Thesis Title Increasing Fertilizer Use Efficiency and Availability of Phosphorus and Zinc in Furrow Cultivation for Sustainable Agriculture on Sloping Land

Author Miss Methinee Pholinta

Degree Master of Science (Sustainable Agriculture and Integrated Watershed Management)

Thesis Advisory Committee

Assoc. Prof. Dr. Mattiga Panomtaranichgul Advisor

Prof. Dr. Karl Stahr Co-advisor

ABSTRACT

This experiment aimed to improve water and nutrient use efficiency for sustainable crop production in acid soil on sloping cultivated land under rainfed condition, using lime, organic/inorganic-fertilizer and foliar zinc spray in conservative cultural practice. The experiment was designed as a Split-Split Plot in Completely Randomized Designed consisted of 3 replications. Main-plots were cultivated systems comprising conventional planting (CP) and furrow cultivation (CF). Subplots were foliar zinc (Zn_1) and no zinc (Zn_0) applications. Sub-subplots were applications of lime (L), organic fertilizer (OF), inorganic fertilizer (IF) and Control (average of CP and CF only). Lime (L, Calcium carbonate, $CaCO_3$) was applied as dry powder by banding along the contour planting rows or contour cultivated furrow at the rate of 2 t ha^{-1}. The commercial products of organic fertilizer (OF) and inorganic fertilizer (IF, ammonium phosphate, 16-20-0), were applied as planting-row-banding at the rates of 333 and 167 kg ha^{-1} respectively. Zinc ($ZnSO_4.7\ H_2O$) was used as Zn-solution at 1 g l^{-1} concentration by foliar spraying with the rate of 1 l per 10 m^2. Three types of crops were planted as multiple rotational relay cropping system. Sweet corn (*Zea mays saccharata*), peanut *(Arachis hypogaea L.)* and lablab bean *(Lablab perpureus Linn.)* were grown as the 1st, 2nd and 3rd crop during the early rainy – mid dry season in 2009 and 2010. This experiment was commenced in August, 2009 and completed in

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

January, 2011. Only lablab bean growing were measured for crop development and seed yield production due to incomplete growing of the 1st and 2nd crops.

Soil samples were collected and measured in laboratory during lablab bean growing. Soil properties and nutrients were bulk density (BD), field capacity (FC), total porosity (TP), aeration porosity (AP), soil acidity (pH), organic matter (OM), extractable phosphorus (Ext.P), and extractable zinc (Ext.Zn). Crop developments were measured as plant height every month. Total dry matter, seed yield, concentration of total phosphorus (total P) and total zinc (total Zn) in plant tissue (lablab bean) including total P and Zn consumption by lablab bean per unit growing area (total P-uptake and total Zn-uptake) were measured after crop harvesting.

The results showed that furrow cultivation (CF) significantly gave soil properties, crop growth and seed yield of lablab bean better than conventional planting (CP). CF tended to give lower BD, OM and Ext.P, and higher TP, AP, pH and Ext.Zn than those given by CP. The phosphorus consumption (total P-uptake) of lablab bean in CF plot was higher than those in CP plot, leading to the lower Ext.P in CF plot than in CP plot. During the 1st year experiment, total dry matter and seed yield of lablab bean obtained in CF plot at 1,631 and 844 kg ha^{-1} respectively, were higher than those gained at 839 and 407 kg ha^{-1} in CP plot respectively.

Soil amendments, Control, L, OF and IF applications had similarly effects on each soil physical properties but having significantly different effects on soil pH, OM, Ext.P, Ext.Zn in soil, total P and total Zn-uptake, including crop growth and seed yield of lablab bean. The highest soil pH, OM, Ext.P, and Ext. Zn in soil were given by applied L, OF/IF, OF, and Control respectively compared to the others soil amendments. However, the highest phosphorus consumption (total P-uptake) of lablab bean was found under IF at 6.72 kg ha^{-1}, while OF, L and control gave the 2nd, 3rd and 4th values of total P-uptake by lablab bean at 3.61, 2.62 and 1.90 kg ha^{-1} respectively, in the 1st experimental year. Total Zn-uptake by lablab bean also had similar trends to the total P-uptake, but the amounts of total Zn consumptions under all treatments were negligible. In addition, the highest development (height), total dry matter including seed yield of lablab bean were given by inorganic fertilizer application.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Foliar zinc (Zn_1) and no zinc (Zn_0) applications did not give significantly different values of almost all soil properties, BD, FC, TP, AP, pH, OM, Ext.P and Ext.Zn. However, higher crop development, total dry matter and seed yield of lablab bean were obtained under Zn_1 than those under Zn_0. The combination effects of the studied treatments were significantly found under CF combined with IF and Zn_1 (CF+ IF + Zn_1) which gave the highest amounts of total dry matter and seed yield production of lablab bean due to the best improvement of soil properties and increased water and nutrient use efficiency compared to the single effects of studied treatments.

Keywords: furrow cultivation, liming, foliar zinc application, total P-uptake, soil physical properties

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยและความเป็นประโยชน์ของธาตุฟอสฟอรัสและสังกะสีในการปลูกพืชในร่องเพื่อการเกษตรยั่งยืนบนพื้นที่ลาดชัน

ผู้เขียน นางสาวเมธินี พลอินต๊ะ

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
(การเกษตรยั่งยืนและการจัดการลุ่มน้ำแบบบูรณาการ)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

รองศาสตราจารย์ ดร.มัตติกา พนมธรนิจกุล	อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
ศาสตราจารย์ ดร.คาร์ล สตาห์	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

บทคัดย่อ

การทดลองมีวัตถุประสงค์เพื่อการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำและธาตุอาหารสำหรับการผลิตพืชที่ยั่งยืน ในพื้นที่เพาะปลูกที่มีสภาวะดินเป็นกรดบนพื้นที่ลาดชัน ภายใต้สภาพเกษตรน้ำฝน โดยใช้ปูนขาว ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยเคมี และการฉีดพ่นธาตุสังกะสีทางใบ ภายใต้การปลูกพืชเชิงอนุรักษ์ โดยมีการวางแผนการทดลองแบบ การสุ่มสมบูรณ์ โดยจัดวางแปลงทดลองแบบ Split-Split Plot (Split-Split Plot in Completely Randomized Designed) จำนวน 3 ซ้ำ

ตำรับที่ใช้ทดลองใน Main-plot ประกอบด้วยวิธีการปลูกพืช 2 แบบ คือ แบบเกษตรกรนิยมปฏิบัติ (conventional planting, CP) และ แบบปลูกพืชในร่อง (furrow cultivation, CF) ส่วน Subplot คือ วิธีการฉีดพ่น (Zn_1) และไม่ฉีดพ่น (Zn_0) ธาตุสังกะสีทางใบ สำหรับตำรับทดลองใน Sub-subplot คือการใส่ปูนขาว (L) การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (OF) การใส่ปุ๋ยเคมี (IF) และ Control (ค่าเฉลี่ยของ CP และ CF ที่ไม่ใส่ปูนขาวและปุ๋ยใดๆ) วิธีใส่ปูนขาว (L) ใช้ในรูปที่เป็นผงแคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) โดยโรยไปเป็นแถบตามแนวปลูก หรือในร่อง ด้วยอัตรา 2 ตันต่อเฮคตาร์ ปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตเป็นการค้า (OF) และ ปุ๋ยเคมีแอมโมเนียมฟอสเฟต (IF, 16-20-0) ใช้โดยการโรยเป็นแถบตามแนวปลูก ในอัตรา 333 และ 167 กิโลกรัมต่อเฮคตาร์ ตามลำดับ สังกะสี ($ZnSO_4.7\ H_2O$) ได้ใช้ในรูปของสารละลายสังกะสีที่ความเข้มข้น 1 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร ในอัตรา 1 ลิตรต่อ 10 ตารางเมตรของพื้นที่ปลูกพืช ได้ทำการปลูกพืชหมุนเวียนเหลื่อมฤดู 3 พืช ใน 1 ปี คือ ข้าวโพดหวาน (*Zea*

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

mays saccharata) ถั่วลิสง*(Arachis hypogaea L.)* และถั่วแปยี *(Lablab perpureus Linn.)* เป็นพืชที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับในช่วงต้นฤดูฝน-กลางฤดูแล้ง

ได้ทำการเก็บตัวอย่างดินในแปลงทดลองและวิเคราะห์ตัวอย่างดินในห้องปฏิบัติการในระยะที่มีการเจริญเติบโตของต้นถั่วแปยี สมบัติดินและธาตุอาหารที่ทำการวิเคราะห์คือ ความหนาแน่นรวม (BD), ปริมาณความจุความชื้นในสนามของดิน (FC), ความพรุนทั้งหมดของดิน (TP), ปริมาณช่องว่างที่มีการถ่ายเทอากาศดี (AP), ความเป็นกรดด่างของดิน (pH), ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM), ฟอสฟอรัสที่สกัดได้ (Ext.P) และ สังกะสีที่สกัดได้ (Ext.Zn) การเจริญเติบโตของพืชโดยวัดความสูงของต้นพืชในทุกเดือน ภายหลังการเก็บเกี่ยวพืชได้ทำการประเมิน น้ำหนักแห้งทั้งหมด ผลผลิตที่เป็นน้ำหนักเมล็ดของถั่วแปยี ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสและสังกะสีทั้งหมดในเนื้อเยื่อพืช รวมทั้งปริมาณฟอสฟอรัสและสังกะสีทั้งหมดในพืชที่ถูกดูดใช้โดยถั่วแปยีต่อ 1 หน่วยพื้นที่เพาะปลูก (total P-uptake และ total Zn-uptake)

ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการปลูกพืชในร่อง (CF) ให้ค่าสมบัติดิน การเจริญเติบโตของพืช และผลผลิตดีกว่าการปลูกพืชแบบเกษตรกรนิยมปฏิบัติ (CP) อย่างมีนัยสำคัญ การปลูกพืชในร่อง มีแนวโน้มให้ค่า BD, OM และ Ext.P ที่ต่ำกว่า แปลง CP และ ให้ค่า TP, AP, pH และ Ext.Zn สูงกว่า แปลง CP ปริมาณการดูดกลืนฟอสฟอรัสของถั่วแปยีในแปลง CF มีค่าสูงกว่าในแปลง CP อย่างมีนัยสำคัญซึ่งส่งผลให้ ค่าปริมาณของฟอสฟอรัสที่แลกเปลี่ยนได้ในดินของแปลง CF เหลือตกค้างน้อยกว่าในแปลง CP ในช่วงการทดลองปีที่ 1 พบว่าถั่วแปยีที่ปลูกในแปลง CF ให้ค่าน้ำหนักแห้งทั้งหมด และผลผลิตเมล็ด เป็น 1,631 และ 844 กิโลกรัมต่อเฮคตาร์ ซึ่งสูงกว่า น้ำหนักแห้งทั้งหมด และผลผลิตเมล็ด ที่ได้จากแปลง CP คือ 839 และ 407 กิโลกรัมต่อเฮคตาร์ ตามลำดับ

การใช้วัสดุปรับปรุงดิน คือ Control, L, OF and IF มีผลไม่แตกต่างกันต่อค่าสมบัติทางกายภาพดินแต่ละค่าแต่ วัสดุปรับปรุงดินเหล่านี้ มีผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญต่อค่าความเป็นกรดด่างของดิน (soil pH), ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM), ฟอสฟอรัสและสังกะสีที่สกัดได้ในดิน (Ext.P และ Ext.Zn), ปริมาณ total P- uptake และ total Zn - uptake รวมทั้งการเจริญเติบโต และผลผลิตของถั่วแปยี นอกจากนี้พบว่าการใช้ L, OF/IF, OF, และ Control ต่างให้ค่าสูงสุดของ pH, OM, Ext.P และ Ext. Zn ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับ ตำรับอื่นๆ อย่างไรก็ตาม IF ให้ค่าปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในต้นถั่วแปยีต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่เพาะปลูก (total P-uptake) สูงที่สุดเป็น 6.72 กิโลกรัมต่อเฮคตาร์ ในขณะที่ OF, L และ Control ให้ ค่าดังกล่าว สูงเป็น ลำดับที่สอง สาม และ สี่ คือ 3.61, 2.62 และ 1.90 กิโลกรัมต่อเฮคตาร์ ตามลำดับในปีการทดลองที่ 1 สำหรับปริมาณสังกะสีทั้งหมดที่ดูดกลืนใช้ในต้นถั่วแปยีในหนึ่งหน่วยพื้นที่เพาะปลูก (total Zn-uptake) มีแนวโน้ม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

คล้ายคลึงกับ total P-uptake แต่ค่าดังกล่าวน้อยมาก แทบไม่มีนัยสำคัญเชิงปริมาณนอกจากนี้ IF มีผลทำให้การเจริญเติบโต น้ำหนักแห้งทั้งหมด รวมทั้งผลผลิตเมล็ด ของถั่วแปยี สูงที่สุด

การฉีดพ่นสังกะสี (Zn_1) และ ไม่ฉีดพ่นสังกะสี (Zn_0) ทางใบ มีผลไม่แตกต่างกันต่อค่าสมบัติดินแต่ละค่า คือ BD, FC, TP, AP, pH, OM, Ext.P และ Ext.Zn อย่างไรก็ตาม Zn_1 มีผลทำให้การเจริญเติบโต น้ำหนักแห้ง และผลผลิตของถั่วแปยีสูงกว่า Zn_0 นอกจากนี้ผลการทดลองยังบ่งชี้ว่าอิทธิพลร่วมกันระหว่าง การฉีดพ่นสังกะสีทางใบ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี ให้แก่พืชที่ปลูกในร่อง (CF+IF+Zn_1) มีผลทำให้การเจริญเติบโต น้ำหนักแห้ง และผลผลิตของถั่วแปยีสูงที่สุด ซึ่งเป็นผลจากสมบัติของดินที่ได้ปรับปรุงดีขึ้น และมีประสิทธิภาพการใช้น้ำและธาตุอาหารพืชสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับผลของการใช้ตำรับทดลองเชิงเดี่ยวอื่นๆ

คำสำคัญ : การปลูกพืชในร่อง, การใส่ปูน, การฉีดพ่นสังกะสีทางใบ, ปริมาณการดูดกลืนฟอสฟอรัสทั้งหมดโดยพืช, สมบัติทางกายภาพของดิน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved