บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

จากการศึกษาและรวบรวมข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสูญเสียฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมภายใต้ระบบการอนุรักษ์ดินและน้ำแบบต่างๆ บนที่ลาดชันในที่สูง ยังมีการศึกษาค่อนข้างจำกัดในภาคเหนือของประเทศไทย เนื่องจากต้องใช้เวลาและงบประมาณในการศึกษาค่อนข้างสูง ประกอบกับข้อมูลต่างๆ ด้านความอุดมสมบูรณ์ของดินมีความผันแปรตลอดเวลาตามสภาพภูมิอากาศในแต่ละปี อย่างไรก็ตามข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวกับการสูญเสียฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์อาจกล่าวได้โดยสังเขปดังต่อไปนี้

2.1 แหล่งกำเนิดของฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่ปรากฏในดินโดยทั่วไป

2.1.1 แหล่งที่มาของฟอสฟอรัสในดิน

ดินในประเทศไทยมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (total P) เฉลี่ยประมาณร้อยละ 0.4 ซึ่งปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดนี้มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โดยพืชสามารถดูดกลืนไปใช้ได้เพียงร้อยละ 30-50 เท่านั้น (ประพิศ และพิชิต, 2539) ปริมาณของฟอสฟอรัสในดินโดยทั่วไปขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดการสูญเสียฟอสฟอรัส เช่น การชะกร่อนพังทลายของดิน การสูญเสียไปกับผลผลิตของพืชจากการเก็บเกี่ยวขนย้ายออกจากพื้นที่เพาะปลูก และการสูญเสียจากการเผาไร่ในระบบการทำไร่เลื่อนลอยหรือไร่หมุนเวียน รวมถึงการถูกพัดพาโดยน้ำไหลบ่าผิวดินบนที่ลาดชัน (surface runoff) และน้ำที่ไหลซึมลึกเลยรากพืชลงสู่ดินชั้นล่าง (leaching, deep drainage) (อำนาจ, 2525)

ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินส่วนใหญ่อยู่ในรูปสารประกอบฟอสฟอรัสที่ละลายน้ำได้ ซึ่งได้จากแร่ฟอสเฟต เช่น แร่อะพาไทต์ [Apatite, $(Ca_3(PO_4)_2)$], วารีสไซท์ [Variscite, $(AlPO_4.2H_2O)$], เสตร็งไจท์ [Strengite, $(FePO_4.2H_2O)$], และบาเรนไดท์ [Barrandite, $((Al,Fe)PO_4.2H_2O)$] (สุพจน์, 2526) ซึ่งในดินทั่วไปมีอยู่ในปริมาณที่น้อย แร่เหล่านี้จะปลดปล่อยฟอสฟอรัสออกมาอยู่ในรูปของอนุมูลฟอสเฟตในสารละลายดิน โดยพืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในสารละลายดิน (available P) มีปริมาณผันแปรตามระดับความเป็นกรดและด่างของดิน (pH) เมื่อ pH ของดินต่ำกว่า 6.8 รูปที่เป็นประโยชน์และมีอยู่มากคือ $H_2PO_4^-$ ซึ่ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

พืชดูดไปใช้ได้ง่ายที่สุด pH ระหว่าง 6.8-7.2 ฟอสฟอรัสจะอยู่ในรูป HPO_4^{2-} เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งพืชดูดไปใช้ได้ยากกว่ารูปแรก และหาก pH สูงกว่า 7.2 ฟอสฟอรัสจะอยู่ในรูป PO_4^{3-} เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งพืชดูดไปใช้ได้ยากที่สุด (ยงยุทธ, 2543) นอกจากนี้ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ อาจได้จากการสลายตัวของอินทรียวัตถุบางชนิดที่มีฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบสูง เช่น phytin ในเมล็ดพืช เป็นต้น

2.1.2 แหล่งที่มาของโพแทสเซียมในดิน

โพแทสเซียมเป็นธาตุที่มีมากในหินที่อยู่บริเวณผิวโลก ส่วนใหญ่ได้จากการสลายตัวผุพังของหินและแร่ต่าง ๆ หลายชนิดในดิน และอยู่ในรูปที่พืชไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ทันที ประมาณร้อยละ 90-98 ของโพแทสเซียมทั้งหมดในดินเป็นองค์ประกอบของแร่เฟลด์สปาร์ (feldspars) และไมกา (micas) (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541) ความเป็นประโยชน์ของโพแทสเซียมในดิน มีลักษณะผันแปรตามความเป็นอิสระของธาตุโพแทสเซียมในสารละลายดิน เช่น โพแทสเซียมที่พืชสามารถดูดไปใช้ได้ทันที จะละลายอยู่ในรูปของสารละลายดิน (soil soluble K^+) และโพแทสเซียมที่ดูดยึดที่ผิวอนุภาคดิน ซึ่งสามารถแลกเปลี่ยนได้กับประจุบวกอื่น ๆ (exchangeable K) รวมทั้งโพแทสเซียมที่ถูกตรึงในผลึก (crystal lattice) ของแร่ดินเหนียวบางชนิด (non-exchangeable K) เช่น อิลไลต์ (illites), กลอโคไนต์ (glauconites), เวอร์มิคิวไลต์ (vermiculites), มัสโคไวต์ (muscovites) และไบโอไทต์ (biotites) (ไพบูลย์, 2546)

2.2 การสูญเสียฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในรูปต่าง ๆ

เนื่องจากดินที่ใช้สำหรับปลูกพืชทำการเกษตรโดยทั่วไปมีกระบวนการต่าง ๆ หลายกระบวนการที่ทำให้ปริมาณและรูปสารประกอบทางเคมีของฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมเปลี่ยนแปลงไปในแต่ละรอบปี ซึ่งทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในดินสูญเสียไปจากดินได้หลายทางดังนี้ คือ

2.2.1 กระบวนการชะล้างภายในดิน (Leaching)

การสูญเสียโดยกระบวนการชะล้างภายในดินนั้น จะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอัตราการซึมน้ำในดิน ซึ่งควบคุมโดยลักษณะของเนื้อดินและโครงสร้างของดินและความต่อเนื่องของช่องว่างขนาดต่าง ๆ ของดิน เช่น ในดินเนื้อหยาบหรือดินทรายจะมีการชะล้างภายในดินมาก เพราะมีช่องว่างที่ต่อเนื่องกันขนาดใหญ่และมีอัตราการซึมน้ำในดินสูง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยปกติสารประกอบฟอสเฟตส่วนใหญ่ละลายน้ำได้น้อยมาก และมีฟอสฟอรัสที่ละลายอยู่ในสารละลายดินในปริมาณค่อนข้างต่ำ (พบว่าความเข้มข้นต่ำกว่า 0.1 ppm P) ซึ่งอาจทำให้ฟอสฟอรัสมีโอกาสสูญเสียโดยการชะล้างภายในดินได้ ถึงแม้ว่าในช่วงแรกมีการสูญเสียไปเพียงเล็กน้อย แต่หากทิ้งไว้เป็นระยะเวลานานย่อมมีการสูญเสียสะสมที่มากขึ้นอย่างชัดเจน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

Linsay (1979) กล่าวว่า ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในสารละลายที่อิ่มตัวด้วยปุ๋ยฟอสเฟตส่วนใหญ่สูงกว่าความเข้มข้นในสารละลายดิน และฟอสฟอรัสในปุ๋ยอาจสูญเสียโดยกระบวนการชะล้างหากฟอสฟอรัสยังคงละลายอยู่หลังจากใส่ปุ๋ยลงไปในดิน อย่างไรก็ตาม ดินส่วนมากมีความสามารถในการทำปฏิกิริยาอย่างรวดเร็วกับฟอสฟอรัสที่ละลายน้ำ และลดการละลายของปุ๋ยเหล่านั้น ดังนั้นฟอสฟอรัสจากปุ๋ยมีแนวโน้มที่จะคงอยู่ใกล้บริเวณที่ใส่ปุ๋ยนั้น

ส่วนการสูญเสียโพแทสเซียมโดยการชะล้างภายในดินจะพบมากกว่าการสูญเสียฟอสฟอรัสโดยวิธีเดียวกัน บางครั้งปริมาณของโพแทสเซียมที่ถูกชะล้างนั้นมีค่าใกล้เคียงกับปริมาณของโพแทสเซียมที่พืชดูดกลืนไปใช้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งปุ๋ยโพแทสเซียมที่ใส่ในดินทรายจะถูกชะล้างได้โดยง่าย (ปัทมา, 2547) และมีปริมาณการสูญเสียเป็นอันดับสองรองจากไนโตรเจน

2.2.2 การชะกร่อนพังทลายของดิน (Erosion)

การสูญเสียโดยกระบวนการชะกร่อนพังทลายของดิน มักเกิดการสูญเสียไปกับดินที่ถูกน้ำหรือลมพัดพาไปหรือเป็นตัวการในการกัดกร่อน ดังต่อไปนี้

มีการรายงานการศึกษาว่า ในดินที่ถูกน้ำพัดพาหรือถูกลมหอบออกไปจากพื้นที่เดิมนั้น มีการสูญเสียฟอสฟอรัสออกไปประมาณ 1-3 กก.ฟอสฟอรัสต่อไร่ต่อปี (หรือประมาณร้อยละ 0.4-1.2 ของฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินชั้นไถพรวน) (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

นอกจากนี้ Lipman and Conybeare (1936 อ้างโดย อำนาจ, 2525) ได้ประเมินการสูญเสียฟอสฟอรัสโดยการพังทลายของดินในสหรัฐอเมริกาได้เป็น 11.9 กก./เฮกตาร์/ปี ปริมาณนี้สูงกว่าปริมาณที่สูญเสียไปกับพืชส่วนที่เก็บเกี่ยวมาก

Sajjapongse et al. (1995 อ้างโดย Kongkaew, 2000) พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสประมาณ 43 กก./เฮกตาร์/ปี ได้สูญเสียไปอยู่ในชั้นตะกอน ดินที่ถูกพัดพาไปทับถมกันในแหล่งน้ำต่าง ๆ และยังพบว่า 1.7 กก./เฮกตาร์/ปี ได้สูญเสียไปโดยการไหลบ่าของน้ำภายใต้ระบบเกษตรแบบดั้งเดิม นอกจากนี้ได้มีการศึกษาในประเทศจีน พบว่าโดยทั่วไประดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในดินที่ถูกชะกร่อนโดยการไหลบ่าของน้ำค่อนข้างต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับ K, Ca, และ Mg เนื่องจากปริมาณฟอสฟอรัสในดินมีค่าต่ำมาก อย่างไรก็ดีดินบนพื้นที่ลาดชันจะเกิดการสูญเสียฟอสฟอรัสมากจากการชะกร่อนหน้าดิน ดังนั้นจึงมีผลกระทบโดยตรงต่อผลผลิตพืช การสูญเสียฟอสฟอรัส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยการพังทลายของดินจะมีค่าระหว่าง 1-6 กก./เฮกตาร์/ปี บนพื้นที่ลาดชันทางเหนือของประเทศไทย (ซึ่งมีการสูญเสียดิน 30-110 ตัน/เฮกตาร์/ปี) การสูญเสียดังกล่าวมีค่าประมาณร้อยละ 8-46 ของความเป็นประโยชน์ของปุ๋ยฟอสฟอรัส (ตามคำแนะนำการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสสำหรับการปลูกข้าวโพด ซึ่งมีค่า 13 กก./เฮกตาร์/ปี)

นอกจากนี้ยังพบว่า น้ำที่ไหลบ่าบนผิวดินจะทำให้เกิดการสูญเสียโพแทสเซียมไปด้วย แต่การสูญเสียโพแทสเซียมในรูปดังกล่าวไม่เป็นปัญหามากนัก เนื่องจากวัตถุต้นกำเนิดดินมีแร่โพแทสเซียมเป็นปริมาณมาก และมีการกระจายตัวของโพแทสเซียมค่อนข้างสม่ำเสมอที่ระดับความลึกต่าง ๆ

การชะกร่อนพังทลายของดินนั้น ทำให้เกิดการสูญเสียโพแทสเซียมไปจากดินในปริมาณค่อนข้างมาก Lipman and Conybeare (1936 อ้างโดย อำนาจ, 2525) ได้ประเมินปริมาณโพแทสเซียมที่สูญเสียโดยการชะกร่อนพังทลายของดินแต่ละปี จากพื้นที่เพาะปลูกในสหัฐอเมริกาเป็นประมาณ 158 กก./เฮกตาร์/ปี ซึ่งการชะกร่อนพังทลายจะทำให้ดินที่มีอนุภาคขนาดเล็กสูญเสียไปมากกว่าอนุภาคใหญ่ และดินที่มีอนุภาคขนาดเล็กนี้มีความสำคัญต่อการให้โพแทสเซียมภายในดินมากที่สุด แต่เนื่องจากโพแทสเซียมมีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอดังที่กล่าวข้างต้น จึงทำให้โพแทสเซียมที่สูญเสียไปโดยการชะกร่อนจากผิวดินถูกชดเชยโดยโพแทสเซียมในดินส่วนที่อยู่ลึกลงไป ซึ่งจะมาอยู่ใกล้ผิวดินมากขึ้นเมื่อเกิดการชะกร่อนพังทลายของดินชั้นบน

2.2.3 การที่พืชนำไปใช้ในการเจริญเติบโตและสร้างผลผลิต (Crop Removal for Development and Productivity)

การสูญเสียฟอสฟอรัสโดยพืชดูดกลืนนำไปใช้เพื่อสร้างผลผลิต และช่วยในด้านการเจริญเติบโตนั้น พบว่าในฤดูเก็บเกี่ยวจะมีปริมาณฟอสฟอรัสติดออกไปกับส่วนของพืชที่ขนย้ายออกจากพื้นที่เพาะปลูกประมาณ 0.5-1.0 กก.ฟอสฟอรัส/ไร่/ปี หรือประมาณร้อยละ 0.4 ของปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดที่มีในดิน (ชั้นไถพรวน) (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

Kongkaew (2000) กล่าวว่า ธาตุอาหารพืชที่ดูดไปใช้โดยการเก็บเกี่ยวพืชจากพื้นที่ทำการเกษตรนั้นอาจจะมีค่าสูง ซึ่งส่วนที่เหลือของพืชไม่สามารถกลับลงสู่ดินได้ จากการศึกษาดังกล่าวพบว่า ในพื้นที่สูงทางเหนือของประเทศไทยมีค่าเฉลี่ยของผลผลิตข้าวโพด 6 ตัน/เฮกตาร์/ปี เนื่องจากมีการสูญเสียของธาตุอาหารพืชออกไปในรูปของเมล็ด และตอซังถึง 60 กก./เฮกตาร์/ปี ของไนโตรเจน, 12 กก./เฮกตาร์/ปี ของฟอสฟอรัส, 70 กก./เฮกตาร์/ปี ของโพแทสเซียม, 15 กก./เฮกตาร์/ปี ของแคลเซียม และ 13 กก./เฮกตาร์/ปี ของแมกนีเซียม จึงได้มีการปรับปรุงระบบการเพาะปลูกพืช โดยนำตอซังกลับมาใช้อีก ซึ่งทำให้การสูญเสียออกจากแปลงมีค่าลดลงคิดเป็นร้อยละ 41 ของไนโตรเจน, ร้อยละ 29 ของฟอสฟอรัส, ร้อยละ 86 ของโพแทสเซียม, ร้อยละ 98 ของ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แคลเซียม และร้อยละ 81 ของแมกนีเซียม ปริมาณปุ๋ยที่แนะนำในแปลงข้าวโพด คือ 60 กก./เฮกตาร์/ปี ของไนโตรเจน และ 13 กก./เฮกตาร์/ปี ของฟอสฟอรัส ซึ่งจะสมดุลกับการสูญเสียไปกับเมล็ดและตอซังข้าวโพด

Lipman and Conybeare (1936 อ้างโดย อำนาจ, 2525) ได้ประเมินว่า ปริมาณฟอสฟอรัสที่ดูดออกไปจากดินโดยพืชที่เก็บเกี่ยวออกจากแปลงเพาะปลูกในสหรัฐอเมริกา เป็นปริมาณ 4.3 กก./เฮกตาร์/ปี ปริมาณที่ดูดออกไปจากดินทั้งหมดซึ่งรวมทั้งส่วนที่อยู่ในซากพืชที่กลับสู่ดินเป็น 6 กก./เฮกตาร์/ปี คิดเป็นประมาณร้อยละ 0.4 ของปริมาณเฉลี่ยของฟอสฟอรัสในดินชั้นไถพรวน ปริมาณไนโตรเจนในพืชที่เก็บเกี่ยวในปีเดียวกันมีค่าเฉลี่ยประมาณ 28 กก./เฮกตาร์/ปี ซึ่งเท่ากับร้อยละ 0.9 ของไนโตรเจนทั้งหมดในดินชั้นไถพรวน ดังนั้นการดูดฟอสฟอรัสของพืชจึงต่ำกว่าการดูดไนโตรเจนทั้งหมดในปริมาณต่อหน่วยพื้นที่และปริมาณสัมพันธ์ที่คิดเทียบกับปริมาณที่มีอยู่ในดิน

นอกจากนี้ปริมาณเฉลี่ยของโพแทสเซียมที่พืชนำออกไปจากดินในพื้นที่ที่มีการเก็บเกี่ยวพืชในสหรัฐอเมริกาเป็น 19.5 กก./เฮกตาร์/ปี ถ้าตัวเลขนี้เป็นตัวเลขจากเฉพาะส่วนที่ถูกเก็บเกี่ยวของพืช ปริมาณทั้งหมดที่พืชดึงออกไปจากดินจะอยู่ในระดับ 35 -45 กก./เฮกตาร์/ปี หรือ 5.6 - 7.2 กก./ไร่/ปี คิดเป็นประมาณร้อยละ 0.2 ของปริมาณโพแทสเซียมในดินชั้นไถพรวน ปริมาณที่พืชดูดกลืนไปใช้ทั้งหมดสำหรับโพแทสเซียมสูงกว่าปริมาณการดูดกลืนฟอสฟอรัส ซึ่งหากคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของปริมาณที่มีอยู่ในดินทั้งหมด กล่าวได้ว่าโพแทสเซียมถูกนำออกไปจากดินช้ากว่าฟอสฟอรัส (Lipman and Conybeare, 1936 อ้างโดย อำนาจ, 2525)

นอกจากนี้ยังพบว่า พืชดูดโพแทสเซียมในดินไปใช้ประมาณ 3-4 เท่าของฟอสฟอรัส และถ้ามีโพแทสเซียมในดินมาก พืชจะดูดโพแทสเซียมไปใช้ในปริมาณซึ่งมากกว่าที่พืชต้องการใช้จริง ซึ่งการสูญเสียโพแทสเซียมโดยพืชนำไปใช้เพื่อสร้างผลผลิต และช่วยในด้านการเจริญเติบโต รวมทั้งมีการสะสมในต้นพืชนั้น มีการสูญเสียปริมาณโพแทสเซียมไปประมาณ 12-16 กก./ไร่/ปี (ปัทมา, 2547)

โดยทั่วไปพบว่า ในเนื้อเยื่อของผักสดมีน้ำเป็นองค์ประกอบมากถึงร้อยละ 90 แต่ในพืชยืนต้นและเมล็ดจะมีน้ำเพียงเล็กน้อยเท่านั้น และในเนื้อเยื่อแห้งของพืชนั้น พบว่ามีเพียงร้อยละ 4 เท่านั้นที่ประกอบด้วยธาตุอาหารต่าง ๆ ที่ได้มาจากดิน ซึ่งมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช (มุกดา, 2544) พืชแต่ละชนิดดูดฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมไปใช้ในปริมาณที่แตกต่างกัน ดังตาราง 2.1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 2.1 แสดงปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่พืชดูดไปใช้ในการเจริญเติบโตในส่วนต้นพืชทั้งหมด 4 ชนิด

ชนิดพืช	ปริมาณธาตุอาหารที่พืชดูดไปใช้ในการเจริญเติบโต	
	ฟอสฟอรัส (kg/ha)	โพแทสเซียม (kg/ha)
ข้าวโพด	40	29
ข้าว	6	3.2
ถั่วไก่	14	60
พริก	16	92

ที่มา : Wichmann, 1992

2.3 กรณีศึกษาเกี่ยวกับการสูญเสียฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมภายใต้การใช้ประโยชน์ที่ดินแบบต่าง ๆ

ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นในระบบการเกษตร ซึ่งพืชต้องการมากที่สุด ในการทำการเกษตรที่ติดต่อกันเป็นระยะเวลานานหลายปี พบว่ามีการสูญเสียฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมออกจากพื้นที่เพาะปลูกไปพร้อมกับไนโตรเจน ซึ่งมีผลต่อคุณภาพน้ำและสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างมาก ในช่วงที่ผ่านมาได้มีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการสูญเสียฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมจากผิวดินและน้ำใต้ดินเป็นอย่างมาก การศึกษาครั้งนี้ได้รวบรวมผลงานวิจัยที่เกี่ยวกับการเคลื่อนย้ายฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในรูปต่างๆ ภายใต้การใช้ประโยชน์ที่ดินแบบต่างๆ โดยเน้นการสูญเสียฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมต่อปริมาณน้ำไหลบ่าผิวดิน การซึมลึกเลยเขตรากพืชตลอดจนพืชนำไปใช้ ดังกล่าวต่อไปนี้

Li Y and M Shao (2004) ได้ทำการศึกษาผลของการสูญเสียฟอสฟอรัสในดินชั้นไถพรวนบริเวณพื้นที่ลาดชัน โดยศึกษาถึงลักษณะของการสูญเสียฟอสฟอรัสในรูปต่าง ๆ ภายใต้วิธีการปลูกพืชที่มีการไถพรวนและไม่มีการไถพรวน ในรายงานได้แสดงการเปรียบเทียบวิธีการปลูกพืชที่มีการไถพรวนและไม่มีการไถพรวน พบว่าการปลูกพืชที่มีการไถพรวนเกิดการสูญเสียฟอสฟอรัสในรูปของสารละลายฟอสฟอรัส {dissolved P (DP)}, ฟอสฟอรัสที่สกัดได้ {sediment extractable P (SEP)}, และฟอสฟอรัสทั้งหมด {sediment total P (STP)} เนื่องจากปริมาณน้ำไหลบ่า และตะกอนดินที่เพิ่มขึ้น การสูญเสียฟอสฟอรัสส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด และอัตราส่วนของ DP/BAP และ BAP/TP สูญหายไปกับการไหลบ่าของน้ำจำนวน 12% และ 2.6% ภายใต้วิธีการปลูกพืชที่ไม่มีการไถพรวน และ 15% และ 2.4% ตามลำดับภายให้วิธีการปลูกพืชที่มี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การไถพรวน นอกจากนี้พบว่าวิธีการปลูกพืชที่มีการไถพรวนและมีวัสดุคลุมดิน จะช่วยลดการสูญเสียดินและปริมาณฟอสฟอรัสในบริเวณพื้นที่ลาดชันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Yuan D et al. (2003) ได้ทำการศึกษาลักษณะของการสูญเสียฟอสฟอรัสตามวิธีการปลูกพืชแบบต่าง ๆ ได้ดำเนินการศึกษาที่ Lanxi Water and Soil Supervision Conservation Station จังหวัด Zhejiang ในปี 2000 พบว่าปริมาณการสูญเสียฟอสฟอรัสส่วนใหญ่จะหายไปกับแปลงทดลอง และปริมาณการไหลบ่าของน้ำ โดยปริมาณการสูญเสียฟอสฟอรัสจากการไหลบ่าของน้ำคิดเป็น 55.26% ของปริมาณการสูญเสียฟอสฟอรัสทั้งหมดในการปลูกพืชตามแนวระดับ แต่ในกรรมวิธีการปลูกพืชตามแนวระดับแบบอื่นๆ มีปริมาณการสูญเสียฟอสฟอรัสจากการไหลบ่าของน้ำคิดเป็น 67.59%-88.11% โดยมีการสูญเสียไปในรูปอนุภาคของฟอสฟอรัส 57.79%-77.59% ของปริมาณการสูญเสียฟอสฟอรัสทั้งหมด การเคลื่อนที่ของฟอสฟอรัสจากน้ำไหลบ่าส่วนมากจะอยู่ในรูปของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

ผลการศึกษา พบว่าการเปรียบเทียบกรรมวิธีการปลูกพืชแบบ contour straight กับกรรมวิธีการปลูกพืชแบบอื่นๆ ทั้ง 5 (ได้แก่ contour straight, contour dam, contour fallow, contour ditch, contour grass strip) ช่วยลดปริมาณการสูญเสียฟอสฟอรัส 40.73%-84.70% ของการปลูกพืชแบบ contour straight และการปลูกพืชแบบ contour dam ลดปริมาณการสูญเสียฟอสฟอรัสได้ดีกว่าการปลูกพืชแบบ contour ditch และ contour grass strip นอกจากนี้พบว่าในปี 2000 ปริมาณการสูญเสียฟอสฟอรัสส่วนใหญ่เกิดขึ้นระหว่างเดือนพฤษภาคม-สิงหาคม ประมาณ 89.15% -100 % ของปริมาณการสูญเสียทั้งหมด

นอกจากนี้ การศึกษาดังกล่าวขั้นต้นได้ศึกษาลักษณะของการสูญเสียโพแทสเซียมในพื้นที่ลาดชันภายใต้กรรมวิธีการปลูกพืช 5 วิธี ผลการทดลองพบว่าปริมาณการสูญเสียโพแทสเซียมมีแนวโน้มคล้ายคลึงกับการสูญเสียฟอสฟอรัส การสูญเสียโพแทสเซียมไปกับปริมาณน้ำไหลบ่าบนผิวดินมีปริมาณการสูญเสียน้อยภายใต้การปลูกพืชแบบ contour straight และ contour dam ส่วนการปลูกพืชแบบ contour fallow มีการสูญเสียปริมาณโพแทสเซียมมากที่สุด นอกจากนี้ปริมาณการสูญเสียโพแทสเซียมในแปลงทดลองภายใต้การปลูกพืชแบบ contour straight, contour grass strip และ contour ditch มีปริมาณน้อย ทั้งนี้เมื่อเทียบการปลูกพืชแบบ contour straight กับวิธีการปลูกพืชแบบต่างๆช่วยลดปริมาณการสูญเสียโพแทสเซียมในดินอย่างมีนัยสำคัญ การปลูกพืชแบบ contour, fallow และ contour dam สามารถควบคุมปริมาณการสูญเสียโพแทสเซียมได้ดีกว่าการปลูกพืชแบบ straight และ grass strip นอกจากนี้พบว่าในปี 2000 ปริมาณการสูญเสียโพแทสเซียมส่วนใหญ่เกิดขึ้นระหว่างเดือนพฤษภาคม-สิงหาคม ประมาณ 87.24% -100 % ของปริมาณการสูญเสียทั้งหมด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Yang LX et al. (2007) ได้ศึกษาลักษณะน้ำไหลบ่าของปริมาณฟอสฟอรัสภายใต้ความเข้มของฝนที่แตกต่างกันบริเวณลุ่มน้ำ Taihu ลักษณะทั่วไปของพื้นที่เหมาะแก่การประเมินศักยภาพของปริมาณความเข้มฝนที่แตกต่างกันต่อปริมาณการสูญเสียฟอสฟอรัสจากน้ำไหลบ่าในแปลงทดลอง โดยทำการจำลองปริมาณฝนเทียม ผลการศึกษา แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลบ่าของน้ำและความเข้มฝน โดยมีลักษณะแปรผันตรงต่อกัน กล่าวคือปริมาณน้ำไหลบ่าจะเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ภายใต้ความเข้มฝนต่ำ แต่จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อความเข้มฝนสูงขึ้น ซึ่งปริมาณความเข้มข้นของฟอสฟอรัสทั้งหมด (TP) และอนุภาคฟอสฟอรัส (PP) มีค่าสูงในระยะแรกและมีค่าลดลงตามระยะเวลาที่กำหนด คือ 0.83, 1.17 และ1.67 mm min^{-1} อย่างไรก็ตามยังไม่พบแนวโน้มที่ชัดเจนภายใต้ความถี่ที่ 2.50 mm min^{-1} ในการศึกษาครั้งนี้พบว่า ปริมาณการไหลบ่าของน้ำฝนมีค่าแตกต่างเพียงเล็กน้อยกับปริมาณสารละลายฟอสฟอรัส (DP) คือ 20%-32% ของปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด และปริมาณอนุภาคฟอสฟอรัสมีค่า 68%-80% ของปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด ซึ่งมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่สอดคล้องกับปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด ทำให้การสูญเสียฟอสฟอรัสจากน้ำไหลบ่าส่วนใหญ่อยู่ในรูปของปริมาณอนุภาคฟอสฟอรัส การเปรียบเทียบอัตราการสูญเสียฟอสฟอรัสที่ต่างกันตามความเข้มของฝนในระดับต่างๆ พบอัตราการสูญเสียของปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดและปริมาณสารละลายฟอสฟอรัสที่ระดับ 2.50 mm min^{-1} นาน 20 และ 33 ครั้ง ให้ค่าสูงกว่าที่ระดับ 0.83 mm min^{-1} ซึ่งมีอัตราการสูญเสียปริมาณอนุภาคฟอสฟอรัสและปริมาณสารละลายฟอสฟอรัสที่เพิ่มขึ้นเมื่อมีความเข้มฝนสูงขึ้น

มัตติกา และ ศิวพงค์ (2550) ได้ดำเนินการวิจัยเรื่อง “การเพิ่มผลิตภาพและประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืชในระบบเกษตรน้ำฝนอย่างยั่งยืนบนพื้นที่ลาดชัน” ในแปลงทดลองที่หมู่บ้านบ่อไคร้ อ. ปางมะผ้า จ. แม่ฮ่องสอน โดยแปลงทดลองได้ทำในพื้นที่เพาะปลูกของเกษตรกร ซึ่งเป็นพื้นที่รับน้ำ มีการจัดวางแผนการทดลองเป็นแบบ Completely randomized design (CRD) จำนวน 3 ซ้ำ เพื่อเปรียบเทียบวิธีการปลูกพืชเชิงอนุรักษ์ตามแนวระดับ 4 วิธีคือ (i) การปลูกตามแนวระดับขวางความลาดเทตามที่เกษตรกรนิยมปฏิบัติ (CP) (ii) การปลูกพืชในร่องโดยไม่คลุมดินร่วมกับแถบอนุรักษ์ไม้ผลผสมถั่วสไตโล (CF-AL) (iii) การปลูกพืชในร่องแล้วคลุมดินด้วยระแนงหญ้าคาร่วมกับแถบอนุรักษ์ไม้ผลผสมถั่วสไตโล (CF-M-AL) และ (iv) การปลูกพืชแบบเกษตรกรนิยมปฏิบัติร่วมกับแถบอนุรักษ์ไม้ผลผสมถั่วสไตโลและหญ้าแฝก 1 แถวในแนวขอบล่างของแถบไม้ผล (CP-AL-VG) การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบอิทธิพลของวิธีการปลูกพืชเชิงอนุรักษ์ดังกล่าว 4 วิธี ต่อคุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของดิน ปริมาณการไหลบ่าของน้ำบนผิวดิน การชะกร่อนสูญเสียดิน การเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืชที่ปลูกติดต่อกัน 3 พืชใน 1 ปี (ข้าวโพดหวาน ข้าวไร่ และถั่วแปยี)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ย Ext.P และ Ext.K ในช่วงความลึก 0-300 มม. ของดินส่วนบน (Upper Slope) และส่วนล่าง (Lower Slope) ของความลาดเทค่าเฉลี่ยรวมกัน ภายใต้วิการปลูกแบบ CF-M-AL ภายหลังปลูกข้าวโพด 10 วัน มีค่าเป็น 27 และ 429 mg kg^{-1} ส่วนภายหลังปลูก 102 วันมีค่าเป็น 29 และ 320 mg kg^{-1} ตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ย Ext.P และ Ext.K ดังกล่าว ภายใต้วิธีการปลูกแบบ CP ภายหลังปลูกข้าวโพด 10 วันมีค่าเป็น 10 และ 315 mg kg^{-1} และหลังปลูกข้าวโพด 102 วันเป็น 15 และ 295 mg kg^{-1} ตามลำดับ (รูป 2.1)

นอกจากนี้พบว่า ค่าเฉลี่ยของปริมาณฟอสฟอรัสที่แลกเปลี่ยนได้ (Extractable P) ในดินช่วงความลึก 0–150 และ 150–300 มม. ภายใต้วิธีการเพาะปลูกแบบต่างๆ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจากต้นฤดูจนถึงปลายฤดูปลูกข้าวโพด โดยเฉพาะในดินช่วงความลึก 150–300 มม. ค่าเฉลี่ยของ Ext.P ต่างเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด (เนื่องจากมีการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 และ 3 หลังปลูกข้าวโพด 15 และ 74 วัน หรือหลังปลูกข้าว 14 วัน หรือ 28 วันก่อนเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 3) ส่วนค่าเฉลี่ยของปริมาณโปตัสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Extractable K มีแนวโน้มลดลง ในช่วงดินลึกทั้งสองระดับ ทั้งนี้ อาจเนื่องจากการชะล้างเคลื่อนที่สู่ดินชั้นล่าง หรือสูญเสียจากการชะกร่อนพร้อมกับการไหลบ่าของ Ext.K เกิดขึ้นได้ง่ายกว่า Ext.P ทำให้ปุ๋ยที่ใส่โพแทสเซียมโดยวิธีหยอดหลุมภายหลังปลูกข้าวโพดมีปริมาณลดลงในทุกกรณี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูป 2.1 แสดงการเปลี่ยนแปลง ค่าเฉลี่ยปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน (Extractable Phosphorus, Ext.P และ Extractable Potassium, Ext.K) ในช่วงความลึกต่างๆ ในลุ่มน้ำที่ 1 Site A (a) 0-300 และ (b) 0-150 ภายใต้การปลูกพืชเชิงอนุรักษ์ที่แตกต่างกัน (CP, CF-AL, CF-M-AL และ CP-AL-VG) ก่อนทำการปลูกข้าวโพด 10 วัน ภายหลังการปลูกข้าวโพด 10 และ 102 วัน ในช่วงฤดูฝนมีการทดลองศึกษาปีที่ 1, 2004