บทที่ 3

วิธีการศึกษาและทดลอง

3.1 สถานที่ทำการทดลองและสภาพภูมิประเทศ

แปลงทดลองทั้งหมดตั้งอยู่ในพื้นที่อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ ประกอบไปด้วย 3 แปลงทดลอง โดยแปลงทดลองที่ 1 เป็นแปลงทดลองหลักของโครงการ BORASSUS (โครงการหมายเลข INCO-CT-2005-510745) ดำเนินการโดย รศ.ดร.มัตติกา พนมธรนิจกุล และคณะ ภายใต้การสนับสนุนของสหภาพยุโรป (EU) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547 ตั้งอยู่ในพื้นที่หมู่บ้านถวน ตำบลบ้านทับ (ละติจูดที่ 18° 31' 04.84" เหนือ ลองติจุดที่ 98° 17' 30.38" ตะวันออกโดยประมาณ) โดยดำเนินการทดลองระหว่างปี พ.ศ. 2551 – 2552 ส่วนแปลงทดลองที่ 2 เป็นแปลงขยายผลการทดลองสู่พื้นที่ของเกษตรกร ตั้งอยู่ในพื้นที่หมู่บ้านถวน ดำเนินการทดลองระหว่างปี พ.ศ. 2551 – 2553 และแปลงทดลองที่ 3 เป็นแปลงขยายผลเช่นเดียวกับแปลงทดลองที่ 2 โดยตั้งอยู่ในบริเวณหมู่บ้านบนนาแม่กึ๋ง ตำบลช่างเคิ่ง (ละติจูดที่ 18° 31' 02.23" เหนือ ลองติจุดที่ 98° 19' 47.95" ตะวันออกโดยประมาณ) ดำเนินการทดลองระหว่างปี พ.ศ. 2552 – 2553 ทั้งนี้ หมู่บ้านถวนและหมู่บ้านบนนาแม่กึ๋ง มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 1,240 เมตรและ 700 เมตร ตามลำดับ และมีสภาพโดยทั่วไปเป็นพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน (Slope Complex Land) มีความลาดชันผันแปรประมาณร้อยละ 20 - 80

ตารางที่ 3.1 แสดงตำแหน่งที่ตั้งของแปลงทดลอง ณ.จุดพิกัดเส้นรุ้ง (Latitude) เส้นแวง (Longitude) ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง (Altitude) ระดับความลาดชันของพื้นที่ และลักษณะประชากรของแปลงทดลองทั้ง 3 แปลง ในพื้นที่อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

แปลงทดลอง	แปลงทดลองที่ 1 และ 2	แปลงทดลองที่ 3
ที่ตั้ง	หมู่บ้านถวน ตำบลบ้านทับ	หมู่บ้านบนนาแม่กึ๋ง ตำบลช่างเคิ่ง
Latitude (N)	18° 31' 04.84"	18° 31' 02.23"
Longitude (E)	98° 17' 30.38"	98° 19' 47.95"
Altitude (m)	1,240	700
Slope gradient (%)	20 - 80	20 - 80
ลักษณะประชากร	เกษตรกร: ชาวเขาเผ่ากะเหรี่ยง	เกษตรกร: ชาวไทยพื้นเมือง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.2 แผนการทดลอง

การทดลองนี้ได้ดำเนินการระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 – มีนาคม พ.ศ. 2553 ซึ่งประกอบด้วยแปลงทดลองหลักและแปลงขยายผลรวม 3 แปลง โดยการวางแผนการทดลองสำหรับแปลงทดลองทั้ง 3 แห่ง มีดังนี้

3.2.1 แปลงทดลองที่ 1

ได้ใช้แปลงทดลองหลักของโครงการ BORASSUS ซึ่งได้เริ่มดำเนินการทดลองมาตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2547 ประกอบด้วยแปลงย่อยขนาดกว้าง 5 เมตร และยาวตามความลาดเท 30 เมตร จำนวน 15 แปลงย่อย แต่ละแปลงห่างกันประมาณ 0.5 - 1 เมตร และได้ใช้วิธีปลูกพืชตามแนวระดับเชิงอนุรักษ์ 5 วิธี โดยมีการปฏิบัติแต่ละวิธี 3 ซ้ำ และทำการปลูกพืชเหลื่อมฤดูหมุนเวียนต่อเนื่องตลอดทั้งปีภายใต้สภาพน้ำฝนที่ปราศจากการให้น้ำเสริมใดๆ ทั้งสิ้น โดยปลูกข้าวโพดหวาน ข้าวไร่ และถั่วแปยีเหลื่อมฤดูต่อเนื่องตลอดปีตามลำดับ ซึ่งมีกรรมวิธีปลูกพืชตามแนวระดับในร่องที่มีการคลุมดินด้วยระแนงไม้ไผ่ (*Arundinaria gigantea*) สานเป็นตาข่าย และแผงหญ้าคา (*Imperata cylindrica*) เปรียบเทียบกับการปลูกพืชโดยไม่คลุมดิน ซึ่งผลจากการทดลองที่ผ่านมาชี้ให้เห็นว่าวิธีการปลูกพืชในร่องที่มีการคลุมดิน เป็นวิธีที่ดีที่สุดในการอนุรักษ์ดินและน้ำตลอดจนเพิ่มผลิตภาพของพืชที่ปลูก อย่างไรก็ดี ตาข่ายไม้ไผ่จำเป็นต้องใช้แรงงาน ทุน และระยะเวลาที่มาก อีกทั้งมีความยุ่งยากในขั้นตอนการผลิต ดังนั้น ในการทดลองนี้จึงได้เลือกใช้วัสดุทางชีวภาพที่หาได้ง่ายในพื้นที่ คือ หญ้าไม้กวาด (*Thysanolaena latifolia*) และเฟิร์นกูดดอย (*Dicranopteris lineris*) มาใช้เป็นวัสดุคลุมดินในการปลูกระบบร่องแทนการใช้ตาข่ายไม้ไผ่จักสานหรือแผงหญ้าคา ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้จึงได้ใช้กรรมวิธีปลูกพืชเชิงบูรณาการ 4 วิธี โดยมีการวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) และเลือกจากแปลงทดลองดั้งเดิมจำนวน 12 แปลงย่อย วิธีละ 3 ซ้ำ (รูปที่ 3.1) คือ

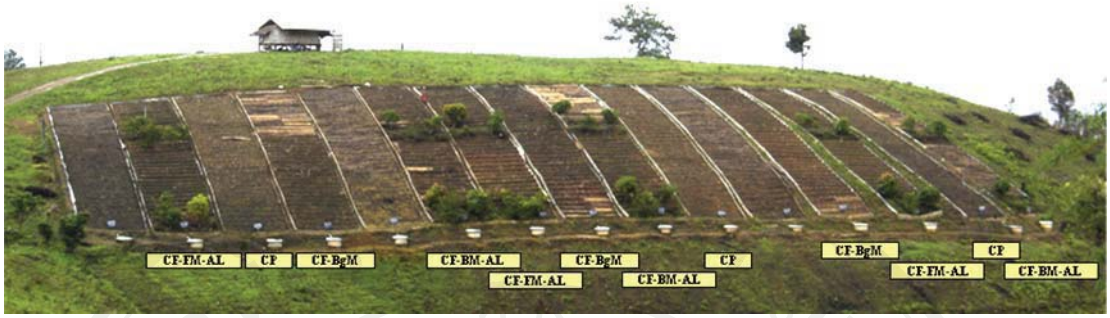
1) ปลูกตามแนวระดับที่เกษตรกรนิยมปฏิบัติ (Contour Planting, CP)

2) ปลูกในร่องตามแนวระดับและคลุมดินด้วยหญ้าไม้กวาด (Contour Furrow cultivation mulched with Bamboo grass, CF-BgM)

3) ปลูกในร่องตามแนวระดับระหว่างแถบอนุรักษ์ไม้ผลผสมและคลุมดินด้วยเฟิร์นกูดดอย (Contour Furrow cultivation mulched with Forking fern in Alley Croping, CF-FM-AL)

4) ปลูกในร่องตามแนวระดับระหว่างแถบอนุรักษ์ไม้ผลผสมและคลุมดินด้วยตาข่ายไม้ไผ่ (Contour Furrow cultivation mulched with Bamboo mat in Alley Croping, CF-BM-AL)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 3.1 แปลงหลักของโครงการ BORASSUS ในพื้นที่หมู่บ้านถวน ตำบลบ้านทับ อำเภอแม่แจ่ม โดยการทดลองนี้ได้เลือกแปลงย่อยในการทดลองจำนวน 12 แปลง จากแปลงย่อยทั้งหมด 15 แปลง (แปลงทดลองที่ 1)

3.2.2 แปลงทดลองที่ 2

สำหรับแปลงทดลองที่ 2 (แปลงขยายผลหมู่บ้านถวน) มีลักษณะเป็นแปลงสาธิต โดยมุ่งเปรียบเทียบให้เกษตรกรเห็นความแตกต่างที่ชัดเจนระหว่างการปลูกที่เกษตรกรนิยมปฏิบัติ และการปลูกเชิงอนุรักษ์ โดยแปลงทดลองในหมู่บ้านถวนประกอบด้วยแปลงย่อยขนาดกว้าง 15 เมตร และยาวตามความลาดเท 20 เมตร จำนวน 4 แปลง แต่ละแปลงห่างกันประมาณ 0.5 - 1 เมตร ปลูกพืชตามแนวระดับเชิงอนุรักษ์ 2 วิธี วิธีละ 2 ซ้ำ (รูปที่ 3.2) ได้แก่

1) ปลูกตามแนวระดับที่เกษตรกรนิยมปฏิบัติ (Contour Planting, CP)

2) ปลูกในร่องตามแนวระดับและคลุมดินด้วยหญ้าไม้กวาด (Contour Furrow cultivation mulched with Bamboo grass, CF-BgM)

3.2.3 แปลงทดลองที่ 3

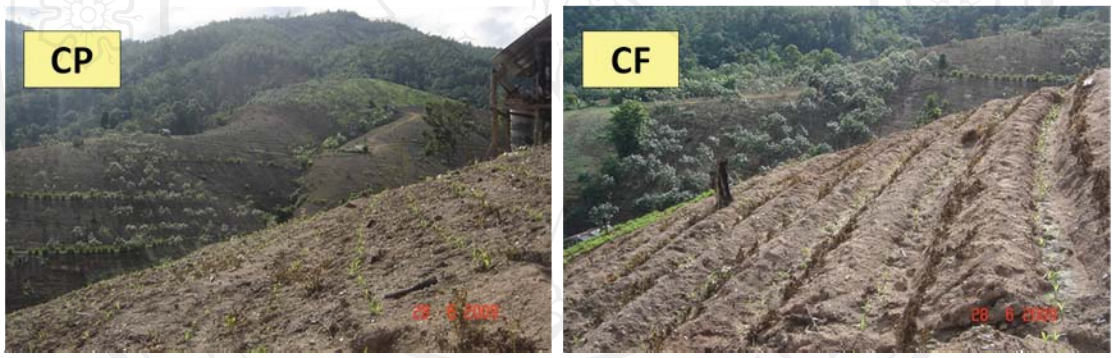
แปลงทดลองที่ 3 (แปลงขยายผลหมู่บ้านบนนาแม่กึ๋ง) มีลักษณะเป็นแปลงสาธิตเช่นเดียวกับแปลงทดลองที่ 2 ประกอบด้วยแปลงย่อยขนาดกว้าง 15 เมตร และยาวตามความลาดชัน 20 เมตร จำนวน 2 แปลง ห่างกันประมาณ 0.5 เมตร ปลูกพืชเชิงตามแนวระดับเชิงอนุรักษ์ 2 วิธี วิธีละ 1 ซ้ำ (รูปที่ 3.3) ได้แก่

1) ปลูกตามแนวระดับที่เกษตรกรนิยมปฏิบัติ (Contour Planting, CP)

2) ปลูกในร่องตามแนวระดับโดยไม่มีวัสดุคลุมดิน (Contour Furrow cultivation, CF)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปที่ 3.2 แปลงขยายผลสู่พื้นที่ของเกษตรกรในพื้นที่หมู่บ้านถวน ตำบลบ้านทับ อำเภอแม่แจ่ม (แปลงทดลองที่ 2)



รูปที่ 3.3 แปลงขยายผลสู่พื้นที่ของเกษตรกรในพื้นที่หมู่บ้านบนนาแม่กึ๋ง ตำบลช่างเคิ่ง อำเภอแม่-แจ่ม (แปลงทดลองที่ 3)

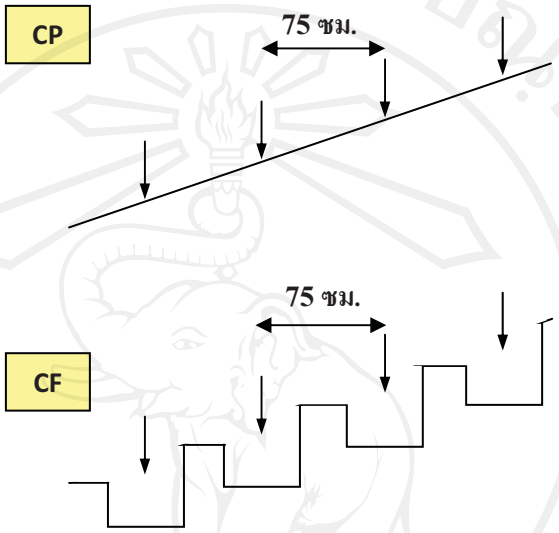
3.3 การเตรียมแปลง

3.3.1 การเตรียมแปลงและการเตรียมร่องปลูกตามแนวระดับ

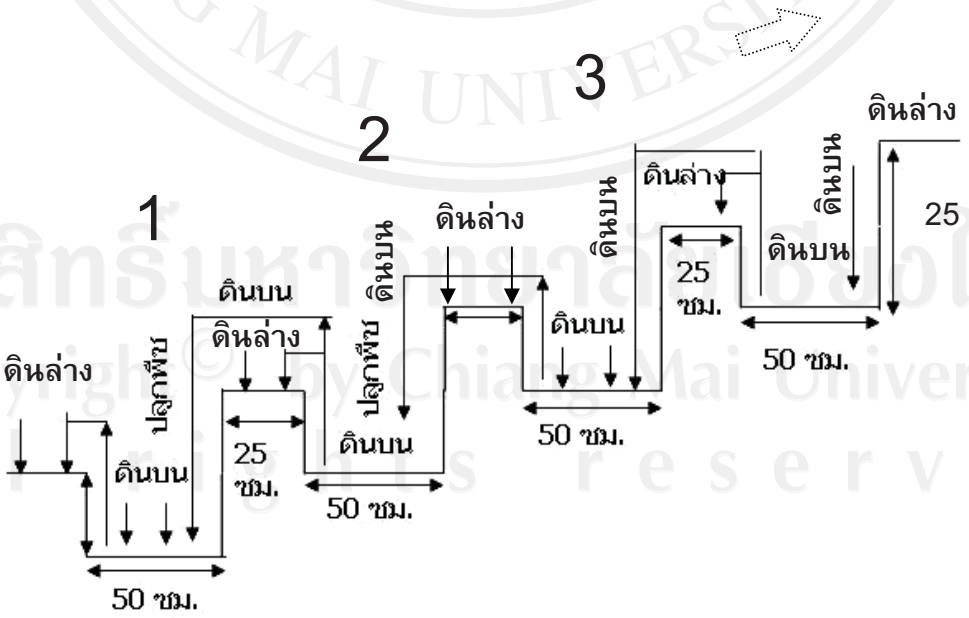
การเตรียมแปลงแบ่งเป็น 2 แบบ คือ การเตรียมแปลงที่ไม่มีร่อง และการเตรียมแปลงที่มีร่องปลูกตามแนวระดับ แปลงที่ไม่มีร่องหรือแบบที่เกษตรกรนิยมปฏิบัติจะเตรียมดินโดยใช้จอบสับหน้าดินเพื่อให้ดินโปร่งเล็กน้อยเช่นเดียวกับที่เกษตรกรนิยมปฏิบัติทั่วไป ส่วนแปลงที่มีการปลูกในร่องได้มีการตกแต่งร่องปลูกเดิมที่มีการเตรียมร่องไว้จากโครงการ BORASSUS เดิม ทำการเตรียมแปลงโดยวัดระยะห่างเพื่อกำหนดแนวร่อง โดยแต่ละร่องมีความยางตาแนวระดับ 5 เมตร ระยะห่างระหว่างแนวกึ่งกลางร่องตามความลาดเทซึ่งหมายถึงระยะปลูกระหว่างแถวปลูก 75 เซนติเมตร ส่วนแปลงแบบเกษตรกรนิยมมีระยะห่างระหว่างแถวปลูก 75 เซนติเมตร เช่นกัน (รูปที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.4) วิธีการจัดทำร่องได้กระทำตามวิธีของโครงการ BORASSUS ที่ได้กำหนดออกแบบไว้ดังนี้ คือ ใช้จอบขุดดินยกร่องตามแนวระดับให้มีขนาดร่องลึก 25 เซนติเมตร กว้าง 50 เซนติเมตร และมีสันร่องกว้าง 25 เซนติเมตร โดยเริ่มขุดร่องจากด้านล่างความลาดเทขึ้นไปด้านบน ทั้งนี้เพื่อทำให้สามารถนำหน้าดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ในร่องที่อยู่สูงกว่ามาไว้ในร่องด้านที่อยู่ต่ำกว่าได้



รูปที่ 3.4 ระยะห่างระหว่างแถวปลูกใน CP และระยะห่างระหว่างแนวกึ่งกลางร่องตามความลาดเทใน CF



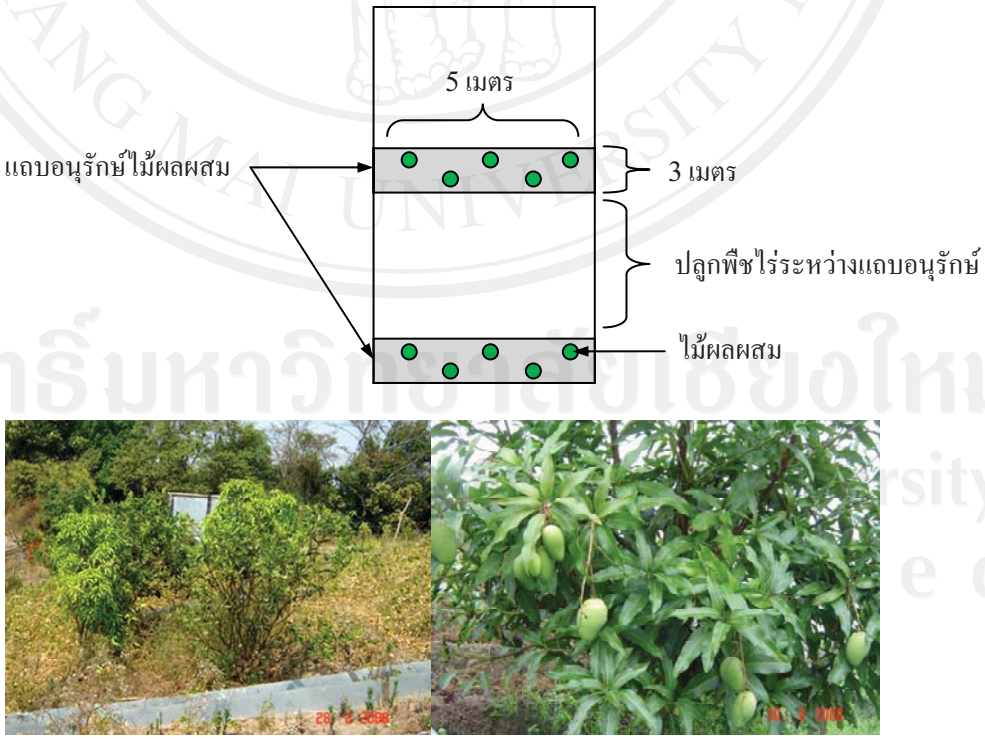
รูปที่ 3.5 ขนาดร่องและลำดับการเตรียมร่องปลูกสำหรับวิธีการปลูกพืชในร่องระหว่างแถบอนุรักษ์ (มัตติกา และคณะ, 2553)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สำหรับวิธีการขุดร่องเริ่มจากร่องที่ 1 หรือร่องที่อยู่ล่างสุดของความลาดเทก่อน โดยขุดหน้าดินและดินล่างของร่องที่ 1 ออกเพื่อนำมาทำเป็นสันร่องที่ 1 จากนั้นจึงขุดดินในร่องที่ 2 ที่อยู่ถัดขึ้นไป นำหน้าดินของร่องที่ 2 ใส่ไว้ในร่องที่ 1 และดินส่วนล่างของร่องที่ 2 ทำเป็นสันร่องของร่องที่ 2 และขุดร่องที่ 3 ที่ถัดขึ้นไป โดยนำหน้าดินของร่องที่ 3 ใส่ในร่องที่ 2 ทำการขุดร่องต่อเนื่องขึ้นไปตามความลาดเทตามแนวระดับจนถึงร่องบนสุดของความลาดเท โดยนำดินส่วนที่อยู่เหนือร่องบนสุดถัดขึ้นไปใส่ในร่องบนสุด (รูปที่ 3.5)

3.3.2 การเตรียมแถบอนุรักษ์ไม้ผลผสม

ในส่วนของแปลงย่อยที่มีแถบอนุรักษ์ (AL) ในแปลงทดลองที่ 1 โครงการ BORASSUS ได้ออกแบบจัดทำแถบอนุรักษ์ตั้งแต่พฤษภาคม พ.ศ. 2547 ก่อนทำการขุดร่องจะแบ่งแปลงออกเป็นครึ่งบนและครึ่งล่าง โดยแถบอนุรักษ์จะอยู่ที่ส่วนล่างสุดของแต่ละครึ่ง ซึ่งแต่ละแถบจะมีขนาดยาวตามความลาดเท 3 เมตร และยาวขนานตามแนวระดับ 5 เมตร มีการปลูกไม้ผลผสมคือ มะม่วง (*Mangifera indica Linn.*), มะนาว (*Critus aurantifolia*), มะเฟืองหวาน (*Averrhoa carambola L.*) และพุทรา (*Zizyphus jujube Mill.*) โดยมีระยะห่างระหว่างต้นประมาณ 1 เมตร และปลูกสลับกันแบบฟันปลา จำนวน 4 - 5 ต้นพร้อมกับคลุมดินบริเวณแถบอนุรักษ์ด้วยถั่วสไตโล (*Stylosanthes guianensis*)



รูปที่ 3.6 ขนาดและลักษณะของแถบอนุรักษ์ไม้ผลผสมสำหรับวิธีปลูกที่มีแถบอนุรักษ์ (Alley Cropping)

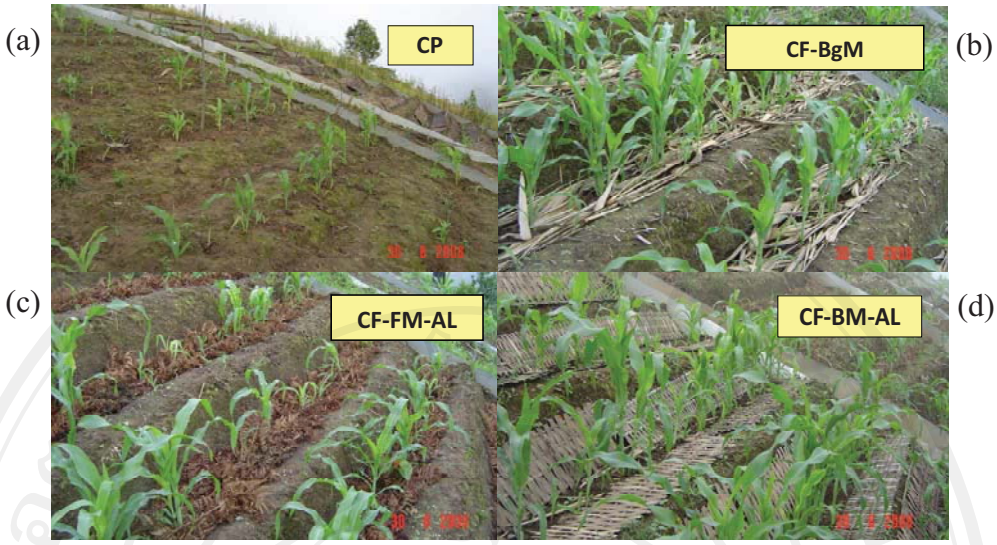
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.3.3 การคลุมดินในร่อง

สำหรับแปลงย่อยที่มีการคลุมดินในร่อง (M) ด้วยหญ้าไม้กวาด (*Thysanolaena latifolia*) และเฟิร์นกูดดอย (*Dicranopteris lineris*) พืชทั้ง 2 ชนิดที่ขึ้นอยู่บริเวณรอบแปลงทดลองจะถูกตัดทั้งลำต้นแล้วนำมาคลุมดินในร่องหลังจากเตรียมแปลงและร่องเสร็จเรียบร้อย โดยวางวัสดุคลุมลงตามแนวระดับของร่องและคลุมหน้าดินในร่องให้มากที่สุด เพื่อป้องกันการตกกระทบของเม็ดฝนกับผิวดิน ส่วนแปลงที่มีการคลุมดินด้วยระแนงไม้ไผ่ (*Arundinaria gigantea*) สานเป็นตาข่ายได้ใช้ของเดิมที่มีอยู่แล้วจากโครงการ BORASSUS โดยวางตาข่ายไม้ไผ่ตามแนวระดับของร่องเช่นเดียวกับแปลงที่คลุมด้วยหญ้าไม้กวาดและแปลงที่คลุมด้วยเฟิร์นกูดดอย (รูปที่ 3.7 และ 3.8)

รูปที่ 3.7 หญ้าไม้กวาด (Bamboo grass) เฟิร์นกูดดอย (Forking fern) และตาข่ายไม้ไผ่จักสาน (Bamboo mat) ที่ใช้เป็นวัสดุคลุมดิน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 3.8 วิธีปลูกพืชตามแนวระดับเชิงอนุรักษ์ 4 วิธี ได้แก่ (a) ปลูกตามแนวระดับที่เกษตรกรนิยมปฏิบัติ (CP), (b) ปลูกในร่องตามแนวระดับและคลุมดินด้วยหญ้าไม้กวาด (CF-BgM), (c) ปลูกในร่องตามแนวระดับระหว่างแถบอนุรักษ์ไม้ผลผสมและคลุมดินด้วยเฟิร์นกูดดอย (CF-FM-AL) และ (d) ปลูกในร่องตามแนวระดับระหว่างแถบอนุรักษ์ไม้ผลผสมและคลุมดินด้วยตาข่ายไม้ไผ่ (CF-BM-AL)

3.4 การปลูกพืช

ทำการปลูกพืชหมุนเวียนแบบเหลื่อมฤดูทั้งหมด 3 พืช ในแปลงทดลองที่ 1 โดยปลูกข้าวโพดหวาน (*Zea mays L.*) พันธุ์ลูกผสม แม่โจ้ 72 เป็นพืชแรกในช่วงต้นฤดูฝน (15 พฤษภาคม 2551) ใช้ระยะปลูกระหว่างต้น 40 เซนติเมตร และระหว่างแถวปลูก 75 เซนติเมตร จากนั้นปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (*Zea mays L. var. saccharata*) พันธุ์ลูกผสม เบอร์ 888 ของบริษัทเครือเจริญโภคพันธุ์เป็นพืชที่สอง (5 กรกฎาคม 2551) ซึ่งทำการปลูกระหว่างต้นของข้าวโพดหวาน ส่วนถั่วแปยีทำการปลูกเป็นพืชที่สาม (*Lablab purpurcus*) โดยปลูกในหลุมเดียวกับพืชแรก (8 กันยายน 2551)

สำหรับแปลงทดลองที่ 2 ซึ่งทำการทดลองทั้งหมด 2 ปี ในปีที่ 1 ได้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ลูกผสม เบอร์ 888 เป็นพืชแรก (5 กรกฎาคม 2551) และถั่วแปยีเป็นพืชที่สอง (8 กันยายน 2551) ส่วนในปีที่ 2 ปลูกข้าวโพดหวานพันธุ์ลูกผสม เบอร์ 51 ของบริษัทแปซิฟิกเมล็ดพันธุ์เป็นพืชแรก (21 พฤษภาคม 2552) ถั่วลิสงพันธุ์ไทนานเป็นพืชที่สอง (*Arachis hypogaea L.*, 25 กรกฎาคม 2552) และถั่วแปยีเป็นพืชที่สาม (8 กันยายน 2552)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในส่วนของแปลงทดลองที่ 3 ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ลูกผสม เบอร์ 888 เป็นพืชแรก (20 มิถุนายน 2552) และถั่วแปยีเป็นพืชที่สอง (26 กันยายน 2552)

ตารางที่ 3.2 แสดงช่วงเวลาที่ปลูกพืชชนิดต่างๆ ในแปลงทดลองทั้ง 3 แห่ง ที่ปลูกหมุนเวียนแบบเหลื่อมฤดูตลอดปีการทดลอง

ช่วงที่ปลูก	แปลงทดลองที่ 1	แปลงทดลองที่ 2		แปลงทดลองที่ 3
		ปีที่ 1	ปีที่ 2	
พ.ค.	ข้าวโพดหวาน	-	ข้าวโพดหวาน	-
ก.ค.	ข้าวโพดเลี้ยวสัตว์	ข้าวโพดเลี้ยวสัตว์	ถั่วลิสง	ข้าวโพดเลี้ยวสัตว์
ก.ย.	ถั่วแปยี	ถั่วแปยี	ถั่วแปยี	ถั่วแปยี

3.5 การใส่ปุ๋ย การกำจัดวัชพืช และการดูแลรักษา

ในทุกแปลงทดลองได้ทำการใส่ปุ๋ยโดยวิธีโรยเป็นแนวยาวตามแถวที่ปลูกพืชโดยแปลงทดลองที่ 1 ใส่ปุ๋ยสูตร 16-20-0 ในอัตรา 35 กิโลกรัม/ไร่ หรือประมาณ 82 กรัม/แถว ทั้งหมด 2 ครั้ง คือ ก่อนปลูกข้าวโพดหวานและก่อนปลูกถั่วแปยีในวันที่ 10 พฤษภาคม 2551 และ 2 กันยายน 2551 ตามลำดับ ส่วนแปลงทดลองที่ 2 ปีที่ 1 ไม่มีการใส่ปุ๋ย แต่ปีที่ 2 ใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 หนึ่งครั้ง ในอัตรา 25.4 กิโลกรัม/ไร่ หรือประมาณ 183 กรัม/แถว ในวันที่ 19 มิถุนายน 2552 สำหรับแปลงทดลองที่ 3 ใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 ในอัตรา 35 กิโลกรัม/ไร่ หรือประมาณ 252 กรัม/แถว หลังปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 1 เดือน นอกจากนี้ ในทุกแปลงทดลองยังได้ทำการกำจัดวัชพืชประมาณเดือนละ 1 ครั้ง โดยใช้แรงงานคนในการถอนวัชพืชด้วยมือ และใช้จอบถากวัชพืชออกจากหน้าดิน

3.6 การวัดและบันทึกข้อมูล

3.6.1 สมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของดิน

การเก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของดินได้เก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0 - 20 เซนติเมตร จำนวน 3 ครั้ง คือ ในช่วงต้น กลาง และปลายฤดูฝน สำหรับแปลงทดลองที่ 1 และปีแรกของแปลงทดลองที่ 2 เก็บตัวอย่างในวันที่ 22 พฤษภาคม, 27 กรกฎาคม และ 1 พฤศจิกายน 2551 ตามลำดับ ส่วนปีที่สองของแปลงทดลองที่ 2 และแปลงทดลองที่ 3 ทำการเก็บตัวอย่างในวันที่ 14 มิถุนายน, 7 กันยายน และ 15 พฤศจิกายน 2552 ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สำหรับตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินทั้งหมด ได้ทำการเก็บตัวอย่างโดยใช้หลอดโลหะเจาะดินขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร ยาว 120 เซนติเมตร เจาะเก็บตัวอย่างดินในที่ระดับความลึก 0 - 20 เซนติเมตร โดยสุ่มเก็บในแปลงส่วนบนและส่วนล่างของความลาดเทแบบ composite samples ส่วนละ 6 จุด ผึ่งให้แห้งในที่ร่มก่อนทำการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ทั้งนี้ สมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของดินที่ดำเนินการเก็บและวัดทั้งในส่วนบนและล่างของความลาดเทในช่วงระยะเวลาต่าง ๆ ของฤดูกาลเพาะปลูกมีดังนี้

1) ปฏิกิริยาหรือระดับความเป็นกรดด่างของดิน (pH) ใช้ดินผสมน้ำ อัตราส่วน 1:1 และวัดค่า pH โดยใช้ pH meter (Summer, 1994)

2) ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (Organic matter, OM) ใช้วิธีของ Walkley-Black โดยการใช้ $K_2Cr_2O_7$ และ conc. H_2SO_4 เพื่อออกซิไดซ์อินทรีย์คาร์บอนในดิน แล้วนำไปวิเคราะห์ปริมาณ $K_2Cr_2O_7$ ที่เหลือโดย titrate กับ standard $FeSO_4$ เพื่อคำนวณหาปริมาณอินทรียวัตถุในดินจากปริมาณของ $FeSO_4$ ที่ใช้ในการออกซิไดซ์อินทรีย์คาร์บอนในดิน (Nelson and Sommers, 1982)

3) ปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้ (extractable P) โดยสกัดดินด้วยน้ำยา Bray II (NH_4F + HCL) ใส่ H_3BO_3, NH_4MoO_4 และ $SnCl_2$ เพื่อพัฒนาสี แล้วนำไปวัดด้วย spectrophotometer ที่ช่วงคลื่น 660 นาโนเมตร นำค่าที่ได้เทียบกับ standard curve เพื่อคำนวณหาปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้ (Sparks, 1996)

4) ปริมาณโพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ (exchangeable K) สกัดดินด้วยสารละลาย NH_4OAc แล้วนำไปวัดด้วย atomic emission spectroscopy (AES) นำค่าที่ได้เทียบกับ standard curve เพื่อคำนวณหาปริมาณโพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ในดิน (Sparks, 1996)

5) ความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk density, BD) เก็บตัวอย่างดินในช่วงความลึก 0 -10 เซนติเมตร แบบไม่ทำลายโครงสร้างโดยใช้กระบอกเก็บดิน (soil core) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 เซนติเมตร สูง 7.5 เซนติเมตร เก็บตัวอย่างดินให้เต็มปริมาตรกระบอกเก็บดิน (V) โดยเก็บห่างจากโคนต้นพืช 5 เซนติเมตร ทำการสุ่มเก็บตัวอย่าง 4 ตัวอย่างในหนึ่งแปลงย่อย โดยแบ่งพื้นที่แปลงย่อยออกเป็น 4 ส่วนเท่าๆ กันตามความลาดเท แล้วนำมาอบที่อุณหภูมิ 105°C ประมาณ 24 ชั่วโมง เพื่อชั่งหาน้ำหนักแห้ง (m_s) ความหนาแน่นรวมของดินคำนวณได้จากสมการ (มัตติกา, 2549)

$$BD = m_s/V \qquad (3.1)$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปที่ 3.9 การใช้กระบอกเก็บดิน (soil core) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 เซนติเมตร สูง 7.5 เซนติเมตร เก็บตัวอย่างดินเพื่อนำมาวิเคราะห์หาค่าความหนาแน่นรวมของดิน

6) ความหนาแน่นของอนุภาคดิน (Particle density, PD) นำตัวอย่างดินที่วิเคราะห์แล้วเสร็จในข้อ 5) มาบดร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร ใส่ลงใน volumetric flask ขนาด V ลบ.ซม. น้ำหนักขวด m_1 กรัม ประมาณ 1 ใน 3 ของขวด ชั่งน้ำหนักขวดและดินเป็น m_2 กรัม ทำการปรับปริมาตรโดยเติมน้ำกลั่นลงในขวดที่มีดินบรรจุอยู่ให้ระดับน้ำเต็มความจุของขวดพอดี ชั่งน้ำหนักเป็น m_3 กรัม เมื่อกำหนดความหนาแน่นน้ำเท่ากับ P_w กรัม/ลบ.ซม. ความหนาแน่นอนุภาคดินคำนวณได้จากสมการ (มัตติกา, 2549)

$$PD = (m_2 - m_1)/[V - (m_3 - m_2)/P_w] \qquad (3.2)$$

7) ความพรุนทั้งหมดของดิน (Total porosity, TP) คำนวณได้จากสมการ (มัตติกา, 2549)

$$TP = 1 - (BD/PD) \qquad (3.3)$$

8) ความจุความชื้นในสนาม (Field capacity, FC) ใช้ตัวอย่างดินแบบเดียวกับที่ทำการวิเคราะห์ความหนาแน่นรวมของดินในข้อ 5) ก่อนอบให้แห้งนำตัวอย่างดินมาทำให้ดินอิ่มตัวด้วยน้ำ จากนั้นบรรจุลงในภาชนะที่รองด้วยแผ่นวัตถุพรุนที่อิ่มตัวด้วยน้ำ ยกระดับแผ่นวัตถุพรุนที่มีดินบรรจุอยู่ให้สูงจากผิวน้ำอิสระในภาชนะที่มีสายยางที่สมดุลกับแรงดึงน้ำ 100 เซนติเมตรของลำน้ำ แล้วปล่อยให้น้ำที่เกินอำนาจดูดยึดระบายออกจากดินภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลกประมาณ 2 - 3 วัน จนน้ำในดินเกือบหยุดนิ่ง ชั่งน้ำหนักดินทั้งก่อนอบและหลังอบให้แห้งเพื่อหาปริมาตรน้ำ (V_w) และปริมาตรดิน (V_t) แล้วคำนวณหาค่าความชื้นของดินโดยปริมาตรจากสมการ (มัตติกา, 2549)

$$FC = (V_w/V_t) \times 100 \qquad (3.4)$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปที่ 3.10 การนำดินที่ทำให้อิ่มตัวด้วยน้ำใส่ใน Hanging Column ที่มีระดับแรงดึงน้ำสูง 100 เซนติเมตร เพื่อให้น้ำที่เกินอำนาจดูดยึดระบายออกจากดิน ก่อนทำการชั่งและคำนวณเพื่อหาปริมาณความจุความชื้นในสนามของดิน

9) ความพรุนที่ระบายอากาศได้ดี (Aeration porosity, AP) คำนวณได้จากสมการ (มัตติกา, 2549)

$$AP = TP - FC \qquad (3.5)$$

10) ความคงทนของเม็ดดิน (Aggregate stability) ใช้พลั่วมือเก็บตัวอย่างผิวดินลึก 0 - 5 เซนติเมตร ให้เป็นแผ่นเพื่อเป็นการไม่ทำลายโครงสร้างดิน โดยสุ่มเก็บตัวอย่างดินกระจายทั่วพื้นที่เพาะปลูกในแต่ละแปลงย่อยประมาณ 10 จุด ผึ่งดินให้แห้งในที่ร่มก่อนทำการร่อนผ่านตะแกรงขนาด 8 และ 2 มิลลิเมตร สุ่มตัวอย่างเม็ดดินขนาด 2 - 8 มิลลิเมตร จำนวน 50 กรัม ใส่ลงในเฉาตะแกรงที่เรียงจากบนลงล่างขนาด 5.0, 3.0, 2.0, 1.0 และ 0.5 มิลลิเมตร ตามลำดับ ทำการร่อนด้วยตะแกรงในน้ำ (wet sieving) เป็นเวลา 30 นาที นำดินที่ค้างอยู่ในตะแกรงแต่ละชั้นไปอบและชั่งน้ำหนักแห้งเพื่อคำนวณหาขนาดเฉลี่ยของเม็ดดินที่เสถียร (Mean Weight Diameter, MWD) ปริมาณของเม็ดดินที่เสถียรเป็นร้อยละของเม็ดดินทั้งหมด (Stable Aggregate based on dry soil aggregate, SAD) และปริมาณของเม็ดดินที่เสถียรเป็นร้อยละของมวลดินทั้งหมด (Stable Aggregate based on total dry soil mass, SAT) (มัตติกา, 2549)

รูปที่ 3.11 เฉาตะแกรงขนาดต่างๆ และเครื่องร่อนด้วยตะแกรงในน้ำที่ใช้ในการวิเคราะห์ความคงทนของเม็ดดิน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

11) เนื้อดิน (Soil texture) วิเคราะห์ปริมาณการกระจายของอนุภาคดินกลุ่มขนาด sand, silt และ clay โดยใช้วิธีการตกตะกอนของอนุภาคดิน และวัดความเข้มข้นของสารแขวนลอยด้วยไฮโดรมิเตอร์ (hydrometer) (มัตติกา, 2521)

12) อัตราการซึมน้ำเข้าสู่ผิวดิน (Infiltration rate, IR) วัดอัตราการซึมน้ำเข้าสู่ผิวดินคงที่ (steady infiltration rate) โดยใช้ Disk Permeameter (รูปที่ 3.9) วัดค่าในแปลงทดลองโดยตรง (White *et al*., 1992)

รูปที่ 3.12 การวัดการซึมน้ำเข้าสู่ผิวดินโดยใช้เครื่องมือ Disc Permeameter วัดค่าในแต่ละแปลงย่อย

3.6.2 ปริมาณน้ำไหลบ่าผิวดินและการชะกร่อนสูญเสียดิน

การวัดปริมาณการไหลบ่าของน้ำบนผิวดินและการสูญเสียดินได้กระทำเฉพาะแปลงทดลองที่ 1 ซึ่งกระทำตามวิธีมาตรฐานของ Mutchler (1963) โดยตะกอนดินหลังจากที่มีฝนตกทุกครั้งตลอดฤดูฝน ทั้งนี้ แปลงทดลองดังกล่าวได้มีการติดตั้งถังคอนกรีตขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 เซนติเมตร สูง 80 เซนติเมตร ไว้แล้วตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548 โดยติดตั้งไว้ที่ส่วนล่างสุดของแปลงย่อยทุกแปลง (รูปที่ 3.10) เพื่อรองรับน้ำที่ไหลบ่าบนผิวดินและตะกอนดินที่สูญเสียจากแต่ละแปลง พร้อมกับมีการฝังสังกะสีรอบขอบแปลง โดยฝังลงในดินลึกประมาณ 20 เซนติเมตร โผล่พ้นผิวดินประมาณ 30 เซนติเมตร เพื่อเป็นแนวกั้นขอบเขตของแต่ละแปลงย่อยและกั้นน้ำไหลบ่าบนผิวดินให้ไหลลงสู่ถังดักตะกอน ปริมาณน้ำไหลบ่าบนผิวดินหาได้จากการใช้ไม้บรรทัดวัดระดับความสูงเฉลี่ยของน้ำในถังคอนกรีต แล้วนำมาคำนวณหาปริมาณน้ำไหลบ่าบนผิวดินที่เกิดขึ้นในแต่ละครั้งเมื่อฝนตก (ลบ.ม./เฮกตาร์) จากนั้นกวนดินกับน้ำให้เข้ากันแล้วเก็บตัวอย่างใส่ขวดขนาด 530 ลบ.ซม. นำไปอบและชั่งหาน้ำหนักดินแห้ง แล้วคำนวณหาปริมาณการสูญเสียดิน (กก./เฮกตาร์)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปที่ 3.13 ตำแหน่งการติดตั้งและลักษณะของถังดักตะกอนดินขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 ซม. และสูง 80 ซม. ตรงปลายส่วนล่างของทุกแปลงย่อยในแปลงทดลองที่ 1

3.6.3 ปริมาณการกักเก็บน้ำในดิน

ทำการวัดความชื้นและปริมาณการกักเก็บน้ำในดินในช่วงระยะเวลาต่างๆ ตลอดปีการทดลอง โดยแปลงทดลองที่ 1 และ 2 ทำการวัดการเปลี่ยนแปลงปริมาณการกักเก็บน้ำในดินโดยใช้เครื่องมือวัดความชื้นสำเร็จรูป (Time Domain Reflectometry, TDR) รุ่น HH2 ของบริษัท Delta-T Devices โดยวัดความชื้นในดินในช่วงความลึกทุกๆ 20 เซนติเมตร ตลอดช่วงความลึก 0 - 100 เซนติเมตร ส่วนแปลงทดลองที่ 3 วัดการเปลี่ยนแปลงปริมาณการกักเก็บน้ำในดินโดยใช้หลอดเจาะเก็บตัวอย่างดินลึก 100 เซนติเมตร แล้วแบ่งเป็น 5 ช่วงๆ ละ 20 เซนติเมตร นำตัวอย่างดินอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 105°C ชั่งน้ำหนักแห้งแล้วคำนวณหาความชื้นในดินโดยตรง (รูปที่ 3.10)

3.6.4 ปริมาณผลผลิตพืช

สุ่มเก็บตัวอย่างพืชแต่ละชนิดเมื่อถึงฤดูเก็บเกี่ยวผลผลิต โดยเก็บทั้งในส่วนบนและส่วนล่างตามความลาดเทส่วนละ 4 หลุมปลูก (2 ต้น/หลุม) อบตัวอย่างที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 3 - 4 วัน แล้วชั่งหาน้ำหนักสดและแห้งของผลผลิต

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(a) (b)

(c) (d)

รูปที่ 3.14 การวัดการเปลี่ยนแปลงปริมาณการกักเก็บน้ำในดินโดยใช้ (a, b) เครื่องมือวัดความชื้นสำเร็จรูป (Time Domain Reflectometry, TDR) และ (c, d) หลอดเจาะเก็บตัวอย่างดินลึก 100 เซนติเมตร

3.7 การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดโดยใช้สถิติขั้นพื้นฐานหาค่าเฉลี่ย (mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) เพื่อชี้วัดถึงผลของวิธีปลูกพืชตามแนวระดับเชิงอนุรักษ์แบบต่างๆ ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ อุทกวิทยาของดิน ปริมาณน้ำไหลบ่าผิวดินและการสูญเสียดิน ตลอดจนผลผลิตพืชผสม และวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance; ANOVA) จากการใช้ผลต่างอย่างมีนัยสำคัญน้อยที่สุด (least significant differences, lsd) ซึ่งจะเป็นตัวบ่งบอกถึงประสิทธิภาพในการอนุรักษ์ดินและน้ำของวิธีปลูกพืชตามแนวระดับเชิงอนุรักษ์แบบต่างๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved