ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการลุ่มน้ำและสิ่งแวดล้อม)

ปริญญา

การจัดการลุ่มน้ำและสิ่งแวดล้อม | อนุรักษวิทยา

สาขา | **ภาควิชา**

เรื่อง การประเมินค่าการสูญเสียดิน และปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินในแต่ละรูปแบบการปลูกแฝก บริเวณศูนย์สาธิตการพัฒนาและรณรงค์การใช้แฝกด้านป่าไม้ที่ 2 จังหวัดสุโขทัย

Estimation of Soil Loss and Soil Organic Carbon Content in Different Vetiver Experimental Plots at Vetiver Usage for Forest Development and Campaign Demonstration Center Unit 2, Sukhothai Province

นามผู้วิจัย นายวาทนกานต์ ดอกพิกุล

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมนิมิตร พุกงาม, วท.ด.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์รุ่งเรือง พูลศิริ, Dr.nat.techn.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดรรชนี เอมพันธุ์, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การประเมินค่าการสูญเสียดิน และปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินในแต่ละรูปแบบการปลูกแฝก บริเวณศูนย์สาธิตการพัฒนาและรณรงค์การใช้แฝกด้านป่าไม้ที่ 2 จังหวัดสุโขทัย

Estimation of Soil Loss and Soil Organic Carbon Content in Different Vetiver Experimental Plots at Vetiver Usage for Forest Development and Campaign Demonstration Center Unit 2, Sukhothai Province

โดย

นายวาทนกานต์ ดอกพิกุล

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการลุ่มน้ำและสิ่งแวดล้อม)
พ.ศ. 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วาทนกานต์ ดอกพิกุล 2555: การประเมินค่าการสูญเสียดิน และปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินในแต่ละรูปแบบการปลูกแฝก บริเวณศูนย์สาธิตการพัฒนาและรณรงค์การใช้แฝกด้านป่าไม้ที่ 2 จังหวัดสุโขทัย ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการลุ่มน้ำและสิ่งแวดล้อม) สาขาการจัดการลุ่มน้ำและสิ่งแวดล้อม ภาควิชาอนุรักษวิทยา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมนิมิตร พุกงาม, วท.ด. 72 หน้า

การประเมินค่าการสูญเสียดิ น และปริมาณ อินทรีย์คาร์บอนในดินในแต่ละรูปแบบการปลูกแฝก บริเวณศูนย์สาธิตการพัฒนาและรณรงค์การใช้แฝกด้านป่าไม้ที่ 2 จังหวัดสุโขทัย โดยมีแปลงทดลอง 3 รูปแบบ ซึ่งประกอบด้วย รูปแบบที่ 1 แปลงขนาด 2x10 เมตร มีความลาดชัน ร้อยละ 5 ประกอบด้วย 6 สิ่งทดลอง ได้แก่ แปลงว่างเปล่า แปลงปลูกแฝกระยะห่าง ระหว่างต้นเท่ากับ 5, 10, 15, 20 และ 25 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยมีระยะห่างระหว่างแถวเท่ากับ 4 เมตร รูปแบบที่ 2 แปลงขนาด 4x20 เมตร มีความลาดชันร้อยละ 15 ประกอบด้วย 3 สิ่งทดลอง ได้แก่ แปลงว่างเปล่า แปลงปลูกแฝกแถวเดี่ยวระยะห่างตามแนวดิ่ง 4 เมตร และแปลงปลูกแฝกแถวเดี่ยวระยะห่างตามแนวดิ่ง 5 เมตร โดยมีสิ่งทดลองละ 2 ซ้ำ ส่วนรูปแบบที่ 3 แปลงขนาด 2 x2 เมตร มีความลาดชันร้อยละ 25 ประกอบด้วย 3 สิ่งทดลอง แปลงว่างเปล่า แปลงปลูกแฝกแถวเดียว แปลงปลูกแฝก 2 แถวระยะห่างระหว่างแถวเท่ากับ 1.5 เมตร มีสิ่งทดลองละ 3 ซ้ำ ทำการ ศึกษาในช่วงฤดูฝน ตั้งแต่เดือน พฤษภาคม ถึงเดือนตุลาคม ปี 2554 ทำการเก็บตะกอนทุกครั้งหลังจากฝนตก ผลการศึกษาพบว่า แปลงว่างเปล่ามีการสูญเสียดินรวมมากที่สุดในทุกรูปแบบการทดลอง โดยในรูปแบบที่ 1 พบว่า แปลงปลูกแฝกระยะห่างระหว่าง ต้นเท่ากับ 5 เซนติเมตร เป็นแปลงที่มีค่าการสูญเสียดินน้อยที่สุดเท่ากับ 1.33 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี และมีประสิทธิภาพของแฝกมากที่สุดเท่ากับ ร้อยละ 87.57 ในรูปแบบที่ 2 พบว่า แปลงปลูกแฝกระยะห่างตามแนวดิ่ง 4 เมตร มีการสูญเสียดินน้อยที่สุดเท่ากับ 2.62 ตันต่อแฮกแตร์ต่อปี และมีประสิทธิภาพของแฝกมากที่สุดเท่ากับ ร้อยละ 59.91 ส่วนในรูปแบบที่ 3 พบว่า แปลงปลูกแฝกสองแถวเป็นแปลงที่มีการสูญเสียดินน้อยที่สุดเท่ากับ 33.36 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี มีประสิทธิภาพของแฝกเท่ากับ ร้อยละ 73.83 สำหรับปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน พบว่า แปลงว่างเปล่าของรูปแบบที่ 1, 2 และ 3 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.214, 0.215, 0.02 กรัมคาร์บอนต่อตารางเมตร ตามลำดับ และยังพบว่ามีแนวโน้มที่ลดลง ในส่วนของแปลงที่มีการปลูกแฝกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทุกรูปแบบการทดลอง

_____ _____ ___ / ___ / ___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Vatanagan Dokpikul 2012: Estimation of Soil Loss and Soil Organic Carbon Content in Different Vetiver Experimental Plots at Vetiver Usage for Forest Development and Campaign Demonstration Center Unit 2, Sukhothai Province. Master of Science (Watershed and Environmental Management), Major Field: Watershed and Environmental Management, Department of Conservation. Thesis Advisor: Assistant Professor Somnimirt Pukngam, Ph.D. 72 pages.

Estimation of soil loss and soil carbon content in different vetiver experimental plots at Vetiver Usage for Forest Development and Campaign Demonstration Center Unit 2, Sukhothai Province was investigated using 3 experimental plot design with different replications and treatments. The first, experiment 1 on 5 percent of slope consists of one 2x10 m experimental plot with 6 treatments one replication were bare soil, 5, 10, 15, 20 and 25 cm respectively with 4 m vertical interval of all treatments.The second, experiment 2 on 15 percent of slope was designed as two 4x20 m respectively plots with a treatments and 2 replications as bare soil, 4 m and 5 m vertical interval. The last, experiment 3 on 25 percent of slope consists of four 2x2 m and 1.5 m vertical experimental plots with 3 treatments and 4 replications were bare soil, one row and two row of vetiver respectively with space 1.5 m. The investigation was carried out during the rainy season, May - October 2011. The sediment was collected every time after rainfall. The results of the study found that the maximum soil loss was occurred on bare soil plot in all experimental design . In experiment 1, the minimum soil loss was in 5 cm spacing plot as 1.33 ton/ha/yr with the maximum efficiency of 87.57 percent. In experiment 2, the minimum soil loss in vertical interval 4 m plot was 2.62 ton ha^{-1} yr^{-1} with maximum efficiency as 59.91 percent. For experiment 3, the minimum soil loss was in 2 row with 1.5 m spacing plot as 33.36 ton ha^{-1} yr^{-1} with the maximum efficiency as 73.83 percent. For soil organic carbon content, the mean soil organic carbon in bare soil for experiment 1, 2 and 3 were 0.214,0.215, 0.02 g C m^{-2}. The trend indicated that the soil organic carbon in almost bare soil plots were decreased that opposite all vetiver plots which were increased.

_____ _____ ___ / ___ / ___

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณในความเมตตาของ ผศ.ดร. สมนิมิตร พุกงาม ประธานกรรมการที่ปรึกษา ผศ.ดร. รุ่งเรือง พูลศิริ กรรมการที่ปรึกษาร่วม ที่ได้ให้คำปรึกษา แนะนำ ช่วยเหลือ ตรวจทานแก้ไข และเป็นกำลังใจที่สำคัญตลอดมา จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี อ.ดร. สุภัทรา ถึกสถิตย์ ประธานการสอบ อ.ดร. ไพศานต์ เพ็ชรพลาย ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่ให้คำแนะนำในการปรับปรุง แก้ไขข้อบกพร่องจากการสอบ เพื่อความถูกต้องและความสมบูรณ์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอกราบขอบพระคุณ คุณปราบยณ สมใจ หัวหน้าศูนย์สาธิตการพัฒนาและรณรงค์การใช้แฝกด้านป่าไม้ที่ 2 จังหวัดสุโขทัย รวมถึงทุกท่านที่เคยดำรงตำแหน่งหัวหน้าศูนย์สาธิตฯ ตลอดช่วงระยะเวลาการวิจัย และขอขอบคุณสำนักอนุรักษ์และจัดการต้นน้ำ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ให้การสนับสนุนด้านการเรียนการศึกษา รวมทั้งญาติพี่น้อง ครู อาจารย์ ที่คอยให้ความรักความเมตตา ห่วงใย อบรมสั่งสอน และเป็นกำลังใจให้เสมอมา จนทำให้มีวันนี้ และก็ขอขอบคุณเพื่อนๆ และพี่น้อง สาขาวิชาการจัดการลุ่มน้ำและสิ่งแวดล้อมทุกคน ที่ให้ความช่วยเหลือ หวังดี และคอยเป็นกำลังใจเสมอมา

วาทนกานต์ ดอกพิกุล

กันยายน 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	24
อุปกรณ์	24
วิธีการ	25
ผลและวิจารณ์	35
สรุปและข้อเสนอแนะ	48
สรุป	48
ข้อเสนอแนะ	50
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	51
ภาคผนวก	59
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	72

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ปริมาณตะกอนจากการชะละลายและการกร่อนของดิน ในแต่ละรูปแบบการปลูกแฝกบริเวณศูนย์สาธิตการพัฒนาและรณรงค์การใช้แฝกด้านป่าไม้ที่ 2 จังหวัดสุโขทัย	36
2	ระดับการสูญเสียดินในประเทศไทย จากการประเมินของกรมพัฒนาที่ดิน	37
3	การสูญเสียดินจากการชะละลายและการกร่อนของดินต่อปริมาณน้ำฝน 10 มิลลิเมตร	40
4	ประสิทธิภาพของแฝกในการป้องกันการสูญเสียดินในลักษณะแปลงทดลองบริเวณศูนย์ สาธิตการพัฒนาและรณรงค์การใช้แฝกด้านป่าไม้ที่ 2 จังหวัดสุโขทัย	41
5	ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร จากแปลงทดลองการสูญเสียดิน บริเวณศูนย์สาธิตการพัฒนาและรณรงค์การใช้แฝกด้านป่าไม้ที่ 2 จังหวัดสุโขทัย	44
6	ประสิทธิภาพของแฝกต่อปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน ในลักษณะแปลงทดลองบริเวณศูนย์ สาธิตการพัฒนาและรณรงค์การใช้แฝกด้านป่าไม้ที่ 2 จังหวัดสุโขทัย	46

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
1	ปริมาณน้ำฝน และปริมาณตะกอนของแปลงว่างเปล่า (แปลงควบคุม) รูปแบบการปลูกแฝกที่ 1	60
2	ปริมาณน้ำฝน และปริมาณตะกอนของแปลงปลูกแฝกแถวเดี่ยว ระยะห่างระหว่างต้น 5 เซนติเมตร รูปแบบการปลูกแฝกที่ 1	62
3	ปริมาณน้ำฝน และปริมาณตะกอนของแปลงปลูกแฝกแถวเดี่ยว ระยะห่างระหว่างต้น 10 เซนติเมตร รูปแบบการปลูกแฝกที่ 1	63
4	ปริมาณน้ำฝน และปริมาณตะกอนของแปลงปลูกแฝกแถวเดี่ยว ระยะห่างระหว่างต้น 15 เซนติเมตร รูปแบบการปลูกแฝกที่ 1	64
5	ปริมาณน้ำฝน และปริมาณตะกอนของแปลงปลูกแฝกแถวเดี่ยว ระยะห่างระหว่างต้น 20 เซนติเมตร รูปแบบการปลูกแฝกที่ 1	65
6	ปริมาณน้ำฝน และปริมาณตะกอนของแปลงปลูกแฝกแถวเดี่ยว ระยะห่างระหว่างต้น 25 เซนติเมตร รูปแบบการปลูกแฝกที่ 1	66
7	ปริมาณน้ำฝน และปริมาณตะกอนของแปลงว่างเปล่า (แปลงควบคุม) รูปแบบการทดลองที่ 2	67
8	ปริมาณน้ำฝน และปริมาณตะกอนของแปลงปลูกแฝกระยะห่างระหว่างแถวตามแนวดิ่ง 4 เมตร รูปแบบการปลูกแฝกที่ 2	68
9	ปริมาณน้ำฝน และปริมาณตะกอนของแปลงปลูกแฝก ระยะห่างระหว่างแถวตามแนวดิ่ง 5 เมตร รูปแบบการปลูกแฝกที่ 2	69
10	ปริมาณน้ำฝน และปริมาณตะกอนของแปลงว่างเปล่า (แปลงควบคุม) รูปแบบการปลูกแฝกที่ 3	70
11	ปริมาณน้ำฝน และปริมาณตะกอนของแปลงปลูกแฝกแถวเดี่ยว รูปแบบการปลูกแฝกที่ 3	71
12	ปริมาณน้ำฝน และปริมาณตะกอนของแปลงปลูกแฝกสองแถว รูปแบบการปลูกแฝกที่ 3	72

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แปลงทดลองรูปแบบที่ 1 แปลงขนาด 2x10 เมตร	25
2	แปลงทดลองรูปแบบที่ 2 แปลงขนาด 4x20 เมตร	26
3	แปลงทดลองรูปแบบที่ 3 แปลงขนาด 2x2 เมตร	27
4	ที่ตั้งพื้นที่ศึกษาและลักษณะภูมิประเทศ บริเวณศูนย์สาธิตการพัฒนาและรณรงค์การใช้แฝกด้านป่าไม้ที่ 2 จังหวัดสุโขทัย	32
5	ช่วงน้ำหลากและช่วงแล้งฝนของสถานีตรวจอากาศในพื้นที่ศูนย์สาธิตการพัฒนาและรณรงค์การใช้แฝกด้านป่าไม้ที่ 2 จังหวัดสุโขทัย	34
6	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินกับการสูญเสียดิน	45

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การประเมินค่าการสูญเสียดิน และปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินในแต่ละรูปแบบการปลูกแฝก บริเวณศูนย์สาธิตการพัฒนา และรณรงค์การใช้แฝกด้านป่าไม้ที่ 2 จังหวัดสุโขทัย

Estimation of Soil Loss and Soil Organic Carbon Content in Different Vetiver Experimental Plots at Vetiver Usage for Forest Development and Campaign Demonstration Center Unit 2, Sukhothai Province

คำนำ

ปัจจุบันนี้การชะละลาย (leaching) และการกร่อน (erosion) ของดินถือว่าเป็นปัญหาที่มีความสำคัญมากที่ต้องจัดการ การชะละลายและการกร่อนของดินสามารถเกิดขึ้นได้ตามธรรมชาติ มีมนุษย์และสัตว์เป็นตัวการ ในปีหนึ่งๆ การชะละลายและการกร่อนของดินนั้นได้ก่อให้เกิดการสูญเสียทรัพยากรธรรมชาติและมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างยิ่งนับตั้งแต่การสูญเสียหน้าดินที่มีสารอาหารและอินทรียวัตถุ ตลอดจนทำให้โครงสร้างของดินเสื่อมลง เป็นผลให้ไม่สามารถทำการเกษตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนั้นตะกอนดินจะถูกพัดพาและไปทับถม ทำให้แหล่งน้ำต่างๆ ตื้นเขินไม่สามารถที่จะกักเก็บน้ำในปริมาณที่ต้องการได้ เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศที่มีอาชีพการเกษตรเป็นหลัก จึงส่งผลกระทบโดยตรงต่อเศรษฐกิจของประเทศ อีกทั้งยังส่งผลกระทบต่างๆ ตามมา ภัยพิบัติตามธรรมชาติจากการตัดไม้ทำลายป่าที่เพิ่มมากขึ้น มีสาเหตุมาจากประชากรที่มากขึ้นบุกรุกพื้นที่ป่ามาทำพื้นที่เกษตรโดยไม่เป็นไปตามหลักการอนุรักษ์ดินและน้ำ ดังนั้นจึงต้องมีการหาวิธีการที่เหมาะสมในการเพาะปลูกเพื่อที่จะแก้ไขปัญหา พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวได้ทรงตระหนักถึงปัญหาเกี่ยวกับการชะละลายและการกร่อนของดิน โดยมีพระราชดำริให้ใช้แฝกในการพัฒนา ปรับปรุงบำรุงดิน ฟื้นฟูดินให้มีความอุดมสมบูรณ์ และแก้ปัญหาดินเสื่อมโทรม ดำเนินการขยายพันธุ์ ทำให้กล้าแฝกเพียงพอด้วย ที่สำคัญต้องไม่ลืมหน้าที่ของแฝกในการอนุรักษ์ดินและน้ำ และเพื่อรักษาดิน ให้ทุกหน่วยงานและหน่วยงานราชการที่มีศักยภาพในการขยายพันธุ์ ให้ความร่วมมือกับกรมพัฒนาที่ดิน ในการผลิตกล้าแฝก และแจกจ่ายกลุ่มเป้าหมายอย่างเพียงพอ ที่เป็นเช่นนั้นเนื่องจากแฝกเป็นพืชที่สามารถขึ้นได้ทุกที่ และมีรากที่ลึกลงดินเป็นอย่างมาก ดังนั้น ด้วยความที่มีรากลึกจึงทำให้ดินเกาะกันอย่างหนาแน่น และเมื่อรากเก่าที่ต้นตายแล้วก็ยังกลับมาเป็นปุ๋ยเพิ่มแร่ธาตุให้กับดินอีกด้วย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นอกเหนือจากปัญหาน้ำไหลบ่าหน้าดินอันทำให้เกิดการชะละลายและการกร่อนของดินแล้ว ยังมีปัญหาที่สำคัญในปัจจุบันนี้ก็คือ ปัญหาสภาวะโลกร้อนซึ่งเป็นปัญหาที่น่าเป็นห่วงเป็นอย่างมาก โลกร้อนขึ้นทำให้ระบบนิเวศเสียไป ปัญหาต่างๆ เหล่านี้เนื่องมาจากการตัดไม้ทำลายป่า ทำลายพืชพรรณที่ปกคลุมหน้าดิน ซึ่งสิ่งต่างๆ เหล่านี้ไม่ว่าจะเป็นต้นไม้หรือต้นหญ้าล้วนแล้วแต่เป็นตัวที่ช่วยกักเก็บคาร์บอนให้อยู่ในดินไม่ปลดปล่อยไปจากดินทำให้ลดภาวะโลกร้อนอีกด้วย ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการชะละลายและการกร่อนของดินในแต่ละรูปแบบการปลูกแฝก และเปรียบเทียบปริมาณตะกอนจากการปลูกแฝกในแต่ละรูปแบบ รวมทั้งศึกษาประสิทธิภาพของแฝกในการป้องกันการชะละลายและการกร่อนของดิน ทั้งยังศึกษาปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินจากการปลูกแฝกในแต่ละรูปแบบ ในบริเวณแปลงทดลองศูนย์สาธิตการพัฒนาและรณรงค์การใช้แฝกด้านป่าไม้ที่ 2 จังหวัดสุโขทัย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบการชะละลายและการกร่อนของดินในแต่ละรูปแบบการปลูกแฝก บริเวณแปลงทดลองศูนย์สาธิตการพัฒนาและรณรงค์การใช้แฝกด้านป่าไม้ที่ 2 จังหวัดสุโขทัย

2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของแฝกในการป้องการชะละลายและการกร่อนของดิน บริเวณแปลงทดลองศูนย์สาธิตการพัฒนาและรณรงค์การใช้แฝกด้านป่าไม้ที่ 2 จังหวัดสุโขทัย

3. เพื่อศึกษาปริมาณอินทรีย์คาร์บอน และประสิทธิภาพของแฝกต่ออินทรีย์คาร์บอนในดินในบริเวณแปลงปลูกแฝก ศูนย์สาธิตการพัฒนาและรณรงค์การใช้แฝกด้านป่าไม้ที่ 2 จังหวัดสุโขทัย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจเอกสาร

1. แฝก (Vetiver)

1.1 ลักษณะทั่วไปของแฝก

แฝก (vertiver) เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยววงศ์หญ้าชนิดหนึ่ง (Family Poacea หรือ Gramineae) วงศ์ย่อย (Subfamily) Panicoidea หมู่ (Tribe) Andropogoneae เช่นเดียวกับข้าวโพด ข้าวฟ่าง อ้อย ซึ่งพบกระจายอยู่ทั่วไปหลายพื้นที่ตามธรรมชาติ จากการสำรวจ พบว่า มีกระจายอยู่ทั่วโลกประมาณ 12 ชนิด และสำรวจพบในประเทศไทย 2 ชนิด ได้แก่ กลุ่มพันธุ์แฝกลุ่ม (*Vetivaria zizanioides* L. Nash.) ได้แก่ พันธุ์สุราษฎร์ธานี กำแพงเพชร 2 ศรีลังกา สงขลา 3 และพระราชทาน กลุ่มพันธุ์แฝกดอน (*Vetivaria nemoralis* A. Camus) ได้แก่ พันธุ์ราชบุรี ประจวบคีรีขันธ์ ร้อยเอ็ด กำแพงเพชร 1 นครสวรรค์ เลย เป็นต้น โดยมีลักษณะการเจริญพันธุ์ที่ขึ้นเป็นกอ หน่อเบียดกันแน่น ใบของแฝกมีลักษณะแคบยาว ขอบขนานปลายสอบแหลม ด้านท้องใบมีสีจางกว่าด้านหลังใบ มีรากเป็นระบบรากฝอยที่สานกัน แน่นยาว หยั่งลึกในดิน มีข้อดอกตั้ง ประกอบด้วย ดอกขนาดเล็ก ดอกจำนวนครึ่งหนึ่งจะเป็นหมัน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2554) โดยแหล่งกำเนิดพันธุ์ของแฝกถือกำเนิดในประเทศอินเดียและได้แพร่กระจายปลูกไปยังพื้นที่ต่างๆ ทั่วโลก (วิทูร, 2541)

สำหรับประเทศไทย พบว่า แฝกสามารถปลูกได้ในทุกสภาพพื้นที่ ไม่ว่าจะเป็นพื้นที่ที่ราบลุ่มและพื้นที่ดอน ซึ่ง วีรชัย และ วิทูร (2541) พบว่า ถึงแม้ว่าหญ้าแฝกจะถูกเผาในฤดูแล้ง แฝกก็ยังสามารถแตกกอขึ้นมาใหม่ได้ เนื่องจากแฝกเก็บความชื้นในดินไว้ได้มากจากการมีรากที่ยาวจึงเหมาะแก่การนำมาเป็นพืชที่ใช้ในมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ

1.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ลำต้น (culm) แฝกเป็นหญ้าที่ขึ้นเป็นกอแน่น มีลักษณะเป็นพุ่ม ใบยาวตั้งตรง ขึ้นสูง สูงระหว่าง 100-200 เซนติเมตร (จเร, 2535ก) มักพบขึ้นอยู่เป็นกลุ่มใหญ่กระจายอยู่ไม่ไกลมากนัก กอแฝกมีขนาดค่อนข้างใหญ่ โคนกอเบียดกันแน่นเป็นลักษณะเฉพาะที่แตกต่างจากหญ้าอื่น ค่อนข้างชัดเจน ส่วนโคนของลำต้นจะแบนเกิดจากส่วนโคนใบที่จัดเรียงซ้อนกัน ลำต้นแท้จะมีขนาดเล็กซ่อนอยู่ในกาบใบบริเวณคอดิน ประเทศไทย พบแฝกมากในสภาพโล่งแจ้งโดยเฉพาะบริเวณใกล้น้ำ ดินที่มีความชุ่มชื้นสูงและในป่าเต็งรัง (สถาบันวิจัยและพัฒนาหญ้าแฝก, 2554)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใบ (leaf) ของแฝกแตกจากโคน มีลักษณะแคบยาว ขอบขนาน ปลายสอบแหลม แผ่นใบหยาบ โดยเฉพาะใบแก่ขอบใบและเส้นกลางใบมีหนามละเอียด หนามบนใบที่ส่วนโคนและกลางแผ่นใบจะมีน้อยแต่จะมีมากที่บริเวณปลายใบ มีลักษณะตั้งทแยงปลายหนามชี้ขึ้นไปทางปลายใบ กระจังหรือเยื่อกั้นน้ำฝนที่โคนใบจะลดรูป มีลักษณะเป็นเพียงส่วนโค้งของขนสั้นละเอียด บางครั้งสังเกตได้ไม่ชัดเจน (สถาบันวิจัยและพัฒนาหญ้าแฝก, 2554) และรูปร่างของใบมีลักษณะแคบ กว้างระหว่าง 5-9 มิลลิเมตร ขอบขนาน ปลายสอบแหลม ยาว 35-80 เซนติเมตร (จเร, 2535ข)

ช่อดอก (inflorescence) อยู่บนก้านช่อดอกซึ่งสูงประมาณ 1.50 เมตร หรืออาจสูงถึง 2 เมตร ช่อดอกแฝกจะกางออกเป็นรูปฉัตร ยาวประมาณ 30 เซนติเมตร ฐานกว้าง 15 เซนติเมตร ช่อดอกมีสีน้ำตาล น้ำตาลแดง เทา หรือสีขาวนวล ทั้งนี้เนื่องจากเป็นสีของส่วนประกอบที่เป็นก้านช่อดอก แขนงช่อดอก กลีบดอก เกสรตัวผู้ และเกสรตัวเมีย ซึ่งมีตั้งแต่สีม่วงแดง (red) ถึงสีขาว (alba) หากส่วนประกอบทั้งหมดมีสีเดียวกัน เช่น สีม่วงแดง ก็จะเห็นช่อดอกเป็นสีม่วงแดง หากเป็นสีขาวทั้งช่อจะเห็นเป็นสีขาวนวล หากแต่มีสีคละกัน เช่น ก้านช่อดอกมีสีม่วง เกสรตัวผู้สีขาว เกสรตัวเมียสีม่วงเข้ม กลีบดอกสีม่วงอ่อน ช่อดอกจะมีสีเทา หรือสีกะปิ เป็นต้น ลักษณะช่อดอกของแฝก ดอกแฝกจะอยู่บนแขนงช่อดอกโดยอยู่เป็นคู่ ดอกบนมีก้านดอก ดอกล่างไม่มีก้านดอก ดอกบนเป็นดอกตัวผู้ คือ มีเกสรตัวผู้ ดอกล่างเป็นดอกกระเทย คือ มีทั้งเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมีย เป็นดอกที่มีการผสมติดเมล็ด ดอกบนค่อนข้างเล็กเรียว บางครั้งเปลี่ยนรูปร่างเป็นรูปกลมคล้ายหัวเข็มหมุดที่มีส่วนบนแหลม เข้าใจว่าเป็นดอกที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์ ดอกแฝกจะบานเพื่อผสมเกสรอยู่ 4–5 วัน ส่วนที่ผสมเกสรก่อนจะอยู่บนยอดของช่อ หลังผสมเกสรแขนงจะเริ่มหุบตั้งแต่ปลายช่อดอกลงมาจนถึงโคนช่อและเมล็ดเริ่มแตกรวง ซึ่งใช้เวลา 8–10 วัน เมล็ดเริ่มแก่และร่วงซึ่งใช้เวลาประมาณ 10–12 วัน เมื่อร่วงหมดแล้วจะเหลืออยู่เฉพาะก้านช่อดอก สำนักอนุรักษ์และจัดการต้นน้ำ (2554) พบว่า ช่อดอกเป็น panicle แขนงของช่อย่อย ประกอบด้วย ดอกย่อยที่ไม่มีก้าน 1 หรือ 2 ดอก ส่วนดอกที่อยู่ปลายช่อมีก้านและเป็นดอกตัวผู้ ดอกที่อยู่ถัดลงมาเป็นดอกย่อยมีก้าน ก้านละ 1 ดอก มีข้อห่างกัน 5 มิลลิเมตร ก้านช่อดอกต่ำลงมา 2 มิลลิเมตร (Gilliland, 1971)

เมล็ดและต้นกล้า (seed and seedling) เมล็ดมีลักษณะกลมยาวคล้ายเมล็ดข้าวเปลือก มีหนามเล็กๆ เรียงเป็นแถว หนามเล็กๆ นี้เรียงตามขอบใบ สีของเมล็ดมีสีเดียวกับกลีบดอกสีน้ำตาลปนเทา เมล็ดแฝกสามารถงอกได้แต่ไม่มากนัก และมีการพักตัว หากเก็บเมล็ดไว้ตั้งแต่ 1–6 เดือน เมล็ดจะมีความงอกเฉลี่ยร้อยละ 1–34 ต้นกล้าที่งอกจากเมล็ดจะมีความอ่อนแอระหว่างร้อยละ 1–15 ในสภาพธรรมชาติเมล็ดงอกได้น้อย มีบางพันธุ์ไม่ปรากฏว่ามีต้นกล้าเล็กของแฝกขึ้นมา บริเวณกอแฝก เช่น แฝกหอมอินเดีย (สำนักอนุรักษ์และจัดการต้นน้ำ, 2554)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระบบราก (roots) เป็นระบบรากฝอย มี 2 ขนาด คือ เส้นโตและเส้นเล็กฝอยขนาดเล็ก เส้นโตจะเหนียวและแข็งเจาะลงไปในดินได้ลึก เส้นขนาดเล็ก แตกแขนงออกมาจากเส้นใหญ่ และสานกันคล้ายร่างแหหรือใยขัดหม้อ รากหยั่งลึกลงไปในดินอย่างรวดเร็ว ภายใน 3 สัปดาห์อาจยาวถึง 60 เซนติเมตร ในสภาพพื้นที่บางแห่งซึ่งมีหน้าดินลึก รากแฝกอาจยาวถึง 3 เมตรเศษ รากแฝกแตกแขนงเป็นฝอยจำนวนมาก และขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ บางพันธุ์รากฝอยละเอียด และสีของรากแตกต่างกันไปตามสายพันธุ์ของแฝกเช่นเดียวกัน (สำนักอนุรักษ์และจัดการต้นน้ำ, 2554)

1.3 ลักษณะเด่นของแฝก

กรมพัฒนาที่ดิน (2541) ได้สรุปว่า แฝกมีลักษณะเด่นอยู่หลายประการไม่ว่าจะเป็นในทางด้านฟื้นฟูทรัพยากรดิน และสภาพแวดล้อม ดังนี้

1.3.1 มีการแตกหน่อรวมเป็นกอ เบียดกันแน่น ไม่แผ่ขยายด้านข้าง
1.3.2 มีการแตกหน่อและใบใหม่ไม่ต้องดูแลมาก
1.3.3 แฝกมีข้อที่ลำต้นถี่ ขยายพันธุ์โดยวิธีแตกหน่อทั้งปี
1.3.4 ส่วนใหญ่ไม่ขยายพันธุ์ด้วยเมล็ด ทำให้ควบคุมการแพร่ขยายได้
1.3.5 มีใบยาว ตัดและแตกใหม่ง่าย แข็งแรง และทนต่อการย่อยสลาย
1.3.6 ระบบรากยาว สานกันแน่น และช่วยอุ้มน้ำ
1.3.7 บริเวณรากเป็นที่อยู่อาศัยของจุลินทรีย์
1.3.8 ปรับตัวกับสภาพอากาศได้ดี ทนทานต่อโรคพืชทั่วไป
1.3.9 ส่วนที่เจริญต่ำกว่าผิวดิน ช่วยให้อยู่รอดได้ดี

1.4 ประโยชน์ของแฝก

กรมพัฒนาที่ดิน (2541) รายงานไว้ว่า แฝกมีประโยชน์อยู่มากมายมหาศาลโดยแบ่งออกเป็นด้านๆ ได้แก่ ด้านการอนุรักษ์ดินและน้ำ ด้านการฟื้นฟูและปรับปรุงดิน และการรักษาสภาพแวดล้อม ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.4.1 ด้านการอนุรักษ์ดินและน้ำ

1) การปลูกแฝกตามแนวระดับขวางความลาดชัน การปลูกแบบนี้เห็นเป็นผลดีมาก เมื่อแฝกมีความเจริญและแตกกอเพิ่มขึ้นเต็มตลอดแนวจนไม่มีช่องว่างซึ่งถือว่ามีประโยชน์สูงสุด เพราะเมื่อมีน้ำไหลบ่าหรือมีการพัดพาดินไปกระทบแถวของแฝก แฝกจะทำหน้าที่ชะลอความเร็วของน้ำลงและดักเก็บตะกอนดินไว้ ส่วนน้ำจะไหลบ่าซึมลงไปสู่ดินชั้นล่างได้มากขึ้น อันเป็นการเพิ่มความชุ่มชื้นให้กับดินเบื้องล่างและน้ำที่ผิวดินก็ไหลผ่านแนวต้นแฝกไปได้ ส่วนรากแฝกนั้นอาจลึกถึง 3 เมตร ซึ่งยึดดินได้อันเป็นการป้องกันการชะละลายและการกร่อนของดินได้ดี

2) การปลูกแฝกเพื่อแก้ปัญหาการกร่อนของดินที่เป็นร่องน้ำลึก เทคนิคการปลูกแฝกเพื่อแก้ปัญหาบริเวณร่องน้ำลึกโดยการปลูกแฝกในแนวขวางหนึ่งแถวเหนือบริเวณร่องลึกและใช้ถุงทรายหรือดินเรียงเป็นแนวเพื่อช่วยชะลอความเร็วของน้ำที่ไหลบ่าในระยะที่แฝกเริ่มตั้งตัว

3) การปลูกในพื้นที่ที่มีความลาดชัน โดยเฉพาะในแถบภาคเหนือและภาคใต้ มาตรการที่เหมาะสม คือ การปลูกแฝกให้เป็นแนวบริเวณขอบคูเขา หรือริมขั้นบันไดดินด้านนอก โดยควรปลูกแฝกเป็นแถวตามแนวขวางความลาดเทในช่วงฤดูฝน โดยการไถพรวนดินนำร่องแล้วปลูกแฝกลงในร่องไถ

1.4.2 ด้านการฟื้นฟูและปรับปรุงดิน

1) การปลูกแฝกเพื่ออนุรักษ์ความชุ่มชื้นในดิน เป็นการปลูกไม้ผลร่วมกับแถวแฝกในระยะแรกเริ่ม หรือปลูกแฝกสลับกับต้นไม้ที่ต้องการใช้ประโยชน์ เมื่อแฝกเติบโตประมาณหนึ่งปี ก็สามารถตัดใบไปใช้ประโยชน์ในการเป็นวัสดุคลุมดินบริเวณโคนยางพาราเพื่อรักษาความชุ่มชื้นโดยที่ใบแฝกจะไม่เป็นพาหะของโรคและแมลง

2) การปลูกแฝกเพื่อป้องกันการเสียหายของขั้นบันไดดินหรือคันคูรับน้ำรอบเขา ในพื้นที่ลาดชันมักนิยมปลูกบนขั้นบันไดดินหรือมีการก่อสร้างคันคูดินรอบเขา ซึ่งเป็นการลงทุนสูงในการป้องกันการเสียหายโดยการปลูกแฝกเป็นแนวในบริเวณขอบขั้นบันไดดิน หรือคันคูดิน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3) การปลูกเพื่อควบคุมร่องน้ำ โดยการนำแฝกไปปลูกในร่องน้ำด้วยการขุดหลุมปลูกขวางร่องน้ำเป็นแนวตรงหรือเป็นแนวหัวลูกศรย้อนทางกับทิศทางไหล ในลักษณะตัววีคว่ำ เพื่อควบคุมการเกิดร่องน้ำแบบลึกหรือการปลูกในร่องน้ำล้นโดยปลูกตามแนวระดับเพื่อกักเก็บน้ำ และยังชะลอความเร็วของน้ำอีกด้วย

4) การปลูกแฝกในการป้องกันตะกอนดินทับถมลงสู่คลองส่งน้ำ ระบายน้ำ และอ่างเก็บน้ำในไร่นา ตลอดจนปลูกรอบสระเพื่อกรองตะกอนดิน โดยการปลูกแฝกเป็นแถวบริเวณสองข้างทางคลองส่งน้ำจะช่วยกันตะกอนดินที่ไหลลงมา ในส่วนของการปลูกรอบขอบสระเพื่อกรองตะกอนดินนั้นเมื่อน้ำไหลบ่ามาตะกอนจะติดข้างอยู่บริเวณแถวแฝก ส่วนน้ำจะค่อยๆไหลซึมลงสระและรากแฝกจะช่วยยึดดินรอบๆ สระ มิให้กร่อนได้เป็นการลดค่าใช้จ่ายในการขุดลอกสระด้วย

5) การปลูกเพื่อฟื้นฟูที่ดินเสื่อมโทรม จะเป็นการปลูกแฝกเป็นแถวขวางความลาดเทในดินลูกรังที่เสื่อมโทรมจากการถูกชะละลายของผิวหน้าดิน จนกระทั่งเกิดความแห้งแล้งและมีผิวหน้าดินแข็งขาดพืชพรรณธรรมชาติปกคลุม การปลูกแฝกแบบนี้จะช่วยชะลอความเร็วของน้ำไหลบ่า ทำให้น้ำซึมลงดินได้ลึกเกิดความชุ่มชื้น ต้นไม้สามารถเติบโตได้

6) การปลูกในพื้นที่ดินดาน สภาพพื้นที่อาจเป็นทรายแข็ง ดินเหนียว หินปูนและแร่ธาตุต่างๆ รวมตัวกันเป็นแผ่นคล้ายหิน ยากที่พืชชั้นสูงจะเติบโตได้ เมื่อทำการปลูกแฝก รากแฝกสามารถหยั่งลึกลงไปในเนื้อดินดานทำให้ดินแตกร่วนขึ้น สำหรับหน้าดินจะมีความชื้นเพิ่มขึ้นในแนวของแฝกสามารถปลูกพรรณไม้ได้หลายชนิด เมื่อมีการปลูกร่วมกับไม้ผล รากของแฝกสามารถหยั่งลึกลงไปในดินดาน เป็นการสลายดินล่วงหน้าก่อนที่รากไม้จะหยั่งลึกลงไปถึง

1.4.3 ด้านการรักษาสภาพแวดล้อม

1) การปลูกเพื่อป้องกันการพังทลายของดินบริเวณไหล่ถนน ดำเนินการในพื้นที่ดินตัดและดินถมข้างทาง เป็นการปลูกเพื่อป้องกันการพังทลายของดินในส่วนของไหล่ทางที่เปิดและไหล่ทางด้านข้างโดยปลูกแฝกเพื่อยึดดินและเบี่ยงเบนทางน้ำไหลบริเวณไหล่ทางและปลูกขวางแนวลาดเทเพื่อป้องกันการพังทลายและเลื่อนไหลของดิน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2) การปลูกเพื่อป้องกันการปนเปื้อนของสารพิษในแหล่งน้ำ ปัจจุบันได้มีการใช้ปุ๋ยเคมีเพื่อการเติบโตและเพื่อเพิ่มผลผลิตมากขึ้น การศึกษาทดลองที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทราย พิสูจน์ได้ว่า กอแฝกที่ปลูกเป็นแนวขวางตามความลาดเทของพื้นที่สามารถยับยั้งและลดการสูญเสียหน้าดินบนพื้นที่ลาดชันได้ระดับหนึ่ง ขณะเดียวกันรากแฝกที่มีการแพร่กระจายอย่างหนาแน่นและหยั่งลึกจะเป็นกำแพงกักกั้นดินและสารพิษที่ปะปนมากับน้ำไม่ให้ไหลสู่แหล่งน้ำเบื้องล่าง

2. การชะละลายและการกร่อนของดิน

2.1 นิยามและความหมาย

การศึกษาเรื่องเกี่ยวกับการชะละลายและการกร่อนของดิน ได้มีผู้ให้คำนิยามไว้ที่แตกต่างกันออกไป ดังนี้

สมเจตน์ (2522) กล่าวว่า กระบวนการเกิดการชะละลายและการกร่อนของดินในลักษณะทางกายภาพ (physical aspect) หมายถึง งานจำนวนหนึ่งซึ่งเกิดจากที่อนุภาคดินถูกทำให้แตกกระจายออกจากกันโดยตัวการที่สำคัญ คือ ฝน และอนุภาคที่ทำให้แตกกระจายจะถูกเคลื่อนย้ายไปจากที่เดิมและไปทับถมที่ใหม่ โดยมีน้ำไหลบ่าหน้าดินเป็นตัวการสำคัญ Kirkby (1980) ให้ความหมายว่า เป็นการเคลื่อนที่ไปบนวัตถุบนพื้นผิวโดยน้ำและลม เกษม (2525) ได้กล่าวไว้ว่า เป็นกระบวนการทำลายและเคลื่อนย้ายวัตถุที่เป็นดิน กรวด หิน และทราย จากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งด้วยการกระทำของน้ำ ลม และแรงโน้มถ่วงของโลก นอกจากนี้ นิพนธ์ (2545) กล่าวไว้ว่า การชะละลายและการกร่อนของดินเป็นกระบวนการที่เกิดจากการที่มีแรง ซึ่งอาจเกิดจากน้ำ ลม หรือแรงโน้มถ่วงของโลก มากระทำให้วัตถุธาตุหรือสารแตกแยกออกจากกัน แล้วเคลื่อนย้ายอนุภาคของดินหรือสารหรือวัตถุธาตุดังกล่าวไปตกตะกอนทับถมอีกที่หนึ่ง

สมเจตน์ (2526) กล่าวไว้ว่า ตัวการที่ทำให้การชะละลายและการกร่อนของดินที่สำคัญได้แก่ น้ำ และลม จึงสามารถแบ่งการกร่อนของดินตามตัวการที่ก่อให้เกิดการกร่อนเป็นดังนี้ การเกิดการชะละลายและการกร่อนของดินโดยมีน้ำเป็นตัวการ (soil erosion by water) และการเกิดการชะละลายและการกร่อนของดินโดยมีลมเป็นตัวการ (soil erosion by wind) ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตอากาศร้อนและชุ่มชื้น อยู่ระหว่างเส้นละติจูด 40 องศาเหนือและใต้ ซึ่งเป็นบริเวณที่เกิดการชะละลายและการกร่อนของดินโดยมีน้ำเป็นตัวการและเกิดอย่างรุนแรง นอกจากนี้ นิพนธ์ (2545)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กล่าวไว้ว่า ปริมาณฝนโดยเฉลี่ยของประเทศไทยมีมากกว่า 1,000 มิลลิเมตรต่อปี ซึ่งลักษณะภูมิอากาศเช่นนี้ทำให้เกิดการชะละลายและการกร่อนของดินสูงหากพืชพรรณที่ขึ้นปกคลุมตามธรรมชาติถูกทำลายไป ดังนั้นน้ำจึงเป็นตัวการสำคัญที่สุดที่ทำให้เกิดการชะละลายและการกร่อนของดินในประเทศไทย

นิพนธ์ (2545) กล่าวไว้ว่า โดยปกติการชะละลายและการกร่อนของดินตามธรรมชาติเกิดขึ้นอยู่เสมอและหลีกเลี่ยงไม่ได้ แต่เป็นการเกิดขึ้นที่ไม่รุนแรงซึ่งเป็นสภาพการปรับดุลของธรรมชาติเป็นกระบวนการของการปรับระดับของผิวโลก ส่วนการชะละลายและการกร่อนของดินที่มีมนุษย์เป็นตัวเร่งนั้นมีบทบาทอย่างสำคัญที่เสริมความรุนแรงให้กับธรรมชาติตามสภาพที่ถูกเปลี่ยนแปลงไปในพื้นที่และตามวิธีการเพาะปลูกของมนุษย์ในท้องที่นั้นซึ่งสอดคล้องกับ นิวัติ (2514) ที่กล่าวว่า การชะละลายและการกร่อนของดินโดยธรรมชาตินั้นจะเกิดขึ้นอยู่เสมอและหลีกเลี่ยงไม่ได้ถึงแม้ว่าจะเกิดในพื้นที่ป่าสมบูรณ์

เกษม (2539) กล่าวว่า กระบวนการชะละลายและการกร่อนของดินแบ่งออกได้ 3 กระบวนการ คือ การแตกกระจาย (detachment) การเคลื่อนย้าย (transportation) และการทับถม (deposition) และ นิพนธ์ (2526) ได้กล่าวไว้ว่า กระบวนการชะละลายและการกร่อนของดินโดยน้ำนี้ สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 กระบวนการย่อย ได้แก่ 1) กระบวนการที่อนุภาคของดินถูกทำให้แตกกระจายออกจากกันโดยการกระทำของเม็ดฝนที่ตกลงมา 2) กระบวนการที่อนุภาคของดินถูกทำให้แตกกระจายโดยการกระทำของน้ำที่ไหลบ่าตามผิวหน้าดิน 3) กระบวนการขนย้ายอนุภาคของดินโดยการกระทำของเม็ดฝนที่ตกลงมา และ 4) กระบวนการขนย้ายอนุภาคของดิน โดยการกระทำของน้ำที่ไหลบ่าผิวหน้าดิน

2.2 ปัจจัยที่ทำให้เกิดการชะละลายและการกร่อนของดินโดยน้ำ

เม็ดฝนที่ตกกระทบเม็ดดินทางด้านแนวตั้ง ซึ่งทำให้ดินหลวมตัวแล้วแยกออกจากกัน ต่อมาเมื่อปริมาณน้ำฝนตกมากขึ้นก็จะรวมตัวกันเป็นน้ำไหลบ่าบนผิวหน้าดินซึ่งทำให้อนุภาคดินแตกกระจายออกจากกันมากขึ้น ขณะเดียวกันอนุภาคดินที่แตกกระจายจะถูกทำให้เคลื่อนที่ไปในแนวราบ หรือไปตามความลาดชันของพื้นที่ (เกษม และ นิพนธ์, 2525) ปัจจัยที่เกี่ยวกับลักษณะพืชพรรณ และปัจจัยมนุษย์ หรือการจัดการพื้นที่ เป็นปัจจัยที่สามารถจัดการหรือควบคุมได้ เพราะเป็นปัจจัยที่แปรผันอยู่ตลอดเวลา ส่วนปัจจัยอื่นๆ นั้นเป็นปัจจัยที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติหรือเป็นปัจจัยที่คงที่ จึงยากที่จะควบคุมหรือจัดการ โดยที่แต่ละปัจจัยมีความสำคัญมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สภาพของแต่ละพื้นที่ และเหตุการณ์ธรรมชาติ หรือที่มนุษย์ทำให้เกิดขึ้น (Baver, 1965) ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

2.2.1 ปัจจัยเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศ

Hudson (1971) ได้ศึกษาในเขตร้อนที่มีฝนตกชุกในทวีปแอฟริกา พบว่า การที่ฝนตกด้วยความหนักเบาไม่เท่ากันในแต่ละครั้งนั้น ในช่วงระยะที่ฝนตกด้วยความหนักเบาน้อยๆ ไม่มีผลต่อการสูญเสียดิน ความหนักเบาของฝนที่มีอิทธิพลต่อการสูญเสียดินนั้นจะมีความหนักเบาสูงกว่า 1 นิ้วต่อชั่วโมง แต่สำหรับฝนที่ตกหนักแล้วหยุดทันใดนั้น ค่าการสูญเสียดินจะมีความสัมพันธ์กับผลคูณของปริมาณฝนแต่ละครั้งกับความหนักเบาสูงสุดของฝนที่ตกในครั้งนั้นๆ และจากการศึกษาของ Wischmeier and Smith (1958) พบว่า ปริมาณดินที่สูญเสียมีความสัมพันธ์กับพลังงานจลน์ของฝนที่มีอัตราความหนักเบาสูงสุดในช่วงเวลา 30 นาทีมากที่สุด พลังงานจลน์ที่นำมาพิจารณานี้เกิดจากส่วนความเร็วของเม็ดฝนและปริมาณฝนที่ตก คือ ถ้าความหนักเบาสูงสุดของฝนที่ตกภายใน 30 นาทีมีค่าน้อยแล้ว อัตราการชะละลายและการกร่อนของดินมีค่าเกือบเป็นศูนย์ และเมื่อฝนที่ตกหนักแล้วหยุดทันใดนั้นค่าการสูญเสียดินจะมีความสัมพันธ์กับผลคูณของปริมาณฝนแต่ละครั้งกับความหนักเบาสูงสุดของฝนที่ตกในครั้งนั้นๆ (Lal, 1976) และในประเทศไทย วีระชาติ (2528) ได้ศึกษาการสูญเสียดินจากความสัมพันธ์กับผลคูณของพลังงานที่เกิดจากความหนักเบาของฝนทั้งหมดในแต่ละครั้งกับความหนักเบาสูงสุดของฝนที่ตกภายใน 30 นาที มีความสัมพันธ์กับการสูญเสียดินค่อนข้างสูง และค่าที่ได้นำมาเปรียบเทียบกับค่าพลังงานจลน์ที่คิดโดยวิธีของ Hudson พบว่า ค่าที่ได้ใกล้เคียงกัน แต่ นิพนธ์ (2526) ก็ได้ให้ข้อคิดเห็นว่า การชะละลายและการกร่อนของดินโดยพลังน้ำเกิดขึ้นได้มากที่สุดในบริเวณที่มีปริมาณฝนตกปานกลาง ซึ่งพืชพรรณไม่หนาแน่นมากนัก ทั้งนี้เพราะเมื่อมีฝนตกมากกว่า 1,000 มิลลิเมตรต่อปีขึ้นไป จะทำให้พืชพรรณและป่าไม้ขึ้นหนาแน่นมาก และปกคลุมดินได้เป็นอย่างดี และยังกล่าวอีกว่า ตัวการสำคัญที่สุดที่เกี่ยวข้อง คือ ฝน ซึ่งความสามารถในการกัดกร่อน และระดับความรุนแรงของการเกิดนั้นจะมากน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเม็ดฝน การกระจายของฝน และความเร็วของเม็ดฝนที่ตก รวมทั้งมวลของเม็ดฝน และพลังงานจลน์ที่เกิดจากแรงตกกระทบของเม็ดฝน

จากการศึกษาของ เกษม และ นิพนธ์ (2525) พบว่า ค่าพลังงานของเม็ดฝนที่ตกลงมากระทบผิวดินพบว่า ในพื้นที่ 1 เอเคอร์ ด้วยความรุนแรง 0.1 นิ้วต่อชั่วโมง มีกำลังถึง 100 แรงม้า ซึ่งกรณีดังกล่าวแรงตกกระทบของเม็ดฝนมีอำนาจในการกร่อนเป็น 1,000 เท่าของพลังงานที่เกิดจากน้ำไหลบ่าหน้าดิน ไม่ว่าจะมีลักษณะภูมิประเทศแบบใดก็ตาม และ Kinnell (1991) ได้ศึกษา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ถึงอิทธิพลของความลึกของน้ำไหลบ่าหน้าดิน และการตกกระทบโดยเม็ดฝนกับการสูญเสียดิน โดยทดลองในห้องปฏิบัติการ พบว่า มีความสัมพันธ์เป็นสมการการถดถอยแบบเส้นตรง ดังนี้

$$TRD = a(1-bh) \quad (1)$$

เมื่อ TRD คือ ปริมาณตะกอนที่ถูกพัดพา (กรัมต่อเมตรต่อวินาที)

h คือ ความลึกของน้ำไหลบ่า (มิลลิเมตร)

a คือ ค่าคงที่ซึ่งขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของดินและอิทธิพลความหนักเบาของฝน

b คือ ค่าคงที่ซึ่งขึ้นกับอิทธิพลความหนักเบาของฝน

2.2.2 ปัจจัยเกี่ยวกับสภาพภูมิประเทศ

ลักษณะทางภูมิประเทศ ถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการชะละลายและการกร่อนของดิน ไม่ว่าจะเป็นทางด้านความลาดชัน ความยาว และรูปร่างของความลาดชัน ดังนั้น เกษม และคณะ (2519) ได้ทำการศึกษาและพบว่า สาเหตุสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการสูญเสียดินและน้ำ คือ ความลาดชันของพื้นที่ ถ้าความลาดชันมากจะทำให้ปริมาณการสูญเสียดินและน้ำมากไปด้วย ซึ่งเป็นไปในทางเดียวกับ สมยศ (2521) ที่กล่าวว่า พื้นที่ที่มีความลาดชันสูง และระยะทางยาว การชะละลายและการกร่อนของดินย่อมเกิดได้มากขึ้น เนื่องจากความลาดชันมีอิทธิพลต่อความสามารถในการเคลื่อนย้ายน้ำที่ไหลบ่าหน้าดิน ซึ่งเกิดจากการที่อัตราความหนักเบาของฝนมากกว่าอัตราการซึมน้ำได้ของดิน หรือดินที่อิ่มตัวไปด้วยน้ำ ฉะนั้นในพื้นที่ที่มีความลาดชันมากขึ้น การเคลื่อนย้ายและพัดพาตะกอนจะเพิ่มเป็นทวีคูณ และ สมเจตน์ (2522) ได้กล่าวยืนยันว่า ในพื้นที่ที่มีความลาดชันมากขึ้น ตะกอนจะมีเพิ่มขึ้น และถ้าความยาวของความลาดเทเพิ่มขึ้นสองเท่าปริมาณการการชะละลายและการกร่อนของดินจะเพิ่มขึ้น 1.5 เท่า ซึ่ง Wischmeier and Smith (1965) พบว่า ปริมาณการสูญเสียดินจะแปรผันโดยตรงกับความลาดชัน และความยาวของความลาดชัน ดังสมการแสดงความสัมพันธ์ ดังนี้

$$A = (\lambda)^{0.5} (0.43 + 0.30S + 0.043S^2) \quad (2)$$

เมื่อ A คือ ปริมาณการสูญเสียดินต่อหน่วยพื้นที่

λ คือ ความยาวของความลาดชัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

S คือ ความลาดชันของพื้นที่คิดเป็นร้อยละ

ความลาดเทในพื้นที่หนึ่งๆ อาจมีลักษณะของแนวลาดเทแบบตรงเรียบ ลาดนูนขึ้นหรือโค้งลง หรือลาดเว้าลงหรืองอขึ้นก็ได้ ซึ่งในแต่ละรูปแบบจะมีอิทธิพลต่อการชะ ละลายและการกร่อนของดินแตกต่างกันไป กล่าวคือ พื้นที่ที่มีความลาดเทโค้งขึ้นนั้นความลาดเอียงจะมีมากตอนใกล้จุดต่ำสุดของพื้นที่ ทำให้อัตราเร็วของน้ำไหลบ่าหน้าดินเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เกิดการชะละลายและการกร่อนของดินได้มากกว่าความลาดเทแบบอื่น ขณะที่บนพื้นที่ความลาดเทแบบเว้านั้นความลาดเอียงจะลดน้อยลงตอนบริเวณใกล้จุดสิ้นสุดของพื้นที่ทำให้เกิดตะกอนบริเวณดังกล่าวนี้มากกว่าที่จะเกิดการชะละลายและการกร่อนของดินต่อไป (นิพนธ์, 2527)

2.2.3 ปัจจัยเกี่ยวกับสมบัติของดิน

Middleton (1930) ได้กำหนดดัชนีการชะละลายและการกร่อนของดินโดยใช้สมบัติทางกายภาพของดินเฉพาะลักษณะเนื้อดินแสดงให้เห็นถึงความยากง่ายในการแตกกระจายของเม็ดดิน โดยเรียกค่านี้ว่า dispersion ratio ซึ่งถ้าค่านี้มากกว่า 10 แสดงว่า ง่ายต่อการชะละลายและการกร่อนของดิน Wischmeier and Smith (1965) ได้กล่าวไว้ว่า การชะละลายและการกร่อนของดินที่เกิดขึ้นกับดินแต่ละชนิดมีความมากน้อยแตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องมาจากดินนั้นมีสมบัติแตกต่างกัน และเป็นสมบัติเฉพาะที่ทำให้ดินเกิดความยากง่ายต่อการชะละลายและการกร่อนของดินได้ต่างกัน เช่นเดียวกับ Hudson (1971) ที่กล่าวว่า สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดินโดยทั่วไปมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับลักษณะของเนื้อดิน โครงสร้างของดิน การยอมให้น้ำซึมผ่านความหนาแน่นของดิน และปริมาณอินทรียวัตถุในดิน เหล่านี้เป็นตัวกำหนดความทนทานของดินต่อการถูกชะละลายและการกร่อนของดินที่แตกต่างกันแม้ว่าปัจจัยอื่นๆ เช่น ความหนักเบาของฝน ปริมาณฝนและน้ำไหลบ่าหน้าดินที่มีอัตราและปริมาณเดียวกันอยู่บนความลาดชันและสภาพการปกคลุมดินใกล้เคียงกัน แต่มีความยากง่ายในการกร่อนของดินแตกต่างกัน Wischmeier *et al.* (1971) ได้พยายามประเมินค่าความคงทนต่อการชะละลายและการกร่อนของดิน อันประกอบด้วย ร้อยละผลบวกของทรายแป้ง (silt) และทรายละเอียดมาก (very fine sand) ร้อยละขอลทราย (sand) ร้อยละของอินทรียวัตถุ (organic matter)โครงสร้างของดิน และอัตราการซึมซาบน้ำของดิน (permeability) สร้างเป็นกราฟความสัมพันธ์ขึ้นมา เรียกว่า nomograph เพื่อใช้ในการหาค่า K-factor ในสมการสูญเสียดินสากล และนอกจากนี้ Wischmeier and Smith (1958) ได้แสดงถึงค่าความคงทนต่อการชะล้างพังทลายของดิน (soil erodibility factor; K) ซึ่งเป็นอัตราการชะละลายและการกร่อนของดินต่อหน่วยพื้นที่ ที่ได้จากแปลงทดลองในพื้นที่จริง ความลาดชันของพื้นที่ พลังงานการชะละลายและ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การกร่อนของฝน ลักษณะและปริมาณพืชคลุมดิน และการจัดการพื้นที่ ซึ่งสมบัติของดินนี้แตกต่างไปตามชนิดของดิน เรียกว่า ความคงทนต่อการชะละลายและการกร่อนของดิน

2.2.4 ปัจจัยเกี่ยวกับพืชพรรณ

Wischmeier (1975) ได้จำแนกอิทธิพลของพืชพรรณออกเป็น 3 ส่วน คือ อิทธิพลจากส่วนของเรือนยอด อิทธิพลจากพืชพรรณชั้นล่างหรือสิ่งคลุมดิน และอิทธิพลของซากพืชที่เหลือจากการใช้ประโยชน์ที่ดิน หรือจากการเพาะปลูก ซึ่งผลรวมของอิทธิพลต่าง ๆ นี้เรียกว่า ค่าดัชนีการจัดการพืชคลุมดิน (crop management factor) หรือ C-factor ในสมการสูญเสียดินสากล ซึ่งค่าที่ถูกต้องนั้นต้องได้จากการทดลองตามธรรมชาติ ซึ่งปล่อยให้พืชพรรณเติบโตไปตามขั้นตอนและพฤติการณ์ตามธรรมชาติของฝนที่ตก ตลอดจนกรรมวิธีในการปลูกพืชแต่ละแห่ง ซึ่งใช้สำหรับประเมินค่าการสูญเสียดินจากพื้นที่ ซึ่งการศึกษาของ Schulz (1981) พบว่า ในพื้นที่ป่าดั้งเดิม (pristine forest) ผิวดินได้รับการปกป้องโดยต้นไม้และพืชชั้นล่าง พืชพรรณเหล่านี้มีส่วนช่วยเสริมสร้างให้เกิดการทับถมของใบไม้และกิ่งไม้เมื่อผุสลายก็เป็นสารอินทรีย์ ซึ่งสามารถปกคลุมดินได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับ Hamilton and King (1983) ที่สรุปว่า การป้องกันการชะละลายและการกร่อนของดินที่ดีที่สุดนั้น ดินควรมีการปกคลุมของเรือนยอดของพืชพรรณตลอดเวลา เช่นเดียวกับ นิวัติ (2514) ได้ศึกษาอิทธิพลของความหนาแน่นของเรือนยอดบริเวณป่าดิบเขาดอยปุย จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า การสูญเสียดินและน้ำ มีความสัมพันธ์เป็นปฏิภาคกลับกัน กล่าวคือ การสูญเสียดินและน้ำเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เมื่อความหนาแน่นของเรือนยอดต่ำกว่าร้อยละ 70 แต่หากว่าความหนาแน่นของเรือนยอดเท่ากับร้อยละ 70 หรือมากกว่า อัตราการสูญเสียดินและน้ำจะมีค่าใกล้เคียงกัน

2.2.5 ปัจจัยเกี่ยวกับกิจกรรมของมนุษย์

มนุษย์ถือเป็นตัวการที่สำคัญที่ช่วยเร่งให้เกิดการชะละลายและการกร่อนของดินที่มากขึ้น เปรียบเทียบกับปัจจุบันนี้มีประชากรที่เพิ่มขึ้น มีความต้องการทางด้านที่ทำกินและที่อยู่อาศัยที่มากขึ้น จึงมีการบุกรุกป่าที่มากขึ้น และเปรียบเทียบกับเทคโนโลยีที่มีขึ้นอย่างรวดเร็ว ไม่ว่าจะเป็นทางด้านการพัฒนาให้มีเครื่องจักรกลขนาดใหญ่ที่สะดวกสบายขึ้น แต่ในทางกลับกันแล้วเครื่องจักรกลขนาดใหญ่ ก็ส่งผลให้หน้าดินเสื่อมโทรมเร็วเช่นกัน โดย วัฒนชัย (2528) ได้กล่าวไว้ว่า สภาพการขาดแคลนที่ทำกินที่อยู่อาศัยก่อให้เกิดการทำไร่เลื่อนลอย เป็นผลทำให้เกิดการชะละลายและการกร่อนของดินอย่างรุนแรง โดยเฉพาะประเทศที่กำลังพัฒนา มีการนำเครื่องทุ่นแรงมา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใช้ ซึ่งเป็นตัวเร่งให้เกิดน้ำไหลบ่าหน้าดินอย่างรุนแรง และยังกล่าวอีกว่า การเลี้ยงสัตว์บนภูเขา ซึ่งมนุษย์บุกเบิกพื้นที่แล้วนั้นจะก่อให้เกิดการชะละลายและการกร่อนที่รุนแรงขึ้น ทั้งนี้เพราะพื้นดินที่ถูกรบกวนตลอดเวลาทั้งจากเกษตรกรรม และจากการเหยียบย่ำของสัตว์ รวมทั้งพืชพรรณที่พอจะยับยั้งการชะละลายและการกร่อนของดินได้บ้างแต่กลับถูกทำลายจากการกินของสัตว์นั่นเอง มนุษย์จึงถือว่าเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดการชะละลายและการกร่อนของดินโดยมนุษย์มีการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มากเกินไป ดังนั้น จึงจะต้องมีการจัดการพื้นที่โดยเน้นที่เป็นมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ

2.3 การประเมินค่าการชะละลายและการกร่อนของดิน โดยใช้สมการสูญเสียดินสากล

นิพนธ์ (2526) ได้กล่าวไว้ว่า สมการสูญเสียดินสากล ใช้ได้อย่างกว้างขวางมากในการวางแผนอนุรักษ์ดินที่ใช้ชนิดพืชปลูกช่วยในการปรับปรุงและบำรุงดิน ซึ่งสมการดังกล่าวสามารถใช้ประมาณการชะละลายและการกร่อนของดินรายปีโดยค่าที่ได้เป็นที่น่าพอใจ อย่างไรก็ตามเมื่อใช้สมการดังกล่าวในการกำหนดมาตรการหรือตำแหน่งที่ต้องทำการป้องกันการพัดพาหรือเคลื่อนย้ายตะกอน จำเป็นต้องคำนวณปริมาณการสูญเสียดินเป็นครั้งๆ ที่ฝนตก เนื่องจากค่าที่ได้จากการใช้สมการสูญเสียดินสากลมักผิดไปจากที่วัดได้จริงอยู่มาก และจากการศึกษาของ กรมพัฒนาที่ดิน (2543) พบว่า ความถูกต้องของการใช้สมการสูญเสียดินสากล เพื่อคาดคะเนการสูญเสียดินได้ดีนี้ก็ต่อเมื่อเป็นดินที่มีเนื้อดินปานกลาง (medium texture soil) อยู่บนพื้นที่ที่มีความลาดชันอยู่ระหว่างร้อยละ 3 ถึง ร้อยละ 18 มีความยาวความลาดชันไม่เกิน 400 ฟุต ตลอดจนมีการปลูกพืชและมีการจัดการคล้ายกับแปลงทดลองการสูญเสียดินซึ่งเป็นรากฐานในการสร้างสมการนี้ อีกประการหนึ่งสมการนี้ใช้คาดคะเนการสูญเสียดินเฉลี่ยระยะยาวมากกว่าเป็นค่าของปีใดปีหนึ่งโดยเฉพาะ นอกจากนี้ความถูกต้องในการคำนวณการสูญเสียดินเฉลี่ยบนพื้นที่ขนาดใหญ่ยังขึ้นอยู่กับการเลือกค่าของปัจจัย ซึ่งต้องมีสภาพกายภาพและการจัดการว่าถูกต้องมากน้อยเพียงไรบนดินที่มีการประเมินค่าปัจจัยต่างๆ สำหรับบริเวณนั้นๆ

Wischmeier and Smith (1965) ได้ทำการศึกษาการชะละลายและการกร่อนของดินเป็นระยะเวลาที่ยาวนานมีการทดลองประเมินในรูปแบบต่างๆ โดยใช้ดัชนีต่าง ๆ ได้แก่ น้ำฝน อิทธิพลของความลาดชัน และการใช้แบบจำลองเพื่อประเมินอัตราการชะละลายและการกร่อนของดิน ซึ่งการศึกษาเพื่อประเมินค่าอัตราการสูญเสียดินด้วยวิธีการต่างๆ จึงเป็นที่มาของสมการสูญเสียดินสากล (universal soil loss equation; USLE) โดยสมการนี้มีการปรับปรุงมาตั้งแต่ ค.ศ. 1961 โดย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กรมการเกษตรประเทศสหรัฐอเมริกา (U.S. Department of Agriculture; USDA) ได้ร่วมกันปรับปรุงแก้ไขจึงได้มาเป็นสมการ ดังต่อไปนี้

$$A = RKLSCP \quad (3)$$

เมื่อ A คือ ปริมาณดินที่สูญเสียที่คำนวณได้ต่อหน่วยเนื้อที่

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

K คือ ค่าความคงทนต่อการชะละลายและการกร่อนของดิน เป็นอัตราการสูญเสียดินต่อหนึ่งหน่วยของดัชนีการการชะละลายและการกร่อน (erosion index) สำหรับดินชนิดใดชนิดหนึ่งในลักษณะของหน้าดินที่ทำเป็นร่องไถพรวนขึ้น-ลงติดต่อกันยาว 72.6 ฟุต (22.13 เมตร) บนพื้นที่ความลาดชันร้อยละ 9

L คือ ค่าอิทธิพลของความยาวของความลาดชันที่มีต่อการชะละลายและการกร่อนของดิน (slope length factor) เป็นค่าได้จากอัตราส่วนการสูญเสียดินจากความยาวของความลาดชันช่วงใดช่วงหนึ่งกับความยาวมาตรฐาน (72.6 ฟุต หรือ 22.13 เมตร) ซึ่งอยู่บนแนวความลาดเทอันเดียวกัน

S คือ ค่าอิทธิพลของความลาดชัน (slope-gradient factor) เป็นอัตราส่วนของการสูญเสียดินจากความลาดชันระดับใดระดับหนึ่งต่อความลาดชันมาตรฐาน (ร้อยละ 9)

C คือ ค่าอิทธิพลของพืชหรือสิ่งปกคลุมดิน (cropping management factor) เป็นอัตราส่วนของการสูญเสียดินระหว่างพื้นที่ที่มีพืชชนิดใดชนิดหนึ่งปกคลุมอยู่ กับการสูญเสียดินจากบริเวณไถพรวนที่ปราศจากพืชคลุมดิน ซึ่งใช้ในการหาค่าความคงทนของดิน

P คือ ค่าอิทธิพลของมาตรการที่ใช้ในการควบคุมการชะละลายและการกร่อนของดิน (erosion-control factor) เป็นค่าอัตราส่วนของการสูญเสียดินจากพื้นที่ที่มีวิธีการอนุรักษ์ดินแบบต่างๆ เช่น การไถพรวนตามแนวระดับ (contouring)

การศึกษาในประเทศไทยโดยใช้ปัจจัยต่างๆ ในสมการ USLE ยังมีค่อนข้างน้อยมาก แต่ค่อนข้างมีความสำคัญมากเนื่องจากในปัจจุบันนี้เกิดภัยธรรมชาติอย่างรุนแรงทำให้การชะละลายและการกร่อนของดินมากขึ้น ดังนั้น ควรมีการสนับสนุนศึกษาในเรื่องนี้ให้มากขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. อิทธิพลร่วมของพืชพรรณกับวิธีการปฏิบัติทางด้านการอนุรักษ์ดินและน้ำต่อการชะละลายและการกร่อนของดิน

Greenland and Lal (1975) ได้กล่าวไว้ว่า สาเหตุที่ทำให้เกิดการชะละลายและการกร่อนของดิน ก็สืบเนื่องมาจากปัจจัยทางด้านความรุนแรงของเม็ดฝน สมบัติของดิน ความลาดเท และความยาวของพื้นที่ และเมื่อมีการทำการเกษตรบนพื้นที่ที่มีความลาดชันสูงก็จะส่งผลกระทบถึงการเกิดการชะละลายและการกร่อนของดิน

Hudson (1971) ได้กล่าวไว้ว่า การปลูกพืชเพื่อควบคุมการชะละลายและการกร่อนของดินเป็นวิธีการที่ง่ายและลงทุนน้อยและยังเป็นวิธีที่ดีกว่าวิธีกล ซึ่งเป็นวิธีที่ต้องลงทุนมาก แต่ถ้าออกแบบไม่เหมาะสมก็จะทำให้เกิดโทษมากกว่า และยังกล่าวอีกว่า ถึงแม้ว่าจะมีการใช้วิธีกลในการอนุรักษ์ดินแล้วก็ตาม ดินก็ยังสามารถสูญเสียไปได้ แต่เมื่อมีการจัดการพืชที่ดีแล้ว สามารถลดการสูญเสียดินได้ถึงร้อยละ 50 และ Roose (1977) ยังได้กล่าวอีกว่า วิธีการควบคุมการชะละลายและการกร่อนของดิน เช่น การทำคันดิน จะลงทุนสูงกว่าการใช้พืชปกคลุมโดยพืชที่สามารถตั้งตัว และคลุมดินได้หนาแน่น ซึ่งสอดคล้องกับ Jantawat (1977) ที่กล่าวไว้ว่า อิทธิพลของระบบปลูกพืชสามารถลดการสูญเสียดินและน้ำได้มากกว่าการไถพรวนที่เป็นวิธีการอนุรักษ์ดิน แต่ที่จริงแล้ว นิพนธ์ (2527) ได้กล่าวไว้ว่า การใช้วิธีกลหรือใช้พืชคลุมดินไม่จำเป็นว่าจะต้องใช้อย่างใดอย่างหนึ่งเพียงอย่างเดียวควรใช้ร่วมกันแม้ว่าแต่ละวิธีจะมีวัตถุประสงค์ที่แยกออกจากกัน

Wischmeier and Smith (1957) ได้ทำการศึกษาวิธีการปฏิบัติเกี่ยวกับการอนุรักษ์ดินและน้ำ และได้กล่าวถึงผลไว้ว่า การควบคุมการชะละลายและการกร่อนของดินในการอนุรักษ์ดินและน้ำนั้นเนื่องมาจากความยาวของความลาดเท รวมทั้งความแตกต่างของของพืชแต่ละชนิดในการเพาะปลูก และยังกล่าวอีกว่า การทำการปรับพื้นที่ให้เป็นขั้นๆ และความยาวของความลาดเทลดลงจะเป็นการลดความเร็วของการไหลบ่า เป็นวิธีการควบคุมการชะละลายและการกร่อนของดินได้ดีกว่าการปลูกพืชสลับเป็นแถบ และการทำขั้นบันไดยังสามารถใช้กับดินได้ทุกประเภท และยังสามารถทำได้อีกหลายแบบอีกด้วย

นิพนธ์ (2527) กล่าวว่า ในการป้องกันการชะละลายและการกร่อนของดินส่วนใหญ่ เป็นการก่อสร้างคันดินขวางความลาดชันของด้านลาดเขา เพื่อชะลอความเร็วของน้ำไหลบ่าหน้าดินก่อนที่จะมีพลังงานก่อให้เกิดอันตรายต่อการชะละลายและการกร่อนของดิน และการใช้พืชคลุมดินร่วมกับวิธีกลเป็นการเสริมสร้างซึ่งกันและกัน โดยเฉพาะการทำขั้นบันไดบนพื้นที่ลาดชันที่มี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โครงสร้างแบบร่องน้ำลึกเชิงลาด คันดินชันสามารถประยุกต์ใช้กับบริเวณที่มีความลาดชันมากกว่าร้อยละ 30 และมักใช้กับพื้นที่ปลูกพืชสวนป่าใหม่ๆ โดยเฉพาะแบบร่องน้ำรูปตัววีเชิงลาดฐานร่องน้ำชัน จะใช้ได้กับบริเวณที่มีความลาดชันสูงเกินร้อยละ 50 หรือมากกว่า เพื่อลดพลังในการชะละลายและการกร่อนของดิน โดยน้ำไหลบ่าหน้าดินที่เพิ่มมากขึ้นตามความยาวของความลาดชันที่เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะพื้นที่ซึ่งผิวหน้าดินราบเรียบปราศจากสิ่งปกคลุม และ สมยศ (2521) กล่าวไว้ว่า พื้นที่ที่มีความลาดชันสูงร้อยละ 16-35 หรือมากกว่า ควรทำขั้นบันไดปลูกพืชควบคู่ไปด้วย โดยเป็นขั้นบันไดปลูกพืชที่ลาดเอียงกลับสู่ด้านใน และมีการลดระดับเพื่อให้สามารถระบายน้ำฝนที่ตกได้ ซึ่งสอดคล้องกับ Hatch (1981) แสดงให้เห็นว่า เมื่อทำขั้นบันไดปลูกพืชในพื้นที่สวนชา สามารถช่วยลดปริมาณการสูญเสียดินจากการปลูกขึ้นลงตามแนวความลาดชันจาก 63 ตันต่อเฮกต์ต่อปี เหลือเพียง 1.4 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี

4. การสูญเสียดินและน้ำ

จากการศึกษาของ นิพนธ์ และคณะ (2515) พบว่า พื้นที่ที่เคยใช้ทำไร่เลื่อนลอย ซึ่งถูกปล่อยทิ้งไว้เป็นไร่ร้างและมีหญ้าคา วัชพืชคลุมหนาแน่น สามารถควบคุมการสูญเสียหน้าดินได้เท่าเทียบกับป่าดิบเขาธรรมชาติ แต่โอกาสเกิดน้ำไหลบ่าจะเกิดได้บ่อยครั้งกว่าและมีปริมาณมากกว่าในป่าธรรมชาติ ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาดังนี้

สุธัม และคณะ (2523) ได้ทดลองในดินชุดมาบบอนที่ศูนย์พัฒนาจังหวัดระยอง ความลาดเทร้อยละ 5 โดยเปรียบเทียบ 4 วิธี คือ ไถพรวนขึ้นลงและปล่อยทิ้งไว้ ไถพรวนขึ้นลงแล้วปลูกข้าวโพดสองครั้งติดต่อกัน ไถขวางความลาดเทแล้วปลูกข้าวโพดสองครั้งติดต่อกัน และไถขวางความลาดเทแล้วปลูกข้าวโพดตามด้วยถั่วเขียว พบว่า มีการสูญเสียดิน 44.38, 31.25, 26.25 และ 17.50 ตันต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ แสดงให้เห็นถึงผลดีของการไถขวางความลาดเท และการปลูกพืชที่คลุมดินได้แน่นทึบ เช่น ถั่วเขียวนั่นเอง และ Gupta (1981) ได้ศึกษาจากแปลงทดลองขนาดเล็ก พบว่า พื้นที่ป่าหรือทุ่งหญ้าหนาแน่นนั้น มีการสูญเสียดินออกจากพื้นที่น้อยมากในช่วงฤดูฝน คือ มีเพียง 2 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปีเท่านั้น ในขณะที่การศึกษาของ ภิชาติ (2525) ที่โครงการสาธิตการจัดการลุ่มน้ำแม่สา ซึ่งมีความลาดชันร้อยละ 30 โดยสร้างสิ่งก่อสร้าง 4 ชนิด คือ ขั้นบันไดดินต่อเนื่อง ขั้นบันไดดินไม่ต่อเนื่อง คูรับน้ำขอบเขา และคันดินรับน้ำขอบเขา พบว่า ในปีที่สามหลังจากแปลงทดลองอยู่ตัวดีแล้วสิ่งก่อสร้างแต่ละชนิดสามารถลดการสูญเสียดินและน้ำได้ร้อยละ 96, 86, 80 และ 91 ตามลำดับ และได้แนะนำว่า คันดินรับน้ำขอบเขาควรเป็นวิธีที่นำไปแนะนำให้เกษตรกรใช้ได้ดีที่สุด เพราะเสียค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างถูกและป้องกันการสูญเสียดินและน้ำได้อย่างดีมี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประสิทธิภาพไม่น้อยกว่าสิ่งก่อสร้างชนิดอื่นที่เสียค่าใช้จ่ายสูงมาก เรือง (2529) ได้ทำการศึกษาที่ดอยอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ประสิทธิภาพของการปลูกป่าบนขั้นบันไดดินสามารถช่วยลดปริมาณการสูญเสียดินจากพื้นที่ที่มีความลาดชันสูงได้อย่างมหาศาล กล่าวคือ จะมีการสูญเสียดินจากแปลงทดลองน้อยกว่าแปลงซึ่งปลูกไม้ป่าแต่ไม่ทำขั้นบันไดกับแปลงที่ไถพรวนขึ้นลงและปล่อยทิ้งไว้ประมาณ 70 และ 7,000 เท่า ตามลำดับ รวมทั้งสามารถลดการสูญเสียน้ำในรูปน้ำไหลบ่าหน้าดินได้อย่างดียิ่ง คือ มีการสูญเสียน้ำจากแปลงทดลองน้อยกว่าประมาณ 5.5 และ 15 เท่า ตามลำดับ พิณทิพย์ (2536) ได้ศึกษาการสูญเสียดินและน้ำจากแปลงทดลองภายใต้สภาพพืชพรรณชนิดต่างๆ ได้แก่ ป่าเบญจพรรณ ไร่ร้าง ถั่วเหลือง ข้าวไร่ ข้าวโพด สวนสักอายุ 3 ปี และพื้นที่ว่างเปล่าไถพรวนขึ้นลง บริเวณสถานีวิจัยเพื่อรักษาต้นน้ำน่าน อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน พบว่า มีการสูญเสียดิน เท่ากับ 1.996, 0.117, 2.633, 1.398, 0.742 และ 13.823 ตันต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ และมีน้ำไหลบ่าหน้าดิน เท่ากับ 120.31, 11.96, 68.14, 64.19, 50.97, 35.31 และ 87.20 มิลลิเมตรต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ และ เจนจิรา (2542) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการสูญเสียดินและน้ำจากแปลงปลูกสร้างสวนป่า แปลงปลูกสร้างสวนป่าร่วมกับแฝก และแปลงไร่ร้าง บริเวณสถานีวิจัยลุ่มน้ำยม ในลุ่มน้ำแม่ถาง อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ พบว่า การสูญเสียดินและน้ำจากพื้นที่สวนป่ามากกว่าจากการใช้พื้นที่การใช้ที่ดินอีกสองประเภท กล่าวคือ ที่ระดับความลาดชันร้อยละ 10-20 มีค่าเฉลี่ยการสูญเสียดินเท่ากับ 0.5505, 0.3881 และ 0.4420 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี ตามลำดับ ที่ระดับความลาดชันร้อยละ 20-30 เท่ากับ 0.3485, 0.2854 และ 0.2795 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี ตามลำดับ และที่ระดับความลาดชันร้อยละ 30-40 เท่ากับ 0.2387, 0.2195 และ 0.2103 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี Paramee (1999) ได้สรุปว่าผลกระทบจากการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำ พบว่า พื้นที่ป่าธรรมชาติ ป่าเต็งรัง ที่มีความลาดชันร้อยละ 20 มีปริมาณการสูญเสียดินเฉลี่ยเท่ากับ 0.131 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี พื้นที่ที่ใช้ทำการเกษตร เช่น ปลูกขนุน มีปริมาณการสูญเสียดินเฉลี่ยเท่ากับ 0.214 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี พื้นที่ที่ปลูกมะม่วงหิมพานต์มีปริมาณการสูญเสียดินเฉลี่ยเท่ากับ 0.194 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี ในขณะที่พื้นที่ที่ใช้ปลูกข้าวโพดมีปริมาณการสูญเสียดินเฉลี่ยเท่ากับ 5.749 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี นอกจากนี้พื้นที่ป่าเต็งรังที่ถูกไฟไหม้มีปริมาณการสูญเสียดินโดยเฉลี่ย 0.732 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี นอกจากนี้ วรากร (2551) ได้ทำการศึกษาปริมาณการสูญเสียดินจากแปลงทดลอง โดยการคำนวณค่าปัจจัยการชะละลายและการกร่อนโดยน้ำฝนจากฝนที่ตกจริงตามธรรมชาติในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาแม่ถาง จังหวัดแพร่ โดยมี 5 สิ่งทดลอง (treatment) คือ 1) แปลงไถพรวนขึ้น-ลงตามความลาดเท 2) แปลงปลูกข้าวโพดแบบดั้งเดิม 3) แปลงปลูกข้าวโพดตามแนวระดับขอบเขา 4) แปลงปลูกถั่วเหลืองแบบดั้งเดิม และ 5) แปลงปลูกถั่วเหลืองตามแนวระดับขอบเขา จากการศึกษาพบว่า ปริมาณการสูญเสียดินเท่ากับ 0.09, 0.06, 0.04, 0.05 และ 0.03 ตันต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)

จากผลการศึกษาปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์โดยหน่วยงาน Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1980 เป็นต้นมา รายงานว่า มีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการตัดไม้ทำลายป่า เพื่อใช้เป็นพื้นที่เมือง หรือการเกษตร มีประมาณ 1.6 Gtc (1.65×10^9 ตันคาร์บอน) ในขณะที่ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์จากการเผาไหม้ และแหล่งอื่นที่เป็นผลมาจากฝีมือมนุษย์กำลังมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ผลการศึกษาของ IPCC ยังระบุชัดว่าแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นแก๊สเรือนกระจกที่ทำให้เกิดพลังงานความร้อนสะสมในบรรยากาศของโลกมากที่สุดในบรรดาแก๊สเรือนกระจกชนิดอื่นๆ ทั้งยังมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นกว่าแก๊สชนิดอื่นๆ ด้วย ซึ่งหมายถึงผลกระทบโดยตรงต่ออุณหภูมิของผิวโลกและชั้นบรรยากาศจะยิ่งทวีความรุนแรงมากขึ้น ปัจจุบัน IPCC ได้รายงานปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มขึ้นโดยฝีมือมนุษย์นี้ ทำให้พลังงานรังสีความร้อนสะสมบนผิวโลกและชั้นบรรยากาศเพิ่มขึ้นประมาณ 1.56 วัตต์ต่อตารางเมตร ในปริมาณนี้ยังไม่คิดรวมผลกระทบที่เกิดขึ้นทางอ้อมของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (IPCC, 2001)

5.1 วัฏจักรคาร์บอน

อุทิศ (2542) กล่าวว่า คาร์บอนเป็นธาตุหลักในส่วนประกอบของอินทรียวัตถุทุกรูปแบบ โดยเริ่มจากการสังเคราะห์แสงของพืชโดยดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศมาทำปฏิกิริยากับน้ำสร้างคาร์โบไฮเดรตแบบง่ายขึ้น และทำการสังเคราะห์ต่อเป็น แป้ง ไขมัน น้ำตาล และน้ำย่อยอื่นๆ ที่มีโครงสร้างสลับซับซ้อน จากนั้นก็ทำการส่งผ่านไปสู่สัตว์โดยกระบวนการของการเป็นอาหารต่อคาร์บอนในสัตว์กินพืชถ่ายทอดไปสู่สัตว์กินเนื้อโดยการล่าเป็นอาหารและเปลี่ยนรูปเป็นเนื้อเยื่อ คาร์บอนในเนื้อเยื่อของพืช สัตว์กินพืช และสัตว์กินเนื้อ ถูกนำมาใช้ในการหายใจและปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่บรรยากาศส่วนหนึ่ง และส่วนที่เหลือก็ใช้ในการเติบโตและเป็นซากเมื่อตายลง ซากของพืชและสัตว์ก็จะถูกย่อยสลายโดยการกระทำของแบคทีเรียและเชื้อรา ปลดปล่อยคาร์บอนออกมาในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์อีกส่วนหนึ่งที่กลับไปสู่บรรยากาศดังเดิม

คาร์บอนในรูปของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มีการแลกเปลี่ยนระหว่างบรรยากาศ มหาสมุทร และพื้นดิน การแลกเปลี่ยนถูกควบคุมโดยกระบวนการสังเคราะห์แสงและการหายใจ การแลกเปลี่ยนที่มากที่สุด คือ การแลกเปลี่ยนระหว่างบรรยากาศและสิ่งมีชีวิตบนพื้นดิน แหล่งสะสมคาร์บอนที่สำคัญ ได้แก่ มหาสมุทร ต้นไม้ และดิน แต่ในบางครั้งคาร์บอนในรูปของอินทรีย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารในสิ่งมีชีวิต อาจไม่ได้หมุนเวียนกลับคืนสู่บรรยากาศในทันทีทันใด แต่อาจสะสมอยู่ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง อาจนานเป็นสิบปี ร้อยปี หรือล้านปี ตัวอย่างเช่น คาร์บอนที่อยู่ในรูปเนื้อไม้ในต้นไม้ใหญ่ ซากพืชและสัตว์ในยุคโบราณที่เน่าเปื่อยผุสลายยังไม่หมด ถ่านหิน และแก๊สธรรมชาติ เป็นต้น (ศูนย์วิจัยป่าไม้, 2552)

5.2 การกักเก็บคาร์บอนในดิน

จากรายงานของ IPCC (2000) พบว่า ดินถือเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนขนาดใหญ่ สามารถกักเก็บคาร์บอนได้ประมาณ 3.3 เท่าในบรรยากาศ (atmospheric pool) และ 4.3 เท่าของที่กักเก็บไว้โดยมวลชีวภาพ (biotic pool) คาร์บอนในดินอยู่ในรูปสารอินทรีย์ (soil organic carbon; SOC) และอนินทรีย์ (soil inorganic carbon; SIC) ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินมีค่าแปรผันสูงขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่และสภาพภูมิอากาศ

สิริรัตน์ และ ศิริภา (2544) ได้ทำการศึกษาในท้องที่จังหวัดกาญจนบุรี และจังหวัดเชียงใหม่ พบว่า บริเวณพื้นที่ป่าดิบเขามีการสะสมของปริมาณคาร์บอนถึงระดับความลึกที่ 1 เมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 237.3 ตันต่อเฮกแตร์ รองลงมาคือ ป่าเบญจพรรณ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 148.5 ตันต่อเฮกแตร์ ส่วนในป่าดิบแล้งและป่าสนเขา พบว่า แนวโน้มของการสะสมปริมาณคาร์บอนมีค่าใกล้เคียงกัน คือ 145.3 และ 132.0 ตันต่อเฮกแตร์ ป่าเต็งรังมีการสะสมปริมาณคาร์บอนต่ำกว่าป่าธรรมชาติชนิดอื่นๆ คือ 76.8 ตันต่อเฮกแตร์ อีกทั้ง เสริมพงศ์ (2545) ทำการศึกษาบทบาทการปลูกสร้างสวนป่าต่อการกักเก็บคาร์บอนที่สถานีวิจัยและฝึกอบรมการปลูกสร้างสวนป่า จังหวัดนครราชสีมา พบว่า แปลงกระถินเทพามีความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนในดินจนถึงระดับความลึก 30 เซนติเมตรได้มากที่สุด คือ 53.242 ตันต่อเฮกแตร์ รองลงมาได้แก่ แปลงเลา หญ้าคา แดง พะยูง ยูคาลิปตัสคามาลดูเลนซิส ประดู่ป่า และกระถินณรงค์ มีค่า 48.850, 45.927, 43.154, 42.280, 37.914, 37.581 และ 37.272 ตันต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ ส่วนปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในพืชแปรผันโดยตรงกับปริมาณมวลชีวภาพ และจากการศึกษาการกักเก็บคาร์บอนสู่ดินโดยการปลูก switchgrass ในพื้นที่ดินร่วนปนทราย พบว่า การสะสมคาร์บอนในดินเกิดขึ้นปริมาณมากที่ผิวดิน คือ ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตรในพื้นที่ปลูก switchgrass และไม่พบความแตกต่างของปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินที่ปลูก switchgrass เมื่อเทียบกับดินที่ชุดควบคุมซึ่งไม่มีการปลูกพืช (fallow soil) ในทั้งดินทรายและดินเหนียว ในช่วงระยะเวลาสั้นๆ (ประมาณ 2 ปี) (Ma *et al.*, 2000) นอกจากนี้ Lasco *et al.* (2006) ศึกษาการกักเก็บอินทรีย์คาร์บอนในป่าเต็งรังในประเทศฟิลิปปินส์ พบว่า ที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร มีอินทรีย์คาร์บอนรวมทั้งหมด อยู่ในพิสัย 30-106 เมกะกรัมคาร์บอนต่อเฮกแตร์ ซึ่งมี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ค่าประมาณร้อยละ 31-52 ของปริมาณคาร์บอนทั้งหมด โดยระดับของคาร์บอนอินทรีย์ มีความแปรผันไปตาม อายุของป่า และวนวัฒนวิธีที่ใช้ในการจัดการ

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กรมพัฒนาที่ดิน (2543) ได้ศึกษาอิทธิพลของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำต่างๆ โดยทำการศึกษาในแปลงของมันสำปะหลังร่วมกับหญ้าและไม้ต่างๆ โดยดำเนินการที่สถานีพัฒนาที่ดินจังหวัดอุบลราชธานี ปี 2537-2538 การทดลองแบบ observation trail มี 8 สิ่งทดลอง (treatment) 2 ซ้ำ (replication) ได้แก่ 1) ไถพรวนและปลูกมันสำปะหลังขึ้น-ลงตามความลาดเท 2) ไถพรวนดินและปลูกมันสำปะหลังตามแนวระดับ 3) ทำคันดินกั้นน้ำตามแนวระดับ 4) ทำคันดินกั้นน้ำแบบลดระดับ 5) ทำร่องน้ำตามแนวระดับ 6) แถบกระถินกว้าง 1 เมตร 7) แถบหญ้ารูซี่กว้าง 2 เมตร 8) แถบแฝกกว้าง 50 เซนติเมตร จากการศึกษาพบว่า การไถพรวนดินและปลูกตามแนวระดับเสริมด้วยแถบแฝกตามแนวระดับ มีประสิทธิภาพในการป้องกันการสูญเสียดินมากที่สุดและดีที่สุด อีกทั้งยังได้ทำการศึกษาการอนุรักษ์ดินและน้ำบนพื้นที่สูงโดยใช้การปลูกหญ้าเป็นระยะต่างๆ จำนวน 3 ซ้ำ (replication) 5 สิ่งทดลอง (treatment) คือ วิธีการปลูกข้าวไร่โดยไม่มีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีการปลูกข้าวไร่ในระหว่างแถวแฝกตามค่า vertical interval (VI เท่ากับ 1.5 เมตร) วิธีการปลูกข้าวไร่ในระหว่างแถบหญ้ารูซี่ตามค่า VI เท่ากับ 1.5 เมตร และวิธีการปลูกข้าวไร่ระหว่างแถบแฝกตามค่า VI เท่ากับ 3 เมตร และวิธีการปลูกข้าวไร่ระหว่างแถบหญ้ารูซี่ตามค่า VI เท่ากับ 3 เมตร เป็นวิธีที่สามารถชะลอปริมาณน้ำไหลบ่าให้ไหลลงดินได้มากขึ้น ช่วยกรองตะกอนดิน และไม่เสียพื้นที่เพาะปลูกไปมากนัก

Chhabra *et al*. (2003) ได้ทำการศึกษาการกักเก็บอินทรีย์คาร์บอนในดินของป่าแต่ละชนิดในประเทศอินเดีย โดยทำการศึกษา 2 ระดับความลึก คือ 0-50 และ 0-100 เซนติเมตร พบว่า ที่ความลึก 0-50 เซนติเมตร ค่าเฉลี่ยปริมาณอินทรีย์คาร์บอนมีค่าเท่ากับ 175 ตันต่อเฮกแตร์ ป่าดิบแล้งเขตร้อนเท่ากับ 37.50 ตันต่อเฮกแตร์ ป่าชายหาดเท่ากับ 92.10 ตันต่อเฮกแตร์ ป่าพรุเท่ากับ 45.40 ตันต่อเฮกแตร์ และที่ความลึก 0-100 เซนติเมตร ค่าเฉลี่ยปริมาณอินทรีย์คาร์บอนมีค่าเท่ากับ 231.80 ตันต่อเฮกแตร์ ป่าดิบแล้งเขตร้อนเท่ากับ 69.90 ตันต่อเฮกแตร์ และป่าภูเขาเขตอบอุ่นเท่ากับ 161.90 ตันต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เจนจิรา (2542) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการสูญเสียดินและน้ำจากแปลงปลูกสร้างสวนป่าร่วมกับหญ้าแฝก และแปลงไร่ร้าง บริเวณสถานีวิจัยลุ่มน้ำยม ในลุ่มน้ำแม่ถาง อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ พบว่า การสูญเสียดินและน้ำจากพื้นที่สวนป่ามากกว่าจากการใช้พื้นที่การใช้ที่ดินอีกสองประเภท กล่าวคือ ที่ระดับความลาดชันร้อยละ 10-20 มีค่าเฉลี่ยการสูญเสียดินเท่ากับ 0.5505, 0.3881 และ 0.4420 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี ตามลำดับ ที่ระดับความชันร้อยละ 20-30 เท่ากับ 0.3485, 0.2854 และ 0.2795 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี ตามลำดับ และที่ระดับความลาดชันร้อยละ 30-40 เท่ากับ 0.2387, 0.2195 และ 0.2103 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. วัสดุอุปกรณ์ที่มีอยู่แล้ว

1.1 แฝกดอนสายพันธุ์กำแพงเพชร

1.2 แปลงปลูกแฝก ขนาด กว้างxยาว เท่ากับ 4x20 เมตร จำนวน 6 แปลง แปลงปลูกแฝก ขนาด 2x2 เมตร จำนวน 12 แปลง และแปลงปลูกแฝกขนาด 2x10 เมตร จำนวน 6 แปลง

1.3 บ่อซีเมนต์ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.8 เมตร สูง 0.5 เมตร พร้อมฝาปิด จำนวน 24 บ่อ

2. วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

2.1 อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างดิน เช่น soil core เหล็กส่ง ถุงเก็บตัวอย่างดิน ค้อน ยางรัด มีด เสียม สว่านเก็บดิน เทปกาว ปากกา เป็นต้น

2.2 อุปกรณ์ในการเก็บตะกอน เช่น ขวดเก็บตะกอนขนาดปริมาตร 1 ลิตร ไม้บรรทัด เทปวัด เทปกาว สายวัด ตารางบันทึกข้อมูล ปากกา เป็นต้น

2.3 อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณตะกอน ได้แก่ กระดาษกรอง กรวยกรอง ตู้อบดินและตะกอน ถาดอบตัวอย่างตะกอน เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอล และตารางบันทึกข้อมูล

2.4 อุปกรณ์ในการตรวจวัดปริมาณน้ำฝน ได้แก่ เครื่องวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติ และเครื่องวัดน้ำฝนแบบไม่อัตโนมัติ

2.5 คอมพิวเตอร์ และเครื่องคิดเลข

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

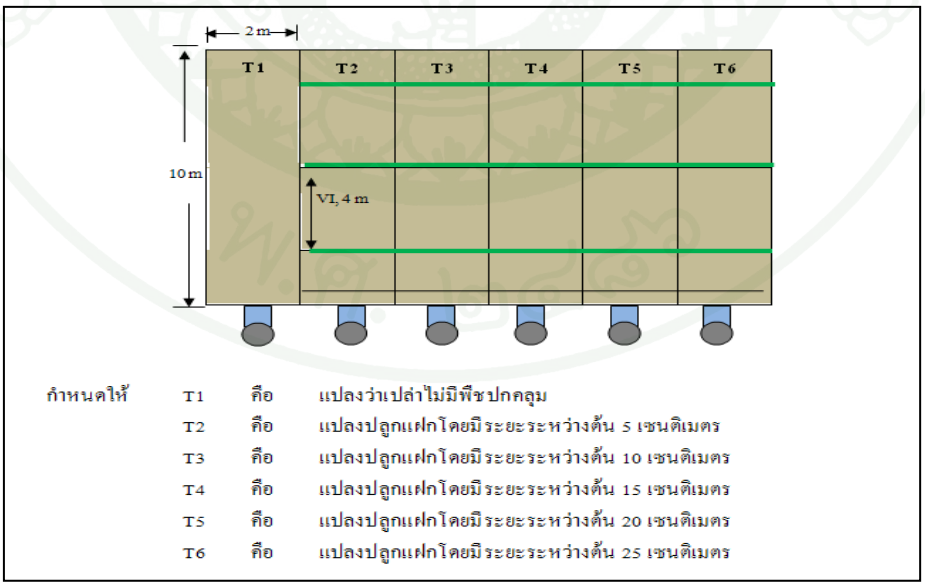
วิธีการ

1. แผนการทดลอง

1.1 การชะละลายและการกร่อนของดิน

การทดลองในเรื่องของการชะละลายและการกร่อนของดินนั้น ได้ออกแบบเป็นวิธีการต่างๆ บนพื้นที่ที่มีความลาดชันที่มีความสม่ำเสมอกัน โดยมีการใช้มาตรการการปลูกแฝกร่วมด้วย ตามแบบการทดลองดังนี้

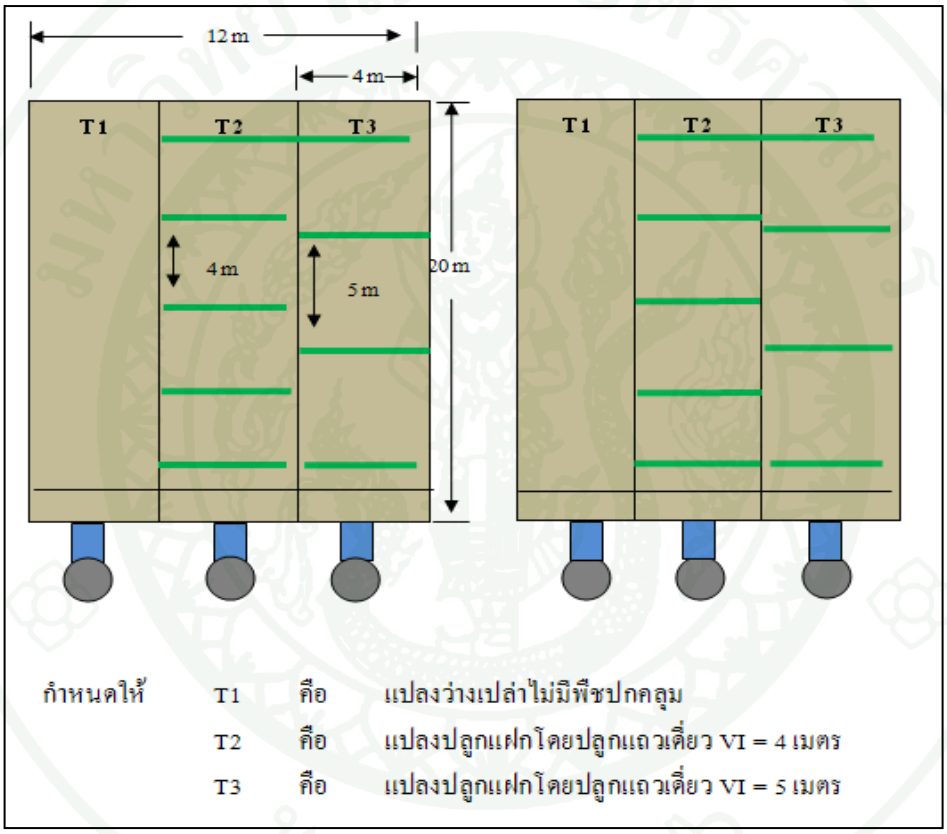
1.1.1 การทดลองรูปแบบการปลูกแฝกที่ 1 (experiment 1) เป็นแปลงที่มีขนาดของแปลงเท่ากับ 2x10 เมตร มีความลาดชันเท่ากับร้อยละ 5 มีระยะห่างระหว่างแถวเท่ากันที่ 4 เมตร (VI = 4 m) แต่ระยะห่างระหว่างต้นไม่เท่ากัน มีทั้งหมด 6 ตำรับการทดลอง แต่ละตำรับมีซ้ำเดียว ได้แก่ แปลงว่างเปล่าไม่มีพืชปกคลุม (bare soil) แปลงปลูกแฝกโดยมีระยะห่างระหว่างต้น 5 เซนติเมตร แปลงปลูกแฝกโดยมีระยะห่างระหว่างต้น 10 เซนติเมตร แปลงปลูกแฝกโดยมีระยะห่างระหว่างต้น 15 เซนติเมตร แปลงปลูกแฝกโดยมีระยะห่างระหว่างต้น 20 เซนติเมตร และแปลงปลูกแฝกโดยมีระยะห่างระหว่างต้น 25 เซนติเมตร (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 แปลงทดลองรูปแบบการปลูกแฝกที่ 1 ขนาด 2x10 เมตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

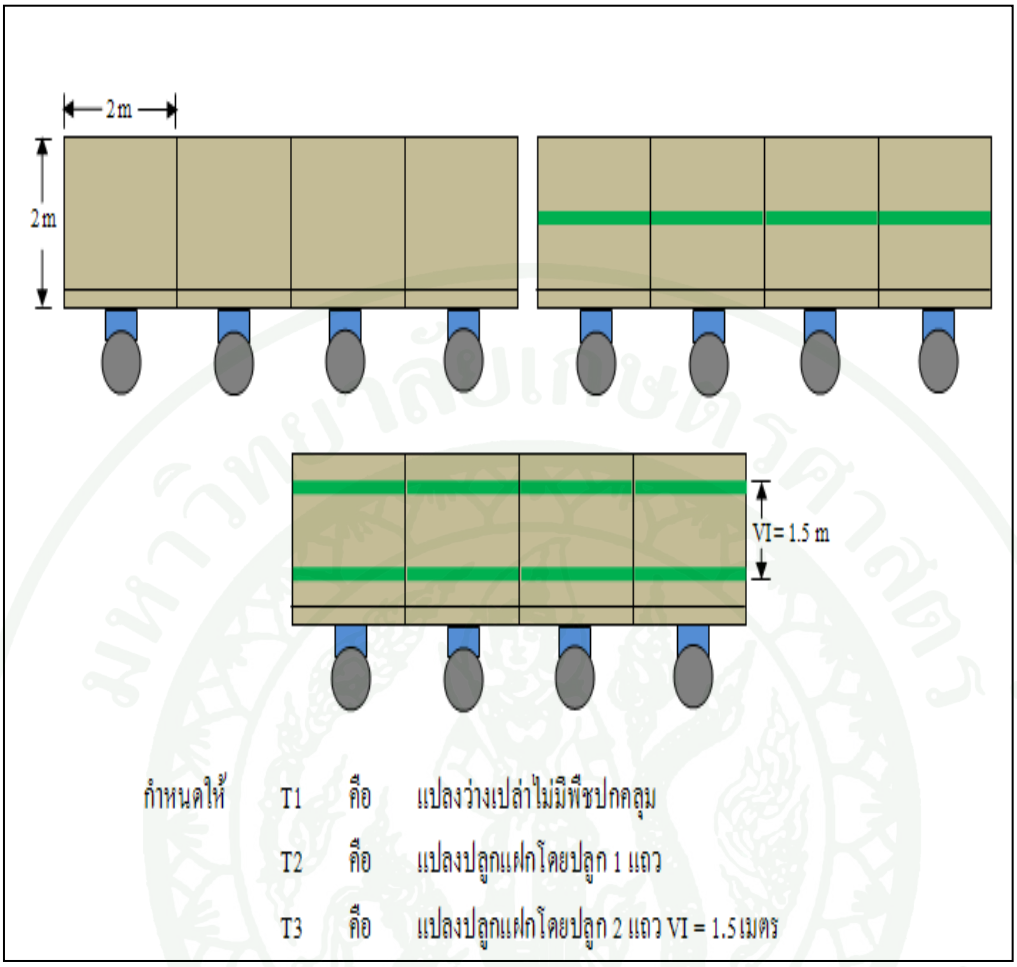
1.2 การทดลองรูปแบบการปลูกแฝกที่ 2 (experiment 2) เป็นแปลงที่มีขนาดของแปลงเท่ากับ 4x20 เมตร โดยเป็นแปลงที่มีระยะห่างระหว่างแถวที่ไม่เท่ากัน มีทั้งหมด 3 ตำรับการทดลอง และมีตำรับละ 2 ซ้ำ ที่ระดับความลาดชันเท่ากับร้อยละ 15 โดยมีแปลงทดลอง ได้แก่ แปลงว่างเปล่าไม่มีพืชปกคลุม (bare soil) แปลงปลูกแฝกโดยปลูกแถวเดี่ยวตามแนวระดับ ระยะห่างระหว่างแถวตามแนวดิ่งเท่ากับ 4 เมตร (vertical interval; VI = 4 m) แปลงปลูกแฝกโดยปลูกแถวเดี่ยวตามแนวระดับ ระยะห่างระหว่างแถวเท่ากับ 5 เมตร (VI = 5 m) (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 แปลงทดลองรูปแบบการปลูกแฝกที่ 2 ขนาด 4x20 เมตร

1.3 การทดลองรูปแบบการปลูกแฝกที่ 3 (experiment 3) เป็นแปลงที่มีขนาดของแปลงเท่ากับ 2x2 เมตร มีความลาดชันเท่ากับร้อยละ 25 มีทั้งหมด 3 ตำรับการทดลอง ในแต่ละตำรับการทดลองมี 4 ซ้ำ ได้แก่ แปลงว่างเปล่าไม่มีพืชปกคลุม (bare soil) แปลงปลูกแฝก1 แถว (1 row) แปลงปลูกแฝก2 แถว (2 row) ระยะห่างตามแนวดิ่ง (VI = 1.50 m) (ภาพที่ 3)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 3 แปลงทดลองรูปแบบการปลูกแฝกที่ 3 ขนาด 2x2 เมตร

1.2 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน

การศึกษาในบริเวณแปลงทดลองการชะละลายและการกร่อนของดินโดยเป็นแปลงแฝกที่มีการปลูกอยู่ก่อนแล้ว บริเวณศูนย์สาธิตการพัฒนาและรณรงค์การใช้แฝกด้านป่าไม้ที่ 2 ตำบลแม่สิน อำเภอศรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัย โดยการนำดินในแปลงทดลอง มาวิเคราะห์หาสมบัติของดินและทำการวิเคราะห์หาอินทรีย์คาร์บอนในดิน (soil organic carbon; SOC) โดยวิธีของ Walkley and Black Titration (Walkley and Black, 1934)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. การเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 การชะละลายและการกร่อนของดิน

2.1.1 เก็บข้อมูลน้ำฝนโดยเครื่องวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติ และรวบรวมข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาจากสถานีตรวจวัดอากาศบริเวณศูนย์สาธิตการพัฒนาและรณรงค์การใช้แฝกด้านป่าไม้ที่ 2 จังหวัดสุโขทัย

2.1.2 ทำการวัดความสูงของน้ำในบ่อดักตะกอน แล้วทำการกวนน้ำให้ขุ่นแล้วใช้กระบอกเก็บน้ำที่มีความจุ 1 ลิตร แล้วนำน้ำตะกอนที่ได้ไปทำการกรองโดยใช้กระดาษกรองเอาน้ำออกแล้วนำตะกอนที่ได้ไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ในตู้อบดิน เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วทำการชั่งหาน้ำหนักปริมาณตะกอน (หน่วยเป็นกรัม) แล้วนำไปเทียบกับปริมาณของน้ำกับตะกอนในบ่อเก็บตะกอน

2.2 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน

2.2.1 เก็บตัวอย่างดินในแปลงแฝกที่ทำการทดลองบริเวณพื้นที่ศูนย์สาธิตการพัฒนาและรณรงค์การใช้แฝกด้านป่าไม้ ที่ 2 ตำบลแม่สิน อำเภอศรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัย เก็บที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร แล้วนำดินมาผสมให้เข้ากันแล้วนำไปวิเคราะห์หาปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน

2.2.2 เก็บตัวอย่างดินในแปลงแฝกที่ทำการทดลองบริเวณพื้นที่ศูนย์สาธิตการพัฒนาและรณรงค์การใช้แฝกด้านป่าไม้ ที่ 2 ตำบลแม่สิน อำเภอศรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัย ตลอดการทดลองโดยแบ่งออกเป็นทั้งหมด 3 ช่วง ก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลอง หลังจากการทดลอง จากนั้นก็นำดินที่ได้ไปทำวิเคราะห์หาปริมาณของอินทรีย์คาร์บอนที่อยู่สะสมในดิน แล้วนำไปทำการเปรียบเทียบปริมาณอินทรีย์คาร์บอน โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ของ Walkley and Black's Titration (Walkley and Black, 1934)

2.2.3 เก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์ความหนาแน่นรวมของดิน (bulk density) ทำการเก็บโดยใช้ soil core ที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร เพื่อนำค่าที่ได้ไปคูณกับความลึกของดิน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(เมตร) และนำไปคูณกับความเข้มข้นของอินทรีย์คาร์บอน (กรัมคาร์บอนต่อกรัมดิน) เพื่อให้ได้เป็นปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน (กรัมคาร์บอนต่อตารางเมตร)

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 การชะละลายและการกร่อนของดิน

วิเคราะห์ปริมาณของตะกอนดินที่สูญเสียไปจากแปลงทดลองในแต่ละแปลงในแต่ละรูปแบบการปลูกแฝกโดยเก็บเป็นรายฝน รวมเป็นรายวัน รวมเป็นรายเดือน แล้วรวมเป็นรายปีแล้วนำมาเปรียบเทียบกันในแต่ละรูปแบบของการปลูกแฝก และทำการประเมินถึงประสิทธิภาพของการปลูกแฝกในแต่ละรูปแบบการปลูก โดยคำนวณจากสมการ ดังนี้

$$VEF = \left\{ \frac{\text{Bare soil} - \text{Treatment}}{\text{Bare soil}} \right\} X\ 100 \qquad (4)$$

เมื่อ VEF คือ ประสิทธิภาพของแฝก (ร้อยละ)

Bare soil คือ ปริมาณตะกอนที่สูญเสียในแปลงว่างเปล่า (ตันต่อเฮกแตร์)

Treatment คือ ปริมาณตะกอนที่สูญเสียในแปลงที่มีการปลูกแฝกในรูปแบบต่างๆ (ตันต่อเฮกแตร์)

3.2 ปริมาณของอินทรีย์คาร์บอนในดิน

1) การประเมินหาปริมาณอินทรีย์คาร์บอนที่กักเก็บอยู่ในดินในแปลงทดลองการชะละลายและการกร่อนของดิน โดยคำนวณหาค่าปริมาณอินทรีย์คาร์บอนที่กักเก็บในดินต่อหน่วยพื้นที่ (ตันต่อเฮกแตร์) ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนที่ระดับความลึกดิน 0-10 เซนติเมตรที่วิเคราะห์ได้นำมาคำนวณให้อยู่ในรูปร้อยละโดยปริมาตร (percent by volume) ค่าที่ได้แต่ละค่านั้นนำมาคูณด้วยค่าความหนาแน่นรวมของดิน (bulk density) แล้วคูณด้วยความหนาของดินตามระดับความลึก (soil depth interval) ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนที่สะสมในดินต่อพื้นที่นั้น สามารถคำนวณได้จากค่าของปริมาณอินทรีย์คาร์บอนต่อหน่วยพื้นที่ตามระดับความลึกดิน (ตันต่อเฮกแตร์) จึงเป็นปริมาณอินทรีย์คาร์บอนที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตรจากผิวดิน คำนวณปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในหน่วยตันคาร์บอนต่อเฮกแตร์ ดังสมการที่ (5)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

$$SOC = CC \times BD \times SD \quad (5)$$

เมื่อ SOC คือ ปริมาณ อินทรีย์คาร์บอนในดิน (กรัมคาร์บอนต่อตารางเมตร)

CC คือ ความเข้มข้นของอินทรีย์คาร์บอน (กรัมคาร์บอนต่อกรัมดิน)

BD คือ ความหนาแน่นของดิน (กรัมต่อลูกบาศก์เมตร)

SD คือ ความลึกดิน (เมตร)

2) ประสิทธิภาพของแฝกต่อการกักเก็บอินทรีย์คาร์บอนในดิน ประเมินโดยใช้สมการที่ (6) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างประสิทธิภาพของแฝกต่อการกักเก็บ คาร์บอนในดินของแต่ละวิธีปลูกตามรูปแบบการทดลองนั้นๆ

$$SOC_{EF} = \left[\frac{SOC_{TR} - SOC_{BS}}{SOC_{TR}} \right] \times 100 \quad (6)$$

เมื่อ SOC_{EF} คือ ประสิทธิภาพของแฝก (ร้อยละ)

SOC_{BS} คือ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินจากแปลงว่างเปล่า (กรัมคาร์บอนต่อตารางเมตร)

SOC_{TR} คือ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินจากแปลงปลูกแฝก (กรัมคาร์บอนต่อตารางเมตร)

3.3 การวิเคราะห์ทางสถิติ

ทดสอบความแตกต่างของประสิทธิภาพของแฝกต่อปริมาณการสูญเสียดิน โดยทำการทดสอบโดยใช้ t-test ในสองกลุ่มตัวอย่าง ในรูปแบบการปลูกแฝกที่ 1 และรูปแบบการปลูกแฝกที่ 3 และทดสอบ F-test ใน 5 กลุ่มตัวอย่าง ในรูปแบบการปลูกแฝกที่ 2 ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สถานที่และระยะเวลาในการทำการวิจัย

1. ที่ตั้งและอาณาเขต

พื้นที่ที่ทำการศึกษาอยู่ในบริเวณศูนย์สาธิตการพัฒนาและรณรงค์การใช้แฝกด้านป่าไม้ที่ 2 บ้านโป่งวัว ตำบลแม่สิน อำเภอศรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัย อยู่ทางภาคเหนือตอนล่าง ตามทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 1177 พิกัด UTM ที่ 195245 N, 565984 E (ภาพที่ 4) มีแม่น้ำยมที่ไหลมาจากจังหวัดแพร่เป็นแม่น้ำสายหลัก และตำบลแม่สินอยู่ทางตอนเหนือของอำเภอศรีสัชนาลัย และอยู่เหนือสุดของจังหวัดสุโขทัย ซึ่งมีอาณาเขตติดต่อกับเขตการปกครองข้างเคียง ดังนี้

ทิศเหนือ ติดต่อกับ อำเภอวังชิ้นและอำเภอเด่นชัย จังหวัดแพร่
ทิศตะวันออก ติดต่อกับ อำเภอลับแล และอำเภอตรอน จังหวัดอุตรดิตถ์
ทิศตะวันตก ติดต่อกับ อำเภอเถิน จังหวัดลำปาง
ทิศใต้ ติดต่อกับ อำเภอศรีนคร อำเภอสวรรคโลก และอำเภอทุ่งเสลี่ยม จังหวัดสุโขทัย

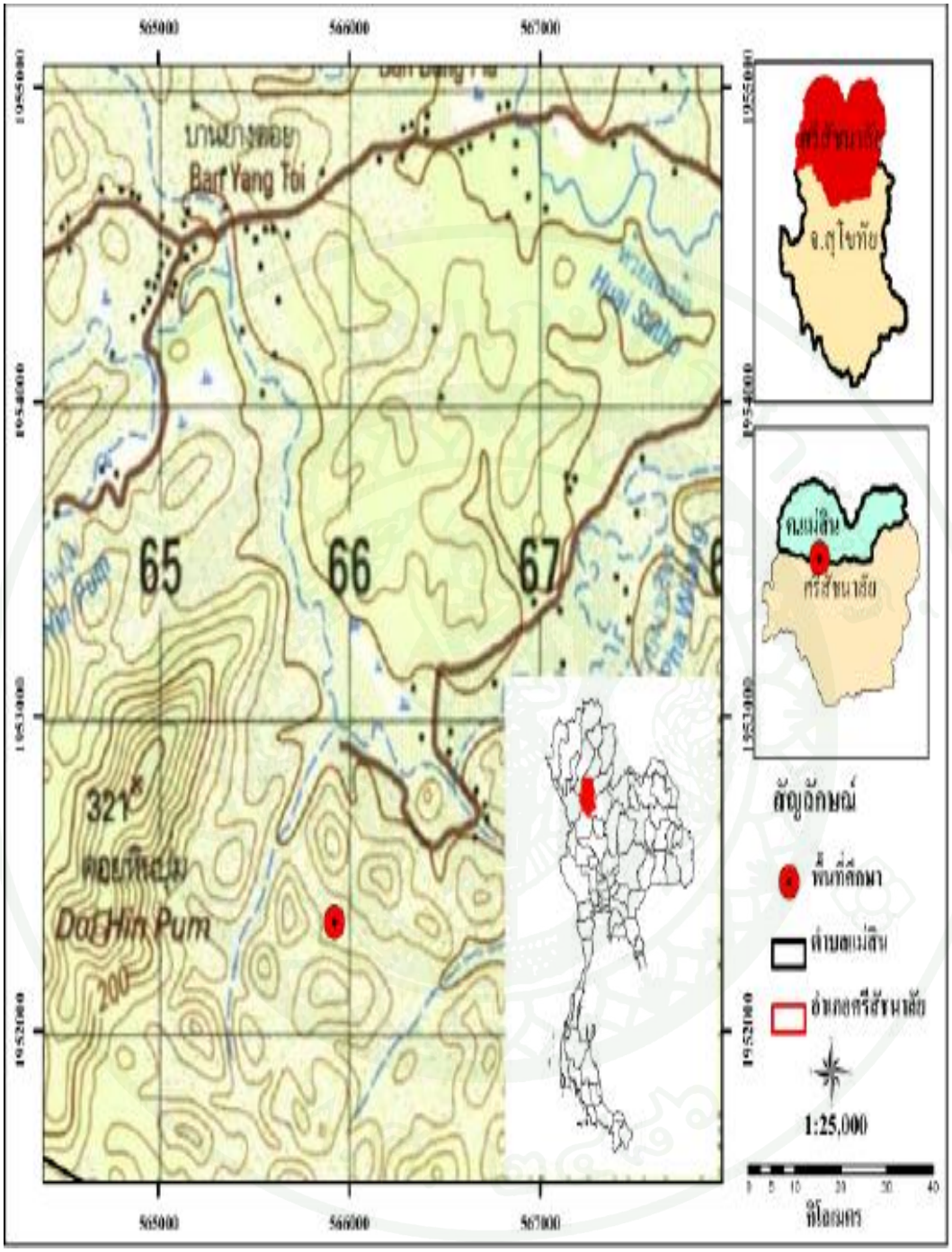
2. ลักษณะภูมิประเทศ

จากรายงานของ กรมพัฒนาที่ดิน (2543) จะเห็นได้ว่า พื้นที่ที่ทำการศึกษาในครั้งนี้มีบริเวณอยู่ในเขตป่าสงวนแห่งชาติศรีสัชนาลัย มีลักษณะโดยทั่วไปเป็นที่ราบสูงๆ ต่ำๆ เป็นเนินเตี้ยและสูงสลับกันไป เป็นที่ราบลอนคลื่น และซึ่งเป็นพื้นที่ที่ถูกกัดกร่อนมาแต่ในอดีต เป็นที่ราบน้ำท่วมถึง บางบริเวณมีลักษณะเป็นที่ราบขั้นบันได และบริเวณลำห้วยส่วนใหญ่ไม่มีน้ำในฤดูแล้ง

3. ลักษณะทางธรณีวิทยาและปฐพีวิทยา

สภาพดินส่วนใหญ่ มีความเป็นกรดค่อนข้างสูงในทุกสภาพป่าและพื้นที่เกษตรกรรม โดยมีค่าพีเอช (pH) ระหว่าง 4.4 - 5.6 ดินในป่าเบญจพรรณบริเวณที่เป็นลาดเขา มีปริมาณทรายค่อนข้างสูงมากถึงร้อยละ 81 พบปริมาณทรายแป้งและดินเหนียวน้อยมาก เป็นผลทำให้ดินบริเวณที่มีความลาดชันมากมีการกร่อนได้ง่าย เนื้อดินเป็นพวก ดินร่วนปนดินเหนียว (clay loam) ดินทรายปนดินร่วน (loamy sand) และ ดินร่วนเหนียวปนทราย (sandy clay loam) ดินในพื้นที่ป่าเบญจพรรณ มีปริมาณอินทรียวัตถุค่อนข้างต่ำประมาณร้อยละ 2.8 - 3.9 ส่วนปริมาณอินทรียวัตถุของดินป่าตึงรัง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 4 ที่ตั้งพื้นที่ศึกษาและลักษณะภูมิประเทศ บริเวณศูนย์สาธิตการพัฒนาและรณรงค์การใช้แฝกด้านป่าไม้ที่ 2 จังหวัดสุโขทัย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นั้นมีค่าต่ำที่สุดประมาณร้อยละ 1.7 เท่านั้น ส่วนทางด้านหินส่วนใหญ่เป็นหินเชลล์ (shale) สีเขียวมะกอก (olive) หรือ สีเทา (grey) จนถึงสีเทาเข้ม (dark grey)

4. ลักษณะพืชพรรณและสัตว์ป่า

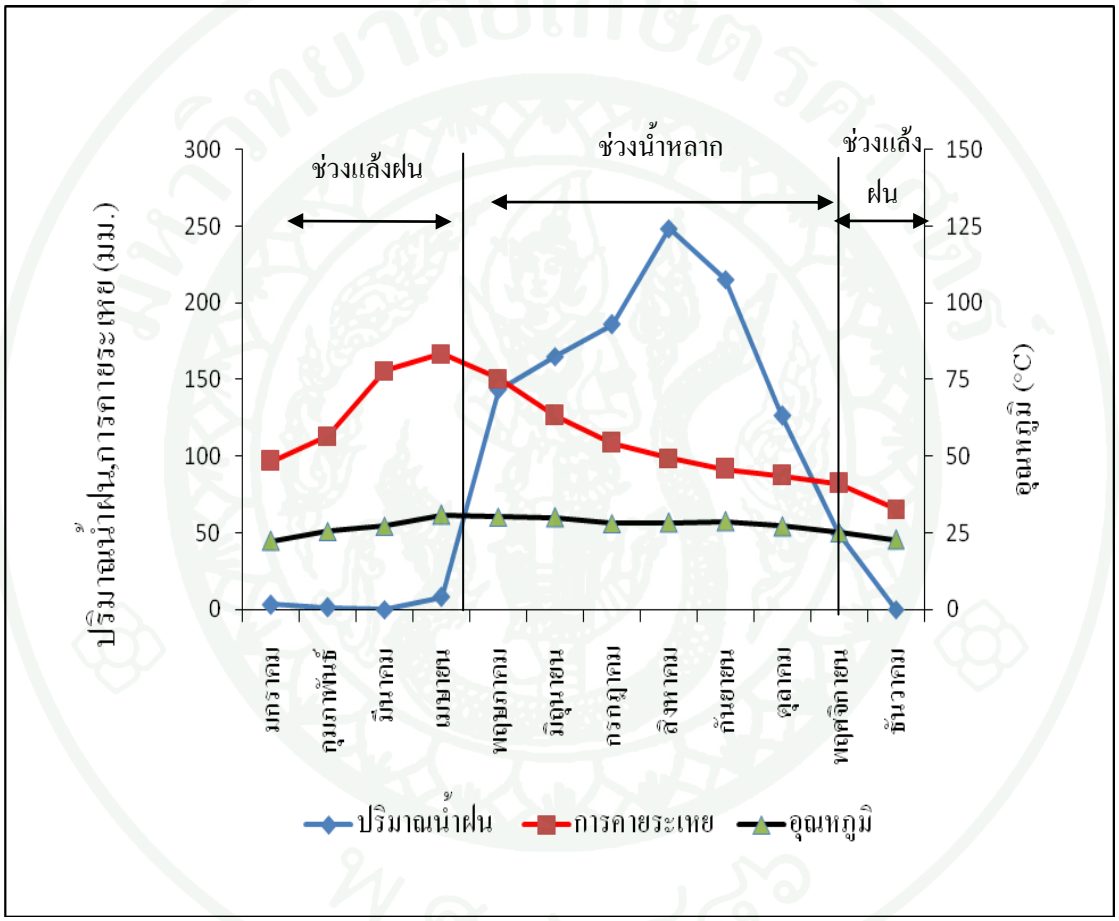
วิชาญ และคณะ (2551) พบว่า ลักษณะพืชพรรณเป็นพื้นที่ที่มีสังคมพืชป่าทดแทนปกคลุม ซึ่งป่าทดแทนดังกล่าวเกิดขึ้นจากการทำไร่เลื่อนลอย และมีป่าดั้งเดิมที่เป็นป่าผสมผลัดใบหลงเหลืออยู่ตามสันเขา หรือพื้นที่ที่ลาดชัน ชนิดไม้ต้นที่พบในป่าทดแทนของป่าผสมผลัดใบ (deciduous forest) เช่น มะเดื่อปล้อง (*Ficus hispida Linn*. F) แคหางค่าง (*Fernandoa adenophylla* Steenis) เพกา (*Oroxylum indicum* L. Vent.) เสลา (*Lagerstroemia loudoni* Teijsm. & Binn). เสลาเปลือกหนา (*Lagerstroemia villosa*) มีพืชชั้นล่างขึ้นหนาแน่น ถ้าเป็นบริเวณหุบห้วยจะเป็นต้นข่าคม (*Coix lachryma*-jobi L.) และปุดเล็ก *(Achasma macrocheilos* Griff*)* บริเวณสันเนินเป็นต้นตองกง (*Thysanolaena latifolia* (Roxb. ex Hornem) Honda) และเลา (*Chromolaena odoratum* (L.) R.M.King& H.Rob) สลับกับต้นอ้อใหญ่ (*Arundo donax* L.) ครอบคลุมเป็นบริเวณกว้าง บางสันเนินอาจมีต้นไผ่ข้าวหลาม (*Cephalostachyum pergracile)*ขึ้นแทรกเป็นหย่อมๆ และมีพืชพรรณตามธรรมชาติที่พบ คือ ป่าเต็งรัง (dry dipterocarp forest) และป่าเบญจพรรณ (mixed deciduous forest) สัตว์ป่าที่พบได้แก่ กระแตเหนือ (*Tupaia belangeri)* หมูป่า (*Sus scrofa)* เต่าเหลือง (*Indotestudo elongate)* นกเขาใหญ่ (*Streptopelia chinensis Tigrina*) เสือไฟ (*Catopuma temminckii)* กระรอกหลากสี (*Callosciurus finlaysonii*) นกจาบคาหัวสีส้ม (*Merops leschenaultia*) เหยี่ยว (*Milvus migrans*) ค้างคาว (*Oreoglanis siamensis*) อีเห็นข้างลาย (*Paradoxurus hermaphrodites*)

5. ลักษณะทางอุตุ-อุทกวิทยา

ศูนย์สาธิตการพัฒนาและรณรงค์การใช้แฝกด้านป่าไม้ที่ 2 ตำบลแม่สิน อำเภอศรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัย เป็นพื้นที่ที่อยู่ทางตอนเหนือของจังหวัดสุโขทัยได้รับอิทธิพลจากมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ประมาณปลายเดือนเมษายนถึงเดือนตุลาคม ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ และลมฝ่ายใต้ ตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน มีทั้งหมด 3 ฤดู ได้แก่ ฤดูร้อนอยู่ในช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนพฤษภาคม ฤดูฝนอยู่ในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม ฤดูหนาวเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ จากการศึกษาของ สมนิมิตร และคณะ (2552) พบว่า มีปริมาณฝนรวมทั้งปีเท่ากับ 1,145.5 มิลลิเมตร มากที่สุดในเดือนสิงหาคม การคายระเหยน้ำเท่ากับ 1,341.7 มิลลิเมตร มากที่สุดในเดือนเมษายน ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 78.9 มาก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ที่สุดในเดือนกันยายน เท่ากับร้อยละ 86.8 น้อยที่สุดในเดือนมีนาคมเท่ากับร้อยละ 65.2 มีอุณหภูมิเฉลี่ยกับ 27.1 องศาเซลเซียส สูงสุดในเดือนเมษายนอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 30.9 องศาเซลเซียส และต่ำสุดในเดือนมกราคมซึ่งมีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 22.2 องศาเซลเซียส มีช่วงน้ำหลากและช่วงแล้งฝนอย่างละ 6 เดือน โดยช่วงน้ำหลากเริ่มตั้งแต่ปลายเดือนเมษายนจนถึงประมาณต้นเดือนพฤศจิกายน และในช่วงแล้งฝนอยู่ในช่วงกลางเดือนพฤศจิกายนจนถึงปลายเดือนเมษายน (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 5 ช่วงน้ำหลากและแล้งฝนในพื้นที่ศูนย์สาธิตการพัฒนาและ รณรงค์การใช้แฝกด้านป่าไม้ที่ 2 ตำบลแม่สิน อำเภอศรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลและวิจารณ์

1. ปริมาณตะกอนในแต่ละรูปแบบการปลูกแฝก

จากการศึกษาการสูญเสียดินในบริเวณแปลงทดลองในในแต่ละรูปแบบการปลูกแฝก บริเวณศูนย์สาธิตการพัฒนาและรณรงค์การใช้แฝกด้านป่าไม้ที่ 2 จังหวัดสุโขทัย บนพื้นที่ที่มีระดับความลาดชันทั้ง 3 ระดับ พบว่า ในช่วงที่ทำการศึกษา ปริมาณน้ำฝนรวมทั้งปีมีค่าเท่ากับ 1,511.59 มิลลิเมตร และมีปริมาณน้ำฝนมากที่สุดในเดือนพฤษภาคมมีค่าเท่ากับ 390.44 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นช่วงของฝนแรก ส่วนในเดือนตุลาคมเป็นเดือนที่มีปริมาณน้ำฝนน้อยที่สุดเท่ากับ 131.27 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นช่วงปลายฝน และสามารถอธิบายถึงปริมาณตะกอนในแต่ละรูปแบบการปลูกแฝกได้ดังนี้

1.1 รูปแบบการปลูกแฝกที่ 1

เป็นแปลงปลูกแฝกที่มีระยะห่างระหว่างต้นที่แตกต่างกัน โดยเป็นแปลงที่มีความลาดชันเท่ากับร้อยละ 5 พบว่า แปลงว่างเปล่าเป็นแปลงที่มีการสูญเสียดินมากที่สุด มีการสูญเสียดินทั้งปีเท่ากับ 11.91 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี โดยในเดือนพฤษภาคมถือว่าเป็นเดือนที่มีการสูญเสียดินมากที่สุดเท่ากับ 7.38 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี โดยในเดือนตุลาคมถือว่าเป็นเดือนที่มีการสูญเสียดินน้อยที่สุดเท่ากับ 0.50 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี โดยแปลงที่มีการปลูกแฝก ก็ถือว่ามีการสูญเสียดินมากที่สุดในเดือนพฤษภาคม เช่นกัน ซึ่ง พบว่าแปลงระยะห่างระหว่างต้น เท่ากับ 25, 20, 15, 10 และ 5 เซนติเมตร มีการสูญเสียดินเท่ากับ 9.09, 5.71, 3.61, 1.96, และ 1.33 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี ตามลำดับ (ตารางที่1)

จากข้อมูลแสดงให้เห็นว่าแปลงที่ไม่มีการปลูกแฝกมีการสูญเสียดินที่ค่อนข้างมาก และเมื่อมีการนำแฝกเข้ามาปลูกแฝกช่วยชะลอในส่วนของปริมาณตะกอน อีกทั้งยังเมื่อยิ่งปลูกกันชิดก็ยิ่งช่วยให้ปริมาณตะกอนลดลงมากอีกด้วย และเมื่อนำค่าการสูญเสียดินที่ได้ไปเทียบกับระดับการสูญเสียดินในประเทศไทยจากการประเมินของกรมพัฒนาที่ดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2545) (ตารางที่ 2) พบว่าทุกแปลงทดลองยังอยู่ในระดับน้อย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 1 ปริมาณตะกอนจากการชะละลายและการกร่อนของดินในแต่ละรูปแบบการปลูกแฝก

รูปแบบการปลูกแฝก	ปริมาณตะกอน (ตันต่อเฮกแตร์)						
	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	รวม
ปริมาณน้ำฝน (มม.)	390.44	194.32	155.64	372.70	267.22	131.27	1,511.59
ความหนักเบาของฝน (มม./ชม.)	30.26	40.26	35.26	26.92	38.46	27.69	
รูปแบบที่ 1 (ความลาดชันร้อยละ 5)							
แปลงว่างเปล่า	7.38	1.28	0.59	0.89	1.28	0.50	11.91
ระยะห่างระหว่างต้นเท่ากับ 5 ซม.	0.59	0.42	0.01	0.08	0.19	0.04	1.33
ระยะห่างระหว่างต้นเท่ากับ 10 ซม.	0.77	0.58	0.05	0.13	0.34	0.09	1.96
ระยะห่างระหว่างต้นเท่ากับ 15 ซม.	2.18	0.61	0.10	0.21	0.38	0.14	3.61
ระยะห่างระหว่างต้นเท่ากับ 20 ซม.	3.31	0.85	0.37	0.40	0.56	0.23	5.71
ระยะห่างระหว่างต้นเท่ากับ 25 ซม.	5.43	1.06	0.53	0.79	0.92	0.36	9.09
รูปแบบที่ 2 (ความลาดชันร้อยละ 15)							
แปลงว่างเปล่า	2.20	0.95	0.49	0.38	0.98	0.39	5.39
ระยะห่างระหว่างแถวเท่ากับ 4 ม.	1.45	0.34	0.25	0.11	0.40	0.08	2.62
ระยะห่างระหว่างแถวเท่ากับ 5 ม.	1.82	0.38	0.19	0.20	0.50	0.15	3.25
รูปแบบที่ 3 (ความลาดชันร้อยละ 25)							
แปลงว่างเปล่า	33.32	23.63	8.70	13.96	20.08	8.53	108.22
แปลงปลูกแฝกแถวเดียว	22.40	13.58	3.70	6.12	7.98	3.56	57.35
แปลงปลูกแฝกสองแถว	15.34	7.95	1.33	2.24	4.48	2.02	33.36

สรุปได้ว่า รูปแบบการปลูกแฝกที่ 1 ในพื้นที่ที่มีความลาดชันเท่ากับร้อยละ 5 แปลงปลูกแฝกที่มีระยะห่างระหว่างต้นเท่ากับ 5 เซนติเมตร เป็นแปลงที่มีการสูญเสียดินน้อยที่สุด แสดงให้เห็นว่า การปลูกแฝกยิ่งปลูกชิดกัน ก็จะช่วยในการลดปริมาณการสูญเสียดินได้มาก ซึ่งสอดคล้องกับ ภัทราวุธ (2554) ที่ได้ทำการศึกษาในเรื่องประสิทธิภาพของแฝกในการป้องกันการสูญเสียดินและกักเก็บคาร์บอนในดิน ที่พบว่า การปลูกแฝกแถวเดี่ยวที่มีระยะห่างระหว่างต้น 5, 10, 15, 20 และ 25 เซนติเมตรนั้น แปลงปลูกแฝกที่มีระยะห่างระหว่างต้น5 เซนติเมตร มีค่าการสูญเสียดินเท่ากับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 2 ระดับการสูญเสียดินในประเทศไทย จากการประเมินของกรมพัฒนาที่ดิน

ระดับ	การสูญเสียดิน	
	ตัน/ไร่/ปี	ตัน/เฮกแตร์/ปี
น้อย (slight)	0-2	0.00-12.25
ปานกลาง (moderate)	2-5	12.25-31.25
รุนแรง (severe)	5-15	31.25-93.75
รุนแรงมาก (very severe)	15-20	93.75-125.00
รุนแรงมากที่สุด (extremely severe)	> 20	> 125.00

ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน (2545)

0.50 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี ถือว่าเป็นแปลงที่มีการสูญเสียดินน้อยที่สุดอีกทั้ง Inthapan *et al.* (1996) ที่ทำการศึกษาเปรียบเทียบอิทธิพลจากลักษณะของการปลูกแฝกที่แตกต่างกัน โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของการปลูกแฝกแถวเดี่ยวที่มีระยะห่างระหว่างแถวตามแนวดิ่ง รวมถึงการศึกษาการปลูกแฝกแถวเดี่ยวที่มีระยะห่างระหว่างต้นต่างกันใน 4 พื้นที่ พบว่าแปลงปลูกแฝกแถวเดี่ยวที่มีระยะห่างตามแนวดิ่งและระยะห่างระหว่างต้นทุกระดับ มีอิทธิพลอย่างมากต่อการลดปริมาณการสูญเสียดินในทุกพื้นที่

1.2 รูปแบบการปลูกแฝกที่ 2

เป็นแปลงการปลูกแฝกที่มีระยะที่แตกต่างกันตามแนวดิ่ง และมีระดับของความลาดชันเท่ากับร้อยละ 15 พบว่า แปลงว่างเปล่าถือว่าเป็นแปลงที่มีการสูญเสียดินมากที่สุด มีการสูญเสียดินทั้งปีเท่ากับ 5.39 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี โดยในเดือนพฤษภาคมถือเป็นเดือนที่มีการสูญเสียดินมากที่สุดเท่ากับ 2.20 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี และน้อยที่สุดในเดือนสิงหาคมมีค่าการสูญเสียดินเท่ากับ 0.38 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี ส่วนแปลงปลูกแฝกระยะห่างระหว่างแนวดิ่งเท่ากับ 5 เมตร พบว่ามีปริมาณการสูญเสียดินทั้งปีเท่ากับ 3.25 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี โดยในเดือนพฤษภาคมถือเป็นเดือนที่มีการสูญเสียดินมากที่สุดเท่ากับ 1.82 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี และในเดือนตุลาคมมีการสูญเสียดินน้อยที่สุดเท่ากับ 0.15 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี และแปลงที่มีการสูญเสียดินน้อยที่สุด เป็นแปลงปลูกแฝกระยะห่างระหว่างแถวตามแนวดิ่งเท่ากับ 4 เมตร มีค่าการสูญเสียดินทั้งปีเท่ากับ 2.62 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี โดยในเดือนพฤษภาคมถือว่าเป็นเดือนที่มีการสูญเสียดินมากที่สุดเท่ากับ 1.45 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เนื่องจากเป็นช่วนต้นฝนมีปริมาณน้ำฝนเป็นจำนวนมากอีกทั้งความหนักเบาของฝนค่อนข้างมาก และในเดือนตุลาคมถือว่าเป็นเดือนที่มีการสูญเสียดินน้อยที่สุดเท่ากับ 0.08 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี (ตารางที่ 1) จากข้อมูลแสดงให้เห็นว่า แปลงที่ไม่มีการปลูกแฝกมีการสูญเสียดินมากที่สุด และเมื่อมีการนำแฝกเข้ามาปลูกร่วมด้วยก็จะเห็นว่า การสูญเสียดินลดลง และยิ่งปลูกแฝกระยะห่างน้อยลงก็จะช่วยในการลดการสูญเสียดินที่มากขึ้นอีกด้วย และเมื่อนำค่าการสูญเสียดินที่ได้ไปเทียบกับระดับการสูญเสียดินในประเทศไทยจากการประเมินของกรมพัฒนาที่ดิน (2545) (ตารางที่ 2) ก็พบว่าทุกแปลงทดลองยังมีการสูญเสียดินอยู่ในระดับน้อย (slight)

สรุปได้ว่า ในรูปแบบการปลูกแฝกที่ 2 แปลงที่มีความลาดชันร้อยละ 15 แปลงปลูกแฝกระยะห่างระหว่างแนวดิ่งเท่ากับ 4 เมตรเป็นแปลงที่มีการสูญเสียดินน้อยที่สุด แสดงให้เห็นว่า การปลูกแฝกที่ยิ่งมีระยะห่างในแนวดิ่งน้อยยิ่งทำให้ลดการชะละลายและการกร่อนของดินได้มากขึ้น ซึ่ง สอดคล้องกับ ภัทราวุธ (2554) ที่กล่าวไว้ว่า เมื่อปลูกแฝกที่มีระยะห่างตามแนวดิ่งแคบลงทำให้ปริมาณการสูญเสียดินลดลงด้วยเช่นกัน เพราะช่วยลดความเร็วและความรุนแรงแรงของน้ำไหลบ่าหน้าดินนั่นเอง อีกทั้ง เรวัติ และ ประศาสตร์(2537) ได้กล่าวไว้ว่าการใช้แถบของแฝกทำให้ปริมาณตะกอนดินที่ถูกพัดพาลดลง โดยการปลูกแฝกแถวเดี่ยวระยะห่างตามแนวดิ่ง 1 เมตร มีแนวโน้มว่าสามารถลดปริมาณน้ำไหลบ่าและปริมาณตะกอนดินลงได้มากอีกด้วย และ เจนจิรา (2542) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการสูญเสียดินและน้ำจากแปลงปลูกสร้างสวนป่า แปลงปลูกสร้างสวนป่าร่วมกับแฝกและแปลงไร่ร้าง บริเวณสถานีวิจัยลุ่มน้ำยม ในลุ่มน้ำแม่ถาง อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ ที่ระดับความลาดชันร้อยละ 10-20 พบว่า การสูญเสียดินและน้ำจากพื้นที่สวนป่าร่วมกับแฝกมากกว่าจากการใช้พื้นที่สวนป่ากับแปลงไร่ร้าง กล่าวคือ มีค่าเฉลี่ยการสูญเสียดิน เท่ากับ 0.5505, 0.3881 และ 0.4420 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี ตามลำดับ

1.3 รูปแบบการปลูกแฝกที่ 3

เป็นแปลงที่มีความลาดชันเท่ากับร้อยละ 25 เป็นแปลงไหล่ถนน โดยพบว่า แปลงว่างเปล่าถือว่าเป็นแปลงที่มีการสูญเสียดินมากที่สุดเท่ากับ 108.22 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี โดยในเดือนพฤษภาคมถือว่าเป็นเดือนที่มีการสูญเสียดินมากที่สุดเท่ากับ 33.32 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี และน้อยที่สุดในเดือนตุลาคมมีค่าเท่ากับ 8.53 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี รองลงมาเป็นแปลงปลูกแฝกแถวเดียว มีการสูญเสียดินทั้งปีเท่ากับ 57.35 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี โดยในเดือนพฤษภาคมมีการสูญเสียดินมากที่สุดเท่ากับ 22.40 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี น้อยที่สุดในเดือนตุลาคมมีค่าเท่ากับ 3.56 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี และแปลงที่มีการสูญเสียดินน้อยที่สุดในรูปแบบการทดลองที่ 3 เป็นแปลงปลูกแฝกสองแถวมีการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สูญเสียดินทั้งปีเท่ากับ 33.36 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี โดยในเดือนพฤษภาคมมีการสูญเสียดินมากที่สุดเท่ากับ 15.34 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี ในเดือนกรกฎาคมมีการสูญเสียดินน้อยที่สุดเท่ากับ 1.33 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี (ตารางที่ 1) และเมื่อนำค่าการสูญเสียดินที่ได้ไปเทียบกับระดับการสูญเสียดินในประเทศไทยจากการประเมินของกรมพัฒนาที่ดิน (2545) พบว่า แปลงว่างเปล่าเป็นแปลงที่อยู่ในระดับที่รุนแรงมาก และเมื่อมีการนำแฝกเข้ามาปลูกแล้วก็ช่วยลดระดับของความรุนแรงจากระดับที่รุนแรงมากไปอยู่ในระดับที่รุนแรง

ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า แปลงปลูกแฝกแถวเดียวช่วยลดปริมาณตะกอนลงได้ แต่เมื่อมีการเพิ่มไปอีกหนึ่งแถวถือว่าช่วยลดลงไปได้มากเปรียบเสมือนกำแพง 2 ชั้นที่ลดความแรงของน้ำไหลบ่า อีกทั้งยังช่วยกักเก็บตะกอนไว้กับหน้าดินอีกด้วย ซึ่งสอดคล้องกับ Anusontpornperm *et al.* (1996) ที่ทำการศึกษาอิทธิพลของแฝกต่อการควบคุมการชะละลายและการกร่อนของดิน ในพื้นที่ไร่อ้อย ไร่ข้าวโพด และไร่มันสำปะหลัง บริเวณบ้านห้วยบอง อำเภอด่านขุนทด จังหวัดนครราชสีมา ระยะเวลา 2 ปี พบว่า การสูญเสียดินจากแปลงควบคุมมีปริมาณการสูญเสียดินสูงสุดทั้งสองปี ส่วนปริมาณการสูญเสียดินรองจากแปลงควบคุม คือ แปลงปลูกแฝก 1 แถว โดยทั้งสองปีแปลงปลูกแฝก 2 แถวสามารถควบคุมน้ำไหลบ่าและลดปริมาณตะกอนได้ดีที่สุด อีกทั้ง ภัทราวุธ (2554) ที่ได้ทำการศึกษาในเรื่องประสิทธิภาพของแฝกในการป้องกันการสูญเสียดินและกักเก็บคาร์บอนในดิน พบว่า แปลงปลูกแฝก2 แถว มีการสูญเสียดินต่ำสุดเท่ากับ42.5 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี รองลงมาเป็นแปลงปลูกแฝกแถวเดียวมีการสูญเสียดินต่ำสุดเท่ากับ172.99 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี และแปลงว่างเปล่าเป็นแปลงที่มีการสูญเสียดินมากที่สุดถึง 543.20 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี อีกทั้ง กรมพัฒนาที่ดิน (2543) ได้ศึกษาอิทธิพลของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำต่างๆ โดยทำการศึกษาในแปลงมันสำปะหลังร่วมกับหญ้าและไม้ต่างๆ ได้ดำเนินการที่สถานีพัฒนาที่ดิน จังหวัดอุบลราชธานี จากการศึกษาพบว่า การไถพรวนดินและปลูกตามแนวระดับเสริมด้วยแถบแฝกตามแนวระดับ มีประสิทธิภาพในการป้องกันการสูญเสียดินมากที่สุดและดีที่สุด นอกจากนี้ยังพบอีกว่า ปัจจัยต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นปริมาณน้ำฝน ในแต่ละเดือน ความถี่ของฝนตกในแต่ละเดือนซึ่งมีอิทธิพลต่อการชะละลายและการกร่อนของดินในแต่ละพื้นที่ การศึกษาในครั้งนี้ได้ทำการเปรียบเทียบการสูญเสียดินในการปลูกแฝก โดยมีปริมาณน้ำฝนสัมพัทธ์เท่ากับ 10 มิลลิเมตร ได้ผลการศึกษา ดังตารางที่ 3

ผลการศึกษา พบว่า ถึงแม้ว่าปริมาณน้ำฝนเท่ากันที่ 10 มิลลิเมตร แต่ปริมาณและรูปแบบการสูญเสียดินยังเหมือนเดิมดังผลการศึกษาที่แสดงตามตารางที่ 1 คือ ในแปลงว่างเปล่าทุกรูปแบบการปลูกแฝกพบว่า มีการสูญเสียดินมากที่สุดในทุกรูปแบบการปลูกแฝก โดยแปลงที่มีการปลูกแฝกในรูปแบบการทดลองที่ 1 พบว่า พบว่า แปลงปลูกแฝก ระยะห่างระหว่างต้นเท่ากับ 5 เซนติเมตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 การสูญเสียดินจากการชะละลายและการกร่อนของดินต่อปริมาณน้ำฝนสัมพัทธ์ (10 มิลลิเมตร)

รูปแบบการปลูกแฝก	ปริมาณตะกอน (ตันต่อเฮกแตร์)						
	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	รวม
รูปแบบที่ 1 (ความลาดชันร้อยละ 5)							
แปลงว่างเปล่า	0.19	0.07	0.04	0.02	0.05	0.04	0.40
ระยะห่างระหว่างต้นเท่ากับ 5 ซม.	0.02	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.05
ระยะห่างระหว่างต้นเท่ากับ 10 ซม.	0.02	0.03	0.00	0.00	0.01	0.01	0.08
ระยะห่างระหว่างต้นเท่ากับ 15 ซม.	0.06	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.12
ระยะห่างระหว่างต้นเท่ากับ 20 ซม.	0.08	0.04	0.02	0.01	0.02	0.02	0.20
ระยะห่างระหว่างต้นเท่ากับ 25 ซม.	0.14	0.05	0.03	0.02	0.03	0.03	0.31
รูปแบบที่ 2 (ความลาดชันร้อยละ 15)							
แปลงว่างเปล่า	0.06	0.05	0.03	0.01	0.04	0.03	0.21
ระยะห่างระหว่างแถวเท่ากับ 4 ม.	0.04	0.02	0.02	0.00	0.01	0.01	0.09
ระยะห่างระหว่างแถวเท่ากับ 5 ม.	0.05	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.11
รูปแบบที่ 3 (ความลาดชันร้อยละ 25)							
แปลงว่างเปล่า	0.85	1.22	0.56	0.37	0.75	8.24	12.00
แปลงปลูกแฝกแถวเดียว	0.57	0.70	0.24	0.16	0.30	4.37	6.34
แปลงปลูกแฝกสองแถว	0.39	0.41	0.09	0.06	0.17	2.54	3.66

เป็นแปลงที่มีการสูญเสียดินน้อยที่สุด ในรูปแบบการปลูกแฝกที่ 2 แปลงปลูกแฝกระยะห่างระหว่างแถวเท่ากับ 4 เมตร มีการสูญเสียดินน้อยที่สุด และในรูปแบบการปลูกแฝกที่ 3 พบว่า แปลงปลูกแฝกสองแถวเป็นแปลงที่มีกาสูญเสียดินน้อยที่สุด แสดงให้เห็นว่าถึงแม้ว่าปริมาณน้ำฝนเท่ากันแต่ปริมาณการสูญเสียดินที่เกิดขึ้นในแต่ละวิธีการปลูกแฝกก็ยังคงเหมือนเดิม

2. ประสิทธิภาพของแฝกในการป้องกันการชะละลายและการกร่อนของดิน

การศึกษาประสิทธิภาพของแฝกในการป้องกันการสูญเสียดินจากการชะละลายและการกร่อนของดินในลักษณะแปลงทดลอง (สมการที่ 4) และทำการทดสอบความแตกต่างของ ประสิทธิภาพของแฝกในการป้องกันการสูญเสียดินของแต่ละรูปแบบการทดลอง โดยวิธีวิเคราะห์แบบ t-test และ F-test ผลการศึกษา ดังตารางที่ 4 อธิบายได้ดังต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 4 ประสิทธิภาพของแฝกในการป้องกันการสูญเสียดินในลักษณะแปลงทดลอง บริเวณศูนย์สาธิตการพัฒนาและรณรงค์การใช้แฝกด้านป่าไม้ที่ 2 จังหวัดสุโขทัย

รูปแบบการปลูกแฝก	ประสิทธิภาพของแฝก (ร้อยละ)						
	พ.ค.	มิ..ย	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	เฉลี่ย
รูปแบบที่ 1 (ความลาดชันร้อยละ 5)							
แปลงว่างเปล่า	-	-	-	-	-	-	-
ระยะห่างระหว่างต้นเท่ากับ 5 ซม.	91.97	67.18	98.81	90.91	85.33	91.25	87.57
ระยะห่างระหว่างต้นเท่ากับ 10 ซม.	89.61	54.86	90.85	85.05	73.49	81.04	79.15
ระยะห่างระหว่างต้นเท่ากับ 15 ซม.	70.50	52.26	83.00	76.80	69.99	71.80	70.72
ระยะห่างระหว่างต้นเท่ากับ 20 ซม.	55.11	33.64	37.49	54.61	56.62	54.21	48.62
ระยะห่างระหว่างต้นเท่ากับ 25 ซม.	26.33	16.93	9.72	10.84	28.41	27.29	19.92
รูปแบบที่ 2 (ความลาดชันร้อยละ 15)							
แปลงว่างเปล่า	-	-	-	-	-	-	-
ระยะห่างระหว่างแถวเท่ากับ 4 ม.	33.80	64.18	50.29	71.46	59.68	80.07	59.91
ระยะห่างระหว่างแถวเท่ากับ 5 ม.	16.93	59.90	60.76	47.63	49.11	62.20	49.42
รูปแบบที่ 3 (ความลาดชันร้อยละ 25)							
แปลงว่างเปล่า	-	-	-	-	-	-	-
แปลงปลูกแฝกแถวเดียว	32.78	42.52	57.44	56.15	60.25	58.22	51.23
แปลงปลูกแฝกสองแถว	53.96	66.37	84.70	83.94	77.70	76.30	73.83

2.1 รูปแบบการปลูกแฝกที่ 1 แปลงปลูกแฝกแถวเดี่ยวที่มีระยะห่างระหว่างต้นเท่ากับ 5 เซนติเมตร มีประสิทธิภาพในการป้องกันการชะละลายการกร่อนของดินทั้งปีเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 87.57 มีประสิทธิภาพมากที่สุดในเดือนพฤษภาคม มีค่าเท่ากับร้อยละ 91.97 และมีประสิทธิภาพน้อยที่สุดในเดือนมิถุนายน มีค่าเท่ากับร้อยละ 67.18 ส่วนแปลงปลูกแฝกที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันการชะละลายและการกร่อนของดินรองลงมา ได้แก่ แปลงปลูกแฝกระยะห่างระหว่างต้นเท่ากับ 10, 15, 20, และ 25 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยมีประสิทธิภาพเท่ากับร้อยละ 79.15, 70.72, 48.62 และ 19.9 ตามลำดับ และพบว่า ทุกแปลงมีประสิทธิภาพในการป้องกันการสูญเสียดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

สรุปได้ว่า ในรูปแบบการปลูกแฝกที่ 1 แปลงปลูกแฝกแถวเดี่ยวที่มีระยะห่างระหว่างต้น5 เซนติเมตรเป็นแปลงที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันการสูญเสียดินจากการชะละลายและการกร่อนของดินสูงสุด นั่นคือ การปลูกแฝกควรปลูกให้มีระยะห่างชิดกันให้มาก แม้ว่าแต่ละวิธีจะมีประสิทธิ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพมีความใกล้เคียงกันมาก เช่นปลงปลูกแฝกที่มีระยะห่างระหว่างต้น10 และ 15 เซนติเมตร ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับระดับความลาดเท ความยาวและรูปร่างความลาดเทของพื้น ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น จำนวนแฝกที่มีหรือสามารถหามาปลูกได้ รวมไปถึงการตัดสินใจของผู้ใช้ประโยชน์ในพื้นที่ด้วยว่าคุ้มค่าต่อการลงทุนหรือไม่ หรือมีความจำเป็นมากน้อยเพียงใด ในการที่จะเลือกใช้วิธีใดวิธีหนึ่งให้เหมาะสมกับพื้นที่

2.2 รูปแบบการปลูกแฝกที่ 2 แปลงปลูกแฝกระยะห่างระหว่างแถวเท่ากับ 4 เมตรมีประสิทธิภาพในการป้องกันการชะละลายและการกร่อนของดินทั้งปีเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 59.91 มีประสิทธิภาพมากที่สุดในเดือนตุลาคม มีค่าเท่ากับร้อยละ 80.07 และมีประสิทธิภาพน้อยที่สุดในเดือนพฤษภาคม มีค่าเท่ากับร้อยละ 33.80 ส่วนแปลงปลูกแฝกระยะห่างระหว่างแถวเท่ากับ 5 เมตร มีประสิทธิภาพในการป้องกันการชะละลายและการกร่อนของดินทั้งปีเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 49.42 มีประสิทธิภาพมากที่สุดในเดือนตุลาคม มีค่าเท่ากับร้อยละ 62.20 และมีประสิทธิภาพน้อยที่สุดในเดือนพฤษภาคม มีค่าเท่ากับร้อยละ 16.93 ซึ่งแปลงปลูกแฝก ระยะห่างระหว่างแถว 4 และ 5 เมตร มีประสิทธิภาพในการป้องกันการสูญเสียดินจากการชะละลายและการกร่อนของดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แสดงให้เห็นว่า แปลงที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันการชะละลายและการกร่อนของดินมากกว่า คือ แปลงปลูกแฝกแถวเดี่ยวระยะห่างระหว่างแถวเท่ากับ 4 เมตร มีความเหมาะสมมากกว่าระยะห่างระหว่างแถวเท่ากับ 5 เมตร

2.3 รูปแบบการปลูกแฝกที่ 3 พบว่า แปลงปลูกแฝกสองแถวเป็นแปลงที่มีประสิทธิภาพของแฝกในการป้องกันการสูญเสียดินมากเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 73.83 มีประสิทธิภาพมากที่สุดในเดือนกรกฎาคม และน้อยที่สุดในเดือนพฤษภาคมซึ่งมีค่าเท่ากับร้อยละ 84.70 และ 53.96 ตามลำดับ ส่วนแปลงปลูกแฝกแถวเดียวมีประสิทธิภาพเท่ากับร้อยละ 51.23 โดยมีประสิทธิภาพมากที่สุด และน้อยที่สุดในเดือนกันยายนและเดือนพฤษภาคม มีค่าเท่ากับร้อยละ 60.25 และ 32.78 ตามลำดับ เมื่อทดสอบทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แสดงให้เห็นว่า การปลูกแฝกควรที่จะมีการปลูกแฝกเป็นสองแถวคู่ เพื่อช่วยลดปริมาณตะกอนที่จะสูญเสียไปกับปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินได้มากยิ่งขึ้น

ประสิทธิภาพของแฝกจะมากหรือน้อยแตกต่างกันก็ขึ้นอยู่กับปริมาณการสูญเสียดินของแต่ละเดือนซึ่งเทียบกันระหว่างความแตกต่างของปริมาณการสูญเสียดินของแปลงว่างเปล่า (แปลงควบคุม) กับแปลงที่มีมาตรการต่างๆ โดยแปลงที่มีการสูญเสียดินน้อย แสดงให้เห็นว่า เป็นแปลงที่มีประสิทธิภาพในการสูญเสียดินสูง แปลงใดที่มีการสูญเสียดินมากก็แสดงให้เห็นว่าเป็นแปลงที่มี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประสิทธิภาพต่ำ จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่า แปลงปลูกแฝกที่มีระยะห่างระหว่างแถวมาก มีการสูญเสียดินที่ค่อนข้างมากและมีประสิทธิภาพในการป้องกันการชะล้างและกร่อนของดินที่ต่ำ ยิ่งมีการปลูกแฝกที่ชิดกันมากซึ่งมีช่องไหลผ่านของน้ำไหลบ่าหน้าดินที่น้อยก็จะยิ่งช่วยชะลอความเร็วของน้ำไหลบ่าได้มากอีกทั้งยังช่วยกักเก็บตะกอนไว้ได้มากอีกด้วย ดังนั้นวิธีการปลูกแฝกที่ช่วยลดปริมาณการสูญเสียดินควรเป็นการปลูกแฝกที่ระยะห่างระหว่างแถวที่ค่อนข้างน้อย และมีการปลูกแฝกที่ชิดกันมากขึ้นยิ่งดี และควรวางแนวแฝกให้เหมาะสมกับลักษณะภูมิประเทศอีกด้วย

3. ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน

การศึกษาปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินจากแปลงทดลองการสูญเสียดิน บริเวณพื้นที่ศูนย์สาธิตการพัฒนาและรณรงค์การใช้แฝกด้านป่าไม้ที่ 2 จังหวัดสุโขทัย ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนที่สะสมในดินจนถึงระดับความลึก 0-10 เซนติเมตรของแปลงว่างเปล่าไม่มีพืชปกคลุมมีแนวโน้มลดลง ส่วนปริมาณอินทรีย์คาร์บอน พบว่า ลดลงจากครั้งแรกอย่างชัดเจน เช่น รูปแบบการปลูกแฝกที่ 3 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนจากการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 1 เท่ากับ 0.029 กรัมคาร์บอนต่อตารางเมตร และเมื่อถึงครั้งที่สามปริมาณอินทรีย์คาร์บอนเท่ากับ 0.002 กรัมคาร์บอนต่อตารางเมตร เป็นต้น ซึ่งสาเหตุที่แปลงว่างเปล่าไม่มีพืชปกคลุมมีแนวโน้มของปริมาณคาร์บอนในดินลดลงเนื่องจาก ปริมาณอินทรียวัตถุสูญเสียไปกับน้ำไหลบ่าหน้าดินที่พัดพาไป ประกอบกับไม่มีพืชปกคลุมและขาดมาตรการในการอนุรักษ์ดินและน้ำ (ตารางที่ 5) ส่วนแปลงที่มีการปลูกแฝกในทุกรูปแบบการปลูกแฝก ส่วนใหญ่การเปลี่ยนแปลงของปริมาณอินทรียวัตถุและอินทรีย์คาร์บอนมีการเปลี่ยนแปลงโดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากอิทธิพลของแฝกทำให้มีการสูญเสียดินน้อยลง อีกทั้งยังได้รับผลผลิตจากซากพืชที่ย่อยสลายกลับคืนสู่ดินด้วยในบางส่วน ส่วนแปลงที่มีการปลูกแฝกในรูปแบบการปลูกแฝกที่ 1 พบว่า แปลงปลูกแฝกระยะห่างระหว่างต้นเท่ากับ 5 เซนติเมตรเป็นแปลงที่มีปริมาณคาร์บอนมากที่สุดเท่ากับ 0.296 กรัมคาร์บอนต่อตารางเมตร ส่วนในรูปแบบการปลูกแฝกที่ 2 พบว่าแปลงปลูกแฝกระยะห่างระหว่างแถวเท่ากับ 4 เมตรมีค่าเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 0.213 กรัมคาร์บอนต่อตารางเมตร แปลงปลูกแฝกระยะห่างระหว่างแถวที่ 5 เมตรมีค่าเท่ากับ 0.205 กรัมคาร์บอนต่อตารางเมตร แสดงให้เห็นว่า แปลงที่มีการปลูกแฝกที่ชิดกันจะส่งผลทำให้เพิ่มอินทรียวัตถุให้กับดิน อีกทั้งยังเป็นเสมือนกำแพงกั้นอินทรียวัตถุไม่ให้ไหลไปกับน้ำไหลบ่าหน้าดินอีกด้วย ส่วนในรูปแบบการปลูกแฝกที่ 3 เป็นแปลงไหล่ถนนพบว่า แปลงว่างเปล่ามีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนน้อยที่สุดเท่ากับ 0.020 กรัมคาร์บอนต่อตารางเมตร แปลงปลูกแฝก 2 แถวเป็นแปลงที่มี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

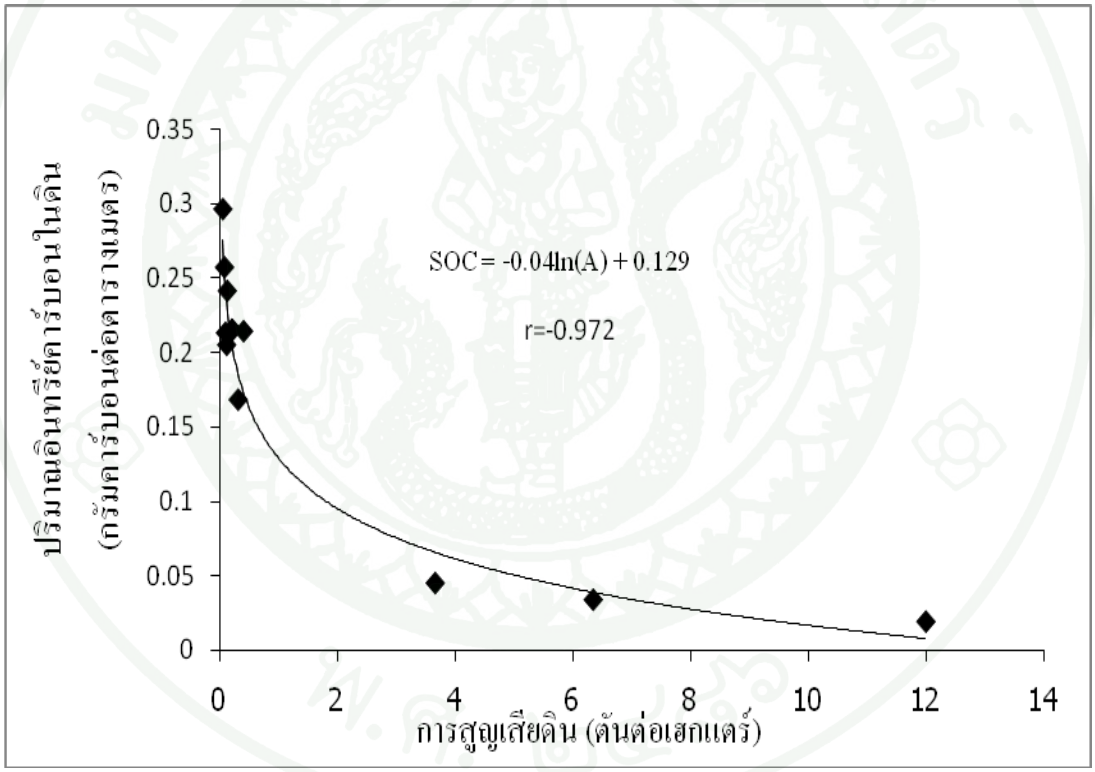
ตารางที่ 5 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร จากแปลงทดลองการสูญเสียดินบริเวณศูนย์สาธิตการพัฒนาและรณรงค์การใช้แฝกด้านป่าไม้ที่ 2 จังหวัดสุโขทัย

รูปแบบการปลูกแฝก	ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน (กรัมคาร์บอนต่อตารางเมตร)			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
รูปแบบที่ 1 (ความลาดชันร้อยละ 5)				
แปลงว่างเปล่า	0.221	0.181	0.241	0.214
ระยะห่างระหว่างต้นเท่ากับ 5 ซม.	0.318	0.250	0.321	0.296
ระยะห่างระหว่างต้นเท่ากับ 10 ซม.	0.271	0.206	0.294	0.257
ระยะห่างระหว่างต้นเท่ากับ 15 ซม.	0.232	0.241	0.251	0.241
ระยะห่างระหว่างต้นเท่ากับ 20 ซม.	0.172	0.186	0.288	0.215
ระยะห่างระหว่างต้นเท่ากับ 25 ซม.	0.178	0.139	0.189	0.168
รูปแบบที่ 2 (ความลาดชันร้อยละ 15)				
แปลว่างเปล่า	0.205	0.203	0.238	0.215
ระยะห่างระหว่างแถวเท่ากับ 4 ม.	0.163	0.254	0.222	0.213
ระยะห่างระหว่างแถวเท่ากับ 5 ม.	0.145	0.225	0.245	0.205
รูปแบบที่ 3 (ความลาดชันร้อยละ 25)				
แปลงว่างเปล่า	0.029	0.027	0.002	0.020
แปลงปลูกแฝกแถวเดียว	0.040	0.009	0.054	0.034
แปลงปลูกแฝกสองแถว	0.041	0.039	0.056	0.045

ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนมากที่สุดเท่ากับ 0.045 กรัมคาร์บอนต่อตารางเมตร รองลงมาเป็นแปลงปลูกแฝกแถวเดียวมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนเท่ากับ 0.034 กรัมคาร์บอนต่อตารางเมตร แสดงให้เห็นว่าแปลงปลูกแฝก 2 แถวเปรียบเสมือนกำแพง 2 ชั้นที่ช่วยในการกักเก็บอินทรียวัตถุต่าง ๆ ไว้กับดินอีกด้วย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการสูญเสียดินกับปริมาณอินทรีย์คาร์บอน พบว่า มีค่าเท่ากับ -0.972 (ภาพที่ 6) แสดงให้เห็นว่า มีความสัมพันธ์กันในทางตรงกันข้าม หมายถึง เมื่อปริมาณการสูญเสียดินมากทำให้ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินลดน้อยลงและเมื่อมีการสูญเสียดินน้อยก็จะทำให้ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนคงเหลือในดินเพิ่มขึ้น เนื่องจากการสูญเสียดินเกิดจากการไหลบ่าของน้ำที่พัดพาเอาตะกอนไปทับถมที่บริเวณแหล่งน้ำลำธารต่างๆ แล้วตะกอนที่ถูกพัดพาไปเป็นอินทรียวัตถุด้วยส่วนหนึ่ง ซึ่งถ้าปริมาณน้ำฝนมากน้ำไหลบ่าหน้าดินมากก็ส่งผลให้ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนลดลงมากเช่นกัน เมื่อมีการนำแฝกมาปลูกเป็นมาตรการ ทำให้แฝกช่วยกักเก็บอินทรียวัตถุไว้กับกอแฝก ช่วยลดความเร็วของน้ำไหลบ่า อีกทั้งเมื่อแฝกตาย ยังเป็นการช่วยเพิ่มอินทรียวัตถุให้กับดินอีกด้วย



ภาพที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการสูญเสียดิน (A) กับปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน (SOC)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การศึกษาประสิทธิภาพของแฝกต่ออินทรีย์คาร์บอนในดิน (ตารางที่ 6) พบว่า ในรูปแบบการปลูกแฝกที่ 1 พบว่า แปลงปลูกแฝกระยะห่างระหว่างต้นเท่ากับ 5 เซนติเมตร มีประสิทธิภาพของแฝกในการกักเก็บคาร์บอนมากที่สุดเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 27.63 รองลงมาก็จะเป็นแปลงปลูกแฝกระยะห่างระหว่างต้นเท่ากับ 10 ,15 และ20 เซนติเมตร มีค่าเท่ากับร้อยละ 16.26, 11.25 และ 6.29 ตามลำดับ ส่วนแปลงที่มีระยะห่างระหว่างต้นเท่ากับ 25 เซนติเมตร ถือว่าเป็นแปลงที่ไม่มีประสิทธิภาพของแฝกเลย เนื่องจากเป็นแปลงที่มีระยะห่างที่ค่อนข้างมาก และเป็นแปลงที่มีการสูญเสียดินค่อนข้างใกล้เคียงกับแปลงว่างเปล่า ซึ่งทำให้อินทรียวัตถุลดน้อยลง ซึ่งสอดคล้องกับ

ตารางที่ 6 ประสิทธิภาพของแฝกต่ออินทรีย์คาร์บอนในดินในลักษณะแปลงทดลอง บริเวณศูนย์สาธิตการพัฒนาและรณรงค์การใช้แฝกด้านป่าไม้ที่ 2 จังหวัดสุโขทัย

รูปแบบการปลูกแฝก	ประสิทธิภาพของแฝกต่ออินทรีย์คาร์บอนในดิน (ร้อยละ)			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
รูปแบบที่ 1 (ความลาดชันร้อยละ 5)				
แปลงว่างเปล่า	-	-	-	-
ระยะห่างระหว่างต้นเท่ากับ 5 ซม.	30.55	27.45	24.90	27.63
ระยะห่างระหว่างต้นเท่ากับ 10 ซม.	18.51	12.17	18.10	16.26
ระยะห่างระหว่างต้นเท่ากับ 15 ซม.	4.84	24.74	4.16	11.25
ระยะห่างระหว่างต้นเท่ากับ 20 ซม.	0.00	2.46	16.42	6.29
ระยะห่างระหว่างต้นเท่ากับ 25 ซม.	0.00	0.00	0.00	0.00
รูปแบบที่ 2 (ความลาดชันร้อยละ 15)				
แปลงว่างเปล่า	-	-	-	-
ระยะห่างระหว่างแถวเท่ากับ 4 ม.	0.00	20.09	0.00	6.70
ระยะห่างระหว่างแถวเท่ากับ 5 ม.	0.00	2.19	3.09	1.76
รูปแบบที่ 3 (ความลาดชันร้อยละ 25)				
แปลงว่างเปล่า	-	-	-	-
แปลงปลูกแฝกแถวเดียว	26.02	0.00	96.09	40.71
แปลงปลูกแฝกสองแถว	29.09	29.20	96.22	51.51

หมายเหตุ: 0.00 หมายถึง แฝกไม่มีประสิทธิภาพของแฝกต่ออินทรีย์คาร์บอนในดิน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภัทราวุธ (2554) ที่ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของแฝกในการป้องกันการสูญเสียดินและกักเก็บคาร์บอนในดิน พบว่า ประสิทธิภาพของแฝกในการกักเก็บอินทรีย์คาร์บอนในดินน้อยที่สุดในแปลงที่มีการปลูกแฝกระยะห่างระหว่างต้นที่ 25 เซนติเมตรส่วนในรูปแบบการปลูกแฝกที่ 2 แปลงปลูกแฝกระยะห่างระหว่างแถวเท่ากับ 4 เมตรมีประสิทธิภาพในการกักเก็บอินทรีย์คาร์บอนของดินมากที่สุดเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 6.70 รองลงมาเป็นแปลงปลูกแฝกระยะห่างระหว่างแถวเท่ากับ 5 เมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 1.76 ส่วนรูปแบบการปลกแฝกที่ 3 แปลงไหล่ถนนพบว่าแปลงปลูกแฝกสองแถวมีประสิทธิภาพของแฝกในการกักเก็บอินทรีย์คาร์บอนในดินมากที่สุดเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 51.51 รองลงมาเป็นแปลงปลูกแฝกแถวเดียวมีประสิทธิภาพของแฝกในการกักเก็บอินทรีย์คาร์บอนในดินเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 40.71

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

การประเมินค่าการสูญเสียดิน และปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินในแต่ละรูปแบบการปลูกแฝก บริเวณศูนย์สาธิตการพัฒนาและรณรงค์การใช้แฝกที่ 2 จังหวัดสุโขทัย เพื่อเป็นมาตรการในการอนุรักษ์ดินและน้ำ โดยใช้แฝกดอน สายพันธุ์กำแพงเพชร 1 ทำการศึกษาในช่วงเดือนปลายเดือนเมษายน ถึงต้นเดือนพฤศจิกายน ปี 2554 สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ปริมาณตะกอนในแต่ละรูปแบบการทดลอง

ปริมาณตะกอน จากการชะละลายและการกร่อนของดิน พบว่า ในรูปแบบการปลูกแฝกที่1 พบว่า แปลงว่างเปล่าเป็นแปลงที่มีการสูญเสียดินมากที่สุด เท่ากับ 11.91 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี และพบว่าแปลงปลูกแฝกระยะห่างระหว่างแถวเท่ากับ 5 เซนติเมตรถือเป็นแปลงที่มีการสูญเสียดินน้อยที่สุด รองลงมาเป็นแปลงปลูกแฝกระยะห่างระหว่างต้นเท่ากับ 10, 15, 20 และ 25 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.33, 1.96, 3.61, 5.71 และ 9.09 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี และ ในรูปแบบการปลูกแฝกที่2 แปลงว่างเปล่าเป็นแปลงที่มีการสูญเสียดินมากที่สุดเท่ากับ 5.39 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี โดยแปลงปลูกแฝก ระยะห่างระหว่างแถวเท่ากับ4 เมตรเป็นแปลงที่มีการสูญเสียดิน เท่ากับ 2.62 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี น้อยกว่า แปลงปลูกแฝกระยะห่างระหว่างแถวเท่ากับ 5 เมตร ที่มีค่าเท่ากับ 3.25 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี ส่วนในรูปแบบการปลูกแฝกที่ 3 พบว่า แปลงว่างเปล่าเป็นแปลงที่มีการสูญเสียดินมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 108.22 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี โดยแปลงปลูกแฝกสองแถวเป็นแปลงที่มีการสูญเสียดินเท่ากับ 33.36 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี น้อยกว่าแปลงปลูกแฝกแถวเดียว ที่มีการสูญเสียดินเท่ากับ 57.55 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี

2. ประสิทธิภาพของแฝกในการป้องกันการชะละลายและการกร่อนของดิน

ประสิทธิภาพของแฝกในการป้องกันการชะละลายและการกร่อนของดิน รูปแบบการปลูกแฝกที่ 1 แปลงปลูกแฝกระยะห่างระหว่างต้น เท่ากับ 5 เซนติเมตร เป็นแปลงที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันการชะละลายและการกร่อนของดินมากที่สุดเฉลี่ย เท่ากับร้อยละ 87.57 รองลงมาเป็นแปลงปลูกแฝกระยะห่างระหว่างต้นเท่ากับ 10, 15, 20 และ 25 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเท่ากับ ร้อยละ 79.15, 70.72, 48.62 และ 19.92 ตามลำดับ โดยทุกแปลงมีประสิทธิภาพในการป้องกันการสูญเสียดินแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ส่วนรูปแบบการปลูกแฝกที่ 2 แปลงปลูกแฝกระยะห่าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระหว่างแถวเท่ากับ 4 เมตร มีประสิทธิภาพในการป้องกันการชะละลายและการกร่อนของดินมากที่สุด เฉลี่ย เท่ากับร้อยละ 59.91 มากกว่าแปลงปลูกแฝกระยะห่างระหว่างแถวเท่ากับ 5 เมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ร้อยละ 49.42พบว่า ประสิทธิภาพของแปลงทั้งสองแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และใน รูปแบบการปลูกแฝกที่3 พบว่า แปลงปลูกแฝกสองแถวเป็นแปลงที่มีประสิทธิภาพในการป้องกัน การชะละลายและการกร่อนของดินมากที่สุด เท่ากับร้อยละ 78.83 รองลงมาเป็นแปลงปลูกแฝกแถว เดี่ยว มีค่าเท่ากับร้อยละ 51.23 โดยทั้งสองแปลงมีประสิทธิภาพในการป้องกันการสูญเสียดิน แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นในการเลือกมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำโดยใช้แฝกควรเลือก รูปแบบที่เหมาะสมกับลักษณะพื้นที่ และควรเลือกวิธีการที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดมาใช้

3. ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินและประสิทธิภาพของแฝกต่ออินทรีย์คาร์บอนในดิน

การศึกษาปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินที่ระดับ 0-10 เซนติเมตร พบว่า แปลงว่างเปล่าไม่มี พืชปกคลุมมีแนวโน้มของปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินลดลง ส่วนแปลงที่มีการปลูกแฝกในแต่ละ รูปแบบการปลูกแฝกส่วนใหญ่มีแนวโน้มของอินทรีย์คาร์บอนในดินเพิ่มขึ้น และเมื่อมีการสูญเสีย ดินเพิ่มมากขึ้นทำให้ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนลดลง ($r = -0.972$) ซึ่งประสิทธิภาพของแฝกต่ออินทรีย์ คาร์บอนในดิน พบว่า ในรูปแบบการปลูกแฝกที่ 1 แปลงระยะห่างระหว่างต้นที่ 5 เซนติเมตร เป็น แปลงที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด เท่ากับร้อยละ 27.63 ส่วนแปลงปลูกแฝกระยะห่างระหว่างต้นที่ 25 เซนติเมตร เป็นแปลงที่ไม่มีประสิทธิภาพของแฝกต่ออินทรีย์คาร์บอน ในรูปแบบการปลูกแฝกที่ 2 พบว่า แปลงปลูกแฝกระยะห่างระหว่างแถวที่ 4 เมตร มีประสิทธิภาพมากที่สุด เท่ากับร้อยละ 6.70 แปลงระยะห่างระหว่างแถวที่ 5 เมตรมีประสิทธิภาพน้อยที่สุด มีค่าเท่ากับร้อยละ1.76 ในรูปแบบ การปลูกแฝกที่ 3 พบว่า แปลงปลูกแฝกสองแถว เป็นแปลงที่มีประสิทธิภาพของแฝกต่ออินทรีย์ คาร์บอนในดินมากที่สุด มีค่าเท่ากับร้อยละ 51.51 ส่วนแปลงปลูกแฝกแถวเดียว มีประสิทธิภาพของ แฝกต่ออินทรีย์คาร์บอนในดินน้อยที่สุด เท่ากับร้อยละ 40.71 ซึ่งประสิทธิภาพของแฝกต่ออินทรีย์ คาร์บอนในดินจะมากหรือน้อยนั้นก็ขึ้นอยู่กับปริมาณการสูญเสียดินและประสิทธิภาพของแฝกใน การป้องกันการสูญเสียดินจากการชะละลายและการกร่อนของดินด้วย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อเสนอแนะ

1. เมื่อนำเอาแฝกมาใช้เป็นมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำแล้ว ควรมีการดูแลแฝกบ่อยครั้ง เมื่อมีแฝกตายควรมีการปลูกซ่อมแฝกอยู่ตลอดเวลา เพราะว่าเมื่อแฝกต้นใดต้นหนึ่งตายแล้วก็จะเกิดช่องว่างระหว่างต้นเป็นเหตุให้เกิดการสูญเสียดินไปบริเวณช่องว่างระหว่างต้นนั้น

2. ควรมีการวิเคราะห์หาธาตุไนโตรเจนด้วยเพื่อนำไปใช้ เป็นค่า C:N ratio

3. ช่วงที่ไม่มีการทำการศึกษาแปลงควรมีการดูแลรักษาอยู่ตลอด ซึ่งถ้าไม่มีการดูแลรักษาทำให้วัชพืชขึ้นเป็นจำนวนมากซึ่งมีผลต่อปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2541. **ลักษณะทั่วไปและประโยชน์ของหญ้าแฝก**. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

_____. 2543. **รายงานบทคัดย่อ ผลงานวิจัย กองอนุรักษ์ดินและน้ำ พ.ศ. 2533-2542.** กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

_____. 2545. **การประเมินการสูญเสียดินในประเทศไทย**. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

_____. 2554. **ความรู้เรื่องหญ้าแฝก.** กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

เกษม จันทร์แก้ว. 2525. **หลักการจัดการลุ่มน้ำ.** ภาควิชาอนุรักษวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____. 2539. **หลักการจัดการลุ่มน้ำ.** คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____ และ นิพนธ์ ตั้งธรรม. 2525. **หลักปฏิบัติในการจัดการลุ่มน้ำ.** ภาควิชาอนุรักษวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____, ปรีชา คูรัตน์, สามัคคี บุณยะวัฒน์, ปรีชา ธรรมานนท์ และ นฤตย์ พันธ์บูรณะ. 2519. **การวิจัยลุ่มน้ำที่ห้วยคอกม้า เล่มที่ 28.** ภาควิชาอนุรักษวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จเร สดากร. 2535ก. แฝก แฝกหอม หญ้าแฝก. **นสพ. กสิกร** 65 (2): 135-140.

_____. 2535ข. แฝก แฝกหอม (Vetiver oil of vetiver). **ข่าวพฤกษศาสตร์และวัชพืช** 5 (1): 5-7.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เจนจิรา จรูญกิจถาวร. 2542. **การสูญเสียดินและน้ำภายหลังการปลูกหญ้าแฝกร่วมกับสวนป่าบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำแม่ถาง อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นิพนธ์ ตั้งธรรม. 2526. **การควบคุมการชะล้างพังทลายของดิน ตอนที่ 2: กรรมวิธีในการควบคุมการชะล้างพังทลายของดิน.** ภาควิชาอนุรักษวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____**.** 2527. **การควบคุมการชะล้างพังทลายของดิน**. ภาควิชาอนุรักษวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____. 2545. **แบบจำลองคณิตศาสตร์การชะล้างพังทลายของดินและมลพิษตะกอนในพื้นที่ลุ่มน้ำ .** ภาควิชาอนุรักษวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____, เกษม จันทร์แก้ว และ สุรเชษฏ์ อังกูลภักดีกุล. 2515. **การวิจัยที่ลุ่มน้ำห้วยคอกม้า เล่มที่ 10**. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นิวัติ เรืองพานิช. 2514. **การวิจัยลุ่มน้ำที่ห้วยคอกม้า เล่มที่ 7**. คณะวนศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พิณทิพย์ ธิติโรจนะวัฒน์. 2536. **การศึกษาเปรียบเทียบการสูญเสียดินระหว่างสมการสูญเสียดินสากล (USLE) กับแปลงทดลองในพื้นที่ลุ่มน้ำน่าน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยมหิดล.

ภัทราวุธ ศรีโพธิ์. 2554. **ประสิทธิภาพของแฝกในการป้องกันการสูญเสียดินและกักเก็บคาร์บอนในดินบริเวณศูนย์สาธิตการพัฒนาและรณรงค์การใช้แฝกด้านป่าไม้ที่ 2 จังหวัดสุโขทัย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภิชาติ วรรธนะประทีป. 2525. ผลการทดลองหาค่าการสูญเสียดินและปริมาณน้ำไหลบ่าโดยใช้สิ่งก่อสร้างต่างๆ ที่โครงการสาธิตจัดการลุ่มน้ำแม่สา พ.ศ. 2522- 2524, น. 263-271. *ใน* **รายงานการประชุมอนุรักษ์ดินและน้ำแห่งชาติ พ.ศ. 2525,** ชลบุรี.

วัฒนชัย ดำรงหาญวิทย์. 2528. **การคาดคะเนปริมาณการชะล้างพังทลายของดินในจังหวัดเชียงใหม่โดยใช้สมการการสูญเสียดินสากล.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิชาญ เอียดทอง, ฉัตรชัย เงินแสงสรวย, เดชา วิวัฒน์วิทยา และ รองลาภ สุขมาสรวง. 2551. อิทธิพลของการปลูกหญ้าแฝกต่อความหลากหลายชีวภาพป่าไม้พื้นที่ป่าทดแทน. *ใน* **รายงานความก้าวหน้าประจำปี 2552 โครงการวิจัย เรื่อง บทบาทของหญ้าแฝกและไฟป่าในการพัฒนาระบบนิเวศป่าไม้.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วิทูร ชินพันธุ์. 2541. **ความรู้เรื่องหญ้าแฝก.** กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

วีรชัย ณ นคร และ วิทูร ชินพันธุ์. 2541. **คู่มือพันธุ์หญ้าแฝก**. สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ, กรุงเทพฯ.

วีระชาติ เทพพิพิธ. 2528. **การใช้แปลงทดลองขนาดเล็กหาดัชนีการพังทลายและประสิทธิภาพการเคลื่อนย้ายตะกอนของป่าดิบเขา-ดอยปุย เชียงใหม่.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เรวัต จิระสถาวร และ ประศาสตร์ สุทธารักษ์. 2537. **การใช้หญ้าแฝกสำหรับอนุรักษ์ดินและน้ำบนพื้นที่ลาดชันในภาคเหนือ.** กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

เรือง จันทร์มหเสถียร. 2529. **การสูญเสียดินและน้ำจากการปลูกป่าบนขั้นบันไดดินบริเวณดอยอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วรากร สุจริต. 2551. **การประเมินค่าดัชนีของพืชคลุมดิน และค่าดัชนีของมาตรการควบคุมการชะล้างพังทลายของดินร่วมกับพืชปกคลุม ในสมการสูญเสียดินสากล โดยใช้เครื่องกำเนิดฝน ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่ถาง จังหวัดแพร่**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศูนย์วิจัยป่าไม้. 2552. **แผนแม่บทด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ.** เสนอต่อกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.

สถาบันวิจัยและพัฒนาหญ้าแฝก. 2554. **ลักษณะทั่วไปของแฝก**. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

สมยศ กิจค้า. 2521. **การอนุรักษ์ดินและน้ำบนพื้นที่ภูเขา.** โครงการจัดการลุ่มน้ำแม่สา กองอนุรักษ์ต้นน้ำ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

สมเจตน์ จันทวัฒน์. 2522. **การอนุรักษ์ดินและน้ำ เล่ม 1: การพังทลายของดิน.** ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____. 2526. **การอนุรักษ์ดินและน้ำ เล่ม 2: หลักการอนุรักษ์ดินและน้ำ.** ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สมนิมิตร พุกงาม, ยุทธพงษ์ คีรีมังคละ, สุภาพ ปารมี, สุภาพร เสียงสูง และ ศุภลักษณ์ หาญสูงเนิน. 2552. บทบาทของหญ้าแฝกต่อลักษณะทางอุตุ-อุทกวิทยาลุ่มน้ำ. *ใน* **รายงานความก้าวหน้าประจำปี 2552 โครงการวิจัย เรื่อง บทบาทของหญ้าแฝกและไฟป่าในการพัฒนาระบบนิเวศป่าไม้**. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สิริรัตน์ จันทร์มหเสถียร และ ศิริภา โพธิ์พินิจ. 2544. **การศึกษาปริมาณคาร์บอนในดินของระบบนิเวศป่าดิบเขาและป่าดิบชื้น.** สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สุธัม ปลัดสงคราม, วิรัช บัวคา และ วีนัส เจริญรุ่งรัตน์. 2523. การศึกษาการถูกชะล้างของดินบางชนิดที่เกิดจากความยาวของพื้นที่ลาดเทต่างๆ กัน, น. 79-83. *ใน* **รายงานวิชาการประจำปี 2523**. กองบริรักษ์ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

เสริมพงศ์ นวลงาม. 2545. **บทบาทของการปลูกสร้างสวนป่าต่อการกักเก็บคาร์บอนและคุณสมบัติของดินบางประการ ที่สถานีวิจัยและฝึกอบรมการปลูกสร้างสวนป่า จังหวัดนครราชสีมา.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักอนุรักษ์และจัดการต้นน้ำ. 2554. **ความรู้ทั่วไปเรื่องของหญ้าแฝก**. กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

อุทิศ กุฏอินทร์. 2542. **นิเวศวิทยาพื้นฐานเพื่อการป่าไม้.** ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Anusontpornperm, S. W. Supattanakul and P. Kawilaves. 1996. Effect of vetiver grass and Leucaena on soil erosion control in sugarcane, maize and cassava crop practices. *In* **Proceedings of the First International Conference on Vetiver: A Miracle Grass.** February 4-8, 1996. Chiang Rai, Thailand.

Baver, L.D. 1965. **Soil Physics.** 3rd ed. John Wiley and Sons, Inc., New York.

Chhabra, A.H., S. Palria and V.K. Dadhwal. 2003. **Soil Organic Carbon Pool in Indian Forests.** Available Source: http//www.elsevier.com/locate/foreco, December 25, 2010.

Gilliland, H.B. 1971. **Flora of Malaya**. Grasses of Malaya Lim Bian Han, Government Printer, Singapore.

Greenland, D.J. and R. Lal. 1975. **Soil Conservation and Management in the Humid Tropics**. John Wiley and Sons, Chichester, New York.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Gupta, R.K. 1981. Ecological consequences of irrational land uses on loss of productive soil, pp. 219-230. *In* **Proceeding of South-East Asia Regional Symposium on Problems of Soil Erosion and Sedimentation.** AIT and Hydraulics Res. Sta. (Walling ford, U.K.), Bangkok.

Hamilton, L.S. and P.N. King. 1983. **Tropical Forest Watershed: Hydraulic and Soils Response to Major Uses or Conservation.** Westview Press, Inc., Boulder, Colorado.

Hatch, T. 1981. Preliminary results of soil erosion and conservation, pp. 225-262. *In* R.P.C. Morgan, ed. **Soil Conservation: Problems and Prospects**. John Wiley and Sons Inc., Chichester.

Hudson, N.W. 1971. **Soil Conservation**. Cornell University Press, Ithuca, New York.

Inthapan, P., C. Anecksamphant and S. Boonchee. 1996. Comparison of effectiveness of different vertical interval, row numbers and plant spacings of vetiver grass for soil and water conservation, pp. 220-224. *In* **Proceedings of the First International Conference on Vetiver: A Miracle Grass.** February 4-8, 1996. Chiang Rai, Thailand.

IPCC. 2000. **A Special Report of the IPCC**. Cambridge Univ. Press, Cambridge.

_____. 2001. **Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panal onClimate Change (IPCC)**. Cambridge Univ. Press, Cambridge.

Jantawat, S. 1977. **Erodibility of Some Michigam Soils**. Unpublished Ph.D. thesis, Michigan State University.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Kinnell, P.I.A. 1991. The effect of flow depth on sediment transport induced by raindrops impacting shallow flows. **Trans. of Asae.** 34 (1): 161-168.

Kirkby, M.J. 1980. The problem, pp. 1-16. *In* M.J. Kirkbly and R.P.C. Morgan, eds. **Soil Erosion**. John Wiley and Sons, New York.

Lal, R. 1976. Soil erosion on Alfisols in western Nigeria III: Effect of rainfall characteristics. **Geoderma** 16: 389-401.

Lasco, R.D., K.G. MacDicken, F.B. Pulhin, I.Q. Guillermo, R.F. Sales and R.V.O. Cruz. 2006. Carbon stocks assessment of a selectively logged dipterocarp forest and wood processing Mill in the Philippines. **J. Trop. For. Sci.** 18: 166-172.

Ma, Z., C.W. Wood and D.I. Bransby. 2000. carbon dynamics subsequent to establishment of switchgrass. **Biomass Bioenergy** 18: 93-104.

Middleton, H.E. 1930. Properties of soil with influence soil erosion. **USDA Tech. Bull**.

Paramee, S. 1999. **Modeling Storm Runoff and Soil Loss by Individual Rainstorm in Various Landuses at Huai Hong Khrai Royal Development Study Center, Chiang Mai Province**. M.S. Thesis, Kasetsart University.

Roose, E.J. 1977. Use of the universal soil loss equation to predict erosion in west Africa, pp. 60-74. *In* G.R. Foster, ed. **Erosion: Prediction and Control**. Soil Conservation Society of America, USA.

Schulz, E.F. 1981. Sediment yield estimated in planning landuse change, pp. 117-128. *In* **Proc. South-East Asian Regional Symposium on Problems of Soil Erosion and Sedimentation**. AIT and Hydraulics Res. Sta. (Walling ford, U.K.), Bangkok.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Walkley, A. and I.A. Black. 1934. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chronic acid titration method**. Soil Science** 37: 29-38.

Wischmeier, W.H. 1975. Estimating the soil loss equations cover and management factor for Undisturbed areas, pp. 118-124. *In* **Proceeding Sediment Yield Workshop.** Oxford, USA.

_____and D.D. Smith. 1957. Factors affecting sheet and rill erosion. **Trans. Amer. Geophys. Union**. 38: 889-896.

_____. and D.D. Smith 1958. Rainfall Energy and Its Relationship to Soil Loss. **Trans. Amer. Geophys. Union.** 39 (2): 285-291.

_____ and D.D. Smith. 1965. **Predicting Rainfall Erosion Losses from Cropland East of the Rocker Mountain**. USDA Agri. Handbook No.282, USA.

Wischmeier, W.H., C.B. Johnson and B.V. Cross. 1971. A Soil Erodibility Nomograph for Farmland and Construction Sites. **J. Soil Water Conserv**. 26: 189-193.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1 ปริมาณน้ำฝน และปริมาณตะกอนของแปลงว่างเปล่า (แปลงควบคุม) รูปแบบการปลูกแฝกที่ 1

วันที่	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	ปริมาณตะกอน (ตัน/เฮกแตร์)	วันที่	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	ปริมาณตะกอน (ตัน/เฮกแตร์)
02/05/54	65.12	2.82	29/08/54	56.02	0.06
04/05/54	19.08	0.81	06/09/54	75.71	0.36
06/05/54	66.03	0.30	08/09/54	35.40	0.12
09/05/54	56.64	1.97	12/09/54	56.02	0.18
17/05/54	55.58	0.67	13/09/54	49.22	0.33
18/05/54	62.09	0.09	26/09/54	50.87	0.29
19/05/54	23.17	0.22	01/10/54	28.36	0.27
29/05/54	23.63	0.23	03/10/54	56.49	0.18
30/05/54	19.08	0.28	15/10/54	46.41	0.05
02/06/54	65.40	0.44			
06/06/54	42.90	0.72			
17/06/54	41.96	0.10			
27/06/54	44.07	0.02			
02/07/54	19.22	0.02			
14/07/54	48.76	0.05			
21/07/54	33.52	0.01			
22/07/54	27.19	0.41			
24/07/54	26.96	0.11			
03/08/54	144.86	0.20			
10/08/54	31.88	0.02			
11/08/54	52.98	0.23			
15/08/54	20.16	0.22			
18/08/54	37.74	0.11			
19/08/54	29.07	0.06			

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 2 ปริมาณน้ำฝน และปริมาณตะกอนของแปลงปลูกแฝกระยะห่างระหว่างต้น 5 เซนติเมตร รูปแบบการปลูกแฝกที่ 1

วันที่	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	ปริมาณตะกอน (ตัน/เฮกแตร์)	วันที่	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	ปริมาณตะกอน (ตัน/เฮกแตร์)
02/05/54	65.12	0.06	29/08/54	56.02	0.00
04/05/54	19.08	0.13	06/09/54	75.71	0.01
06/05/54	66.03	0.15	08/09/54	35.40	0.00
09/05/54	56.64	0.06	12/09/54	56.02	0.04
17/05/54	55.58	0.10	13/09/54	49.22	0.07
18/05/54	62.09	0.04	26/09/54	50.87	0.06
19/05/54	23.17	0.02	01/10/54	28.36	0.04
29/05/54	23.63	0.00	03/10/54	56.49	0.00
30/05/54	19.08	0.03	15/10/54	46.41	0.00
02/06/54	65.40	0.24			
06/06/54	42.90	0.17			
17/06/54	41.96	0.00			
27/06/54	44.07	0.00			
02/07/54	19.22	0.00			
14/07/54	48.76	0.00			
21/07/54	33.52	0.00			
22/07/54	27.19	0.01			
24/07/54	26.96	0.00			
03/08/54	144.86	0.01			
10/08/54	31.88	0.00			
11/08/54	52.98	0.03			
15/08/54	20.16	0.01			
18/08/54	37.74	0.03			
19/08/54	29.07	0.00			

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 3 ปริมาณน้ำฝน และปริมาณตะกอนของแปลงปลูกแฝกระยะห่างระหว่างต้น 10 เซนติเมตร รูปแบบการปลูกแฝกที่ 1

วันที่	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	ปริมาณตะกอน (ตัน/เฮกแตร์)	วันที่	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	ปริมาณตะกอน (ตัน/เฮกแตร์)
02/05/54	65.12	0.16	29/08/54	56.02	0.01
04/05/54	19.08	0.15	06/09/54	75.71	0.17
06/05/54	66.03	0.11	08/09/54	35.40	0.00
09/05/54	56.64	0.12	12/09/54	56.02	0.05
17/05/54	55.58	0.13	13/09/54	49.22	0.06
18/05/54	62.09	0.05	26/09/54	50.87	0.06
19/05/54	23.17	0.03	01/10/54	28.36	0.08
29/05/54	23.63	0.00	03/10/54	56.49	0.01
30/05/54	19.08	0.03	15/10/54	46.41	0.00
02/06/54	65.40	0.28			
06/06/54	42.90	0.27			
17/06/54	41.96	0.03			
27/06/54	44.07	0.00			
02/07/54	19.22	0.00			
14/07/54	48.76	0.00			
21/07/54	33.52	0.00			
22/07/54	27.19	0.04			
24/07/54	26.96	0.01			
03/08/54	144.86	0.01			
10/08/54	31.88	0.00			
11/08/54	52.98	0.04			
15/08/54	20.16	0.02			
18/08/54	37.74	0.05			
19/08/54	29.07	0.00			

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 4 ปริมาณน้ำฝน และปริมาณตะกอนของแปลงปลูกแฝกระยะห่างระหว่างต้น 15 เซนติเมตร รูปแบบการปลูกแฝกที่ 1

วันที่	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	ปริมาณตะกอน (ตัน/เฮกแตร์)	วันที่	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	ปริมาณตะกอน (ตัน/เฮกแตร์)
02/05/54	65.12	0.00	29/08/54	56.02	0.00
04/05/54	19.08	0.00	06/09/54	75.71	0.19
06/05/54	66.03	0.99	08/09/54	35.40	0.02
09/05/54	56.64	0.00	12/09/54	56.02	0.05
17/05/54	55.58	0.00	13/09/54	49.22	0.06
18/05/54	62.09	0.80	26/09/54	50.87	0.06
19/05/54	23.17	0.39	01/10/54	28.36	0.14
29/05/54	23.63	0.00	03/10/54	56.49	0.00
30/05/54	19.08	0.00	15/10/54	46.41	0.00
02/06/54	65.40	0.00			
06/06/54	42.90	0.61			
17/06/54	41.96	0.00			
27/06/54	44.07	0.00			
02/07/54	19.22	0.00			
14/07/54	48.76	0.00			
21/07/54	33.52	0.00			
22/07/54	27.19	0.10			
24/07/54	26.96	0.00			
03/08/54	144.86	0.06			
10/08/54	31.88	0.00			
11/08/54	52.98	0.13			
15/08/54	20.16	0.02			
18/08/54	37.74	0.00			
19/08/54	29.07	0.00			

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 5 ปริมาณน้ำฝน และปริมาณตะกอนของแปลงปลูกแฝกระยะห่างระหว่างต้น 20 เซนติเมตร รูปแบบการปลูกแฝกที่ 1

วันที่	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	ปริมาณตะกอน (ตัน/เฮกแตร์)	วันที่	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	ปริมาณตะกอน (ตัน/เฮกแตร์)
02/05/54	65.12	1.78	29/08/54	56.02	0.04
04/05/54	19.08	0.36	06/09/54	75.71	0.22
06/05/54	66.03	0.24	08/09/54	35.40	0.06
09/05/54	56.64	0.30	12/09/54	56.02	0.07
17/05/54	55.58	0.30	13/09/54	49.22	0.07
18/05/54	62.09	0.09	26/09/54	50.87	0.14
19/05/54	23.17	0.07	01/10/54	28.36	0.20
29/05/54	23.63	0.06	03/10/54	56.49	0.02
30/05/54	19.08	0.12	15/10/54	46.41	0.02
02/06/54	65.40	0.39			
06/06/54	42.90	0.44			
17/06/54	41.96	0.01			
27/06/54	44.07	0.01			
02/07/54	19.22	0.02			
14/07/54	48.76	0.00			
21/07/54	33.52	0.00			
22/07/54	27.19	0.28			
24/07/54	26.96	0.06			
03/08/54	144.86	0.13			
10/08/54	31.88	0.01			
11/08/54	52.98	0.08			
15/08/54	20.16	0.04			
18/08/54	37.74	0.07			
19/08/54	29.07	0.04			

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 6 ปริมาณน้ำฝน และปริมาณตะกอนของแปลงปลูกแฝกระยะห่างระหว่างต้น 25 เซนติเมตร รูปแบบการปลูกแฝกที่ 1

วันที่	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	ปริมาณตะกอน (ตัน/เฮกแตร์)	วันที่	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	ปริมาณตะกอน (ตัน/เฮกแตร์)
02/05/54	65.12	2.80	29/08/54	56.02	0.05
04/05/54	19.08	0.61	06/09/54	75.71	0.30
06/05/54	66.03	0.41	08/09/54	35.40	0.07
09/05/54	56.64	0.40	12/09/54	56.02	0.14
17/05/54	55.58	0.54	13/09/54	49.22	0.21
18/05/54	62.09	0.10	26/09/54	50.87	0.19
19/05/54	23.17	0.20	01/10/54	28.36	0.23
29/05/54	23.63	0.17	03/10/54	56.49	0.11
30/05/54	19.08	0.20	15/10/54	46.41	0.02
02/06/54	65.40	0.40			
06/06/54	42.90	0.61			
17/06/54	41.96	0.04			
27/06/54	44.07	0.01			
02/07/54	19.22	0.01			
14/07/54	48.76	0.03			
21/07/54	33.52	0.01			
22/07/54	27.19	0.39			
24/07/54	26.96	0.09			
03/08/54	144.86	0.16			
10/08/54	31.88	0.01			
11/08/54	52.98	0.22			
15/08/54	20.16	0.21			
18/08/54	37.74	0.10			
19/08/54	29.07	0.05			

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 7 ปริมาณน้ำฝน และปริมาณตะกอนของแปลงว่างเปล่า (แปลงควบคุม) รูปแบบการปลูกแฝกที่ 2

วันที่	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	ปริมาณตะกอน (ตัน/เฮกแตร์)	วันที่	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	ปริมาณตะกอน (ตัน/เฮกแตร์)
02/05/54	65.12	0.10	29/08/54	56.02	0.03
04/05/54	19.08	0.07	06/09/54	75.71	0.07
06/05/54	66.03	0.08	08/09/54	35.40	0.14
09/05/54	56.64	0.19	12/09/54	56.02	0.19
17/05/54	55.58	0.05	13/09/54	49.22	0.31
18/05/54	62.09	0.27	26/09/54	50.87	0.27
19/05/54	23.17	0.13	01/10/54	28.36	0.20
29/05/54	23.63	0.17	03/10/54	56.49	0.08
30/05/54	19.08	1.13	15/10/54	46.41	0.10
02/06/54	65.40	0.31			
06/06/54	42.90	0.55			
17/06/54	41.96	0.05			
27/06/54	44.07	0.04			
02/07/54	19.22	0.06			
14/07/54	48.76	0.06			
21/07/54	33.52	0.03			
22/07/54	27.19	0.22			
24/07/54	26.96	0.13			
03/08/54	144.86	0.03			
10/08/54	31.88	0.01			
11/08/54	52.98	0.10			
15/08/54	20.16	0.15			
18/08/54	37.74	0.05			
19/08/54	29.07	0.02			

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 8 ปริมาณน้ำฝน และปริมาณตะกอนของแปลงปลูกแฝกระยะห่างระหว่างแถว 4 เมตร รูปแบบการปลูกแฝกที่ 2

วันที่	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	ปริมาณตะกอน (ตัน/เฮกแตร์)	วันที่	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	ปริมาณตะกอน (ตัน/เฮกแตร์)
02/05/54	65.12	0.08	29/08/54	56.02	0.01
04/05/54	19.08	0.05	06/09/54	75.71	0.02
06/05/54	66.03	0.07	08/09/54	35.40	0.06
09/05/54	56.64	0.06	12/09/54	56.02	0.08
17/05/54	55.58	0.04	13/09/54	49.22	0.11
18/05/54	62.09	0.19	26/09/54	50.87	0.12
19/05/54	23.17	0.01	01/10/54	28.36	0.05
29/05/54	23.63	0.08	03/10/54	56.49	0.01
30/05/54	19.08	0.89	15/10/54	46.41	0.02
02/06/54	65.40	0.17			
06/06/54	42.90	0.13			
17/06/54	41.96	0.04			
27/06/54	44.07	0.01			
02/07/54	19.22	0.07			
14/07/54	48.76	0.04			
21/07/54	33.52	0.01			
22/07/54	27.19	0.09			
24/07/54	26.96	0.04			
03/08/54	144.86	0.01			
10/08/54	31.88	0.00			
11/08/54	52.98	0.02			
15/08/54	20.16	0.05			
18/08/54	37.74	0.01			
19/08/54	29.07	0.01			

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 9 ปริมาณน้ำฝน และปริมาณตะกอนของแปลงปลูกแฝกระยะห่างระหว่างแถว 5 เมตร รูปแบบการปลูกแฝกที่ 2

วันที่	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	ปริมาณตะกอน (ตัน/เฮกแตร์)	วันที่	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	ปริมาณตะกอน (ตัน/เฮกแตร์)
02/05/54	65.12	0.08	29/08/54	56.02	0.01
04/05/54	19.08	0.05	06/09/54	75.71	0.03
06/05/54	66.03	0.07	08/09/54	35.40	0.09
09/05/54	56.64	0.16	12/09/54	56.02	0.11
17/05/54	55.58	0.04	13/09/54	49.22	0.13
18/05/54	62.09	0.27	26/09/54	50.87	0.14
19/05/54	23.17	0.09	01/10/54	28.36	0.11
29/05/54	23.63	0.10	03/10/54	56.49	0.01
30/05/54	19.08	0.96	15/10/54	46.41	0.03
02/06/54	65.40	0.17			
06/06/54	42.90	0.15			
17/06/54	41.96	0.04			
27/06/54	44.07	0.01			
02/07/54	19.22	0.06			
14/07/54	48.76	0.02			
21/07/54	33.52	0.00			
22/07/54	27.19	0.07			
24/07/54	26.96	0.04			
03/08/54	144.86	0.02			
10/08/54	31.88	0.00			
11/08/54	52.98	0.05			
15/08/54	20.16	0.07			
18/08/54	37.74	0.03			
19/08/54	29.07	0.01			

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 10 ปริมาณน้ำฝน และปริมาณตะกอนของแปลงว่างเปล่า (แปลงควบคุม) รูปแบบการปลูกแฝกที่ 3

วันที่	ปริมาณน้ำฝน(มม.)	ปริมาณตะกอน (ตัน/เฮกแตร์)	วันที่	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	ปริมาณตะกอน (ตัน/เฮกแตร์)
02/05/54	65.12	7.27	29/08/54	56.02	3.37
04/05/54	19.08	2.61	06/09/54	75.71	2.73
06/05/54	66.03	5.90	08/09/54	35.40	2.47
09/05/54	56.64	1.27	12/09/54	56.02	4.82
17/05/54	55.58	3.78	13/09/54	49.22	7.34
18/05/54	62.09	3.25	26/09/54	50.87	2.73
19/05/54	23.17	3.48	01/10/54	28.36	5.29
29/05/54	23.63	2.79	03/10/54	56.49	2.08
30/05/54	19.08	2.97	15/10/54	46.41	1.16
02/06/54	65.40	14.39			
06/06/54	42.90	5.14			
17/06/54	41.96	3.59			
27/06/54	44.07	0.51			
02/07/54	19.22	1.17			
14/07/54	48.76	2.59			
21/07/54	33.52	0.44			
22/07/54	27.19	2.85			
24/07/54	26.96	1.66			
03/08/54	144.86	1.01			
10/08/54	31.88	0.18			
11/08/54	52.98	2.98			
15/08/54	20.16	4.37			
18/08/54	37.74	1.69			
19/08/54	29.07	0.36			

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 11 ปริมาณน้ำฝน และปริมาณตะกอนของแปลงปลูกแฝกแถวเดียว รูปแบบการปลูกแฝกที่ 3

วันที่	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	ปริมาณตะกอน (ตัน/เฮกแตร์)	วันที่	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	ปริมาณตะกอน (ตัน/เฮกแตร์)
02/05/54	65.12	6.81	29/08/54	56.02	0.58
04/05/54	19.08	0.85	06/09/54	75.71	0.66
06/05/54	66.03	3.94	08/09/54	35.40	0.99
09/05/54	56.64	1.30	12/09/54	56.02	1.31
17/05/54	55.58	1.19	13/09/54	49.22	2.69
18/05/54	62.09	2.70	26/09/54	50.87	2.33
19/05/54	23.17	1.90	01/10/54	28.36	2.41
29/05/54	23.63	1.40	03/10/54	56.49	0.49
30/05/54	19.08	2.31	15/10/54	46.41	0.66
02/06/54	65.40	8.37			
06/06/54	42.90	3.20			
17/06/54	41.96	1.80			
27/06/54	44.07	0.21			
02/07/54	19.22	0.48			
14/07/54	48.76	0.67			
21/07/54	33.52	0.09			
22/07/54	27.19	1.94			
24/07/54	26.96	0.53			
03/08/54	144.86	0.96			
10/08/54	31.88	0.11			
11/08/54	52.98	1.63			
15/08/54	20.16	2.14			
18/08/54	37.74	0.58			
19/08/54	29.07	0.12			

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 12 ปริมาณน้ำฝน และปริมาณตะกอนของแปลงปลูกแฝกสองแถว รูปแบบการปลูกแฝกที่ 3

วันที่	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	ปริมาณตะกอน (ตัน/เฮกแตร์)	วันที่	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	ปริมาณตะกอน (ตัน/เฮกแตร์)
02/05/54	65.12	3.46	29/08/54	56.02	0.18
04/05/54	19.08	0.67	06/09/54	75.71	0.27
06/05/54	66.03	3.03	08/09/54	35.40	0.56
09/05/54	56.64	1.23	12/09/54	56.02	0.53
17/05/54	55.58	1.08	13/09/54	49.22	1.36
18/05/54	62.09	2.09	26/09/54	50.87	1.77
19/05/54	23.17	1.36	01/10/54	28.36	1.44
29/05/54	23.63	0.48	03/10/54	56.49	0.38
30/05/54	19.08	1.94	15/10/54	46.41	0.20
02/06/54	65.40	4.35			
06/06/54	42.90	3.05			
17/06/54	41.96	0.55			
27/06/54	44.07	0.00			
02/07/54	19.22	0.22			
14/07/54	48.76	0.07			
21/07/54	33.52	0.06			
22/07/54	27.19	0.76			
24/07/54	26.96	0.22			
03/08/54	144.86	0.62			
10/08/54	31.88	0.03			
11/08/54	52.98	0.38			
15/08/54	20.16	0.80			
18/08/54	37.74	0.23			
19/08/54	29.07	0.01			

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นายวาทนกานต์ ดอกพิกุล
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 21 มกราคม 2530
สถานที่เกิด	ลำพูน
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (วนศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์