

ผลของการปลูกข้าวโพดแซมถั่วต่อการชะล้างพังทลายหน้าดิน และความหลากหลายทางชีวภาพในดิน

Effects of Maize-Legume Intercropping in Erosion and Soil Biodiversity

อดิเรก ปัญญาหล่อ^{1*}, เจษฎา จงใจดี¹, สันสนีย์ จำจด² และ เบญจวรรณ ฤกษ์เกษม²

Adirek Punyaloo^{1*}, Jedsadee Jongjaidee¹, Sansanee Jamjod²

and Benjavan Rerkasem²

บทคัดย่อ: การปลูกข้าวโพดโดยการตัดถางและเผาทำลายเศษเหลือทิ้งที่คลุมดิน เป็นการทำลายอินทรีย์วัตถุ ซึ่งอนุรักษ์และบำรุงดิน อีกทั้งมีส่วนในการเพิ่มปัญหาหมอกควันในฤดูแล้ง การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผล การทดแทนการเตรียมดินโดยการถางและเผา ด้วยการปลูกข้าวโพดแซมถั่ว ต่อความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในดิน การชะล้างพังทลายของหน้าดิน และการสูญเสียธาตุอาหาร การทดลองที่ 1 เปรียบเทียบจำนวนสิ่งมีชีวิตในดินใน ระบบการปลูกข้าวโพดแซมถั่วแปะยี ถั่วเนาวนางแดง ถั่วดำ หรือถั่วเขียว กับข้าวโพดปลูกแบบเผาชาก ที่สถานีเกษตร หลวงปางดะ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ การทดลองที่ 2 เปรียบเทียบการสูญเสียหน้าดินและไนโตรเจนในข้าวโพด แซมถั่วแปะยี กับข้าวโพดปลูกแบบเผา และไม่เผาชาก หมู่บ้านนาเลา ตำบลโป่งคำ อำเภอสันติสุข จังหวัดน่าน ในระหว่าง พ.ศ. 2556 - 2558 พบว่าสัตว์ในดินในระบบข้าวโพดแซมถั่วมีดัชนีความหลากหลายสูงกว่า มีจำนวน ตัวของสัตว์สูงเป็น 3 - 4 เท่า ของในข้าวโพดเผาชาก ข้าวโพดในระบบพืชแซมยังมีจำนวนชนิดของสัตว์และจำนวน สปีชีส์ของเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมโครไรซามากกว่าด้วย ในการปลูกข้าวโพดเผาชาก มีการสูญเสียหน้าดิน 12.4 ตัน/ไร่ ในปี 1 และ 8.4 ตัน/ไร่ ในปี 2 ของการทดลอง ในปี 1 การไม่เผาทั้งที่มีถั่วแซมและไม่มี ส่งผลในการลดการสูญเสีย หน้าดินลง 57% ในปี 2 การปลูกข้าวโพดแซมถั่วแปะยี ลดการสูญเสียหน้าดินลง 86% ในขณะที่ข้าวโพดแบบไม่ เผาลดการสูญเสียหน้าดินลง 61% การไม่เผาชากและการปลูกข้าวโพดแซมถั่วยังลดการสูญเสียธาตุอาหารด้วย การศึกษานี้แสดงให้เห็นถึงผลดีจากการปลูกข้าวโพดแซมถั่วและไม่เผาเตรียมพื้นที่ปลูก ในการอนุรักษ์บำรุงดิน และ สร้างความยั่งยืนในการปลูกข้าวโพดบนพื้นที่สูงได้

คำสำคัญ: ข้าวโพด-ถั่ว, การชะล้างพังทลายของหน้าดิน, การสูญเสียไนโตรเจน

ABSTRACT: Maize production with slash and burning crop residues for land preparation is detrimental to the environment. This research compared maize-legume intercrop systems on their effects on soil and nutrient losses, soil biodiversity with farmer's practice of maize growing with residue burning in 2 experiments during 2013-2015. The first experiment evaluated soil biodiversity in maize intercropped with 4 legumes, namely, with lablab, rice bean, cowpea and mung bean, and farmer's practice of slash and burn maize at the Royal Project Pang Da research station, Samoeng district, Chiang Mai province. The second experiment compared soil and N losses in maize-lablab intercrop with the farmer's practice of slash and burn maize and maize without residue burning in at Santi-Suk district Nan province. The maize-legume intercrops

¹ สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน)

Highland research and development institute (Public Organization)

² คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Faculty of Agriculture, Chiang Mai University

* Corresponding author: adirek_p311@hotmail.com

produced significantly higher diversity index (H'), 3-4 times the number of individuals, and many more species of soil macrofauna than farmer's slash and burn maize. Under slash and burn maize there was a soil loss of 12.4 t/rai in the first year and 8.4 t/rai in the second year of experiment. In the first year growing maize without residue burning and maize-lablab reduced soil loss to the same extent by 57%. In the second year soil loss under maize-lablab was reduced by 87% and maize without burning by 61%. These results exemplify how maize production in the highlands may be made more sustainable by intercropping maize with legumes without residue burning which greatly reduced soil and nutrient losses and encouraged soil biological activities and so enhancing fertility.

Keywords: Maize, Soil erosion, N loss, Soil biodiversity

บทนำ

การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (maize) ที่เตรียมดินโดยการตัดถาง และทำการเผาวัชพืชและเศษซากพืช ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในหลาย ๆ ด้าน เช่น การชะล้างพังทลายของหน้าดิน ดินเสื่อมสภาพ และ มีผลโดยตรงต่อการลดลงของปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (Giller et al., 1997) นอกจากนี้การเผาเศษเหลือทิ้งยังเป็นการทำลายวัสดุคลุมดิน และอินทรีย์วัตถุซึ่งเป็นแหล่งกักเก็บธาตุอาหารพืชและน้ำในดิน อีกทั้งยังเป็นอาหารของสิ่งมีชีวิตในดินด้วย จากสาเหตุดังกล่าว ทำให้ผลผลิตข้าวโพดที่ปลูกบนพื้นที่สูงลดลง จากรายงานของ Giardina et al. (2000) พบว่า การเผาเศษเหลือทิ้งทางการเกษตรทำให้สูญเสียธาตุอาหารที่จะปลดปล่อยในดิน และการทำลายเศษซากพืชทำให้ธาตุอาหารที่กักเก็บในดินมีน้อยลงและจะส่งผลต่อผลผลิตในฤดูกาลถัดไป เช่นเดียวกับ Osiname and Meppe (1999) ที่รายงานว่า ผลผลิตของข้าวโพดในปีที่ 2 จะลดลงมากที่สุด 50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อมีการเผาเตรียมพื้นที่ปลูก

ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในดินมีความสำคัญในการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้แก่ดิน ด้วยการปรับปรุงสมบัติทางฟิสิกส์ ช่วยขับเคลื่อนกระบวนการหมุนเวียนธาตุอาหาร เช่น การย่อยสลายอินทรีย์วัตถุด้วยสิ่งมีชีวิตในดินและเพิ่มความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดิน สำหรับเชื้อราบางชนิด เช่น ไมคอร์ไรซาที่พบอยู่บริเวณรากพืชยังช่วยเสริมสร้างประสิทธิภาพในการดูดซับธาตุอาหารฟอสฟอรัสให้แก่พืช นอกจากนี้ การเตรียมพื้นที่ เช่น การไถพรวน

การเผา รวมถึงระบบการปลูกพืชหมุนเวียนยังส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในดินโดยตรง (Gardi and Jeffery, 2009) จากการรายงานของ Brussaard et al. (2007) พบว่า การปลูกพืชหมุนเวียน และการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินส่งผลให้จำนวนชนิดของสิ่งมีชีวิตในดินเพิ่มขึ้น (species richness)

การเผาเศษซากพืชที่คลุมดินยังส่งผลให้อัตราการชะล้างพังทลายหน้าดินสูงขึ้น การสูญเสียดินจะเกิดขึ้นมากในช่วงแรกของการเพาะปลูกหลังจากไถถางและเผาเศษพืชเพื่อเตรียมพื้นที่เพาะปลูก (จุไรรัตน์, 2542) จากรายงานของ Kwaad et al. (1998) พบว่า การทิ้งเศษฟางข้าวไว้ในแปลงทำให้ปริมาณน้ำไหลบ่าและการชะล้างพังทลายหน้าดินลดลง 46.5 - 89.5 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงที่ไม่เศษวัสดุคลุมดิน จากสาเหตุดังกล่าวส่งผลให้เพิ่มการสูญเสียธาตุอาหารพืชและลดความสามารถในการกักเก็บน้ำในดิน ซึ่งเป็นสาเหตุหลักของดินเสื่อมโทรม ดินขาดความอุดมสมบูรณ์ และกักเก็บน้ำฝนได้น้อย (Boonlertnirun and Jompuk, 2011) ทำให้เกษตรกรต้องเพิ่มปริมาณปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวโพด ขณะที่การใช้สารเคมีกำจัดวัชพืชที่มากขึ้น ปริมาณสารเคมีเหล่านี้จะถูกชะล้างจากการปลูกข้าวโพดได้มากขึ้น ส่งผลกระทบเชิงลบต่อสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้การเตรียม พื้นที่ปลูกข้าวโพดโดยการเผายังก่อให้เกิดปัญหาหมอกควันที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของเกษตรกรและประชาชนทั่วไปอีกด้วย จากการรายงานของกรมควบคุมมลพิษ ในปี 2559 พบว่า ในจังหวัดเชียงรายมีปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM10) มากที่สุดในเดือนมีนาคม เท่ากับ 317 ไมโครกรัม/ลบ.ม. ซึ่งมากกว่า

ค่ามาตรฐาน 2.6 เท่า (ค่ามาตรฐาน 120 ไมโครก./ล.บ.ม.) ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจโดยตรง

การทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ประเมินผลกระทบจากการปลูกข้าวโพดแซมถั่วโดยไม่เผาคั่วต่อความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในดิน และการสูญเสียหน้าดินและธาตุอาหาร เปรียบเทียบกับวิธีการปลูกข้าวโพดของเกษตรกรโดยการถางและเผา เพื่อเป็นทางเลือกให้กับเกษตรกรในการปลูกพืชเพื่อการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างยั่งยืน

วิธีการศึกษา

การศึกษานี้ประกอบด้วย 2 การทดลอง ใน พ.ศ. 2555 - 2557 การทดลองที่ 1 เปรียบเทียบความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในดินในระบบการปลูกข้าวโพด (Maize) แซมด้วยถั่วแปะยี (Lablab) ถั่วเนาวนางแดง (rice bean) ถั่วดำ (cowpea) และถั่วเขียว (mung bean) กับข้าวโพดปลูกแบบของเกษตรกรที่มีการเผาซาก (Farmer's practice) ที่สถานีเกษตรหลวงปางดะ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ โดยรายละเอียดตามที่ได้มีรายงานไปแล้ว (Punyalue et al., 2015) โดยสังเขป พื้นที่แปลงทดลองมีความสูง 700 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง แปลงย่อยขนาด 5 x 6 เมตร วางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block มี 3 ซ้ำ ข้าวโพดเป็นพันธุ์ลูกผสม CP 888 ปลูกกลางเดือนพฤษภาคม-ต้นเดือนมิถุนายน ปลูกถั่วแต่ละชนิด ระหว่างแถวข้าวโพด ก่อนเก็บเกี่ยวข้าวโพดประมาณ 30 วัน ทำการประเมินความหลากหลายทางชีวภาพในดิน เมื่อข้าวโพดอยู่ในช่วงดอกบาน (Figure 1) นับจำนวนสปอร์ไมโครไรซาในดินบริเวณราก (Rhizosphere) โดยวิธี Wet sieving method and 50% sucrose centrifugation (Brundrett et al., 1995) และสิ่งมีชีวิตในดินขนาดใหญ่ > 2 มม. (Soil macrofauna) จากตัวอย่างดินในพื้นที่ 0.25 x 0.25 x 0.25 ม. (Rossi et al., 2010) จากนั้นทำการแยกสิ่งมีชีวิตในดินโดยใช้มือแยกและนับจำนวนสิ่งมีชีวิตต่อพื้นที่ ทำการประเมินความหลากหลายด้วยวิธี Shannon – Wiener index (H') (Gardi and Jeffery,

2009) คำนวณจากสมการ

$$H' = - \sum_i p_i \ln p_i$$

i = ชนิดที่; s = จำนวนชนิด (Richness); p_i = จำนวนชนิด i ต่อจำนวนชนิดทั้งหมด

การทดลองที่ 2 เป็นการทดลองที่นำผลการทดลองจากการทดลองที่ 1 จากที่ได้รายงานไปแล้วของ Punyalue et al. (2015) ที่การปลูกข้าวโพด-ถั่วให้ผลผลิต และปริมาณไนโตรเจนกลับลงสู่ดินมากกว่าการปลูกข้าวโพดอย่างเดียว จากนั้นจึงนำผลการทดลองไปศึกษาการชะล้างพังทลายหน้าดินในการปลูกข้าวโพดบนพื้นที่ลาดชันร่วมกับเกษตรกร โดยทำการประเมินการสูญเสียหน้าดินและไนโตรเจนในระบบการปลูกข้าวโพด-ถั่วแปะยี เปรียบเทียบกับการปลูกข้าวโพดแบบถางและเผาของเกษตรกร และข้าวโพดแบบไม่เผา ระหว่างเดือนมิถุนายน 2557-เดือนพฤศจิกายน 2558 ในพื้นที่แปลงปลูกข้าวโพดของเกษตรกร หมู่บ้านนาเลา ตำบลโป่งคำ อำเภอสันติสุข จังหวัดน่าน ความลาดชันของพื้นที่ทดลอง 33, 41 และ 48 เปอร์เซ็นต์ ในซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ พื้นที่ที่มีความสูง 321 เมตร จากระดับทะเลปานกลาง ในแปลงสำหรับวัดการสูญเสียหน้าดินและธาตุอาหาร ขนาดแปลงทดลองย่อย 4 x 10 เมตร ที่ล้อมรอบด้วยแผ่นสังกะสีกว้าง 0.3 เมตร มีถังดักตะกอนขนาด 200 ลิตร อยู่ที่ด้านล่างของแปลง (Wilson et al., 2008) วางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block (RCB) 3 วิธีการ จำนวน 3 ซ้ำ วิธีการประกอบด้วย

1) ปลูกข้าวโพดตามวิธีการของเกษตรกร (ข้าวโพด - เผา)

2) ปลูกข้าวโพดอย่างเดียวและไม่เผาคั่วเตรียมพื้นที่ปลูก (ข้าวโพด – ไม่เผา)

3) ปลูกข้าวโพดแซมด้วยถั่วแปะยีและไม่เผาคั่วเตรียมพื้นที่ปลูก (ข้าวโพด – ถั่วแปะยี – ไม่เผา)

ทำการเก็บตัวอย่างผลผลิตข้าวโพดและถั่วแปะยีตามที่ได้บรรยายไว้ (Punyalue et al., 2015) ทำการประเมินการสูญเสียหน้าดินและธาตุอาหารโดยการปริมาณน้ำในถังดักตะกอน แล้วคนน้ำและตะกอนใน

ถึงให้เข้ากันเป็นลักษณะสารแขวนลอย จากนั้นสุ่มเก็บตัวอย่างจำนวน 1 ลิตร การวิเคราะห์หาปริมาณตะกอนดิน นำตัวอย่างสารแขวนลอย (น้ำ+ตะกอน) ที่เก็บมาได้ในแต่ละครั้งไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง เพื่อหาน้ำหนักแห้งสุทธิของตะกอนดินทั้งหมด ทำซ้ำทุกครั้งที่น้ำในถังตก



(a)



(b)

Figure 1 Soil sample collection in 0.25 x 0.25 x 0.25 m pit (a) and the samples were sorted by hand (b)



Figure 2 Soil erosion plots conducted in farmers' field at Na Lou village, Santi Suk district, Nan province in the rainy season between 2014 and 2015.

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในดิน

ในบริเวณรากของข้าวโพดแซมถั่วจำนวนสปอร์ไมคอร์ไรซาสูงกว่าบริเวณรากของข้าวโพดเผาะซากของเกษตรกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (Table 1) การปลูกข้าวโพดแบบของเกษตรกรที่มีการเตรียมพื้นที่ปลูกโดยการเผาพบบสปอร์ไมคอร์ไรซา

เท่ากับ 2.7 สปอร์/ก. ส่วนในระบบการปลูกข้าวโพด-ถั่วมีจำนวนสปอร์มากกว่า 2.0-2.3 เท่า สำหรับสัตว์ในดินที่มีขนาดมากกว่า 2 มิลลิเมตร (macrofauna) ให้ผลไปในทิศทางเดียวกัน โดยพบจำนวนน้อยที่สุดในแปลงปลูกข้าวโพดแบบเผาะซากของเกษตรกร (80 ตัว/ตร.ม.) ขณะที่ระบบการปลูกข้าวโพด-ถั่วมีจำนวนสิ่งมีชีวิตมากกว่า 3.4 – 4.7 เท่า (Table 2)

ดัชนีความหลากหลายของสัตว์ในดินมีค่าสูงที่สุดในระบบการปลูกข้าวโพด-ถั่วดำ และข้าวโพด-ถั่วนิ้วนางแดง ($H' = 2.06$ และ 2.08) รองลงมาคือ ข้าวโพด-ถั่วแปะยี และข้าวโพด-ถั่วเขียว ($H' = 1.67$) และต่ำที่สุดในข้าวโพดแบบเผาะซากของเกษตรกร ($H' = 1.29$) นอกจากนี้ยังพบว่า ระบบการข้าวโพดแบบเผาะซากของเกษตรกร มีจำนวนชนิดของสัตว์ในดิน (species richness) ต่ำที่สุด โดยพบเพียง 3 ชนิด ได้แก่ มด ไล่เดือนดิน และแมลงหางคืด ในขณะที่พบสัตว์ในดินถึง 6 ชนิดในระบบการปลูกข้าวโพด-ถั่วแปะยี จำนวน 8 ชนิดในระบบการปลูกข้าวโพด-ถั่วเขียว และจำนวน 9 ชนิดในระบบการปลูกข้าวโพด-ถั่วนิ้วนางแดง และข้าวโพด-ถั่วดำ (Table 3) นอกจากนี้ยังพบว่า ชนิดของแมลงที่พบมีความแตกต่างกันในระบบการปลูกพืชที่ใช้ถั่วต่างชนิด

ผลการทดลองระบบการปลูกข้าวโพด-ถั่ว มีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และปริมาณสปอร์ของไมคอร์ไรซามากกว่าการปลูกข้าวโพดอย่างเดียว และมีการเผาะเตรียมพื้นที่ปลูก จากการทดลองจำนวนของไล่เดือนดินพบทุกวิธีการทดลองและจะพบเพิ่มขึ้นในระบบการปลูกข้าวโพด-ถั่ว สิ่งมีชีวิตในดินจะมีความสัมพันธ์กับการย่อยสลายเศษซากพืชในดิน และสิ่งมีชีวิตในดินมีความสำคัญในกระบวนการหมุนเวียน

ธาตุอาหาร ทั้งการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุด้วยสิ่งมีชีวิตในดินและเพิ่มปริมาณธาตุอาหารแก่ดิน รวมถึงเพิ่มประสิทธิภาพการดูดซับธาตุอาหารของพืชด้วย ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับรายงานของ Brussaard et al. (2007) และ Gardi and Jeffery (2009) และจากรายงานของ Xu et al. (2007) พบว่า สิ่งมีชีวิตในดิน เช่น แบคทีเรียในดิน เชื้อรา รวมถึงสิ่งมีชีวิตในดินมีปริมาณเพิ่มขึ้น เมื่อในดินมีปริมาณไนโตรเจนในดินเพิ่มขึ้น และจุลินทรีย์ในดิน (Soil microbes) จะเป็นแหล่งผลิตอาหารที่สำคัญของสิ่งมีชีวิตในดิน (soil fauna) และจากรายงานของ Punyalue et al. (2015) รายงานว่า ผลผลิตข้าวโพดให้ผลไปในทางเดียวกันกับความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในดิน ซึ่งในระบบการปลูกข้าวโพด-ถั่ว มีผลผลิตมากกว่าการปลูกข้าวโพดอย่างเดียว และมีการเผาะเตรียมพื้นที่ปลูก (farmers' practice) นอกจากนี้ปริมาณไมคอร์ไรซามีอิทธิพลต่อผลผลิตของพืชโดยตรง และความยาวของเส้นใยสามารถเพิ่มปริมาณฟอสฟอรัสในพืชได้แต่ลดปริมาณฟอสฟอรัสในดิน และจากรายงานไมคอร์ไรซาบนพื้นที่สูงของประเทศไทยมีผลต่อการหมุนเวียนธาตุอาหารในการปลูกพืชแบบหมุนเวียน (Youpensuk et al., 2004; Yimyam 2006)

Table 1 Number of arbuscular mycorrhizal (AM) fungi spores in the maize rhizosphere soil as affected by different cropping practices at Pang Da during the wet season 2014.

Cropping system	Number of AM fungi spore/g soil
Farmer's practice	2.7 ^b
Maize-lablab intercrop	5.3 ^a
Maize-rice bean intercrop	5.3 ^a
Maize-cowpea intercrop	6.2 ^a
Maize-mung bean intercrop	5.6 ^a
mean	5.0
F-test	*
LSD _{.05}	1.7

* = significant different at $P < 0.05$, means within the same column followed by different letters indicate significant difference at $P < 0.05$ according to farmer's practice, maize-lablab intercrop, maize-rice bean intercrop, maize-cowpea intercrop and maize-mung bean intercrop.

Table 2 Abundance of insects, arthropods and earthworms in cropping systems in Pang Da research station.

Cropping system	Abundance (Number of individuals m ⁻²)			
	Insects	Other arthropods	Earthworms	Total
Farmer's practice	21.3 ^b	0.0	58.7 ^c	80.0 ^b
Maize-lablab intercrop	53.3 ^a	10.7	314.7 ^a	378.7 ^a
Maize-rice bean intercrop	64.0 ^a	42.7	186.7 ^b	293.3 ^a
Maize-cowpea intercrop	69.3 ^a	10.7	192.0 ^b	272.0 ^a
Maize-mung bean intercrop	21.3 ^b	26.7	250.7 ^{ab}	298.7 ^a
mean	45.9	18.1	200.5	264.5
CV (%)	23.8	120.6	28.8	25.2
F-test	**	ns	**	**
LSD ₀₅	20.6	-	108.7	125.6

ns = not significant; ** significantly different at 0.01 probability level; means with different lowercase letters within a column indicate a significant difference according to LSD at $P \leq 0.05$.

Table 3 Presence of each kind of macrofauna (indicated by "+") in different cropping system plots conducted in Pang Da research station.

Macrofauna, kind	Farmers' practice	Maize-lablab	Maize-rice bean	Maize-cowpea	Maize-mung bean
1. Ant	+	+	+	+	
2. Beetle				+	
3. Centipede			+	+	+
4. Cricket				+	
5. Earthworm	+	+	+	+	+
6. Earwigs			+		
7. Ground beetles		+			
8. Leafhopper				+	
9. Millipede			+		+
10. Moth pupa			+		+
11. Pygmy grasshopper		+			
12. Scarab beetle		+	+	+	+
13. Soldier fly pupa					+
14. Springtail	+			+	+
15. Termite			+		
16. True bug			+		
17. Whip scorpion		+		+	+
Richness	3±0.6	6±0.6	9±0.0	9±1.2	8±1.2
Shannon's index (H')	1.29±0.07	1.67±0.13	2.08±0.10	2.04±0.11	1.67±0.13

การลดความสูญเสียหน้าดินและธาตุอาหาร

การทดลองในปี 2557 (ปีที่ 1) พบว่า ข้าวโพดแต่ละวิธีการให้ผลผลิต 557.2 - 573.9 กก./ไร่ และไม่มี ความแตกต่างกันทางสถิติ ในปี 2559 (ปีที่ 2) พบว่า ผลผลิตข้าวโพดจากข้าวโพดแซมถั่วแปะยี - ไม่เผา ให้ผลผลิตมากที่สุดเท่ากับ 672.3 กก./ไร่ รองลงมาคือวิธีการปลูกข้าวโพด-ไม่เผาให้ผลผลิต 619.2 กก./ไร่ และวิธีเผาเตรียมพื้นที่ปลูกให้ผลผลิตน้อยที่สุดเท่ากับ 551.8 กก./ไร่ ซึ่งผลผลิตข้าวโพดในระบบการปลูกข้าวโพด-ถั่ว ส่วนผลผลิตถั่วแปะยีในปี 2557 และ 2558 เท่ากับ 123.2 และ 38.0 กก./ไร่ (Table 4)

ผลการทดลองในปี 2557 และ 2558 พบว่า เศษเหลือทิ้งของข้าวโพดทั้ง 2 ถั่ว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่เมื่อพิจารณาเศษเหลือทิ้งในแปลงรวมทั้งระบบของทั้ง 2 ฤดูกาล (ปี) พบว่า การปลูกข้าวโพดทั้ง 3 วิธีการมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (Table 5) โดยวิธีการไม่เผ่าจะเหลือเศษซากพืชคลุมดินมาก และจะเพิ่มขึ้นเมื่อปลูกถั่วแปะยีร่วมด้วย ในขณะที่วิธีการปลูกข้าวโพด- เผา เศษซากพืชจะถูกทำลายและสูญเสียไปด้วยไฟจากการเผาเตรียมพื้นที่ปลูก

Table 4 Maize and lablab grain yield in 3 maize cropping systems at Na Lou village, Santi Suk district, Nan province.

Cropping system	Maize yield (kg/rai)		Lablab yield (kg/rai)	
	2014	2015	2014	2015
Maize - burning	557.2	551.8 ^c	0	0
Maize - without burning	567.5	619.2 ^b	0	0
Maize - lablab - without burning	573.9	672.3 ^a	123.2 ± 26.9	38.0 ± 12
mean	566.2	614.4		
F-test	ns	**		
LSD _{.05}		44.8		

ns = not significant; ** significantly different at 0.01 probability level; means with different lowercase letters within a column indicate a significant difference according to LSD at $P \leq 0.05$.

Table 5 The amount of maize and lablab residue in 3 maize cropping systems at Na Lou village, Santi Suk district, Nan province.

Cropping system	Maize residue (kg/rai)		Lablab residue (kg/rai)		Total residue (kg/rai)	
	2014	2015	2014	2015	2014	2015
Maize - burning	577.3	579.0	0.0	0.0	577.3 ^b	577.3 ^b
Maize - without burning	637.0	584.3	0.0	0.0	637.0 ^b	584.3 ^b
Maize-lablab - without burning	640.3	605.7	406.8 ± 31.9	393.4 ± 109.8	1047.7 ^a	998.7 ^a
mean	618.2	589.6			753.7	720.7
F-test	ns	ns			*	*
LSD _{.05}					143.7	216.3

ns = not significant; ** significantly different at 0.01 probability level; means with different lowercase letters within a column indicate a significant difference according to LSD at $P \leq 0.05$.

ปริมาณการชะล้างพังทลายของน้ำดินในปี 2557 และ 2558 พบว่า วิธีการเผาเตรียมพื้นที่ปลูก กับไม่เผาเตรียมพื้นที่ปลูกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยวิธีการปลูกข้าวโพด-เผาเตรียมพื้นที่ปลูกจะมีปริมาณการชะล้างพังทลายของหน้าดินสูงที่สุด สำหรับวิธีการปลูกข้าวโพด-ไม่เผา และวิธีการปลูกข้าวโพด-ถั่วแปะยี-ไม่เผา ในปีที่ 1 มีปริมาณการชะล้างพังทลายของน้ำดินไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ในปีที่ 2 วิธีการปลูกข้าวโพด-ถั่วแปะยี-ไม่เผา มีปริมาณการชะล้างพังทลายของน้ำดินน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) (Table 6)

สำหรับการสูญเสียไนโตรเจนจากการชะล้างพังทลายของหน้าดินทั้ง 2 ปี พบว่า วิธีการเผาและไม่เผาเตรียมพื้นที่ปลูกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยในปี 2557 และ 2558 แปลงปลูกข้าวโพดแบบของเกษตรกรที่มีการเผาในระหว่างการเตรียมดิน มีการสูญเสียไนโตรเจนมากที่สุดเท่ากับ 29.3 และ 18.1 ตัน/ไร่/ปีตามลำดับ ส่วนการสูญเสียไนโตรเจนเปรียบเทียบระหว่างการปลูกข้าวโพด-ไม่เผา กับวิธีการปลูกข้าวโพด-ถั่วแปะยี-ไม่เผา พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบวิธีการที่ไม่เผา พบว่าปลูกข้าวโพด-ถั่วแปะยี-ไม่เผา มีการสูญเสียไนโตรเจนน้อยกว่าการปลูกข้าวโพดอย่างเดียว-ไม่เผา โดยพบการสูญเสียเท่ากับ 3% ในปีแรก และ 68% ในปีที่ 2

ผลการทดลอง การทิ้งเศษเหลือทิ้งไว้ในแปลงในวิธีการปลูกข้าวโพด-ถั่วแปะยี ทำให้ลดการชะล้างพังทลายของหน้าดินและลดการสูญเสียไนโตรเจนจากการชะล้างพังทลายของหน้าดินในแปลงของเกษตรกร รวมทั้งทำให้ผลผลิตของข้าวโพดเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการของเกษตรกรดังที่รายงานไปแล้วของ Punyalue et al. (2015) นอกจากนี้การทิ้งเศษเหลือทิ้งไว้ในแปลงช่วยลดการชะล้างพังทลายของหน้าดินและการสูญเสียไนโตรเจน นอกจากนี้การปลูกถั่วแปะยีแซมร่วมในแปลงข้าวโพดยังช่วยให้การลดการชะล้างพังทลายของหน้าดินมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกับรายงานของ Wilson et al. (2008) ที่พบว่า เศษเหลือทิ้งจากการปลูกพืชสามารถลดการชะล้างพังทลายของหน้าดินจาก 697 ตัน/ไร่/ปี เหลือ 323 ตัน/ไร่/ปี เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงที่ไม่มีเศษเหลือทิ้ง นอกจากนี้ Kwaad et al. (1998) ยังรายงานว่า ถ้ามีการทิ้งเศษฟางข้าวไว้ในแปลงจะส่งผลกระทบต่อผลผลิตของปริมาณน้ำไหลบ่า และการชะล้างพังทลายของหน้าดินเท่ากับ 46.5 เปอร์เซ็นต์ และ 89.5 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงที่ไม่มีเศษวัสดุคลุมดิน นอกจากนี้ยังเป็น การลดการชะล้าง NO_3 ที่ไหลลงไปในบ่อน้ำในแหล่งน้ำ โดยรายงานของ Kladviko et al. (2014) แสดงให้เห็นว่า การใช้พืชคลุมดินทำให้ลดปริมาณของ NO_3 ที่ไหลลงสู่แม่น้ำได้ 20 เปอร์เซ็นต์

Table 6 Soil loss and N loss due to erosion in maize cropping systems at Na Lou village, Santi Suk district, Nan province.

Treatments	Soil loss (ton/rai)		N loss (kg/rai)	
	2014	2015	2014	2015
Maize + burning (Farmer's practice)	12.4 ^a	8.4 ^a	29.3 ^a	18.1 ^a
Maize + without burning	5.3 ^b	3.3 ^b	9.4 ^b	6.6 ^b
Maize-lablab + without burning	5.4 ^b	1.2 ^c	9.1 ^b	2.1 ^b
mean	7.7	4.2	15.9	8.9
F-test	**	**	**	**
LSD _{.05}	2.09	1.9	7.7	6.6

ns = not significant; ** significantly different at 0.01 probability level; means with different lowercase letters within a column indicate a significant difference according to LSD at $P \leq 0.05$.

ผลการทดลองระบบการปลูกข้าวโพด-ถั่ว มีจำนวนสิ่งมีชีวิตในดินจำนวนสปีชีส์ไม่คอรีโรซา และความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในดินมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับระบบการปลูกแบบของเกษตรกร (ในการทดลองที่ 1) และระบบปลูกข้าวโพด-ถั่ว ทำให้ผลผลิตข้าวโพดมีปริมาณเพิ่มขึ้น และในขณะเดียวกันช่วยลดการชะล้างพังทลายของหน้าดิน และลดการสูญเสียไนโตรเจนจากการชะล้างพังทลายของหน้าดิน (การทดลองที่ 2) จากผลการทดลองการทิ้งเศษเหลือทิ้งไว้ในแปลงทดลองเป็นการชะลอการไหลบ่าของน้ำจากการชะล้างพังทลายของหน้าดินรวมทั้งเศษซากพืชเป็นแหล่งอาหารโดยกระบวนการย่อยสลายของสิ่งมีชีวิตขนาดใหญ่ (macro fauna) และเพิ่มแหล่งอาหารของสิ่งมีชีวิตในดินขนาดเล็ก (microfauna) ซึ่งส่งผลต่อความอุดมสมบูรณ์ของดินตามที่ได้กล่าวไว้ก่อนหน้านี้แล้ว และจะส่งผลต่อการเพิ่มอัตราการดูดใช้ธาตุอาหารของพืชและผลผลิตของพืชโดยตรง (Ouédraogo et al., 2006)

สรุปและข้อเสนอแนะ

วิธีการปลูกข้าวโพดแซมด้วยถั่ว ส่งผลให้มีความหลากหลายทางชีวภาพในดิน และปริมาณสิ่งมีชีวิตในดินเพิ่มขึ้นรวมทั้งการลดการชะล้างพังทลายของหน้าดินและการสูญเสียไนโตรเจนจากแปลงปลูกข้าวโพดบนพื้นที่ลาดชัน ในขณะเดียวกันพืชตระกูลถั่วยังช่วยตรึงไนโตรเจนจากบรรยากาศมาหมุนเวียนในระบบการปลูกข้าวโพดได้อีกทาง ดังนั้นเกษตรกรที่ปลูกข้าวโพดในพื้นที่ลาดชันควรจะมีการปลูกข้าวโพดแซมด้วยถั่ว เพื่อลดปัญหาดังกล่าวรวมทั้งเป็นการสร้างรายได้เพิ่มจากพืชตระกูลถั่วอีกทาง รวมทั้งให้เกิดการปลูกข้าวโพดบนพื้นที่สูงอย่างยั่งยืน

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณมูลนิธิโครงการหลวงที่สนับสนุนพื้นที่ทำการทดลอง เกษตรกรบ้านศรีบุญเรือง ตำบลพงษ์อำเภอสันติสุข จังหวัดน่าน เกษตรกรหมู่บ้านปางแดง

ใน อำเภอเชียงดาว และเกษตรกรหมู่บ้านโหล่งขอด อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณโครงการมหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ (สกอ.) และคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) ที่ให้ทุนสนับสนุนในการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- จุไรรัตน์ คุรุโคตร. 2542. การประเมินปริมาณตะกอนลุ่มน้ำเชิงเขาห้วยใจ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาการจัดการลุ่มน้ำมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Boonlertnirun, K., and C. Jompuk. 2011. Nitrogen use Efficiency and Low Nitrogen Tolerance in Waxy Corn Khon Kaen Agriculture Journal. 39: 231-240.
- Brundrett, M., N. Bougher, B. Dell, T. Grove, and N. Malajczuk. 1995. Working with mycorrhizas in forestry and agriculture. 347 pp.
- Brussaard, L., P. C. Ruiter, and G. G. Brown. 2007. Soil biodiversity for agricultural sustainability. Agriculture, Ecosystems and Environment. 121: 233-244.
- Gardi, C. and S. Jeffery. 2009. Soil Biodiversity. European Commission Joint Research Center Institute for Environment and Sustainability Land Management and Natural Hazard Unit, Italy.
- Giller, K.E., M.H. Beare, P. Lavell, Izac, and M.J. Swift. 1997. Agricultural Intensification, Soil Biodiversity and Agro Ecosystem Function. Applied Soil Ecology. 6: 3-16.
- Giardina, C. P., R. L. Sanford, I. C. Dochtersmith, and V. Jaramillo. 2000. The effect of slash burning on ecosystem nutrients during the land preparation phase of shifting cultivation. Plant and Soil. 220: 247-260.
- Kladivko, E. J., T. C. Kaspar, D. B. Jaynes, R. W. Malone, J. Singer, X. K. Morin, and T. Searchinger. 2014. Cover crops in the upper Midwestern United States: Potential adoption and reduction of nitrate leaching in the Mississippi River Basin. Journal of soil and water conservation. 69: 279-291.

- Kwaad, F. G. P. M., M. V. D. Zijp, and P. M. V. Dijk. 1998. Soil conservation and maize cropping systems on sloping loess soils in the Netherlands. *Soil and Tillage Research*. 46: 13–21.
- Osiname, O. A., and F. Meppe. 1999. Effect of different method of plant residue management on soil properties and maize yield. <http://www.tandfonline.com/toc/lcss20/current> 30: 53 – 63.
- Punyalue, A., J. Jongjaidee, S. Jamjod, and B. Rerkasem. 2015. Reduce burning in maize production by relay cropping with legume. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*. 5: 17–21.
- Ouédraogo, E., A. Mando, and L. Brussaard. 2006. Soil macrofauna affect crop nitrogen and water use efficiencies in semi-arid West Africa. *European Journal of Soil Biology*. 42: 275–277.
- Rossi, J. P., L. Celini, P. Mora, E. Lapiéd, J. Nahmani, J.F. Ponge, and P. Lavelle. 2010. Decreasing fallow duration in tropical slash-and-burn agriculture alters soil macroinvertebrate diversity: A case study in southern French Guiana. *Agriculture, Ecosystem and Environment*. 135: 148–154.
- Wilson, G. V., K.C. McGregor, and D. Boykin. 2008. Residue impacts on runoff and soil erosion for different corn plant populations. *Soil and Tillage Research*. 99: 300–307.
- Xu, G. I., J. M. Mo, S. L. Fu, G. Per, G. Y. Zhou, and J. H. Xue. 2007. Response of soil fauna to simulated nitrogen deposition: A nursery experiment in subtropical China. *Journal of Environmental Sciences*. 19: 603–609.
- Yimyam, N. 2006. Fallow Regeneration and Upland Rice Yield Variation in a System of Shifting Cultivation with Pada (*Macaranga denticulata* (BL.) Muell. Arg) as the Fallow Enriching Species in Northern Thailand. PhD thesis (Agronomy), Graduate School, Chiang Mai University.
- Youpensuk, S., B. Dell, S. Lumyong, and B. Rerkasem. 2004. Arbuscular mycorrhizal fungi from the rhizosphere of a fallow enriching tree, *Macaranga denticulata* Muell. Arg. and their effect on the host plant. *Agroforestry Systems*. 60: 239–246.