บทที่ 3

พื้นที่ศึกษาและวิธีการศึกษาทดลอง

การศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืชที่ปลูกเชิงอนุรักษ์บนพื้นที่ลาดชันโดยการลดการระเหยน้ำและปริมาณน้ำไหลบ่าจากผิวดินนี้ได้ทำการทดลอง ภายใต้งานวิจัยของโครงการอนุรักษ์ดินและน้ำ เรื่องการใช้วัสดุคลุมดินเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืชผสมที่ปลูกภายใต้สภาพน้ำฝนบนพื้นที่ลาดชันอย่างยั่งยืน (Use of Geotextile to Improve Water Use Efficiency for Sustainable Multiple Cropping on a Sloping Land) ซึ่งเป็นโครงการวิจัยร่วมระหว่างประเทศ 10 ประเทศ ภายใต้การสนับสนุนของสมาคมร่วมยุโรป (EU, Contract No. INCO-CT-2005-510745) โดยมีมหาวิทยาลัย WOLVERHAMTON ของประเทศอังกฤษ เป็นผู้ประสานงานหลัก เริ่มทำการวิจัยและทดลองตั้งแต่ปี ค.ศ. 2004 เป็นต้นมา โดยมีพื้นที่ศึกษาทดลองอยู่ในบริเวณหมู่บ้านถวน ตำบลบ้านทับ อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

3.1 ลักษณะทางกายภาพของอำเภอแม่แจ่ม

3.1.1 ที่ตั้งและอาณาเขต

อำเภอแม่แจ่มตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ของจังหวัดเชียงใหม่ โดยมีอาณาเขตทิศเหนือติดต่อกับ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน ทิศใต้ติดต่อกับอำเภอจอมทองและอำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่ ทิศตะวันออกติดต่อกับอำเภอสะเมิง อำเภอแม่วาง และอำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ ทิศตะวันตกติดต่อกับอำเภอเมือง อำเภอขุนยวม อำเภอแม่ลาน้อยและอำเภอแม่สะเรียง จังหวัดแม่ฮ่องสอน (รูปที่ 3.1.1 (a))

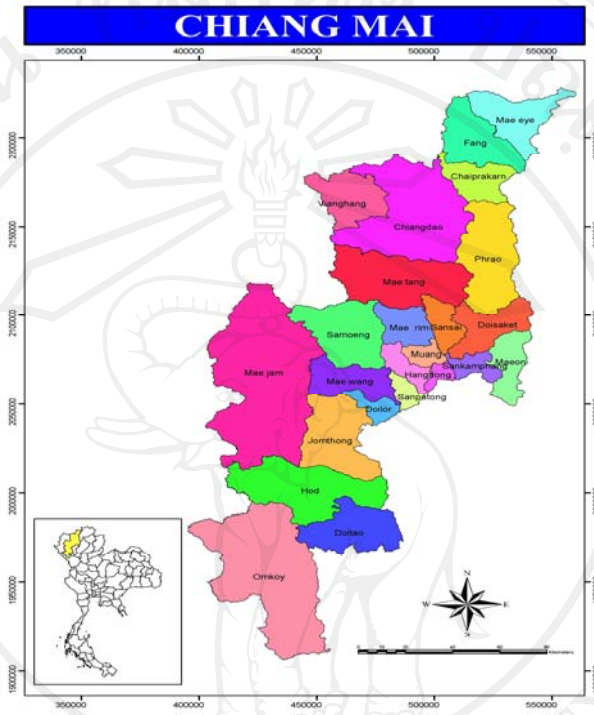
3.1.2 สภาพภูมิประเทศ

สภาพพื้นที่อำเภอแม่แจ่มมีสภาพเป็นป่าและภูเขาสูงชันประมาณร้อยละ 70 ของพื้นที่ทั้งหมด ที่ราบเชิงเขาประมาณร้อยละ 20 และที่ราบลุ่มประมาณร้อยละ 10 (ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก, 2552) ซึ่งอยู่ในเขตป่าสงวนแห่งชาติเกือบทั้งพื้นที่ และมีแม่น้ำแม่แจ่มเป็นแม่น้ำสายหลัก เกิดจากห้วยแม่แจ่ม ห้วยแม่แจ่มน้อย และห้วยตอง ไหลรวมกับลำธารอื่นๆ ทางด้านทิศใต้ของอำเภอแม่แจ่ม และรับน้ำเพิ่มเติมจากลำน้ำสาขาอื่นๆ ที่ไหลจากด้านตะวันตกของเทือกเขาถนนธงชัยตะวันออก ซึ่งเป็นเทือกเขาที่สูงที่สุดของประเทศไทย บริเวณยอดดอยอินทนนท์ ซึ่งมีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 2,565 เมตร (รูปที่ 3.1.1 (b)) และรวมน้ำที่รับเพิ่มเติมจาก

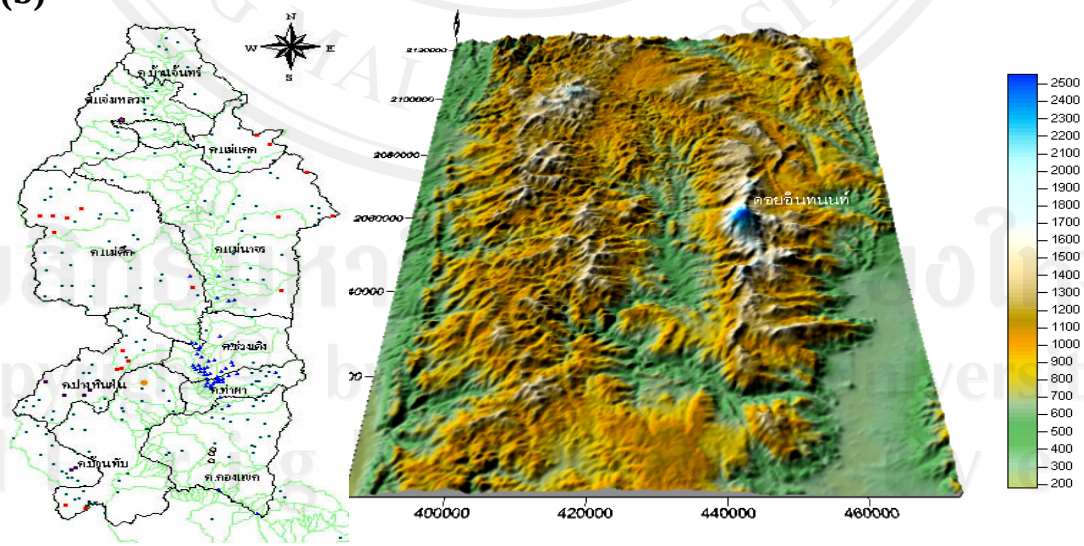
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ลำน้ำสาขาอื่นๆ ที่ไหลจากลาดเขาด้านตะวันออกของเทือกเขาถนนธงชัยกลาง ได้แก่ลำน้ำสาขาต่างๆ คือ ลำน้ำแม่เอาะ ลำน้ำแม่ตะละ ลำน้ำแม่สะงะ ลำน้ำแม่หยอด ลำน้ำแม่ปาน ลำน้ำแม่ศึก ลำน้ำแม่แรก และลำน้ำแม่แดด เป็นต้น ลำน้ำแม่แจ่มไหลลงสู่ลำน้ำปิง บริเวณบ้านสบแจ่ม อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่

(a)



(b)



รูปที่ 3.1.1 *(a) แผนที่แสดงขอบเขตและที่ตั้งของ อำเภอแม่แจ่มและจังหวัดเชียงใหม่*
(b) แผนที่แสดงลักษณะสภาพภูมิประเทศ ของอำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

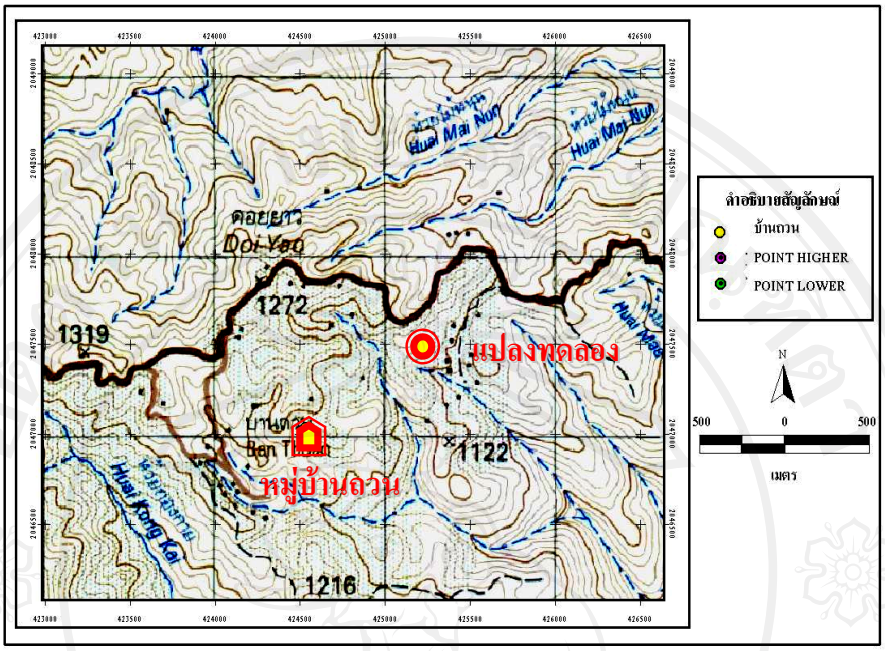
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.2 สภาพภูมิประเทศ ธรณี และสภาพดินทั่วๆ ไปของพื้นที่ศึกษาทดลอง

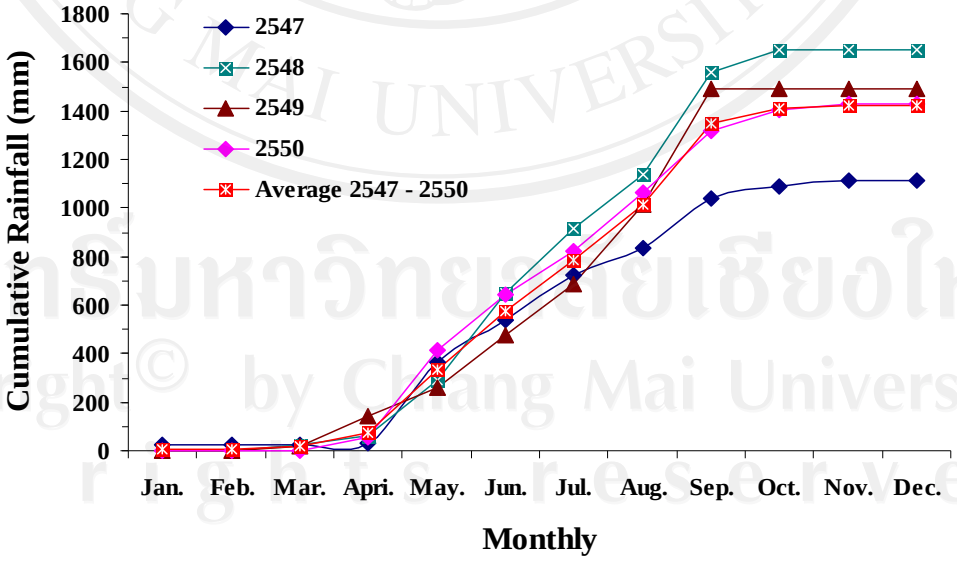
การศึกษาทดลองนี้ได้ใช้แปลงทดลองซึ่งตั้งอยู่ที่หมู่บ้านถวน ตำบลบ้านทับ อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 3 ไร่ ตั้งอยู่ที่ละติจูด 18° 31′ 7″ เหนือ และลองติจูดที่ 98° 17′ 19″ ตะวันออกโดยประมาณ มีความลาดชันประมาณร้อยละ 120 ซึ่งอยู่สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 1,238 เมตร ตำแหน่งที่ตั้งแปลงทดลองแสดงในรูปที่ 3.2.1 และปริมาณฝนในช่วง 4 ปีระหว่าง พ.ศ. 2547 - 2550 เฉลี่ยประมาณ 1,400 มิลลิเมตร ความผันแปรของฝนตก ในช่วงเดือนพฤษภาคม-ตุลาคม ประมาณ 1,100 -1,400 มิลลิเมตรต่อปี (รูปที่ 3.2.2)

สภาพโดยทั่วไปของตำบลบ้านทับ มีสภาพพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน (Slope Complex Land) โดยมีความลาดชันผันแปรประมาณร้อยละ 20 - 80 พื้นที่เพาะปลูกส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ลาดชันและมีการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยการทำไร่เลื่อนลอยมาเป็นเวลานาน โดยปราศจากวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำใดๆ ซึ่งแบ่งลักษณะภูมิประเทศออกเป็น 3 ลักษณะ คือ พื้นที่ราบหุบเขา ร้อยละ 5 พื้นที่ราบเชิงเขา ร้อยละ 10 และเป็นพื้นที่ภูเขา ร้อยละ 85 ของพื้นที่ในตำบลทั้งหมด ส่วนลักษณะภูมิอากาศ เป็นแบบมรสุม ประกอบด้วย 3 ฤดูกาล และพบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นกลุ่มชุดดินที่ 62 (Slope Complex) ซึ่งชุดดินนี้ประกอบด้วยพื้นที่ภูเขา ที่มีความลาดชันมากกว่าร้อยละ 35 ดินที่พบในบริเวณดังกล่าวนี้มีทั้งดินลึกและดินตื้น ลักษณะของเนื้อดินและความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติแตกต่างกันไปแล้วแต่ชนิดของหินต้นกำเนิดในบริเวณนั้น มักมีเศษหิน ก้อนหิน หรือหินพื้นโผล่ กระจัดกระจายทั่วไป ส่วนใหญ่ยังปกคลุมด้วยป่าไม้ประเภทต่าง ๆ เช่น ป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง หรือป่าดิบชื้น หลายแห่งมีการทำไร่เลื่อนลอย โดยปราศจากมาตรการในการอนุรักษ์ดินและน้ำ ซึ่งเป็นผลทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของดิน จนบางแห่งเหลือแต่หินพื้นโผล่ ได้แก่ชุดดินที่ลาดชันเชิงซ้อน (Sc) (กรมพัฒนาที่ดิน, 2552)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 3.2.1 *แผนที่แสดงตำแหน่งที่ตั้งของ แปลงทดลองและหมู่บ้านถวน ตำบลบ้านทับ อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ ระวางที่ 4646 II มาตราส่วน 1:50,000 สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 1,238 เมตร*

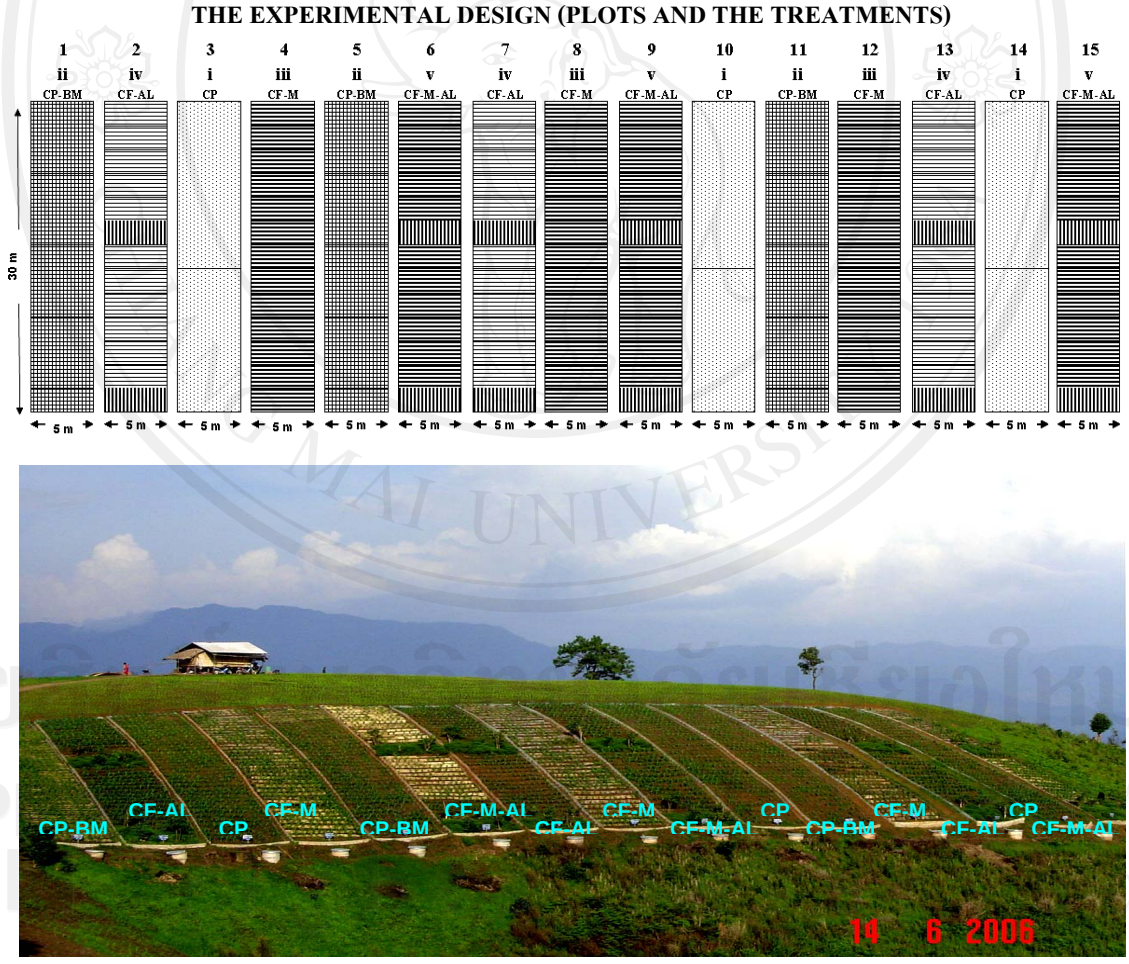


รูปที่ 3.2.2 *แสดงปริมาณน้ำฝนสะสมตลอดทั้งปี (Cumulative Rainfall) ในช่วงเริ่มทำการวิจัยและระหว่างทำการทดลองตั้งแต่ ปีพ.ศ. 2547 - 2550 ณ บริเวณหมู่บ้านถวน อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่*

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.3 การวางแผนการทดลอง

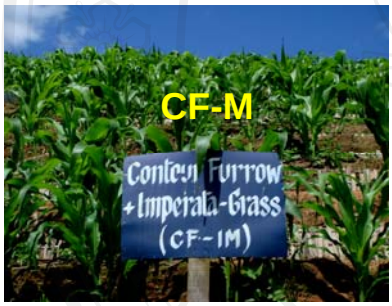
การศึกษาวิทยานิพนธ์นี้ได้ทำการทดลองภายใต้งานวิจัยของโครงการอนุรักษ์ดินและน้ำ “Bio-Geotextile” ซึ่งได้รับทุนสนับสนุนจากสหภาพยุโรป (EU, Contract No. INCO-CT-2005-510745) ช่วงระยะเวลา 2 ปี ระหว่าง วันที่ 12 พฤษภาคม 2549 ถึง 9 กุมภาพันธ์ 2551 ซึ่งได้กำหนดการวางแผนการทดลองเป็นแบบ Completely Randomized Design (CRD) โดยใช้แปลงย่อยขนาด 5x30 ตารางเมตร จำนวน 15 แปลง (รูปที่ 3.3.1) แต่ละแปลงห่างกันประมาณ 0.5-1 เมตร และทำการปลูกพืชเชิงอนุรักษ์ 5 วิธี (รูปที่ 3.3.2) โดยมีการปฏิบัติแต่ละวิธี 3 ซ้ำ ทำการปลูกพืชเหลื่อมฤดูหมุนเวียนต่อเนื่องกันตลอดทั้งปีภายใต้สภาพน้ำฝนโดยปลูก ข้าวโพดหวาน *(Zeamays)* ข้าวไร่ *(Oryza sativa)* และถั่วแปยี *(Lablab purpureus)* ตามลำดับ ลงในแปลงย่อยดังกล่าว



รูปที่ 3.3.1 *แสดงการจัดวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ทำการปลูกพืชเชิงอนุรักษ์ 5 วิธี โดยมีการปฏิบัติแต่ละวิธี 3 ซ้ำ ใช้แปลงย่อยขนาด 5x30 ตารางเมตร จำนวน 15 แปลงย่อย (ณ วันที่ 14 มิถุนายน 2549)*

(i) ปลูกพืชเป็นแถวตามแนวระดับขวางความลาดเทแบบเกษตรกรนิยม (Control or Conventional Contour Planting, CP)

(ii) ปลูกพืชแบบวิธีที่ (i) แล้วคลุมด้วยไม้ไผ่ สานแบบห่าง *(Bambusa sp.)* (Contour Planting as (i) Mulched with Bamboo Mat Geo-Textile (Wide Screen Opening), CP-BM)



(iii) ปลูกพืชในร่องตามแนวระดับคลุมดินในร่องด้วยระแนงหญ้าคาในปีที่ 1 และไม้ไผ่สานแบบถี่ในปีที่ 2 (Contour Furrow Cultivation Mulched with Imperata Grass Panel *(Imperata cylindrica)* and Bamboo Mat Geo-Textile (Tiny Screen Opening) in The Furrow, 1st and 2nd experimental year, CF-M)

(iv) ปลูกพืชในร่องตามแนวระดับระหว่างแถบอนุรักษ์ไม้ผลผสมถั่วสไตโล (Contour Furrow Cultivation in Alley Cropping with the Hedgerows of Mixed Fruit Tree Varieties and Ground Cover with Graham Stylo, CF-AL)

(v) ปลูกพืชในร่องตามแนวระดับแล้วคลุมดินแบบวิธีที่ (iii) ระหว่างแถบอนุรักษ์ไม้ผลแบบวิธีที่ (iv) (Contour Furrow Cultivation with Mulching as (iii) in Alley Cropping as (iv), CF-M-AL)

รูปที่ 3.3.2 *แสดงกรรมวิธีปลูกพืชขวางความลาดเทตามแนวระดับทั้งหมด 5 วิธี (CP, CP-BM, CF-M, CF-AL, และ CF-M-AL) ภายใต้การปลูกพืชเชิงอนุรักษ์ที่แตกต่างกัน*

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

นอกจากนี้ทำการฝังสังกะสีรอบๆขอบแปลง เพื่อเป็นแนวกั้นขอบเขตของแปลงแต่ละแปลงสำหรับทำการวัดปริมาณน้ำไหลบ่าและตะกอนดินที่สูญเสียจากแปลงลงสู่ส่วนล่างสุดของความลาดเทในแปลงย่อยแต่ละแปลง โดยฝังสังกะสีลงในดินลึกประมาณ 20 ซม.และโผล่พ้นผิวดินประมาณ 30 ซม. (รูปที่ 3.3.3)

รูปที่ 3.3.3 *แสดงการฝังสังกะสีรอบๆขอบแปลง เพื่อเป็นแนวกั้นขอบเขตของแต่ละแปลงย่อยสำหรับวัดปริมาณน้ำที่สูญเสียโดยการไหลบ่าบนผิวดิน (Surface Runoff) โดยใช้ถังดักตะกอนที่ติดตั้งไว้ในส่วนล่างของแต่ละแปลงย่อย*

3.4 การเตรียมดินสำหรับการปลูกพืชและการเตรียมร่องปลูก

3.4.1 การเตรียมดินสำหรับการปลูกพืชแบบเกษตรกรนิยม

สำหรับแปลงที่มีการปลูกพืชแบบเกษตรกรนิยม ได้เตรียมดินโดยใช้จอบสับหน้าดินเพื่อให้ดินโปร่งเล็กน้อยและทำการปลูกพืชขวางความลาดเทโดยใช้ระยะห่างระหว่างหลุมปลูก 40 ซม. และระยะระหว่างแถวปลูก 75 ซม.

3.4.2 การเตรียมดินและการเตรียมร่องปลูก

สำหรับแปลงที่มีการปลูกในร่อง ได้ทำการเตรียมดินโดยใช้จอบขุดดินยกร่องที่มีขนาดร่องลึก 25 ซม. กว้าง 50 ซม. และมีสันร่องกว้าง 25 ซม. ระยะห่างระหว่างแนวกึ่งกลางร่อง เท่ากับ 75 ซม.การขุดร่องให้ดำเนินการเริ่มจากร่องที่ 1 ที่อยู่ล่างสุดของความลาดเทก่อน โดยขุดหน้าดินของร่องที่ 1 ออก และให้ขุดดินในร่องที่เป็นส่วนดินล่างนำมาทำเป็นสันร่องที่ 1 จากนั้นจึงขุดดิน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในร่องที่ 2 ที่อยู่ถัดขึ้นไป นำหน้าดินใส่ไว้ในร่องที่ 1 และหน้าดินส่วนล่างของร่องที่ 2 ทำเป็นสันร่องของร่องที่ 2 และขุดร่องที่ 3 ที่ถัดขึ้นไป โดยนำดินส่วนบนของร่องที่ 3 ใส่ในร่องที่ 2 ทำการขุดร่องต่อเนื่องขึ้นไปในแนวระดับตามความลาดเทจนถึงร่องบนสุดของความลาดเท (รูปที่ 3.4.1)

รูปที่ 3.4.1 *แสดงการเตรียมดินและการเตรียมร่องปลูกสำหรับแปลงที่มีการปลูกพืชในร่องตามแนวระดับขวางความลาดเท (CF-AL, CF-M และ CF-M-AL)*

3.4.3 การปลูกพืชหมุนเวียนในแนวระดับขวางความลาดเท

ปลูกพืชหมุนเวียนเหลื่อมฤดูใน 1 ปี ในการทดลองปีที่ 1 และปีที่ 2 เช่นเดียวกัน ซึ่งพื้นที่ปลูกพืชแบบไม่มีแถบอนุรักษ์นั้นมีความยาวตามแนวลาดเท 30 เมตร โดยปลูกข้าวโพดหวาน *(Zeamays)* ในต้นฤดูฝน (12 พฤษภาคม 2549 และ 12 พฤษภาคม 2550) ใช้ระยะปลูกระหว่างต้น 40 ซม. และระหว่างแถวปลูก 75 ซม. แล้วปลูกพืชที่ 2 คือ ข้าวไร่ *(Oryza sativa)* 2-3 สัปดาห์ก่อนเก็บเกี่ยวข้าวโพดหวาน (5 กรกฎาคม 2549 และ 10 มิถุนายน 2550) ในแถวปลูกพืชระหว่างต้นข้าวโพดหวาน โดยใช้ระยะปลูกระหว่างต้น 20 ซม. แล้วปลูกพืชที่ 3 คือ ถั่วแปยี *(Lablab purpureus)* ในปลายฤดูฝนตามหลังข้าวไร่ (12 สิงหาคม 2549 และ 15 กันยายน 2550) ในหลุมเดิมของต้นข้าวโพดหวาน รวมปลูกพืช 3 ชนิดหมุนเวียนเหลื่อมฤดูใน 1 ปี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สำหรับแปลงที่มีการปลูกพืชระหว่างแถบอนุรักษ์ ดำเนินการโดยแบ่งส่วนของแปลงออกเป็น 2 ส่วน คือส่วนบนและส่วนล่างของความลาดเท กำหนดให้แถบอนุรักษ์กว้าง 3 เมตร และพื้นที่ปลูกพืชระหว่างแถบอนุรักษ์มีความยาวตามแนวลาดเท 12 เมตร

3.4.4 การปลูกไม้ผลและถั่วสไตโลในแถบอนุรักษ์ขวางความลาดเท

ทำการปลูกไม้ผลผสม คือ มะม่วง *(Mangifera indica Linn.)*, มะนาว *(Citrus aurantifolia Swingle)* และพุทราจีน *(Ziziphus jujuba Mill.)* จำนวน 2 แถว ใน 1 แถบอนุรักษ์ โดยปลูกแบบสลับฟันปลา แถวแรกมีระยะห่างจากขอบด้านบนของแถบอนุรักษ์ 0.5 เมตร ระยะระหว่างต้น 2 เมตร จำนวน 3 ต้นใน 1 แถว ส่วนแถวที่ 2 มีระยะห่างจากขอบด้านล่างของแถบอนุรักษ์ 0.5 เมตร ระยะห่างระหว่างต้น 2 เมตร จำนวน 2 ต้น ใน 1 แถว (จำนวน 5 ต้น ใน 1 แถบอนุรักษ์) และปลูกถั่วสไตโลคลุมดินในแถบอนุรักษ์ ใต้ต้นไม้ผล (รูปที่ 3.4.2)

รูปที่ 3.4.2 *แสดงการปลูกไม้ผลผสมได้แก่ มะม่วง (Mangifera indica Linn.), มะนาว (Citrus aurantifolia Swingle) และพุทราจีน (Ziziphus jujuba Mill.) และถั่วสไตโล ในแถบอนุรักษ์ขวางความลาดเท (CF-AL และ CF-M-AL)*

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.4.5 วิธีการใส่ปุ๋ย การดูแลรักษาและกำจัดวัชพืช

ทำการใส่ปุ๋ยโดยโรยเป็นแถวขวางความลาดเทในแถวปลูก ในการทดลองปีที่ 1 และปีที่ 2 เช่นเดียวกัน โดยใส่ปุ๋ยทั้งหมด 3 ครั้งในการปลูกพืชในรอบหนึ่งปีคือ (i) ใส่ในวันเดียวกับที่ปลูกข้าวโพดหวาน (12 พฤษภาคม 2549 และ12 พฤษภาคม 2550) (ii) หลังปลูกข้าวโพดหวาน 1 เดือน

(12 มิถุนายน 2549 และ12 มิถุนายน 2550) และ (iii) หลังปลูกข้าวไร่ 1 เดือน (5 สิงหาคม 2549 และ 10 กรกฎาคม 2550) โดยปุ๋ยที่ใส่ คือ 16-20-0 (ใส่ในอัตรา 35 กก./ไร่), 46-0-0 (ใส่ในอัตรา 35 กก./ไร่), ปุ๋ยคอก (ใส่ในอัตรา 350 กก./ไร่ เฉพาะครั้งที่ 1 เท่านั้น) สำหรับการกำจัดวัชพืชตลอดฤดูการปลูกข้าวโพดหวาน ข้าวไร่ และถั่วแปยี รวมถึงในแถบอนุรักษ์ โดยใช้วิธีการถากหญ้าด้วยจอบและถอนด้วยมือ

3.5 การวัดและการบันทึกข้อมูล

3.5.1 การวัดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของดิน (Soil Physical Properties)

สมบัติทางฟิสิกส์ของดินที่ดำเนินการวัดในช่วงต่างๆ ของฤดูกาลเพาะปลูกในช่วงการทดลองปีที่ 1 (2006, พ.ศ. 2549) จำนวน 2 ครั้ง คือวันที่ 26 พฤษภาคมและวันที่ 16 กันยายน 2549 หรือภายหลังการปลูกข้าวโพดหวาน 14 และ 127 วัน ในช่วงการทดลองปีที่ 2 (2007, พ.ศ.2550) จำนวน 3 ครั้ง คือวันที่ 6 มิถุนายน, วันที่ 28 สิงหาคม และวันที่ 13 ตุลาคม 2550 หรือภายหลังการปลูกข้าวโพดหวาน 25, 107 และ 154 วัน แล้วทำการวิเคราะห์สมบัติดินดังนี้

(i) ความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk Density, BD) วิธี Core Method (Blake and Hartge, 1986) โดยใช้กระบอกโลหะซึ่งมีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 ซม. และสูง 7.5 ซม. (ปริมาตร 313.97 ซม^3) เก็บตัวอย่างดินช่วงความลึก 0-20 ซม. ในแถวปลูกห่างจากโคนต้นพืช 5 ซม. โดยแบ่งพื้นที่แปลงย่อยตามแนวความลาดเทออกเป็น 4 ส่วนเท่าๆ กัน แล้วทำการเก็บตัวอย่างดินในแต่ละส่วน หลังจากนั้นทำการตัดแต่งตัวอย่างดินให้มีปริมาตรเท่ากับกระบอกโลหะ แล้วนำตัวอย่างดินไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วชั่งน้ำหนักดินหลังอบแห้ง คำนวณค่าความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk Density, BD) จากน้ำหนักดินแห้ง (Ms) หารด้วยปริมาตรกระบอกเก็บดิน (V)

$$\mathbf{BD = Ms / V} \quad \text{.....(3.5.1)}$$

(ii) ความหนาแน่นของอนุภาคดิน (Particle Density, PD) วิธี Volumetric Flask และชั่งหาน้ำหนักอนุภาคดินแห้ง (Modified Pycnometer Method) โดยนำตัวอย่างดินหลังจากทำการวิเคราะห์ BD ในข้อ (i) มาบดร่อนผ่านตะแกรง 2 มม. แล้วบรรจุดินลงในขวดตวงปริมาตร (Volumetric Flask) ขนาด 50 มล. ที่ชั่งน้ำหนักแล้ว (m_1) ให้มีปริมาตรดินประมาณ 1/3 ของปริมาตรขวด ชั่งตัวอย่างดินกับขวดรวมกัน (m_2) แล้วเติมน้ำลงไปให้ระดับผิวน้ำประมาณ 2/3 ของความจุขวด ทำการไล่อากาศออกโดยนำไปวางบนแผ่นความร้อนพร้อมกับเขย่า หลังจากนั้นนำมาวางทิ้งไว้ให้เย็นแล้วทำการปรับปริมาตรให้เท่ากับความจุของขวดที่ระบุไว้ นำไปชั่งน้ำหนัก (m_3)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

คำนวนหาความหนาแน่นของอนุภาคโดยใช้สมการ (3.2) (โดยกำหนดให้ความหนาแน่นของน้ำ (ℓ_w) เท่ากับ 1 g cm^{-3})

$$PD = (m_2 - m_1) / (50 - (m_3 - m_2) / \ell_w) \quad \text{..... (3.5.2)}$$

(iii) คำนวณค่าความพรุนของดิน (Total Porosity, TP) จากค่า BD และ PD ที่วิเคราะห์ได้ใน (i) และ (ii) โดยใช้สมการ (3.3)

$$TP = 1 - (BD/PD) \quad \text{.....(3.5.3)}$$

(iv) ความจุความชื้นในสนาม (Field Capacity, FC) โดยนำตัวอย่างดินในข้อ (i) หลังตัดแต่งดินให้มีปริมาตรเท่ากับกระบอกเก็บตัวอย่างดินแล้ว ทำการหุ้มด้านล่างของกระบอกตัวอย่างดินด้วยผ้าขาวบาง ก่อนที่จะทำการวิเคราะห์ความหนาแน่นรวม แล้วนำไปวางลงในถาดที่มีระดับความสูงของน้ำประมาณ 3-5 ซม. เพื่อให้ดินอิ่มตัวด้วยน้ำหลังจากนั้นนำไปใส่ใน Hanging Column ที่มีระดับแรงดึงน้ำสูง 100 ซม.ตั้งทิ้งไว้ 2-3 วันเพื่อวัดปริมาณความชื้นดินที่แรงดึงน้ำ10 kPa

(v) คำนวณค่าความพรุนที่ระบายอากาศได้ดี (Aeration Porosity, AP) จากค่า TP และ FC ที่วัดได้ (iii) และ (iv) โดยใช้สมการ

$$AP = TP - FC \quad \text{.....(3.5.4)}$$

(vi) ขนาดเฉลี่ยและปริมาณของเม็ดดินที่เสถียร วิเคราะห์ความคงทนของเม็ดดิน (Aggregate stability) (Kemper and Chepil, 1965) โดยเก็บตัวอย่างดินแบบไม่ทำลายโครงสร้างโดยใช้พลั่วมือเก็บดินผิวความลึก 0-5 ซม. เป็นแผ่นท่อนแบนๆ ใส่ในกล่องพลาสติกขนาด 10x20 ซม. โดยเก็บตัวอย่างดินให้กระจายทั่วพื้นที่เพาะปลูกในแต่ละแปลง แล้วนำมาวิเคราะห์ความคงทนของเม็ดดินโดยใช้วิธีการร่อนด้วยตะแกรงในน้ำ (Wet Sieving) ให้ผ่านตะแกรงขนาด 0.5, 1.0, 2.0, 3.0 และ 5.0 มม. โดยเริ่มจากนำตัวอย่างดินที่เก็บแบบไม่ทำลายโครงสร้างมาผึ่งให้แห้งในที่ร่ม (ความชื้นร้อยละ 1-2) ชั่งน้ำหนักดินทั้งหมดแล้วร่อนผ่านตะแกรงขนาด 8 และ 2 มม. ตามลำดับ ชั่งตัวอย่างเม็ดดินขนาด 2-8 มม. ทั้งหมด แล้วสุ่มตัวอย่างเม็ดดินขนาด 2-8 มม. จำนวน 50 กรัม บรรจุลงในตะแกรงขนาด 5 มม. ซึ่งเป็นชั้นบนสุดของเถาตะแกรงที่เรียงซ้อนกันแล้วฉีดน้ำให้ทั่วตัวอย่างดินจนชุ่ม นำเถาตะแกรงหย่อนลงในถังอะลูมิเนียมที่มีน้ำบรรจุอยู่เพื่อวิเคราะห์ความคงทนของเม็ดดิน โดยเถาตะแกรงจะเคลื่อนที่ขึ้นลงในน้ำตามแนวดิ่งระยะทาง 1/4 ในอัตรา 30 รอบต่อนาที เป็นเวลา 30 นาที หลังจากนั้นทำการถ่ายเม็ดดินที่ติดค้างอยู่บนชั้นบนตะแกรงแต่ละขนาดลงในถ้วยอะลูมิเนียมแล้วอบให้แห้ง เพื่อคำนวณหาขนาดเฉลี่ยเม็ดดินที่เสถียร (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)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(vii) อัตราการซึมน้ำเข้าสู่ผิวดิน (Infiltration Rate, IR) ทำการวัดโดยใช้เครื่องมือสำเร็จรูปจานวัดการซึมน้ำของดิน (Disc Permeameter) (White et al., 1992) วัดอัตราการซึมน้ำเข้าสู่ผิวดินในภาคสนามซึ่งสามารถปรับระดับความดันน้ำที่จุดผิวสัมผัสแผ่นวัสดุพรุนของเครื่องมือให้เป็น 0 บรรยากาศ หรือระดับที่ผิวดินอิ่มตัวด้วยน้ำ ทำการบันทึกค่าอัตราการซึมน้ำที่เคลื่อนที่เข้าสู่ผิวดินที่ระยะเวลาต่างๆ จนกระทั่งคงที่ ทำการวัดค่า IR บริเวณส่วนบนและส่วนล่างของความลาดเทในแปลงย่อยแต่ละแปลง โดยคำนวณค่าเฉลี่ยเป็นอัตราการซึมน้ำสุดท้ายที่คงที่ (Steady Infiltration Rate)

3.5.2 การวัดปริมาณน้ำไหลบ่าบนผิวดิน (Surface Runoff, SR)

ในแต่ละแปลงย่อยจะมี ถังดักตะกอนสูง 80 เซนติเมตร และมีรัศมี (R) กว้าง 50 เซนติเมตร ติดตั้งตรง ส่วนล่างสุดของความลาดเทของ แปลงย่อยแต่ละแปลง โดยจะทำการเก็บตัวอย่างน้ำจากถังที่รองรับน้ำที่ไหลบ่าบนผิวดินแต่ละครั้งหลังจากที่ฝนตกจนน้ำไหลลงไปในถังในปริมาณที่สามารถวัดได้ โดยทำการวัดความสูงของน้ำในถังที่รองรับน้ำไหลบ่าจากแปลงปลูก แล้วคำนวณปริมาณน้ำที่ไหล่บ่าบนผิวดิน เป็นปริมาตรของน้ำไหลบ่าต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่เพาะปลูก (รูปที่ 3.5.1)

รูปที่ 3.5.1 *แสดงขั้นตอนการเก็บตัวอย่างเพื่อทำการวัดปริมาณน้ำที่ไหลบ่าบนผิวดิน (Surface Runoff) โดยใช้ถังดักตะกอนที่ติดตั้งไว้ในส่วนล่างของแต่ละแปลงย่อย (a) ปริมาณน้ำที่ไหลบ่าจากแปลงทดลองลงถังดักตะกอน ก่อนทำการวัดระดับความสูง ของน้ำในถังดักตะกอน เพื่อคำนวณปริมาณน้ำที่ไหล่บ่าบนผิวดิน ให้เป็นปริมาตรของน้ำไหลบ่าต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่เพาะปลูก (b) ภาพการกวนตะกอนในถังดักตะกอนก่อนเก็บตัวอย่าง (c) การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อใช้คำนวณปริมาณการสูญเสียดิน (Soil Loss)*

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.5.3 การวัดปริมาณการกักเก็บน้ำของดิน (Total Stored Soil Water, TSW)

ทำการวัดความชื้นในดิน โดยใช้หลอดเจาะดิน เก็บตัวอย่างดินที่ช่วงความลึก 0-100 ซม. แล้วแบ่งเป็น 5 ช่วงๆ ละ 20 ซม. นำตัวอย่างดินอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ชั่งน้ำหนักแล้วคำนวณความชื้นในดินโดยตรง ซึ่งในการใช้วิธีเก็บตัวอย่างดินโดยตรงเป็นการรบกวนดินทำให้เกิดหลุมลึกมากมาย จึงไม่สามารถประเมินการใช้น้ำของพืชและปริมาณการซึมน้ำเข้าสู่โปรไฟล์ดินเพื่อประเมินงบดุลของน้ำได้ถูกต้องเท่าที่ควร

นอกจากนี้ทำการวัดการเปลี่ยนแปลงปริมาณการกักเก็บน้ำภายในดินโดยใช้เครื่องมือสำเร็จรูป วัดความชื้นโดยใช้หลักการนำคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Dielectric Constant) ที่เรียกว่า Time Domain Reflectomery (TDR) ในช่วงระยะเวลาต่างๆ วัดปริมาณน้ำในดินตลอดช่วงความลึก 0-100 ซม. โดยวัดทุกๆ ช่วงความลึกที่เพิ่มขึ้น 20 ซม. ทำการวัดความชื้นในดินทุกๆ ช่วงระยะเวลา 1 เดือนตลอดฤดูกาลเพาะปลูก เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงความชื้นของดินหรือปริมาณการกักเก็บน้ำไว้ในดินแล้วคำนวณปริมาณน้ำที่กักเก็บไว้ในดินทั้งหมดตลอดช่วงความลึก 1 เมตร (รูปที่ 3.5.2)

รูปที่ 3.5.2 *แสดงการวัดคุณสมบัติทางอุทกวิทยาของดินบางประการ วัดความชื้นโดยใช้เครื่องมือ Time Domain Reflectometry (TDR), การวัดความชื้นโดยใช้หลอดเจาะ และการวัดการซึมน้ำเข้าสู่ผิวดินโดยใช้เครื่องมือ Disc Permeameter ในแต่ละแปลงย่อย*

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.5.4 การวัดการระเหยของน้ำจากผิวดิน (Soil Water Evaporation, Es)

การวัดการระเหยของน้ำจากผิวดิน (Es) ซึ่งใช้การวัดโดยวิธี Micro-Lysimeter นั้น (Boast, 1982) ประกอบด้วยเครื่องมือรูปทรงกระบอกทำด้วยโลหะปลอดสนิมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 และสูง 75 มม. (ในที่นี้ใช้ Soil Core) ทำการแบ่งแปลงย่อยออกเป็น 2 ส่วนจากบนสุด (Upper Slope) ถึงล่างสุด (Lower Slope) ของแปลงตามแนวลาดเท แล้วจึงติดตั้ง Micro-Lysimeter ใต้ร่มเงาของต้นพืชห่างจากต้นพืชประมาณ 5-10 ซม.ในสภาพธรรมชาติ โดยทำการฝังกระบอกโลหะลงในผิวดินของแต่ละแปลงย่อย ซึ่งคล้ายกับการเก็บตัวอย่างดินเพื่อวัดความหนาแน่นรวมของดิน หลังจากนั้นนำกระบอกตัวอย่างที่มีดินบรรจุอยู่เต็ม ขึ้นจากผิวดินและทำการปิดที่ก้นกระบอกด้วยฝาพลาสติกให้แน่น ชั่งน้ำหนักแล้วจึงนำกลับไปวางไว้ ณ จุดเดิม ปล่อยให้มีการระเหยน้ำจากกระบอกตัวอย่างดินโดยพลังงานที่สามารถก่อให้เกิดการระเหยสุทธิ (Em) ในสภาพธรรมชาติภายใต้วิธีปลูกพืชแบบต่างๆทั้ง 5 วิธี นานประมาณ 4-5 ชั่วโมง นำกระบอกเก็บตัวอย่างดินกลับไปชั่งน้ำหนักอีกครั้ง ซึ่งในการคำนวณปริมาณการสูญเสียน้ำโดยการระเหยจากผิวดินนั้น สามารถคำนวณได้จากน้ำหนักน้ำที่สูญเสียไปจากกระบอกเก็บตัวอย่างดินจากการชั่งครั้งแรก และครั้งที่สอง ต่อเวลา 10 ชั่วโมงที่สามารถเกิดการระเหยได้ในหนึ่งวัน (รูปที่ 3.5.3)

รูปที่ 3.5.3 *แสดงการติดตั้ง Micro-Lysimeter (Boast, 1982) ระหว่างแนวปลูกพืช และการชั่งน้ำหนักจากกระบอกเก็บตัวอย่างดิน เพื่อคำนวณหาปริมาณการระเหยของน้ำจากผิวดิน (Es) ในส่วนบน (Upper Slope) และส่วนล่าง (Lower Slope) ของแต่ละแปลงย่อย*

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.5.5 การเก็บผลผลิตพืชเพื่อวัดปริมาณน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง

สุ่มเก็บตัวอย่างพืชในแปลงย่อยแต่ละแปลง ที่ทำการศึกษาโดยทำการแบ่งแปลงย่อยออกเป็น 4 ส่วนจากบนสุดถึงล่างสุดของแปลงตามแนวลาดเท แล้วสุ่มเก็บตัวอย่างพืชจาก 4 หลุมที่ปลูกในแต่ละส่วนใน 1 แปลงย่อย แล้วนำมาชั่งน้ำหนักสดและนำไปอบที่อุณหภูมิ 50-60 องศาเซลเซียส นาน 3-5 วัน คำนวณหาปริมาณน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของส่วนที่อยู่เหนือผิวดินทั้งหมดและผลผลิตของพืชโดยเฉลี่ยต่อไร่

3.5.6 การวัดประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืช (Water Use Efficiency, WUE)

ประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืชในการสร้างน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งทั้งหมดของส่วนที่อยู่เหนือดินและผลผลิตพืชทั้งสามชนิด (ข้าวโพดหวาน, ข้าวไร่ และถั่วแปยี) นั้นสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3.5.5

$$\mathbf{WUE = Yp \ / \ Cumulative\ WU} \quad \text{..... (3.5.5)}$$

โดยสัญลักษณ์

WUE คือ ประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืช (Water Use Efficiency, kg ha^{-1} mm^{-1})

Yp คือ ปริมาณน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งทั้งหมดของส่วนที่อยู่เหนือดินหรือ น้ำหนักผลผลิตสดและน้ำหนักผลผลิตแห้ง (Yield Production, kg ha^{-1})

WU คือ ปริมาณการใช้น้ำของพืชหรือปริมาณการคายระเหยของพืช (Water Use, mm.) คำนวณจากสมการที่ 3.5.6

$$\mathbf{(P + TSW - Ro - D)\ t_2 - (P + TSW - Ro - D)\ t_1} \quad \text{..... (3.5.6)}$$

P คือ ปริมาณฝนที่ตกในช่วงระหว่างวันที่วัดความชื้นในดินแต่ละครั้ง (mm.)

ΔTSW คือ ปริมาณการเปลี่ยนแปลงของน้ำในดินในระหว่างช่วงเวลา t_1 และ t_2 (mm.)

TSW คือ ปริมาณความชื้นเดิมในช่วงความลึก 1 เมตร (mm.)

Ro คือ ปริมาณน้ำไหลบ่าบนผิวดินในช่วงวันที่พิจารณา (mm.)

D คือ ปริมาณน้ำที่สูญเสียโดยการซึมลึกเลยรากพืชในช่วงวันที่พิจารณา (mm.)

ET คือ ปริมาณการคายระเหยน้ำของบริเวณพื้นที่ที่มีพืชพรรณปรากฏอยู่ (mm.)

เมื่อ t_1 และ t_2 คือ วันที่ทำการวัดครั้งที่หนึ่งและครั้งที่สอง ตามลำดับ ในช่วงระยะเวลาที่ศึกษาแต่ละช่วง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.5.7 การวิเคราะห์ทางสถิติ

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดโดยใช้สถิติเพื่อประเมินผลการเปรียบเทียบวิธีการปลูกพืชเชิงอนุรักษ์ทั้ง 5 วิธีดังกล่าวข้างต้น ว่ามีผลต่อประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืชแตกต่างกันอย่างไร โดยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) จากการใช้ผลต่างอย่างมีนัยสำคัญน้อยที่สุด (Least Significant Differences of the Mean, LSD) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, SD) ของตัวชี้วัดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับ คุณสมบัติทางฟิสิกส์และอุทกวิทยาของดินภายใต้วิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำแบบต่างๆ โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์สถิติสำเร็จรูป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved