

กิตติกรรมประกาศ Acknowledgement

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ 2554 และ 2556 การดำเนินงานของโครงการวิจัยนี้ได้ประสบความสำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดีด้วยความอนุเคราะห์ และช่วยเหลือจากบุคคลต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

อาจารย์ ดร. จิราวรรณ กิจชัยเจริญ อาจารย์ประจำภาควิชาเศรษฐศาสตร์และส่งเสริมเผยแพร่การเกษตร ที่ได้ร่วมให้คำปรึกษาด้านการประเมินทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ

คุณเฉลิมเกียรติ พัทธาคำ ปลัดองค์การส่วนตำบลบ้านทับ คุณอาทิตย์ คิตสม หัวหน้าสำนักงานปลัดองค์การบริหารส่วนตำบลบ้านทับ อำเภแม่แจ่ม พร้อมด้วยเจ้าหน้าที่ทุกท่านในองค์การบริหารส่วนตำบลบ้านทับที่ได้ให้ความช่วยเหลือประสานงานกับเกษตรกรในการจัดทำแปลงขยายผล

คุณสุชาติ มูลเมือง หัวหน้าสำนักวิจัยต้นน้ำบ้านถวน อำเภแม่แจ่ม ที่ได้อนุเคราะห์ข้อมูลทางอุตุนิยมหาวิทยาลัยในพื้นที่ภายใต้โครงการวิจัย

คุณ ศิวพงษ์ นฤบาล ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยข้าวจังหวัดแม่ฮ่องสอน ที่ช่วยประสานงานและดูแลแปลงทดลองและแปลงขยายผลในอำเภปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน

คุณธเนศ แซ่วลี และ คุณสุวิมล พุทธจรรยาวงศ์ เจ้าหน้าที่กรมพัฒนาที่ดินเขต 6 ที่ได้ช่วยดำเนินงานวิจัย เก็บวิเคราะห์และรวบรวมข้อมูลบางส่วน

นอกจากนี้คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ คุณนเรศ ปินตาเลิศ คุณอนุสรณ์ อินน้อย คุณสังเวียน วัฒนารอง คุณบุญชุม มูลนิลตา เจ้าหน้าที่ในสังกัดสาขาปฐพีศาสตร์และอนุรักษ์ศาสตร์ ที่ให้ความช่วยเหลือด้านการประสานงาน การเก็บข้อมูล และงานธุรการต่าง ๆ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกท่านเป็นอย่างมากไว้ ณ ที่นี้



บทคัดย่อ

ชื่อโครงการ การขยายผลวิธีปลูกพืชเชิงอนุรักษ์แบบบูรณาการและการให้น้ำไม้ผลแบบหยดเพื่อเกษตรกรน้ำฝนที่ยั่งยืนบนพื้นที่สูง

Extension of Integrated Conservation Cropping and Fruit Tree-Drip Irrigation for Sustainable Highland Rainfed Agriculture

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยประเภท โครงการร่วมมือกับต่างประเทศ(ไทย-เยอรมัน)

ประจำปี พ.ศ. 2556 จำนวนเงิน 1,671,000 บาท

ระยะเวลาทำวิจัย 2 ปี เริ่มทำการวิจัยเมื่อ (ปีที่1) เดือน มกราคม 2554 ถึง เดือน ธันวาคม 2554
(ปีที่2) เดือน มกราคม 2556 ถึง เดือน ธันวาคม 2556

ชื่อผู้วิจัย

1. นาง กนิษฐา เอื้องสวัสดิ์¹
2. นางสาว มัตติกา พนมธรรณิกุล¹
3. นางสาว อรรวรรณ ฉัตรสีรุ่ง¹
4. นายระวิน สืบคำ²
5. นายศรันย์ อารยะรังสฤษฏ์¹

¹ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ. เชียงใหม่

หมายเลขโทรศัพท์ 053-944034 (ต่อ 116) โทรสาร 053-944038

² คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

ต.บางพระ อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี

หมายเลขโทรศัพท์ (080) 4988144

บทคัดย่อ

โครงการนี้แบ่งเป็น 4 โครงการย่อยคือ (i) การขยายผลวิธีการปลูกพืชเชิงอนุรักษ์แบบบูรณาการ (IWAM) สู่ชุมชนบนที่สูง (ii) การศึกษาเก็บเกี่ยวน้ำไว้ในดินและประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืชไร่ในแปลงทดลองหลักเพื่อการวางแผนการปลูกพืชเลื่อนฤดู (iii) การศึกษาการให้น้ำหยดแก่ไม้ผลในแถบอนุรักษ์ในแปลงทดลองหลัก (iv) การประเมินผลทางด้านเศรษฐศาสตร์ของการปลูกพืชเชิงอนุรักษ์แบบบูรณาการและแบบเกษตรกรรมปฏิบัติ โดยมีชุมชนเป้าหมายเบื้องต้นใน 2 อำเภอ คือ อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ และอำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีแปลงทดลองเพื่อวิจัยการปลูกพืชเชิงอนุรักษ์แบบบูรณาการที่สำเร็จอยู่แล้ว ผลการดำเนินงานพบว่าเกษตรกร เยาวชน และผู้นำในท้องถิ่น ที่ผ่านการอบรมให้การยอมรับในข้อดีของการปลูกพืชแบบ IWAM ที่จะนำมาใช้ในการพัฒนาพื้นที่สูงได้ โครงการนี้ได้สนับสนุนให้เกษตรกรทำแปลงขยายผลการปลูกแบบ IWAM จำนวน 6 แห่ง ซึ่งทุกแปลงได้แสดงให้เห็นว่าวิธีการปลูกพืชแบบ IWAM มีแนวโน้มในการปรับปรุงสมบัติทั้งทางเคมีและฟิสิกส์ดิน เพิ่มอินทรีย์วัตถุ เพิ่มการกักเก็บน้ำในดิน เพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืชและเพิ่มการเจริญเติบโตรวมทั้งผลผลิตของพืชมากกว่าวิธีที่เกษตรกรนิยมปฏิบัติอย่างเด่นชัด สำหรับการทดลองให้น้ำแบบหยดแก่ไม้ผลที่ปลูกในแถบอนุรักษ์ในช่วงฤดูแล้งเพื่อแก้ไขอัตราการตายของการปลูกไม้ผลในระยะแรกพบว่าไม้ผลส่วนใหญ่ที่ให้น้ำหยดมีการตอบสนองและมีการเจริญเติบโตในช่วงฤดูแล้งอย่างเห็นได้ชัด และพบว่าตำรับการทดลองที่ใช้น้ำหยดร่วมกับใช้สารโพลิเมอร์ดูดความชื้นมีปริมาณน้ำในดินสูงที่สุด ส่งผลทำให้การเจริญของไม้ผลมีการเจริญเติบโตมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีที่ใช้สารโพลิเมอร์ดูดความชื้นแต่ไม่ให้น้ำหยด เมื่อประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์พบว่า การปลูกพืชแบบ IWAM เป็นการลงทุนที่คุ้มค่าและได้ผลคืนทุนเร็วและมีความมั่นคงในระยะยาว นอกจากนี้ผลพลอยได้ของการปลูกพืชเชิงอนุรักษ์แบบบูรณาการคือลดมลภาวะทางน้ำและอากาศเช่น ลดการตะกอนและธาตุอาหารจากการชะกร่อนหน้าดิน ลดการหมอกควันจากเผาเศษพืช

คำสำคัญ : วิธีปลูกพืชเชิงอนุรักษ์ตามแนวระดับ, ประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืช, การเกษตรน้ำฝนนบนที่สูง, การให้น้ำหยด, ความชื้นในดิน

ABSTRACT

It should be extended to study and practice in highland. This research separated in 4 parts, (i) Extension of the integrated conservation cropping (IWAM) to the communities of study areas. (ii) Study on soil water harvesting and crop water use efficiency in experiment plot for planning of agronomic relay cropping (iii) Drip irrigation for the hedgerow- fruit trees during dry season and (iv) Evaluating of economic on the IWAM cropping by comparison with the traditional practice. The study areas are in 2 districts of Mae Chaem in Chiang Mai province and Pang Ma Pa in Mae Hong Son province where have the experiment plots existing. The results found that farmers, students and local leaders who participated in training course which performed by the project have accepted the IWAM being the method to broadly adopt in highland. The project supported the 6 farmers to do the extending plots. They indicated that the IWAM trended to improve the chemical and physical soil properties, and increase soil organic matter, soil water harvesting, crop water use efficiency and crop growth and yields more than conventional practice significantly. For the trial of drip irrigation for the hedgerow-fruit trees during dry season shows that almost all the planted fruit tree varieties in the hedgerows similarly responded to drip irrigation during the dry season very well. Drip irrigation with applied hydrophilic polymer gave the highest amount of stored soil water, leading to best growth of fruit tree when compared with the methods of applied hydrophilic polymer and Non drip irrigation. For economic evaluation, the IWAM is the worthwhile investment with quickly capital-recovery and sustainable in long term. Additionally, the indirect benefits of IWAM was found such as the improvement of air and water quality by reduction sediments and nutrients from soil erosion and smog from burning plant residue.

Keyword : conservative contour cultivations, crop water use efficiency, highland rainfed agriculture, soil water

สารบัญ

เนื้อหา	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ข-ง
สารบัญเนื้อหา	จ-ช
สารบัญตาราง	ช-ญ
สารบัญภาพ	ฎ-ณ
คำอธิบายสัญลักษณ์และสารบัญคำย่อที่ใช้ในการวิจัย	ด-ต
1. บทนำ	1
2. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	3
3. การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ ที่เกี่ยวข้อง	4
3.1 การปลูกพืชในร่องร่วมกับการคลุมดินด้วยวัสดุอินทรีย์ธรรมชาติ ที่ย่อยสลายได้	4
3.2 ระบบการปลูกพืชเชิงอนุรักษ์แบบบูรณาการ	4
3.3 การใช้สารดูดความชื้นโพลีเมอร์ในการเพิ่มปริมาณการอุ้มน้ำของดิน และประสิทธิภาพ การใช้น้ำของไม้ผล	6
3.4 การให้น้ำแบบหยดแก่ไม้ผลผสมที่ปลูกในแถบอนุรักษ์ในช่วงฤดูแล้ง	6
3.5 ความต้องการน้ำและการใช้น้ำของพืช	7
3.5.1 ศักยภาพการคายระเหยหรือปริมาณความต้องการน้ำของพืช	8
3.5.2 การคายระเหยหรือการใช้น้ำของพืชที่แท้จริง	8
3.5.3 การคำนวณค่าศักยภาพการคายระเหย	9
3.5.4 ความเป็นประโยชน์ของน้ำในดินต่อพืช	10
3.6 ดัชนีการตอบสนองของผลผลิต	11
3.7 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนและปริมาณผลผลิต	11
3.8 การทดสอบแบบจำลองการใช้น้ำของพืชและผลผลิตพืช	12
3.9 การศึกษาปัญหาและการแก้ไขปัญหาการใช้ที่ดินบนที่สูงและลาดชันที่ผ่านมา	13
4. วิธีการดำเนินงาน	17
4.1 วิธีการขยายผลวิธีการปลูกพืชเชิงอนุรักษ์แบบบูรณาการสู่ชุมชนบนที่สูง	17
4.1.1 การจัดฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ แก่ ตัวแทนเกษตรกร เยาวชน และ ผู้นำชุมชน	17
4.1.2 ลักษณะภูมิประเทศ ตำแหน่ง ที่ตั้ง ของแปลงขยายผล	21
4.1.3 วิธีการเตรียมแปลงขยายผล	22
4.1.4 การปลูกไม้ผลในแถบอนุรักษ์	23
4.2 การศึกษาประสิทธิภาพการใช้น้ำและทดสอบแบบจำลองการใช้น้ำของพืช	27
4.2.1 การวางแผนและดำเนินการวิจัยสำหรับการปลูกพืชไร่หมุนเวียนเหลื่อมฤดู	28

เนื้อหา	หน้า
4.2.2 การเตรียมดินก่อนปลูกพืช การปลูกพืชและการดูแลรักษา	28
4.2.3 วิธีการปลูกพืชในร่องปลูกระหว่างแถบบนอนุรักษ์	29
4.2.4 วิธีการใส่ปุ๋ย การดูแลรักษาและกำจัดวัชพืช	30
4.3 การศึกษาทดลองให้น้ำแบบหยดแก่ไม้ผลที่ปลูกในแถบบนอนุรักษ์	30
4.3.1 การปลูกไม้ผลในแถบบนอนุรักษ์	30
4.3.2 การคำนวณปริมาณน้ำฝนที่เก็บเกี่ยวหรือน้ำที่จะให้แก่พืช	31
4.3.3 การออกแบบและติดตั้งถังเก็บเกี่ยวน้ำฝน	31
4.3.4 การออกแบบและติดตั้งอุปกรณ์การให้น้ำแบบหยด	33
4.3.5 แผนการวิจัยและดำรับในการให้น้ำแบบหยด ดำเนินการวางแผนการทดลองแบบ	34
4.3.6 การกำหนดความถี่และอัตราการหยดของน้ำจากหัวน้ำหยด	35
4.3.7 การใส่สารดูดความชื้นในหลุมปลูกไม้ผล	35
4.4 การวัดผล และการเก็บรวบรวมข้อมูลในระยะที่ 1	36
4.4.1 การเก็บตัวอย่างดินและวัดสมบัติดินบางประการ	36
4.4.2 วัดปริมาณการกักเก็บน้ำในดิน	37
4.4.3 การวัดการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชไร่และไม้ผล	38
4.5 การศึกษาต่อยอดในเชิงวิชาการในแปลงทดลองหลักในปีที่ 2	38
4.5.1 การศึกษาความชื้นในดินในแปลงปลูกแบบ IWAM และแบบเกษตรกรรมปฏิบัติ	38
4.5.2 การทดลองปลูกพืชเหลือฤดูในร่องปลูก	38
4.5.3 การทดลองเพิ่มความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในดิน	38
4.5.4 ทดลองปลูกพืชเสริมรายได้เพิ่มเติมในแถบไม้ผล	40
4.6 การประเมินผลทางด้านเศรษฐศาสตร์	40
4.6.1 วิธีการประเมินผลตอบแทนระยะสั้น	40
4.6.2 การประเมินความคุ้มค่าในระยะยาว	40
5. ผลการดำเนินงานวิจัย	43
5.1 การขยายผลวิธีการปลูกพืชเชิงอนุรักษ์แบบบูรณาการ (IWAM) สู่ชุมชนบนที่สูง	43
5.1.1 ผลการจัดฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการสู่ท้องถิ่น	43
5.1.2 การให้เกษตรกรทดลองปฏิบัติปลูกพืชเชิงอนุรักษ์แบบบูรณาการด้วยตนเอง	46
5.2 การศึกษาการเก็บเกี่ยวน้ำไว้ในดินและประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืชไร่	69
ในแปลงทดลองหลักเพื่อการวางแผนการปลูกพืชเหลือฤดู	
5.2.1 สมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของดิน	69
5.2.2 ปริมาณการกักเก็บน้ำในดิน	77
5.2.3 การเจริญเติบโตและ ผลผลิตของพืช ปริมาณการใช้น้ำของพืช	82
และประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืช	
5.2.4 ประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืชที่แท้จริงที่วัดโดยตรงในสนาม	89
5.2.5 ประสิทธิภาพการใช้น้ำเพื่อสร้างมวลชีวภาพของพืช	89

เนื้อหา	หน้า
5.2.6 ประสิทธิภาพการใช้น้ำเพื่อสร้างผลผลิตของพืช	91
5.2.7 ศักยภาพการคายระเหยหรือความต้องการน้ำของพืช และการทดสอบ เปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำของพืชที่วัดโดยตรงและที่คำนวณจากแบบจำลอง	92
5.2.8 ดัชนีการตอบสนองของผลผลิต	94
5.2.9 การศึกษาความชื้นในดินในร่องปลูก	98
5.2.10 การทดลองปลูกพืชเหลือมฤตในร่องปลูกพืชไร่	99
5.2.11 การทดลองปรับค่า pH ดินเพื่อความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสต่อข้าวไร่	102
5.2.12 ผลการปลูกกาแฟและผักหวานป่าเป็นพืชเสริมในแถบอนุรักษ์	104
5.2.13 การติดตามผลด้านอื่น ๆ ในแปลงทดลองในปี 2555/56	105
5.2.14 การทดสอบแบบจำลอง SWAT เพื่อใช้ในการศึกษาสมดุลน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำบนที่สูง	107
5.3 การศึกษาทดสอบการให้น้ำแบบหยดแก่ไม้ผลที่ปลูกในแถบอนุรักษ์	111
5.3.1 สมบัติบางประการของดินชั้นบน (0-20 ซม.)	111
5.3.2 ปริมาณการกักเก็บน้ำในดิน	118
5.3.3 การเจริญเติบโตของไม้ผลในแถบอนุรักษ์	128
5.4 การประเมินผลทางด้านเศรษฐศาสตร์	141
5.4.1 การเปรียบเทียบรายได้สุทธิระหว่างการปลูกพืชเชิงอนุรักษ์แบบ บูรณาการกับแบบ เกษตรกรนิยมปฏิบัติในระยะสั้น	141
5.4.2 การประเมินความคุ้มค่าของการปลูกพืชเชิงอนุรักษ์แบบบูรณาการ เทียบกับการปลูกแบบเกษตรกรนิยมในระยะยาว	144
6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	151
7 บรรณานุกรม	155
8 ประวัติผู้วิจัย	163

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
ตารางที่ 4.2.1	แสดงตำแหน่งที่ตั้งของแปลงทดลอง Site A อยู่ที่บ้านถวน อำเภอมะเข่ จังหวัดเชียงใหม่ Site B อยู่ที่บ้านจำโป อำเภอบางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน	27
ตารางที่ 5.1.1	ผลของการปลูกพืชเชิงอนุรักษ์แบบบูรณาการ (IWAM) และ แบบเกษตรกรรมปฏิบัติ (CP) ต่อค่าเฉลี่ยสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์บางประการของดิน (0-20 ซม.) ในแปลงทดลองขยายผลทั้ง 4 แห่ง ในช่วงกลางฤดูฝน – ต้นฤดูแล้ง	43
ตารางที่ 5.1.2	ผลของการปลูกพืชเชิงอนุรักษ์แบบบูรณาการ (IWAM) และแบบเกษตรกรรมปฏิบัติ (CP) ต่อค่าปริมาณน้ำในดินในช่วงความลึก 1 เมตรในแปลงทดลองขยายผลทั้ง 4 แห่งในช่วงเดือน พฤษภาคม 2554 – มีนาคม 2555	47
ตารางที่ 5.1.3	ผลของการปลูกพืชเชิงอนุรักษ์แบบบูรณาการ (IWAM) และแบบเกษตรกรรมปฏิบัติ (CP) ต่อค่าปริมาณมวลชีวภาพทั้งหมดของส่วนที่อยู่เหนือดินและผลผลิตที่เก็บสดในแปลงขยายผล ทั้ง 4 แห่ง	50
ตารางที่ 5.1.4	ผลของการปลูกพืชเชิงอนุรักษ์แบบบูรณาการโดยใช้แรงงานชุดร่อนปลูก (IWAM-I) เปรียบเทียบกับการใช้เครื่องไถพรวนเอนกประสงค์ในการเตรียมร่อง (IWAM-II) และเปรียบเทียบกับวิธีปลูกแบบเกษตรกรรมปฏิบัติ (CP) ที่มีผลต่อปริมาณการกักเก็บน้ำในดิน ปริมาณมวลชีวภาพทั้งหมดที่อยู่เหนือดินและผลผลิตของพืชที่ปลูกเป็นพืชที่สองในแปลงทดลองขยายผลที่ 4	52
ตารางที่ 5.1.5	แสดงผลการวิเคราะห์ดินเฉลี่ยในแปลงขยายผลของเกษตรกรบนที่สูงในพื้นที่อำเภอมะเข่	54
ตารางที่ 5.1.6	แสดงผลการประเมินคุณภาพดินในแปลงขยายผลของเกษตรกรบนที่สูงในพื้นที่อำเภอมะเข่	55
ตารางที่ 5.1.7	การปฏิบัติงาน ผลผลิต และ คุณภาพดินในแปลงขยายผลของเกษตรกร โดยเปรียบเทียบระหว่างการปลูกแบบเกษตรกรรมปฏิบัติ (CP) ในร่องขวางทางลาดเท (CF)	58
ตารางที่ 5.1.8	ผลการตรวจวิเคราะห์ดินในพื้นที่หินโผล่ ตำบลบ้านทับ อำเภอมะเข่ก่อนและหลังปลูกพืช	59
ตารางที่ 5.2.1	ผลของการปลูกพืชเชิงอนุรักษ์ตามแนวระดับ 3 กรรมวิธี (CP, CF-AL, และ CF-BgM-AL) ต่อค่าเฉลี่ยสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของดินในระหว่างการเจริญเติบโตของข้าวโพดข้าวไร่และถั่วแปยี ในแปลงทดลอง Site A	72
ตารางที่ 5.2.2	ผลของการปลูกพืชเชิงอนุรักษ์ตามแนวระดับ 3 วิธี (CP-AL, CF-AL, และ CF-VgM-AL) ต่อค่าเฉลี่ยสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของดิน ในระหว่างการเจริญเติบโตของข้าวโพด ข้าวไร่ ถั่วลิสง และถั่วแปยี ในแปลงทดลอง Site B	75
ตารางที่ 5.2.3	ปริมาณน้ำฝนสะสมในช่วงเวลาหนึ่งๆ (Inst. Cum. Rain) ฝนตกสะสม (Cum. Rain) ปริมาณฝนใช้การ (Cum.Eff.Rain) และปริมาณ การกักเก็บน้ำในดิน (Stored soil water) ในช่วงการเจริญเติบโตระยะต่างๆ ของพืชในแปลงทดลอง Site A ระหว่างปี พ.ศ. 2553 - 2555	79

ตาราง		หน้า
ตารางที่ 5.2.4	ปริมาณน้ำฝนสะสมในช่วงเวลาหนึ่งๆ (Inst. Cum. Rain) ฝนตกสะสม (Cum. Rain) ปริมาณฝนใช้การ (Cum.Eff.Rain) และปริมาณ การกักเก็บน้ำในดิน (Stored soil water) ในช่วงการเจริญเติบโตระยะต่างๆของพืชในแปลงทดลอง Site B ระหว่างปี พ.ศ. 2553 - 2555	81
ตารางที่ 5.2.5	ปริมาณน้ำหนักแห้งของพืชที่อยู่เหนือดินทั้งหมด (Total dry biomass) และ ประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืช (Water Use Efficiency, WUE) ภายใต้วิธีการปลูกพืช แบบ CP, CF-AL และ CF-BgM-AL ในช่วงการเจริญเติบโตต่างๆของข้าวโพด และถั่ว เปีย ตลอดปีการทดลอง 2553/2554 ในแปลงทดลอง Site A	84
ตารางที่ 5.2.6	ปริมาณน้ำหนักแห้งของพืชที่อยู่เหนือดินทั้งหมด (Total dry biomass) และ ประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืช (Water Use Efficiency, WUE) ภายใต้วิธีการปลูกพืช แบบ CP-AL, CF-AL และ CF-VgM-AL ในช่วงการเจริญเติบโตต่างๆของข้าวโพด และ ถั่วเปีย ตลอดปีการทดลอง 2553/2554 ในแปลงทดลอง Site B	85
ตารางที่ 5.2.7	ปริมาณน้ำหนักแห้งของพืชที่อยู่เหนือดินทั้งหมด (Total dry biomass) และ ประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืช (Water Use Efficiency, WUE) ภายใต้วิธีการปลูกพืช แบบ CP, CF-AL และ CF-BgM-AL ในช่วงการเจริญเติบโตต่างๆของพืชไร่ ตลอดปี การทดลอง 2554/2555 ในแปลงทดลอง Site A	86
ตารางที่ 5.2.8	ปริมาณน้ำหนักแห้งของพืชที่อยู่เหนือดินทั้งหมด (Total dry biomass) และ ประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืช (Water Use Efficiency, WUE) ภายใต้วิธีการปลูกพืช แบบ CP-AL, CF-AL และ CF-VgM-AL ในช่วงกาเจริญเติบโตต่างๆของพืชไร่ ตลอดปี การทดลอง 2554/2555 ในแปลงทดลองSite B	87
ตารางที่ 5.2.9	แสดงค่าเฉลี่ยค่า pH และฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ก่อนและหลังการทดลอง	102
ตารางที่ 5.2.10	แสดงน้ำหนักของต้นข้าวและปริมาณฟอสฟอรัส (mg/kg) และปริมาณฟอสฟอรัส ทั้งหมดที่ข้าวดูดไปใช้ (P-uptake)	104
ตารางที่ 5.2.11	แสดงระบบการผลิตพืชในแปลงทดลองหลักในตำบล บ้านถวน อำเภอแม่แจ่ม	106
ตารางที่ 5.3.1	ผลของการจัดการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำโดยวิธีปฏิบัติที่แตกต่างกัน 4 วิธี คือ ไม่ให้ น้ำ (N), ไม่ให้น้ำแต่ใส่สารดูดความชื้นโพลีเมอร์ (NP),ให้น้ำแบบหยด(D) และ ให้น้ำ แบบหยดรวมกับการใส่สารดูดความชื้นโพลีเมอร์ (DP) ต่อค่าเฉลี่ยสมบัติดินบาง ประการ ในช่วงระยะเวลาต่างๆ ระหว่างฤดูแล้ง- ต้นฤดูฝน ของปีการทดลองวิจัย พ.ศ 2554 และ พ.ศ. 2555 ในแปลงทดลองหลักที่1 (Site A)	112
ตารางที่ 5.3.2	ผลของการจัดการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำโดยวิธีปฏิบัติที่แตกต่างกัน 4 วิธี คือ ไม่ให้ น้ำ (N), ไม่ให้น้ำแต่ใส่สารดูดความชื้นโพลีเมอร์ (NP),ให้น้ำแบบหยด(D) และ ให้น้ำ แบบหยดรวมกับการใส่สารดูดความชื้นโพลีเมอร์ (DP) ต่อค่าเฉลี่ยสมบัติดินบาง ประการ ในช่วงระยะเวลาต่างๆ ระหว่างฤดูแล้ง- ต้นฤดูฝน ของปีการทดลองวิจัย พ.ศ. 2554 และ พ.ศ. 2555 ในแปลงทดลองหลักที่2 (Site B)	113

ตาราง	หน้า	
ตารางที่ 5.3.3	ผลของการจัดการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำโดยวิธีปฏิบัติที่แตกต่างกัน 4 วิธี คือ ไม้ให้น้ำ, ไม้ให้น้ำแต่ใส่สารดูดความชื้นโพลีเมอร์, ให้น้ำแบบหยด และ ให้น้ำแบบหยดพร้อมใส่สารดูด ความชื้นโพลีเมอร์ (N, NP, D และ DP) ต่อค่าเฉลี่ยปริมาณการกักเก็บน้ำในดินในช่วงความลึก 1 เมตร ในช่วงระยะเวลาต่างๆ ระหว่างฤดูแล้ง- ต้นฤดูฝน ของปีการทดลองวิจัย พ.ศ. 2554 และ 2555 ในแปลงทดลองหลักที่1 (Site A)	119
ตารางที่ 5.3.4	ผลของการจัดการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำโดยวิธีปฏิบัติที่แตกต่างกัน 4 วิธีคือ ไม้ให้น้ำ, ไม้ให้น้ำแต่ใส่สารดูดความชื้นโพลีเมอร์, ให้น้ำแบบหยด และ ให้น้ำแบบหยดพร้อมใส่สารดูดความชื้นโพลีเมอร์ (N, NP, D และ DP) ต่อค่าเฉลี่ยปริมาณการกักเก็บน้ำในดินในช่วงความลึก 1 เมตร ในช่วงระยะเวลาต่างๆ ระหว่างฤดูแล้ง-ต้นฤดูฝน ของปีการทดลองวิจัย พ.ศ. 2554 ในแปลงทดลองหลักที่ 2 (Site B)	124
ตารางที่ 5.3.5	ค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโตของไม้ผลผสมที่ปลูกในแถบอนุรักษ์ (ความสูง และ ความกว้างของทรงพุ่มที่เพิ่มขึ้น) ภายใต้ (i) ไม่มีการให้น้ำ (Non-irrigation, N), (ii) ไม้ให้น้ำแต่ใส่สารดูดความชื้นโพลีเมอร์ (Non-irrigation with polymer application, NP), (iii) ให้น้ำแบบหยด (Drip irrigation, D) และ(iv) ให้น้ำแบบหยดรวมกับการใส่สารดูดความชื้นโพลีเมอร์ (Drip irrigation with polymer application,DP) ในแปลงทดลอง Site A และแปลงทดลอง Site B ในช่วงระยะเวลาเดือน ธันวาคม 2553 – พฤษภาคม 2555	128
ตารางที่ 5.4.1	ต้นทุนและผลตอบแทนของการปลูกพืชในแปลงทดลองหลัก Site A และ Site B ภายใต้วิธีการปลูกพืชเชิงอนุรักษ์ตามแนวระดับ 3 วิธี	143
ตารางที่ 5.4.2	ต้นทุนและผลตอบแทนของการปลูกพืชในแปลงขยายผลทั้ง 4 แห่ง ภายใต้วิธีการปลูกพืชเชิงอนุรักษ์แบบบูรณาการ (IWAM) และแบบเกษตรกรนิยมปฏิบัติ (CP)แปลงขยายผลที่ 1 แปลงขยายผลที่ 2 แปลงขยายผลที่ 3 แปลงขยายผลที่ 4	144
ตารางที่ 5.4.3	ข้อมูลรายจ่ายและรายรับจากการดำเนินงานในแปลงทดลองปลูกเชิงอนุรักษ์แบบบูรณาการ หมู่บ้านถวน ตำบลบ้านทับ อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่	147
ตารางที่ 5.4.4	ข้อมูลรายจ่ายและรายรับจากการดำเนินงานในแปลงทดลองปลูกพืชแบบเกษตรกรนิยม หมู่บ้านถวน ตำบลบ้านทับ อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่	148
ตารางที่ 5.4.5	การคำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิของการปลูกพืชเชิงอนุรักษ์ทำร่องขวางทางลาดเทและมีแถบไม้ผล (IWAM)	149
ตารางที่ 5.4.6	การคำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิของการปลูกพืชแบบเกษตรกรนิยม หยดหลุมตามแนวขวางทางลาดเท (CP)	150

สารบัญภาพ

รูป		หน้า
รูปที่ 4.1.1	การบรรยายฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการและเสวนา การเยี่ยมชมแปลงทดลองของโครงการวิจัย การฝึกปฏิบัติเตรียมแปลงปลูกพืชเชิงอนุรักษ์แบบบูรณาการ (IWAM) ในการจัดฝึกอบรม 6 ครั้ง	20
รูปที่ 4.1.2	สภาพพื้นที่โดยทั่วไปของแปลงขยายผลมีลักษณะเป็นภูเขาสูง ที่มีความลาดชันค่อนข้างมากพื้นที่ส่วนใหญ่โล่งเตียน มีหินโผล่อยู่บางส่วน เนื่องจากการทำไร่เลื่อนลอยและไร่หมุนเวียน	21
รูปที่ 4.1.3	ขอบเขตอำเภอแม่แจ่มในจังหวัดเชียงใหม่ และตำแหน่งของแปลงขยายผลทั้ง 6 แห่ง คือในอำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ 5 แห่งคือ ในตำบลบ้านทับ หมู่บ้านถวน (1,2) หมู่บ้านแม่ขี้มูกน้อย (3) หมู่บ้านทับ (5) ในตำบลท่าผา หมู่บ้านยางสำน (6) และอีก 1 แห่งในหมู่บ้านแม่สวรรค์น้อย (4) ตำบลแม่เหาะ อำเภอแม่สะเรียง จังหวัดแม่ฮ่องสอน	22
รูปที่ 4.1.4	ขนาดของร่องและลำดับการขุดเพื่อเตรียมร่องปลูกสำหรับวิธีการปลูกพืชในร่องระหว่างแถบอนุรักษ์ (มัตติกา และคณะ, 2553)	23
รูปที่ 4.1.5	ทิศทางการไถขุดร่องปลูกโดยใช้เครื่องพรวนดินเอนกประสงค์ (นีจีโน) แสดงทิศทางการเดินรถไถขุดร่องในรอบที่ 1 และวนกลับมาเดินรถไถในรอบที่ 2 ตามแนวทิศทางเดิม ส่วนการไถขุดร่องในรอบที่ 3 เป็นการเดินรถกลับทางกับแนวเดิมของรอบที่ 1 และ 2	23 24
รูปที่ 4.1.6	การเตรียมร่องปลูกตามแนวระดับโดยใช้เครื่องจักรกลขนาดเล็ก หรือเครื่องไถพรวนดินเอนกประสงค์ "นีจีโน" ทำการขุดร่อง โดยการเดินรถ 3 รอบต่อร่อง และทำงานรอบละ 2 ร่อง วนวนสวนทางกัน ปรับใบบังดินให้ดินบนสาดไปทางเดียวกันในรอบที่ 1 และ 2 ส่วนรอบที่ 3 (ขุดดินล่าง) ปรับใบบังดินให้ดินสาดไปอีกทางหนึ่ง ทำให้ดินบนสักร่องแต่ละสันเป็นดินสลับกันระหว่างดินบน และ ดินล่าง	25
รูปที่ 4.1.7	วิธีการปลูกไม้ผลในแถบอนุรักษ์ โดยการขุดหลุมปลูกแบบแอ่งชั้นบันไดเฉพาะต้น (Individual basin) เป็นหลุมปลูกขนาดกว้างและลึกประมาณ 50 เซนติเมตร มีระยะห่างระหว่างต้นประมาณ 1.5-2.5 เมตร ตามลักษณะชนิดของไม้ผล โดยปลูกสลับกันแบบฟันปลา ตลอดความกว้างและความยาวจนเต็มพื้นที่ของแถบอนุรักษ์	26
รูปที่ 4.1.8	แสดงลักษณะพื้นที่เสื่อมโทรมและการใช้ที่ดินบริเวณหมู่บ้านทับ ตำบลบ้านทับ อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ โดยมีการเตรียมแปลงขยายผลด้วยการทำร่องปลูกตามแนวระดับ สำหรับการปลูกพืชเชิงอนุรักษ์แบบบูรณาการ และทำถังเก็บน้ำฝนสำหรับให้น้ำหยดแก่ไม้ผลในแถบอนุรักษ์	26
รูปที่ 4.1.9	แสดงลักษณะพื้นที่และการใช้ที่ดินของหมู่ 8 ตำบลท่าผา อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ และการเตรียมแปลงขยายผลด้วยการทำร่องปลูกตามแนวระดับ สำหรับการปลูกพืชเชิงอนุรักษ์แบบบูรณาการ	

รูป		หน้า
รูปที่ 4.2.1	สภาพโดยทั่วไปของแปลงทดลองหลัก (a) Site A และ (b) Site B ภายหลังการจัดเตรียมแปลงและปรับแต่งร่องปลูกแล้ว	29
รูปที่ 4.3.1	แถบอนุรักษ์ไม้ผลผสมของแปลงที่บ้านถวน (Site A) และแปลงที่บ้านจำโป้ (Site B)	31
รูปที่ 4.3.2	แผนผังการติดตั้งถังกักเก็บน้ำฝนในช่วงฤดูฝน ที่จัดสร้างและวางอยู่บริเวณส่วนบนสุดเหนือแปลงทดลองย่อย ของแปลงหลัก Site A และ B รวมทั้ง การติดตั้งระบบการให้น้ำหยดแก่ไม้ผลในแถบอนุรักษ์ ในช่วงฤดูแล้ง	32
รูปที่ 4.3.3	ถังกักเก็บน้ำฝนในช่วงฤดูฝน ที่จัดสร้างอยู่ส่วนเหนือสุดของแปลงทดลองหลัก Site A และ Site B เพื่อให้น้ำแบบหยดแก่ไม้ผลในแถบอนุรักษ์ ในช่วงฤดูแล้ง	33
รูปที่ 4.3.4	(a) การติดอุปกรณ์กรองน้ำและวาล์วควบคุมการเปิดปิดน้ำเข้ากับส่วนล่างสุดของถังเก็บน้ำ (b) การวางท่อหลักและท่อแขนงที่นำน้ำจากถังเก็บน้ำไปยังแถบอนุรักษ์และหลุมปลูกไม้ผล แล้วถมดินกลบท่อเพื่อให้ท่อมียอายุการใช้งานยาวนานขึ้นและเพื่อสะดวกต่อการปฏิบัติงานต่างๆในพื้นที่ และ (c) การเชื่อมต่อหัวน้ำหยดเข้ากับปลายท่อแขนงตรงโคนต้นไม้ผลแต่ละต้นโดยใช้แท่งพลาสติกขนาดสูง 40 ซม.เป็นตัวยึดให้หัวน้ำหยดอยู่เหนือผิวดิน เพื่อป้องกันการการอุดตันจากผิวดินและแมลงต่างๆและง่ายต่อการเคลื่อนย้ายไปรอบโคนต้นไม้ผล แล้วทดสอบการทำงานของระบบโดยการทดลองเปิดวาล์วลปล่อยน้ำเพื่อตรวจสอบการทำงานของหัวน้ำหยด	34
รูปที่ 4.3.5	การใส่สารดูดความชื้นในหลุมปลูกไม้ผล โดยขุดหลุมรอบๆโคนต้นไม้ผลห่างจากโคนประมาณ 30 ซม. ขุดหลุมลึก 20-30 ซม. กว้าง 15 -20 ซม. จากนั้นผสมโพลีเมอร์คลุกเคล้ากับดินและใส่ลงในหลุมที่ขุดไว้แล้วกลบด้วยดินเดิมพร้อมกับคลุมดินในหลุมปลูกด้วยเศษวัชพืชหรือหญ้าแห้ง	36
รูปที่ 5.1.1	ผลของการปลูกพืชเชิงอนุรักษ์แบบบูรณาการ (IWAM) และแบบเกษตรกรรมปฏิบัติ (CP) ต่อ ค่าปริมาณน้ำในดินในช่วงความลึก 1 เมตรในแปลงทดลองขยายผลทั้ง 4 แห่ง (Site I – Site IV) ในช่วงที่ทำการปลูกพืชระหว่างเดือนกรกฎาคม 2554 – มีนาคม 2555	46
รูปที่ 5.1.2	ผลของการปลูกพืชเชิงอนุรักษ์แบบบูรณาการ (IWAM) และแบบเกษตรกรรมปฏิบัติ (CP) ต่อน้ำหนักมวลชีวภาพทั้งหมดของส่วนที่อยู่เหนือดินในช่วงการเจริญเติบโตต่างๆของพืชไร่ที่ปลูกเป็นพืชแรกในช่วงฤดูฝนคือข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และข้าวไร่ (Maize/Upland rice) ในแปลง Site I, ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (Maize) ในแปลง Site II, และ Site III, และข้าวโพดหวาน (Sweet corn) ที่ปลูกในแปลง Site IV ระหว่างเดือนมิถุนายน – ตุลาคม 2554	48
รูปที่ 5.1.3	ผลของการปลูกพืชเชิงอนุรักษ์แบบบูรณาการ (IWAM) และแบบเกษตรกรรมปฏิบัติ (CP) ต่อน้ำหนักมวลชีวภาพทั้งหมดของส่วนที่อยู่เหนือดิน ในช่วงการเจริญเติบโตต่างๆของพืชที่สองที่ปลูกในช่วงปลายฤดูฝน-กลางฤดูแล้ง คือ ถั่วแปยี (Lablab bean) ในแปลง Site I, Site II และ Site III รวมทั้งถั่วแปยี /ถั่วลิสง/ถั่วลันเตา (Lablab bean/peanut/Garden pea) ในแปลง Site IV ระหว่าง ต.ค.54 – ม.ค.55	49

รูป

รูป		หน้า
รูปที่ 5.1.4	เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของต้นข้าวโพดที่ปลูกเป็นพืชแรกและถั่วแปยที่ปลูกเป็นพืชที่สอง ภายใต้วิธีปลูกแบบเกษตรกรรมปฏิบัติ (CP) และภายใต้วิธีการปลูกเชิงอนุรักษ์แบบบูรณาการ (IWAMหรือ CF-M-AL) รวมทั้งการเจริญเติบโตของไม้ผลผสมในระหว่างแถบอนุรักษ์ในแปลงขยายผลSite III	53
รูปที่ 5.1.5	แสดงผลการดำเนินงานการทำให้แปลงขยายผลปลูกพืชเชิงอนุรักษ์แบบบูรณาการในพื้นที่เสื่อมโทรมหินโผล่ ในหมู่บ้านทับ ตำบลบ้านทับ อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่	53
รูปที่ 5.1.6	การเปรียบเทียบการปลูกหอมแดงในร่องปลูกหลังเก็บเกี่ยวข้าวไร่ ปี 2556 ในแปลงขยายผล บ้านยางสำน ตำบลท่าผา อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่	53
รูปที่ 5.2.1	ปริมาณน้ำที่กักเก็บไว้ในดิน (Total stored soil water) ในช่วงความลึก 1 เมตร ที่ระยะเวลาต่างๆ ของการเจริญเติบโตของพืชไร่ ภายใต้วิธีการปลูกพืชแบบเกษตรกรรมปฏิบัติ (CP), วิธีปลูกในร่องระหว่างแถบอนุรักษ์ไม้ผลผสม (CF-AL) และวิธีปลูกในร่องที่คลุมดินด้วยหญ้าไม้กวาดระหว่างแถบอนุรักษ์ไม้ผลผสม (CF-BgM-AL) ในแปลงทดลอง Site A	60 61
รูปที่ 5.2.2	ปริมาณน้ำที่กักเก็บไว้ในดิน (Total stored soil water) ในช่วงความลึก 1 เมตร ที่ระยะเวลาต่างๆ ของการเจริญเติบโตของพืชไร่ ภายใต้วิธีการปลูกพืชแบบเกษตรกรรมปฏิบัติ (CP-AL), วิธีปลูกในร่อง (CF-AL) และวิธีปลูกในร่องที่คลุมดินด้วยหญ้าแฝก (CF-VgM-AL) ระหว่างแถบอนุรักษ์ไม้ผลผสมในแปลงทดลองSite B	80
รูปที่ 5.2.3	ประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืชในการสร้างผลผลิตของพืชที่ปลูก ในแปลง Site A และ Site Bภายใต้วิธีการปลูกแบบ (i) วิธีแบบเกษตรกรรมปฏิบัติ (CP/CP-AL) (ii) การปลูกพืชในร่องระหว่างแถบอนุรักษ์ไม้ผล (CF-AL) และ (iii) การปลูกพืชในร่องระหว่างแถบอนุรักษ์ไม้ผลแล้วคลุมดินในร่องปลูก (CF-Bg/VgM-AL)	82
รูปที่ 5.2.4	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชหรือการคายระเหยที่แท้จริง (Actual cropevapotranspiration, ETca) ที่วัดได้ในสนาม (meas.ETca) และที่คำนวณจากสมการ (est. ETca)ภายใต้วิธีการปลูกพืชทั้ง 3 วิธี ทั้งในแปลงทดลอง Site A และ Site B	91
รูปที่ 5.2.5	แสดงถึงการเจริญเติบโตของข้าวโพดและข้าวไร่ที่ปลูกในพื้นที่ส่วนบนและส่วนล่างของความลาดเท ในแปลงทดลองหลักที่ 1 (Site A) โดยเปรียบเทียบระหว่างวิธีการปลูกแบบเกษตรกรรมปฏิบัติ(CP), แบบในร่องที่ไม่มีการคลุมดินระหว่างแถบอนุรักษ์ (CF-AL) และ แบบในร่องที่มีการคลุมดินด้วย หญ้าไม้กวาดระหว่างแถบอนุรักษ์ (CF-BgM-AL)	93 96
รูปที่ 5.2.6	แสดงถึงการเจริญเติบโตของข้าวโพดและข้าวไร่ที่ปลูกในพื้นที่ส่วนบนและส่วนล่างของความลาดเท ในแปลงทดลองหลักที่ 2 (Site B) โดยเปรียบเทียบระหว่างวิธีการปลูกพืชไร่ระหว่างแถบอนุรักษ์ไม้ผลผสม คือ แบบเกษตรกรรมปฏิบัติ (CP-AL), แบบในร่องที่ไม่มีการคลุมดิน (CF-AL) และ แบบในร่องที่มีการคลุมดินด้วยหญ้าแฝก (CF-VgM-AL) ในช่วงปลายฤดูฝน (10 ตุลาคม 2554)	97

รูป

รูปที่ 5.2.7	(a) แสดงปริมาณน้ำฝนสะสม ปริมาณความชื้นในดินเฉลี่ยในระดับความลึก 100 cm (TSW) รวมถึงค่าความจุความชื้นสนาม (FC) และระดับความชื้นที่จุดเหี่ยวถาวร(PWP) (b) แสดงปริมาณน้ำฝน (Rain) และการคายระเหยสูงสุด (ETo) รายสัปดาห์ในช่วงปี พ.ศ. 2555 (2012) และ ปี 2556 (2013)	
รูปที่ 5.2.8	แสดงการทดลองปลูกถั่วแปยีเหลืองข้าวโพดในแปลงทดลองหลักโดยเริ่มปลูกในวันที่ 28 กันยายน 2556 และเปรียบเทียบความแตกต่างของการเจริญเติบโตของถั่วแปยีในแปลงปลูกแบบเกษตรกรรม(กลาง) และปลูกในร่องปลูก (ขวาสุด)	หน้า 7
รูปที่ 5.2.9	แสดงการเจริญเติบโตของถั่วแปยีที่พันกับต้นข้าวโพดที่ปลูกในร่องปลูก ในแปลงขยายผลบ้านทับที่ปลูกโดยเริ่มปลูกถั่วในวันที่ 16 กันยายน 2556	99
รูปที่ 5.2.10	แสดงผลการดำเนินงานในปี 2555/2556 ในแปลงทดลอง บ้านถวน ตำบลบ้านทับ อำเภอมะเข่ จังหวัดเชียงใหม่	
รูปที่ 5.2.11	แสดง เส้นลำน้ำและDEM แผนที่การใช้ที่ดินและชนิดของดินในกลุ่มน้ำในพื้นที่วิจัย บริเวณตำบลบ้านทับ อำเภอมะเข่ จังหวัดเชียงใหม่	10 1
รูปที่ 5.2.12	(a) แสดงขอบเขตกลุ่มน้ำแม่เฒ่าในโมเดลแสดงชั้นความสูงของพื้นที่ (DEM) และบริเวณพื้นที่วิจัยหลักรวมถึงแผนที่การใช้ที่ดินและแผนที่กลุ่มชุดดินเพื่อใช้สำหรับโปรแกรม SWAT และ (b) แสดงแผนที่ชั้นความสูงของกลุ่มน้ำแม่เฒ่า ซึ่งนำมาใช้เป็นพื้นที่ตัวอย่างในการวิเคราะห์ด้วย SWAT	10 1
รูปที่ 5.2.13	แสดงผลการเปรียบเทียบระหว่างปริมาณน้ำท่ารายเดือนที่ได้จากการคำนวณด้วยแบบจำลอง SWAT และปริมาณน้ำที่วัดได้จริงจากจุด outlet ของกลุ่มน้ำแม่เฒ่า จังหวัดเชียงใหม่ ใน 2 ช่วงเวลา คือ (1) ระหว่างปี พ.ศ. 2532-2538 และ (2) ระหว่างปี พ.ศ. 2539-2550	10 6
รูปที่ 5.2.14	แสดงการกระจายการไหลของน้ำท่าแต่ละเดือนในปีที่มีแห้งแล้งเปรียบเทียบกับค่าปกติของการวัดจริง (1) และที่ได้จากการประมาณการจากแบบจำลอง SWAT (2) ในกลุ่มน้ำแม่เฒ่า	10 8
รูปที่ 5.2.15	แสดงผลการคำนวณปริมาณน้ำในดินและค่าศักยภาพการคายระเหยน้ำในพื้นที่กลุ่มน้ำจากการใช้แบบจำลอง SWAT	10 8
รูปที่ 5.3.1	ผลของวิธีปฏิบัติที่ต่างกัน 4 วิธี คือ ไม่ให้น้ำ (N), ไม่ให้น้ำแต่ใส่สารดูดความชื้นโพลีเมอร์(NP), ให้น้ำแบบหยด (D) และ ให้น้ำแบบหยดพร้อมใส่สารดูดความชื้นโพลีเมอร์ (DP) ต่อค่าเฉลี่ยปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM) ในช่วงระยะเวลาที่ทำการให้น้ำหยด ปี 2554 และ 2555 ในแปลงทดลองหลัก (a) แปลงที่ 1 (Site A) และ (b) แปลงที่ 2 (Site B)	10 9
รูป		11 0

รูปที่ 5.3.2	ผลของวิธีปฏิบัติที่ต่างกัน 4 วิธี คือ ไม่ให้น้ำ (N), ไม่ให้น้ำแต่ใส่สารดูดความชื้นโพลีเมอร์ (NP), ให้น้ำแบบหยด (D) และ ให้น้ำแบบหยดพร้อมใส่สารดูดความชื้นโพลีเมอร์ (DP) ต่อค่าเฉลี่ยสมบัติทางฟิสิกส์ของดินคือ ความหนาแน่นรวม (BD), ความพรุนทั้งหมด (TP), ความพรุนที่มีการถ่ายเทอากาศดี (AP) และ ความจุความชื้นในสนาม (FC) ในช่วงระยะเวลาที่ทำการให้น้ำหยด ปี 2554 และ 2555 ในแปลงทดลองหลัก (a) แปลงที่ 1 (Site A) และ (b) แปลงที่ 2 (Site B)	11 0 11
รูปที่ 5.3.3	ผลของการจัดการน้ำเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำโดยวิธีปฏิบัติที่ต่างกัน 4 วิธี คือ ไม่ให้น้ำ (N), ไม่ให้น้ำแต่ใส่สารดูดความชื้นโพลีเมอร์ (NP), ให้น้ำแบบหยดอย่างเดียว (D) และ ให้น้ำแบบหยดพร้อมใส่สารดูดความชื้นโพลีเมอร์ (DP) ต่อค่าเฉลี่ยปริมาณการกักเก็บน้ำในดิน (Stored soil water, TSW) ในช่วงความลึก 1 เมตร ในแถบอนุรักษ์ที่ปลูก (a) เฉลี่ยจากไม้ผลรวมทุกชนิด (b) มะม่วง ในช่วงระยะเวลาต่างๆ ระหว่างฤดูแล้ง- ต้นฤดูฝน ของปีการทดลองวิจัย พ.ศ. 2554 - 2555 ในแปลงทดลองหลักที่ 1 (Site A) ที่อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่	5
รูปที่ 5.3.4	ผลของการจัดการน้ำเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำโดยวิธีปฏิบัติที่ต่างกัน 4 วิธี คือ ไม่ให้น้ำ (N), ไม่ให้น้ำแต่ใส่สารดูดความชื้นโพลีเมอร์ (NP), ให้น้ำแบบหยดอย่างเดียว (D) และ ให้น้ำแบบหยดพร้อมใส่สารดูดความชื้นโพลีเมอร์ (DP) ต่อค่าเฉลี่ยปริมาณการกักเก็บน้ำในดิน (Stored soil water, TSW) ในช่วงความลึก 1 เมตร ในแถบอนุรักษ์ที่ปลูก (a) เฉลี่ยจากไม้ผลรวมทุกชนิด (b) มะม่วง ในช่วงระยะเวลาต่างๆ ระหว่างฤดูแล้ง- ต้นฤดูฝน ของปีการทดลองวิจัย พ.ศ. 2554 - 2555 ในแปลงทดลองหลักที่ 2 (Site B) ที่อำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน	หน้า า 11 7
รูปที่ 5.3.5	ผลของการจัดการน้ำที่ต่างกัน 4 วิธีคือ ไม่ให้น้ำ (N), ไม่ให้น้ำแต่ใส่สารดูดความชื้นโพลีเมอร์ (NP), ให้น้ำแบบหยดอย่างเดียว (D) และ ให้น้ำแบบหยดพร้อมใส่สารดูดความชื้นโพลีเมอร์ (DP) ต่อการเจริญเติบโตด้านความสูงของ (a) มะม่วง ที่ปลูกในแถบอนุรักษ์ ในแปลงทดลอง Site A ตลอดทั้งช่วงที่มีการให้น้ำหยดในฤดูแล้งและไม่ให้น้ำหยดในฤดูฝน ในปี พ.ศ. 2554 - 2555	
รูปที่ 5.3.6	ผลของการจัดการน้ำที่ต่างกัน 4 วิธีคือ ไม่ให้น้ำ (N), ไม่ให้น้ำแต่ใส่สารดูดความชื้นโพลีเมอร์ (NP), ให้น้ำแบบหยดอย่างเดียว (D) และ ให้น้ำแบบหยดพร้อมใส่สารดูดความชื้นโพลีเมอร์ (DP) ต่อการเจริญเติบโตด้านความกว้างของทรงพุ่มของ (a) มะม่วง และ (b) มะนาว ที่ปลูกในแถบอนุรักษ์ของแปลงทดลอง Site A ตลอดทั้งช่วงที่มีการให้น้ำหยดในฤดูแล้งและไม่ให้น้ำหยดในฤดูฝน ในปีการทดลอง พ.ศ. 2554 - 2555	12 1
รูปที่ 5.3.7	ผลของการจัดการน้ำที่ต่างกัน 4 วิธีคือ ไม่ให้น้ำ (N), ไม่ให้น้ำแต่ใส่สารดูดความชื้นโพลีเมอร์ (NP), ให้น้ำแบบหยดอย่างเดียว (D) และ ให้น้ำแบบหยดพร้อมใส่สารดูดความชื้นโพลีเมอร์ (DP) ต่อการเจริญเติบโตด้านความสูงของ (a) ฝรั่ง และ (b) ละมุด ที่ปลูกในแถบอนุรักษ์ตลอดทั้งช่วงที่มีการให้น้ำหยดในฤดูแล้งและไม่ให้น้ำหยดในฤดูฝน ของแปลงทดลอง Site B ในปี พ.ศ. 2554 - 2555	12 6

รูป

รูปที่ 5.3.7 (ต่อ)	ผลของการจัดการน้ำที่แตกต่างกัน 4 วิธีคือ ไม่ให้น้ำ (N), ไม่ให้น้ำแต่ใส่สารดูดความชื้น โพลีเมอร์ (NP), ให้น้ำแบบหยดอย่างเดียว (D) และ ให้น้ำแบบหยดพร้อมใส่สารดูดความชื้น โพลีเมอร์ (DP) ต่อการเจริญเติบโตด้านความสูงของ (c) อโวคาโด ที่ปลูกในแถบอนุรักษ์ตลอดทั้งช่วงที่มีการให้น้ำหยดในฤดูแล้งและไม่ให้น้ำหยดในฤดูฝน ของแปลงทดลอง Site B ในปี พ.ศ. 2554 – 2555	12 9
รูปที่ 5.3.8	ผลของการจัดการน้ำที่แตกต่างกัน 4 วิธีคือ ไม่ให้น้ำ (N), ไม่ให้น้ำแต่ใส่สารดูดความชื้น โพลีเมอร์ (NP), ให้น้ำแบบหยดอย่างเดียว (D) และ ให้น้ำแบบหยดพร้อมใส่สารดูดความชื้น โพลีเมอร์ (DP) ต่อการเจริญเติบโตด้านความกว้างของทรงพุ่มของ (a) ฝรั่ง ที่ปลูกในแถบอนุรักษ์ตลอดทั้งช่วงที่มีการให้น้ำหยดในฤดูแล้งและไม่ให้น้ำหยดในฤดูฝน ของแปลงทดลอง Site B ในปี พ.ศ. 2554 – 2555	13
รูปที่ 5.3.9	การเจริญเติบโตของไม้ผลผสมชนิดต่างๆ ในแถบอนุรักษ์ของแปลงทดลองหลัก Site A ในปลายฤดูฝน 2554- กลางฤดูแล้ง 2555 เห็นได้ชัดเจนว่าต้นไม้ผลที่มีการให้น้ำหยดในฤดูแล้ง มีการเจริญเติบโตที่ดีกว่าต้นไม้ผลในหลุมปลูกที่ไม่ได้ให้น้ำหยด แม้มีน้ำเพียงพอในฤดูฝน ซึ่งในช่วงฤดูแล้งไม้ผลที่ไม่ได้รับน้ำหยดบางต้นแสดงอาการเหี่ยวเฉา และยืนต้นตายไม้	2
รูปที่ 5.3.10	การเจริญเติบโตของไม้ผลผสมชนิดต่างๆ ในแถบอนุรักษ์ของแปลงทดลองหลักที่ 2 (Site B) ซึ่งเห็นได้อย่างชัดเจนว่าต้นไม้ผลที่มีการให้น้ำหยดในฤดูแล้ง มีการเจริญเติบโตที่ดีกว่าต้นไม้ผลในหลุมปลูกที่ไม่ได้ให้น้ำหยด แม้มีน้ำเพียงพอในฤดูฝน	13 5
รูปที่ 5.3.11	การเจริญเติบโตและผลผลิตของไม้ผลชนิดต่างๆ ที่ปลูกผสมกัน ในแถบอนุรักษ์ของแปลงทดลอง Site B ซึ่งให้ผลผลิตหมุนเวียนตลอดปี และสามารถเก็บเกี่ยวทำรายได้แก่เกษตรกรอย่างมั่นคงและถาวร	

หน้า

๑

13

6

13

8

13

8

13

9

14

0

คำอธิบายสัญลักษณ์และสารบัญคำย่อที่ใช้ในการวิจัย

(Symbols and List of Abbreviations)

AP or AC	Aeration Porosity or Air capacity
AL	Alley cropping
ARS	Agricultural Research Service
AWCa	Available water capacity
AWCo	Available water content
BD	Bulk density
CF-AL	Contour furrow cultivation in alley cropping,
CF-BgM-AL	Contour furrow cultivation with mulching in alley cropping
CF-BM-AL	Contour furrow cultivation with bamboo mulching in alley cropping
CF-Bn/Bg/VgM-AL	การปลูกในร่องตามแนวระดับระหว่างแถบไม้ผลและมีการคลุมดินด้วยใบตอง ใบหญ้าและแฟก
CF-IM	การปลูกในร่องตามแนวระดับที่คลุมด้วยระแนงหญ้าคา
CF-M-AL	Contour Cultivated Furrow with Mulching in Alley Cropping
CP	Conventional Contour Planting
C _p	Air heat capacity
CP-BM	การปลูกแบบเกษตรกรรมและคลุมดินด้วยระแนงไม้ไผ่สานเป็นตาข่าย
CP-Bn/Bg/VgM -AL	การปลูกตามแนวระดับระหว่างแถบไม้ผลและมีการคลุมดินด้วยใบตองใบหญ้าและแฟก
CR	Covered ridge
CRP	Covered ridge with plastic covering



D	Drip irrigation without Polymer application
DAW	Decreased available water
DEM	Digital Elevation Map,
DP	Drip irrigation with Polymer application
e_a	Air vapour pressure
Epan	Pan evaporation
e_s	Saturated vapour pressure
ETca	Actual crop evapotranspiration
ETcp	Crop water requirement or potential crop evapotranspiration
ETo	Reference evapotranspiration,
ETp	Potential evapotranspiration
Ext.K	Extractable potassium
Ext.P	Extractable phosphorus
FC	Field capacity
FS	Flat soil
G	Soil heat flux density
γ	Psychometric constant
hrs	Hours
INCOPLAST	Integrated Contour Cultivation, Plastic and Straw Mulch Treatment
IR	Steady infiltration rate,
IWAM	The Integrated Water-harvest, Anti-erosive and Multiple cropping
Kc	crop coefficient
Kp	Pan coefficient
Ks	Water stress coefficient
Ky	yield response factor
LDPE	Low density polyethylene
MWD	Mean weight diameter
N	Non-irrigation and Nonpolymer application
NP	Non-irrigation with Polymer application
NRCT-DFG	National Research Cooperative Thai-German Project
PAW	Plant available water
PWP	Permanent wilting point
ra	Aero resistance
RAW	readily available water in the root zone
RCBD	Randomized Complete Block Design
R_n	Net Radiation
rs	Surface resistant
SAD, SAT	Stable aggregate
SMA	Soil Moisture Available



TAW	total available water
TP	Total Porosity
TSW	Total Soil Water
UR	uncovered ridge
USDA	United States Department of Agriculture
WU	Water use of plant
WUE	Water use Efficiency
Ya	Actual yield
Yp	Amount of precipitation during April to October