ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ การเพิ่มประสิทธิภาพและทดสอบแบบจำลองการใช้น้ำของพืชที่ปลูกเชิงอนุรักษ์บนชุดดินลาดชันเชิงซ้อนในระบบเกษตรน้ำฝนบนที่สูง

ผู้เขียน ว่าที่ร้อยตรี ธเนศ แซวหลี

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) ปฐพีศาสตร์

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.ดร. มัตติกา พนมธรนิจกุล อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
รศ.ดร. สุนทร คำยอง อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ได้ดำเนินการศึกษาในช่วงเวลาระหว่างกลางเดือนพฤษภาคม 2552 – ต้นเดือนมีนาคม 2554 รวมระยะเวลา 2 ปี ในแปลงทดลองที่มีสภาพภูมิอากาศและสมบัติดินที่แตกต่างกัน 2 แห่ง คือ แปลงทดลองที่ 1 (Site I) ตั้งอยู่ในบริเวณหมู่บ้านถวน อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ โดยมีสมบัติดินจัดอยู่ในกลุ่มดิน Acrisols (FAO, 2006) และแปลงทดลองที่ 2 (Site II) ตั้งอยู่ในบริเวณหมู่บ้านจะโบ่ อำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน ที่มีสมบัติดินจัดอยู่ในกลุ่มดิน Luvisols (FAO, 2006) โดยดินทั้ง 2 แห่ง จัดอยู่ในหน่วยชุดดินที่ 62 ตามการจำแนกดินของกรมพัฒนาที่ดิน (2548)

การดำเนินแผนการวิจัยได้มีการวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ที่ประกอบด้วยตำรับการทดลอง (Treatments) แห่งละ 3 ตำรับในแต่ละปี จำนวน 3 ซ้ำ ซึ่งตำรับที่ใช้ทดลองคือ วิธีการปลูกพืชเชิงอนุรักษ์ตามแนวระดับที่แตกต่างกันได้แก่ (i) การปลูกพืชแบบเกษตรกรนิยมปฏิบัติ (Control or Conventional planting, CP) (ii) การปลูกพืชแบบที่ (i) ระหว่างแถบอนุรักษ์ไม้ผล (Conventional planting in alley cropping, CP-AL) (iii) การปลูกพืชในร่องระหว่างแถบอนุรักษ์ไม้ผล (Contour furrow cultivation in alley cropping, CF-AL) และ (iv) การปลูกพืชในร่องระหว่างแถบอนุรักษ์ไม้ผลตามแบบที่ (iii) แล้วคลุมดินในร่องด้วยหญ้าไม้กวาดในแปลงทดลองที่ 1 (Site I) และหญ้าแฝกในแปลงทดลองที่ 2 (Site II) (Contour furrow cultivation mulched with bamboo grass, Bg and vetiver grass, Vg, in alley cropping, CF-Bg/VgM-AL) โดยในปีการศึกษาแรก (2552/2553) ได้ทำการปลูกพืชไร่หมุนเวียนเหลื่อมฤดู 3 พืชในรอบ 1 ปี คือ ข้าวโพดหวาน (Zea mays var. saccharata) เป็นพืชแรกในทั้ง 2 แปลง แล้วตามด้วยพืชที่สองคือข้าวโพดเลี้ยง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สัตว์ (Zea mays Linn.) ในแปลงทดลองที่ 1 และขิง *(Zingiber officinale*) ในแปลงทดลองที่ 2 ส่วนพืชที่สามคือถั่วแปยีปลูกในแปลงทั้ง 2 แห่ง สำหรับปีการศึกษาที่ 2 (2553/2554) ได้ทำการปลูกพืชไร่หมุนเวียนเพียง 2 พืช คือ ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เป็นพืชแรก แล้วตามด้วยพืชที่สองคือถั่วแปยี (Lablab purpureous) ในแปลงทดลองทั้ง 2 แห่ง

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของวิธีการปลูกพืชเชิงอนุรักษ์ตามแนวระดับที่แตกต่างกันดังกล่าวข้างต้น ที่มีผลต่อ (1) สมบัติดิน คือ ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (SOM) ความหนาแน่นรวมของดิน (BD) ปริมาณเม็ดดินที่เสถียรในมวลดินแห้งทั้งหมด (SAT) และอัตราการซึมน้ำเข้าสู่ผิวดินที่คงที่ (IR) (2) ปริมาณการกักเก็บน้ำในดิน ในช่วงความลึก 1 m (TSW) ตลอดช่วงเวลาที่มีการปลูกพืช 2 ปี (3) การเจริญเติบโตในรูปการสร้างมวลชีวภาพแห้ง (TDB) และผลผลิตพืช (Ya) (4) ปริมาณการใช้น้ำของพืชในการสร้างการเจริญเติบโตและผลผลิตพืช (ETca) หรือประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืช (WUE) รวมทั้ง (5) การทดสอบรูปแบบจำลองการใช้น้ำของพืช และปัจจัยการตอบสนองของผลผลิตพืชต่อการขาดน้ำภายใต้วิธีการปลุกพืชต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น

ผลการศึกษาบ่งชี้ว่า วิธีการปลูกพืชในร่องแล้วคลุมดิน ระหว่างแถบอนุรักษ์ไม้ผลผสม (CF-Bg/VgM-AL) เป็นวิธีปลูกพืชที่ดีที่สุดในการปรับปรุงสมบัติดินดังกล่าวข้างต้น โดยเฉพาะการเพิ่มอัตราการซึมน้ำเข้าสู่ผิวดิน ส่งผลให้มีปริมาณน้ำที่กักเก็บไว้ในดินสูงที่สุด ซึ่งพืชนำน้ำไปใช้ในการสร้างการเจริญเติบโต (TDB) และผลผลิต (meas.Ya) ตลอดจนมีประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืชในการสร้างผลผลิต (meas.WUE_{Ya}) สูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการปลูกพืชในร่องโดยไม่คลุมดิน (CF-AL) ที่ทำให้สมบัติดิน ปริมาณการกักเก็บน้ำไว้ในดิน การเจริญเติบโตและผลผลิตพืชตลอดจนประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืช สูงเป็นอันดับสอง และวิธีการปลูกพืชแบบเกษตรกรนิยมปฏิบัติ (CP/CP-AL) ที่มีผลทำให้สมบัติดินดังกล่าวเสื่อมโทรมมากที่สุด

สมบัติดินที่แตกต่างกันเด่นชัดที่สุด คือ ค่า IR เฉลี่ย 2 ปี ในแปลงทดลองที่ 1 ภายใต้วิธีการปลูกพืชแบบ CF-Bg/VgM-AL, CF-AL และ CP/CP-AL มีค่าเท่ากับ 42.05, 33.47 และ 20.73 $cm.hr^{-1}$ และในแปลงทดลองที่ 2 เท่ากับ 71.85, 60.78 และ 42.89 $cm.hr^{-1}$ ตามลำดับ ซึ่งส่งผลให้มีการกักเก็บน้ำในดินสูงสุดเฉลี่ย 2 ปี ภายใต้ CF-Bg/VgM-AL , CF-AL และ CP/CP-AL ในแปลงทดลองที่ 1 เท่ากับ 415, 393 และ 380 mm ส่วนแปลงทดลองที่ 2 มีค่า TSW ดังกล่าว เท่ากับ 431, 420 และ 410 mm ตามลำดับ ซึ่งผลของ TSW ดังกล่าวส่งเสริมให้การการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวโพดหวาน ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และถั่วแปยี ตลอด 2 ปี ภายใต้วิธีการปลูกแบบ CF-Bg/VgM-AL, CF-AL และ CP/CP-AL มีค่าสูงสุด สูงเป็นอันดับสอง และต่ำสุด ตามลำดับ โดยผลผลิตเฉลี่ยของ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ข้าวโพดหวาน เป็น 7,927, 7,167 และ 5,930 kg.ha^{-1} ในแปลงที่ 1 และ 4,551, 3,625 และ 2,458 kg.ha^{-1} ในแปลงที่ 2 ส่วนผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เท่ากับ 5,696, 5,639 และ 4,283 kg.ha^{-1} ในแปลงที่ 1 และ 4,083, 4,052 และ 3,206 kg.ha^{-1} ในแปลงที่ 2 ขณะที่ถั่วแปยีให้ผลผลิตเฉลี่ย 2 ปี เท่ากับ 1,468, 1,169 และ 822 kg.ha^{-1} ในแปลงที่ 1 และผลผลิตเฉลี่ยในปีแรก เท่ากับ 1,204, 918 และ 614 kg.ha^{-1} ในแปลงที่ 2 ภายใต้ CF-Bg/VgM-AL, CF-AL และ CP/CP-AL ตามลำดับ

ผลผลิตของพืชที่ปลูกหมุนเวียนทั้ง 3 พืชดังกล่าวข้างต้น เป็นผลเนื่องจากประสิทธิภาพการใช้น้ำในการสร้างผลผลิต (WUE_{Ya}) ของพืช ดังกล่าวมีค่าสูงสุดในแปลง CF-Bg/VgM-AL และ สูงเป็นอันดับสองในแปลง CF-AL และ ต่ำที่สุดในแปลง CP/CP-AL ตลอดการทดลอง 2 ปี ในแปลงวิจัยทั้ง 2 แห่งโดยค่า meas.WUE_{Ya} ของข้าวโพดหวาน (2552/2553) เป็น 30.49, 27.87 และ 23.42 kg.ha^{-1}mm^{-1} ในแปลงที่ 1 และ 21.10, 16.30 และ 11.03 kg.ha^{-1}mm^{-1} ในแปลงที่ 2 ส่วน meas.WUE_{Ya} ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (2553/2554) เท่ากับ 13.90, 13.02 และ 10.04 kg.ha^{-1}mm^{-1} ในแปลงที่ 1 และ 11.52, 11.30 และ 9.21 kg.ha^{-1}mm^{-1} ในแปลงที่ 2 ขณะที่ ถั่วแปยีมีค่า meas.WUE_{Ya} เฉลี่ย 2 ปี เท่ากับ 4.08, 3.30 และ 2.28 kg.ha^{-1}mm^{-1} ในแปลงที่ 1 และค่าเฉลี่ยในปีแรกเท่ากับ 3.69, 2.68 และ 1.82 kg.ha^{-1}mm^{-1} ในแปลงที่ 2 ภายใต้ CF-BgM-AL, CF-AL และ CP/CP-AL ตามลำดับ (ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และขิงที่ปลูกในปี 1 ของทั้ง 2 แปลงทดลอง และถั่วแปยีที่ปลูกในปีที่ 2 ของแปลงที่ 2ไม่มีผลผลิต เนื่องจากการระบาดของโรคและแมลงศัตรูพืช)

ผลการทดสอบรูปแบบจำลองการใช้น้ำของพืชพบว่าค่าปริมาณการใช้น้ำที่คำนวณได้จากสมการ (est.ETca) ของพืชไร่ทั้ง 3 ชนิด ที่ปลูกในแปลงทดลองทั้ง 2 แห่ง ตลอด 2 ปี ภายใต้วิธีการปลูกพืชเชิงอนุรักษ์ดังกล่าวข้างต้น สามารถใช้แทนปริมาณการใช้น้ำที่วัดโดยตรงในภาคสนาม (meas.ETca) ได้ระดับหนึ่ง โดยสมการความสัมพันธ์ของค่า est.ETca และ meas.ETca ภายใต้วิธีการปลูกพืชที่ศึกษาทั้ง 3 วิธี มีค่า R^2 ผันแปรระหว่าง 0.655-1.000 ซึ่งบ่งชี้ว่าค่า meas.ETca และ est. ETca มีความสัมพันธ์กันค่อนข้างใกล้ชิด

อย่างไรก็ดีผลจากการประเมินผลผลิตพืชด้วยสมการ (est.Ya) ภายใต้วิธีการปลูกพืชแบบต่าง ๆ โดยอาศัยค่าปัจจัยการลดลงของผลผลิตจากการขาดน้ำ (Ky) เมื่อเปรียบเทียบกับค่าผลผลิตที่วัดได้จริง (meas.Ya) พบว่าค่าทั้งสองไม่มีความสัมพันธ์หรือไม่มีความสอดคล้องกันแต่อย่างใด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Thesis Title	Increasing Efficiency and Model Testing of Crop Water Use Grown Under Conservation Practices on Slope Complex Soils in Highland Rainfed Agricultural System
Author	Acting Sub Lt. Thanet Saewlee
Degree	Master of Science (Agriculture) Soil Science
Thesis Advisory committee	Assoc. Prof. Dr. Mattiga Panomtaranichagul — Advisor Assoc. Prof. Dr. Soontorn Khamyong — Co-advisor

Abstract

This study was carried out during the mid-May 2009 to early March 2011. The two-year experimental periods were conduct in 2 experiment-plots under different climate and soil properties. The experimental plot I (Site I) located at Ban Thuan village, Mae Cham District, Chiang Mai Province. The soil property in site I was classified as Acrisols (FAO, 2006). The experimental plot II (Site II) located at Jabo village, Pangmapa District, Mae Hongson Province, the soil property in this site was classified as Luvisols (FAO, 2006). The soil properties under both experimental sites are slope complex as classified by the Department of Land Development (2005).

The experiment was designed as a Completely Randomized Design (CRD) consisted of 3 treatments with 3 replicates per each site and each year. The treatments in this research comprised different contour conservative cultural practices which were (i) Control or Conventional planting (CP), (ii) Conventional planting in alley cropping (CP-AL), (iii) Contour furrow cultivation in alley cropping (CF-AL), and (iv) Contour furrow cultivation mulched with bamboo grass, Bg (Site I) andvetiver grass, Vg (Site II) in alley cropping (CF-Bg/VgM-AL). The trial was set up by using a relay rotational cropping system for growing 3 crops in the 1st experimental year (2009/2010). The 1st crop was sweet corn (*Zea mays* var. saccharata), grown in both experimental sites, followed by peanuts *(Arachis hypogaea)* in Site I and ginger *(Zingiber officinale*) in Site II

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

as the 2nd crop, and lablab bean (*Lablab purpureous)* as the 3rd crop in a both study plots. For the 2nd experimental year (2010/2011), two types of crop which were maize *(Zea mays* Linn.) and lablab bean were grown, as the 1st and the 2nd crops in both studied sites.

The objectives of this experiment were to study and compare the effects of the above different contour conservative cultivations on (1) soil properties which were soil organic matter content (SOM), bulk density (BD), stable aggregate in total soil mass (SAT), and steady infiltration rate (IR), (2) total stored soil water within 1 m depth (TSW) during crop growing season in 2 years, (3) crop growth as total dry biomass development, TDB) and crop yields (Ya) (4) amounts of crop water use for crop growth and yield productions (ETca) or crop water use efficiency (WUE), including models testing of crop water use and yield response to water use deficiency under the above different cultural practices.The results indicated that contour furrow cultivation with mulching in alley cropping (CF-Bg/VgM-AL) was the best in improving the studied soil properties. Particularly, the increased infiltration rate resulted in the highest amount of stored soil water (TSW) which increased the highest amounts of water consumptions for crop growth (TDB) and yield productions (meas.Ya) including crop yield water use efficiency, when compared with contour furrow cultivation in alley cropping (CF-AL) and conventional planting (CP/CP-AL), which gave the 2nd high and the lowest those soil properties, crop growth and yields including water use efficiency respectively.

The most significantly different soil property was IR under the different cultivations CF-Bg/VgM-AL, CF-AL and CP/CP-AL which gave the average 2-year-IR values in Site I as 42.05, 33.47 and 20.73 cm. hr^{-1} and in Site II as 71.85, 60.78 and 42.89 $cm.hr^{-1}$ respectively. This resulted in the highest average 2-year-TSW under CF-Bg/VgM-AL, CF-AL, and CP/CP-AL, which were equal to 415, 393 and 380 mm in Site I and 431, 420 and 410 mm in Site II respectively. The amounts of TSW consequently led to the highest, the 2nd high and the lowest crop growth and yield productions of sweet corn, maize, and lablab bean in CF-Bg/VgM-AL, CF-AL and CP/CP-AL respectively, throughout the 2 experimental year.

The mean values of sweet corn's yield in Site I were 7,927, 7,167 and 5,930 $kg.ha^{-1}$, and in Site II were 4,551, 3,625 and 2,458 $kg.ha^{-1}$, where as maize grown in Site I had the mean values of 5,696, 5,639 and 4,283 $kg.ha^{-1}$, and of 4,083, 4,052 and 3,206 $kg.ha^{-1}$ in Site II under

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

CF-Bg/VgM-AL, CF-AL and CP/CP-AL respectively. The average 2 year – seed yields of lablab bean in Site I were 1,468, 1,169 and 822 kg.ha^{-1} and the 1st year- mean values in Site II were 1,204, 918 and 614 kg.ha^{-1} under CF-Bg/VgM-AL, CF-AL and CP/CP-AL respectively.

The above crop yields of the 3 rotational relay cropping had been resulted from the highest crop water use efficiency for yield productions (WUE_{Ya}) under CF-Bg/VgM-AL, the 2nd high WUE under CF-AL and the lowest WUE under CP/CP-AL in both experimental plots, throughout the 2 studied years. The mean values of meas.WUE_{Ya} of sweet corn (2009/2010) were 30.49, 27.87 and 23.42 kg.ha^{-1}mm^{-1} in Site I, and were 21.10, 16.30 and 11.03 kg.ha^{-1}mm^{-1} in Site II, whilst the meas.WUE_{Ya} of maize yield (2010/2011) were 13.90, 13.02 and 10.04 kg. ha^{-1}mm^{-1} in Site I and 11.52, 11.30 and 9.21 kg.ha^{-1}mm^{-1} in Site II, under CF-Bg/VgM-AL, CF-AL and CP/CP-AL respectively. The average 2 year – meas.WUE_{Ya} of lablab bean in Site I were 4.08, 3.30 and 2.28 kg.ha^{-1} mm^{-1} and the 1st year- mean values in Site II were 3.69, 2.68 and 1.82 kg.ha^{-1}mm^{-1} under CF-Bg/VgM-AL, CF-AL and CP/CP-AL respectively. (Maize and ginger grown in a both study plots in the 1st year and lablab bean grown in site II in the 2nd year could not give any yield due to invasions of plant diseases and pest.)

The results of model testing for crop water use showed that the values of est.ETca of those 3 types of crop grown in both experimental sites under different conservative cultivation, throughout the 2 studied years, could be used as the meas.ETca values with the coefficient of determination (R^2) which varied from 0.655 to 1.000. This result indicated that the meas.ETca had closely correlated to est.ETca.

However, it was found that the results of estimated crop yield (est.Ya), using equation of the yield response to water use deficiency (Ky), under the different conservative cultural practices, had neither any relationship nor correlation to the measured crop yield (meas.Ya).

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved