

6.สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้ได้ดำเนินการบนพื้นฐานความต้องการสร้างระบบเกษตรน้ำฝนบนที่สูงหรือบนพื้นที่ลาดชันให้ยั่งยืนโดยอาศัยผลการวิจัยที่ผ่านมาโดยมีพัฒนาการอย่างต่อเนื่อง ซึ่งพบว่าวิธีการปลูกพืชเชิงอนุรักษ์แบบบูรณาการ (Integrated Water harvest, Anti-erosion and Multiple cropping, IWAM) ที่ประกอบด้วย “การเก็บเกี่ยวน้ำฝนให้พืชที่ปลูกหลากหลายชนิดในระบบด้านการชะกอนน้ำไปใช้ได้ตลอดปี” มีการให้ผลผลิตเชิงทวีคูณที่ต่อเนื่อง สร้างรายได้ที่มั่นคงให้แก่เกษตรกรตลอดปี สามารถนำไปขยายผลเพื่อให้บรรลุเป้าหมายของการสร้างระบบเกษตรยั่งยืนได้อย่างถูกต้อง การวิจัยนี้ได้กำหนดการศึกษาเกี่ยวกับ (i) การขยายผลวิธีการปลูกพืชเชิงอนุรักษ์แบบบูรณาการ (IWAM) สู่ชุมชนบนที่สูง (ii) การศึกษาเก็บเกี่ยวน้ำไว้ในดินและประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืชไร่ในแปลงทดลองหลักเพื่อการวางแผนการปลูกพืชเลื่อนฤดู (iii) การศึกษาการให้น้ำหยดแก่ไม้ผลในแถบอนุรักษ์ในแปลงทดลองหลัก (iv) การประเมินผลทางด้านเศรษฐศาสตร์ของการปลูกพืชเชิงอนุรักษ์แบบบูรณาการและแบบเกษตรกรรมปฏิบัติ

(1) ผลการดำเนินการขยายผลวิธีการปลูกพืชเชิงอนุรักษ์แบบบูรณาการ (IWAM) สู่ชุมชนบนที่สูง ได้ดำเนินการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการแก่ชุมชนบนที่สูงทั้งหมด 6 ครั้ง มีผู้เข้าร่วมอบรมทั้งหมด 321 คน ประกอบด้วย เกษตรกร เยาวชน พระ ครู ผู้นำชุมชน และเจ้าหน้าที่องค์การบริหารส่วนตำบล ผลการอบรมพบว่าผู้เข้าร่วมการอบรมส่วนใหญ่มีความตระหนักและรู้ถึงปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดจากการเปลี่ยนพื้นที่ป่าเป็นพื้นที่เกษตรและเมื่อมีการใช้ที่ดินบนที่ลาดชันเป็นเวลานานจะทำให้ดินเสื่อมผลผลิตลดลงแต่ไม่รู้จักพึ่งพาหน่วยงานใดในการแนะนำแก้ไขอย่างจริงจังและต่อเนื่อง จากการอบรมเห็นว่าวิธีการปลูกพืชแบบ IWAM น่าจะเป็นวิธีที่สามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้และมีความยั่งยืน แต่ส่วนใหญ่ยังมีเงื่อนไขของการทำร่องปลูกที่ต้องใช้แรงงานสูงในครั้งแรกและยังไม่มีตัวอย่างที่ประสบความสำเร็จในท้องถิ่นของตนเองให้เห็น และทางโครงการได้สนับสนุนให้เกษตรกรที่ผ่านการอบรมจำนวน 6 ราย ในตำบลบ้านทับ ตำบลท่าผา อำเภอแม่แจ่มจังหวัดเชียงใหม่ และในตำบลแม่เหาะ อำเภอแม่สะเรียง จังหวัดแม่ฮ่องสอน ได้ทดลองทำแปลงขยายผลในพื้นที่เกษตรกรรมเอง จากการทดลองในแปลงเกษตรกรรมพบว่าวิธีการปลูกเชิงอนุรักษ์แบบบูรณาการ (IWAM) มีแนวโน้มในการปรับปรุงสมบัติทั้งทางเคมีและฟิสิกส์ดิน เพิ่มการกักเก็บน้ำในดินในช่วงความลึก 1 ม. และเพิ่มการเจริญเติบโตรวมทั้งผลผลิตของข้าวโพดและถั่วแป๋มากกว่าวิธีที่เกษตรกรนิยมปฏิบัติ (CP) อย่างเด่นชัดใน อย่างไรก็ตามพื้นที่ของแปลงขยายผลแต่ละแห่งมีความผันแปรค่อนข้างสูง ในด้านลักษณะภูมิประเทศ สภาพภูมิอากาศ ภูมิสัณฐานทางธรณีวิทยา และลักษณะประเภทของดิน รวมทั้งการจัดการดูแลโดยเกษตรกรในแต่ละพื้นที่ มีความแตกต่างกันอย่างมาก อย่างไรก็ตามผลที่ได้พบว่าเกษตรกรทุกรายมีความพึงพอใจในผลการทดลองเนื่องจากทำให้ผลผลิตข้าวไร่และข้าวโพดเพิ่มขึ้น สามารถมีผลผลิตจากพืชไร่และไม้ผลหลากหลายชนิด

และทำให้ดินปลูกอุดมสมบูรณ์ขึ้น สามารถลดการเผาตอซังและลดการพังทลายของผิวดินได้เป็นอย่างดี

การขยายผลสู่ชุมชนที่ผ่านมาซึ่งมีส่วนที่จะต้องปรับปรุงและเพิ่มเติมซึ่งได้มาจากข้อเสนอแนะและเป็นความต้องการของเกษตรกร เจ้าหน้าที่ และเยาวชน เช่น (1) ควรให้มีแปลงของเกษตรกรที่ทำเป็นตัวอย่างในทุกตำบล (2) เกษตรกรควรได้รับการสนับสนุนด้านทุนในการทำแปลงบางส่วน พร้อมกับคำแนะนำและส่งเสริมจากเจ้าหน้าที่ในท้องถิ่นอย่างต่อเนื่อง (3) ควรมีการแนะนำด้านชนิดพืชไม้ผลที่เหมาะสมและมีตลาดรับซื้อ (4) ควรมีการอบรมลักษณะนี้ในโรงเรียนทุกปี และ ในด้านของวิชาการควรมีการศึกษาระบบพืชและชนิดพืชที่จะส่งเสริมปลูกเพิ่มเติมทั้งในแง่ของการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงของอากาศและในแง่ของการตลาด รวมถึงการลดผลกระทบจากการเกษตรบนที่สูงต่อสิ่งแวดล้อมที่จะเกิดขึ้นในอนาคต (6) ควรมีการอบรมครู

เจ้าหน้าที่เกษตรทุกตำบล ในพื้นที่สูงให้มีความรู้ด้านการใช้ที่ดินแบบอนุรักษ์ดินและน้ำเพื่อนำไปเผยแพร่และแนะนำเกษตรกรและเยาวชนรุ่นต่อไปได้มีความรู้และความตระหนักและทำให้การใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรบนพื้นที่สูงเกิดความยั่งยืนตลอดไป

(2) การศึกษาเก็บเกี่ยวน้ำไว้ในดินและประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืชไร่ในแปลงทดลองหลักเพื่อการวางแผนการปลูกพืชเลื่อนฤดู ได้ทำการทดลองเพื่อหาแนวทางที่ดีที่สุดในการเก็บเกี่ยวน้ำฝนในดินให้พืชได้ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สุด กล่าวโดยสรุปได้ดังต่อไปนี้

(2.1) วิธีการปลูกพืชในร่องที่มีการคลุมดินด้วยหญ้าไม้กวาดใน Site A และ หญ้าแฝกใน Site B ระหว่างแถบอนุรักษ์ไม้ผล (CF-Bg/VgM-AL) มีแนวโน้มให้ค่าสมบัติต่างๆของดินดีที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีปลูกพืชในร่องระหว่างแถบอนุรักษ์ไม้ผล (CF-AL) ซึ่งให้ค่าสมบัติดินดีเป็นลำดับที่สอง และวิธีปลูกพืชแบบเกษตรกรรมปฏิบัติ (CP/CP-AL) ที่ทำให้สมบัติดินมีความเสื่อมโทรมมากที่สุด การตอบสนองของสมบัติทางเคมีดินเช่น pH, OM, Ext.P และ Ext.K ต่อวิธีการปลูกพืช 3 วิธี ในแปลง Site A และ Site B ต่างมีแนวโน้มลักษณะผันแปรไม่แน่นอน ในช่วงที่มีการเก็บตัวอย่างดิน 3 ครั้ง ขณะที่ค่าผันแปรของสมบัติทางฟิสิกส์ดินเช่น TP, AP, SAD, SAT และ IR มีลักษณะค่อนข้างเป็นเอกภาพ และต่างมีความแตกต่างกันอย่างเด่นชัด ภายใต้ CF-Bg/VgM-AL, CF-AL และ CP/CP-AL ซึ่งผลของสมบัติทางฟิสิกส์ดินดังกล่าวโดยเฉพาะการซึมน้ำเข้าสู่ผิวดิน (IR) ที่สูงสุดภายใต้ CF-Bg/VgM-AL ได้ส่งเสริมให้ปริมาณการกักเก็บน้ำในดินคือ TSW มีค่าสูงสุดเช่นกัน ขณะที่ CF-AL ให้ค่า TSW สูงเป็นอันดับสอง และ CP/CP-AL ให้ค่ากักเก็บน้ำต่ำที่สุด โดยมีลักษณะที่ผันแปรแตกต่างกันไปตามสภาพลักษณะประเภทของเนื้อดินและโครงสร้างดินรวมทั้งการกระจายของฝน ระดับความลาดชันและที่ตั้งของแปลงทดลองทั้ง 2 แห่ง

(2.2) ผลของสมบัติดินและปริมาณน้ำในดินดังกล่าวข้างต้นได้ส่งเสริมให้ประสิทธิภาพการใช้น้ำ (WUE) ในการสร้างมวลชีวภาพเพื่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชที่ปลูกในแปลงทดลองหลักทั้ง 2 แห่ง คือ ข้าวโพด ข้าวไร่ ถั่วลิสง และถั่วเปย ต่างมีค่าประสิทธิภาพการใช้น้ำ การสร้างมวลชีวภาพและผลผลิตสูงที่สุด, สูงเป็นอันดับสอง และ ต่ำที่สุดภายใต้วิธีปลูกแบบ CF-Bg/VgM-AL, CF-AL และ CP/CP-AL ตามลำดับ ปริมาณการใช้น้ำสะสมในช่วงระยะเวลาต่างๆ ตลอดการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกภายใต้ CP/CP-AL, CF-AL และ CF-Bg/VgM-AL มีแนวโน้มไม่แตกต่างกัน

(2.3) ผลการเปรียบเทียบ ปริมาณการใช้น้ำสะสมของพืชที่วัดโดยตรง (meas.ETca) กับค่าการใช้น้ำสะสมที่คำนวณจากสมการ (est.ETca) พบว่ามีความสัมพันธ์กันในลักษณะเส้นตรงโดยมีค่าผันแปรสอดคล้องเป็นไปในทางทิศเดียวกัน ในรูปของสมการเส้นตรงคือ $\text{meas. ETca} = 21.942 + 0.9044 \text{ est. ETca}$ ($R^2 = 0.7311$) ที่มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of determination, R^2) เท่ากับ 0.731 ขณะที่สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Coefficient of correlation, r) มีค่าเท่ากับ 0.855 ซึ่งบ่งบอกว่าค่า meas. ETca และ est. ETca มีความสัมพันธ์กันค่อนข้างใกล้ชิด และสามารถประเมินได้จากสมการข้างต้น

(2.4) สำหรับการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้น้ำในการสร้างน้ำหนักแห้งของมวลชีวภาพทั้งหมดที่วัดโดยตรง (meas. WUE) เมื่อเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพการใช้น้ำที่ประเมินได้จากสมการ (est.WUE) บ่งชี้ว่าในช่วงฤดูฝน ข้าวโพดและข้าวไร่ต่างให้ค่า meas.WUE สูงกว่า est.WUE ขณะที่ถั่วเปยที่ปลูกในช่วงฤดูแล้งมีแนวโน้มให้ค่า meas.WUE ไม่แตกต่างจากค่า est.WUE ในแปลงทดลองทั้ง 2 แห่ง

นอกจากนี้ยังได้มีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมเพื่อหาแนวทางแก้ไขปัญหาการสะสมฟอสฟอรัสในดินกรดด้วยการทดลองการปรับปรุงความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในดินกรดด้วยการเปรียบเทียบผลของการเติม

ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยอินทรีย์+จุลินทรีย์ พด9 ต่อการเปลี่ยนแปลง pH และความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในดิน และการเจริญเติบโตและการดูดใช้ฟอสฟอรัสทั้งหมดของข้าวไร่ ผลการศึกษาพบว่า การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ยังไม่เพียงพอต่อการเพิ่ม pH อย่างเด่นชัด แต่พบว่าการใช้โดโลไมต์ดังกล่าว การใช้ปุ๋ยเคมี การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในอัตรา 2 ตันต่อไร่ และ การใช้จุลินทรีย์ พ.ด. 9 ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ สามารถทำให้ pH ดินเพิ่มขึ้นเมื่อใช้ร่วมกับการปลูกแบบ CF-AL และสามารถยกระดับการดูดใช้ฟอสฟอรัสในของข้าวไร่ได้

ผลการทดสอบความเหมาะสมของพืชเหลื่อมฤดูในร่องปลูกของการปลูกแบบ IWAM เป็นพืชแรกคือ ข้าวโพดหวานปลูกในกลางเดือนพฤษภาคมแต่อาจเสี่ยงต่อการเจริญเติบโตชะงักเมื่อเกิดฝนทิ้งช่วงและเก็บเกี่ยวในเดือนสิงหาคม พืชที่ 2 คือข้าวไร่หรือข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เริ่มปลูกในเดือนกรกฎาคมเก็บเกี่ยวเดือนพฤศจิกายน และพืชที่ 3 พบว่าถั่วเขียวและงาดำไม่เหมาะที่จะปลูกในช่วงปลายกันยายน แต่ถั่วแปบสามารถปลูกและให้ผลผลิตได้ อย่างไรก็ตามจากการศึกษาความผันแปรของสภาวะอากาศและความชื้นในดินมีผลต่อการตัดสินใจในการปลูกพืชไร่อย่างมาก ทำให้ทราบว่าการปลูกข้าวโพดในเดือนกรกฎาคมตามที่เกษตรกรได้ปฏิบัติถือว่าเป็นช่วงเวลาที่มีความเสี่ยงน้อยต่อการชะงักการเจริญเติบโตจากฝนทิ้งช่วงและการขาดน้ำในดิน และการปลูกถั่วแปบในช่วงกลางเดือนกันยายนถึงแม้จะมีความเสี่ยงน้อยต่อการขาดน้ำแต่อาจจะทำให้เกิดความลำบากตอนเก็บข้าวโพดเนื่องจากการพันกับต้นข้าวโพดซึ่งอาจไม่เป็นที่ยอมรับของเกษตรกร และสามารถเพิ่มอินทรีย์วัตถุแก่ดินได้

(3) การให้น้ำแบบหยดแก่ไม้ผลในแถบอนุรักษ์ในช่วงฤดูแล้ง ซึ่งผลการดำเนินงานมีดังต่อไปนี้ การจัดการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำโดยวิธีปฏิบัติที่แตกต่างกัน 4 วิธี คือ ไม่ให้น้ำ, ไม่ให้น้ำแต่ใส่สารดูดความชื้นโพลีเมอร์, ให้น้ำแบบหยด และ ให้น้ำแบบหยดพร้อมใส่สารดูดความชื้นโพลีเมอร์ (N, NP, D และ DP) ที่มีผลต่อการกักเก็บน้ำของดิน และการใช้น้ำ รวมทั้งการเจริญเติบโตของไม้ผลชนิดต่างๆ พบว่า D และ DP มีผลทำให้ปริมาณการกักเก็บน้ำในดินสูงที่สุด ในช่วงฤดูแล้ง แต่มีแนวโน้มไม่แตกต่างจากวิธีอื่นๆ ในช่วงฤดูฝน เนื่องจากมีปริมาณฝนมากเพียงพอต่อการเติมเต็มความจุความชื้นในสนาม ของดินในช่วงความลึก 1 เมตร อย่างไรก็ตามปริมาณการกักเก็บน้ำในดินภายใต้วิธีการจัดการน้ำทั้ง 4 วิธี ต่างมีลักษณะผันแปรค่อนข้างสูง ตามความแตกต่างของเวลาและชนิดของไม้ผล นอกจากนี้ยังพบว่าวิธีการให้น้ำหยดทั้ง D และ DP ทำให้ไม้ผลทุกชนิดมีการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่องจากฤดูแล้ง – ฤดูฝน โดยมีการพัฒนาทั้งในส่วนลำต้น ใบ ดอก และผลผลิตสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีที่ไม่ได้ให้น้ำ (N และ NP) ผลการทดลองพบว่าไม้ผลเกือบทุกชนิดที่ปลูกในแถบอนุรักษ์ ต่างมีผลตอบสนองต่อการให้น้ำในช่วงฤดูแล้งดีมากและมีแนวโน้มคล้ายคลึงกัน คือวิธีการให้น้ำร่วมกับการใส่สารดูดความชื้น (DP) เป็นวิธีการที่ทำให้ดินมีความชื้นสูงที่สุด ซึ่งส่งผลให้การเจริญเติบโตของไม้ผลในด้านความสูง และขนาดทรงพุ่มมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับ วิธี D, NP และ N ซึ่งมีผลต่อค่าดังกล่าวเป็นอันดับสอง สาม และ สี่ ตามลำดับ ไม้ผลที่มีการตอบสนองต่อการให้น้ำมากที่สุดคือ อโวคาโด และละมุด นอกจากนี้ยังพบว่าการตอบสนองของสมบัติดิน เช่น OM, BD, TP และ AP ต่อวิธีการจัดการน้ำทั้ง 4 วิธี มีผลไม่แตกต่างกันตลอดช่วงฤดูการให้น้ำครั้งที่ 1 และ 2 ในแปลงทดลองทั้งสองแห่ง

(4) การประเมินผลทางด้านเศรษฐศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า รายได้สุทธิต่อไร่โดยเฉลี่ยในแปลงขยายผลทั้ง 4 แห่ง ภายใต้วิธีการปลูกพืชเชิงอนุรักษ์แบบบูรณาการ (IWAM) มีผลตอบแทนในด้านรายได้ตลอดปีสูงกว่าวิธีที่เกษตรกรนิยมปฏิบัติ (CP) อย่างเด่นชัดโดยรายได้สุทธิภายใต้ IWAM มีค่าเป็น 2 เท่าของรายได้จากการปลูกแบบ CP ในทำนองเดียวกันรายได้สุทธิต่อไร่โดยเฉลี่ยในแปลงทดลองหลักภายใต้ วิธีปลูกพืชแบบ CF-Bg/VgM-AL มีค่าสูงสุด ขณะที่รายได้สุทธิในแปลง CF-AL สูงเป็นอันดับสองและ CP/CP-AL ให้รายได้สุทธิ

ต่ำที่สุด สำหรับต้นทุนในระบบการให้น้ำหยดในแปลง Site A และ Site B โดยเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 36,800 บาท ส่วนรายได้สุทธิจากการปลูกพืช ในแปลงทั้ง 2 แห่งภายใต้การเฉลี่ยรวมวิธี CF-AL และ CF-M-AL ใน Site A และ Site B มีค่าเท่ากับ 8,600 และ 7,200 บาทตามลำดับ โดยมีระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 4.3 และ 5.1 ปีตามลำดับ

ในการหาความคุ้มค่าในระยะยาวได้คำนวณหามูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) ของการลงทุนผลิตทั้งสองแบบการปลูกเป็นระยะเวลา 16 ปี นับตั้งแต่เริ่มปลูก ผลปรากฏว่า การปลูกแบบ IWAM ให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิสูงกว่า คือเท่ากับ 19,578 บาท ขณะที่การปลูกแบบ CP ได้มูลค่าเพียง 726 บาท การคำนวณหาอัตราผลตอบแทนต่อการลงทุน (B/C ratio) และอัตราผลตอบแทนภายในของการลงทุน (IRR) ได้ค่า B/C ratio ของ IWAM สูงกว่า คือ 1.31 เมื่อเทียบกับของ CP ที่เท่ากับ 1.02 ในขณะที่ IRR ของ IWAM เท่ากับร้อยละ 29 ซึ่งสูงกว่าอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ของธกส.ที่ร้อยละ 7

แสดงว่าในทางเศรษฐศาสตร์การปลูกแบบ IWAM ถือว่าเป็นการลงทุนที่คุ้มค่าและได้ผลคืนทุนเร็ว ข้อเสนอแนะ เกี่ยวกับปัจจัยในการยอมรับของเกษตรกรต่อวิธีการปลูกพืชเชิงอนุรักษ์แบบบูรณาการอาจกล่าวได้ว่าการที่เกษตรกรจะมีการนำวิธีปลูกพืชเชิงอนุรักษ์แบบบูรณาการ (IWAM) ไปปฏิบัติอย่างแพร่หลายเพื่อสร้างระบบเกษตรให้ยั่งยืนบนพื้นที่สูง ขึ้นกับปัจจัยต่าง ได้แก่ ปัจจัยเกี่ยวกับตัวเกษตรกรปัจจัยเกี่ยวกับทุนวิทยาการใหม่ๆ และการจัดการ การเข้าใจปัญหาด้านการตลาดผลผลิตเกษตรกร การมีทางเลือกของเกษตรกร และการได้รับความช่วยเหลือจากหน่วยงานของรัฐ ซึ่งปัจจัยดังกล่าวอาจดำเนินการแก้ปัญหาได้โดยวิธีการดังต่อไปนี้ คือ (1) ควรจัดการฝึกอบรมและเผยแพร่วิธีการปลูกพืชเชิงอนุรักษ์แบบบูรณาการอย่างต่อเนื่อง (2) ควรกำหนดความร่วมมือจากบริษัทเอกชนที่รับซื้อผลผลิตผลการเกษตร ให้จำกัดการรับซื้อจากเกษตรกรที่มีการปลูกพืชเชิงอนุรักษ์แบบบูรณาการเท่านั้น (3) จัดหาตลาดผลผลิตให้เกษตรกร (4) จัดหาเงินทุนหรือสินเชื่อให้เกษตรกร (5) จัดกิจกรรมส่งเสริมให้เกษตรกรและชาวบ้านรู้คุณค่าของการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และ (6) การร่วมมือจากหน่วยงานของรัฐ