.0	3,600

ที่มา: Brady (1974)

ตารางที่ 6 ปริมาณปูนที่แนะนำ ได้แก่ ปูนแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) บริสุทธิ์ 100 กิโลกรัม เทียบเท่ากับปริมาณปูนทางการเกษตรอื่น ๆ

ชนิดปูน	เทียบกับปูนแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) บริสุทธิ์	ปริมาณปูนทางการเกษตรที่ใช้ (กิโลกรัม/ไร่)
ปูนขาว CaO	CaCO_3 100 x 0.78	78
ปูนมาร์ล CaCO_3	CaCO_3 100 x 1.20	120
หินปูนบด CaCO_3	CaCO_3 100 x 1.50	150
ปูนโดโลไมท์ $\text{Ca.Mg}(\text{CO}_3)_2$	CaCO_3 100 x 1.09	109

ที่มา: Brady (1974)

3.3 การจัดการดินปัญหา

ดินที่มีปัญหาในการใช้ประโยชน์ทางการเกษตร

ดินที่มีปัญหาในการใช้ประโยชน์ทางการเกษตร (problem soils) หมายถึง ดินที่มีสมบัติไม่เหมาะสมหรือเหมาะสมน้อยสำหรับการเพาะปลูกทางการเกษตร ซึ่งหากนำดินเหล่านี้มาใช้ปลูกพืช จะไม่ได้ผลผลิตหรือได้ผลผลิตต่ำ ดินที่มีปัญหายังรวมถึงที่ดินที่มีข้อจำกัดต่อการใช้ประโยชน์ ซึ่งเมื่อนำไปใช้แล้วจะเกิดผลกระทบต่อระบบนิเวศอย่างรุนแรงด้วย

ชนิดของดินที่มีปัญหาในพื้นที่ภาคเหนือ

ดินที่มีปัญหาในภาคเหนือ มี 4 ประเภท ได้แก่ 1.ดินกรด 2.ดินทราย 3.ดินตื้น 4.ดินในพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง หรือพื้นที่สูง

3.3.1. ดินกรด

ดินกรด หมายถึง ดินที่มีค่าพีเอชของดินต่ำกว่า 7.0 แต่ดินกรดที่เป็นปัญหาทางด้านการเกษตรคือ ดินกรดที่มีค่าพีเอชของดินต่ำกว่า 5.5 ความเป็นกรดของดินแต่ละช่วงจะมีผลต่อการปลดปล่อยธาตุอาหารพืชในดินให้เป็นประโยชน์ ดินกรด (acid soil) หมายถึง ดินที่มีค่าพีเอชหรือที่เรียกว่า “พีเอชของดิน (pH)” ของดินต่ำกว่า 7.0 ดินกรดที่เป็นปัญหาทางด้านการเกษตรคือดินกรดที่มีค่าพีเอชของดินต่ำกว่า 5.5 ความเป็นกรดของดินแต่ละช่วงจะมีผลต่อการปลดปล่อยธาตุอาหารพืชในดิน ดินเป็นกรดจัดถึงกรดปานกลาง (pH 4.5-5.5) ธาตุอะลูมิเนียมเหล็กแมงกานีสและสังกะสีละลายออกมามากจนเป็นพิษต่อพืช ดินเป็นกรดเล็กน้อยและดินเป็นกลาง (pH 6.0-7.0) ระดับค่าพีเอชของดินมีความเหมาะสมต่อการละลายธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ดินเป็นด่างเล็กน้อยและด่างปานกลาง (pH 7.5-8.0) พืชขาดฟอสฟอรัสเนื่องจากเกิดตกตะกอนกับแคลเซียมที่ละลายออกมามากเกิน (ไพบูลย์, 2546: พืชิต, 2557) ดินกรดที่มีค่าพีเอชของดินต่ำกว่า 5.5 เป็นข้อจำกัดประเภทหนึ่งในด้านความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหาร การเกิดดินกรดมีหลายสาเหตุหลายประการ ได้แก่ เกิดตามธรรมชาติจากวัตถุดิบกำเนิดดินที่เป็นกรด เกิดการชะละลายธาตุที่เป็น

ต่างออกไปจากดินโดยน้ำฝนหรือน้ำชลประทาน พืชดูดเอาธาตุที่เป็นต่างออกไปแล้วปลดปล่อยกรดลงไปที่ แทนที่ การใช้ปุ๋ยเคมีหรือสารเคมีต่าง ๆ ที่มีสารกำมะถันเป็นองค์ประกอบ และเกิดจากฝนกรดบริเวณใกล้ โรงงานอุตสาหกรรม

ปัญหาของดินกรด ได้แก่ ขาดธาตุอาหารพืชที่เป็นประโยชน์ในดิน เช่น ฟอสฟอรัสถูกตรึง ทำให้พืชดูดไปใช้ไม่ได้ และมีธาตุบางธาตุ ได้แก่ อะลูมิเนียม เหล็กและแมงกานีส ละลายออกมามากจนเป็นพิษ ต่อพืชที่ปลูก ผลกระทบของปัญหาดินกรดต่อการปลูกพืช 1) ขาดแคลนธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ทำให้ พืชที่ปลูก เช่น ข้าวโพด มะเขือเทศ และถั่ว แสดงอาการขาดธาตุอาหาร พืชไม่เจริญเติบโต ผลผลิตเสียหายและ ได้ผลผลิตต่ำ 2) ระบบรากพืชถูกทำลายเนื่องจากมีอะลูมิเนียมและเหล็กละลายออกมามาก จนเป็นพิษต่อพืช และดินขาดธาตุอาหารพืช ทำให้พืชที่ปลูกไม่สามารถเจริญเติบโตได้ดีเหมือนปกติ จึงให้ได้ผลผลิตพืชต่ำ 3) เกิดการระบาดของเชื้อโรคพืชหลายชนิดเช่น เชื้อรา โรครากเน่าโคนเน่าในพืช เจริญเติบโตได้ดีในสภาพ ดินกรด ทำให้พืชที่ปลูกเกิดความเสียหาย

แนวทางการปรับปรุงแก้ไขปัญหาดินกรดพื้นที่ลุ่ม

1) การล้างดิน เป็นการล้างกรดและสารพิษอื่น ๆ ออกจากดิน ซึ่งสามารถใช้ได้ผลดี พอสสมควรในบริเวณที่มีน้ำอย่างเพียงพอ การชะล้างดินเปรี้ยวเป็นวิธีการอย่างหนึ่งที่ช่วยลดความเป็นกรดของ ดินจะทำให้ ค่าพีเอชของดินสูงขึ้น และสามารถลดความเข้มข้นของอลูมิเนียมและเกลือต่าง ๆ ที่อาจจะเป็นพิษ ต่อข้าวได้ เป็นผลให้สารพิษต่าง ๆ ลดน้อยลงด้วย พบว่าค่าพีเอชของดินกรดจัดจะเพิ่มจาก 2.5 เป็น 3.7 เมื่อชะล้างด้วยน้ำจำนวนมากในระยะ 5-10 ปี ปริมาณไฟฟฟในดินสามารถลดลงจากร้อยละ 2-3 เป็นร้อยละ 0.5

2) การขังน้ำก่อนปลูก การขังน้ำในดินเปรี้ยวตลอดเวลาก็เป็นวิธีหนึ่งในการปรับปรุงดิน กรดจัดโดยเฉพาะเมื่อดินเปรี้ยวอยู่ในสภาพน้ำขัง ค่าพีเอชของดินจะเพิ่มขึ้น ความเป็นพิษต่อเนื่องจากเหล็ก และอลูมิเนียมจะลดน้อยลง เป็นผลดีสามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงดินเปรี้ยวเพื่อให้ปลูกข้าวได้ การขังน้ำก่อน ปลูกข้าว 4 และ 6 สัปดาห์ จำทำให้ผลผลิตดีที่สุด ข้าวมีการเจริญเติบโตดี และให้ผลผลิตสูง

3) การควบคุมระดับน้ำใต้ดิน วิธีการนี้มีวิธีการเช่นเดียวกับการขังน้ำก่อนปลูก เหมาะ สำหรับการใช้ประโยชน์ดินเปรี้ยวที่เกิดใหม่ หรือที่มีแร่ไฟฟฟที่อยู่ใกล้กับผิวดิน เพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้แร่ ไฟฟฟที่ถูกเติมออกซิเจนเปลี่ยนเป็นกรดกำมะถัน ในดินชนิดนี้เมื่อมีการระบายน้ำออกไปจะเกิดปฏิกิริยาเป็น กรดอย่างรุนแรง การควบคุมระดับน้ำให้อยู่ในระดับที่พอเหมาะ จะทำให้เกิดสภาพการขาดออกซิเจนและ ทำให้สารประกอบต่างๆ ของเหล็กรวมทั้งกรดที่เกิดขึ้นบางส่วนถูกลดออกซิเจนกลับไปสู่สภาพเดิมที่ไม่เป็นพิษ ต่อพืชได้

4) การใช้อินทรีย์วัตถุ อินทรีย์วัตถุในดินมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อสมบัติทั้งทางเคมี กายภาพ และทางชีววิทยาของดิน เมื่ออินทรีย์วัตถุในดินถูกย่อยโดยจุลินทรีย์ และเกิดการสลายตัวของ สารประกอบบางอย่างจะทำให้เกิดประจุลบที่ปลายด้วยหนึ่งของอินทรีย์วัตถุ จึงทำให้อินทรีย์วัตถุ มีความสามารถในการดูดซับไอออนประจุบวกได้ และเมื่อเทียบกับแร่ดินเหนียวและสารคอลลอยด์อื่น ๆ ในดินและอินทรีย์วัตถุมีความสามารถดูดซับ การดูดซับไอออนบวกได้มากกว่าตั้งแต่ 2-30 เท่า เป็นผลทำให้

ดินมีความต้านทานการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดของดินได้ดีได้โดยเฉพาะอย่างยิ่งดินส่วนใหญ่ที่มีอินทรีย์วัตถุต่ำและเป็นดินกรด

5) การใส่ปูน เป็นวิธีการปรับปรุงดินเปรี้ยว และเพิ่มผลผลิตของข้าวได้ผลดีที่สุด เช่น ในพื้นที่ดินเปรี้ยวภาคกลาง ดินบริเวณนี้เป็นดินเปรี้ยวจัดที่มีอายุประมาณ 5,000-7,000 ปีมาแล้ว แร่ไพไรท์ ซึ่งอยู่ใกล้กับผิวดินอาจถูก oxidize ให้เปลี่ยนไปเป็นกรดและสารประกอบอื่น ๆ จนเกือบหมดจากการสำรวจ Van Breeman (1980) ปรากฏว่าพบแร่ไพไรท์น้อยมาก ในระดับที่ดินลึกไม่เกิน 1 เมตรจากผิวดิน ดังนั้นจึงยากแก่การถูก oxidize ต่อไป การใส่ปูนจึงเป็นการแก้ปฏิกิริยาของกรดและสารประกอบอื่น ๆ ที่มีฤทธิ์เป็นกรดที่ยังเหลือตกค้างอยู่ในบริเวณดินบนเท่านั้น

แนวทางการปรับปรุงแก้ไขปัญหาดินกรดพื้นที่ดอน

1) การใช้วัสดุปูนทางการเกษตรลดความรุนแรงของกรดในดิน วัสดุปูนที่นิยมใช้ ได้แก่ ปูนโดโลไมท์ ซึ่งมีทั้งแคลเซียมและแมกนีเซียมเป็นองค์ประกอบ อัตราปูนที่ใช้ขึ้นอยู่กับความรุนแรงของกรดในดิน โดยทั่วไปใช้ปูนโดโลไมท์ อัตรา 300-500 กิโลกรัมต่อไร่ การแก้ความเป็นกรดของดินในที่ดอน ที่ระดับลึกมากกว่า 15 เซนติเมตร ซึ่งดินเป็นกรดจัด จนรากพืชไม่สามารถแผ่ขยายลงไปได้ การใช้วัสดุปูนมักไม่ได้ผล เนื่องจากวัสดุปูนมีการละลายและเคลื่อนลงไปในดินล่างได้น้อย จึงต้องใช้วัสดุอื่น ๆ เช่น ยิปซัม หรือ ฟอสโฟยิปซัม ที่มีคุณสมบัติในการละลายและสามารถแทรกซึมลงไปในดินล่าง อัตรายิปซัมที่ใช้ขึ้นอยู่กับความรุนแรงของกรดในดิน

2) การใส่อินทรีย์วัตถุ ได้แก่ ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก ปุ๋ยพืชสด ช่วยเพิ่มการดูดซับธาตุอาหารพืชในดิน ลดการสูญเสียธาตุอาหารจากการถูกชะล้าง และอินทรีย์วัตถุยังช่วยลดความเป็นพิษของเหล็กและอะลูมิเนียม

3) เพิ่มธาตุอาหารการใส่ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก ปุ๋ยพืชสด ร่วมกับปุ๋ยเคมี ทั้งปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม ตามชนิดและปริมาณที่เหมาะสมกับพืชที่ปลูก และฉีดพ่นด้วยฮอร์โมนหรือน้ำหมักชีวภาพ

4) การคลุมดินโดยใช้วัสดุคลุมดินเช่น เศษพืชหรือปลูกพืชตระกูลถั่วคลุมดิน เป็นการรักษาน้ำดิน ป้องกันการกร่อนของหน้าดิน รักษาความชื้นในดิน และเพิ่มอินทรีย์วัตถุให้กับดิน

5) เลือกชนิดพืชและพันธุ์พืชที่ชอบดินกรดมาปลูก ดินกรดที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้วสามารถปลูกพืชได้เกือบทุกชนิด แต่ต้องมีการจัดการน้ำและธาตุอาหารพืชให้เหมาะสม เกษตรกรควรรู้ช่วงความเป็นกรดเป็นด่างของดินที่เหมาะสม สำหรับพืชแต่ละชนิด เพื่อจะได้แก้ไขความเป็นกรดของดินให้อยู่ในช่วงพอดีกับความต้องการของพืชชนิดนั้น ๆ พืชหลายชนิดสามารถทนทาน และเจริญเติบโตได้ดีในดินกรด เช่น ข้าว แตงโม ข้าวโพด ข้าวฟ่าง อ้อย มันสำปะหลัง ถั่ว ยางพารา ปาล์มน้ำมัน กาแฟ กล้าย มะม่วง มะม่วงหิมพานต์ ยาสูบ และสับปะรด เป็นต้น

6) เลือกใช้ระบบการปลูกพืชที่เหมาะสม เลือกระบบการปลูกพืชที่มีระบบรากลึกสลับกับรากตื้นเพื่อเป็นการนำเอาอาหารที่ถูกชะละลายลงในดินล่างมาใช้ ปลูกพืชหมุนเวียนชนิดต่าง ๆ สลับกับพืช

ตระกูลถั่ว และการปลูกหญ้าแฝกล้อมรอบไม้ผล เพื่อดักเก็บตะกอนและรักษาความชื้นในดินบริเวณรอบ ๆ ต้นไม้

3.3.2 ดินทราย

ดินทรายหมายถึง ดินที่มีเนื้อดินเป็นดินทรายหรือดินทรายปนดินร่วนเกิดเป็นชั้นหนา มากกว่า 200 เซนติเมตรจากผิวดิน บางพื้นที่หนามากกว่า 50 เซนติเมตรจากผิวดินที่รองรับด้วยชั้นดาน ดินเหนียวหรือดินร่วน หรือพบชั้นดานอินทรีย์ภายในความลึก 100 เซนติเมตรจากผิวดิน ดินทรายมีเนื้อดินเป็นดินทรายหรือดินทรายปนดินร่วน ทำให้มีเนื้อดินในส่วนที่เป็นดินเหนียวและดินทรายแต่น้อย ดินไม่มีโครงสร้าง การเกาะตัวของเม็ดดินต่ำ เกิดการชะล้างพังทลายของดินสูง หน้าดินบาง เกิดเป็นร่องกว้างและลึก น้ำไหลซึมผ่านลงไปดินชั้นล่างได้ง่าย ความสามารถในการอุ้มน้ำหรือดินมีความชื้นต่ำ ความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารต่ำ ทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ดินทรายพบกระจายทั่วไปในทุกภาคของประเทศ

ปัญหาของดินทราย

1) ปัญหาเกี่ยวกับการชะล้างพังทลายของดิน การชะล้างพังทลายของดินจะเกิดรุนแรงในพื้นที่ที่มีความลาดชันตั้งแต่ 5 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป และเกิดรุนแรงมากในพื้นที่ลาดชันสูง หรือพื้นที่ภูเขา โดยเฉพาะในพื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสมและถูกวิธีเกิดการสูญเสียหน้าดิน หน้าดินบางเป็นร่องลึกและกว้าง เกิดพื้นที่เสื่อมโทรม ไม่สามารถเพาะปลูกพืชได้ นอกจากนั้น ยังส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศ เช่น แม่น้ำลำธารเขื่อน อ่างเก็บน้ำชลประทานตื้นเขิน

2) ปัญหาเกี่ยวกับความอุดมสมบูรณ์ของดิน ดินทรายจัดมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เนื่องจากมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินต่ำ ปริมาณธาตุโพแทสเซียมและฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชอยู่ในเกณฑ์ต่ำถึงต่ำมาก ความสามารถในการดูดซับธาตุอาหาร และแลกเปลี่ยนธาตุอาหารต่ำมาก เป็นเหตุให้การตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยเคมีของพืชต่ำ และส่งผลให้ได้ผลผลิตต่ำ

3) ปัญหาเกี่ยวกับสมบัติทางกายภาพของดิน ดินทรายไม่มีโครงสร้างหรือเป็นเม็ด ๆ ทำให้ไม่เกาะยึดตัว สูญเสียดิน น้ำ และธาตุอาหารได้ง่าย บางพื้นที่ดินแน่นทึบจากการเขตรกรรม ไม่เหมาะสม โดยเฉพาะดินพื้นที่นา ที่มีเนื้อดินค่อนข้างเป็นทรายละเอียดและมีอินทรีย์วัตถุต่ำ ทำให้เป็นอุปสรรคต่อการงอกของรากพืช

แนวทางการปรับปรุงแก้ไขปัญหาดินทราย

1) แนวทางการจัดการดินทรายเพื่อปลูกข้าว

- การเพิ่มอินทรีย์วัตถุให้กับดิน ได้แก่ ปุ๋ยคอก เศษพืช หรือไถกลบพืชปุ๋ยสด เพื่อให้อินทรีย์วัตถุเป็นตัวดูดน้ำและธาตุอาหาร นอกจากนี้ยังช่วยในการเกาะยึดของดินดีขึ้น
- ไถกลบตอซังข้าวในขณะเตรียมดิน

- การใช้ปุ๋ยเคมีควรมีการใช้ปุ๋ยเคมีให้เหมาะสม โดยเลือกชนิดของแม่ปุ๋ย หรือใช้ปุ๋ยนาที่จำหน่ายทั่วไป ในอัตราที่เหมาะสมและวิธีใส่ปุ๋ยให้เหมาะสมกับชนิดของข้าวที่ปลูก คือข้าวไม่ไวต่อช่วงแสงแนะนำให้แบ่งใส่ปุ๋ย 3 ครั้ง และข้าวไวต่อช่วงแสงแนะนำให้แบ่งใส่ปุ๋ย 2 ครั้ง

2) แนวทางการจัดการดินทรายเพื่อปลูกพืชไร่ ไม้ผล และไม้ยืนต้น

- การปลูกพืชคลุมดินปลูกพืชที่มีระบบใบหนาแน่นหรือมีระบบรากแน่นและแพร่กระจายคลุมและยึดดินเพื่อช่วยให้ดินมีสิ่งรองรับแรงปะทะจากเม็ดฝนการพัดพาของน้ำฝนและกระแสนลมช่วยลดความเร็วและการกระจายการไหลของน้ำที่ไหลบ่าบนผิวดินทำให้น้ำซึมลงไปในดินมากขึ้นเพิ่มอินทรีย์วัตถุให้กับดิน ถ้าเป็นพืชตระกูลถั่วจะสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศมาใช้ประโยชน์เพิ่มเติมให้แก่ดินช่วยรักษาความชุ่มชื้นและดูดซับธาตุอาหารในดิน

- การใช้วัสดุคลุมดินโดยใช้วัสดุอย่างใดอย่างหนึ่งปกคลุมผิวดินเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำและเพิ่มอินทรีย์วัตถุให้กับดินส่วนใหญ่มักเป็นวัสดุธรรมชาติได้แก่ เศษซากพืชหรือวัสดุเหลือใช้ในการเกษตรเช่น ฟางข้าว ตอซังพืช แกลบ ชี้เถ้าแกลบ ชี้เลื่อยตลอดจนใบไม้ใบหญ้าแฝกและหญ้าแห้งนำมาคลุมโคนต้นและระหว่างแถวพืชที่ปลูก นอกจากนี้เมื่อเศษซากพืชคลุมดินสลายตัวจะได้อินทรีย์วัตถุสำหรับปรับปรุงบำรุงดินและให้ธาตุอาหารกับพืช

- การเพิ่มอินทรีย์วัตถุให้กับดิน ได้แก่ ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก เศษพืช หรือไถกลบพืชปุ๋ยสดเพื่อให้อินทรีย์วัตถุเป็นตัวดูดน้ำและธาตุอาหาร นอกจากนี้ยังช่วยในการเกาะยึดของดินดีขึ้น

- การจัดการน้ำที่เหมาะสม เช่น การให้น้ำแบบหยด เป็นต้น

- เลือกชนิดพืชปลูกที่เหมาะสม ปลูกพืชทนแล้งที่มีระบบรากลึก เช่น ยูคาลิปตัส หรือปลูกพืชที่ใช้น้ำน้อยและมีอายุสั้น เช่น ถั่วเขียว ข้าวโพดหวาน เป็นต้น และการปลูกพืชแบบหมุนเวียนไร่นาสวนผสม

- การใช้ปุ๋ยเคมี ควรมีการใช้ปุ๋ยเคมีให้เหมาะสมกับชนิดพืชที่ปลูก เช่นใช้ปุ๋ยเคมีที่ละลายช้า ใส่ครั้งละน้อย ๆ แต่ใส่บ่อยครั้ง เมื่อดินมีความชื้นเหมาะสม

3.3.3 ดินตื้น

ดินตื้นหมายถึง ดินที่มีชั้นส่วนหยาบในปริมาณมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร เช่น ลูกกรัง ก้อนกรวด เศษหินหรือก้อนปูน หรือพบชั้นดาน ชั้นหินพื้น ชั้นเชื่อมแข็งของศิลาแลงหรือชั้นมาร์ลภายในความลึก 50 เซนติเมตรจากผิวดิน ชั้นดินเหล่านี้จะเป็นอุปสรรคขัดขวางต่อการขนถ่ายของรากพืชลงไปหาอาหารและน้ำ ทำให้พืชที่ปลูกชะงักการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตผิดปกติ (พิชิต, 2557)

ดินตื้นหรือความหนาของชั้นดินบนน้อยกว่า 50 เซนติเมตรจากผิวดิน จนทำให้พืชที่ปลูกเจริญเติบโตผิดปกติ แบ่งตามชนิดของวัสดุที่จำกัดการขนถ่ายของรากพืช เจริญเติบโตและการใช้ผลผลิตแบ่งออกได้ 4 กลุ่ม ดังนี้

1) กลุ่มดินตื้นในพื้นที่ลุ่มหรือพื้นที่น้ำขัง เช่น ชุดดินอัน (On) เป็นต้น

2) กลุ่มดินตื้นถึงชั้นลูกกรัง ก้อนกรวดหรือเศษหินในพื้นที่ดอน เขตดินชั้นและเขตดินแห้ง เช่น ชุดดินเขียวน (Ch) ภูสะนา (Ps) เป็นต้น

3) กลุ่มดินตื้นถึงชั้นหินพื้น ในพื้นที่ดอนเขตดินแห้ง และเขตดินชื้น เช่น ชุดดินลี (Li) มวกเหล็ก (ML) เป็นต้น

4) กลุ่มดินตื้นถึงชั้นมาร์ลในพื้นที่ดอน เช่น ชุดดินตาคลี (Tk) เป็นต้น

ปัญหาของดินตื้น

ดินตื้นเป็นอุปสรรคในการขนไของรากพืช และการไถพรวนมีปริมาณเนื้อดินเหนียว น้อย ทำให้ดินมีความสามารถในการดูดซับน้ำ และธาตุอาหารต่ำ การเกาะยึดตัวของเม็ดดินไม่ดี เกิดการชะล้างพังทลายของดินได้ง่าย ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ พืชเจริญเติบโตไม่ดี และให้ผลผลิตต่ำ

แนวทางการปรับปรุงแก้ไขปัญหาดินตื้น

- 1) เลือกพื้นที่มีหน้าดินหนา 15 เซนติเมตร หรือมากกว่า มาใช้ปลูกพืช
- 2) เลือกพืชปลูกที่เหมาะสม ได้แก่ พืชที่มีระบบรากตื้นและพืชทนแล้ง เช่น ปลูกหญ้า เลี้ยงสัตว์ ปลูกพืชผสมถั่วเวอร์นาสไตโล ไม่ใช้สอยโตเร็ว และปลูกพืชหลากหลายชนิดผสมผสาน
- 3) การเตรียมดินปลูกไม้ผลและไม้ยืนต้นปรับปรุงดินด้วยการไถกลบพืชปุ๋ยสด หรือ ขุดหลุมปลูกให้มีขนาดใหญ่ 50-75 x 50-75 x 50-75 เซนติเมตร หรือถึงชั้นหินพื้นแข็ง ตามขนาดของทรงพุ่ม พืชที่นำมาปลูก ปรับปรุงหลุมปลูกด้วยหน้าดินที่ไม่มีก้อนกรวดหรือลูกรัง ร่วมกับการใส่ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอก และใช้ปุ๋ยเคมีตามความต้องการของชนิดพืชที่ปลูก เช่น ยูคาลิปตัส กระถินต่างๆ นุ่น สะเดา ชีเหล็กบ้าน มะม่วงหิมพานต์ มะม่วง มะขาม น้อยหน่า มะขามเทศ พุทรา ไม้
- 4) เพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน ด้วยการไถกลบพืชปุ๋ยสด ร่วมกับการบำรุงดินด้วย ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และปุ๋ยเคมีชนิดและอัตราที่เหมาะสมสำหรับพืชแต่ละชนิด เป็นต้น
- 5) การคลุมดิน เพื่อรักษาความชื้นในดิน หลังปลูกพืชใช้วัสดุ เศษพืช หรือปลูกพืชตระกูล ถั่วคลุมดินช่วยเพิ่มอินทรีย์วัตถุและรักษาความชื้นดิน
- 6) จัดระบบการให้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ พัฒนาแหล่งน้ำ และจัดระบบการให้น้ำ เช่น ให้น้ำแบบระบบน้ำหยด

การจัดการดินตื้น

- 1) การจัดการดินตื้นในพื้นที่ลุ่ม เพื่อปลูกข้าว
 - ใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยคอก อัตรา 1.5-2.0 ตันต่อไร่ ใส่แล้วพรวนกลบ
 - ปลูกพืชตระกูลถั่ว เช่น ปอเทือง และโสนอัฟริกัน ไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสด
 - ใส่ปุ๋ยเคมีชนิดและอัตราที่เหมาะสมโดยเลือกชนิดของแม่ปุ๋ย หรือใช้ปุ๋ยนาที่จำหน่ายทั่วไป เลือกวิธีใส่ปุ๋ยให้เหมาะสมกับชนิดของข้าวที่ปลูก คือ ข้าวไม่ไวต่อช่วงแสง ควรแบ่งใส่ปุ๋ย 3 ครั้ง และ ข้าวไวต่อช่วงแสงควรแบ่งใส่ปุ๋ย 2 ครั้ง
- 2) การจัดการดินตื้นในพื้นที่ดอนเพื่อปลูกพืชไร่ ไม้ผลและไม้ยืนต้น

การจัดการพืช เลือกชนิดพืชให้เหมาะสมกับศักยภาพของดินมาใช้ปลูก เช่น เลือกพื้นที่ที่มีหน้าดินหนามากกว่า 25 เซนติเมตร มาปลูกพืชส่วนพื้นที่ที่เป็นดินตื้นมากและมีเศษชิ้นส่วนเนื้อหยาบอยู่

ผิวดินมาก ไม่เหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจ ควรใช้ปลูกไม้ใช้สอยโตเร็ว ปลูกป่าหรือทำทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ธรรมชาติ

การจัดการดิน ควรมีการเกษตรกรรมด้วยวิธีที่เหมาะสม (ไถพรวนดินให้น้อยที่สุด) เพื่อป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน ปลูกไม้ผลหรือไม้ยืนต้นควรมีการเตรียมหลุมปลูกและปรับปรุงดินด้วยหน้าดินและอินทรีย์วัตถุ ปลูกพืชไร่ ควรปรับปรุงดินด้วยพืชปุ๋ยสดร่วมกับการใช้น้ำหมักชีวภาพ เพื่อเพิ่มความสามารถในการดูดซับธาตุอาหาร น้ำและเพิ่มธาตุอาหารให้กับดิน ในพื้นที่ที่มีปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดมาก ควรมีการปรับปรุงดินด้วยวัสดุปูนเพื่อเพิ่มความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสและลดความเป็นพิษของเหล็กและอะลูมิเนียม พื้นที่ที่มีความลาดชันสูงควรมีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำเช่น มีวัสดุคลุมดิน ปลูกพืชคลุมดิน ปลูกพืชสลับเป็นแถบทำแนวรั้วหญ้าแฝกหรือฐานหญ้าแฝกเฉพาะต้น หรือทำคันบันไดดินร่วมกับการปลูกหญ้าแฝก เป็นต้น

การจัดการน้ำ ควรพัฒนาแหล่งน้ำไว้ใช้ในช่วงที่พืชขาดน้ำเช่นขุดบ่อเก็บน้ำประจำไร่นา หรือ ทำฝายกั้นน้ำโดยมีระบบการใช้น้ำตามชนิดพืชที่ปลูก เช่น ระบบน้ำหยดระบบฉีดฝอยหรือฝักระบอกน้ำ โคนต้นพืช เป็นต้น จัดระบบการให้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ พัฒนาแหล่งน้ำและจัดระบบการให้น้ำ เช่น ให้น้ำแบบหยด

3.3.4 ดินบนพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน หรือพื้นที่สูง

พื้นที่สูงส่วนใหญ่พบอยู่ในพื้นที่ทางภาคเหนือของประเทศไทย มีเนื้อที่ 54,640,171 ไร่ หรือร้อยละ 51.53 ของพื้นที่ภาคเหนือ เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่ ไม่ค่อยเหมาะสมในการนำมาใช้ทำการเกษตร หากมีการใช้ประโยชน์ที่ดินเพาะปลูกพืชชนิดต่าง ๆ อย่างไม่เหมาะสม จะเกิดปัญหาการชะล้างพังทลายของดิน และการเสื่อมโทรมของดินอย่างรวดเร็ว ทำให้ผลผลิตทางการเกษตรลดลง ส่งผลกระทบต่อสถานะเศรษฐกิจและสังคม ของชุมชนบนพื้นที่สูง รวมไปถึงระบบนิเวศโดยส่วนรวมของพื้นที่ต้นน้ำ ประกอบด้วย ลักษณะชุมชน การใช้ที่ดินบนพื้นที่สูง ดินบนพื้นที่สูงการชะล้างพังทลายของดินกับการเกษตร และผลกระทบในการใช้ประโยชน์ที่ดินไม่เหมาะสม

3.4 การชะล้างพังทลายของดินและการประเมินการสูญเสียดิน

3.4.1 การชะล้างพังทลายของดิน

การชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่เกษตรกรรม เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีความลาดเท และขาดการอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่เกษตรกรรม พระราชบัญญัติพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2551 มาตรา 4 ได้ให้คำนิยามไว้ว่า “การชะล้างพังทลายของดิน” หมายถึง ปรากฏการณ์ซึ่งที่ดินถูกชะล้าง กัดเซาะพังทลายด้วยพลังงานที่เกิดจากน้ำ ลม หรือโดยการกระทำอื่นใดเป็นเหตุให้เกิดการเสื่อมโทรมสูญเสียเนื้อดินหรืออุดมสมบูรณ์ของดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2551)

การชะล้างพังทลาย หมายถึงกระบวนการแตกกระจาย (detachment) และการพัดพาไป (transportation) ของดินโดยตัวการกัดกร่อน (erosion agents) ได้แก่การชะล้างพังทลายโดยน้ำ (water erosion) ซึ่งเป็นกระบวนการที่สำคัญอย่างมากในประเทศไทย และการพังทลายโดยลม (wind erosion)

การชะล้างพังทลายแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือการชะล้างพังทลายโดยธรรมชาติ (geologic or natural or normal erosion) และการชะล้างพังทลายโดยมีตัวเร่ง (accelerated or man-made erosion) การชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่เกษตรกรรมเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทั้งจากสภาพตามธรรมชาติ และจากกิจกรรมของมนุษย์ที่จะเป็นปัจจัยเร่งให้เกิดการชะล้างพังทลายของดินรุนแรงขึ้น โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีความลาดเทและขาดการอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่เกษตรกรรมการชะล้างพังทลายของดินสามารถแบ่งได้ 3 แบบ คือ แบบกระเด็น (splash erosion) แบบแผ่น (sheet หรือ inter-rill erosion) และแบบริ้ว (rill erosion) ซึ่งในพื้นที่กว้างๆ ที่มีน้ำมารวมกันมาก การพังทลายแบบริ้วอาจขยายตัวออกเป็นร่องลึก (gully erosion) สำหรับการพังทลายแบบกระเด็นจะทำให้เม็ดดินหลุดออกจากพื้นดินและกระเด็นไปอยู่ห่างออกไปจากที่เดิม พร้อมทั้งจะทำให้การเกิดการพังทลายแบบแผ่น ตะกอนดินและน้ำจะถูกพัดพาลงสู่ที่ต่ำ ในกรณีที่น้ำไหลมารวมกันมากตรงจุดที่เป็นที่ต้ง น้ำจะมีปริมาณมากและมีพลังงานมากพอที่จะกัดเซาะดินให้เกิดร่องน้ำตื้นที่มีขนาด 5-15 เซนติเมตร ดินในร่องน้ำนี้จะถูกพัดพาลงสู่ที่ต่ำเช่นเดียวกัน

น้ำเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของดินชนิดต่างๆ ได้แก่การชะล้างพังทลายที่เกิดจากการกระเด็นของเม็ดฝน การชะล้างพังทลายแบบร่องน้ำขนาดเล็ก การชะล้างพังทลายของดินแบบร่องลึก การชะล้างพังทลายของดินที่เคลื่อนที่ในลักษณะเป็นแผ่น การเกิดดินถล่ม การชะล้างพังทลายตามริมฝั่งและท้องน้ำของแม่น้ำลำธาร การชะล้างพังทลายตามชายฝั่งทะเล ซึ่งการชะล้างพังทลายของดินโดยเฉพาะผลกระทบอันเนื่องจากการกระทำของมนุษย์ที่มีการใช้ที่ดินไม่เหมาะสม เช่น การบุกรุกทำลายป่า การก่อสร้าง การตัดถนน และเส้นทางคมนาคม การไถพรวนขึ้นลงตามความลาดเท ส่งผลให้ดินถูกชะล้างอย่างรุนแรง ซึ่งมีผลกระทบต่อระบบนิเวศ ชีวิตความเป็นอยู่ของประชาชน และผลกระทบต่อเศรษฐกิจของประเทศ นอกจากนี้การใช้ที่ดินโดยไม่มีการอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ จะช่วยส่งเสริมให้เกิดการชะล้างพังทลายของดินที่มีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้น

การชะล้างพังทลายโดยธรรมชาติ

การชะล้างพังทลายโดยธรรมชาติ หมายถึงการชะล้างพังทลาย ซึ่งเกิดขึ้นตามธรรมชาติ โดยมีทั้งน้ำและลมเป็นตัวการ เช่น การชะละลาย (Leaching) แผ่นดินเลื่อน (Landslides) การพัดพาโดยลมตามชายฝั่งทะเลหรือในทะเลทราย การพัดพาดินแบบนี้เป็นแบบที่ป้องกันไม่ได้ และถ้าเกิดการชะล้างพังทลายแบบนี้เป็นเวลานาน ผิวดินบนจะสูญเสียไปเพียง 1 นิ้ว เท่านั้น เพราะเป็นการเกิดแบบค่อยเป็นค่อยไปและช้ามาก สำหรับชนิดของการชะล้างพังทลายโดยธรรมชาติ ได้แก่

1) การชะละลาย (Leaching) หมายถึงการชะล้างชนิดที่แร่ธาตุต่าง ๆ ธาตุอาหารและอินทรีย์วัตถุถูกทำให้ละลาย หรืออยู่ในสภาพแขวนลอยแล้วไหลลงสู่ส่วนล่างของหน้าตัดดินไปกับน้ำที่ซึมผ่าน (Percolation water) ซึ่งในที่สุดจะไหลลงสู่ทะเล และการสูญเสียของดินแบบนี้เกิดขึ้นอยู่เป็นประจำ และมีบทบาทมากที่สุดในแง่ของการชะล้างพังทลายในธรรมชาติ

2) การชะล้างพังทลายที่พื้นผิวดินโดยน้ำ (Surface erosion by water) หมายถึงการพัดพาหน้าดินหรือหินซึ่งขาดพืชพรรณปกคลุมโดยน้ำ การขาดพืชพรรณปกคลุมนั้นเนื่องจากสภาพแวดล้อมใน

ธรรมชาติ เช่น ลม พายุอากาศ ความสูงต่ำของภูมิประเทศ (Topography) ซึ่งเป็นปัจจัยที่ควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

3) แผ่นดินเลื่อนหรือดินเลื่อน (Landslides and soil creep)

ก. แผ่นดินเลื่อน คือ การถล่มตัวของแผ่นดินจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำอย่างรวดเร็ว โดยเกิดจากปัจจัย 3 ประการ ได้แก่ สภาพความลาดเทของพื้นที่ ดินหรือหินชั้นล่างมีการไหลซึมของน้ำเข้ามา และดินชั้นบนไม่เกาะกันเนื่องจากการอิ่มตัวด้วยน้ำ

ข. ดินเลื่อน คือ การเลื่อนของดินบนที่ถูกน้ำชะจนเป็นโคลนลงสู่ที่ต่ำตามความลาดเทด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก แต่เนื่องจากยังมีความหนืดระหว่างชั้นดินที่มีความชันต่างกัน ดังนั้นดินนั้นจึงค่อย ๆ เลื่อนลงมา โดยปกติแล้วดินที่เลื่อนลงมาจะหนาไม่เกิน 1 เมตร

4) การพัดพาโดยลม (Wind erosion) ในบริเวณที่มีลมแรงและขาดสิ่งปกคลุมโดยธรรมชาติ ประกอบกับอนุภาคสูง เช่นในทะเลทรายหรือริมฝั่งทะเล ลมจะเป็นตัวการสำคัญที่ก่อให้เกิดการสูญเสียดิน การชะล้างพังทลายของดินโดยธรรมชาติและการสร้างตัวขึ้นมาเป็นดิน การเกิดการชะล้างพังทลายในธรรมชาติผันแปรไปตามสภาพแวดล้อม และเป็นปรากฏการณ์ที่มักพบเกิดขึ้นเสมอในทะเลทรายหรือบริเวณซึ่งปราศจากพืชขึ้นปกคลุม ปัจจัยที่สำคัญที่สุดก็คือ ความลาดเทของสภาพพื้นที่ ซึ่งสามารถใช้เป็นเครื่องมือชี้ชนิดของหน้าตัดดินที่เกิดขึ้นในบริเวณที่ถูกการชะล้างพังทลายของดินนั้น ๆ เช่น

ก. ในพื้นที่ชันมาก ดินจะถูกชะล้างและพัดพาไปมาก ดินบนจะเกิดเร็วเพราะวัตถุดันกำเนิดอยู่ต้น จึงมีโอกาสนับสัมผัสกับสิ่งแวดล้อมมาก นั่นคือ กระบวนการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเกิดดินก็จะดำเนินไปได้อย่างเต็มที่ และเนื่องจากความลาดเทสูง ดังนั้นสิ่งที่ถูกชะละลายมาจากดินบนโดยกระบวนการที่เรียกว่า Eluviation จะไหลลงสู่ที่ต่ำหมด หน้าตัดของดินในที่ลาดชันมากจึงมักจะมีเพียง 2 ชั้น คือ A กับ C เท่านั้น

ข. ในพื้นที่ที่มีความลาดเทไม่เกิน 20 เปอร์เซ็นต์ อัตราการเกิดของการชะล้างพังทลายน้อยกว่าอัตราการเกิดดิน ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุดันกำเนิด ในบริเวณเช่นนี้จะเกิดหน้าตัดดินที่สมบูรณ์มีชั้นดินครบถ้วน ยิ่งดินนี้มีอายุมากขึ้นจะยิ่งมีหน้าตัดลึกมากขึ้น

ค. ในพื้นที่ที่เกือบอยู่ในแนวระดับหรืออยู่ในแนวระดับการเกิดการชะล้างพังทลายเกือบจะไม่มีเลย บริเวณดินบนที่ถูกชะล้างชะละลาย (A2) จะลึก ธาตุอาหารพืชและอนุภาคดินเหนียวส่วนมากถูกชะละลายออกไปจากบริเวณรากพืช ดังนั้นโดยปกติแล้วดินนี้จะมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำและมีโครงสร้างไม่ดี

การชะล้างพังทลายที่มีตัวเร่ง หมายถึง การชะล้างพังทลายที่มนุษย์หรือสัตว์เลี้ยงเข้ามาช่วยเร่งให้มีการกัดกร่อนเพิ่มขึ้นจากการชะล้างพังทลายโดยธรรมชาติ ซึ่งเกิดขึ้นเป็นประจำอยู่แล้ว เช่น การหักล้างถางป่าทำการเพาะปลูกอย่างขาดหลักวิชาการ ทำให้พื้นดินปราศจากสิ่งปกคลุม ทำให้การกัดกร่อนโดยลมและฝนเกิดขึ้นและพัดพาดินสูญเสียไปได้เพิ่มขึ้น การสูญเสียดินจะมาน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับวิธีการที่ใช้ทำการเกษตร

การชะล้างพังทลายโดยน้ำ คือ การแตกกระจายและพัดพาดินไปโดยน้ำ อาจพิจารณาจากอัตราการแตกกระจายของดิน (Rate of detachment) มีหน่วยวัดเป็นน้ำหนักต่อพื้นที่ต่อเวลา เช่น ตันต่อไร่ต่อปี และอัตราของการพัดพาตะกอนดิน (Rate of transportation) มีหน่วยวัดเป็นน้ำหนักต่อ

ระยะทางต่อพื้นที่ต่อเวลา เช่น ต้นต่อไมล์ต่อไร่ต่อปี ดินที่มีความยากง่ายในการที่จะเกิดการชะล้างพังทลายของดินแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับสมบัติของดินที่ได้รับมาจากวัตถุดิบกำเนิด การใช้ที่ดิน และการจัดการ

3.4.2 การประเมินการสูญเสียดิน

การศึกษาศมการสูญเสียดินสากล (The Universal Soil Loss Equation-USLE) มีการศึกษาและพัฒนาขึ้นในสหรัฐอเมริกา เพื่อใช้ประเมินการสูญเสียดินในแปลงปลูกพืช มีการปรับปรุงและพัฒนาครั้งสุดท้ายในปี 1978 (Wischmeier and Smith, 1978) มีรูปสมการดังนี้ คือ

$$A=RKLS\text{C}P$$

โดย A = ค่าปริมาณการสูญเสียดินที่คำนวณได้ต่อพื้นที่ มีหน่วยผืนแปรไปตามการประเมิน (ต้นต่อเฮกตาร์ต่อปี)

R = ค่าปัจจัยเกี่ยวกับน้ำฝน เป็นค่าดัชนีการชะล้างพังทลายของดินที่เกิดจากฝน

K = ค่าปัจจัยความยากง่ายต่อการถูกชะล้างของดินเป็นค่าอัตราการสูญเสียดินต่อหนึ่งหน่วยของค่าดัชนีการชะล้างพังทลายของดินโดยฝน จากแปลงมาตรฐาน ที่มีขนาดความยาวของแปลง 72.6 ฟุต และมีความลาดชัน 9 เปอร์เซ็นต์ มีการไถพรวนขึ้นลงตามความลาดเท และปล่อยให้ว่างเปล่าไม่มีการปลูกพืช

L = ค่าปัจจัยความยาวของความลาดเท เป็นค่าอัตราส่วนของการสูญเสียดินจากแปลงที่มีความยาวของความลาดเทใด ๆ กับแปลงที่มีความยาวของความลาดเท 72.6 ฟุตโดยมีสภาพอื่น ๆ เหมือนกัน

S = ค่าปัจจัยความลาดเท เป็นค่าอัตราส่วนของการสูญเสียดินจากแปลงที่มีความลาดชันใด ๆ กับแปลงที่มีความลาดชัน 9 เปอร์เซ็นต์โดยมีสภาพอื่น ๆ เหมือนกัน

C = ค่าปัจจัยจัดการพืช เป็นค่าอัตราส่วนของการสูญเสียดิน จากแปลงที่มีการปลูกพืช และมีการจัดการใด ๆ กับแปลงที่มีการไถพรวนดินขึ้นลงตามความลาดเท แล้วปล่อยให้ว่างเปล่าและไม่มีการปลูกพืช ซึ่งทั้ง 2 แปลงนี้ต้องอยู่ในสภาพดิน ความลาดเท และปริมาณฝนที่เหมือนกัน

P = ค่าปัจจัยอนุรักษ์ เป็นค่าอัตราส่วนของการสูญเสียดิน จากแปลงที่มีวิธีการอนุรักษ์ดิน และน้ำชนิดใด ๆ กับแปลงที่มีการไถพรวนดินขึ้นลงตามความลาดเท แล้วปล่อยให้ว่างเปล่าและไม่มีการปลูกพืช ซึ่งทั้ง 2 แปลงนี้ต้องอยู่ในสภาพดิน ความลาดเท และปริมาณฝนที่เหมือนกัน

3.4.3 การจัดชั้นอัตราการสูญเสียดิน

การสูญเสียดินจะส่งผลกระทบต่อเสถียรภาพหรือไม่ขึ้นอยู่กับลักษณะของดินในแต่ละพื้นที่หากกระบวนการเกิดดินเป็นไปอย่างรวดเร็วดินลึกและมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติสูงแม้จะมีอัตราการสูญเสียดินสูงก็อาจไม่มีผลกระทบต่อการใช้ที่ดินตรงกันข้ามถ้าดินตื้นมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำและกระบวนการเกิดดินเป็นไปอย่างช้า ๆ แม้มีการสูญเสียดินเพียงเล็กน้อยก็อาจส่งผลกระทบต่อการใช้ประโยชน์บนที่ดินนั้นค่าการสูญเสียดินเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับลักษณะตามธรรมชาติของดินในประเทศย่อมสามารถวิเคราะห์ความเสียหายจากการสูญเสียดินได้

ค่าการสูญเสียดินที่คำนวณได้จากสมการการสูญเสียดินสากลนำมาจัดชั้นความรุนแรงของการสูญเสียดินและแสดงผลออกมาเป็นแผนที่การสูญเสียดินมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ทราบถึงขอบเขตของพื้นที่ที่มี

ปัญหาเนื่องจากการสูญเสียดินตลอดทั้งระดับความรุนแรงของการสูญเสียดินที่เกิดขึ้นในภูมิภาคต่าง ๆ ของประเทศเพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนอนุรักษ์ดินและน้ำ ระดับเขตพัฒนาที่ดิน ระดับภาคและระดับประเทศต่อไป

การจัดชั้นอัตราการใช้ดินยึดถือตามแนวคิดดังต่อไปนี้คือ

1) ค่าการสูญเสียดินสูงสุดที่ยอมรับได้สำหรับพื้นที่เกษตร (Soil loss tolerance) คือระดับที่ยังคงได้รับผลผลิตพืชและความยั่งยืนทางเศรษฐกิจ (USDA, 1997)

2) ดินมีความเหมาะสมสำหรับการใช้ประโยชน์มากเมื่อการใช้ประโยชน์นั้นมีความยั่งยืนนาน 25 ปีขึ้นไป (FAO, 1993)

3) หลักการสำรวจดิน (Soil Survey Manual) ของ USDA (1993) มีการจำแนกการชะล้างพังทลายของดินสำหรับพื้นที่เกษตรกรรมเป็น 4 ระดับโดยพิจารณาจากอัตราการสูญเสียดินชั้นบนที่เรียกว่า ชั้น A และ E horizon คือ

ชั้น 1 : การสูญเสียดินเป็นค่าเฉลี่ยน้อยกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ของความหนาของชั้น A/E เดิม (หรือของความหนา 20 เซนติเมตรถ้า A/E หนาน้อยกว่า 20 เซนติเมตร) สภาพพื้นที่ส่วนใหญ่ไม่มีการชะล้างพังทลายหรือมีการชะล้างพังทลายน้อยกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่

ชั้น 2 : การสูญเสียดินเป็นค่าเฉลี่ย 25-75 เปอร์เซ็นต์ของความหนาของชั้น A/E (หรือของความหนา 20 เซนติเมตรถ้า A/E หนาน้อยกว่า 20 เซนติเมตร) พื้นที่เกษตรส่วนใหญ่ยังมีชั้น A/E เหลืออยู่แต่ถูกไถปนกับดินล่างไปแล้วแต่ถ้าบริเวณนั้นมีชั้น A/E ลึกจะยังคงเห็นชั้น A/E ได้บ้าง

ชั้น 3 : การสูญเสียดินชั้นบนมากกว่า 75 เปอร์เซ็นต์ของความหนาชั้น A/E เดิม (หรือของความหนา 20 เซนติเมตรถ้า A/E หนาน้อยกว่า 20 เซนติเมตร) พื้นที่เกษตรส่วนใหญ่มีดินล่างใต้ชั้น A/E โผล่ขึ้นมาบริเวณที่มีชั้น A/E ลึกอาจมีดินบนเหลืออยู่บ้างแต่ถูกไถปนกับดินชั้นล่างไปแล้ว

ชั้น 4 : พื้นที่ที่มีการสูญเสียดินทั้งหมดของชั้น A/E (หรือดินบน 20 เซนติเมตรถ้าชั้น A/E หนาน้อยกว่า 20 เซนติเมตร) พบเห็นร่องลึก (Gully) จำนวนมาก

4) การสำรวจลักษณะหน้าตัดดินและความลึกของชั้น A/E ของชุดดินต่างๆในประเทศไทย โดยกองสำรวจและจำแนกดินกรมพัฒนาที่ดินพบว่าดินในประเทศไทยในสภาพปกคลุมด้วยพืชพรรณธรรมชาติมีความหนาเฉลี่ยของชั้น A/E อยู่ที่ 24 เซนติเมตร

5) การวิเคราะห์ความหนาแน่นรวม (Bulk density) ของชุดดินต่าง ๆ ในประเทศไทยโดยกองวิเคราะห์ดินกรมพัฒนาที่ดินพบว่าดินในสภาพธรรมชาติมีค่าความหนาแน่นรวมเฉลี่ยอยู่ที่ 1.3 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

6) การศึกษาการสูญเสียดินในแปลงทดลองของ กรมพัฒนาที่ดิน

จากข้อพิจารณาทั้งหมดข้างต้นสามารถกำหนดปริมาณการสูญเสียดินสูงสุดที่ยอมรับได้ (Soil loss tolerance หรือ Permissible soil loss) สำหรับดินในประเทศไทยเป็น 2 ตันต่อไร่ต่อปีหรือเทียบเท่ากับ 0.96 มิลลิเมตรต่อปีการสูญเสียในระดับนี้ไม่ทำให้สมรรถนะของดินสำหรับการเกษตร

เปลี่ยนแปลงตลอดระยะเวลา 25 ปี ค่าการสูญเสียดินที่สูงกว่าระดับนี้จะมีผลเสียหายต่อคุณภาพดินและผลผลิตพืชในระยะยาว ไม่มีความมั่นคงทางเศรษฐกิจและจำเป็นต้องมีการอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสม

การจัดชั้นความรุนแรงของการสูญเสียดินจำแนกเป็น 5 ระดับ คือ (ตารางที่ 7)

ชั้น 1 น้อย (Slight) อัตราการสูญเสียดิน 0-2 ตันต่อไร่ต่อปี (0-0.96 มิลลิเมตรต่อปี)

ชั้น 2 ปานกลาง (Moderate) อัตราการสูญเสียดิน 2-5 ตันต่อไร่ต่อปี (0.96-2.4 มิลลิเมตรต่อปี) การสูญเสียดินทำให้ผลผลิตพืชลดลง

ชั้น 3 รุนแรง (Severe) อัตราการสูญเสียดิน 5-15 ตันต่อไร่ต่อปี (2.4-7.2 มิลลิเมตรต่อปี) การสูญเสียดินมีผลทำให้ความต้องการในการจัดการดินผิดไปจากเดิมหรือต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มมากขึ้นแต่ดินยังมีขีดความสามารถใช้ปลูกพืชได้เหมือนเดิม

ชั้น 4 รุนแรงมาก (Very severe) อัตราการสูญเสียดิน 15-20 ตันต่อไร่ต่อปี (7.2-9.6 มิลลิเมตรต่อปี) การสูญเสียดินทำให้ขีดความสามารถของดินสำหรับปลูกพืชเปลี่ยนเลวลงกว่าเดิม เช่น ดินไม่สามารถใช้ปลูกข้าวโพดได้อีกต่อไปต้องเปลี่ยนไปทำทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์แทนและต้องเสียค่าใช้จ่ายในการจัดการดินสูงมากเกินกว่าระดับที่ยอมรับได้หรือใช้เวลานานมากในการปรับปรุงคุณภาพดินให้ใช้ปลูกพืชได้เช่นเดิม

ชั้น 5 รุนแรงมากที่สุด (Extremely severe) อัตราการสูญเสียดินมากกว่า 20 ตันต่อไร่ต่อปี (มากกว่า 9.6 มิลลิเมตรต่อปี) มีการชะล้างพังทลายของดินเป็นร่องลึก (Gully) เกิดขึ้นทั่วไป

ตารางที่ 7 การจัดชั้นความรุนแรงของการสูญเสียดินในประเทศไทย

ระดับการสูญเสียดิน	อัตราการสูญเสียดิน	
	ตันต่อไร่ต่อปี	มิลลิเมตรต่อปี
1 : น้อย	0 – 2	0 - 0.96
2 : ปานกลาง	2 – 5	0.96 - 2.4
3 : รุนแรง	5 – 15	2.4 - 7.2
4 : รุนแรงมาก	15 – 20	7.2 - 9.6
5 : รุนแรงมากที่สุด	มากกว่า 20	มากกว่า 9.6

ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน (2553)

3.5 ความรู้ด้านการอนุรักษ์ดินและน้ำ

การอนุรักษ์ดินและน้ำ เป็นการป้องกันและรักษา ตลอดจนการปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินและน้ำเพื่อให้ผลผลิตการเกษตรดีขึ้น เป็นการรู้จักใช้พื้นที่ดินภายในขอบเขตจำกัดของเศรษฐกิจวิธีใด ๆ ก็ตามเพื่อที่จะรักษาความสามารถในการให้ผลผลิตสูงและสามารถใช้ที่ดินนั้นในการเกษตรกรรมได้นานที่สุดที่จะทำได้ ซึ่งอาจจะทำได้โดยการมีเกษตรกรรมอย่างถูกต้องและเหมาะสมหรือใช้วิธีการพิเศษ

เพื่ออนุรักษ์ดินและน้ำโดยเฉพาะก็ได้ ถือว่าเป็นเครื่องมือ หรือวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำทั้งสิ้น เพื่อที่จะทำให้บรรลุถึงจุดหมายของการอนุรักษ์ดินและน้ำได้นั้น จะต้องอาศัยหลักการต่าง ๆ ที่สำคัญ 4 ประการ ดังต่อไปนี้ คือ (สมเจตน์, 2522)

1) การปรับปรุงบำรุงดิน การปรับสภาพดินนั้นสามารถทำได้โดยการปรับปรุงให้ดินให้สามารถทนทานต่อการแตกกระจายและการพัดพา และให้น้ำซึมผ่านได้ดีขึ้น เช่น ทำให้โครงสร้างของดิน ร่วนซุย ทนทานต่อการชะล้างพังทลายและสามารถรักษาความชื้นให้คงอยู่ในดินได้ในระดับพอเหมาะ รวมทั้งการรักษาปริมาณอากาศในบริเวณรากพืชให้อยู่ในอัตราส่วนที่เหมาะสม

2) การคลุมดิน (cover the soil) จุดมุ่งหมายเพื่อป้องกันการกระทบของเม็ดฝน เช่น การคลุมดินด้วยพืชหรือเศษเหลือของพืช เพื่อช่วยป้องกันดินจากแรงกระทบของเม็ดฝน ลดความเร็วของลมที่ผิวหน้าดิน และช่วยปรุงแต่งสมบัติของฟิสิกส์ ของดินให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช

3) การลดความเร็วของน้ำไหลบ่า (decrease runoff velocity) จุดมุ่งหมายเพื่อลดการแตกกระจายและการพัดพาของอนุภาคของดิน โดยเพิ่มความสามารถในการเกาะตัวของดิน (soil aggregation) และให้น้ำสามารถซึมผ่านดินไปได้โดยง่าย รวมทั้งการสร้างสิ่งกีดขวางการไหลของน้ำ ซึ่งอาจใช้วิธีการปลูกพืชหรือใช้วิธีกลก็ได้

4) การทำทางระบายน้ำ (waterway) การทำขั้นบันได (terracing) เพียงอย่างเดียว อาจไม่เป็นการเพียงพอเนื่องจากอาจมีน้ำส่วนเกิน ซึ่งจะซึมลงไปในดินไม่หมด น้ำส่วนเกินนี้จะต้องได้รับการระบายอย่างถูกวิธี โดยการทำทางระบายน้ำซึ่งมีห้วยขั้นหนาแน่น เพื่อบำบัดน้ำไปสู่พื้นล่างหรือแหล่งเก็บน้ำบริเวณใกล้เคียง

นอกจากหลักการที่สำคัญทั้ง 4 ประการในการอนุรักษ์ดินและน้ำแล้ว มาตรการที่จะนำใช้เพื่อก่อให้เกิดประสิทธิผลในการอนุรักษ์ดินและน้ำ สามารถแบ่งได้เป็น 3 มาตรการ คือ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553)

3.5.1 มาตรการวิธีพืช (vegetative measure) เป็นมาตรการที่คำนึงถึงหลักการในลักษณะเป็นตัวสกัดกั้นพลังน้ำฝนและอัตราการชะล้าง ที่มีอิทธิพลต่อการกัดเซาะหน้าดินโดยตรง ซึ่งพืชพรรณในที่นี้ นอกเหนือจากพืชเศรษฐกิจแล้ว ยังมีพืชตระกูลหญ้า ตระกูลถั่ว ไม้พุ่ม หรือไม้ป่าด้วย มาตรการทางพืชให้เหมาะสมตามชั้นสมรรถนะดิน มีหลายวิธีดังต่อไปนี้เช่น

1) การปลูกพืชคลุมดิน (cover cropping) คือ การปลูกพืชที่มีใบหนาหรือมีระบบรากแน่น สำหรับคลุมและยึดดินเช่น พืชตระกูลถั่วหรือตระกูลหญ้า ซึ่งเมื่อปลูกแล้วจะปกคลุมผิวหน้าดิน ช่วยควบคุมการชะล้างพังทลายของดินและปรับปรุงบำรุงดิน เช่น การปลูกคลุมดินในสวน ไม้ผล และปลูกบนพื้นที่ที่มีความลาดชันสูงเกิน 20 เปอร์เซ็นต์ พื้นที่ดินเลว ควรปลูกพืชตระกูลหญ้า และพืชตระกูลถั่วคลุมดิน

2) การปลูกพืชหมุนเวียน (crop rotation) คือ การปลูกพืชต่างชนิดกันบนพื้นที่เดียวกัน โดยสลับหมุนเวียนกันไป และการใช้ที่ดินอย่างมีประสิทธิภาพ ให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ และความสามารถในการให้ผลผลิตพืชสูงระยะเวลานาน ช่วยหมุนเวียนการใช้ธาตุอาหารของพืช และเพิ่มรายได้แก่เกษตรกรโดยตรง สามารถควบคุมการระบาดของโรคแมลง และวัชพืช ใช้พืชที่มีระบบรากลึกสลับกับพืช ที่มีระบบรากตื้น และใช้พืชเศรษฐกิจหมุนเวียนกับพืชตระกูลถั่วหรือพืชตระกูลหญ้า

3) การปลูกพืชตามแนวระดับคือ การไถพรวน หว่าน ปลูก และเก็บเกี่ยวพืช ขนानไปตามแนวระดับเดียวกัน ขวางความลาดเทของพื้นที่ เพื่อลดอัตราการแตกกระจายและพัดพาดิน การปลูกพืชตามแนวระดับที่ประสิทธิภาพดีที่สุด ควรปฏิบัติบนพื้นที่ความลาดเทระหว่าง 2-7 เปอร์เซ็นต์ และระยะของความลาดเทไม่ควรเกิน 100 เมตร

4) การปลูกพืชสลับเป็นแถบคือ การปลูกพืชต่างชนิดบนพื้นที่เดียวกันขวางความชันของพื้นที่หรือตามแนวระดับ (contour) เป็นแถบ (band หรือ strip) ใช้ในพื้นที่ที่มีความลาดเทต่ำกว่า 12 เปอร์เซ็นต์ และความยาวของความลาดเทเกินกว่า 15 เมตร สามารถลดการชะล้างพังทลายได้ถึง 75 เปอร์เซ็นต์

5) การปลูกพืชแซม (intercropping) การปลูกพืชแซมเป็นการปลูกพืชตั้งแต่ 2 ชนิด ขึ้นไปบนพื้นที่ในเวลาเดียวกัน โดยทำการปลูกพืชที่สองแซมลงในระหว่างแถวของพืชแรกหรือพืชหลัก ช่วยลดการระเหยน้ำจากผิวดิน ลดการเสี่ยงต่อความเสียหายของพืชที่จะเกิดขึ้น เพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตต่อพื้นที่ให้สูงขึ้น โรค แมลงและวัชพืชลดลง พืชแซมควรมีอายุสั้นกว่าพืชหลัก เป็นพืชตระกูลถั่ว ระบบรากของพืชหลักและพืชแซมควรมีระดับที่แตกต่างกัน การปลูกพืชแซมควรเลือกพืช ที่สามารถทำรายได้

6) การปลูกพืชเหลื่อมฤดู (relay cropping) คือ การปลูกพืชเหลื่อมฤดูเป็นการปลูกพืชต่อเนื่องคาบเกี่ยวกัน โดยการปลูกพืชที่สองระหว่างแถวของพืชแรก ในขณะที่พืชแรกให้ผลผลิตแต่ยังไม่แก่เต็มที่ เป็นการเพิ่มรายได้ต่อพื้นที่มากขึ้น และพืชแรกจะเป็นพืชที่เลี้ยงให้กับพืชที่สอง เช่น ช่วยเป็นร่มเงา เป็นค้ำหรือเป็นวัสดุคลุมดิน รวมทั้งสามารถใช้พื้นที่ เวลา ความชื้น และปุ๋ยเคมีที่ตกค้างในดินให้เป็นประโยชน์กับพืชที่จะปลูกตามมา พืชที่สองควรเป็นพืชตระกูลถั่วอายุสั้น หน่อเมงา ทั้งนี้พืชแรกและพืชที่สองควรเป็นพืชต่างตระกูลเพื่อขจัดปัญหาโรค และแมลงสะสม รวมทั้งใช้ได้ทุกสภาพพื้นที่

7) คันซากพืช (contour trash line) คันซากพืชเป็นการนำซากพืชที่เกิดจากการบุกเบิกพื้นที่หรือที่เหลือหลังการเก็บเกี่ยวแล้ว เพื่อช่วยลดความเร็วของน้ำไหลบ่า และดักตะกอนดิน ควรใช้เศษเหลือของพืชให้เกิดประโยชน์ในการปรับปรุงบำรุงดิน มาวางสุมให้สูงประมาณ 50 เซนติเมตร เป็นคันตามแนวระดับไว้เป็นระยะๆ ห่างกันประมาณ 20-40 เมตร หรือตามแนวคันดิน ควรดำเนินการ ในขณะที่บุกเบิกพื้นที่ใหม่

3.5.2 มาตรการวิธีกล (mechanical measure) โดยหลักการนั้น มาตรการทางกลหรือทางวิศวกรรมนั้น เป็นวิธีการที่สำคัญอันหนึ่งในการจัดการที่ดิน ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นสิ่งก่อสร้าง ทั้งถาวรและชั่วคราว เพื่อเป็นตัวขวาง และเบนน้ำไหลบ่าที่ไหลในพื้นที่การเกษตรไปสู่แหล่งกักเก็บ เพื่อลดอัตราการชะล้างพังทลาย สำหรับมาตรการวิธีกลนั้น นอกจากจะช่วยป้องกันการชะล้างพังทลายของดินแล้ว ยังสามารถช่วยกักเก็บน้ำและปรับปรุงสมรรถนะการซึมของน้ำได้ด้วย การใช้วิธีนี้มีอยู่หลายวิธีซึ่งพอสรุปได้ดังนี้เช่น

1) คันดินเบนน้ำ (diversion terrace) คือ คันดินเบนน้ำเป็นคันดินขนาดใหญ่ที่สร้างขึ้นขวางความลาดเทของพื้นที่ และในกรณีที่คันดินธรรมดา ไม่สามารถควบคุมน้ำในพื้นที่ได้ ก็ต้องใช้คันดินขนาดใหญ่แทน เพื่อเบนน้ำส่วนใหญ่ออกจากพื้นที่ ไปยังร่องน้ำหรือทางน้ำธรรมชาติ ซึ่งคันดินธรรมดา ไม่สามารถควบคุมได้ ช่วยป้องกันพื้นที่ตอนล่างจากการไหลบ่าของน้ำ โดยมีการลดระดับเพื่อเบนน้ำที่ไหลบ่าลงมาจากพื้นที่ด้านบนไปยังทางระบายน้ำ เป็นคันดินขนาดใหญ่ก่อสร้างตอนบนสุดของพื้นที่ต้องมีการคำนวณออกแบบอย่างถูกต้อง เพื่อป้องกันความเสียหายที่เกิดกับคันดินส่วนล่าง

2) ชั้นบันไดดิน (bench terrace) คือ เป็นการปรับพื้นที่เป็นขั้นๆ ต่อเนื่องกันคล้ายชั้นบันได เพื่อลดความยาวและระดับของความลาดเท ช่วยลดการไหลบ่าของน้ำและควบคุมการชะล้างพังทลายของดิน และสะดวกในการไถพรวน รวมทั้งเก็บกักน้ำไว้ใช้ในการเกษตร ใช้ในพื้นที่ดินลึก ชั้นบันไดดินแบบระดับควรใช้ในพื้นที่ที่มีความลาดชันน้อยกว่า 650 มิลลิเมตรต่อปี และดินลึกมีอัตราซากอินทรีย์ปานกลางถึงสูง สำหรับชั้นบันไดดินแบบเอียงเข้าในพื้นที่ที่มีความลาดชันมากกว่า 650 มิลลิเมตรต่อปี ดินลึกไม่มากและอัตราการซากอินทรีย์ของน้ำปานกลางถึงต่ำ ชั้นบันไดดินแบบลาดเอียงออก ใช้ที่มีความลาดชันปานกลางถึงชัน และดินลึกถึงลึกมาก เป็นวิธีการที่มีค่าใช้จ่ายสูง ควรใช้ในพื้นที่ศักยภาพการผลิตสูง

3) คูรับน้ำขอบเขา (hillside ditches) คือ คูรับน้ำขอบเขาเป็นคูรับน้ำที่สร้างบริเวณขอบเขาตามแนวระดับ หรือลดระดับเป็นรูปสามเหลี่ยมหรือรูปสี่เหลี่ยมคางหมู เพื่อลดความยาวของความลาดเทของพื้นที่ที่มีความลาดชันสูงออกเป็นช่วง ๆ สามารถเก็บกักน้ำหรือระบายน้ำออกไปในทิศทางที่ต้องการ ทำให้น้ำไหลบ่าแต่ละช่วงมีน้อย และใช้เป็นทางลำเลียงได้ ระยะห่างของคูรับน้ำขึ้นอยู่กับสภาพภูมิประเทศ สภาพแวดล้อม คูรับน้ำขอบเขา เหมาะสมสำหรับพื้นที่ที่มีความลาดเทน้อยกว่า 40 เปอร์เซ็นต์

4) คันชะลอความเร็วของน้ำ (check dam) คือ คันชะลอความเร็วของน้ำเป็นสิ่งก่อสร้างที่สร้างขึ้นในพื้นที่ที่มีการชะล้างพังทลายของดินแบบร่องลึก เพื่อชะลอความเร็วของน้ำ และช่วยให้เกิดการตกตะกอนทับถมในร่องน้ำ ทำให้อ่างน้ำตื้นเขิน ช่วยให้พืชต่าง ๆ ในร่องน้ำที่เพิ่งงอกใหม่ไม่ถูกน้ำพัดพาไป สามารถเจริญเติบโตขึ้นปกคลุมร่องน้ำได้เร็วขึ้น โดยสร้างขวางเป็นช่วง ๆ ในร่องน้ำที่มีการกัดเซาะ อาจสร้างด้วย เศษไม้ เศษพืช หิน ดิน หรือคอนกรีตก็ได้ หรือเป็นสิ่งก่อสร้างที่ช่วยลดปัญหาการกัดเซาะในทางระบายน้ำที่ปูด้วยหญ้า ใช้กับพื้นที่ที่มีการชะล้างพังทลายแบบร่องลึก หรือในทางระบายน้ำ

5) ทางระบายน้ำ (waterways) คือ ทางระบายน้ำเป็นสิ่งก่อสร้างที่สร้างขึ้นเพื่อรับน้ำจากพื้นที่ต่างๆ ที่ถูกเบนมา เพื่อให้ไหลไปยังแหล่งที่ต้องการ เช่น อ่างเก็บน้ำ ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ และแหล่งธรรมชาติ

6) บ่อน้ำในไร่นา (farm pond) คือ เป็นพื้นที่ที่สร้างขึ้นโดยการขุดหรือทำคันดินล้อมรอบสำหรับเก็บกักน้ำไว้ใช้ในพื้นที่การเกษตร หรือถมดินขวางกั้นทางเดินน้ำหรือร่องน้ำ เพื่อรับน้ำจากคันดินเบนน้ำลงมากักเก็บ และนำน้ำไปใช้ในพื้นที่ทำ การเกษตรในช่วงที่มีฝนทิ้งช่วงและในช่วงฤดูแล้ง และใช้อุปโภค บริโภค เลี้ยงสัตว์ ลดปัญหาน้ำท่วม ใช้สำหรับพื้นที่ที่เป็นที่ลุ่มมีน้ำขัง โดยขุดดินตรงจุดต่ำสุดเพื่อกักเก็บน้ำ

7) บ่อดักตะกอน (sediment trap หรือ sand trap) คือ บ่อขนาดเล็กที่สร้างขึ้นเพื่อดักตะกอนที่ไหลมาตามทางระบายน้ำ ก่อนลงสู่บ่อน้ำประจำไร่นา เพื่อดักตะกอนที่ไหลมาตามน้ำ ไม่ให้ไหลลงไปที่บ่อ บ่อน้ำประจำไร่นา ทำให้อายุการใช้งานของบ่อน้ำยาวนานขึ้น และเป็นการรักษาคุณภาพของน้ำ สร้างเหนือพื้นที่อ่างเก็บน้ำ ก่อนที่น้ำจะพัดพาตะกอนดินไหลลงสู่อ่างเก็บน้ำ ซึ่งทำให้อ่างเก็บน้ำตื้นเขินอย่างรวดเร็ว

8) ทางลำเลียงในไร่นา (farm road) คือ ทางลำเลียงในไร่นาหมายถึงทางลำเลียงที่สร้างโดยการทำคันดินให้มีขนาดใหญ่สำหรับใช้เป็นทางลำเลียงผลผลิตการเกษตรสู่ตลาด เพื่อความสะดวกในการขนส่งผลผลิตจากพื้นที่ เกษตรสู่ตลาด และเพื่อเป็นถนนให้เครื่องจักรกลเข้าทำงานในพื้นที่เพาะปลูก ใช้ในพื้นที่ทำการเกษตรที่มีความลาดเท 2-12 เปอร์เซ็นต์

9) การไถพรวนน้อยครั้ง (minimum tillage) คือ การไถพรวนน้อยครั้งเป็นการไถพรวนในขั้นตอนของการเตรียมดิน สำหรับการปลูกพืชที่เน้นให้มีจำนวนครั้งของการไถพรวนน้อยที่สุด เพื่อป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน และการอัดแน่นเป็นแผ่นแข็งของผิวดิน ประหยัดพลังงาน และแรงงานในการเตรียมดินปลูกพืช เหมาะสมสำหรับพื้นที่ที่มีดินร่วน ดินร่วนปนทราย และมีการระบายน้ำดี และไม่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ที่มีดินเนื้อละเอียด เช่น ดินร่วนปนดินเหนียว ดินทรายแป้ง และดินเหนียวที่มีการระบายน้ำไม่ดี

10) การปลูกพืชโดยไม่ไถพรวน (no-tillage) คือ การปลูกพืชแบบไม่ไถพรวนเป็นการปลูกพืชโดยไม่มีการไถพรวนดินในขั้นตอนการเตรียมดินเลย ช่วยให้ปริมาณธาตุอาหารและอินทรีย์วัตถุยังคงอยู่ในดินไม่ถูกชะล้าง สกปรกความชื้นของดิน และควบคุมอุณหภูมิบริเวณผิวดินในตอนกลางวันไม่ให้ร้อนจัดเกินไป รวมทั้งช่วยรักษาโครงสร้างทางกายภาพของดิน เช่น ความหนาแน่นของดินไม่ให้เกิดความแน่นทึบจากการใช้เครื่องจักรกลการเกษตร ไม่เหมาะสมสำหรับดิน ที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ และดินควรมีการระบายน้ำดี ไม่เหมาะสมสำหรับการปลูกพืชที่มีหัวใต้ดิน ควรใช้หรือมีวัสดุคลุมดินจึงจะได้ผล รวมทั้งช่วงการปลูกพืชดินควรมีความชื้นพอดีไม่เปียกแฉะจนเกินไป

3.5.3 หญ้าแฝกเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ

ลักษณะของหญ้าแฝก หญ้าแฝก มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า (*Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty ชื่อสามัญคือ Vetiver Grass เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยววงศ์หญ้าชนิดหนึ่งเช่นเดียวกับ ข้าวโพด ข้าวฟ่าง อ้อย พบกระจายอยู่ทั่วไปตามภาคต่าง ๆ ของประเทศ สามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินเกือบทุกชนิด ทนต่อสภาพความแห้งแล้งและสภาพน้ำท่วมขังได้ดี สามารถเจริญเติบโตได้ในสภาพภูมิประเทศที่เป็นที่ราบใกล้เคียงระดับน้ำทะเล ถึงพื้นที่ภูเขาสูงที่ระดับ 2,000 เมตร จากระดับน้ำทะเล หรือในพื้นที่ดินเปรี้ยว ดินด่าง ดินเค็ม ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำรวมทั้งพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนน้อย 200 มิลลิเมตร ถึงพื้นที่ที่มีฝนตกชุกถึง 5,000 มิลลิเมตร และพื้นที่สภาพภูมิอากาศหนาวเย็น ลบ 9 องศาเซลเซียส ถึงอากาศร้อนจัด 45 องศาเซลเซียส เป็นพืชที่มีระบบรากลึกและแผ่กระจายลงไปในดินตรง ๆ มีอายุหลายปี ขึ้นเป็นกอใหญ่ ขนาดของกอประมาณ 8-14 เซนติเมตร มีความสูงของลำต้นประมาณ 100-200 เซนติเมตร ใบแคบยาวประมาณ 35-100 เซนติเมตร กว้าง 0.4-1.2 เซนติเมตร มีรากเป็นกระจุกเหมือนใยฟองน้ำ สามารถดูดซับน้ำได้ดี ถ้านำมาปลูกเป็นแถวจะช่วยในการดักตะกอนดินและป้องกันการพังทลายของดินได้ดี

1) ลำต้น (culm) หญ้าแฝกเป็นหญ้าที่ขึ้นเป็นกอมีลักษณะเป็นพุ่ม ใบบางตั้งตรงขึ้นสูงส่วนมากพบขึ้นเป็นกลุ่มใหญ่ หรือกระจายอยู่ไม่ไกลกัน กอหญ้าแฝกมีขนาดค่อนข้างใหญ่ โคนกอเบียดกันแน่น ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะที่แตกต่างจากหญ้าอื่น ๆ ค่อนข้างชัดเจน ส่วนโคนของลำต้นแบนเกิดจากโคนใบที่จัดเรียงพับซ้อนกัน ลำต้นมีขนาดเล็กซ่อนอยู่ในกาบใบบริเวณคอต้น การเจริญเติบโตและการแตกกอ หญ้าแฝกมีการแตกหน่อใหม่ทดแทนหน่อเก่าอยู่เสมอ โดยจะแตกหน่อออกทางด้านข้างรอบคอต้นทำให้กอมีขนาดใหญ่ขึ้นเรื่อย ๆ ปกติหญ้าแฝกมีลำต้นสั้น ข้อและปล้องมองเห็นไม่ชัดเจน การแตกตะเกียงและการยกลำต้นขึ้นเดี่ยว ๆ เหนือพื้นดินไม่ค่อยพบในสภาพธรรมชาติที่อุดมสมบูรณ์ แต่พบได้ในหญ้าแฝกที่ปลูกในถุง ในแปลงต้นแก่มากหรือปลูกในพื้นที่วิกฤติ

2) ใบ (Leaf) ใบหญ้าแฝกแตกออกจากโคนกอ มีลักษณะแคบยาว ขอบใบขนาน ปลายสอบแหลม แผ่นใบกว้างโดยเฉพาะใบแก่ ขอบใบและเส้นกลางใบมีหนามละเอียด ที่บริเวณปลายใบมีหนามมากกว่าส่วนโคนและกลางแผ่นใบ หนามตั้งทแยง ปลายหนามชี้ไปทางปลายใบ กระจัดหรือเยื้องกันน้ำฝนที่โคนใบลดรูป มีลักษณะเป็นเพียงส่วนโค้ง สังเกตได้ไม่ชัดเจน

3) ราก (root) ระบบรากของหญ้าแฝกจะแตกต่างจากรากของหญ้าทั่วไป กล่าวคือ รากของหญ้าส่วนใหญ่เป็นระบบรากฝอย กระจายแผ่กว้างขนานกับพื้นดิน รากไม่แผ่ลงในดินลึกมาก อยู่ในระดับ 0-20 เซนติเมตร แต่สำหรับระบบรากของหญ้าแฝกจะแตกต่างจากรากของหญ้าทั่วไป คือมีรากที่สานกันแน่นห้อยลึกลงดินในแนวดิ่ง ไม่แผ่ขนานกับพื้นดิน มีทั้งรากแกน รากแขนง โดยเฉพาะมีรากฝอยจำนวนมาก หญ้าแฝกที่มีอายุประมาณ 18 เดือน รากจะเจริญเติบโตเต็มที่ รากยาวประมาณ 1-2 เมตร รากแกนที่ส่วนโคนกอจะมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 2-3 มิลลิเมตร เมื่อรากแก่ผนังด้านนอกจะแข็ง มีลักษณะอวบคล้ายนม เมื่อตายจะถูกแทนที่ด้วยเซลล์ที่อยู่ชั้นถัดไปทำให้รากหนาขึ้น มีความแข็งแรง สามารถดูดซับน้ำและความชื้น โดยเฉพาะป้องกันส่วนลำเลียงน้ำและอาหารที่อยู่ภายในได้ดีขึ้น

4) ช่อดอก (Inflorescence) หญ้าแฝกมีช่อดอกตั้งตรง มีลักษณะเป็นรวง ก้านช่อดอกยาวกลม สูงประมาณ 100-150 เซนติเมตร ต้นที่สมบูรณ์อาจสูงกว่า 200 เซนติเมตร ความยาวของช่อดอกประมาณ 20-40 เซนติเมตร แผ่กว้างเต็มที่ 10-15 เซนติเมตร ช่อดอกของหญ้าแฝกลุ่มส่วนใหญ่มีสีม่วงซึ่งเป็นลักษณะปกติประจำแต่ละพันธุ์

5) ดอก (spikelet) หญ้าแฝกจะมีดอกเรียงตัวอยู่ด้วยกันเป็นคู่ มีลักษณะและขนาดใกล้เคียงกัน แต่ละคู่ประกอบด้วยดอกชนิดที่มีก้านและไม่มีก้าน ยกเว้นส่วนปลายของก้านช่อดอกมักจัดเรียงเป็น 3 ดอกอยู่ด้วยกัน ดอกที่ไม่มีก้านจะอยู่ด้านล่าง ส่วนดอกที่มีก้านจะชูอยู่ด้านบนดอกที่ไม่มีก้านดอกที่ไม่มีก้านดอกมีเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียอยู่ด้วยกัน ส่วนดอกมีก้านมีเพียงเกสรตัวผู้ภายใน ในแต่ละดอกประกอบด้วยดอกย่อยอีก 2 ดอก แต่ส่วนใหญ่จะมีการลดรูปหรือไม่สมบูรณ์ จนเหลือเพียงดอกย่อยเพียงดอกเดียวกับดอกเปล่า ๆ ที่มีกาบคลุม ดอกหญ้าแฝกมีลักษณะคล้ายกระสวย ขอบขนานรูปไข่ปลายสอบ ขนาดของดอกกว้าง 1.5-2.5 มิลลิเมตร ยาว 2.5-3.5 มิลลิเมตร ด้านล่างผิวเรียบส่วนผิวบนด้านหลังขรุขระมีหนามแหลมขนาดเล็ก โดยเฉพาะที่บริเวณขอบเห็นได้ชัดเจนเมื่อส่องดูด้วยแว่นขยาย

6) เมล็ดและต้นอ่อน (seed and seedling) เมื่อดอกหญ้าแฝกที่รับการผสมแล้ว ดอกที่ไม่มีก้านดอกซึ่งเป็นดอกที่สมบูรณ์จะติดเมล็ด เมล็ดมีสีน้ำตาลอ่อน รูปกระสวย ผิวเรียบหว่าท่ายมน เมล็ดมีผนังบาง เนื้อในมีส่วนประกอบของแป้งและน้ำมันอยู่มาก เมล็ดหญ้าแฝกมีความสามารถในการงอกอยู่ในช่วงระยะเวลาจำกัดเพียงช่วงสั้น ๆ เท่านั้น ในช่วงที่เมล็ดมีการพัฒนาใกล้เต็มที่แล้ว ถ้าเก็บเมล็ดในระยะนี้มาเพาะในห้องปฏิบัติการ จะพบว่ามีการงอกมากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อทิ้งไว้เพียง 3 วัน ความงอกจะลดลงเหลือประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ และถ้าทิ้งไว้ประมาณ 7 วัน ความงอกจะเหลือเพียงประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น ซึ่งถือว่าอัตราการงอกที่ต่ำมาก จึงไม่สามารถแพร่กระจายกลายเป็นวัชพืชได้

หญ้าแฝกที่นำมาใช้ประโยชน์ด้านการอนุรักษ์ดินและน้ำทั่วโลก คือหญ้าแฝกลุ่มจากประเทศอินเดีย ซึ่งได้รับการส่งเสริมและเผยแพร่โดยธนาคารโลก ประเทศไทยได้รับพันธุ์หญ้าแฝกดังกล่าวมาเช่นเดียวกันในช่วงต้นปี พ.ศ.2535 ซึ่งเป็นขณะเดียวกับที่กรมพัฒนาที่ดินเริ่มมีการศึกษาการใช้ประโยชน์

หญ้าแฝกเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ และพบว่าหญ้าแฝกที่ขึ้นในประเทศไทยมีการกระจายทั่วไปขึ้นได้ทั้งในสภาพพื้นที่ลุ่มและพื้นที่ดอน รวมทั้งในดินสภาพต่าง ๆ จึงได้มีการรวบรวมหญ้าแฝกจากแหล่งต่าง ๆ ทั่วประเทศ เพื่อศึกษาและคัดเลือกพันธุ์ที่มีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้ประโยชน์ในการอนุรักษ์ดินและน้ำและสามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพพื้นที่และเนื้อดินประเภทต่าง ๆ กัน

พันธุ์หญ้าแฝกในประเทศไทย กรมพัฒนาที่ดินและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้ทำการสำรวจและเก็บตัวอย่างหญ้าแฝกทั่วประเทศ สามารถจัดแบ่งได้เป็น 2 ชนิด ได้แก่ หญ้าแฝกลุ่มและหญ้าแฝกดอน นอกจากนี้กรมพัฒนาที่ดินได้ทำการคัดเลือกในเบื้องต้นพบว่าพันธุ์ที่มีลักษณะเด่น น่าสนใจในการนำไปใช้ประโยชน์ในการอนุรักษ์ดินและน้ำ มีทั้งหมด 28 พันธุ์ ดังนี้

หญ้าแฝกลุ่ม 11 พันธุ์ ได้แก่ กำแพงเพชร 2, เชียงราย, สงขลา 1, สงขลา 2, สงขลา 3, สุราษฎร์ธานี, ตรัง 1, ตรัง 2, ศรีลังกา, เชียงใหม่และพันธุ์แม่ฮ่องสอน

หญ้าแฝกดอน 17 พันธุ์ ได้แก่ อุดรธานี 1, อุดรธานี 2, นครพนม 1, นครพนม 2, ร้อยเอ็ด, ชัยภูมิ, เลย, สระบุรี 1, สระบุรี 2, ห้วยขาแข้ง, กาญจนบุรี, นครสวรรค์, ประจวบคีรีขันธ์, ราชบุรี, จันทบุรี, พิษณุโลกและพันธุ์กำแพงเพชร 1

ต่อมารกรมพัฒนาที่ดินได้ศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโต และคัดเลือกพันธุ์หญ้าแฝกที่มีความเหมาะสม สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการอนุรักษ์ดินและน้ำ สามารถเจริญเติบโตเหมาะสมกับสภาพท้องถิ่นได้แนะนำและรณรงค์ส่งเสริม การนำไปใช้ประโยชน์ จำนวน 10 พันธุ์ แบ่งเป็นหญ้าแฝกลุ่ม 4 พันธุ์ และหญ้าแฝกดอน 6 พันธุ์

นอกจากพันธุ์หญ้าแฝกในประเทศไทยแล้ว มีการนำหญ้าแฝกลุ่มจากต่างประเทศเข้ามาหลายพันธุ์ เช่น พันธุ์ศรีลังกา พันธุ์อินเดียเหนือ (พระราชทาน) พันธุ์อินเดียใต้ (เขาค้อ) พันธุ์อินโดนีเซีย พันธุ์ไทเป พันธุ์ญี่ปุ่น พันธุ์บราซิล พันธุ์กัวเตมาลา พันธุ์มอนโตและพันธุ์ฟิจิ ซึ่งพันธุ์ต่างๆ เหล่านี้ มีอยู่ 2 พันธุ์ที่เหมาะสมและนำมาใช้ส่งเสริมเพื่อประโยชน์ในการอนุรักษ์ดินและน้ำทางภาคเหนือ คือ พันธุ์ศรีลังกา และพันธุ์อินเดียเหนือ (พระราชทาน)

การปลูกหญ้าแฝกเพื่อป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน พื้นที่ลาดชัน ควรปลูกเป็นแถวเดี่ยวตามแนวระดับขวางความลาดเทของพื้นที่ เพื่อชะลอการไหลบ่าของน้ำ และดักตะกอนดินจากพื้นที่ด้านบน และยังช่วยทำให้น้ำมีโอกาสดูดซับดินมากขึ้น ส่วนระยะห่างระหว่างแถวของหญ้าแฝกขึ้นกับความชันของพื้นที่ ยิ่งพื้นที่มีความชันสูงจะปลูกหญ้าแฝกโดยให้มีระยะระหว่างแถวน้อยลง จำนวนแถวจะถี่ขึ้น หรือปลูกร่วมกับวิธีกล เช่น ปลูกหญ้าแฝกตามแนวขอบขั้นบันไดดินเพื่อให้หญ้าแฝกช่วยลดการกร่อนของดินได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น สำหรับพื้นที่ระหว่างแถวหญ้าแฝกสามารถปลูกพืชหลักได้ด้วย

ลักษณะเด่นของหญ้าแฝกที่แตกต่างจากหญ้าชนิดอื่น

หญ้าแฝกถูกนำมาใช้ปลูกเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ เนื่องจากมีลักษณะเด่นคือมีระบบรากยาวหยั่งลึกและแผ่กระจายเป็นลักษณะตาข่ายลงไปในดินเป็นแนวดิ่ง เมื่อนำมาปลูกเป็นแถวชิดกันเสมือนเป็นกำแพงธรรมชาติที่มีชีวิต ขยายพันธุ์โดยการแตกหน่อ เมล็ดมีเปอร์เซ็นต์ความงอกต่ำ จึงไม่สามารถแพร่พันธุ์

ได้รวดเร็วเหมือนวัชพืช สามารถนำมาใช้ประโยชน์ด้านการอนุรักษ์ดินและน้ำได้ง่าย ไม่ซับซ้อน ราคาถูก และเกษตรกรสามารถปฏิบัติด้วยตนเอง หลัาแฝกมีลักษณะพิเศษต่างจากหลัาชนิดอื่น ดังนี้

- 1) มีการแตกหน่อรวมเป็นกอ เบียดกันแน่น กอมีความแข็งแรง ตั้งตรง และไม่แผ่ขยาย ด้านข้างรบกวนพืชอื่น สามารถปลูกติดต่อกันเป็นแนวยาวเหมือนรั้ว แลวหลัาแฝกจะช่วยกักเก็บตะกอนที่ถูกน้ำพัดพามา และชะลอความเร็วของน้ำไหลบ่า ช่วยให้น้ำซึมลงใต้ดินได้มากขึ้น
- 2) มีอายุยืนอยู่ได้หลายปี มีการแตกหน่อและใบใหม่ และไม่ต้องดูแลมาก
- 3) หลัาแฝกมีข้อที่ลำต้นถี่ ขยายพันธุ์โดยใช้หน่อได้ตลอดปี
- 4) ส่วนใหญ่ไม่ขยายพันธุ์ด้วยเมล็ด ทำให้ควบคุมการแพร่กระจายได้ เนื่องจากเมล็ดหลัาแฝกมีระยะพักตัวสั้น จึงมีโอกาสงอกน้อยมาก
- 5) มีใบยาว ตัดและแตกใหม่่ง่าย แข็งและทนต่อการย่อยสลาย สามารถนำไปคลุมดิน เพื่อรักษาความชื้นรอบโคนต้นไม้ผลหรือแปลงผักได้ดี
- 6) มีระบบรากยาว ประสานกันอย่างหนาแน่นช่วยยึดดิน ไม่ให้พังทลาย รากมีลักษณะอวบ สามารถอุ้มน้ำได้ดี
- 7) บริเวณรากเป็นที่อยู่อาศัยของจุลินทรีย์ในดินที่มีประโยชน์หลายชนิด
- 8) ปรับตัวเข้ากับสภาพต่าง ๆ ได้ดี ทนทานต่อโรคพืชทั่วไป
- 9) หลัาแฝกมีส่วนที่เจริญอยู่ต่ำกว่าผิวดิน ช่วยให้อยู่รอด ได้ดีในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ กัน
- 10) นำไปใช้ประโยชน์ด้านการอนุรักษ์ดินและน้ำได้ง่าย ไม่ซับซ้อน ลงทุนน้อย เกษตรกรสามารถนำไปปฏิบัติได้ด้วยตนเอง เป็นกำแพงธรรมชาติป้องกันดินพังทลายได้

การปลูกหลัาแฝกมีหลักการที่สำคัญ คือ ต้องปลูกชิดกันให้เป็นแนว โดยหากใช้กลัาหลัาแฝกที่เพาะชำอยู่ในถุงพลาสติก ให้ปลูกในแนวร่องที่เตรียมไว้โดยมีระยะปลูกระหว่างต้น 10 เซนติเมตร หากเป็นกลัาหลัาแฝกแบบรากเปลือย ให้ปลูกหลุมละ 2-3 หน่อ ให้มีระยะระหว่างต้น 5 เซนติเมตร จากนั้นกลบดินที่โคนให้แน่น ปกติกลัาหลัาแฝกที่เพาะชำในถุงพลาสติกจะเจริญเติบโตและตั้งตัวได้เร็วกว่ากลัาหลัาแฝกแบบรากเปลือย แต่การนำกลัาหลัาแฝกที่เพาะชำในถุงพลาสติกจำนวนมากขึ้นไปปลูกในพื้นที่ที่สูงชันมากทำได้ลำบาก ลำช้า และต้องใช้แรงงานมากกว่าการนำกลัาหลัาแฝกแบบรากเปลือยไปปลูก รูปแบบการปลูกหลัาแฝกจะขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ที่ต้องการ ซึ่งอาจแบ่งได้เป็น การปลูกหลัาแฝกเพื่อป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน การปลูกหลัาแฝกเพื่อป้องกันตะกอนดินทับถมลงแหล่งน้ำ การปลูกหลัาแฝกเพื่อปรับปรุงบำรุงดิน และรักษาความชื้นในดิน และการปลูกหลัาแฝกเพื่อฟื้นฟูทรัพยากรดินและรักษาระบบนิเวศ

การปลูกหลัาแฝกเพื่อป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน พื้นที่ลาดชัน ควรปลูกเป็นแถวเดี่ยวตามแนวระดับขวางความลาดเทของพื้นที่ เพื่อชะลอการไหลบ่าของน้ำ และดักตะกอนดินจากพื้นที่ด้านบน และยังช่วยทำให้น้ำมีโอกาสซึมลงดินมากขึ้น ส่วนระยะห่างระหว่างแถวของหลัาแฝกขึ้นกับความชันของพื้นที่ ยิ่งพื้นที่มีความชันสูงจะปลูกหลัาแฝกโดยให้มีระยะระหว่างแถวน้อยลง จำนวนแถวจะถี่ขึ้น หรือปลูกร่วมกับวิธีกล เช่น ปลูกหลัาแฝกตามแนวขอบขั้นบันไดดินเพื่อให้หลัาแฝกช่วยลดการกร่อนของดินได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น สำหรับพื้นที่ระหว่างแถวหลัาแฝกสามารถปลูกพืชหลักได้ด้วย แสดงดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ระยะห่างระหว่างแถวหญ้าแฝกกับความลาดชันของพื้นที่

ความลาดชัน (%)	ระยะห่างของแถวหญ้าแฝก (เมตร)
5-10	30
11-15	20
16-20	15
21-25	12
26-30	10
31-35	8
36-45	7
46-55	6

ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน (2567)

3.6. การวิเคราะห์ลุ่มน้ำและการจำแนกลำดับพื้นที่ลุ่มน้ำ

ลุ่มน้ำ (watershed) หมายถึง พื้นที่บนผิวโลกที่รับน้ำฝนที่ตกลงมาแล้วไหลลงมารวมกันในแม่น้ำ ลำธาร หรือแอ่งรับน้ำในพื้นที่แล้วรวมกันไหลออกมาที่จุดใดจุดหนึ่งของลำธารที่กำหนดขึ้น เพื่อเป็นจุดตรวจวัด โดยมีแนวขอบเขตพื้นที่จากเส้นสันปันน้ำ (กรมทรัพยากรน้ำ, 2551) อีกนัยหนึ่งหมายถึง พื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการจัดการน้ำ มีขนาดไม่แน่นอนแล้วแต่วัตถุประสงค์และความต้องการในการจัดการ (นิวัติ, 2547) หรือหมายถึงพื้นที่หน่วยหนึ่งซึ่งครอบคลุมลำน้ำธรรมชาติเพื่อทำหน้าที่รวบรวมน้ำให้ไหลลงสู่แม่น้ำหนึ่ง พื้นที่ลุ่มน้ำแต่ละแห่งจะมีขนาดไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับสภาพภูมิศาสตร์และวัตถุประสงค์ในการจัดแบ่งพื้นที่เพื่อการบริหารจัดการ (เกษม, 2551) และหมายถึงหน่วยพื้นที่ ซึ่งทางกายภาพมีรูปร่างปิด มีขอบโดยรอบ ระบบทางน้ำโดยธรรมชาติจะไหลจากขอบเข้าสู่ตอนกลางซึ่งมีลำน้ำหลักรองรับ มีทิศทางการไหลออกสู่พื้นที่รับน้ำที่มีขนาดใหญ่ เช่น มหาสมุทร ทะเล ทะเลสาบ หรือแม่น้ำสายหลัก เป็นต้น โดยขนาดของลุ่มน้ำจะขึ้นกับความต้องการแต่ละบุคคลและประเภทการศึกษา ซึ่งภายในลำน้ำหนึ่ง ๆ จะประกอบด้วยลุ่มน้ำสาขามากกว่าหนึ่งเสมอ เพราะลุ่มน้ำเป็นระบบหรือระบบสิ่งแวดล้อม (คำธณ, 2552)

พื้นที่ลุ่มน้ำภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยในปัจจุบัน มีปัญหาในหลายพื้นที่ด้วยสาเหตุมาจากการใช้ประโยชน์ที่ดินและทรัพยากรที่ดินที่ไม่ถูกต้อง ก่อให้เกิดผลกระทบต่อทรัพยากรและระบบนิเวศเป็นอย่างมาก เช่น ทรัพยากรป่าไม้ถูกทำลายเพื่อทำพื้นที่เกษตรกรรมทำให้สภาพพื้นที่สูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพและระบบนิเวศเกิดการเปลี่ยนแปลง นอกจากนี้ยังเกิดผลกระทบต่อทรัพยากรน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำที่มีการจัดการไม่ดีพอ กล่าวคือ ในพื้นที่ลุ่มน้ำหลายแห่งในช่วงเวลาที่ผ่านมา จะเกิดน้ำท่วมฉับพลันรุนแรงในฤดูฝนและเกิดการขาดแคลนน้ำหรือภาวะภัยแล้งในฤดูแล้ง แนวทางการแก้ไขปัญหาทรัพยากรในพื้นที่ลุ่มน้ำในปัจจุบัน ต้องการวิธีการที่มีความเข้าใจความซับซ้อนของปัญหามากขึ้น เนื่องจากทุกอย่างมีผลกระทบเกี่ยวเนื่องเชื่อมโยงกันหมดตั้งแต่การทำเกษตรกรรมบนที่สูงที่ส่งผลกระทบต่อทรัพยากรป่าไม้ ที่ดิน แหล่งน้ำ ภูมิอากาศ ซึ่งก่อให้เกิดสภาพความกดดันต่อการประกอบอาชีพของเกษตรกรบนพื้นที่

สูง รวมถึงความไม่มั่นคงของสภาพเศรษฐกิจและสังคมตลอดจนการเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ลุ่มน้ำแต่ละแห่ง

การจำแนกลำดับพื้นที่ลุ่มน้ำ เป็นการวิเคราะห์พื้นที่ลุ่มน้ำโดยพิจารณารูปร่างตัดตามความยาวของลำน้ำหลัก จากสันปันน้ำที่เป็นต้นกำเนิดของลำน้ำหลัก (head water) จนถึงปากน้ำ (outlet) ส่วนของปากแม่น้ำนี้ถ้าไหลลงสู่ทะเลจะเรียก river mouth หรือ estuary จากภาพตัดขวางตามยาวของพื้นที่ลุ่มน้ำนี้จะทราบความลาดชัน (gradient) ของลุ่มน้ำ เมื่อพิจารณาร่วมกับอันดับของลำธาร (strahler stream order) ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ สภาพภูมิสัณฐาน (geomorphology) สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปรากฏการณ์น้ำท่วม และคุณลักษณะของลำน้ำหลัก ตลอดจนการไหลของน้ำในลำน้ำหลัก สามารถจำแนกลำดับพื้นที่ลุ่มน้ำ ออกได้เป็น 3 ส่วนหลัก ประกอบด้วย พื้นที่ต้นน้ำ พื้นที่กลางน้ำ และพื้นที่ปลายน้ำ

พื้นที่ต้นน้ำ เป็นพื้นที่ตั้งแต่สันปันน้ำลงมา ครอบคลุมพื้นที่ที่เป็นต้นกำเนิดของลำน้ำหลัก (head water) ทั้งหมด อันดับลำธาร (strahler) ส่วนใหญ่เป็น อันดับ 1 และอันดับ 2 ในลุ่มน้ำที่สมบูรณ์อาจพบ ลำธารอันดับ 3 ในบริเวณพื้นที่ต้นน้ำด้วย ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ ประกอบด้วย ชั้น 1 ชั้น 2 และชั้น 3 เป็นส่วนใหญ่ สภาพพื้นที่ที่มีความชัน ลำน้ำหลักจะแคบ บางช่วงอาจพบแก่ง หรือการเปลี่ยนระดับของลำธาร รูปร่างตัดของลำธารเป็น V-shape ปรากฏการณ์การเกิดน้ำท่วมจะเป็นน้ำป่าไหลหลาก (quick flash flood) น้ำโจน (hydraulic jump) และเป็นพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม (land slide) มากที่สุด ถ้าเกิดฝนตกหนักติดต่อกันปรากฏการณ์น้ำท่วมดินถล่มจะรุนแรงและรุนแรงมากเป็นภัยพิบัติ

พื้นที่กลางน้ำ เป็นพื้นที่อยู่ต่ำกว่าพื้นที่ต้นน้ำ มีความลาดชันน้อยกว่าพื้นที่ต้นน้ำอย่างชัดเจน ส่งผลถึงการไหลของน้ำในลำน้ำหลักจะช้าลง ขณะที่ลำน้ำจะกว้างขึ้น อันดับของลำธาร (strahler) จะเป็นอันดับที่ 2 อันดับ 3 และพบที่เป็นอันดับ 1 บ้าง ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเป็นชั้น 3 และชั้น 4 แม่น้ำจะกว้างขึ้นรูปร่างตัดของแม่น้ำจะเปลี่ยนจาก V-shape เป็น U-shape สภาพพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ลอนชัน และพื้นที่ลอนลาด การเกิดน้ำท่วมเป็นน้ำป่า (flash flood) เป็นบริเวณกว้าง

พื้นที่ปลายน้ำ เป็นพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นแอ่งน้ำ (basin) ถึงส่วนที่เป็นปลายสุดของลำน้ำหลัก (main stream or river) หรือปากแม่น้ำ (outlet or river mouth or estuary) ไหลลงสู่แหล่งรับน้ำ เช่น แม่น้ำ (สายอื่น) บึง ทะเลสาบ ทะเล มหาสมุทร เป็นต้น อันดับลำธาร (Strahler) จะเป็นอันดับ 3 4 และ 5 เป็นต้นไป ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเป็น ชั้น 4 และชั้น 5 สภาพพื้นที่ของพื้นที่ปลายน้ำค่อนข้างราบเรียบ แม่น้ำจะกว้าง และคดเคี้ยว มีร่องรอยทางน้ำเก่า รูปร่างของแม่น้ำจะเป็น U-shape

การจำแนกลำดับพื้นที่ลุ่มน้ำมีความสำคัญมาก ต้องศึกษาปริมาณน้ำฝน การแพร่กระจายของฝน ระบบทางน้ำธรรมชาติ อันดับของลำธาร ปรากฏการณ์น้ำท่วมดินถล่มในอดีต ปรากฏการณ์ธรรมชาติที่มีความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นและมีความรุนแรงต่อชีวิตและทรัพย์สินของประชาชน เช่น ไฟป่า ลมพายุ พายุลูกเห็บ เป็นต้น ต้องศึกษาถึงปัญหา สาเหตุ และแนวทางแก้ไข และป้องกัน (คำรณ, 2552)

แบบรูปทางน้ำ (drainage pattern) หมายถึง รูปร่างหรือการจัดรูปแบบทางน้ำตามธรรมชาติในบริเวณใด ๆ ก็ตามที่ปรากฏเมื่อมองในแนวดิ่ง ทางน้ำนี้จะแสดงถึงทิศทางการไหลของน้ำทั้งส่วนที่มีน้ำไหลตลอดเวลาและส่วนที่มีน้ำไหลเป็นครั้งคราวที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ แบบรูปทางน้ำจะมีความสัมพันธ์กับลักษณะโครงสร้างทางธรณีวิทยา ธรณีสัณฐาน ประวัติของบริเวณนั้น ๆ และชนิดของหินรองรับพื้นที่นั้น เป็นต้น

ดังนั้นถ้าเราทราบว่าแบบรูปทางน้ำในแต่ละบริเวณเป็นแบบใด เราอาจจะคาดคะเนเกี่ยวกับชนิดและโครงสร้างของ หินในบริเวณนั้นๆ ได้ แบบรูปทางน้ำที่สำคัญมีดังนี้ (อภิศักดิ์, 2541)

- แบบรูปทางน้ำกิ่งไม้ (dendritic drainage pattern) ประกอบด้วยทางน้ำที่มีสาขาหลายสาย ไหลมาลงทางน้ำสายใหญ่ ทำให้มีรูปลักษณะคล้ายกิ่งก้านสาขาของต้นไม้ มุมที่ทางน้ำแต่ละสาขามา รวมกัน มีค่าน้อยกว่า 90 องศา ทิศทางการไหลของน้ำไม่เป็นระเบียบ แบบรูปทางน้ำนี้พบเสมอในบริเวณที่มีความลาดชันเล็กน้อย มักเกิดในบริเวณที่หินรองรับมีความทนทานต่อการกร่อนใกล้เคียงกัน เช่น หินตะกอน ที่วางตัวในแนวระดับ ที่ราบตะกอนลมหอบ (loess deposits) หินอัคนีที่มีเนื้อสม่ำเสมอ เป็นต้น และไม่ขึ้นกับอิทธิพลของโครงสร้างทางธรณีวิทยา

- แบบรูปทางน้ำขนาน (parallel drainage pattern) รูปแบบการระบายน้ำแบบนี้ลำน้ำสายใหญ่และสายเล็กๆ ไหลขนานกันหรือเกือบขนานกัน บางทีมีลักษณะคล้ายหางม้ามักเกิดตามแนวแตกของ หินที่ขนานกัน มีความลาดเทค่อนข้างสูงและยังพบในบริเวณแนวแตกของหินที่มีเพียงแนวเดียวด้วยการ ระบายน้ำดี

- แบบรูปทางน้ำตั้งฉาก (rectangular drainage pattern) แบบรูปทางน้ำที่มีทางน้ำ ประชาน และลำน้ำสาขาส่งรวมกันเป็นมุมฉากหลายๆแห่ง เนื่องมาจากทางน้ำไหลตามรอยแยก (joint) หรือรอยเลื่อน (fault) ทำให้มีรูปลักษณะคล้ายสี่เหลี่ยมผืนผ้า ทางน้ำที่ไหลมารวมกันเป็นมุมฉากอย่างชัดเจน เรียกว่า sharp rectangular drainage patterns

- แบบรูปทางน้ำรัศมี (radial drainage pattern) แบบรูปทางน้ำที่มีทิศทางการไหลของน้ำ ออกจากศูนย์กลาง มีลักษณะเป็นรูปรัศมี มักเกิดในบริเวณที่พื้นที่ตรงกลางสูง โดยเฉพาะพื้นที่โครงสร้างรูป โดมที่เกิดขึ้นใหม่ๆ ยังไม่มีการกร่อน หรือพื้นที่กรวยภูเขาไฟ

การจัดการลุ่มน้ำ (watershed management) หมายถึง การจัดการพื้นที่เพื่อให้ได้น้ำที่มี ปริมาณมากพอ คุณภาพดี การไหลสม่ำเสมอ พร้อมทั้งควบคุมเสถียรภาพของดิน ลดความเสียหายจากน้ำท่วม และจัดการใช้ทรัพยากรลุ่มน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ (กรมทรัพยากรน้ำ, 2551) เป็นการจัดการ ทรัพยากรธรรมชาติทั้งหมดที่อยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยเน้นที่การผลิตน้ำ การป้องกันแหล่งน้ำและทรัพยากรอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับน้ำ รวมทั้งการบรรเทาอุทกภัย การป้องกันดินพังและการดูแลรักษาคุณค่าความ สวยงามตามธรรมชาติในส่วนที่เกี่ยวข้องกับน้ำ (นิวัติ, 2547)

3.7 ลุ่มน้ำน่าน

ตามพระราชกฤษฎีกากำหนดลุ่มน้ำ พ.ศ. 2564 และประกาศในราชกิจจานุเบกษา เมื่อวันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2564 กำหนดให้ประเทศไทย มีลุ่มน้ำหลักทั้งสิ้น 22 ลุ่มน้ำ แบ่งเป็นลุ่มน้ำสาขา 353 ลุ่มน้ำ และ หมู่เกาะต่าง ๆ ของแต่ละลุ่มน้ำจำนวน 6 หมู่เกาะ ลุ่มน้ำน่าน รหัสลุ่มน้ำ 09 ชื่อลุ่มน้ำหลัก “ลุ่มน้ำน่าน” มีพื้นที่ของลุ่มน้ำ 34,837.70 ตารางกิโลเมตร หรือ 21,773,560 ไร่ มีจำนวนลุ่มน้ำสาขา 23 ลุ่มน้ำ ครอบคลุม พื้นที่ 10 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดน่าน แพร่ อุตรดิตถ์ พิจิตร เลย สุโขทัย นครสวรรค์ พิชญโลก เพชรบูรณ์ และ กำแพงเพชร (สำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ, 2564)

ลุ่มน้ำน่าน ตั้งอยู่ทางภาคเหนือของประเทศไทย มีพื้นที่ลุ่มน้ำ 34,837.70 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในเขตจังหวัดน่าน อุตรดิตถ์ พิจิตร นครสวรรค์ พิชณุโลก เพชรบูรณ์ และกำแพงเพชร ลักษณะของลุ่มน้ำน่าน จะวางตัวตามแนวทิศเหนือ-ใต้ เป็นเส้นแบ่งเขตแดนไทย-ลาว มีแม่น้ำน่านเป็นแม่น้ำสายหลัก โดยมีต้นกำเนิดมาจากเทือกเขาหลวงพระบาง ในเขตจังหวัดน่าน จากนั้นไหลผ่านที่ราบระหว่างหุบเขาในเขตอำเภอเมืองน่าน และอำเภอเวียงสา หุบเขาทางด้านตะวันตก และตะวันออกทั้งสองด้านนี้ เป็นต้นกำเนิดของลำน้ำสาขาหลายสาย จากนั้นแม่น้ำน่านจะไหลผ่านหุบเขาสูงสูดอ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์ พื้นที่ตอนล่างของลุ่มน้ำน่าน จะเป็นที่ราบสองฝั่งแม่น้ำ ซึ่งจัดได้ว่าเป็นทุ่งราบผืนใหญ่ที่สำคัญที่สุดของประเทศไทย จากจังหวัดพิชณุโลก แม่น้ำน่านจะไหลเคียงคู่กับแม่น้ำยม ลงมาจนบรรจบกันที่ อำเภอชุมแสง จังหวัดนครสวรรค์ จากนั้นจะไหลผ่านบึงบอระเพ็ดทางฝั่งซ้าย ก่อนจะบรรจบกับแม่น้ำปิงที่ อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของแม่น้ำเจ้าพระยา มีความยาวรวม 859 กิโลเมตร (สำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ, 2563)

ลักษณะทางกายภาพ ของพื้นที่พบว่าเป็นเทือกเขาสูง บริเวณด้านตะวันตก และทางตอนใต้ของพื้นที่ลุ่มน้ำ สภาพปัญหาลุ่มน้ำน่าน การชะล้างพังทลาย 1,882,857 ไร่ ดินตื้น 1,836,402 ไร่ ดินทรายจัด 25,015 ไร่ ดินกรดจัด 1,376,265 ไร่ แล้งซ้ำซาก 1,719,742 ไร่ น้ำท่วมซ้ำซาก 2,644,796 ไร่ ดินที่ลาดเชิงชัน 10,112,422 ไร่ การผันแปรของปริมาณน้ำฝนทำให้เกิดภาวะภัยแล้ง ฝนทิ้งช่วง การขยายตัวของพื้นที่เพาะปลูก ปัญหาน้ำท่วมลุ่มน้ำน่านในพื้นที่ตอนบนและลำน้ำสาขาต่าง ๆ การบุกรุกพื้นที่ป่าไม้ เพื่อทำการเกษตร พืชเศรษฐกิจที่สำคัญของลุ่มน้ำน่าน ได้แก่ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวนาปี ยางพารา อ้อยโรงงาน มันสำปะหลังสับปะรด ปาล์มน้ำมัน กาแฟ ไม้ผล เช่น มะขาม ลำไย ส้ม มะพร้าว เงาะทุเรียน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2563) ปริมาณน้ำฝน ลุ่มน้ำน่าน มีปริมาณฝนผันแปร ตั้งแต่ 1,000 มิลลิเมตร จนถึง 1,800 มิลลิเมตร โดยปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในรอบ 30 ปี มีน้ำฝนเฉลี่ย 1,308.00 มิลลิเมตรต่อปี ปริมาณน้ำท่าลุ่มน้ำน่าน มีพื้นที่รับน้ำทั้งหมด 34,331 ตารางกิโลเมตร จะมีปริมาณน้ำท่าตามธรรมชาติ เฉลี่ยทั้งหมด 11,980 ล้านลูกบาศก์เมตร หรือคิดเป็นปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย ต่อหน่วยพื้นที่รับน้ำฝนประมาณ 11.10 ลิตรต่อวินาทีต่อตารางกิโลเมตร

ลักษณะดิน ดินที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าว และพืชชนิดอื่น ๆ มีพื้นที่ 5,778.97 ตารางกิโลเมตร ดินที่เหมาะสมสำหรับการปลูกพืชไร่ พืชผักและไม้ผล-ไม้ยืนต้น มีพื้นที่ 5,766.72 ตารางกิโลเมตร ดินที่ไม่เหมาะสมสำหรับปลูกพืชโดยทั่วไป (ต้องได้รับการปรับปรุงก่อน จึงจะปลูกพืชบางชนิดได้) มีพื้นที่ 1,865.42 ตารางกิโลเมตรดินที่ไม่เหมาะสมสำหรับปลูกพืชชนิดใด ๆ มีพื้นที่ 19,880.88 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ชุ่มน้ำ (wetland) เหมืองแร่ และอื่น ๆ มีพื้นที่ 1,039.02 ตารางกิโลเมตร

การใช้ประโยชน์ที่ดิน

- 1) พื้นที่ทำการเกษตร 45.14 เปอร์เซ็นต์ 1.1 พืชไร่ 57.28 เปอร์เซ็นต์ 1.2 ไม้ผล-ยืนต้น 3.93 เปอร์เซ็นต์ 1.3 ปลูกข้าว 38.78 เปอร์เซ็นต์ 1.4 อื่น ๆ 0.01 เปอร์เซ็นต์
- 2) ป่าไม้ 49.67 เปอร์เซ็นต์ 2.1 เขตอนุรักษ์พันธุ์สัตว์ป่า 2.41 เปอร์เซ็นต์ 2.2 อุทยานแห่งชาติ 9.15 เปอร์เซ็นต์ 2.3 พื้นที่ป่าอนุรักษ์ 88.44 เปอร์เซ็นต์
- 3) ที่อยู่อาศัย 1.93 เปอร์เซ็นต์

4) แหล่งน้ำ 1.49 เปอร์เซ็นต์

5) อื่น ๆ 1.77 เปอร์เซ็นต์

พื้นที่ทำการเกษตร ทั้งหมดมี 17,052.38 ตารางกิโลเมตร แต่มีพื้นที่ที่เหมาะสมกับการเพาะปลูกเพียง 7,117.68 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็น ร้อยละ 41.74 พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าว 5,666.42 ตารางกิโลเมตร พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกพืชผัก 0.06 ตารางกิโลเมตร พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกพืชไร่ 1,287.97 ตารางกิโลเมตร พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกไม้ผล-ไม้ยืนต้น 163.23 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ที่มีความเหมาะสมกับการเพาะปลูก ส่วนใหญ่จะอยู่บริเวณตอนล่างสองฝั่งลำน้ำด้านตะวันตกของกลุ่มน้ำใกล้จุดบรรจบแม่น้ำปิงและยม ซึ่งรวมกันแล้วประมาณร้อยละ 20.27 ของพื้นที่ทั้งลุ่มน้ำ ในการทำการเกษตรพบว่าการใช้พื้นที่ปลูกพืช ส่วนใหญ่จะเป็นการปลูกพืชไร่และไม้ผล-ไม้ยืนต้นบนพื้นที่ที่ไม่มีความเหมาะสม ส่วนข้าวและพืชผัก ได้ปลูกบนพื้นที่ที่มีความเหมาะสมอยู่แล้ว พื้นที่ที่มีศักยภาพพัฒนาระบบชลประทาน พื้นที่ที่มีศักยภาพการพัฒนาระบบชลประทาน ในพื้นที่ลุ่มน้ำน่าน ส่วนใหญ่ จะอยู่บริเวณตอนล่างสองฝั่งลำน้ำ ด้านตะวันตกของกลุ่มน้ำ ใกล้จุดบรรจบแม่น้ำปิงและยม โดยมีพื้นที่รวมทั้งสิ้นประมาณ 4,472.56 ตารางกิโลเมตร และคิดเป็นร้อยละ 62.84 ของพื้นที่การเกษตรที่เหมาะสมกับการเพาะปลูก หรือร้อยละ 26.23 ของพื้นที่การเกษตรทั้งหมด

สภาพปัญหาของลุ่มน้ำน่าน

1. ปัญหาด้านอุทกภัย

สภาพการเกิดอุทกภัยในลุ่มน้ำนี้ แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ

1.1 อุทกภัยที่เกิดในบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบนและลำน้ำสาขา จะเกิดจากการที่มีฝนตกหนักและน้ำป่าไหลหลากจากต้นน้ำลงมามาก จนลำน้ำสายหลักไม่สามารถระบายน้ำได้ทัน เนื่องจากสภาพพื้นที่ป่าไม้ต้นน้ำตอนบนถูกทำลาย รวมทั้งขาดแหล่งเก็บกักน้ำขนาดใหญ่ในพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบนเพื่อช่วยชะลอน้ำหลาก พื้นที่ที่เกิดน้ำท่วมเป็นประจำ ได้แก่ อำเภอสองแคว อำเภอทุ่งช้าง อำเภอเชียงกลาง อำเภอปัว อำเภอเวียงสา อำเภอนาน้อย อำเภอเมือง จังหวัดน่าน อำเภอน้ำปาด อำเภอลับแล และอำเภอเมือง จังหวัดอุตรดิตถ์

1.2 อุทกภัยที่เกิดในพื้นที่ราบลุ่ม เกิดบริเวณที่เป็นพื้นที่ราบลุ่ม และแม่น้ำสายหลักต้นน้ำมีความสามารถระบายน้ำไม่เพียงพอ ทำให้ไม่สามารถระบายน้ำลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ พื้นที่ที่เกิดน้ำท่วมเป็นประจำ ได้แก่ อำเภอท่าปลา จังหวัดอุตรดิตถ์ อำเภอทับคล้อ อำเภอดงขี้เหล็ก อำเภอปางศิลาทอง อำเภอเมือง จังหวัดพิจิตร อำเภอชุมแสง และอำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์

2. ปัญหาด้านภัยแล้ง

ปัญหาภัยแล้งในลุ่มน้ำน่าน เกิดจากภาวะฝนทิ้งช่วงยาวนาน ทำให้พื้นที่การเกษตรที่อยู่นอกเขตชลประทานเกิดความแห้งแล้งขาดแคลนน้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค และการเกษตร รวมทั้งการใช้น้ำในกิจกรรมอื่น ๆ ด้วย ตามข้อมูล ข้อมูลพื้นฐานด้านเศรษฐกิจและสังคมระดับหมู่บ้าน (กชช.2ค.ปี 2542) ในลุ่มน้ำน่าน มีหมู่บ้านทั้งหมด 2,996 หมู่บ้าน พบว่ามีหมู่บ้านที่ขาดแคลนน้ำ 2,001 หมู่บ้าน (ร้อยละ 66.79) โดยแยกเป็นหมู่บ้านที่ขาดแคลนน้ำเพื่อทำการเกษตร จำนวน 1,348 หมู่บ้าน (ร้อยละ 49.99) และ

หมู่บ้านที่ขาดแคลนน้ำทั้งเพื่อการอุปโภค-บริโภคและการเกษตร จำนวน 653 หมู่บ้าน (ร้อยละ 21.80) หมู่บ้านที่ประสบภัยแล้งส่วนใหญ่จะอยู่ในพื้นที่จังหวัดน่านถึง 600 หมู่บ้าน หรือ คิดเป็นร้อยละ 29.99 ของหมู่บ้านที่ประสบภัยแล้งทั้งหมด

แนวทางการแก้ไขอุทกภัย และภัยแล้งในลุ่มน้ำน่าน

ปัญหาการเกิดอุทกภัย และภัยแล้งในลุ่มน้ำน่าน มีลักษณะคล้ายกับพื้นที่ลุ่มน้ำอื่นๆ คือการผันแปรของปริมาณน้ำฝน ส่งผลให้เกิดความแห้งแล้งในช่วงที่ฝนทิ้งช่วง ในทางกลับกันเมื่อมีฝนตกหนักก็ทำให้เกิดน้ำไหลหลากท่วมพื้นที่ที่อยู่อาศัย และพื้นที่การเกษตร การแก้ไขปัญหาดังกล่าวจึงมีแนวทางแก้ไขในภาพรวมโดยสรุปดังนี้

1. การก่อสร้างอ่างเก็บน้ำขนาดกลาง และขนาดเล็กในแต่ละลุ่มน้ำสาขาที่มีศักยภาพ เพื่อเก็บกักปริมาณน้ำหลากในฤดูฝน และส่งน้ำให้กับพื้นที่ที่มีความต้องการน้ำในช่วงฤดูแล้งของลุ่มน้ำสาขานั้นๆ
2. เพิ่มประสิทธิภาพ โครงการก่อสร้างระบบส่งน้ำและกระจายน้ำให้ทั่วถึง
3. การขุดลอก ลำน้ำสายหลักเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการระบายน้ำ
4. ปรับปรุงประสิทธิภาพการระบายน้ำ
5. ควบคุมการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณเขตตั้งเมือง และพื้นที่โดยรอบมิให้ลุกล้ำแนวคลองและลำน้ำสาธารณะ
6. ก่อสร้างถังเก็บน้ำ สระเก็บน้ำประจำไร่นา เป็นต้น ในพื้นที่อยู่ห่างไกลจากแหล่งน้ำ/นอกเขตชลประทานตามความเหมาะสมของพื้นที่ (กรมชลประทาน, 2563)

3.8 งานวิจัยด้านการพัฒนาที่ดินในลุ่มน้ำน่าน จังหวัดน่าน

งานวิจัยด้านการพัฒนาที่ดิน ในพื้นที่จังหวัดน่าน ได้ดำเนินการวิจัยด้านการจัดการดินสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจ ด้านการอนุรักษ์ดินและน้ำ ด้านเทคโนโลยีชีวภาพ ด้านการปรับปรุงบำรุงดินผลสำเร็จของงานวิจัยและพัฒนาด้านการพัฒนาที่ดิน เป็นการบูรณาการงานวิจัยของกรมพัฒนาที่ดิน และหน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้อง มีผลการดำเนินงานและยกตัวอย่างผลการดำเนินการวิจัย ที่ดำเนินการเพื่อแก้ไขปัญหาทรัพยากรดินส่วนใหญ่ในพื้นที่ และเทคโนโลยีชีวภาพทางดินที่นำไปประยุกต์ใช้งาน ซึ่งสามารถขยายผลไปใช้ในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน คือ จังหวัดเชียงราย เชียงใหม่ น่าน พะเยาแพร่ แม่ฮ่องสอน ลำปาง และลำพูน เนื่องจากมีสภาพภูมิประเทศ สภาพภูมิอากาศใกล้เคียงกัน และให้สอดคล้องกับชุดดินที่ทำการศึกษา ผลงานวิจัยด้านการพัฒนาที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำน่าน จังหวัดน่าน มีดังนี้

การศึกษาระบบการปลูกพืชเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวไร่ บนพื้นที่ลาดชันสูงในพื้นที่จังหวัดน่าน (นครและคณะ, 2548) ดำเนินการที่บ้านห่านทางหลวง ตำบลภูฟ้า อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน วางแผนการทดลองแบบ RCBD มี 5 วิธีกร 3 ซ้ำ วิธีกรประกอบด้วย 1. ปลูกข้าวไร่แบบเกษตรกร มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ โดยใช้หญ้าแฝก 1 แถว ปลูกขวางความลาดชันของพื้นที่ ระยะห่างระหว่างแถบบหญ้าแฝกในแนวราบ 10 เมตร ปลูกข้าวไร่โดยไม่ใส่ปุ๋ย 2. ปลูกข้าวไร่แบบเกษตรกร มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ โดยใช้หญ้าแฝก 1 แถว ปลูกขวางความลาดชันของพื้นที่ ระยะห่างระหว่างแถบบหญ้าแฝก

ในแนวราบ 10 เมตร ปลุกข้าวไร่ ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่ 3. ปลุกข้าวไร่แบบ เกษตรกร มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ โดยใช้หญ้าแฝก 1 แถว ปลุกขวางความลาดชันของพื้นที่ ระยะห่าง ระหว่างแถบหญ้าแฝกในแนวราบ 10 เมตร ปลุกข้าวไร่ ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่ 4. ปลุกข้าวไร่ แบบเกษตรกร มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ โดยใช้หญ้าแฝก 1 แถว ปลุกขวางความลาดชันของพื้นที่ ระยะห่าง ระหว่างแถบหญ้าแฝกในแนวราบ 10 เมตร ปลุกข้าวไร่ ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยคอก อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ 5. ปลุกข้าวไร่แบบเกษตรกร มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ โดยใช้หญ้า แฝก 1 แถว ปลุกขวางความลาดชันของพื้นที่ ระยะห่างระหว่างแถบหญ้าแฝกในแนวราบ 10 เมตร ปลุกข้าว ไร่ ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยคอก อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ ผลการ ทดลองพบว่า ช่วงระยะเวลาการปลูกถั่วลิสงในระบบการปลูกเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำบนพื้นที่สูง ในระบบ ข้าวโพด-ถั่วลิสง ควรปลูกเป็นพืชแซมหรือพืชเลื้อม และควรมีการใส่ปุ๋ยเคมีด้วย การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราต่ำ (ปุ๋ยสูตร 16-20-0 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่) มีแนวโน้มทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีแนวโน้มมีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพด เนื่องจากชุดดินบ้าน จ้อง (Bg) ที่ใช้ในการทดลองนี้ มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำมาก การใส่ปุ๋ยโดโลไมท์อัตราต่ำไม่มีผล ต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวโพด และถั่วลิสงที่ปลูกในระบบ ควรมีการใส่ปุ๋ยโดโลไมท์ในอัตราสูง หรือใส่ตามความต้องการปุ๋ยของดิน หลังการดำเนินงานพบว่าดินมีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมี ค่าพีเอช ของดินเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ดังนั้นการใช้ปุ๋ยโดโลไมท์อัตราต่ำนี้ยังไม่มีผลต่อการลดความเป็นกรดของดิน การใส่ปุ๋ยสูตร 16-20-0 กับข้าวโพด มีแนวโน้มทำให้ปริมาณโพแทสเซียมลดลง เนื่องจากปุ๋ยที่ให้ไม่มี โพแทสเซียม พืชจึงดึงโพแทสเซียมจากดินไปใช้ ในชุดดินบ้านจ้อง (Bg) ที่มีการใช้ประโยชน์มานานมีปัญหา ศัตรูพืชรบกวนพืชที่ปลูกมาก (หนู) มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช มากกว่าปัจจัยอื่น

การศึกษาการปรับปรุงบำรุงดินเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวไร่ ในระบบการปลูกพืชเพื่อการอนุรักษ์ดิน และน้ำบนพื้นที่สูง (นคร, 2551) ดำเนินการที่บ้านผาสุก ตำบลภูฟ้า อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน วางแผนการ ทดลองแบบ RCBD มี 5 วิธีการ 3 ซ้ำ วิธีการประกอบด้วย 1) ปลุกข้าวไร่ในระบบปลูกพืชสลับเป็นแถบ หมุนเวียนกับถั่วดำ 2) ปลุกข้าวไร่ในระบบปลูกพืชหมุนเวียนกับถั่วมะแฮะ 3) ปลุกข้าวไร่แซมด้วยถั่วดำ 4) ปลุกข้าวไร่ ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ สูตร 0-46-0 อัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ 5) ปลุกข้าวไร่ ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ สูตร 0-46-0 อัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ และ ปุ๋ยโดโลไมท์ อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ทุกปี ผลการทดลองพบว่า การปลูกข้าวไร่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ สูตร 0-46-0 อัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ มีแนวโน้มทำให้ผลผลิตข้าวไร่สูงสุด แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลผลิตข้าวไร่ในวิธีการอื่นที่ใช้ในการทดลองนี้ การใช้ปุ๋ย โดโลไมท์ อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมีไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวไร่เมื่อ เปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว การปลูกข้าวไร่เลื้อมด้วยถั่วพุ่มดำโดยไม่ใส่ปุ๋ยเคมี มีแนวโน้มทำให้ การเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวไร่สูงขึ้นเมื่อปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง การปลูกข้าวไร่หมุนเวียนกับถั่วมะแฮะ โดยไม่ใส่ปุ๋ยเคมี ทำให้ปริมาณวัชพืชลดลง แก้ไขปัญหาการเผาเศษวัชพืช และควบคุมศัตรูพืช ปัญหาศัตรูพืชมี ผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวไร่ ตลอดจนการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างยั่งยืนมากกว่าปัจจัยด้านการ เสื่อมโทรมของดิน การจัดการดินต่างกันทำให้สมบัติทางเคมีที่สำคัญของดินที่ระดับ 0-15 เซนติเมตร

เปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ดินยังมีสภาพเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดจัดมาก ปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับปานกลาง ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูง

การศึกษาระยะห่างที่เหมาะสมของคูรับน้ำขอบเขาเพื่อปลูกข้าวไร่บนพื้นที่สูง ในพื้นที่จังหวัดน่าน (วันรัก และคณะ, 2557) ปัญหาของระยะห่างของคูรับน้ำขอบเขา ซึ่งเกษตรกรมีความเห็นว่าการขุดคูรับน้ำขอบเขา จะเป็นการเสียพื้นที่ทำการเกษตรของตนเอง และเสียค่าใช้จ่ายในการขุดคูรับน้ำขอบเขาที่ค่อนข้างสูง และไม่คุ้มกับการลงทุน คูรับน้ำขอบเขา เป็นการทำคูรับน้ำตามแนวระดับขวางความลาดเท ปัญหาของคูรับน้ำขอบเขาบนพื้นที่สูง คือ การเสียพื้นที่เพาะปลูก เนื่องจากสร้างคูรับน้ำขอบเขาในแนวตั้ง 1.5 - 3.0 เมตร ซึ่งมีระยะห่างระหว่างคูรับน้ำขอบเขาในแนวราบแคบ 10-12 เมตร จึงทำการศึกษาระยะห่างที่เหมาะสมของ คูรับน้ำขอบเขาเพื่อปลูกข้าวไร่บนพื้นที่สูงในพื้นที่จังหวัดน่าน ฤดูปลูกปี พ.ศ. 2554 2555 และ 2556 โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design มีจำนวน 4 ซ้ำ 4 วิธีการ ประกอบด้วย ปลูกข้าวไร่ ไม่มีคูรับน้ำขอบเขา ปลูกข้าวไร่และมีคูรับน้ำขอบเขา โดยมีระยะห่างคูรับน้ำขอบเขาในแนวตั้ง 3 เมตร 6 เมตร และ 9 เมตร ผลการทดลองพบว่า ระยะห่างคูรับน้ำขอบเขาที่ระดับต่างๆ ไม่มีผลต่อสมบัติทางกายภาพของดิน โดยความหนาแน่นรวมของดินลดลงทุกวิธีการจาก 1.61 เป็น 1.29 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ในด้านสมบัติทางเคมีของดิน ความเป็นกรดเป็นด่างของดินในทุกวิธีการเพิ่มสูงขึ้นจาก 4.26-4.40 เป็น 5.37-5.67 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินทุกวิธีการลดลงจาก 2.53-2.73 เป็น 2.24-2.54 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ทุกวิธีการ มีค่าเพิ่มสูงขึ้นจาก 2.49-3.04 เป็น 15.07-22.58 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนโพแทสเซียมที่สกัดได้มีค่าลดลงจาก 45.44-60.35 เป็น 40.15-51.16 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในส่วนของปริมาณการสูญเสียดิน พบว่า การใช้คูรับน้ำขอบเขา ที่มีระยะห่างในแนวตั้ง 3 6 หรือ 9 เมตร มีปริมาณตะกอนต่ำกว่าการไม่มีคูรับน้ำขอบเขา อย่างมีนัยสำคัญ โดยมีปริมาณตะกอนดิน 653 627 621 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ในขณะที่วิธีไม่มีคูรับน้ำขอบเขามีปริมาณตะกอนสูงถึง 1,329 กิโลกรัมต่อไร่ ด้านการสูญเสียธาตุอาหารที่ติดไปกับตะกอนดิน การใช้ระยะห่างคูรับน้ำขอบเขาในแนวตั้ง 6 เมตร มีการสูญเสียอินทรีย์วัตถุต่ำสุด 2.88 เปอร์เซ็นต์ สูญเสียฟอสฟอรัสต่ำ 81.75 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และสูญเสียโพแทสเซียมต่ำ 83.25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และต่ำกว่าวิธีไม่มีคูรับน้ำขอบเขาอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ระยะห่างคูรับน้ำขอบเขาที่ระดับต่าง ๆ ไม่มีผลต่อความสูงของข้าวไร่ และไม่แตกต่างกันทางสถิติ ระหว่างการมีคูรับน้ำขอบเขาหรือไม่มีคูรับน้ำขอบเขา โดยข้าวไร่ที่ปลูกในพื้นที่ที่มีคูรับน้ำขอบเขามีความสูงเฉลี่ย 106-108 เซนติเมตร ใกล้เคียงกับวิธีไม่มีคูรับน้ำขอบเขา (106 เซนติเมตร) การใช้ระยะห่างระหว่างคูรับน้ำขอบเขาในแนวตั้ง 6 เมตร ให้เปอร์เซ็นต์เมล็ดดีเฉลี่ยสูงสุด 89.25 เปอร์เซ็นต์ และให้ผลผลิตข้าวไร่เฉลี่ยสูงสุด 342 กิโลกรัมต่อไร่ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับวิธีไม่มีคูรับน้ำขอบเขา (304 กิโลกรัมต่อไร่) ระยะห่างคูรับน้ำขอบเขาในแนวตั้ง 6 เมตร เสียพื้นที่ในการขุดคูรับน้ำขอบเขาเพียง 10 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ 1 ไร่ ด้านผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ ค่าใช้จ่ายต้นทุนผันแปรที่ได้รับเฉลี่ยระหว่างปี 2554-2556 เมื่อหักมูลค่าของดินที่สูญเสียและธาตุอาหารที่สูญเสียไปกับตะกอนดิน พบว่า การปลูกข้าวไร่และมีคูรับน้ำขอบเขาที่มีระยะห่างของคูรับน้ำขอบเขาในแนวตั้ง 6 เมตร ให้กำไรสุทธิสูงสุด 928 บาทต่อไร่ สูงกว่าวิธีไม่มีคูรับน้ำขอบเขา ที่ได้กำไรสุทธิ 757 บาทต่อไร่ ดังนั้น ระยะห่างในแนวตั้งที่เหมาะสมสำหรับคูรับน้ำขอบเขา คือ 6 เมตร ในการใช้เป็นมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำบนพื้นที่สูงเพื่อปลูกข้าวไร่

การใช้ประโยชน์ชุดตรวจดินภาคสนามกรมพัฒนาที่ดินสำหรับให้คำแนะนำปุ๋ยสำหรับการปลูกข้าวในจังหวัดแพร่ และ น่าน (สุนิย์รัตน์ และคณะ, 2558) กรมพัฒนาที่ดินได้พัฒนาชุดตรวจสอบดินภาคสนาม (LDD Soil Test Kit) เพื่อใช้แทนชุดตรวจดินภาคสนามที่ผลิตโดยองค์กรอื่น จึงได้มีการศึกษาการใช้ประโยชน์ชุดตรวจดินภาคสนามกรมพัฒนาที่ดินสำหรับให้คำแนะนำปุ๋ยสำหรับการปลูกข้าวพันธุ์ กข. 6 ในจังหวัดน่าน เพื่อศึกษาแนวทางการใช้ LDD Soil Test Kit ที่เหมาะสมสำหรับใช้ประเมินอัตราการใช้ปุ๋ยสำหรับการปลูกข้าว และศึกษาการเจริญเติบโต ผลผลิต และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ ดำเนินการในปี พ.ศ. 2556-2558 วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design มีจำนวน 4 ซ้ำ 6 วิธีการ ประกอบด้วย 1. ควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยทุกชนิด) 2. ใส่ปุ๋ยตามวิธีการและอัตราที่เกษตรกรเคยปฏิบัติ 3. ประเมินอัตราปุ๋ยจากค่าวิเคราะห์ดินโดยใช้เกณฑ์ของกรมวิชาการเกษตร 4. ประเมินอัตราปุ๋ยจากค่าวิเคราะห์ดินโดยใช้ปริมาณการดูดใช้ไนโตรเจนของพืชร่วมกับการปลดปล่อยไนโตรเจนจากอินทรีย์วัตถุในดินและประสิทธิภาพการดูดใช้ไนโตรเจนของพืชที่ 50 เปอร์เซ็นต์ และค่าวิกฤตของฟอสฟอรัสในดินที่ 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และค่าวิกฤตโพแทสเซียมในดิน 80 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมเป็นเกณฑ์ 5. อัตราปุ๋ยสูงสุดตามเกณฑ์ของกรมวิชาการเกษตร 6. ประเมินอัตราปุ๋ยโดยใช้ค่าวิเคราะห์ดินจากชุดตรวจสอบดินภาคสนาม (LDD Soil Test Kit) โดยใช้เกณฑ์ของกรมวิชาการเกษตร การศึกษาพบว่า ข้าวพันธุ์ กข. 6 มีการตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยเคมีแต่ละอัตราอย่างมีนัยสำคัญ โดยวิธีการที่ 4 ทำให้ได้ผลผลิตข้าวดีที่สุด 752 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับวิธีการที่ 2 3 5 และ 6 ให้ผลผลิต 717,611,712 และ 739 กิโลกรัมต่อไร่ แต่เมื่อคิดผลตอบแทนทางด้านเศรษฐกิจในวิธีการที่ 6 ได้ผลตอบแทนสุทธิ 5,572 บาทต่อไร่และมีอัตราส่วนของผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C ratio) 1.38 ซึ่งมีค่ามากกว่า 1 แสดงว่าเหมาะสมในการเลือกลงทุน ดังนั้น การประเมินอัตราปุ๋ยโดยใช้ค่าวิเคราะห์ดินจากชุดตรวจสอบดินภาคสนาม (LDD Soil Test Kit) มีความเหมาะสมในการที่เกษตรกรจะเลือกใช้ในการประเมินการใส่ปุ๋ยในนาข้าวเพื่อลดต้นทุนและเพิ่มผลผลิตได้

การจัดการดินเพื่อปลูกยางพาราในกลุ่มชุดดินที่ 29 จังหวัดน่าน โครงการนำร่องการผลิตพืชตามเขตการใช้ที่ดินพืชเศรษฐกิจ เพื่อพัฒนาขีดความสามารถในการแข่งขันประชาคมอาเซียน (ฉัตรนภา, 2558) ดินมีความเหมาะสมปานกลาง สำหรับปลูกยางพารา (S2) ดำเนินการในพื้นที่ บ้านใหม่ น้ำแก่น หมู่ที่ 3 ตำบลน้ำแก่น อำเภอกู่เพียง จังหวัดน่าน โดยเป็นยางพาราพันธุ์ RRIM600 วางแผนการทดลองแบบ Observation Trial ประกอบด้วย 5 วิธีการ วิธีการที่ 1 วิธีเกษตรกร วิธีการที่ 2 วิธีเกษตรกรกับน้ำหมักชีวภาพ วิธีการที่ 3 การใช้ปุ๋ยตามโปรแกรมดินไทยกับน้ำหมักชีวภาพ วิธีการที่ 4 การใช้ปุ๋ยตามโปรแกรมการใช้ปุ๋ยรายแปลงกับน้ำหมักชีวภาพ วิธีการที่ 5 การใช้ปุ๋ยตามคำแนะนำในห้องปฏิบัติการกับน้ำหมักชีวภาพ ผลการทดลองพบว่า ในปีที่ 1 วิธีการที่ 4 การใช้ปุ๋ยตามโปรแกรมการใช้ปุ๋ยรายแปลงกับน้ำหมักชีวภาพจะให้ผลผลิตสูงสุด 1,494 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาได้แก่ ดำรับการทดลองที่ 3 2 5 และ 1 ตามลำดับ และมีความแตกต่างกันทางสถิติ ผลตอบแทนทางด้านเศรษฐกิจ วิธีการที่ 4 การใช้ปุ๋ยตามโปรแกรมการใช้ปุ๋ยรายแปลงกับน้ำหมักชีวภาพจะให้ผลตอบแทนเป็นรายได้สุทธิมากที่สุดเท่ากับ 17,008 บาทต่อไร่ ในปีที่ 2 วิธีการที่ 4 การใช้ปุ๋ยตามโปรแกรมการใช้ปุ๋ยรายแปลงกับน้ำหมักชีวภาพจะให้ผลผลิตสูงสุด 1,453 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาได้แก่ ดำรับการทดลองที่ 3 5 2 และ 1 ตามลำดับ และมีความแตกต่างกันทางสถิติ ผลตอบแทนทางด้านเศรษฐกิจ วิธีการที่ 4 การใช้ปุ๋ยตามโปรแกรมการใช้ปุ๋ยรายแปลงกับน้ำหมักชีวภาพจะให้ผลตอบแทน

เป็นรายได้สุทธิมากที่สุดเท่ากับ 15,460 บาทต่อไร่ ดังนั้นแนวโน้มผลลง 2 ปี การทดลองวิธีการที่ 4 การใช้ปุ๋ยตามโปรแกรมใช้ปุ๋ยรายแปลงกับน้ำหมักชีวภาพ ให้ผลผลิตและผลตอบแทนสูงสุด สามารถใช้คำแนะนำขยายผลสู่เกษตรกรต่อไป

การทดลองเชิงสถิติและการยอมรับการใช้หญ้าแฝกและแถบพีชนุรักษ์ร่วมกับพืชเศรษฐกิจแบบเกษตรกรรมมีส่วนร่วมในระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสมในเขตพัฒนาที่ดินตามโครงการเฉลิมพระเกียรติ (ภรภัทร และคณะ, 2558) ดำเนินการที่ ตำบลบ่อแก้ว อำเภอนาหมื่น จังหวัดน่าน กลุ่มชุดดินที่ 62 ระหว่างปี 2556-2558 วิธีการศึกษาสัมภาษณ์เกษตรกรจำนวน 60 ราย วางแผนการทดลองแบบสังเกตการณ์ (Observation trial) 5 วิธีการ ประกอบด้วย 1) ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ 2) คุ้รับน้ำขอบเขา 3) คุ้รับน้ำขอบเขา+ปลูกถั่วพุ่มดำเหลืองฤดู 4) คุ้รับน้ำขอบเขา+ปลูกหญ้าแฝกบนคันดิน และ 5) คุ้รับน้ำขอบเขา+ปลูกหญ้าแฝก บนคันดิน+ปลูกถั่วพุ่มดำเหลืองฤดู พื้นที่แปลงทดลองเชิงสถิติมีความลาดชัน 35-40 เปอร์เซ็นต์ วัตถุประสงค์เพื่อประเมินการสูญเสียดินวิธีการที่เกษตรกรมีความสนใจ และศึกษาการยอมรับของเกษตรกรต่อการใช้หญ้าแฝกในระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสมในเขตพัฒนาที่ดินทั้งลุ่มน้ำกั้น อำเภอนาหมื่น จังหวัดน่าน ผลการทดลองพบว่าหลังสิ้นสุดการทดลองปีที่ 3 วิธีการที่มีคันคุ้รับน้ำขอบเขาร่วมกับหญ้าแฝก วิธีการ ที่มีคันคุ้รับน้ำขอบเขาร่วมกับหญ้าแฝกและถั่วพุ่มดำทำให้สมบัติทางกายภาพดินดีขึ้น โดยความหนาแน่นรวมดินเฉลี่ยทุกระดับความลึกลดลงจาก 1.30 เป็น 1.22 จาก 1.35 เป็น 1.20 กรัมต่อลูกบาศก์ เซนติเมตร ส่วนวิธีการที่ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีแนวโน้มความหนาแน่นรวมของดินเพิ่มขึ้น ด้านความชื้นในดิน พิจารณาการทดลองทั้ง 3 ปี พบว่าความชื้นในดินทั้ง 3 ระดับ 0-15 15-30 และ 30-50 เซนติเมตร มีค่าอยู่ ในช่วง 14.72-16.89 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธีการที่ปลูกหญ้าแฝกเป็นแถบอนุรักษ์ดิน และปลูกถั่วพุ่มดำคลุมดิน มี ปริมาณความชื้นต่ำที่สุด 14.72 เปอร์เซ็นต์ ด้านสมบัติทางเคมีของดิน ค่าพีเอชทุกวิธีการเพิ่ม สูงขึ้น จาก 4.81-5.23 เป็น 5.11-5.54 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินเฉลี่ยทุกระดับความลึก ทุกวิธีการเพิ่ม สูงขึ้น จาก 2.13-2.57 เป็น 2.81-3.03 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินเฉลี่ยทุกระดับความลึก และทุกวิธีการเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเทียบกับก่อนการทดลอง จาก 1.0-4.0 เป็น 3.32-6.04 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน มีค่าลดลงจาก 45.0-379.0 เป็น 47.22-67.89 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ด้านปริมาณการสูญเสียดินเฉลี่ย 3 ปี วิธีการปลูกหญ้าแฝกร่วมกับคันคุ้รับน้ำขอบเขาเป็น แถบพีชนุรักษ์ดิน มีปริมาณการสูญเสียดินได้ต่ำที่สุด 456.02 กิโลกรัมต่อไร่ และวิธีการไม่มีระบบอนุรักษ์ดิน และน้ำ มีปริมาณ การสูญเสียดินสูงที่สุด 680.11 กิโลกรัมต่อไร่ ด้านผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เฉลี่ย 3 ปี วิธีการมีคันคุ้รับน้ำขอบเขาร่วมกับปลูกหญ้าแฝกและปลูก ถั่วพุ่มดำเหลืองฤดู มีแนวโน้มให้ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สูงสุด 811.56 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนวิธีการมีคันคุ้รับน้ำ ขอบเขาร่วมกับปลูกหญ้าแฝกบนคันดิน ให้ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่ำสุด 765.22 กิโลกรัมต่อไร่ ทางด้าน ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ เมื่อพิจารณา จากค่าใช้จ่ายต้นทุนผันแปร และผลตอบแทน ทางเศรษฐกิจที่ได้รับ เฉลี่ยระหว่างปี 2554-2556 เมื่อคำนวณ ค่าปุ๋ยเคมีที่สูญเสียไปกับตะกอนดิน และต้องซื้อปุ๋ยเคมีทดแทน ในปี ต่อไป พบว่าวิธีการที่มีคันคุ้รับน้ำขอบ เขาร่วมกับปลูกหญ้าแฝกบนคันดิน ให้กำไรสุทธิสูงสุด 1,976.55 บาทต่อไร่ ให้กำไรสุทธิสูงกว่าวิธีไม่มีระบบ อนุรักษ์ดินและน้ำที่ได้กำไรสุทธิ 1,539.65 บาทต่อไร่ ด้านการยอมรับของเกษตรกร เกษตรกรยอมรับวิธีการ

ที่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำร่วมกับปลูกหญ้าแฝก และปลูกถั่วพุ่มดำเหลืองฤดูข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อยู่ในระดับมาก ($X=2.42$)

โครงการผลกระทบของการเปลี่ยนพื้นที่ปลูกพืชไร่เป็นพื้นที่ปลูกยางพาราบนพื้นที่ลาดชันในพื้นที่ลุ่มน้ำน่าน (วันวิสาข์ และคณะ, 2558) โดยเลือกตัวแทนพื้นที่ศึกษา คือ พื้นที่ห้วยกก ลุ่มน้ำย่อยลุ่มน้ำมวบ ลุ่มน้ำสาขาน้ำยาว (2) ตำบลดู่พงษ์ อำเภอสันติสุข จังหวัดน่าน สภาพพื้นที่ศึกษามีปริมาณน้ำฝนรวมของปี 2557 เท่ากับ 1,562 มิลลิเมตรโดยมีปริมาณน้ำฝนสูงสุดในเดือนสิงหาคม รวม 362 มิลลิเมตรทรัพยากรดินที่พบในพื้นที่ศึกษานี้ ได้แก่ ชุดดินวังสะพุง ชุดดินบ้านจ้อง และชุดดินลี ปัญหาของดินทางด้านการเกษตรกรรมในจังหวัดน่านที่สำคัญคือ การกร่อนของดิน ดินตื้น และดินบนพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน เกษตรกรตำบลดู่พงษ์ ส่วนใหญ่ได้มากจากผลผลิตทางการเกษตร ได้แก่ พืชไร่ ไม้ผล พืชผัก ปศุสัตว์ เป็นหลัก ส่วนผลผลิตข้าวจะเก็บไว้บริโภคในครัวเรือน การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากการปลูกข้าวโพดมาเป็นยางพาราบนพื้นที่ลาดชันเพิ่มมากขึ้นเห็นได้จากการเปรียบเทียบกับแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยน้ำมวบ ปี 2555 กับปี 2550 พบว่า พื้นที่นาข้าวในปี 2555 ลดลง 1.5 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับพื้นที่นาข้าวในปี 2550 พื้นที่ปลูกพืชไร่ ลดลง 19.8 เปอร์เซ็นต์ ไม้ยืนต้น เพิ่มขึ้น 138.0 เปอร์เซ็นต์ พื้นที่ปลูกยางพารา เพิ่มขึ้น 483.4 เปอร์เซ็นต์ ไม้ผล ลดลง 11.2 เปอร์เซ็นต์ ไร่นาถั่วเขียว เพิ่มขึ้น 38.9 เปอร์เซ็นต์ ป่าผลัดใบรอสภาพพื้นที่ฟู ลดลง 56.5 เปอร์เซ็นต์ ป่าผลัดใบสมบูรณ์ ลดลง 27.2 เปอร์เซ็นต์ โดยเกษตรกรที่ปลูกยางพารามีต้นทุนประมาณ 7,200 บาทต่อไร่ ดำเนินการปลูกโดยใช้พันธุ์ RRIM 600 ผลการศึกษาการเปลี่ยนพืชที่ปลูกพืชไร่เป็นยางพาราบนพื้นที่ลาดชันได้สรุปว่า การปลูกยางพาราเชิงเดี่ยวบนพื้นที่ลาดชันโดยไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำไม่ได้ช่วยลดการสูญเสียหน้าดิน น้ำไหลบ่า และการสูญเสียธาตุอาหารในดินเมื่อเปรียบเทียบกับปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ร่วมกับระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ซึ่งพบว่าการปลูกยางพาราเชิงเดี่ยวไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำมีการสูญเสียหน้าดิน น้ำไหลบ่า และธาตุอาหารในดินมากที่สุดเมื่อเทียบกับรูปแบบการปลูกพืชอื่นๆ ทั้งนี้เนื่องจากในช่วงยางพาราอายุ 1-5 ปี ต้นยางพารามีขนาดเล็กทำให้พื้นที่ปกคลุมดินต่ำกว่าการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ดังนั้นการลดผลกระทบจากการชะล้างพังทลายที่เกิดขึ้นดังกล่าวสามารถทำได้โดยใช้ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ เช่น ชั้บันไคดิน การปลูกพืชแซมยางพารา การปลูกพืชคลุมดิน หรือไม่ต้องกำจัดวัชพืชตลอดทั้งปีในช่วงการปลูกยางพาราในช่วงแรก 1-5 ปี เมื่อประเมินมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) ของระบบอนุรักษ์ดินและน้ำจำนวน 4 มาตรการ ในบริเวณพื้นที่ลาดชันของตำบลดู่พงษ์ อำเภอสันติสุข จังหวัดน่าน สรุปได้ว่าการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และการทำสวนยางพาราบนพื้นที่ลาดชัน (มาตรการ T4) ภายใต้ระยะเวลาดำเนินการ 20 ปี ให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิสูงสุดเท่ากับ 36,757.69 บาทต่อไร่ ซึ่งเป็นมาตรการที่มีประสิทธิภาพในการลดการชะล้างพังทลายของดิน โดยทำให้เกิดมูลค่าของผลตอบแทนจากการลดการชะล้างพังทลายของหน้าดินมากกว่ามาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีอื่น อันมีมูลค่าปัจจุบันเท่ากับ 14,175.53 บาทต่อไร่ อย่างไรก็ตามแม้ว่าการปลูกยางพาราร่วมกับการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (มาตรการ T4) จะให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิสูงสุดแต่ผลการศึกษาทัศนคติของเกษตรกรกลุ่มตัวอย่าง พบว่ามีเพียงร้อยละ 2.86 เท่านั้นที่เลือกมาตรการปลูกยางพาราร่วมกับการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ขณะที่ ร้อยละ 47.62 ของเกษตรกรกลุ่มตัวอย่างเลือกมาตรการปลูกยางพาราระหว่างชั้นบันไคดิน (มาตรการ T2) โดยมีความเห็นว่าการทำชั้นบันไคดินทำให้เกิดความสะดวกในการกรีดยาง อีกทั้งมีทัศนคติที่ว่าชั้นบันไคดินทำ

หน้าที่ชะลอน้ำไหลบ่าหน้าดินและสามารถรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดิน อย่างไรก็ตาม การตัดสินใจเลือกมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่แต่ละแห่ง อาจไม่ได้พิจารณาถึงเฉพาะมูลค่าปัจจุบันสุทธิของมาตรการทางเลือกแค่เพียงเท่านั้น เนื่องจากการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อม ซึ่งไม่ได้ครอบคลุมผลกระทบในทุกด้าน โดยเฉพาะการตัดสินใจเชิงนโยบายต้องคำนึงถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นกับกลุ่มผู้ที่เกี่ยวข้องทุกภาคส่วน รวมถึงประเด็นเรื่องความเป็นธรรมทางสังคมของการใช้ทรัพยากรภายในท้องถิ่น โดยเฉพาะการส่งเสริมมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่เกษตรที่อยู่ในบริเวณพื้นที่ลาดชันและบริเวณพื้นที่ต้นน้ำ จากการประเมินอัตราน้ำไหลบ่าสูงสุดและปริมาณน้ำไหลบ่าสรุปได้ว่าการเปลี่ยนพื้นที่ลาดชันหรือพื้นที่ป่าต้นน้ำเป็นการปลูกยางพาราทำให้อัตราน้ำไหลบ่าสูงและปริมาณน้ำไหลเพิ่มมากขึ้นเมื่อเทียบกับป่าธรรมชาติ ซึ่งเป็นการลดลงของปริมาณน้ำใต้ดินในบริเวณนี้ เป็นสาเหตุสำคัญอันหนึ่งที่ทำให้เกิดปัญหาอุทกภัยในช่วงฤดูฝนและการขาดแคลนน้ำใช้ในช่วงฤดูแล้ง ดังนั้นสวนยางพาราจึงไม่สามารถใช้แทนป่าธรรมชาติได้ ดังนั้นควรมีกลยุทธ์ในการสร้างการมีส่วนร่วมของเกษตรกรผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในการใช้ประโยชน์ที่ดินในเขตพื้นที่ลาดชัน และพื้นที่ต้นน้ำ โดยมีแนวทางในการร่วมกันจัดทำแผนพัฒนาพื้นที่ต้นน้ำโดยภาครัฐ ควรมีการส่งเสริมและประชาสัมพันธ์เพื่อสื่อสารกับเกษตรกร ชุมชน ผู้นำชุมชน ผู้ใช้ประโยชน์พื้นที่ต้นน้ำและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียให้รับทราบและเข้าใจในการจัดทำแผนพัฒนาพื้นที่ดังกล่าว มีการจัดเวทีประชาคมเพื่อให้เกษตรกรสามารถสะท้อนปัญหาและหาแนวทางการแก้ไขเพื่อจัดทำโครงการร่วมกันระหว่างผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ภาครัฐ และภาคเอกชน ซึ่งควรส่งเสริมให้ภาคเอกชนเข้ามามีบทบาทในการดำเนินงาน ในการผลักดันเรื่องการตลาด และปัจจัยการผลิต รูปแบบการผลิตที่ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม

การศึกษาผลของถ่านชีวภาพต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์บนพื้นที่ลาดเท ในกลุ่มชุดดินที่ 55 จังหวัดน่าน(दनัยและวิวัฒน์, 2563) บ้านโป่งคำ หมู่ที่ 5 ตำบลคูพงษ์ อำเภอสันติสุข จังหวัดน่าน ระหว่างปี พ.ศ. 2562-2563 โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ 6 ตำรับการทดลอง ได้แก่ แปลงควบคุม (T1) การใช้ถ่านชีวภาพ อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ (T2) การใช้ถ่านชีวภาพ อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ (T3) การใช้ถ่านชีวภาพ อัตรา 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ (T4) การใช้ปุ๋ยหมัก อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ (T5) และการใช้ปุ๋ยหมัก อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ (T6) ผลการทดลอง พบว่า หลังสิ้นสุดการทดลอง สมบัติของดินมีการเปลี่ยนแปลง โดยค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) เพิ่มขึ้นในทุกตำรับการทดลอง โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 5.1-5.4 ปริมาณอินทรีย์วัตถุเพิ่มขึ้นอยู่ระหว่าง 2.41-2.92 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินเพิ่มขึ้นอยู่ระหว่าง 5.4-16.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียมที่สกัดได้ในดินเพิ่มขึ้นอยู่ระหว่าง 71.0-141.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แคลเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินเพิ่มสูงขึ้นอยู่ระหว่าง 243.7-448.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินเพิ่มสูงขึ้นอยู่ระหว่าง 104.9-183.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จากค่าความสูงของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ทั้ง 2 ปี พบว่า การใช้ถ่านชีวภาพและปุ๋ยหมักในอัตราต่าง ๆ และไม่ใช้ถ่านชีวภาพไม่ทำให้ความสูงแตกต่างกันทางสถิติ สำหรับผลผลิตที่ได้ทั้ง 2 ปี พบว่า การใช้ถ่านชีวภาพและปุ๋ยหมักในอัตราต่าง ๆ มีแนวโน้มทำให้ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เพิ่มขึ้น โดยการใช้ถ่านชีวภาพ อัตรา 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีผลผลิตสูงที่สุดเท่ากับ 1,120.33 กิโลกรัมต่อไร่ (ในฤดูปลูกที่ 2) แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทุกตำรับการทดลอง

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินกับปริมาณน้ำท่าผิวดินในพื้นที่ลุ่มน้ำน่าน (दनय, 2564) ได้รวบรวมข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินกับปริมาณน้ำท่า และวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยแบบจำลอง SWAT ในปี พ.ศ.2550 2552 2555 2559 และ 2561 โดยแบ่งการใช้ประโยชน์ที่ดินออกเป็น 5 ประเภท คือ พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่เบ็ดเตล็ด พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง และพื้นที่แหล่งน้ำ ผลการศึกษา พบว่า การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝน ทั้งจังหวัดน่าน (เฉลี่ยทั้ง 2 สถานี) ระหว่างเดือนเมษายนถึงเดือนกันยายนมีปริมาณน้ำฝนสะสมเฉลี่ยรายเดือนสูง (โดยเฉลี่ยมีปริมาณน้ำฝนสะสมสูงกว่า 100 มิลลิเมตร) โดยเดือนกรกฎาคม มีปริมาณน้ำฝนสะสมเฉลี่ยรายเดือนสูงถึง 266.30 มิลลิเมตร ในขณะที่ระหว่างเดือนตุลาคมถึงเดือนมีนาคมมีปริมาณน้ำฝนสะสมเฉลี่ยรายเดือนต่ำ (โดยเฉลี่ยมีปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนต่ำกว่า 100 มิลลิเมตร) โดยเฉพาะเดือนกุมภาพันธ์มีปริมาณน้ำฝนสะสมเฉลี่ยรายเดือนเพียง 5.37 มิลลิเมตร สำหรับปริมาณน้ำฝนสะสมเฉลี่ยรายปีเท่ากับ 1,284.33 มิลลิเมตร ปริมาณน้ำฝนสะสมเฉลี่ยรายปีสูงสุด และปริมาณน้ำฝนสะสมเฉลี่ยรายปีต่ำสุด เท่ากับ 2,083.70 มิลลิเมตร (พ.ศ. 2554) และ 943.60 มิลลิเมตร (พ.ศ. 2552) ตามลำดับ การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินของจังหวัดน่าน โดยใช้ข้อมูลการใช้ที่ดิน ปี พ.ศ. 2550 เป็นฐานเพื่อเปรียบเทียบโดยการซ้อนทับทางคณิตศาสตร์ (Intersection) ด้วยข้อมูลการใช้ที่ดิน ปี พ.ศ. 2561 พบว่า พื้นที่เกษตรกรรม (A) เพิ่มขึ้น 50.91 เปอร์เซ็นต์ พื้นที่ป่าไม้ (F) ลดลง 16.17 เปอร์เซ็นต์ พื้นที่เบ็ดเตล็ด (M) ลดลง 52.08 เปอร์เซ็นต์ พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (U) เพิ่มขึ้น 16.44 เปอร์เซ็นต์ และพื้นที่แหล่งน้ำ (W) เพิ่มขึ้น 16.94 เปอร์เซ็นต์ การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน จำนวน 5 สถานี ได้แก่ สถานี N1, N13A, N49, N64 และ N65 ทุกสถานีมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีลดลง ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคมจากทั้ง 5 กรณี โดยปริมาณน้ำท่าที่พิจารณาเป็นปริมาณน้ำท่า สำหรับปี พ.ศ.2550 พ.ศ.2552 พ.ศ.2555 พ.ศ.2559 และพ.ศ.2561 สำหรับกรณีที่ 1 กรณีที่ 2 กรณีที่ 3 กรณีที่ 4 และกรณีที่ 5 ตามลำดับ ซึ่งพบว่า กรณีที่ 1 มีปริมาณน้ำท่ามากที่สุด รองลงมา เป็นกรณีที่ 2 กรณีที่ 3 กรณีที่ 4 และกรณีที่ 5 ตามลำดับ

การศึกษาการใช้หญ้าแฝกแทนคันดินที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของยางพาราในเขตพัฒนาที่ดินลุ่มน้ำแหง อำเภอนาน้อย จังหวัดน่าน (มัลลิกาและคณะ, 2560) ดำเนินการบ้านใหม่มงคล อำเภอนาน้อย จังหวัดน่านอยู่ในกลุ่มชุดดินที่ 55 ชุดดินวังสะพุง (Wang Saphung series: Ws) ระยะเวลาในการดำเนินการ ปี พ.ศ. 2558-2560 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของแถบหญ้าแฝกที่ปลูกเป็นแถบพืชนุรักษ์ดินและน้ำที่มีต่อการเจริญเติบโตของยางพาราและศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางเคมี และกายภาพของดิน ในการใช้แถบหญ้าแฝกเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำในระบบการปลูกยางพาราเปรียบเทียบกับการใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำอย่างอื่นวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design มีจำนวน 5 วิธีการ3 ซ้ำ ดังนี้วิธีการที่ 1 ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ ในพื้นที่ปลูกยางพาราวิธีการที่ 2 คันดินแบบ 5 เป็นมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ ในพื้นที่ปลูกยางพาราวิธีการที่ 3 ใช้แถบหญ้าแฝกเป็นมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่ปลูกยางพาราวิธีการที่ 4 ใช้คันดินแบบ 5 สลับกับแถบหญ้าแฝก เป็นมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ ในพื้นที่ปลูกยางพาราวิธีการที่ 5 ใช้คันดินแบบ 5 เป็นมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ และมีการปลูกหญ้าแฝกบนสันคันดินในพื้นที่ปลูกยางพารา ผลการทดลองพบว่าแถบหญ้าแฝกที่ปลูกเป็นแถบพืชนุรักษ์ดินและน้ำ มีแนวโน้ม

ความสูงยางพาราเฉลี่ย 3 ปี (ปี พ.ศ. 2558-2560) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ มีความสูงระหว่าง 71.80-209.27 เซนติเมตร วิธีการที่ 3 ใช้แถบหญ้าแฝกเป็นมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่ปลูกยางพารามีความสูงเท่ากับ 209.27 เซนติเมตรซึ่งมากกว่าวิธีอื่นๆ รองลงมาวิธีการที่ 5 ใช้คันดินแบบ 5 เป็นมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ และมีการปลูกหญ้าแฝกบนสันคันดินในพื้นที่ปลูกยางพารามีความสูงเท่ากับ 206.67 วิธีการที่ 2 คันดินแบบ 5 เป็นมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ ในพื้นที่ปลูกยางพารา มีความสูงเท่ากับ 200.67 เซนติเมตร และวิธีการที่ 4 มีความสูงเท่ากับ 193.67 เซนติเมตร ส่วนวิธีการที่ 1 ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่ปลูกยางพารา มีความสูงน้อยที่สุดซึ่งมีค่าเท่ากับ 182.50 เซนติเมตร ส่วนเส้นรอบวงยางพาราพบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติวิธีการที่ 3 ใช้แถบหญ้าแฝกเป็นมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่ปลูกยางพารามีแนวโน้มนขนาดเส้นรอบวงยาวที่สุดมีขนาดเท่ากับ 7.37 เซนติเมตรตามลำดับส่วนวิธีการที่ 1 ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ ในพื้นที่ปลูกยางพารามีขนาดเส้นรอบวงน้อยที่สุดมีขนาด 5.97 เซนติเมตร มีทรงพุ่มมีแนวโน้มนเพิ่มขึ้นทุกวิธีการ โดยวิธีการที่ 5 ใช้คันดินแบบ 5 เป็นมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ และมีการปลูกหญ้าแฝกบนสันคันดินในพื้นที่ปลูกยางพารามีความกว้างของทรงพุ่มมากที่สุด แถบหญ้าแฝกที่ปลูกเป็นแถบพืชอนุรักษ์ดินและน้ำมีผลต่อการเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุและมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญโดยวิธีการที่ 5 การใช้คันดินแบบที่ 5 เป็นมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำและมีการปลูกหญ้าแฝกบนสันคันดินในพื้นที่ปลูกยางพารา มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงสุดเท่ากับ 3.71 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา วิธีการที่ 4 ใช้คันดินแบบ 5 สลับกับแถบหญ้าแฝก เป็นมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่ปลูกยางพาราเท่ากับ 3.67 เปอร์เซ็นต์ ส่วนวิธีการที่ 1 ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ ในพื้นที่ปลูกยางพารามีปริมาณอินทรีย์วัตถุน้อยที่สุด เปอร์เซ็นต์ความชื้นระดับ 0-15 เซนติเมตรและความชื้นระดับ 15-40 เซนติเมตรมีแนวโน้มนเพิ่มขึ้นในทุก ๆ ปีพบว่าวิธีการที่ 4 ใช้คันดินแบบ 5 สลับกับแถบหญ้าแฝก เป็นมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่ปลูกยางพาราและวิธีการที่ 5 การใช้คันดินแบบที่ 5 เป็นมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำและมีการปลูกหญ้าแฝกบนสันคันดินในพื้นที่ปลูกยางพารามีเปอร์เซ็นต์ความชื้นสูงกว่าวิธีการอื่น ๆ ซึ่งมีค่าเท่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นเท่ากับ 23.18 และ 23.83 ตามลำดับความหนาแน่นของดินจากปี 58-60 ทุกวิธีการมีค่าลดลงทุกปีและไม่มีความแตกต่างทางสถิติซึ่งการทดลองปี 2558 มีค่าอยู่ระหว่าง 1.47-1.52 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ปี 2559 1.46-1.58 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรหลังการทดลองปี พ.ศ. 2560 มีค่าอยู่ระหว่าง 1.28-1.37 กรัมต่อลูกบาศก์ ความหนาแน่นลดลงทุกปีเป็นผลเนื่องมาจาก ไม่มีการเผาเศษพืชและไม่ใช้ยาฆ่าหญ้าในพื้นที่ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ทุกวิธีการมีค่าเพิ่มสูงขึ้นทุกวิธีการอันเนื่องมาจากการใช้ปุ๋ยเคมีและการตกค้างในพื้นที่ ส่วนโพแทสเซียมที่สกัดได้มีค่าอยู่ในระดับต่ำถึงปานกลางจาก 35.40 ถึง 77.80 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในส่วนของปริมาณการสูญเสียดินพบว่าแถบหญ้าแฝกที่ปลูกเป็นแถบพืชอนุรักษ์ดินและน้ำมีผลต่อปริมาณการสูญเสียดินและแตกต่างทางสถิติโดยวิธีการที่ 4 ใช้คันดินแบบ 5 สลับกับแถบหญ้าแฝก เป็นมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่ปลูกยางพาราและวิธีการที่ 5 การใช้คันดินแบบที่ 5 เป็นมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำและมีการปลูกหญ้าแฝกบนสันคันดินในพื้นที่ปลูกยางพารามีค่าเท่ากับ 345 และ 184 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนวิธีการที่ 1 ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ ในพื้นที่ปลูกยางพารา มีการสูญเสียดินมากที่สุดเท่ากับ 1,031 กิโลกรัมต่อไร่

การศึกษาการบริหารจัดการน้ำที่เหมาะสมในลุ่มน้ำน่านตอนบน ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ SWAT (ดิเรก และคณะ, 2566) มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาการบริหารจัดการดินและน้ำที่เหมาะสมในลุ่มน้ำน่านตอนบน โดยใช้แบบจำลอง SWAT 2) เพื่อสร้าง Base line ในการประเมินน้ำท่า ตะกอน ปริมาณธาตุอาหาร และปริมาณน้ำต้นทุน 3) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินที่มีผลต่อประเมินน้ำท่า ตะกอน ปริมาณธาตุอาหาร และปริมาณ มีพื้นที่ศึกษา อำเภอนครชัยศรี อำเภอบ่อเกลือ อำเภอทุ่งช้าง อำเภอท่าวังผา อำเภอปัว อำเภอสองแคว อำเภอสันติสุข อำเภอแม่จริม อำเภอเมืองน่าน และอำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน ตั้งอยู่ทางทิศเหนือของประเทศไทย พื้นที่ส่วนใหญ่ครอบคลุม จังหวัดน่าน มีพื้นที่ลุ่มน้ำประมาณ 9,651.38 ตารางกิโลเมตร ลักษณะลุ่มน้ำวางตัวอยู่ในแนวทิศ ตะวันออก-ตะวันตก อยู่ระหว่างเส้นละติจูดที่ $13^{\circ} 02'$ ถึง $14^{\circ} 28'$ เหนือและอยู่ระหว่างเส้นลองจิจูดที่ $101^{\circ} 10'$ ถึง $102^{\circ} 33'$ ตะวันออก มีสภาพการใช้ที่ดินทั่วไปประกอบด้วย (1) พื้นที่เกษตรกรรม มีเนื้อที่ 2,118,690 ไร่ หรือร้อยละ 37.93 ของพื้นที่ลุ่มน้ำน่านตอนบน 2) พื้นที่ป่าไม้ มีเนื้อที่ 3,289,035 ไร่ หรือร้อยละ 58.88 ของพื้นที่ลุ่มน้ำน่านตอนบน 3) พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง มีเนื้อที่ 127,877 ไร่ หรือร้อยละ 2.29 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ น่านตอนบน 4) พื้นที่แหล่งน้ำ มีเนื้อที่ 31,217 ไร่ หรือร้อยละ 0.56 ของพื้นที่ลุ่มน้ำน่านตอนบน และ 5) พื้นที่ เบ็ดเตล็ด มีเนื้อที่ 19,257 ไร่ หรือร้อยละ 0.34 ของพื้นที่ลุ่มน้ำน่านตอนบน มีปริมาณน้ำท่าที่แม่น้ำน่าน (N.13A) บ้านบุญนาค ตำบลส้าน อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน โดยศูนย์อุทกวิทยาและบริหารน้ำภาคเหนือตอนบน (2566) ของกรมชลประทาน เป็นการรวบรวมตั้งแต่ปี 2530-2565 พบว่า มีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี 6,622.49 ล้านลูกบาศก์เมตร มีค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในเดือนสิงหาคม มีค่า 2,027.60 ล้านลูกบาศก์เมตร และปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยต่ำสุดในเดือนมีนาคม 60.92 ล้านลูกบาศก์เมตร ผลการประเมินพารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการประมาณ ปริมาณน้ำท่า ได้ค่า Average Curve Number=57.15 การสอบเทียบแบบจำลอง SWAT ที่สถานี N.13A ค่า COE=0.73 $R^2=0.80$ NSE=0.52 จึงถือเป็นค่าที่ยอมรับได้ในทางสถิติ ศึกษาการสูญเสียดินโดยใช้มาตรการ Terracing ร่วมกับ Strip Cropping โดย Terracing ใช้ค่า P-value ตามความลาดชัน (ความลาดชัน 0-12 เปอร์เซ็นต์ ความลาดชัน 12-20 เปอร์เซ็นต์ ความลาดชัน 20-35 เปอร์เซ็นต์ และความลาดชันมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์) มีการสูญเสียดินอัตรา 3.88 ตันต่อไร่ต่อปี (24.23 t/ha/y) เมื่อมีมาตรการที่เหมาะสม (P-factor) การสูญเสียดินอัตรา 0.79 ตันต่อไร่ต่อปี (4.93 t/ha/y) ทำให้การสูญเสียดินลดลงถึงร้อยละ 83.72 การสูญเสียดินที่เกิดขึ้นในช่วงฤดูฝนบริเวณพื้นที่สูง หรือพื้นที่เกษตรจะทำให้สูญเสียธาตุอาหารพืชที่สำคัญจากดินไปด้วย จากการจำลองด้วย SWAT พบว่า การสูญเสีย ไนโตรเจน (Nitrogen losses) ก่อนมีระบบอนุรักษ์ (No-Practices) เฉลี่ย 6.27 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี หลังมีระบบอนุรักษ์ (Practices) 5.62 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ช่วยลดการสูญเสียไนโตรเจนได้ ร้อยละ 10.31 การสูญเสียฟอสฟอรัส (Phosphorus losses) ก่อนมีระบบอนุรักษ์ (No-Practices) เฉลี่ย 0.312 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี หลังมีระบบอนุรักษ์ (Practices) 0.21 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ช่วยลดการสูญเสียฟอสฟอรัส ได้ร้อยละ 31.18 พฤติกรรมทางอุทกวิทยาการประเมินผลของมาตรการ อนุรักษ์ดินและน้ำ โดยใช้มาตรการ Terracing ร่วมกับ Strip Cropping โดย Terracing ใช้ค่า P-value ตาม ความลาดชัน (ความลาดชัน 0-12 เปอร์เซ็นต์ ความลาดชัน 12-20 เปอร์เซ็นต์ ความลาดชัน 20-35 เปอร์เซ็นต์ และความลาดชัน มากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์) พบว่า มีผลตอบสนองต่อพฤติกรรมทางอุทกวิทยา การไหลบ่าของพื้นผิว (Surface Runoff) การไหลด้านข้าง (Lateral Flow) ชื้นหิน

อุ้มน้ำตื้น ๆ ที่ซึมผ่าน (Percolation shallow aquifer) ไหลย้อนกลับ (Return Flow) เต็มน้ำสู่ชั้นหินอุ้มน้ำลึก (Recharge to deep aquifer) มีผลต่อการอำนวยน้ำระบบลุ่มน้ำโดยภาพรวม นำผล SWAT model มาสร้างแนวทางบริหารจัดการน้ำได้อย่างมีระบบ คือ เกษตรกรมีการจัดทำระบบอนุรักษ์ ดินและน้ำในพื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง และมีการปรับตัว ปรับเปลี่ยนระบบการปลูกพืช โดยนำพืชใช้น้ำน้อยมาร่วม

ศึกษาการประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม และภัยแล้งเพื่อวางแผนการใช้ที่ดิน ในลุ่มน้ำน่านตอนบน ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ SWAT (สุภาพร และคณะ, 2566) การศึกษาเรื่องการยอมรับของชุมชน ต่อการบริหารจัดการน้ำและพื้นที่เสี่ยงภัยพิบัติ ของแผนการใช้ที่ดินในลุ่มน้ำน่านตอนบน (นรินทร์พร และคณะ, 2566) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความคิดเห็นและการยอมรับของชุมชนต่อการใช้ทรัพยากรในพื้นที่ลุ่มน้ำให้เกิดการบริหารจัดการทรัพยากรในพื้นที่ให้มีการใช้ประโยชน์อย่างคุ้มค่าที่สุดลดปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ และลดความเสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยและภัยพิบัติอื่น ๆ ในพื้นที่ลุ่มน้ำ มีกลุ่มประชากรที่ทำการศึกษาคือกลุ่มครัวเรือนที่ทำการเกษตร ในพื้นที่ลุ่มน้ำน่านตอนบน 118,027 ครัวเรือน มีการสุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจงแบบกลุ่ม จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 399 ครัวเรือน ใช้สถิติเชิงพรรณนา โดยการวิจัยเอกสาร การสัมภาษณ์ และการใช้แบบสอบถาม พบว่าเกษตรกรตระหนักความรู้ความเข้าใจความคิดเห็นต่อการบริหารจัดการทรัพยากรดิน ทรัพยากรน้ำ ทรัพยากรป่าไม้และพื้นที่เสี่ยงภัยพิบัติทางการเกษตร เช่น พื้นที่แล้งซ้ำซาก พื้นที่น้ำท่วมซ้ำซาก พื้นที่เสี่ยงต่อการชะล้างพังทลายของดิน และพื้นที่ที่มีศักยภาพในการเกิดดินถล่ม ตามแผนการใช้ที่ดินในลุ่มน้ำน่านตอนบนในระดับมาก โดยเกษตรกรมีการใช้น้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ และการส่งเสริมสนับสนุนให้เกษตรกรมีแหล่งน้ำในไร่นานอกเขตชลประทานของกรมพัฒนาที่ดินมาใช้จึงทำให้เกษตรกรส่วนใหญ่สามารถทำการเกษตรได้ตลอดทั้งปี สำหรับความคิดเห็นต่อการนำแผนการใช้ที่ดินไปสู่การปฏิบัตินั้น ประกอบด้วยปัจจัยที่สำคัญที่สุดที่เกษตรกรจะเกิดการยอมรับในการนำแผนการใช้ที่ดินไปใช้ประโยชน์คือการที่หน่วยงานภาครัฐต้องสร้างความรู้ความเข้าใจ และความเชื่อมั่นให้กับเกษตรกรให้ความช่วยเหลือและส่งเสริมการทำการเกษตรให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ จัดหาตลาดรองรับสินค้าเกษตร ซึ่งเป็นปัจจัยที่จะทำให้แผนการใช้ที่ดินเกิดประสิทธิภาพมากที่สุด

การประเมินอัตราการสูญเสียดินและปริมาณธาตุอาหารหลักของพืชบริเวณพื้นที่สูง จังหวัดน่าน และการพัฒนาสื่อเพื่อถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับการกร่อนของดิน (สุเมธ และคณะ, 2559) พบว่า พื้นที่ศึกษามีอัตราการสูญเสียดินในระดับรุนแรง แม้จะมีการดำเนินการอนุรักษ์ดินในระบบคันดินแบบคูรับน้ำขอบเขาหรือระบบคันดินร่วมกับการปลูกหญ้าแฝกก็ตาม กล่าวคือ ในดำรับการทดลองซึ่งปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ร่วมกับระบบคันดินพบการสูญเสียดินเฉลี่ย 8,224 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี (8.2 ตันต่อไร่ต่อปี) ขณะที่ดำรับการทดลอง ที่มีการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ร่วมกับระบบคันดิน พร้อมปลูกหญ้าแฝกพันธุ์ศรีลังกา มีการสูญเสียดินเฉลี่ย 5,577 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี (5.6 ตันต่อไร่ต่อปี) เปรียบเทียบอัตราการกร่อนของดินในแต่ละดำรับการทดลอง พบว่า การปลูกหญ้าแฝกพันธุ์ศรีลังกา ร่วมกับระบบคันดิน สามารถช่วยลดอัตราการกร่อน ของดินได้มากกว่าระบบคันดินเพียงอย่างเดียว ประมาณ 32 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ด้านของธาตุอาหารหลักของพืชในดิน พบว่า ธาตุอาหารหลักของพืชที่สูญเสียไป พร้อมกับตะกอนดิน คือ ธาตุไนโตรเจน รองลงมาคือ โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และฟอสฟอรัสที่ เป็นประโยชน์ต่อพืช ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเกษตรกรมีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปของปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) และปุ๋ยสูตรเสมอ (16-16-16) เพื่อบำรุง

และเร่งการเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ดังนั้น จึงควรให้ความสำคัญกับการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอย่างเหมาะสมทั้งในด้านวิธีการ ปริมาณ และช่วงเวลาที่ใช้ปุ๋ย เพื่อให้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สามารถดูดซึมปุ๋ยไปใช้ได้ อย่างมีประสิทธิภาพ และลดปัญหา การที่ปุ๋ยถูกชะล้างโดยน้ำออกจากพื้นที่ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อ คุณภาพน้ำและระบบนิเวศ แหล่งน้ำใกล้เคียงได้ นอกจากนี้ ควรส่งเสริมการปลูกพืชตระกูลถั่วซึ่งมี ความสามารถในการตรึงธาตุ ไนโตรเจนจากอากาศ เพื่อเป็นปุ๋ยพืชสด โดยอาจปลูกระหว่างแถวข้าวโพดเลี้ยง สัตว์ พืชตระกูลถั่วจะ ช่วยเพิ่มธาตุไนโตรเจนและอินทรีย์วัตถุในดิน รวมทั้งช่วยคลุมดินและลดอัตราการกร่อน ของดินได้ ด้านสมบัติของดิน พบแนวโน้มว่า รูปแบบการอนุรักษ์ดินทั้งสองรูปแบบช่วย ปรับปรุงสมบัติดินได้ หลายประการ กล่าวคือ เพิ่ม pH ของดินให้สูงขึ้น เพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน และเพิ่มปริมาณธาตุอาหาร หลักของพืชในดิน ทั้งไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม แต่เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างดำรับการ ทดลองแล้ว พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ด้านผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พบว่า ค่าเฉลี่ย ของน้ำหนักรวมของผลผลิตข้าวโพด เลี้ยงสัตว์ในทั้งสองดำรับการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จากระบบคันดินร่วมกับการปลูกหญ้าแฝกมีค่าเฉลี่ยของ น้ำหนักรวมของ ผลผลิตมากกว่าการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ร่วมกับระบบคันดินเพียงอย่างเดียว ด้านมูลค่าทาง เศรษฐศาสตร์ พบว่า ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแบบคันดินร่วมกับการ ปลูกหญ้าแฝก ทำให้เกิดความสูญเสีย ในเชิงมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์จากการสูญเสียธาตุอาหารหลัก ของพืชในดินในรูปของปุ๋ยเคมีต่ำกว่าระบบคัน ดินเพียงอย่างเดียว (ปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียลดลง ประมาณ 33.2 เปอร์เซ็นต์) และให้มูลค่าทาง เศรษฐศาสตร์ในรูปของผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สูงกว่าระบบคัน ดินเพียงอย่างเดียว แสดงให้เห็นว่า การปลูก หญ้าแฝกเสริมระบบคันดินช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการอนุรักษ์ธาตุอาหารพืชในดิน รวมทั้งยังช่วยเพิ่ม ประสิทธิภาพในการผลิตผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ อย่างไรก็ตาม สามารถกล่าวได้ว่า มูลค่าทาง เศรษฐศาสตร์จากการสูญเสียธาตุอาหาร หลักของพืชในดินในรูปของปุ๋ยเคมี คือมูลค่าของปุ๋ยเคมีที่เกษตรกร ต้องใส่คืนให้แก่พื้นที่ เพื่อปรับปรุงบำรุงดิน ให้มีความอุดมสมบูรณ์เทียบเท่ากับก่อนเกิดการกร่อนของดิน หากเกษตรกรต้องการปรับปรุง ดินให้สามารถให้ผลผลิตได้ในปริมาณคงที่หรือใกล้เคียงกับที่เคยเป็นมา จะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการซื้อ และใส่ปุ๋ยเคมีซึ่งมีมูลค่ามากกว่ามูลค่าของผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ได้รับ ซึ่งหมายความว่าเกษตรกร จะประสบกับภาวะขาดทุน แต่หากเกษตรกรไม่ปรับปรุงบำรุงดิน จะส่งผลให้ที่ดิน เกิดความเสื่อม โทรมในระยะยาว และอาจเป็นปัจจัยที่ส่งเสริมให้เกิดการบุกรุกพื้นที่ใหม่เพื่อใช้ปลูกข้าวโพด เลี้ยงสัตว์ ในอนาคต

การศึกษาสมบัติทางกายภาพของดินเพื่อพัฒนาแนวทางในระบบการอนุรักษ์ดินและน้ำแบบมี ส่วนร่วมของเกษตรกรในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาน้ำมวบ ลุ่มน้ำสาขาน้ำยาว(2) ลุ่มน้ำหลักแม่น้ำน่าน บ้านตอง ตำบล แม่จริมอำเภอแม่จริม จังหวัดน่าน (สุนิย์รัตน์ และคณะ, 2560) พื้นที่ศึกษาในกลุ่มชุดดินที่ 55 ชุดดินวังสะพุง (Wang Saphung series: Ws) วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินตามกลุ่มเนื้อดิน ศึกษาการสูญเสียดินและธาตุอาหารพืชเมื่อมีการใช้ประโยชน์ที่ดินต่างกัน และศึกษาเปรียบเทียบผลตอบแทน ทางเศรษฐกิจในพื้นที่มีระบบและ ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำวางแผนการทดลองแบบ Split Plot in Randomized Complete Block Design จำนวน 3 ซ้ำ ประกอบด้วยปัจจัยหลักคือระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ สำหรับปัจจัยรองประกอบด้วย 4 วิธีการ ดังนี้ 1.ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

2.ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์+เงาะ 3.ข้าวไร่ 4.ข้าวไร่+เงาะ ผลการศึกษาพบว่า ลักษณะเป็นดินเนื้อละเอียด ดินร่วนปนดินเหนียว ดินมีสภาพการระบายน้ำดี การซึมผ่านได้ของน้ำอยู่ในระดับปานกลาง การไหลบ่าของน้ำบนผิวดินเร็ว ดินลึกปานกลางถึงชั้นหินพื้น เศษหิน ก้อนกรวดหรือลูกรัง ขาดแคลนน้ำ และเกิดการชะล้างพังทลายสูญเสียหน้าดินในพื้นที่ลาด มีความเป็นกรดเป็นด่างที่ระดับกรดจัด-กรดจัดมาก (pH 4.6-5.2) มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินอยู่ระดับสูงมาก มีค่าเท่ากับ 63.5-76.92 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ เท่ากับ 99.33-172.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม อยู่ในเกณฑ์ระดับสูงถึงสูงมาก เมื่อวัดการสูญเสียดินและธาตุอาหารในพื้นที่ศึกษา มีความลาดชัน 37 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธีการใช้หมุดปัก (pin method) นั้นวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำในระบบการปลูกพืชต่าง ๆ มีการสูญเสียดินเฉลี่ย 8.73 ตันต่อไร่ต่อปี เป็นการสูญเสียดินระดับปานกลาง ตามเกณฑ์การแบ่งอัตราการสูญเสียดินของกรมพัฒนาที่ดิน (มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์) ในขณะที่การปลูกพืชแบบไม่มีวิธีการการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีการสูญเสียดินเฉลี่ย 23.04 ตันต่อไร่ต่อปี มีการสูญเสียดินระดับรุนแรงมาก การสูญเสียดินและธาตุอาหารพืชเมื่อมีการใช้ประโยชน์ที่ดินต่างกัน การสูญเสียธาตุอาหารที่ติดไปกับตะกอนดิน ถ้ามีวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำ ปริมาณไนโตรเจน (Total N) ที่สูญเสียไปเท่ากับ 12.00 กิโลกรัมต่อไร่ ปริมาณฟอสฟอรัสที่สูญเสียไป ในรูป P_2O_5 เท่ากับ 3.78 กิโลกรัม ปริมาณโพแทสเซียม ได้ K_2O เท่ากับ 4.70 กิโลกรัม แต่หากไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำจะมีค่าเฉลี่ยการสูญเสียธาตุอาหารในดินมากกว่า คือ ปริมาณไนโตรเจน (total N) ที่สูญเสียไปเท่ากับ 32.14 กิโลกรัมต่อไร่ ปริมาณฟอสฟอรัสที่สูญเสียไป ในรูป P_2O_5 เท่ากับ 9.87 กิโลกรัมต่อไร่ ปริมาณโพแทสเซียม ได้ K_2O เท่ากับ 14.41 กิโลกรัมต่อไร่ พื้นที่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ(คูรับน้ำขอบเขา) มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของการสูญเสียธาตุอาหารหลักของพืชในดิน คิดเป็นจำนวนเงิน 708 บาทต่อไร่ แต่ถ้าพื้นที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ทำให้มีการสูญเสียมูลค่ามากกว่า คิดเป็นจำนวนเงิน 1,963 บาทต่อไร่ การศึกษาเบื้องต้นในด้านผลตอบแทนทางเศรษฐกิจและข้อมูลปริมาณตะกอนดินที่สูญเสียดินต่ำ จึงเลือกวิธีการปลูกข้าวโพดที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ จะให้ผลตอบแทนรายได้ที่คุ้มต่อการลงทุนมากที่สุด ได้ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปร 2,868.85 บาทต่อไร่ การศึกษาเชิงลึกด้านผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจึงมีความจำเป็นและสำคัญอย่างยิ่งเพื่อพัฒนาระบบการเกษตรบนพื้นที่สูงให้มีประสิทธิภาพต่อไปในอนาคต

การศึกษาเรื่องการยอมรับของชุมชน ต่อการบริหารจัดการน้ำและพื้นที่เสี่ยงภัยพิบัติของแผนการใช้ที่ดินในลุ่มน้ำน่านตอนบน (นรินทร์พร และคณะ, 2566) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความคิดเห็นและการยอมรับของชุมชนต่อการใช้ทรัพยากรในพื้นที่ลุ่มน้ำให้เกิดการบริหารจัดการทรัพยากรในพื้นที่ให้มีการใช้ประโยชน์อย่างคุ้มค่าที่สุดลดปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ และลดความเสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยและภัยพิบัติอื่น ๆ ในพื้นที่ลุ่มน้ำ มีกลุ่มประชากรที่ทำการศึกษาคือกลุ่มครัวเรือนที่ทำการเกษตร ในพื้นที่ลุ่มน้ำน่านตอนบน 118,027 ครัวเรือน มีการสุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจงแบบกลุ่ม จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 399 ครัวเรือน ใช้สถิติเชิงพรรณนา โดยการวิจัยเอกสาร การสัมภาษณ์ และการใช้แบบสอบถามพบว่าเกษตรกรกรเกษตรกรมีความรู้ความเข้าใจความคิดเห็นต่อการบริหารจัดการทรัพยากรดิน ทรัพยากรน้ำ ทรัพยากรป่าไม้และพื้นที่เสี่ยงภัยพิบัติทางการเกษตร เช่น พื้นที่แล้งซ้ำซาก พื้นที่น้ำท่วมซ้ำซาก พื้นที่เสี่ยงต่อการชะล้างพังทลายของดิน และพื้นที่ที่มีศักยภาพในการเกิดดินถล่ม ตามแผนการใช้ที่ดินในลุ่มน้ำน่านตอนบนในระดับมาก โดยเกษตรกรมีการใช้น้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ และการส่งเสริมสนับสนุนให้เกษตรกร

มีแหล่งน้ำในไร่นานอกเขตชลประทานของกรมพัฒนาที่ดิน มาใช้จึงทำให้เกษตรกรส่วนใหญ่ สามารถทำการเกษตรได้ตลอดทั้งปี สำหรับความคิดเห็นต่อการนำแผนการใช้ที่ดินไปสู่การปฏิบัตินั้น ประกอบด้วยปัจจัยที่สำคัญที่สุด ที่เกษตรกรจะเกิดการยอมรับในการนำแผนการใช้ที่ดิน ไปใช้ประโยชน์คือการที่หน่วยงานภาครัฐต้องสร้างความรู้ความเข้าใจ และความเชื่อมั่นให้กับเกษตรกร ให้ความช่วยเหลือและส่งเสริมการทำการเกษตรให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ จัดหาตลาดรองรับสินค้าเกษตร ซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญที่จะทำให้แผนการใช้ที่ดินเกิดประสิทธิภาพมากที่สุด

การกำหนดนโยบาย และมาตรการรองรับ งานด้านการพัฒนาที่ดิน ตามปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงวิถีเกษตรกรรม ของเกษตรกรบริเวณพื้นที่สูง กลุ่มน้ำน่านตอนบน วัตถุประสงค์เพื่อ เป็นการศึกษาสภาพเศรษฐกิจสังคม ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงต่อวิถี เกษตรกรรมของเกษตรกรบนพื้นที่สูงในการกำหนดเขตการใช้ที่ดินให้มีความยั่งยืน และเพื่อกำหนดนโยบายและ มาตรการรองรับมาตรการด้านการพัฒนาที่ดินและการคุ้มครองพื้นที่ป่าไม้ให้คงสภาพเดิมไว้โดยมีกลุ่มประชากร ที่ทำการศึกษาคือกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรที่ทำการเกษตร ในพื้นที่สูงของกลุ่มน้ำน่านตอนบน 55,636 ครัวเรือน มีการสุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 397 ครัวเรือน ใช้สถิติเชิงพรรณนา โดยการวิจัยเอกสาร การสัมภาษณ์ และการประชุมกลุ่มเพื่อรับฟังความคิดเห็น ในการใช้แบบสอบถาม พบว่า ช่วงอายุของเกษตรกรที่ทำการเกษตรอยู่ในช่วงวัยสูงอายุ เป็นช่วงอายุที่มีประสบการณ์ในการทำการเกษตรแต่ในด้านการนำเทคโนโลยีมาใช้ยังต้องพึ่งพากลุ่มเกษตรกรที่อยู่ในช่วงอายุ 30-40 ปี การทำการเกษตรบนพื้นที่สูงเอกสารสิทธิ์ส่วนใหญ่เป็นหนังสือที่ราชการออกให้เพื่อให้ประชาชนมีสิทธิทำกินในพื้นที่เขตป่าไม้ (สทก.)

ในการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงต่อวิถีเกษตรกรรมของเกษตรกรบนพื้นที่สูงในการกำหนด เขตการใช้ที่ดินให้มีความยั่งยืน (นรินทร์พร และคณะ, 2567) นั้นพบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงวิถีการทำการเกษตรคือปัจจัยทางด้าน สังคม มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงวิถีเกษตรกรรมมากที่สุด เนื่องจากเกษตรกรยังเชื่อมั่นว่าหากมีผู้นำที่เข้มแข็งและ มีกิจกรรมร่วมกับชุมชนก่อให้เกิดการมีจิตสำนึก ในการอนุรักษ์ทรัพยากรและวัฒนธรรมในท้องถิ่นได้นั้น รองลงมาด้านการตลาดเพราะต้นทุนการปลูกและราคาผลผลิตจะมีผลต่อสภาพความเป็นอยู่ของเกษตรกรบน พื้นที่สูง ในการกำหนดนโยบายและมาตรการรองรับมาตรการด้านการพัฒนาที่ดินและการคุ้มครองพื้นที่ป่าไม้ให้ คงสภาพเดิมไว้นั้นพบว่าเกษตรกรเห็นด้วยในการนำพระราชบัญญัติพัฒนาที่ดินตามมาตราต่าง ๆ มากำหนดเขตอนุรักษ์ดินและน้ำ และมีการควบคุมการใช้ที่ดิน เนื่องจากกรมพัฒนาที่ดินดำเนินการจัดทำงานจัดระบบอนุรักษ์ ดินและน้ำด้วยวิธีการวิธีพืช โดยมีข้อเสนอแนะ ให้เจ้าหน้าที่เข้ามาดูและประสานงานอย่างสม่ำเสมอ หากมีข้อ สงสัยหรือต้องการคำแนะนำเกษตรกรจักได้มีการดำเนินการได้ถูกวิธี ส่วนหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องมีความ คิดเห็นด้วยกับกรมพัฒนาที่ดินในการนำพระราชบัญญัติพัฒนาที่ดิน 2551 มาใช้ทุกมาตรา เนื่องจากจะเป็นการ บังคับใช้กฎหมาย ในการพัฒนา รวมถึงการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมร่วมกันให้ยั่งยืนได้อย่างมีประสิทธิภาพได้ตลอดไป ดังนั้นหน่วยงานรัฐต้องกำหนดนโยบายและมาตรการรวมถึงการคุ้มครองพื้นที่ป่าไม้ให้ คงสภาพเดิมไว้ โดยมีบทลงโทษที่ชัดเจน และมีการควบคุมหน่วยงานระดับท้องถิ่นคัดกรองนายทุนที่เข้ามาสร้าง ที่พัก แหล่งท่องเที่ยวให้องค์กรธรรมชาติมากที่สุด มีการควบคุมระบบสุขภาพ และจำกัดจำนวนสถานที่พักให้ สร้างในจำนวนที่เหมาะสม

4. สรุปสาระสำคัญ ขั้นตอนการดำเนินการ และเป้าหมายของงาน

4.1 บทคัดย่อ

การศึกษาความชื้นที่เป็นประโยชน์ในดินของกลุ่มชุดดินที่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ พื้นที่ลุ่มน้ำนานา ภูมิภาคศึกษาในพื้นที่บ้านสะไ และบ้านห้วยลึก ตำบลบ่อเกลือเหนือ อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน ระหว่างเดือน ตุลาคม พ.ศ. 2563 ถึงเดือน กันยายน พ.ศ. 2564 ในกลุ่มชุดดินที่ 55 ชุดดินวังสะพุง (Ws) ลักษณะดิน มีความลึกปานกลาง ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง มีการระบายน้ำดี พื้นที่ที่มีความลาดชัน 35 เปอร์เซ็นต์ วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงความชื้นในดินตามกลุ่มชุดดิน และการใช้ประโยชน์ที่ดินในระบบ อนุรักษ์ดินและน้ำ ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นในดินในระดับต่าง ๆ กับเนื้อดิน สมบัติทางกายภาพและเคมี ของดิน เมื่อการใช้ประโยชน์ที่ดินที่แตกต่างกัน วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) มี 9 วิธีการ 3 ซ้ำ ดังนี้ 1) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เชิงเดี่ยว+มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ 2) ข้าวไร่+ มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ 3) ไม้ผล+มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ 4) พืชผสมผสาน+มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ 5) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เชิงเดี่ยว+ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ 6) ข้าวไร่+ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ 7) ไม้ผล+ ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ 8) พืชผสมผสาน+ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ 9) นาข้าวขั้นบันได (ข้าวนาดำ)

ผลของปริมาณความชื้นในดิน ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร เปรียบเทียบระหว่างแปลงมีระบบ อนุรักษ์ดินและน้ำกับแปลงไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ความชื้นในดินไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนปัจจัยที่มี ผลต่อปริมาณความชื้นในดิน ได้แก่ การใช้ประโยชน์ที่ดิน ชนิดพืช ปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ และลักษณะเนื้อดิน โดยแปลงไม้ผล (ลิ้นจี่) ความชื้นในดินมีปริมาณเฉลี่ยสูงสุด 42.33 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ในแปลงพืช ผสมผสาน (กาแฟและหม่อน) มีปริมาณความชื้นในดินเฉลี่ย 29.73 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในแปลงปลูกพืชไร่ (ข้าวโพด นาข้าวขั้นบันได และข้าวไร่) มีปริมาณความชื้นในดินเฉลี่ยต่ำสุด มีค่าเฉลี่ย 20.79 18.62 และ 15.20 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ การใช้ประโยชน์ที่ดินในดินชั้นบนของพืชไร่ ซึ่งเป็นระบบรากตื้น จะมีกระบวนการดูดซับน้ำและธาตุอาหารในปริมาณที่มากกว่าไม้ผล ไม้ยืนต้น ผลปริมาณความชื้นในดิน ที่ระดับความลึก 15-45 เซนติเมตร เปรียบเทียบระหว่างแปลงมีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ กับแปลงไม่มีระบบ อนุรักษ์ดินและน้ำ ความชื้นในดินไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณความชื้นในดินได้แก่ การใช้ประโยชน์ที่ดิน ชนิดพืช และปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ และลักษณะเนื้อดิน โดยแปลงไม้ผล (ลิ้นจี่) ความชื้นในดินมีปริมาณเฉลี่ยสูงสุด 28.35 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ในแปลงพืชผสมผสาน (กาแฟและหม่อน) มีปริมาณความชื้นในดินเฉลี่ย 26.21 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในแปลงปลูกพืชไร่ (ข้าวโพด นาข้าวขั้นบันได และข้าวไร่) มีปริมาณความชื้นในดินเฉลี่ยต่ำสุด มีค่าเฉลี่ย 21.54 20.55 และ 19.12 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ในแปลง ไม้ผล ไม้ยืนต้น ปริมาณความชื้นในดินล่างจะมีค่าลดลงครั้งหนึ่ง แต่ระบบรากยังสามารถช่วยรักษาความชื้น ในดินล่างไว้ได้

ผลการวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ (interaction) ของความชื้นในดินที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-45 เซนติเมตร โดยความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการอนุรักษ์ดินกับอิทธิพลของปีที่ทำการทดลอง ความชื้นในดินไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในส่วนของความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำกับการใช้ประโยชน์ที่ดิน ในรูปแบบต่าง ๆ ความชื้นในดินมีความแตกต่างกันทางสถิติ ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นในดินกับ

ระดับความลึกทั้ง 2 ระดับกับเนื้อดิน ไม่มีผลต่อการใช้ประโยชน์ที่ดินในรูปแบบต่าง ๆ เนื่องจากชุดดินวังสะพุง เป็นดินลิกปานกลาง ดินบนเป็นดินร่วนปนดินเหนียว ดินล่างตอนล่างเป็นดินเหนียว สามารถใช้ประโยชน์ที่ดิน ได้ทั้งไม้ผล ไม้ยืนต้นและพืชไร่ โดยการปลูกไม้ผล (ลิ้นจี่) ในพื้นที่แปลงมีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และพื้นที่ แปลงไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ปริมาณความชื้นในดินมีค่าเฉลี่ยสูงสุด เนื่องจากบริเวณใต้ทรงพุ่มของไม้ผล (ลิ้นจี่) จะมีพืชขึ้นปกคลุมดิน จะช่วยรักษาความชุ่มชื้นในดินไว้ได้เป็นอย่างดี ในส่วนของการ ปลูกพืชแบบ ผสมผสาน (กาแฟและหม่อน) ระบบการปลูกพืชร่วม ทำให้มีทรงพุ่มสองระดับ ต้นหม่อนจะเป็นพืชที่เลี้ยง ให้กับต้นกาแฟที่ต้องการแสงในปริมาณที่พอเหมาะ และมีพืชปกคลุมดินในระบบการปลูกพืชแบบร่วมกัน ซึ่งจะช่วยลดการระเหยของน้ำ ส่งผลให้ระดับความชื้นในดินสูงขึ้นตาม

สมบัติของดินก่อนการทดลอง ในพื้นที่แปลงจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ (คุรับน้ำขอบเขา) ที่มีการ ใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เชิงเดี่ยว ข้าวไร่ ไม้ผล พืชผสมผสาน และข้าวนาขั้นบันได ในพื้นที่ ในดินบนที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร เป็นดินกรดจัดมาก (pH 4.7-5.0) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ อยู่ในระดับปานกลางถึงสูง (OM 1.97-3.88 เปอร์เซ็นต์) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับสูงถึง สูงมาก (20-98 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ อยู่ในระดับปานกลางถึงสูง มาก (73-216 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และดินล่างที่ระดับความลึก 15-45 เซนติเมตร เป็นดินกรดจัดมาก (pH 4.7-5.0) ปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำถึงสูง (OM 1.72-3.48 เปอร์เซ็นต์) ปริมาณ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับปานกลางถึงสูงมาก (12-73 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และปริมาณ โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ อยู่ในระดับปานกลางถึงสูงมาก (86-206 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) การประเมิน ความอุดมสมบูรณ์ของดิน หลังการทดลองในพื้นที่แปลงทดลองที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ประกอบด้วยปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM) ความอิ่มตัวด้วยประจุบวกที่เป็นต่าง (BS) ความจุแลกเปลี่ยนแคต ไอออน (CEC) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Avail. P) และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Avail. K) พบว่า การใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกข้าวโพด ข้าวไร่ ไม้ผล พืชผสมผสาน และข้าวนาขั้นบันได ในพื้นที่ แปลงมีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และพื้นที่แปลงไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ดินมีความอุดมสมบูรณ์อยู่ใน ระดับปานกลาง

ในปี พ.ศ. 2564 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,112.50 มิลลิเมตรต่อปี เมื่อวัดการสูญเสียดินโดยวิธีการใช้ หมุดปัก (pin method) เมื่อมีวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำ (คุรับน้ำขอบเขา) มีแนวโน้มที่มีการสูญเสียดินน้อย กว่าในแปลงที่ ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ผลการทดลองพบว่า วิธีการมีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ โดยการ ปลูกข้าวโพด ข้าวไร่ ไม้ผล (ลิ้นจี่) และพืชผสมผสาน (กาแฟและหม่อน) มีการสูญเสียดินเฉลี่ย 18.29 23.40 11.50 และ 17.50 ต้นต่อไร่ต่อปีตามลำดับ อยู่ระดับปานกลางถึงรุนแรง เมื่อเปรียบเทียบกับ การปลูกพืชแบบ ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ข้าวโพด ข้าวไร่ ไม้ผล (ลิ้นจี่) และพืชผสมผสาน มีการสูญเสียดินเฉลี่ย 23.80 28.50 14.25 19.66 ต้นต่อไร่ต่อปีตามลำดับ อยู่ในระดับปานกลางถึงรุนแรงมากที่สุด การสูญเสียดินและธาตุ อาหารพืชเมื่อมีการใช้ประโยชน์ที่ดินต่างกัน การสูญเสียธาตุอาหารที่ติดไปกับตะกอนดิน การใช้ประโยชน์ ที่ดินในการปลูกพืชไร่เชิงเดี่ยว เช่น ข้าวโพด และข้าวไร่ ในพื้นที่แปลงไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ปริมาณการ สูญเสียธาตุอาหารในดินมีแนวโน้มเฉลี่ยสูงสุด โดยมีปริมาณไนโตรเจนที่สูญเสียเท่ากับ 42.25 และ 44.18 กิโลกรัม N ต่อไร่ตามลำดับ ปริมาณฟอสฟอรัสที่สูญเสียเท่ากับ 1.64 และ 1.24 กิโลกรัม (P_2O_5) ต่อไร่

ตามลำดับ และปริมาณโพแทสเซียมที่สูญเสียเท่ากับ 3.07 และ 4.40 กิโลกรัม (K_2O) ต่อไร่ตามลำดับ การสัมภาษณ์เกษตรกร พบว่าเกษตรกรตัดสินใจเข้าร่วมโครงการจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ในพื้นที่ดำเนินการ เกษตรกรส่วนใหญ่ มีเหตุผลว่าการจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำช่วยรักษาสภาพดินได้สูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 45.24 และช่วยลดการกร่อนของหน้าดิน คิดเป็นร้อยละ 44.05 นอกจากนี้ยังช่วยปรับสภาพพื้นที่ให้เหมาะสมกับการทำการเกษตร คิดเป็นร้อยละ 9.52 และยังสามารถนำไปใช้เพื่อขยายผลหรือเป็นต้นแบบในพื้นที่ใกล้เคียงได้

คำสำคัญ: ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ, อนุรักษ์น้ำขอบเขา, ความชื้นในดิน, การสัมภาษณ์เกษตรกร

4.2 Abstract

A study on Available Soil Moisture of Soil series group for soil and water conservation in the Nan basin: a case study in Ban Salai and Ban Huai luk, Bokluea Nuea Sub-district, Bokluea District, Nan Province. The study was conducted in the year 2021 in Wang Saphung Series (Ws), soil group no. 55, with the characteristics are moderate soil depth, silty clay loam texture, and well-drained with a slope of 35 percent. The objectives were to study changes in soil moisture across different soil series groups and land uses within soil and water conservation systems, to examine the relationship between soil moisture at various depths and soil texture, and to examine soil physical and chemical properties in various land uses in the Nan watershed. The experimental design is a Randomized Complete Block Design. (RCBD) with 9 treatments and 3 replications, consist of treatment 1: mono-cropping of maize with soil and water conservation system; treatment 2: upland rice with soil and water conservation system; treatment 3: fruit trees (lychee) with soil and water conservation system; treatment 4: integrated cropping (coffee and mulberry) with soil and water conservation system; treatment 5: mono-cropping of maize without soil and water conservation system; treatment 6: upland rice without soil and water conservation n system; treatment 7: fruit tree without soil and water conservation system; treatment 8: integrated cropping (coffee and mulberry) without soil and water conservation system; and treatment 9: terraced rice fields (transplanted rice).

The results of soil moisture at 0-15 centimeters (cm.) compared between the plots with soil and water conservation systems and plots without such systems showed that there was no significant difference. For the factors influencing soil moisture included land use, crop type, rainfall amount, and soil texture under fruit trees plots (lychee) had the highest average soil moisture with 42.33%, followed by integrated cropping (coffee and mulberry) at 29.73%, while field crops (maize, terraced rice fields, and upland rice) showed the lowest value of

20.79, 18.62, and 15.20%, respectively. In field crops with shallow root systems, water and nutrient uptake in the upper soil layer was greater than in perennial fruit trees. At the 15–45 cm. soil depth, soil moisture also showed no significant difference between plots with and without conservation systems. Influencing factors (land use, crop type, rainfall, and soil texture) showed that fruit tree plots (lychee) showed the highest average soil moisture (28.35%), followed by integrated cropping (26.21%), while field crops remained the lowest (21.54%, 20.55%, and 19.12%, respectively). Perennial fruit tree plots, soil moisture in the lower layer decreased by half, but the root system helped retain moisture in deeper soil layers.

Interaction analysis of soil moisture at both depths (0–15 and 15–45 cm.) between conservation methods and experimental year showed no significant difference in soil moisture. However, the interaction between conservation methods and land-use types showed significant differences in soil moisture. The interaction between soil moisture at both depths and soil texture did not affect land use types because Wang Saphung Soil Series, being moderately deep with clay loam in the upper layer and clay in the lower layer, is suitable for both perennial fruit trees and field crops. Fruit tree plots (lychee), both with and without conservation systems, maintained the highest soil moisture due to ground cover vegetation beneath the canopy, which effectively retained soil moisture. In integrated cropping (coffee and mulberry), the two-tier canopy structure, mulberry acting as a nurse plant for coffee, combined with ground cover vegetation, reduced evaporation and increased soil moisture.

Before the experiment, soil properties in conservation plots (hillside ditch) used for maize, upland rice, fruit trees, integrated cropping, and terraced rice fields showed that the upper soil layer (0–15 cm) was strongly acidic (pH 4.7–5.0), with moderate to high organic matter (OM 1.97–3.88%), high to very high available phosphorus (20–98 mg/kg), and moderate to very high available potassium (73–216 mg/kg). The lower layer (15–45 cm.) was also strongly acidic (pH 4.7–5.0), with low to high organic matter (OM 1.72–3.48%), medium to very high available phosphorus (12–73 mg/kg), and moderate to very high available potassium (86–206 mg/kg). After the experiment, soil fertility assessment at 0–15 cm. depth including organic matter (OM), base saturation (BS), cation exchange capacity (CEC), available phosphorus (Avail. P), and available potassium (Avail. K) showed that soils under maize, upland rice, fruit trees, integrated cropping, and terraced rice fields, both with and without conservation systems, remained at moderate fertility levels.

In 2021, the average annual rainfall was 1,112.50 mm., soil loss measured using the pin method indicated that plots with soil and water conservation systems (hillside ditch) tended to have lower soil loss than those without conservation systems. Soil loss under conservation systems for maize, upland rice, fruit trees (lychee), and integrated cropping averaged 18.29, 23.40, 11.50, and 17.50 tons/rai/year, respectively, which were classified as moderate to severe. For the plots without conservation systems, soil loss increased to 23.80, 28.50, 14.25, and 19.66 tons/rai/year, respectively, classified as moderate to very severe. Nutrient loss associated with sediment transport in mono-cropping systems (maize and upland rice) without conservation measures tended to highest. Nitrogen loss averaged 42.25 and 44.18 kg N/rai, phosphorus loss 1.64 and 1.24 kg P₂O₅/rai, and potassium loss 3.07 and 4.40 kg K₂O /rai, respectively. Farmer interviews revealed that the main reasons for participating in soil and water conservation programs were: such systems help preserve soil conditions to the greatest extent (45.24%), reduce soil erosion (44.05%), improve land suitability for agriculture (9.52%), and have potential for scaling or serving as a model for nearby areas.

Keywords: soil and water conservation, hillside ditch, soil moisture, farmer interviews

4.3 หลักการและเหตุผล

สำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ (2564) รายงานว่าพื้นที่ลุ่มน้ำน่าน ตั้งอยู่ทางภาคเหนือของประเทศไทย มีพื้นที่ลุ่มน้ำ 34,837.7 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในเขตจังหวัดอุดรดิตถ์ น่าน นครสวรรค์ กำแพงเพชร พิจิตร และเพชรบูรณ์ ลักษณะของกลุ่มน้ำน่าน จะวางตัวตามแนวทิศเหนือ-ใต้ เป็นเส้นแบ่งเขตแดนไทย-ลาว มีแม่น้ำน่านเป็นแม่น้ำสายหลัก โดยมีต้นกำเนิดมาจากเทือกเขาหลวงพระบางในเขตจังหวัดน่าน จากนั้นไหลผ่าน ที่ราบระหว่างหุบเขาในเขตอำเภอเมืองน่าน อำเภอเวียงสา หุบเขาทางด้านตะวันตก และตะวันออกทั้งสองด้านนี้เป็นต้นกำเนิดของลำน้ำสาขาหลายสาย จากนั้นแม่น้ำน่านจะไหลผ่านหุบเขาสูง อ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์ พื้นที่ตอนล่างของกลุ่มน้ำน่านจะเป็นที่ราบสองฝั่งแม่น้ำ ซึ่งจัดได้ว่าเป็นทุ่งราบผืนใหญ่ที่สำคัญที่สุดของประเทศไทย จากจังหวัดพิจิตร แม่น้ำน่านจะไหลเคียงคู่กับแม่น้ำยมลงมาจนบรรจบกันที่อำเภอชุมแสง จังหวัดนครสวรรค์ จากนั้นจะไหลผ่านบึงบอระเพ็ดทางฝั่งซ้าย ก่อนจะบรรจบกับแม่น้ำปิง ที่อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของแม่น้ำเจ้าพระยา ความยาวรวม 859 กิโลเมตร

สภาพปัญหากลุ่มน้ำน่าน พบว่ามีการชะล้างพังทลายของดิน 8,323,079 ไร่ ดินตื้น 1,836,402 ไร่ ดินทรายจัด 25,015 ไร่ ดินกรดจัด 1,376,265 ไร่ แล้งซ้ำซาก 1,719,742 ไร่ น้ำท่วมซ้ำซาก 2,644,796 ไร่ รวมถึงการผันแปรจากปริมาณน้ำฝนทำให้เกิดภาวะภัยแล้ง อุทกภัย ดินถล่ม การใช้สารเคมีปริมาณมากในพื้นที่ต้นน้ำ สอดคล้องกับสถานการณ์ทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน, 2555) รายงานการวิเคราะห์ข้อมูลกลุ่มน้ำน่าน พบว่าสภาพปัญหาของสิ่งแวดล้อม สถานการณ์ปัจจุบันกลุ่มน้ำน่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ภูมิประเทศภูเขาและหุบเขาในจังหวัดน่าน อุดรดิตถ์ และเพชรบูรณ์ ที่มีที่ราบเชิงเขาสำหรับทำกินด้านการเกษตรมีจำกัด มักประสบปัญหาการบุกรุกทำลายป่าต้นน้ำลำธาร ทำให้เกิดการกัดเซาะพังทลายดิน ทั้งโดยการเกษตร การตัดถนน และการลักลอบตัดไม้ทำลายป่า เช่นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในอำเภอแม่จริม อำเภอนาน้อย อำเภอปัว และอำเภอเชียงกลาง ของจังหวัดน่าน อำเภอน้ำปาด จังหวัดอุดรดิตถ์ อำเภอชนแดน จังหวัดเพชรบูรณ์ และอำเภอทับคล้อ จังหวัดพิจิตร เป็นข้อจำกัดของการพัฒนาแหล่งน้ำ ส่งผลให้ปริมาณตะกอนจากลุ่มน้ำปาด ลุ่มน้ำน่านตอนล่าง มีค่าเท่ากับ 1,394.84 และ 933.67 ตันต่อตารางกิโลเมตรต่อปี ตามลำดับโดยปริมาณตะกอนที่เกิดขึ้นมีผลทำให้ปริมาณตะกอนแขวนลอยในลุ่มน้ำเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งส่งผลเสียต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำ

สมคิด (2547) ได้ศึกษาการสูญเสียดินและน้ำ จากการใช้ประโยชน์ที่แตกต่างกัน ได้แก่ ยางพารา เงาะ ขนุน มะม่วงหิมพานต์ สับปะรด ไร่ร้าง สวนป่าอินทนิลบก ป่าธรรมชาติ และพื้นที่โล่ง บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแล้ง-คลองพืด ในอำเภอบ่อไร่ และอำเภอเมืองตราด จังหวัดตราด แปลงทดลองยางพารา ขนาดแปลง 8x20 เมตร ความลาดชัน 25 เปอร์เซ็นต์ ระยะปลูก 4x4 เมตร อายุยาง 7 ปี โดยเก็บผลในช่วงฤดูฝน ระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกรกฎาคม 2545 พบว่า แปลงทดลองสับปะรด มีการสูญเสียดินและน้ำมากที่สุด ส่วนในแปลงทดลองยางพารา มีปริมาณการสูญเสียดิน 0.98 ตันต่อไร่ ปริมาณการสูญเสีย 13 มิลลิลิตร และเมื่อนำมาประเมินการสูญเสียดินโดยใช้สมการสูญเสียดินสากล USLE มีค่าเท่ากับ 38.8 ตันต่อไร่ต่อปี

ปัทมา (2547) รายงานการสูญเสียธาตุอาหาร (N, P และ K) ของแปลงมันสำปะหลัง แปลงอ้อย ในพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเล็กในพื้นที่ลูกคลื่นของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ดังนั้นคือ ปริมาณธาตุอาหารหลักมีสูงใน

ตะกอนดิน (0.2-15 กก.ต่อเฮกตาร์ต่อปี) สำหรับ N และ 0.1-3 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ต่อปี สำหรับ P มากกว่าในน้ำไหลบ่า นอกจาก K ที่สูงกว่าในน้ำไหลบ่า โพแทสเซียมเป็นธาตุอาหารที่มีปริมาณในน้ำไหลบ่ามากที่สุดในการใช้ที่ดินทุกประเภท (10-90 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ต่อปี)

ศุภมิตร (2539) ได้เปรียบเทียบการสูญเสียดินและน้ำจากแปลงปลูกพืชระบบวนเกษตรกับการใช้ที่ดิน 3 รูปแบบ ได้แก่ แปลงควบคุม (ปล่อยว่างเปล่าในปีแรก) แปลงปลูกพืชเกษตร แปลงปลูกสร้างสวนป่า บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำภูเวียง จังหวัดขอนแก่น พบว่า รูปแบบของแปลงควบคุมให้ค่าการสูญเสียดินมากที่สุดคือ 22.3 ตันต่อเฮกตาร์ต่อปี รองลงมาได้แก่ แปลงปลูกพืชเกษตร แปลงปลูกพืชระบบวนเกษตร และแปลงปลูกสร้างสวนป่า มีค่าการสูญเสียดินเท่ากับ 12.0, 9.5 และ 0.7 ตันต่อเฮกตาร์ต่อปี ตามลำดับ ส่วนการสูญเสียน้ำพบว่า แปลงปลูกพืชเกษตรให้ค่าการสูญเสียน้ำมากที่สุดเท่ากับ 271.3 มิลลิเมตรต่อปี รองลงมาได้แก่แปลงปลูกพืชระบบวนเกษตร และแปลงปลูกสร้างสวนป่า โดยมีค่าปริมาณการสูญเสียน้ำเท่ากับ 262.3 151.4 และ 56.4 มิลลิเมตรต่อปี ตามลำดับ และสอดคล้องกับงานของ Shrestha *et al.* (2010) รายงานว่า การปลูกพืชเชิงเดี่ยวได้แก่ อ้อย ยูคาลิปตัส มีปริมาณการสูญเสียดิน ประมาณ 0.8 ตันต่อไร่ต่อปี และการปลูกพืชที่มีความหลากหลาย ได้แก่ การปลูกไม้ผลผสม มีปริมาณการสูญเสียดิน 0.08 ตันต่อไร่ต่อปี นอกจากนี้ สมภัทร และคณะ (2547) ได้ประเมินการสูญเสียดินในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแร่-คลองพืด จังหวัดตราด ซึ่งมีพื้นที่สวนผลไม้ สวนยางพารา ทุ่งหญ้าไร่ร้าง และสับปะรด รวมประมาณ 26,744 เฮกตาร์ พบว่า มีการสูญเสียดินทั้งที่เคลื่อนย้ายอยู่ภายในลุ่มน้ำ (on site) และออกไปนอกลุ่มน้ำ (off site) รวมทั้งหมดประมาณ 50,230 ตันต่อปี และเมื่อนำตัวอย่างฟาร์มวนเกษตรที่ได้ศึกษาไปประยุกต์ใช้พบว่าช่วยลดการสูญเสียดินในพื้นที่ลุ่มน้ำได้ประมาณ 10,844 ตันต่อปี หรือลดลงประมาณ 21.6 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่สำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยางได้มีข้อเสนอแนะสำหรับเกษตรกรในการปลูกพืชแซมยาง หมายถึงพืชที่ปลูกระหว่างแถวยางในขณะที่ยางมีอายุไม่เกิน 3 ปี ได้แก่ ข้าวไร่ ข้าวโพด สับปะรด ถั่วลิสง ถั่วต่างๆ เป็นต้น การปลูกพืชแซมยางเป็นการเพิ่มรายได้ให้แก่เจ้าของสวนในขณะที่ยางยังไม่ให้ผลผลิต ทำให้เจ้าของสวนได้มีเวลาในการดูแลสวนยางมากและบ่อยครั้งขึ้น เป็นการเสริมรายได้ช่วง 3 ปีแรก และยังเป็นการเพิ่มขึ้นเรือนยอด พืชปกคลุมดิน ซึ่งจะช่วยลดแรงกระแทกของน้ำฝนทำให้ลดการกร่อนดินได้อีกทางหนึ่ง (องค์การสวนยาง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์) นอกจากนี้การปลูกข้าวโพดบนพื้นที่ลาดชันสูงภายใต้ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ร่วมกับปลูกพืชตระกูลถั่ว (*Canavalia ensiformis*) และมีการไถพรวนน้อยครั้ง พบว่า ในปีที่ 3 แปลงที่มีการปลูกข้าวโพดร่วมกับการปลูกพืชตระกูลถั่วและมีการปลูกหญ้าแฝก เกิดการกร่อนดินลดน้อยลงเมื่อเทียบกับปีที่ 1 (Pansak *et al.*, 2008) การปลูกหญ้าแฝกเป็นแถวตามระดับขวางความลาดชัน การปลูกแบบนี้จะเห็นผลดียิ่งเมื่อหญ้าแฝกมีความเจริญและแตกกอขึ้นเต็ม ตลอดแนวจนไม่มีช่องว่าง ซึ่งถือว่ามีประสิทธิภาพสูงสุด เพราะเมื่อมีน้ำไหลบ่าหรือมีการพัดพาดินไปกระทบแถวของหญ้าแฝก แฝกจะทำหน้าที่ชะลอความเร็วของน้ำลง และดักเก็บตะกอน ดินไ่วส่วนน้ำจะไหลบ่าซึมลงสู่ดินชั้นล่างได้มากขึ้น อันจะเป็นการเพิ่มความชุ่มชื้นให้แก่ดินเบื้องล่างและน้ำที่ผิวดินก็ไหลผ่านแนวต้นหญ้าแฝกไปได้ ส่วนรากหญ้ามานั้น ก็ยังลึกลงไปดินอาจลึกถึง 3 เมตร ซึ่งสามารถยึดดิน ป้องกันการชะล้างได้เป็นอย่างดี ไม่ว่าจะเป็นชะล้างแบบเป็นหน้ากระดานหรือเป็นร่องลึก และแบบอุโมงค์เล็กใต้ดินเมื่อแถวหญ้าแฝก ทำหน้าที่ดักตะกอนดินเป็นระยะเวลานานขึ้น

ก็จะเกิดการสะสมทับถมกันของตะกอนดิน บริเวณหน้าแกวหญ้าแฝกเพิ่มขึ้นทุก ๆ ปี กลายเป็นคันดินธรรมชาติในที่สุด

การชะล้างพังทลาย หมายถึงกระบวนการแตกกระจาย (detachment) และการพัดพาไป (transportation) ของดินโดยตัวการกัดกร่อน (erosion agents) ได้แก่การชะล้างพังทลายโดยน้ำ (water erosion) ซึ่งเป็นกระบวนการที่สำคัญอย่างมากในประเทศไทย และการพังทลายโดยลม (wind erosion) การชะล้างพังทลายแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือการชะล้างพังทลายโดยธรรมชาติ (geologic or natural or normal erosion) และการชะล้างพังทลายโดยมีตัวเร่ง (accelerated or man-made erosion) การชะล้างพังทลายของดิน ในพื้นที่เกษตรกรรม เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทั้งจากสภาพตามธรรมชาติ และจากกิจกรรมของมนุษย์ที่จะเป็นปัจจัยเร่งให้เกิดการชะล้างพังทลายของดินรุนแรงขึ้น โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีความลาดเทและขาดการอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่เกษตรกรรมการชะล้างพังทลายของดินสามารถแบ่งได้ 3 แบบ คือ แบบกระเด็น (splash erosion) แบบแผ่น (sheet หรือ inter-rill erosion) และแบบริ้ว (rill erosion) ซึ่งในพื้นที่กว้างๆ ที่มีน้ำมารวมกันมาก การพังทลายแบบริ้วอาจขยายตัวออกเป็นร่องลึก (gully erosion) สำหรับการพังทลายแบบกระเด็นจะทำให้เม็ดดินหลุดออกจากพื้นดินและกระเด็นไปอยู่ห่างออกไปจากที่เดิม พร้อมทั้งจะทำให้เกิดการพังทลายแบบแผ่นตะกอนดินและน้ำจะถูกพัดพาลงสู่ที่ต่ำ ในกรณีที่น้ำไหลมารวมกันมากตรงจุดที่เป็นที่ต้ง น้ำจะมีปริมาณมากและมีพลังงานมากพอที่จะกัดเซาะดินให้เกิดร่องน้ำตื้นที่มีขนาด 5-15 เซนติเมตร ดินในร่องน้ำนี้จะถูกพัดพาลงสู่ที่ต่ำเช่นเดียวกัน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553)

ปัจจัยที่ทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของดิน มีทั้งปัจจัยจากกิจกรรมการใช้ที่ดินของมนุษย์ และปัจจัยทางธรรมชาติได้แก่ สภาพอากาศ ปริมาณน้ำฝน ลักษณะภูมิประเทศความลาดชันของพื้นที่ ลักษณะพืชพรรณที่ขึ้นปกคลุมพื้นที่คุณสมบัติของดินและการจัดการดิน ซึ่งปัจจัยต่างๆเหล่านี้มีผลต่อการสูญเสียอนุภาคของดินจากพื้นที่เป็นอย่างมากน้ำฝนและน้ำไหลบ่าหน้าดินเป็นตัวการที่สำคัญที่ทำให้เกิดกระบวนการชะล้างพังทลายของดิน ซึ่งความรุนแรงของเม็ดฝนทำให้อนุภาคของดินแตกกระจายและน้ำไหลบ่าหน้าดินจะเป็นตัวพัดพาเอาอนุภาคของดินที่แตกกระจายออกไปจากพื้นที่ (สมเจตน์, 2522)

พืชจะได้รับประโยชน์จากน้ำฝนที่ไหลลงไปอยู่ในดิน โดยรากพืชดูดขึ้นมาใช้ในการปรุงอาหาร (photosynthesis) และการคายน้ำของพืช (transpiration) นอกจากนี้ลักษณะของฝนที่เป็นประโยชน์ต่อพืช คือ การกระจายของฝนที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชมากกว่าจำนวนน้ำฝน พืชต้องการน้ำฝนสม่ำเสมอและมีจำนวนมากพอสมควรในระหว่างการเจริญเติบโต เนื่องจากบนพื้นที่สูงส่วนใหญ่ต้องอาศัยน้ำฝนเป็นแหล่งน้ำสำหรับทำการเกษตร ประกอบกับลักษณะพื้นที่ที่มีความลาดเท ทำให้พื้นที่ดังกล่าวมีการชะล้างพังทลายได้ง่าย ถ้ามีปริมาณน้ำฝนตกมากและตกหนัก จะเป็นลักษณะของฝนที่ทำลายเพราะน้ำฝนหรือแรงปะทะของเม็ดฝนจะกระแทกและชะล้างผิวหน้าดินไป เนื่องจากเม็ดฝนที่ตกลงมานั้นมีพลังงานเกิดขึ้นมีมวล (mass) และความเร็ว (velocity) เมื่อตกมากระทบผิวดินก็จะถ่ายทอดพลังงานให้กับผิวดินแรงตกกระทบของเม็ดฝนทำให้อนุภาคดินแตกกระจายถูกน้ำพัดพาออกไปจากพื้นที่นั้น ทำให้สูญเสียปริมาณธาตุอาหารไปด้วย (วิศิษฐ์, 2521)

ปัญหาความเสื่อมโทรมของดินมีสาเหตุพื้นฐานจากการชะล้างพังทลายของดิน ซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากการใช้ที่ดินเพื่อกิจกรรมต่าง ๆ มีปริมาณการสูญเสียในระดับปานกลางถึงรุนแรงมาก รวมเป็นเนื้อที่ถึง 107.69 ล้านไร่ หรือ 33.55 เปอร์เซ็นต์ของเนื้อที่ทั้งประเทศ ก่อให้เกิดความสูญเสียทรัพยากรธรรมชาติ และมีผลกระทบต่อการผลิตทางเกษตรกรรมและสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างยิ่ง นับตั้งแต่การสูญเสียหน้าดินที่มีธาตุอาหารและอินทรีย์วัตถุในดิน ตลอดจนโครงสร้างของดินจนมีผลให้ความอุดมสมบูรณ์และความสามารถในการให้ผลผลิตของดินลดลง ถึงระดับที่ไม่สามารถทำการเกษตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สุเมท และคณะ (2559) ได้กล่าวว่า การประเมินอัตราการกร่อนของดิน ทำได้โดย 2 วิธีการหลัก ได้แก่ การประเมินด้วยวิธีทางตรง โดยการวัดหาปริมาณตะกอนดินที่เกิดจากการกร่อนและชะพาของน้ำในแปลงศึกษา วิธีการนี้ให้ผลการศึกษาที่ค่อนข้างแม่นยำ แต่มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการสูง และการปฏิบัติค่อนข้างยุ่งยาก จึงเหมาะสำหรับพื้นที่ศึกษาขนาดเล็กอีกวิธีการหนึ่ง คือ การประเมินด้วยวิธีทางอ้อม โดยหากต้องการประเมินอัตราการกร่อนของดินในพื้นที่ขนาดใหญ่ มักใช้การคำนวณด้วยสมการการสูญเสียดินสากล ซึ่งต้องอาศัยข้อมูลในการคำนวณสำหรับตัวแปรหลายตัว และหากต้องการผลการคำนวณที่มีความแม่นยำสูง อาจต้องมีการปรับแก้ค่าตัวแปรในสมการ ซึ่งมีความซับซ้อน ต่อมาในระยะหลังได้มีการศึกษาการใช้หมุด (erosion pin หรือ erosion stake) ที่ทำขึ้นมาจากโลหะปลอดสนิมฝังลงไปในพื้นที่ดินบริเวณที่ต้องการศึกษา ซึ่งตั้งแต่ปี ค.ศ. 1960 (พ.ศ. 2493) ได้มีการวัดการสูญเสียดินโดยวิธีการใช้หมุดนี้เป็นเครื่องมือวัดการกร่อนของน้ำดินในพื้นที่ที่มีความชัน และถูกนำเสนอครั้งแรกโดย Schumm (1956) (อ้างใน Goudie *et al.*, 1990) โดยเริ่มแรกหมุดที่ใช้สร้างขึ้นจากไม้ และพัฒนามาเป็นการใช้แท่งเหล็กมากขึ้น เนื่องจากมีความแข็งแรงและทนทานมากกว่า (Goudie *et al.*, 1990) ทั้งนี้หมุดควรมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 5 มิลลิเมตร แท่งเหล็กความยาว 60 เซนติเมตร และไม้สักกร่อน นอกจากนี้ควรปักหมุดลงไปในดินให้ลึกมากพอเพื่อลดความเสี่ยงและการถูกรบกวนโดยสัตว์ในดินและมนุษย์ (Goudie *et al.*, 1990)

ทงศักดิ์ และคณะ (2554) ศึกษาวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพของปุ๋ยเคมีในการผลิตข้าวโพดชุดดินหนองมด (Nm) กลุ่มชุดดินที่ 29 อำเภอมะสอย จังหวัดเชียงราย พบว่าวิธีการลดต้นทุนในการผลิตข้าวโพดบนพื้นที่ดอนเหมาะสมที่สุด โดยลดปริมาณการใช้ปุ๋ย 25 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณที่เกษตรกรใช้ในพื้นที่ผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้ 1,541-1,642 กิโลกรัมต่อไร่ วิธีการที่ 5 ลดต้นทุนการผลิตได้ 50 เปอร์เซ็นต์ของค่าลงทุนในการซื้อปุ๋ยของเกษตรกร ผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้ 1,309-1,835 กิโลกรัมต่อไร่ ดังนั้นการใส่ปุ๋ยแบบหยอดหลุมเป็นวิธีการที่ทำให้ปุ๋ยเกิดประโยชน์ต่อข้าวโพดมากกว่าการใส่ปุ๋ยแบบหยอดบนหน้าดิน เนื่องจากสามารถลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีลงได้ 25-50 เปอร์เซ็นต์ของที่เกษตรกรใช้ในพื้นที่ โดยไม่มีผลกระทบต่อปริมาณและคุณภาพของผลผลิต แต่ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า pH ของดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินและปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ในดิน ยกเว้นปริมาณโพแทสเซียมที่สามารถสกัดได้ในพื้นที่ที่มีการสะสมอย่างต่อเนื่อง

พงษ์สันต์ และคณะ (2553) ได้ทำการศึกษาสภาวะธาตุอาหารพืชและปัจจัยทางดินเพื่อการฟื้นฟูทรัพยากรดินและการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างยั่งยืน ในพื้นที่เกษตรกรรมโครงการหลวง โดยการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ศึกษามี 6 ประเภท ได้แก่ พืชผัก ไม้ผล พืชไร่ ข้าววนาน้ำซัง ไม้ดอก ไม้ประดับ ไม้ยืนต้น ใช้สอย พบว่า สมบัติทางเคมีและธาตุอาหารพืชของทรัพยากรดินในแปลงเกษตรกรรม มีปริมาณอินทรีย์วัตถุ

สูงถึงสูงมาก ปฏิกริยาดินเป็นกรดรุนแรงมากถึงกรดปานกลาง (pH 4.0-6.5) ส่วนใหญ่สภาพกรดของดินเกิดจากประจุเหล็กและอะลูมิเนียม ทรัพยากรดินมีสถานะความอุดมสมบูรณ์ของดินปานกลางถึงสูงมาก โดยปริมาณโพแทสเซียมและแมงกานีสสูงถึงสูงมากเหล็กปานกลางถึงสูงมาก แมกนีเซียมต่ำถึงสูง ฟอสฟอรัสสังกะสี และทองแดงปานกลางถึงต่ำมากและโบรอนต่ำถึงต่ำมาก โดยทั่วไปในแปลงปลูกพืชผักและไม้ผลมีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์เป็นปริมาณสูงมากเกินไป อันเนื่องจากเกษตรกรมีการใช้ความเป็นประโยชน์ของธาตุเหล็ก สังกะสี และแมกนีเซียม เป็นผลให้พืชที่ปลูกเกิดการขาดธาตุอาหารดังกล่าวได้ง่าย

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) คือการเปลี่ยนแปลงสภาวะอากาศอันเป็นผลจากกิจกรรมของมนุษย์ที่เปลี่ยนองค์ประกอบของบรรยากาศโลกโดยตรงหรือโดยอ้อม และที่เพิ่มเติมจากความแปรปรวนของสภาวะอากาศตามธรรมชาติที่สังเกตได้ เช่น อุณหภูมิอากาศร้อนจัด ปริมาณน้ำฝนที่ทิ้งช่วง สภาพดินแห้งแล้ง ซึ่งจะเป็ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการดำรงอยู่ของสิ่งมีชีวิต จังหวัดน่านเป็นส่วนหนึ่งของพื้นที่ต้นน้ำน่านที่ได้รับผลกระทบภาวะโลกร้อน พบว่ามีการบุกรุกพื้นที่ป่าขยายการเพาะปลูกไปป่าทำให้พื้นที่ป่าไม้ของไทยลดลงอย่างต่อเนื่อง เกิดการชะล้างพังทลายของดินค่อนข้างสูง เมื่อผนวกกับภาวะโลกร้อน ก่อให้เกิดผลกระทบคือ เกิดความแห้งแล้งเสื่อมโทรมของดิน ความแห้งแล้ง ส่งผลต้นพืชยืนต้นตาย แต่ตรงข้ามกับฤดูฝน เกิดน้ำไหลบ่าตามที่สูงและที่ลาดเขา เพราะการที่น้ำไหลบ่าลงมาอย่างรวดเร็วทำให้การซึมผ่านของน้ำลงสู่ใต้ดินลดลง มีน้ำกักเก็บอยู่ใต้ดินลดลง และการชะล้างพังทลายของดินไปกับน้ำหลากทำให้สูญเสียหน้าดินและสูญเสียการอุ้มน้ำในดิน ความชื้นของดินก็ลดต่ำลงด้วย ปัญหาด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจึงเป็นปัญหาสำคัญที่มวลมนุษยชาติจะต้องร่วมมือกันป้องกัน และเสริมสร้างความสามารถในการรองรับการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้น ซึ่งคาดว่าจะทวีความรุนแรงขึ้น ดังนั้น งานวิจัยเพื่อความยั่งยืนของระบบนิเวศดินโครงการพัฒนาลุ่มน้ำน่าน ควรมีการศึกษาข้อมูลพื้นฐานในพื้นที่ต้นน้ำ กลางน้ำ ปลายน้ำ ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินแตกต่างกัน ลักษณะดินที่แตกต่างกันซึ่งมีผลต่อความสัมพันธ์ต่อความต้องการน้ำของพืช สามารถนำข้อมูลมาเปรียบเทียบการใช้ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่การเกษตร เพื่อปรับเปลี่ยนแผนการปลูกพืชให้เหมาะสม ส่งผลต่อระบบนิเวศดินที่ยั่งยืนต่อไป

4.4 วัตถุประสงค์

4.4.1 เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงความชื้นในดินตามกลุ่มชุดดินและการใช้ประโยชน์ที่ดินในระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำน่าน

4.4.2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นในดินในระดับต่าง ๆ กับเนื้อดิน

4.5 ขอบเขตการศึกษา

การพัฒนาพื้นที่ให้เกิดความยั่งยืนในลุ่มน้ำน่าน โดยสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้านวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ และการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างมีศักยภาพ หน่วยงานภาครัฐและเกษตรกรในชุมชนมีแนวทางที่เป็นรูปธรรมสำหรับนำข้อมูลพื้นฐานด้านดิน น้ำ ปืช กำหนดให้เกิดกลยุทธ์ในการพัฒนาเชิงพื้นที่

4.6 ขั้นตอนการดำเนินการ : ระบุขั้นตอนการดำเนินการตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสิ้นอย่างละเอียด ซึ่งอาจแสดงเป็นแผนผังการทำงาน (Flowchart) และรายละเอียดแต่ละขั้นตอนการดำเนินการอาจมีการแสดงแผนภาพ แผนภูมิ กราฟประกอบการอธิบายให้เกิดภาพชัดเจนยิ่งขึ้นด้วยก็ได้

4.6.1 ระยะเวลาดำเนินการ เริ่มต้นเดือน ตุลาคม พ.ศ. 2563

สิ้นสวดเดือน กันยายน พ.ศ. 2564

4.6.2 สถานที่ดำเนินการ

บ้านสะไ และบ้านห้วยลึก ตำบลบ่อเกลือเหนือ อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน
มีความลาดชัน 25-30 เปอร์เซ็นต์

4.6.3 อุปกรณ์

- 1) บัญชีเลขที่ 46-0-0 และ 15-15-15
- 2) ข้าวโพดพันธุ์ C.P.888
- 3) ข้าวไร่ พันธุ์พื้นเมือง
- 4) ไม้ยืนต้น (ลิ้นจี่ พันธุ์ฮงฮวย)

กลุ่มที่สอง ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ

วิธีการที่ 5 ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ+ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เชิงเดี่ยว

วิธีการที่ 6 ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ+ข้าวไร่

วิธีการที่ 7 ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ+ไม้ผล (ลิ้นจี่)

วิธีการที่ 8 ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ+พืชผสมผสาน

วิธีการพิเศษ

วิธีการที่ 9 นาข้าวขั้นบันได

ความลึกดิน 2 ระดับ x ก่อนและหลัง 2 ครั้ง x การใช้ที่ดิน 5 ประเภท x 3 ซ้ำ x 2 ระบบ

3) การเตรียมแปลงทดลองกำจัดวัชพืชโดยใช้จอบตากและเก็บเศษวัชพืชออกจากพื้นที่แบ่งแปลงย่อยขนาดกว้าง 6 เมตร ยาว 25 เมตร ทั้งหมด 27 แปลง ระยะห่างระหว่างแปลง 1 เมตร แต่ละแปลงใช้สังกะสีแผ่นเรียบล้อมรอบ 3 ด้านคือ ด้านบน ด้านข้างทั้ง 2 ด้าน โดยฝังสังกะสี ลงไปในดินลึก 20 เซนติเมตร และอยู่เหนือดิน 25 เซนติเมตรด้านล่างของแปลงเปิดไว้ให้น้ำไหลบ่า

สำรวจและคัดเลือกพื้นที่แปลงทดลอง บ้านสไล และบ้านห้วยลึก ตำบลบ่อเกลือเหนือ อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน คัดเลือกพื้นที่เกษตรกรรมที่ปลูกข้าวโพด ข้าวไร่ ไม้ยืนต้น(ลิ้นจี่) ดำเนินการในแปลงจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแปลงทดลองตั้งอยู่บนพื้นที่ภูเขาซึ่งมี ความลาดชันไม่เกิน 20-35 เปอร์เซ็นต์ แต่ละแปลงมีความกว้าง 6 เมตร และยาวประมาณ 25 เมตร และแต่ละแปลงย่อยมีระยะห่างจากกัน 1 เมตร และมีการจัดทำคูรับน้ำรอบเขาตามแนวระดับ (Hillside Ditch) อ้างอิงตาม กรมพัฒนาที่ดิน (2553) เพื่อลดอัตราการกร่อนของดินไว้ ลักษณะคันดินมีความกว้างประมาณ 1.5 เมตร แต่ละชั้นมีระยะห่างประมาณ 8-10 เมตร ปริมาตรดินขุด-ถม ประมาณ 0.2 ลูกบาศก์เมตรต่อเมตร ซึ่งแบบคูรับน้ำรอบเขา (Hill side Ditch) แบบที่ 6 แสดงดังภาพที่ 2 ซึ่งเหมาะกับพื้นที่ที่มีความลาดชันมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ สำหรับแปลงไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ พื้นที่ศึกษาที่มีการเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ที่ดิน เป็นพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวไร่ ไม้ผล พืชผสมผสาน แปลงจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ คูรับน้ำขอบเขา หรือคันดินแบบที่ 6 มีวิธีดำเนินการ ดังนี้

(1) ใช้เทปวัดระยะ วัดแนวก่อสร้างคูรับน้ำขอบเขา (คันดินแบบที่ 6) ให้ได้ระยะห่างของแต่ละชั้น ตามที่กำหนดไว้ในแบบแปลน แนวนี้เรียกว่า แนวหลัก (main line) ใช้ไม้หลักแนวที่ทาสีแดงปักตามแนวเพื่อหมายแนวคูรับน้ำขอบเขาแต่ละชั้น

การคำนวณระยะห่างของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำของคูรับน้ำขอบเขา (คันดินแบบที่ 6) มีสมการ ดังนี้ (Taiwan Provincial Soil and Water Conservation Bureau and the Chinese Soil and Water Conservation Society, 1995)

$$V.I. = \frac{S+6}{10} \quad (1)$$

10

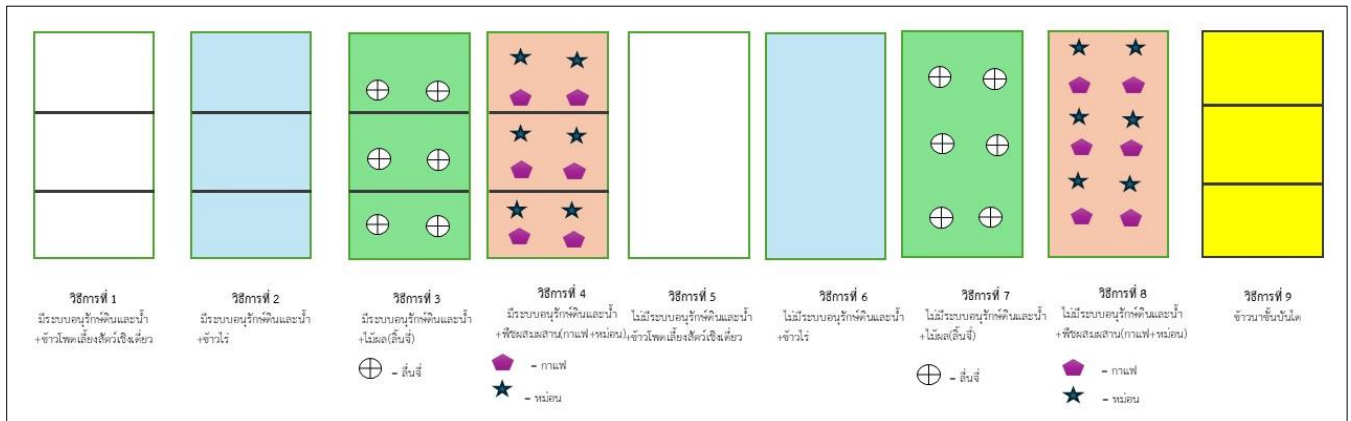
เมื่อ V.I. คือ ระยะห่างในแนวดิ่ง มีหน่วยเป็นเมตร

S คือ เปอร์เซ็นต์ความลาดเทของพื้นที่

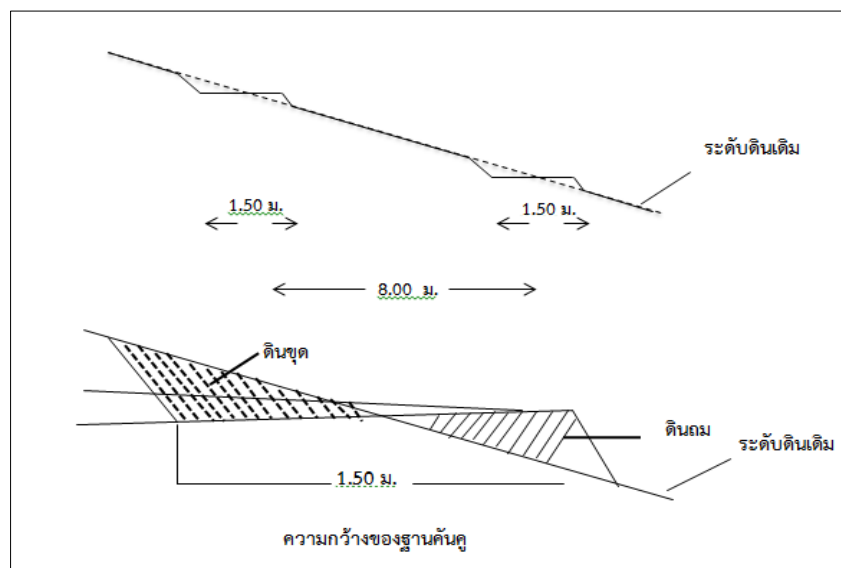
(2) ใช้ไม้สตัฟตั้งตรงไม้หลักที่ปักไว้ในแนวหลัก (Main line) ใช้กล้องระดับ (Level) และไม้ระดับ อ่านค่า ระดับจากแนวหลัก (Main line) ที่กำหนดให้ และส่องกล้องถ่ายค่าระดับออกจากแนว

หลัก ใช้ไม้หลักที่มีสีเดียวกันกับแนวหลัก (Main line) ปักหมายไว้ตลอดแนวทุก ๆ 10 เมตร และทำการวางแนวให้ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมด

(3) ใช้แรงงานคนขุด โดยวัดระยะห่างจากไม้หลักแนวที่ปักไว้ลงมา 0.75 เมตร เป็นจุดเริ่มขุด และขุดเข้าไปจนถึงไม้หลักแนวที่ปักไว้ และย้ายดินขุดมาถมตรงจุดที่ต่ำด้านล่างต่อจากจุดเริ่มขุดออกมา 0.75 เมตร เพื่อให้ได้พื้นที่ราบ ความกว้าง 1.50 เมตร ความลึกของงานดินตัดลึก เท่ากับ 0.15 เมตร และความลาดเทของร่องน้ำด้านในแบบลดระดับ 0.3 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 1 แผนผังแปลงวิจัย



ภาพที่ 2 แบบคูรับน้ำขอบเขา (Hill side Ditch) แบบที่ 6

4) วิธีการเก็บข้อมูล

ก. ข้อมูลดิน

(1) การตรวจวัดสมบัติดินทางเคมี สมบัติดินที่ตรวจวัดและใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ความอุดมสมบูรณ์ เก็บตัวอย่างดินก่อนและหลังทำการทดลองในพื้นที่แปลงทดลองของแปลงที่กำหนดเป็นรายพืช โดยเก็บตัวอย่างดินแบบสุ่มกระจาย ในแปลงย่อยละ 6 จุด รวมเป็น 1 ตัวอย่าง เก็บตัวอย่างดินแยกตามวิธีการ เก็บบริเวณบริเวณด้านบนของแปลง บริเวณส่วนกลางของแปลง และบริเวณท้ายแปลง แล้วนำมาคลุกเคล้ารวมกัน (composite sample) เลือกมา 1 กิโลกรัม การตรวจสอบสมบัติดินทางเคมี ได้แก่

- ค่าพีเอชของดิน (pH) วิเคราะห์โดยใช้เครื่อง pH meter ใช้ ดิน:น้ำอัตราส่วน 1 : 1
- ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM) วิเคราะห์โดยใช้วิธีของ (Walkley and Black, 1947)
- ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Avail. P) วิเคราะห์โดยใช้น้ำยาสกัด Bray II (Bray and Kurt, 1945)
- ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Avail. K) โดยการสกัดด้วย 1 N NH₄OAc pH 7 (Jackson, 1958)
- อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบส (%BS)
- ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน Cation exchange capacity (CEC) (สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน, 2547)

(2) การตรวจสอบสมบัติดินทางกายภาพ จะเก็บไม่รบกวนดินโดยใช้อุปกรณ์กระบอกเก็บตัวอย่างดินแบบสุ่มกระจายอย่างน้อยแปลงละ 3 ตัวอย่าง ที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-45 เซนติเมตร จากผิวดิน สมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ค่าความหนาแน่นดินรวม ความหนาแน่นอนุภาค ค่าความพรุน ความชื้นในดิน (เก็บข้อมูลความชื้นทุก 15 วันน้ำที่อยู่ในช่องว่างดิน และเนื้อดิน (soil texture) วิเคราะห์หาความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk density) วิเคราะห์โดยใช้วิธี core method (สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน, 2547) แยกตามวิธีการ แปลงย่อยละ 3 ตัวอย่างคือ บริเวณด้านบนของแปลง บริเวณส่วนกลางของแปลง และบริเวณท้ายแปลง ในวิธีการที่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ จะเก็บดินบริเวณด้านล่างของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ รวมทั้งหมด 27 แปลง เพื่อวิเคราะห์หาความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk density, Pb) ความหนาแน่นรวมของดิน หมายถึง สัดส่วนระหว่างมวลดินแห้ง (ms) และปริมาตรรวม (Vb) คือ

$$Pb = \frac{ms}{Vb}$$

(3) การตรวจวัดความชื้นของดินเก็บตัวอย่างดินแต่ละชั้นความลึก 0-15 และ 15-45 เซนติเมตรโดยใช้ soil core ในเก็บจำนวน 3 จุดคือ บริเวณด้านบนของแปลง บริเวณส่วนกลางของแปลง และบริเวณท้ายแปลง และใช้วิธีวัดความชื้นดินมาตรฐาน (Gravimetric method) เพื่อหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นของดิน

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

คำนวณปริมาณความชื้นในดินเป็นมิลลิเมตรของน้ำ ดังนี้

$$V = WC \times BO \text{ (bulk density) (หน่วย ลบ.ซม./ลบ.ซม.)}$$

$$Mm = V \times 10 \times \text{ระดับความลึกที่เก็บตัวอย่างดิน (หน่วย มม.)}$$

$$WC = \text{ปริมาณความชื้นในดิน ร้อยละโดยน้ำหนัก} / 100$$

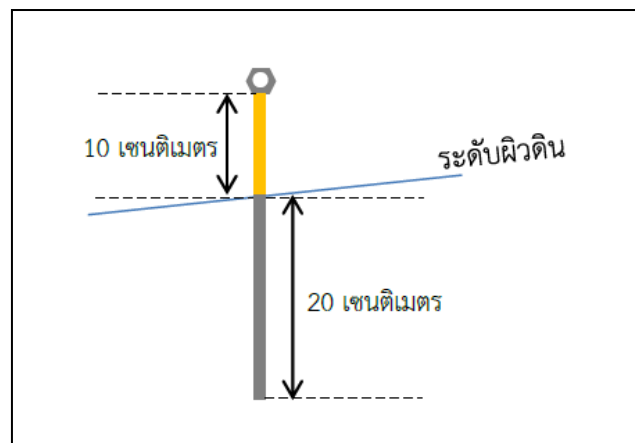
(หน่วย กรัม/น้ำ/กรัมดิน)

ซึ่งเมื่อคำนวณได้แล้ว จะมีความหมายว่า 1 มม.น้ำ เท่ากับ ปริมาตรน้ำ 1 ลิตรต่อตารางเมตร และนำมาคำนวณสมดุลน้ำในดิน ร่วมกับปริมาณน้ำฝน

4) การเก็บข้อมูลการกร่อนดิน

การเก็บข้อมูลการกร่อนของดินโดยวิธีการปักแท่งเหล็ก ในแต่ละแปลงทดลอง ทำการปักแท่งเหล็ก (pin method) ซึ่งมีความยาว 30 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร เพื่อศึกษาการกร่อนของดิน โดยปักแท่งเหล็กระหว่างคันดินแต่ละชั้น ชั้นละ 3 แท่ง ทั้งนี้ ทำการปักแท่งเหล็กลงในดินในแนวตั้ง ลึก 20 เซนติเมตร โดยให้ขีดเครื่องหมายที่ทำไว้ที่แท่งเหล็กเสมอกับผิวดินเพื่อเป็นระดับอ้างอิง เมื่อปักแล้ว จะมีส่วนที่อยู่ในดิน 20 เซนติเมตร และส่วนที่อยู่เหนือพื้นดิน 10 เซนติเมตร แสดงดังภาพที่ 3

การปักหมุด โดยวัดระดับการเปลี่ยนแปลงของหน้าดิน คือ ระยะห่างระหว่างขีดเครื่องหมายบนแท่งเหล็กซึ่งเป็นระดับอ้างอิงก่อนฤดูฝน กับผิวดิน เมื่อสิ้นฤดูฝน ข้อมูลที่ได้รับนำไปใช้คำนวณหาอัตราการกร่อนของดิน



ภาพที่ 3 ความลึกของการปักแท่งเหล็กลงในดิน

อัตราการกร่อนของดิน (กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี) = ความหนาของหน้าดินที่สูญเสียไป (เมตร) × ความหนาแน่นรวมของดิน (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) × ขนาดของพื้นที่ (ไร่)

5) มูลค่าของธาตุอาหารในดินที่สูญเสียโดยใช้ข้อมูลจากปริมาณของธาตุอาหารในตัวอย่างดินและประเมินมูลค่าของธาตุอาหารที่สูญเสียไปโดยธาตุไนโตรเจนใช้ราคาของปุ๋ยยูเรีย 46 เปอร์เซ็นต์ N ธาตุฟอสฟอรัส ใช้ราคาปุ๋ยทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต 46 เปอร์เซ็นต์ P_2O_5 ธาตุโพแทสเซียม

ใช้ราคาของ ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ 60 เปอร์เซ็นต์ K_2O ธาตุโพแทสเซียมใช้ราคาของเกลือแกง หรือโซเดียมคลอไรด์ 39 เปอร์เซ็นต์ CaO 21 เปอร์เซ็นต์ MgO การสูญเสียธาตุอาหารและการบริการทางระบบนิเวศ ปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสีย โดยนำข้อมูลจากปริมาณการสูญเสียดินและปริมาณธาตุอาหารในดินมาคำนวณโดยใช้สูตรคำนวณดังนี้

ปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสีย = ปริมาณดินที่สูญเสีย $\times$ ปริมาณธาตุอาหารในดิน

6) บันทึกข้อมูลปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ศึกษา ข้อมูลปริมาณน้ำฝนประกอบด้วย ปริมาณน้ำฝนรายวัน ปริมาณน้ำฝนรวมรายเดือนและรายปี โดยเก็บข้อมูลปริมาณน้ำฝนในแต่ละวันจาก เครื่องวัดฝนแบบ Non-Recording Rain gage แบบ Cylinder Type ที่ติดตั้งไว้บริเวณแปลงทดลอง

7) การสัมภาษณ์เกษตรกร ด้านผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสังคม สังคมและคัดเลือกเกษตรกร ของพื้นที่ที่เข้าร่วมโครงการและพื้นที่ใกล้เคียง เกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ที่ดินบนพื้นที่ลาดชัน สภาพเศรษฐกิจสังคม ระบบการปลูก วิธีการเกษตรกรรม และค่าใช้จ่าย ผลผลิตและรายได้ ในการปลูกพืชตามวิธีการทดลองต่างๆ โดยใช้แบบสอบถามแก่เกษตรกรทั่วไปในพื้นที่ศึกษาและสอบถามเชิงลึกกับเกษตรกรกลุ่มเป้าหมาย

การศึกษาโดยใช้แบบสอบถาม

แบบสอบถาม หมายถึง รูปแบบของคำถามเป็นชุด ๆ ที่ได้ถูกรวบรวมไว้อย่างมีหลักเกณฑ์และเป็นระบบ เพื่อใช้วัดสิ่งที่ผู้วิจัยต้องการจะวัดจากกลุ่มตัวอย่างหรือประชากรเป้าหมายให้ได้มาซึ่งข้อเท็จจริง ทั้งในอดีต ปัจจุบันและการคาดคะเนเหตุการณ์ในอนาคต แบบสอบถามประกอบด้วยรายการคำถามที่สร้างอย่างประณีต เพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นหรือข้อเท็จจริง โดยส่งให้กลุ่มตัวอย่างตามความสมัครใจ การใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลนั้น การสร้างคำถามเป็นงานที่สำคัญสำหรับผู้วิจัย เพราะถ้าผู้วิจัยอาจไม่มีโอกาสได้พบปะกับผู้ตอบแบบสอบถามเพื่ออธิบายความหมายต่าง ๆ ของข้อคำถามที่ต้องการเก็บรวบรวม

แบบสอบถาม เป็นเครื่องมือวิจัยชนิดหนึ่งที่ยอมรับกันมาก เพราะการเก็บรวบรวมข้อมูลสะดวกและสามารถใช้วัดได้อย่างกว้างขวาง การเก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถามสามารถทำได้ด้วยการสัมภาษณ์หรือให้ผู้ตอบตอบด้วยตนเอง (อุทุมพร, 2544)

(1) โครงสร้างของแบบสอบถาม ประกอบไปด้วย 3 ส่วนสำคัญ ดังนี้

- หนังสือแนะนำหรือคำชี้แจง โดยมากมักจะอยู่ส่วนแรกของแบบสอบถาม อาจมีจดหมายนำอยู่ด้านหน้าพร้อมคำขอบคุณ โดยคำชี้แจงมักจะระบุถึงจุดประสงค์ที่ให้ตอบแบบสอบถาม การนำคำตอบที่ได้ไปใช้ประโยชน์ คำอธิบายลักษณะของแบบสอบถาม วิธีการตอบแบบสอบถามพร้อมตัวอย่าง ชื่อและที่อยู่ของผู้วิจัย ประเด็นที่สำคัญคือการแสดงข้อความที่ทำให้ผู้ตอบมีความมั่นใจว่า ข้อมูลที่จะตอบไปจะไม่ถูกเปิดเผยเป็นรายบุคคล จะไม่มีผลกระทบต่อผู้ตอบ และมีการพิทักษ์สิทธิของผู้ตอบด้วย

- คำถามเกี่ยวกับข้อมูลส่วนตัว เช่น เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ เป็นต้น การที่จะถามข้อมูลส่วนตัวอะไรบ้างนั้นขึ้นอยู่กับกรอบแนวความคิดในการวิจัย โดยดูว่าตัวแปรที่สนใจจะศึกษานั้นมีอะไรบ้างที่เกี่ยวกับข้อมูลส่วนตัว และควรถามเฉพาะข้อมูลที่จำเป็นในการวิจัยเท่านั้น

- คำถามเกี่ยวกับคุณลักษณะหรือตัวแปรที่จะวัด เป็นความคิดเห็นของผู้ตอบในเรื่องของคุณลักษณะ หรือตัวแปรนั้น

(2) การสร้างแบบสอบถามประกอบไปด้วยขั้นตอนสำคัญ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาคุณลักษณะที่จะวัดโดยอาจดูจากวัตถุประสงค์ของการวิจัยกรอบแนวความคิดหรือสมมติฐานการวิจัย จากนั้นจึงศึกษาคุณลักษณะ หรือตัวแปรที่จะวัดให้เข้าใจอย่างละเอียด ทั้งเชิงทฤษฎีและนิยามเชิงปฏิบัติการ

ขั้นที่ 2 กำหนดประเภทของข้อคำถามในแบบสอบถาม อาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

- คำถามปลายเปิด (Open Ended Question) เป็นคำถามที่เปิดโอกาสให้ผู้ตอบสามารถตอบได้อย่างเต็มที่ ซึ่งคาดว่าจะได้คำตอบที่แน่นอน สมบูรณ์ ตรงกับสภาพความเป็นจริงได้มากกว่า คำตอบที่จำกัดวงให้ตอบ คำถามปลายเปิดจะนิยมใช้กันมากในกรณีที่ผู้วิจัยไม่สามารถคาดเดาได้ล่วงหน้าว่าคำตอบจะเป็นอย่างไร หรือใช้คำถามปลายเปิดในกรณีที่ต้องการได้คำตอบเพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างคำถามปลายปิด แบบสอบถามแบบนี้มีข้อเสียคือ มักจะถามได้ไม่มากนัก การรวบรวมความคิดเห็นและการแปลผลมักมีความยุ่งยาก

- คำถามปลายปิด (Close Ended Question) เป็นคำถามที่ผู้วิจัยมีแนวคำตอบไว้ให้ผู้ตอบเลือกตอบจากคำตอบที่กำหนดไว้เท่านั้น คำตอบที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ล่วงหน้ามักได้มาจากการทดลองใช้คำถามในลักษณะที่เป็นคำถามปลายเปิด หรือการศึกษากรอบแนวความคิด สมมติฐานการวิจัย และนิยามเชิงปฏิบัติการ คำถามปลายปิดมีวิธีการเขียนได้หลาย ๆ แบบ เช่น แบบให้เลือกตอบอย่างใดอย่างหนึ่ง แบบให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว แบบให้ผู้ตอบจัดลำดับความสำคัญหรือแบบให้เลือกหาคำตอบ

ขั้นที่ 3 การร่างแบบสอบถาม เมื่อผู้วิจัยทราบถึงคุณลักษณะหรือประเด็นที่จะวัด และกำหนดประเภทของข้อคำถามที่จะมีอยู่ในแบบสอบถามเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยจึงลงมือเขียนข้อคำถามให้ครอบคลุมทุกคุณลักษณะหรือประเด็นที่จะวัด โดยเขียนตามโครงสร้างของแบบสอบถามที่ได้กล่าวไว้แล้ว และหลักการในการสร้างแบบสอบถาม ดังนี้

- มีจุดมุ่งหมายที่แน่นอนว่าต้องการจะถามอะไรบ้าง และจะต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัยที่จะทำ

- สร้างคำถามให้ตรงตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ เพื่อป้องกันการมีข้อคำถามนอกประเด็นและมีข้อคำถามจำนวนมาก

- ถามให้ครอบคลุมเรื่องที่จะวัด มีจำนวนข้อคำถามที่พอเหมาะ ไม่มากหรือน้อยเกินไป แต่จะมากหรือน้อยเท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับพฤติกรรมที่จะวัด ซึ่งตามปกติพฤติกรรมหรือเรื่องที่จะวัดเรื่องหนึ่งๆ นั้นควรมีข้อคำถาม 25-60 ข้อ

- การเรียงลำดับข้อคำถามให้ต่อเนื่องสัมพันธ์กัน และแบ่งตามพฤติกรรมย่อย ๆ ไว้เพื่อให้ผู้ตอบเห็นชัดเจนและง่ายต่อการตอบ นอกจากนั้นต้องเรียงคำถามง่ายๆ ไว้เป็นข้อแรกๆ เพื่อชักจูงให้ผู้ตอบอยากตอบคำถามต่อ ส่วนคำถามสำคัญๆ ไม่ควรเรียงไว้ตอนท้ายของแบบสอบถาม เพราะความสนใจในการตอบของผู้ตอบอาจจะน้อยลง ทำให้ตอบอย่างไม่ตั้งใจ ซึ่งจะส่งผลเสียต่อการวิจัยมาก

- ลักษณะของข้อความที่ดี ควรมีลักษณะดังนี้

- (1) ข้อคำถามควรใช้ข้อความสั้น กระชับ ตรงกับวัตถุประสงค์และสอดคล้องกับเรื่อง
- (2) ข้อความหรือภาษาที่ใช้ต้องชัดเจน เข้าใจง่าย
- (3) ค่าเฉลี่ยในการตอบแบบสอบถามไม่ควรเกินหนึ่งชั่วโมง ข้อคำถามไม่ควรมากเกินไปจนทำให้ผู้ตอบเบื่อหน่ายหรือเหนื่อยล้า
- (4) ไม่ถามเรื่องที่เป็นความลับ เพราะจะทำให้ได้คำตอบที่ไม่ตรงกับข้อเท็จจริง
- (5) ไม่ควรใช้ข้อความที่มีความหมายกำกวม หรือข้อความที่ทำให้ผู้ตอบแต่ละคนเข้าใจความหมายของข้อความไม่เหมือนกัน
- (6) ไม่ถามในเรื่องที่รู้แล้ว หรือถามในสิ่งที่วัดได้ด้วยวิธีอื่น
- (7) ข้อคำถามต้องเหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่าง คือ ต้องคำนึงถึงระดับการศึกษา ความสนใจ สภาพเศรษฐกิจ ฯลฯ
- (8) ข้อคำถามหนึ่งๆ ควรถามเพียงประเด็นเดียว เพื่อให้ได้คำตอบที่ชัดเจนและตรงจุดซึ่งจะง่ายต่อการนำมาวิเคราะห์ข้อมูล
- (9) คำตอบหรือตัวเลือกในข้อคำถามควรมีมากพอ หรือให้เหมาะสมกับข้อคำถามนั้น แต่ถ้าไม่สามารถระบุได้หมดก็ให้ใช้ว่า อื่นๆ โปรดระบุ
- (10) ควรหลีกเลี่ยงคำถามที่เกี่ยวกับค่านิยมที่จะทำให้ผู้ตอบไม่ตอบตามความเป็นจริง

(11) คำตอบที่ได้จากแบบสอบถาม ต้องสามารถนำมาแปลงออกมาในรูปของปริมาณและใช้สถิติอธิบายข้อเท็จจริงได้ เพราะปัจจุบันนิยมใช้คอมพิวเตอร์ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนั้นแบบสอบถามควรคำนึงถึงวิธีการประมวลผลข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วย

ขั้นที่ 4 การปรับปรุงแบบสอบถามหลังจากที่สร้างแบบสอบถามเสร็จแล้ว ผู้วิจัยควรนำแบบสอบถามนั้นมาพิจารณาทบทวนอีกครั้ง เพื่อหาข้อบกพร่องที่ควรปรับปรุงแก้ไข และควรให้ผู้เชี่ยวชาญได้ตรวจสอบแบบสอบถามนั้นด้วย เพื่อที่จะได้นำข้อเสนอแนะและข้อวิพากษ์วิจารณ์ของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขให้ดียิ่งขึ้น

ขั้นที่ 5 วิเคราะห์คุณภาพแบบสอบถาม โดยนำแบบสอบถามที่ได้ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างเล็กๆ เพื่อนำผลมาตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถาม ซึ่งการวิเคราะห์หรือตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถามทำได้หลายวิธี แต่ที่สำคัญมี 2 วิธี ได้แก่

- ความตรง (Validity) หมายถึง เครื่องมือที่สามารถวัดได้ในสิ่งที่ต้องการวัด โดยแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

(1) ความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) คือ การที่แบบสอบถามมีความครอบคลุมวัตถุประสงค์หรือพฤติกรรมที่ต้องการวัดหรือไม่ ค่าสถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพ คือ ค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ หรือเนื้อหา หรือดัชนีความเหมาะสม โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ ประเมินเนื้อหาของข้อคำถามเป็นรายข้อ

(2) ความตรงตามเกณฑ์ (Criterion-related Validity) หมายถึงความสามารถของแบบวัดที่สามารถวัดได้ตรงตามสภาพความเป็นจริง แบ่งออกได้เป็นความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์และความเที่ยงตรงตามสภาพ สถิติที่ใช้วัดความเที่ยงตรงตามเกณฑ์ เช่น ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) ทั้งของ Pearson และ Spearman และ ค่า t-test เป็นต้น

(3) ความตรงตามโครงสร้าง (Construct Validity) หมายถึงความสามารถของแบบสอบถามที่สามารถวัดได้ตรงตามโครงสร้างหรือทฤษฎี ซึ่งมักจะมีในแบบวัดทางจิตวิทยาและแบบวัดสติปัญญา สถิติที่ใช้วัดความเที่ยงตรงตามโครงสร้างมีหลายวิธี เช่น การวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) การตรวจสอบในเชิงเหตุผล เป็นต้น

- ความเที่ยง (Reliability) หมายถึง เครื่องมือที่มีความคงเส้นคงวา นั่นคือเครื่องมือที่สร้างขึ้นให้ผลการวัดที่แน่นอนคงที่จะวัดกี่ครั้งผลจะได้เหมือนเดิม สถิติที่ใช้ในการหาค่าความเที่ยงมีหลายวิธีแต่นิยมใช้กันคือ ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของ คอนบาร์ช (Conbach's Alpha Coefficient: α coefficient) ซึ่งจะใช้สำหรับข้อมูลที่มีการแบ่งระดับการวัดแบบประมาณค่า (Rating Scale)

ขั้นที่ 6 ปรับปรุงแบบสอบถามโดยแก้ไขข้อบกพร่องที่ได้จากผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบสอบถาม และตรวจสอบความถูกต้องของถ้อยคำหรือสำนวน เพื่อให้แบบสอบถามมีความสมบูรณ์และมีคุณภาพผู้ตอบอ่านเข้าใจได้ตรงประเด็นที่ผู้วิจัยต้องการ ซึ่งจะทำให้ผลงานวิจัยเป็นที่น่าเชื่อถือยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 7 จัดพิมพ์แบบสอบถามที่ได้ปรับปรุงเรียบร้อยแล้ว เพื่อนำไปใช้จริงในการเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมาย โดยจำนวนที่จัดพิมพ์ควรมากกว่าจำนวนเป้าหมายที่ต้องการเก็บรวบรวมข้อมูล และควรมีการพิมพ์สำรองไว้ในกรณีที่แบบสอบถามเสียหรือสูญหายหรือผู้ตอบไม่ตอบกลับแนวทางในการจัดพิมพ์แบบสอบถาม มีดังนี้

- การพิมพ์แบ่งหน้าให้สะดวกต่อการเปิดอ่านและตอบ
- เว้นที่ว่างสำหรับคำถามปลายเปิดไว้เพียงพอ
- พิมพ์อักษรขนาดใหญ่ชัดเจน
- ใช้สีและลักษณะกระดาษที่เอื้อต่อการอ่าน

8) การปลูกพืช

(1) ข้าวโพด/ข้าวไร่/ลิ้นจี่

ปฏิทินการปลูกพืช (ตารางที่ 9) การเตรียมพื้นที่ ทำการกำจัดวัชพืชโดยใช้จอบฉาดและเก็บเศษวัชพืชออกจากแปลง ไถเตรียมดิน ในเดือนกุมภาพันธ์-เมษายน ปลูกในเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน ปลูกข้าวโพดโดยใช้วิธีการหว่านแล้วปลูกใช้ระยะปลูก 25x75 เซนติเมตร ปลูกเป็นแถวขวางความลาดชันของพื้นที่ ใช้ข้าวโพดพันธุ์ C.P.888 ปลูกข้าวไร่โดยใช้วิธีการหว่านแล้วปลูกใช้ระยะปลูก 25x25 เซนติเมตร ใช้ข้าวไร่พันธุ์พื้นเมือง ไผ่ยืนต้น(ลิ้นจี่) จะเป็นแปลงที่เกษตรกรปลูกอายุ 3 ปี ใช้ระยะปลูก 3x8 เมตร

การใส่ปุ๋ยข้าวโพด ข้าวไร่ ใส่ปุ๋ยเคมีตามชนิดและอัตราที่เกษตรกรกรใช้ หลังปลูก 20 และ 40 วัน สูตร 15-15-15 ผสมกับ สูตร 46-0-0 อัตรา 50 กก.ต่อไร่ โดยวิธีโรยข้างแถว การใส่ปุ๋ยเงาะ รองกันหลุมด้วยปุ๋ยหมัก อัตรา 0.5 กก.ต่อต้น และหลังปลูก 20 วัน ใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 อัตรา 20 กรัม ต่อต้น

การป้องกันกำจัดวัชพืชข้าวโพดกำจัดวัชพืชตามวิธีของเกษตรกร เก็บเกี่ยว ผลผลิตข้าวโพด ข้าวไร่ ในเดือนกันยายนปฏิทินการปลูกพืชแยกการปลูกพืชแต่ละชนิด

ในเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน ทำการกำจัดวัชพืชโดยใช้จอบถากและเก็บเศษ วัชพืชออกจากแปลง ไถเตรียมดิน ปลูกข้าวโพดโดยใช้วิธีกระทุ้งแล้วปลูกใช้ระยะปลูก 25x75 เซนติเมตร ปลูกเป็นแถวขวางความลาดชันของพื้นที่ ใช้ข้าวโพดพันธุ์ C.P.888 ปลูกข้าวไร่โดยใช้วิธีกระทุ้งแล้วปลูกใช้ ระยะปลูก 25x25 เซนติเมตร ใช้ข้าวไร่พันธุ์พื้นเมือง ไม่ย่นต้น(ลั่นจี่) จะเป็นแปลงที่เกษตรกรปลูกอายุ 3 ปี ใช้ระยะปลูก 3x8 เมตร

การใส่ปุ๋ยข้าวโพด ข้าวไร่ ใส่ปุ๋ยเคมีตามชนิดและอัตราที่เกษตรกรกรใช้ หลังปลูก 20 และ 40 วัน สูตร 15-15-15 ผสมกับ สูตร 46-0-0 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ โดยวิธีโรยข้างแถว การใส่ปุ๋ย เงาะ รองกันหลุมด้วยปุ๋ยหมัก อัตรา 0.5 กิโลกรัมต่อต้น และหลังปลูก 20 วัน ใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 อัตรา 20 กรัมต่อต้น

การป้องกันกำจัดวัชพืชข้าวโพดกำจัดวัชพืชตามวิธีของเกษตรกร เก็บเกี่ยว ผลผลิตข้าวโพด ข้าวไร่ ในเดือนกันยายน

ตารางที่ 9 ปฏิทินการปลูกพืชแยกการปลูกพืชแต่ละชนิด

ชนิดพืช	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
ข้าวโพด		 เตรียมดิน/พันธุ์			 ปลูก  ดูแลรักษา				 เก็บเกี่ยว			
ข้าวไร่			 เตรียมดิน/พันธุ์			 ปลูก  ดูแลรักษา				 เก็บเกี่ยว		
ข้าวนา					 เตรียมดิน/พันธุ์		 ปลูก  ดูแลรักษา				 เก็บเกี่ยว	
ลิ้นจี่	 ออกดอก		 เก็บเกี่ยว		 ตัดแต่ง		 แตกใบอ่อน					
กาแฟ						 ปลูก  ดูแลรักษา						
หม่อน						 ปลูก  ดูแลรักษา						

หมายเหตุ: กาแฟและหม่อน มีอายุ 1 ปี จึงไม่มีการเก็บผลผลิต

(9) การเก็บข้อมูลพืช

ก. ข้าวโพด

- วัดความสูงของต้นข้าวโพดหลังปลูก 120 วัน จำนวน 10 ต้นต่อแปลงย่อย
- น้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดในระยะเก็บเกี่ยว พื้นที่เก็บตัวอย่าง 3x5 เมตร
- ผลผลิตข้าวโพดในพื้นที่เก็บตัวอย่าง 3x5 เมตร

ข. ข้าวไร่ และข้าวนาขึ้นบันได

- วัดความสูงของต้นข้าว หลังปลูก 120 วัน จำนวน 10 ต้นต่อแปลงย่อย
- น้ำหนักแห้งของต้นข้าวไร่/ข้าวนาขึ้นบันได พื้นที่เก็บตัวอย่าง 3x5 เมตร
- ผลผลิตข้าวไร่/ข้าวนาขึ้นบันได พื้นที่เก็บตัวอย่าง 3x5 เมตร

ค. ไม้ผล(ลิ้นจี่) เกษตรกรปลูก อายุปลูก 2 ปี เก็บข้อมูล 10 ต้นต่อแปลงย่อย

- วัดความสูงของต้น จำนวน 10 ต้นต่อแปลงย่อย

ง. พืชผสมผสาน เกษตรกรปลูก กาแฟ และ หม่อน อายุปลูก 1 ปี

- สัตส่วน ปลูกกาแฟ ร้อยละ 70 ของพื้นที่ และปลูกหม่อน ร้อยละ 30
- วัดความสูงของต้น จำนวน 10 ต้นต่อแปลงย่อย

(10) ขั้นตอนและวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of variance) และเปรียบเทียบสิ่งทดลองโดยใช้วิธี การวิเคราะห์ข้อมูล โดยวิธีทางสถิติ

4.7 ผลการทดลองและวิจารณ์

4.7.1 สันฐานวิทยาของดินในแปลงวิจัย

ดินในพื้นที่ศึกษาแสดงข้อมูลจุดเก็บข้อมูลตามแผนที่ (ภาพที่ 4) บ้านสะไ และบ้านห้วยลึก ตำบลบ่อเกลือเหนือ อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน มีสภาพภูมิประเทศเป็นภูเขา พื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน (slope complex) ซึ่งเป็นพื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดน่าน

Site characterization ชุดดินวังสะพุง กลุ่มชุดดินที่ 55

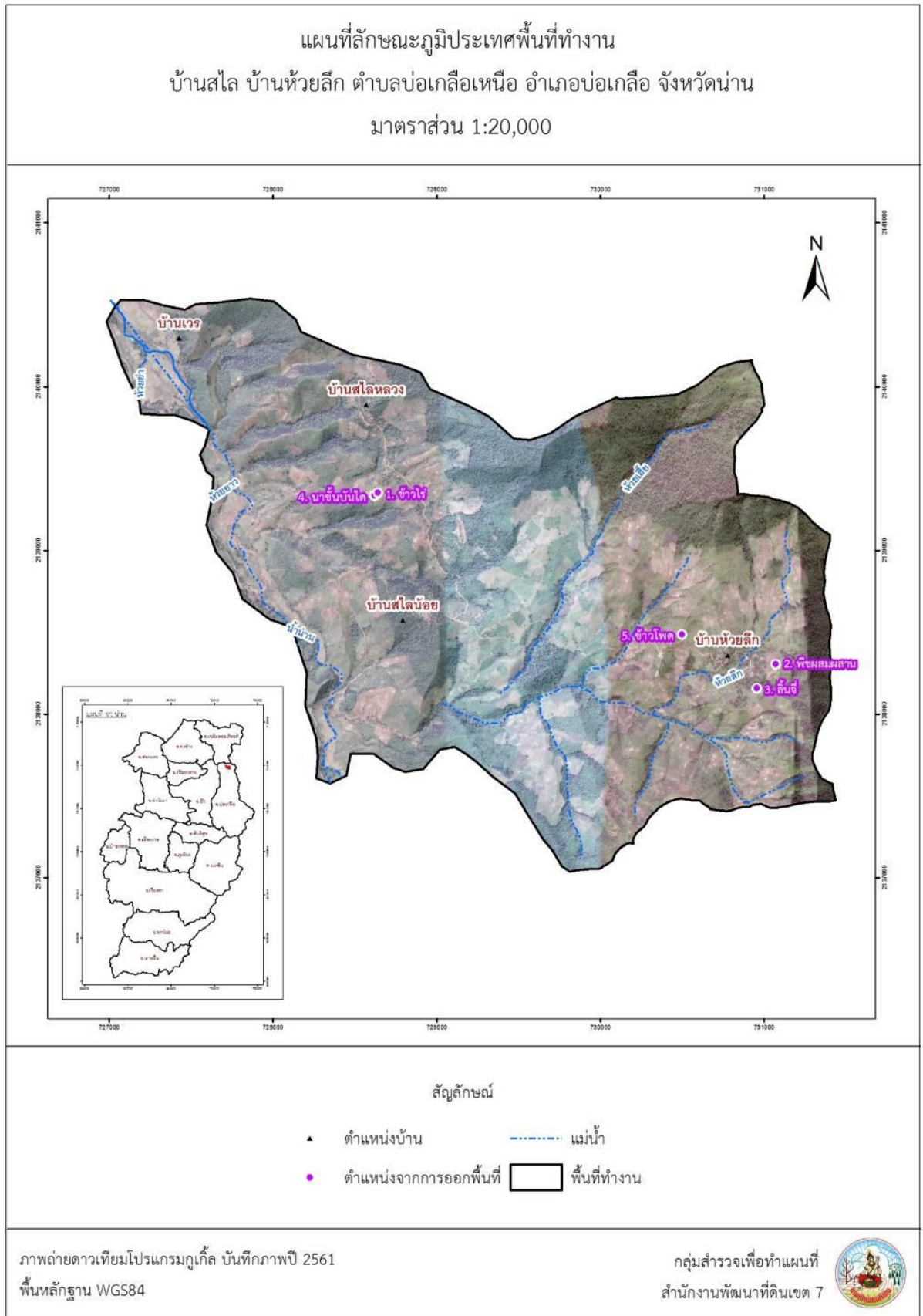
การจำแนกดิน Fine, mixed, active, isohyperthermic Typic Haplustalfs

การกำเนิด เกิดจากการผุพังสลายตัวของหินตะกอนเนื้อละเอียด และหินที่แปรสภาพ เช่น หินดินดาน หินทรายแป้ง หินโคลน หินชนวน หินฟิลไลต์ เป็นต้น บริเวณพื้นที่ภูเขา และรวมถึงที่เกิดจากวัสดุ ดินหรือหินที่เคลื่อนย้ายมาเป็นระยะทางใกล้ๆ โดยแรงโน้มถ่วงบริเวณเชิงเขา ภาพพื้นที่ ลูกคลื่นลอนลาด เล็กน้อยถึงเป็นลูกคลื่นลอนลาด ความลาดชัน 2-12 เปอร์เซ็นต์ การระบายน้ำดี การไหลบ่าของน้ำบนผิวดิน ช้าถึงเร็ว การซึมผ่านได้ของน้ำปานกลาง พืชพรรณธรรมชาติและการใช้ประโยชน์ที่ดิน ป่าเบญจพรรณ พืชไร่ เช่น ข้าวโพด ข้าวไร่ ถั่วต่างๆ และสวนผลไม้ เช่น มะม่วง มะขาม ลำไย การแพร่กระจาย ภาคเหนือตอนบน และที่สูงตอนกลางของประเทศ การจัดเรียงชั้นดิน Ap(A)-Bt-Cr

ลักษณะและสมบัติดิน เป็นดินลึกปานกลาง ดินบน มีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง สีน้ำตาลเข้มถึงสีน้ำตาลปนเทาเข้ม ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดถึงกรดเล็กน้อย (pH 5.5-6.5) ดินล่าง มีเนื้อดินเป็นดินเหนียว หรือดินเหนียวมีเศษหินปะปนหนาแน่น ภายใน 100 เซนติเมตร มีสีแดงปนเหลืองถึงสีแดง หรือสีน้ำตาลปนแดงหรือสีน้ำตาลปนเหลือง มีจุดประสีน้ำตาลปนเหลือง สีแดง และสีน้ำตาลปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงกรดปานกลาง (pH 5.0-6.0) ข้อจำกัดการใช้ที่ดิน เป็นดินลึกปานกลาง รากของพืชที่มีระบบรากลึก อาจถูกจำกัดการเจริญเติบโตสภาพพื้นที่ที่มีความลาดชันจะเกิดการชะล้างพังทลายของดินได้ง่าย

ตารางที่ 10 ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินชุดดินวังสะพุง

ความลึก (ซม.)	อินทรีย์วัตถุ	ความจุ แลกเปลี่ยน แคตไอออน	ความ อิ่มตัวเบส	ฟอสฟอรัสที่ เป็นประโยชน์	โพแทสเซียมที่ เป็นประโยชน์	ความอุดม สมบูรณ์ของ ดิน
0-25	ปานกลาง	ปานกลาง	ต่ำ	ต่ำ	สูง	ปานกลาง
25-50	ต่ำ	ปานกลาง	ต่ำ	ต่ำ	สูง	ปานกลาง
50-100	ต่ำ	สูง	ปานกลาง	ต่ำ	สูง	ปานกลาง



ภาพที่ 4 แผนที่ลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่แปลงทดลอง



ภาพที่ 5 หน้าตัดดินในพื้นที่ศึกษา ชุดดินวังสะพุง

4.7.2 การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของดิน

1) สมบัติทางกายภาพของดินบนที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร

ผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพของดินบางประการของดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร (ตารางที่ 11) และแบ่งพื้นที่ตามความลาดชัน ชนิดพืช ระบบการปลูกพืชแบบผสมผสานประกอบด้วย ความหนาแน่นรวม ของดิน (Bulk density) ความหนาแน่นอนุภาคของดิน (Particle density) และความพรุนของดิน (Porosity) พบว่า การใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกข้าวโพดในพื้นที่แปลงจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ดินบนที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ก่อนการทดลอง มีความหนาแน่นรวมของดินและความหนาแน่นอนุภาคของดิน เท่ากับ 1.32 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และ 2.36 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ความพรุนของดินมีค่าร้อยละ 47.20 และหลังการทดลอง มีความหนาแน่นรวมของดินและความหนาแน่นอนุภาคของดิน เท่ากับ 1.30 และ 2.46 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ความพรุนของดินมีค่าร้อยละ 47.55 สำหรับการใช้ประโยชน์ที่ดิน เป็นการปลูกข้าวโพดในพื้นที่แปลงไม่ได้จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ดินบนที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ก่อนการทดลองมีความหนาแน่นรวมของดินและความหนาแน่นอนุภาคของดิน เท่ากับ 1.38 และ 2.46 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ความพรุนของดินมีค่าร้อยละ 44.68 และหลังการทดลอง มีความหนาแน่นรวมของดินและความหนาแน่นอนุภาคของดิน เท่ากับ 1.42 และ 2.53 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ความพรุนของดินมีค่าร้อยละ 44.70 (ตารางที่ 11)

สำหรับการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกข้าวไร้นในพื้นที่แปลงจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ดินบนที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ก่อนการทดลอง มีความหนาแน่นรวมของดินและความหนาแน่นอนุภาคของดิน เท่ากับ 1.39 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และ 2.44 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ความพรุนของดิน

มีค่าร้อยละ 47.96 และหลังการทดลอง มีความหนาแน่นรวมของดิน เท่ากับ 1.33 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และ 2.53 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ความพรุนของดินมีค่าร้อยละ 47.77 สำหรับการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็น การปลูกข้าวไร่ในพื้นที่แปลงไม่ได้จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ดินบนที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ก่อนการทดลองมีความหนาแน่นรวมของดินและมีความหนาแน่นอนุภาคของดิน เท่ากับ 1.43 และ 2.35 กรัม ต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ความพรุนของดินมีค่าร้อยละ 42.40 และหลังการทดลอง มีความหนาแน่นรวมของดิน เท่ากับ 1.42 และ 2.48 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ความพรุนของดินมีค่าร้อยละ 42.42 (ตารางที่ 11)

การใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกพืชผสมผสาน(กาแฟ หม่อน) ในพื้นที่แปลงจัดระบบ อนุรักษ์ดินและน้ำ ดินบนที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ก่อนการทดลอง มีความหนาแน่นรวมของดินและ มีความหนาแน่นอนุภาคของดิน เท่ากับ 1.43 และ 2.62 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ความพรุนของดินมีค่า ร้อยละ 46.27 และหลังการทดลอง มีความหนาแน่นรวมของดินและมีความหนาแน่นอนุภาคของดิน เท่ากับ 1.47 และ 2.70 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ความพรุนของดินมีค่าร้อยละ 46.11 สำหรับการใช้ประโยชน์ ที่ดินเป็นการปลูกพืชผสมผสาน(กาแฟ หม่อน) ในพื้นที่แปลงไม่ได้จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีความ หนาแน่นรวมของดินในดินบนที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ก่อนการทดลองมีความหนาแน่นรวมของดิน และมีความหนาแน่นอนุภาคของดิน เท่ากับ 1.46 และ 2.78 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ความพรุนของดินมี ค่าร้อยละ 49.40 และหลังการทดลอง มีความหนาแน่นรวมของดินและมีความหนาแน่นอนุภาคของดิน เท่ากับ 1.39 และ 2.47 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ความพรุนของดินมีค่าร้อยละ 43.93 (ตารางที่ 11)

การใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกไม้ยืนต้นในพื้นที่แปลงจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ดินบนที่ ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ก่อนการทดลองมีความหนาแน่นรวมของดินและมีความหนาแน่นอนุภาค ของดิน เท่ากับ 1.34 และ 2.57 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ความพรุนของดินมีค่าร้อยละ 48.68 และหลัง การทดลองมีความหนาแน่นรวมของดินและมีความหนาแน่นอนุภาคของดิน เท่ากับ 1.34 และ 2.59 กรัมต่อ ลูกบาศก์เซนติเมตร ความพรุนของดินมีค่าร้อยละ 48.44 และการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกไม้ยืนต้นใน พื้นที่แปลงไม่ได้จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ในดินบนที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ก่อนการทดลองมี ความหนาแน่นรวมของดินและมีความหนาแน่นอนุภาคของดิน เท่ากับ 1.39 และ 2.37 กรัมต่อลูกบาศก์ เซนติเมตร ความพรุนของดินมีค่าร้อยละ 44.44 และหลังการทดลองมีความหนาแน่นรวมของดินและมีความ หนาแน่นอนุภาคของดิน เท่ากับ 1.37 และ 2.44 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ความพรุนของดินมีค่าร้อยละ 44.44 (ตารางที่ 11)

สำหรับการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกข้าวนาขั้นบันไดในพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ดินบนที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ก่อนการทดลองมีความหนาแน่นรวมของดินและมีความหนาแน่น อนุภาคของดิน เท่ากับ 1.36 และ 2.45 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ความพรุนของดินมีค่าร้อยละ 46.98 และ หลังการทดลองมีความหนาแน่นรวมของดินและมีความหนาแน่นอนุภาคของดิน เท่ากับ 1.34 และ 2.50 กรัม ต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ความพรุนของดินมีค่าร้อยละ 46.85 (ตารางที่ 11)

การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของดินบนที่ระดับ 0-15 เซนติเมตร ก่อนการทดลอง พบว่า การใช้ประโยชน์ที่ดินในระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ต่างกัน มีความหนาแน่นรวมของดิน ระหว่าง 1.32-1.43 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ มีความหนาแน่นอนุภาคของดิน ระหว่าง

2.35–2.62 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และมีความพรุนของดิน ร้อยละ 42.40–47.96 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เช่นเดียวกับสมบัติทางกายภาพของดินบนที่ระดับ 0–15 เซนติเมตร หลังการทดลอง พบว่า การใช้ประโยชน์ที่ดินในระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ต่างกัน มีความหนาแน่นรวมของดิน ความหนาแน่นอนุภาคของดินและความพรุนของดิน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยหลังการทดลอง ความหนาแน่นรวมของดินมีค่าระหว่าง 1.30–1.47 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ความหนาแน่นอนุภาคของดิน มีค่าระหว่าง 2.44–2.70 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และความพรุนของดิน มีค่าระหว่าง ร้อยละ 42.42–8.44 (ตารางที่ 11)

แปลงทดลองอยู่ในชุดดินวังสะพุง กลุ่มชุดดินที่ 55 เป็นดินลิกปานกลาง เนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง เมื่อนำตัวอย่างดินทุกวิธีการ ไปตรวจวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เนื่องจากเนื้อดิน (soil texture) มีอนุภาคดินเหนียวในสัดส่วนสูงถึง 49.15 เปอร์เซ็นต์ เป็นอนุภาคขนาดเล็กที่สุดที่สามารถ ผสมกับทราย (sand) 14.8 เปอร์เซ็นต์ และทรายแป้ง (silt) 36.13 เปอร์เซ็นต์ ให้เป็นเนื้อดินที่สมบูรณ์ มีสัดส่วนที่เหมาะสม เมื่อมีการใช้ประโยชน์ที่ดินที่แตกต่างกัน จึงไม่ส่งผลให้สมบัติทางกายภาพของดินมีการเปลี่ยนแปลง

ตารางที่ 11 ผลวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของดินบนที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร

วิธีการทดลอง	ก่อนการทดลอง			หลังการทดลอง		
	ความหนาแน่นรวม	ความหนาแน่น	ความพรุน	ความหนาแน่นรวม	ความหนาแน่น	ความพรุน
	ของดิน	ของอนุภาคดิน	ของดิน	ของดิน	ของอนุภาคดิน	ของดิน
	(กรัมต่อลูกบาศก์ เซนติเมตร)	(กรัมต่อลูกบาศก์ เซนติเมตร)	(%)	(กรัมต่อลูกบาศก์ เซนติเมตร)	(กรัมต่อลูกบาศก์ เซนติเมตร)	(%)
1. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์+มีระบบ (T ₁)	1.32	2.36	47.20	1.30	2.46	47.55
2. ข้าวไร่+มีระบบ (T ₂)	1.39	2.44	47.96	1.33	2.53	47.77
3. ไม้ผล(ลิ้นจี่)+มีระบบ (T ₃)	1.34	2.57	48.68	1.34	2.59	48.44
4. พืชผสมผสาน+มีระบบ (T ₄)	1.43	2.62	46.27	1.47	2.70	46.11
5. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์+ไม่มีระบบ (T ₅)	1.38	2.46	44.68	1.42	2.53	44.70
6. ข้าวไร่+ไม่มีระบบ (T ₆)	1.43	2.35	42.40	1.42	2.48	42.42
7. ไม้ผล(ลิ้นจี่)+ไม่มีระบบ (T ₇)	1.39	2.37	44.44	1.37	2.44	44.44
8. พืชผสมผสาน+ไม่มีระบบ (T ₈)	1.38	2.43	43.87	1.39	2.47	43.93
9. นาข้าวขั้นบันได (T ₉)	1.36	2.45	46.98	1.34	2.50	46.85
Average	1.38	2.45	45.83	1.38	2.52	45.80
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV(%)	4.58	7.19	5.54	6.06	4.70	5.40

หมายเหตุ: - ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

- ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

2) สมบัติทางกายภาพของดินล่างที่ระดับความลึก 15-45 เซนติเมตร

ผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพของดินบางประการหลังการทดลองที่ระดับความลึก 15-45 เซนติเมตร ได้แก่ ความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk density) ความหนาแน่นอนุภาคของดิน (Particle density) และความพรุนของดิน (Porosity) พบว่า การใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกข้าวโพดในพื้นที่แปลง จัตุระบอนุรักษดินและน้ำ ดินล่างที่ระดับความลึก 15-45 เซนติเมตร ก่อนการทดลองมีความหนาแน่นรวม ของดินและความหนาแน่นอนุภาคดิน เท่ากับ 1.37 และ 2.51 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และความพรุนของ ดินมีค่าร้อยละ 48.91 และหลังการทดลองมีความหนาแน่นรวมของดินและความหนาแน่นอนุภาคของดิน เท่ากับ 1.32 และ 2.55 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และความพรุนของดินมีค่าร้อยละ 48.73 สำหรับการ ใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกข้าวโพดในพื้นที่แปลงไม่ได้จัตุระบอนุรักษดินและน้ำ ดินล่างที่ระดับความลึก 15-45 เซนติเมตรก่อนการทดลองมีความหนาแน่นรวมของดินและความหนาแน่นอนุภาคของดิน เท่ากับ 1.39 และ 2.52 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และมีค่าความพรุนของดินเท่ากับร้อยละ 46 และหลังการทดลอง มีความหนาแน่นรวมของดินและความหนาแน่นอนุภาคของดิน เท่ากับ 1.38 และ 2.61 กรัมต่อลูกบาศก์ เซนติเมตร และมีค่าความพรุนของดินเท่ากับร้อยละ 49.95 (ตารางที่ 12)

สำหรับการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกข้าวไร่ในพื้นที่แปลงจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีค่าความหนาแน่นรวมของดินและความหนาแน่นอนุภาคของดินในดินล่างที่ระดับความลึก 15-45 เซนติเมตร เท่ากับ 1.42 และ 2.64 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และความพรุนของดินมีค่าร้อยละ 49.68 และหลังการทดลองมีความหนาแน่นรวมของดินและความหนาแน่นอนุภาคของดิน เท่ากับ 1.36 และ 2.74 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และความพรุนของดินมีค่าร้อยละ 49.37 สำหรับการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกข้าวไร่ในพื้นที่แปลงไม่ได้จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ก่อนการทดลองมีค่าความหนาแน่นรวมของดินและความหนาแน่นของอนุภาคดินในดินล่างที่ระดับความลึก 15-45 เซนติเมตร เท่ากับ 1.39 และ 2.68 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และมีค่าความพรุนของดินร้อยละ 47.79 และหลังการทดลองมีความหนาแน่นรวมของดินและความหนาแน่นอนุภาคของดิน เท่ากับ 1.41 และ 2.66 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และมีค่าความพรุนของดินร้อยละ 47.65 (ตารางที่ 12)

ส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกพืชผสมผสานในพื้นที่แปลงจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ดินล่างที่ระดับความลึก 15-45 เซนติเมตร ก่อนการทดลองมีความหนาแน่นรวมของดินและความหนาแน่นของอนุภาคดิน เท่ากับ 1.39 และ 2.59 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และความพรุนของดินมีค่าร้อยละ 47.40 และหลังการทดลองมีความหนาแน่นรวมของดินและความหนาแน่นอนุภาคของดิน เท่ากับ 1.41 และ 2.71 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และความพรุนของดินมีค่าร้อยละ 47.49 สำหรับการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกพืชผสมผสานในพื้นที่แปลงไม่ได้จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีความหนาแน่นรวมของดินและความหนาแน่นอนุภาคของดินในดินล่างที่ระดับความลึก 15-45 เซนติเมตร เท่ากับ 1.46 และ 2.78 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และมีค่าความพรุนของดินร้อยละ 49.40 และหลังการทดลองมีความหนาแน่นรวมของดินและความหนาแน่นอนุภาคของดิน เท่ากับ 1.43 และ 2.87 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และมีค่าความพรุนของดินร้อยละ 51.37 (ตารางที่ 12)

การใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกไม้ยืนต้นในพื้นที่แปลงจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ดินล่างที่ระดับความลึก 15-45 เซนติเมตร ก่อนการทดลองมีความหนาแน่นรวมของดินและความหนาแน่นอนุภาคของดิน เท่ากับ 1.42 และ 2.64 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และความพรุนของดินมีค่าร้อยละ 49.02 และหลังการทดลองมีความหนาแน่นรวมของดินและความหนาแน่นของอนุภาคดิน เท่ากับ 1.38 และ 2.70 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และความพรุนของดินมีค่าร้อยละ 49.91 สำหรับการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกไม้ยืนต้นในพื้นที่แปลงไม่ได้จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ก่อนการทดลองมีความหนาแน่นรวมของดินและความหนาแน่นของอนุภาคดินในดินล่างที่ระดับความลึก 15-45 เซนติเมตร เท่ากับ 1.37 และ 2.65 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และมีค่าความพรุนของดินร้อยละ 49.40 และหลังการทดลองมีความหนาแน่นรวมของดินและความหนาแน่นอนุภาคของดิน เท่ากับ 1.38 และ 2.80 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และมีค่าความพรุนของดินร้อยละ 51.02

สำหรับการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกข้าวนาขั้นบันไดในพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ดินล่างที่ระดับความลึก 15-45 เซนติเมตร ก่อนการทดลองมีความหนาแน่นรวมของดินและความหนาแน่นอนุภาคของดิน เท่ากับ 1.34 และ 2.57 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และความพรุนของดินมีค่าร้อยละ 48.19 และหลังการทดลองมีความหนาแน่นรวมของดินและความหนาแน่นอนุภาคของดิน เท่ากับ 1.34 และ 2.73 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และความพรุนของดินมีค่าร้อยละ 51.69 (ตารางที่ 12) โดยความหนาแน่นรวมของดินเป็นตัวบ่งชี้ถึงระดับการอัดตัวของอนุภาคของดิน ดินที่มีค่าความหนาแน่นรวมเท่ากับ 2 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ถือว่าเป็นดินที่มีการอัดตัวแน่น ทำให้รากของพืชไม่สามารถงอกขึ้นได้ง่าย พืชจึงเจริญเติบโตได้ไม่สมบูรณ์ ส่วนดินหยาบมีค่าความหนาแน่นรวม เท่ากับ 1.20-1.80 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และดินละเอียดมีค่าความหนาแน่นรวม เท่ากับ 1.00-1.60 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) และความหนาแน่นของอนุภาคดิน (particle density) คือ มวลของดินแห้งต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรดิน ซึ่งไม่รวมปริมาตรของช่องว่างในดิน โดยทั่วไปดินจะมีความหนาแน่นของอนุภาคดินอยู่ในช่วง 2.60-2.90 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งสอดคล้องกับความหนาแน่นรวมของอนุภาคดินสามารถใช้ค่า 2.65 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรกับดินแร่ (mineral soil) ได้ทุกชนิด (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541) ดินที่มีความหนาแน่นอนุภาคสูง บ่งบอกว่าดินนั้นเกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินซึ่งมีแร่ที่มีความหนาแน่นสูง สำหรับดินที่มีอินทรีย์วัตถุสูงจะมีความหนาแน่นอนุภาคต่ำ และความพรุนของดิน (porosity) คือ ความสามารถของดินในการกักเก็บอากาศและน้ำไว้ในหน้าตัดดิน รวมทั้งความสามารถของดินในการระบายอากาศ น้ำ และความชื้นซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนเพาะปลูกและการให้น้ำแก่พืช ดินที่เหมาะสมสำหรับการเพาะปลูกพืชโดยทั่วไป ควรมีช่องว่างหรือความพรุนของดินประมาณร้อยละ 50 โดยปริมาตร

ความพรุนของดิน (Soil Porosity) เป็นสมบัติที่บ่งชี้ว่าดินนั้น ๆ มีปริมาตรช่องว่างอยู่เท่าไร โดยเทียบเป็นร้อยละ หรือสัดส่วนของปริมาณดินทั้งหมด ช่องในดินมีหน้าที่ กักเก็บน้ำ และอากาศรวมทั้งเป็นทางระบายน้ำและอากาศของดิน ความพรุนรวมของดิน (Total Porosity) เป็นสมบัติของดินที่บ่งชี้ว่าดินนั้น ๆ มีปริมาตรของช่องทั้งหมด ทั้งส่วนที่มีน้ำและไม่มีน้ำ (มีอากาศ) คิดเป็นร้อยละหมายถึง ปริมาณของช่องว่างในดินใน 1 หน่วยปริมาตร หรือ 100 หน่วยปริมาตรของดิน ความพรุนรวมของดิน จะมีความสำคัญต่อพืชมากในแง่ของการใช้ประโยชน์จากน้ำในดิน (available water storage) (มัตติกา, 2547)

การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของดินล่างที่ระดับ 15-45 เซนติเมตร ก่อนการทดลอง พบว่า การใช้ประโยชน์ที่ดินในระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ต่างกัน มีความหนาแน่นรวมของดิน ระหว่าง 1.34-1.46 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ มีความหนาแน่นอนุภาคของดิน ระหว่าง 2.51-2.78 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และมีความพรุนของดิน ร้อยละ 46.40-49.68 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เช่นเดียวกับสมบัติทางกายภาพของดินล่างที่ระดับ 15-45 เซนติเมตร หลังการทดลอง พบว่า การใช้ประโยชน์ที่ดินในระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ต่างกัน มีความหนาแน่นรวมของดิน ความหนาแน่นอนุภาคของดินและความพรุนของดิน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยหลังการทดลอง ความหนาแน่นรวมของดินมีค่าระหว่าง 1.32-1.43 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ความหนาแน่นอนุภาคของดินมีค่าระหว่าง 2.55-2.74 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และความพรุนของดิน มีค่าระหว่าง ร้อยละ 47.49-51.69 (ตารางที่ 12)

ตารางที่ 12 ผลวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของดินล่างที่ระดับความลึก 15-45 เซนติเมตร

วิธีการทดลอง	ก่อนการทดลอง			หลังการทดลอง		
	ความหนาแน่นรวม	ความหนาแน่น	ความพรุน	ความหนาแน่นรวม	ความหนาแน่น	ความพรุน
	ของดิน	ของอนุภาคดิน	ของดิน	ของดิน	ของอนุภาคดิน	ของดิน
	(กรัมต่อลูกบาศก์ เซนติเมตร)	(กรัมต่อลูกบาศก์ เซนติเมตร)	(%)	(กรัมต่อลูกบาศก์ เซนติเมตร)	(กรัมต่อลูกบาศก์ เซนติเมตร)	(%)
1. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์+มีระบบ (T ₁)	1.37	2.51	48.91	1.32	2.55	48.73
2. ข้าวไร่+มีระบบ (T ₂)	1.42	2.64	49.68	1.36	2.74	49.37
3. ไม้ผล(ลิ้นจี่)+มีระบบ (T ₃)	1.42	2.64	49.02	1.38	2.70	49.91
4. พืชผสมผสาน+มีระบบ (T ₄)	1.39	2.59	47.40	1.41	2.71	47.49
5. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์+ไม่มีระบบ (T ₅)	1.39	2.52	46.40	1.38	2.61	49.95
6. ข้าวไร่+ไม่มีระบบ (T ₆)	1.39	2.68	47.79	1.41	2.66	47.65
7. ไม้ผล(ลิ้นจี่)+ไม่มีระบบ (T ₇)	1.37	2.65	49.40	1.38	2.80	51.02
8. พืชผสมผสาน+ไม่มีระบบ (T ₈)	1.46	2.78	49.40	1.43	2.87	51.37
9. นาข้าวขั้นบันได (T ₉)	1.34	2.57	48.19	1.34	2.73	51.69
Average	1.39	2.62	48.47	1.38	2.71	49.69
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV(%)	4.55	6.15	6.76	3.97	6.50	6.58

หมายเหตุ: - ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

- ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

3) การตรวจสอบประเภทของเนื้อดิน (Soil Texture)

จากการเก็บตัวอย่างดินชั้นบนที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร เพื่อตรวจวิเคราะห์ประเภทของเนื้อดิน (Soil Texture) โดยกลุ่มวิจัยกายภาพดิน สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน พบว่าเนื้อดินในแปลงวิจัย ดินมีปริมาณทราย(sand) 14.8 เปอร์เซ็นต์ (อนุภาคดินทราย เป็นอนุภาคที่มีขนาดใหญ่ที่สุด และให้ความรู้สึกสากมือ และเนื้อดิน “หยาบ” ขนาด 2.00-0.05 มิลลิเมตร (USDA1) ปริมาณทรายแป้ง (silt) 36.13 เปอร์เซ็นต์ (อนุภาคดินทรายแป้ง เป็นอนุภาคขนาดปานกลาง และให้ความรู้สึกนุ่ม ลื่นมือ หรือ “ลักษณะคล้ายแป้ง” ขนาด 0.05-0.002 มิลลิเมตร (USDA) และ ดินเหนียว (clay) 49.15 เปอร์เซ็นต์ (อนุภาคดินเหนียว เป็นอนุภาคขนาดเล็กที่สุด และให้ความรู้สึก “เหนียว” และแน่นยากที่จะบีบ ขนาดน้อยกว่า 0.002 มิลลิเมตร (USDA) จากค่าทั้ง 3 แสดงว่าดินในพื้นที่แปลงวิจัย มีปริมาณกลุ่มขนาดดินเหนียวมาก จะเป็นประเภทเนื้อละเอียด (fine textural class) เป็นดินลึกลับปานกลาง มีการระบายน้ำดีถึงดีปานกลาง เนื้อดินเป็นดินเหนียวปนทรายแป้ง (ตารางที่ 13)

ตารางที่ 13 ผลการวิเคราะห์ประเภทของเนื้อดิน

Particle Size Analysis	Slope in plantation (30%)
% sand (ปริมาณทราย)	14.80 %
% silt (ปริมาณทรายแป้ง)	36.13 %
% clay (ปริมาณดินเหนียว)	49.15 %

4.7.3 การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดิน

1) สมบัติทางเคมีของดินบนที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร

ผลการศึกษาสมบัติทางเคมีของดินบางประการที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ประกอบด้วย ค่าพีเอชของดิน (pH) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (Organic matter) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Available K) พบว่า การใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกข้าวโพดในพื้นที่แปลงจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ดินบนที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ก่อนการทดลองมีค่าพีเอชของดินเท่ากับ 5.2 จัดอยู่ในช่วงปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัด ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน เท่ากับร้อยละ 2.90 จัดอยู่ในระดับค่อนข้างสูง ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ มีเท่ากับ 66 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จัดอยู่ในระดับสูงมาก และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ เท่ากับ 185 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จัดอยู่ในระดับสูงมาก และหลังการทดลองมีค่าพีเอชของดินเท่ากับ 4.7 จัดอยู่ในช่วงปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัด ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน เท่ากับร้อยละ 3.74 จัดอยู่ในระดับค่อนข้างสูง ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ มีเท่ากับ 38 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จัดอยู่ในระดับสูง และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ เท่ากับ 194 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จัดอยู่ในระดับสูงมาก

ดินเท่ากับ 4.9 จัดอยู่ในช่วงปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมาก ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน เท่ากับร้อยละ 1.65 จัดอยู่ในระดับปานกลาง ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ มีเท่ากับ 44 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จัดอยู่ในระดับสูง และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ เท่ากับ 125 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จัดอยู่ในระดับสูงมาก และหลังการทดลองมีค่าพีเอชของดินเท่ากับ 4.9 จัดอยู่ในช่วงปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมาก ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน เท่ากับร้อยละ 2.58 จัดอยู่ในระดับค่อนข้างสูง ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ มีเท่ากับ 46 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จัดอยู่ในระดับสูง และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ เท่ากับ 140 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จัดอยู่ในระดับปานกลาง (ตารางที่ 14)

ประโยชน์ (available K) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่หลังการทดลอง พบว่า การใช้ประโยชน์ที่ดินในระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ต่างกันมีปริมาณอินทรีย์วัตถุ (organic matter) และปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ปลูกข้าวไร่ ปลูกไม้ยืนต้น และปลูกพืชผสมผสานในพื้นที่แปลงจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณอินทรีย์วัตถุมากกว่าการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ปลูกข้าวไร่ ปลูกไม้ยืนต้น และปลูกพืชผสมผสานในพื้นที่แปลงไม่ได้จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และการปลูกนาข้าวแบบขั้นบันได โดยการปลูกพืชในพื้นที่แปลงจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำมีปริมาณอินทรีย์วัตถุร้อยละ 3.74-3.81 ส่วนการปลูกพืชในพื้นที่แปลงไม่ได้จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และการปลูกนาข้าวแบบขั้นบันไดมีปริมาณอินทรีย์วัตถุร้อยละ 2.58-2.89 และพบว่า การปลูกนาข้าวขั้นบันไดในพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำมีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (available K) สูงสุด เท่ากับ 79 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนค่าพีเอชของดิน (pH) และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (available K) ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 14)

ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินบนที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร

วิธีการทดลอง	ก่อนการทดลอง				หลังการทดลอง			
	ค่าพีเอชของดิน	OM (%)	Avail.P (มิลลิกรัมต่อ กิโลกรัม)	Avail.K (มิลลิกรัมต่อ กิโลกรัม)	ค่าพีเอชของดิน	OM (%)	Avail.P (มิลลิกรัมต่อ กิโลกรัม)	Avail.K (มิลลิกรัมต่อ กิโลกรัม)
1. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์+มีระบบ (T ₁)	5.2	2.90	66	185	4.7	3.74 ^a	38 ^{bc}	194
2. ข้าวไร่+มีระบบ (T ₂)	5.2	3.06	40	146	4.7	3.69 ^a	26 ^c	133
3. ไม้ผล(ลิ้นจี่)+มีระบบ (T ₃)	5.1	3.11	39	134	4.7	3.81 ^a	32 ^{bc}	127
4. พืชผสมผสาน+มีระบบ (T ₄)	4.8	2.59	38	122	4.8	3.75 ^a	27 ^{bc}	121
5. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์+ไม่มีระบบ (T ₅)	4.8	2.36	44	153	4.9	2.89 ^b	36 ^{bc}	134
5. ข้าวไร่+ไม่มีระบบ (T ₆)	4.8	2.25	46	153	4.9	2.89 ^b	37 ^{bc}	143
6. ไม้ผล(ลิ้นจี่)+ไม่มีระบบ (T ₇)	4.9	2.12	54	145	4.6	2.60 ^b	62 ^{ab}	138
7. พืชผสมผสาน+ไม่มีระบบ (T ₈)	4.9	1.65	44	125	4.9	2.58 ^b	46 ^{abc}	140
8. นาข้าวขั้นบันได (T ₉)	4.8	1.92	63	116	4.7	2.68 ^b	79 ^a	103
Average	4.96	2.44	48.41	142	4.77	3.18	42.45	137
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	6.101*	2.697*	ns
CV(%)	4.56	27.00	34.47	24.45	2.48	12.09	43.13	23.70

หมายเหตุ: - ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

- ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

- * หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

2) สมบัติทางเคมีของดินบนที่ระดับความลึก 15-45 เซนติเมตร

ผลการศึกษาสมบัติทางเคมีของดินบางประการหลังการทดลองที่ระดับความลึก 15-45 เซนติเมตร ประกอบด้วย ค่าพีเอชของดิน (pH) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (Organic matter) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Available K) พบว่า การใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกข้าวโพดในพื้นที่แปลงจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ดินล่างที่ระดับความลึก 15-45 เซนติเมตร ก่อนการทดลองมีค่าพีเอชของดินเท่ากับ 5.0 จัดอยู่ในช่วงปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมาก ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน เท่ากับร้อยละ 2.50 จัดอยู่ในระดับค่อนข้างสูง ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ มีเท่ากับ 33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จัดอยู่ในระดับสูงมาก และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ เท่ากับ 97 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จัดอยู่ในระดับสูงมาก และหลังการทดลองมีค่าพีเอชของดินเท่ากับ 4.7 จัดอยู่ในช่วงปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมาก ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน เท่ากับ 3.48 เปอร์เซ็นต์ จัดอยู่ในระดับค่อนข้างสูง ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ มีเท่ากับ 24 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จัดอยู่ในระดับสูง และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ เท่ากับ 142 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จัดอยู่ในระดับสูงมาก สำหรับการใช้น้ำใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกข้าวโพดในพื้นที่แปลงไม่ได้จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ดินล่างที่ระดับความลึก 15-45 เซนติเมตร ก่อนการทดลองมีค่าพีเอชของดินเท่ากับ 4.9 จัดอยู่ในช่วงปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมาก ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน เท่ากับร้อยละ 2.49 จัดอยู่ในระดับสูง ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ มีเท่ากับ 47 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จัดอยู่ในระดับสูง และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ เท่ากับ 111 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จัดอยู่ในระดับสูงมาก และหลังการทดลองมีค่าพีเอชของดินเท่ากับ 4.7 จัดอยู่ในช่วงปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมาก ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน เท่ากับ 3.03 เปอร์เซ็นต์ จัดอยู่ในระดับค่อนข้างสูง ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ มีเท่ากับ 31 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จัดอยู่ในระดับสูง และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ เท่ากับ 129 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จัดอยู่ในระดับปานกลาง (ตารางที่ 15)

สำหรับการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกข้าวนาขั้นบันไดในพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ดินล่างที่ระดับความลึก 15-45 เซนติเมตร มีค่าพีเอชของดินเท่ากับ 5.0 จัดอยู่ในช่วงปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมาก ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน เท่ากับร้อยละ 1.69 จัดอยู่ในระดับปานกลาง ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ มีเท่ากับ 29 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จัดอยู่ในระดับสูงมาก และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ เท่ากับ 64 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จัดอยู่ในระดับปานกลาง และหลังการทดลองมีค่าพีเอชของดินเท่ากับ 4.8 จัดอยู่ในช่วงปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมาก ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน เท่ากับ 2.34 เปอร์เซ็นต์ จัดอยู่ในระดับปานกลาง ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ มีเท่ากับ 54 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จัดอยู่ในระดับสูงมาก และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ เท่ากับ 90 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จัดอยู่ในระดับสูง (ตารางที่ 15)

การเปรียบเทียบสมบัติทางเคมีของดินล่างที่ระดับ 15-45 เซนติเมตรภายใต้การใช้ประโยชน์ที่ดินในระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ต่างกัน ก่อนการทดลอง พบว่า ค่าพีเอชของดิน (pH) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (organic matter) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P) และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (available K) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่หลังการทดลอง พบว่า การใช้ประโยชน์ที่ดินในระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ต่างกันมีปริมาณอินทรีย์วัตถุ (organic matter) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ปลูกข้าวไร่ ปลูกไม้ยืนต้น และปลูกพืชผสมผสานในพื้นที่แปลงจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณอินทรีย์วัตถุมากกว่าการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ปลูกข้าวไร่ ปลูกไม้ยืนต้น และปลูกพืชผสมผสานในพื้นที่แปลงไม่ได้จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และการปลูกนาข้าวแบบขั้นบันได โดยการปลูกพืชในพื้นที่แปลงจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำมีปริมาณอินทรีย์วัตถุร้อยละ 3.48-3.53 ส่วนการปลูกไม้ยืนต้นและพืชผสมผสานในพื้นที่แปลงไม่ได้จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และการปลูกนาข้าวแบบขั้นบันไดมีปริมาณอินทรีย์วัตถุร้อยละ 2.34-2.57 ส่วนค่าพีเอชของดิน (pH) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Available K) ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 15)

ตารางที่ 15 ผลการวิเคราะห์ดินทางเคมีของดินล่างที่ระดับความลึก 15-45 เซนติเมตร

วิธีการทดลอง	ก่อนการทดลอง				หลังการทดลอง			
	ค่าพีเอชของดิน	OM (%)	Avail.P (มิลลิกรัมต่อ กิโลกรัม)	Avail.K (mg/kg)	ค่าพีเอชของดิน	OM (%)	Avail.P (มิลลิกรัมต่อ กิโลกรัม)	Avail.K (มิลลิกรัมต่อ กิโลกรัม)
1. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์+มีระบบ (T ₁)	5.0	2.50	33	97	4.7	3.48 ^a	24	142
2. ข้าวไร่+มีระบบ (T ₂)	5.0	2.19	36	67	4.8	3.53 ^a	22	130
3. ไม้ผล(ลิ้นจี่)+มีระบบ (T ₃)	4.9	2.81	54	83	4.8	3.52 ^a	28	114
4. พืชผสมผสาน+มีระบบ (T ₄)	4.9	2.50	45	84	4.7	3.51 ^a	21	121
5. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์+ไม่มีระบบ (T ₅)	4.9	2.49	47	111	4.7	3.03 ^{ab}	31	129
5. ข้าวไร่+ไม่มีระบบ (T ₆)	4.9	2.57	31	101	4.8	2.91 ^{ab}	30	132
6. ไม้ผล(ลิ้นจี่)+ไม่มีระบบ (T ₇)	4.9	2.52	37	93	5.0	2.57 ^b	48	113
7. พืชผสมผสาน+ไม่มีระบบ (T ₈)	5.0	2.59	24	74	5.0	2.49 ^b	39	133
8. นาข้าวขั้นบันได (T ₉)	5.0	1.69	29	64	4.8	2.34 ^b	54	90
Average	4.95	2.43	37.41	86	4.81	3.04	32.89	123
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	3.887*	ns	ns

หมายเหตุ : - ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวดิ่ง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

- ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

- * หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

4.7.4 การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน

1) การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินก่อนการทดลอง

จากผลการศึกษาการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินก่อนการทดลองในพื้นที่แปลงทดลองที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ประกอบด้วยปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM) ความอิ่มตัวด้วยประจุบวกที่เป็นต่าง (BS) ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Avail.P) และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Avail.K) พบว่า ความอุดมสมบูรณ์ของดินในพื้นที่แปลงทดลองอยู่ในระดับปานกลาง โดยการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกข้าวโพด ข้าวไร่ พืชผสมผสาน และข้าวนาขั้นบันไดในพื้นที่แปลงจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและพื้นที่แปลงไม่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำมีความอุดมสมบูรณ์ของดินอยู่ในระดับปานกลาง ยกเว้นการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกไม้ยืนต้นในพื้นที่แปลงจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำมีความอุดมสมบูรณ์ของดินอยู่ในระดับสูง (ตารางที่ 16)

2) การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินหลังการทดลอง

จากผลการศึกษาการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินหลังการทดลองในพื้นที่แปลงทดลองที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ประกอบด้วยปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM) ความอิ่มตัวด้วยประจุบวกที่เป็นต่าง (BS) ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Avail. P) และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Avail. K) พบว่า การใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกข้าวโพด ข้าวไร่ พืชผสมผสาน ไม้ยืนต้น และข้าวนาขั้นบันไดในพื้นที่แปลงจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและพื้นที่แปลงไม่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำมีความอุดมสมบูรณ์ของดินอยู่ในระดับปานกลาง (ตารางที่ 16)

3) การเปรียบเทียบความความอุดมสมบูรณ์ของดิน

การเปรียบเทียบความความอุดมสมบูรณ์ของดิน ก่อนการทดลอง พบว่า การใช้ประโยชน์ที่ดินในระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ต่างกันมีปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM) ความอิ่มตัวด้วยประจุบวกที่เป็นต่าง (BS) ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Avail.P) และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Avail.K) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่หลังการทดลอง พบว่า การใช้ประโยชน์ที่ดินในระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ต่างกันมีปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM) และ) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Avail.P) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการปลูกพืชในพื้นที่แปลงจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำมีปริมาณอินทรีย์วัตถุร้อยละ 3.70-3.77 ส่วนการปลูกพืชในพื้นที่แปลงไม่ได้จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและการปลูกนาข้าวแบบขั้นบันไดมีปริมาณอินทรีย์วัตถุร้อยละ 2.62-2.91 และพบว่า การปลูกนาข้าวขั้นบันไดในพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำมีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Available K) มากกว่าวิธีการอื่นๆ ซึ่งมีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์เท่ากับ 86 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนค่า ความอิ่มตัวด้วยประจุบวกที่เป็นต่าง (BS) ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Avail.K) ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 16)

ตารางที่ 16 การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน

วิธีการทดลอง	ก่อนการทดลอง						หลังการทดลอง					
	OM (%)	BS (%)	CEC (Cmol/kg)	Avail. P (mg/kg)	Avail. K (mg/kg)	ความอุดม สมบูรณ์ ของดิน	OM (%)	BS (%)	CEC (Cmol/kg)	Avail. P (mg/kg)	Avail. K (mg/kg)	ความอุดม สมบูรณ์ ของดิน
1. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์+มีระบบ (T ₁)	2.93	46	11.4	67	202	ปานกลาง	3.71 ^a	37	10.8	37 ^b	166	สูง
2. ข้าวไร่+มีระบบ (T ₂)	2.96	39	11.0	43	145	ปานกลาง	3.74 ^a	30	11.0	27 ^b	131	ปานกลาง
3. ไม้ผล(ลิ้นจี่)+มีระบบ (T ₃)	3.15	39	12.5	41	134	ปานกลาง	3.70 ^a	31	11.9	36 ^b	128	ปานกลาง
4. พืชผสมผสาน+มีระบบ (T ₄)	2.84	34	11.0	39	127	ปานกลาง	3.77 ^a	28	10.1	29 ^b	123	ปานกลาง
5. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์+ไม่มีระบบ (T ₅)	2.37	36	13.4	45	152	ปานกลาง	2.88 ^b	28	8.6	36 ^b	132	ปานกลาง
6. ข้าวไร่+ไม่มีระบบ (T ₆)	2.35	32	13.0	46	152	ปานกลาง	2.91 ^b	24	8.7	29 ^b	148	ปานกลาง
7. ไม้ผล(ลิ้นจี่)+ไม่มีระบบ (T ₇)	2.13	36	11.2	52	144	ปานกลาง	2.66 ^b	32	9.4	52 ^b	139	ปานกลาง
8. พืชผสมผสาน+ไม่มีระบบ (T ₈)	1.71	31	11.9	52	117	ปานกลาง	2.69 ^b	30	10.5	41 ^b	145	ปานกลาง
9. นาข้าวขั้นบันได (T ₉)	1.88	33	8.5	58	125	ปานกลาง	2.62 ^b	35	8.3	86 ^a	99	ปานกลาง
Average	2.48	36.22	11.53	49.26	144		3.19	30.59	9.92	41.33	135	
F-test	ns	ns	ns	ns	ns		4.693*	ns	ns	5.473**	ns	

หมายเหตุ: - ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

- ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

- * หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

4.7.5 ความชื้นในดิน

1) ความชื้นในดิน (เปอร์เซ็นต์) ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร

ทำการตรวจวัดความชื้นของดิน ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ใช้วิธีวัดความชื้นของดินมาตรฐาน (Gravimetric method) เพื่อหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นของดิน โดยใช้ soil core ความชื้นในดินจะเก็บตามช่วงฤดูกาลเริ่มต้นใน เดือน มิถุนายน ถึง เดือน กันยายน ทุก ๆ 15 วัน โดยความชื้นในดินจะมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งจะแปรผันตรงกับปริมาณน้ำฝนในพื้นที่แปลงทดลอง และการเปรียบเทียบความชื้นในดินภายใต้การใช้ประโยชน์ที่ดินในระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ต่างกัน ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงความชื้นในดินพบว่า การใช้ประโยชน์ที่ดินในระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ต่างกัน ความชื้นในดินมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 17)

การเก็บข้อมูลความชื้นในดิน ครั้งที่ 1 ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร (วันที่ 15 มิถุนายน 2564 ปริมาณน้ำฝน 129.5 มิลลิเมตร) เป็นการปลูกข้าวโพด ข้าวไร่ พืชผสมผสาน ไม้ยืนต้น และข้าวนาขั้นบันได ในพื้นที่แปลงจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและพื้นที่แปลงไม่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำไม่มีผลต่อความชื้นของดิน ซึ่งการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกข้าวโพด ข้าวไร่ พืชผสมผสาน ไม้ยืนต้น และข้าวนาขั้นบันได ในพื้นที่แปลงจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและพื้นที่แปลงไม่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำยังมีปริมาณความชื้นในดินใกล้เคียงกัน ปริมาณความชื้นในดินมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.92-11.36 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยวิธีการที่ 6 ปลูกข้าวไร่ ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ให้ความชื้นในดินเฉลี่ยสูงสุด 11.36 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ วิธีการที่ 2 ปลูกข้าวไร่ มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ (คูรับน้ำขอบเขา) และวิธีการที่ 9 นาข้าวขั้นบันได และวิธีการที่ 7 ไม้ผล (ลิ้นจี่)+ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 4 พืชผสมผสาน (กาแฟและหม่อน) มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 3 ไม้ผล (ลิ้นจี่) มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 8 พืชผสมผสาน (กาแฟและหม่อน) ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ให้ความชื้นในดินเฉลี่ยรองลงมา 10.49 9.05 8.92 8.76 และ 7.99 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนวิธีการที่ 1 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 5 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ให้ความชื้นในดินเฉลี่ยต่ำสุด 5.08 และ 4.92 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตารางที่ 17)

จากผลการตรวจวัดความชื้น ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำไม่มีผลต่อความชื้นของดิน ในแปลงปลูกพืชไร่โดยเฉพาะข้าวไร่ จะดูดซับความชื้นไว้ในดินบนได้สูงกว่าวิธีการอื่น ๆ ส่วนแปลงปลูกข้าวโพด ซึ่งเป็นพืชดูดซับน้ำในดินและดูดซับธาตุอาหารไปใช้ในการเจริญเติบโตในปริมาณมาก จึงทำให้มีความชื้นเหลืออยู่ในดินต่ำสุด ส่วนข้าวนาขั้นบันได จะถูกปรับแต่งแปลงให้เป็นพื้นที่รับน้ำ จึงทำให้มีความชื้นในดินในระดับสูงรองลงมาจากข้าวไร่ที่ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ในส่วนของแปลงปลูกไม้ผล (ลิ้นจี่) การดูดซับน้ำไว้ในดิน อยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งไม้ผลจะดูดซับน้ำไปใช้ในการเจริญน้อยกว่าพืชไร่ตามธรรมชาติในดินชั้นบน

การเก็บข้อมูลความชื้นในดิน ครั้งที่ 2 ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร (วันที่ 30 มิถุนายน 2564 ปริมาณน้ำฝน 129.5 มิลลิเมตร) พบว่า การใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกข้าวโพด ข้าวไร่ พืชผสมผสาน ไม้ยืนต้น และข้าวนาขั้นบันไดในพื้นที่แปลงจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและพื้นที่แปลงไม่

จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ความชื้นในดินจะมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างชัดเจนในทุกการใช้ประโยชน์ที่ดินในการปลูกพืชแต่ละชนิด ปริมาณความชื้นในดินมีค่าอยู่ระหว่าง 12.38-30.40 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยวิธีการที่ 3 ไม้ผล (ลิ้นจี่) มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ให้ความชื้นในดินเฉลี่ยสูงสุด 11.36 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ วิธีการที่ 4 พืชผสมผสาน (กาแฟและหม่อน) มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 7 ไม้ผล (ลิ้นจี่)+ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ให้ความชื้นในดินเฉลี่ย 22.70 และ 22.19 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนวิธีการที่ 6 ปลูกข้าวไร่ ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีการที่ 1 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีการที่ 5 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ให้ความชื้นในดินเฉลี่ยปานกลาง 17.44 17.25 และ 16.95 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนวิธีการที่ 2 ปลูกข้าวไร่ มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ (คูรับน้ำขอบเขา) และวิธีการที่ 9 นาข้าวขั้นบันได และ 8 พืชผสมผสาน (กาแฟและหม่อน) ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ให้ความชื้นในดินเฉลี่ยต่ำสุด 15.68 13.04 และ 12.38 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตารางที่ 17)

จะเห็นได้ว่าแปลงที่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ส่งผลให้มีความชื้นในดินสูงกว่าแปลงไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยเฉพาะในแปลงไม้ผล (ลิ้นจี่) แปลงพืชผสมผสาน (กาแฟและหม่อน) ส่วนแปลงปลูกพืชไร่ (ข้าวไร่ และข้าวโพด) เปรียบเทียบแปลงที่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ กับแปลงไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ความชื้นในดินมีค่าใกล้เคียงกัน จะเห็นได้ว่าแปลงปลูกไม้ผล (ลิ้นจี่) และแปลงพืชผสมผสาน (กาแฟและหม่อน) จะมีความชื้นในดินสูงกว่าแปลงปลูกพืชไร่ (ข้าวโพด ข้าวไร่) ส่วนหนึ่งจะเกี่ยวข้องกับระบบรากของพืชทั้งสองประเภทที่แตกต่างกัน ในพืชที่เป็นไม้ผลจะมีระบบรากลึกกว่า ทำให้มีการดูดซับน้ำไปใช้ในการเจริญเติบโตน้อยกว่าพืชไร่ (ข้าวโพด ข้าวไร่ และข้าวในนาขั้นบันได) ซึ่งระบบรากตื้นไม่เกิน 15 เซนติเมตร และอีกประการหนึ่งในพืชไร่จะมีพืชปกคลุมพื้นที่มากกว่า ซึ่งมีกระบวนการดูดซับน้ำและธาตุอาหารไปใช้ประโยชน์มากกว่าแปลงปลูกไม้ผล

การเก็บข้อมูลความชื้นในดิน ครั้งที่ 3 ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร (วันที่ 15 กรกฎาคม 2564 ปริมาณน้ำฝน 178.0 มิลลิเมตร) พบว่า ในการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกข้าวโพด ข้าวไร่ พืชผสมผสาน ไม้ผลไม่ยืนต้น และข้าวนาขั้นบันได ในพื้นที่แปลงจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและพื้นที่แปลงไม่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำไม่มีผลต่อความชื้นในดิน โดยความชื้นในดินจะมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในการใช้ประโยชน์ที่ดินในการปลูกพืชบางชนิด คือ ดินชั้นบนที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร มีค่าความชื้นในดินเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 13.61-32.97 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยวิธีการที่ 3 ไม้ผล (ลิ้นจี่) มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 7 ไม้ผล (ลิ้นจี่)+ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ให้ความชื้นในดินเฉลี่ยสูงสุด 32.97 และ 31.38 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ รองลงมาคือ วิธีการที่ 4 พืชผสมผสาน (กาแฟและหม่อน) มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 8 พืชผสมผสาน (กาแฟและหม่อน) ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ให้ความชื้นในดินเฉลี่ย 23.36 และ 21.79 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนวิธีการที่ 1 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 5 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 2 ปลูกข้าวไร่ มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 9 นาข้าวขั้นบันได ให้ความชื้นในดินเฉลี่ยปานกลาง 19.04 06.03 และ 15.98 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ในส่วนวิธีการที่ 6 ปลูกข้าวไร่ ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ให้ความชื้นในดินเฉลี่ยต่ำสุด 13.61 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตารางที่ 17)

จะเห็นได้ว่าแปลงที่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ เปรียบเทียบกับแปลงไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ไม่มีผลต่อความชื้นในดิน ส่วนหนึ่งเกิดจากในเดือนนี้มีปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาในปริมาณมาก โดยเฉพาะในแปลงไม้ผล (ลิ้นจี่) แปลงพืชผสมผสาน (ชาและกาแฟ) ส่วนแปลงปลูกพืชไร่ (ข้าวไร่ และข้าวโพด) เปรียบเทียบแปลงที่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำกับแปลงไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำมีความชื้นในดินมีค่าใกล้เคียงกัน จะเห็นได้ว่าแปลงปลูกไม้ผล (ลิ้นจี่) และแปลงพืชผสมผสาน (กาแฟและหม่อน) จะมีความชื้นในดินสูงกว่าแปลงปลูกพืชไร่ (ข้าวโพด ข้าวไร่) ส่วนหนึ่งจะเกี่ยวข้องกับระบบรากของพืชทั้งสองประเภทที่แตกต่างกัน ในพืชที่เป็นไม้ผลจะมีระบบรากลึกกว่า ทำให้มีการดูดซับน้ำไปใช้ในการเจริญเติบโตน้อยกว่าพืชไร่ (ข้าวโพด ข้าวไร่ และนาข้าวขึ้นบันได) ซึ่งระบบรากตื้นไม่เกิน 15 เซนติเมตร และอีกประการหนึ่งในพืชไร่จะมีพืชปกคลุมพื้นที่มากกว่า ซึ่งมีกระบวนการดูดซับน้ำและธาตุอาหารไปใช้ประโยชน์มากกว่าแปลงปลูกไม้ผล

การเก็บข้อมูลความชื้นในดิน ครั้งที่ 4 ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร (วันที่ 30 กรกฎาคม 2564 ปริมาณน้ำฝน 178.0 มิลลิเมตร) พบว่าการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกข้าวโพด ข้าวไร่ พืชผสมผสาน ไม้ยืนต้น และนาข้าวขึ้นบันได ในพื้นที่แปลงจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและพื้นที่แปลงไม่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำไม่มีผลต่อความชื้นในดิน ทั้งนี้ความชื้นในดินจะมีแนวโน้มลดลงอย่างชัดเจนของการใช้ประโยชน์ที่ดินในการปลูกพืชทุกชนิด คือ ดินชั้นบนที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร มีความชื้นในดินเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 10.22-32.4 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยวิธีการที่ 7 ไม้ผล (ลิ้นจี่)+ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ให้ความชื้นในดินเฉลี่ยสูงสุด 32.40 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ วิธีการที่ 3 ไม้ผล (ลิ้นจี่) มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีการที่ 4 พืชผสมผสาน (กาแฟและหม่อน) มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีการที่ 9 นาข้าวขึ้นบันได วิธีการที่ 5 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีการที่ 8 พืชผสมผสาน (กาแฟและหม่อน) ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีการที่ 6 ปลูกข้าวไร่ ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีการที่ 2 ปลูกข้าวไร่ มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีการที่ 1 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ให้ความชื้นในดินเฉลี่ยรองลงมา 17.90 15.45 13.82 13.08 12.87 12.39 11.31 และ 10.23 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตารางที่ 17)

จะเห็นได้ว่าแปลงที่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ เปรียบเทียบกับแปลงไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ไม่มีผลต่อความชื้นในดิน ส่วนหนึ่งเกิดจากในเดือนกรกฎาคม 2564 นี้มีปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาในปริมาณมาก(178 มิลลิเมตร) โดยเฉพาะในแปลงไม้ผล (ลิ้นจี่) ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณความชื้น 32.40 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าแปลงไม้ผล (ลิ้นจี่) มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ (17.90 เปอร์เซ็นต์) ส่วนแปลงพืชผสมผสาน (กาแฟและหม่อน) ส่วนแปลงปลูกพืชไร่ (ข้าวไร่ และข้าวโพด) เปรียบเทียบแปลงที่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำกับแปลงไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำมีความชื้นในดินมีค่าไม่แตกต่างกัน

การเก็บข้อมูลความชื้นในดิน ครั้งที่ 5 ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร (วันที่ 15 สิงหาคม 2564 ปริมาณน้ำฝน 127.5 มิลลิเมตร) พบว่าการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกข้าวโพด ข้าวไร่ พืชผสมผสาน ไม้ยืนต้น และนาข้าวขึ้นบันได ในพื้นที่แปลงจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและพื้นที่แปลงไม่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำไม่มีผลต่อความชื้นในดิน ทั้งนี้ความชื้นในดินจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนของการใช้ประโยชน์ที่ดินในการปลูกพืชทุกชนิด พบว่าดินชั้นบนที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร มีความชื้นในดินเฉลี่ยอยู่ระหว่าง

14.67-42.33 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยวิธีการที่ 3 ไม้ผล (ลิ้นจี่) มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 7 ไม้ผล (ลิ้นจี่)+ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ให้ความชื้นในดินเฉลี่ยสูงสุด 42.33 และ 41.78 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ รองลงมาคือ วิธีการที่ 4 พืชผสมผสาน (กาแฟและหม่อน) มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ให้ความชื้นในดินเฉลี่ยรองลงมา 29.73 เปอร์เซ็นต์ วิธีการที่ความชื้นในระดับกลางคือ วิธีการที่ 8 พืชผสมผสาน (กาแฟและหม่อน) ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีการที่ 2 ปลุกข้าวไร่ มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีการที่ 5 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 9 นาข้าวขั้นบันได ให้ความชื้นในระดับเฉลี่ยปานกลาง 24.77 20.79 20.62 และ 18.62 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนวิธีการที่ให้ความชื้นในดินต่ำสุดคือ วิธีการที่ 6 ปลุกข้าวไร่ ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 1 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ให้ความชื้นในดินเฉลี่ยต่ำสุด 15.20 และ 14.67 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตารางที่ 17)

จะเห็นได้ว่าแปลงที่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ เปรียบเทียบกับแปลงไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ไม่มีผลต่อความชื้นในดิน โดยในแปลงไม้ผล (ลิ้นจี่) ความชื้นในดินจะปริมาณสูงสุดทั้งนี้เกิดจาก ระบบของรากพืชในส่วนของไม้ผลที่จะมีการดูดซับน้ำ เพื่อใช้ในกระบวนการดูดซึมของธาตุอาหารของดินล่างเป็นส่วนใหญ่ ประกอบกับทรงพุ่มของไม้ผล (ลิ้นจี่) จะช่วยในเรื่องของการรักษาความชุ่มชื้นในดินบนไว้ได้เป็นอย่างดี และในแปลงพืชผสมผสาน (กาแฟและหม่อน) จะช่วยรักษาความชื้นในดินบนได้ดีรองลงมาจากไม้ผล ในส่วนแปลงปลุกพืชไร่ (ข้าวไร่ และข้าวโพด และนาข้าวขั้นบันได) เปรียบเทียบแปลงที่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ กับแปลงไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำมีความชื้นในดินมีค่าไม่แตกต่างกัน จะมีความชื้นในดินต่ำสุด ทั้งนี้เกิดจากการใช้น้ำในกระบวนการดูดซับน้ำและธาตุอาหารไปใช้ประโยชน์ในการเจริญเติบโตของพืชไร่ (ข้าวไร่ และข้าวโพด และนาข้าวขั้นบันได) ระบุเป็นระบบรากตื้นไม่เกิน 15 เซนติเมตร จึงส่งผลให้มีความชื้นที่คงเหลืออยู่ในดินบนต่ำกว่าแปลงไม้ผล (ลิ้นจี่) และแปลงพืชผสมผสาน (กาแฟและหม่อน)

จากผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงความชื้นในดิน สรุปได้ว่า ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณความชื้นในดิน ได้แก่ การใช้ประโยชน์ที่ดิน ชนิดพืช ปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ และลักษณะเนื้อดิน เป็นต้น โดยจะเห็นว่าความชื้นในดินเมื่อเก็บข้อมูลในครั้งที่ 3 จะมีความชื้นในดินสูงที่สุดในการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกข้าวโพด ข้าวไร่ พืชผสมผสาน ไม้ยืนต้น และข้าวนาขั้นบันไดในพื้นที่แปลงจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและพื้นที่แปลงไม่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ทั้งนี้ความชื้นในดินจะสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ ซึ่งช่วงที่เก็บข้อมูลจะเป็นช่วงเวลาที่ปริมาณน้ำฝนในพื้นที่สูงที่สุด (189.5 มิลลิเมตร) ประกอบกับชนิดของพืชที่ปลูกจะมีผลโดยตรงต่อปริมาณความชื้นในดิน โดยไม้ยืนต้นและพืชผสมผสานจะมีปริมาณความชื้นในดินสะสมสูงกว่าพืชไร่เชิงเดี่ยว เช่น ข้าวโพด และข้าวไร่ เป็นต้น เนื่องจากระบบการปลูกพืชในพื้นที่ ทำให้มีพืชปกคลุมดิน ทำให้ช่วยลดการระเหยของน้ำ ส่งผลให้ระดับความชื้นในดินสูงขึ้นเมื่อมีการจัดการระบบพืชแบบผสมผสาน

ตารางที่ 17 ความชื้นในดินที่มีความลึก 0-15 เซนติเมตร

วิธีการทดลอง	ความชื้นในดิน (%)				
	ภายหลังการทดลอง (เดือน มิ.ย -ก.ย)				
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5
1. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์+มีระบบ (T ₁)	5.08 ^c	17.25 ^{bc}	19.04 ^{cbd}	10.23 ^b	20.79 ^{bc}
2. ข้าวไร่+มีระบบ (T ₂)	10.45 ^{ab}	15.68 ^c	16.03 ^{cd}	11.31 ^b	14.67 ^c
3. ไม้ผล(ลิ้นจี่)+มีระบบ (T ₃)	8.76 ^{ab}	30.40 ^a	32.97 ^a	17.90 ^b	42.33 ^a
4. พืชผสมผสาน+มีระบบ (T ₄)	8.92 ^{ab}	22.70 ^b	23.36 ^b	15.45 ^b	29.73 ^b
5. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์+ไม่มีระบบ (T ₅)	4.92 ^c	16.95 ^{bc}	18.45 ^{cbd}	13.08 ^b	20.62 ^{bc}
6. ข้าวไร่+ไม่มีระบบ (T ₆)	11.36 ^a	17.44 ^{bc}	13.61 ^d	12.39 ^b	15.20 ^c
7. ไม้ผล(ลิ้นจี่)+ไม่มีระบบ (T ₇)	9.05 ^{ab}	22.19 ^b	31.38 ^a	32.40 ^a	41.78 ^a
8. พืชผสมผสาน+ไม่มีระบบ (T ₈)	7.99 ^b	12.38 ^c	21.79 ^{cb}	12.87 ^b	24.77 ^{bc}
9. นาข้าวขั้นบันได (T ₉)	10.49 ^{ab}	13.04 ^c	15.98 ^{cd}	13.82 ^b	18.62 ^{bc}
Average	8.56	18.67	21.40	15.49	24.85
F-test	5.949**	8.707**	12.303**	4.221**	8.477**

หมายเหตุ: - ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

- ** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

2) ความชื้นในดิน (เปอร์เซ็นต์) ที่ระดับความลึก 15-45 เซนติเมตร

ทำการตรวจวัดความชื้นของดิน ที่ระดับความลึก 15-45 เซนติเมตร ใช้วิธีวัดความชื้นของดินมาตรฐาน (Gravimetric method) เพื่อหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นของดิน โดยใช้ soil core ความชื้นในดินจะเก็บตามช่วงฤดูกาลเริ่มต้นใน เดือน มิถุนายน ถึง เดือน กันยายน ทุก ๆ 15 วัน โดยความชื้นในดินจะมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งจะแปรผันตรงกับปริมาณน้ำฝนในพื้นที่แปลงทดลอง และการเปรียบเทียบความชื้นในดินภายใต้การใช้ประโยชน์ที่ดินในระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ต่างกัน ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงความชื้นในดินพบว่า การใช้ประโยชน์ที่ดินในระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ต่างกัน ความชื้นในดินมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 18)

การเก็บข้อมูลความชื้นในดิน ครั้งที่ 1 (วันที่ 15 มิถุนายน 2564 ปริมาณน้ำฝน 129.5 มิลลิเมตร) เป็นการปลูกข้าวโพด ข้าวไร่ พืชผสมผสาน ไม้ยืนต้น และข้าวนาขั้นบันได ในพื้นที่แปลงจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และพื้นที่แปลงไม่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำไม่มีผลต่อความชื้นของดิน ซึ่งการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกข้าวโพด ข้าวไร่ พืชผสมผสาน ไม้ยืนต้น และข้าวนาขั้นบันได ในพื้นที่แปลงจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและพื้นที่แปลงไม่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ยังมีปริมาณความชื้นในดินใกล้เคียง

กัน ปริมาณความชื้นในดินมีค่าอยู่ระหว่าง 7.66-12.55 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยวิธีการที่ 4 พืชผสมผสาน (กาแฟและหม่อน) มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ให้ความชื้นในดินสูงสุด 12.55 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ วิธีการที่ 8 พืชผสมผสาน (กาแฟและหม่อน) ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีการที่ 3 ไม้ผล (ลิ้นจี่) มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ให้ความชื้นในดินเฉลี่ยรองลงมา 12.15 และ 11.40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนวิธีการที่ให้ความชื้นในดินระดับปานกลางคือ วิธีการที่ 7 ไม้ผล (ลิ้นจี่)+ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีการที่ 1 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีการที่ 5 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีการที่ 2 ปลูกรำข้าวไร่ มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ (คูรับน้ำขอบเขา) วิธีการที่ 6 ปลูกรำข้าวไร่ ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ให้ความชื้นในดินเฉลี่ยปานกลาง 10.46 10.28 10.28 9.91 และ 9.15 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนวิธีการที่ 9 นาข้าวขั้นบันได ให้ความชื้นในดินเฉลี่ยต่ำสุด 7.66 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 18)

จากผลการตรวจวัดความชื้นในดิน ระดับความลึก 15-45 เซนติเมตร ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ไม่มีผลต่อความชื้นของดิน จะเห็นได้ว่าแปลงพืชผสมผสาน (กาแฟและหม่อน) ทั้งในพื้นที่ที่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ จะมีปริมาณความชื้นในดินสูงกว่าแปลงไม้ผล (ลิ้นจี่) แปลงข้าวโพด ข้าวไร่ และนาข้าวขั้นบันได จะเห็นได้ว่าแปลงพืชผสมผสาน (กาแฟและหม่อน) จะมีระบบของรากพืชที่ยังลงไปดินระดับปานกลาง การปลูกพืชผสมผสานจะมีผลดีเรื่องการคลุมพื้นที่ใบกาแฟและใบหม่อน จะช่วยลดการกร่อนของดิน และส่งเสริมให้มีการสะสมน้ำและความชื้นในดินได้ดี ในส่วนของแปลงพืชไร่เช่น ข้าวโพด ข้าวไร่ และนาข้าวขั้นบันได ในช่วงเดือนมิถุนายน 2564 ลำต้นของข้าวโพด ข้าวไร่ และนาข้าวขั้นบันได อยู่ในช่วงแรกของการเจริญเติบโต ระบบของรากพืช และการแผ่ของใบยังไม่เต็มที่ แต่จะมีการดูดซับน้ำในดิน ไปใช้ในกระบวนการดูดซึมธาตุอาหารของพืชไร่ในดินบน จึงทำให้น้ำซึมผ่านมาสู่ดินชั้นล่างลดลง

การเก็บข้อมูลความชื้นในดิน ครั้งที่ 2 (วันที่ 30 มิถุนายน 2564 ปริมาณน้ำฝน 129.5 มิลลิเมตร) พบว่า การใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกข้าวโพด ข้าวไร่ พืชผสมผสาน ไม้ยืนต้น และข้าวนาขั้นบันได ในพื้นที่แปลงจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และพื้นที่แปลงไม่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำไม่มีผลต่อความชื้นในดิน และความชื้นในดินจะมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างชัดเจนในทุกการใช้ประโยชน์ที่ดินในการปลูกพืชแต่ละชนิด ปริมาณความชื้นในดินมีค่าอยู่ระหว่าง 12.38-30.40 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดย วิธีการที่ 6 ปลูกรำข้าวไร่ ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีการที่ 3 ไม้ผล (ลิ้นจี่) มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีการที่ 9 นาข้าวขั้นบันได และวิธีการที่ 4 พืชผสมผสาน (กาแฟและหม่อน) มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีแนวโน้มให้ความชื้นในดินสูงสุด 29.76 28.72 27.84 และ 21.32 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ วิธีการที่มีแนวโน้มให้ความชื้นเฉลี่ยปานกลางคือ วิธีการที่ 1 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีการที่ 7 ไม้ผล (ลิ้นจี่)+ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีการที่ 5 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ให้ความชื้นในดินเฉลี่ยปานกลาง 18.71 17.62 16.88 และ 22.19 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนวิธีการที่ 2 ปลูกรำข้าวไร่ มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 8 พืชผสมผสาน (กาแฟและหม่อน) ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ให้ความชื้นในดินเฉลี่ยต่ำสุด 13.85 และ 11.93 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตารางที่ 18)

จากผลการตรวจวัดความชื้นในดิน ระดับความลึก 15-45 เซนติเมตร ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ไม่มีผลต่อความชื้นของดินใน หากมองในเรื่องของการใช้ประโยชน์ที่ดินในเรื่องของประเภทของพืช

โดยเฉพาะข้าวไร่ ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และนาข้าวขั้นบันได ความชื้นในดินมีแนวโน้มสูงกว่าแปลงข้าวโพด แปลงพืชผสมผสาน (กาแฟและหม่อน) และแปลงไม้ผล (ลิ้นจี่) ในส่วนของแปลงข้าวโพด เป็นช่วงที่ข้าวโพดมีการเจริญเติบโตมากขึ้น ซึ่งเป็นข้าวโพดลูกผสมพันธุ์ C.P.888 ถูกปรับปรุงพันธุ์มาให้มีความต้องการน้ำและธาตุอาหารในปริมาณมาก จึงทำให้มีการใช้น้ำบริเวณดินบนไปมากกว่าพืชชนิดอื่น และข้าวไร่ในช่วงแรกของการเจริญเติบโตจะใช้น้ำในปริมาณไม่มากนัก ข้าวไร่เป็นชนิดพืชที่สามารถขึ้นได้ในพื้นที่ป่าเขาและจะทนแล้ง จึงทำให้น้ำซึมผ่านไปสู่สมในดินชั้นล่างได้มากขึ้น ในส่วนของแปลงพืชผสมผสาน (กาแฟและหม่อน) และแปลงไม้ผล (ลิ้นจี่) เป็นพืชที่มีลักษณะของทรงพุ่ม การแผ่ของรากจะลึกไปถึงระดับ 15-45 เซนติเมตร มีการใช้น้ำบริเวณนี้ดินล่าง ในกระบวนการดูดซับน้ำและดูดซึมธาตุอาหารในปริมาณมาก จึงทำให้มีปริมาณความชื้นลดลงตาม

การเก็บข้อมูลความชื้นในดิน ครั้งที่ 3 (วันที่ 15 กรกฎาคม 2564 ปริมาณน้ำฝน 178.0 มิลลิเมตร) พบว่า ในการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกข้าวโพด ข้าวไร่ พืชผสมผสาน ไม้ยืนต้น และข้าวนาขั้นบันได ในพื้นที่แปลงจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและพื้นที่แปลงไม่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำไม่มีผลต่อความชื้นในดิน โดยความชื้นในดินจะมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในการใช้ประโยชน์ที่ดินในการปลูกพืชบางชนิด คือ ดินชั้นบนที่ระดับความลึก 15-45 เซนติเมตร มีค่าความชื้นในดินอยู่ระหว่าง 17.97-29.68 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยวิธีการที่ 7 ไม้ผล (ลิ้นจี่)+ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ให้ความชื้นในดินเฉลี่ยสูงสุด 29.68 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ วิธีการที่ 3 ไม้ผล (ลิ้นจี่) มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 4 พืชผสมผสาน (กาแฟและหม่อน) มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ให้ความชื้นในดินเฉลี่ยรองลงมา 23.36 และ 21.79 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนวิธีการที่ให้ความชื้นในระดับปานกลางคือ วิธีการที่ 8 พืชผสมผสาน (กาแฟและหม่อน) ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีการที่ 5 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 9 นาข้าวขั้นบันได ให้ความชื้นในดินเฉลี่ยปานกลาง 21.76 19.74 และ 19.13 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนวิธีการที่ 2 ปลูกข้าวไร่ มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีการที่ 1 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 6 ปลูกข้าวไร่ ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ให้ความชื้นในดินเฉลี่ยต่ำสุด 18.45 17.97 และ 16.90 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตารางที่ 18)

เมื่อเปรียบเทียบแปลงที่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ กับแปลงไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ไม่มีผลต่อความชื้นในดิน ส่วนหนึ่งเกิดจากในเดือนนี้มีปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาในปริมาณที่สูง (178.0 มิลลิเมตร) เมื่อพิจารณาถึงระบบรากของพืช ทรงพุ่ม การใช้น้ำของข้าวโพด ข้าวไร่ ไม้ผล (ลิ้นจี่) แปลงพืชผสมผสาน (กาแฟและหม่อน) และนาข้าวขั้นบันไดในดินล่าง พบว่าแปลงข้าวโพด ข้าวไร่ มีจำนวนต้นที่มาก และมีระยะปลูกเต็มพื้นที่และอยู่ในช่วงเจริญเติบโต พืชไร่จะมีพืชปกคลุมเต็มพื้นที่มากกว่า ซึ่งมีกระบวนการดูดซับน้ำและธาตุอาหารไปใช้ประโยชน์มากกว่าแปลงปลูกไม้ผล มีความต้องการน้ำในดินในปริมาณที่มาก จึงทำให้น้ำซึมผ่านลงมาในดินล่างลดน้อยลง ในส่วนของแปลงพืชผสมผสาน (กาแฟและหม่อน) และแปลงไม้ผล (ลิ้นจี่) เป็นพืชที่มีลักษณะของทรงพุ่ม การแผ่ของรากจะลึกไปถึงระดับ 15-45 เซนติเมตร มีการใช้น้ำบริเวณนี้ดินล่าง ในกระบวนการดูดซับน้ำและดูดซึมธาตุอาหารในระดับที่เหมาะสม ในช่วงนี้มีปริมาณฝนตกลงมาก จึงเกินความต้องการของ กาแฟ หม่อน และลิ้นจี่ จึงทำให้มีความชื้นในดินที่คงเหลืออยู่มีปริมาณมาก

การเก็บข้อมูลความชื้นในดิน ครั้งที่ 4 (วันที่ 30 กรกฎาคม 2564 ปริมาณน้ำฝน 178.0 มิลลิเมตร) พบว่า การใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกข้าวโพด ข้าวไร่ พืชผสมผสาน ไม้ยืนต้น และข้าวนาขั้นบันได ในพื้นที่แปลงจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและพื้นที่แปลงไม่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำไม่มีผลต่อความชื้นในดิน ทั้งนี้ความชื้นในดินลดลงของการใช้ประโยชน์ที่ดินในการปลูกข้าวไร่ นาข้าวขั้นบันได และพืชผสมผสาน (กาแฟและหม่อน) ส่วนแปลงปลูกไม้ผล (ลิ้นจี่) มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ความชื้นในดินที่ค่าเพิ่มขึ้น และ แปลงปลูกไม้ผล (ลิ้นจี่) ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ความชื้นในดินมีค่าลดลง พบว่า ดินชั้นบนที่ระดับความลึก 15-45 เซนติเมตร มีความชื้นในดินเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 12.99-29.55 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยวิธีการที่ 3 ไม้ผล (ลิ้นจี่) มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ให้ความชื้นในดินสูงสุด 29.55 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ วิธีการที่ 7 ไม้ผล (ลิ้นจี่)+ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ให้ความชื้นในดินเฉลี่ย 23.74 เปอร์เซ็นต์ วิธีการที่ให้ความชื้นปานกลางคือ วิธีการที่ 4 พืชผสมผสาน (กาแฟและหม่อน) มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ให้ความชื้นในดินเฉลี่ย 19.61 เปอร์เซ็นต์ ส่วนวิธีการที่ให้ความชื้นในดินต่ำสุดคือ วิธีการที่ 6 ปลูกข้าวไร่ ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีการที่ 8 พืชผสมผสาน (กาแฟและหม่อน) ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีการที่ 2 ปลูกข้าวไร่ มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีการที่ 9 นาข้าวขั้นบันได วิธีการที่ 5 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 1 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ให้ความชื้นในดินเฉลี่ยรองลงมา 16.51 15.73 14.73 14.64 13.82 และ 12.99 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตารางที่ 18)

เมื่อเปรียบเทียบแปลงที่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ กับแปลงไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ในการใช้ประโยชน์ที่ดินแปลงไม้ผล (ลิ้นจี่) และพืชผสมผสาน (กาแฟและหม่อน) ในพื้นที่แปลงจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ความชื้นในดินมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นกว่าแปลงที่ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกข้าวโพด ข้าวไร่ และข้าวนาขั้นบันได ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำไม่มีผลต่อความชื้นในดินในแปลงปลูกพืชไร่ในดินที่ระดับความลึก 15-45 เซนติเมตร ในการตรวจวัดความชื้นครั้งที่ 4 แปลงไม้ผล (ลิ้นจี่) และพืชผสมผสาน (กาแฟและหม่อน) กับการมีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ จะส่งผลให้ความชื้นในดินมีค่าเพิ่มสูงขึ้น ทั้งนี้เกิดจากชั้นบันไดดินจะช่วยชะลอการไหลของน้ำให้ช้าลง ประกอบกับทรงพุ่มจะช่วยลดการตกกระทบของน้ำฝน การกร่อนของดินลดลง และช่วยชะลอการไหลของน้ำ ในส่วนของระบบการแผ่ของรากจะลึกไปถึงระดับ 15-45 เซนติเมตร การใช้น้ำบริเวณนี้ จะมีการดูดซับน้ำและดูดซึมธาตุอาหารในระดับที่เหมาะสม ในช่วงนี้มีปริมาณฝนตกลงมากเกินความต้องการของกาแฟ หม่อน และลิ้นจี่ จึงทำให้มีความชื้นที่คงเหลืออยู่ในดินล่างมีปริมาณที่สูงตาม

การเก็บข้อมูลความชื้นในดิน ครั้งที่ 5 (วันที่ 15 สิงหาคม 2564 ปริมาณน้ำฝน 127.5 มิลลิเมตร) พบว่าการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกข้าวโพด ข้าวไร่ พืชผสมผสาน ไม้ยืนต้น และข้าวนาขั้นบันได ในพื้นที่แปลงจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและพื้นที่แปลงไม่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำไม่มีผลต่อความชื้นในดิน ทั้งนี้ความชื้นในดินจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนของการใช้ประโยชน์ที่ดินในการปลูกพืชทุกชนิด พบว่าดินชั้นล่างที่ระดับความลึก 15-45 เซนติเมตร มีความชื้นในดินเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 18.93-28.35 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยวิธีการที่ 3 ไม้ผล (ลิ้นจี่) มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และวิธีการที่ 7 ไม้ผล (ลิ้นจี่)+ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ให้ความชื้นในดินเฉลี่ยสูงสุด 28.35 และ 27.95

เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ รองลงมาคือ วิธีการที่ 8 พืชผสมผสาน (กาแฟและหม่อน) ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีการที่ 4 พืชผสมผสาน (กาแฟและหม่อน) มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ให้ความชื้นในดินเฉลี่ยรองลงมา 26.21 และ 26.17 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ วิธีการที่ให้ความชื้นในดินเฉลี่ยปานกลางคือ วิธีการที่ 1 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีการที่ 5 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ให้ความชื้นในดินเฉลี่ยปานกลาง 26.21 เปอร์เซ็นต์ วิธีการที่ให้ความชื้นในดินเฉลี่ยต่ำสุดคือ วิธีการที่ 9 นาข้าวขั้นบันได วิธีการที่ 2 ปลูกข้าวไร่ มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีการที่ 6 ปลูกข้าวไร่ ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ให้ความชื้นในดินเฉลี่ยต่ำสุด 20.55 19.12 และ 18.93 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตารางที่ 18)

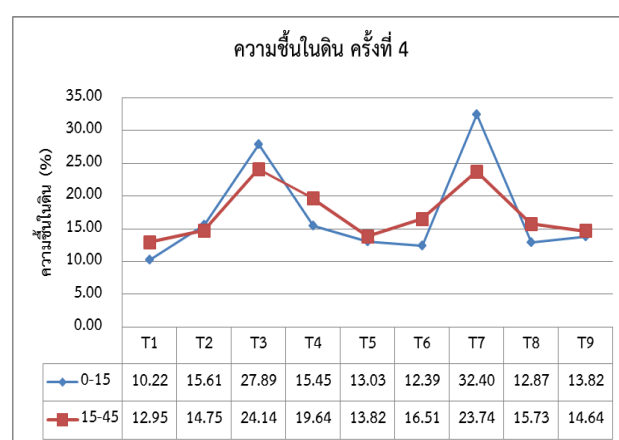
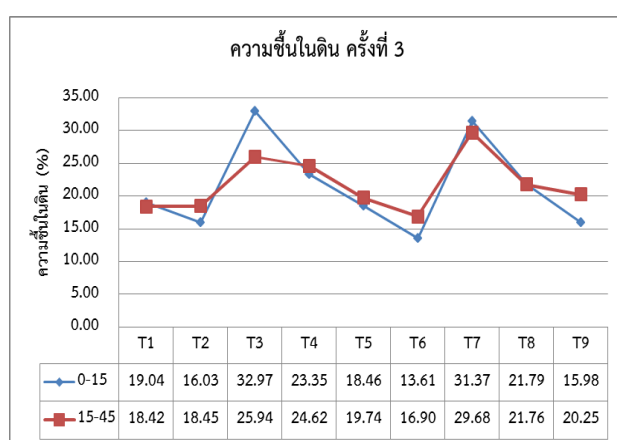
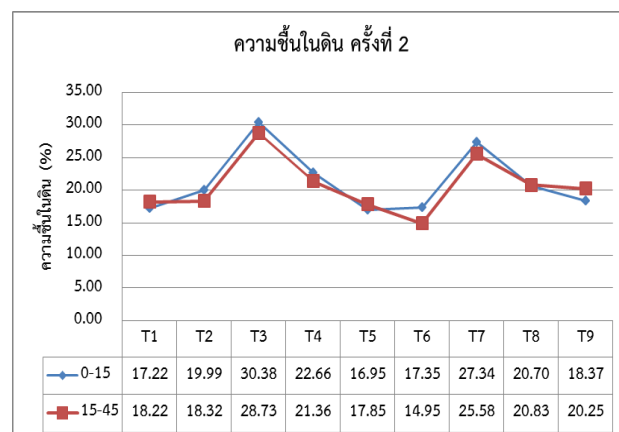
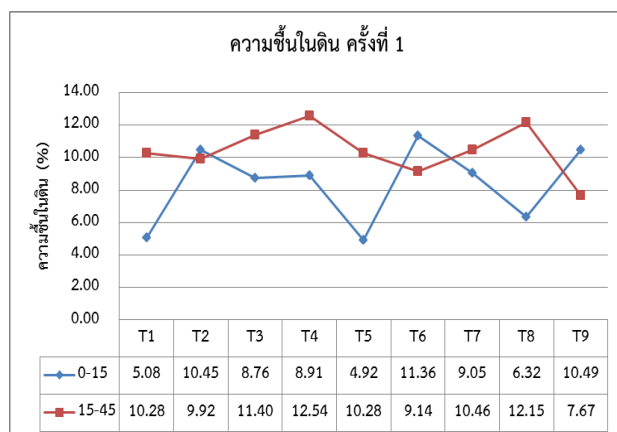
จะเห็นได้ว่าแปลงที่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ เปรียบเทียบกับแปลงไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ไม่มีผลต่อความชื้นในดิน โดยในแปลงไม้ผล (ลิ้นจี่) ความชื้นในดินจะปริมาณสูงสุดทั้งนี้เกิดจาก ระบบของรากพืชในส่วนของไม้ผลที่จะมีการดูดซับน้ำ และใช้ในกระบวนการดูดซึมของธาตุอาหารในส่วนของดินล่างเป็นส่วนใหญ่ ประกอบกับทรงพุ่มของไม้ผล (ลิ้นจี่) จะช่วยในเรื่องของการรักษาความชุ่มชื้นในดินบนไว้ได้เป็นอย่างดี และแปลงพืชผสมผสาน (กาแฟและหม่อน) จะช่วยรักษาความชื้นในดินบนได้ดีรองลงมาจากไม้ผล (ลิ้นจี่) ในส่วนแปลงปลูกพืชไร่ (ข้าวไร่ และข้าวโพด และนาข้าวขั้นบันได) เปรียบเทียบแปลงที่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำกับแปลงไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำมีความชื้นในดินมีค่าไม่แตกต่างกัน มีความชื้นในดินเฉลี่ยต่ำสุด ทั้งนี้เกิดจากในช่วงเดือนสิงหาคม 2564 ลำต้นของข้าวโพด ข้าวไร่ และนาข้าวขั้นบันได อยู่ในช่วงของสร้างรวงข้าวโพด และรวงข้าว จึงมีการใช้น้ำในกระบวนการดูดซับน้ำและดูดซึมธาตุอาหารไปใช้ในการสร้างผลผลิตของพืชไร่ ในบริเวณดินบน จึงทำให้น้ำซึมผ่านมาสู่ดินชั้นล่างลดน้อยลง

ตารางที่ 18 ความชื้นในดินที่มีความลึก 15-45 เซนติเมตร

วิธีการทดลอง	ความชื้นในดิน (%)				
	ภายหลังการทดลอง (ทุก 15 วัน)				
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5
1) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์+มีระบบ (T ₁)	10.28 ^{abc}	18.71	17.97 ^d	12.99 ^c	21.54 ^{bc}
2) ข้าวไร่+มีระบบ (T ₂)	9.91 ^{abc}	13.85	18.45 ^d	14.73 ^c	19.12 ^c
3) ไม้ผล(ลิ้นจี่)+มีระบบ (T ₃)	11.40 ^{ab}	28.72	25.94 ^{ab}	29.55 ^a	28.35 ^a
4) พืชผสมผสาน+มีระบบ (T ₄)	12.55 ^a	21.38	24.62 ^{ab}	19.61 ^{bc}	26.17 ^{ab}
5) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์+ไม่มีระบบ (T ₅)	10.28 ^{abc}	16.88	19.74 ^{cd}	13.82 ^c	20.99 ^{bc}
6) ข้าวไร่+ไม่มีระบบ (T ₆)	9.15 ^{bc}	29.76	16.90 ^d	16.51 ^c	18.93 ^c
7) ไม้ผล(ลิ้นจี่)+ไม่มีระบบ (T ₇)	10.46 ^{abc}	17.62	29.68 ^a	23.74 ^{ab}	27.95 ^a
8) พืชผสมผสาน+ไม่มีระบบ (T ₈)	12.15 ^{ab}	11.93	21.76 ^{bcd}	15.73 ^c	26.21 ^{ab}
9) นาข้าวขั้นบันได (T ₉)	7.66 ^c	27.84	19.13 ^{cd}	14.64 ^c	20.55 ^c
Average	10.16	20.74	20.56	16.47	23.31
F-test	2.709*	ns	5.996**	6.515**	5.381**

หมายเหตุ: - ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

- ** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %



ภาพที่ 6 การเปลี่ยนแปลงความชื้นในดิน

ผลการวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ (interaction) ระหว่างวิธีการอนุรักษ์ดินกับอิทธิพลของปีที่ทำการทดลอง ไม่มีผลทำให้ความชื้นในดิน (ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร) แสดงความแตกต่างทางสถิติ และอิทธิพลของวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำและการปลูกพืชชนิดต่างๆ ความชื้นในดิน ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร และที่ระดับความลึก 15-45 เซนติเมตร แสดงความแตกต่างกันทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตาม ปริมาณความชื้นในดินกับรูปแบบของการใช้ประโยชน์ที่ดินมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งการสูญเสียดินที่อธิบายมาสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงความชื้นในดิน และมาตรการที่ใช้ทดสอบ ได้สอดคล้องกับ ศรัณยุพงศ์ (2559) วิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำ โดยวิธีการปลูกไม้ผล ใช้แถบหญ้าแฝก (ใช้ค่า V.I.=2.5 เมตร) และวิธีการใช้คูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I.=4 เมตร) ร่วมกับแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา ส่งผลให้ปริมาณน้ำในดิน (มิลลิเมตรน้ำ) (ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นสูงกว่าวิธีการไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในปีที่ 2 และ 3 ของทำการทดลอง และสอดคล้องกับผลการศึกษาศุภชาติ (2545) ความผันแปรของความชื้นในดินจากการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบต่างๆ ที่ลุ่มน้ำภูเวียง จังหวัดขอนแก่น การศึกษาความผันแปรของความชื้นในดิน จากการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบต่างๆ ที่ลุ่มน้ำภูเวียง จังหวัดขอนแก่น ในปี พ.ศ.2544 ได้ทำการศึกษเปรียบเทียบความชื้น ในดิน จากการใช้ประโยชน์ที่ดิน 4 รูปแบบ คือ พื้นที่สวนป่ายุคาลิปตัส อายุ 17 ปี ที่มีระยะปลูก 4X4 ตารางเมตร พื้นที่สวนป่ากระถินยักษ์อายุ

17 ปี ที่มีระยะปลูก 4x4 ตารางเมตร พื้นที่ไร่ร้าง และพื้นที่ป่าธรรมชาติดิบแล้ง โดยทำ การตรวจวัดความชื้น ในดินตลอดความลึกของหน้าตัดดินที่ลึก 60 เซนติเมตร ที่ระดับความลึก 0-7 7-15 15-30 และ 30-60 เซนติเมตร โดยใช้วิธีการวัดความชื้นดินมาตรฐาน (gravimetric method) ผลปรากฏว่าความชื้นในดิน ในพื้นที่สวนป่าปลูกยูคาลิปตัสมีค่าน้อยที่สุด และพื้นที่ไร่ร้างมีค่าความชื้นในดินมากที่สุด และพบว่าปริมาณ ความชื้นในดินกับรูปแบบของการใช้ประโยชน์ที่ดินมีความแตกต่างกันอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติ จากผล การศึกษา ความผันแปรของความชื้นในดินจากการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบต่าง ๆ ที่ลุ่มน้ำภูเวียง จังหวัด ขอนแก่นใน ปี พ.ศ. 2544 ที่ระดับความลึก 0-7 7-15 15-30 และ 30-60 เซนติเมตร ตลอดความลึกของหน้า ตัดดินที่ 60 เซนติเมตร โดยภาพรวมของความผันแปรของความชื้นในดิน พบว่า ความชื้นในดินจะเพิ่มมากขึ้น ตามความลึกจากผิวดิน ผลปรากฏว่าความชื้นในดิน ในพื้นที่สวนป่าปลูกยูคาลิปตัสมีค่าน้อยที่สุด และพื้นที่ไร่ ร้างมีค่าความชื้นในดินมากที่สุด และพบว่าปริมาณความชื้นในดินกับรูปแบบของการใช้ประโยชน์ที่ดินมีความ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ความผันแปรของความชื้นในดินตลอดหน้าตัดดินที่ระดับต่างๆ จะมีเพิ่ม มากขึ้นตามระยะของความลึกจากผิวดิน โดยแปลงปลูกไม้ยูคาลิปตัสจะมีความชื้นในดินน้อยที่สุดเมื่อ เปรียบเทียบกับการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบอื่น ๆ จึงกล่าวเป็นนัยได้ว่า ไม้ยูคาลิปตัสมีการใช้น้ำมากเพื่อการ เจริญเติบโตมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับไม้กระถินยักษ์ นอกจากนี้ความผันแปรของความชื้นในดินยัง มีความสัมพันธ์กับปริมาณมวลชีวภาพ สอดคล้องกับผลการศึกษาของ สุภาและคณะ (2538) ศึกษาปริมาณ ความชื้นของดินที่สัมพันธ์กับผลผลิตพืชและปริมาณการสูญเสียดินในการปลูกข้าวโพด-ถั่วแดงหลวงเป็นแถบ สลับกับแถบวัชพืช และแถบวัชพืชที่มีร่องรับน้ำบนที่สูง ดำเนินการทดลองใน ปีพ.ศ. 2536-2538 บนพื้นที่สูง มีลาดชัน 25-35 เปอร์เซ็นต์ วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design มีจำนวน 3 ซ้ำ 5 วิธีการ ประกอบด้วย 1) ปลูกข้าวโพด-ถั่วแดงหลวงเป็นแถบกว้าง 8 เมตร สลับกับแถบวัชพืชกว้าง 1 เมตร 2) ปลูกข้าวโพด-ถั่วแดงหลวงเป็นแถบกว้าง 12 เมตร สลับกับแถบวัชพืชกว้าง 1 เมตร 3) ปลูกข้าวโพด-ถั่วแดงหลวงเป็นแถบกว้าง 12 เมตร สลับกับแถบวัชพืชกว้าง 1 เมตร และมีร่องรับน้ำ 4) ปลูกข้าวโพด-ถั่วแดงหลวงเป็นแถบกว้าง 8 เมตร สลับกับแถบวัชพืชกว้าง 1 เมตร และมีร่องรับน้ำ 5) ปลูก ข้าวโพด-ถั่วแดงหลวง แบบเกษตรกร ผลของความชื้นของดินต่อการเพิ่มผลผลิตข้าวโพด ได้ทำการเก็บข้อมูล ความชื้นของดินสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ตั้งแต่ปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว ในระดับบน ระดับกลาง ระดับล่างของความลาด เทของพื้นที่ มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 854 มิลลิเมตรต่อปี มีการกระจายของฝนค่อนข้างสม่ำเสมอ เมื่อ เปรียบเทียบกับความชื้นในดินในทุกวิธีการ ในช่วงเพาะปลูกข้าวโพดปริมาณความชื้นในดินอยู่ในระดับที่ ใกล้เคียงกันกับระดับบนของความชื้นที่เป็นประโยชน์ของดิน (ปริมาณความชื้นที่เป็นประโยชน์ระดับบน 27.06 เปอร์เซ็นต์ และความชื้นที่เป็นประโยชน์ระดับล่าง 18.02 เปอร์เซ็นต์)

ซึ่งต่างจาก เกษม และสามัคคี (2522) ที่ว่า ในพื้นที่ป่าไม้ความชื้นในดินจะมีมากบริเวณผิวดิน และลดลงเมื่อความลึกของดินมากขึ้น และพบว่าปริมาณความชื้นในดินจะมีค่าลดลงเรื่อย ๆ ที่ระดับสูงขึ้นจาก ระดับน้ำใต้ดิน ปริมาณความชื้นในดินของพื้นที่ไร่ร้างจะมีค่ามากที่สุด คือ 18.76 เซนติเมตร ทั้งนี้ เพราะพื้นที่ไร่ร้างปกคลุมไปด้วยวัชพืชต่างๆ อย่างหนาแน่น โดยมีความหนาแน่นลูกไม้และกล้าไม้ขนาดเล็ก ชนิดต่าง ๆ ค่อนข้างน้อย เนื่องจากพื้นที่ไร่ร้างได้เกิดไฟไหม้ทุกปีก่อนทำ การศึกษาซึ่งดูเหมือนกับเป็นทุ่งหญ้า

ความชื้นในดินจึงถูกใช้ไปเพื่อการเจริญเติบโตของวัชพืช ลูกไม้ และกล้า ไม้ขนาดเล็กต่างๆ เท่านั้น ถึงแม้พื้นที่ไร้ร้างจะมีการปกคลุมพื้นที่ด้วยชั้นเรือนยอดน้อยทำ ให้ฝนตกลงมาถึงพื้นดิน

4.7.6 ผลผลิตของพืช

ผลการศึกษาผลผลิตของพืชในการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกข้าวโพด ข้าวไร่ พืชผสมผสาน ไม้ยืนต้น และข้าวนาขั้นบันไดในพื้นที่แปลงจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและพื้นที่แปลงไม่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ พบว่า การใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกพืชผสมผสาน และไม้ยืนต้นในพื้นที่แปลงจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและพื้นที่แปลงไม่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำยังไม่ให้ผลผลิต โดยการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกข้าวโพดในพื้นที่แปลงจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและพื้นที่แปลงไม่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ให้ผลผลิตข้าวโพดเท่ากับ 731.12 และ 811.07 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกข้าวไร่ และข้าวนาขั้นบันไดในพื้นที่แปลงจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและพื้นที่แปลงไม่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ให้ผลผลิตข้าวเท่ากับ 356.88, 407.87 และ 524.50 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 19) ซึ่งผลผลิตของข้าวโพดและข้าวไร่ในพื้นที่แปลงจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำจะให้ผลผลิตน้อยกว่าในพื้นที่แปลงไม่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ทั้งนี้ในพื้นที่มีระบบคันดินจะทำให้เสียพื้นที่รวมในการปลูกข้าวโพดและข้าวไร่ เนื่องจากมีการขุดคันดิน โดยตามหลักการในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จะใช้ระยะห่างระหว่างแถว 75 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างหลุม 25 เซนติเมตร ปริมาณเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ใช้ปลูกประมาณ 5 กิโลกรัมต่อไร่ และมีจำนวนต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่อไร่ ประมาณ 8,533 ต้นต่อไร่ และการปลูกข้าวไร่จะใช้ระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างหลุม 25 เซนติเมตร โดยปริมาณเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่ที่จะใช้ปลูกประมาณ 10 กิโลกรัมต่อไร่ และมีจำนวนต้นข้าวไร่ต่อไร่ ประมาณ 25,600 ต้นต่อไร่ แต่เมื่อคำนึงถึงผลระยะยาวจากการจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำจะช่วยลดปัญหาการชะล้างของหน้าดินและการสูญเสียธาตุอาหารพืชในดิน ตลอดจนลดปัญหาดินเสื่อมโทรมได้อีกด้วย

ตารางที่ 19 ผลผลิตพืช

วิธีการทดลอง	ผลผลิต (กิโลกรัมต่อไร่)
1. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์+มีระบบ (T_1)	731.12
2. ข้าวไร่+มีระบบ (T_2)	356.88
3. ไม้ยืนต้น+มีระบบ (T_3)	-
4. พืชผสมผสาน+มีระบบ (T_4)	-
5. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์+ไม่มีระบบ (T_5)	811.07
6. ข้าวไร่+ไม่มีระบบ (T_6)	407.87
7. ไม้ยืนต้น+ไม่มีระบบ (T_7)	-
8. พืชผสมผสาน+ไม่มีระบบ (T_8)	-
9. นาข้าวขั้นบันได (T_9)	524.50

4.7.7 ความสูงของพีช

ผลการศึกษาการเจริญเติบโตของพีชในการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกข้าวโพด ข้าวไร่ พืชผสมผสาน ไม้ยืนต้น และข้าวนาขั้นบันไดในพื้นที่แปลงจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและพื้นที่แปลงไม่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำโดยวัดความสูงของพีช พบว่า การใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกข้าวโพดในพื้นที่แปลงจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและพื้นที่แปลงไม่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีความสูงของข้าวโพดเฉลี่ยเท่ากับ 176.84 และ 175.50 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกข้าวไร่และข้าวนาขั้นบันไดในพื้นที่แปลงจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและพื้นที่แปลงไม่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีความสูงของข้าวเฉลี่ยเท่ากับ 126.84 128.34 และ 136.62 เซนติเมตร ตามลำดับ สำหรับการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูก พืชผสมผสาน ได้แก่ หม่อน กาแฟ ในพื้นที่แปลงจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและพื้นที่แปลงไม่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 178.25 และ 152.58 เซนติเมตร ตามลำดับ และการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกไม้ยืนต้นในพื้นที่แปลงจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและพื้นที่แปลงไม่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 494.68 และ 473.35 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 20)

ตารางที่ 20 ความสูงของพีช

วิธีการทดลอง	ความสูง (เซนติเมตร)
1. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์+มีระบบ (T_1)	176.84
2. ข้าวไร่+มีระบบ (T_2)	126.84
3. ไม้ยืนต้น+มีระบบ (T_3)	494.68
4. พืชผสมผสาน+มีระบบ (T_4)	178.25
5. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์+ไม่มีระบบ (T_5)	175.50
6. ข้าวไร่+ไม่มีระบบ (T_6)	128.34
7. ไม้ยืนต้น+ไม่มีระบบ (T_7)	473.35
8. พืชผสมผสาน+ไม่มีระบบ (T_8)	162.58
9. นาข้าวขั้นบันได (T_9)	136.62

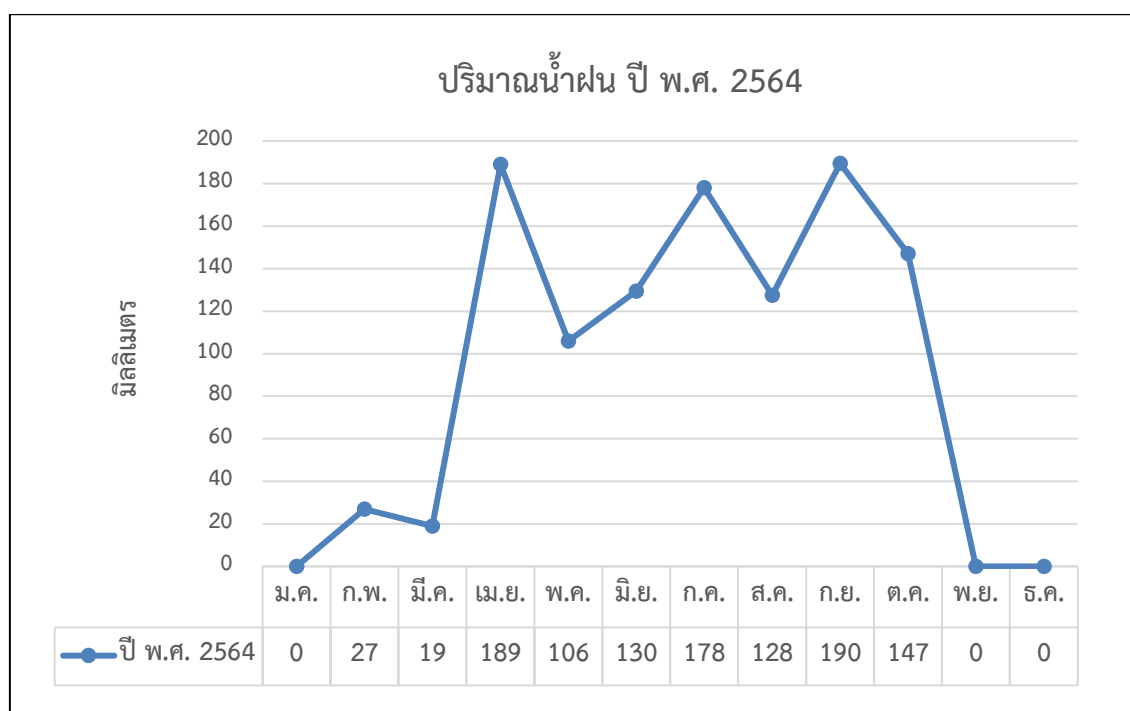
4.7.8 ปริมาณน้ำฝน ปี พ.ศ. 2564

ปริมาณน้ำฝนรวม ทำการเก็บข้อมูลปริมาณน้ำฝนในแต่ละวันจากเครื่องวัดน้ำฝนแบบ Non-Recording Raingage แบบ Cylinder Type ที่ติดตั้งไว้บริเวณแปลงสาธิตในพื้นที่แปลงทดลอง บ้านห้วยลึก ตำบลบ่อเกลือเหนือ อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน โดยเริ่มเก็บข้อมูลปริมาณน้ำฝนเมื่อฝนเริ่มตก ประมาณ เดือน มกราคม สิ้นสุด ธันวาคม ในปี พ.ศ. 2564 รวมระยะเวลา 1 ปี พบว่า ปริมาณน้ำฝนรวมเท่ากับ 1,112.5 มิลลิเมตร (ตารางที่ 21) ฝนเริ่มตกตั้งแต่วันที่ 1 เดือน กุมภาพันธ์ สิ้นสุด เดือน ตุลาคม มีปริมาณน้ำฝน

เพียงพอสำหรับ การเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวไร่ ข้าวนาขั้นบันได พืชผสมผสาน และไม้ยืนต้น ตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงตุลาคม เป็นช่วงระยะเริ่มปลูกจนถึงระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต พบว่า การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และข้าวไร่ในปี พ.ศ. 2564 ในช่วงเดือนมิถุนายนถึงกันยายน โดยเป็นระยะเริ่มปลูกซึ่งมีปริมาณน้ำฝนเพียงพอสำหรับการเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และข้าวไร่ ตั้งแต่เริ่มปลูกไปจนถึงระยะออกดอก และการสร้างเมล็ด เท่ากับ 814 มิลลิเมตร ทั้งนี้การกระจายตัวของฝนมีความสำคัญมากกว่าปริมาณน้ำฝนโดยรวม โดยข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีความต้องการใช้น้ำตลอดฤดูปลูก ประมาณ 500-600 มิลลิเมตร หรือประมาณ 800-900 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ แต่ไม่ชอบน้ำท่วมขัง ดังนั้นการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในสภาพไรโดยทั่วไปจะปลูกในช่วงฤดูฝน ในระยะเวลาของการเจริญเติบโตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต้องการน้ำเพียงเล็กน้อยแต่จะค่อยๆ เพิ่มขึ้นตามอายุ และต้องการน้ำสูงสุดในช่วงออกดอกและช่วงระยะของการสร้างเมล็ดแล้วค่อยๆ ลดลง (สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2568) สำหรับข้าวไร่มีความต้องการน้ำมากในระยะแตกกอ และระยะตั้งท้องถึงออกดอก หากได้รับปริมาณน้ำฝนไม่เพียงพอทำให้เกิดความเสี่ยงหรือจุดวิกฤต โดยทั่วไปข้าวไร่ต้องการปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยเดือนละ 200 มิลลิเมตร กรณีที่ฝนตกสม่ำเสมอตลอดทั้งเดือน ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยเดือนละ 100 มิลลิเมตร ก็เพียงพอสำหรับการเจริญเติบโต แต่ถ้าฝนทิ้งช่วง 20 วัน ส่งผลให้ต้นข้าวชะงักการเจริญเติบโต และในระยะออกรวงจนถึงระยะเมล็ดสุกแก่ ถ้าต้นข้าวได้รับความแห้งแล้งติดต่อกัน 5-10 วัน ส่งผลให้ผลผลิตข้าวลดลงอย่างมาก (ร่วมจิตรและคณะ, 2560)

ตารางที่ 21 ปริมาณน้ำฝน ปี พ.ศ. 2564

เดือน	ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร) ปี พ.ศ. 2564
มกราคม	0.0
กุมภาพันธ์	27.0
มีนาคม	19.0
เมษายน	189.0
พฤษภาคม	106.0
มิถุนายน	129.5
กรกฎาคม	178.0
สิงหาคม	127.5
กันยายน	189.5
ตุลาคม	147.0
พฤศจิกายน	0.0
ธันวาคม	0.0
รวม	1,112.5



ภาพที่ 7 ปริมาณน้ำฝน ปี พ.ศ. 2564

4.7.9 ปริมาณการสูญเสียดินจากการชะล้างพังทลายของดิน

ปริมาณการสูญเสียดินในปี พ.ศ. 2564 ซึ่งปริมาณการสูญเสียดินจากการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ศึกษา โดยพิจารณาจากความหนาแน่นรวมของดิน ระยะการกร่อน ความลาดชันของพื้นที่ และปริมาณน้ำฝนพบว่า พื้นที่แปลงทดลองมีความลาดชันเฉลี่ย 20-35 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณน้ำฝนรวม เท่ากับ 1,112.5 มิลลิเมตรต่อปี โดยปริมาณน้ำฝนสูงสุดในเดือนกันยายน เท่ากับ 189.5 มิลลิเมตร ซึ่งการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกพืชในพื้นที่แปลงจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำจะมีปริมาณการสูญเสียดินน้อยกว่าการปลูกพืชในพื้นที่แปลงไม่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ โดยการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกข้าวโพด ข้าวไร่ พืชผสมผสาน ไม้ยืนต้น และข้าวนาขั้นบันไดในพื้นที่แปลงจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณการสูญเสียดินอยู่ระหว่าง 11.50-23.40 ตันต่อไร่ต่อปี จัดเป็นการสูญเสียดินระดับรุนแรงถึงรุนแรงมากที่สุด ในขณะที่การใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกข้าวโพด ข้าวไร่ พืชผสมผสาน และไม้ยืนต้นในพื้นที่แปลงไม่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณการสูญเสียดินอยู่ระหว่าง 14.25-28.50 ตันต่อไร่ต่อปี จัดเป็นการสูญเสียดินระดับรุนแรงถึงรุนแรงมากที่สุด ซึ่งการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกพืชไร่เชิงเดี่ยว เช่น ข้าวโพด และข้าวไร่ในพื้นที่แปลงไม่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณการสูญเสียดินมากที่สุดเท่ากับ 23.80 และ 28.50 ตันต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ จัดเป็นการสูญเสียดินระดับรุนแรงมากที่สุด (ตารางที่ 22) โดยรายงานของ สุนิย์รัตน์ และคณะ (2563) พบว่าการปลูกพืชในพื้นที่แปลงมีคันดินและแปลงไม่มีคันดิน พบว่า ปริมาณการสูญเสียดินในพื้นที่แปลงมีคันดินจะมีแนวโน้มลดลงในแต่ละปี เท่ากับ 12.44, 12.42 และ 8.73 ตันต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ จัดเป็นการสูญเสียดินระดับปานกลาง แต่ในพื้นที่แปลงไม่มีคันดินจะมีปริมาณการสูญเสียดินอยู่ในระดับรุนแรงมาก เท่ากับ 27.29, 21.05 และ 23.04 ตันต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ จากผลการทดลองพบว่าการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำจะเห็นผลในระยะยาว โดยเห็นได้ชัดเจนในพื้นที่แปลงมีคันดินสามารถลดปริมาณการสูญเสียดินได้อย่างชัดเจนในปีที่ 3 (ปี พ.ศ. 2561)

ซึ่งสามารถลดปริมาณการสูญเสียดินได้ถึง 62.1 เปอร์เซ็นต์ เมื่อคิดเปรียบเทียบกับพื้นที่แปลงไม่มีคันดิน ในขณะที่ปีที่ 1-2 (ปี พ.ศ. 2559-2560) ยังเห็นผลได้ไม่ชัดเจนแต่เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่แปลงไม่มีคันดิน สามารถลดปริมาณการสูญเสียดินได้ประมาณ 41.0-54.4 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งกรมพัฒนาที่ดินได้มีการกำหนดจากข้อพิจารณาว่าปริมาณการสูญเสียดินสูงสุดที่ยอมรับได้สำหรับดินในประเทศไทยเป็น 2 ตันต่อไร่ต่อปี ปัจจัยที่ทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของดิน คือ ลักษณะเนื้อดิน ความยาวของความลาดเอียง ความชันของพื้นที่ ปริมาณน้ำฝน ชนิดพืชที่ปลูก และการจัดการดิน และรายงานของ วันรัก และชาญชัย (2563) ได้ศึกษาการสูญเสียดินในการผลิตข้าวไร่ในพื้นที่สูงในพื้นที่อำเภอแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย ในปี พ.ศ. 2557-2558 พบว่าการปลูกข้าวไร่และมีคูรับน้ำขอบเขาและแถบหญ้าแฝกด้านนอกคูรับน้ำขอบเขา (ใช้ค่า V.I. 4 เมตร) มีปริมาณการสูญเสียดินต่ำที่สุดเท่ากับ 2.36 และ 0.89 เมกะกรัมต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับ การปลูกข้าวไร่โดยไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำจะมีปริมาณการสูญเสียดินสูงที่สุดเท่ากับ 3.86 และ 3.35 เมกะกรัมต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ

Arnáez et al. (2015) รายงานว่า ประสิทธิภาพในการทำชั้นบันได สำหรับอนุรักษ์ดินและน้ำมีความสัมพันธ์สูงกับประเภทการใช้ที่ดิน โดยการปลูกข้าวในพื้นที่ชั้นบันไดให้ผลในการลดการชะล้างพังทลายของดินน้อย (1 ตัน/ไร่/ปี) ส่วนการปลูกมันสำปะหลัง และพื้นที่ว่างเปล่า (bare soil) ส่งผลให้การชะล้างพังทลายของดินสูง (80 ตัน/ไร่/ปี)

ตารางที่ 22 การสูญเสียดินในพื้นที่แปลงวิจัย ปีพ.ศ. 2564

วิธีการทดลอง	ปริมาณการสูญเสียดิน(ตันต่อไร่ต่อปี)
1. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์+มีระบบ (T ₁)	18.29 ^e
2. ข้าวไร่+มีระบบ (T ₂)	23.40 ^{bc}
3. ไม้ยืนต้น+มีระบบ (T ₃)	11.50 ^g
4. พืชผสมผสาน+มีระบบ (T ₄)	17.50 ^e
5. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์+ไม่มีระบบ (T ₅)	23.80 ^b
6. ข้าวไร่+ไม่มีระบบ (T ₆)	28.50 ^a
7. ไม้ยืนต้น+ไม่มีระบบ (T ₇)	14.27 ^f
8. พืชผสมผสาน+ไม่มีระบบ (T ₈)	19.50 ^{de}
9. นาข้าวชั้นบันได (T ₉)	21.47 ^{cd}
Average	19.80
F-test	49.417**

การเปรียบเทียบ ปริมาณการสูญเสียดินภายใต้การใช้ประโยชน์ที่ดินในระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ต่างกัน พบว่า การใช้ประโยชน์ที่ดินระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ต่างกันมีค่า ปริมาณการสูญเสียดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการปลูกข้าวไร่ในพื้นที่แปลงไม่ได้จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำมีค่า การสูญเสีย

ดินสูงสุด คือ 28.50 ตันต่อไร่ต่อปี รองลงมาคือ การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่แปลงไม่ได้จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และการปลูกข้าวไร่ในพื้นที่แปลงจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ โดยมีค่าปริมาณการสูญเสียดินเท่ากับ 23.80 ตันต่อไร่ต่อปี และ 23.40 ตันต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ ความชื้นในดินแปลงจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำมีแนวโน้มสูงกว่าแปลงที่ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและเมื่อมีการใช้ประโยชน์ที่ดินต่างกันจะเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดการสูญเสียดินที่แตกต่างกันในระยะสำคัญทางสถิติจากผลการทดลองในระยะหนึ่งปีทำให้ทราบว่า การปลูกข้าวไร่ไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำจะสูญเสียดินสูงสุด 28.5 ตันต่อไร่ต่อปี

4.7.10 การสูญเสียธาตุอาหารในดิน

ผลการศึกษาการสูญเสียปริมาณธาตุอาหารในดินที่สูญเสียจากการไหลบ่าของน้ำ โดยวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียไปกับตะกอนดินในการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกข้าวโพด ข้าวไร่ พืชผสมผสาน ไม้ยืนต้น และข้าวนาขึ้นบันไดในพื้นที่แปลงจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และพื้นที่แปลงไม่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ พบว่า การใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกข้าวโพด ข้าวไร่ พืชผสมผสาน ไม้ยืนต้น และข้าวนาขึ้นบันได ในพื้นที่แปลงจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ปริมาณอินทรีย์วัตถุที่สะสมในตะกอนดินเฉลี่ยเท่ากับ 2.79, 3.49, 3.58, 3.80 และ 1.84 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ที่สะสมในตะกอนดินมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 36 15 39 17 และ 85 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ที่สะสมในตะกอนดินมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 211 112 132 124 และ 82 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกข้าวโพด ข้าวไร่ พืชผสมผสาน และไม้ยืนต้นในพื้นที่แปลงไม่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ปริมาณอินทรีย์วัตถุที่สะสมในตะกอนดินเฉลี่ยเท่ากับ 3.55 3.10 3.34 และ 3.14 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ที่สะสมในตะกอนดินมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30 19 46 และ 30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ที่สะสมในตะกอนดินมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 107 128 132 130 และ 162 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 23)

ตารางที่ 23 ปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียไปกับตะกอนดิน

วิธีการทดลอง	ผลวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินในตะกอนดิน			
	pH	OM (%)	Avail.P (mg/kg)	Avail.K (mg/kg)
1. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์+มีระบบ (T ₁)	4.7	2.79	36	211
2. ข้าวไร่+มีระบบ (T ₂)	4.8	3.49	26	112
3. ไม้ยืนต้น+มีระบบ (T ₃)	4.9	3.58	32	132
4. พืชผสมผสาน+มีระบบ (T ₄)	4.8	3.80	27	124
5. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์+ไม่มีระบบ (T ₅)	4.8	3.55	36	107
6. ข้าวไร่+ไม่มีระบบ (T ₆)	4.8	3.10	37	128
7. ไม้ยืนต้น+ไม่มีระบบ (T ₇)	4.8	3.34	62	130
8. พืชผสมผสาน+ไม่มีระบบ (T ₈)	4.9	3.14	46	162
9. นาข้าวจีนบันได (T ₉)	4.9	1.84	79	82

ปริมาณการสูญเสียดินที่คิดเป็นปริมาณธาตุอาหาร (total N P_2O_5 K_2O) คำนวณจากปริมาณธาตุอาหารติดไปกับตะกอนดิน การคำนวณปริมาณไนโตรเจน (total N) คำนวณจากเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน (เปอร์เซ็นต์ N) เท่ากับ 0.05 คูณเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุ (เปอร์เซ็นต์ OM) จะได้ค่าเป็นเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุ (เปอร์เซ็นต์ OM) การคำนวณน้ำหนักของฟอสฟอรัส (P) และ โพแทสเซียม (K) ในรูปของ P_2O_5 และ K_2O โดยฟอสฟอรัส เป็น P_2O_5 ใช้ตัวคูณสำหรับเปลี่ยนค่าแอนไฮไดรต์เท่ากับ 2.290 ส่วนโพแทสเซียม เป็น K_2O ใช้ตัวคูณสำหรับเปลี่ยนค่าแอนไฮไดรต์ เท่ากับ 1.205 (คาร์ณ, 2556) หน่วยความเข้มข้นของธาตุอาหารในปุ๋ยไนโตรเจน ระบุเปอร์เซ็นต์ N หน่วยความเข้มข้นที่ระบุออกไซด์ของธาตุ เช่น เปอร์เซ็น P_2O_5 การประเมินการสูญเสียธาตุอาหารหลักของพืชในดิน ดำเนินการโดยนำข้อมูลอัตราการกลั่นของดิน และฟอสฟอรัสในปุ๋ยฟอสเฟต และ เปอร์เซ็น K_2O สำหรับข้าวโพด (ยงยุทธ, 2560) ข้อมูลปริมาณธาตุอาหารในดิน มาคำนวณหาอัตราการสูญเสียธาตุอาหารหลักของพืชในดิน อัตราการสูญเสียธาตุอาหารหลักของพืชในดิน (กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี) = ปริมาณธาตุอาหารในตัวอย่างดิน (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) $\times$ อัตราการกลั่นของดิน (กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี) (สุเมธ และคณะ, 2558) ดังนั้น ปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียไปกับตะกอนดินในการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกข้าวโพด ข้าวไร่ พืชผสมผสาน ไม้ยืนต้น และข้าวนาขั้นบันไดในพื้นที่แปลงจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และพื้นที่แปลงไม่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ (ตารางที่ 24)

พบว่า ในวิธีการที่ 1 การใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกข้าวโพด พื้นที่แปลงระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ผลการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุ (เปอร์เซ็นต์ OM) เท่ากับ 2.79 เมื่อคูณ 0.05 จะได้ เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน (เปอร์เซ็นต์ N) เท่ากับ 0.140 จากนั้นคูณปริมาณตะกอนดินที่สูญเสียในวิธีการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกข้าวโพด พื้นที่แปลงระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ 18,287.50 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ได้ปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ย 2,560.25 กิโลกรัมต่อไร่ หาด้วย 100 เพราะทำเป็นเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน (เปอร์เซ็นต์ N) จะได้ปริมาณไนโตรเจน (total N) ที่สูญเสียไปเท่ากับ 25.60 กิโลกรัมต่อไร่ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในตะกอนดิน 36 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และมีปริมาณตะกอนดินที่สูญเสีย 18,287.50 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ดังนั้น ได้ปริมาณปริมาณฟอสฟอรัสที่สูญเสียไป 658,350.00 มิลลิกรัมต่อไร่ แปลงค่าให้เป็นกรัมหาด้วย 1,000 มีค่าเท่ากับ 658.35 กรัม คูณเป็นแอนไฮไดรต์ด้วย 2.290 ได้ P_2O_5 เท่ากับ 1,507.62 กรัม เปลี่ยนหน่วยกิโลกรัม ได้ P_2O_5 เท่ากับ 1.51 กิโลกรัม ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ในตะกอนดินหลังการทดลอง 211 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม คูณกับปริมาณตะกอนดินที่สูญเสียเฉลี่ย 18,287.50 กิโลกรัมต่อไร่ จะได้เท่ากับ 3,858,662.50 มิลลิกรัม เปลี่ยนเป็นหน่วยกรัมหาด้วย 1,000 เท่ากับ 3,858.66 กรัม คูณเป็นแอนไฮไดรต์ด้วย 1.205 ได้ K_2O เท่ากับ 4,649.69 กรัม เปลี่ยนหน่วยกิโลกรัม ได้ K_2O เท่ากับ 4.65 กิโลกรัม

วิธีการที่ 2 การใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกข้าวไร่ พื้นที่แปลงระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ผลการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุ (เปอร์เซ็นต์ OM) เท่ากับ 3.46 เมื่อคูณ 0.05 จะได้ เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน (เปอร์เซ็นต์ N) เท่ากับ 0.175 จากนั้นคูณปริมาณตะกอนดินที่สูญเสียในวิธีการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกข้าวไร่ พื้นที่แปลงระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ 23,400.00 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ได้ปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ย 4,095.00 กิโลกรัมต่อไร่ หาด้วย 100 เพราะทำเป็นเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน (เปอร์เซ็นต์ N) จะได้ปริมาณไนโตรเจน (total N) ที่สูญเสียไปเท่ากับ 40.95 กิโลกรัมต่อไร่ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

ในตะกอนดิน 26 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และมีปริมาณตะกอนดินที่สูญเสีย 23,400.00 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ดังนั้นได้ปริมาณปริมาณฟอสฟอรัสที่สูญเสียไป 608,400.00 มิลลิกรัมต่อไร่ แปลงค่าให้เป็นกรัมหารด้วย 1,000 มีค่าเท่ากับ 608.40 กรัม คุณเป็นแอมไฮโดรด้วย 2.290 ได้ P_2O_5 เท่ากับ 1,393.24 กรัม เปลี่ยนหน่วย กิโลกรัม ได้ P_2O_5 เท่ากับ 1.39 กิโลกรัม ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ในตะกอนดินหลังการทดลอง 211 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม คุณกับปริมาณตะกอนดินที่สูญเสียเฉลี่ย 23,400.00 กิโลกรัมต่อไร่ จะได้เท่ากับ 2,620,800.00 มิลลิกรัม เปลี่ยนเป็นหน่วยกรัมหาร 1,000 เท่ากับ 2,620.80 กรัม คุณเป็นแอมไฮโดรด้วย 1.205 ได้ K_2O เท่ากับ 3,158.60 กรัม เปลี่ยนหน่วยกิโลกรัม ได้ K_2O เท่ากับ 3.16 กิโลกรัม

วิธีการที่ 3 การใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกไม้ผล(ลิ้นจี่) พื้นที่แปลงระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ผลการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุ (เปอร์เซ็นต์ OM) เท่ากับ 3.58 เมื่อคูณ 0.05 จะได้ เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน (เปอร์เซ็นต์ N) เท่ากับ 0.179 จากนั้นคุณปริมาณตะกอนดินที่สูญเสียในวิธีการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูก ไม้ผล(ลิ้นจี่) พื้นที่แปลงระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ 11,500.00 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ได้ปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ย 2,058.50 กิโลกรัมต่อไร่ หารด้วย 100 เพราะทำเป็นเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน (เปอร์เซ็นต์ N) จะได้ปริมาณ ไนโตรเจน (total N) ที่สูญเสียไปเท่ากับ 20.59 กิโลกรัมต่อไร่ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในตะกอน ดิน 32 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และมีปริมาณตะกอนดินที่สูญเสีย 11,500.00 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ดังนั้น ได้ปริมาณปริมาณฟอสฟอรัสที่สูญเสียไป 368,000.00 มิลลิกรัมต่อไร่ แปลงค่าให้เป็นกรัมหารด้วย 1,000 มีค่าเท่ากับ 368.00 กรัม คุณเป็นแอมไฮโดรด้วย 2.290 ได้ P_2O_5 เท่ากับ 842.72 กรัม เปลี่ยนหน่วยกิโลกรัม ได้ P_2O_5 เท่ากับ 0.84 กิโลกรัม ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ในตะกอนดินหลังการทดลอง 132 มิลลิกรัมต่อ กิโลกรัม คุณกับปริมาณตะกอนดินที่สูญเสียเฉลี่ย 11,500.00 กิโลกรัมต่อไร่ จะได้เท่ากับ 1,518,000.00 มิลลิกรัม เปลี่ยนเป็นหน่วยกรัมหาร 1,000 เท่ากับ 1,518.00 กรัม คุณเป็นแอมไฮโดรด้วย 1.205 ได้ K_2O เท่ากับ 1,829.19 กรัม เปลี่ยนหน่วยกิโลกรัม ได้ K_2O เท่ากับ 1.83 กิโลกรัม

วิธีการที่ 4 การใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกพืชผสมผสาน พื้นที่แปลงระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ผลการ วิเคราะห์เปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุ (เปอร์เซ็นต์ OM) เท่ากับ 3.80 เมื่อคูณ 0.05 จะได้ เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน (เปอร์เซ็นต์ N) เท่ากับ 0.190 จากนั้นคุณปริมาณตะกอนดินที่สูญเสียในวิธีการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูก พืชผสมผสาน พื้นที่แปลงระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ 17,500.00 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ได้ปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ย 3,325.00 กิโลกรัมต่อไร่ หารด้วย 100 เพราะทำเป็นเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน (เปอร์เซ็นต์ N) จะได้ปริมาณ ไนโตรเจน (total N) ที่สูญเสียไปเท่ากับ 33.25 กิโลกรัมต่อไร่ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในตะกอน ดิน 27 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และมีปริมาณตะกอนดินที่สูญเสีย 17,500.00 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ดังนั้น ได้ปริมาณปริมาณฟอสฟอรัสที่สูญเสียไป 472,500.00 มิลลิกรัมต่อไร่ แปลงค่าให้เป็นกรัมหารด้วย 1,000 มีค่าเท่ากับ 472.50 กรัม คุณเป็นแอมไฮโดรด้วย 2.290 ได้ P_2O_5 เท่ากับ 1,082.03 กรัม เปลี่ยนหน่วย กิโลกรัม ได้ P_2O_5 เท่ากับ 1.08 กิโลกรัม ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ในตะกอนดินหลังการทดลอง 124 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม คุณกับปริมาณตะกอนดินที่สูญเสียเฉลี่ย 17,500.00 กิโลกรัมต่อไร่ จะได้เท่ากับ 2,170,000.00 มิลลิกรัม เปลี่ยนเป็นหน่วยกรัมหาร 1,000 เท่ากับ 2,170.00 กรัม คุณเป็นแอมไฮโดรด้วย 1.205 ได้ K_2O เท่ากับ 2,614.85 กรัม เปลี่ยนหน่วยกิโลกรัม ได้ K_2O เท่ากับ 2.61 กิโลกรัม

วิธีการที่ 5 การใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกข้าวโพด พื้นที่แปลงไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ผลการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุ (เปอร์เซ็นต์ OM) เท่ากับ 3.55 เมื่อคูณ 0.05 จะได้ เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน (เปอร์เซ็นต์ N) เท่ากับ 0.178 จากนั้นคูณปริมาณตะกอนดินที่สูญเสียในวิธีการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกข้าวโพด พื้นที่ไม่มีแปลงระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ 23,800.00 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ได้ปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ย 4,236.40 กิโลกรัมต่อไร่ หารด้วย 100 เพราะทำเป็นเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน (เปอร์เซ็นต์ N) จะได้ปริมาณไนโตรเจน (total N) ที่สูญเสียไปเท่ากับ 42.36 กิโลกรัมต่อไร่ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในตะกอนดิน 36 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และมีปริมาณตะกอนดินที่สูญเสีย 23,800.00 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ดังนั้น ได้ปริมาณปริมาณฟอสฟอรัสที่สูญเสียไป 856,800.00 มิลลิกรัมต่อไร่ แปลงค่าให้เป็นกรัมหารด้วย 1,000 มีค่าเท่ากับ 856.80 กรัม คูณเป็นแอนไฮไดรต์ด้วย 2.290 ได้ P_2O_5 เท่ากับ 1,962.07 กรัม เปลี่ยนหน่วย กิโลกรัม ได้ P_2O_5 เท่ากับ 1.96 กิโลกรัม ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ในตะกอนดินหลังการทดลอง 107 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม คูณกับปริมาณตะกอนดินที่สูญเสียเฉลี่ย 23,800.00 กิโลกรัมต่อไร่ จะได้เท่ากับ 2,546,600.00 มิลลิกรัม เปลี่ยนเป็นหน่วยกรัมหาร 1,000 เท่ากับ 2,546.60 กรัม คูณเป็นแอนไฮไดรต์ด้วย 1.205 ได้ K_2O เท่ากับ 3,068.65 กรัม เปลี่ยนหน่วยกิโลกรัม ได้ K_2O เท่ากับ 3.07 กิโลกรัม

วิธีการที่ 6 การใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกข้าวไร่ พื้นที่แปลงไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ผลการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุ (เปอร์เซ็นต์ OM) เท่ากับ 3.10 เมื่อคูณ 0.05 จะได้ เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน (เปอร์เซ็นต์ N) เท่ากับ 0.155 จากนั้นคูณปริมาณตะกอนดินที่สูญเสียในวิธีการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกข้าวไร่ พื้นที่ไม่มีแปลงระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ 28,500.00 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ได้ปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ย 4,417.50 กิโลกรัมต่อไร่ หารด้วย 100 เพราะทำเป็นเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน (เปอร์เซ็นต์ N) จะได้ปริมาณไนโตรเจน (total N) ที่สูญเสียไปเท่ากับ 44.18 กิโลกรัมต่อไร่ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในตะกอนดิน 37 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และมีปริมาณตะกอนดินที่สูญเสีย 28,500.00 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ดังนั้น ได้ปริมาณปริมาณฟอสฟอรัสที่สูญเสียไป 1,054,500.00 มิลลิกรัมต่อไร่ แปลงค่าให้เป็นกรัมหารด้วย 1,000 มีค่าเท่ากับ 1,054.50 กรัม คูณเป็นแอนไฮไดรต์ด้วย 2.290 ได้ P_2O_5 เท่ากับ 2,414.81 กรัม เปลี่ยนหน่วย กิโลกรัม ได้ P_2O_5 เท่ากับ 2.41 กิโลกรัม ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ในตะกอนดินหลังการทดลอง 128 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม คูณกับปริมาณตะกอนดินที่สูญเสียเฉลี่ย 28,500.00 กิโลกรัมต่อไร่ จะได้เท่ากับ 3,648,000.00 มิลลิกรัม เปลี่ยนเป็นหน่วยกรัมหาร 1,000 เท่ากับ 3,648.00 กรัม คูณเป็นแอนไฮไดรต์ด้วย 1.205 ได้ K_2O เท่ากับ 4,395.84 กรัม เปลี่ยนหน่วยกิโลกรัม ได้ K_2O เท่ากับ 4.40 กิโลกรัม

วิธีการที่ 7 การใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกไม้ผล (ลิ้นจี่) พื้นที่แปลงไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ผลการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุ (เปอร์เซ็นต์ OM) เท่ากับ 3.34 เมื่อคูณ 0.05 จะได้ เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน (เปอร์เซ็นต์ N) เท่ากับ 0.167 จากนั้นคูณปริมาณตะกอนดินที่สูญเสียในวิธีการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกไม้ผล (ลิ้นจี่) พื้นที่ไม่มีแปลงระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ 14,250.00 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ได้ปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ย 2,379.75 กิโลกรัมต่อไร่ หารด้วย 100 เพราะทำเป็นเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน (เปอร์เซ็นต์ N) จะได้ปริมาณไนโตรเจน (total N) ที่สูญเสียไปเท่ากับ 23.80 กิโลกรัมต่อไร่ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในตะกอนดิน 62 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และมีปริมาณตะกอนดินที่สูญเสีย 14,250.00 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ดังนั้น ได้ปริมาณปริมาณฟอสฟอรัสที่สูญเสียไป 883,500.00 มิลลิกรัมต่อไร่ แปลงค่าให้เป็นกรัมหารด้วย

1,000 มีค่าเท่ากับ 883.50 กรัม คุณเป็นแอมไฮโดรด้วย 2.290 ได้ P_2O_5 เท่ากับ 2,023.22 กรัม เปลี่ยนหน่วย กิโลกรัม ได้ P_2O_5 เท่ากับ 2.02 กิโลกรัม ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ในตะกอนดินหลังการทดลอง 130 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม คุณกับปริมาณตะกอนดินที่สูญเสียเฉลี่ย 14,250.00 กิโลกรัมต่อไร่ จะได้เท่ากับ 1,852,500.00 มิลลิกรัม เปลี่ยนเป็นหน่วยกรัมหาร 1,000 เท่ากับ 1,852.50 กรัม คุณเป็นแอมไฮโดรด้วย 1.205 ได้ K_2O เท่ากับ 2,232.26 กรัม เปลี่ยนหน่วยกิโลกรัม ได้ K_2O เท่ากับ 2.23 กิโลกรัม

วิธีการที่ 8 การใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกพืชผสมผสาน พื้นที่แปลงไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ผลการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุ (เปอร์เซ็นต์ OM) เท่ากับ 3.14 เมื่อคูณ 0.05 จะได้ เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน (เปอร์เซ็นต์ N) เท่ากับ 0.157 จากนั้นคูณปริมาณตะกอนดินที่สูญเสียในวิธีการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกพืชผสมผสาน พื้นที่ไม่มีแปลงระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ 19,662.50 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ได้ปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ย 3,087.01 กิโลกรัมต่อไร่ หารด้วย 100 เพราะทำเป็นเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน (เปอร์เซ็นต์ N) จะได้ปริมาณไนโตรเจน (total N) ที่สูญเสียไปเท่ากับ 30.87 กิโลกรัมต่อไร่ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในตะกอนดิน 46 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และมีปริมาณตะกอนดินที่สูญเสีย 19,662.50 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ดังนั้น ได้ปริมาณปริมาณฟอสฟอรัสที่สูญเสียไป 904,475.00 มิลลิกรัมต่อไร่ แปลงค่าให้เป็นกรัมหารด้วย 1,000 มีค่าเท่ากับ 904.48 กรัม คุณเป็นแอมไฮโดรด้วย 2.290 ได้ P_2O_5 เท่ากับ 2,071.25 กรัม เปลี่ยนหน่วย กิโลกรัม ได้ P_2O_5 เท่ากับ 2.07 กิโลกรัม ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ในตะกอนดินหลังการทดลอง 162 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม คุณกับปริมาณตะกอนดินที่สูญเสียเฉลี่ย 19,662.50 กิโลกรัมต่อไร่ จะได้เท่ากับ 3,185,325.00 มิลลิกรัม เปลี่ยนเป็นหน่วยกรัมหาร 1,000 เท่ากับ 3,185.33 กรัม คุณเป็นแอมไฮโดรด้วย 1.205 ได้ K_2O เท่ากับ 3,838.32 กรัม เปลี่ยนหน่วยกิโลกรัม ได้ K_2O เท่ากับ 3.84 กิโลกรัม

และวิธีการที่ 9 การใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกข้าวนาขั้นบันได ผลการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุ (เปอร์เซ็นต์ OM) เท่ากับ 1.84 เมื่อคูณ 0.05 จะได้ เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน (เปอร์เซ็นต์ N) เท่ากับ 0.092 จากนั้นคูณปริมาณตะกอนดินที่สูญเสียในวิธีการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกข้าวนาขั้นบันได 21,450.00 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ได้ปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ย 1,973.40 กิโลกรัมต่อไร่ หารด้วย 100 เพราะทำเป็นเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน (เปอร์เซ็นต์ N) จะได้ปริมาณไนโตรเจน (total N) ที่สูญเสียไปเท่ากับ 19.73 กิโลกรัมต่อไร่ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในตะกอนดิน 79 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และมีปริมาณตะกอนดินที่สูญเสีย 21,450.00 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ดังนั้น ได้ปริมาณปริมาณฟอสฟอรัสที่สูญเสียไป 1,694,550.00 มิลลิกรัมต่อไร่ แปลงค่าให้เป็นกรัมหารด้วย 1,000 มีค่าเท่ากับ 1,694.55 กรัม คุณเป็นแอมไฮโดรด้วย 2.290 ได้ P_2O_5 เท่ากับ 3,880.52 กรัม เปลี่ยนหน่วยกิโลกรัม ได้ P_2O_5 เท่ากับ 3.88 กิโลกรัม ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ในตะกอนดินหลังการทดลอง 82 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม คุณกับปริมาณตะกอนดินที่สูญเสียเฉลี่ย 21,450.00 กิโลกรัมต่อไร่ จะได้เท่ากับ 1,758,900.00 มิลลิกรัม เปลี่ยนเป็นหน่วยกรัมหาร 1,000 เท่ากับ 1,758.90 กรัม คุณเป็นแอมไฮโดรด้วย 1.205 ได้ K_2O เท่ากับ 2,119.47 กรัม เปลี่ยนหน่วยกิโลกรัม ได้ K_2O เท่ากับ 2.12 กิโลกรัม

ตารางที่ 24 ปริมาณการสูญเสียดินที่คิดเป็นปริมาณธาตุอาหาร

วิธีการ	ปริมาณการสูญเสียดินที่คิดเป็นปริมาณธาตุอาหาร		
	total N (กก.ต่อไร่)	P ₂ O ₅ (กก.ต่อไร่)	K ₂ O (กก.ต่อไร่)
1. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์+มีระบบ (T ₁)	25.60	1.51	4.65
2. ข้าวไร่+มีระบบ (T ₂)	40.95	0.80	3.16
3. ไม้ยืนต้น+มีระบบ (T ₃)	20.59	1.03	1.83
4. พืชผสมผสาน+มีระบบ (T ₄)	33.25	0.68	2.61
5. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์+ไม่มีระบบ (T ₅)	42.36	1.64	3.07
6. ข้าวไร่+ไม่มีระบบ (T ₆)	44.18	1.24	4.40
7. ไม้ยืนต้น+ไม่มีระบบ (T ₇)	23.80	1.50	2.23
8. พืชผสมผสาน+ไม่มีระบบ (T ₈)	30.87	1.35	3.84
9. นาข้าวขั้นบันได (T ₉)	19.73	4.18	2.12

4.7.11 ปริมาณการสูญเสียดินที่คิดเป็นปริมาณธาตุอาหารและมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์

ปริมาณการสูญเสียดินที่คิดเป็นปริมาณธาตุอาหาร (Total N P₂O₅ K₂O) คำนวณจากปริมาณธาตุอาหารติดไปกับตะกอนดิน ซึ่งต้องคิดจากพื้นที่ 1 ไร่ ขึ้นไถพรวน 15 เซนติเมตร (ยังยุทธ และคณะ, 2551) โดยการหาปริมาณ มีน้ำหนักคิดจากสูตร ปริมาตรดิน = พื้นที่ (1 ไร่ หรือ 1600 ตารางเมตร) * 0.15 เมตร * ความหนาแน่นของดิน (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) แสดงดังตารางที่ 25

ตารางที่ 25 ปริมาณดินในพื้นที่ต่อไร่แต่ละวิธีการปลูกพืชในงานวิจัย

วิธีการ	ความหนาแน่นรวมของดิน	ปริมาณดินในพื้นที่ 1 ไร่
	(g/cm ³)	(กก.)
1. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์+มีระบบ (T ₁)	1.30	312,000
2. ข้าวไร่+มีระบบ (T ₂)	1.33	319,200
3. ไม้ยืนต้น+มีระบบ (T ₃)	1.34	321,600
4. พืชผสมผสาน+มีระบบ (T ₄)	1.47	352,800
5. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์+ไม่มีระบบ (T ₅)	1.42	340,800
6. ข้าวไร่+ไม่มีระบบ (T ₆)	1.42	340,800
7. ไม้ยืนต้น+ไม่มีระบบ (T ₇)	1.37	328,800
8. พืชผสมผสาน+ไม่มีระบบ (T ₈)	1.39	333,600
9. นาข้าวขั้นบันได (T ₉)	1.34	312,000

- 1) ปริมาณการสูญเสียไนโตรเจนจากดินใช้หน่วย Total N (กิโลกรัมต่อไร่) มีวิธีการคำนวณดังนี้

$$\text{total N (กิโลกรัมต่อไร่)} = (\text{ปริมาณไนโตรเจนในดิน (เปอร์เซ็นต์)} / 100) \times \text{ปริมาณดินในพื้นที่ 1 ไร่ (กิโลกรัม)}$$

$$\text{ปริมาณไนโตรเจนในดิน (\%)} = \text{เปอร์เซ็นต์ OM} \times 0.05$$

$$\text{ปริมาณ N (กิโลกรัมต่อไร่)} = \text{เปอร์เซ็นต์ OM} \times 0.05 \times \text{น้ำหนักดินใน 1 ไร่ (กิโลกรัม)}$$

วิธีการทดลองที่ 1 การปลูกข้าวโพด+มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ผลการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุ (เปอร์เซ็นต์ OM) เท่ากับ 2.79 เมื่อคูณ 0.05 จะได้เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน (เปอร์เซ็นต์ N) เท่ากับ 0.140 จากนั้นคูณกับปริมาณตะกอนดินที่สูญเสียไป เฉลี่ย 18,287.50 กิโลกรัมต่อไร่ หาดด้วย 100 เพราะทำเป็นเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน (เปอร์เซ็นต์ N) จะได้ปริมาณไนโตรเจน (total N) ที่สูญเสียไปเท่ากับ 25.60 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับวิธีการทดลองที่ 2-9 ได้คำนวณปริมาณสูญเสียไนโตรเจนจากดินใช้หน่วย Total N (กิโลกรัมต่อไร่) แสดงดังตารางที่ 24 เมื่อคำนวณมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของการสูญเสียธาตุอาหารในดินโดยใช้ข้อมูลจากปริมาณของธาตุอาหารในดินและประเมินมูลค่าของธาตุอาหารที่สูญเสียไปในแต่ละวิธีการทดลองโดยธาตุไนโตรเจนใช้ราคาของปุ๋ยยูเรีย (46 เปอร์เซ็นต์ N) ราคา 790 บาทต่อ 50 กิโลกรัม เฉลี่ยราคากิโลกรัมละ 15.80 บาท แสดงดังตารางที่ 27

ไนโตรเจนที่สูญเสียไป 25.60 กิโลกรัมต่อไร่เมื่อปุ๋ยยูเรีย สูตร 46-0-0 (46 เปอร์เซ็นต์ N) ราคา 790 บาทต่อ 50 กิโลกรัมคิดเป็นปริมาณไนโตรเจน ต่อกระสอบ 46 เปอร์เซ็นต์ = $50 \times 46 / 100$ จะมีไนโตรเจน 23 กิโลกรัม ดังนั้น

ในปุ๋ย 1 กระสอบมีปริมาณไนโตรเจน 23 กิโลกรัม ราคา 790 บาท

ถ้าปริมาณไนโตรเจนที่สูญเสียไป 25.60 กิโลกรัม = $\frac{25.60 \times 790}{23} = 879.30$ บาทต่อไร่

ดังนั้น วิธีการทดลองที่ 1 การปลูกข้าวโพด+มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มูลค่า Total N ที่สูญเสียไป 879.30 บาทต่อไร่

2) ปริมาณการสูญเสียฟอสฟอรัสจากดินใช้หน่วย P_2O_5 (กิโลกรัมต่อไร่) จากผลการวิเคราะห์ดินในตะกอน มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ หน่วย มิลลิกรัม P ต่อกิโลกรัม มีการคำนวณเปลี่ยนเป็นปริมาณการสูญเสียฟอสฟอรัสจากดินใช้หน่วย P_2O_5 (กิโลกรัมต่อไร่) ดังนี้ P_2O_5 ใช้ตัวคูณสำหรับเปลี่ยนค่าแอนไฮไดรต์เท่ากับ 2.290 (ยงยุทธ, 2560)

วิธีการที่ 1 การปลูกข้าวโพด+มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในตะกอนดินหลังการทดลอง 36 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และมีปริมาณตะกอนดินที่สูญเสีย 18,287.50 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ดังนั้น ได้ปริมาณปริมาณฟอสฟอรัสที่สูญเสียไป 658,350.00 มิลลิกรัมต่อไร่ แปลงค่าให้เป็นกรัมการด้วย 1,000 มีค่าเท่ากับ 658.35 กรัม คูณเป็นแอนไฮไดรต์ด้วย 2.290 ได้ P_2O_5 เท่ากับ 1,507.62 กรัม เปลี่ยนหน่วยกิโลกรัม ได้ P_2O_5 เท่ากับ 1.51 กิโลกรัม

มีฟอสฟอรัสที่สูญเสียไป 0.026 กิโลกรัมต่อไร่เมื่อปุ๋ยทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต สูตร 0-46-0 (46 เปอร์เซ็นต์ P_2O_5) ราคา 980 บาทต่อ 50 กิโลกรัมคิดเป็นปริมาณฟอสฟอรัส ต่อกระสอบ 46 เปอร์เซ็นต์ = $50 \times 46 / 100$ จะมีฟอสฟอรัส 23 กิโลกรัม ดังนั้น

ในปุ๋ย 1 กระสอบมีปริมาณฟอสฟอรัส 23 กิโลกรัม ราคา 980 บาท

ถ้าปริมาณฟอสฟอรัสที่สูญเสียไป 1.51 กิโลกรัม = $\frac{1.51 \times 980}{23} = 64.34$ บาทต่อไร่

23

ดังนั้น มูลค่าที่สูญเสียไป 64.24 บาทต่อไร่

3) ปริมาณการสูญเสียโพแทสเซียมจากดินใช้หน่วย K_2O (กิโลกรัมต่อไร่) จากผลการวิเคราะห์ดินในตะกอน โพแทสเซียมที่สกัดได้ หน่วย มิลลิกรัม K ต่อกิโลกรัม การคำนวณเปลี่ยนเป็นปริมาณการสูญเสียโพแทสเซียมจากดินใช้หน่วย K_2O (กิโลกรัมต่อไร่) ดังนี้ K_2O ใช้ตัวคูณสำหรับเปลี่ยนค่าแอนไฮไดรด์ เท่ากับ 1.205 (ยงยุทธ, 2560)

วิธีการที่1 การปลูกข้าวโพด+มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ปริมาณโพแทสเซียมที่สูญเสียไปกับตะกอนดิน พบว่า ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ในตะกอนดินหลังการทดลอง 211 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม คูณกับปริมาณตะกอนดินที่สูญเสียเฉลี่ย 18,287.50 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี จะได้เท่ากับ 3,858,662.50 มิลลิกรัม เปลี่ยนเป็นหน่วยกรัมหาร 1,000 เท่ากับ 3,858.66 กรัม คูณเป็นแอนไฮไดรด์ด้วย 1.205 ได้ K_2O เท่ากับ 4,649.69 กรัม เปลี่ยนหน่วยกิโลกรัม ได้ K_2O เท่ากับ 4.65 กิโลกรัม

มีโพแทสเซียมที่สูญเสียไป 0.153 กิโลกรัมต่อไร่เมื่อปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์สูตร 0-0-60 (60 เปอร์เซ็นต์ K_2O) ราคา 1,250 บาทต่อ 50 กิโลกรัมคิดเป็นปริมาณโพแทสเซียมต่อกระสอบ 60 เปอร์เซ็นต์ = $50 \times 60 / 100$ จะมีโพแทสเซียม 30 กิโลกรัม ดังนั้น

ในปุ๋ย 1 กระสอบมีปริมาณโพแทสเซียม 30 กิโลกรัม ราคา 1,250 บาท

ถ้าปริมาณโพแทสเซียมที่สูญเสียไป 4.65 กิโลกรัม = $\frac{4.65 \times 1,250}{30} = 193.75$ บาทต่อไร่

30

ดังนั้น มูลค่าที่สูญเสียไป 193.74 บาทต่อไร่

ตารางที่ 26 ปริมาณการสูญเสียไนโตรเจน (total N) คำนวณจากปริมาณธาตุอาหารติดไปกับตะกอนดิน

วิธีการทดลอง	ดิน1ไร่ กก.ต่อไร่	% N	ดิน1ไร่ total N กก.ต่อไร่	การสูญเสียดิน กก.ต่อไร่	total N กก.ต่อไร่	มูลค่าที่สูญเสียไป บาทต่อไร่
1. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์+ มีระบบ (T ₁)	312,000	0.140	436.8	18,287.50	25.60	879.30
2. ข้าวไร่+มีระบบ (T ₂)	319,200	0.175	558.6	23,400.00	40.95	1,406.54
3. ไม้ผล(ลิ้นจี่)+ มีระบบ (T ₃)	321,600	0.179	575.7	11,500.00	20.59	707.22
4. พืชผสมผสาน+ มีระบบ (T ₄)	352,800	0.190	670.3	17,500.00	33.25	1,142.07
5. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์+ ไม่มีระบบ (T ₅)	340,800	0.178	606.6	23,800.00	42.36	1,454.97
6. ข้าวไร่+ไม่มีระบบ (T ₆)	340,800	0.155	528.2	28,500.00	44.18	1,517.97
7. ไม้ผล(ลิ้นจี่)+ ไม่มีระบบ (T ₇)	328,800	0.167	549.1	14,250.00	23.80	817.48
8. พืชผสมผสาน+ ไม่มีระบบ (T ₈)	333,600	0.157	523.8	19,662.50	30.87	1,060.32
9. นาข้าวขั้นบันได (T ₉)	312,000	0.092	287.0	21,450.00	19.73	677.68

ตารางที่ 27 ปริมาณการสูญเสีย P_2O_5 คำนวณจากปริมาณธาตุอาหารติดไปกับตะกอนดิน

วิธีการทดลอง	P เป็น P_2O_5	กก. P_2O_5 /ไร่	การสูญเสียดิน (กก./ไร่)	P ที่สูญเสียไป (กก./ไร่)	มูลค่าที่สูญเสียไป (บาทต่อไร่)
1. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์+ มีระบบ (T_1)	87.02	0.08	18,287.50	1.51	64.24
2. ข้าวไร่+มีระบบ (T_2)	59.54	0.03	23,400.00	0.80	34.25
3. ไม้ผล(ลิ้นจี่)+ มีระบบ (T_3)	73.28	0.09	11,500.00	1.03	43.76
4. พืชผสมผสาน+ มีระบบ (T_4)	61.83	0.03	17,500.00	0.68	29.03
5. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์+ ไม่มีระบบ (T_5)	82.44	0.07	23,800.00	1.64	69.67
6. ข้าวไร่+ไม่มีระบบ (T_6)	84.73	0.04	28,500.00	1.24	52.84
7. ไม้ผล(ลิ้นจี่)+ ไม่มีระบบ (T_7)	141.98	0.11	14,250.00	1.50	63.96
8. พืชผสมผสาน+ ไม่มีระบบ (T_8)	105.34	0.07	19,662.50	1.35	57.56
9. นาข้าวขั้นบันได (T_9)	180.91	0.20	21,450.00	4.18	177.90

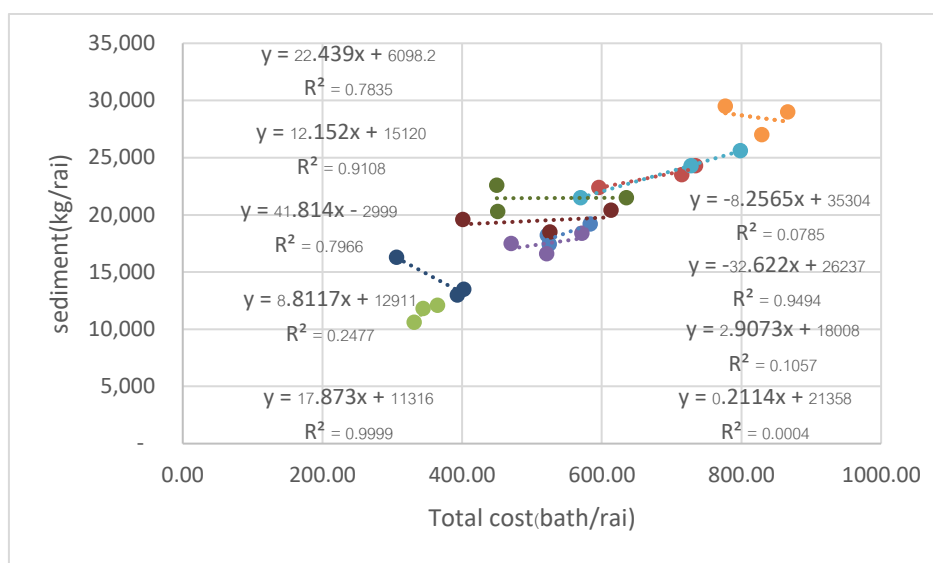
ตารางที่ 28 ปริมาณการสูญเสีย K_2O คำนวณจากปริมาณธาตุอาหารติดไปกับตะกอนดิน

วิธีการทดลอง	K เป็น K_2O	กก. K_2O_5 /ไร่	การสูญเสียดิน (กก.ต่อไร่)	K ที่สูญเสียไป (กก./ไร่)	มูลค่าที่สูญเสียไป (บาทต่อไร่)
1. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์+ มีระบบ (T_1)	233.77	0.25	18,287.50	4.65	193.74
2. ข้าวไร่+มีระบบ (T_2)	160.27	0.13	23,400.00	3.16	131.59
3. ไม้ผล(ลิ้นจี่)+ มีระบบ (T_3)	153.04	0.16	11,500.00	1.83	76.22
4. พืชผสมผสาน+ มีระบบ (T_4)	145.81	0.15	17,500.00	2.61	108.95
5. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์+ ไม่มีระบบ (T_5)	161.47	0.13	23,800.00	3.07	127.86
6. ข้าวไร่+ไม่มีระบบ (T_6)	172.32	0.15	28,500.00	4.40	183.16
7. ไม้ผล(ลิ้นจี่)+ ไม่มีระบบ (T_7)	166.29	0.16	14,250.00	2.23	93.01
8. พืชผสมผสาน+ ไม่มีระบบ (T_8)	168.70	0.20	19,662.50	3.84	159.93
9. นาข้าวขั้นบันได (T_9)	124.12	0.10	21,450.00	2.12	88.31

ผลการศึกษาปริมาณการสูญเสียดินที่คิดเป็นปริมาณธาตุอาหาร พบว่า เมื่อนำปริมาณอินทรีย์วัตถุที่สะสมในตะกอนดิน ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ที่สะสมในตะกอนดิน และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ที่สะสมในตะกอนดิน มาคำนวณกลับคิดเป็นปริมาณธาตุอาหารจากปุ๋ยเคมีที่สูญเสียไป โดยการประเมินการสูญเสียดินจากพื้นที่แปลงทดลอง โดยการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกพืชในพื้นที่แปลงจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ จะมีปริมาณการสูญเสียธาตุอาหารน้อยกว่าการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกพืชในพื้นที่แปลงไม่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ กล่าวคือ การใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกข้าวโพด ข้าวไร่ พืชผสมผสาน ไม้ผล(ลิ้นจี่) และข้าวนาขั้นบันไดในพื้นที่แปลงจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณไนโตรเจน (total N) ที่สูญเสียเท่ากับ 25.60 40.83 20.59 และ 33.25 กิโลกรัมต่อไร่ N ต่อไร่ ตามลำดับ ปริมาณฟอสฟอรัส (P_2O_5) ที่สูญเสียเท่ากับ 1.51, 0.80, 1.03 และ 0.68 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ และปริมาณโพแทสเซียม (K_2O) ที่สูญเสียเท่ากับ 4.65, 3.16, 1.83 และ 2.61 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 26-28)

สำหรับการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกข้าวโพด ข้าวไร่ พืชผสมผสาน และไม้ผล(ลิ้นจี่)ในพื้นที่แปลงไม่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ จะมีปริมาณการสูญเสียธาตุอาหารในดินสูงกว่า คือ มีปริมาณไนโตรเจนที่สูญเสียเท่ากับ 44.18 23.80 30.87 และ 19.73 กิโลกรัม N ต่อไร่ ตามลำดับ ปริมาณฟอสฟอรัสที่สูญเสีย เท่ากับ 1.24 1.50 1.35 และ 4.18 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ ตามลำดับ และปริมาณโพแทสเซียม ที่สูญเสียเท่ากับ 4.40 2.23 3.84 และ 2.12 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ตามลำดับ ซึ่งการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกพืชไร่เชิงเดี่ยว เช่น ข้าวโพด และข้าวไร่ในพื้นที่แปลงไม่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีแนวโน้มของปริมาณการสูญเสียธาตุอาหารในดินสูงที่สุด โดยมีปริมาณไนโตรเจนที่สูญเสียเท่ากับ 42.36 และ 44.18 กิโลกรัม N ต่อไร่ ตามลำดับ ปริมาณฟอสฟอรัสที่สูญเสียเท่ากับ 1.64 1.24 1.50 1.35 และ 4.18 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ ตามลำดับ และปริมาณโพแทสเซียม 3.07 4.40 2.23 3.84 และ 2.12 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 26-28)

เมื่อกำหนดมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของการสูญเสียธาตุอาหารในดินโดยใช้ข้อมูลจากปริมาณของธาตุอาหารในดินและประเมินมูลค่าของธาตุอาหารที่สูญเสียไปในแต่ละวิธีการทดลอง โดยธาตุไนโตรเจนใช้ราคาของปุ๋ยยูเรีย (46 เปอร์เซ็นต์ N) ราคา 790 บาทต่อ 50 กิโลกรัม เฉลี่ยราคากิโลกรัมละ 15.80 บาท ส่วนธาตุฟอสฟอรัสใช้ราคาของปุ๋ยทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต (46 เปอร์เซ็นต์ P_2O_5) ราคา 980 บาทต่อ 50 กิโลกรัม เฉลี่ยราคากิโลกรัมละ 19.60 บาท และธาตุโพแทสเซียมใช้ราคาของปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (60 เปอร์เซ็นต์ K_2O) ราคา 1,250 บาทต่อ 50 กิโลกรัม เฉลี่ยราคากิโลกรัมละ 25 บาท แล้วคำนวณมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของการสูญเสียธาตุอาหารในดิน พบว่า การประเมินการสูญเสียดินจากการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกข้าวโพด ข้าวไร่ พืชผสมผสาน ไม้ผล(ลิ้นจี่) และข้าวนาขึ้นบันไดในพื้นที่แปลงจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำจะมีมูลค่าการสูญเสียธาตุอาหารในรูปปุ๋ยเคมี มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 819.22-1,597.58 บาทต่อไร่ การใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูก ไม้ผล(ลิ้นจี่)ในพื้นที่แปลงจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำจะมีมูลค่าการสูญเสียธาตุอาหารในรูปปุ๋ยเคมีต่ำที่สุดเท่ากับ 819.22 บาทต่อไร่ ส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกข้าวโพด ข้าวไร่ พืชผสมผสาน และไม้ผล (ลิ้นจี่) ในพื้นที่แปลงไม่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำจะมีมูลค่าการสูญเสียธาตุอาหารในรูปปุ๋ยเคมีมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 996.46-1,803.46 บาทต่อไร่ ซึ่งการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกพืชไร่เชิงเดี่ยว เช่น ข้าวโพด และข้าวไร่ในพื้นที่แปลงไม่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีแนวโน้มของมูลค่าการสูญเสียธาตุอาหารในรูปปุ๋ยเคมีสูงที่สุด เท่ากับ 1,666.67 และ 1,803.46 บาทต่อไร่ (ตารางที่ 29)



ภาพที่ 8 ความสัมพันธ์ของปริมาณตะกอนดิน มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของการสูญเสียธาตุอาหารหลักของพืช ในดินในการใช้ประโยชน์ที่ดินต่างกัน

การประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของการสูญเสียธาตุอาหารหลักของพืชในดินและปริมาณตะกอนดิน จากผลการศึกษา จะเห็นความสัมพันธ์ที่ชัดเจนที่สุดใน การไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ สูญเสียตะกอนดินสูง 28,500.00 กก./ไร่ ทำให้มีมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของการสูญเสียธาตุอาหารหลักของพืชในดินสูงตาม มีค่า $R^2=0.9999$ (ข้าวไร่+ไม่มีระบบ T_0) คิดเป็นเงิน 1,824.76 บาทต่อไร่ แสดงดังตารางที่ 29 สอดคล้องกับ วันรัก และคณะ (2557) การศึกษาระยะห่างที่เหมาะสมของคูรับน้ำขอบเขาเพื่อปลูกข้าวไร่บนพื้นที่สูง ในพื้นที่จังหวัดน่าน ทำการศึกษาระยะห่างที่เหมาะสมของ คูรับน้ำขอบเขาเพื่อปลูกข้าวไร่บนพื้นที่สูงในพื้นที่จังหวัดน่าน ฤดูปลูกปี พ.ศ. 2554 2555 และ 2556 โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design มีจำนวน มีวิธีการปลูกข้าวไร่และไม่มีคูรับน้ำขอบเขา จะมีการสูญเสียโพแทสเซียมที่สกัดได้ในดินตะกอนสูงสุด ส่วนการใช้ระยะห่างคูรับน้ำขอบเขาในแนวตั้ง 3 และ 6 เมตร จะมีปริมาณการสูญเสียโพแทสเซียมที่สกัดได้ในตะกอนดินต่ำสุด แสดงให้เห็นว่า การใช้ระยะห่างคูรับน้ำขอบเขาในแนวตั้ง 3 และ 6 เมตร สามารถลดการสูญเสีย โพแทสเซียม ได้ดีกว่าวิธีการไม่มีคูรับน้ำขอบเขา และดีกว่าการใช้ระยะห่างคูรับน้ำขอบเขาในแนวตั้ง 9 เมตร การสูญเสียธาตุอาหารที่ติดไปกับตะกอนดิน จะมีค่าปริมาณธาตุอาหารที่สูงกว่าธาตุอาหารที่อยู่ในดิน เนื่องจากการใส่ปุ๋ยเคมีจะใส่ในบริเวณหน้าดินลึกไม่เกิน 5 เซนติเมตร การกร่อนของดินในบริเวณนี้จะมีมาก

ตารางที่ 29 มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของการสูญเสียธาตุอาหารหลักของพืชในดิน

วิธีการทดลอง	การสูญเสีย ดิน (กก./ไร่)	ปริมาณการสูญเสียธาตุอาหาร ไปกับตะกอนดิน			มูลค่ารวม (บาท/ไร่)
		ไนโตรเจน (กก.N/ไร่)	ฟอสฟอรัส (กก.P ₂ O ₅ /ไร่)	โพแทสเซียม (กก.K ₂ O/ไร่)	
1) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์+มีระบบ (T ₁)	18,287.50	25.60	1.51	4.65	1,137.42
คิดเป็นมูลค่า (บาท)		879.30	64.24	193.74	
2) ข้าวไร่+มีระบบ (T ₂)	23,400.00	40.95	0.80	3.16	1,597.58
คิดเป็นมูลค่า (บาท)		1,406.54	59.36	131.59	
3) ไม้ผล(ลิ้นจี่)+มีระบบ (T ₃)	11,500.00	20.59	1.03	1.83	819.22
คิดเป็นมูลค่า (บาท)		707.22	35.91	76.22	
4) พืชผสมผสาน+มีระบบ (T ₄)	17,500.00	33.25	0.68	2.61	1,297.19
คิดเป็นมูลค่า (บาท)		1,142.07	46.10	108.95	
5) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์+ไม่มีระบบ (T ₅)	23,800.00	42.36	1.64	3.07	1,666.67
คิดเป็นมูลค่า (บาท)		1,454.97	83.60	127.86	
6) ข้าวไร่+ไม่มีระบบ (T ₆)	28,500.00	44.18	1.24	4.40	1,803.46
คิดเป็นมูลค่า (บาท)		1,517.49	102.89	183.16	
7) ไม้ผล(ลิ้นจี่)+ไม่มีระบบ (T ₇)	14,250.00	23.80	1.50	2.23	996.66
คิดเป็นมูลค่า (บาท)		817.48	86.21	93.01	
8) พืชผสมผสาน+ไม่มีระบบ (T ₈)	19,662.50	30.87	1.35	3.84	1,308.57
คิดเป็นมูลค่า (บาท)		1,060.32	88.25	159.93	
9) นาข้าวขั้นบันได (T ₉)	21,450.00	19.73	41.8	2.12	931.52
คิดเป็นมูลค่า (บาท)		677.68	165.34	88.31	

การประเมินผลการเปลี่ยนแปลงและการประเมินความสัมพันธ์ต่างๆ โดยการนำวิธีทดสอบทางสถิติมาช่วยในการประเมินความเปลี่ยนแปลงเหล่านี้จะทำให้สามารถเปรียบเทียบผล การเปลี่ยนแปลงได้เด่นชัดมากขึ้น ทำให้เกิดความมั่นใจว่า ผลการศึกษาวิจัยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ อีกทั้งทำให้ทบทวนการเกิดความมั่นใจในการนำผลการวิจัยไปขยายผลต่อและทำให้เกิดความเชื่อมั่นในการเลือกวิธีการจัดการดินให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

4.7.12 ข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์เกษตรกร

ข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์กลุ่มเกษตรกรในพื้นที่โครงการการศึกษาการใช้น้ำในดินของกลุ่มชุดดินในระบบงานจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในเขตลุ่มน้ำน่าน บ้านสะไและบ้านห้วยลึก ตำบลบ่อเกลือเหนือ อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน จำนวน 38 ราย พบว่า ข้อมูลทั่วไปของเกษตรกรในพื้นที่ดำเนินการส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 23 ราย คิดเป็นร้อยละ 60.53 และเป็นเพศชาย จำนวน 15 ราย คิดเป็นร้อยละ 39.47 (ตารางที่ 30) และอายุของเกษตรกรในพื้นที่การดำเนินงาน พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่มีอายุน้อยกว่าหรือเท่ากับ 40 ปี จำนวน 16 คน (ร้อยละ 42.11) รองลงมาคือเกษตรกรในช่วงอายุ 51 ปีขึ้นไป จำนวน 12 คน (ร้อยละ 31.58) (ตารางที่ 31) และเกษตรกรในพื้นที่ทั้งหมดนับถือศาสนาพุทธ (คิดเป็นร้อยละ 100) (ตารางที่ 32)

ตารางที่ 30 เพศของเกษตรกรในพื้นที่การดำเนินงาน

เพศ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ชาย	15	39.47
หญิง	23	60.53
รวม		100.00

ตารางที่ 31 อายุของเกษตรกรในพื้นที่การดำเนินงาน

อายุ (ปี)	จำนวน (คน)	ร้อยละ
อายุน้อยกว่าหรือเท่ากับ 40	16	42.11
41-50	8	21.05
51 ขึ้นไป	12	31.58
ไม่มีข้อมูล	2	5.26
รวม		100.00

ตารางที่ 32 การนับถือศาสนาของเกษตรกรในพื้นที่ดำเนินงาน

ศาสนา	จำนวน (คน)	ร้อยละ
พุทธ	38	100.00
คริสต์	-	0.00
อิสลาม	-	0.00
อื่นๆ	-	0.00
รวม		100.00

สำหรับระดับการศึกษาของเกษตรกรในพื้นที่ดำเนินงาน พบว่า เกษตรกรส่วนมากจบการศึกษา ระดับประถมศึกษา จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 52.63 และมีเพียงเกษตรกร 1 คนที่จบการศึกษาระดับ อนุปริญญา หรือ ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) (คิดเป็นร้อยละ 2.63) และมีเกษตรกรที่ไม่ได้เรียน หนังสือ คิดเป็นร้อยละ 23.68 (ตารางที่ 33) ส่วนสถานะทางสังคม โดยการเป็นผู้นำชุมชนหรือกรรมการกลุ่ม ภายในชุมชนของเกษตรกรในพื้นที่ดำเนินงาน พบว่า เกษตรกรส่วนมากไม่ได้เป็นผู้นำชุมชน จำนวน 34 คน คิดเป็นร้อยละ 89.47 และมีเพียงเกษตรกร จำนวน 4 รายที่เป็นอาสาสมัครหรือผู้ช่วยผู้ใหญ่บ้าน คิดเป็นร้อยละ 10.52 (ตารางที่ 34)

ตารางที่ 33 ระดับการศึกษาของเกษตรกรในพื้นที่ดำเนินงาน

ระดับการศึกษา	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ไม่ได้เรียนหนังสือ	9	23.68
ประถมศึกษา	20	52.63
มัธยมศึกษาตอนต้น	4	10.53
มัธยมศึกษาตอนปลาย	4	10.53
อนุปริญญา / ปวส.	1	2.63
ปริญญาตรี	-	0.00
ปริญญาโท	-	0.00
ปริญญาเอก	-	0.00
รวม		100.00

ตารางที่ 34 การเป็นผู้นำชุมชน/กรรมการกลุ่มภายในชุมชนของเกษตรกรในพื้นที่ดำเนินงาน

การเป็นผู้นำชุมชน/กรรมการกลุ่มภายในชุมชน	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ไม่ได้เป็น	34	89.47
เป็น...อ.ส.ม....	3	7.89
เป็น...ผู้ช่วยผู้ใหญ่บ้าน...	1	2.63
รวม		100.00

ส่วนจำนวนแรงงานการทำงานเกษตรในครัวเรือน พบว่า เกษตรกรในพื้นที่ส่วนมากจะทำการเกษตร เป็นหลัก โดยส่วนมากจะใช้แรงงานในครัวเรือนทำการเกษตร จำนวน 2, 3 และ 4 คน คิดเป็นร้อยละ 26.32, 31.58 และ 28.95 ตามลำดับ (ตารางที่ 35) และลักษณะแรงงานที่ใช้ในการทำการเกษตร พบว่า เกษตรกร ในพื้นที่ส่วนมากจะใช้แรงงานในครัวเรือนทำการเกษตร จำนวน 33 คน คิดเป็นร้อยละ 86.84 (ตารางที่ 36)

ตารางที่ 35 จำนวนแรงงานการทำการเกษตรในครัวเรือน

จำนวนแรงงาน (คน)	จำนวน (คน)	ร้อยละ
1	-	0.00
2	10	26.32
3	12	31.58
4	11	28.95
5	3	7.89
6	1	2.63
7	1	2.63
รวม		100.00

ตารางที่ 36 ลักษณะแรงงานที่ใช้ในการทำการเกษตร

ลักษณะแรงงานที่ใช้ในการทำการเกษตร	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ใช้แรงงานในครัวเรือน	33	86.84
จ้างแรงงานที่อื่น	-	0.00
ใช้แรงงานในครัวเรือนร่วมกับจ้างแรงงานที่อื่น	3	7.89
ไม่ระบุ	2	5.26
รวม		100.00

ส่วนรายได้จากการประกอบอาชีพเกษตรกรรมใน ปี พ.ศ. 2564 ของครัวเรือนเกษตรกร พบว่า เกษตรกรในพื้นที่ส่วนมากมีรายได้จากการประกอบอาชีพกิจกรรมในปี พ.ศ. 2564 เท่ากับ 10,001-20,000 บาท จำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 65.79 และมีเกษตรกร จำนวน 2 รายที่มีรายได้จากการประกอบอาชีพเกษตรกรรมในปี พ.ศ. 2564 มากกว่า 30,000 บาท (ร้อยละ 5.26) นอกจากนี้ยังมีเกษตรกรที่มีรายได้จากการประกอบอาชีพเกษตรกรรมในปี พ.ศ. 2564 น้อยกว่าหรือเท่ากับ 10,000 บาท จำนวน 1 ราย (คิดเป็นร้อยละ 2.63) (ตารางที่ 37) และรายได้จากการประกอบอาชีพเกษตรกรรมในปี พ.ศ. 2563 ของครัวเรือนเกษตรกร พบว่า เกษตรกรในพื้นที่ส่วนมากมีรายได้จากการประกอบอาชีพกิจกรรมในปี พ.ศ. 2563 เท่ากับ 10,001-20,000 บาท จำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 65.79 โดยมีเกษตรกรที่มีรายได้จากการประกอบอาชีพเกษตรกรรมในปี พ.ศ. 2563 น้อยกว่าหรือเท่ากับ 10,000 บาท จำนวน 4 ราย (คิดเป็นร้อยละ 10.53) และมีเกษตรกรที่มีรายได้จากการประกอบอาชีพเกษตรกรรมในปี พ.ศ. 2563 เท่ากับ 20,001-30,000 บาท จำนวน 9 ราย (คิดเป็นร้อยละ 23.68) (ตารางที่ 38) และภาระหนี้สินของเกษตรกรในพื้นที่ดำเนินงาน พบว่า เกษตรกรในพื้นที่ส่วนมากไม่มีภาระหนี้สินและภาระหนี้สินรวม จำนวน 36 คน คิดเป็นร้อยละ 94.74 และมีเกษตรกรเพียง 2 คนที่มีภาระหนี้สินที่เกิดจากการส่งเสริมของรัฐบาล (คิดเป็นร้อยละ 5.26) ซึ่งมีภาระหนี้สินรวมอยู่ระหว่าง 30,000-40,000 บาท (ตารางที่ 39 และ 40)

ตารางที่ 37 รายได้จากการประกอบอาชีพเกษตรกรในปี 2564 ของครัวเรือนเกษตรกร

รายได้ของเกษตรกรต่อปี	จำนวน (คน)	ร้อยละ
น้อยกว่าเท่ากับ 10,000	1	2.63
10,001-20,000	25	65.79
20,001-30,000	10	26.32
มากกว่า 30,000	2	5.26
รวม		100.00

ตารางที่ 38 รายได้จากการประกอบอาชีพเกษตรกรในปี 2563 ของครัวเรือนเกษตรกร

รายได้ของเกษตรกรต่อปี	จำนวน (คน)	ร้อยละ
น้อยกว่าเท่ากับ 10,000	4	10.53
10,001-20,000	25	65.79
20,001-30,000	9	23.68
มากกว่า 30,000	-	0.00
รวม		100.00

ตารางที่ 39 ภาระหนี้สิน

ภาระหนี้สิน	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ไม่มี	36	94.74
หนี้ที่เกิดจากการส่งเสริมของรัฐ	2	5.26
รวม		100.00

ตารางที่ 40 ภาระหนี้สินรวม

ภาระหนี้สินรวม	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ไม่มี	36	94.74
30,000	1	2.63
40,000	1	2.63
รวม		100.00

ส่วนจำนวนพื้นที่ในการถือครองที่ดินของเกษตรกรในพื้นที่ดำเนินงาน พบว่า เกษตรกรส่วนมากมีพื้นที่ถือครองที่ดินในการทำเกษตร จำนวน 11-20 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 63.16 และมีเกษตรกร จำนวน 7 คน ที่มีพื้นที่ในการถือครอง จำนวน 21-30 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 18.42 (ตารางที่ 41) โดยลักษณะพื้นที่ส่วน

ใหญ่จะเป็นที่ราบเชิงเขา คิดเป็นร้อยละ 57.89 ส่วนลักษณะพื้นที่ที่เหลืจะเป็นที่ดอน คิดเป็นร้อยละ 42.11 (ตารางที่ 42)

ตารางที่ 41 จำนวนพื้นที่ในการถือครองที่ดิน

จำนวนพื้นที่ในการถือครอง (ไร่)	จำนวน (คน)	ร้อยละ
1-10	7	18.42
11-20	24	63.16
21-30	7	18.42
มากกว่า 30	-	0.00
รวม		100.00

ตารางที่ 42 ลักษณะพื้นที่

ลักษณะของพื้นที่	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ที่ดอน	16	42.11
ที่ราบเชิงเขา	22	57.89
รวม		100.00

สำหรับที่มาของแหล่งน้ำที่ใช้ในการทำการเกษตรของเกษตรกรในพื้นที่ พบว่า ส่วนมากจะเป็นแหล่งน้ำชุมชน คิดเป็นร้อยละ 48.68 รองลงมาเป็นน้ำฝน คิดเป็นร้อยละ 36.84 และแหล่งน้ำที่เหลืจะเป็นแหล่งน้ำในเขตชลประทาน คิดเป็นร้อยละ 14.47 (ตารางที่ 43) และความเพียงพอของแหล่งน้ำในการทำ การเกษตรของเกษตรกรในพื้นที่ พบว่า ส่วนใหญ่แหล่งน้ำมีไม่เพียงพอต่อการทำการเกษตรของเกษตรกร คิดเป็นร้อยละ 52.64 (ตารางที่ 44)

ตารางที่ 43 ที่มาของแหล่งน้ำ

ที่มาของแหล่งน้ำ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
แหล่งน้ำในเขตชลประทาน	11	14.47
แหล่งน้ำชุมชน	37	48.68
น้ำฝน	28	36.84
รวม		100.00

ตารางที่ 44 ความเพียงพอของแหล่งน้ำ

ความเพียงพอของแหล่งน้ำ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
พอ	9	23.68
ไม่พอ	20	52.64
มีน้ำพอ 6 เดือน ไม่พอ 6 เดือน	9	23.68
รวม		100.00

สำหรับแหล่งที่มาของอาหารของเกษตรกรในพื้นที่ดำเนินการ พบว่า ส่วนมากจะหาของป่าตามธรรมชาติ คิดเป็นร้อยละ 48.72 รองลงมาจะเป็นการซื้อจากภายนอก คิดเป็นร้อยละ 35.90 และอาหารจากการเกษตรมีเพียงร้อยละ 15.38 ซึ่งถือว่าแหล่งที่มาของอาหารจากการเกษตรยังมีน้อยถ้าเปรียบเทียบกับแหล่งที่มาของอาหารจากแหล่งอื่น ๆ (ตารางที่ 45) และความเพียงพอของอาหาร พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่มีความเพียงพอของอาหารสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 97.37 (ตารางที่ 46)

ตารางที่ 45 ที่มาของแหล่งอาหาร

แหล่งที่มาของอาหาร	จำนวน (คน)	ร้อยละ
หาของป่าตามธรรมชาติ	38	48.72
จากการทำเกษตร	12	15.38
ซื้อจากภายนอก	28	35.90
อื่นๆ	-	0.00
รวม		100.00

ตารางที่ 46 ความเพียงพอของอาหาร

ความเพียงพอของอาหาร	จำนวน (คน)	ร้อยละ
พอ	37	97.37
ไม่พอ	1	2.63
รวม		100.00

สำหรับการสัมภาษณ์ของกลุ่มเกษตรกรตัวอย่างในพื้นที่ดำเนินงานโครงการการศึกษาการใช้น้ำในดินของกลุ่มชุดดินในระบบงานจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในเขตลุ่มน้ำน่าน บ้านสะไลและบ้านห้วยลึก ตำบลบ่อเกลือเหนือ อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน จำนวน 38 คน ในการทราบข้อมูลการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำของกรมพัฒนาที่ดิน พบว่า ส่วนใหญ่เกษตรกรในพื้นที่ได้รับทราบข้อมูลในการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำจากเจ้าหน้าที่กรมพัฒนาที่ดิน คิดเป็นร้อยละ 60.32 (ตารางที่ 47) โดยส่วนใหญ่เกษตรกรในพื้นที่ดำเนินงานจะได้รับคำแนะนำในการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ จำนวน 1 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 78.95 (ตารางที่ 48)

นอกจากนี้เกษตรกรในพื้นที่ดำเนินงานส่วนมากร้อยละ 97.37 ยังไม่เคยได้รับการอบรมด้านการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ซึ่งมีเกษตรกรเพียง 1 คน ที่ได้รับการอบรมด้านการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ (คิดเป็นร้อยละ 2.63) (ตารางที่ 49)

ตารางที่ 47 การทราบข้อมูลการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ

การทราบข้อมูลการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
เจ้าหน้าที่กรมพัฒนาที่ดิน	38	60.32
วิทยุ	24	38.10
อินเทอร์เน็ต	1	1.59
รวม		100.00

ตารางที่ 48 การได้รับคำปรึกษาแนะนำ

การได้รับคำปรึกษาแนะนำ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ไม่เคย	1	2.63
1 ครั้ง	30	78.95
2 ครั้ง	7	18.42
3 ครั้ง	0	0.00
รวม		100.00

ตารางที่ 49 การได้รับการอบรม

การได้รับการอบรม	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ไม่เคย	37	97.37
1 ครั้ง	1	2.63
2 ครั้ง	0	0.00
3 ครั้ง	0	0.00
รวม		100.00

สำหรับการจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่บ้านสะไลและบ้านห้วยลึกของเกษตรกร พบว่าส่วนใหญ่พื้นที่ที่ได้รับการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ จำนวน 1-10 ไร่ จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 57.89 รองลงมาจะเป็นพื้นที่ที่ได้รับการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ จำนวน 11-20 ไร่ และ 21-30 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 15.79 และ 13.16 ตามลำดับ (ตารางที่ 48) และระยะเวลาในการร่วมจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำของเกษตรกรในพื้นที่ดำเนินการส่วนใหญ่เท่ากับ 1 ปี คิดเป็นร้อยละ 52.63 (ตารางที่ 50)

ตารางที่ 50 พื้นที่ในการจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ

การจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ (ไร่)	จำนวน (คน)	ร้อยละ
1-10	22	57.89
11-20	6	15.79
21-30	5	13.16
ไม่มีข้อมูล	5	13.16
รวม		100.00

ตารางที่ 51 เวลาในการร่วมการจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ

เวลาในการร่วมการจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ (ปี)	จำนวน (คน)	ร้อยละ
1 ปี	2	52.63
2 ปี	17	44.74
มากกว่า 2 ปี	-	0.00
ไม่มีข้อมูล	1	2.63
รวม		100.00

สำหรับการใช้ประโยชน์พื้นที่หลังจากการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำของเกษตรกรในพื้นที่บ้านสะไลและบ้านห้วยลึก พบว่า การใช้ประโยชน์ที่ดินส่วนใหญ่ภายหลังการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำเป็นการปลูกพืชแบบผสมผสาน จำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 78.95 ส่วนที่เหลือจะเป็นการปลูกพืชไร่เชิงเดี่ยว ได้แก่ ข้าวไร่ จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 21.05 (ตารางที่ 51)

ตารางที่ 52 การใช้ประโยชน์พื้นที่หลังจากจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ

การใช้ประโยชน์พื้นที่หลังจากจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ปลูกข้าวไร่	8	21.05
ปลูกแบบผสมผสาน	30	78.95
รวม		100.00

ส่วนการใช้วิธีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำของเกษตรกรในพื้นที่บ้านสะไลและบ้านห้วยลึก พบว่าวิธีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำจะมีทั้งวิธีกลและวิธีพืชร่วมกัน โดยการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีกลพบว่า ส่วนมากจะเป็นการทำชั้นบันไดดินต่อเนื่องมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 32.98 เนื่องจากเกษตรกรใช้ประโยชน์ในการปลูกข้าวนาขั้นบันได รองลงมาคือ บ่อตักตะกอนดิน ชั้นบันไดดิน อาคารชะลอความเร็วของน้ำ และคูเบนน้ำขอบเขา ชนิด 6 เท่ากับร้อยละ 9.57 8.51 4.26 และ 1.06 ตามลำดับ ส่วนการจัดระบบ

อนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืช พบว่า ส่วนมากจะเป็นการปลูกพืชปุ๋ยสดมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 28.72 รองลงมา คือ การปลูกพืชหมุนเวียน การปลูกหญ้าแฝก การปลูกพืชสลับแถบแถว และการปลูกพืชคลุมดิน เท่ากับร้อยละ 28.72 8.51 3.19 และ 1.06 ตามลำดับ (ตารางที่ 52)

ตารางที่ 53 การใช้วิธีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ

การใช้วิธีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
วิธีกล		
คูเบนน้ำขอบเขา ชนิด 6	1	1.06
บ่อดักตะกอนดิน	9	9.57
อาคารชะลอความเร็วของน้ำ	4	4.26
ชั้นบันไดดินต่อเนื่อง	31	32.98
ชั้นบันไดดิน	8	8.51
วิธีพืช		
หญ้าแฝก	3	3.19
พืชคลุมดิน	1	1.06
พืชปุ๋ยสด	27	28.72
ปลูกพืชสลับแถบแถว	2	2.13
ปลูกพืชหมุนเวียน	8	8.51
รวม		100.00

ส่วนเหตุผลที่เกษตรกรตัดสินใจเข้าร่วมโครงการจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่ดำเนินการพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่มีเหตุผลว่าการจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำช่วยรักษาสภาพดินได้สูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 45.24 และช่วยลดการชะล้างหน้าดิน คิดเป็นร้อยละ 44.05 นอกจากนี้ยังช่วยปรับพื้นที่ให้เหมาะสมกับการทำการเกษตร คิดเป็นร้อยละ 9.52 และยังสามารถนำไปใช้เพื่อต่อยอดหรือเป็นต้นแบบในพื้นที่ใกล้เคียง (คิดเป็นร้อยละ 1.19) (ตารางที่ 53)

ตารางที่ 54 เหตุผลที่เข้าร่วมการทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ

เหตุผลที่เข้าร่วมการทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ช่วยรักษาสภาพดิน	38	45.24
ลดการชะล้างของหน้าดิน	37	44.05
ทำง่ายไม่ยุ่งยาก	-	0.00
เพื่อปรับพื้นที่ให้เหมาะสมกับการเกษตร	8	9.52
ทำให้การจัดการพื้นที่เกษตรง่ายขึ้น	-	0.00
สามารถนำไปใช้เพื่อต่อยอดในพื้นที่ใกล้เคียง	1	1.19
รวม		100.00

ส่วนผลของการจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่ดำเนินการ พบว่าการจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น คิดเป็นร้อยละ 100 (ตารางที่ 54) และผลจากการส่งเสริมการปลูกไม้ผล ได้แก่ กาแฟ ยังมีผลทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้นสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 100 (ตารางที่ 55) นอกจากนี้ความคาดหวังรายได้ในอนาคตต่อปีส่วนใหญ่ของเกษตรกรในพื้นที่ภายหลังจากการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ จะอยู่ในช่วงระหว่าง 40,001-50,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 52.26 รองลงมาความคาดหวังรายได้ต่อปีในอนาคตจะอยู่ระหว่าง 20,001-30,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 39.47 และความคาดหวังรายได้ต่อปีในอนาคตจะอยู่ระหว่าง 1-10,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 5.27 (ตารางที่ 56)

ตารางที่ 55 ผลจากการจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่

ผลจากการจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ผลผลิตเท่าเดิม	-	0.00
ผลผลิตเพิ่มขึ้น	38	100.00
ผลผลิตลดลง	-	0.00
ผลผลิตเท่าเดิมแต่มีการเปลี่ยนแปลงด้านอื่น	-	0.00
รวม		100.00

ตารางที่ 56 ผลจากการส่งเสริมการปลูกผลไม้ กาแฟ

ผลจากการส่งเสริมการปลูกผลไม้ กาแฟ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
รายได้เพิ่มขึ้น	38	100.00
รายได้เท่าเดิม	-	0.00
รายได้ลดลง	-	0.00
รวม		100.00

ตารางที่ 57 ความคาดหวังรายได้ในอนาคต

ความคาดหวังรายได้ในอนาคต (ต่อปี)	จำนวน (คน)	ร้อยละ
1-10,000	-	0.00
10,001-20,000	2	5.27
20,001-30,000	15	39.47
30,001-40,000	-	0.00
40,001-50,000	21	55.26
50,001 ขึ้นไป	-	0.00
รวม		100.00

ส่วนสภาพปัญหาในการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำของเกษตรกรในพื้นที่บ้านสะไลและบ้านห้วยลึกพบว่า เกษตรกรในพื้นที่ดำเนินการส่วนใหญ่ยังมีปัญหาการขาดความเข้าใจในการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำสูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 22.62 รองลงมาคือ ปัญหาด้านขาดแคลนแหล่งน้ำในการเกษตร ปัญหาด้านขาดความรู้ความเข้าใจในการปรับปรุงดิน ปัญหาด้านการไม่ได้รับการแนะนำถึงวิธีการปฏิบัติในการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำก่อนและหลังจากเจ้าหน้าที่อย่างละเอียด ปริมาณของปัจจัยที่สนับสนุนไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้ ปัญหาด้านพื้นที่ที่มีความไม่เหมาะสมกับการจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ปัญหาด้านไม่รู้ข่าวสารของช่วงเวลาหรือไม่รู้ขั้นตอนและวิธีการในการขอรับการสนับสนุน ปัญหาด้านแรงงานไม่เพียงพอ ปัญหาด้านการติดตามงานและการแจ้งข่าวสารของเจ้าหน้าที่ไม่ทั่วถึง และปัญหาด้านวิธีการในการถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำยังไม่เพียงพอคิดเป็นร้อยละ 17.86 16.67 14.88 10.12 5.95 5.36 4.76 1.19 และ 0.60 ตามลำดับ (ตารางที่ 57)

ตารางที่ 58 ปัญหาในการจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ

รายละเอียดปัญหา	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ปัญหาการขาดความเข้าใจในการจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ	38	22.62
ปัญหาขาดแคลนแรงงาน	-	0.00
ปัญหาด้านพื้นที่ที่มีความไม่เหมาะสมกับการจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ	10	5.95
ปริมาณของปัจจัยที่สนับสนุนไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้	17	10.12
ขาดความรู้ความเข้าใจในการปรับปรุงดิน	28	16.67
ไม่รู้ข่าวสารของช่วงเวลาหรือไม่รู้ขั้นตอนและวิธีการในการขอรับการสนับสนุน	9	5.36
แรงงานไม่เพียงพอ	8	4.76
ขาดแคลนแหล่งน้ำในการเกษตร	30	17.86
ปัญหาด้านการไม่ได้รับการแนะนำถึงวิธีการปฏิบัติในการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำก่อนและหลังจากเจ้าหน้าที่อย่างละเอียด	25	14.88
ปัญหาด้านการติดตามงานและการแจ้งข่าวสารของเจ้าหน้าที่ไม่ทั่วถึง	2	1.19
วิธีการในการถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำยังไม่เพียงพอ	1	0.60
รวม		100.00

จากการสัมภาษณ์เกษตรกรเมื่อได้รับความรู้ด้านการอนุรักษ์ดินดำนน้ำในพื้นที่ทำให้เกษตรกรได้รับการพัฒนาที่ดินของตนเอง มีการปลูกพืชผสมผสาน (ปลูกกาแฟ) และดูแลระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีรายได้ที่เพิ่มขึ้น เกิดผลสัมฤทธิ์ของโครงการ ดังนั้น พืชผสมผสานในระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ แนวโน้มจะมีการปลูกกาแฟเพิ่มขึ้นในอนาคต และคาดหวังมีรายได้ที่ดีขึ้น (ตารางที่ 58)

4.8 สรุปผลการศึกษา

4.8.1 พื้นที่ศึกษาจัดอยู่ในชุดดินวังสะพุง ลักษณะดิน มีความลึกปานกลาง ดินบนเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง เป็นดินมีสภาพการระบายน้ำดี การซึมผ่านได้ของน้ำอยู่ในระดับปานกลาง ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ปริมาณความชื้นในดิน เปรียบเทียบระหว่างแปลงมีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ กับแปลงไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ความชื้นในดินไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณความชื้นในดิน ได้แก่ การใช้ประโยชน์ที่ดิน ชนิดพืช ปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ และลักษณะเนื้อดิน โดยแปลงไม่ผล (ล้นจี่) ความชื้นในดินมีปริมาณเฉลี่ยสูงสุด 42.33 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ในแปลงพืชผสมผสาน (กาแฟและหม่อน) มีปริมาณความชื้นในดินเฉลี่ย 29.73 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในแปลงปลูกพืชไร่ คือ ข้าวโพด นาข้าวขั้นบันได (นาดำ) และข้าวไร่ มีปริมาณความชื้นในดินเฉลี่ยต่ำสุด มีค่าเฉลี่ย 20.79 18.62 และ 15.20 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

การใช้ประโยชน์ที่ดินในดินชั้นบนของพีชไร์ ซึ่งเป็นระบบรากตื้น จะมีกระบวนการดูดซับน้ำและธาตุอาหารในปริมาณที่มากกว่าไม้ผลไม้ยืนต้น ส่วนปริมาณความชื้นในดิน ที่ระดับความลึก 15-45 เซนติเมตร เปรียบเทียบระหว่างแปลงมีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ กับแปลงไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ความชื้นในดินไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณความชื้น ในดินได้แก่ การใช้ประโยชน์ที่ดิน ชนิดพืช และปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ และลักษณะเนื้อดิน โดยแปลงไม้ผล (ลิ้นจี่) ความชื้นในดินมีปริมาณเฉลี่ยสูงสุด 28.35 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ในแปลงพืชผสมผสาน (กาแฟ และหม่อน) มีปริมาณความชื้นในดินเฉลี่ย 26.21 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในแปลงปลูกพีชไร์ (ข้าวโพด นาข้าวขึ้นบันได และข้าวไร์) มีปริมาณความชื้นในดินเฉลี่ยต่ำสุด มีค่าเฉลี่ย 21.54 20.55 และ 19.12 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ในแปลงไม้ผลไม้ยืนต้น ปริมาณความชื้นในดินล่างจะมีค่าลดลงครึ่งหนึ่ง แต่ระบบรากยังสามารถช่วยรักษาความชื้นในดินล่างไว้ได้

4.8.2 การใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกข้าวโพด ข้าวไร์ พืชผสมผสาน ไม้ยืนต้น และข้าวนาขึ้นบันได ในพื้นที่แปลงจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ(คูรับน้ำขอบเขา) เปรียบเทียบกับพื้นที่แปลงไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ สมบัติดินทางเคมี ในดินบนที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เป็นดินกรดจัดมากถึงกรดจัด (pH 4.8–5.2) ปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับปานกลางถึงค่อนข้างสูง (OM 1.65-3.11 เปอร์เซ็นต์) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับสูงถึงสูงมาก (38-66 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับสูงถึงสูงมาก (116-185 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) แต่หลังการทดลอง ปริมาณอินทรีย์วัตถุในพื้นที่แปลงจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ(คูรับน้ำขอบเขา) มีค่าอยู่ในระดับสูง (OM 3.69-2.81 เปอร์เซ็นต์) มีความแตกต่างกันทางสถิติ กับพื้นที่ไม่ได้จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีค่าอยู่ในระดับค่อนข้างสูง (OM 2.58-2.89 เปอร์เซ็นต์) และดินล่าง ที่ระดับความลึก 15-45 เซนติเมตร ในพื้นที่แปลงจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ(คูรับน้ำขอบเขา) เปรียบเทียบกับพื้นที่แปลงไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เป็นดินกรดจัดมาก (pH 4.9–5.0) ปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับปานกลางถึงค่อนข้างสูง (OM 1.69-2.81 เปอร์เซ็นต์) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับสูงถึงสูงมาก (24-54 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับปานกลางถึงสูง (64-111 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) แต่หลังการทดลองปริมาณอินทรีย์วัตถุในพื้นที่แปลงจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ(คูรับน้ำขอบเขา) มีค่าอยู่ในระดับค่อนข้างสูงถึงสูง (OM 2.91-3.53 เปอร์เซ็นต์) มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ไม่ได้จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน อยู่ในระดับปานกลางถึงสูง

4.8.3 การใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกข้าวโพด ข้าวไร์ พืชผสมผสาน ไม้ยืนต้น และข้าวนาขึ้นบันได (นาดำ) ในพื้นที่แปลงจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ(คูรับน้ำขอบเขา) เปรียบเทียบกับพื้นที่แปลงไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ สมบัติดินทางกายภาพ ในดินบนที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เนื่องจากลักษณะดินในพื้นที่ศึกษาอยู่ในชุดดินวังสะพุง กลุ่มชุดดินที่ 55 เป็นดินลึกปานกลาง เนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง เมื่อนำตัวอย่างดินทุกวิธีการ ไปตรวจวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เนื่องจากเนื้อดิน (soil texture) มีอนุภาคดินเหนียวในสัดส่วนสูงถึง 49.15 เปอร์เซ็นต์ เป็นอนุภาคขนาดเล็กที่สุดที่สามารถ ผสานกับทราย (sand) 14.8 เปอร์เซ็นต์ และทรายแป้ง (silt) 36.13 เปอร์เซ็นต์ ให้เป็นเนื้อดินที่สมบูรณ์ มีสัดส่วนที่เหมาะสม เมื่อมีการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ต่างกันไป จึงไม่ส่งผลให้สมบัติทางกายภาพของดินมีการเปลี่ยนแปลง

4.8.4 การสูญเสียดินและธาตุอาหารพืชเมื่อมีการใช้ประโยชน์ที่ดินต่างกัน การสูญเสียธาตุอาหารที่ติดไปกับตะกอนดิน คิดเป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของการสูญเสียธาตุอาหารในดิน พบว่า การประเมินการสูญเสียดินจากการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกข้าวโพด ข้าวไร่ พืชผสมผสาน ไม้ยืนต้น และข้าวนาขั้นบันไดในพื้นที่แปลงจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำจะมีมูลค่าการสูญเสียธาตุอาหารในรูปปุ๋ยเคมี มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 816.34-1,622.02 บาทต่อไร่ การใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกไม้ยืนต้นในพื้นที่แปลงจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำจะมีมูลค่าการสูญเสียธาตุอาหารในรูปปุ๋ยเคมีต่ำที่สุดเท่ากับ 816.34 บาทต่อไร่ ส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกข้าวโพด ข้าวไร่ พืชผสมผสาน และไม้ยืนต้นในพื้นที่แปลงไม่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำจะมีมูลค่าการสูญเสียธาตุอาหารในรูปปุ๋ยเคมี มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 1,002.30-1,824.76 บาทต่อไร่ ซึ่งการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการปลูกพืชไร่เชิงเดี่ยว เช่น ข้าวโพด และข้าวไรในพื้นที่แปลงไม่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีแนวโน้มของมูลค่าการสูญเสียธาตุอาหารในรูปปุ๋ยเคมีสูงที่สุด เท่ากับ 1,698.48 และ 1,824.76 บาทต่อไร่

4.8.5 ข้อมูลจากแบบสอบถามมีประเด็นสำคัญในเรื่องสำหรับการใช้ประโยชน์พื้นที่หลังจากการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำของเกษตรกรในพื้นที่บ้านสะไลและบ้านห้วยลึก มีการใช้ประโยชน์ที่ดินส่วนใหญ่ภายหลังการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำเป็นการปลูกพืชแบบผสมผสาน คิดเป็นร้อยละ 78.95 และส่วนใหญ่แหล่งน้ำ มีไม่เพียงพอต่อการทำการเกษตรของเกษตรกร คิดเป็นร้อยละ 52.64 เกษตรกรมีความคาดหวังรายได้ในอนาคตในช่วงระหว่าง 40,001-50,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 52.26

4.9 เป้าหมายของงาน

4.9.2 เพื่อป้องกันการชะล้างพังทลาย โดยการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำใน ให้มีประสิทธิภาพ การลดการสูญเสียธาตุอาหารพืช และการรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดิน ปลูกพืชสร้างรายได้เพิ่ม

4.9.3 ชุมชนมีแปลงต้นแบบ ด้านการอนุรักษ์ดินและน้ำ มีการจัดการดิน น้ำ และการพัฒนาระบบนิเวศดินอย่างยั่งยืนในกลุ่มน้ำน่าน

5. ผลสำเร็จของงาน (เชิงปริมาณ/คุณภาพ)

5.1. ผลสำเร็จเชิงปริมาณ

5.1.1 เพื่อศึกษาและทำความเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ประโยชน์ที่ดิน ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ กับการเปลี่ยนแปลงความชื้นในดิน สมบัติทางกายภาพ และเคมีของดิน ในพื้นที่ลุ่มน้ำน่านตอนบน ภายใต้สภาพภูมิประเทศลาดชันและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

5.1.2 เพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในการลดการชะล้างพังทลายของดิน การสูญเสียธาตุอาหารพืช และการรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดิน ภายใต้รูปแบบการใช้ที่ดินและชนิดพืชที่แตกต่างกัน

5.1.3 เพื่อสร้างองค์ความรู้และข้อมูลเชิงวิชาการด้านการจัดการดิน น้ำ และการใช้ที่ดินอย่างเหมาะสม สำหรับนำไปเผยแพร่และใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการปลูกพืช การจัดการพื้นที่เกษตร และการพัฒนาระบบนิเวศดินอย่างยั่งยืนในกลุ่มน้ำน่านและพื้นที่ลักษณะใกล้เคียง

5.2 ผลสำเร็จเชิงคุณภาพ

5.2.1 การถ่ายทอดองค์ความรู้ผลการวิจัยมาตรกรอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชและวิธีกล สู่เกษตรกรและผู้สนใจ ให้มีส่วนร่วมในพื้นที่งานอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่โครงการรักษน้ำเพื่อพระแม่ของแผ่นดินลุ่มน้ำขุนน่าน และนำไปขยายผลในพื้นที่ชุมชนต่อไป

5.2.2 เกษตรกรมีความเป็นอยู่ดีขึ้น จากการใช้แนวทางการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำบนพื้นที่ลาดชัน และมีการใช้ประโยชน์ที่ดินในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้อย่างยั่งยืน

ผลสำเร็จในเชิงคุณภาพ คือ มีฐานข้อมูลรูปแบบวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืชและวิธีกล เป็นรูปแบบที่ทำให้ลดต้นทุน สำหรับถ่ายทอดองค์ความรู้แก่เกษตรกร ด้านการปรับปรุงดิน ส่งเสริมการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน การใช้ปุ๋ยหมักมีการใช้สารเร่งจุลินทรีย์ พด. เกษตรกรสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริงในพื้นที่

6. การนำไปใช้ประโยชน์/ผลกระทบ

พื้นที่สูงของภาคเหนือ พบปัญหาการใช้ที่ดินที่ไม่เหมาะสม ทำการเกษตรในพื้นที่เสี่ยงต่อการกร่อนหน้าดิน การใช้ที่ดินผิดประเภทปลูกพืชไร่เชิงเดี่ยว ดินขาดการปรับปรุงบำรุงดิน ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ประกอบกับเกษตรกรมีใช้ประโยชน์พื้นที่มาเป็นระยะเวลานานหลายปี ทำให้ประสิทธิภาพของดินและธาตุอาหารในดินลดลง พร้อมทั้งเกษตรกรยังขาดทักษะองค์ความรู้ด้านการจัดการดินและน้ำอย่างเหมาะสม จึงจำเป็นต้องมีการส่งเสริมองค์ความรู้ด้านการอนุรักษ์ดินและน้ำ การจัดการดินและน้ำให้มีความเหมาะสมต่อสภาพพื้นที่ของเกษตรกร ซึ่งพื้นที่ศึกษา จะอยู่ในงานอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่โครงการรักษน้ำเพื่อพระแม่ของแผ่นดินลุ่มน้ำขุนน่าน เป็นตัวแทนของปัญหาที่จะต้องเร่งดำเนินการเป็นอันดับแรกในพื้นที่ตอนบนของลุ่มน้ำ มีการพิจารณาจัดลำดับความสำคัญลุ่มน้ำหลักของประเทศได้รับการอนุรักษ์และฟื้นฟูให้อยู่ในสภาพที่สมบูรณ์ เมื่อมีการจัดลำดับความสำคัญของปัญหาระดับชุมชน รายละเอียด มีความร่วมมือกับหน่วยงานองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นและชุมชนในพื้นที่ต้นน้ำ การที่มีส่วนร่วม จะนำไปสู่การแก้ไขปัญหาในระดับประเทศ ในการกำหนดนโยบายและวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดิน การจัดหาแหล่งน้ำต้นทุนทางการเกษตร ให้น้ำใช้ที่เพียงพอสำหรับการปลูกพืช ไม้ผลในช่วงฤดูแล้ง เน้นการพัฒนาเกษตรกรให้มีความรู้เพื่อลดการก่อให้เกิดการชะล้างพังทลายของหน้าดิน ชุมชนในพื้นที่ต้นน้ำมีการประยุกต์ใช้เครื่องมือทางเศรษฐศาสตร์ ในการดูแลและรักษาระบบนิเวศ ลดต้นทุนและให้เกษตรกรสามารถใช้ประโยชน์ในการพัฒนาพื้นที่ทางการเกษตรได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

7. ความยุ่งยากและซับซ้อนในการดำเนินการ

การดำเนินงานศึกษาการ ต้องมีการใช้ความรู้ความสามารถที่หลากหลาย การที่จะทำงานให้สำเร็จ มีปัจจัยหลายประการที่จะนำสู่ ซึ่งความซับซ้อนในการดำเนินงาน ได้แก่

7.1 ความยุ่งยากในการคัดเลือกพื้นที่ตัวแทนของแปลงทดลอง ต้องใช้แปลงปลูกพืชไร่ ข้าวโพด ซึ่งเป็นดินใน ความลาดชันเดียวกัน เพื่อเป็นตัวแทนที่ดีของงานจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ รวมทั้งลดความคลาดเคลื่อนของการทดลอง ควบคุมให้ความแตกต่างที่เกิดขึ้นเป็นผลมาจากปัจจัยของสิ่งทดลองมากที่สุด

7.2 การสร้างความเข้าใจอันดีกับเกษตรกรเจ้าของแปลงที่คัดเลือกมาเป็นแปลงศึกษาวิจัยให้มีความเข้าใจในขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย และแนวปฏิบัติตามแผนการวิจัยเพื่อให้งานวิจัยสามารถดำเนินการได้ตลอดแผนการวิจัย

7.3 ความซับซ้อนในการวางแผนแปลงทดลองแบบ Randomized Complete Block Design ที่มีการศึกษา สำหรับการใช้ปุ๋ยตามคำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ซึ่งต้องคำนวณเป็นปริมาณปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่พืชได้รับเพื่อความถูกต้องในการแปลผลและสรุปผลการทดลอง

7.4 ต้องอาศัยข้อมูลการวิเคราะห์ดินและการแปลผลค่าวิเคราะห์ดินและวิเคราะห์ปริมาณตะกอนดิน ที่ถูกต้อง การคิดเป็นมูลค่าทางเศรษฐกิจ ซึ่งมีการทำงานและประสานงานร่วมกันทั้งนักวิชาการเกษตรและนักวิทยาศาสตร์

8. ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินการ

พื้นที่แปลงศึกษาทดลองวิจัย มีดินสไลด์ปิดถนนบางช่วง ต้องใช้ความระมัดระวังในการเดินทางช่วงฤดูฝน (เดือนพฤษภาคม – สิงหาคม) คนขับต้องมีความชำนาญทาง เพื่อนำทีมผู้วิจัยไปดำเนินการเก็บข้อมูล

9. ข้อเสนอแนะ

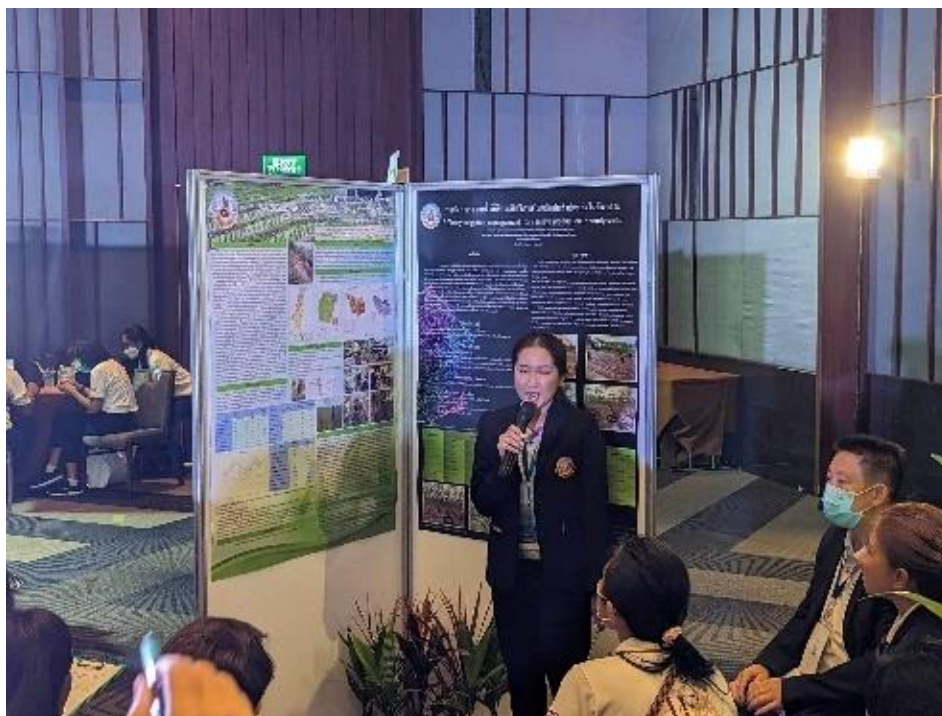
9.1 ควรมีการบูรณาการหน่วยงานให้มีการนำข้อมูลไปใช้ในการวางแผนงานระดับลุ่มน้ำย่อย และใช้แผนที่ระดับการสูญเสียดินของกรมพัฒนาที่ดิน ร่วมกันมาวางแผนการทำงาน แผนการใช้ที่ดินรายแปลงระดับหมู่บ้าน โดยให้มีการส่งเสริมและสาธิตการใช้ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ในพื้นที่สูงให้มากขึ้นเนื่องจากการทำเกษตรในที่ลาดชันสูง

9.2 ควรมีการบูรณาการให้เข้าถึงงานด้านอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสมในแต่ละพื้นที่ การจัดเก็บข้อมูลแบบสอบถามเกษตรกรในพื้นที่ นำมาวิเคราะห์หาแนวทางการมีส่วนร่วม รวมถึงวิธีการ การปรับปรุงดิน การใช้ปุ๋ยสำหรับพืชเศรษฐกิจ กับหน่วยงานร่วมกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ส่วนราชการองค์การปกครองส่วนท้องถิ่น และภาคเอกชนเพื่อนำไปสู่การรักษาทรัพยากรดิน น้ำ พืช ป่าไม้ การส่งเสริมพื้นที่เกษตรสู่การท่องเที่ยวเชิงนิเวศ (Agro-ecotourism)

9.3 ควรมีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมในด้านการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการเก็บกักน้ำในดินของระบบนิเวศที่มีโอกาสเสี่ยงต่อการชะล้างพังทลายของดินและดินถล่ม ในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย ลุ่มน้ำหลัก

10. การเผยแพร่ผลงาน

นำเสนอผลงานวิชาการภาคนิทรรศการ สาขานุรักษ์ดินและน้ำ ในการประชุมวิชาการกรมพัฒนาที่ดิน ปี พ.ศ. 2566 ในวันที่ 4-6 กันยายน 2566 ณ ห้องประชุม เดอะกรีนเนอรี่ รีสอร์ท เขาใหญ่ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา (ภาพที่ 9) และเผยแพร่ผลงานคลังความรู้ Web site ของสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 7



ภาพที่ 9 การนำเสนอผลงานภาคนิทรรศการสาขานุรักษ์ดินและน้ำ ในการประชุมวิชาการกรมพัฒนาที่ดิน ปี พ.ศ. 2566

11. ผู้มีส่วนร่วมในผลงาน

11.1 นางสาวสุนิษฐ์ โลหะโชติ ตำแหน่ง นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ มีหน้าที่ เป็นหัวหน้าโครงการวิจัย จัดทำโครงข้อเสนองการวิจัย วางแผนงาน เก็บข้อมูล รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล สรุปผล และจัดทำรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ สัดส่วนร้อยละ 80

11.2 นางสาวมยุรี ปละอุด ตำแหน่ง นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ มีหน้าที่ จัดทำแปลงวิจัย ตามวิธีการที่กำหนด เก็บข้อมูล และรวบรวมข้อมูลพื้นฐาน สัดส่วนร้อยละ 10

11.3 นางสาวธัญลักษณ์ ดีปินตา ตำแหน่ง นักวิชาการเกษตรปฏิบัติการ มีหน้าที่ จัดทำแปลงวิจัย ตามวิธีการที่กำหนด เก็บข้อมูล และรวบรวมข้อมูลพื้นฐาน สัดส่วนร้อยละ 10

ขอรับรองว่าผลงานดังกล่าวข้างต้นเป็นความจริงทุกประการ

(ลงชื่อ).....

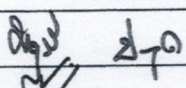
(นางสุนิย์รัตน์ โลหะโชติ)

ตำแหน่ง นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ

ผู้ขอประเมิน

วันที่ 22 / พ.ค. / 2569.....

ขอรับรองว่าสัดส่วนการดำเนินการข้างต้นเป็นความจริงทุกประการ (ถ้ามี)

รายชื่อผู้มีส่วนร่วมในผลงาน	ลายมือชื่อ
นางสาวมยุรี พละอุด	
นางสาวธัญลักษณ์ ดีปันทา	

ได้ตรวจสอบแล้วขอรับรองว่าผลงานดังกล่าวข้างต้นถูกต้องตรงกับความเป็นจริงทุกประการ

ลงชื่อ.....

(นายเอนก ดีพรมกุล)

ตำแหน่ง ผู้อำนวยการสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 7

(ผู้บังคับบัญชาที่ควบคุมดูแลการดำเนินการ)

วันที่ 22 / พ.ค. / 2569.....

ลงชื่อ.....

(นางสาวสุมิตรา วัฒนา)

ตำแหน่ง อธิบดีกรมพัฒนาที่ดิน

(ผู้บังคับบัญชาที่เหนือขึ้นไป)

วันที่ 28 / พ.ค. / 2569.....

เอกสารอ้างอิง

- กรมชลประทาน. 2563. **ลุ่มน้ำน่าน**. ส่วนอำนวยการและติดตามประเมินผล สำนักโครงการขนาดใหญ่ กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 161 หน้า.
- กรมทรัพยากรน้ำ. 2551. **การบริหารจัดการลุ่มน้ำ**. กรมทรัพยากรน้ำ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ. 82 หน้า.
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2534. **คู่มือเจ้าหน้าที่ เรื่อง การอนุรักษ์ดินและน้ำ**. ฝ่ายพัฒนาบุคคล กองการเจ้าหน้าที่ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. หน้า 60-65: 175 หน้า.
- _____. 2551. **พระราชบัญญัติพัฒนาที่ดิน พ.ศ.2551**. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 137 หน้า.
- _____. 2553. **คู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐ เรื่อง การอนุรักษ์ดินและน้ำในเขตพัฒนาที่ดิน**. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, หน้า 60-65: 284 หน้า.
- _____. 2563. **การพัฒนาระบบกลไกกรมด้วยศาสตร์พระราชาพื้นที่ลุ่มน้ำน่าน**. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 248 หน้า.
- กลุ่มอนุรักษ์ดินและน้ำ. 2544. **นิยามและทางเลือกมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ**. กองอนุรักษ์ดินและกองวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 96 หน้า. https://www.ddd.go.th/Web_Soil/Page_02.htm, 9 มิถุนายน 2567
- กันตภณ แก้วด้วง, สุภาพร สีนศิริวัฒนา และนิลภัทร คงพ่วง. 2558. **การศึกษาอิทธิพลผลการใช้ที่ดินต่อพัฒนาการของดินบนพื้นที่ลาดชันสูงในภาคเหนือของประเทศไทย**. สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 7 กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 65 หน้า
- เกษม จันทรแก้ว และ สามัคคี บุญยะวัฒน์. 2522. **ความชื้นของดินในป่าดิบแล้งและที่ถูกแผ้วถางบริเวณสถานีสะพาน** รายงานงานวิจัย เล่มที่ 65. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 33 หน้า.
- เกษม จันทรแก้ว. 2551. **หลักการจัดการลุ่มน้ำ**. พิมพ์ครั้งที่ 1. วิทยาลัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 341 หน้า. ISBN 978-974-9934-66-1.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2541. **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 10. สำนักพิมพ์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, ภาควิชาปฐพีวิทยา. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
หน้า 186-199 และหน้า 241-255: 564 หน้า.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548ก. **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. ภาควิชาปฐพีวิทยา**. พิมพ์ครั้งที่ 10 สำนักพิมพ์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. หน้า 98-122:
547 หน้า.

_____. 2548ข. **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. ภาควิชาปฐพีวิทยา**. พิมพ์ครั้งที่ 10 สำนักพิมพ์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. หน้า 97-149:
547 หน้า.

_____. 2548ข. **ระบบข้อมูลดินและธาตุอาหารพืชเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืช. ภาควิชาปฐพี**

ศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน,
นครปฐม. หน้า 1-49: 140 หน้า.

_____. 2548ค. **ระบบข้อมูลดินและธาตุอาหารพืชเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืช. ภาควิชาปฐพีวิทยา**

คณะเกษตร กำแพงแสน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นครปฐม. 140 หน้า.

คำรณ ไทรฟัก. 2552. **การจำแนกพื้นที่ลุ่มน้ำและการดำเนินงานเขตพัฒนาที่ดิน**. สำนักผู้เชี่ยวชาญ

กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 42 หน้า.

_____. 2556. **เอกสารประกอบคำบรรยายหลักสูตรการพัฒนาและประยุกต์ใช้ความรู้ด้านดิน**

ธาตุอาหารพืช และผลวิเคราะห์ดินในการปฏิบัติงานส่งเสริมพัฒนาที่ดิน เรื่องดินและปุ๋ยการ
จัดการดินและแผนการใช้ที่ดิน. สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวง
เกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. หน้า 35-37: 115 หน้า.

เฉลิมพล แซมเพชร. 2535. **สรีรวิทยาการผลิตพืชไร่**. ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 276 หน้า.

ชูจิตต์ สงวนทรัพย์ากร. 2553 **การใช้ประโยชน์ข้อมูลจากผลวิเคราะห์ดินเพื่อการปรับปรุงบำรุงดิน คู่มือ**

เจ้าหน้าที่รัฐ การอนุรักษ์ดินและน้ำในเขตพัฒนาที่ดิน. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
กรุงเทพฯ. หน้า 247-269: 284 หน้า.

दनัย พรอำนวยลาภ. 2564 งานวิจัยการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน กับปริมาณน้ำท่าผิวดิน ในพื้นที่ลุ่มน้ำน่าน. สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 7 กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวง เกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 64 หน้า

ดิเรก คงแพ, นรินทร์พร นาเมือง, สุภาพร สิ้นศิริวัฒนา และจุไรพร แก้วทิพย์. 2566. การศึกษาการบริหาร จัดการน้ำที่เหมาะสมในลุ่มน้ำน่านตอนบน ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ SWAT. กอง นโยบายและแผนการใช้ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 188 หน้า.

ทงศศักดิ์ ประระไทย นายประกิจ ดวงแก้ว น.ส.มยุรี พลละอด นายทองพูน เฉิดสมบุรณ์. 2552. วิธีการเพิ่ม ประสิทธิภาพของปุ๋ยเคมีในการผลิตข้าวโพด ชุดดินหนองมด (Nm) กลุ่มชุดดินที่ 29 อำเภอ แม่สรวย จังหวัดเชียงราย. สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 7 กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและ สหกรณ์, กรุงเทพฯ. 23 หน้า

_____. 2554. การศึกษาระยะห่างที่เหมาะสมของคูรับน้ำขอบเขาเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำบนพื้นที่สูง ชุดดินหนองมด (Nm) กลุ่มชุดดินที่ 29 อำเภอแม่สรวย จังหวัดเชียงราย. สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 7 กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 34 หน้า

นคร สืบแสน และทงศศักดิ์ ประระไทย. 2548. งานวิจัยการจัดการดินบนพื้นที่ลาดชันโดยใช้ระบบการปลูก ไม้พุ่มบำรุงดินเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวไร่ในภาคเหนือของประเทศไทย สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 7 กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 20 หน้า.

นคร สืบแสน. 2551. งานวิจัยการศึกษาการปรับปรุงบำรุงดินเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวไร่ในระบบการปลูกพืช เพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำบนพื้นที่สูง สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 7 กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 21 หน้า.

นรินทร์พร นาเมือง,ดิเรก คงแพ,สุภาพร สิ้นศิริวัฒนา,ชนม์ชนก ตั้งตระกูล และสุนิย์รัตน์ โลหะโชติ. 2566. งานวิจัยการยอมรับของชุมชน ต่อการบริหารจัดการน้ำและพื้นที่เสี่ยงภัยพิบัติ ของแผนการใช้ ที่ดินในลุ่มน้ำน่านตอนบน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 7 กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและ สหกรณ์, กรุงเทพฯ. 96 หน้า.

นรินทร์พร นาเมือง,สุนิย์รัตน์ โลหะโชติ,ฉัตรนภา พรหมละองวัน,บัณฑิต จันทรรัตน์ และจตุรงค์ สิทธิวรกร. 2567. การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงต่อวิถีเกษตรกรรมของเกษตรกรบนพื้นที่สูงใน การกำหนด เขตการใช้ที่ดินให้มีความยั่งยืน. สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 1 กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 95 หน้า.

นิวัติ เรืองพานิช. 2547. **หลักการจัดการลุ่มน้ำ**. พิมพ์ครั้งที่ 3 สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. คณะวนศาสตร์ ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 453 หน้า

บุญเทียม เลิศสุวิทย์นภา. 2554. **การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตในระบบเกษตรผสมผสานเพื่อลดความเสี่ยงของการปลูกข้าวโพดบนพื้นที่ลาดชันของจังหวัดน่านและจังหวัดพะเยา**.
แหล่งที่มา : http://elibrary.trf.or.th/project_content.asp?PJID=RDG53O0001,
วันที่สืบค้น 20 กันยายน 2557.

ปธานุกรมปฐพีวิทยา. 2541. **ปธานุกรมปฐพีวิทยา**. พิมพ์ครั้งที่ 1 สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 169 หน้า. 974-553-532-1.

ประคัลภ์ กรุดเจริญ วรางคณา สงวนพงษ์ และ ศรชัย คุ่มสุข. 2557. **การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินเพื่อการจัดการและการใช้ประโยชน์ที่ดิน ในพื้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ**. ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ, เชียงใหม่. 10 หน้า.

ปัทมา วิทยากร. 2547. **การกร่อนดินในแปลงการใช้ที่ดินต่างๆ ในลุ่มน้ำขนาดเล็กของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ** ใน การประชุมวิชาการวนเกษตร ครั้งที่ 1 “มิติของระบบวนเกษตรสำหรับชุมชนอนาคต” วันที่ 1-3 กรกฎาคม 2547. ณ มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก. 10 หน้า.

ปิยพร ศรีสม, จินดา ศิริตา, ปิยดา ยศสุนทร, วลีพรรณ รกิติกุล และ สุภาวดี แก้วพามา. มปป. **การประเมินคุณภาพดินเพื่อใช้ทางการเกษตร ในพื้นที่หมู่บ้านนางแลใน ตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย**. วารสารการวิจัยกาสะลองคำ, หน้า 61-68.

พิทยากร ลิ้มทอง. 2551. **การพัฒนาระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในประเทศไทย**. กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ , กรุงเทพฯ. 97 หน้า.

_____. 2553. **ทรัพยากรดินและแนวทางการจัดการดินที่มีปัญหาของประเทศไทย**. คู่มือเจ้าหน้าที่รัฐ การอนุรักษ์ดินและน้ำในเขตพัฒนาที่ดิน. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. หน้า 1-14: 284 หน้า.

ไพบุลย์ วิวัฒน์วงศ์วนา. 2546. **เคมีดิน (SOIL CHEMISTRY)**. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 273 หน้า. ISBN 974-658-007-8.

พงษ์สันต์ สีสันทร์, นภาพร พันธุ์กมลศิลป์, ปุณณิศา ตระกูลยิ่งเจริญ, ศุภชัย อำคา, สุชาดา กรุณา, เอียร วิทยาวรากุล และ พิบูลย์ กังแฮ. 2553. **โครงการวิจัยสภาวะธาตุอาหารพืชและปัจจัยทางดินเพื่อการฟื้นฟูทรัพยากรดินและการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างยั่งยืน**. ในพื้นที่เกษตรกรรมโครงการหลวง. มูลนิธิโครงการหลวง, เชียงใหม่. 207 หน้า.

ภรภัทร นพมาลัย, ศรัญญพงศ์ ชัยวัฒนกุล, กมลภา วัฒนประพัฒน์, สุนิย์รัตน์ โลหะโชติ, อสิริยา มีสิงห์ และประทีป กุลนาวงศ์. 2561. **การทดลองเชิงสาธิตและการยอมรับการใช้หญ้าแฝก และแถบพืชอนุรักษ์ร่วมกับพืชเศรษฐกิจ แบบเกษตรกรรมมีส่วนร่วม ในระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสมในเขตพัฒนาที่ดินตามโครงการเฉลิมพระเกียรติ**. สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 61 หน้า.

มัตติกา พนมธรนิกุล. 2547. **การจัดการดินและน้ำเพื่อระบบการเกษตรที่ยั่งยืน**. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. หน้า 34: 487 หน้า. ISBN 978-974-672-488-9.

_____. 2551. **การจัดการดินและน้ำเพื่อระบบการเกษตรที่ยั่งยืน**. ภาควิชาปฐพีศาสตร์และอนุรักษ์ศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 487 หน้า.

มัลลิกา แก้วปิยะทรัพย์, ศรัญญพงศ์ ชัยวัฒนกุล. และประทีป กุลนาวงศ์. 2560 **ศึกษาการใช้หญ้าแฝก ร่วมกับคันดินที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของยางพารา ในเขตพัฒนาที่ดินลุ่มน้ำแห้ง อำเภอนาน้อย จังหวัดน่าน**. สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 7 กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 65 หน้า.

ยงยุทธ โอสดสภา, อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์ และชวลิต ฮงประยูร. 2551. **ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. หน้า 350: 519 หน้า. ISBN 978-974-9934-48-7.

ร่วมจิตร นกเขาและคณะ 2560. **“คู่มือการปลูกและการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่เพื่อความมั่นคงด้านอาหารของชุมชน”**. [ออนไลน์], แหล่งที่มา: <http://www.thai-explore.net/>. 40 หน้า. วันที่สืบค้น 15 สิงหาคม 2568.

ลาวรรณ์ พร้อมสุข, เสาวนุช ถาวรพฤษ และ เอิบ เขียวรัตน์มณ. 2556. **การประเมินคุณภาพดินเพื่อใช้ทางการเกษตรในพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสัก ส่วนที่ 2 จังหวัดเพชรบูรณ์**. เกณฑ์เกษตร 41 ฉบับพิเศษ 2: หน้า 137-146.

- วันรัก ปรางค์วัฒนากุล, นายศรีณพงศ์ ชัยวัฒนกุล และบุษบา อนุจรพันธ์. 2557.การศึกษาระยะห่างที่เหมาะสมของคูรับน้ำขอบเขาเพื่อปลูกข้าวไร่บนพื้นที่สูง ในพื้นที่จังหวัดน่าน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 7 กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 26 หน้า.
- วันรัก ฤทธิเกสร และชาญชัย แสงชโยสวัสดิ์. 2563. การประเมินการไหลบ่าของน้ำผิวดินและการสูญเสียดินในการผลิตข้าวไร่บนพื้นที่สูง โดยใช้แบบจำลองโครงการคาดการณ์การพังทลายของดินโดยน้ำอำเภอแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 38(2), 208-216.
- วิศิษฐ์ โชติสกุล และจักรพงษ์ เจริญศิริ. 2521. คุณภาพน้ำเพื่อการเกษตรของแม่น้ำเจ้าพระยา ทำจีนแม่กลองและบางประกง. กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 89 หน้า.
- ศุภมิตร จารุญญลักษณ์. 2539. การสูญเสียดินและน้ำจากการปลูกพืชระบบวนเกษตรบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำภูเวียง อำเภอกุเวียง จังหวัดขอนแก่น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 181 หน้า.
- ศุภชาติ วรรณวงษ์. 2545. ความผันแปรของความชื้นในดินจากการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบต่างๆ ที่ลุ่มน้ำเวียง จังหวัดขอนแก่น. หน้า 260-273. ใน รายงานการประชุมวิชาการป่าไม้ประจำปี 2545. วันที่ 16-17 กันยายน 2545 อาคารกริต สามะพุทธิ. กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 14 หน้า.
- ศรีณพงศ์ ชัยวัฒนกุล. 2559. การการศึกษามาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำในแปลงปลูกไม้ผลที่มีผลต่อการสูญเสียดินและความชื้นของดินบนพื้นที่สูง ในเขตพัฒนาที่ดินลุ่มน้ำแม่จันทอนบน ตำบลแม่สลองนอก อำเภอแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย. สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 7 กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 130 หน้า.
- สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2568. การปลูกข้าวโพด. [ออนไลน์], แหล่งที่มา <https://www3.rdi.ku.ac.th/?p=8646> วันที่สืบค้น 19 สิงหาคม 2568.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2555. ตามรอยพระบาทจอมปราษฎ์แห่งดินกระทรวงศึกษาธิการ, กรุงเทพฯ. 126 หน้า.

สมคิด แก้วพรมทะ. 2547. การศึกษาเบื้องต้นของการสูญเสียดินและน้ำ จากพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน
ต่างกันในพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเล็ก ห้วยแห้ง-คลองพืด อำเภอบ่อไร่ และอำเภอเมือง จังหวัดตราด.
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 138 หน้า.

สมเจตน์ จันทวัฒน์. 2522. การอนุรักษ์ดินและน้ำ เล่มที่1 การพังทลายของดิน. ภาควิชาปฐพีวิทยา
คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 203 หน้า.

สมภัทร คลังทรัพย์, สุเทพ จันทรชัย และมณฑล จำเริญพฤกษ์. 2547. การประเมินฟาร์มวนเกษตรด้าน
การอนุรักษ์ดินและน้ำ. เอกสารประกอบการบรรยาย. ใน การประชุมวิชาการวนเกษตร ครั้งที่ 1
“มิติของระบบวนเกษตร สำหรับชุมชนอนาคต” วันที่ 1-3 กรกฎาคม 2547 ณ โรงแรมท็อปแลนด์
พลาซ่า อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก. 10 หน้า.

สุภา รันดาเว นิพนธ์ อุดปวง ไพบูลย์ ศรีสกุล. 2538. ศึกษาปริมาณความชื้นของดินที่สัมพันธ์กับ
ผลผลิตพืชและปริมาณการสูญเสียดินในการปลูกข้าวโพด-ถั่วแดงหลวงเป็นแถบสลับกับ
แถบวัชพืช และแถบวัชพืชที่มีร่องรับน้ำบนที่สูง. กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 24 หน้า.

สุนิย์รัตน์ โลหะโชติ. 2557. ผลของการไถพรวนในระบบปลูกพืชเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำที่มีต่อการ
สูญเสียดิน บนพื้นที่ดอน ชุดดินหนองมด (Nm) กลุ่มชุดดินที่ 29 อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัด
เชียงราย. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ สำนักงานงานพัฒนาที่ดินเขต 7 กรมพัฒนาที่ดิน
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 39 หน้า.

_____. 2559. การศึกษามาตรการการอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสมในเขตพัฒนาที่ดินลุ่มน้ำ
แม่จัน ลุ่มน้ำย่อยแม่จัน ลุ่มน้ำหลักแม่น้ำโขง อำเภอแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย. รายงานวิจัย
ฉบับสมบูรณ์. สำนักงานงานพัฒนาที่ดินเขต 7 กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์,
กรุงเทพฯ. 85 หน้า.

สุนิย์รัตน์ โลหะโชติ, มยุรี ปละอุด และสุภาพร สิ้นศิริวัฒนา. 2559 ผลของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำต่อ
การเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดบนพื้นที่สูง ในเขตพัฒนาที่ดินลุ่มน้ำจันตอนบน ตำบล
แม่สลองนอก อำเภอแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์
สำนักงานงานพัฒนาที่ดิน เขต 7 กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 70 หน้า.

- สุนิย์รัตน์ โลหะโชติ, ชาศริต อินนะระ และดิเรก คงแพ. 2561. การประยุกต์ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจพัฒนาแหล่งน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาน้ำยม. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ สำนักงานงานพัฒนาที่ดินเขต 7 กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 77 หน้า.
- สุนิย์รัตน์ โลหะโชติ, มยุรี ปละอุด และธัญลักษณ์ ตีปันทา. 2564 การศึกษาการใช้น้ำในดินของกลุ่มชุดดินในระบบงานจัดระบบอนุรักษ์ดิน และน้ำในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำน่าน จังหวัดน่าน. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ สำนักงานงานพัฒนาที่ดินเขต 7 กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 86 หน้า.
- สำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ. 2563. โครงการจัดทำฐานข้อมูลพื้นฐานลุ่มน้ำ 22 ลุ่มน้ำ. สำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรื. กรุงเทพฯ. 162 หน้า.
- _____. 2564. ข้อมูลพื้นฐาน 22 ลุ่มน้ำ. สำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรื, กรุงเทพฯ. 78 หน้า.
- สำนักงานราชบัณฑิตยสภา. 2562. พจนานุกรมศัพท์ปฐพีศาสตร์ ฉบับราชบัณฑิตยสภา. สำนักงานราชบัณฑิตยสภา สนามเสือป่า เขตดุสิต, กรุงเทพฯ. 452 หน้า. ISBN 978-616-389-089-4.
- สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน. 2547. คู่มือวิเคราะห์ตัวอย่างดินน้ำปุ๋ยพืชวัสดุปรับปรุงดินและการวิเคราะห์เพื่อตรวจรับรองมาตรฐานสินค้า. เล่ม 1. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 184 หน้า. ISBN 974-9537-35-1.
- สุเมธ ทานเจริญ และภัทราวุธ พุสิงห์. 2559. ศึกษาการประเมินอัตราการสูญเสียดินและปริมาณธาตุอาหารพืชบริเวณพื้นที่สูง จังหวัดน่าน และการพัฒนาสื่อเพื่อถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับการกร่อนของดิน. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ ทุนวิจัยหมวดเงินอุดหนุน (ว.1) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ. 49 หน้า.
- อภิศักดิ์ โพธิ์ปิ่น. 2541. ธรณีวิทยาภูมิประเทศ. พิมพ์ครั้งที่ 1. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ. 186 หน้า.
- อุทุมพร จามรمان. 2544. แบบสอบถาม การสร้างและการใช้. พิมพ์ครั้งที่ 6 สำนักพิมพ์พี่น้องปลั้บิซซิ่ง, กรุงเทพฯ. หน้า 58: 138 หน้า.

เอิบ เขียวรัตน์. 2542. **การสำรวจดิน**. พิมพ์ครั้งที่ 1 สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ภาควิชา
ปฐพีวิทยา คณะเกษตรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. หน้า 382-385: 733 หน้า. ISBN 974-
553-703-9.

Amézketa, E. 1999. Soil aggregate stability: a review. **J. Sustainable Agric.** 14: 83-151.

Amézketa, E. and Aragüés, R. 1995. Flocculation- dispersion behavior of arid- zone soil clays as
affected by electrolyte and composition. **Invest. Agr.: Prod. Prot. veg.** 10(1): 101-112.

Boling, A.A., T.P. Tuong, H. Suganda, Y. Konboon, D. Harnpichitvitaya, B.A.M. Bouman,
D.T. Franco. 2008. **The effect of topo-sequence position on soil properties,
hydrology, and yield of rainfed lowland rice in Southeast Asia**. Field Crops
Research. Vol.106: 22-33.

Brady, N.C., and R.R. Weil. 2007. **Nature and properties of soil**. Pearson Education
Inc. and Dorling Kindersley publishing. nc. pp. 56.

Bray, R.A. and L.T. Kurtz. 1947. **Determination of total organic and available forms of
phosphorus in soil**. Soil Sci. 59: 39-45.

Buol, O.A., F.D. Hole, R. McCracken, and R.J. Southward. 1997. **Soil genesis and
classification**. 4th ed. Iowa State University Press Ames, 1A.

Cass, A. 1999. **Interpretation of some soil physical indicators for assessing soil physical
fertility**, pp. 95-102. In K.I. Peverill, L.A. Sparrow and D.J. Reuter. eds. Soil
analysis: An interpretation manual. 2nd ed. CSIRO Publishing: Melbourne.

Food and Agriculture Organization (FAO). 1993. **FESLM: An international framework for
evaluating sustainable land management**, World Soil Resource Report 73.

Gerrard, A.J. 1992. **Soils and landforms: An integration of geomorphology and
pedology**. George Allen & Unwin, London.

- Goudie, A., M. Anderson, T. Burt, J. Lewin, K. Richards, B. Whalley and P. Worsley. 1990. **Geomorphological techniques**. London, Routledge (reprint). 592 p.
- Hall, D.G.M., M.J. Reeve, A.J. Thomasson, and V.F. Wright. 1977. **Water retention, porosity and density of field soils**. Soil Survey of England and Wales Technical Monograph No.9. Rothamsted Experimental Station. Harpenden, Herts, U.K.
- Hazelton, P., and Murphy, B. 2007. **Interpreting soil test results: what do all the numbers mean? 2nd ed**. NSW Department of Natural Resources. CSIRO: Australia. 152 p.
- Lujan, D.L. 2003. **Soil physical properties affecting soil erosion in tropical soils**. Source: http://users.ictp.it/~pub_off/lectures/lms018/21Lobo.pdf, Search: 15 September 2016.
- McCarty, L.B., L.R. Hubbard, and Jr. V. Quisenberry. 2016. **Applied soil physical properties, drainage, and irrigation strategies**. Springer International Publishing Switzerland. DOI 10.1007/978-3-319-24226-2.
- Murphy, B.W. 2000. **Taking care of soil structure benefits crops**, pp. 68-74. In S. Wallwork, ed. *Min-tilldrill- A guide to minimum tillage cropping systems*. Kondinin Group: Cloverdale, Western Australia.
- Odenerho, F.O. 2000. **Caternay sequence and agric productivity in the tropics**. Paper presented at the conference of the 8th joint annual national soil correlation committee. SSSN. 198Q. pp 15.
- O'Neal, A.M. 1952. **A key for evaluating soil permeability by means of certain field clues**. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 16: 312-315.
- Osuaku, S.K., E.P. Ukaegbu, C.P. Poly-Mbah, C.O. Nnawuihe, G.O. Okoro, and H.E. Osuaku. 2014. **Variability in some physical and chemical properties of soil along a toposequence in Alvan Ikoku federal college of education, Owerri, IMO State, Nigeria**.

- Pansak, W., Hilger, T.H., Dercon, G., Kongkaew, T. and Cadisch, G. 2008. **Changes in the relationship between soil erosion and N loss pathways after establishing soil conservation systems in uplands of Northeast Thailand.** Agriculture, Ecosystems and Environment. 128 (3):167-176.
- Schumm, S.A. 1956. **Evolution of Drainage Systems and Slopes in Badlands at Perth Anboy,** New Jersey. Bulletin of the Geological Society of America 67 : 597-646.
- Shrestha, R. P., Schmidt-Vogt, D. and Gnanavelrajah, N. 2010. **Relating plant diversity to biomass and soil erosion in a cultivated landscape of the eastern seaboard region of Thailand.** Applied Geography. Volume 30 pp. 606-617.
- Smyth, A.J., and Montgomery. 1990. **Soil and land use in central and western Nigeria.** Govt. print, Ibadan.
- Stoop, W.A. 2000. **Adaptation of sorghum maize and sorghum pear millet Intercrop to the toposequence land type in North Sudan Zone of West Africa Savannah.** Field crops research, Vol.16: 255-1272.
- United States Department of Agriculture (USDA), Agriculture, Agricultural research serveive. 1997. **Predicting soil erosion by water : A guide to conservation planning the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE).** Agricultural handbook No.703.
- USDA Soil Conservation Service. 1971. **Drainage of agricultural land. National Engineering Handbook Section 16,** Washington, DC.
- Van Genuchten, M. Th. 1980. A close-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soil. Soil Soc. Amer. J. 44: 892-898.
- Walkley, A. and I.A. Black, 1947 a. **Chromic acid titration method for determination of soil organic matter.** Soil. Bray II, R.H. and L.T. Kurtz. 1945 Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soils. Soil Sci. 59: 39-45 Sci. Amer. Proc. 63:257.

Wischmeier, W.H. and D.D. Smith 1978. **Predicting rainfall erosion losses-a guide to conservation planning.** USDA Agric. Handbook No.537, 58 p.

Young, A. 1976. **Tropical soils and soil survey.** Cambridge Univ., Press, London.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตารางผนวกที่ 1 ระดับความรุนแรงของความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (soil reaction)

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

ที่มา: สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน (2547)

ตารางผนวกที่ 2 ระดับอินทรียวัตถุในดิน (organic matter)

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

ที่มา: สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน (2547)

ตารางผนวกที่ 3 ระดับฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (Avai. P)

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

ที่มา: สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน. กรมพัฒนาที่ดิน (2547)

ตารางผนวกที่ 4 ระดับโพแทสเซียมที่สกัดได้ในดิน (Extr.K)

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 กรมพัฒนาที่ดิน (2547)

แบบสอบถาม

เรื่อง การศึกษาการใช้น้ำในดินของกลุ่มชุดดินในระบบ
งานจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในเขตลุ่มน้ำน่าน
บ้านสะไล ตำบลบ่อเกลือเหนือ อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน
บ้านห้วยลึก ตำบลบ่อเกลือเหนือ อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน

ผู้วิจัย : นางสุนิย์รัตน์ โลหะโชติ

กลุ่มวิชาการเพื่อการพัฒนาที่ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 7 กรมพัฒนาที่ดิน

คำชี้แจง ขอให้ท่านตอบคำถามทุกข้อ ข้อมูลที่ได้จากการตอบแบบสอบถามจะเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรและ
หน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องเป็นอย่างยิ่ง

ตอนที่ 1 ลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล สภาพทางเศรษฐกิจ สภาพทางสังคม

1.1 ข้อมูลส่วนบุคคลของเกษตรกรที่เป็นหลักในการผลิตเกษตร

1) ที่อยู่บ้านเลขที่ หมู่ที่..... ตำบล.....

อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน

2) เพศ

☐ 1. ชาย

☐ 2. หญิง

3) อายุ ปี

4) ศาสนา

☐ 1. พุทธ

☐ 2. คริสต์

☐ 3. อิสลาม

☐ 4. อื่นๆ ระบุ.....

5) ความเป็นชาติพันธุ์

☐ 1. ชนพื้นเมือง

☐ 2. กะเหรี่ยง

☐ 3. ลีซู

☐ 4. ลัวะ

☐ 5. ม้ง

☐ 6. อื่นๆระบุ

6) การศึกษา

☐ 1. ไม่ได้เรียนหนังสือ

☐ 2. ประถมศึกษา ☐ ป.4 ☐ ป.6

☐ 3. มัธยมศึกษาตอนต้น

☐ 4. มัธยมศึกษาตอนปลาย / ปวช.

☐ 5. อนุปริญญา / ปวส.

☐ 6. ปริญญาตรี

☐ 7. ปริญญาโท

☐ 8. ปริญญา เอก

7) การเป็นผู้นำชุมชน/กรรมการกลุ่มภายในชุมชน

☐ 1. ไม่ได้เป็น

☐ 2. เป็น ระบุตำแหน่ง

8) จำนวนแรงงานในการทำเกษตรในครัวเรือน.....ราย

9) ลักษณะแรงงานที่ใช้ในการทำการเกษตร

- ☐ 1. ใช้แรงงานในครัวเรือน
- ☐ 2. จ้างแรงงานที่อื่น
- ☐ 3. ใช้แรงงานในครัวเรือนร่วมกันกับจ้างแรงงานที่อื่น

1.2 สภาพทางเศรษฐกิจและสังคม

10) รายได้เมื่อปี 2564 ของครัวเรือนเกษตรกรรวม ระบุ..... บาท/ปี

1. รายได้จากการประกอบอาชีพเกษตรกร ระบุ บาท / ปี

1. อาชีพ (ระบุ).....รายได้.....บาท/ปี
2. อาชีพ (ระบุ).....รายได้.....บาท/ปี
- 3.อาชีพ (ระบุ).....รายได้.....บาท/ปี

2. รายได้ นอกเหนืออาชีพเกษตรกร ระบุ บาท / ปี

1. อาชีพ (ระบุ).....รายได้.....บาท/ปี
2. อาชีพ (ระบุ).....รายได้.....บาท/ปี
- 3.อาชีพ (ระบุ).....รายได้.....บาท/ปี

11) รายได้เมื่อปี 2563 ของครัวเรือนเกษตรกรรวม ระบุ..... บาท/ปี

1. รายได้จากการประกอบอาชีพเกษตรกร ระบุ บาท / ปี

1. อาชีพ (ระบุ).....รายได้.....บาท/ปี
2. อาชีพ (ระบุ).....รายได้.....บาท/ปี
- 3.อาชีพ (ระบุ).....รายได้.....บาท/ปี

2. รายได้นอกเหนืออาชีพเกษตรกร ระบุ บาท / ปี

1. อาชีพ (ระบุ).....รายได้.....บาท/ปี
2. อาชีพ (ระบุ).....รายได้.....บาท/ปี
- 3.อาชีพ (ระบุ).....รายได้.....บาท/ปี

12) ภาระหนี้สิน (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- | | |
|---|--|
| ☐ 1. ไม่มี | ☐ 2. หนี้ที่เกิดจากการโครงการส่งเสริมของรัฐ |
| ☐ 3. หนี้ที่เกิดจากสถาบันเกษตรกร | ☐ 4. หนี้ที่เกิดจากสถาบันการเงิน |
| ☐ 5. หนี้นอกระบบ | ☐ 6. อื่น |

13) ภาระหนี้สินรวม (ระบุ).....บาท/ปี

14) พื้นที่ในการถือครองที่ดิน ไร่

- ☐ 1. ของตนเอง ไร่
- ☐ 1. มีเอกสารสิทธิ์ที่ดิน ☐ 2. ไม่มีเอกสารสิทธิ์ที่ดิน
- ☐ 2. เช่า..... ไร่
- ☐ 1. มีเอกสารสิทธิ์ที่ดิน ☐ 2. ไม่มีเอกสารสิทธิ์ที่ดิน
- ☐ 3. พื้นที่ทำการเกษตร ไร่
- ☐ 1. มีเอกสารสิทธิ์ที่ดิน ☐ 2. ไม่มีเอกสารสิทธิ์ที่ดิน
- ☐ 4. พื้นที่ปลูกข้าว ไร่
- ☐ 1. มีเอกสารสิทธิ์ที่ดิน ☐ 2. ไม่มีเอกสารสิทธิ์ที่ดิน
- ☐ 5. อื่นๆ (โปรดระบุ.....)
- ☐ 1. มีเอกสารสิทธิ์ที่ดิน ☐ 2. ไม่มีเอกสารสิทธิ์ที่ดิน

15) ลักษณะของพื้นที่

- ☐ 1. ที่ดอน (ระบุ).....ไร่ ☐ 2. ที่ราบเชิงเขา (ระบุ).....ไร่

16) ช่วงเวลาหนึ่งปีท่านมีการปลูกพืชชนิดบ้าง (ให้ระบุชื่อพืชและจำนวนไร่ จากนั้นทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องของแต่ละเดือนที่มีการปลูกพืชนั้นๆ)

เดือน	จำนวน ไร่	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
พืช 1 ข้าวไร่													
พืช 2....ไม้ผล													
พืช 3....พืชผัก													
พืช 4....ไผ่.....													
พืช 5.....กั๋ง.....													
พืช 6.....													

17) ที่มาของแหล่งน้ำ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- ☐ 1. แหล่งน้ำในเขตชลประทาน ☐ 2. สระน้ำ (กรมพัฒนาที่ดิน)
- ☐ 3. บ่อน้ำของตนเอง ☐ 4. แหล่งน้ำชุมชน
- ☐ 5. น้ำฝน ☐ 6. อื่นๆ

18) ความพอเพียงของแหล่งน้ำ

- ☐ 1. พอ (ระบุจำนวน.....เดือน) ตั้งแต่ (ระบุ เดือน).....ถึง (ระบุเดือน).....
- ☐ 2. ไม่พอ (ระบุจำนวน.....เดือน) ตั้งแต่ (ระบุ เดือน).....ถึง (ระบุเดือน).....

19) ที่มาของอาหารที่ใช้บริโภคในครัวเรือน (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- ☐ 1. หาของป่าตามธรรมชาติ ☐ 2. จากการทำเกษตร
- ☐ 3. ซื้อเข้ามาจากภายนอก ☐ 4. อื่นๆ.....

20 ความเพียงพอของอาหารที่ใช้ในการบริโภคทั้งปี

- ☐ 1.พอ ☐ 2. ไม่พอ

ตอนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับการจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ

21) ท่านได้รับทราบข้อมูลการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำจากแหล่งใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- ☐ เจ้าหน้าที่พัฒนาที่ดิน
- ☐ หมอдинอาสา
- ☐ เพื่อนบ้าน
- ☐ วิทยุ โทรทัศน์ สื่อสิ่งพิมพ์
- ☐ อินเทอร์เน็ต และโซเชียลมีเดีย

22) ในรอบปีที่ผ่านมา ท่านได้ปรึกษา หรือได้รับคำแนะนำเกี่ยวกับการจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำจากเจ้าหน้าที่ของกรมพัฒนาที่ดินหรือไม่

- ☐ ไม่เคย
- ☐ เคย (ระบุ) ครั้ง / ปี เรื่อง.....

23) ท่านเคยได้รับการฝึกอบรม/ศึกษาดูงาน/ประชุม เกี่ยวกับการจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำหรือไม่

- ☐ ไม่เคย
- ☐ เคย (ระบุ) ครั้ง / ปีเรื่อง.....

24) ท่านมีการจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำทั้งหมด ไร่

25) ท่านเคยเข้าร่วมในการจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มาแล้วเป็นเวลา ปี

26) การใช้ประโยชน์พื้นที่หลังจากจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ

- ☐ ใช้เฉพาะปลูกข้าวไร่
- ☐ ใช้ปลูกพืชแบบผสมผสานกับพืช
- ☐ ระบุ.....
- ☐ ระบุ.....
- ☐ ระบุ.....
- ☐ ระบุ.....

27) ท่านมีการใช้วิธีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีใด

☐ วิธีกล

- ☐ คันคูเบนน้ำ
- ☐ คันคูรับน้ำขอบเขา ชนิดที่ 5
- ☐ คันคูรับน้ำขอบเขา ชนิดที่ 6
- ☐ บ่อตกตะกอนดิน
- ☐ อาคารชะลอความเร็วของน้ำ
- ☐ ขึ้นบันไดดินต่อเนื่อง
- ☐ นาขึ้นบันได
- ☐ อื่นๆ (ระบุ)

☐ วิธีพืช

- ☐ การใช้หญ้าแฝก
- ☐ การปลูกพืชคลุมดิน
- ☐ การปลูกพืชปุ๋ยสด
- ☐ การปลูกพืชสลับเป็นแถบ
- ☐ การปลูกพืชหมุนเวียน
- ☐ คันซากพืช
- ☐ การปลูกพืชระหว่างแถบไม้พุ่ม บำรุงดิน
- ☐ อื่นๆ (ระบุ)

28) เหตุผลที่เข้าร่วมการทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- | | |
|---|--|
| ☐ 1. ช่วยรักษาสภาพดิน | ☐ 2. ลดการชะล้างของหน้าดิน |
| ☐ 3. ทำงานไม่ยุ่งยาก | ☐ 4. เพื่อปรับพื้นที่ให้เหมาะสมกับการเกษตร |
| ☐ 5. ทำให้จัดการพื้นที่เกษตรง่ายขึ้น | ☐ 6. สามารถนำไปใช้เพื่อต่อยอดในพื้นที่ใกล้เคียง |
| ☐ 7. อื่น ๆ | |

29) ผลจากการจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำเกิดการเปลี่ยนแปลงด้านต่าง ๆ อย่างไร

- 1) ด้านดิน.....
- 2) ด้านพืช.....
- 3) ด้านสิ่งแวดล้อม.....
- 4) ด้านเศรษฐกิจ/สังคม.....

30) ผลจากการจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่ของท่านเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

- ☐ ผลผลิตเท่าเดิม
- ☐ ผลผลิตเพิ่มขึ้น จาก กิโลกรัม/ไร่ เป็น กิโลกรัม/ไร่ ระบุพืช.....
- ☐ ผลผลิตลดลง จาก กิโลกรัม/ไร่ เป็น กิโลกรัม/ไร่ ระบุพืช.....
- ☐ ผลผลิตเท่าเดิม แต่มีการเปลี่ยนแปลงด้านอื่น (ระบุ)

31) จากการส่งเสริมการปลูกไม้ผล,กาแฟ ท่านคิดว่าในอนาคตจะมีรายได้เพิ่มขึ้นหรือไม่

- ☐ 1.เพิ่มขึ้น ☐ 2. เท่าเดิม
- ☐ 3. ลดลง

32) ความคาดหวังรายได้ในอนาคต (ต่อปี)

- ☐ 1. 1-10,000 บาท ☐ 2. 10,001-20,000 บาท
- ☐ 3. 20,001-30,000 บาท ☐ 4. 30,001-40,000 บาท
- ☐ 5. 40,001-50,000 ☐ 6. 50,001 ขึ้นไป

ตอนที่ 3 แบบสอบถามเกี่ยวกับปัญหาและข้อเสนอแนะ ต่อการจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำร่วมกับการทำการเกษตรของเกษตรกร

คำแนะนำ โปรดกาเครื่องหมาย ✓ ลงใน ☐ หน้าข้อความลงในช่องว่างของแบบสอบถามตามความเป็นจริง

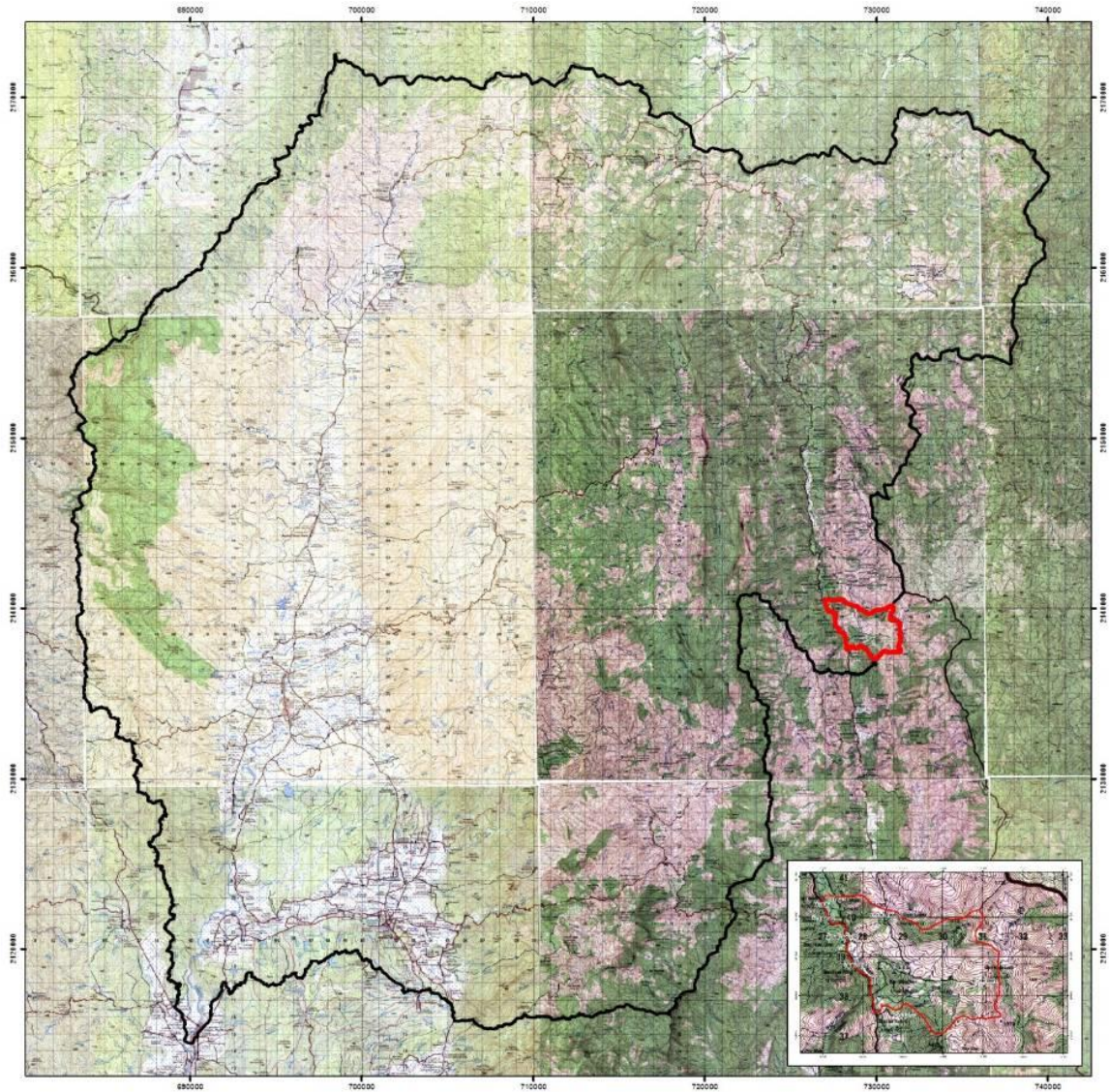
ปัญหา	รายละเอียดปัญหา
1. ปัญหาในการจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ	☐ ปัญหาขาดความรู้ความเข้าใจในการจัดทำระบบอนุรักษ์ ☐ ปัญหาขาดแคลนแรงงาน ☐ ปัญหาด้านพื้นที่ที่มีความไม่เหมาะสมกับการจัดทำระบบอนุรักษ์ ☐ ปัญหาด้านอื่นๆ (ระบุ).....
2. ปัญหาในการได้รับการสนับสนุนปัจจัยการผลิต(การปรับปรุงบำรุงดิน) หลังจากจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ	☐ ปริมาณของปัจจัยที่สนับสนุนไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้ ☐ ขาดความรู้ความเข้าใจในการปรับปรุงดิน ☐ ไม่รู้ข่าวสารของช่วงเวลาหรือไม่รู้ขั้นตอนและวิธีการในการขอรับการสนับสนุน ☐ ปัญหาด้านอื่นๆ (ระบุ).....

ปัญหา	รายละเอียดปัญหา
3. ปัญหาด้านการดูแลพื้นที่หลังจากการจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ	☐ แรงงานไม่เพียงพอ ☐ ขาดแคลนแหล่งน้ำในการเกษตร ☐ ปัญหาด้านอื่นๆ (ระบุ).....
4. ปัญหาในการให้คำแนะนำและติดตามงานของเจ้าหน้าที่ มีอะไรบ้าง	☐ ปัญหาด้านการไม่ได้รับการแนะนำถึงวิธีการปฏิบัติในการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ก่อนและหลัง จากเจ้าหน้าที่อย่างละเอียด ☐ ปัญหาด้านการติดตามงานและการแจ้งข่าวสารของเจ้าหน้าที่ ไม่ทั่วถึง ☐ วิธีการในการถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำยังไม่ดีพอ ☐ ปัญหาด้านอื่นๆ (ระบุ).....

ภาคผนวก ข

แผนที่ภูมิประเทศลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำน่านตอนบน (0901)

มาตราส่วน 1:250,000



	รายการ	พื้นที่	
		ตร.กม	ไร่
	ลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำน่านตอนบน	2,219.98	1,387,487.50
	พื้นที่ทำงานบ้านสไลด์และบ้านห้วยลึก	9.04	5,652.21

ลำดับชุดที่ L 7018

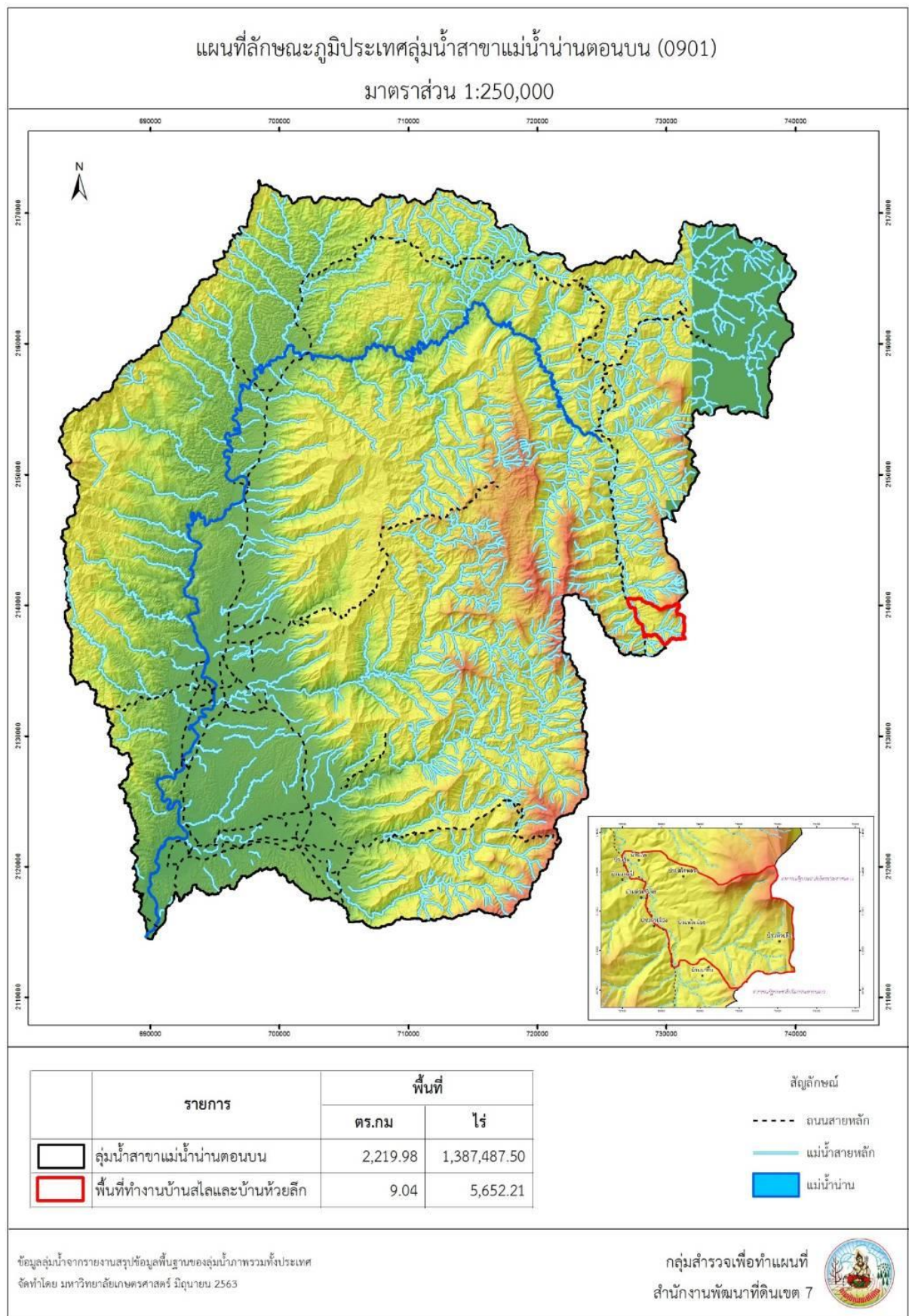
พื้นหลักฐาน WGS 84

ระวาง 5147 I-II,5148 II,5247 III-IV,5248 III

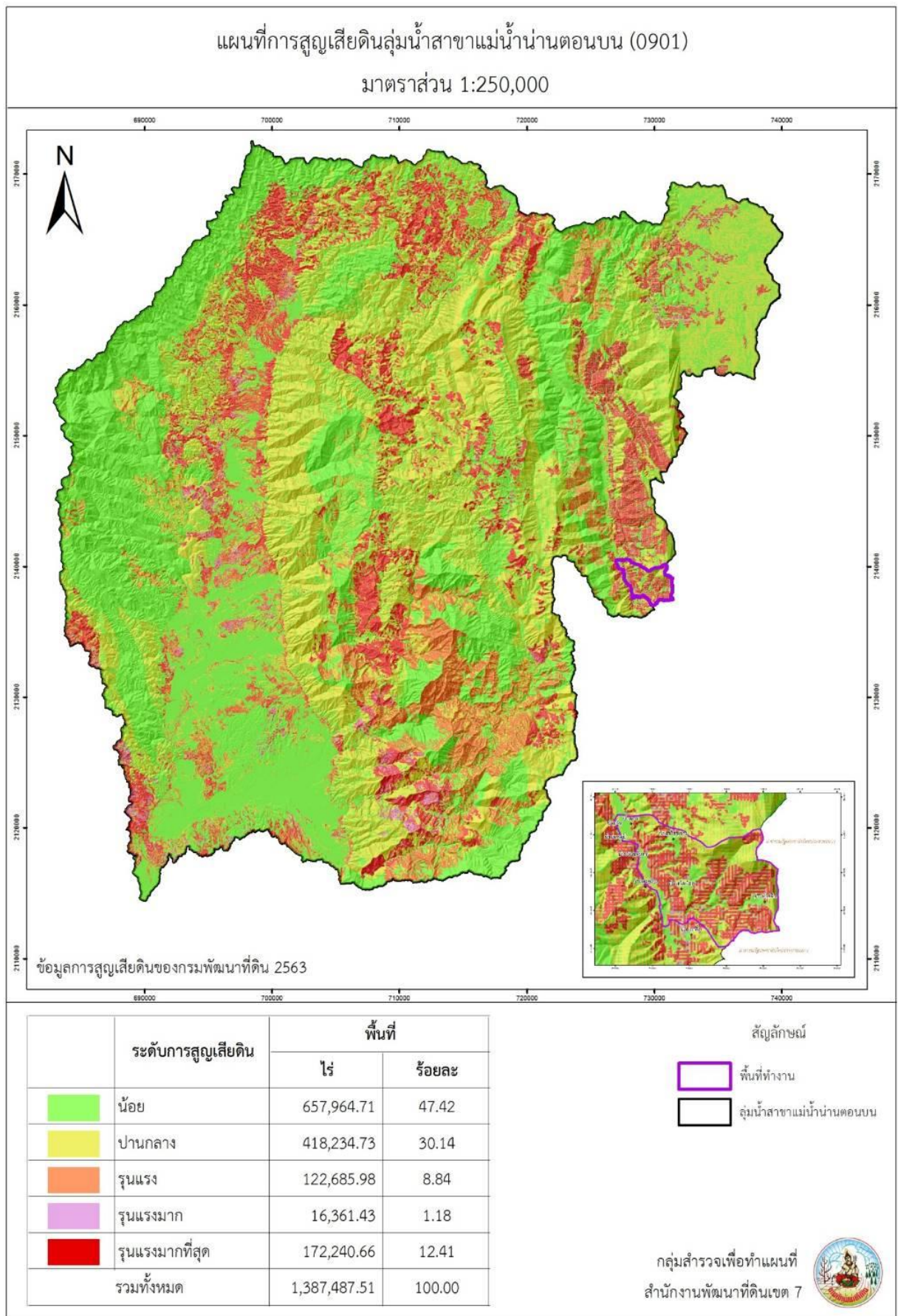
กลุ่มสำรวจเพื่อทำแผนที่
สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 7



ภาพผนวกที่ 1 แผนที่ภูมิประเทศลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำน่านตอนบน

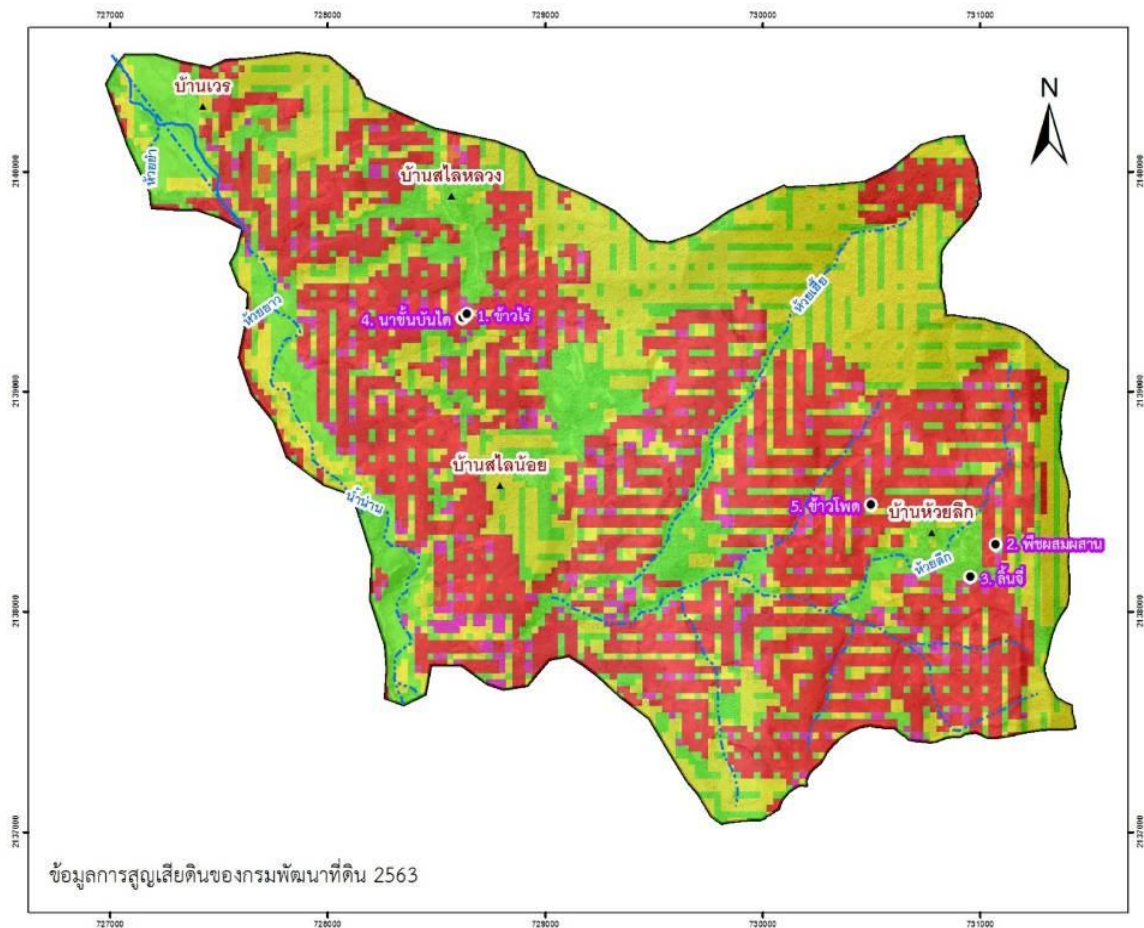


ภาพผนวกที่ 2 แผนที่ภูมิประเทศลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำน่านตอนบน 3มิติ



ภาพผนวกที่ 3 แผนที่การสูญเสียดินลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำน่านตอนบน

แผนที่ลักษณะภูมิประเทศพื้นที่ทำงาน
บ้านสไล บ้านห้วยลึก ตำบลบ่อเกลือเหนือ อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน
มาตราส่วน 1:20,000



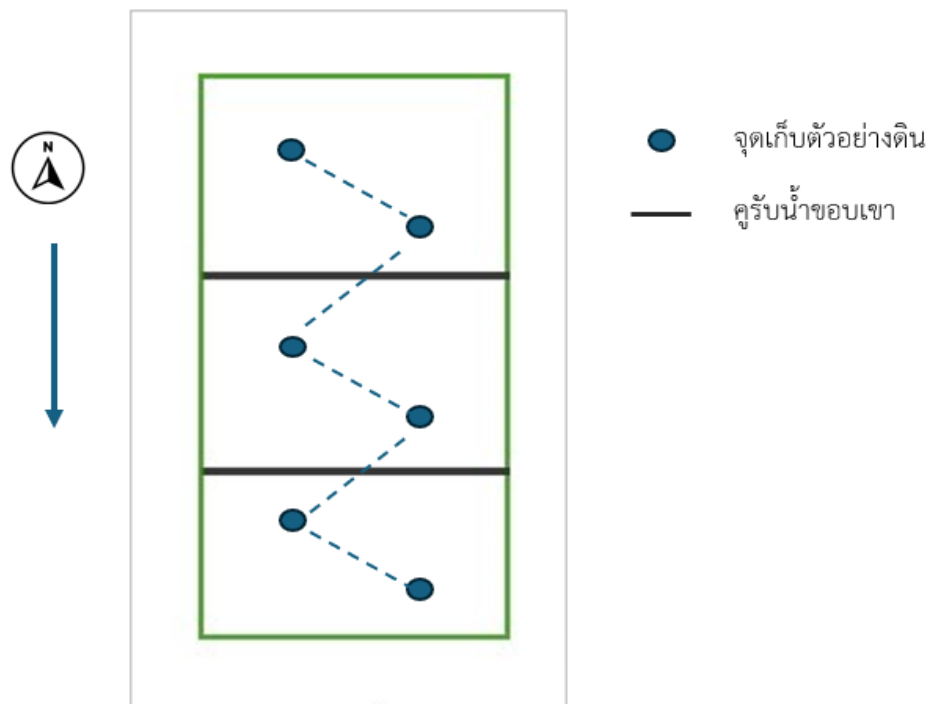
	ระดับการสูญเสียดิน	พื้นที่	
		ไร่	ร้อยละ
	น้อย	1,572.89	27.83
	ปานกลาง	1,509.97	26.71
	รุนแรง	11.35	0.20
	รุนแรงมาก	236.67	4.19
	รุนแรงมากที่สุด	2,321.33	41.07
	รวมทั้งหมด	5,652.21	100.00

- สัญลักษณ์
- ▲ ตำแหน่งบ้าน
 - ตำแหน่งจากการออกพื้นที่
 - แม่น้ำ
 - พื้นที่ทำงาน

กลุ่มสำรวจเพื่อทำแผนที่
สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 7



ภาพผนวกที่ 4 แผนที่การสูญเสียดินลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำน่านตอนบนบริเวณแปลงทดลอง



ภาพผนวกที่ 5 แผนผังจุดเก็บตัวอย่างดิน

รายงานผลการวิจัย

เรื่อง

การศึกษาการใช้น้ำในดินของกลุ่มชุดดินในระบบงานจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ
ในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำน่าน

Study of Soil Moisture of soil series group for Soil Ecosystem Services
in Water Resources Nan basin

โดย

นางสุนิย์รัตน์ โลหะโชติ

ทะเบียนวิจัยเลขที่ 64 64 02 11 20501 019 102 01 11

กลุ่มวิชาการเพื่อการพัฒนาที่ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 7
กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

กรกฎาคม 2565

