ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมชลประทาน)

ปริญญา

วิศวกรรมชลประทาน วิศวกรรมชลประทาน

สาขา **ภาควิชา**

เรื่อง การศึกษาผลกระทบของวัสดุคลุมดินต่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ

Study on Effects of Residual Mulches on Soil and Water Conservation

นามผู้วิจัย นายดิษฐพงษ์ มิตรรัตน์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(อาจารย์สมชาย ดอนเจดีย์, D.Eng.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์นิมิตร เฉิดฉันพิพัฒน์, M.Eng.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

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

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาผลกระทบของวัสดุคลุมดินต่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ

Study on Effects of Residual Mulches on Soil and Water Conservation

โดย

นายดิษฐพงษ์ มิตรรัตน์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมชลประทาน)
พ.ศ. 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ดิษฐพงษ์ มิตรรัตน์ 2555: การศึกษาผลกระทบของวัสดุคลุมดินต่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมชลประทาน) สาขาวิศวกรรมชลประทาน ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อาจารย์สมชาย ดอนเจดีย์, D.Eng. 156 หน้า

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาผลกระทบของวัสดุคลุมดินที่มีผลต่อการอนุรักษ์ดินและดินในแปลงทดลองที่วัสดุคลุมดินต่างกันคือ 1) หญ้าแฝก 2) ใบอ้อย 3) ข้าวฟ่างและ 4) ไม่ใช้วัสดุคลุมดิน แปลงทดลองมีขนาดความกว้าง 2 เมตร ความยาว 22.13 เมตร ความลาดชัน 2 เปอร์เซ็นต์ และชนิดของดินเป็นดินเหนียวปนทราย แต่ละแปลงจะถูกติดตั้งด้วยแบบจำลองน้ำฝนที่ผ่านการสอบเทียบจากห้องปฏิบัติการและใช้ความเข้มฝน 30, 50 และ 70 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง นอกจากนี้ บริเวณท้ายแปลงยังมีรางรองรับตะกอนและกระป๋องเก็บตัวอย่างดินเพื่อหาปริมาณน้ำไหลท้ายแปลงและปริมาณตะกอนดินโดยวิธีการชั่งน้ำหนักและอบแห้ง ตามลำดับ

การทดลองได้ใช้ปริมาณวัสดุคลุมดินแบบแห้งที่ 400, 800, 1200, 1600 และ 2000 กิโลกรัมต่อไร่ พบว่า วัสดุคลุมดินสามารถลดปริมาณน้ำไหลท้ายแปลง เฉลี่ยได้ถึง 15.32, 29.42, 39.77, 49.68 และ 55.15 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นอกจากนี้วัสดุคลุมดินยังสามารถลดการชะล้างพังทลายของดินเฉลี่ยได้ถึง 20.37, 26.72, 32.21, 38.66 และ 44.08 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงไม่ปกคลุมดิน ยิ่งไปกว่านั้นยังพบว่าใบหญ้าแฝกแห้งมีประสิทธิภาพในการรักษาความชื้นในดินไม่แตกต่างจากใบอ้อยและฟางข้าว โดยวัสดุคลุมดินสามารถรักษาความชื้นในดินได้มากกว่า 21 เปอร์เซ็นต์ หลังจากผ่านไป 7 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงที่ไม่ปกคลุมดิน

ดังนั้น ชนิดของวัสดุคลุมดินไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติอย่างมีระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ส่วนปริมาณของวัสดุคลุมดินมีความแตกต่างในทางสถิติอย่างมีระดับนัยสำคัญที่ 0.05 โดยพบว่าปริมาณวัสดุคลุมดินที่เพิ่มขึ้นจะสามารถลดการชะล้างพังทลายของดินและสามารถรักษาความชื้นในดินได้ดีขึ้น ส่วนการเลือกใช้วัสดุคลุมดินควรเลือกให้เหมาะสมกับพื้นที่การเกษตรต้องหาได้ง่ายในพื้นที่เกษตรเนื่องด้วยทำให้ลดลงต้นทุนในการผลิตและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

_____ _____ ___ / ___ / ___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Ditthapong Mitrat 2012: Study on Effects of Residual Mulches on Soil and Water Conservation. Master of Engineering (Irrigation Engineering), Major Field: Irrigation Engineering, Department of Irrigation Engineering. Thesis Advisor: Mr. Somchai Donjadee, D.Eng. 156 pages.

This research focused on the effect of residual mulches to affect soil and water conservation in experimental plots by varying residual mulches namely: 1) vetiver grass 2) sugar cane leaves 3) rice straw and 4) the bare soil. The size of experimental plots was 2 meters width, 22.13 meters length and 2 percent of land slope and soil type was sandy clay. Each experimental plot will be installed with rainfall model at the calibration laboratory and rainfall intensity at 30, 50, and 70 mm/hr Moreover, the end of experimental plot had trough and aluminum collection for calculate of runoff and sediment by weighing and drying, respectively.

The dry residual mulches rate as 400, 800, 1200, 1600 and 2000 kg/rai, were used in this study. The result found that residual mulches can reduce average runoff at the end of experimental plot about 15.32, 29.42, 39.77, 49.68 and 55.15 %, when compared with the bare soil plot. Moreover, residual mulches can reduce soil erosion average about 20.37, 26.72, 32.21, 38.66 and 44.08 %, when compared with the bare soil plot. In addition, vetiver grass mulch, rice straw and sugar cane leaves provide the same performance for conserving soil moisture content. In the experiment, the residual mulches can conserved soil moisture contents more than 21 % when compared with the bare soil plot.

Consequently, residual mulches have no difference statistically significant at 0.05. But the mulch rates have different in a statistically significant at 0.05. It is found that, the higher mulch rate can reduce soil erosion and preserve soil moisture content more than the lower mulch rate. However, for getting a high performance of soil and water conservation. A farmer should select the residual mulches which easily find in the field. Because of it reduce a costs and friendly for environment

_____ _____ ___/___/___

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.สมชาย ดอนเจดีย์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ที่ให้คำปรึกษาในการเรียน การค้นคว้าวิจัย ตลอดจนการตรวจแก้ไข คำแนะนำ ทำให้วิทยานิพนธ์จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์ และขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.วราวุธ วุฒิวณิชย์ และอาจารย์ ดร.วัชระ เสือดี ที่ให้ความกรุณาในการตรวจแก้ไขและข้อเสนอแนะทำให้วิทยานิพนธ์สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมชลประทานทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนและมอบความรู้อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป และขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้อง ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน และเจ้าหน้าที่ภาควิชาวิศวกรรมชลประทานทุกท่าน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำต่างๆ

ด้วยความดีหรือประโยชน์อันใดเนื่องจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ขอมอบแด่คุณพ่อ คุณแม่ ที่ได้อบรมและให้กำลังใจผู้วิจัยมาตลอดในทุกเรื่อง

ดิษฐพงษ์ มิตรรัตน์

ตุลาคม 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(8)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	35
อุปกรณ์	35
วิธีการ	42
ผลและวิจารณ์	49
สรุปและข้อเสนอแนะ	76
สรุป	76
ข้อเสนอแนะ	77
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	79
ภาคผนวก	85
ภาคผนวก ก ข้อมูลการชะล้างของดิน	86
ภาคผนวก ข ข้อมูลค่า C-factor	135
ภาคผนวก ค ข้อมูลค่าขนาดเม็ดดิน	139
ภาคผนวก ง ข้อมูลค่าความชื้นในดิน	152
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	156

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ตารางอัตราความรุนแรงการชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย	4
2	ตารางเปรียบเทียบการสูญเสียหน้าดินและการเกิดน้ำผิวดินใน ประเทศเกษตรกรรม	5
3	ตารางกลุ่มอนุภาคดิน	13
4	ค่าดัชนีความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลายของดิน (K) โดยประมาณเมื่อพิจารณาจากเนื้อดินและปริมาณอินทรีย์ในวัตถุ	24
5	การกำหนดค่า m ขึ้นอยู่กับเปอร์เซ็นต์ลาดชัน	26
6	ตารางค่า LS- factor ในสมการการสูญเสียดินสากล ในระดับและความยาวของความลาดเท	27
7	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณน้ำไหลท้ายแปลง	52
8	ค่าเฉลี่ยการสูญเสียปริมาณน้ำไหลท้ายแปลง	53
9	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณตะกอนดิน	60
10	ค่าเฉลี่ยการสูญเสียปริมาณตะกอนดิน	61
11	ค่าเฉลี่ยปัจจัยของการจัดการพืช (C-factor)	69
12	ค่าเฉลี่ยของขนาดเม็ดดิน	72
13	ตารางค่าการสูญเสียความชื้นในดินหลังการคลุมดิน	75

ตารางผนวกที่

ก1	แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่แปลงไม่ปกคลุมดินที่ความเข้มฝน 30 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง	87
ก2	แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ใบหญ้าแฝกคลุมดิน 400 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 30 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง	88
ก3	แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ใบหญ้าแฝกคลุมดิน 800 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 30 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง	89

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
ก4	แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ใบหญ้าแฝกคลุมดิน 1200 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 30 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง	90
ก5	แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ใบหญ้าแฝกคลุมดิน 1600 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 30 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง	91
ก6	แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ใบหญ้าแฝกคลุมดิน 2000 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 30 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง	92
ก7	แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ใบอ้อยคลุมดิน 400 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 30 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง	93
ก8	แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ใบอ้อยคลุมดิน 800 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 30 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง	94
ก9	แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ใบอ้อยคลุมดิน 1200 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 30 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง	95
ก10	แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ใบอ้อยคลุมดิน 1600 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 30 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง	96
ก11	แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ใบอ้อยคลุมดิน 2000 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 30 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง	97
ก12	แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ฟางข้าวคลุมดิน 400 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 30 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง	98
ก13	แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ฟางข้าวคลุมดิน 800 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 30 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง	99
ก14	แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ฟางข้าวคลุมดิน 1200 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 30 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง	100
ก15	แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ฟางข้าวคลุมดิน 1600 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 30 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง	101
ก16	แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ฟางข้าวคลุมดิน 2000กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 30 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง	102

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
ก17	แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่แปลงไม่คลุมดิน ที่ความเข้มฝน 50 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง	103
ก18	แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ใบหญ้าแฝกคลุมดิน 400 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 50 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง	104
ก19	แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ใบหญ้าแฝกคลุมดิน 800 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 50 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง	105
ก20	แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ใบหญ้าแฝกคลุมดิน 1200 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 50 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง	106
ก21	แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ใบหญ้าแฝกคลุมดิน 1600 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 50 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง	107
ก22	แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ใบหญ้าแฝกคลุมดิน 2000 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 50 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง	108
ก23	แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ใบอ้อยคลุมดิน 400 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 50 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง	109
ก24	แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ใบอ้อยคลุมดิน 800 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 50 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง	110
ก25	แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ใบอ้อยคลุมดิน 1200 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 50 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง	111
ก26	แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ใบอ้อยคลุมดิน 1600 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 50 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง	112
ก27	แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ใบอ้อยคลุมดิน 2000 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 50 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง	113
ก28	แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ฟางข้าวคลุมดิน 400 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 50 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง	114
ก29	แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ฟางข้าวคลุมดิน 800 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 50 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง	115

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
ก30	แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ฟางข้าวคลุมดิน 1200 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 50 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง	116
ก31	แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ฟางข้าวคลุมดิน 1600 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 50 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง	117
ก32	แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ฟางข้าวคลุมดิน 2000 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 50 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง	118
ก33	แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่แปลงไม่คลุมดิน ที่ความเข้มฝน 70 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง	119
ก34	แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ใบหญ้าแฝกคลุมดิน 400 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 70 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง	120
ก35	แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ใบหญ้าแฝกคลุมดิน 800 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 70 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง	121
ก36	แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ใบหญ้าแฝกคลุมดิน 1200 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 70 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง	122
ก37	แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ใบหญ้าแฝกคลุมดิน 1600 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 70 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง	123
ก38	แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ใบหญ้าแฝกคลุมดิน 2000 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 70 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง	124
ก39	แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ใบอ้อยคลุมดิน 400 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 70 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง	125
ก40	แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ใบอ้อยคลุมดิน 800 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 70 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง	126
ก41	แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ใบอ้อยคลุมดิน 1200 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 70 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง	127
ก42	แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ใบอ้อยคลุมดิน 1600 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 70 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง	128

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
ก43	แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ใบอ้อยคลุมดิน 2000 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 70 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง	129
ก44	แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ฟางข้าวคลุมดิน 400 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 70 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง	130
ก45	แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ฟางข้าวคลุมดิน 800 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 70 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง	131
ก46	แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ฟางข้าวคลุมดิน 1200 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 70 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง	132
ก47	แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ฟางข้าวคลุมดิน 1600 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 70 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง	133
ก48	แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ฟางข้าวคลุมดิน 2000 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 70 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง	134
ข1	แสดงผลปัจจัยประเมินค่าการจัดการพืช (C-Factor) โดยใช้วัสดุคลุมดิน คือ ใบหญ้าแฝกคลุมดิน	136
ข2	แสดงผลปัจจัยประเมินค่าการจัดการพืช (C-Factor) โดยใช้วัสดุคลุมดิน คือ ใบอ้อยคลุมดิน	137
ข3	แสดงผลปัจจัยประเมินค่าการจัดการพืช (C-Factor) โดยใช้วัสดุคลุมดิน คือ ฟางข้าวคลุมดิน	138
ค1	แสดงผลการทดลองหาขนาดเม็ดดินแปลงที่ไม่ปกคลุมดิน ที่ความเข้มฝน 30 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง	140
ค2	แสดงผลการทดลองหาขนาดเม็ดดินหลังการคลุมดินด้วยใบหญ้าแฝก ที่ความเข้มฝน 30 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง	141
ค3	แสดงผลการทดลองหาขนาดเม็ดดินหลังการคลุมดินด้วยใบอ้อย ที่ความเข้มฝน 30 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง	142

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
ค4	แสดงผลการทดลองหาขนาดเม็ดดินหลังการคลุมดินด้วยฟางข้าว ที่ความเข้มฝน 30 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง	143
ค5	แสดงผลการทดลองหาขนาดเม็ดดินแปลงที่ไม่ปกคลุมดิน ที่ความเข้มฝน 50 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง	144
ค6	แสดงผลการทดลองหาขนาดเม็ดดินหลังการคลุมดินด้วยใบหญ้าแฝก ที่ความเข้มฝน 50 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง	145
ค7	แสดงผลการทดลองหาขนาดเม็ดดินหลังการคลุมดินด้วยใบอ้อย ที่ความเข้มฝน 50 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง	146
ค8	แสดงผลการทดลองหาขนาดเม็ดดินหลังการคลุมดินด้วยฟางข้าว ที่ความเข้มฝน 50 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง	147
ค9	แสดงผลการทดลองหาขนาดเม็ดดินแปลงที่ไม่ปกคลุมดิน ที่ความเข้มฝน 70 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง	148
ค10	แสดงผลการทดลองหาขนาดเม็ดดินหลังการคลุมดินด้วยใบหญ้าแฝก ที่ความเข้มฝน 70 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง	149
ค11	แสดงผลการทดลองหาขนาดเม็ดดินหลังการคลุมดินด้วยใบอ้อย ที่ความเข้มฝน 70 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง	150
ค12	แสดงผลการทดลองหาขนาดเม็ดดินหลังการคลุมดินด้วยฟางข้าว ที่ความเข้มฝน 70 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง	151
ง1	แสดงผลการค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความชื้นในดินแปลงปกคลุมดิน ด้วยใบหญ้าแฝก	153
ง2	แสดงผลการค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความชื้นในดินแปลงปกคลุมดิน ด้วยใบอ้อย	154
ง3	แสดงผลการค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความชื้นในดินแปลงปกคลุมดิน ด้วยฟางข้าว	155

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	การชะล้างพังทลายแบบกระเด็น	6
2	การชะล้างพังทลายแบบผิวแผ่น	6
3	การชะล้างพังทลายแบบร่องริ้ว	7
4	การชะล้างพังทลายแบบร่องลึก	8
5	การชะล้างพังทลายแบบโดยธารน้ำ	8
6	ความเร็วสุดท้าย Terminal Velocity (Vt) ของเม็ดฝนขนาดต่างๆ ในภาวะอากาศคงที่	10
7	เปรียบเทียบความสัมพันธ์ของโมเมนตัม และพลังงานจลน์ กับอัตราความหนักเบาของฝน	12
8	กราฟแสดงการกระจายของขนาดเม็ดดิน	14
9	การคลุมดินด้วยใบพืชแห้ง	15
10	แผนภาพ ค่า K ใน USLE	24
11	หัวน้ำฝนที่ความสูง 7 เมตร	35
12	หัวน้ำฝน ¼ HH-14WSQ FullJet	36
13	กระป๋องอลูมิเนียมเพื่อใช้เก็บปริมาณตะกอน	36
14	บ่อคอนกรีต	37
15	ตู้อบดินเพื่อหาค่าความชื้นในดิน	38
16	เครื่องมือหาขนาดเม็ดดินแบบตกตะกอน	38
17	ต้นหญ้าแฝก	39
18	ใบหญ้าแฝกแห้ง	40
19	ต้นอ้อย	40
20	ใบอ้อยแห้ง	41
21	ต้นข้าว	41
22	ฟางข้าว	42
23	รูปแปลงทดลองการชะล้างพังทลายของดิน	43
24	แปลงทดลองการชะล้างพังทลายของดิน	44

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
25	การหาค่าความเข้มฝนและความสม่ำเสมอ	44
26	การคลุมดินด้วยวัสดุคลุมดิน	45
27	การเก็บปริมาณตะกอนที่ไหลบริเวณท้ายแปลง	46
28	วิธีหาค่าขนาดของเม็ดดิน	46
29	การเตรียมแปลงก่อนการทดลองหาค่าความชื้นในดิน	47
30	การคลุมดินด้วยวัสดุคลุมดิน ขนาด 2 x 1 เมตร	47
31	กราฟความสัมพันธ์ของอัตราน้ำไหลท้ายแปลงกับเวลา ที่ปริมาณวัสดุคลุมดิน 400 กิโลกรัมต่อไร่	49
32	กราฟความสัมพันธ์ของอัตราน้ำไหลท้ายแปลงกับเวลา ที่ปริมาณวัสดุคลุมดิน 800 กิโลกรัมต่อไร่	50
33	กราฟความสัมพันธ์ของอัตราน้ำไหลท้ายแปลงกับเวลา ที่ปริมาณวัสดุคลุมดิน 1200 กิโลกรัมต่อไร่	50
34	กราฟความสัมพันธ์ของอัตราน้ำไหลท้ายแปลงกับเวลา ที่ปริมาณวัสดุคลุมดิน 1600 กิโลกรัมต่อไร่	51
35	กราฟความสัมพันธ์ของอัตราน้ำไหลท้ายแปลงกับเวลา ที่ปริมาณวัสดุคลุมดิน 2000 กิโลกรัมต่อไร่	51
36	กราฟแสดงค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำไหลท้ายแปลงทั้งหมดกับปริมาณการคุลมด้วยใบหญ้าแฝก	54
37	กราฟแสดงค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำไหลท้ายแปลงทั้งหมดกับปริมาณการคุลมด้วยใบอ้อย	55
38	กราฟแสดงค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำไหลท้ายแปลงทั้งหมดกับปริมาณการคุลมด้วยฟางข้าว	55
39	กราฟความสัมพันธ์ของอัตราการชะล้างของดินกับเวลา ที่ปริมาณวัสดุคลุมดิน 400 กิโลกรัมต่อไร่	56
40	กราฟความสัมพันธ์ของอัตราการชะล้างของดินกับเวลา ที่ปริมาณวัสดุคลุมดิน 800 กิโลกรัมต่อไร่	58

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
41	กราฟความสัมพันธ์ของอัตราการชะล้างของดินกับเวลา ที่ปริมาณวัสดุคลุมดิน 1200 กิโลกรัมต่อไร่	58
42	กราฟความสัมพันธ์ของอัตราการชะล้างของดินกับเวลา ที่ปริมาณวัสดุคลุมดิน 1600 กิโลกรัมต่อไร่	59
43	กราฟความสัมพันธ์ของอัตราการชะล้างของดินกับเวลา ที่ปริมาณวัสดุคลุมดิน 2000 กิโลกรัมต่อไร่	59
44	กราฟแสดงค่าเฉลี่ยปริมาณตะกอนดินทั้งหมดกับปริมาณใบหญ้าแฝก	62
45	กราฟแสดงค่าเฉลี่ยปริมาณตะกอนดินทั้งหมดกับปริมาณใบอ้อย	63
46	กราฟแสดงค่าเฉลี่ยปริมาณตะกอนดินทั้งหมดกับปริมาณฟางข้าว	63
47	กราฟแสดงการเปรียบเทียบปริมาณตะกอนดินกับปริมาณน้ำไหลท้ายแปลง โดยใช้วัสดุคลุมดินคือ ใบหญ้าแฝก	64
48	กราฟแสดงการเปรียบเทียบปริมาณตะกอนดินกับปริมาณน้ำไหลท้ายแปลง โดยใช้วัสดุคลุมดินคือ ใบหญ้าแฝก	65
49	กราฟแสดงการเปรียบเทียบปริมาณตะกอนดินกับปริมาณน้ำไหลท้ายแปลง โดยใช้วัสดุคลุมดินคือ ใบหญ้าแฝก	66
50	กราฟแสดงค่าปัจจัย (C - Factor) ที่ใช้ใบหญ้าแฝกคลุมดิน	67
51	กราฟแสดงค่าปัจจัยการ (C - Factor) ที่ใช้ใบอ้อยคลุมดิน	68
52	กราฟแสดงค่าปัจจัยการ (C - Factor) ที่ใช้ฟางข้าวคลุมดิน	68
53	กราฟแสดงขนาดของเม็ดดินที่ทดลองความเข้มฝน 30 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง	70
54	กราฟแสดงขนาดของเม็ดดินที่ทดลองความเข้มฝน 50 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง	70
55	กราฟแสดงขนาดของเม็ดดินที่ทดลองความเข้มฝน 70 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง	71
56	กราฟแสดงการรักษาความชื้นในดินของแปลงที่ใช้ใบหญ้าแฝกคลุมดิน	72
57	กราฟแสดงการรักษาความชื้นในดินของแปลง ที่ใช้ใบอ้อยคลุมดิน	73
58	กราฟแสดงการรักษาความชื้นในดินของแปลงที่ใช้ฟางข้าวคลุมดิน	74
59	กราฟแสดงค่าเฉลี่ยการสูญเสียความชื้นในดิน	75

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การศึกษาผลกระทบของวัสดุคลุมดินต่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ

Study on Effects of Residual Mulches on Soil and Water Conservation

คำนำ

ดินและน้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติ ขั้นพื้นฐานที่สำคัญในการดำรงชีวิตให้แก่มนุษย์ เนื่องจากประเทศไทยส่วนใหญ่ทำการเกษตรกรรม แต่ในปัจจุบันปัญหาการชะล้างพังทลายของดิน ทำให้ดินสูญเสียความอุดมสมบูรณ์ไป โดยเกิดเฉพาะช่วงฤดูฝนหรือฤดูน้ำหลาก ซึ่งเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เช่น ฝนตกหนัก อุณหภูมิสูง และความเร็วลม เป็นต้น นิพนธ์ (2545) ในปัจจุบันมีความรุนแรงและความถี่นั้นจะเพิ่มมากขึ้นในแต่ละรอบปี เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยมีมนุษย์เป็นส่วนเกี่ยวข้อง การชะล้างพังทลายของดินนั้นยังคงเป็นภัยคุกคามที่สำคัญต่อการพัฒนาเกษตรอย่างยั่งยืน ทำให้มีผลกระทบต่อผลผลิตและรายได้ของเกษตรกร

การฟื้นฟู ปรับปรุง และแก้ไขดินที่เสื่อมโทรมให้กลับมีความอุดมสมบูรณ์ของดินเหมือนเดิม อาจจะเป็นวิธีที่ยุ่งยากในระยะเวลาอันสั้นและอาจจะไม่คุ้มค่ากับการลงทุนของเกษตรกร กรมพัฒนาที่ดิน (2553) ได้ทำการศึกษาวิจัยเพื่อหาแนวทางและวิธีป้องกันแก้ไขความอุดมสมบูรณ์ของดินที่เสื่อมโทรมไป ให้กลับมาใช้ประโยชน์ได้อีกครั้งอย่างคุ้มค่าต่อการลงทุนอย่างยั่งยืน โดยที่เกษตรกรทั่วไปสามารถทำได้ด้วยตนเอง มีการเสนอวิธีการจัดการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างเหมาะสม ได้แก่ การปลูกพืชแบบขั้นบันได การปลูกพืชหมุนเวียน การปลูกพืชสลับเป็นแถว การปลูกพืชคลุมดิน การไถพรวนพื้นที่ตามแนวลาดชัน และการใช้วัสดุคลุมดิน ตามกรมพัฒนาที่ดิน (2545) เพื่อเป็นการอนุรักษ์ดินและน้ำตามแนวพระราชดำริในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ทรงมีการส่งเสริมให้ปลูกหญ้าแฝกเป็นแถว เพื่อลดการชะล้างพังทลายของดินจากและลดการไหลบ่าของน้ำผิวดินบนพื้นที่ลาดชัน ภัทราวุธ และคณะ(2554) อีกทั้งยังสามารถสามารถตัดใบหญ้าแฝกมาปกคลุมผิวดิน เพื่อป้องกันการสูญเสียอินทรียวัตถุ สามารถรักษาความชื้นในดิน และลดการระเหยของน้ำจากผิวดินโดยตรง นอกจากนั้นการผุพังย่อยสลายของวัสดุคลุมดินตามธรรมชาติ ก็จะสามารถเพิ่มแร่ธาตุและความอุดมสมบูรณ์ของดินอีกทางหนึ่ง ศักดา (2537)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

งานวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาการอนุรักษ์ดินและน้ำ โดยใช้วัสดุคลุมดิน คือ ใบหญ้าแฝก ใบอ้อย และฟางข้าว ปกคลุมดินในแปลงทดลองเพื่อประเมินการชะล้างพังทลายของดินและความชื้นในดินหลังปกคลุมดิน ผลที่คาดว่าจะได้รับ คือวัสดุคลุมดินต่างชนิดกันสามารถลดการชะล้างพังทลายของดินได้ เมื่อเวลาผ่านไปจะสามารถรักษาความชื้นในดิน ทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์และถ้าใช้วัสดุคลุมดินควบคู่กับการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างเหมาะสม จะเป็นวิธีการพัฒนาการเกษตรอย่างยั่งยืน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การศึกษาผลกระทบของวัสดุคลุมดินต่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

1. เพื่อศึกษาการชะล้างพังทลายของดิน โดยเปรียบเทียบกับการใช้วัสดุคลุมดิน คือ ใบหญ้าแฝก ใบอ้อย และฟางข้าว

2. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงความชื้นในดินหลังการปกคลุมดินด้วยใบหญ้าแฝก ใบอ้อย และฟางข้าว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจเอกสาร

1. การชะล้างพังทลายของดิน

การชะล้างพังทลายของดิน (Soil Erosion) เป็นกระบวนการที่เกิดจาก แรงน้ำ แรงลม และแรงโน้มถ่วงของโลกมากระทำ ทำให้อนุภาคบนผิวดินแตกแยกออกจากกัน แล้วเคลื่อนย้ายอนุภาคดังกล่าวไปตกตะกอนทับถมยังอีกที่หนึ่ง

นิพนธ์ (2545) กล่าวว่า สาเหตุที่เกิดการชะล้างพังทลายของดินมาจาก 2 ลักษณะ คือ การชะล้างพังทลายของดินโดยธรรมชาติ และการชะล้างพังทลายของดินที่มนุษย์มีส่วนเกี่ยวข้องขึ้นอยู่กับปัจจัยดังนี้ เช่น สภาพภูมิอากาศ สภาพภูมิประเทศ คุณสมบัติของดิน พืชคลุมดิน และการใช้ประโยชน์ที่ดินของมนุษย์ ทางกรมพัฒนาที่ดิน จึงจำแนกความรุนแรงในการการชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทยไว้ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 อัตราความรุนแรงการชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย

อัตราการสูญเสียดิน (ตัน/ไร่/ปี)	ระดับความรุนแรง (Level)
0.00 – 2.00	น้อย (Slight)
2.00 – 5.00	ปานกลาง (Medium)
5.00 – 15.00	รุนแรง (Severe)
15.00 – 20.00	รุนแรงมาก (Very Severe)
มากกว่า 20.00	รุนแรงมากที่สุด (Most Severe)

ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน (2545)

ปัจจุบันประเทศเกษตรกรรมกำลังประสบปัญหาการสูญเสียความอุดมสมบูรณ์ของดินเนื่องจากการชะล้างพังทลายที่มีเม็ดฝนตกกระทบและน้ำไหลบ่า จากการศึกษาที่ผ่านมาได้แสดงผลการเปรียบเทียบการสูญเสียหน้าดินที่เกิดขึ้นในประเทศเกษตรกรรม ดังตารางที่ 2

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบการสูญเสียหน้าดินและการเกิดน้ำผิวดินในประเทศเกษตรกรรม

ประเทศ	การสูญเสียหน้าดิน (ตัน/เฮกตาร์)		น้ำผิวดิน (%การเกิดน้ำผิวดินจากฝน)	
	พืชปกคลุม	หญ้าแฝก	พืชปกคลุม	หญ้าแฝก
ไทย	7.3	2.5	1.4	0.8
เวเนซุเอลา	88.7	20.2	50	21.9
เวเนซุเอลา (15%)*	12	1.1	76	72
เวเนซุเอลา (26%)*	16.1	4.9	-	-
เวียดนาม	5.7	0.8	-	-
อินเดีย	25	2	23.3	15.5

*ความลาดชัน

ที่มา: Rodriguez (1997)

2. รูปแบบการชะล้างพังทลายของดินที่สำคัญในประเทศไทย

การสูญเสียหน้าดินมีปริมาณหลายพันตันต่อปี เกิดจากฝนตกทำให้อนุภาคของดินแตกออกจากกันและไหลตามธารน้ำ กลายเป็นดินโคลนที่ไปตกค้างอยู่ในแม่น้ำลำธาร การสูญเสียหน้าดิน ก่อให้เกิดรูปแบบลักษณะการชะล้างพังทลายแตกต่างกันไป จากการศึกษาของ นิพนธ์ (2545) ดังนี้

2.1 การชะล้างพังทลายแบบกระเด็น (Splash Erosion) เกิดจากความแรงของเม็ดฝนที่ตกกระทบผิวดิน ทำให้อนุภาคของดินกระเด็นหลุดออกจากกันและถูกน้ำพัดพาไป จะเกิดขึ้นอย่างรุนแรงบนผิวดินที่ไม่มีสิ่งปกคลุมและพื้นที่ที่มีความลาดชันมาก การชะล้างพังลายเป็นจุดเริ่มต้นของการสูญเสียดินแบบค่อยเป็นค่อยไป และมักไม่ค่อยมีคนสนใจ (ภาพที่ 1)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 1 การชะล้างพังทลายแบบกระเด็น

ที่มา: WOCAT/FAO (2000)

2.2 การชะล้างพังทลายแบบผิวแผ่น (Sheet Erosion) เกิดจากการกระทบของเม็ดฝนกับการไหลบ่าของน้ำ ทำให้ผิวหน้าดินถูกชะล้างและพัดพาไปอย่างสม่ำเสมอตลอดทั่วพื้นที่ ส่วนมากจะเห็นได้ยาก การชะล้างแบบนี้จะทำให้เสียหน้าดินที่มีความอุดมสมบูรณ์เป็นอย่างมาก (ภาพที่ 2)

ภาพที่ 2 การชะล้างพังทลายแบบผิวแผ่น

ที่มา: WOCAT/FAO (2000)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.3 การชะล้างพังทลายแบบร่องริ้ว (Rill Erosion) เกิดจากน้ำไหลบ่าหน้าดินมารวมกันและไหลลงสู่ที่ต่ำทำให้เกิดเป็นร่องน้ำตื้นและเล็ก กระจายตัวทั่วผิวดิน ส่วนใหญ่จะเกิดพื้นที่ที่มีความลาดชันน้อยและไม่สม่ำเสมอกัน เป็นเส้นตรงยาวติดต่อกันไปและขนานกันเป็นริ้ว สามารถปรับให้หายได้โดยการไถพรวนแบบธรรมดา (ภาพที่ 3)

ภาพที่ 3 การชะล้างพังทลายแบบร่องริ้ว

ที่มา: WOCAT/FAO (2000)

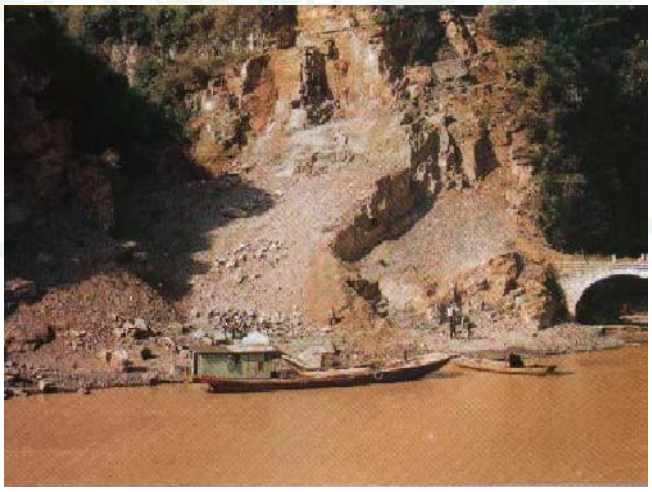
2.4 การชะล้างพังทลายแบบร่องลึก (Gully Erosion) เป็นการชะล้างพังทลายแบบร่องริ้ว แต่มีความรุนแรงมากกว่า เนื่องจากไม่ได้มีปรับปรุงหน้าดินปล่อยให้น้ำฝนและน้ำไหลบ่าหน้าดินกัดกร่อนลึกลงไปเรื่อย เกิดขึ้นในพื้นที่ลาดชันและความยาวมาก และมีผลเนื่องมากจากการการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ไม่เหมาะสม ถ้าเกิดขึ้นมากร่องน้ำนี้จะเป็นจุดกำเนิดของลำธาร (Intermittent Stream) (ภาพที่ 4)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 4 การชะล้างพังทลายแบบร่องลึก

ที่มา: WOCAT/FAO (2000)

2.5 การชะล้างพังทลายแบบโดยธารน้ำ (Channel Erosion) เป็นการพังทลายร่องน้ำขนาดใหญ่ จะมีการพังทลายของดินริมตลิ่ง และดินที่อยู่ในท้องน้ำ เนื่องจาก มีน้ำไหลผ่านปริมาณมากและใช้เวลายาวนานหรือลำน้ำที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปี จะขึ้นอยู่กับทิศทางและความเร็วน้ำ ซึ่งบางแห่งก็จะทำให้เสียที่ดินบริเวณสองฝั่งลำน้ำได้ (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 5 การชะล้างพังทลายแบบโดยธารน้ำ

ที่มา: WOCAT/FAO (2000)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. ปัจจัยที่มีการผลต่อการชะล้างพังทลายของดิน

นิวัติ (2537) กล่าวว่า เนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตอากาศร้อนและชุ่มชื้น อยู่ระหว่างเส้นรุ่งที่ 40 องศาเหนือโดยเกิดการชะล้างพังทลายของดินอย่างรุนแรง โดยน้ำเป็นตัวการที่สำคัญที่สุด สามารถแบ่งเป็น 4 ประการ

3.1 ความสามารถของฝนในการกัดเซาะ (Precipitation Erosivity) หมายถึง การกัดเซาะโดยขึ้นอยู่กับปัจจัยของลักษณะฝน เช่น ความหนักเบา ระยะเวลา ปริมาณฝน ขนาด ชนิดและการแผ่กระจายของฝนในแต่ละฤดูกาล

3.2 ความสามารถของดินที่มีผลต่อการกัดเซาะ (Soil Erodibility) หมายถึง คุณสมบัติของดินที่ยากหรือง่ายต่อการกัดเซาะ จะขึ้นอยู่กับชนิดดิน แรงจับตัวระหว่างอนุภาคของดินและปริมาณอินทรียวัตถุในดิน

3.3 ความชันและความยาวของด้านลาด (Steepness and Length of Slopes) คือ ลักษณะของสภาพภูมิประเทศ ถ้ามีความลาดชันมากจะเกิดการชะล้างพังทลายของดินมากขึ้น ส่วนความยาวจะยิ่งทวีความรุนแรงของน้ำไหลบ่าและทำให้อนุภาคของดินพัดพาไปโดยง่าย

3.4 สภาพสิ่งปกคลุมดินผิวดิน (Cover Condition) และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land Uses) จะเป็นชนิดพืชและลักษณะการปกคลุม เพราะช่วยป้องกันฝนตกกระทบดินโดยตรง และลดอัตราน้ำไหลบ่า ควรจะรักษาให้มีพืชคลุมดินอย่างน้อย 70 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภท จะย่อมมีผลต่อการชะล้างพังทลายของดินที่แตกต่างกันไปด้วย

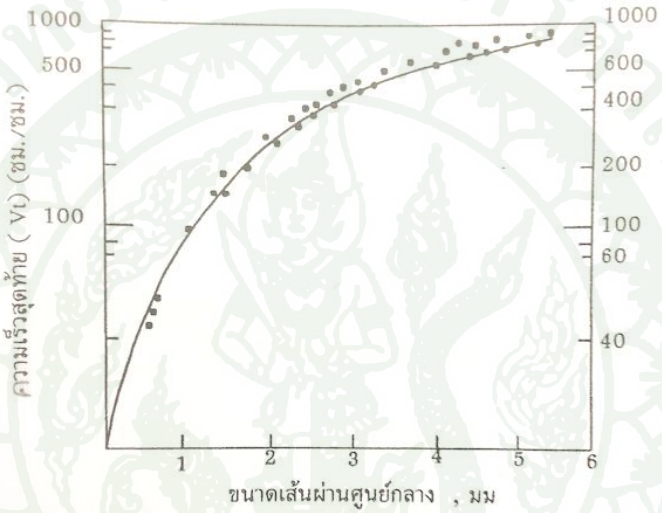
4. การชะล้างพังทลายหน้าดินจากน้ำฝน

จากการศึกษา Hudson (1964) พบว่า เม็ดฝนขนาดใหญ่สุดมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร แต่เม็ดฝนที่มีขนาดใหญ่กว่าจะแตกออกเป็นเม็ดฝอยเล็กๆ ทำนองเดียวกัน Blanchard (1950) ก็พบเช่นกันว่าเม็ดฝนที่มีขนาดที่คงตัวอยู่ได้ตั้งแต่ขนาดเล็กจนไปถึงขนาด 4.5 มิลลิเมตร แต่ถ้าขนาดใหญ่ขึ้นจนถึง 5 มิลลิเมตร ขนาดรูปร่างจะไม่อยู่ในสภาพคงตัว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.1 ความเร็วสุดท้ายและรูปร่างของเม็ดฝน

เมื่อเม็ดฝนตกลงสู่พื้นโดยแรงโน้มถ่วง จะมีอัตราเร่งทำให้ความเร็วเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนเท่ากับค่าแรงโน้มถ่วง เมื่อความเร็วคงที่จนกระทั่งถึงผิวหน้าดิน ความเร็วคงที่ก่อนตกถึงพื้นดินจะเรียกว่า ความเร็วท้ายสุด Terminal Velocity (Vt) ของเม็ดฝน ซึ่งอัตราความเร็วจะขึ้นอยู่กับขนาดและรูปร่างของเม็ดฝน (drop shape) ขณะตกเป็นสำคัญ



ภาพที่ 6 ความเร็วสุดท้าย Terminal Velocity (Vt) ของเม็ดฝนขนาดต่างๆ ในภาวะอากาศคงที่

ที่มา: นิพนธ์ (2545)

จากการศึกษา นิพนธ์ (2545) พบว่า ความเร็วท้ายสุดของเม็ดฝนนั้นจะเพิ่มมากขึ้นตามขนาดของเม็ดฝน เม็ดฝนที่มีขนาดใหญ่ถึง 5 มิลลิเมตร นั้นจะมีความเร็วท้ายสุดประมาณ 9.86 เมตรต่อวินาที

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.2 โมเมนตัมของฝน

โมเมนตัม คือ ผลคูณของมวลกับความเร็ว เป็นหน่วยการวัดแรงอัด ของมวล น้ำฝนที่ตกลงไปผิวหน้าดิน คำนวณได้จาก $M = mv$ แต่เนื่องจากในแต่ละครั้งที่ฝนตกมีขนาดเม็ดฝนขนาดต่างกัน ตกมาพร้อมกัน ทำให้ความเร็วท้ายสุดไม่เหมือนกัน ดังนั้นจึงได้เสนอสูตรในการหาโมเมนตัม ของฝนที่ตกแต่ละครั้ง ไว้

$$M = kR\sum m_i v_i / \sum m_i \qquad (1)$$

โดยที่ M คือ โมเมนตัมของน้ำฝนต่อหน่วยพื้นที่ต่อหน่วยเวลา

k คือ ค่าคงที่ที่เกิดจากสมบัติของดิน

R คือ อัตราความหนักเบาของฝน

mi คือ มวลของเม็ดฝนที่ตกแต่ละเม็ด

vi คือ ความเร็วท้ายสุดของฝนที่ตกแต่ละเม็ด

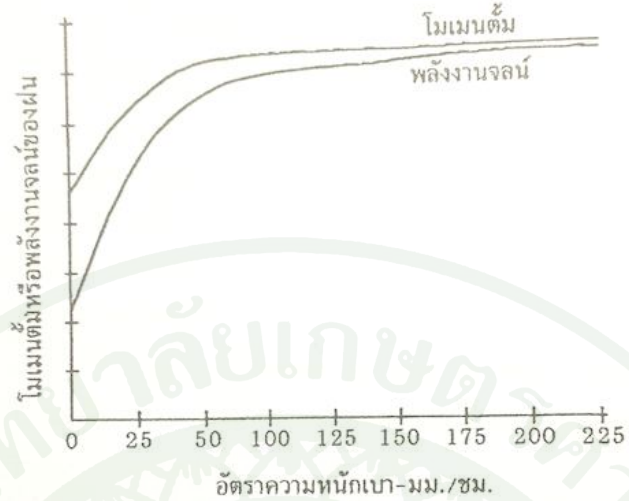
เนื่องจากการวัดขนาดและความเร็วของเม็ดฝนแต่ละเม็ดทำได้ยากลำบาก จึงได้สร้างสมการหา M จากความหนักเบาของฝนไว้ดังนี้

$M\ (dyne.cm^{-2}.h^{-1}) = 0.3459\ I^{0.771}$ William (1969)

$M\ (dyne.cm^{-2}.s^{-1}) = 0.0213\ I - 0.62$ Kinnel (1973)

โดยที่ I คือ อัตราความหนักเบาของฝน หน่วย มิลลิเมตร/ชั่วโมง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 7 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ของโมเมนตัม และพลังงานจลน์ กับอัตราความหนักเบาของฝน

ที่มา: นิพนธ์ (2545)

4.3 พลังงานจลน์ของฝนกับความหนักเบาของฝน

Wischmeier and Smith (1958) ได้ศึกษาพลังการชะล้างพังลายของฝน จากสมการทางเรขาคณิต (Algebraic equation) ได้สร้างสมการคำนวณหาพลังงานจลน์ของฝนจากความหนักเบาของฝนที่ตกแต่ละครั้ง ได้ดังนี้

$$Y = 916 + 331 \log_{10} I \quad (2)$$

โดยที่ Y คือ พลังงานจลน์ของฝนที่ตก หน่วย ฟุต-ตัน/เอเคอร์-นิ้ว

I คือ ความหนักเบาของฝนที่ตก หน่วย นิ้ว/ชั่วโมง

Danglar and El-Swaify (1976) ได้ดัดแปลงให้สะดวกต่อการใช้งานระบบเมตริก ดังนี้

$$KE = 210.3 + 89 \log_{10} I \quad (3)$$

โดยที่ KE คือ พลังงานจลน์ของฝนที่ตก หน่วย เมตร-ตัน/เฮกตาร์-ชั่วโมง

I คือ ความหนักเบาของฝนที่ตก หน่วย เซนติเมตร/ชั่วโมง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Wischmeier and Smith (1978) ได้ตรวจสอบลักษณะของฝนว่ามีผลต่อการสูญเสียหน้าดินมากน้อยเพียงใด ถึงแม้ว่าผลนั้นจะขึ้นอยู่กับชนิดของดินก็ตาม ลักษณะเด่นชัดที่อิทธิพลสูงมากต่อการพังทลายของดิน ก็คือ “ผลคูณของพลังงานของฝนที่ตกในครั้งนั้นๆกับความหนักเบา 30 นาทีสูงสุด ที่เกิดฝนในครั้งนั้น” ซึ่งผลคูณนี้เรียกว่า “ดัชนี EI และค่าดัชนี EI จะมีผลต่อการชะล้างพังทลายของดินอันเนื่องจากฝนตกครั้งหนึ่งๆ” ประมาณ 72-90 เปอร์เซ็นต์

5. กลุ่มขนาดของอนุภาคดิน

นักวิทยาศาสตร์ทางดิน แบ่งอนุภาคดินเป็น 3 กลุ่ม คือ ทราย, ทรายแป้ง และดินเหนียว ตามขนาด (Size Class) ของระบบ USDA (United States Department of Agriculture) และระบบสากล ISSS (International Society of Soil Science) ในการวิเคราะห์ ใช้ระบบสากล ISSS เพราะได้เป็นที่ยอมรับทั่วโลก

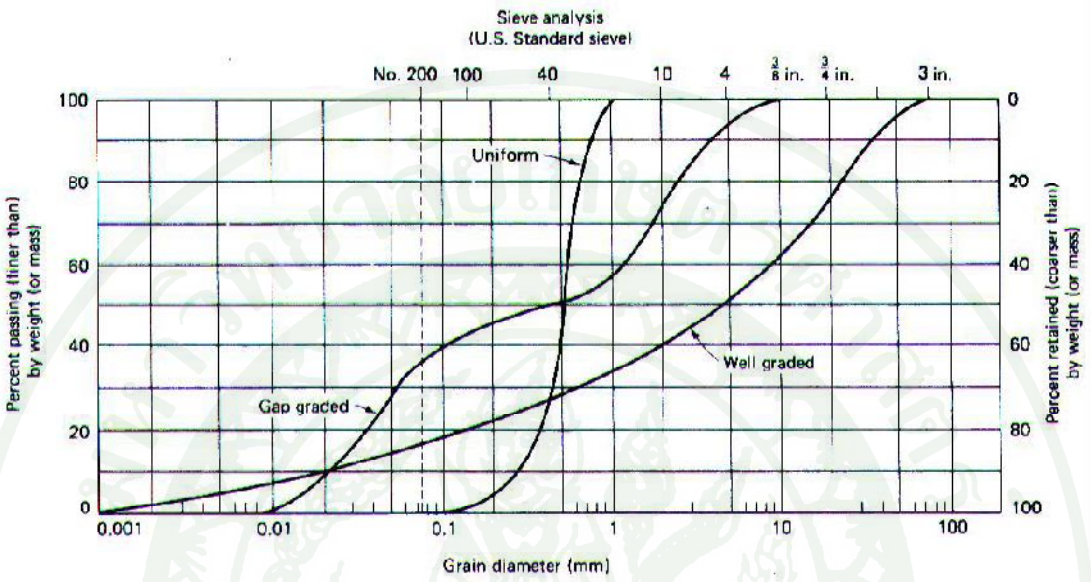
ตารางที่ 3 กลุ่มอนุภาคดิน

กลุ่มขนาดดิน	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	
	USDA	**ISSS**
ทราย (Very coarse sand)	1.00 -2.00	-
ทรายหยาบ (Coarse sand)	0.50 – 1.00	0.20 – 2.00
ทรายขนาดปานกลาง (Medium sand)	0.25 – 0.50	-
ทรายละเอียด (Fine sand)	0.10 – 0.25	0.02 – 0.20
ทรายละเอียดมาก (Very fine sand)	0.05 – 0.10	-
ทรายแป้ง (Site)	0.002 – 0.05	0.002 – 0.02
ดินเหนียว (Clay)	< 0.002	< 0.002

ที่มา: Wischmeier *et al.* (1971)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมื่อรู้ขนาดของดินแล้ว สามารถทราบได้อีกว่าการกระจายและขนาดคละกันของเม็ดดิน เป็นอย่างไร แสดงจากภาพที่ 8



ภาพที่ 8 กราฟแสดงการกระจายของขนาดเม็ดดิน

ที่มา: Wischmeier *et al.* (1971)

เมื่อ Well Graded Soil กราฟที่เม็ดดินมีขนาดเม็ดคละกันดี ดินมีขนาดคละกันดี

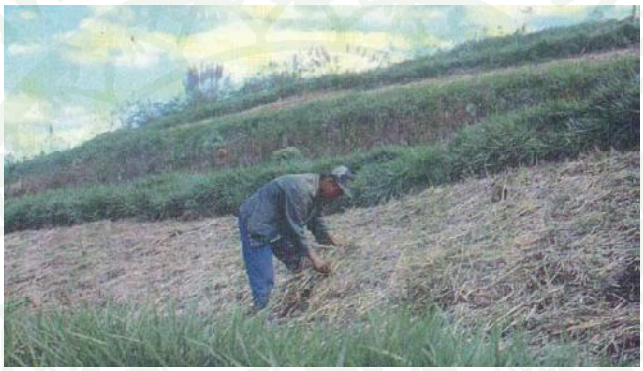
Uniform Graded Soil กราฟที่เม็ดดินมีขนาดเดียวกัน

Gap Graded Soil กราฟที่เม็ดดินมีขนาดขาดช่วง กราฟบางช่วงเป็นเส้นระนาบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. การคลุมดินและวัสดุคลุมดิน

การคลุมดิน หมายถึง การใช้วัสดุอย่างใดอย่างหนึ่งปกคลุมผิวหน้าดินเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ โดยส่วนใหญ่มักเป็นวัสดุธรรมชาติ ซึ่งเป็นเศษซากพืชหรือวัสดุเหลือใช้ในการเกษตร เช่น ฟาง หญ้าแห้ง ใบไม้ ขุยมะพร้าว และมูลสัตว์ หรืออาจเป็นวัสดุที่สังเคราะห์ขึ้น เช่น พลาสติก กระดาษ และ อะลูมิเนียม ศักดา (2537) กล่าวว่าวัสดุคลุมดินที่สามารถหาได้ง่ายในพื้นที่ จะเป็นการลดต้นทุนในน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำแบบวิธีต่างๆ



ภาพที่ 9 การคลุมดินด้วยใบพืชแห้ง

ที่มา: การอนุรักษ์น้ำและดิน (2543)

6.1 วัตถุประสงค์ของการคลุมดิน เพื่อป้องกันการชะล้างพังทลายของดินที่เกิดจากเม็ดฝนและลดปริมาณน้ำไหลบ่าบนผิวดิน และข้อควรพิจารณา จะขึ้นอยู่กับชนิดของพืชที่ปลูกและปริมาณในการคลุมดินให้มีความเหมาะสมต่อพื้นที่ เพื่อที่จะทำให้ประหยัดค่าลงทุน

6.2 ผลของการคลุมดินที่มีต่อสภาพของดิน

6.2.1 สภาพทางฟิสิกส์ของดิน เพื่อลดแรงปะทะและระยะทาง การกระเด็นของดินของเม็ดฝนที่กระทำโดยตรงกับผิวดินจะสามารถรักษาความชื้นและอุณหภูมิของดินได้

6.2.2 สภาพทางเคมีของดิน สามารถเพิ่มธาตุอาหารของดินหลังการย่อยสลายของวัสดุคลุมดิน และลดการสูญเสียธาตุอาหารของพืช เนื่องจากจะช่วยลดปริมาณน้ำไหลบ่าบนผิวดิน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6.2.3 สภาพทางชีวะของดิน จะสามารถเพิ่มกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน ซึ่งอยู่ใกล้ผิวดิน จะทำให้พืชเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว แต่ศัตรูพืชจะเพิ่มมากขึ้น

6.3 การใช้วัสดุคลุมดินร่วมกับวิธีการอื่นๆ เช่น การคลุมดินร่วมกับการปลูกพืชหมุนเวียน หรือ การคลุมดินร่วมกับการปลูกพืชเป็นแถว และการคลุมดินสามารถใช้ได้กับแปลงพืชผัก ไม้ดอก และไม้ผลได้

6.4 ชนิดของวัสดุคลุมดิน แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

6.4.1 วัสดุคลุมดินจากไร่นา เป็นวัสดุเศษพืชที่ได้มาหลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตพืชทางการเกษตร ได้แก่ ฟางข้าว ตอซังพืช หญ้าแห้ง ลำต้นพืชแห้ง และเปลือกพืชตระกูลถั่ว เป็นต้น

6.4.2 วัสดุคลุมดินที่ได้จากการสังเคราะห์ ได้แก่ กระดาษ พลาสติก แผ่นอลูมิเนียม และ แผ่นเหล็ก เป็นต้น

6.5 วิธีการคลุมด้วยวัสดุคลุมดิน ได้แก่ การคลุมดินด้วยเศษเหลือของพืชหรือวัสดุที่ได้จากการสังเคราะห์ สามารถควบคุมการชะล้างพังทลายของผิวหน้าดินได้ และการคลุกเคล้าวัสดุคลุมดินกับดินอย่างหยาบๆ ซึ่งจะเป็นการปรับปรุงสภาพทางกายภาพของดิน

6.6 อัตราการใช้วัสดุคลุมดิน เกษตรกรส่วนใหญ่ที่นิยมใช้โดยทั่วไป คือ 600 – 800 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับเศษเหลือของพืช และ 1.6 – 2 ตันต่อไร่ สำหรับปุ๋ยคอก

6.7 การคลุมดินในประเทศไทย มีน้อยโดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณที่ปลูกพืชไร่ แต่การคลุมดินเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ มีการปฏิบัติอย่างแพร่หลายในบริเวณที่ปลูกพืชผักโดยใช้ฟางข้าว แต่บางพื้นที่ใช้วัสดุที่หาง่ายในพื้นที่ จะเป็นวิธีการประหยัดค่าลงทุนที่สุด นอกจากนี้การคลุมดินยังเป็นการป้องกันวัชพืชและเพิ่มอินทรียวัตถุให้แก่ดินโดยตรง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7. ความชื้นในดิน

7.1 ความหมายและประเภทความชื้น

ความชื้นในดิน หมายความปริมาณน้ำที่อยู่ในช่องว่างระหว่างอนุภาคดิน สุดา (2550) ได้ให้ทรรศนะความชื้นของดินที่เป็นประโยชน์ต่อพืชไว้ 3 ประเภท ดังนี้

7.1.1 ความชื้นที่เป็นประโยชน์ (Available Moisture) หมายถึง ความชื้นส่วนที่อยู่ภายใต้อำนาจดูดยึดของดิน ที่พืชดูดไปจากดินในอัตราส่วนที่ทัดเทียมกับอัตราการระเหยของน้ำ

7.1.2 ความชื้นที่ไม่เป็นประโยชน์ (Unavailable Moisture) หมายถึง ความชื้นส่วนที่ดินดูดยึดไว้ด้วยพลังงานมากกว่าที่จะให้พืชดูดไปใช้ในอัตราที่ทัดเทียมกับอัตราการระเหยของน้ำ

7.1.3 ความชื้นเกินจำเป็น (Superfluous Moisture) หมายถึง ความชื้นส่วนที่เกินอำนาจดูดยึดตามปกติของดิน ซึ่งโดยปกติขังอยู่ในที่ว่างขนาดใหญ่ที่เป็นที่อยู่ของอากาศ และเมื่อมีโอกาสจะเคลื่อนพ้นบริเวณที่รากพืชลึกลงไปในหน้าตัดดิน โดยอิทธิพลแรงดึงดูดของโลก

7.2 วิธีการตรวจวัดความชื้นในดิน

การหาความชื้นในดินมีวิธีทางตรงและทางอ้อม การวัดระดับความชื้นในดินมีวิธีทางตรง คือ วิธีวัดโดยน้ำหนัก (gravimetric method) ส่วนวิธีการวัดทางอ้อม ได้แก่ การอ่านจากเครื่องมือต่าง ๆ สำหรับการตรวจวัดค่าความชื้นดิน ดิเรก (2542) สรุปไว้ดังนี้

7.2.1 วิธีวัดโดยน้ำหนัก (Gravimetric Method) เป็นการวัดความชื้นโดยตรง โดยการเก็บตัวอย่างดินใส่ในกระป๋องความชื้น (moisture can) นำมาชั่งหาน้ำหนักแล้วเอาเข้าตู้อบที่ตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นคำนวณหาน้ำหนักของน้ำที่หายไปต่อน้ำหนักดินแห้งคูณด้วย 100 จะเป็นความชื้นของดินโดยน้ำหนัก วิธีนี้เป็นการวัดความชื้นที่ค่าถูกต้องที่สุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7.2.2 เครื่องมือวัดความชื้นแบบ (Tensiometer) โดยใช้แรงดึงความชื้นของดินนี้อยู่ในสภาวะสมดุลกับน้ำที่บรรจุอยู่ในกระเปาะพรุน ซึ่งเมื่อรู้ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงความชื้นของดินและความชื้นในดินตรงบริเวณจุดที่ติดตั้งเครื่อง จะทราบค่าจำนวนความชื้นในดิน ณ จุดนั้น

7.2.3 เครื่องมือวัดความชื้นแบบแท่งวัดหรือวัสดุพรุน (Moisture Block) ซึ่งมีความชื้นอยู่ในสภาวะสมดุลกับดินบริเวณรอบๆ จุด คุณสมบัติทางไฟฟ้าที่วัดส่วนเป็นความต้านทาน ดังนั้น จึงต้องมีเครื่องวัดความต้านทานประกอบด้วยอุปกรณ์ทั้งหมด รวมเรียกว่าเครื่องวัดความชื้นไฟฟ้า ส่วนตัววัสดุพรุน เรียกว่า ก้อนต้านทาน ประกอบด้วย ขั้วไฟฟ้า 2 ขั้วแล้วหุ้มด้วยปูนปลาสเตอร์ ไนลอน หรือไฟเบอร์กลาส

7.2.4 เครื่องมือวัดความชื้นแบบนิวตรอน (Neutron Moisture Meter) เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับวัดระดับความชื้น โดยอาศัยหลักการชนระหว่างนิวตรอนความเร็วสูง นิวตรอนความเร็วสูงจะถ่ายทอดพลังงานของมันให้ไฮโดรเจนอะตอม แล้วตัวมันเองเป็นนิวตรอนความเร็วต่ำจำนวนของนิวตรอนจึงผันแปรโดยตรงกับระดับความชื้นดิน

7.2.5 เครื่องมือวัดความชื้นในดินแบบ TDR (Time Domain Reflectometer) ที่มีการทำงานโดยใช้วัดคุณสมบัติทางไฟฟ้าของโมเลกุลน้ำ อุปกรณ์ประกอบด้วยแท่งโลหะ, สายส่งสัญญาณ และส่วนของการแสดงผล (TDR cable tester) การทำงานจะมีการแพร่ของกระแสไฟฟ้าไปสู่ดินและมีการย้อนกับมาที่ปลายของสายส่ง เทคนิคในการวัดของ TDR คือ การวัดความเร็วของการแพร่สัญญาณความถี่สูง

7.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าความชื้นในดิน

สิ่งสำคัญต่อปริมาณของความชื้นในดินอย่างหนึ่ง คือ การซึมผ่านของน้ำลงดิน สำหรับปัจจัยพื้นฐานในการควบคุมการเคลื่อนย้ายของน้ำลงดินนั้น รัชชนีวรรณ (2547) ศึกษาไว้ดังนี้

7.3.1 เนื้อดิน (Soil Texture) การที่ดินมีปริมาณอนุภาคทรายหยาบมากก็จะเพิ่มการซึมน้ำลงดิน แต่อย่างไรก็ตามชั้นดินแต่ละชั้นมีความสามารถในการให้น้ำผ่านแตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากทรายมีการอุ้มน้ำได้น้อยกว่าเพราะมีพื้นที่ผิวน้อยกว่าพื้นที่ผิวของดินเหนียวที่สามารถอุ้มน้ำไว้ได้มากกว่า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7.3.2 โครงสร้างของดิน (Soil Structure) ดินที่มีโครงสร้างดีจะมีสัดส่วนของช่องว่างขนาดใหญ่อยู่มากทำให้เก็บน้ำได้ดี ดินพวกนี้จึงมีอัตราการแทรกซึมสูง ตรงข้ามกับดินเนื้อละเอียดที่มีโครงสร้างไม่ดี คือ ดินไม่สามารถจับตัวกันเป็นก้อนจึงมีสัดส่วนของช่องว่างขนาดเล็กอยู่มาก ดินพวกนี้ก็จะมีอัตราการแทรกซึมต่ำ

7.3.3 ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (Organic Matter) ถ้ามีอินทรียวัตถุในดินมากจะช่วยให้การซึมน้ำลงสู่ดินเร็วขึ้น อินทรียวัตถุมีความสามารถในการดูดซับน้ำไว้ได้ในปริมาณที่มาก มีค่าประมาณ 6-20 เท่าของน้ำหนักของอินทรียวัตถุ

7.3.4 ความลึกของดิน (Soil Depth) ดินที่มีความหนาของชั้นดินน้อยจะทำให้น้ำผ่านได้น้อยกว่าชั้นดินที่มีความหนาของชั้นดินที่มากกว่า และความสามารถในการเก็บกักน้ำขึ้นอยู่กับชนิดดินและความลึกดิน

7.3.5 ลักษณะและปริมาณพืชคลุมดิน (Vegetal Cover) พืชคลุมดินสามารถป้องกันไม่ให้ฝนตกกระทบดินโดยตรงแล้วยังช่วยเสริมสร้างให้เกิดชั้นอินทรียวัตถุ โดยชนิดของพืชคลุมดินมีความสำคัญต่อการซึมน้ำผ่านผิวดินมากกว่าชนิดดิน

7.3.6 สภาพภูมิประเทศ (Topography) โดยสภาพภูมิประเทศที่มีความลาดชันจะมีโอกาสการซึมน้ำได้น้อยกว่าพื้นที่ราบที่มีชนิดดินเดียวกัน ฝนตกที่จะทำให้น้ำซึมลงสู่ดินได้น้อย จึงทำให้เกิดเป็นน้ำไหลบ่าหน้าดินรุนแรงตามระดับความลาดชัน ตรงข้ามกับในที่ราบ ซึ่งน้ำจะซึมลงดินได้ดีทำให้ความชื้นในดินเพิ่มขึ้น

7.3.7 สภาพภูมิอากาศ (Climate) โดยสภาพภูมิอากาศในประเทศมีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา เช่น ปริมาณฝน, รังสีดวงดวงอาทิตย์, อุณหภูมิ, ลม, ความชื้นสัมพันธ์, และการระเหย ปัจจัยเหล่านี้มีผลกระทบโดยตรงกับความชื้นในดิน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

8. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การประเมินค่าปัจจัย ในสมการการสูญเสียดินสากล USLE เป็นแบบจำลองคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นเพื่อประเมินค่าการสูญเสียดินในลักษณะรายปี สำหรับเฉพาะพื้นที่และเฉพาะการใช้ประโยชน์ที่ดินด้านเกษตรกรรม ส่วนใหญ่ค่าปัจจัยที่ได้มีการประเมินจะเป็นตัวเลข และดัชนีที่คำนวณจากข้อมูลในสหรัฐอเมริกา ซึ่งการนำมาประยุกต์ใช้ในประเทศไทย ย่อมให้ค่าที่มีความผิดพลาดสูง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการประเมิน ปรับปรุง และดัดแปลงค่าใหม่สำหรับบางปัจจัยซึ่งจะกล่าวโดยละเอียดเป็นปัจจัย ดังนี้

สมการสูญเสียดินสากล (Universal Soil Loss Equation , USLE) ได้พัฒนามาตั้งแต่ ปี ค.ศ. 1961 โดยกรมการเกษตรประเทศสหรัฐอเมริกา (U.S. Department of Agriculture : USDA) และในปี ค.ศ. 1978 ได้ปรับปรุงแก้ไขใหม่ โดย Wischmeier and Smith (1978) โดยมีสมการ ดังนี้

$$A = R K L S C P \qquad (4)$$

โดยที่ A คือ เป็นค่าการสูญเสียดินต่อหน่วยของพื้นที่ ซึ่งจากการคำนวณโดยการคูณค่าปัจจัย 6 ปัจจัย

R คือ ค่าปัจจัยของน้ำฝนและการไหลบ่าของน้ำ ซึ่งเป็นค่าเฉพาะแห่ง หรือค่าเฉลี่ยรายปีต่อหน่วยดัชนีการชะล้างพังทลาย

K คือ ค่าปัจจัยความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลายของดิน เป็นค่าเฉพาะแต่ละชั้นของดิน การสูญเสียดินต่อหน่วยพื้นที่ต่อหน่วยแปลงทดลอง

L คือ ค่าปัจจัยของความยาว เป็นค่าที่ได้จากการประเมินอัตราส่วนการสูญเสียดินจากความยาวที่แท้จริงกับความยาว 72.6 ฟุต ซึ่งอยู่ภายใต้สภาวะเงื่อนไขเดียวกัน

S คือ ค่าปัจจัยของความลาดเท เป็นค่าที่ได้จากการประเมินอัตราส่วนการสูญเสียดินจากความลาดชันที่แท้จริงกับความลาดชัน 9 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอยู่ภายใต้สภาวะเงื่อนไขเดียวกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

C คือ ค่าปัจจัยการจัดการพืช เป็นค่าที่ได้จากการประเมินอัตราส่วนการสูญเสียดินระหว่างพื้นที่ที่มีพืชชนิดใดชนิดหนึ่งปกคลุมอยู่ กับพื้นที่ที่ถูกไถพรวนปราศจากพืชคลุมดิน

P คือ ค่าปัจจัยการจัดการพื้นที่ เป็นค่าที่ได้จากการประเมินอัตราการสูญเสียดินระหว่างพื้นที่ที่มีวิธีการอนุรักษ์ดินแบบต่างๆ เช่น การไถพรวนตามแนวระดับ การปลูกพืชสลับเป็นแถวตามแนวระดับ หรือ ทำขั้นบันได

8.1 การประเมินค่าปัจจัยของฝนต่อการชะล้างพังทลายของดิน
(Rain Erosivity Factor : R- Factor)

ฝนเป็นปัจจัยที่สำคัญในการชะล้างพังทลายของดิน โดยแต่ละพื้นที่มีการกระจายตัวไม่เท่ากัน ดังนั้นดัชนี EI แท้ที่จริงประกอบด้วยค่าพลังงานของฝน (E) ที่ตกในครั้งนั้น คูณกับ อัตราความหนักเบาของฝนในช่วง 30 นาทีสูงที่สุด (I) ของฝนที่ตกครั้งนั้น ค่า R- Factor สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$R = \sum_{j=0}^{n} (EI)_j \qquad (5)$$

ซึ่งค่า n คือ จำนวนครั้งที่ฝนตกในช่วงเวลาที่กำหนดขึ้น ดังนั้นกล่าวได้ว่าค่าของ R จะขึ้นอยู่กับช่วงเวลาด้วย โดยทั่วไปแล้วค่า R จะไม่นิยมบอกช่วงเวลาที่ใช้ในการคำนวณ

เพื่อให้เข้ารายละเอียดของการประเมินค่า R- Factor กล่าวรายละเอียดดังนี้

$$E = \sum_{k=0}^{n} Ke_k \, \Delta \, Ra_k \qquad (6)$$

โดยที่ Ke_k คือ พลังงานของฝนในช่างเวลา k

Ra_k คือ ปริมาณของฝนในช่วงเวลา k

K คือ ช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งในจำนวน P ช่วง ที่กำหนดขึ้นจากกราฟวัดปริมาณน้ำฝน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หน่วยพลังงาน Ke_k นั้นขึ้นอยู่กับความหนักเบาของฝนในแต่ละช่วงเวลา ซึ่งคำนวณแบบเดิมในสหรัฐอเมริกาจะใช้สมการ

$$Ke = 916 + 331 \log_{10} I \text{ เมื่อ } I \leq 3 \text{ นิ้ว/ชม} \quad (7)$$

หรือ $Ke = 1074$ เมื่อ $I > 3$ นิ้ว/ชม. หน่วย ฟุต-ตัน/เอเคอร์-นิ้ว

ถ้าต้องการให้เป็นหน่วยเมตริก ต้องปรับใหม่

$$Ke = 210.3 + 89 \log_{10} I \quad (8)$$

โดยที่ Ke คือ พลังงานจลน์ของฝนที่ตก หน่วย เมตร-ตัน/เฮกตาร์-ชั่วโมง

I คือ ความหนักเบาของฝนที่ตก หน่วย เซนติเมตร/ชั่วโมง

จากการประมาณค่าต่างๆ ดังกล่าว ค่า EI_{30} ของสมการที่กล่าวมา จะประเมินใหม่โดยการคูณด้วย ค่า I จะได้จากสมการ

$$EI_{30} = KE \times I \quad (9)$$

$$R = E_i I_{30}/100 \quad (10)$$

โดยที่ E_i คือ ดัชนีแสดงพลังชะล้างพังทลายของดินของฝนที่ตกในครั้งหนึ่ง

I_{30} คือ ความหนักเบาของฝนในช่วง 30 นาทีสูงสุด

8.2 การประเมินค่าปัจจัยความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลายของดิน (Soil Erodibility Factor : K- Factor)

Wischmeier and Smith (1978) อธิบายว่า ปริมาณการสูญเสียดินจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความลาดชันของพื้นที่ ความรุนแรงฝน ปริมาณการปกคลุมดินของพืช และมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่ โดยค่า K ที่ได้จะสะท้อนให้เห็นถึงสมบัติของดินทุกรูปแบบที่มีผลต่อการชะล้างโดยน้ำฝน และน้ำไหลบ่าบนหน้าดิน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การประมาณค่า K จากเนื้อดินและปริมาณอินทรียวัตถุในดิน

Wischmeier *et al.* (1971) ได้สร้างแผนภาพ Nomograph (ภาพที่ 10) ขึ้นมา เพื่อช่วยในการประเมินค่า K จากสมบัติของดิน 5 ประการ คือ

1) ผลรวมเปอร์เซ็นต์ดินทรายแป้งและเปอร์เซ็นต์ทรายละเอียด (%Silt + %Very fine sand)

2) เปอร์เซ็นต์ทราย (% Sand)

3) เปอร์เซ็นต์อินทรียวัตถุในดิน(% Organic matter)

4) โครงสร้างดิน (Soil structure)

5) การซึมน้ำของดิน (Permeability)

สำหรับดินที่มีปริมาณดินทรายแป้งรวมกับปริมาณทรายละเอียดมาก น้อยกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ แล้ว แล้วแผนภาพ nomograph ภาพที่ 10 จะประเมินได้จากสมการ

$$100\,K = 2.1 \times 10^{-4} \times M^{1.14} (12 - a) + 3.25 (b - 2) + 2.5 (c - 3) \qquad (11)$$

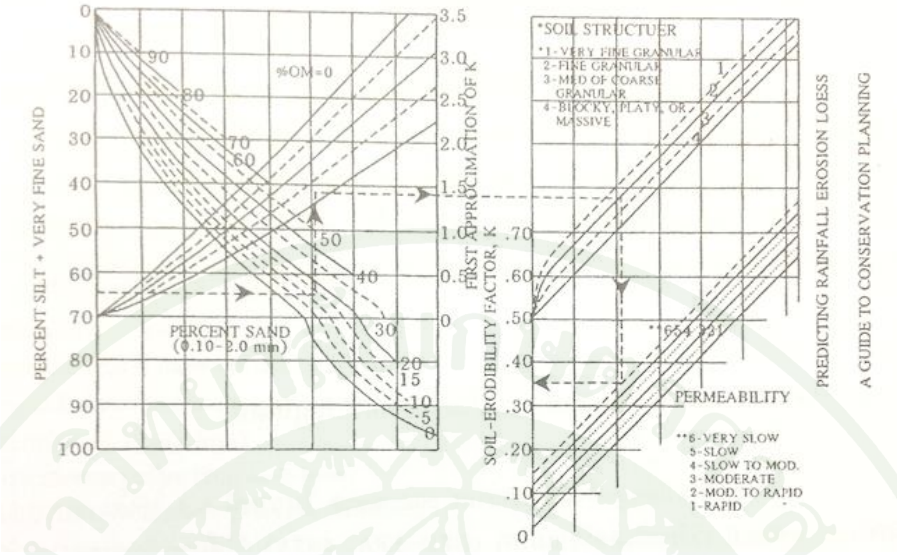
โดยที่ M = พารามิเตอร์ขนาดอนุภาคดิน (%Silt +%Very fine sand)x(100-%Clay)

A = เปอร์เซ็นต์อินทรียวัตถุในดิน (% Organic matter)

B = ค่าแทนลักษณะโครงสร้างของดิน (Soil structure code)

C = ระดับของอัตราการซึมน้ำในชั้นของดิน (Profile permeability class)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 10 แผนภาพ ค่า K ใน USLE

ที่มา: Wischmeier *et al.* (1971)

ในกรณีไม่มีข้อมูลที่จะใช้แผนภาพ Nomo graph ในภาพที่ 10 แทนได้ หน่วยงานวิจัยของสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งสหรัฐอเมริกา ARS-USDA and ORD-EPA (1975) จัดทำค่าโดยประมาณ ดังแสดงตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าดัชนีความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลายของดิน (K) โดยประมาณ เมื่อพิจารณาจากเนื้อดินและปริมาณอินทรีย์ในวัตถุ

ชนิดของเนื้อ	ค่า K – Factor ใน USLE ในกรณีที่ดินมีอินทรียวัตถุ		
	0.5 %	**2 %**	**4 %**
ทราย (Sand)	0.005	0.03	0.02
ทรายละเอียด (Fine sand)	0.16	0.14	0.10
ทรายละเอียดมาก (Very fine sand)	0.42	0.36	0.28
ทรายร่วน (Loamy sand)	0.12	0.10	0.08
ทรายละเอียดร่วน (Loamy fine sand)	0.24	0.20	0.16

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ชนิดของเนื้อ	ค่า K – Factor ใน USLE ในกรณีที่ดินมีอินทรียวัตถุ		
	0.5 %	**2 %**	**4 %**
ทรายละเอียดมากร่วน (Loamy very fine sand)	0.44	0.38	0.30
ดินร่วนปนทราย (Sandy loam)	0.27	0.24	0.19
ดินร่วนปนทรายละเอียด (Fine sandy loam)	0.35	0.30	0.24
ดินร่วนปนทรายละเอียดมาก (Fine very sandy loam)	0.47	0.41	0.33
ดินร่วน (Loam)	0.38	0.34	0.29
ดินร่วนปนซิลท์ (Silt loam)	0.48	0.42	0.33
ดินซิลท์ (Silt)	0.60	0.52	0.42
ดินร่วนเหนียวปนทราย (Sandy clay loam)	0.27	0.25	0.21
ดินร่วนเหนียว (Clay loam)	0.28	0.25	0.21
ดินร่วนเหนียวปนซิลท์ (Silty clay loam)	0.37	0.32	0.26
ดินเหนียวปนทราย (Sandy clay)	0.14	0.13	0.12
ดินเหนียวปนซิลท์ (Silty clay)	0.25	0.23	0.19
ดินเหนียว (Clay)	-	0.13-0.29	-

ที่มา: ARS-USDA and ORD-EPA (1975)

8.3 การประเมินค่าปัจจัยที่เกี่ยวกับความลาดเท (Slope Length Factor: LS- Factor)

สภาพพื้นที่มีบทบาทสำคัญต่อการชะล้างพังทลายของดินใน 2 ทาง คือ คือ ความยาวของความลาดเท (Slope Length) และความชัน (Slope Gradient) Wischmeier and Smith (1978) แนะนำ สมการ ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

8.3.1 ค่าปัจจัยความยาวของความลาดเท (L- Factor)

$$L = (\lambda/22.13)^{m} \quad (12)$$

โดยที่ λ คือ ระยะทางตามแนวราบของพื้นที่ลาดชัน หน่วย เมตร

22.13 คือ ความยาวของแปลงทดลองมาตรฐาน หน่วย เมตร

m คือ ตัวเลขยกกำลังซึ่งผันแปรความความลาดชัน มีความสัมพันธ์กับสัดส่วนระหว่างการชะล้างพังทลาย ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การกำหนดค่า m ขึ้นอยู่กับเปอร์เซ็นต์ลาดชัน

ความลาดชัน (เปอร์เซ็นต์)	ค่า m
< 1.00	0.2
1.00 – 3.00	0.3
3.50 – 4.50	0.4
> 5.00	0.5

ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน (2545)

8.3.2 ค่าปัจจัยความชันของพื้นที่ (S - Factor)

$$S = 65.41 \sin^{2}\theta + 4.56 \sin\theta + 0.065 \quad (13)$$

โดยที่ θ คือ มุมของลาดเทของพื้นที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 6 ค่า LS- factor ในสมการการสูญเสียดินสากล ในระดับและความยาวของความลาดเท

ความ	ความยาวของแนวความลาดเท									
ลาดเท	**25 ft**	**50**	**75**	**100**	**150**	**200**	**300**	**400**	**500**	**1000**
%	**7.5m**	**15**	**22.5**	**30**	**45**	**60**	**90**	**120**	**150**	**300**
1	0.09	0.10	0.12	0.13	0.15	0.16	0.18	0.20	0.21	0.26
2	0.13	0.16	0.19	0.20	0.23	0.24	0.28	0.32	0.33	0.40
3	0.19	0.23	0.26	0.29	0.33	0.35	1.40	0.44	0.47	0.57
4	0.23	0.30	0.36	0.40	0.47	0.53	0.62	0.70	0.76	1.00
5	0.27	0.38	0.46	0.54	0.66	0.76	0.93	11.0	1.20	1.70
6	0.34	0.48	0.58	0.67	0.82	0.95	1.20	1.40	1.50	2.10
8	0.50	0.70	0.86	0.99	0.20	1.40	1.70	2.00	2.20	3.10
10	0.69	0.97	1.20	1.40	1.70	1.90	2.40	2.70	3.10	4.30
12	0.90	1.30	1.60	1.80	2.20	2.60	3.10	3.60	4.00	5.70
14	1.20	1.60	2.00	2.30	2.80	3.30	4.00	4.60	5.10	7.30
16	1.40	2.00	2.50	2.80	3.50	4.00	4.90	5.70	6.40	9.00
18	1.70	2.40	3.00	3.40	4.20	4.90	6.00	6.90	7.70	11.0
20	2.00	2.90	3.50	4.10	5.00	5.80	7.10	8.20	9.10	23.0
30	4.00	5.60	6.90	8.00	9.70	11.0	22.0	16.0	18.0	25.0
40	6.30	9.00	11.0	13.0	16.0	18.0	31.0	25.0	28.0	-
50	8.90	13.0	15.0	18.0	22.0	25.0	-	-	-	-
60	12.0	16.0	20.0	23.0	28.0	-	-	-	-	-
80	26.3	37.6	46.2	53.2	-	-	-	-	-	-
100	40.4	57.8	71.0	-	-	-	-	-	-	-

ที่มา: ARS-USDA and ORD-EPA (1975)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

8.4 การประเมินค่าปัจจัยการจัดการพืช

(Cropping Management Factor : C- Factor)

ปัจจัย C นี้ เป็นค่าที่สะท้อนให้เห็นถึงประสิทธิภาพของพืช ลักษณะการปกคลุม และวิธีการปลูกพืชรวมกันทั้งหมด ซึ่งค่า C – Factor ในสมการการสูญเสียดินสากลนั้นมีอิทธิพลจากส่วนประกอบของพืชพรรณ 3 ส่วนด้วยกัน คือ ส่วนที่เป็นเรือนยอด ส่วนที่เป็นพืชชั้นล่าง และเศษซากเหลือของพืชอธิบายโดย Laflen *et al.* (1979,1990) ดังสมการนี้

$$C = (PLU)\ (CC)\ (SR)\ (RC) \qquad (14)$$

โดยที่ PLU คือ ค่าปัจจัยของการใช้ที่ดินที่ผ่านมา

CC คือ ค่าปัจจัยอิทธิพลของเรือนยอดพืช

SR คือ ค่าปัจจัยที่เกิดจากความขรุขระของผิวดิน

RC คือ ค่าปัจจัยที่เกิดจากเศษพืชคลุมดิน

8.4.1 อิทธิพลของ PLU คือ การใช้ประโยชน์ที่ดินที่ผ่านมาโดย

$$PLU = CON\ [FA\ (DBO)\ ]\ \exp(-0.012RSDU) \qquad (15)$$

โดยที่ CON คือ ค่าปัจจัยการปรับตัวของดินภายหลังการใช้ประโยชน์

FA ,FB คือ สัมประสิทธิ์ที่ได้จากการทดลอง

DBO คือ จำนวนวันนับจากที่ไถพรวนหรือเก็บเกี่ยว

8.4.2 อิทธิพลของ CC จะขึ้นอยู่กับความสูงและความหนาแน่นของเรือนที่ปกคลุม

$$CC = (\ 1 - FC\ )\ \exp(-0.34H) \qquad (16)$$

โดยที่ FC คือ สัดส่วนของผิวดินที่ปกคลุมด้วยเรือนยอด

H คือ ความสูงประสิทธิผลของเรือนยอด (0.6 เท่าของความสูงทั้งหมด)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

8.4.3 อิทธิพลของ SR ดัชนีของความขรุขระของผิวดินที่มีต่อการกัดเซาะ และการเคลื่อนย้ายตะกอน

$$SR = \exp [(-0.026 (RB-6)(1 - \exp(-0.00035RS)] \exp(-0.18EC) \quad (17)$$

โดยที่ RB คือ ค่าความขรุขระที่กระจายทั่วพื้นที่ หน่วย มิลลิเมตร
RS คือ ปริมาณของเศษซากพืชที่เหลือทิ้งไว้ หน่วย กิโลกรัม/เฮกตาร์
EC คือ ปริมาณการชะล้างพังทลายที่สะสมจากการไถพรวนครั้งสุดท้าย

8.4.4 อิทธิพลของ RC จากเศษซากพืชคลุมดิน

$$RC = \exp [(-3.5M (6/RG)^{0.08}] \quad (18)$$

โดยที่ M คือ สัดส่วนของผิวดินที่ปกคลุมด้วยเศษซากเหลือของพืช
RG คือ ความขรุขระของผิวดินที่มีต่อการกัดเซาะ และการเคลื่อนย้ายตะกอน

8.5 การประเมินค่าปัจจัยการจัดการพื้นที่
(Conservation Practice Factor : P- Factor)

ค่าอัตราส่วนระหว่างปริมาณของการสูญเสียดินที่ได้จากแปลงทดลองที่มีการใช้โครงสร้างอนุรักษ์ดินด้วยวิธีกลแบบใดแบบหนึ่ง นิพนธ์ (2545) พบว่าปริมาณดินที่สูญเสียจากแปลงทดลองที่ไถพรวนดินขึ้นลงตามเนินเขาในสภาพการณ์อย่างอื่นที่เหมือนกัน แม้ว่าสมบัติอย่างอื่นๆ ในแปลงทดลอง เช่น ระบบการปรับปรุงดิน จะมีส่วนช่วยในการควบคุมการสูญเสียดินอยู่ด้วย แต่สมบัติดังกล่าวนี้จะจัดรวมอยู่ในค่าของดัชนี C

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

9. ผลการศึกษาที่เกี่ยวข้อง

กริชเพชร (2549) ศึกษาผลของวัสดุคลุมดินต่อผลผลิต ปริมาณไนเตรต (NO_3) และไนไตรท์ (NO_2) ในหน่อไม่ฝรั่ง ทำการทดลองสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยมีการวางแผนการทดลอง Randonized complete block design 8 วิธี คือ ไม่ใช้วัสดุคลุมดิน, คลุมดินด้วยขุยมะพร้าว, ถ่านแกลบ,ใบไม้ผุ, ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ, ขุยมะพร้าว+ใบไม้ผุ, ใบไม้ผุ+ถ่านแกลบ, ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ใบไม้ผุ พบว่า การใช้อินทรียวัตถุคลุมดิน มีผลทำให้หน่อไม้ฝรั่งเพิ่มจำนวนและผลผลิตต่อไร่ เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงไม่คลุมดิน ส่วนการใช้ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ใบไม้ผุ เป็นวัสดุคลุมดินจะให้หน่อไม้ฝรั่งมีขนาดเล็กกว่าไม่ใช้วัสดุคลุมดิน เป็นที่น่าสังเกตว่าเมื่อเก็บหน่อไม่ฝรั่งในตู้ 2 วัน พบว่าปริมาณ ไนเตรต กลับลดลง 6- 49 เปอร์เซ็นต์ แต่ปริมาณไนไตรท์กลับเพิ่มขึ้น 3 –151 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามปริมาณไนเตรตและไนไตรท์ที่พบอยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค

ชัยนาม (2545) ได้ศึกษาการใช้วัสดุคลุมดินโดยการใช้ฟางข้าวเพื่อปรับปรุงดินเค็ม ดำเนินการทำการทดลองในสถานีทดลองพืชไร่กาฬสินธุ์ อำเภอยางตลาด จังหวัดกาฬสินธุ์ ชุดดินร้อยเอ็ด โดยวางแผนการทดลองแบบ Random complete block design 4 ซ้ำ โดยคลุมด้วยฟางข้าวอัตรา 0, 0.5, 1, 1.5, 2 ตันต่อไร่ ภายหลังการเก็บเกี่ยวในเดือนธันวาคม ทำการไถกลบแล้วปักดำข้าวพันธุ์ กข. 15 ในเดือนมิถุนายน ปรากฏผลการทดลองว่า การคลุมฟางข้าวทุกอัตรามีผลในการลดระดับความเค็มของดินในระดับ 0-20 เซนติเมตร และทุกๆ อัตราทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้น อัตราที่เหมาะสมคือ 1.5 - 2 ตันต่อไร่

ทิวาพร และคณะ (2548) ศึกษาวัสดุคลุมดินกับวิธีการให้น้ำที่เหมาะสมกับผลผลิตของผลอุ่นพันธุ์ Perlette โดยมีวิธีการให้น้ำที่แรงดึงความชื้นในดินเท่ากับ 20 และ 40 กิโลปาสกาล และใช้วัสดุคลุมดิน คือ ฟางข้าวและพลาสติก พบว่าการคลุมดินด้วยฟางข้าวให้น้ำหนักของผลและจำนวนช่อผลไม่แตกต่างกับการคลุมด้วยพลาสติก เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงที่ไม่ใช้วัสดุคลุมดิน ยังพบอีกว่าตั้งแต่เริ่มตัดแต่งกิ่งจนถึงเก็บเกี่ยวผลผลิตการให้น้ำที่แรงดึงความชื้นในดิน 20 กิโลปาสกาล ร่วมกับการคลุมดินด้วยพลาสติกสามารถลดปริมาณการใช้น้ำได้ถึง 60.3 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พงษ์ศักดิ์ และคณะ (2547) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงความชื้นของผิวดิน ภายหลังการให้น้ำและการใช้สิ่งปกคลุมดิน ได้แก่ ฟาง แกลบ หญ้าขจรจบ และหญ้าคา โดยเปรียบเทียบกับแปลงที่ไม่ปกคลุมดิน โดยศึกษาบริเวณลุ่มน้ำห้วยหินดาด อ.เมือง จ.ระยอง ซึ่งมีลักษณะเป็นดินทราย ทดลองกับแปลงขนาด 1x1 เมตร เก็บตัวอย่างดินที่ความลึก 0-6 นิ้ว ทุกวันในเวลาเดียวกัน ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน พ.ศ. 2523 เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงที่ไม่ใช้วัสดุคลุมดิน พบว่า การใช้ฟางและแกลบจะช่วยรักษาความชื้นในดินได้ดีกว่าหญ้าคาและหญ้าขจรจบ โดยสามารถรักษาความชื้นในดินได้ถึง 13.95-30.71 เปอร์เซ็นต์

ภัทราวุธ และคณะ (2554) ศึกษาประสิทธิภาพของแฝกในการป้องกันการสูญเสียดิน บริเวณพื้นที่ศูนย์สาธิตการพัฒนาและรณรงค์การใช้แฝกด้านป่าไม้ที่ 2 จังหวัดสุโขทัย ประกอบด้วย 3 รูปแบบ คือ รูปแบบที่ 1 แปลงปลูกแฝก 2 แถว ระยะห่างตามแนวดิ่ง 1.5 เมตร มีการสูญเสียดินต่ำสุดเท่ากับ 42.50 ตันต่อเฮกตาร์ต่อปี ส่วนรูปแบบที่ 2 แปลงปลูกแฝกแถวเดี่ยวตามแนวระดับ ระยะห่างตามแนวดิ่ง 2 เมตร มีการสูญเสียดินต่ำสุดเท่ากับ เท่ากับ 5.39 ตันต่อเฮกตาร์ต่อปี และรูปแบบที่ 3 แปลงปลูกแฝกที่มีระยะห่างระหว่างต้น 5 เซนติเมตร มีการสูญเสียดินต่ำสุดเท่ากับ 0.50 ต่อเฮกตาร์ต่อปี มีประสิทธิภาพในการป้องกันการสูญเสียดินสูงสุดเท่ากับ 92.9 98.3 99.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

วุฒิดา (2550) ศึกษาการลดการสูญเสียน้ำโดยการระเหย เพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำของผักคะน้า โดยศึกษาการใช้ฟางข้าวและพลาสติกเป็นวัสดุคลุมดิน พบว่า การใช้ฟางข้าวคลุมดินสามารถลดการใช้น้ำของการปลูกผักคะน้าในดินเหนียวได้ 50 เปอร์เซ็นต์ ส่วนดินทรายลดได้เพียง 20 เปอร์เซ็นต์ และยังสรุปได้อีกว่าการใช้ฟางข้าวคลุมดินทำให้อุณหภูมิในดินลดลง ส่วนพลาสติกคลุมดินนั้นจะทำให้อุณหภูมิของดินสูงซึ่งจะทำให้มีผลต่อผลผลิตของคะน้า

สันติ และคณะ (2551) ได้ทำการสร้างแบบจำลองน้ำฝน โดยใช้หัวจ่ายน้ำเพื่อเรียนแบบฝนตามธรรมชาติ เป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายที่จะจัดซื้อชุดจำลองน้ำฝนจากต่างประเทศ จากการค้นคว้าและทดลองพบว่าหัวจ่ายน้ำยี่ห้อ KE-SORN No.4 สามารถนำมาใช้ดัดแปลงให้เหลือรูน้ำออก 2 รู และ 3 รู ผลการสอบเทียบเครื่องมือที่แรงดัน ณ หัวจ่ายน้ำ 3 ถึง 10 เมตร พบว่า ค่าความเข้มฝนอยู่ระหว่าง 65-285 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง มีความสม่ำเสมอของฝนตั้งแต่ 72-91 เปอร์เซ็นต์ ขนาดเม็ดฝนที่ได้มีค่ากลางอยู่ระหว่าง 2.05-2.60 มิลลิเมตร ผลการศึกษายืนยันว่าเครื่องผลิตน้ำฝนชิ้นนี้สามารถเลียนแบบลักษณะของฝนธรรมชาติได้ดี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Babalola *et al.* (2007) ศึกษาการอนุรักษ์ดินและน้ำเพื่อปรับปรุงผลผลิตในการปลูกข้าวโพด โดยมีการทดลอง 3 ซ้ำ ระหว่าง ปี 2003 -2005 ในประเทศไนจีเรีย มีการวางแผน Random complete block design 3 ตำรับ คือ การปลูกหญ้าแฝกเป็นแถว การคลุมด้วยหญ้าแฝก และการเพิ่มปุ๋ยในดิน พบว่าการสูญเสียน้ำไหลบ่าในแปลง มีค่า 28.67, 38.44 และ 42.44 มิลลิเมตร และการสูญเสียหน้าดิน ในแปลง มีค่า 980.5 , 389 และ 1,251 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ การคลุมด้วยหญ้าแฝกสามารถลดการสูญเสียหน้าดินได้ดีกว่าการปลูกหญ้าแฝกเป็นแถวการเพิ่มปุ๋ยในดิน

Diaz (2005) ศึกษาการใช้วัสดุคลุมดินคุลมดินในช่วงอากาศร้อนเพื่อช่วยลดการระเหยของน้ำจากผิวดิน โดยเลือกใช้ฟางข้าวเป็นวัสดุคลุมดิน โดยใช้ปริมาณความหนาที่แตกต่าง คือ 2, 5 และ 10 เซนติเมตร ในการคลุมดิน พบว่าอัตราการระเหยจะผิวโดยตรงมีค่าอยู่ระหว่าง 9.1 – 11.5 มิลลิเมตรต่อวัน พบว่าการใช้ฟางข้าวคลุมดินที่ความหนา 10 เซนติเมตร สามารถลดการระเหยได้ถึง 92 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่ความหนา 5 และ 2 เซนติเมตร สามารถลดการระเหยได้ถึง 83 และ 52 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

Doring (2005) ศึกษาวัสดุคลุมดินที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงไนเตรต (NO_3) ในดินและผลของการชะล้างพังทลายของดิน โดยทดลองกับแปลงมันฝรั่งที่ปลูกบนความลาดชัน 8 เปอร์เซ็นต์ ใช้ฟางข้าวคลุมดิน 20 เปอร์เซ็นต์ต่อพื้นที่ พบว่าการใช้ฟางข้าวคลุมดินไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าไนเตรตของดิน แต่มีผลต่อการชะล้างพังทลายของดิน โดยการใช้ฟางข้าวคลุมดินที่อัตรา 1.25, 2.5 และ 5 ตันต่อเฮกตาร์ สามารถรักษาการชะล้างพังทลายของดินเท่ากับ 31, 42 และ 26 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับเปรียบเทียบกับแปลงที่ไม่วัสดุคลุมดิน

Gyasi – Agyei *et al.* (2001) ได้ประเมินประสิทธิภาพของหญ้าแฝกในการป้องกันการชะล้างพังทลายของดินบริเวณเขื่อนในประเทศควีนแลนด์ ชนิดของดินเป็นดินเหนียวปนทราย มีการประเมินเปอร์เซ็นต์ของดินเท่ากับ ดินทราย 57 % ทรายแป้ง 18% และดินเหนียว 25 % และขนาดของเม็ดดินเท่ากับ 80 ไมโครเมตร เมื่อดินแห้งจะมีค่าความหนาแน่นของดินเท่ากับ 1.73 กรัมต่อตารางเมตร จากการทดลองพบว่าเมื่อปลูกหญ้าแฝกเป็นแถวสามารถลดการชะล้างพังทลายของดินได้ถึง 11- 30 เปอร์เซ็นต์ โดยเปรียบเทียบกับไม่ปลูกหญ้าแฝก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Hussein *et al.* (2007) ได้ทดลองหาประสิทธิภาพการปลูกหญ้าแฝกเป็นแถวบนพื้นที่มีความลาดชัน 1, 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ โดยติดตั้งแบบจำลองน้ำฝนเพื่อหาค่าการชะล้างพังทลายของดิน พบว่าการปลูกหญ้าแฝกเป็นแถวที่ความลาดชันของพื้นที่เพิ่มมากขึ้นจะช่วยลดการสูญเสียดินได้มากกว่าแปลงที่ไม่ได้ปลูกหญ้าแฝกเป็นแถว

Jagannathan *et al.* (2003) ได้ศึกษาประสิทธิภาพการปลูกพืชเป็นแถวเพื่ออนุรักษ์ดินและน้ำ ได้ทดลองปลูกหญ้าแฝกเป็นแถวตามเส้นชั้นความสูงที่ 10 และ 15 เมตร บนพื้นที่ลาดชัน 2-3 เปอร์เซ็นต์ ในแปลงทดลองปลูกข้าวบาร์เลย์และใช้ฟางข้าวเป็นวัสดุคุลมดินหลังจากการปลูก พบว่าการปลูกหญ้าแฝกเป็นแถวระยะ 10 เมตร สามารถลดการสูญเสียดินและน้ำ ได้ถึง 49 และ 24 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบกับเป็นแปลงทดลองที่ไม่ได้ปลูกพืชเป็นแถว ส่วนการใช้ฟางข้าวคลุมดิน จะมีแนวโน้มผลผลิตของข้าวบาร์เลย์เพิ่มสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงไม่ใช้วัสดุคลุมดิน

Martinez raya *et al.* (2006) ได้ศึกษาการปลูกพืชเป็นแถวบนแปลงทดลองขนาด 6 x 24 เมตร ความลาดชัน 35 เปอร์เซ็นต์ ในประเทศสเปน โดยปลูกพืช 3 ชนิด ได้แก่ โหระพา ข้าวบาร์เลย์ และถั่ว เป็นแถวระยะห่าง 3 เมตร พบว่าปลูกโหระพาเป็นแถวสามารถลดการสูญเสียดินได้ 97 เปอร์เซ็นต์ และสามารถลดการไหลบ่าของน้ำได้ 91 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปลูกข้าวบาร์เลย์เป็นแถวสามารถลดการสูญเสียดินได้ 87 เปอร์เซ็นต์ และสามารถลดการไหลบ่าของน้ำได้ 59 เปอร์เซ็นต์ และปลูกถั่วเป็นแถวสามารถลดการสูญเสียดินได้ 58 เปอร์เซ็นต์ และสามารถลดการไหลบ่าของน้ำได้ 18 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งทั้งหมดเปรียบเทียบกับแปลงที่ไม่ได้ปลูกพืช

Meyer *et al.* (1995) ได้ศึกษาวิธีการปลูกหญ้าแฝกเป็นแถวเพื่อหาประสิทธิภาพในการดักตะกอน พบว่าการปลูกหญ้าแฝกเป็นแถวสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการดักตะกอนได้ถึง 90 เปอร์เซ็นต์ และขนาดของตะกอนที่ดักได้เท่ากับ 125 ไมโครเมตร งานวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่าถ้าประสิทธิภาพของการดักตะกอนลดลงจะแปรผันกับขนาดของตะกอนที่ลดลงตามไปด้วย

Owino *et al.* (2006) ได้ทดลองการสูญเสียธาตุอาหารในดินจากการน้ำไหลบ่า โดยวิธีการปลูกหญ้าเนเปียและหญ้าหญ้าแฝกเป็นแถว ทดลองในประเทศเคนยา พบว่าการปลูกหญ้าเนเปียและหญ้าหญ้าแฝก สามารถลดการสูญเสียน้ำไหลบ่าผิวดิน 54 และ 12 เปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบกับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แปลงแปลงไม่ปลูกพืชแล้ว สรุปว่าหญ้าเนเปียมีประสิทธิภาพมากว่าหญ้าแฝกในการลดการสูญเสียปริมาณน้ำไหลบ่าผิวดิน

Ramakrishna *et al.* (2005) พบว่าการคลุมดินมีผลต่ออุณหภูมิและความชื้นในดินทดลองในตอนเหนือของประเทศเวียดนาม หากใช้พลาสติกและฟางข้าวในอัตราส่วน 10 ตันต่อเฮกตาร์ พบว่าวัสดุคลุมดินที่ใช้สามารถป้องกันการระเหยจากดินและรักษาความชื้นในดินได้ วัสดุคลุมดินที่ใช้ควรจะไม่มีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม จึงเสนอให้ใช้ฟางข้าวเป็นวัสดุคลุมดิน

Rodriguez (1997) ศึกษาวิธีการอนุรักษ์น้ำและดินโดยการปลูกพืชเป็นแถว ทดลองกับแปลงขนาด 0.5 x 5 เมตรที่ความชัน 15 , 26 เปอร์เซ็นต์ในประเทศ เวเนซูเอลา โดยปลูกหญ้าแฝก, ลิลลี, เฟิร์น และตะไคร้ เป็นแถว 50 เซนติเมตร พบว่าการปลูกหญ้าแฝกเป็นแถวจะสามารถอนุรักษ์ดินและน้ำได้มากกว่าการปลูก ลิลลี, เฟิร์นและตะไคร้ ในตารางที่ 2

Sharma *et al.* (1998) ศึกษาการใช้วัสดุคลุมดินที่มีผลต่อผลผลิตของข้าวสาลีในประเทศอินเดีย โดยใช้กระถินคลุมดินที่อัตรา 2, 4 และ 6 ตันต่อเฮกตาร์ หลังการเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ 15, 30 และ 45 วัน และวัดค่าความชื้นในดินที่ระดับความลึก 0 -15 เซนติเมตร พบว่า การคลุมดินที่อัตรา 2 ตันต่อเฮกตาร์หลังการเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 30 วัน จะมีค่าความชื้นในดินสูงขึ้นและปริมาณผลผลิตของข้าวสาลีเพิ่มขึ้นอีกด้วย

Welle *et al.* (2006) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของการปลูกหญ้าแฝกเป็นแถวที่มีผลต่อการอนุรักษ์น้ำและดินทำการทดลองในแปลงทดลองที่มีความลาดชัน 9 เปอร์เซ็นต์ต่อพื้นที่ ศึกษาในพื้นที่ตอนเหนือของประเทศเอธิโอเปีย โดยมีการปลูกหญ้าแฝกเป็นแถวห่างกัน 1 เมตร และมีการประเมินเปอร์เซ็นต์ของดิน เท่ากับ ดินทราย 89.21 % ทรายแป้ง 9.31% และดินเหนียว 1.48 % จากการทดลองพบว่าการปลูกหญ้าแฝกเป็นแถวสามารถรักษาการอนุรักษ์น้ำและดินได้ถึง 62 และ 59 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์ที่ใช้เพื่อศึกษาการชะล้างพังทลายของดินและความชื้นในดินมีดังนี้

1.1 ชุดแบบจำลองน้ำฝน

การเลียนแบบฝนตามธรรมชาติ Morgan (1995) พบว่า เม็ดฝนที่ตกลงมาจากความสูงที่ 7.5 เมตร จะให้ความเร็วท้ายสุดเท่ากับหรือมากกว่า 95 เปอร์เซ็นต์ของความเร็วท้ายสุดที่เกิดฝนตามธรรมชาติ Donjadee *et al.* (2010) ได้สร้างชุดจำลองน้ำฝน โดยใช้หัวน้ำฝนของบริษัท Pawin Engineering Co.,Ltd รุ่น ¼ HH-14 WSQ FullJet (ภาพที่ 12) เมื่อทำการทดสอบ พบว่า หากต้องการค่าความเข้มฝนที่ 35, 85 และ 135 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง ต้องใช้ความดัน 0.8 , 1.4 และ 2.1 บาร์ ซึ่งจะได้ค่าความสม่ำเสมอของการกระจายเม็ดฝน เท่ากับ 86 , 89 และ 92 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งการวิจัยครั้งนี้จะได้นำชุดจำลองน้ำฝนของ Donjadee *et al.* (2010) มาประยุกต์ใช้ โดยจะทำการสอบเทียบค่าความเข้มฝนและความสม่ำเสมอของการกระจายตัวของเม็ดฝนใหม่ จากฝนที่ตกจากความสูง 7 เมตร (ภาพที่ 11)

ภาพที่ 11 หัวน้ำฝนที่ความสูง 7 เมตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 12 หัวน้ำฝน ¼ HH-14WSQ FullJet

1.2 ชุดเก็บปริมาณตะกอนดิน

ชุดเก็บปริมาณตะกอนดินจะประกอบด้วยกระป๋องอลูมิเนียมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 11 เซนติเมตร สูง 22.5 เซนติเมตร (ภาพที่ 13) และบ่อคอนกรีตรองรับปริมาณตะกอนท้ายแปลง ขนาด 0.60 x 2.00 x 0.80 เมตร (ภาพที่ 14)

ภาพที่ 13 กระป๋องอลูมิเนียม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 14 บ่อคอนกรีต

1.3 ชุดเครื่องมือวัดความชื้นของดิน

ชุดเก็บความชื้นในดินประกอบด้วย เครื่องมือเก็บตัวอย่างดิน เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอล ความละเอียด 0.01 กรัมและตู้อบที่สามารถปรับอุณหภูมิได้ (ภาพที่15)

1.4 ชุดเครื่องมือหาขนาดเม็ดดิน

วิธีการหาขนาดเม็ดดินทำให้ 2 วิธี คือ วิธีร่อนผ่านตะแกรง (Sieve analysis) เหมาะสำหรับดินพวกเม็ดหยาบ ขนาดเม็ดดินใหญ่กว่า 0.075 มิลลิเมตร และวิธีตกตะกอน (Hydrometer analysis) เหมาะสำหรับดินเม็ดละเอียดที่มีขนาดเล็กกว่า 0.075 มิลลิเมตร วิธีนี้จะอาศัยกฎการตกตะกอนของสโตรค (Strokes' Law) กล่าวว่าความเร็วของการตกตะกอนจะขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของเม็ดดิน เกษมศรี (2541) ชุดเครื่องมือหาขนาดเม็ดดินแบบตกตะกอนดังภาพที่ 16 ประกอบไปด้วย ไฮโดรมิเตอร์ชนิดอ่านค่าความถ่วงจำเพาะจาก 0.995 – 1.030, กระบอกไฮโดรมิเตอร์ขนาด 1000 ซม^3 ผงเคมีช่วยให้ตกตะกอน Sodium Hexa-Metaphosphate, เทอร์โมมิเตอร์ และนาฬิกาจับเวลา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 15 ตู้อบดินเพื่อหาค่าความชื้นในดิน

ภาพที่ 16 ชุดเครื่องมือหาขนาดเม็ดดินแบบตกตะกอน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. วัสดุที่ใช้คลุมดินเพื่อศึกษาการชะล้างพังทลายของดินและความชื้นในดินมีดังนี้

ศักดา (2537) กล่าวว่าการใช้วัสดุคลุมผิวหน้าดินเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ โดยส่วนใหญ่จะเป็นวัสดุธรรมชาติ ซึ่งเป็นเศษซากพืชหรือเป็นวัสดุเหลือใช้ในการเกษตรและหาได้ง่ายในพื้นที่ การวิจัยครั้งนี้จึงเลือกวัสดุคลุมดินที่เกษตรสามารถหาได้ง่ายและเป็นวัสดุเหลือใช้ในการเกษตร ได้แก่ หญ้าแฝกแห้ง ใบอ้อยแห้ง และฟางข้าว โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

2.1 หญ้าแฝก (Vetiveria)

ในประเทศไทยพบว่าหญ้าแฝกที่ใช้สำหรับการอนุรักษ์ดินและน้ำ ได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานภาครัฐและเอกชนให้ส่งเสริมการปลูกมีอยู่ 2 ชนิด ได้แก่ หญ้าแฝกดอน (*Vetiveria nemoralis* A. Camus) และหญ้าแฝกหอม (*Vetiveria zizanioides* Nash) มีใบเป็นรูปขอบขนานแคบปลายสอบแหลม ยาว 35-80 เซนติเมตร มีส่วนกว้าง 5-9 มิลลิเมตร (ภาพที่ 17,18) หญ้าแฝกจะมีการขยายพันธุ์ที่ได้ผลรวดเร็ว โดยการแตกหน่อ ใบหญ้าแฝกแห้งสามารถคลุมดินเพื่ออนุรักษ์ดินและน้ำตามแนวพระราชดำรัสพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เนื่องจากใบหญ้าแฝกมีความคงทนต่อสภาพอากาศ

ภาพที่ 17 ต้นหญ้าแฝก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 18 ใบหญ้าแฝกแห้ง

2.2 ใบอ้อย (Sugar cane leaves)

อ้อย *(Saccharum officinarum* L. POACEAE) มีลักษณะใบคล้ายใบข้าว แต่มีขนาดใหญ่และยาวมากกว่า เป็นพืชใบเดี่ยวเรียงสลับ กว้าง 2.5-5 เซนติเมตร ยาว 0.5-1 เมตร ใบมีฐานแคบแล้วกล้างออกจนถึงกว้างที่สุดแล้วเรียวลงสู่ปลายใบซึ่งแหลมปลาย (ภาพที่ 19 , 20) สามารถนำมาคลุมดินเพื่ออนุรักษ์ดินและน้ำ จะใช้ในการคลุมดินเพื่อปลูกพืชระยะสั้นได้

ภาพที่ 19 ต้นอ้อย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 20 ใบอ้อยแห้ง

2.3 ฟางข้าว (Rice straw)

ข้าว (*Oryza sativa* L.) มีลักษณะใบตรง ไม่โค้งงอ แผ่นใบไม่กว้าง และไม่ยาวจนเกินไป ขนาดเล็กยาวแต่ภายในกลวง (ภาพที่ 21, 22) ได้จากหลังการเก็บเกี่ยวในนาข้าว เรียกว่าฟางข้าว นิยมใช้ในการคลุมดินในแปลงผัก เพื่อรักษาความชื้นในดิน ซึ่งหาได้ง่ายในพื้นที่ทั่วไป ในปัจจุบันมีการซื้อขายอย่างแพร่หลาย เนื่องจากสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้มาก

ภาพที่ 21 ต้นข้าว

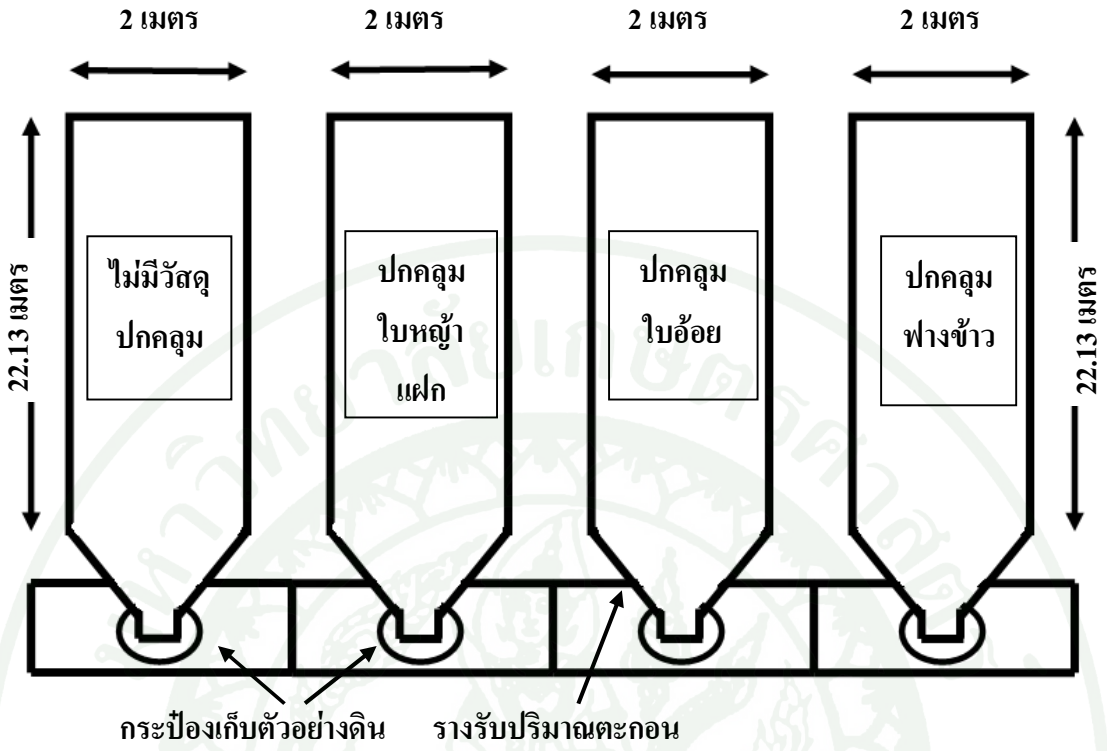
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 22 ฟางข้าว

วิธีการ

การทดลองเพื่อศึกษาผลกระทบของวัสดุคลุมดินต่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ ได้ทำการทดลองในแปลงวิจัยของภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม โดยมีการวางแผนการทดลองโดยใช้วัสดุคลุมดิน 3 ชนิด คือ ใบหญ้าแฝก ใบอ้อย และฟางข้าว คลุมดินเพื่ออนุรักษ์ดินและน้ำ แปลงทดลองขนาดกว้าง 2 เมตร ยาว 22.13 เมตร จำนวน 4 แปลง (ภาพที่ 23) โดยแปลงทดลองมีความลาดชัน 2 เปอร์เซ็นต์ ชนิดดินที่นำมาใช้เป็นดินเหนียวปนทราย โดยชุดการทดลองมีการแบ่งเป็น 4 หน่วย คือ แปลงที่ไม่ใช้วัสดุคลุมดิน แปลงคลุมด้วยใบหญ้าแฝก แปลงคลุมด้วยใบอ้อย และแปลงคลุมด้วยฟางข้าว ซึ่งมีการผันแปรที่อัตราปริมาณวัสดุคลุมดินที่ใช้ 5 ระดับ คือ 400, 800, 1,200 1,600 และ 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ และใช้ค่าความเข้มฝน 3 ค่า คือ 30 , 50 และ 70 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง ทั้งหมดทำการทดลอง 3 ซ้ำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 23 รูปแปลงทดลองการชะล้างพังทลายของดิน

วิธีการศึกษาผลกระทบของวัสดุคลุมดินต่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ มีขั้นตอนดำเนินการวิจัย แบ่งเป็น 2 วิธีการ ดังนี้

1. วิธีการดำเนินการวิจัยเพื่อศึกษาการชะล้างพังทลายของดิน

1.1 เตรียมแปลงทดลองขนาดกว้าง 2 เมตร ยาว 22.13 เมตร จำนวน 4 แปลง บนพื้นที่ความลาดชัน 2 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 24) โดยกำจัดวัชพืชและไถพรวนดิน เพื่อลดปัจจัยที่ทำให้มีผลต่อการชะล้างพังทลายของดิน ทำการเกลี่ยพื้นที่ให้มีความสม่ำเสมอทั่วแปลงการทดลอง เพื่อไม่ให้เกิดเป็นร่องหลังเวลาการเปิดแบบจำลองน้ำฝน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 24 แปลงทดลองการชะล้างพังทลายของดิน

1.2 จากการทดลองชุดจำลองหัวน้ำฝนที่ติดตั้งบนแปลงทดลองขนาดกว้าง 2 เมตร ยาว 22.13 เมตร จำนวน 4 แปลง บนความลาดชัน 2 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 24) จำนวนหัวน้ำฝนจำนวน 25 หัว ได้ค่าความเข้มฝน 3 ค่า มีค่า 30 , 50 และ 70 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง โดยต้องใช้ความดันดันที่ใช้ 1.1 , 1.6 และ 2.2 บาร์ ซึ่งจะให้ค่าความสม่ำเสมอของการกระจายตัวของเม็ดฝน 75 , 79 และ 81 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 25)

ภาพที่ 25 การหาค่าความเข้มฝนและความสม่ำเสมอ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.3 วัสดุคลุมดินที่ใช้ 3 ชนิด ได้แก่ ใบหญ้าแฝกแห้ง, ใบอ้อยแห้ง, และฟางข้าวแห้ง ส่วนปริมาณที่ใช้เป็นน้ำหนักใบพืชแห้ง 5 ค่า คือ 400, 800, 1,200 1,600 และ 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ (ภาพที่ 26)

ภาพที่ 26 การคลุมดินด้วยวัสดุคลุมดิน

1.4 เริ่มการทดลองโดยเปิดชุดจำลองน้ำฝน เพื่อให้ฝนตกตามที่ออกแบบไว้ โดยกำหนดให้ฝนตกในช่วงเวลา 1 ชั่วโมง สังเกตน้ำไหลเลยท้ายแปลง จึงนำกระป๋องอลูมิเนียมรองปริมาณตะกอนจากรางรองรับตะกอนบริเวณท้ายแปลง (ภาพที่ 27) เก็บปริมาณตะกอนเป็นเวลา 1 นาที ต่อ 1 กระป๋อง และเว้นเวลา 2 นาที แล้วจึงเก็บปริมาณตะกอนใหม่ และนำกระป๋องปริมาณตะกอนที่ได้ชั่งน้ำหนักเพื่อหาปริมาณน้ำไหลท้ายแปลง แล้วปล่อยให้ตกตะกอนจึงดูดน้ำใสออก แล้ว นำกระป๋องปริมาณตะกอนเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อหาปริมาณตะกอนแห้ง โดยมีสมการในการคำนวณดังนี้

น้ำหนักน้ำและตะกอนท้ายแปลง = น้ำหนักกระป๋องพร้อมตัวอย่างน้ำ – น้ำหนักกระป๋อง (19)

น้ำหนักตะกอน = น้ำหนักตะกอนที่อบแห้งพร้อมน้ำหนักกระป๋อง – น้ำหนักกระป๋อง (20)

น้ำหนักน้ำไหลท้ายแปลง = น้ำหนักปริมาณน้ำและตะกอนท้ายแปลง – น้ำหนักกระป๋อง (21)

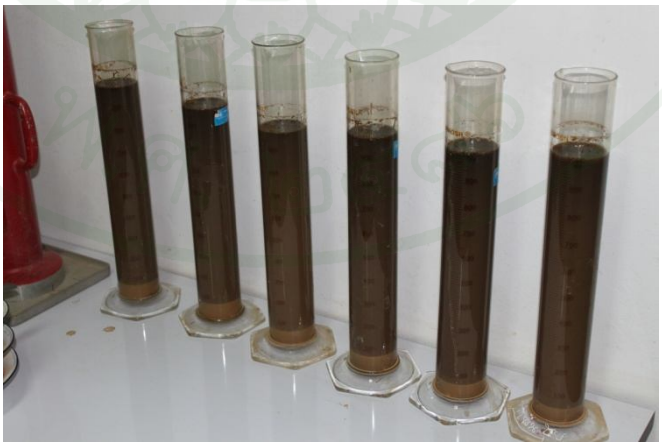
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อัตราการเกิดน้ำไหลท้ายแปลง = (น้ำหนักน้ำไหลท้ายแปลง / ความหนาแน่นของน้ำ) / เวลาที่ใช้เก็บตัวอย่างน้ำ (22)

อัตราการเกิดตะกอนท้ายแปลง = (น้ำหนักตะกอน / เวลาที่ใช้เก็บตัวอย่างน้ำ) (23)

ภาพที่ 27 การเก็บปริมาณตะกอนที่ไหลบริเวณท้ายแปลง

1.5 นำปริมาณตะกอนแห้งจากตู้อบ มาหาการกระจายขนาดของตะกอน โดยใช้ Hydrometer หาขนาดเม็ดดินแบบตกตะกอนในห้องปฏิบัติ (ภาพที่ 28)



ภาพที่ 28 วิธีหาค่าขนาดของเม็ดดิน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. วิธีการดำเนินการวิจัยเพื่อศึกษาความชื้นในดิน

2.1 เตรียมแปลงทดลองขนาดกว้าง 2 เมตร ยาว 30 เมตร จำนวน 4 แปลง บนความลาดชัน 2 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 29) โดยกำจัดวัชพืชและไถพรวนดิน เพื่อลดปัจจัยที่ทำให้มีผลต่อการชะล้างพังทลายของดิน และทำการเกลี่ยพื้นที่ให้มีความสม่ำเสมอทั่วแปลงการ

ภาพที่ 29 การเตรียมแปลงก่อนการทดลองหาค่าความชื้นในดิน

2.2 จากนั้นใช้วัสดุคลุมดิน 3 ชนิด ได้แก่ ใบหญ้าแฝกแห้ง, ใบอ้อยแห้ง, และฟางข้าวแห้ง และ ส่วนปริมาณที่ใช้เป็นน้ำหนักใบพืชแห้ง 5 ค่า คือ 400, 800, 1,200 1,600 และ 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ โดยคลุมดินขนาด 2 x 1 เมตร (ภาพที่ 30) และทำการคลุมดิน 3 ซ้ำในแปลงการทดลอง จะได้แปลงที่คลุมดินด้วยวัสดุคลุมดินจำนวน 45 แปลง

ภาพที่ 30 การคลุมดินด้วยวัสดุคลุมดิน ขนาด 2 x 1 เมตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.3 ทำการเก็บตัวอย่างดินภายใต้วัสดุคลุมดินในแปลงการทดลอง เก็บตัวอย่างดินในเวลาเดียวกันของทุกวัน ที่ความลึก 0 – 10 เซนติเมตร เก็บตัวอย่าง 3 ซ้ำ ในหนึ่งแปลงการทดลอง ขนาดกว้าง 1 เมตร ยาว 2 เมตร และเพื่อหาค่าความชื้นในดินโดยการชั่งน้ำหนักดินแล้วเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยมีสมการในการคำนวณดังนี้

$$\text{ความชื้นในดิน} = \frac{(\text{น้ำหนักดินก่อนอบแห้ง} - \text{น้ำหนักดินหลังอบแห้ง})}{\text{น้ำหนักดินหลังอบแห้ง}} \quad (24)$$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

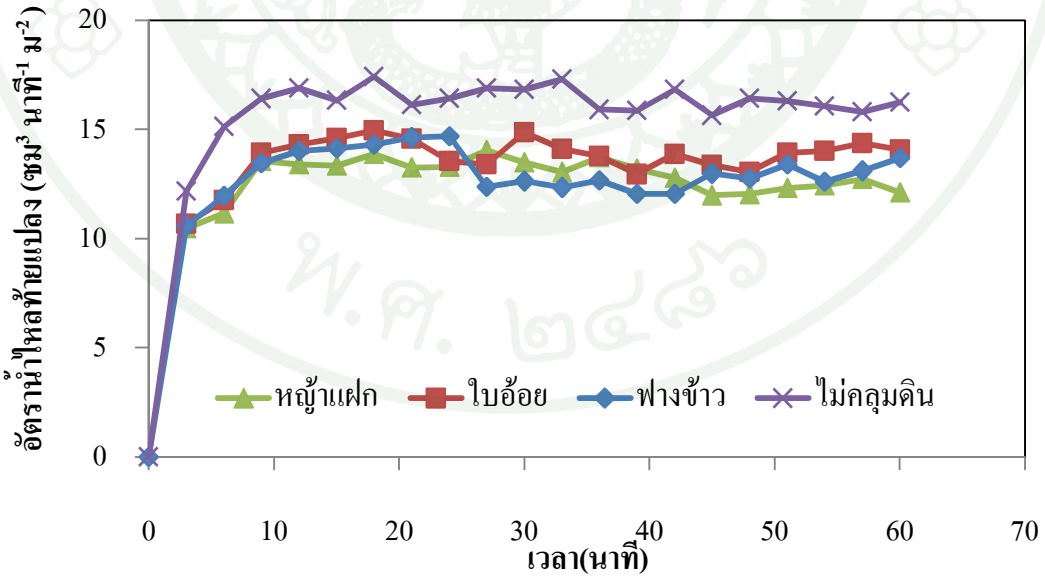
ผลและวิจารณ์

ผล

การศึกษาปริมาณการชะล้างพังทลายของดินและความชื้นในดิน หลังการใช้วัสดุคลุมดิน 3 ชนิด คือ ใบหญ้าแฝก ใบอ้อย และฟางข้าว ทั้งหมดเป็นใบแห้ง และใช้ปริมาณน้ำหนัก 5 ค่า คือ 400, 800, 1,200 1,600 และ 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ โดยติดตั้งชุดจำลองน้ำฝนบนแปลงทดลองขนาดกว้าง 2 เมตร ยาว 22.13 เมตร มีผลและวิจารณ์ ดังต่อไปนี้

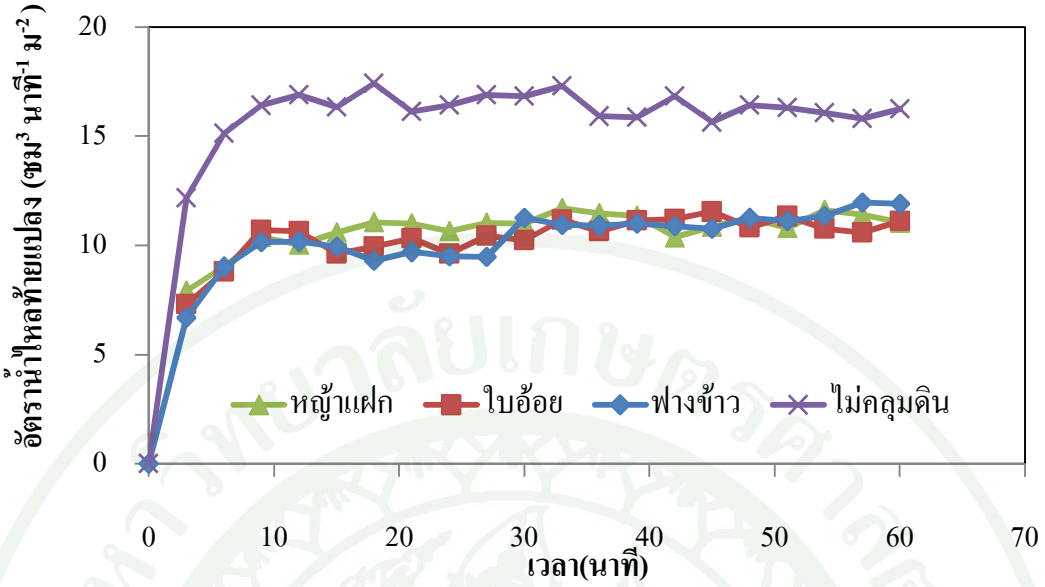
1. ปริมาณน้ำไหลท้ายแปลง

การเก็บปริมาณน้ำไหลท้ายแปลง หลังจากทดลองการชะล้างของดินโดยเปิดชุดจำลองหัวน้ำฝน ที่ความเข้มฝน 50 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง จากนั้นเก็บข้อมูลปริมาณน้ำที่เริ่มไหลบริเวณท้ายแปลง เวลาในการเก็บข้อมูลปริมาณน้ำไหลท้ายแปลง 1 ชั่วโมง และหาปริมาณน้ำไหลท้ายแปลงโดยใช้วิธีชั่งน้ำหนักน้ำ ได้ผลการทดลอง ดังนี้

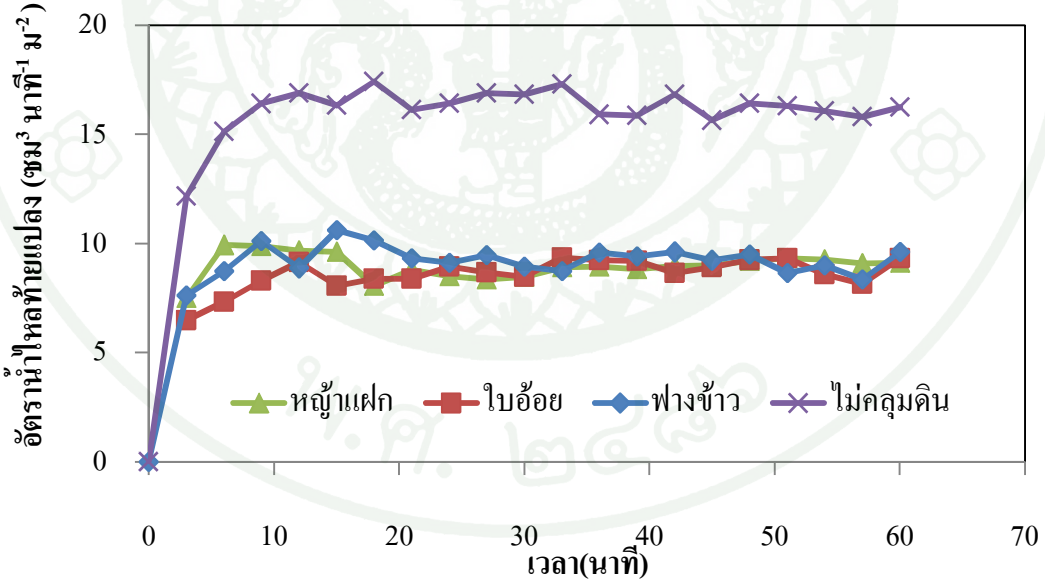


ภาพที่ 31 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของอัตราน้ำไหลท้ายแปลงกับเวลา ที่ปริมาณวัสดุคลุมดิน 400 กิโลกรัมต่อไร่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

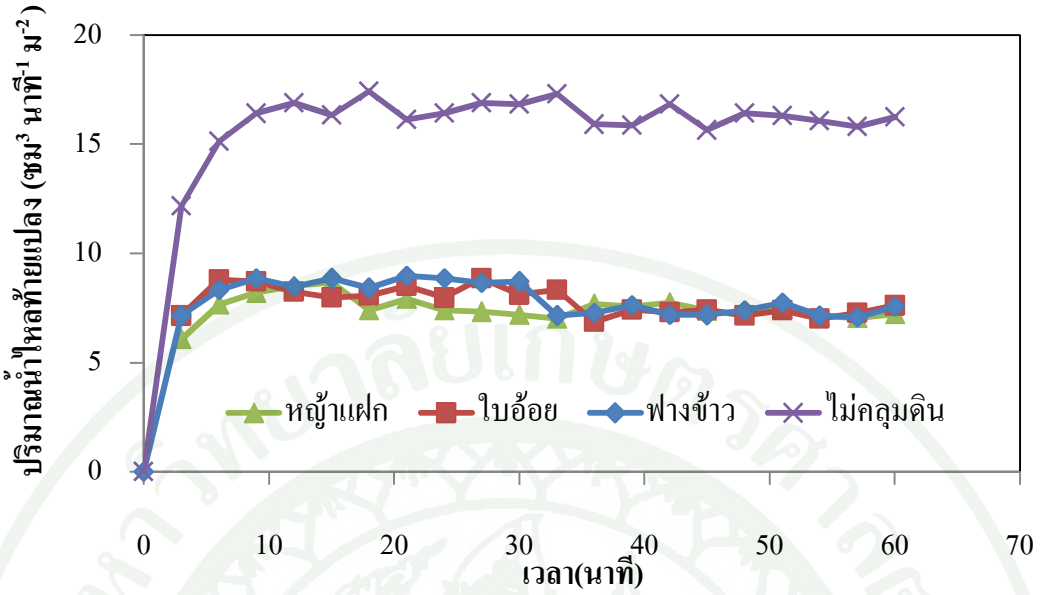


ภาพที่ 32 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของอัตราน้ำไหลท้ายแปลงกับเวลา ที่ปริมาณวัสดุคลุมดิน 800 กิโลกรัมต่อไร่

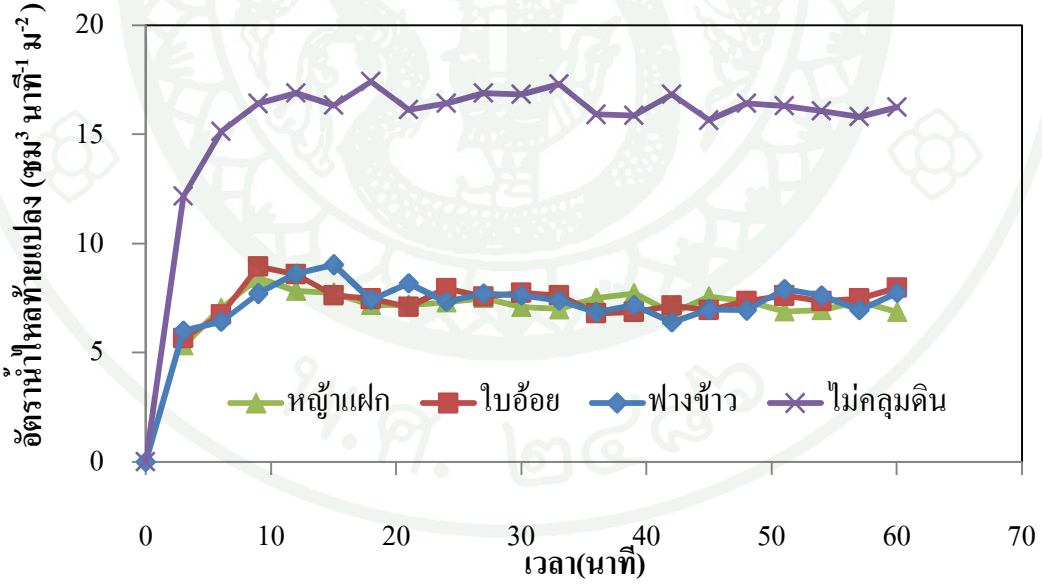


ภาพที่ 33 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของอัตราน้ำไหลท้ายแปลงกับเวลา ที่ปริมาณวัสดุคลุมดิน 1,200 กิโลกรัมต่อไร่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 34 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของอัตราน้ำไหลท้ายแปลงกับเวลา ที่ปริมาณวัสดุคลุมดิน 1,600 กิโลกรัมต่อไร่



ภาพที่ 35 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของอัตราน้ำไหลท้ายแปลงกับเวลา ที่ปริมาณวัสดุคลุมดิน 2,000 กิโลกรัมต่อไร่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากภาพที่ 31 -35 แสดงความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำไหลท้ายแปลงกับเวลา หลังการใช้วัสดุคลุมดิน ที่ค่าความเข้มฝน 50 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง จากการทดลองพบว่าค่าปริมาณน้ำไหลท้ายแปลงจะมีค่าน้อยแล้วเพิ่มขึ้นตามเวลาแบบทันทีทันใดในช่วงแรก หลังจากเริ่มเก็บปริมาณน้ำไหลท้ายแปลง เนื่องจากปริมาณน้ำส่วนหนึ่งซึมลงดินก่อนจนดินมีสภาพอิ่มตัว จากนั้นอัตราการซึมลงดินลดลง ทำให้เกิดปริมาณน้ำไหลท้ายแปลงเพิ่มขึ้น และเมื่อเวลาผ่านไปจะมีค่าลดลงเล็กน้อย เนื่องจากอัตราการไหลของน้ำไหลท้ายแปลงเริ่มคงที่ นอกจากนี้ ปริมาณวัสดุคลุมดินที่เปลี่ยนแปลงเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำไหลท้ายแปลง พบว่า แนวโน้มว่าที่ ปริมาณวัสดุคลุมดินเพิ่มมากขึ้นจะช่วยลดปริมาณน้ำไหลท้ายแปลงได้

ตารางที่ 7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณน้ำไหลท้ายแปลง

แหล่งแปรปรวน	**df**	**SS**	**MS**	**F**	**p-value**
ชนิดวัสดุคลุมดิน	2	0.011	0.005	0.3307	0.719
ปริมาณคลุมดิน	5	5.523	1.105	67.1895*	0.000
ชนิดกับปริมาณ	10	0.022	0.002	0.1336	0.999
ความคลาดเคลื่อน	144	2.367	0.016		
Intercept (CM)	1	70.045	70.045	4260.6295*	0.000
Corrected Total	161	7.923			
รวม	162	77.968			

* มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

df = ค่าความเป็นอิสระ

SS = ค่าผลรวมของกำลังสอง

MS = ค่าเฉลี่ยของกำลังสอง

F = ทฤษฎีในการทดสอบ

p-value = ค่าระดับนัยสำคัญ

จากตารางที่ 7 โดยการเปรียบเทียบชนิดของวัสดุคลุมดิน คือใบหญ้าแฝก ใบอ้อย และฟางข้าว สามารถลดปริมาณน้ำไหลท้ายแปลงได้โดยไม่มีค่าความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณวัสดุคลุมดินจะพบว่ามีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พบว่าปริมาณวัสดุคลุมดิน 400, 800, 1,200 1,600 และ 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ สามารถลดปริมาณน้ำไหลท้ายแปลงเฉลี่ยได้ถึง 15.32, 29.42, 39.77, 49.68 และ 55.15 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงที่ไม่ใช้วัสดุคลุมดิน

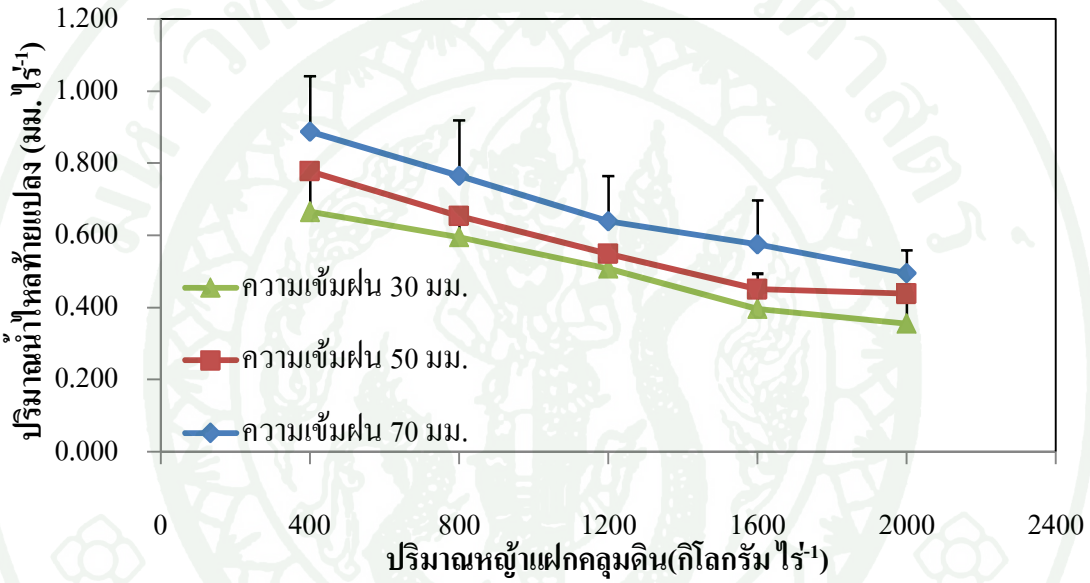
ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยการสูญเสียปริมาณน้ำไหลท้ายแปลง

ชนิดวัสดุคลุมดิน	ค่าความเข้มฝน (มม. ชม.$^{-1}$)	การสูญเสียปริมาณน้ำไหลท้ายแปลง (มม. ไร่$^{-1}$)					
		ไม่คลุมดิน	วัสดุคลุมดิน (กิโลกรัม ไร่$^{-1}$)				
			400	800	1,200	1,600	2,000
หญ้าแฝก	30	0.809	0.665	0.595	0.508	0.395	0.355
	c.v	7.64%	15.26%	9.39%	7.68%	25.07%	25.79%
	50	0.910	0.778	0.653	0.549	0.450	0.437
	c.v	6.18%	0.99%	1.40%	2.34%	2.27%	2.02%
	70	1.175	0.888	0.765	0.639	0.575	0.495
	c.v	13.74%	17.37%	20.27%	19.77%	21.46%	12.83%
ใบอ้อย	30	0.809	0.756	0.622	0.512	0.402	0.327
	c.v.	7.64%	19.16%	4.14%	3.96%	26.65%	46.36%
	50	0.910	0.835	0.630	0.526	0.470	0.447
	c.v	6.18%	1.26%	0.91%	1.78%	0.84%	2.54%
	70	1.175	0.931	0.772	0.655	0.579	0.514
	c.v	13.74%	14.99%	22.74%	22.70%	19.20%	11.42%
ฟางข้าว	30	0.809	0.722	0.614	0.545	0.420	0.348
	c.v	7.64%	15.00%	3.62%	3.55%	22.93%	38.49%
	50	0.910	0.797	0.632	0.563	0.479	0.448
	c.v	6.18%	2.06%	1.46%	1.40%	0.73%	1.90%
	70	1.175	0.914	0.795	0.689	0.591	0.518
	c.v	13.74%	20.16%	25.56%	22.44%	20.70%	11.02%

c.v. = สัมประสิทธิ์ของความผันแปร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

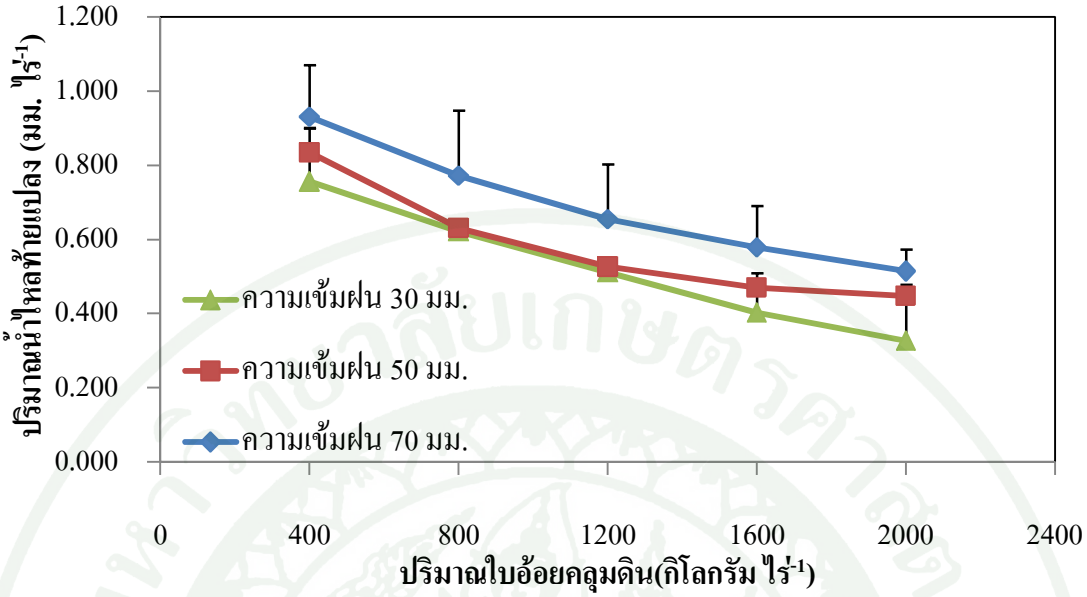
จากตารางที่ 8 แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณการสูญเสียน้ำไหลท้ายแปลงหลังการใช้วัสดุคลุมดินที่ค่าความเข้มฝน 30 50 และ 70 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง แปลงที่ไม่ใช้วัสดุคลุมดินมีค่าการสูญเสียน้ำไหลท้ายแปลง 0.809, 0.910 และ1.175 มิลลิเมตรต่อไร่ ตามลำดับ และแปลงที่ใช้ใบหญ้าแฝกที่อัตรา 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ มีค่าการสูญเสียน้ำไหลท้ายแปลง 0.355, 0.437 และ 0.495 มิลลิเมตรต่อไร่ การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการสูญเสียปริมาณน้ำไหลท้ายแปลงกับค่าความเข้มฝน 30, 50 และ 70 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง โดยตามปริมาณวัสดุคลุมดิน



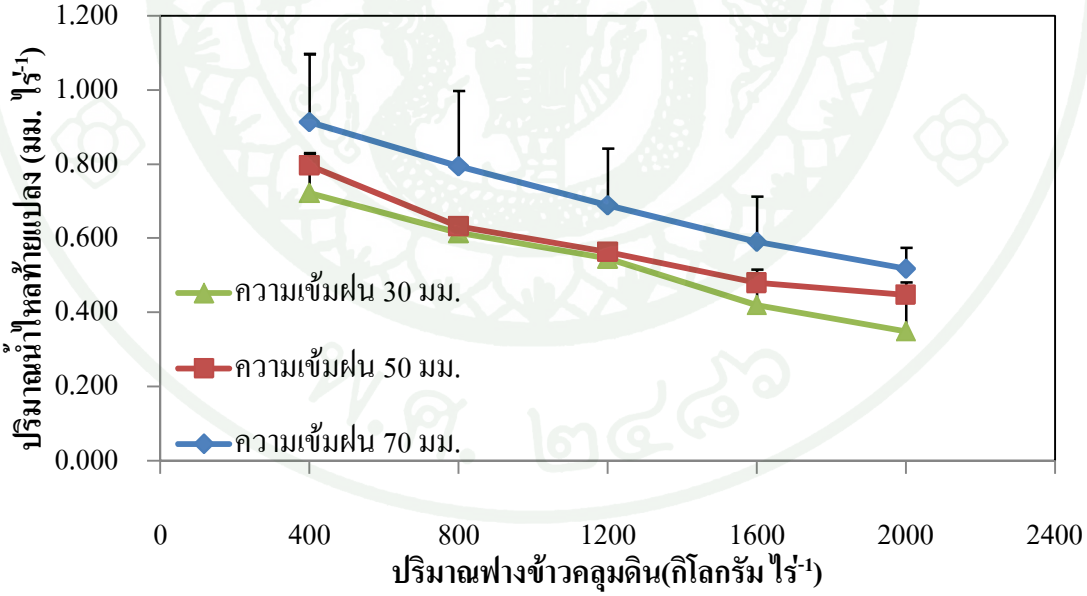
ภาพที่ 36 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำไหลท้ายแปลงทั้งหมดกับปริมาณการคุลมด้วยใบหญ้าแฝก

บาร์ คือ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 37 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำไหลท้ายแปลงทั้งหมดปริมาณการคลุมด้วยใบอ้อย



ภาพที่ 38 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำไหลท้ายแปลงทั้งหมดกับปริมาณการคลุมด้วยฟางข้าว

บาร์ คือ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

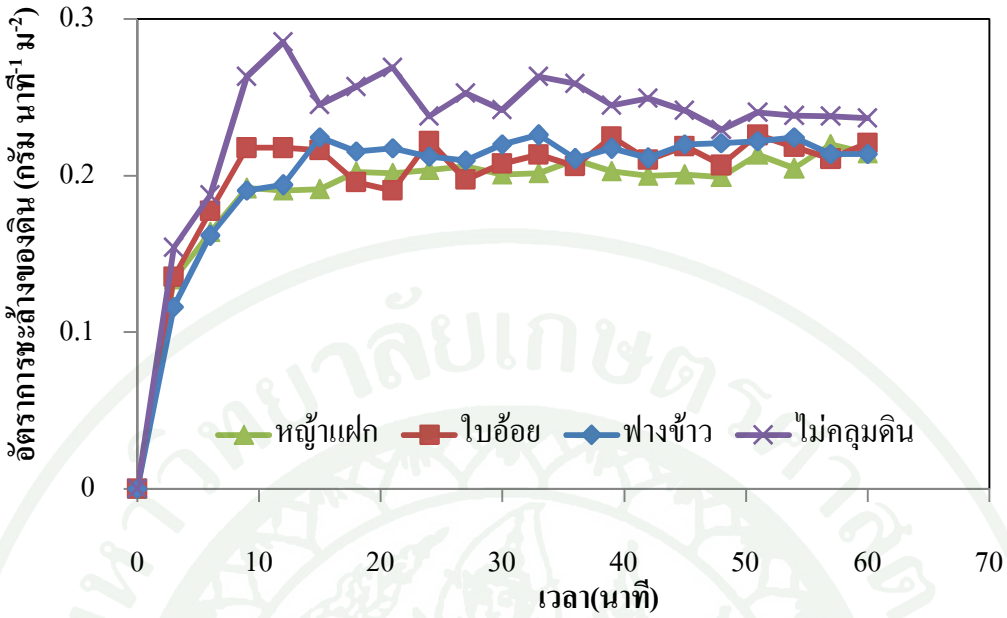
ภาพที่ 36 -38 แสดงความสัมพันธ์ปริมาณน้ำไหลท้ายแปลงกับปริมาณวัสดุคลุมดิน จากการทดลอง พบว่า ปริมาณน้ำไหลท้ายแปลงลดลงหากใช้ปริมาณวัสดุคลุมดินเพิ่มมากขึ้น สรุปว่า การใช้วัสดุคลุมดินในปริมาณเพิ่มมากขึ้น สามารถลดปริมาณน้ำไหลท้ายแปลงได้ และสามารถลดอัตราการกัดเซาะของดินได้ โดยเปรียบเทียบกับแปลงที่ไม่ใช้วัสดุคลุมดิน

จากการทดลอง แปลงที่ไม่มีวัสดุคลุมดินมีการสูญเสียปริมาณน้ำไหลท้ายแปลงเฉลี่ยเท่ากับ 0.965 มิลลิเมตรต่อไร่ ส่วนแปลงที่ใช้ใบหญ้าแฝกแห้งคลุมดินสามารถลดการสูญเสียน้ำไหลท้ายแปลงได้ 18.95, 29.88, 40.86, 50.92 และ 55.32 เปอร์เซ็นต์ แปลงที่ใช้ใบอ้อยแห้งคลุมดินสามารถลดการสูญเสียน้ำไหลท้ายแปลง 11.87, 29.39, 41.08, 49.76 และ 55.58 เปอร์เซ็นต์ และแปลงที่ใช้ฟางข้าวคลุมดินสามารถลดการสูญเสียน้ำไหลท้ายแปลง 15.14, 28.89, 37.39, 48.37 และ 54.56 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงไม่ที่ใช้วัสดุคลุมดินจากทดลอง พบว่าปริมาณวัสดุคลุมดินที่ 1,600 และ 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ สามารถลดการสูญเสียปริมาณน้ำไหลท้ายแปลงได้ใกล้เคียงกัน ควรจะเลือกใช้ปริมาณวัสดุคลุมดินที่น้อยกว่า เพื่อจะทำให้ลดต้นทุนในการผลิต

2. ปริมาณตะกอนดิน

การเก็บปริมาณตะกอนดินท้ายแปลง หลังจากทดลองการชะล้างพังทลายของดินโดยเปิดชุดจำลองหัวน้ำฝน ที่ความเข้มฝน 50 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง จากนั้นเก็บข้อมูลปริมาณตะกอนดินที่เริ่มไหลบริเวณท้ายแปลง เวลาในการเก็บข้อมูลปริมาณตะกอนดินท้ายแปลงเวลา 1 ชั่วโมง และหาปริมาณตะกอนดินท้ายแปลงโดยวิธีอบแห้ง ได้ผลการทดลอง ดังนี้

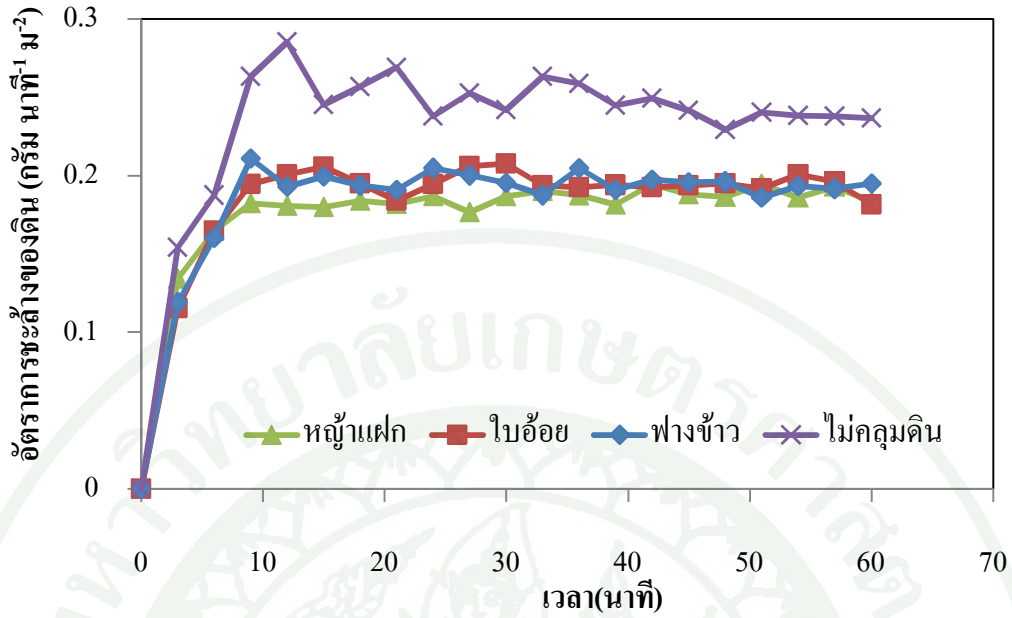
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



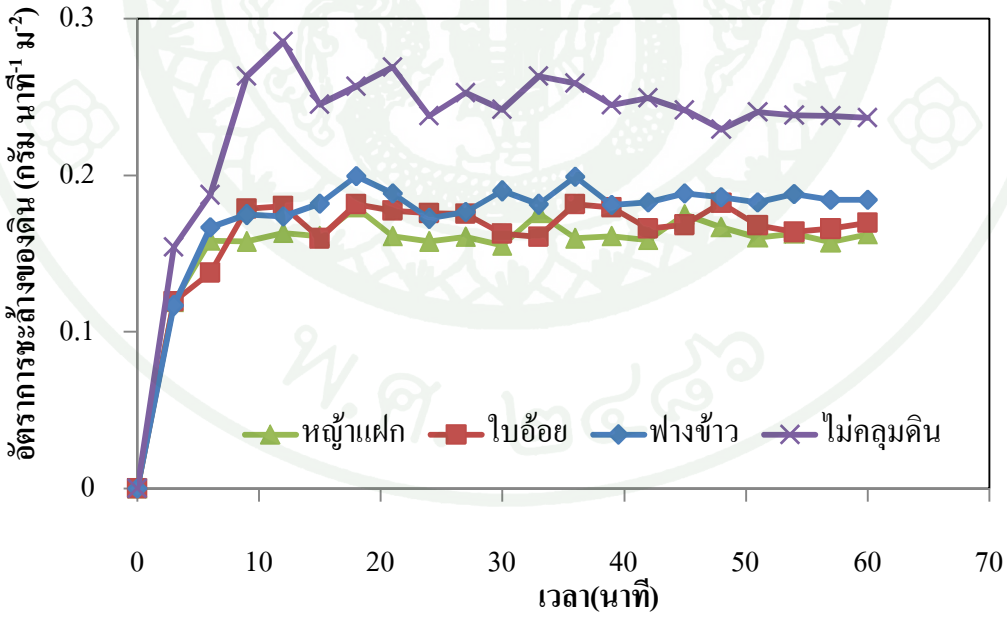
ภาพที่ 39 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของอัตราการชะล้างของดินกับเวลา ที่ปริมาณวัสดุคลุมดิน 400 กิโลกรัมต่อไร่

จากภาพที่ 39 - 43 แสดงความสัมพันธ์อัตราการชะล้างของดินกับเวลา ทดลองกับแปลงไม่ใช้วัสดุคลุมดิน จากการทดลองพบว่าอัตราการชะล้างของดินจะมีค่าน้อยแล้วเพิ่มขึ้นตามเวลาแบบทันทีทันใดในช่วงแรก หลังจากเริ่มเก็บปริมาณตะกอนดินท้ายแปลง เนื่องจากช่วงเวลานี้มีอัตราการกัดเซาะของผิวดินมีมากกว่าอัตราการพัดพาของตะกอน จะทำให้ค่าสูญเสียตะกอนดินเพิ่มขึ้นจนมีค่าสูงสุด จนมีค่าอัตราการกัดเซาะเท่ากับค่าอัตราการพัดพาตะกอน จะทำให้ค่าการสูญเสียตะกอนดินคงที่ กาญจนวรรณ และฉวีวรรณ (2551) อธิบายสาเหตุของอัตราการกัดเซาะที่ลดลง เนื่องจากเม็ดฝนกระทบหน้าดินนานขึ้น ทำให้ความหนาแน่นของดินเพิ่มขึ้น ซึ่งก่อให้เกิดความทนทานต่อการกัดเซาะของดิน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

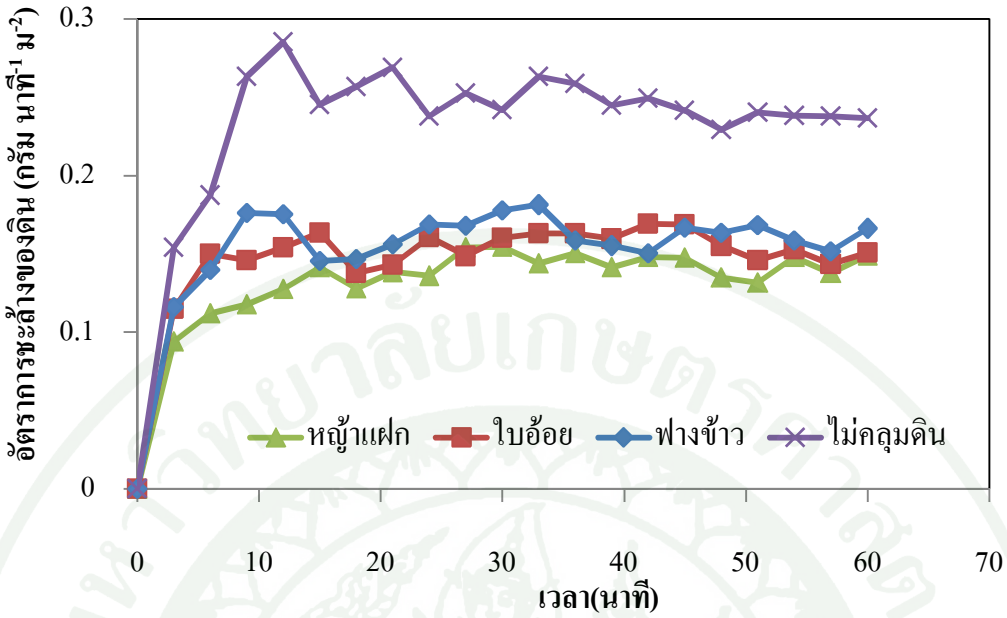


ภาพที่ 40 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของอัตราการชะล้างของดินกับเวลา ที่ปริมาณวัสดุคลุมดิน 800 กิโลกรัมต่อไร่

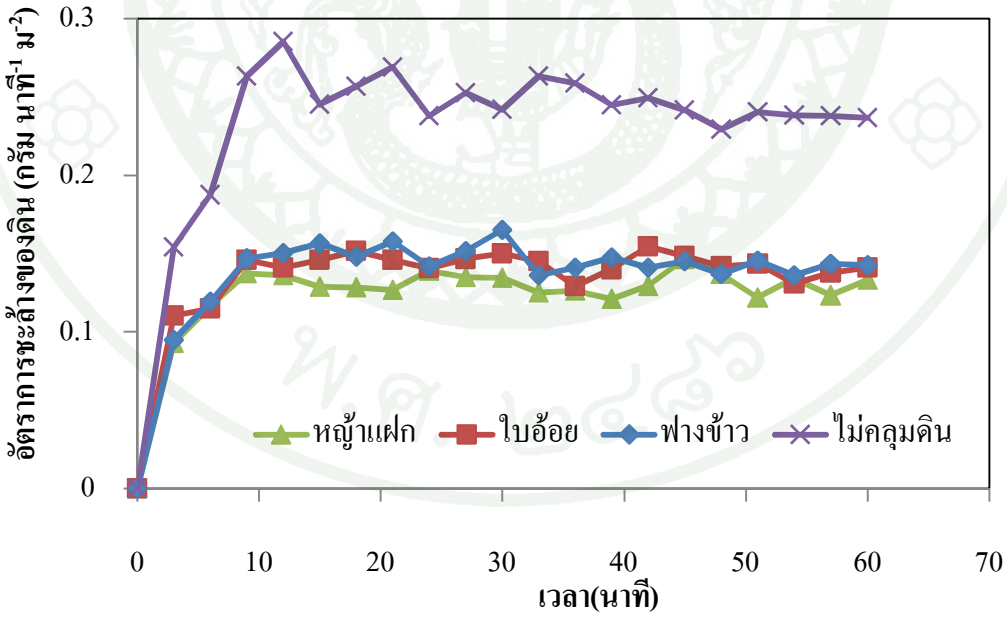


ภาพที่ 41 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของอัตราการชะล้างของดินกับเวลา ที่ปริมาณวัสดุคลุมดิน 1,200 กิโลกรัมต่อไร่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 42 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของอัตราการชะล้างของดินกับเวลา ที่ปริมาณวัสดุคลุมดิน 1,600 กิโลกรัมต่อไร่



ภาพที่ 43 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของอัตราการชะล้างของดินกับเวลา ที่ปริมาณวัสดุคลุมดิน 2,000 กิโลกรัมต่อไร่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมื่อเปรียบเทียบการใช้ใบหญ้าแฝก ใบอ้อย และฟางข้าว คลุมดิน พบว่าเมื่อปริมาณวัสดุคลุมดินที่เพิ่มมากขึ้นจะทำให้อัตราการชะล้างของดินลดลง เนื่องจากวัสดุคลุมดินช่วยลดแรงที่เม็ดฝนกระทบกับผิวดินโดยตรง ในกรณีไม่ปกคลุมดินมีการสูญเสียตะกอนดินมากที่สุด

ตารางที่ 9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราชะล้างของดิน

แหล่งแปรปรวน	df	SS	MS	F	p-value
ชนิดวัสดุคลุมดิน	2	0.000	0.000	1.2883	0.279
ปริมาณคลุมดิน	5	0.003	0.001	33.9145*	0.000
ชนิดกับปริมาณ	10	0.000	0.000	0.1256	0.999
ความคลาดเคลื่อน	144	0.002	0.000		
Intercept (CM)	1	0.055	0.055	3534.1633*	0.000
Corrected Total	161	0.005			
รวม	162	0.060			

* มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

df = ค่าความเป็นอิสระ

SS = ค่าผลรวมของกำลังสอง

MS = ค่าเฉลี่ยของกำลังสอง

F = ทฤษฎีในการทดสอบ

p-value = ค่าระดับนัยสำคัญ

จากตารางที่ 9 โดยการเปรียบเทียบชนิดของวัสดุคลุมดิน คือใบหญ้าแฝก ใบอ้อย และฟางข้าว สามารถลดปริมาณน้ำไหลท้ายแปลงได้โดยไม่มีค่าความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณวัสดุคลุมดินจะพบว่ามีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่าปริมาณวัสดุคลุมดิน 400, 800, 1,200 1,600 และ 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ สามารถลดปริมาณน้ำไหลท้ายแปลงเฉลี่ยได้ถึง 20.37, 26.72, 32.21, 38.66 และ 44.08 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงที่ไม่ใช้วัสดุคลุมดิน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ยการสูญเสียปริมาณตะกอนดิน

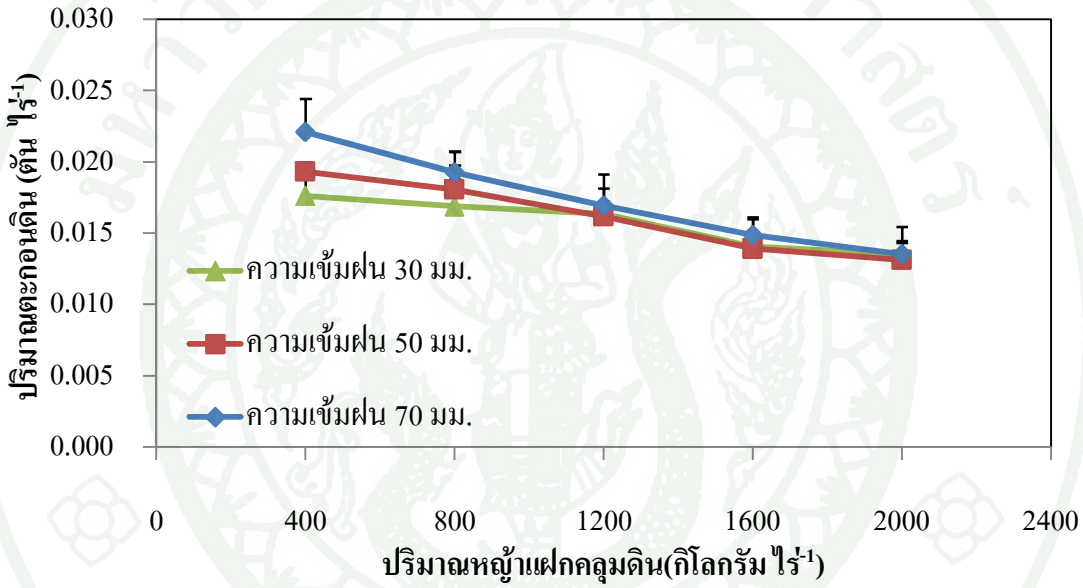
ชนิดวัสดุคลุมดิน	ค่าความเข้มฝน (มม. ชม.$^{-1}$)	การสูญเสียปริมาณตะกอนดิน(ตัน ไร่$^{-1}$)					
		ไม่คลุมดิน	วัสดุคลุมดิน (กิโลกรัม ไร่$^{-1}$)				
			400	800	1,200	1,600	2,000
หญ้าแฝก	30	0.0204	0.0176	0.0169	0.0163	0.0140	0.0135
	c.v.	10.99%	13.41%	17.38%	17.26%	14.86%	14.29%
	50	0.0236	0.0193	0.0180	0.0162	0.0139	0.0131
	c.v.	5.85%	1.75%	4.03%	6.93%	7.24%	9.12%
	70	0.0355	0.0221	0.0193	0.0170	0.0149	0.0135
	c.v.	29.22%	10.67%	7.58%	7.21%	7.67%	7.03%
ใบอ้อย	30	0.0204	0.0181	0.0169	0.0166	0.0159	0.0133
	c.v.	10.99%	12.85%	13.01%	15.84%	18.38%	17.33%
	50	0.0236	0.0206	0.0186	0.0168	0.0155	0.0138
	c.v.	5.85%	5.17%	1.63%	5.10%	7.97%	2.69%
	70	0.0355	0.0237	0.0209	0.0185	0.0171	0.0159
	c.v.	29.22%	6.53%	5.37%	6.14%	6.96%	9.95%
ฟางข้าว	30	0.0204	0.0185	0.0175	0.0166	0.0154	0.0142
	c.v.	10.99%	14.94%	16.54%	16.40%	16.41%	16.46%
	50	0.0236	0.0201	0.0192	0.0176	0.0157	0.0141
	c.v.	5.85%	1.08%	6.67%	1.73%	3.49%	3.19%
	70	0.0355	0.0239	0.0206	0.0189	0.0171	0.0161
	c.v.	29.22%	7.57%	0.86%	2.79%	4.05%	11.44%

c.v. = สัมประสิทธิ์ของความผันแปร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากตารางที่ 10 แสดงค่าเฉลี่ยการสูญเสียปริมาณตะกอนดินหลังการใช้วัสดุคลุมดิน ที่ใช้ค่าความเข้มฝน 30, 50, 70 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง มีค่าการสูญเสียตะกอนดินที่แปลงไม่ใช้วัสดุคลุมดินมีค่า เท่ากับ 0.0204, 0.0236, 0.0355 ตันต่อไร่ ตามลำดับ และแปลงที่ใช้ใบหญ้าแฝกคลุมดินมีอัตรา 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ มีค่าการสูญเสียปริมาณตะกอนดิน 0.0135, 0.0131, 0.0135 ตันต่อไร่

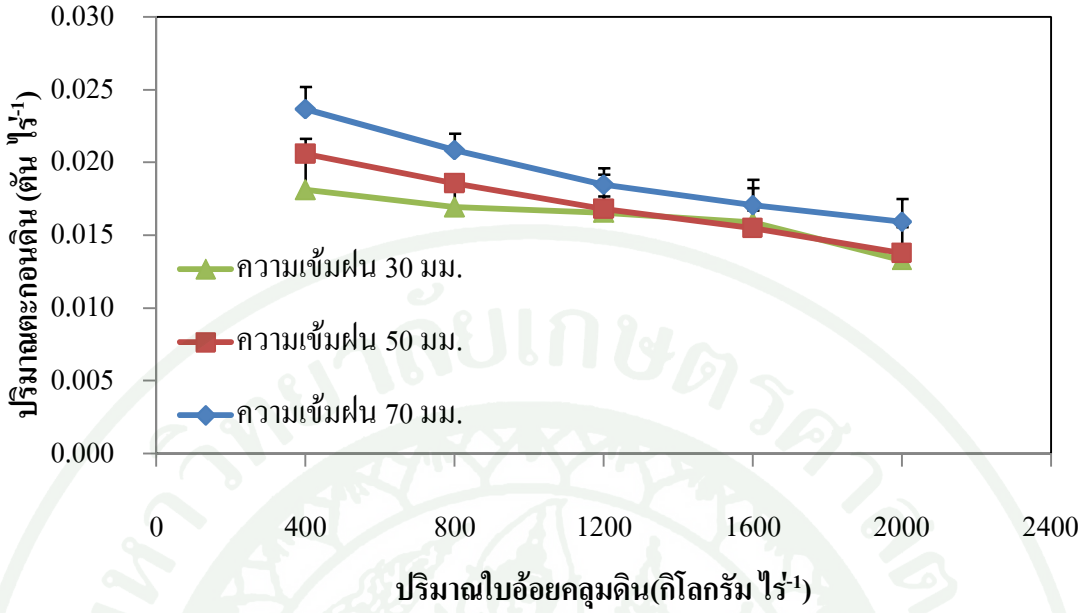
การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการสูญเสียปริมาณตะกอนดินทั้งหมดกับค่าความเข้มฝน 30 50 และ 70 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง โดยแยกตามชนิดของวัสดุคลุมดิน



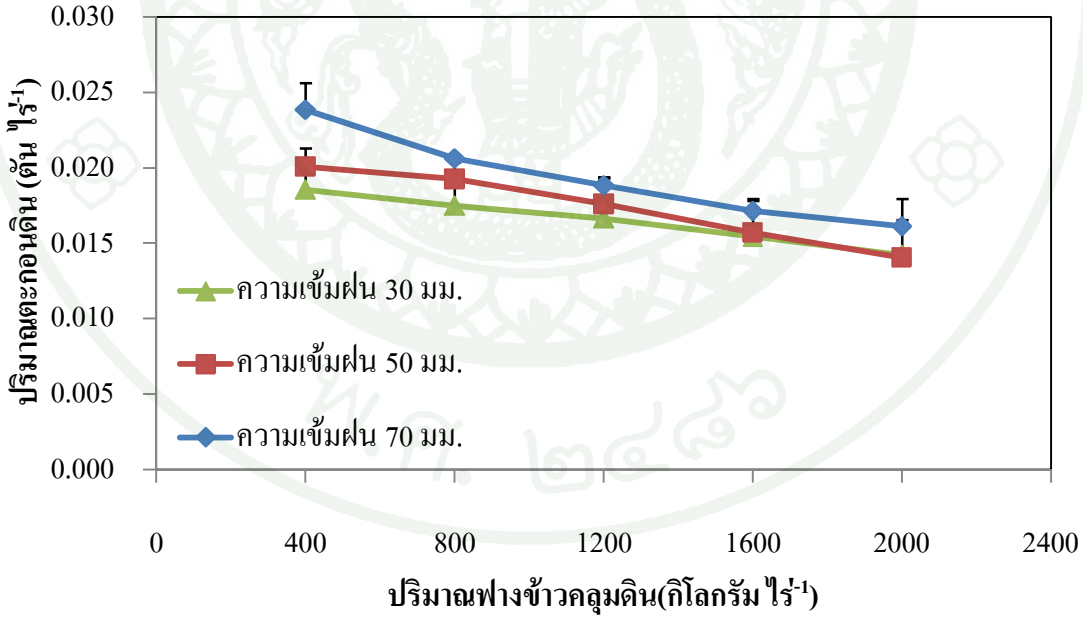
ภาพที่ 44 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยปริมาณตะกอนดินทั้งหมดกับปริมาณใบหญ้าแฝก

บาร์ คือ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 45 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยปริมาณตะกอนดินทั้งหมดกับปริมาณใบอ้อย



ภาพที่ 46 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยปริมาณตะกอนดินทั้งหมดกับปริมาณฟางข้าว

บาร์ คือ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

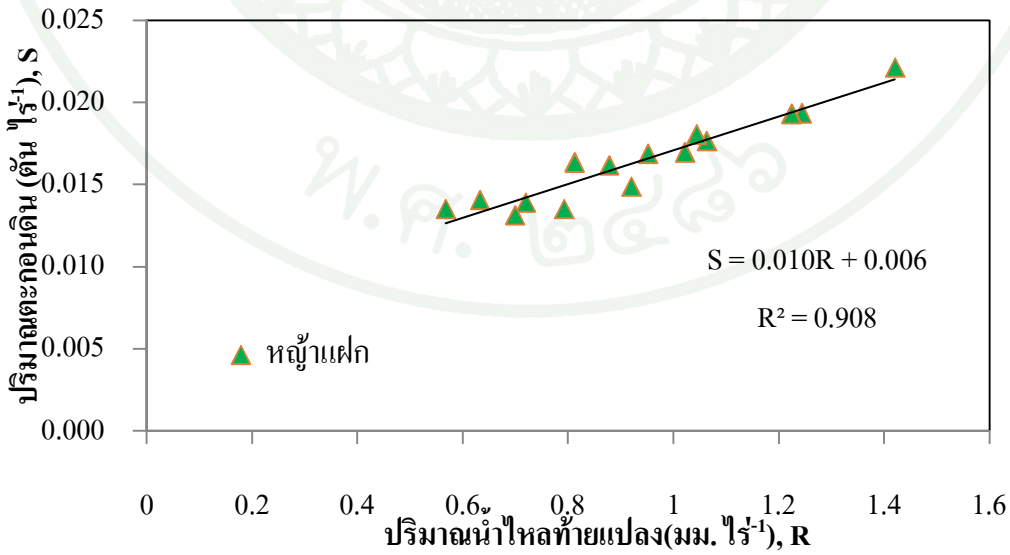
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากภาพที่ 44 – 46 แสดงความสัมพันธ์ปริมาณตะกอนดินแปลงกับปริมาณวัสดุคลุมดินจากการทดลอง พบว่า ปริมาณตะกอนดินลดลงหากใช้ปริมาณวัสดุคลุมดินเพิ่มมากขึ้น สรุปว่าการใช้วัสดุคลุมดินในปริมาณเพิ่มมากขึ้น สามารถลดปริมาณตะกอนดินท้ายแปลงได้ และสามารถลดอัตราการกัดเซาะของดินได้ โดยเปรียบเทียบกับแปลงที่ไม่ใช้วัสดุคลุมดิน

จากการทดลองพบว่าการแปลงไม่ใช้วัสดุคลุมดินการสูญเสียตะกอนดินเฉลี่ยเท่ากับ 0.02 ตันต่อไร่ ส่วนแปลงที่ปกคลุมดินด้วยใบหญ้าแฝกแห้งสามารถลดการสูญเสียตะกอนดิน ได้ถึง 23.14, 28.83, 34.57, 43.45 และ 46.68 เปอร์เซ็นต์ แปลงที่ใช้ใบอ้อยแห้งคลุมดินสามารถลดการสูญเสียตะกอนดินได้ถึง 19.04, 26.48, 31.80, 36.06 และ 43.81 เปอร์เซ็นต์ และแปลงที่ใช้ฟางข้าวคลุมดินสามารถการสูญเสียตะกอนดินได้ถึง 18.93, 24.85, 30.27, 36.48 และ 41.75 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงไม่ที่ใช้วัสดุคลุมดิน จากทดลองพบว่าปริมาณวัสดุคลุมดิน 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ สามารถลดการสูญเสียปริมาณตะกอนดินท้ายแปลงได้มากที่สุด

3. การเปรียบเทียบปริมาณน้ำไหลท้ายแปลงกับปริมาณตะกอนดิน

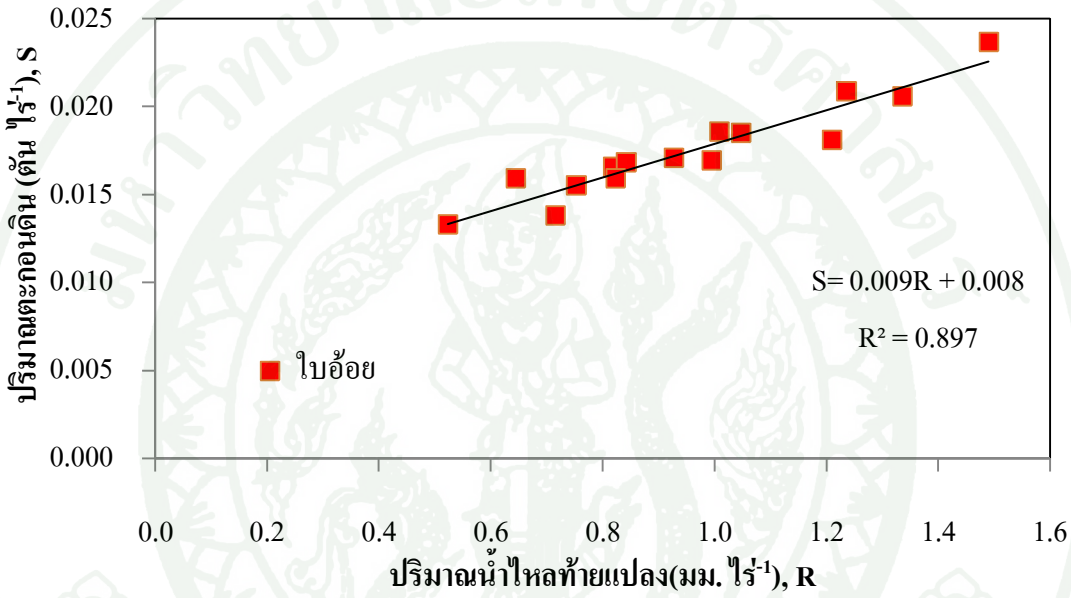
จากการทดลองการชะล้างของดินบริเวณแปลงทดลองขนาดกว้าง 2 เมตร ยาว 22.13 เมตร โดยใช้กระป๋องเก็บตัวอย่างเก็บค่าปริมาณน้ำไหลท้ายแปลงกับปริมาณตะกอนดินจากบริเวณท้ายแปลงการทดลอง มีค่าแสดงดังต่อไปนี้



ภาพที่ 47 กราฟแสดงการเปรียบเทียบปริมาณตะกอนดินกับปริมาณน้ำไหลท้ายแปลงโดยใช้ใบหญ้าแฝก คลุมดิน

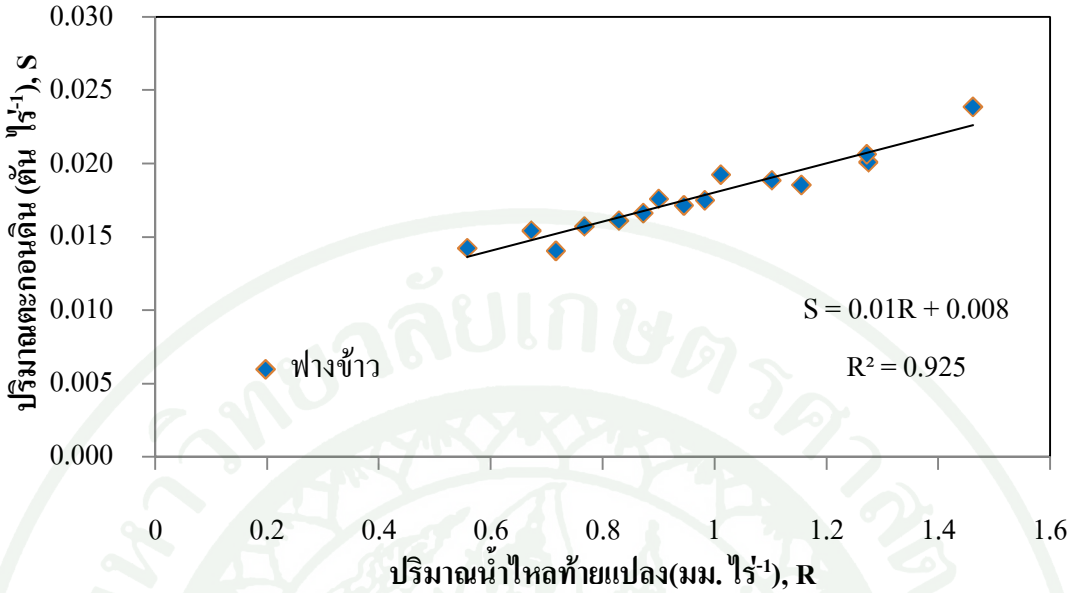
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากราฟที่ 47 - 49 แสดงการเปรียบเทียบเปรียบเทียบปริมาณตะกอนดินกับปริมาณน้ำไหลท้ายแปลง จากการทดลอง พบว่าปริมาณน้ำไหลท้ายแปลงเพิ่มมากขึ้นจะมีผลทำให้ปริมาณตะกอนดินท้ายแปลงตามไปด้วย โดยใช้ใบหญ้าแฝก ใบอ้อย และฟางข้าว คลุมดิน โดยค่าปริมาน้ำไหลท้ายแปลงกับความปริมาณตะกอนดินมีความความเชื่อมั่นของข้อมูลเท่ากับ 0.908, 0.897 และ 0.925 ตามลำดับ



ภาพที่ 48 กราฟแสดงการเปรียบเทียบปริมาณตะกอนดินกับปริมาณน้ำไหลท้ายแปลงโดยใช้ใบอ้อยคลุมดิน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

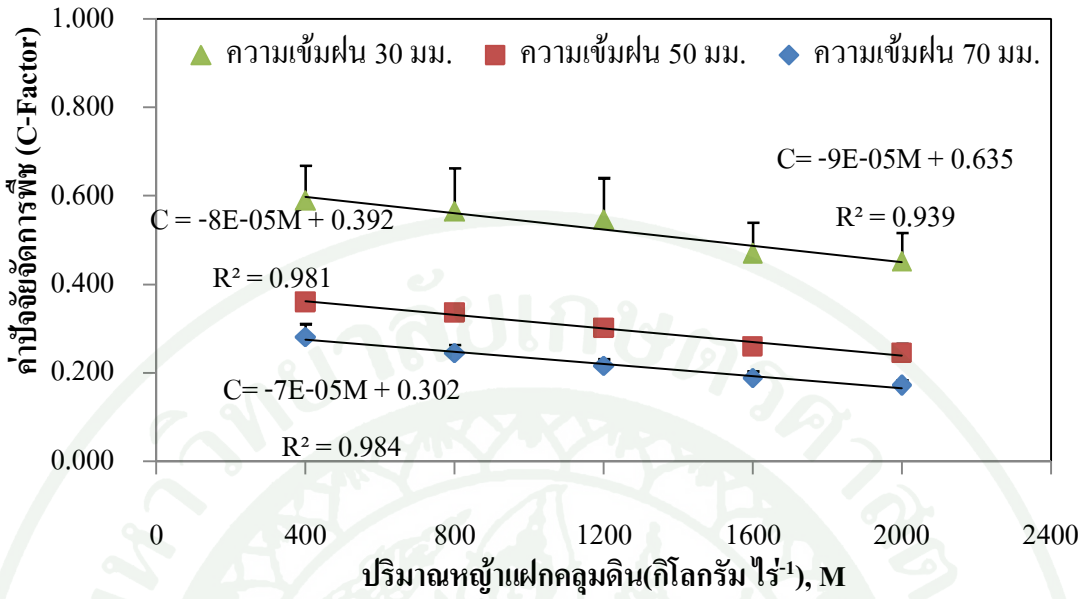


ภาพที่ 49 กราฟแสดงการเปรียบเทียบปริมาณตะกอนดินกับปริมาณน้ำไหลท้ายแปลงโดยใช้ฟางข้าว คลุมดิน

4. การประเมินค่าปัจจัยการจัดการพืช (C - Factor)

การประเมินค่าปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการสูญเสียดินระหว่างการจัดการพืช (CP- Factor) โดยใช้สมการการสูญเสียดินสากล USLE นำมาประยุกต์ใช้ เพื่อประเมินค่า ปัจจัยการจัดการพืชจากการทดลองการชะล้างของดินในแปลงทดลองที่ทำการศึกษา มีผลดังต่อไปนี้

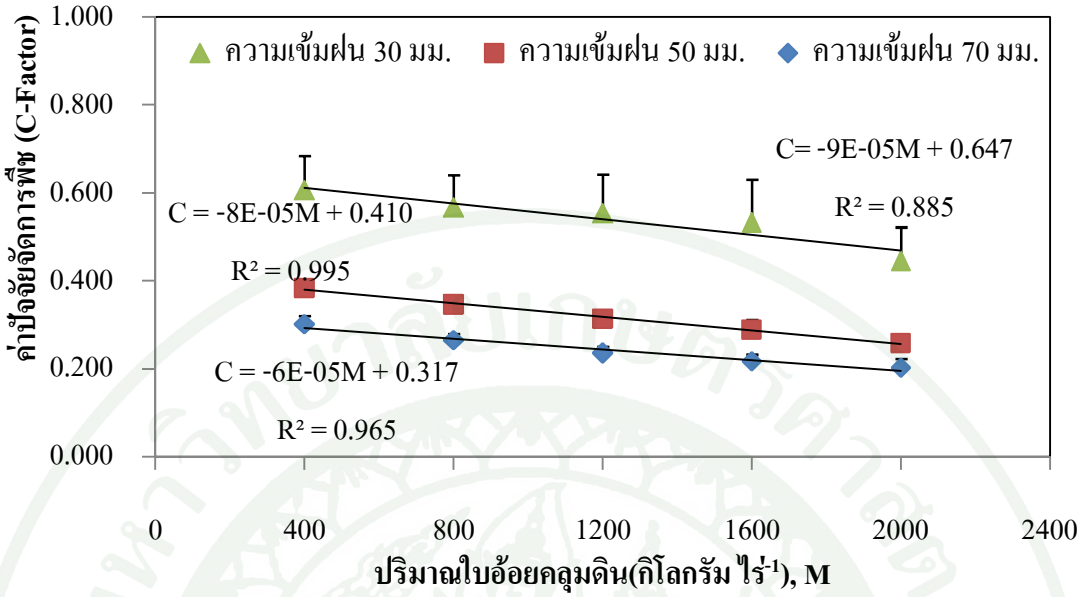
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



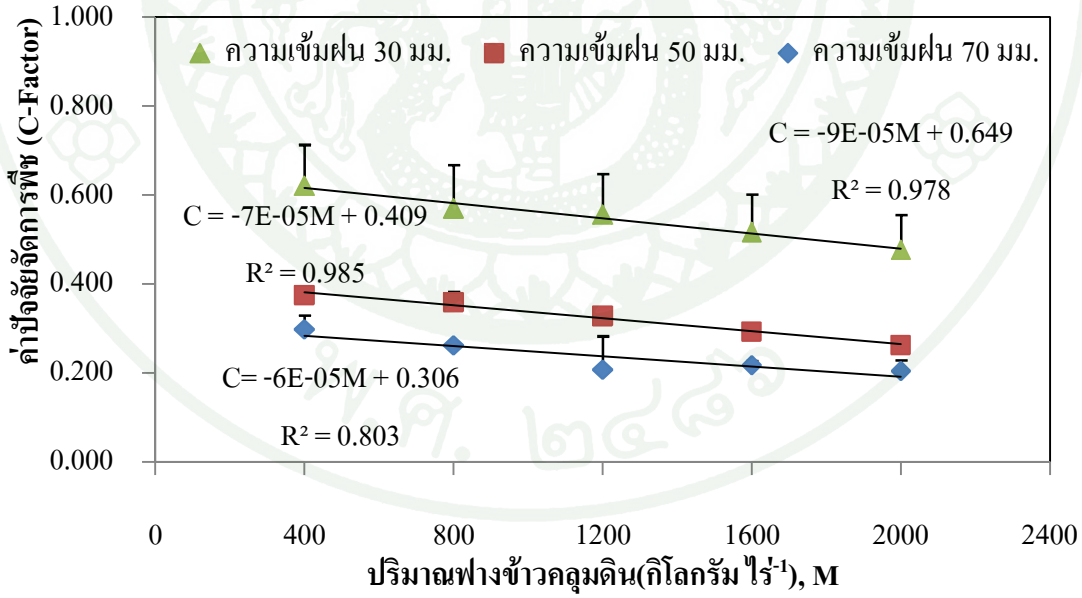
ภาพที่ 50 กราฟแสดงค่าปัจจัย (C - Factor) ที่ใช้ใบหญ้าแฝกคลุมดิน

จากกราฟที่ 50 -52 แสดงปริมาณวัสดุคลุมดินที่มีผลต่อค่าปัจจัยจัดการพืช พบว่าปริมาณวัสดุคลุมดินเพิ่มมากขึ้นจะมีผลทำให้ค่าปัจจัยจัดการพืชลดลง และค่าปัจจัยจัดการพืช จะที่มีผลต่อการลดการสูญเสียปริมาณตะกอนดิน จากการทดลองการใช้หญ้าแฝกปริมาณวัสดุคลุมดิน 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ ค่า C-factor เท่ากับ 0.452 จะสามารถลดปริมาณการสูญเสียตะกอนดินได้ 54.8 เปอร์เซ็นต์ ที่ความเข้มฝน 30 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง และถ้าความเข้มฝนเพิ่มขึ้นจะสามารถลดปริมาณตะกอนดินได้ 76.6 และ 82.9 เปอร์เซ็นต์ ที่ความเข้มฝน 50 และ 70 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 51 กราฟแสดงค่าปัจจัย (C - Factor) ที่ใช้ใบอ้อยคลุมดิน



ภาพที่ 52 กราฟแสดงค่าปัจจัย (C - Factor) ที่ใช้ฟางข้าวคลุมดิน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ยปัจจัยการจัดการพืช (C – Factor)

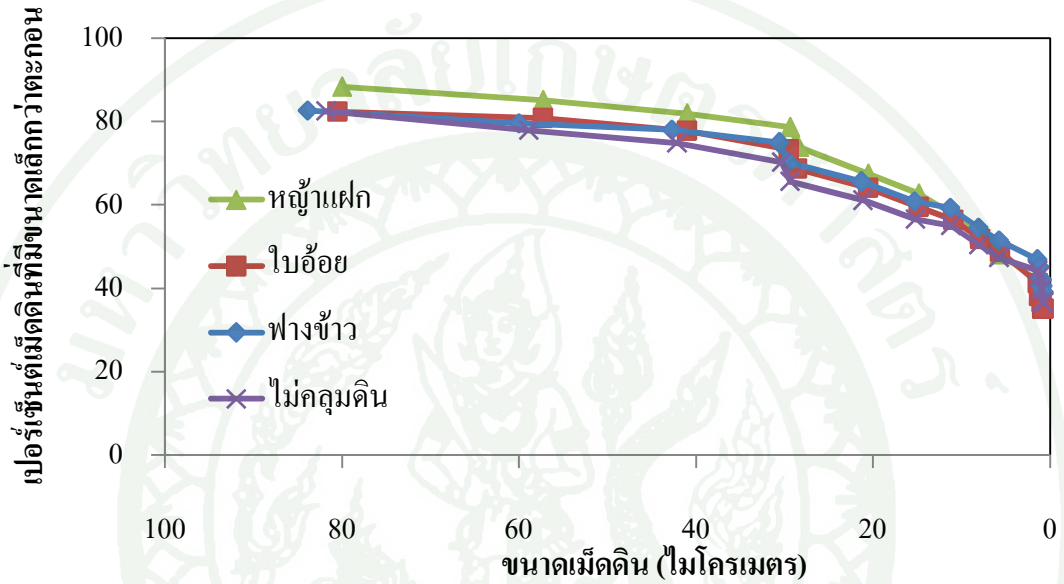
ชนิดวัสดุคลุมดิน	ค่าความเข้มฝน	ค่าปัจจัยการจัดการพืช (C - Factor)				
		วัสดุคลุมดิน (กิโลกรัม ไร่$^{-1}$)				
	(มม. ชม.$^{-1}$)	400	800	1200	1600	2000
หญ้าแฝก	30	0.590	0.564	0.546	0.470	0.452
	50	0.360	0.336	0.301	0.259	0.244
	70	0.280	0.245	0.215	0.189	0.171
ใบอ้อย	30	0.606	0.566	0.554	0.532	0.445
	50	0.383	0.346	0.313	0.289	0.257
	70	0.301	0.265	0.235	0.217	0.202
ฟางข้าว	30	0.620	0.569	0.556	0.516	0.476
	50	0.374	0.358	0.328	0.293	0.262
	70	0.298	0.262	0.207	0.218	0.205

จากตารางที่ 11 แสดงค่าเฉลี่ยปัจจัยการจัดการพืช (C – Factor) ที่ได้จากการทดลองการชะล้างของดินหลังการใช้วัสดุคลุมดิน โดย พิพัฒน์ (2553) กล่าวว่า การใช้หญ้าแห้งคลุมดินที่ 800 กิโลกรัมต่อไร่ จะมีค่าปัจจัยการจัดการพืช(C – Factor) เท่ากับ 0.02 โดยเปรียบเทียบกับการประเมินค่าปัจจัยการจัดการพืชกับพื้นที่ ที่ได้จากการทดลองมีค่าแตกต่างกันมาก อาจจะขึ้นอยู่กับปัจจัยการจัดการของพื้นที่ ที่มีผลต่อการชะล้างของดินได้

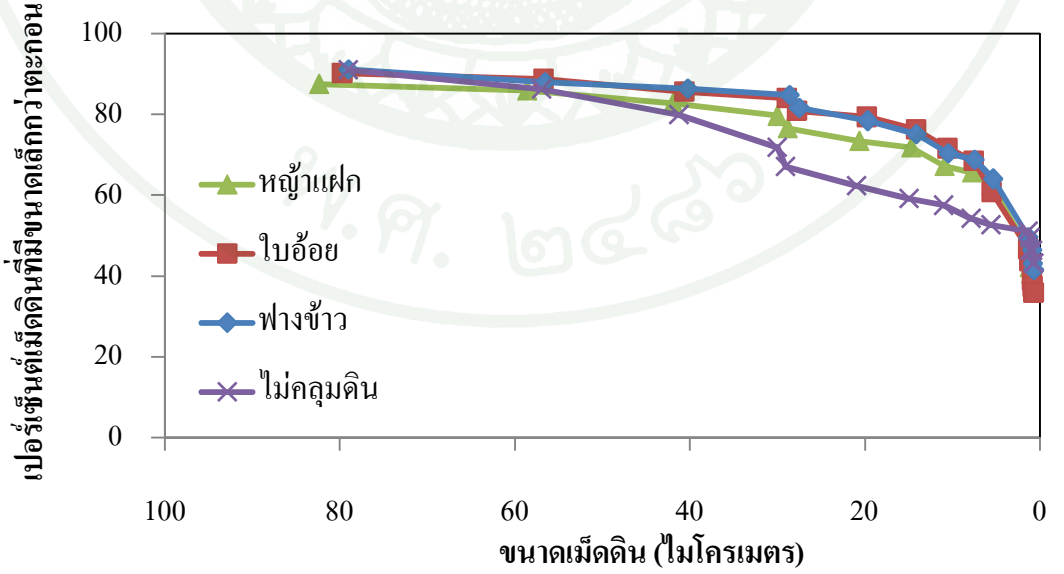
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. ขนาดเม็ดดิน

การหาค่าการกระจายตัวของขนาดของเม็ดดินจากปริมาณตะกอนดินที่เก็บบริเวณท้ายแปลงการทดลอง มีผลดังนี้

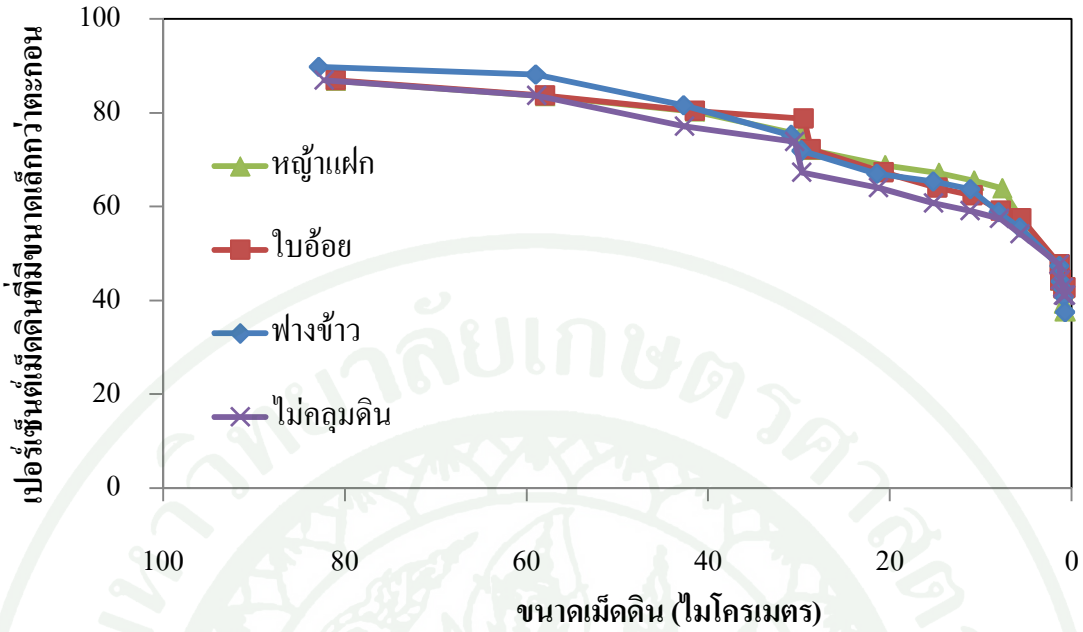


ภาพที่ 53 กราฟแสดงขนาดของเม็ดดินที่ทดลองความเข้มฝน 30 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง



ภาพที่ 54 กราฟแสดงขนาดของเม็ดดินที่ทดลองความเข้มฝน 50 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 55 กราฟแสดงขนาดของเม็ดดินที่ทดลองความเข้มฝน 70 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

ภาพที่ 53 - 55 แสดงกราฟการกระจายตัวของเม็ดดิน โดยการทดลองที่ความเข้มฝน 30 50 70 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง โดยวิธีไฮโดรมิเตอร์ จากทดลองพบว่า ค่าเฉลี่ยขนาดเม็ดดินที่แปลงไม่ปกคลุมดิน 19.21 ไมโครเมตร ซึ่งไม่แตกต่างกันมากนักกับขนาดเม็ดดินที่ปกคลุมดินด้วยใบหญ้าแฝก ใบอ้อย และฟางข้าว จากตารางที่ 12

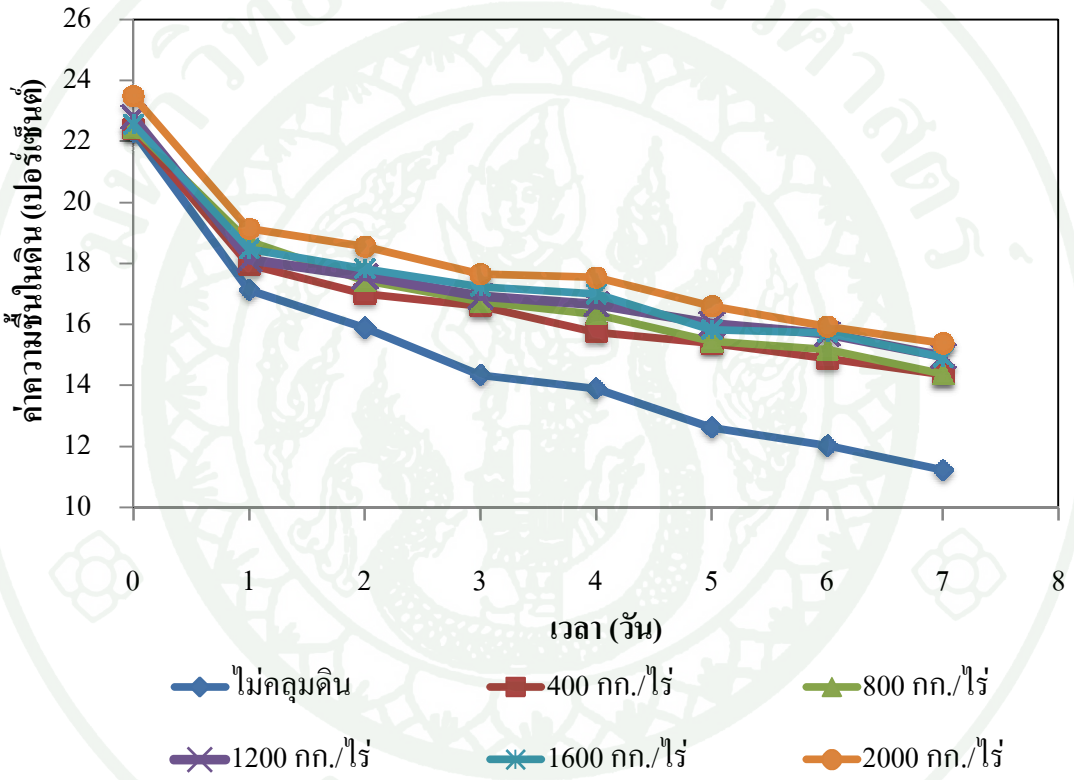
ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ยของขนาดเม็ดดิน

ค่าความเข้มฝน	ค่าเฉลี่ยของขนาดเม็ดดิน (ไมโครเมตร)			
(มม. ชม.$^{-1}$)	ไม่คลุมดิน	ใบหญ้าแฝก	ใบอ้อย	ฟางข้าว
30	19.33	18.85	18.89	19.65
50	18.88	19.20	18.54	18.40
70	19.42	18.98	18.99	19.54
ค่าเฉลี่ย	19.21	19.01	18.80	19.19

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. ความชื้นในดิน

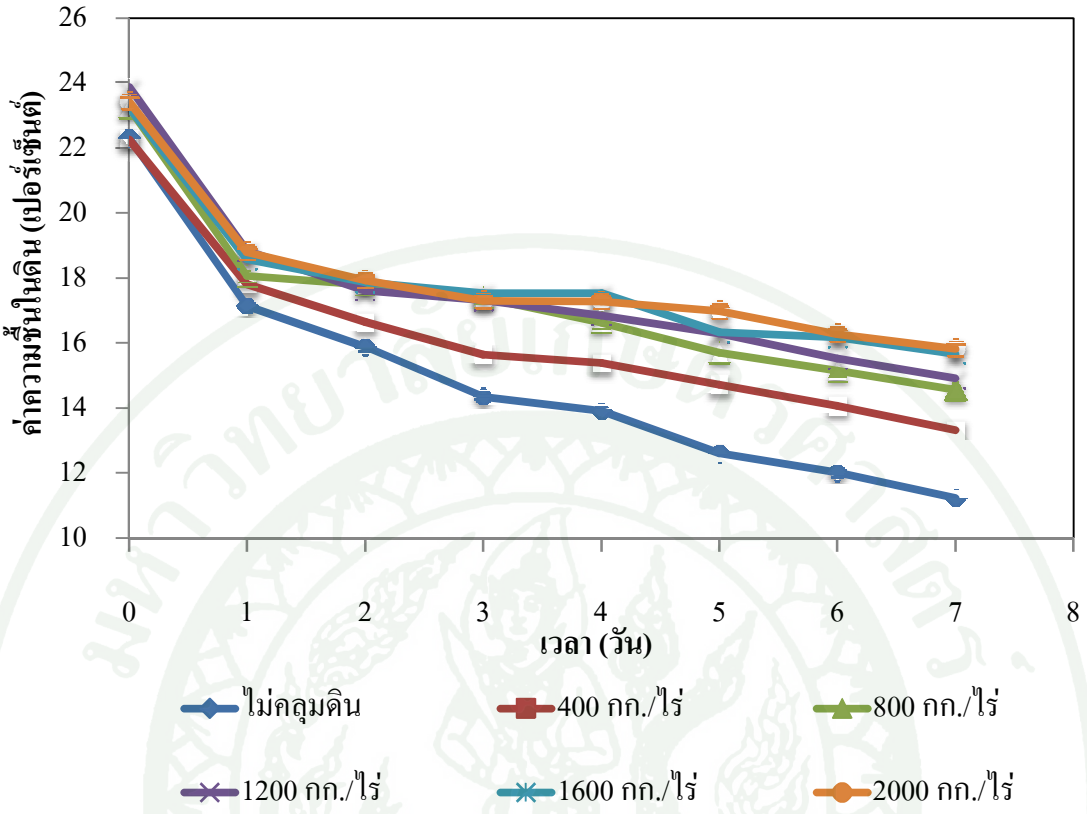
จากการทดลองความชื้นในดินที่ลดลงในแต่ละวันของโดยใช้วัสดุคลุมดินคลุมแปลงทดลอง ขนาด 2 x 1 เมตร จำนวน 45 แปลง และเก็บความชื้นของดินที่ระดับความลึก 0 -10 เซนติเมตร จำนวน 3 ซ้ำ ใน 1 แปลงการทดลอง และนำไปหาค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นในดินโดยการเข้าตู้อบ มีผลการทดลองดังนี้



ภาพที่ 56 กราฟแสดงการรักษาความชื้นในดินของแปลงที่ใช้ใบหญ้าแฝกคลุมดิน

จากภาพที่ 56 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นในดินกับเวลา จากการทดลองพบว่าค่าความชื้นในดินลดลงเมื่อเวลาผ่านไปและหากใช้หญ้าแฝกปกคลุมดิน สามารถรักษาความชื้นในดินได้เพิ่มขึ้น โดยหากใช้ปริมาณหญ้าแฝกที่ปริมาณเพิ่มขึ้น ก็จะสามารถรักษาความชื้นในดินได้เพิ่มขึ้น แต่ปริมาณการรักษาความชื้นในดินของแต่ละปริมาณหญ้าแฝกที่ใช้ไม่มีความแตกต่างกันมากนัก มีค่าเท่ากับ 21.82, 21.88, 24.98, 24.75 และ 27.05 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเวลาผ่านไป 7 วัน

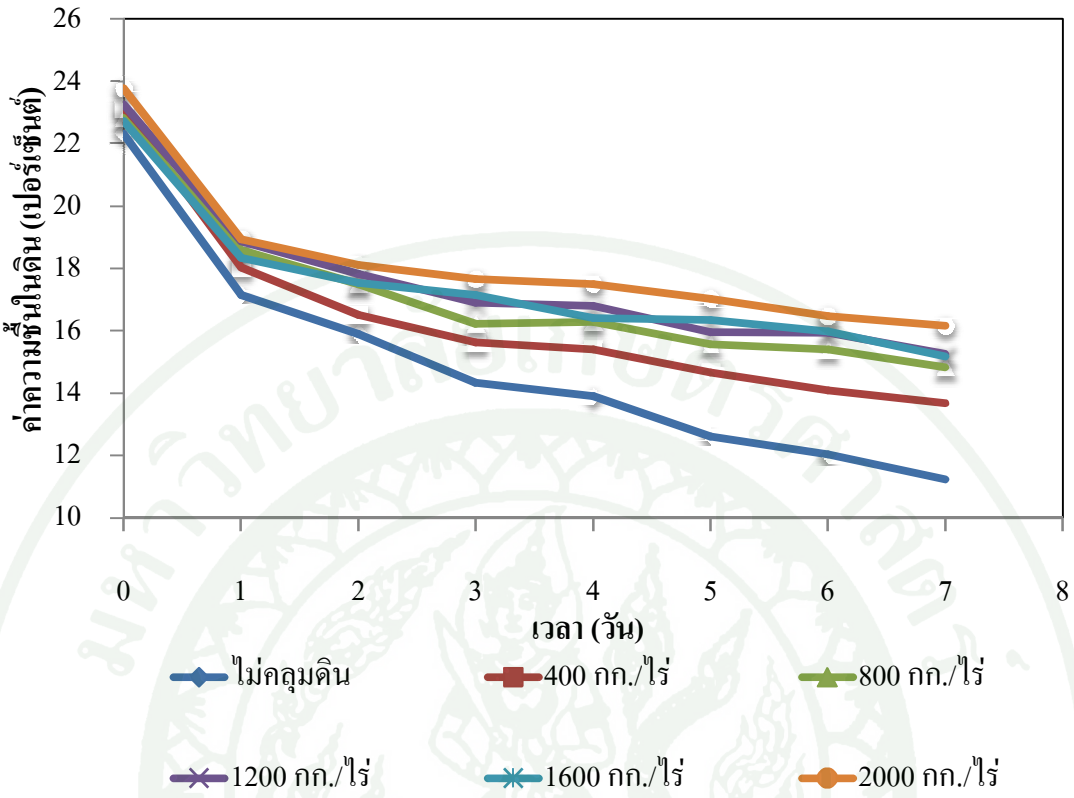
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 57 กราฟแสดงการรักษาความชื้นในดินของแปลง ที่ใช้ใบอ้อยคลุมดิน

จากภาพที่ 57 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นในดินกับเวลา จากการทดลองพบว่าค่าความชื้นในดินลดลง เมื่อเวลาผ่านไปและหากใช้ใบอ้อยปกคลุมดิน สามารถรักษาความชื้นในดินได้เพิ่มขึ้น โดยหากใช้ปริมาณใบอ้อยที่ปริมาณเพิ่มขึ้น ก็จะสามารถรักษาความชื้นในดินได้เพิ่มขึ้น แต่ปริมาณการรักษาความชื้นในดินของแต่ละปริมาณใบอ้อยที่ใช้ไม่มีความแตกต่างกันมากนัก มีค่าเท่ากับ 15.67, 22.90, 24.72, 28.37 และ 29.05 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเวลาผ่านไป 7 วัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 58 กราฟแสดงการรักษาความชื้นในดินของแปลงที่ใช้ฟางข้าวคลุมดิน

ภาพที่ 58 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นในดินกับเวลา จากการทดลองพบว่า ค่าความชื้นในดินลดลง เมื่อเวลาผ่านไปและหากใช้ฟางข้าวปกคลุมดิน สามารถรักษาความชื้นในดินได้เพิ่มขึ้น โดยหากใช้ปริมาณฟางข้าวที่ปริมาณเพิ่มขึ้น ก็จะสามารถรักษาความชื้นในดินได้เพิ่มขึ้น แต่ปริมาณการรักษาความชื้นในดินของแต่ละปริมาณฟางข้าวที่ใช้ไม่มีความแตกต่างกันมากนัก มีค่าเท่ากับ 17.95, 24.31, 26.41, 26.04 และ 30.50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเวลาผ่านไป 7 วัน โดย Ramakrishna (2005) กล่าวว่า วัสดุคลุมดินที่แตกต่างชนิดกันสามารถป้องกันการระเหยจากดินและรักษาความชื้นในดินได้ และได้แนะนำฟางข้าวเป็นวัสดุคลุมดินที่น่าสนใจที่สุด เนื่องจากไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม

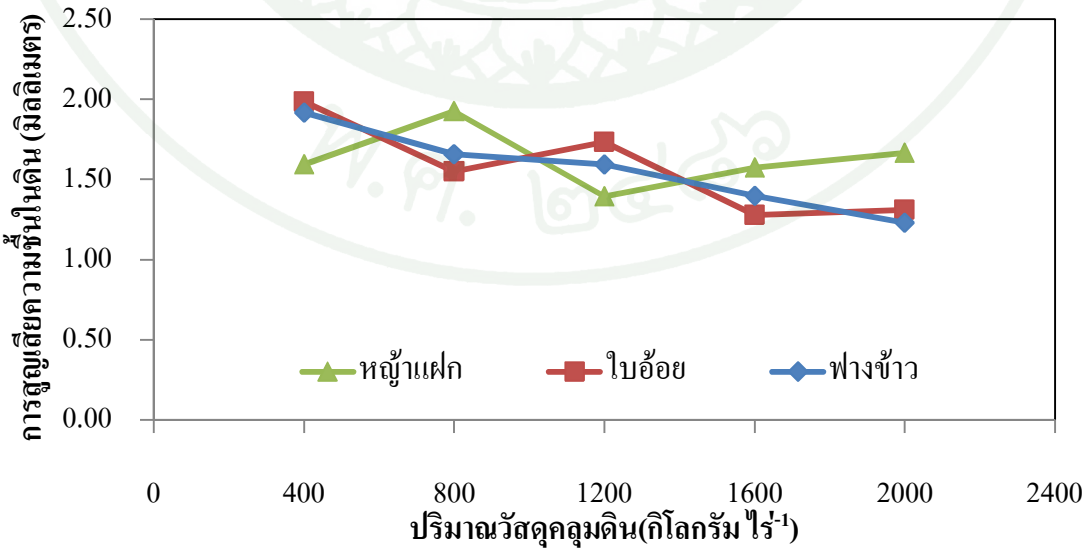
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 13 ค่าการสูญเสียความชื้นในดินหลังการคลุมดิน

วัสดุคลุมดิน	การสูญเสียความชื้นในดิน (มิลลิเมตร)					
(กิโลกรัม ไร่$^{-1}$)	ใบหญ้าแฝก	c.v.	ใบอ้อย	c.v.	ฟางข้าว	c.v.
400	1.59	5.86%	1.98	9.66%	1.92	20.91%
800	1.92	13.55%	1.55	5.71%	1.66	26.56%
1200	1.40	3.44%	1.73	10.00%	1.59	18.07%
1600	1.57	14.84%	1.28	18.12%	1.40	9.45%
2000	1.66	9.77%	1.31	9.18%	1.23	5.08%

c.v. = สัมประสิทธิ์ของความผันแปร

จากตารางที่ 13 แสดงค่าสูญเสียความชื้นในดินหลังการใช้วัสดุคลุมดินที่แตกต่างกัน โดยใช้ปริมาณวัสดุคลุมดินเพิ่มขึ้นจะสามารถรักษาความชื้นในดินได้เพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงไม่ใช้วัสดุคลุมดิน และชนิดวัสดุคลุมดินไม่มีความแตกต่างกันในการรักษาความชื้นในดิน โดยเปรียบเทียบกับแปลงไม่ใช้วัสดุคลุมดิน โดยแปลงไม่ใช้วัสดุคลุมดิน มีค่าการสูญเสียความชื้นในดินเฉลี่ยเท่ากับ 2.612 มิลลิเมตร



ภาพที่ 59 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยการสูญเสียความชื้นในดิน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

การศึกษาประสิทธิภาพของวัสดุคลุมดิน ที่สามารถลดการสูญเสียน้ำและตะกอนดิน ในแปลงทดลองขนาดกว้าง 2 เมตร ยาว 22.13 เมตร บนความลาดชัน 2 เปอร์เซ็นต์ โดยเปรียบเทียบกับวัสดุคลุมดิน คือ ใบหญ้าแฝก ใบอ้อย และฟางข้าว มีปริมาณวัสดุคลุมดิน คือ 400, 800, 1,200 1,600 และ 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ และใช้ความเข้มฝน 30, 50 และ 70 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง ในการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุเพื่อประสงค์ศึกษาวัสดุคลุมดินที่มีผลต่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ มีการสรุปผลของการวิจัย ดังนี้

วัสดุคลุมดินที่ใช้ในการเกษตรโดยทั่วไป คือ ฟางข้าว งานวิจัยนี้จึง นำใบหญ้าแฝก และใบอ้อย ที่เป็นวัสดุธรรมชาติเหลือใช้จากการเกษตร และหาได้ง่ายในพื้นที่ มาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการป้องกันการชะล้างของดิน ระดับความรุนแรงของการชะล้างของดินนี้จะขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝน ความลาดชันสภาพภูมิประเทศ และสภาพพืชปกคลุมดิน ซึ่งเป็นตัวแปรสำคัญกับการอนุรักษ์ดินและน้ำ และการใช้วัสดุคลุมดินจะเป็นวิธีการช่วยอนุรักษ์ดินและน้ำอีกทางหนึ่ง

จากการศึกษาการชะล้างพังทลายของดิน ตามวัตถุประสงค์ข้างต้น คือเปรียบเทียบชนิดของวัสดุคลุมดิน คือ ใบหญ้า ใบอ้อย และฟางข้าว มีผลต่อการชะล้างพังทลายของดิน สรุปว่า ชนิดของวัสดุคลุมดินไม่มีความแตกต่างกันในการป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน อาจจะขึ้นอยู่กับรูปร่างและลักษณะของใบที่มีความใกล้เคียงกัน หรือวิธีการจัดเรียงวัสดุคลุมดินแบบเดียวกัน ส่วนปริมาณวัสดุคลุมดินที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันการชะล้างของดินที่เหมาะสมอยู่ประมาณ 1,600 - 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ ผู้วิจัยเล็งเห็นว่าการใช้วัสดุคลุมดินให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น ควรจะมองเรื่องการหาได้ง่ายในพื้นที่ โดยไม่เสียค่าใช้จ่ายหรือเสียค่าใช้จ่ายน้อย เพื่อที่จะเป็นการลดต้นทุนในการผลิต อีกทั้งวัสดุคลุมดินยังสามารถรักษาความชื้นในดินได้เมื่อเวลาผ่านไป เนื่องจากป้องกันการสูญเสียน้ำจากผิวดินโดยตรง สามารถทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์อีกทางหนึ่ง ปริมาณของวัสดุคลุมดินมีผลต่อการอนุรักษ์น้ำและดินโดยตรง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

งานวิจัยนี้ ชี้ให้เห็นประสิทธิภาพของวัสดุคลุมดินที่มีผลต่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ ได้ค่าเป็นอย่างดี อย่างไรก็ตามการเลือกใช้วัสดุคลุมดินควรจะศึกษาความคงทนของวัสดุคลุมดินต่อสภาพอากาศ หาได้ง่ายในพื้นที่เกษตร และไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อที่จะทำให้ลดลงต้นทุนในการผลิต อีกทางหนึ่งก็คือ การเลือกใช้ปริมาณของวัสดุคลุมดิน ควรใช้ในปริมาณที่เหมาะสมกับพื้นที่การเกษตร โดยต้องคลุมดินให้มีความสม่ำเสมอทั่วพื้นที่แปลงเกษตรและถ้าใช้ควบคู่กับวิธีอนุรักษ์ดินและน้ำ แบบอื่นๆ จะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการอนุรักษ์ดินและน้ำ อีกทั้งจะเป็นการพัฒนาการเกษตรอย่างยั่งยืน

ข้อเสนอแนะ

ในงานวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวัสดุคลุมดินที่มีผลต่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ โดยมีข้อเสนอแนะในการดำเนินงานวิจัยครั้งต่อไปดังนี้

1. การศึกษาผลกระทบของคุณภาพน้ำไหลเลยท้ายแปลงหรือน้ำที่ซึมลงสู่ดินหลังการใช้วัสดุคลุมดิน ว่ามีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช หรือปริมาณผลผลิตของพืชอย่างไร โดยมีผลกระทบทางตรงหรือทางอ้อมที่ระยะเวลานานเท่าไร

2. ศึกษาการใช้วัสดุคลุมดินร่วมกับวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำ เช่น การปลูกพืชเป็นแถว การปลูกพืชหมุนเวียน หรือการไถกลบวัสดุคลุมดินกันดินโดย และเสนอวิธีการที่จะเป็นทางเลือกที่เหมาะสมของการใช้วัสดุคลุมดินร่วมกับวิธีที่แตกต่างกัน

3. ศึกษาการผุพังย่อยสลายของวัสดุคลุมดิน ที่มีผลกระทบต่อโครงสร้างของดิน หรือความอุดมสมบูรณ์ของดินอย่างไร และผลกระทบต่อดินในทางเชิงบวก เช่นทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์เพิ่มขึ้นและสามารถเพิ่มผลผลิตของพืชที่ปลูกได้ หรือในเชิงลบ วัสดุคลุมดินที่ใช้เป็นอันตรายต่อพืชที่ปลูก เช่น วัสดุคลุมดินเป็นเหตุทำให้เกิด เชื้อรา จึงอาจจะมีผลทำให้ความอุดมสมบูรณ์ดินต่ำลงไป จึงจะทำให้มีผลต่อปริมาณและคุณภาพของผลผลิตได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. ศึกษาคุณภาพของวัสดุคลุมดินต่อความคงทนของสภาพภูมิอากาศ จากการสังเกตใบอ้อยมีการอัตราการผุพัง เร็วกว่าหญ้าแฝกและฟางข้าว จึงควรจะแนะนำชนิดของวัสดุคลุมดินที่นำไปใช้เป็นตัวเลือกในการอนุรักษ์ดินและน้ำ หรือจะนำไปวางแผนในการปลูกพืชระยะเวลาสั่นหรือการปลูกพืชระยะเวลายาว เพื่อที่จะเป็นเสริมการวางแผนการปลูกพืชอย่างมีประสิทธิภาพ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กาญจนวรรณ นิลกลัด และฉวีวรรณ สุขลิ้ม. 2551. **การประเมินศักยภาพการกรองตะกอนของหญ้าแฝกพันธุ์ประจวบศิริขันธ์.** ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

กริชเพชร แสนบุญเวช. 2549. **ผลของวัสดุคลุมดินต่อผลผลิตปริมาณไนเตรตและไนไตรท์ในหน่อไม้ฝรั่งพันธุ์อพอลโล.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

การอนุรักษ์น้ำและดิน. 2543. **กลุ่มวิจัยและพัฒนาการอนุรักษ์ดินและน้ำพื้นที่พืชไร่.** สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน, กรุงเทพฯ.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2545. **การชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทยระดับประเทศ.** กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

_____. 2553. **ความเสื่อมโทรมของที่ดินและการจัดการแก้ไข.** สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

เกษมศรี ซับซ้อน. 2541. **ปฐพีวิทยา**. พิมพ์ครั้งที่ 4. สำนักนานาสิ่งพิมพ์, กรุงเทพฯ.

ชัยนาม ดิสถาพร, อรุณี ยุวะนิยม, พรรณี รุ่งแสงจันทร์, ธรรมศักดิ์ สิงหพงษ์ และ อนงค์ สุทธาวาส. 2545. **อิทธิพลของการคลุมดินต่อการปรับปรุงดินเค็ม.** กองอนุรักษ์ดินและน้ำ, กรุงเทพฯ.

ดิเรก ทองอร่าม. 2542. **การออกแบบและเทคโนโลยีการให้น้ำแก่พืช.** ห้างหุ้นส่วนมิตรเกษตรการตลาดและโฆษณาจำกัด, กรุงเทพฯ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทิวาพร ผดุง, สุรศักดิ์ นิลนนท์, ลพ ภวภูตานนท์ และ สุเทพ ทองแพ. 2548. **ผลของการให้น้ำและวัสดุคลุมดินต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและคุณภาพของผลองุ่นพันธุ์ Perlette. การประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 43 สาขาพืช.** หน้า 459 -466

นิพนธ์ ตั้งธรรม. 2545. **แบบจำลองคณิตศาสตร์การชะล้างพังทลายของดินและมลพิษตะกอนในพื้นที่ลุ่มน้ำ.** ภาควิชาอนุรักษวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นิวัติ เรืองพานิช. 2537. **การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.** พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์รั้วเขียว, กรุงเทพฯ.

พิพัฒน์ ไทยกล้า, สถาพร ใจอารีย์, ชินพัฒน์ธนา สุขวิบูลย์ และ ประสิทธิ์ ตันประภาส. 2553. **ประสิทธิภาพในการป้องกันการเสื่อมโทรมของที่ดิน อันมีสาเหตุมาจากการชะล้างพังทลายของดินของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ.** กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

พงษ์ศักดิ์ วิทวัสชุติกุล, วิทยา วานิช และ สมาน รวยสูงเนิน. 2547. การเปลี่ยนแปลงความชื้นในดินภายหลังการใช้สิ่งปกคลุมดินชนิดต่างๆ บริเวณสถานีวิจัยเพื่อรักษาต้นน้ำห้วยหินดาด อำเภอเมือง จ.ระยอง. **บทคัดย่อ งานวิจัยต้นน้ำ 2520-2547.** 34-35.

ภัทราวุธ ศรีโพธิ์, สมนิมิตร พุกงาม, ประเดิมชัย แสงคู่วงษ์ และ พิณทิพย์ ธิติ โรจนะวัฒน์. 2554. ประสิทธิภาพของแฝกในการป้องกันการสูญเสียดินและกักเก็บคาร์บอนในดิน. **รายงานสืบเนื่องจากการประชุมทางวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัย มสธ.** 245- 256.

รัชชนีวรรณ ราหุละ. 2547. **ความผันแปรของความชื้นในดินบริเวณไร่มันสำปะหลัง อำเภอครบุรี จังหวัดนครราชสีมา.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วุฒิดา รัตนพิไชย. 2550. **อิทธิพลของวัสดุคลุมดินชนิดต่างๆ ต่อการใช้น้ำและการเจริญเติบโตของคะน้าและการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศักดา สุขวิบูลย์. 2537. **การจัดการพืชเพื่ออนุรักษ์ดินและน้ำ.** กองอนุรักษ์ดินและน้ำ. กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สุดา ใสกระจ่าง. 2550. **ความผันแปรความชื้นในดินบริเวณนาข้าวอำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สันติ ทองพำนัก, นิมิตร เฉิดฉันท์พิพัฒน์ และ ระวี อยู่สำราญ. 2551. การพัฒนาชุดจำลองน้ำฝน. **วิทยาสารกำแพงแสน.** 6 (1): 19 – 31.

ARS-USDA and ORD-EPA. 1975. Control of water Pollution from Cropland: Vol.I. A manual for guideline development. **Agriculture Res.** Service and Office of Res, and Development Environmental Projection Agency.

Babalola, O., S.O. Oshunsanya and K. Are. 2007. Effects of vetiver grass (Vetiveria nigritana) strips, vetiver grass mulch and an organomineral fertilizer on soil, water andnutrient losses and maize (Zea mays, L) yields. **Soil & Tillage Research.** 96: 6–18.

Blanchard, D.C. 1950. Behavior of water drops at terminal velocity. **Trasactions of the American Geophysical Union.** 31: 836.

Danglar, J.C. and S.A. El-Swaify. 1976. Erosion of Selected Hawaii soil by simulated rainfall. **Soil Science American Journal.** 40: 769-733.

Diaz, F., C.C. Jimenez and M. Tejedor. 2005. Influence of the thickness and grain size of tephra mulch on soil water evaporation. **Agricultural Water Management.** 74: 47–55

Donjadee, S., R.S. Clemente, T. Tingsanchali and C. Chinnarasri. 2010. Effects of vertical hedge interval of vetiver grass on erosion on steep agricultural lands**. Land Degradation & Development.** 21(3): 219-227.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Doring, T. F., B. Michael , H. Ju rgen, R. F. Maria and S. Helmut. 2005. Effects of straw mulch on soil nitrate dynamics, weeds, yield and soil erosion in organically grown potatoes. **Field Crops Research.** 94: 238–249

Gyasi – Agyei, Y., J. Sibley and N. Ashwath. 2001. Quantitative evaluation of strategies for erosion control on a railway embankment batter. **Hydrol. Process.** 15: 3249-3268

Hudson, N.W. 1964. Preview of methods of measuring rainfall characteristics related to soil erosion. **Research Bulletin 1, Dept. of Conservation.** Salisbury. Rhodesia.

Hussein, J., B. Yu, H. Ghadiri, and C. Rose. 2007. Prediction of surface flow hydrology and sediment retention upslope of a vetiver buffer stip. **Journal of Hydrology.** 338: 261-272.

Jagannathan, R., G. Rangaraju, H. Vijiyaraghavan and W.W. Manuel. 2003. Performance of vegetative barriers in conserving Soil and moisture at different levels of planting. Third International Conference on Vetiver. **Vetiver and Water.** P. 250-254

Kinnel, P.I.A.A. 1973. The problem of assessing the erosive power of rainfall from meteorological observations. **Soil Science American Journal**. 37: 617-621.

Laflen, J.M. and W.C. Moldenhauer. 1979. Soil and water lossed from corn – soybean rotation. **Soil Science American Journal.** 43: 1213 – 1215.

Laflen, J.M., G.R. Foster and C.A. Onstad. 1990. **Computation of USLE R and C – factor for simulation individual stom soil loss.** 125-137.

Martinez ray, A., V. H. Duran Zuazo and J. R. Francia Martinez A. 2006. Soil Erosion and Runoff Response to Plant-Cover Strips on Semiarid Slopes (Se Spain). **Land Degrad. Develop.** 17: 1–11.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Meyer, L.D., S. M. Dabney and W.C. Harmon. 1995. Sediment – trapping effectiveness of stiff-grass hedges. **Transactions of the ASAE.** 38(3): 809-815.

Morgan, R.P.C. 1995. **Soil Erosion and Conservation. 2nd ed.** Longman Group : Har-low.

Owino, J.O., S. F. O. Owido and M.C. Chemelil. 2006. Nutrients in runoff from a clay loam soil protected by narrow grass strips. **Soil & Tillag.** 88: 116–122.

Ramakrishna, A., M. T. Hoang, P. W. Suhas and D. L. Tranh. 2006. Effect of mulch on soil temperature, moisture, weed infestation and yield of groundnut in northern Vietnam. **Field Crops Research.** 95: 115–125.

Rodriguez, O.S. 1997. Hedgerows and mulch as soil conservation measures evaluated under field simulated rainfall. **Soil Technology.** 11: 79-93.

Sharma, N.K., P.N. Sindh, P.C. Tyagi and S.C. Mohan. 1998. Effect of leucana mulch on soil-water use and wheat yield. **Agricultural Water Management.** 35: 191-200

Welle, S., K. Chantawarangul, S. Nontannandh and S. Jantawat. 2006. Effectivness of grass strips as barrier against runoff and soil loss in Jijiga area, nortern part of Somail region, Ethiopia. **Kaseat Journul. Natural Science.** 40: 549–558.

William, M.A. 1969. Prediction of rainfall splash erosion in the seasonally wet tropics. **Nature.** 222: 763 – 769.

Wischmeier, W.H. and D.D. Smith. 1958. Rainfall energy and its relationship to soil loss. **Transactions of American Geophysical Union.** 39: 285 – 291.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Wischmeier, W.H., C.B. Johnson and B.V. Cross. 1971. A soil erodibility nomograph for farmland and construction sites. **Soil and Water Conservation.** 26: 189-193.

Wischmeier, W.H. and D.D. Smith. 1978. Predicting Rainfall Erosion Losses: a Guide to Conservation Planning. **USDA Agricultural.** Handbook No. 537.

WOCAT/FAO. 2000. World Overview of Conservation Approaches and Technologies. CDE WOCAT. **Land and Water Digital Medie Sesier 9 Hailerstrasse 12 CH-3012.** Berne, Switzerland.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ก

ข้อมูลค่าการชะล้างของดิน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก1 แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่แปลงไม่ปกคลุมดิน ที่ความเข้มฝน 30 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

กระป๋อง	เวลา (นาที)	กระป๋อง +ดิน +น้ำ (กรัม)	กระป๋อง + ตะกอน (กรัม)	น้ำ ($ซม^3$)	ตะกอน (กรัม)	ตะกอนท้ายแปลง (ตัน $ชม^{-1}ไร่^{-1}$)	ปริมาณน้ำท้ายแปลง ($ม^3$ $ชม^{-1}ไร่^{-1}$)
1	3	558.83	186.25	372.58	6.53	0.0142	0.808
2	6	627.34	196.37	430.97	6.99	0.0152	0.935
3	9	747.89	195.24	552.65	7.79	0.0169	1.199
4	12	789.24	199.57	589.67	9.11	0.0198	1.279
5	15	787.34	187.97	599.37	9.85	0.0214	1.300
6	18	747.35	195.27	552.08	8.94	0.0194	1.197
7	21	782.71	196.37	586.34	8.01	0.0174	1.272
8	24	799.27	197.87	601.40	9.10	0.0197	1.304
9	27	808.24	195.23	613.01	8.84	0.0192	1.330
10	30	821.02	195.35	625.67	8.23	0.0179	1.357
11	33	792.34	195.78	596.56	9.12	0.0198	1.294
12	36	788.17	197.24	590.93	8.59	0.0186	1.282
13	39	812.58	194.47	618.11	8.41	0.0182	1.341
14	42	824.32	194.24	630.08	8.02	0.0174	1.367
15	45	792.27	196.34	595.93	7.95	0.0172	1.293
16	48	787.38	197.51	589.87	8.42	0.0183	1.279
17	51	794.57	189.42	605.15	7.93	0.0172	1.313
18	54	779.57	195.34	584.23	7.73	0.0168	1.267
19	57	773.98	191.14	582.84	7.53	0.0163	1.264
20	60	765.31	195.68	569.63	7.64	0.0166	1.236

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก2 แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ใบหญ้าแฝกคลุมดิน 400 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 30 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

กระป๋อง	เวลา (นาที)	กระป๋อง +ดิน +น้ำ (กรัม)	กระป๋อง + ตะกอน (กรัม)	น้ำ ($ซม^3$)	ตะกอน (กรัม)	ตะกอนท้ายแปลง (ตัน $ชม^{-1}ไร่^{-1}$)	ปริมาณน้ำท้ายแปลง ($ม^3$ $ชม^{-1}ไร่^{-1}$)
1	3	477.38	186.32	291.06	4.81	0.0104	0.631
2	6	568.31	185.09	383.22	5.36	0.0116	0.831
3	9	689.47	188.04	501.43	6.35	0.0138	1.088
4	12	662.98	194.87	468.11	7.04	0.0153	1.015
5	15	693.67	200.38	493.29	7.1	0.0154	1.070
6	18	721.34	270.84	450.5	6.56	0.0142	0.977
7	21	687.35	246.91	440.44	7.5	0.0163	0.955
8	24	709.34	259.38	449.96	6.81	0.0148	0.976
9	27	712.31	256.19	456.12	7.42	0.0161	0.989
10	30	704.62	269.05	435.57	7.12	0.0154	0.945
11	33	709.35	263.21	446.14	7.76	0.0168	0.968
12	36	699.82	248.35	451.47	8.2	0.0178	0.979
13	39	683.67	241.88	441.79	7.64	0.0166	0.958
14	42	689.34	243.21	446.13	6.99	0.0152	0.968
15	45	693.24	242.86	450.38	7.28	0.0158	0.977
16	48	685.24	242.19	443.05	7.32	0.0159	0.961
17	51	674.32	239.47	434.85	6.7	0.0145	0.943
18	54	698.37	241.44	456.93	6.93	0.0150	0.991
19	57	677.1	240.33	436.77	6.72	0.0146	0.947
20	60	686.14	242.52	443.62	6.47	0.0140	0.962

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก3 แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ใบหญ้าแฝกคลุมดิน 800 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 30 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

กระป๋อง	เวลา (นาที)	กระป๋อง +ดิน +น้ำ (กรัม)	กระป๋อง + ตะกอน (กรัม)	น้ำ ($ซม^3$)	ตะกอน (กรัม)	ตะกอนท้ายแปลง (ตัน $ชม^{-1}ไร่^{-1}$)	ปริมาณน้ำท้ายแปลง ($ม^3$ $ชม^{-1}ไร่^{-1}$)
1	3	452.75	186.39	266.36	4.88	0.0106	0.578
2	6	582.01	185.41	396.6	5.68	0.0123	0.860
3	9	602.84	187.96	414.88	6.27	0.0136	0.900
4	12	608.07	194.18	413.89	6.35	0.0138	0.898
5	15	619.38	199.88	419.5	6.6	0.0143	0.910
6	18	677.21	271.42	405.79	7.14	0.0155	0.880
7	21	704.18	246.28	457.9	6.87	0.0149	0.993
8	24	687.11	260.06	427.05	7.49	0.0162	0.926
9	27	703.83	255.78	448.05	7.01	0.0152	0.972
10	30	692.43	269.17	423.26	7.24	0.0157	0.918
11	33	673.29	261.82	411.47	6.37	0.0138	0.892
12	36	675.29	245.74	429.55	5.59	0.0121	0.932
13	39	686.11	240.05	446.06	5.81	0.0126	0.968
14	42	666.24	242.93	423.31	6.71	0.0146	0.918
15	45	684.05	242.19	441.86	6.61	0.0143	0.958
16	48	671.07	241.12	429.95	6.25	0.0136	0.933
17	51	718.5	239.01	479.49	6.24	0.0135	1.040
18	54	656.91	240.74	416.17	6.23	0.0135	0.903
19	57	726.47	240.55	485.92	6.94	0.0151	1.054
20	60	702.28	242.47	459.81	6.42	0.0139	0.997

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก4 แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ใบหญ้าแฝกคลุมดิน 1200 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 30 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

กระป๋อง	เวลา (นาที)	กระป๋อง +ดิน +น้ำ (กรัม)	กระป๋อง + ตะกอน (กรัม)	น้ำ ($ซม^3$)	ตะกอน (กรัม)	ตะกอนท้ายแปลง (ตัน $ชม^{-1}ไร่^{-1}$)	ปริมาณน้ำท้ายแปลง ($ม^3$ $ชม^{-1}ไร่^{-1}$)
1	3	461.46	185.88	275.58	4.37	0.0095	0.598
2	6	531.48	184.64	346.84	4.91	0.0106	0.752
3	9	563.18	188.04	375.14	6.35	0.0138	0.814
4	12	543.79	195.12	348.67	7.29	0.0158	0.756
5	15	583.76	199.92	383.84	6.64	0.0144	0.833
6	18	611.01	271.55	339.46	7.27	0.0158	0.736
7	21	591.73	245.19	346.54	5.78	0.0125	0.752
8	24	593.14	259.47	333.67	6.9	0.0150	0.724
9	27	608.43	255.08	353.35	6.31	0.0137	0.766
10	30	611.14	267.79	343.35	5.86	0.0127	0.745
11	33	628.75	262.23	366.52	6.78	0.0147	0.795
12	36	619.24	246.44	372.8	6.29	0.0136	0.809
13	39	598.27	240.75	357.52	6.51	0.0141	0.775
14	42	573.18	242.11	331.07	5.89	0.0128	0.718
15	45	573.81	241.29	332.52	5.71	0.0124	0.721
16	48	587.28	241.16	346.12	6.29	0.0136	0.751
17	51	614.18	238.41	375.77	5.64	0.0122	0.815
18	54	602.38	240.27	362.11	5.76	0.0125	0.785
19	57	599.37	239.09	360.28	5.48	0.0119	0.781
20	60	607.15	242.07	365.08	6.02	0.0131	0.792

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก5 แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ใบหญ้าแฝกคลุมดิน 1600 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 30 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

กระป๋อง	เวลา (นาที)	กระป๋อง +ดิน +น้ำ (กรัม)	กระป๋อง + ตะกอน (กรัม)	น้ำ ($ซม^3$)	ตะกอน (กรัม)	ตะกอนท้ายแปลง (ตัน $ชม^{-1}ไร่^{-1}$)	ปริมาณน้ำท้ายแปลง ($ม^3$ $ชม^{-1}ไร่^{-1}$)
1	3	422.85	186.07	236.78	4.56	0.0099	0.514
2	6	486.12	184.56	301.56	4.83	0.0105	0.654
3	9	528.79	187.4	341.39	5.71	0.0124	0.740
4	12	543.24	194.26	348.98	6.43	0.0139	0.757
5	15	576.27	198.84	377.43	5.56	0.0121	0.819
6	18	584.28	270.17	314.11	5.89	0.0128	0.681
7	21	568.22	244.87	323.35	5.46	0.0118	0.701
8	24	577.21	258.44	318.77	5.87	0.0127	0.691
9	27	561.85	254.15	307.7	5.38	0.0117	0.667
10	30	587.07	268.46	318.61	6.53	0.0142	0.691
11	33	569.31	260.88	308.43	5.43	0.0118	0.669
12	36	576.18	246.11	330.07	5.96	0.0129	0.716
13	39	595.41	239.27	356.14	5.03	0.0109	0.772
14	42	565.12	241.28	323.84	5.06	0.0110	0.702
15	45	578.38	240.45	337.93	4.87	0.0106	0.733
16	48	567.61	239.71	327.9	4.84	0.0105	0.711
17	51	589.1	238.09	351.01	5.32	0.0115	0.761
18	54	576.87	239.71	337.16	5.2	0.0113	0.731
19	57	551.23	238.71	312.52	5.1	0.0111	0.678
20	60	562.27	240.64	321.63	4.59	0.0100	0.698

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก6 แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ใบหญ้าแฝกคลุมดิน 2000 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 30 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

กระป๋อง	เวลา (นาที)	กระป๋อง +ดิน +น้ำ (กรัม)	กระป๋อง + ตะกอน (กรัม)	น้ำ ($ซม^3$)	ตะกอน (กรัม)	ตะกอนท้ายแปลง (ตัน $ซม^{-1}ไร่^{-1}$)	ปริมาณน้ำท้ายแปลง ($ม^3$ $ซม^{-1}ไร่^{-1}$)
1	3	403.74	185.07	218.67	3.56	0.0077	0.474
2	6	438.04	184.28	253.76	4.55	0.0099	0.550
3	9	460.42	187.49	272.93	5.8	0.0126	0.592
4	12	482.34	193.75	288.59	5.92	0.0128	0.626
5	15	502.87	199.38	303.49	6.1	0.0132	0.658
6	18	533.25	270.21	263.04	5.93	0.0129	0.571
7	21	522.83	245.02	277.81	5.61	0.0122	0.603
8	24	528.84	257.61	271.23	5.04	0.0109	0.588
9	27	516.79	254.23	262.56	5.46	0.0118	0.569
10	30	501.72	267.18	234.54	5.25	0.0114	0.509
11	33	510.42	261.48	248.94	6.03	0.0131	0.540
12	36	498.12	245.45	252.67	5.3	0.0115	0.548
13	39	500.34	240.19	260.15	5.95	0.0129	0.564
14	42	502.28	242.32	259.96	6.1	0.0132	0.564
15	45	486.32	239.76	246.56	4.18	0.0091	0.535
16	48	487.18	239.07	248.11	4.2	0.0091	0.538
17	51	462.53	238.15	224.38	5.38	0.0117	0.487
18	54	457.87	239.37	218.5	4.86	0.0105	0.474
19	57	465.83	238.1	227.73	4.49	0.0097	0.494
20	60	465.41	240.59	224.82	4.54	0.0098	0.488

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก7 แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ใบอ้อยคลุมดิน 400 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 30 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

กระป๋อง	เวลา (นาที)	กระป๋อง +ดิน +น้ำ (กรัม)	กระป๋อง + ตะกอน (กรัม)	น้ำ ($ซม^3$)	ตะกอน (กรัม)	ตะกอนท้ายแปลง (ตัน $ชม^{-1}ไร่^{-1}$)	ปริมาณน้ำท้ายแปลง ($ม^3$ $ชม^{-1}ไร่^{-1}$)
21	3	467.42	192.57	274.85	5.91	0.0128	0.596
22	6	585.32	195.09	390.23	6.44	0.0140	0.846
23	9	634.58	193.57	441.01	7.51	0.0163	0.957
24	12	682.39	194.26	488.13	8.04	0.0174	1.059
25	15	689.21	196.38	492.83	7.99	0.0173	1.069
26	18	689.24	196.74	492.5	7.65	0.0166	1.068
27	21	652.38	188.36	464.02	6.87	0.0149	1.006
28	24	695.87	194.82	501.05	7.21	0.0156	1.087
29	27	635.17	190.55	444.62	6.94	0.0151	0.964
30	30	683.36	195.22	488.14	7.18	0.0156	1.059
31	33	699.34	241.58	457.76	7.37	0.0160	0.993
32	36	673.88	261.24	412.64	7.12	0.0154	0.895
33	39	682.31	251.01	431.3	7.68	0.0167	0.935
34	42	663.29	251.94	411.35	7.82	0.0170	0.892
35	45	673.58	259.32	414.26	7.44	0.0161	0.899
36	48	678.55	251.38	427.17	7.09	0.0154	0.927
37	51	668.34	246.37	421.97	7.19	0.0156	0.915
38	54	662.33	252.08	410.25	6.41	0.0139	0.890
39	57	659.38	257.19	402.19	6.08	0.0132	0.872
40	60	661.37	240.65	420.72	6.54	0.0142	0.913

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก8 แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ใบอ้อยคลุมดิน 800 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 30 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

กระป๋อง	เวลา (นาที)	กระป๋อง +ดิน +น้ำ (กรัม)	กระป๋อง + ตะกอน (กรัม)	น้ำ ($ซม^3$)	ตะกอน (กรัม)	ตะกอนท้ายแปลง (ตัน $ชม^{-1}ไร่^{-1}$)	ปริมาณน้ำท้ายแปลง ($ม^3$ $ชม^{-1}ไร่^{-1}$)
21	3	433.62	190.74	242.88	4.08	0.0088	0.527
22	6	562.37	194.05	368.32	5.4	0.0117	0.799
23	9	658.42	192.57	465.85	6.51	0.0141	1.010
24	12	604.38	193.06	411.32	6.84	0.0148	0.892
25	15	625.26	195.27	429.99	6.88	0.0149	0.933
26	18	648.75	196.37	452.38	7.28	0.0158	0.981
27	21	657.3	188.24	469.06	6.75	0.0146	1.017
28	24	642.31	194.89	447.42	7.28	0.0158	0.970
29	27	644.82	190.77	454.05	7.16	0.0155	0.985
30	30	628.36	195.21	433.15	7.17	0.0156	0.940
31	33	699.84	241.16	458.68	6.95	0.0151	0.995
32	36	722.14	261.33	460.81	7.21	0.0156	0.999
33	39	712.72	249.91	462.81	6.58	0.0143	1.004
34	42	699.21	251.13	448.08	7.01	0.0152	0.972
35	45	703.52	259.15	444.37	7.27	0.0158	0.964
36	48	692.19	251.43	440.76	7.14	0.0155	0.956
37	51	721.84	245.44	476.4	6.26	0.0136	1.033
38	54	709.63	252.84	456.79	7.17	0.0156	0.991
39	57	701.72	257.38	444.34	6.27	0.0136	0.964
40	60	710.48	240.14	470.34	6.03	0.0131	1.020

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก9 แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ใบอ้อยคลุมดิน 1200 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 30 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

กระป๋อง	เวลา (นาที)	กระป๋อง +ดิน +น้ำ (กรัม)	กระป๋อง + ตะกอน (กรัม)	น้ำ ($ซม^3$)	ตะกอน (กรัม)	ตะกอนท้ายแปลง (ตัน $ซม^{-1}ไร่^{-1}$)	ปริมาณน้ำท้ายแปลง ($ม^3$ $ซม^{-1}ไร่^{-1}$)
21	3	464.28	190.04	274.24	3.38	0.0073	0.595
22	6	501.47	193.41	308.06	4.76	0.0103	0.668
23	9	547.19	192.45	354.74	6.39	0.0139	0.769
24	12	565.11	192.82	372.29	6.6	0.0143	0.807
25	15	555.62	195.71	359.91	7.32	0.0159	0.781
26	18	542.18	196.29	345.89	7.2	0.0156	0.750
27	21	562.11	188.14	373.97	6.65	0.0144	0.811
28	24	539.83	194.06	345.77	6.45	0.0140	0.750
29	27	569.34	190.21	379.13	6.6	0.0143	0.822
30	30	549.18	195.07	354.11	7.03	0.0152	0.768
31	33	602.24	240.49	361.75	6.28	0.0136	0.785
32	36	627.31	260.77	366.54	6.65	0.0144	0.795
33	39	647.18	250.23	396.95	6.9	0.0150	0.861
34	42	631.84	250.09	381.75	5.97	0.0129	0.828
35	45	627.77	258.11	369.66	6.23	0.0135	0.802
36	48	642.19	251.16	391.03	6.87	0.0149	0.848
37	51	638.58	245.44	393.14	6.26	0.0136	0.853
38	54	634.82	251.63	383.19	5.96	0.0129	0.831
39	57	609.42	256.73	352.69	5.62	0.0122	0.765
40	60	621.86	240.01	381.85	5.9	0.0128	0.828

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก10 แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ใบอ้อยคลุมดิน 1600 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 30 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

กระป๋อง	เวลา (นาที)	กระป๋อง +ดิน +น้ำ (กรัม)	กระป๋อง + ตะกอน (กรัม)	น้ำ ($ซม^3$)	ตะกอน (กรัม)	ตะกอนท้ายแปลง (ตัน $ชม^{-1}ไร่^{-1}$)	ปริมาณน้ำท้ายแปลง ($ม^3$ $ชม^{-1}ไร่^{-1}$)
21	3	421.58	190.87	230.71	4.21	0.0091	0.500
22	6	538.94	194.28	344.66	5.63	0.0122	0.748
23	9	567.92	192.74	375.18	6.68	0.0145	0.814
24	12	579.38	192.45	386.93	6.23	0.0135	0.839
25	15	526.98	195.08	331.9	6.69	0.0145	0.720
26	18	538.79	194.98	343.81	5.89	0.0128	0.746
27	21	540.22	187.78	352.44	6.29	0.0136	0.764
28	24	526.93	193.72	333.21	6.11	0.0133	0.723
29	27	561.85	189.18	372.67	5.57	0.0121	0.808
30	30	543.91	194.03	349.88	5.99	0.0130	0.759
31	33	584.08	239.71	344.37	5.5	0.0119	0.747
32	36	574.27	259.86	314.41	5.74	0.0125	0.682
33	39	583.28	249.06	334.22	5.73	0.0124	0.725
34	42	591.47	249.17	342.3	5.05	0.0110	0.742
35	45	587.59	257.37	330.22	5.49	0.0119	0.716
36	48	579.1	250.13	328.97	5.84	0.0127	0.714
37	51	566.88	244.85	322.03	5.67	0.0123	0.698
38	54	581.09	251.75	329.34	6.08	0.0132	0.714
39	57	576.08	256.79	319.29	5.68	0.0123	0.693
40	60	556.84	239.78	317.06	5.67	0.0123	0.688

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก11 แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ใบอ้อยคลุมดิน 2000 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 30 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

กระป๋อง	เวลา (นาที)	กระป๋อง +ดิน +น้ำ (กรัม)	กระป๋อง + ตะกอน (กรัม)	น้ำ ($ซม^3$)	ตะกอน (กรัม)	ตะกอนท้ายแปลง (ตัน $ชม^{-1}ไร่^{-1}$)	ปริมาณน้ำท้ายแปลง ($ม^3$ $ชม^{-1}ไร่^{-1}$)
21	3	389.17	190.14	199.03	3.48	0.0075	0.432
22	6	412.08	192.75	219.33	4.1	0.0089	0.476
23	9	438.75	191.84	246.91	5.78	0.0125	0.536
24	12	456.81	192.21	264.6	5.99	0.0130	0.574
25	15	468.28	194.34	273.94	5.95	0.0129	0.594
26	18	453.27	194.81	258.46	5.72	0.0124	0.561
27	21	501.68	186.95	314.73	5.46	0.0118	0.683
28	24	494.96	192.73	302.23	5.12	0.0111	0.656
29	27	524.69	189.09	335.6	5.48	0.0119	0.728
30	30	517.45	192.77	324.68	4.73	0.0103	0.704
31	33	508.39	239.43	268.96	5.22	0.0113	0.583
32	36	491.28	259.43	231.85	5.31	0.0115	0.503
33	39	503.38	248.5	254.88	5.17	0.0112	0.553
34	42	497.78	248.98	248.8	4.86	0.0105	0.540
35	45	485.45	256.44	229.01	4.56	0.0099	0.497
36	48	476.24	249.16	227.08	4.87	0.0106	0.493
37	51	482.71	244.24	238.47	5.06	0.0110	0.517
38	54	496.35	250.65	245.7	4.98	0.0108	0.533
39	57	497.18	255.2	241.98	4.09	0.0089	0.525
40	60	483.41	239.34	244.07	5.23	0.0113	0.529

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก12 แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ฟางข้าวคลุมดิน 400 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 30 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

กระป๋อง	เวลา (นาที)	กระป๋อง +ดิน +น้ำ (กรัม)	กระป๋อง + ตะกอน (กรัม)	น้ำ ($ซม^3$)	ตะกอน (กรัม)	ตะกอนท้ายแปลง (ตัน $ชม^{-1}ไร่^{-1}$)	ปริมาณน้ำท้ายแปลง ($ม^3$ $ชม^{-1}ไร่^{-1}$)
21	3	498.24	185.37	312.87	5.65	0.0123	0.679
22	6	567.27	195.85	371.42	6.47	0.0140	0.806
23	9	657.87	194.21	463.66	6.76	0.0147	1.006
24	12	652.37	198.24	454.13	7.78	0.0169	0.985
25	15	624.78	185.21	439.57	7.09	0.0154	0.953
26	18	679.48	193.47	486.01	7.14	0.0155	1.054
27	21	663.27	195.74	467.53	7.38	0.0160	1.014
28	24	682.39	197.23	485.16	8.46	0.0183	1.052
29	27	684.24	193.57	490.67	7.26	0.0157	1.064
30	30	692.57	195.35	497.22	8.16	0.0177	1.078
31	33	685.37	266.88	418.49	7.45	0.0162	0.908
32	36	698.96	243.24	455.72	7.81	0.0169	0.988
33	39	679.38	259.81	419.57	7.48	0.0162	0.910
34	42	687.24	262.35	424.89	6.24	0.0135	0.922
35	45	682.22	244.86	437.36	7.05	0.0153	0.949
36	48	683.24	256.37	426.87	7.26	0.0157	0.926
37	51	687.98	248.37	439.61	6.48	0.0141	0.954
38	54	702.24	252.08	450.16	6.75	0.0146	0.976
39	57	683.69	261.34	422.35	6.37	0.0138	0.916
40	60	697.33	246.38	450.95	6.82	0.0148	0.978

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก13 แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ฟางข้าวคลุมดิน 800 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 30 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

กระป๋อง	เวลา (นาที)	กระป๋อง +ดิน +น้ำ (กรัม)	กระป๋อง + ตะกอน (กรัม)	น้ำ ($ซม^3$)	ตะกอน (กรัม)	ตะกอนท้ายแปลง (ตัน $ซม^{-1}ไร่^{-1}$)	ปริมาณน้ำท้ายแปลง ($ม^3$ $ซม^{-1}ไร่^{-1}$)
41	3	422.37	183.97	238.4	4.25	0.0092	0.517
42	6	574.38	194.39	379.99	5.01	0.0109	0.824
43	9	625.44	193.78	431.66	6.33	0.0137	0.936
44	12	648.62	197.37	451.25	6.91	0.0150	0.979
45	15	638.27	185.24	453.03	7.12	0.0154	0.983
46	18	628.39	194.38	434.01	8.05	0.0175	0.941
47	21	633.21	195.31	437.9	6.95	0.0151	0.950
48	24	626.28	195.39	430.89	6.62	0.0144	0.935
49	27	647.92	193.42	454.5	7.11	0.0154	0.986
50	30	653.07	194.14	458.93	6.95	0.0151	0.995
51	33	702.35	265.72	436.63	6.29	0.0136	0.947
52	36	724.35	242.51	481.84	7.08	0.0154	1.045
53	39	692.38	259.34	433.04	7.01	0.0152	0.939
54	42	712.38	263.22	449.16	7.11	0.0154	0.974
55	45	700.89	245.27	455.62	7.46	0.0162	0.988
56	48	711.93	256.3	455.63	7.19	0.0156	0.988
57	51	709.32	248.26	461.06	6.37	0.0138	1.000
58	54	728.35	251.88	476.47	6.55	0.0142	1.033
59	57	722.37	261.29	461.08	6.32	0.0137	1.000
60	60	694.32	245.94	448.38	6.38	0.0138	0.973

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก14 แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ฟางข้าวคลุมดิน 1200 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 30 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

กระป๋อง	เวลา (นาที)	กระป๋อง +ดิน +น้ำ (กรัม)	กระป๋อง + ตะกอน (กรัม)	น้ำ ($ซม^3$)	ตะกอน (กรัม)	ตะกอนท้ายแปลง (ตัน $ชม^{-1}ไร่^{-1}$)	ปริมาณน้ำท้ายแปลง ($ม^3$ $ชม^{-1}ไร่^{-1}$)
41	3	464.28	190.04	274.24	3.38	0.0073	0.595
42	6	501.47	193.41	308.06	4.76	0.0103	0.668
43	9	547.19	192.45	354.74	6.39	0.0139	0.769
44	12	565.11	192.82	372.29	6.6	0.0143	0.807
45	15	555.62	195.71	359.91	7.32	0.0159	0.781
46	18	542.18	196.29	345.89	7.2	0.0156	0.750
47	21	562.11	188.14	373.97	6.65	0.0144	0.811
48	24	539.83	194.06	345.77	6.45	0.0140	0.750
49	27	569.34	190.21	379.13	6.6	0.0143	0.822
50	30	549.18	195.07	354.11	7.03	0.0152	0.768
51	33	602.24	240.49	361.75	6.28	0.0136	0.785
52	36	627.31	260.77	366.54	6.65	0.0144	0.795
53	39	647.18	250.23	396.95	6.9	0.0150	0.861
54	42	631.84	250.09	381.75	5.97	0.0129	0.828
55	45	627.77	258.11	369.66	6.23	0.0135	0.802
56	48	642.19	251.16	391.03	6.87	0.0149	0.848
57	51	638.58	245.44	393.14	6.26	0.0136	0.853
58	54	634.82	251.63	383.19	5.96	0.0129	0.831
59	57	609.42	256.73	352.69	5.62	0.0122	0.765
60	60	621.86	240.01	381.85	5.9	0.0128	0.828

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก15 แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ฟางข้าวคลุมดิน 1600 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 30 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

กระป๋อง	เวลา (นาที)	กระป๋อง +ดิน +น้ำ (กรัม)	กระป๋อง + ตะกอน (กรัม)	น้ำ ($ซม^3$)	ตะกอน (กรัม)	ตะกอนท้ายแปลง (ตัน $ซม^{-1}ไร่^{-1}$)	ปริมาณน้ำท้ายแปลง ($ม^3$ $ซม^{-1}ไร่^{-1}$)
41	3	443.28	184.11	259.17	4.39	0.0095	0.562
42	6	548.19	195.74	352.45	6.36	0.0138	0.764
43	9	566.87	194.27	372.6	6.82	0.0148	0.808
44	12	542.89	196.79	346.1	6.33	0.0137	0.751
45	15	567.45	185.07	382.38	6.95	0.0151	0.829
46	18	558.29	192.13	366.16	5.8	0.0126	0.794
47	21	542.16	194.19	347.97	5.83	0.0126	0.755
48	24	542.86	194.95	347.91	6.18	0.0134	0.755
49	27	570.29	192.48	377.81	6.17	0.0134	0.819
50	30	563.81	193.05	370.76	5.86	0.0127	0.804
51	33	601.24	265.34	335.9	5.91	0.0128	0.729
52	36	608.19	240.74	367.45	5.31	0.0115	0.797
53	39	599.08	258.23	340.85	5.9	0.0128	0.739
54	42	583.17	261.48	321.69	5.37	0.0116	0.698
55	45	591.07	243.17	347.9	5.36	0.0116	0.755
56	48	582.96	254.76	328.2	5.65	0.0123	0.712
57	51	596.37	247.84	348.53	5.95	0.0129	0.756
58	54	579.64	250.16	329.48	4.83	0.0105	0.715
59	57	568.35	260.42	307.93	5.45	0.0118	0.668
60	60	571.54	244.75	326.79	5.19	0.0113	0.709

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก16 แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ฟางข้าวคลุมดิน 2000 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 30 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

กระป๋อง	เวลา (นาที)	กระป๋อง +ดิน +น้ำ (กรัม)	กระป๋อง + ตะกอน (กรัม)	น้ำ ($ซม^3$)	ตะกอน (กรัม)	ตะกอนท้ายแปลง (ตัน $ซม^{-1}ไร่^{-1}$)	ปริมาณน้ำท้ายแปลง ($ม^3$ $ซม^{-1}ไร่^{-1}$)
41	3	389.17	190.14	199.03	3.48	0.0075	0.432
42	6	412.08	192.75	219.33	4.1	0.0089	0.476
43	9	438.75	191.84	246.91	5.78	0.0125	0.536
44	12	456.81	192.21	264.6	5.99	0.0130	0.574
45	15	468.28	194.34	273.94	5.95	0.0129	0.594
46	18	453.27	194.81	258.46	5.72	0.0124	0.561
47	21	501.68	186.95	314.73	5.46	0.0118	0.683
48	24	494.96	192.73	302.23	5.12	0.0111	0.656
49	27	524.69	189.09	335.6	5.48	0.0119	0.728
50	30	517.45	192.77	324.68	4.73	0.0103	0.704
51	33	508.39	239.43	268.96	5.22	0.0113	0.583
52	36	491.28	259.43	231.85	5.31	0.0115	0.503
53	39	503.38	248.5	254.88	5.17	0.0112	0.553
54	42	497.78	248.98	248.8	4.86	0.0105	0.540
55	45	485.45	256.44	229.01	4.56	0.0099	0.497
56	48	476.24	249.16	227.08	4.87	0.0106	0.493
57	51	482.71	244.24	238.47	5.06	0.0110	0.517
58	54	496.35	250.65	245.7	4.98	0.0108	0.533
59	57	497.18	255.2	241.98	4.09	0.0089	0.525
60	60	483.41	239.34	244.07	5.23	0.0113	0.529

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก17 แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่แปลงไม่ปกคลุมดิน ที่ความเข้มฝน 50 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

กระป๋อง	เวลา (นาที)	กระป๋อง +ดิน +น้ำ (กรัม)	กระป๋อง + ตะกอน (กรัม)	น้ำ ($ซม^3$)	ตะกอน (กรัม)	ตะกอนท้ายแปลง (ตัน $ซม^{-1}ไร่^{-1}$)	ปริมาณน้ำท้ายแปลง ($ม^3$ $ซม^{-1}ไร่^{-1}$)
1	3	725.52	186.53	538.99	6.81	0.0148	1.169
2	6	867.09	197.67	669.42	8.29	0.0180	1.452
3	9	925.52	199.09	726.43	11.64	0.0252	1.576
4	12	950.58	203.08	747.50	12.62	0.0274	1.621
5	15	911.86	188.97	722.89	10.85	0.0235	1.568
6	18	968.96	197.69	771.27	11.36	0.0246	1.673
7	21	914.31	200.26	714.05	11.90	0.0258	1.549
8	24	925.88	199.29	726.59	10.52	0.0228	1.576
9	27	945.76	197.57	748.19	11.18	0.0242	1.623
10	30	943.49	197.82	745.67	10.70	0.0232	1.617
11	33	964.54	198.31	766.23	11.65	0.0253	1.662
12	36	904.35	200.09	704.26	11.44	0.0248	1.528
13	39	898.87	196.89	701.98	10.83	0.0235	1.523
14	42	942.92	197.25	745.67	11.03	0.0239	1.617
15	45	891.71	199.07	692.64	10.68	0.0232	1.502
16	48	926.04	199.23	726.81	10.14	0.0220	1.576
17	51	913.96	192.13	721.83	10.64	0.0231	1.566
18	54	909.39	198.16	711.23	10.55	0.0229	1.543
19	57	893.75	194.14	699.61	10.53	0.0228	1.517
20	60	917.57	198.51	719.06	10.47	0.0227	1.560

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก18 แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ใบหญ้าแฝกคลุมดิน 400 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 50 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

กระป๋อง	เวลา (นาที)	กระป๋อง +ดิน +น้ำ (กรัม)	กระป๋อง + ตะกอน (กรัม)	น้ำ ($ซม^3$)	ตะกอน (กรัม)	ตะกอนท้ายแปลง (ตัน $ซม^{-1}ไร่^{-1}$)	ปริมาณน้ำท้ายแปลง ($ม^3$ $ซม^{-1}ไร่^{-1}$)
1	3	650.92	187.42	463.5	5.91	0.0128	1.005
2	6	680.79	186.98	493.81	7.25	0.0157	1.071
3	9	789.47	190.18	599.29	8.49	0.0184	1.300
4	12	789.81	196.26	593.55	8.43	0.0183	1.287
5	15	792.65	201.74	590.91	8.46	0.0183	1.282
6	18	887.34	273.23	614.11	8.95	0.0194	1.332
7	21	834.67	248.32	586.35	8.91	0.0193	1.272
8	24	849.35	261.58	587.77	9.01	0.0195	1.275
9	27	879.32	257.89	621.43	9.12	0.0198	1.348
10	30	867.99	270.81	597.18	8.88	0.0193	1.295
11	33	841.34	264.37	576.97	8.92	0.0193	1.251
12	36	857.11	249.44	607.67	9.29	0.0202	1.318
13	39	827.84	243.21	584.63	8.97	0.0195	1.268
14	42	810.87	245.06	565.81	8.84	0.0192	1.227
15	45	774.82	244.46	530.36	8.88	0.0193	1.150
16	48	776.44	243.68	532.76	8.81	0.0191	1.156
17	51	787.36	242.21	545.15	9.44	0.0205	1.182
18	54	794.32	243.56	550.76	9.05	0.0196	1.195
19	57	807.11	243.33	563.78	9.72	0.0211	1.223
20	60	781.54	245.52	536.02	9.47	0.0205	1.163

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก19 แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ใบหญ้าแฝกคลุมดิน 800 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 50 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

กระป๋อง	เวลา (นาที)	กระป๋อง +ดิน +น้ำ (กรัม)	กระป๋อง + ตะกอน (กรัม)	น้ำ ($ซม^3$)	ตะกอน (กรัม)	ตะกอนท้ายแปลง (ตัน $ชม^{-1}ไร่^{-1}$)	ปริมาณน้ำท้ายแปลง ($ม^3$ $ชม^{-1}ไร่^{-1}$)
1	3	537.49	187.44	350.05	5.93	0.0129	0.759
2	6	586.72	187.01	399.71	7.28	0.0158	0.867
3	9	649.37	189.76	459.61	8.07	0.0175	0.997
4	12	639.52	195.82	443.7	7.99	0.0173	0.962
5	15	669.25	201.23	468.02	7.95	0.0172	1.015
6	18	761.23	272.42	488.81	8.14	0.0177	1.060
7	21	734.32	247.45	486.87	8.04	0.0174	1.056
8	24	732.11	260.83	471.28	8.26	0.0179	1.022
9	27	743.87	256.58	487.29	7.81	0.0169	1.057
10	30	756.43	270.19	486.24	8.26	0.0179	1.055
11	33	781.33	263.86	517.47	8.41	0.0182	1.122
12	36	755.49	248.44	507.05	8.29	0.0180	1.100
13	39	744.18	242.27	501.91	8.03	0.0174	1.089
14	42	703.65	244.83	458.82	8.61	0.0187	0.995
15	45	724.05	243.89	480.16	8.31	0.0180	1.041
16	48	741.79	243.12	498.67	8.25	0.0179	1.082
17	51	718.56	241.37	477.19	8.6	0.0187	1.035
18	54	756.91	242.74	514.17	8.23	0.0179	1.115
19	57	746.49	242.15	504.34	8.54	0.0185	1.094
20	60	732.88	244.17	488.71	8.12	0.0176	1.060

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก20 แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ใบหญ้าแฝกคลุมดิน 1200 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 50 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

กระป๋อง	เวลา (นาที)	กระป๋อง +ดิน +น้ำ (กรัม)	กระป๋อง + ตะกอน (กรัม)	น้ำ ($ซม^3$)	ตะกอน (กรัม)	ตะกอนท้ายแปลง (ตัน $ชม^{-1}ไร่^{-1}$)	ปริมาณน้ำท้ายแปลง ($ม^3$ $ชม^{-1}ไร่^{-1}$)
1	3	518.61	186.77	331.84	5.26	0.0114	0.720
2	6	625.96	186.72	439.24	6.99	0.0152	0.953
3	9	626.21	188.66	437.55	6.97	0.0151	0.949
4	12	623.26	195.05	428.21	7.22	0.0157	0.929
5	15	625.62	200.41	425.21	7.13	0.0155	0.922
6	18	628.84	272.21	356.63	7.93	0.0172	0.774
7	21	635.68	246.54	389.14	7.13	0.0155	0.844
8	24	635.75	259.54	376.21	6.97	0.0151	0.816
9	27	626.26	255.87	370.39	7.1	0.0154	0.803
10	30	643.32	268.79	374.53	6.86	0.0149	0.812
11	33	657.72	263.23	394.49	7.78	0.0169	0.856
12	36	643.44	247.21	396.23	7.06	0.0153	0.859
13	39	632.12	241.36	390.76	7.12	0.0154	0.848
14	42	640.89	243.23	397.66	7.01	0.0152	0.863
15	45	641.76	243.32	398.44	7.74	0.0168	0.864
16	48	649.23	242.24	406.99	7.37	0.0160	0.883
17	51	652.23	239.86	412.37	7.09	0.0154	0.894
18	54	651.72	241.71	410.01	7.2	0.0156	0.889
19	57	643.23	240.56	402.67	6.95	0.0151	0.873
20	60	646.71	243.22	403.49	7.17	0.0156	0.875

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก21 แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ใบหญ้าแฝกคลุมดิน 1600 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 50 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

กระป๋อง	เวลา (นาที)	กระป๋อง +ดิน +น้ำ (กรัม)	กระป๋อง + ตะกอน (กรัม)	น้ำ ($ซม^3$)	ตะกอน (กรัม)	ตะกอนท้ายแปลง (ตัน $ชม^{-1}ไร่^{-1}$)	ปริมาณน้ำท้ายแปลง ($ม^3$ $ชม^{-1}ไร่^{-1}$)
1	**3**	**453.83**	**185.67**	**268.16**	**4.16**	**0.0090**	**0.582**
2	6	523.51	184.68	338.83	4.95	0.0107	0.735
3	9	549.66	186.89	362.77	5.2	0.0113	0.787
4	12	569.28	193.47	375.81	5.64	0.0122	0.815
5	15	583.47	199.54	383.93	6.26	0.0136	0.833
6	18	596.61	269.94	326.67	5.66	0.0123	0.709
7	21	596.21	245.53	350.68	6.12	0.0133	0.761
8	24	586.02	258.58	327.44	6.01	0.0130	0.710
9	27	579.23	255.58	323.65	6.81	0.0148	0.702
10	30	587.07	268.76	318.31	6.83	0.0148	0.690
11	33	572.01	261.81	310.2	6.36	0.0138	0.673
12	36	586.17	246.81	339.36	6.66	0.0144	0.736
13	39	575.41	240.49	334.92	6.25	0.0136	0.726
14	42	585.12	242.76	342.36	6.54	0.0142	0.743
15	45	568.38	242.11	326.27	6.53	0.0142	0.708
16	48	557.61	240.84	316.77	5.97	0.0129	0.687
17	51	569.19	238.59	330.6	5.82	0.0126	0.717
18	54	556.87	241.05	315.82	6.54	0.0142	0.685
19	57	551.47	239.7	311.77	6.09	0.0132	0.676
20	60	562.27	242.64	319.63	6.59	0.0143	0.693

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก22 แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ใบหญ้าแฝกคลุมดิน 2000 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 50 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

กระป๋อง	เวลา (นาที)	กระป๋อง +ดิน +น้ำ (กรัม)	กระป๋อง + ตะกอน (กรัม)	น้ำ ($ซม^3$)	ตะกอน (กรัม)	ตะกอนท้ายแปลง (ตัน $ซม^{-1}ไร่^{-1}$)	ปริมาณน้ำท้ายแปลง ($ม^3$ $ซม^{-1}ไร่^{-1}$)
1	3	422.1	185.62	236.48	4.11	0.0089	0.513
2	6	496.22	184.88	311.34	5.15	0.0112	0.675
3	9	560.53	187.76	372.77	6.07	0.0132	0.809
4	12	540.86	193.85	347.01	6.02	0.0131	0.753
5	15	540.86	198.97	341.89	5.69	0.0123	0.742
6	18	587.52	269.95	317.57	5.67	0.0123	0.689
7	21	562.84	245.02	317.82	5.61	0.0122	0.689
8	24	582.25	258.71	323.54	6.14	0.0133	0.702
9	27	586.79	254.73	332.06	5.96	0.0129	0.720
10	30	581.72	267.88	313.84	5.95	0.0129	0.681
11	33	570.42	260.98	309.44	5.53	0.0120	0.671
12	36	578.12	245.74	332.38	5.59	0.0121	0.721
13	39	580.76	239.59	341.17	5.35	0.0116	0.740
14	42	542.28	241.94	300.34	5.72	0.0124	0.651
15	45	576.32	242.06	334.26	6.48	0.0141	0.725
16	48	567.07	240.92	326.15	6.05	0.0131	0.707
17	51	542.53	238.15	304.38	5.38	0.0117	0.660
18	54	547.87	240.44	307.43	5.93	0.0129	0.667
19	57	565.25	239.06	326.19	5.45	0.0118	0.708
20	60	545.22	241.94	303.28	5.89	0.0128	0.658

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก23 แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ใบอ้อยคลุมดิน 400 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 50 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

กระป๋อง	เวลา (นาที)	กระป๋อง +ดิน +น้ำ (กรัม)	กระป๋อง + ตะกอน (กรัม)	น้ำ ($ซม^3$)	ตะกอน (กรัม)	ตะกอนท้ายแปลง (ตัน $ซม^{-1}ไร่^{-1}$)	ปริมาณน้ำท้ายแปลง ($ม^3$ $ซม^{-1}ไร่^{-1}$)
21	3	664.7	192.65	472.05	5.99	0.0130	1.024
22	6	717.48	196.49	520.99	7.84	0.0170	1.130
23	9	812.49	195.69	616.8	9.63	0.0209	1.338
24	12	829.65	195.85	633.8	9.63	0.0209	1.375
25	15	844.28	197.96	646.32	9.57	0.0208	1.402
26	18	859.99	197.75	662.24	8.66	0.0188	1.436
27	21	835.43	189.92	645.51	8.43	0.0183	1.400
28	24	797.37	197.42	599.95	9.81	0.0213	1.301
29	27	785.96	192.34	593.62	8.73	0.0189	1.288
30	30	855.48	197.22	658.26	9.18	0.0199	1.428
31	33	868.32	243.65	624.67	9.44	0.0205	1.355
32	36	873.44	263.23	610.21	9.11	0.0198	1.324
33	39	826.33	253.28	573.05	9.95	0.0216	1.243
34	42	867.43	253.42	614.01	9.3	0.0202	1.332
35	45	853.45	261.56	591.89	9.68	0.0210	1.284
36	48	831.34	253.43	577.91	9.14	0.0198	1.253
37	51	865.32	249.17	616.15	9.99	0.0217	1.336
38	54	876.34	255.32	621.02	9.65	0.0209	1.347
39	57	897.01	260.43	636.58	9.32	0.0202	1.381
40	60	867.34	243.87	623.47	9.76	0.0212	1.352

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก24 แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ใบอ้อยคลุมดิน 800 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 50 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

กระป๋อง	เวลา (นาที)	กระป๋อง +ดิน +น้ำ (กรัม)	กระป๋อง + ตะกอน (กรัม)	น้ำ ($ซม^3$)	ตะกอน (กรัม)	ตะกอนท้ายแปลง (ตัน $ชม^{-1}ไร่^{-1}$)	ปริมาณน้ำท้ายแปลง ($ม^3$ $ชม^{-1}ไร่^{-1}$)
21	3	515.03	191.75	323.28	5.09	0.0110	0.701
22	6	585.33	195.94	389.39	7.29	0.0158	0.845
23	9	668.31	194.67	473.64	8.61	0.0187	1.027
24	12	665.75	195.09	470.66	8.87	0.0192	1.021
25	15	622.79	197.48	425.31	9.09	0.0197	0.922
26	18	637.69	197.72	439.97	8.63	0.0187	0.954
27	21	646.9	189.63	457.27	8.14	0.0177	0.992
28	24	621.7	196.22	425.48	8.61	0.0187	0.923
29	27	654.88	192.73	462.15	9.12	0.0198	1.002
30	30	649.94	197.23	452.71	9.19	0.0199	0.982
31	33	736.83	242.78	494.05	8.57	0.0186	1.072
32	36	734.32	262.64	471.68	8.52	0.0185	1.023
33	39	745.45	251.91	493.54	8.58	0.0186	1.070
34	42	748.49	252.63	495.86	8.51	0.0185	1.076
35	45	771.19	260.45	510.74	8.57	0.0186	1.108
36	48	732.33	252.92	479.41	8.63	0.0187	1.040
37	51	749.33	247.65	501.68	8.47	0.0184	1.088
38	54	731.09	254.54	476.55	8.87	0.0192	1.034
39	57	728.45	259.78	468.67	8.67	0.0188	1.017
40	60	733.89	242.14	491.75	8.03	0.0174	1.067

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก25 แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ใบอ้อยคลุมดิน 1200 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 50 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

กระป๋อง	เวลา (นาที)	กระป๋อง +ดิน +น้ำ (กรัม)	กระป๋อง + ตะกอน (กรัม)	น้ำ ($ซม^3$)	ตะกอน (กรัม)	ตะกอนท้ายแปลง (ตัน $ชม^{-1}ไร่^{-1}$)	ปริมาณน้ำท้ายแปลง ($ม^3$ $ชม^{-1}ไร่^{-1}$)
21	3	478.85	191.93	286.92	5.27	0.0114	0.622
22	6	519.51	194.74	324.77	6.09	0.0132	0.704
23	9	561.22	193.96	367.26	7.9	0.0171	0.797
24	12	599.1	194.19	404.91	7.97	0.0173	0.878
25	15	552.66	195.45	357.21	7.06	0.0153	0.775
26	18	568.34	197.12	371.22	8.03	0.0174	0.805
27	21	560.15	189.34	370.81	7.85	0.0170	0.804
28	24	590.78	195.39	395.39	7.78	0.0169	0.858
29	27	575.16	191.37	383.79	7.76	0.0168	0.832
30	30	570.15	195.23	374.92	7.19	0.0156	0.813
31	33	655.32	241.32	414	7.11	0.0154	0.898
32	36	671.23	262.15	409.08	8.03	0.0174	0.887
33	39	658.54	251.27	407.27	7.94	0.0172	0.883
34	42	634.23	251.46	382.77	7.34	0.0159	0.830
35	45	654.32	259.32	395	7.44	0.0161	0.857
36	48	661.76	252.35	409.41	8.06	0.0175	0.888
37	51	659.23	246.61	412.62	7.43	0.0161	0.895
38	54	633.23	252.91	380.32	7.24	0.0157	0.825
39	57	619.34	258.44	360.9	7.33	0.0159	0.783
40	60	654.17	241.61	412.56	7.5	0.0163	0.895

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก26 แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ใบอ้อยคลุมดิน 1600 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 50 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

กระป๋อง	เวลา (นาที)	กระป๋อง +ดิน +น้ำ (กรัม)	กระป๋อง + ตะกอน (กรัม)	น้ำ ($ซม^3$)	ตะกอน (กรัม)	ตะกอนท้ายแปลง (ตัน $ซม^{-1}ไร่^{-1}$)	ปริมาณน้ำท้ายแปลง ($ม^3$ $ซม^{-1}ไร่^{-1}$)
21	3	507.61	191.74	315.87	5.08	0.0110	0.685
22	6	584.26	195.29	388.97	6.64	0.0144	0.844
23	9	577.95	192.52	385.43	6.46	0.0140	0.836
24	12	557.46	193.04	364.42	6.82	0.0148	0.790
25	15	548.97	195.62	353.35	7.23	0.0157	0.766
26	18	552.58	195.18	357.4	6.09	0.0132	0.775
27	21	564.54	187.81	376.73	6.32	0.0137	0.817
28	24	546.93	194.72	352.21	7.11	0.0154	0.764
29	27	581.85	190.18	391.67	6.57	0.0143	0.850
30	30	553.91	195.12	358.79	7.08	0.0154	0.778
31	33	609.45	241.43	368.02	7.22	0.0157	0.798
32	36	564.49	261.34	303.15	7.22	0.0157	0.658
33	39	578.98	250.39	328.59	7.06	0.0153	0.713
34	42	574.22	251.61	322.61	7.49	0.0162	0.700
35	45	587.98	259.34	328.64	7.46	0.0162	0.713
36	48	567.84	251.15	316.69	6.86	0.0149	0.687
37	51	572.71	245.64	327.07	6.46	0.0140	0.709
38	54	562.91	252.43	310.48	6.76	0.0147	0.673
39	57	579.76	257.45	322.31	6.34	0.0138	0.699
40	60	577.54	240.78	336.76	6.67	0.0145	0.730

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก27 แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ใบอ้อยคลุมดิน 2000 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 50 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

กระป๋อง	เวลา (นาที)	กระป๋อง +ดิน +น้ำ (กรัม)	กระป๋อง + ตะกอน (กรัม)	น้ำ ($ซม^3$)	ตะกอน (กรัม)	ตะกอนท้ายแปลง (ตัน $ซม^{-1}ไร่^{-1}$)	ปริมาณน้ำท้ายแปลง ($ม^3$ $ซม^{-1}ไร่^{-1}$)
21	3	441.84	191.54	250.3	4.88	0.0106	0.543
22	6	492.48	193.73	298.75	5.08	0.0110	0.648
23	9	588.86	192.52	396.34	6.46	0.0140	0.860
24	12	572.67	192.45	380.22	6.23	0.0135	0.825
25	15	531.92	194.84	337.08	6.45	0.0140	0.731
26	18	525.94	195.8	330.14	6.71	0.0146	0.716
27	21	501.68	187.95	313.73	6.46	0.0140	0.680
28	24	544.96	193.83	351.13	6.22	0.0135	0.762
29	27	524.59	190.09	334.5	6.48	0.0141	0.726
30	30	537.45	194.67	342.78	6.63	0.0144	0.743
31	33	578.43	240.63	337.8	6.42	0.0139	0.733
32	36	561.28	259.83	301.45	5.71	0.0124	0.654
33	39	553.59	249.52	304.07	6.19	0.0134	0.660
34	42	567.98	250.95	317.03	6.83	0.0148	0.688
35	45	565.45	258.44	307.01	6.56	0.0142	0.666
36	48	575.88	250.56	325.32	6.27	0.0136	0.706
37	51	582.34	245.53	336.81	6.35	0.0138	0.731
38	54	576.91	251.45	325.46	5.78	0.0125	0.706
39	57	587.34	257.2	330.14	6.09	0.0132	0.716
40	60	593.41	240.34	353.07	6.23	0.0135	0.766

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก28 แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ฟางข้าวคลุมดิน 400 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 50 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

กระป๋อง	เวลา (นาที)	กระป๋อง +ดิน +น้ำ (กรัม)	กระป๋อง + ตะกอน (กรัม)	น้ำ ($ซม^3$)	ตะกอน (กรัม)	ตะกอนท้ายแปลง (ตัน $ชม^{-1}ไร่^{-1}$)	ปริมาณน้ำท้ายแปลง ($ม^3$ $ชม^{-1}ไร่^{-1}$)
41	3	653.88	184.85	469.03	5.13	0.0111	1.017
42	6	726.21	196.53	529.68	7.15	0.0155	1.149
43	9	791.32	195.87	595.45	8.42	0.0183	1.292
44	12	819.3	199.04	620.26	8.58	0.0186	1.345
45	15	813.78	188.04	625.74	9.92	0.0215	1.357
46	18	829.7	195.86	633.84	9.53	0.0207	1.375
47	21	845.1	197.98	647.12	9.62	0.0209	1.404
48	24	848.76	198.16	650.6	9.39	0.0204	1.411
49	27	743.15	195.58	547.57	9.27	0.0201	1.188
50	30	755.77	196.92	558.85	9.73	0.0211	1.212
51	33	815.23	269.42	545.81	9.99	0.0217	1.184
52	36	805.23	244.75	560.48	9.32	0.0202	1.216
53	39	795.32	261.94	533.38	9.61	0.0208	1.157
54	42	799.32	265.45	533.87	9.34	0.0203	1.158
55	45	821.98	247.54	574.44	9.73	0.0211	1.246
56	48	823.45	258.87	564.58	9.76	0.0212	1.225
57	51	845.32	251.71	593.61	9.82	0.0213	1.288
58	54	813.54	255.26	558.28	9.93	0.0215	1.211
59	57	843.98	264.43	579.55	9.46	0.0205	1.257
60	60	855.43	249.01	606.42	9.45	0.0205	1.315

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก29 แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ฟางข้าวคลุมดิน 800 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 50 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

กระป๋อง	เวลา (นาที)	กระป๋อง +ดิน +น้ำ (กรัม)	กระป๋อง + ตะกอน (กรัม)	น้ำ ($ซม^3$)	ตะกอน (กรัม)	ตะกอนท้ายแปลง (ตัน $ชม^{-1}ไร่^{-1}$)	ปริมาณน้ำท้ายแปลง ($ม^3$ $ชม^{-1}ไร่^{-1}$)
41	3	480.55	184.97	295.58	5.25	0.0114	0.641
42	6	594.33	196.47	397.86	7.09	0.0154	0.863
43	9	645.63	196.78	448.85	9.33	0.0202	0.974
44	12	648.62	198.99	449.63	8.53	0.0185	0.975
45	15	627.26	186.94	440.32	8.82	0.0191	0.955
46	18	606.6	194.89	411.71	8.56	0.0186	0.893
47	21	625.73	196.8	428.93	8.44	0.0183	0.930
48	24	618.72	197.82	420.9	9.05	0.0196	0.913
49	27	614.52	195.16	419.36	8.85	0.0192	0.910
50	30	694.06	195.83	498.23	8.64	0.0187	1.081
51	33	752.34	267.72	484.62	8.29	0.0180	1.051
52	36	726.67	244.49	482.18	9.06	0.0197	1.046
53	39	747.22	260.78	486.44	8.45	0.0183	1.055
54	42	745.91	264.85	481.06	8.74	0.0190	1.043
55	45	722.34	246.47	475.87	8.66	0.0188	1.032
56	48	756.22	257.78	498.44	8.67	0.0188	1.081
57	51	742.33	250.11	492.22	8.22	0.0178	1.068
58	54	756.29	253.88	502.41	8.55	0.0185	1.090
59	57	793.34	263.44	529.9	8.47	0.0184	1.149
60	60	774.71	248.18	526.53	8.62	0.0187	1.142

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก30 แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ฟางข้าวคลุมดิน 1200 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 50 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

กระป๋อง	เวลา (นาที)	กระป๋อง +ดิน +น้ำ (กรัม)	กระป๋อง + ตะกอน (กรัม)	น้ำ ($ซม^3$)	ตะกอน (กรัม)	ตะกอนท้ายแปลง (ตัน $ชม^{-1}ไร่^{-1}$)	ปริมาณน้ำท้ายแปลง ($ม^3$ $ชม^{-1}ไร่^{-1}$)
41	3	522.51	184.88	337.63	5.16	0.0112	0.732
42	6	583.37	196.75	386.62	7.37	0.0160	0.839
43	9	642.49	195.18	447.31	7.73	0.0168	0.970
44	12	590.68	198.15	392.53	7.69	0.0167	0.851
45	15	655.62	186.16	469.46	8.04	0.0174	1.018
46	18	644.23	195.15	449.08	8.82	0.0191	0.974
47	21	609.68	196.69	412.99	8.33	0.0181	0.896
48	24	599.96	196.39	403.57	7.62	0.0165	0.875
49	27	613.14	194.12	419.02	7.81	0.0169	0.909
50	30	591.48	195.59	395.89	8.4	0.0182	0.859
51	33	654.33	267.45	386.88	8.02	0.0174	0.839
52	36	669.12	244.23	424.89	8.8	0.0191	0.922
53	39	677.33	260.34	416.99	8.01	0.0174	0.904
54	42	689.32	264.19	425.13	8.08	0.0175	0.922
55	45	654.33	246.15	408.18	8.34	0.0181	0.885
56	48	678.34	257.33	421.01	8.22	0.0178	0.913
57	51	632.34	249.97	382.37	8.08	0.0175	0.829
58	54	651.99	253.65	398.34	8.32	0.0180	0.864
59	57	632.98	263.12	369.86	8.15	0.0177	0.802
60	60	672.88	247.71	425.17	8.15	0.0177	0.922

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก31 แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ฟางข้าวคลุมดิน 1600 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 50 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

กระป๋อง	เวลา (นาที)	กระป๋อง +ดิน +น้ำ (กรัม)	กระป๋อง + ตะกอน (กรัม)	น้ำ ($ซม^3$)	ตะกอน (กรัม)	ตะกอนท้ายแปลง (ตัน $ชม^{-1}ไร่^{-1}$)	ปริมาณน้ำท้ายแปลง ($ม^3$ $ชม^{-1}ไร่^{-1}$)
41	3	500.77	184.86	315.91	5.14	0.0111	0.685
42	6	563.6	195.56	368.04	6.18	0.0134	0.798
43	9	586.67	195.24	391.43	7.79	0.0169	0.849
44	12	573.15	198.22	374.93	7.76	0.0168	0.813
45	15	575.86	184.55	391.31	6.43	0.0139	0.849
46	18	564.72	192.82	371.9	6.49	0.0141	0.807
47	21	592.36	195.27	397.09	6.91	0.0150	0.861
48	24	588.2	196.23	391.97	7.46	0.0162	0.850
49	27	576.32	193.74	382.58	7.43	0.0161	0.830
50	30	579.8	195.05	384.75	7.86	0.0170	0.835
51	33	583.34	267.45	315.89	8.02	0.0174	0.685
52	36	563.89	242.45	321.44	7.02	0.0152	0.697
53	39	596.32	259.19	337.13	6.86	0.0149	0.731
54	42	581.12	262.76	318.36	6.65	0.0144	0.691
55	45	562.34	245.18	317.16	7.37	0.0160	0.688
56	48	583.23	256.34	326.89	7.23	0.0157	0.709
57	51	592.12	249.34	342.78	7.45	0.0162	0.743
58	54	569.23	252.34	316.89	7.01	0.0152	0.687
59	57	574.76	261.68	313.08	6.71	0.0146	0.679
60	60	581.98	246.91	335.07	7.35	0.0159	0.727

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก32 แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ฟางข้าวคลุมดิน 2000 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 50 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

กระป๋อง	เวลา (นาที)	กระป๋อง +ดิน +น้ำ (กรัม)	กระป๋อง + ตะกอน (กรัม)	น้ำ ($ซม^3$)	ตะกอน (กรัม)	ตะกอนท้ายแปลง (ตัน $ชม^{-1}ไร่^{-1}$)	ปริมาณน้ำท้ายแปลง ($ม^3$ $ชม^{-1}ไร่^{-1}$)
41	3	449.61	183.91	265.7	4.19	0.0091	0.576
42	6	479.22	194.65	284.57	5.27	0.0114	0.617
43	9	534.53	193.93	340.6	6.48	0.0141	0.739
44	12	578.15	197.11	381.04	6.65	0.0144	0.826
45	15	584.18	185.04	399.14	6.92	0.0150	0.866
46	18	520.93	192.87	328.06	6.54	0.0142	0.712
47	21	557.88	195.34	362.54	6.98	0.0151	0.786
48	24	519.87	195.05	324.82	6.28	0.0136	0.705
49	27	534.58	193.02	341.56	6.71	0.0146	0.741
50	30	532.35	194.49	337.86	7.3	0.0158	0.733
51	33	592.32	265.45	326.87	6.02	0.0131	0.709
52	36	545.23	241.66	303.57	6.23	0.0135	0.658
53	39	576.45	258.86	317.59	6.53	0.0142	0.689
54	42	545.49	262.34	283.15	6.23	0.0135	0.614
55	45	552.43	244.22	308.21	6.41	0.0139	0.669
56	48	562.11	255.17	306.94	6.06	0.0131	0.666
57	51	598.17	248.32	349.85	6.43	0.0139	0.759
58	54	588.34	251.35	336.99	6.02	0.0131	0.731
59	57	568.45	261.32	307.13	6.35	0.0138	0.666
60	60	588.23	245.87	342.36	6.31	0.0137	0.743

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก33 แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่แปลงไม่ปกคลุมดิน ที่ความเข้มฝน 70 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

กระป๋อง	เวลา (นาที)	กระป๋อง +ดิน +น้ำ (กรัม)	กระป๋อง + ตะกอน (กรัม)	น้ำ ($ซม^3$)	ตะกอน (กรัม)	ตะกอนท้ายแปลง (ตัน $ชม^{-1}ไร่^{-1}$)	ปริมาณน้ำท้ายแปลง ($ม^3$ $ชม^{-1}ไร่^{-1}$)
1	3	825.34	194.53	630.81	14.81	0.0321	1.368
2	6	994.34	205.43	788.91	16.05	0.0348	1.711
3	9	1013.56	206.43	807.13	18.98	0.0412	1.751
4	12	1167.43	211.08	956.35	20.62	0.0447	2.074
5	15	1156.34	196.56	959.78	18.44	0.0400	2.082
6	18	1193.57	204.69	988.88	18.36	0.0398	2.145
7	21	1145.34	208.26	937.08	19.90	0.0432	2.033
8	24	1168.43	209.29	959.14	20.52	0.0445	2.080
9	27	1204.34	207.27	997.07	20.88	0.0453	2.163
10	30	1087.45	208.34	879.11	21.22	0.0460	1.907
11	33	1104.56	207.78	896.78	21.12	0.0458	1.945
12	36	1174.34	209.09	965.25	20.44	0.0443	2.094
13	39	1145.56	206.67	938.89	20.61	0.0447	2.036
14	42	1167.43	207.45	959.98	21.23	0.0460	2.082
15	45	1153.22	208.45	944.77	20.06	0.0435	2.049
16	48	1189.43	208.96	980.47	19.87	0.0431	2.127
17	51	1163.92	202.19	961.73	20.70	0.0449	2.086
18	54	1185.43	208.32	977.11	20.71	0.0449	2.119
19	57	1133.87	204.84	929.03	21.23	0.0460	2.015
20	60	1184.23	207.63	976.60	19.59	0.0425	2.118

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก34 แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ใบหญ้าแฝกคลุมดิน 400 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 70 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

กระป๋อง	เวลา (นาที)	กระป๋อง +ดิน +น้ำ (กรัม)	กระป๋อง + ตะกอน (กรัม)	น้ำ ($ซม^3$)	ตะกอน (กรัม)	ตะกอนท้ายแปลง (ตัน $ชม^{-1}ไร่^{-1}$)	ปริมาณน้ำท้ายแปลง ($ม^3$ $ชม^{-1}ไร่^{-1}$)
1	3	825.19	186.42	638.77	4.91	0.0106	1.385
2	6	909.16	185.82	723.34	6.09	0.0132	1.569
3	9	942.33	190.46	751.87	8.77	0.0190	1.631
4	12	1025.87	198.26	827.61	10.43	0.0226	1.795
5	15	1026.87	204.37	822.5	11.09	0.0241	1.784
6	18	1098.33	276.82	821.51	12.54	0.0272	1.782
7	21	1044.27	251.85	792.42	12.44	0.0270	1.719
8	24	1036.17	264.38	771.79	11.81	0.0256	1.674
9	27	1056.24	260.35	795.89	11.58	0.0251	1.726
10	30	1089.77	273.81	815.96	11.88	0.0258	1.770
11	33	1041.34	267.42	773.92	11.97	0.0260	1.679
12	36	1057.44	251.83	805.61	11.68	0.0253	1.747
13	39	1072.91	246.67	826.24	12.43	0.0270	1.792
14	42	1058.82	248.09	810.73	11.87	0.0257	1.758
15	45	1049.04	247.26	801.78	11.68	0.0253	1.739
16	48	1073.28	246.11	827.17	11.24	0.0244	1.794
17	51	1035.24	243.21	792.03	10.44	0.0226	1.718
18	54	1024.29	244.56	779.73	10.05	0.0218	1.691
19	57	1005.98	244.33	761.65	10.72	0.0233	1.652
20	60	1018.37	246.57	771.8	10.52	0.0228	1.674

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก35 แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ใบหญ้าแฝกคลุมดิน 800 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 70 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

กระป๋อง	เวลา (นาที)	กระป๋อง +ดิน +น้ำ (กรัม)	กระป๋อง + ตะกอน (กรัม)	น้ำ ($ซม^3$)	ตะกอน (กรัม)	ตะกอนท้ายแปลง (ตัน $ซม^{-1}ไร่^{-1}$)	ปริมาณน้ำท้ายแปลง ($ม^3$ $ซม^{-1}ไร่^{-1}$)
1	3	825.37	186.02	639.35	4.51	0.0098	1.387
2	6	866.32	186.02	680.3	6.29	0.0136	1.476
3	9	900.12	188.96	711.16	7.27	0.0158	1.543
4	12	945.36	196.24	749.12	8.41	0.0182	1.625
5	15	968.35	203.77	764.58	10.49	0.0228	1.658
6	18	962.37	275.14	687.23	10.86	0.0236	1.491
7	21	977.51	249.35	728.16	9.94	0.0216	1.579
8	24	952.15	261.77	690.38	9.2	0.0200	1.497
9	27	983.14	259.41	723.73	10.64	0.0231	1.570
10	30	953.24	272.69	680.55	10.76	0.0233	1.476
11	33	935.28	264.52	670.76	9.07	0.0197	1.455
12	36	948.37	249.62	698.75	9.47	0.0205	1.516
13	39	947.38	243.25	704.13	9.01	0.0195	1.527
14	42	935.82	244.93	690.89	8.71	0.0189	1.499
15	45	922.19	244.74	677.45	9.16	0.0199	1.469
16	48	935.28	244.12	691.16	9.25	0.0201	1.499
17	51	918.34	241.82	676.52	9.05	0.0196	1.467
18	54	933.27	242.89	690.38	8.38	0.0182	1.497
19	57	923.24	242.65	680.59	9.04	0.0196	1.476
20	60	911.28	244.87	666.41	8.82	0.0191	1.445

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก36 แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ใบหญ้าแฝกคลุมดิน 1200 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 70 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

กระป๋อง	เวลา (นาที)	กระป๋อง +ดิน +น้ำ (กรัม)	กระป๋อง + ตะกอน (กรัม)	น้ำ ($ซม^3$)	ตะกอน (กรัม)	ตะกอนท้ายแปลง (ตัน $ซม^{-1}ไร่^{-1}$)	ปริมาณน้ำท้ายแปลง ($ม^3$ $ซม^{-1}ไร่^{-1}$)
1	3	662.37	185.98	476.39	4.47	0.0097	1.033
2	6	704.58	186.05	518.53	6.32	0.0137	1.125
3	9	739.65	188.16	551.49	6.47	0.0140	1.196
4	12	795.36	195.45	599.91	7.62	0.0165	1.301
5	15	821.24	201.43	619.81	8.15	0.0177	1.344
6	18	893.54	273.56	619.98	9.28	0.0201	1.345
7	21	876.81	248.09	628.72	8.68	0.0188	1.364
8	24	848.24	261.3	586.94	8.73	0.0189	1.273
9	27	854.19	258.15	596.04	9.38	0.0203	1.293
10	30	824.28	270.35	553.93	8.42	0.0183	1.201
11	33	829.34	263.75	565.59	8.3	0.0180	1.227
12	36	834.24	248.76	585.48	8.61	0.0187	1.270
13	39	833.69	242.35	591.34	8.11	0.0176	1.283
14	42	810.24	243.89	566.35	7.67	0.0166	1.228
15	45	800.15	243.33	556.82	7.75	0.0168	1.208
16	48	811.28	243.35	567.93	8.48	0.0184	1.232
17	51	819.35	240.18	579.17	7.41	0.0161	1.256
18	54	835.24	242.81	592.43	8.3	0.0180	1.285
19	57	841.25	241.95	599.3	8.34	0.0181	1.300
20	60	829.35	244.28	585.07	8.23	0.0179	1.269

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก37 แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ใบหญ้าแฝกคลุมดิน 1600 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 70 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

กระป๋อง	เวลา (นาที)	กระป๋อง +ดิน +น้ำ (กรัม)	กระป๋อง + ตะกอน (กรัม)	น้ำ ($ซม^3$)	ตะกอน (กรัม)	ตะกอนท้ายแปลง (ตัน $ซม^{-1}ไร่^{-1}$)	ปริมาณน้ำท้ายแปลง ($ม^3$ $ซม^{-1}ไร่^{-1}$)
1	3	644.28	185.03	459.25	3.52	0.0076	0.996
2	6	685.14	185.3	499.84	5.57	0.0121	1.084
3	9	710.58	187.82	522.76	6.13	0.0133	1.134
4	12	769.91	194.87	575.04	7.04	0.0153	1.247
5	15	782.17	200.84	581.33	7.56	0.0164	1.261
6	18	794.58	272.09	522.49	7.81	0.0169	1.133
7	21	786.57	248.01	538.56	8.6	0.0187	1.168
8	24	780.64	260.55	520.09	7.98	0.0173	1.128
9	27	769.33	256.66	512.67	7.89	0.0171	1.112
10	30	758.11	269.51	488.6	7.58	0.0164	1.060
11	33	766.86	262.71	504.15	7.26	0.0157	1.094
12	36	789.24	248.25	540.99	8.1	0.0176	1.173
13	39	775.33	241.59	533.74	7.35	0.0159	1.158
14	42	769.31	243.77	525.54	7.55	0.0164	1.140
15	45	762.1	242.56	519.54	6.98	0.0151	1.127
16	48	758.14	241.88	516.26	7.01	0.0152	1.120
17	51	752.32	239.51	512.81	6.74	0.0146	1.112
18	54	756.91	242.09	514.82	7.58	0.0164	1.117
19	57	741.82	240.78	501.04	7.17	0.0156	1.087
20	60	763.81	242.79	521.02	6.74	0.0146	1.130

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก38 แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ใบหญ้าแฝกคลุมดิน 2000กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 70 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

กระป๋อง	เวลา (นาที)	กระป๋อง +ดิน +น้ำ (กรัม)	กระป๋อง + ตะกอน (กรัม)	น้ำ ($ซม^3$)	ตะกอน (กรัม)	ตะกอนท้ายแปลง (ตัน $ชม^{-1}ไร่^{-1}$)	ปริมาณน้ำท้ายแปลง ($ม^3$ $ชม^{-1}ไร่^{-1}$)
1	3	583.24	185.22	398.02	3.71	0.0080	0.863
2	6	604.87	184.45	420.42	4.72	0.0102	0.912
3	9	635.17	187.7	447.47	6.01	0.0130	0.971
4	12	657.24	194.85	462.39	7.02	0.0152	1.003
5	15	640.78	199.84	440.94	6.56	0.0142	0.956
6	18	687.24	271.14	416.1	6.86	0.0149	0.903
7	21	667.98	246.81	421.17	7.4	0.0161	0.914
8	24	684.33	259.67	424.66	7.1	0.0154	0.921
9	27	674.09	254.99	419.1	6.22	0.0135	0.909
10	30	683.28	268.8	414.48	6.87	0.0149	0.899
11	33	671.84	261.75	410.09	6.3	0.0137	0.889
12	36	674.86	245.69	429.17	5.54	0.0120	0.931
13	39	660.76	240.89	419.87	6.65	0.0144	0.911
14	42	641.38	241.94	399.44	5.72	0.0124	0.866
15	45	656.32	242.06	414.26	6.48	0.0141	0.899
16	48	657.07	240.92	416.15	6.05	0.0131	0.903
17	51	642.53	239.17	403.36	6.4	0.0139	0.875
18	54	643.71	241.04	402.67	6.53	0.0142	0.873
19	57	648.36	239.86	408.5	6.25	0.0136	0.886
20	60	645.03	242.35	402.68	6.3	0.0137	0.873

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก39 แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ใบอ้อยคลุมดิน 400 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 70 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

กระป๋อง	เวลา (นาที)	กระป๋อง +ดิน +น้ำ (กรัม)	กระป๋อง + ตะกอน (กรัม)	น้ำ ($ซม^3$)	ตะกอน (กรัม)	ตะกอนท้ายแปลง (ตัน $ชม^{-1}ไร่^{-1}$)	ปริมาณน้ำท้ายแปลง ($ม^3$ $ชม^{-1}ไร่^{-1}$)
21	3	827.08	192.14	634.94	5.48	0.0119	1.377
22	6	889.77	195.84	693.93	7.19	0.0156	1.505
23	9	949.21	194.29	754.92	8.23	0.0179	1.637
24	12	1052.19	195.64	856.55	9.42	0.0204	1.858
25	15	1098.26	199.18	899.08	10.79	0.0234	1.950
26	18	1085.19	199.65	885.54	10.56	0.0229	1.921
27	21	1105.39	192.71	912.68	11.22	0.0243	1.980
28	24	1047.37	199.77	847.6	12.16	0.0264	1.838
29	27	1042.92	196.11	846.81	12.5	0.0271	1.837
30	30	994.78	200.5	794.28	12.46	0.0270	1.723
31	33	1028.73	245.48	783.25	11.27	0.0244	1.699
32	36	1036.18	265.76	770.42	11.64	0.0252	1.671
33	39	1009.93	255.85	754.08	12.52	0.0272	1.636
34	42	1107.43	256.17	851.26	12.05	0.0261	1.846
35	45	1086.67	264.08	822.59	12.2	0.0265	1.784
36	48	998.11	256.09	742.02	11.8	0.0256	1.609
37	51	1089.85	250.04	839.81	10.86	0.0236	1.822
38	54	1049.16	256.49	792.67	10.82	0.0235	1.719
39	57	1077.19	262.41	814.78	11.3	0.0245	1.767
40	60	1062.81	245.23	817.58	11.12	0.0241	1.773

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก40 แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ใบอ้อยคลุมดิน 800 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 70 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

กระป๋อง	เวลา (นาที)	กระป๋อง +ดิน +น้ำ (กรัม)	กระป๋อง + ตะกอน (กรัม)	น้ำ ($ซม^3$)	ตะกอน (กรัม)	ตะกอนท้ายแปลง (ตัน $ซม^{-1}ไร่^{-1}$)	ปริมาณน้ำท้ายแปลง ($ม^3$ $ซม^{-1}ไร่^{-1}$)
21	3	811.25	190.47	620.78	3.81	0.0083	1.346
22	6	853.21	193.55	659.66	4.9	0.0106	1.431
23	9	901.22	193.44	707.78	7.38	0.0160	1.535
24	12	965.75	195.12	770.63	8.9	0.0193	1.671
25	15	982.59	197.17	785.42	8.78	0.0190	1.704
26	18	1005.54	199.24	806.3	10.15	0.0220	1.749
27	21	964.07	191.83	772.24	10.34	0.0224	1.675
28	24	925.24	197.33	727.91	9.72	0.0211	1.579
29	27	947.18	193.22	753.96	9.61	0.0208	1.635
30	30	955.81	197.51	758.3	9.47	0.0205	1.645
31	33	987.33	244.84	742.49	10.63	0.0231	1.610
32	36	991.35	264.33	727.02	10.21	0.0221	1.577
33	39	984.21	253.44	730.77	10.11	0.0219	1.585
34	42	944.76	253.04	691.72	8.92	0.0193	1.500
35	45	941.88	261.86	680.02	9.98	0.0216	1.475
36	48	956.82	254.72	702.1	10.43	0.0226	1.523
37	51	942.31	248.56	693.75	9.38	0.0203	1.505
38	54	933.51	255.18	678.33	9.51	0.0206	1.471
39	57	932.65	260.48	672.17	9.37	0.0203	1.458
40	60	928.37	243.55	684.82	9.44	0.0205	1.485

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก41 แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ใบอ้อยคลุมดิน 1200 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 70 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

กระป๋อง	เวลา (นาที)	กระป๋อง +ดิน +น้ำ (กรัม)	กระป๋อง + ตะกอน (กรัม)	น้ำ ($ซม^3$)	ตะกอน (กรัม)	ตะกอนท้ายแปลง (ตัน $ชม^{-1}ไร่^{-1}$)	ปริมาณน้ำท้ายแปลง ($ม^3$ $ชม^{-1}ไร่^{-1}$)
21	3	679.21	191.24	487.97	4.58	0.0099	1.058
22	6	701.24	194.28	506.96	5.63	0.0122	1.100
23	9	821.45	192.86	628.59	6.8	0.0147	1.363
24	12	842.36	193.89	648.47	7.67	0.0166	1.407
25	15	854.94	196.32	658.62	7.93	0.0172	1.429
26	18	856.39	197.21	659.18	8.12	0.0176	1.430
27	21	872.03	190.66	681.37	9.17	0.0199	1.478
28	24	852.61	197.24	655.37	9.63	0.0209	1.421
29	27	859.33	193.36	665.97	9.75	0.0211	1.444
30	30	851.24	196.85	654.39	8.81	0.0191	1.419
31	33	871.02	242.19	628.83	7.98	0.0173	1.364
32	36	877.93	262.54	615.39	8.42	0.0183	1.335
33	39	867.29	251.22	616.07	7.89	0.0171	1.336
34	42	845.31	251.11	594.2	6.99	0.0152	1.289
35	45	829.35	260.12	569.23	8.24	0.0179	1.235
36	48	811.35	252.35	559	8.06	0.0175	1.212
37	51	819.87	247.62	572.25	8.44	0.0183	1.241
38	54	829.21	253.61	575.6	7.94	0.0172	1.248
39	57	819.54	259.34	560.2	8.23	0.0179	1.215
40	60	821.34	242.51	578.83	8.4	0.0182	1.255

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก42 แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ใบอ้อยคลุมดิน 1600 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 70 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

กระป๋อง	เวลา (นาที)	กระป๋อง +ดิน +น้ำ (กรัม)	กระป๋อง + ตะกอน (กรัม)	น้ำ ($ซม^3$)	ตะกอน (กรัม)	ตะกอนท้ายแปลง (ตัน $ซม^{-1}ไร่^{-1}$)	ปริมาณน้ำท้ายแปลง ($ม^3$ $ซม^{-1}ไร่^{-1}$)
21	3	635.18	190.25	444.93	3.59	0.0078	0.965
22	6	657.25	194.03	463.22	5.38	0.0117	1.005
23	9	699.22	193.47	505.75	7.41	0.0161	1.097
24	12	722.59	194.87	527.72	8.65	0.0188	1.145
25	15	725.35	196.69	528.66	8.3	0.0180	1.147
26	18	788.39	197.24	591.15	8.15	0.0177	1.282
27	21	768.31	188.92	579.39	7.43	0.0161	1.257
28	24	755.21	195.07	560.14	7.46	0.0162	1.215
29	27	766	191.47	574.53	7.86	0.0170	1.246
30	30	758.76	195.68	563.08	7.64	0.0166	1.221
31	33	748.31	242.11	506.2	7.9	0.0171	1.098
32	36	789.35	262.33	527.02	8.21	0.0178	1.143
33	39	748.98	250.41	498.57	7.08	0.0154	1.081
34	42	744.28	251.59	492.69	7.47	0.0162	1.069
35	45	766.69	259.18	507.51	7.3	0.0158	1.101
36	48	758.21	251.07	507.14	6.78	0.0147	1.100
37	51	761.45	246.63	514.82	7.45	0.0162	1.117
38	54	752.86	253.24	499.62	7.57	0.0164	1.084
39	57	755.12	258.41	496.71	7.3	0.0158	1.077
40	60	767.39	241.26	526.13	7.15	0.0155	1.141

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก43 แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ใบอ้อยคลุมดิน 2000 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 70 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

กระป๋อง	เวลา (นาที)	กระป๋อง +ดิน +น้ำ (กรัม)	กระป๋อง + ตะกอน (กรัม)	น้ำ ($ซม^3$)	ตะกอน (กรัม)	ตะกอนท้ายแปลง (ตัน $ซม^{-1}ไร่^{-1}$)	ปริมาณน้ำท้ายแปลง ($ม^3$ $ซม^{-1}ไร่^{-1}$)
21	3	592.37	191.37	401	4.71	0.0102	0.870
22	6	601.24	194.18	407.06	5.53	0.0120	0.883
23	9	635.17	192.86	442.31	6.8	0.0147	0.959
24	12	657.28	193.44	463.84	7.22	0.0157	1.006
25	15	667.56	195.88	471.68	7.49	0.0162	1.023
26	18	675.34	196.8	478.54	7.71	0.0167	1.038
27	21	653.09	188.24	464.85	6.75	0.0146	1.008
28	24	644.96	194.83	450.13	7.22	0.0157	0.976
29	27	658.37	190.58	467.79	6.97	0.0151	1.015
30	30	683.72	194.57	489.15	6.53	0.0142	1.061
31	33	667.24	240.88	426.36	6.67	0.0145	0.925
32	36	661.26	260.8	400.46	6.68	0.0145	0.869
33	39	653.85	250.84	403.01	7.51	0.0163	0.874
34	42	677.28	251.32	425.96	7.2	0.0156	0.924
35	45	655.37	258.67	396.7	6.79	0.0147	0.860
36	48	651.09	250.91	400.18	6.62	0.0144	0.868
37	51	648.33	245.83	402.5	6.65	0.0144	0.873
38	54	676.15	252.73	423.42	7.06	0.0153	0.918
39	57	627.34	257.27	370.07	6.16	0.0134	0.803
40	60	631.01	240.33	390.68	6.22	0.0135	0.847

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก44 แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ฟางข้าวคลุมดิน 400 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 70 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

กระป๋อง	เวลา (นาที)	กระป๋อง +ดิน +น้ำ (กรัม)	กระป๋อง + ตะกอน (กรัม)	น้ำ ($ซม^3$)	ตะกอน (กรัม)	ตะกอนท้ายแปลง (ตัน $ซม^{-1}ไร่^{-1}$)	ปริมาณน้ำท้ายแปลง ($ม^3$ $ซม^{-1}ไร่^{-1}$)
41	3	844.37	186.15	658.22	6.43	0.0139	1.428
42	6	943.21	197.34	745.87	7.96	0.0173	1.618
43	9	997.36	196.55	800.81	9.1	0.0197	1.737
44	12	1050.71	200.53	850.18	10.07	0.0218	1.844
45	15	1106.41	189.93	916.48	11.81	0.0256	1.988
46	18	1031.23	198.61	832.62	12.28	0.0266	1.806
47	21	1063.01	201.23	861.78	12.87	0.0279	1.869
48	24	1041.57	200.81	840.76	12.04	0.0261	1.824
49	27	1008.68	198.72	809.96	12.41	0.0269	1.757
50	30	1014.45	199.27	815.18	12.08	0.0262	1.768
51	33	1146.98	271.71	875.27	12.28	0.0266	1.898
52	36	1104.78	246.48	858.3	11.05	0.0240	1.862
53	39	1077.06	263.81	813.25	11.48	0.0249	1.764
54	42	1097.24	267.92	829.32	11.81	0.0256	1.799
55	45	1089.72	249.13	840.59	11.32	0.0246	1.823
56	48	1125.54	261.67	863.87	12.56	0.0272	1.874
57	51	1120.42	254.84	865.58	12.95	0.0281	1.877
58	54	1063.71	257.36	806.35	12.03	0.0261	1.749
59	57	1151.24	267.12	884.12	12.15	0.0264	1.918
60	60	1099.32	250.75	848.57	11.19	0.0243	1.841

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก45 แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ฟางข้าวคลุมดิน 800 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 70 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

กระป๋อง	เวลา (นาที)	กระป๋อง +ดิน +น้ำ (กรัม)	กระป๋อง + ตะกอน (กรัม)	น้ำ ($ซม^3$)	ตะกอน (กรัม)	ตะกอนท้ายแปลง (ตัน $ซม^{-1}ไร่^{-1}$)	ปริมาณน้ำท้ายแปลง ($ม^3$ $ซม^{-1}ไร่^{-1}$)
41	3	821.91	184.29	637.62	4.57	0.0099	1.383
42	6	943.01	195.2	747.81	5.82	0.0126	1.622
43	9	993.19	194.61	798.58	7.16	0.0155	1.732
44	12	1001.2	198.99	802.21	8.53	0.0185	1.740
45	15	1015.24	188.91	826.33	10.79	0.0234	1.792
46	18	1023.25	197.34	825.91	11.01	0.0239	1.791
47	21	1035.75	198.62	837.13	10.26	0.0223	1.816
48	24	994.38	198.82	795.56	10.05	0.0218	1.726
49	27	1032.24	198.16	834.08	11.85	0.0257	1.809
50	30	1004.08	197.23	806.85	10.04	0.0218	1.750
51	33	987.15	269.72	717.43	10.29	0.0223	1.556
52	36	1031.05	245.29	785.76	9.86	0.0214	1.704
53	39	985.37	263.12	722.25	10.79	0.0234	1.567
54	42	982.16	265.41	716.75	9.3	0.0202	1.555
55	45	975.31	247.38	727.93	9.57	0.0208	1.579
56	48	965.24	258.81	706.43	9.7	0.0210	1.532
57	51	969.17	251.91	717.26	10.02	0.0217	1.556
58	54	981.04	255.08	725.96	9.75	0.0211	1.575
59	57	966.38	264.54	701.84	9.57	0.0208	1.522
60	60	974.11	249.18	724.93	9.62	0.0209	1.572

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก46 แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ฟางข้าวคลุมดิน 1200 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 70 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

กระป๋อง	เวลา (นาที)	กระป๋อง +ดิน +น้ำ (กรัม)	กระป๋อง + ตะกอน (กรัม)	น้ำ ($ซม^3$)	ตะกอน (กรัม)	ตะกอนท้ายแปลง (ตัน $ชม^{-1}ไร่^{-1}$)	ปริมาณน้ำท้ายแปลง ($ม^3$ $ชม^{-1}ไร่^{-1}$)
41	3	799.45	184.05	615.4	4.33	0.0094	1.335
42	6	822.21	195.84	626.37	6.46	0.0140	1.359
43	9	859.34	195.2	664.14	7.75	0.0168	1.441
44	12	866.37	199.3	667.07	8.84	0.0192	1.447
45	15	859.34	187.29	672.05	9.17	0.0199	1.458
46	18	871.34	196.24	675.1	9.91	0.0215	1.464
47	21	875.37	198.52	676.85	10.16	0.0220	1.468
48	24	886.19	198.39	687.8	9.62	0.0209	1.492
49	27	891.05	195.12	695.93	8.81	0.0191	1.509
50	30	876.72	196.18	680.54	8.99	0.0195	1.476
51	33	890.84	268.41	622.43	8.98	0.0195	1.350
52	36	875.28	244.01	631.27	8.58	0.0186	1.369
53	39	883.02	260.74	622.28	8.41	0.0182	1.350
54	42	893.32	264.88	628.44	8.77	0.0190	1.363
55	45	856.31	246.15	610.16	8.34	0.0181	1.323
56	48	878.54	257.36	621.18	8.25	0.0179	1.347
57	51	832.34	250.77	581.57	8.88	0.0193	1.261
58	54	851.27	253.65	597.62	8.32	0.0180	1.296
59	57	852.98	263.82	589.16	8.85	0.0192	1.278
60	60	862.13	247.61	614.52	8.05	0.0175	1.333

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก47 แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ฟางข้าวคลุมดิน 1600 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 70 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

กระป๋อง	เวลา (นาที)	กระป๋อง +ดิน +น้ำ (กรัม)	กระป๋อง + ตะกอน (กรัม)	น้ำ ($ซม^3$)	ตะกอน (กรัม)	ตะกอนท้ายแปลง (ตัน $ซม^{-1}ไร่^{-1}$)	ปริมาณน้ำท้ายแปลง ($ม^3$ $ซม^{-1}ไร่^{-1}$)
41	3	645.25	184.58	460.67	4.86	0.0105	0.999
42	6	692.35	195.27	497.08	5.89	0.0128	1.078
43	9	724.24	194.32	529.92	6.87	0.0149	1.149
44	12	751.98	198.21	553.77	7.75	0.0168	1.201
45	15	789.35	186.03	603.32	7.91	0.0172	1.309
46	18	799.44	194.35	605.09	8.02	0.0174	1.312
47	21	786.35	196.24	590.11	7.88	0.0171	1.280
48	24	759.65	197.02	562.63	8.25	0.0179	1.220
49	27	766.33	194.32	572.01	8.01	0.0174	1.241
50	30	789.95	195.54	594.41	8.35	0.0181	1.289
51	33	768.39	267.16	501.23	7.73	0.0168	1.087
52	36	765.32	243.45	521.87	8.02	0.0174	1.132
53	39	748.92	260.07	488.85	7.74	0.0168	1.060
54	42	768.92	264.18	504.74	8.07	0.0175	1.095
55	45	762.38	245.91	516.47	8.1	0.0176	1.120
56	48	789.35	257.32	532.03	8.21	0.0178	1.154
57	51	788.21	249.83	538.38	7.94	0.0172	1.168
58	54	763.17	253.31	509.86	7.98	0.0173	1.106
59	57	785.21	263.08	522.13	8.11	0.0176	1.132
60	60	762.95	247.65	515.3	8.09	0.0175	1.118

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก48 แสดงผลการทดลองการชะล้างพังทลายของดินที่ฟางข้าวคลุมดิน 2000 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเข้มฝน 70 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

กระป๋อง	เวลา (นาที)	กระป๋อง +ดิน +น้ำ (กรัม)	กระป๋อง + ตะกอน (กรัม)	น้ำ ($ซม^3$)	ตะกอน (กรัม)	ตะกอนท้ายแปลง (ตัน $ซม^{-1}ไร่^{-1}$)	ปริมาณน้ำท้ายแปลง ($ม^3$ $ซม^{-1}ไร่^{-1}$)
41	3	582.31	183.29	399.02	3.57	0.0077	0.865
42	6	602.35	194.21	408.14	4.83	0.0105	0.885
43	9	642.38	193.82	448.56	6.37	0.0138	0.973
44	12	663.78	197.21	466.57	6.75	0.0146	1.012
45	15	684.31	185.09	499.22	6.97	0.0151	1.083
46	18	688.24	193.85	494.39	7.52	0.0163	1.072
47	21	675.34	195.34	480	6.98	0.0151	1.041
48	24	658.93	195.48	463.45	6.71	0.0146	1.005
49	27	652.19	193.43	458.76	7.12	0.0154	0.995
50	30	642.35	194.17	448.18	6.98	0.0151	0.972
51	33	652.32	266.45	385.87	7.02	0.0152	0.837
52	36	672.93	241.31	431.62	5.88	0.0128	0.936
53	39	677.07	259.15	417.92	6.82	0.0148	0.906
54	42	654.85	263.01	391.84	6.9	0.0150	0.850
55	45	655.28	244.61	410.67	6.8	0.0147	0.891
56	48	666.82	255.68	411.14	6.57	0.0143	0.892
57	51	641.06	248.69	392.37	6.8	0.0147	0.851
58	54	645.39	251.67	393.72	6.34	0.0138	0.854
59	57	659.71	261.48	398.23	6.51	0.0141	0.864
60	60	653.88	245.94	407.94	6.38	0.0138	0.885

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ข

ข้อมูลค่า (C-Factor)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข1 แสดงผลปัจจัยประเมินค่าการจัดการพืช (C-Factor) โดยใช้วัสดุคลุมดิน คือ ใบหญ้าแฝกคลุมดิน

ค่าความเข้มฝน (มม. ชม.$^{-1}$)	ปริมาณวัสดุคลุมดิน (กก. ไร่$^{-1}$)	A (ตัน เฮกตาร์$^{-1}$)	R	K	LS	P	C
30	400	0.110	7.58	0.14	0.176	1	0.590
30	800	0.105	7.58	0.14	0.176	1	0.564
30	1200	0.102	7.58	0.14	0.176	1	0.546
30	1600	0.088	7.58	0.14	0.176	1	0.470
30	2000	0.084	7.58	0.14	0.176	1	0.452
50	400	0.121	13.63	0.14	0.176	1	0.360
50	800	0.113	13.63	0.14	0.176	1	0.336
50	1200	0.101	13.63	0.14	0.176	1	0.301
50	1600	0.087	13.63	0.14	0.176	1	0.259
50	2000	0.082	13.63	0.14	0.176	1	0.244
70	400	0.138	19.99	0.14	0.176	1	0.280
70	800	0.121	19.99	0.14	0.176	1	0.245
70	1200	0.106	19.99	0.14	0.176	1	0.215
70	1600	0.093	19.99	0.14	0.176	1	0.189
70	2000	0.084	19.99	0.14	0.176	1	0.171

A = ค่าการสูญเสียดินต่อหน่วยพื้นที่

R = ค่าปัจจัยความเข้มฝน

K = ค่าปัจจัยความคงทานของดิน

LS = ค่าปัจจัยความยาวและความลาดเทของพื้นที่

P = ค่าปัจจัยการจัดการพื้นที่

C = ค่าปัจจัยการจัดการพืช

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข2 แสดงผลปัจจัยประเมินค่าการจัดการพืช (C-Factor) โดยใช้วัสดุคลุมดิน คือ ใบอ้อยคลุมดิน

ค่าความเข้มฝน (มม. ชม.$^{-1}$)	ปริมาณวัสดุคลุมดิน (กก. ไร่$^{-1}$)	A (ตัน เฮกตาร์$^{-1}$)	R	K	LS	P	C
30	400	0.113	7.58	0.14	0.176	1	0.606
30	800	0.106	7.58	0.14	0.176	1	0.566
30	1200	0.103	7.58	0.14	0.176	1	0.554
30	1600	0.099	7.58	0.14	0.176	1	0.532
30	2000	0.083	7.58	0.14	0.176	1	0.445
50	400	0.129	13.63	0.14	0.176	1	0.383
50	800	0.116	13.63	0.14	0.176	1	0.346
50	1200	0.105	13.63	0.14	0.176	1	0.313
50	1600	0.097	13.63	0.14	0.176	1	0.289
50	2000	0.086	13.63	0.14	0.176	1	0.257
70	400	0.148	19.99	0.14	0.176	1	0.301
70	800	0.131	19.99	0.14	0.176	1	0.265
70	1200	0.116	19.99	0.14	0.176	1	0.235
70	1600	0.107	19.99	0.14	0.176	1	0.217
70	2000	0.100	19.99	0.14	0.176	1	0.202

A = ค่าการสูญเสียดินต่อหน่วยพื้นที่

R = ค่าปัจจัยความเข้มฝน

K = ค่าปัจจัยความคงทานของดิน

LS = ค่าปัจจัยความยาวและความลาดเทของพื้นที่

P = ค่าปัจจัยการจัดการพื้นที่

C = ค่าปัจจัยการจัดการพืช

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข3 แสดงผลปัจจัยประเมินค่าการจัดการพืช (C-Factor) โดยใช้วัสดุคลุมดิน คือ ฟางข้าวคลุมดิน

ค่าความเข้มฝน (มม. ชม.$^{-1}$)	ปริมาณวัสดุคลุมดิน (กก. ไร่$^{-1}$)	A (ตัน เฮกตาร์$^{-1}$)	R	K	LS	P	C
30	400	0.116	7.58	0.14	0.176	1	0.620
30	800	0.109	7.58	0.14	0.176	1	0.569
30	1200	0.104	7.58	0.14	0.176	1	0.556
30	1600	0.096	7.58	0.14	0.176	1	0.516
30	2000	0.089	7.58	0.14	0.176	1	0.476
50	400	0.126	13.63	0.14	0.176	1	0.374
50	800	0.120	13.63	0.14	0.176	1	0.358
50	1200	0.110	13.63	0.14	0.176	1	0.328
50	1600	0.098	13.63	0.14	0.176	1	0.293
50	2000	0.088	13.63	0.14	0.176	1	0.262
70	400	0.149	19.99	0.14	0.176	1	0.298
70	800	0.129	19.99	0.14	0.176	1	0.262
70	1200	0.118	19.99	0.14	0.176	1	0.207
70	1600	0.107	19.99	0.14	0.176	1	0.218
70	2000	0.101	19.99	0.14	0.176	1	0.205

A = ค่าการสูญเสียดินต่อหน่วยพื้นที่

R = ค่าปัจจัยความเข้มฝน

K = ค่าปัจจัยความคงทานของดิน

LS = ค่าปัจจัยความยาวและความลาดเทของพื้นที่

P = ค่าปัจจัยการจัดการพื้นที่

C = ค่าปัจจัยการจัดการพืช

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ค

ข้อมูลค่าขนาดเม็ดดิน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ค1 แสดงผลการทดลองหาขนาดเม็ดดินแปลงที่ไม่ปกคลุมดิน ที่ความเข้มฝน 30 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

ช่วงเวลา (นาที)	ค่าไฮโดรมิเตอร์ อ่านจริง	อุณหภูมิ (C^{o})	ค่าไฮโดรมิเตอร์ ปรับแก้	N (เปอร์เซ็นต์)	h (ซม.)	ขนาดตะกอน (มม.)
0.25	24.5	29	27	82.456	10.795	0.0817
0.5	23	29	25.5	77.875	11.193	0.0589
1	22	29	24.5	74.821	11.458	0.0421
2	20.5	29	23	70.240	11.855	0.0303
2	19	29	21.5	65.659	11.119	0.0293
4	17.5	29	20	61.079	11.517	0.0211
8	16	29	18.5	56.498	11.914	0.0152
15	15.5	29	18	54.971	12.047	0.0111
30	14	29	16.5	50.390	12.444	0.0080
60	13	29	15.5	47.336	12.709	0.0057
1094	12	30	14.5	44.282	12.974	0.0014
1383	11.5	30	14	42.755	13.107	0.0012
2442	10.5	29	13	39.701	13.372	0.0009
2784	9.5	29	12	36.647	13.637	0.0009
3832	9.5	28	12	36.647	13.637	0.0007
4151	9.5	28	12	36.647	13.637	0.0007

N = เปอร์เซ็นต์ของเม็ดดินที่มีขนาดเล็กกว่าขนาดตะกอน

h = ความลึกที่มีอัตราส่วนของเม็ดดินที่มีขนาดเล็กกว่าขนาดตะกอน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ค2 แสดงผลการทดลองหาขนาดเม็ดดินหลังการคลุมดินด้วยใบหญ้าแฝก ที่ความเข้มฝน 30 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

ช่วงเวลา (นาที)	ค่าไฮโดรมิเตอร์ อ่านจริง	อุณหภูมิ (C^0)	ค่าไฮโดรมิเตอร์ ปรับแก้	N (เปอร์เซ็นต์)	h (ซม.)	ขนาดตะกอน (มม.)
0.25	25	29	27.5	88.333	10.663	0.0800
0.5	24	29	26.5	85.121	10.928	0.0573
1	23	29	25.5	81.909	11.193	0.0410
2	22	29	24.5	78.697	11.458	0.0293
2	20.5	29	23	73.879	10.722	0.0284
4	18.5	29	21	67.455	11.252	0.0205
8	17	29	19.5	62.636	11.649	0.0148
15	15.5	29	18	57.818	12.047	0.0110
30	14	29	16.5	53.000	12.444	0.0079
60	12.5	29	15	48.182	12.842	0.0057
1088	10.5	30	13	41.758	13.372	0.0014
1377	10	30	12.5	40.152	13.504	0.0012
2436	9	29	11.5	36.939	13.769	0.0009
2778	9	29	11.5	36.939	13.769	0.0009
3826	8.5	28.5	11	35.333	13.902	0.0007
4145	8.5	29	11	35.333	13.902	0.0007

N = เปอร์เซ็นต์ของเม็ดดินที่มีขนาดเล็กกว่าขนาดตะกอน

h = ความลึกที่มีอัตราส่วนของเม็ดดินที่มีขนาดเล็กกว่าขนาดตะกอน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ค3 แสดงผลการทดลองหาขนาดเม็ดดินหลังการคลุมดินด้วยใบอ้อย ที่ความเข้มฝน 30 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

ช่วงเวลา (นาที)	ค่าไฮโดรมิเตอร์ อ่านจริง	อุณหภูมิ (C^{o})	ค่าไฮโดรมิเตอร์ ปรับแก้	N (เปอร์เซ็นต์)	h (ซม.)	ขนาดตะกอน (มม.)
0.25	24.5	30	27	82.331	10.795	0.0805
0.5	24	30	26.5	80.806	10.928	0.0573
1	23	30	25.5	77.757	11.193	0.0410
2	21.5	30	24	73.183	11.590	0.0295
2	20	30	22.5	68.609	10.854	0.0285
4	18.5	30	21	64.035	11.252	0.0205
8	17	30	19.5	59.461	11.649	0.0148
15	16	30	18.5	56.412	11.914	0.0109
30	14.5	30	17	51.838	12.312	0.0078
60	13.5	30	16	48.789	12.577	0.0056
1086	11	30	13.5	41.165	13.239	0.0014
1375	10	30	12.5	38.116	13.504	0.0012
2434	9.5	29	12	36.591	13.637	0.0009
2776	9	29	11.5	35.067	13.769	0.0009
3824	9	28	11.5	35.067	13.769	0.0007
4143	9	28.5	11.5	35.067	13.769	0.0007

N = เปอร์เซ็นต์ของเม็ดดินที่มีขนาดเล็กกว่าขนาดตะกอน

h = ความลึกที่มีอัตราส่วนของเม็ดดินที่มีขนาดเล็กกว่าขนาดตะกอน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ค4 แสดงผลการทดลองหาขนาดเม็ดดินหลังการคลุมดินด้วยฟางข้าว ที่ความเข้มฝน 30 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

ช่วงเวลา (นาที)	ค่าไฮโดรมิเตอร์ อ่านจริง	อุณหภูมิ (C^{o})	ค่าไฮโดรมิเตอร์ ปรับแก้	N (เปอร์เซ็นต์)	h (ซม.)	ขนาดตะกอน (มม.)
0.25	24	29	26.5	82.674	10.928	0.0839
0.5	23	29	25.5	79.554	11.193	0.0600
1	22.5	29	25	77.994	11.325	0.0427
2	21.5	29	24	74.875	11.590	0.0305
2	20	30	22.5	70.195	10.854	0.0296
4	18.5	30	21	65.515	11.252	0.0213
8	17	30	19.5	60.836	11.649	0.0153
15	16.5	30	19	59.276	11.782	0.0112
30	15	30	17.5	54.596	12.179	0.0081
60	14	30	16.5	51.476	12.444	0.0058
1084	12.5	29	15	46.797	12.842	0.0014
1373	12	30	14.5	45.237	12.974	0.0012
2432	11	29	13.5	42.117	13.239	0.0009
2774	10.5	29	13	40.557	13.372	0.0009
3822	10	29	12.5	38.997	13.504	0.0008
4141	10	29	12.5	38.997	13.504	0.0007

N = เปอร์เซ็นต์ของเม็ดดินที่มีขนาดเล็กกว่าขนาดตะกอน

h = ความลึกที่มีอัตราส่วนของเม็ดดินที่มีขนาดเล็กกว่าขนาดตะกอน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ค5 แสดงผลการทดลองหาขนาดเม็ดดินแปลงที่ไม่ปกคลุมดิน ที่ความเข้มฝน 50 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

ช่วงเวลา (นาที)	ค่าไฮโดรมิเตอร์ อ่านจริง	อุณหภูมิ (C^o)	ค่าไฮโดรมิเตอร์ ปรับแก้	N (เปอร์เซ็นต์)	h (ซม.)	ขนาดตะกอน (มม.)
0.25	26	31	28.5	91.036	10.398	0.0790
0.5	24.5	31	27	86.244	10.795	0.0569
1	22.5	31	25	79.856	11.325	0.0412
2	20	31	22.5	71.870	11.988	0.0300
2	18.5	31	21	67.079	11.252	0.0291
4	17	30	19.5	62.288	11.649	0.0209
8	16	30	18.5	59.093	11.914	0.0149
15	15.5	30	18	57.496	12.047	0.0110
30	14.5	30	17	54.302	12.312	0.0078
60	14	30	16.5	52.705	12.444	0.0056
1126	13.5	30	16	51.108	12.577	0.0013
1488	13	30	15.5	49.511	12.709	0.0011
1517	12	29	14.5	46.316	12.974	0.0011
2965	12	30.5	14.5	46.316	12.974	0.0008
3948	11	30	13.5	43.122	13.239	0.0007
4406	11	30	13.5	43.122	13.239	0.0007

N = เปอร์เซ็นต์ของเม็ดดินที่มีขนาดเล็กกว่าขนาดตะกอน

h = ความลึกที่มีอัตราส่วนของเม็ดดินที่มีขนาดเล็กกว่าขนาดตะกอน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ค6 แสดงผลการทดลองหาขนาดเม็ดดินหลังการคลุมดินด้วยใบหญ้าแฝก ที่ความเข้มฝน 50 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

ช่วงเวลา (นาที)	ค่าไฮโดรมิเตอร์ อ่านจริง	อุณหภูมิ (C^0)	ค่าไฮโดรมิเตอร์ ปรับแก้	N (เปอร์เซ็นต์)	h (ซม.)	ขนาดตะกอน (มม.)
0.25	25.5	31	28	87.490	10.530	0.0824
0.5	25	31	27.5	85.927	10.663	0.0586
1	24	31	26.5	82.803	10.928	0.0419
2	23	31	25.5	79.678	11.193	0.0300
2	22	31	24.5	76.553	10.324	0.0288
4	21	31	23.5	73.429	10.589	0.0206
8	20.5	31	23	71.867	10.722	0.0147
15	19	30	21.5	67.180	11.119	0.0109
30	18.5	30	21	65.617	11.252	0.0078
60	17.5	30	20	62.493	11.517	0.0056
1102	12.5	29	15	46.869	12.842	0.0014
1465	11	31	13.5	42.183	13.239	0.0012
2595	10.5	30.5	13	40.620	13.372	0.0009
2942	10	30	12.5	39.058	13.504	0.0009
3925	10	30	12.5	39.058	13.504	0.0007
4384	10	30	12.5	39.058	13.504	0.0007

N = เปอร์เซ็นต์ของเม็ดดินที่มีขนาดเล็กกว่าขนาดตะกอน

h = ความลึกที่มีอัตราส่วนของเม็ดดินที่มีขนาดเล็กกว่าขนาดตะกอน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ค7 แสดงผลการทดลองหาขนาดเม็ดดินหลังการคลุมดินด้วยใบอ้อย ที่ความเข้มฝน 50 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

ช่วงเวลา (นาที)	ค่าไฮโดรมิเตอร์ อ่านจริง	อุณหภูมิ (C^{o})	ค่าไฮโดรมิเตอร์ ปรับแก้	N (เปอร์เซ็นต์)	h (ซม.)	ขนาดตะกอน (มม.)
0.25	26.5	31	29	90.263	10.265	0.0797
0.5	26	31	28.5	88.707	10.398	0.0567
1	25	31	27.5	85.594	10.663	0.0406
2	24.5	28	27	84.038	10.795	0.0289
2	23.5	30	26	80.926	9.927	0.0277
4	23	30	25.5	79.369	10.059	0.0197
8	22	30	24.5	76.257	10.324	0.0141
15	20.5	30	23	71.588	10.722	0.0105
30	19.5	30	22	68.475	10.987	0.0075
60	17	30	19.5	60.694	11.649	0.0055
1146	12.5	29	15	46.688	12.842	0.0013
1508	11.5	30	14	43.575	13.107	0.0011
2638	10	30	12.5	38.907	13.504	0.0009
2990	9.5	30	12	37.350	13.637	0.0008
3971	9	30	11.5	35.794	13.769	0.0007
4426	9	30	11.5	35.794	13.769	0.0007

N = เปอร์เซ็นต์ของเม็ดดินที่มีขนาดเล็กกว่าขนาดตะกอน

h = ความลึกที่มีอัตราส่วนของเม็ดดินที่มีขนาดเล็กกว่าขนาดตะกอน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ค8 แสดงผลการทดลองหาขนาดเม็ดดินหลังการคลุมดินด้วยฟางข้าว ที่ความเข้มฝน 50 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

ช่วงเวลา (นาที)	ค่าไฮโดรมิเตอร์ อ่านจริง	อุณหภูมิ (C^{o})	ค่าไฮโดรมิเตอร์ ปรับแก้	N (เปอร์เซ็นต์)	h (ซม.)	ขนาดตะกอน (มม.)
0.25	26	31	28.5	91.199	10.398	0.0790
0.5	25	31	27.5	87.999	10.663	0.0566
1	24.5	31	27	86.399	10.795	0.0402
2	24	31	26.5	84.799	10.928	0.0286
2	23	30	25.5	81.599	10.059	0.0275
4	22	30	24.5	78.399	10.324	0.0197
8	21	30	23.5	75.199	10.589	0.0141
15	19.5	30	22	70.399	10.987	0.0105
30	19	30	21.5	68.799	11.119	0.0075
60	17.5	30	20	63.999	11.517	0.0054
1138	13	29	15.5	49.599	12.709	0.0013
1500	12.5	31	15	47.999	12.842	0.0011
2630	12	30.5	14.5	46.399	12.974	0.0009
2978	11	30	13.5	43.199	13.239	0.0008
3963	10.5	30	13	41.599	13.372	0.0007
4417	10.5	30	13	41.599	13.372	0.0007

N = เปอร์เซ็นต์ของเม็ดดินที่มีขนาดเล็กกว่าขนาดตะกอน

h = ความลึกที่มีอัตราส่วนของเม็ดดินที่มีขนาดเล็กกว่าขนาดตะกอน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ค9 แสดงผลการทดลองหาขนาดเม็ดดินแปลงที่ไม่ปกคลุมดิน ที่ความเข้มฝน 70 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

ช่วงเวลา (นาที)	ค่าไฮโดรมิเตอร์ อ่านจริง	อุณหภูมิ (C^{o})	ค่าไฮโดรมิเตอร์ ปรับแก้	N (เปอร์เซ็นต์)	h (ซม.)	ขนาดตะกอน (มม.)
0.25	24	31	26.5	86.929	10.928	0.0822
0.5	23	31	25.5	83.649	11.193	0.0589
1	21	31	23.5	77.088	11.723	0.0426
2	20	28	22.5	73.808	11.988	0.0305
2	18	30	20.5	67.247	11.384	0.0297
4	17	30	19.5	63.967	11.649	0.0212
8	16	30	18.5	60.687	11.914	0.0152
15	15.5	30	18	59.046	12.047	0.0111
30	15	30	17.5	57.406	12.179	0.0079
60	14	30	16.5	54.126	12.444	0.0057
1118	12	29	14.5	47.565	12.974	0.0013
1348	11	31	13.5	44.285	13.239	0.0012
2449	10.5	30.5	13	42.645	13.372	0.0009
2788	10	30	12.5	41.004	13.504	0.0009
3844	10	30	12.5	41.004	13.504	0.0007
4151	10	30	12.5	41.004	13.504	0.0007

N = เปอร์เซ็นต์ของเม็ดดินที่มีขนาดเล็กกว่าขนาดตะกอน

h = ความลึกที่มีอัตราส่วนของเม็ดดินที่มีขนาดเล็กกว่าขนาดตะกอน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ค10 แสดงผลการทดลองหาขนาดเม็ดดินหลังการคลุมดินด้วยใบหญ้าแฝก ที่ความเข้มฝน 70 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

ช่วงเวลา (นาที)	ค่าไฮโดรมิเตอร์ อ่านจริง	อุณหภูมิ (C^{o})	ค่าไฮโดรมิเตอร์ ปรับแก้	N (เปอร์เซ็นต์)	h (ซม.)	ขนาดตะกอน (มม.)
0.25	24	30	26.5	86.752	10.928	0.0810
0.5	23	30	25.5	83.478	11.193	0.0580
1	22	30	24.5	80.205	11.458	0.0415
2	20.5	30	23	75.294	11.855	0.0298
2	19.5	30	22	72.021	10.987	0.0287
4	18.5	30	21	68.747	11.252	0.0205
8	18	30	20.5	67.110	11.384	0.0146
15	17.5	30	20	65.473	11.517	0.0107
30	17	30	19.5	63.836	11.649	0.0076
60	15	30	17.5	57.289	12.179	0.0055
1115	12	29	14.5	47.468	12.974	0.0013
1345	11	29	13.5	44.194	13.239	0.0012
2446	10.5	29	13	42.558	13.372	0.0009
2785	9.5	29	12	39.284	13.637	0.0008
3841	9	29	11.5	37.647	13.769	0.0007
4148	9	29	11.5	37.647	13.769	0.0007

N = เปอร์เซ็นต์ของเม็ดดินที่มีขนาดเล็กกว่าขนาดตะกอน

h = ความลึกที่มีอัตราส่วนของเม็ดดินที่มีขนาดเล็กกว่าขนาดตะกอน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ค11 แสดงผลการทดลองหาขนาดเม็ดดินหลังการคลุมดินด้วยใบอ้อย ที่ความเข้มฝน 70 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

ช่วงเวลา (นาที)	ค่าไฮโดรมิเตอร์ อ่านจริง	อุณหภูมิ (C^o)	ค่าไฮโดรมิเตอร์ ปรับแก้	N (เปอร์เซ็นต์)	h (ซม.)	ขนาดตะกอน (มม.)
0.25	24	30	26.5	86.876	10.928	0.0810
0.5	23	30	25.5	83.598	11.193	0.0580
1	22	30	24.5	80.319	11.458	0.0415
2	21.5	30	24	78.680	11.590	0.0295
2	19.5	29.5	22	72.124	10.987	0.0287
4	18	29.5	20.5	67.206	11.384	0.0207
8	17	29.5	19.5	63.928	11.649	0.0148
15	16.5	29.5	19	62.289	11.782	0.0109
30	15.5	29.5	18	59.010	12.047	0.0078
60	15	29.5	17.5	57.371	12.179	0.0055
1112	12.5	29	14.5	47.536	12.974	0.0013
1342	11.5	30	13.5	44.258	13.239	0.0012
2443	10	30	13	42.618	13.372	0.0009
2782	10	30	13	42.618	13.372	0.0008
3838	9.5	30	13	42.618	13.372	0.0007
4145	9.5	30	13	42.618	13.372	0.0007

N = เปอร์เซ็นต์ของเม็ดดินที่มีขนาดเล็กกว่าขนาดตะกอน

h = ความลึกที่มีอัตราส่วนของเม็ดดินที่มีขนาดเล็กกว่าขนาดตะกอน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ค12 แสดงผลการทดลองหาขนาดเม็ดดินหลังการคลุมดินด้วยฟางข้าว ที่ความเข้มฝน 70 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

ช่วงเวลา (นาที)	ค่าไฮโดรมิเตอร์ อ่านจริง	อุณหภูมิ (C^o)	ค่าไฮโดรมิเตอร์ ปรับแก้	N (เปอร์เซ็นต์)	h (ซม.)	ขนาดตะกอน (มม.)
0.25	25	30	27.5	89.770	10.663	0.0829
0.5	24.5	30	27	88.137	10.795	0.0590
1	22.5	30	25	81.609	11.325	0.0427
2	20.5	30	23	75.080	11.855	0.0309
2	19.5	30	22	71.816	10.987	0.0297
4	18	30	20.5	66.919	11.384	0.0214
8	17.5	30	20	65.287	11.517	0.0152
15	17	30	19.5	63.655	11.649	0.0112
30	15.5	30	18	58.758	12.047	0.0080
60	14.5	30	17	55.494	12.312	0.0057
1109	12	29	14.5	47.333	12.974	0.0014
1399	11	30	13.5	44.069	13.239	0.0012
2440	10.5	30	13	42.437	13.372	0.0009
2779	10	30	12.5	40.804	13.504	0.0009
3835	9	29	11.5	37.540	13.769	0.0008
4142	9	29	11.5	37.540	13.769	0.0007

N = เปอร์เซ็นต์ของเม็ดดินที่มีขนาดเล็กกว่าขนาดตะกอน

h = ความลึกที่มีอัตราส่วนของเม็ดดินที่มีขนาดเล็กกว่าขนาดตะกอน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ง

ข้อมูลค่าความชื้นในดิน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ง1 แสดงผลการค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความชื้นในดินแปลงปกคลุมดินด้วยใบหญ้าแฝก

วัน	ไม่คลุมดิน		400 กก. ไร่$^{-1}$		800 กก. ไร่$^{-1}$		1200 กก. ไร่$^{-1}$		1600 กก. ไร่$^{-1}$		2000 กก. ไร่$^{-1}$	
	S	ΔS	S	ΔS	S	ΔS	S	ΔS	S	ΔS	S	ΔS
0	22.33		22.42		22.45		22.82		22.57		23.50	
1	17.14	5.19	17.97	4.45	18.73	3.72	18.12	4.69	18.48	4.08	19.16	4.34
2	15.89	1.25	17.01	0.96	17.44	1.29	17.57	0.55	17.83	0.65	18.57	0.59
3	14.34	1.55	16.60	0.41	16.75	0.69	16.92	0.65	17.24	0.59	17.65	0.92
4	13.90	0.44	15.75	0.84	16.34	0.40	16.66	0.26	17.00	0.23	17.56	0.09
5	12.62	1.28	15.39	0.36	15.44	0.90	16.03	0.63	15.84	1.17	16.61	0.95
6	12.03	0.59	14.88	0.51	15.18	0.27	15.69	0.34	15.73	0.11	15.94	0.67
7	11.23	0.80	14.36	0.52	14.37	0.81	14.97	0.73	14.92	0.81	15.39	0.55
ค่าเฉลี่ย	14.93	0.99	16.80	0.60	17.09	0.73	17.35	0.53	17.45	0.59	18.05	0.63

S = ค่าความชื้นในดินรายวัน

ΔS = การสูญเสียความชื้นในดินรายวัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ง2 แสดงผลการค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความชื้นในดินแปลงปกคลุมดินด้วยใบอ้อย

วัน	ไม่คลุมดิน		400 กก. ไร่$^{-1}$		800 กก. ไร่$^{-1}$		1200 กก. ไร่$^{-1}$		1600 กก. ไร่$^{-1}$		2000 กก. ไร่$^{-1}$	
	S	ΔS	S	ΔS	S	ΔS	S	ΔS	S	ΔS	S	ΔS
0	22.33		22.26		23.23		23.87		23.24		23.43	
1	17.14	5.19	17.81	4.45	18.07	5.16	18.84	5.03	18.57	4.67	18.79	4.64
2	15.89	1.25	16.64	1.17	17.79	0.27	17.62	1.21	17.87	0.71	17.93	0.86
3	14.34	1.55	15.65	0.99	17.40	0.39	17.31	0.31	17.54	0.32	17.30	0.63
4	13.90	0.44	15.38	0.27	16.64	0.76	16.85	0.46	17.53	0.02	17.28	0.02
5	12.62	1.28	14.72	0.66	15.71	0.93	16.30	0.55	16.33	1.19	16.99	0.29
6	12.03	0.59	14.08	0.64	15.14	0.56	15.52	0.78	16.18	0.16	16.28	0.70
7	11.23	0.80	13.31	0.77	14.56	0.58	14.91	0.60	15.67	0.50	15.82	0.46
ค่าเฉลี่ย	14.93	0.99	16.23	0.75	17.32	0.58	17.65	0.65	17.87	0.48	17.98	0.49

S = ค่าความชื้นในดินรายวัน

ΔS = การสูญเสียความชื้นในดินรายวัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ง3 แสดงผลการค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความชื้นในดินแปลงปกคลุมดินด้วยฟางข้าว

วัน	ไม่คลุมดิน		400 กก. ไร่$^{-1}$		800 กก. ไร่$^{-1}$		1200 กก. ไร่$^{-1}$		1600 กก. ไร่$^{-1}$		2000 กก. ไร่$^{-1}$	
	S	ΔS	S	ΔS	S	ΔS	S	ΔS	S	ΔS	S	ΔS
0	22.33		23.123		22.832		23.272		22.739		23.778	
1	17.14	5.19	18.025	5.10	18.585	4.25	18.866	4.41	18.343	4.40	18.940	4.84
2	15.89	1.25	16.504	1.52	17.498	1.09	17.831	1.04	17.531	0.81	18.116	0.82
3	14.34	1.55	15.620	0.88	16.224	1.27	16.912	0.92	17.157	0.37	17.663	0.45
4	13.90	0.44	15.407	0.21	15.986	0.24	16.790	0.12	16.406	0.75	17.508	0.15
5	12.62	1.28	14.670	0.74	15.563	0.72	15.960	0.83	16.356	0.05	17.029	0.48
6	12.03	0.59	14.081	0.59	15.394	0.17	15.930	0.03	15.972	0.38	16.475	0.55
7	11.23	0.80	13.683	0.40	14.833	0.56	15.255	0.67	15.179	0.79	16.154	0.32
ค่าเฉลี่ย	14.93	0.99	16.39	0.72	17.11	0.63	17.60	0.60	17.46	0.53	18.21	0.46

S = ค่าความชื้นในดินรายวัน

ΔS = การสูญเสียความชื้นในดินรายวัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ-สกุล	นายดิษฐพงษ์ มิตรรัตน์
เกิดวันที่	23 มกราคม 2530
สถานที่เกิด	จังหวัดสระบุรี
ประวัติการศึกษา	วศ.บ. (โยธา-ชลประทาน) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์