



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ การประมาณการผลกระทบจากความแปรปรวนของ
สภาพภูมิอากาศต่อการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์
และเกษตรผสมผสาน กรณีศึกษาลุ่มน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

โดย

รศ.ดร.นาฏสุดา ภูมิจำนงค์
คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหิดล
เมษายน 2561

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ การประมาณการผลกระทบจากความแปรปรวนของ
สภาพภูมิอากาศต่อการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์
และเกษตรผสมผสาน กรณีศึกษากลุ่มน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

ผู้วิจัย

รศ.ดร.นาฏสุตา ภูมิจำนงค์

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

กิตติกรรมประกาศ

โครงการการประมาณการผลกระทบจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศต่อการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ และเกษตรผสมผสาน ภาควิชาลุ่มน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ ได้รับทุนสนับสนุนจาก สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ฝ่ายเกษตร สัญญาเลขที่ “RDG6020014” คณะนักวิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง โครงการวิจัยสำเร็จลุล่วงด้วยดี เนื่องจากได้รับความร่วมมืออย่างดีจากผู้ที่เกี่ยวข้องในการทำการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่ให้งบประมาณสนับสนุนในการทำงานวิจัยฉบับนี้จนสำเร็จไปได้ด้วยดี สถาบันคลังสมองของชาติที่ช่วยประสานงานโครงการและช่วยผลักดันให้เกิดโครงการวิจัยนี้ รศ.สมพร อิศวิลานนท์ ที่ให้โอกาสและข้อเสนอแนะที่มีประโยชน์และมีส่วนช่วยให้รายงานมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ดร.ปิยะทัศน์ พาพอนรัักษ์ และเจ้าหน้าที่สถาบันคลังสมองของชาติทุกท่านที่ช่วยประสานและให้คำแนะนำตลอดการดำเนินโครงการวิจัย เกษตรกร ในพื้นที่ตำบลแม่ศึก ตำบลแม่นาจร ตำบลท่าผา ตำบลปางหินฝน ตำบลกองแขก ตำบลบ้านทับ ตำบลแจ่มหลวง ตำบลบ้านจันทร์ ตำบลช่างเคิ่ง และตำบลแม่แดด ที่ให้ความร่วมมือในการให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับโครงการวิจัย องค์การบริหารส่วนตำบลแม่ศึก องค์การบริหารส่วนตำบลแม่นาจร องค์การบริหารส่วนตำบลท่าผา องค์การบริหารส่วนตำบลปางหินฝน องค์การบริหารส่วนตำบลกองแขก องค์การบริหารส่วนตำบลบ้านทับ องค์การบริหารส่วนตำบลแจ่มหลวง องค์การบริหารส่วนตำบลบ้านจันทร์ องค์การบริหารส่วนตำบลช่างเคิ่ง และองค์การบริหารส่วนตำบลแม่แดด ที่ให้ความร่วมมือ และช่วยเหลือ ในการสำรวจและเก็บข้อมูลในภาคสนาม รวมถึงการให้คำแนะนำและข้อมูลของพื้นที่ที่เป็นประโยชน์อย่างมากต่องานวิจัย สุดท้าย ผู้วิจัยขอขอบคุณ ผู้ช่วยนักวิจัย ได้แก่ ดร. นพพล อรุณรัตน์ นายชยา สุวรรณภูมิ นางสาวศรัณยา ภักดีวุฒิ และนายกานต์พงศ์ ดวงพัศตรา นักศึกษาปริญญาโท คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดลที่ช่วยในการสำรวจ และเก็บข้อมูลภาคสนาม

นางสุสุดา ภูมิจำนงค์

(หัวหน้าโครงการวิจัย)

17 เมษายน 2561

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร (Executive Summary)

เกษตรกรรมบนพื้นที่สูงและปัญหาหมอกควันเป็นปัญหาซ้ำซากที่มักเกิดจากการเผาเศษซากวัสดุทางการเกษตร การศึกษานี้ประกอบด้วย 4 วัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ และเกษตรผสมผสาน โดยการประเมินผลผลิต ต้นทุนและผลตอบแทน และการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาเศษซากวัสดุทางการเกษตร ในสถานการณ์ปัจจุบัน 2) เพื่อประเมินผลผลิต และการสูญเสียธาตุอาหาร (ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส) ภายใต้สถานการณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคต ด้วยแบบจำลอง EPIC (Environmental Policy Integrated Climate) 3) เพื่อประเมินปริมาณน้ำท่าและตะกอน ของแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน ภายใต้สถานการณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคต ด้วยแบบจำลอง SWAT (Soil and Water Assessment Tool) และ 4) เพื่อวิเคราะห์นโยบายของรัฐบาลถึงผลกระทบของแต่ละนโยบายต่อเกษตรกร

พื้นที่ศึกษาคือลุ่มน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ กลุ่มเป้าหมาย ประกอบด้วยเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ และการทำเกษตรแบบผสมผสาน โดยเกษตรผสมผสานในการศึกษานี้หมายถึงระบบการเกษตรที่มีการเพาะปลูกพืชมากกว่า 2 ชนิดขึ้นไปอยู่ในพื้นที่เดียวกัน โดยเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ และเกษตรกรรมปลูกในลุ่มน้ำแม่แจ่ม เช่น ถั่วลิสง มันฝรั่ง ถั่วเหลือง พักทอง ผักกาด สตอเบอร์รี่ กะหล่ำปี หอมแดง ผักชี อะโวคาโด กาแฟ และผักสวนครัวต่างๆ พื้นที่หน่วยย่อย ขนาด 0.03×0.03 องศา ได้ถูกสร้างขึ้นเป็นพื้นที่วงรอบปิด (polygon) ครอบคลุมพื้นที่ 3×3 กิโลเมตร เพื่อใช้เป็นตัวแทนของพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ และเกษตรผสมผสาน แบบจำลอง EPIC ได้ถูกนำมาใช้เพื่อประเมินผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ และเกษตรผสมผสาน และการสูญเสียธาตุอาหาร (ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส) ภายใต้สถานการณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคต ต้นทุน ผลตอบแทน และการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาเศษซากวัสดุทางการเกษตรคำนวณและเปรียบเทียบในแต่ละการใช้ประโยชน์ที่ดิน การประเมินปริมาณน้ำท่าและตะกอน ของแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินภายใต้สถานการณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคตประเมินด้วยแบบจำลอง SWAT ภายใต้การจำลอง 4 สถานการณ์ คือ ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ เท่าเดิม (50%) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ลดลง (0%) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ เพิ่มขึ้น (80%) และ ปลูกไม้ผลยืนต้น 53.94% ป่าไม้ 28.56% และพืชอื่นๆ 17.7%

ผลการศึกษาสภาพเศรษฐกิจสังคม กรณีการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในพื้นที่ ต. แม่ศึก ต. แม่่นาจร ต. ท่าผา ต. ปางหินฝน ต. กองแขก ต. บ้านทับ ต. ช่างเค็ง และ ต. บ้านแดด พื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ส่วนมากอยู่นอกพื้นที่ชลประทานหรือหากเป็นพื้นที่ชลประทานก็เป็นระบบประปาภูเขา ครึ่งเรือนมีจำนวนประชากรระหว่าง 2-5 คนและพบมากที่สุดระหว่าง 6-8 คน ช่วงอายุประชากรที่พบมากที่สุดในช่วง 31-50 ปี

ประมาณร้อยละ 50 จบการศึกษาระดับประถมศึกษา เกือบทุกครัวเรือนมีผู้ที่จบการศึกษาระดับปริญญาตรี ร้อยละ 40 ประกอบอาชีพเกษตรกรรม ประชากรมีการย้ายถิ่น **กรณีปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์** ในพื้นที่ ต. ท่าผา ต.ช่างเคิ่ง และ ต. กองแขก มีเพียงพื้นที่ใน ต. ท่าผาแห่งเดียวที่อยู่ในพื้นที่ชลประทาน นอกจากนั้นอยู่นอกพื้นที่ชลประทาน ครัวเรือนมีจำนวนประชากรระหว่าง 2-5 คน ช่วงอายุระหว่าง 21-60 ปี ส่วนมากประชากรจบการศึกษาระดับประถมศึกษา ร้อยละ 40 ประกอบอาชีพเกษตรกร ร้อยละ 100 ของจำนวนประชากรในตำบลอาศัยอยู่ด้วยกัน **กรณีเกษตรผสมผสาน พื้นที่** ต. แม่ศึก ต. ปางหินฝน ต. กองแขก ต. บ้านทับ ต. ช่างเคิ่ง ต.แจ่มหลวง ต. บ้านจันทร์ ต. แม่แดด ร้อยละ 100 ตั้งอยู่นอกพื้นที่ชลประทาน จำนวนคนในครัวเรือนระหว่าง 2-5 คน ช่วงอายุระหว่าง 21-50 ปี ส่วนมากจบการศึกษาระดับประถมศึกษา ประชากรในตำบลมากกว่าร้อยละ 40ประกอบอาชีพเกษตรกร ประชากรในตำบลมีการอพยพย้ายถิ่น

ค่าใช้จ่ายในกระบวนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ และเกษตรผสมผสาน ประกอบด้วยค่าเช่าที่ดิน ค่าเตรียมดิน ค่าจัดการน้ำ ราคาเมล็ดพันธุ์ ค่าจ้างปลูก ค่าปุ๋ย ค่ากำจัดวัชพืช ค่าเก็บเกี่ยวผลผลิต จากการศึกษาพบว่าต้นทุนการผลิต 3 อันดับแรกของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และข้าวโพดเมล็ดพันธุ์เหมือนกัน คือ ค่าปุ๋ย ค่าเตรียมดิน และค่าจ้างปลูก ต้นทุนการผลิต 3 อันดับแรกของเกษตรผสมผสาน คือ ค่าปุ๋ย ค่ากำจัดวัชพืช และค่าเก็บเกี่ยว ต้นทุนของการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อยู่ระหว่าง 1,987-4,071 บาท/ไร่ ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 876-2,083 กก./ไร่ ต้นทุนข้าวโพดเมล็ดพันธุ์อยู่ระหว่าง 1,071-3,520 บาท/ไร่ ผลผลิตเฉลี่ย 800-1,852 กก./ไร่ ต้นทุนเกษตรผสมผสานอยู่ระหว่าง 5,084-30,564 บาท/ไร่ ผลผลิตเฉลี่ย 670-8,350 กก./ไร่ และเมื่อเปรียบเทียบ B/C ratio พบว่า การปลูกเกษตรผสมผสานมีค่าเท่ากับ 2.04 ซึ่งมีความคุ้มค่ามากกว่าการปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ (1.94) และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (1.74)

ความหนาแน่นของคาร์บอนที่สะสมในดิน (soil organic carbon density: SOCD) พบว่า SOCD มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับระดับความสูงจากน้ำทะเล ปริมาณ Clay, Soil moisture และ Exchangeable Potassium และพบว่าผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และข้าวโพดเมล็ดพันธุ์มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับ SOCD นอกจากนี้พบว่า SOCD ของระบบเกษตรผสมผสานส่วนใหญ่สูงกว่า SOCD ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ การประเมินปริมาณผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศด้วยแบบจำลอง EPIC พบว่าการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศภายใต้ A2 scenarios ทั้งสองช่วงเวลา ส่งผลกระทบบในเชิงบวกต่อปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ในทางตรงกันข้าม การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศภายใต้ B2 scenarios ทั้งสองช่วงเวลาส่งผลกระทบบในเชิงลบต่อปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ จากการประเมินอิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อปริมาณผลผลิตของเกษตรผสมผสานด้วยแบบจำลอง EPIC พบว่าปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ของทั้งสองพื้นที่เปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกันคือการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศภายใต้ A2

scenarios ทั้งสองช่วงเวลาส่งผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ในทางตรงกันข้ามการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศภายใต้ B2 scenarios ทั้งสองช่วงเวลาส่งผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ในขณะที่ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ทั้ง A2 และ B2 และทั้งสองช่วงเวลาส่งผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตของมันฝรั่ง ในตำบลแม่ศึก และ ถั่วเหลือง ในตำบลบ้านทับ นอกจากนี้ จากผลการประเมินด้วยแบบจำลอง EPIC แสดงให้เห็นว่า ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศแบบ B2 ส่งผลให้ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ลดลง ด้วยเหตุนี้เพื่อ ค้นหาแนวทางเพื่อบรรเทาผลกระทบโดยการเปลี่ยนพฤติกรรมการเพาะปลูก โดยเกษตรกรควรเริ่มเตรียมแปลง ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม และปลูกให้เสร็จสิ้นภายในเดือนมิถุนายน โดยใส่ปุ๋ยในปริมาณที่เท่าเดิมซึ่งส่งผลให้ ปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์เพิ่มขึ้น ประมาณ 14-16% ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพ อากาศแบบ B2:2016-2031 และเพิ่มขึ้น ประมาณ 2-17% ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศแบบ B2: 2032-2046 **การสูญเสียธาตุอาหารในดิน** พบว่า ปริมาณการสูญเสียไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในพื้นที่เกษตร ผสมผสานน้อยกว่าพื้นที่ที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ทั้งในสถานการณ์ปัจจุบันและภายใต้ สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศทั้ง 2 scenarios และ 2 ช่วงเวลา

ปริมาณของการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาซากวัสดุทางการเกษตร ทั้งข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ เรียงลำดับจากมากที่สุดไปยังน้อยที่สุดได้ ดังต่อไปนี้ $CO_2 > CO > PM_{10} > PM_{2.5} > NMVOCs > CH_4 > NO_x > BC > SO_x > N_2O$ โดยเฉลี่ย 1580.69, 40.48, 6.47, 6.26, 4.70, 2.82, 1.88, 0.78, 0.21 และ 0.07 กก./ไร่/ปี ตามลำดับ ในขณะที่ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาซาก ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ โดยเฉลี่ยเท่ากับ 2078.26, 53.23, 8.51, 8.23, 6.17, 3.70, 2.47, 1.03, 0.27 และ 0.10 กก./ไร่/ปี ตามลำดับ พบว่าปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาซากข้าวโพดเมล็ดพันธุ์จะสูง กว่าเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ร้อยละ 23.94 สำหรับปริมาณของการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากการเผาซากพืชทางการเกษตรของการทำการเกษตรผสมผสาน เรียงลำดับจากมากที่สุดไปยังน้อยที่สุดได้ ดังต่อไปนี้ $CO_2 > CO > PM_{10} > PM_{2.5} > NMVOCs > CH_4 > NO_x > BC > SO_x > N_2O$ โดยเฉลี่ย คือ 1021.34, 26.16, 4.18, 4.04, 3.03, 1.82, 1.21, 0.51, 0.13 และ 0.05 กก./ไร่/ปี ตามลำดับ หากพิจารณา ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมจากการเผาซากวัสดุทางการเกษตรรายตำบลจากสูงไปต่ำคือ ปาง หินฝน>บ้านทับ> แม่นาจร> แม่ศึก> ท่าผา> กองแขก>แม่แดด> แจ่มหลวง>ช่างเคิ่ง และไม่พบการ ปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกหลังการเก็บเกี่ยวที่บ้านจันทร์ และจำนวนสมาชิกในครัวเรือนมีอิทธิพลในเชิงลบต่อ ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก และเป็นเพียงปัจจัยเดียวที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการศึกษถึงผลกระทบต่อสมมูลน้ำ ปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนภายใต้สถานการณ์การ

เปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่แตกต่างกันโดยให้ความสำคัญที่การเพิ่ม / ลดลงของพื้นที่การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยตั้งสมมุติฐาน 4 แบบ คือให้มีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่การปลูกข้าวโพดเท่ากับ ร้อยละ 0 ร้อยละ 50 ร้อยละ 80 และ ปลูกไม้ยืนต้น 53.94% ป่าไม้ 28.56% และพืชอื่นๆ 17.7% ของพื้นที่ทั้งหมด ภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแบบ A2 และ B2 ด้วยแบบจำลอง SWAT ผลการศึกษาพบว่าองค์ประกอบของสมมูลน้ำซึ่งได้มาจากผลรวมของค่าเฉลี่ยในแต่ละองค์ประกอบ น้ำท่าผิวดิน + น้ำจากการไหลด้านข้าง + น้ำไหลซึมลงสู่ น้ำบาดาล - การสูญเสียจากการไหลซึม โดยพบว่าปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยทั้งหมดของสถานการณ์การลดการปลูกข้าวโพด (ข้าวโพดลดลง 0%) และการปลูกไม้ยืนต้น 53.94% ป่าไม้ 28.56% และพืชอื่นๆ 17.7% ให้ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในทุกๆ การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศต่ำกว่าสถานการณ์ที่มีการปลูกข้าวโพดเท่าเดิม (50%) และการปลูกข้าวโพดเพิ่มขึ้น (80%) และสถานการณ์การลดการปลูกข้าวโพด (ข้าวโพดลดลง 0%) และการปลูกไม้ยืนต้น 53.94% ป่าไม้ 28.56% และพืชอื่นๆ 17.7% เกิดการสูญเสียจากการคายระเหยมากขึ้น การไหลใต้ผิวดินจากด้านข้างมากขึ้น และน้ำไหลซึมลงสู่ น้ำบาดาลมากขึ้นกว่าสถานการณ์ที่มีการปลูกข้าวโพดเท่าเดิม (50%) และการปลูกข้าวโพดเพิ่มขึ้น (80%) เนื่องจากสถานการณ์ที่พื้นที่ป่าไม้เพิ่มขึ้น หรือไม้ยืนต้น ป่าไม้และพืชอื่นๆ เหล่านี้คายน้ำในช่วงกลางวันที่สูงกว่าสถานการณ์พื้นที่ที่ปลูกข้าวโพดเท่าเดิม หรือเพิ่มพื้นที่เป็น 80% ต้นไม้ใหญ่ช่วยชะลอการไหลของน้ำจึงทำให้เกิดการไหลลงด้านข้าง และไหลลงสู่ น้ำบาดาลสูงขึ้น

การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินตามสถานการณ์การคงพื้นที่ปลูกข้าวโพดและสถานการณ์การเพิ่มพื้นที่ปลูกข้าวโพดภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแบบ A2 และ B2 ส่งผลให้ปริมาณตะกอนมากที่สุด และเมื่อทำการจำลองปริมาณตะกอนในสถานการณ์ การลดจำนวนพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และสถานการณ์การปลูกไม้ยืนต้น 53.94% ป่าไม้ 28.56 % และพืชอื่นๆ 17.7% ภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแบบ A2 และ B2 ให้ปริมาณตะกอนต่ำที่สุด แสดงให้เห็นว่าเมื่อพื้นที่ป่าไม้ลดลงและพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เพิ่มมากขึ้นปริมาณตะกอนเพิ่มขึ้นเช่นกัน

ปัญหาที่พบมากในพื้นที่ศึกษา คือ 1. แหล่งน้ำ ความต้องการเร่งด่วนของชุมชนคือ ต้องการฝาย อ่างเก็บ ประปาหมู่บ้าน คลองส่งน้ำ ฝายน้ำล้น ประปาภูเขา ปรับปรุงอ่างเก็บน้ำ ขุดสระน้ำ สร้างฝาย ฝายต้นน้ำ บ่อบาดาล และถังเก็บน้ำ ทั้งเพื่อการเกษตรในช่วงฤดูแล้ง และน้ำเพื่ออุปโภคบริโภค 2. การจัดการเรื่องที่ดิน นโยบายที่ดิน การแก้ไขปัญหาที่ดินทำกินในปัจจุบัน ทุกฝ่ายต้องร่วมมือกันอย่างจริงจังในการแก้ไขปัญหาเรื่องที่ดินทำกินในสังคมไทยอย่างแท้จริง เพราะยังไม่มีนโยบายการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรมอย่างเป็นระบบ เพื่อการกระจายการถือครองที่ดินอย่างเป็นธรรม โดยการใช้มาตรการหลายมาตรการพร้อมกันในการแก้ไขปัญหาโครงสร้างการถือครองที่ดินที่เป็นอยู่ คือการปฏิรูปที่ดินโดยชุมชน เพื่อให้ชุมชนมีส่วนร่วมในการดูแลจัดการ

ทรัพยากรที่ดิน การจัดตั้งธนาคารเพื่อการปฏิรูปที่ดิน การจำกัดการถือครองที่ดิน รวมถึงการคุ้มครองพื้นที่เพื่อเกษตรกรรมซึ่งเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการแก้ไขปัญหาเรื่องที่ดินทำกินให้กับคนยากจนได้อย่างยั่งยืน 3. การปลูกพืชที่เหมาะสมกับสภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศรวมทั้งตลาดที่จะรองรับผลผลิต ข้อเสนอแนะทางด้านนโยบายที่เกี่ยวข้องคือ 1) นโยบายและแผนด้านป่าไม้และการจัดการเรื่องที่ดิน ควรมุ่งเน้นการอนุรักษ์และการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรป่าไม้และความหลากหลายทางชีวภาพอย่างยั่งยืน รักษาความสมดุลของระบบนิเวศโดยแนวทางในการปฏิรูประบบการจัดการทรัพยากร ทั้งในระดับพื้นที่และระดับนโยบาย เพื่อให้เกิดความเข้าใจร่วมกันของทุกคนในสังคมและเป็นรูปธรรม 2) นโยบายและแผนด้านการเกษตร ควรมุ่งเน้นการสร้างความร่วมมือให้แก่เกษตรกรในการรับมือและปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ รักษาความมั่นคงทางอาหาร โดยเฉพาะสำหรับประชากรและครัวเรือนที่มีรายได้น้อย ส่งเสริมการจัดการที่ดินในภาคการเกษตรอย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับศักยภาพ และมีความสมดุลระหว่างการผลิตอาหารและพลังงาน ส่งเสริมการเกษตรที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม 3) การขับเคลื่อนแผนแม่บทรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พ.ศ. 2558-2593 พื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่มมีศักยภาพเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่าแหล่งปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจึงควรเร่งรณรงค์ให้เกิดการดูแลรักษาพื้นที่ป่าไม้ ปลูกป่าไม้เพิ่มเติมในพื้นที่เสื่อมโทรม 4) การใช้เครื่องมือทางเศรษฐศาสตร์ มาตรการอุดหนุนจากภาครัฐโดยมีเงื่อนไขกติกาในการจัดรูปที่ดินให้เหมาะสมต่อการใช้ประโยชน์ที่ดินบนพื้นที่สูง และ หลักการความเต็มใจที่จะจ่ายและการยอมรับ (Willingness to Pay: WTP, Willingness to accept; WTA) โดยเฉพาะการวิเคราะห์ WTP ของเกษตรกรที่อยู่ปลายน้ำของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่มพบว่าเกษตรกรที่อาศัยอยู่บริเวณปลายน้ำบางส่วนมีความยินดีที่จะจ่ายค่าธรรมเนียมให้กับบุคคลที่อาศัยอยู่บริเวณต้นน้ำและกลางน้ำเพื่อให้ช่วยดูแลรักษาทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม ในขณะที่ WTA ของเกษตรกรที่อยู่ต้นน้ำ เกษตรกรไม่ยินดีที่จะรับค่าชดเชยหรือค่าตอบแทนใด ๆ เนื่องจากเกษตรกรในพื้นที่ต้นน้ำมีการถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจและความสำคัญของทรัพยากรป่าต้นน้ำจากรุ่นสู่รุ่น ชาวบ้านยินดีที่จะทำหน้าที่ในการดูแลรักษาผืนป่าต้นน้ำแม่แจ่มจะไม่มีค่าตอบแทนใด ๆ สำหรับ WTA ของเกษตรกรที่อยู่กลางน้ำ เกษตรกรที่อยู่กลางน้ำยินดีรับเงินสนับสนุนและช่วยเหลือจากเกษตรกรที่อยู่ปลายน้ำ เพื่อดำเนินการตามนโยบายอนุรักษ์ป่าต้นน้ำ และฟื้นฟูลุ่มน้ำแม่แจ่ม ผลการวิเคราะห์ พบว่า เกษตรกรมีความยินดีที่จะรับค่าชดเชยในดูแลรักษาทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมบริเวณผืนป่าของตนซึ่งหากมีงบประมาณก็อาจจะมีการดูแลรักษาทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมบริเวณผืนป่าที่เป็นรูปธรรมมากขึ้น อย่างไรก็ตามเกษตรกรส่วนใหญ่ในบริเวณนี้ไม่ยินดีที่จะรับค่าชดเชยเพื่อแลกกับการละทิ้งที่ทำกินหรือที่อยู่อาศัยอันเนื่องมาจากปัจจุบันพื้นที่ทำกินเหลืออยู่เพียงเล็กน้อยประกอบกับภาระค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่จำเป็นทำให้ไม่สามารถที่จะสละพื้นที่กินได้ ส่วนการย้ายที่อยู่อาศัยนั้นเกษตรกรมองว่าแทบจะเป็นไปไม่ได้เนื่องจากหากจำเป็นต้องย้ายก็ไม่คิดว่าจะสามารถปรับตัวให้เข้ากับที่อยู่อาศัยใหม่ได้

บทคัดย่อ

ปัญหาการทำการเกษตรและหมอกควันในพื้นที่สูงเป็นปัญหาซ้ำซากมักเกิดจากการเผาเศษซากวัสดุทางการเกษตร การศึกษามีวัตถุประสงค์ 4 ข้อ คือ 1) เพื่อประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ และเกษตรผสมผสาน 2) เพื่อประเมินผลผลิตและการสูญเสียธาตุอาหาร (ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส) ภายใต้สถานการณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคต ด้วยแบบจำลอง EPIC (Environmental Policy Integrated Climate) 3) เพื่อประเมินปริมาณน้ำท่าและตะกอนของแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินภายใต้สถานการณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคต ด้วยแบบจำลอง SWAT (Soil and Water Assessment Tool) และ 4) เพื่อวิเคราะห์นโยบายของรัฐบาลถึงผลกระทบของแต่ละนโยบายต่อเกษตรกรในพื้นที่ศึกษาคือ กลุ่มน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ กลุ่มเป้าหมาย ประกอบด้วย เกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ และการเกษตรแบบผสมผสาน โดยเกษตรผสมผสานในการศึกษานี้ หมายถึงระบบการเกษตรที่มีการเพาะปลูกพืชมากกว่า 2 ชนิดขึ้นไปอยู่ในพื้นที่เดียวกันโดยเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญและเกษตรกรนิยมปลูกในกลุ่มน้ำแม่แจ่ม แบบจำลอง EPIC ใช้เพื่อประเมินผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ และเกษตรผสมผสาน และการสูญเสียธาตุอาหาร (ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส) ภายใต้สถานการณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคต ต้นทุน ผลตอบแทน และการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาเศษซากวัสดุทางการเกษตรทำการคำนวณและเปรียบเทียบในแต่ละการใช้ประโยชน์ที่ดิน การประเมินปริมาณน้ำท่าและตะกอน ของแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน ภายใต้สถานการณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคตประเมินด้วยแบบจำลอง SWAT ภายใต้การจำลอง 4 สถานการณ์ คือ ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ เท่าเดิม (50%) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ลดลง (0%) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ เพิ่มขึ้น (80%) และ ปลูกไม้ผลยืนต้น 53.94% ป่าไม้ 28.56% และพืชอื่นๆ 17.7%

ผลการศึกษาสภาพเศรษฐกิจสังคมกรณีการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ และ เกษตรผสมผสาน พบว่าพื้นที่เกษตรกรรมส่วนมากอยู่นอกพื้นที่ชลประทาน จำนวนครัวเรือนระหว่าง 2-5 คนและมากที่สุด 6-8 คน ช่วงอายุที่พบมากที่สุด 31-50 ปี ประชากรจบการศึกษาระดับประถมศึกษาส่วนมากประกอบอาชีพเกษตรกรรม ประชากรมีการย้ายถิ่นไม่มาก ค่าใช้จ่ายในกระบวนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ และเกษตรผสมผสาน ประกอบด้วยค่าเช่าที่ดิน ค่าเตรียมดิน ค่าจัดการน้ำ ราคาเมล็ดพันธุ์ ค่าจ้างปลูก ค่าปุ๋ย ค่ากำจัดวัชพืช ค่าเก็บเกี่ยวผลผลิต ต้นทุนของการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อยู่ระหว่าง 1,987-4,071 บาท/ไร่ ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 876-2,083 กก./ไร่ ต้นทุนข้าวโพดเมล็ดพันธุ์อยู่ระหว่าง 1,071-3,520 บาท/ไร่ ผลผลิตเฉลี่ย 800-1,852 กก./ไร่ ต้นทุนเกษตรผสมผสานอยู่ระหว่าง 5,084-30,564 บาท/ไร่ ผลผลิตเฉลี่ย 670-8,350 กก./ไร่ และเมื่อเปรียบเทียบ B/C ratio พบว่าการปลูกเกษตรผสมผสานมีค่าเท่ากับ 2.04 ซึ่งมีความคุ้มค่ามากกว่าการปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ (1.94) และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (1.74)

ความหนาแน่นของคาร์บอนที่สะสมในดิน (soil organic carbon density: SOCD) พบว่า SOCD มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับระดับความสูงจากน้ำทะเล ปริมาณ Clay, Soil moisture และ Exchangeable Potassium และพบว่าผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และข้าวโพดเมล็ดพันธุ์มีความสัมพันธ์เชิงบวก SOCD นอกจากนี้พบว่า SOCD ของระบบเกษตรผสมผสานส่วนใหญ่สูงกว่า SOCD ในดินของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ **สำหรับการประเมินปริมาณผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ด้วยแบบจำลอง EPIC พบว่าการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศภายใต้ A2 scenarios ทั้งสองช่วงเวลาส่งผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ในทางตรงกันข้ามการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศภายใต้ B2 scenarios ทั้งสองช่วงเวลาส่งผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ จากการประเมินอิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อปริมาณผลผลิตของเกษตรผสมผสานด้วยแบบจำลอง EPIC พบว่าการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศภายใต้ A2 scenarios ทั้งสองช่วงเวลาส่งผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ในทางตรงกันข้ามการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศภายใต้ B2 scenarios ทั้งสองช่วงเวลาส่งผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ในขณะที่ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทั้ง A2 และ B2 ทั้ง 2 ช่วงเวลาส่งผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตของมันฝรั่ง และ ถั่วเหลือง การสูญเสียธาตุอาหารในดิน พบว่าปริมาณการสูญเสียไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในพื้นที่เกษตรผสมผสานน้อยกว่าพื้นที่ที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ทั้งในสถานการณ์ปัจจุบัน และภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศทั้ง 2 scenarios และทั้ง 2 ช่วงเวลา**

ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาซากวัสดุทางการเกษตรพบว่าปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาซากข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ (67%) สูงกว่าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (17.89%) และเกษตรผสมผสาน (14.82%) หากพิจารณาปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมจากการเผาซากวัสดุทางการเกษตรรายตำบลจากสูงไปต่ำดังนี้ ปางหินฝน>บ้านทับ>แม่น้ำจร>แม่ศึก>ท่าผา>กองแขก>แม่แดด>แจ่มหลวง>ช่างเคิ่ง และไม่พบการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกหลังการเก็บเกี่ยวที่บ้านจันทร์ และจำนวนสมาชิกในครัวเรือนมีอิทธิพลเชิงลบต่อปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกและเป็นเพียงปัจจัยเดียวที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการศึกษาถึงผลกระทบต่อสมมูลน้ำ ปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่แตกต่างกันโดยให้ความสำคัญที่การเพิ่ม/ลดลงของพื้นที่การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยตั้งสมมุติฐาน 4 แบบคือ มีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกข้าวโพดเท่ากับ ร้อยละ 0 ร้อยละ 50 ร้อยละ 80 และ ปลูกไม้ยืนต้น 53.94% ป่าไม้ 28.56% และพืชอื่นๆ 17.7%

ของพื้นที่ทั้งหมดภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแบบ A2 และ B2 ด้วยแบบจำลอง SWAT ผลการศึกษาพบว่าองค์ประกอบของสมดุลน้ำซึ่งได้มาจากผลรวมของค่าเฉลี่ยในแต่ละองค์ประกอบ น้ำท่าผิวดิน + น้ำจากการไหลด้านข้าง + น้ำไหลซึมลงสู่หน้าบาดาล - การสูญเสียจากการไหลซึม พบว่าปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยทั้งหมดของสถานการณ์การลดการปลูกข้าวโพด (ข้าวโพดลดลง 0%) และการปลูกไม้ยืนต้น 53.94% ป่าไม้ 28.56% และพืชอื่นๆ 17.7% ให้ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในทุกๆ การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศต่ำกว่าสถานการณ์ที่มีการปลูกข้าวโพดเท่าเดิม (50%) และการปลูกข้าวโพดเพิ่มขึ้น (80%) การลดการปลูกข้าวโพด (ข้าวโพดลดลง 0%) และการปลูกไม้ยืนต้น 53.94% ป่าไม้ 28.56% และพืชอื่นๆ 17.7% พบว่าการสูญเสียจากการคายระเหยสูงขึ้น การไหลใต้ผิวดินจากด้านข้างมากขึ้น และน้ำไหลซึมลงสู่หน้าบาดาลมากขึ้นกว่าสถานการณ์ที่มีการปลูกข้าวโพดเท่าเดิม (50%) และการปลูกข้าวโพดเพิ่มขึ้น (80%) เนื่องจากสถานการณ์ที่พื้นที่ป่าไม้เพิ่มขึ้น หรือไม้ยืนต้น ป่าไม้และพืชอื่นๆ เหล่านี้คายน้ำในช่วงกลางวันที่สูงกว่าสถานการณ์พื้นที่ที่ปลูกข้าวโพดเท่าเดิมหรือเพิ่มพื้นที่เป็น 80% และต้นไม้ใหญ่ช่วยชะลอการไหลของน้ำจึงทำให้เกิดการไหลลงด้านข้าง และน้ำไหลสู่หน้าบาดาลสูงขึ้น ผลการจำลองปริมาณตะกอนในสถานการณ์การลดจำนวนพื้นที่ปลูกข้าวเลี้ยงสัตว์ และสถานการณ์การปลูกไม้ยืนต้น 53.94% ป่าไม้ 28.56 % และพืชอื่นๆ 17.7% ภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศแบบ A2 และ B2 ให้ปริมาณตะกอนต่ำที่สุดแสดงให้เห็นว่าเมื่อพื้นที่ป่าไม้ลดลงและพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เพิ่มมากขึ้นปริมาณตะกอนเพิ่มขึ้นเช่นกัน

ปัญหาในพื้นที่ศึกษาพบว่า 1. แหล่งน้ำ ความต้องการเร่งด่วนคือ ฝาย อ่างเก็บน้ำในลำห้วยสาขา ประปาหมู่บ้าน คลองส่งน้ำ ฝายน้ำล้น ประปาภูเขา ปรับปรุงอ่างเก็บน้ำ ขุดสระน้ำ สร้างฝาย ฝายต้นน้ำ บ่อ บาดาล และถังเก็บน้ำ ทั้งเพื่อการเกษตรในช่วงฤดูแล้งและน้ำเพื่ออุปโภคบริโภค 2. การจัดการเรื่องที่ดิน นโยบายที่ดินการแก้ไขปัญหาที่ดินทำกินอยู่ในปัจจุบัน ทุกฝ่ายต้องร่วมมือกันอย่างจริงจังในการแก้ไขปัญหาเรื่องที่ดินทำกินในสังคมไทยอย่างแท้จริง เพราะยังไม่มีนโยบายการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรมอย่างเป็นระบบ เพื่อการกระจายการถือครองที่ดินอย่างเป็นธรรม โดยการใช้มาตรการหลายมาตรการพร้อมกันในการแก้ไขปัญหาโครงสร้างการถือครองที่ดินที่เป็นอยู่ คือการปฏิรูปที่ดินโดยชุมชนเพื่อให้ชุมชนมีส่วนร่วมในการดูแล จัดการทรัพยากรที่ดิน การจัดตั้งธนาคารเพื่อการปฏิรูปที่ดิน การจำกัดการถือครองที่ดิน รวมถึงการคุ้มครองพื้นที่เพื่อเกษตรกรรมซึ่งเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการแก้ไขปัญหาเรื่องที่ดินทำกินให้กับคนยากจนได้อย่างยั่งยืน 3. การปลูกพืชที่เหมาะสมกับสภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศรวมทั้งตลาดที่จะรองรับผลผลิต ข้อเสนอแนะทางด้านนโยบายที่เกี่ยวข้องคือ 1) นโยบายและแผนด้านป่าไม้และการจัดการเรื่องที่ดิน ควรมุ่งเน้นการอนุรักษ์ และการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรป่าไม้และความหลากหลายทางชีวภาพอย่างยั่งยืน รักษาความสมดุลของระบบนิเวศ โดยแนวทางในการปฏิรูประบบการจัดการทรัพยากร ทั้งในระดับพื้นที่และระดับนโยบายเพื่อให้

เกิดความเข้าใจร่วมกันของทุกคนในสังคมและเป็นรูปธรรม 2) นโยบายและแผนด้านการเกษตร ควรมุ่งเน้นการสร้างความร่วมมือให้แก่เกษตรกรในการรับมือและปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ รักษาความมั่นคงทางอาหาร โดยเฉพาะสำหรับประชากรและครัวเรือนที่มีรายได้น้อย ส่งเสริมการจัดการที่ดินในภาคการเกษตรอย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับศักยภาพ และมีความสมดุลระหว่างการผลิตอาหารและพลังงาน ส่งเสริมการเกษตรที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม 3) การขับเคลื่อนแผนแม่บทรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พ.ศ. 2558-2593 พื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่มมีศักยภาพเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่าแหล่งปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก นโยบายด้านการดูแลรักษาป่าไม้และการปลูกป่าในพื้นที่เสื่อมโทรมจึงควรเร่งดำเนินการ 4) การใช้เครื่องมือทางเศรษฐศาสตร์ มาตราการอุดหนุนจากภาครัฐโดยมีเงื่อนไขกติกาในการจัดรูปที่ดินให้เหมาะสมต่อการใช้ประโยชน์ที่ดินบนพื้นที่สูง และหลักการความเต็มใจที่จะจ่ายและการยอมรับ โดยเฉพาะ WTP (Willing to pay) ของเกษตรกรที่อยู่ปลายน้ำของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่มพบว่าเกษตรกรที่อาศัยอยู่บริเวณปลายน้ำบางส่วนมีความยินดีที่จะจ่ายค่าธรรมเนียมให้กับบุคคลที่อาศัยอยู่บริเวณต้นน้ำและกลางน้ำในขณะเดียวกัน WTA (willing to accept) ของเกษตรกรที่อยู่ต้นน้ำเกษตรกรไม่ยินดีที่จะรับค่าชดเชยหรือค่าตอบแทนใดๆ เนื่องจากเกษตรกรในพื้นที่ต้นน้ำมีการถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจและความสำคัญของทรัพยากรป่าต้นน้ำจากรุ่นสู่รุ่นและชาวบ้านก็ยินดีที่จะทำหน้าที่ในการดูแลรักษาผืนป่าต้นน้ำแม้จะไม่มีค่าตอบแทนใด ๆ แต่ WTA ของเกษตรกรที่อยู่กลางน้ำยินดีรับเงินสนับสนุนและช่วยเหลือจากเกษตรกรที่อยู่ปลายน้ำ เพื่อดำเนินการตามนโยบายอนุรักษ์ป่าต้นน้ำและฟื้นฟูลุ่มน้ำแม่แจ่ม อย่างไรก็ตามเกษตรกรส่วนใหญ่ในบริเวณนี้ไม่ยินดีที่จะรับค่าชดเชยเพื่อแลกกับการละทิ้งที่ทำกินหรือที่อยู่อาศัยอันเนื่องมาจากปัจจุบันเกษตรกรเหลือพื้นที่ทำกินอยู่เพียงเล็กน้อย

คำสำคัญ ลุ่มน้ำแม่แจ่ม ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เกษตรผสมผสาน การเพาะซากวัสดุทางการเกษตร การสูญเสียธาตุอาหาร ปริมาณน้ำท่าและตะกอน พื้นที่สูง

Abstract

The problem of farming and haze in the highlands is a repetitive problem, which is usually caused by burning crop residues. Thus, four objectives are: 1) to evaluate landuse efficiency in maize/maize seed planting, and integrated farming using crop yields evaluation, cost and return analysis, and greenhouse gas (GHG) emissions from burning crop residues under current condition; 2) to evaluate crop yields and nutrient losses (Nitrogen (N) and Phosphorus (P)) under climate change scenarios employing EPIC model; 3) to estimate water runoff and sediment of each landuse patterns under climate change scenarios; and 4) to investigate and analyze government policies implication impacting on the farmers. The study area is Mae Chaem Watershed, Chiang Mai province. The target group consists of farmers who grow maize/maize seed and integrated farming. Integrated farming in this study refers to agricultural systems that have been planted over two or more species in the same area. It is an economic crop. The important and popular growers in the Mae Chaem Watershed. The EPIC (Environmental Policy Integrated Climate) model was used to assess the yield of maize/maize seed and integrated farming and loss of nutrients (nitrogen and phosphorus) under future climate scenarios. Cost-return and the emission of greenhouse gases from the combustion of agricultural residual have been calculated and compared in each land use. Estimation of runoff and sedimentation of each land use pattern under future climate scenarios have been evaluated by the Soil and Water Assessment Tool (SWAT) under four scenarios namely maize/maize seed (50%), maize/maize seed (0%), maize/maize seed (80%) and the perennial plantations (53.94%), forest (28.56%) and other plants (17.7%).

The results of socio-economic in case of maize/maize seed and integrated farming found that most of the agricultural land was outside irrigation. Households have a population between 2-5 people and at most 6-8 people. Age range of the most common population is 31-50 years old. Most of the population graduated from elementary school and is engaged in agriculture. Population migrate is not much. The cost of the plant maize/maize seed and integrated farming include land rental, soil management, water management, seed price, planting cost, fertilizer, weed control and harvesting. The cost of maize cultivation was between 1,987-4,071 baht/rai and the average yield was 876-2,083 kg/rai. Maize seed cost ranged between 1,071-3,520 baht/rai and average yield was 800-1,852 kg/rai. The integrated farming cost ranged between 5,084-30,564 baht/rai and the average yield was 670-8,350 kg/rai. Comparing B/C ratio, the integrated farming was 2.04 which was more cost effective than planting maize seeds (1.94) and maize (1.74), respectively.

Soil organic carbon density (SOCD) showed that SOCD was positively correlated with elevation, clay content, soil moisture and Exchangeable Potassium. It was found that the yields of maize/maize seeds were positively correlated with SOCD. In addition, the concentration of SOCD in

the soil of integrated farming are higher than the SOCD accumulated in the soil of maize/maize seed. For evaluating the yield of maize / maize seed under climate change, with models EPIC found that climate change under A2 scenarios both periods were affected in a positive yield maize. On the other hand climate change under B2 scenarios, both periods, negatively affected maize/maize seed yield. The impact of climate change on integrated farming yields with the EPIC model revealed that climate change under both scenarios A2 have a positive impact on maize/maize seed yield. On the other hand Climate change under B2 scenarios for both periods have negatively affect the yield of maize/maize seed. While under climate change A2 and B2 scenarios and both periods positively affect the yield of potatoes and soybeans. The loss of nutrients in the soil showed that the amount of nitrogen and phosphorus loss in the integrated farming was less than that of the maize/maize seed planted in the present situation and under the climate change A2 and B2 scenarios and in two periods.

The amount of greenhouse gas emissions from the burning of agricultural residual, it was found that the amount of greenhouse gas emissions from maize seed (67%) was higher than that of maize (17.89%) and integrated farming (14.82%), respectively. Considering the amount of greenhouse gas emissions from the burning of agricultural residual in the district from high to low as follows, Pang Hin Phon > Ban Thup> Mae Na Jon> Mae Suk> Tha Pha> Gong Khag> Mae Dad> Chamlong> Chang Khoung and no post-harvest greenhouse gases was released at Ban Chan. And the number of household members has a negative influence on the amount of greenhouse gas emissions and is the only factor that has a statistically significant relationship. The study on the effect on water balance, runoff and sedimentation under different land use change scenarios emphasized the increase/decrease of maize planting area by 4 hypothesis namely changed the planting area of maize to the same percentage 0%, 50 %, 80 % and planting perennial 53.94%, forest 28.56% and other plants 17.7%, respectively under climate change A2 and B2 scenarios by SWAT model. The results show that the composition of the water balance is derived from the sum of the mean values for each of the components: surface runoff + water from the lateral flow + inflow water into the groundwater - loss of seepage. It was found the reduction in maize planting (maize fell by 0%) and perennial plantings (53.94%), forest (28.56%) and other plants (17.7%) showed that the average flow in all climate change scenarios was low. The situation where the forest area increases or the perennial increase have resulted in higher daytime respiration than the situation of planting maize is the same or increase the area of maize to 80% because the large trees help slow down the flow of water, causing the flow down the side and the water flowing into the groundwater under A2 and B2 climate change scenarios. As a result, the lowest amount of sediment is obtained. It shows that when the forest area is reduced and the area of maize growing. The amount of sediment is also increased.

Problems in the study area found that: 1. water resources. Community needs weir reservoir in the creek village canal, weir, improved reservoirs, digging ponds, building dams, upstream wells, and water tanks both for agriculture in the dry season and water for consumption. 2. Land Management and Land Policy, in the present, all parties must seriously cooperate in resolving the problems of real estate in Thai society because there is no systematic reform of agricultural land. Fair land distribution by implementing several measures simultaneously to solve the problem of land available will be attended by the communities involved. Establishment of Land Reform Bank, restriction of land holdings, the coverage area for agricultural use these are as a basis. These are the keys to solve the problem of arable land to the poor in a sustainable manner. 3. Planting suitable for terrain and climatic conditions as well as markets to support yield. Policy recommendations in Mae Chaem watershed include 1) Forestry Policy and land management, the focus should be on conservation and sustainable use of forest resources and biodiversity, maintain ecological balance, guidelines for reforming the resource management system both at the regional and policy levels to achieve mutual understanding of all people in society and substantial. 2) Agricultural Policy and Plan, the focus should be on providing farmers with the means to cope with and adapt to climate change, food security, especially for the population and households with low income, promote effective land management in agriculture, consistent with potential and there is a balance between food production and energy, promote agricultural friendly environment. 3) Driving the Climate Change Master Plan 2015-2093, Mae Chaem Watershed has the potential to carbon dioxide sink than the sources. It is a great time to accelerate forest maintenance and rehabilitate degraded forests. 4) The use of economic tools, government subsidies, with the conditions for land alignment, are appropriate for highland land use and the willingness to pay and acceptance (WTP/WTa). The WTP found that farmers who live downstream area, some are willing to pay a fee to people who live upstream and midstream. At the same time, WTa analysis of upstream, farmers are not willing to receive any compensation. The farmers in the upstream area have been able to transfer knowledge and understanding of upstream forest resources from generation to generation. And villagers are willing to take care of the upstream forest without any compensation. But the WTa's farmers in the middle of the watershed will be financially supported and assisted by downstream farmers to implement the upstream forest conservation policy and rehabilitation of Mae Chaem watershed. However, the most farmers in this area are not willing to receive compensation for the abandonment of their livelihoods or homes due to the fact that farmers are left with only a small amount of land.

Keywords Mae Chaem watershed, Maize/maize seed, Integrated farming, Burning crop residues, Nutrient losses, Water runoff and sediment, Highland

สารบัญ

กิตติกรรมประกาศ	i
บทสรุปสำหรับผู้บริหาร (Executive Summary)	ii
บทคัดย่อ	vii
Abstract	xi
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 กรอบแนวคิดงานวิจัย	3
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม	
2.1 สถานการณ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของโลกและประเทศไทย	4
2.1.1 ทวีโลก	4
2.1.2 ในประเทศ	5
2.1.3 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ไทยภายใต้กรอบ AEC ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน	6
2.2 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	8
2.3 การประเมินความเปราะบางของผลผลิตทางการเกษตร การชะล้างพังทลายของดิน และการสูญเสียธาตุอาหารพืช	9
2.4 การประเมินสมมูลน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำ	13
2.5 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศกับผลผลิตทางการเกษตรในประเทศไทย	15
2.6 สภาพปัญหาของการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทย	16
2.7 ปัญหาหมอกควันในเชียงใหม่	20
บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย	
3.1 ขอบเขตการศึกษา	23
3.1.1 กลุ่มเป้าหมาย	23
3.1.2 การผลิตสินค้าเกษตร	23
3.1.3 ขอบเขตด้านพื้นที่	23
3.1.4 ขอบเขตด้านตัวแปร	23
3.1.5 ข้อจำกัดของการศึกษา	24
3.2 ขั้นตอนการวิจัย	24
3.2.1 ทบทวนวรรณกรรม กำหนดพื้นที่ศึกษา และ กลุ่มตัวอย่าง	24
3.2.2 การเตรียมฐานข้อมูลสำหรับแบบจำลอง EPIC และ SWAT	29
3.3 การประเมินผลกระทบของอากาศจากการเผาเศษซากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	40

3.3.1 การประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse gases (GHG) emissions estimation)	40
3.3.2 การคำนวณ activity data	42
3.3.3 การสำรวจภาคสนาม (Ground observation) และการสำรวจข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม (Questionnaire survey)	42
3.4 การประเมินต้นทุนและผลตอบแทน (Cost and return) ของเกษตรกร	44
3.5 การศึกษาเปรียบเทียบการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ กับระบบเกษตรทางเลือก	45
3.6 วิเคราะห์นโยบายของรัฐบาล	45
บทที่ 4 สภาพเศรษฐกิจและสังคม และต้นทุน และรายรับจากการทำการเกษตร	
4.1 สภาพเศรษฐกิจและสังคม	47
4.1.1 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	47
4.1.2 ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์	53
4.1.3 เกษตรผสมผสาน	56
4.2 ต้นทุนและรายรับจากการทำการเกษตร	62
4.2.1 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	63
4.2.2 ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์	73
4.2.3 เกษตรผสมผสาน	77
4.3 การเปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทนของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ และเกษตรผสมผสาน	92
บทที่ 5 การประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ที่ดิน	
5.1 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์และปัจจัยที่มีผลต่อการสะสมคาร์บอนในดินในพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และข้าวโพดเมล็ดพันธุ์	95
5.1.1 การคำนวณความหนาแน่นของคาร์บอนที่สะสมในดิน (soil organic carbon density; SOCD)	95
5.1.2 การวิเคราะห์ข้อมูล	96
5.1.3 คุณสมบัติของดินในพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และข้าวโพดเมล็ดพันธุ์	96
5.1.4 ปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของความหนาแน่นของคาร์บอนที่สะสมในดิน	101
5.1.5 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของคาร์บอนที่สะสมในดินและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และข้าวโพดเมล็ดพันธุ์	107
5.2 การประเมินผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ และเกษตรผสมผสาน ในสถานการณ์ปัจจุบัน	113
5.2.1 ข้อมูลสภาพอากาศ (weather data)	113
5.2.2 ข้อมูลพืชและการจัดการพืช (crop data and crop management data)	116
5.2.3 การตรวจสอบความน่าเชื่อถือและประสิทธิภาพของแบบจำลอง EPIC	119

5.2.4 การประเมินผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ และ เกษตรผสมผสาน ด้วยแบบจำลอง EPIC	121
5.3 การประเมินผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ และเกษตรผสมผสาน ในอนาคตภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	126
5.3.1 การประเมินผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ในอนาคตภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	126
5.3.2 การประเมินผลผลิตเกษตรผสมผสานในอนาคตภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	131
5.4 การประเมินการสูญเสียธาตุอาหาร (ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส) ภายใต้สถานการณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคต	136
5.5 สรุป	138
5.5.1 ความหนาแน่นของคาร์บอนที่สะสมในดิน	138
5.5.2 การประเมินปริมาณผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ด้วยแบบจำลอง EPIC	139
5.5.3 การสูญเสียธาตุอาหารในดิน	140
บทที่ 6 การจัดการเศษซากวัสดุทางเกษตร และการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาเศษซากวัสดุทางการเกษตร	
6.1 การจัดการเศษซากวัสดุทางการเกษตร และการประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาเศษซากวัสดุทางการเกษตร ในปัจจุบัน	141
6.1.1 การจัดการเศษซากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์	141
6.1.2 การจัดการซากพืชทางการเกษตรของการทำการเกษตรผสมผสาน	151
6.1.3 การเปรียบเทียบการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกระหว่างการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ และการทำการเกษตรผสมผสาน	158
6.1.4 สรุป	158
บทที่ 7 การประมาณการสมมูลน้ำ น้ำท่าและตะกอนของแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน ภายใต้สถานการณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคต ด้วยแบบจำลอง SWAT	
7.1 อุณหภูมิ (°C) บริเวณลุ่มน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่	160
7.2 ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร) บริเวณลุ่มน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่	161
7.3. สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่	163
7.4 การใช้น้ำของภาคการเกษตรบริเวณลุ่มน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่	167
7.5 การปรับใช้แบบจำลอง SWAT เพื่อจำลองปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนบริเวณลุ่มน้ำแม่แจ่ม	167
7.5.1 การสอบเทียบแบบจำลอง (Calibrate model)	167
7.5.2 ผลการสอบเทียบ (Calibration) ปริมาณน้ำท่า	169
7.5.3 ผลการสอบเทียบ (Calibration) ปริมาณตะกอน	170

7.5.4 ผลการตรวจสอบ (Validation) ปริมาณน้ำท่า	170
7.5.5 ผลการตรวจสอบ (Validation) ปริมาณตะกอน	171
7.6 การประเมินปริมาณน้ำท่าภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำแม่แจ่ม	172
7.7 องค์ประกอบของสมมูลน้ำ	181
7.8 การประเมินปริมาณตะกอนภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำแม่แจ่ม	185
7.9 ข้อเสนอแนะต่อการใช้แบบจำลอง SWAT ในการประเมินปริมาณน้ำท่าในอนาคต	194
7.10 สรุป	194
บทที่ 8 การวิเคราะห์กฎหมายและนโยบายพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่ม	163
8.1 กฎหมาย/พระราชบัญญัติและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการทำการเกษตรในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่ม	197
8.1.1 กรมป่าไม้ กฎหมายที่เกี่ยวข้อง	197
8.1.2 อุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช กฎหมายที่เกี่ยวข้อง	197
8.2 แผน/ยุทธศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับลุ่มน้ำแม่แจ่ม	198
8.3 นโยบายการบริหารจัดการที่ดินของรัฐ คณะกรรมการนโยบายที่ดินของรัฐ (คทช.)	198
8.4 สถานการณ์ป่าชุมชน	199
8.5 กระบวนการกำหนดทิศทางในการพัฒนาและบริหารจัดการ “แม่แจ่มโมเดล”	200
8.6 Roadmap ของเป้าหมายระยะต่างๆ ในแผนแม่บทรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พ.ศ. 2558-2593	201
8.6.1 แผนการดำเนินการระยะสั้น (2559)	201
8.6.2 แผนการดำเนินการระยะกลาง (2563)	202
8.6.3 แผนการดำเนินการระยะยาว (2593) และต่อเนื่อง	203
8.7 สภาพปัญหาในพื้นที่	204
8.8 ความต้องการของประชาชน	206
8.9 บทวิเคราะห์นโยบายและข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย	209
8.9.1 นโยบายและแผนด้านป่าไม้และการจัดการเรื่องที่ดิน	209
8.9.2 นโยบายและแผนด้านการเกษตร	210
8.9.3 การขับเคลื่อนแผนแม่บทรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พ.ศ. 2558-2593	211
8.9.4 การใช้เครื่องมือทางเศรษฐศาสตร์	211
8.9.5 บทวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน และนโยบาย	241
บทที่ 9 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	184
9.1 สรุป	244
9.1.1 ต้นทุนและรายรับ	244

9.1.2 ความหนาแน่นของคาร์บอนที่สะสมในดิน (Soil Organic Carbon Density; SOCD)	244
9.1.3 การประเมินปริมาณผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ด้วยแบบจำลอง EPIC	245
9.1.4 การสูญเสียธาตุอาหารในดิน	246
9.1.5 ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาเศษซาก	246
9.1.6 สมดุลน้ำ ปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอน	246
9.1.7 กฎหมายและมาตรการที่เกี่ยวข้อง	246
9.2 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย	248
9.2.1 นโยบายและแผนด้านป่าไม้และการจัดการเรื่องที่ดิน	248
9.2.2 นโยบายและแผนด้านการเกษตร	249
9.2.3 การขับเคลื่อนแผนแม่บทรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พ.ศ. 2558-2593	250
9.2.4 กลไกเชิงเศรษฐศาสตร์	250
เอกสารอ้างอิง	252
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก	263
ภาคผนวก ข	268
ภาคผนวก ค	270
ภาคผนวก ง	272
ภาคผนวก จ	274
ภาคผนวก ฉ	281

สารบัญรูป

รูปที่ 1- 1 กรอบแนวความคิด	3
รูปที่ 2- 1 พื้นที่เพาะปลูก ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ ของประเทศผู้ผลิตที่สำคัญ 11 อันดับแรก ปี 2557/2558	5
รูปที่ 2- 2 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เพื่อที่เพาะปลูก เนื้อที่เก็บเกี่ยว และผลผลิต (2548-2557)	6
รูปที่ 2- 3 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ผลผลิตต่อไร่ (2548-2557) (ก) และ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ราคาที่เกษตรกรขายได้ (2548-2557) (ข)	6
รูปที่ 2- 4 วงจรอุทกวิทยาของแบบจำลอง SWAT (Neitsch et al., 2005)	14
รูปที่ 2- 5 พื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ อ. แม่แจ่ม	17
รูปที่ 3- 1 พื้นที่ศึกษา	25
รูปที่ 3- 2 หน่วยย่อยของข้อมูล (ก) ลุ่มน้ำแม่แจ่มตอนบน และ (ข) ลุ่มน้ำแม่แจ่มตอนล่าง	31
รูปที่ 3- 3 กระบวนการของแบบจำลอง EPIC และ ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS)	38
รูปที่ 4- 1 ร้อยละของพื้นที่ในแต่ละตำบลที่ทำการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่อยู่ใน/นอกเขตพื้นที่ ชลประทาน	50
รูปที่ 4- 2 ร้อยละของจำนวนคนในครัวเรือนในแต่ละตำบลที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	50
รูปที่ 4- 3 ร้อยละของช่วงอายุของประชากรในครัวเรือนที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในแต่ละตำบล	51
รูปที่ 4- 4 ร้อยละของระดับการศึกษาของประชากรในครัวเรือนที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในแต่ละตำบล	51
รูปที่ 4- 5 ร้อยละของอาชีพของประชากรในครัวเรือนที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในแต่ละตำบล	52
รูปที่ 4- 6 ร้อยละของการอยู่อาศัยของประชากรในครัวเรือนที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในแต่ละตำบล	52
รูปที่ 4- 7 ร้อยละของพื้นที่ในแต่ละตำบลที่ทำการเพาะปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ที่อยู่ใน/นอกเขตพื้นที่ ชลประทาน	54
รูปที่ 4- 8 ร้อยละของจำนวนคนในครัวเรือนในแต่ละตำบลที่เพาะปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์	54
รูปที่ 4- 9 ร้อยละของช่วงอายุของประชากรในครัวเรือนที่เพาะปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ในแต่ละตำบล	55
รูปที่ 4- 10 ร้อยละของระดับการศึกษาของประชากรในครัวเรือนที่เพาะปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ในแต่ละตำบล	55

รูปที่ 4- 11 ร้อยละของอาชีพของประชากรในครัวเรือนที่เพาะปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ในแต่ละตำบล	56
รูปที่ 4- 12 ร้อยละของการอยู่อาศัยของประชากรในครัวเรือนที่เพาะปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ในแต่ละตำบล	56
รูปที่ 4- 13 ร้อยละของพื้นที่ในแต่ละตำบลที่ทำการเกษตรผสมผสานที่อยู่ใน/นอกเขตพื้นที่ชลประทาน	60
รูปที่ 4- 14 ร้อยละของจำนวนคนในครัวเรือนในแต่ละตำบลที่ทำการเกษตรผสมผสาน	60
รูปที่ 4- 15 ร้อยละของช่วงอายุของประชากรในครัวเรือนที่ทำการเกษตรผสมผสานในแต่ละตำบล	61
รูปที่ 4- 16 ร้อยละของระดับการศึกษาของประชากรในครัวเรือนที่ทำการเกษตรผสมผสานในแต่ละตำบล	61
รูปที่ 4- 17 ร้อยละของอาชีพของประชากรในครัวเรือนที่ทำการเกษตรผสมผสานในแต่ละตำบล	62
รูปที่ 4- 18 ร้อยละของการอยู่อาศัยของประชากรในครัวเรือนที่ทำการเกษตรผสมผสานในแต่ละตำบล	62
รูปที่ 4- 19 ต้นทุนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ตำบลแม่ศึก	65
รูปที่ 4- 20 ต้นทุนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ตำบลแม่่นาจร	66
รูปที่ 4- 21 ต้นทุนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ตำบลท่าผา	67
รูปที่ 4- 22 ต้นทุนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ตำบลปางหินฝน	68
รูปที่ 4- 23 ต้นทุนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ตำบลกองแขก	69
รูปที่ 4- 24 ต้นทุนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ตำบลบ้านทับ	70
รูปที่ 4- 25 ต้นทุนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ตำบลช่างเคิ่ง	71
รูปที่ 4- 26 ต้นทุนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ตำบลแม่แดด	72
รูปที่ 4- 27 ต้นทุนการปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ตำบลท่าผา	74
รูปที่ 4- 28 ต้นทุนการปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ตำบลกองแขก	75
รูปที่ 4- 29 ต้นทุนการปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ตำบลช่างเคิ่ง	76
รูปที่ 4- 30 ต้นทุนการปลูกพืชเกษตรผสมผสาน ตำบลแม่ศึก	79
รูปที่ 4- 31 ต้นทุนการปลูกพืชเกษตรผสมผสาน ตำบลท่าผา	80
รูปที่ 4- 32 ต้นทุนการปลูกพืชเกษตรผสมผสาน ตำบลปางหินฝน	81
รูปที่ 4- 33 ต้นทุนการปลูกพืชเกษตรผสมผสาน ตำบลกองแขก	82
รูปที่ 4- 34 ต้นทุนการปลูกพืชเกษตรผสมผสาน ตำบลบ้านทับ	84
รูปที่ 4- 35 ต้นทุนการปลูกพืชเกษตรผสมผสาน ตำบลช่างเคิ่ง	85
รูปที่ 4- 36 ต้นทุนการปลูกพืชเกษตรผสมผสาน ตำบลแจ่มหลวง	86
รูปที่ 4- 37 ต้นทุนการปลูกพืชเกษตรผสมผสาน ตำบลบ้านจันทร์	87

รูปที่ 4- 38 ต้นทุนการปลูกพืชเกษตรผสมผสาน ตำบลแม่แดด	88
รูปที่ 4- 39 เปรียบเทียบต้นทุนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ และเกษตรผสมผสาน	93
รูปที่ 4- 40 เปรียบเทียบต้นทุน ผลตอบแทน และกำไร ระหว่างข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ และเกษตรผสมผสาน	93
รูปที่ 5- 1 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของคาร์บอนที่สะสมในดินและความสูงจากระดับน้ำทะเล	100
รูปที่ 5- 2 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของคาร์บอนที่สะสมในดินและปริมาณดินเหนียว	100
รูปที่ 5- 3 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของคาร์บอนที่สะสมในดินและความชื้นในดิน	101
รูปที่ 5- 4 การเปรียบเทียบความแตกต่างของความหนาแน่นของคาร์บอนที่สะสมในดิน ในแต่ละระดับความสูงจากระดับทะเล (a, b และ c แสดงความถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%)	105
รูปที่ 5- 5 การเปรียบเทียบความแตกต่างของความหนาแน่นของคาร์บอนที่สะสมในดิน ในแต่ละระดับชั้นความลึก ของแต่ละระดับความสูงจากระดับทะเล (a, b และ c แสดงความถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%)	105
รูปที่ 5- 6 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของคาร์บอนที่สะสมในดินและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และข้าวโพดเมล็ดพันธุ์	108
รูปที่ 5- 7 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนรายเดือน ปีฐาน (ค.ศ. 2006-2015) และ ภายใต้ climate scenarios A2 และ B2 บริเวณลุ่มน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่	114
รูปที่ 5- 8 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิรายเดือนปีฐาน (ค.ศ. 2006-2015) และ ภายใต้ climate scenarios A2 และ B2 บริเวณลุ่มน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่	115
รูปที่ 5- 9 แผนที่แสดงปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ กรณี Baseline	123
รูปที่ 5- 10 แผนที่แสดงปริมาณผลผลิตของเกษตรผสมผสาน กรณี Baseline	125
รูปที่ 5- 11 แผนที่แสดงปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ภายใต้ A2 scenarios ช่วงปี ค.ศ. 2016-2031	127
รูปที่ 5- 12 แผนที่แสดงปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ภายใต้ A2 scenarios ช่วงปี ค.ศ. 2032-2046	128
รูปที่ 5- 13 แผนที่แสดงปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ภายใต้ B2 scenarios ช่วงปี ค.ศ. 2016-2031	129
รูปที่ 5- 14 แผนที่แสดงปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ภายใต้ B2 scenarios ช่วงปี ค.ศ. 2032-2046	130

รูปที่ 5- 15 แผนที่แสดงปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ของเกษตรกรผสมผสานภายใต้ A2 scenarios ช่วงปี ค.ศ. 2016-2031	132
รูปที่ 5- 16 แผนที่แสดงปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ของเกษตรกรผสมผสานภายใต้ A2 scenarios ช่วงปี ค.ศ. 2032-2046	133
รูปที่ 5- 17 แผนที่แสดงปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ของเกษตรกรผสมผสานภายใต้ B2 scenarios ช่วงปี ค.ศ. 2016-2031	134
รูปที่ 5- 18 แผนที่แสดงปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ของเกษตรกรผสมผสานภายใต้ B2 scenarios ช่วงปี ค.ศ. 2032-2046	135
รูปที่ 6- 1 แสดงช่วงเวลาในการเผาซากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์	142
รูปที่ 6- 2 วิธีการจัดการซากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์	144
รูปที่ 6- 3 วิธีการจัดการซากพืชข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ของแต่ละพื้นที่	144
รูปที่ 6- 4 ช่วงระยะเวลาในการเผาซากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์	146
รูปที่ 6- 5 ช่วงระยะเวลาในการเผาซากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ของแต่ละพื้นที่	146
รูปที่ 6- 6 เวลาที่ใช้ในการเผาซากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์	147
รูปที่ 6- 7 แสดงช่วงเวลาในการเผาซากพืชทางการเกษตรของการทำการเกษตรผสมผสาน	151
รูปที่ 6- 8 วิธีการจัดการซากพืชทางการเกษตรของการทำการเกษตรผสมผสาน	153
รูปที่ 6- 9 วิธีการจัดการซากพืชทางการเกษตรของการทำการเกษตรผสมผสานของแต่ละพื้นที่	154
รูปที่ 6- 10 ช่วงระยะเวลาในการเผาซากพืชทางการเกษตรของการทำการเกษตรผสมผสาน	155
รูปที่ 6- 11 การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมจากการเผาเศษซาก (กก/ไร่/ปี)	159
รูปที่ 7- 1 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิรายเดือน บริเวณลุ่มน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่	161
รูปที่ 7- 2 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนรายเดือน บริเวณลุ่มน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่	162
รูปที่ 7- 3 ภาพถ่ายดาวเทียมแสดงพื้นที่บริเวณลุ่มน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ (2560)	163
รูปที่ 7- 4 พื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในตำบลช่างเคิ่ง อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ (1)	164
รูปที่ 7- 5 พื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แนวเขาในตำบลกองแขก อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ (2)	164
รูปที่ 7- 6 พื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แนวเขาในตำบลบ้านทับ อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ (3)	164
รูปที่ 7- 7 แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ (คณะทำงาน, 2560)	165
รูปที่ 7- 8 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัด ณ สถานี P14A กับปริมาณน้ำท่าจากแบบจำลอง	169

รูปที่ 7- 9 กราฟเปรียบเทียบปริมาณตะกอนที่ได้จากการตรวจวัด ณ สถานี P14 กับปริมาณตะกอน จากแบบจำลอง	170
รูปที่ 7- 10 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัด กับปริมาณน้ำท่าจากแบบจำลอง	171
รูปที่ 7- 11 กราฟเปรียบเทียบปริมาณตะกอนที่ได้จากการตรวจวัด กับปริมาณตะกอนจากแบบจำลอง	171
รูปที่ 7- 12 เปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าในสถานการณ์ที่พื้นที่ปลูกข้าวโพดเท่าเดิม (50%)	173
รูปที่ 7- 13 เปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าในสถานการณ์ที่พื้นที่ปลูกข้าวโพดลดลง (0%)	174
รูปที่ 7- 14 เปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าในสถานการณ์ที่พื้นที่ปลูกข้าวโพดเพิ่มขึ้น (80%)	174
รูปที่ 7- 15 เปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าในสถานการณ์ที่พื้นที่ปลูกไม้ยืนต้น (53.94%) พื้นที่ป่า 28.56% และพื้นที่อื่นๆ 17.7%	175
รูปที่ 7- 16 กราฟแสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่าและน้ำฝนภายใต้สถานการณ์การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เท่าเดิม (ก) A2: 2016-2031, (ข) A2: 2032-2046, (ค) B2: 2016-2031, (ง) B2: 2032-2046	178
รูปที่ 7- 17 กราฟแสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่าและน้ำฝนภายใต้สถานการณ์การลดพื้นที่การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (ก) A2: 2016-2031, (ข) A2: 2032-2046, (ค) B2: 2016-2031, (ง) B2: 2032-2046	179
รูปที่ 7- 18 กราฟแสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่าและน้ำฝนภายใต้สถานการณ์ การเพิ่มพื้นที่การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (ก) A2: 2016-2031, (ข) A2: 2032-2046, (ค) B2: 2016-2031, (ง) B2: 2032-2046	180
รูปที่ 7- 19 กราฟแสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่าและน้ำฝนภายใต้สถานการณ์การปลูกไม้ผลยืนต้น (ก) A2: 2016-2031, (ข) A2: 2032-2046, (ค) B2: 2016-2031, (ง) B2: 2032-2046	181
รูปที่ 7- 20 เปรียบเทียบปริมาณตะกอนในสถานการณ์ที่พื้นที่ปลูกข้าวโพดเท่าเดิม (50%)	186
รูปที่ 7- 21 เปรียบเทียบปริมาณตะกอนในสถานการณ์ที่พื้นที่ปลูกข้าวโพดลดลง (0%)	187
รูปที่ 7- 22 เปรียบเทียบปริมาณตะกอนในสถานการณ์ที่พื้นที่ปลูกข้าวโพดเพิ่ม (80%)	187
รูปที่ 7- 23 เปรียบเทียบปริมาณตะกอนในสถานการณ์ที่พื้นที่ปลูกไม้ผลยืนต้น	188
รูปที่ 7- 24 กราฟแสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่าและตะกอนภายใต้สถานการณ์ การคงพื้นที่การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (ก) A2: 2016-2031, (ข) A2: 2032-2046, (ค) B2: 2016-2031, (ง) B2: 2032-2046	190

รูปที่ 7- 25 กราฟแสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนภายใต้สถานการณ์การลดพื้นที่การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (ก) A2: 2016-2031, (ข) A2: 2032-2046, (ค) B2: 2016-2031, (ง) B2: 2032-2046	191
รูปที่ 7- 26 กราฟแสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนภายใต้สถานการณ์การคงพื้นที่การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (ก) A2: 2016-2031, (ข) A2: 2032-2046, (ค) B2: 2016-2031, (ง) B2: 2032-2046	192
รูปที่ 7- 27 กราฟแสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนภายใต้สถานการณ์การปลูกไม้ผลยืนต้น (ก) A2: 2016-2031, (ข) A2: 2032-2046, (ค) B2: 2016-2031, (ง) B2: 2032-2046	193
รูปที่ 8- 1 ความคิดเห็นของเกษตรกรในการเปลี่ยนรูปแบบการเกษตรจากปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์เป็นเกษตรกรรมรูปแบบอื่น	212
รูปที่ 8- 2 สัดส่วนของแหล่งเงินกู้สำหรับเกษตรกรในพื้นที่ศึกษา	215
รูปที่ 8- 3 รูปแบบการจ่ายค่าธรรมเนียมเพื่อดูแลรักษาทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมบริเวณต้นน้ำ	221
รูปที่ 8- 4 หน่วยงาน หรือองค์กรที่ควรมีหน้าที่รับผิดชอบจัดเก็บค่าธรรมเนียม	222
รูปที่ 8- 5 สัดส่วนที่เห็นควรให้มีการสละพื้นที่ทำกินเพื่อฟื้นฟูพื้นที่ป่า	223
รูปที่ 8- 6 ระยะเวลาในการจ่ายค่าชดเชยกรณีที่มีการสละพื้นที่ทำกินเพื่อฟื้นฟูพื้นที่ป่า	223
รูปที่ 8- 7 รูปแบบการจ่ายค่าชดเชยกรณีที่มีการสละพื้นที่ทำกินเพื่อฟื้นฟูพื้นที่ป่า	224
รูปที่ 8- 8 สัดส่วนของการสละพื้นที่อยู่อาศัยเพื่อฟื้นฟูพื้นที่ป่า	225
รูปที่ 8- 9 ระยะเวลาในการจ่ายค่าชดเชยกรณีที่มีการสละพื้นที่อยู่อาศัยเพื่อฟื้นฟูพื้นที่ป่า	225
รูปที่ 8- 10 รูปแบบการจ่ายค่าชดเชยกรณีที่มีการสละพื้นที่อยู่อาศัยเพื่อฟื้นฟูพื้นที่ป่า	226
รูปที่ 8- 11 รูปแบบการรับค่าธรรมเนียมเพื่อดูแลรักษาทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมบริเวณต้นน้ำ และกลางน้ำ	236
รูปที่ 8- 12 หน่วยงานที่รับผิดชอบค่าธรรมเนียม	236
รูปที่ 8- 13 สัดส่วนของการสละพื้นที่ทำกินเพื่อฟื้นฟูพื้นที่ป่า	237
รูปที่ 8- 14 ระยะเวลาในการรับค่าชดเชยกรณีที่มีการสละพื้นที่ทำกินเพื่อฟื้นฟูพื้นที่ป่า	238
รูปที่ 8- 15 รูปแบบการรับค่าชดเชยกรณีที่มีการสละพื้นที่ทำกินเพื่อฟื้นฟูพื้นที่ป่า	238
รูปที่ 8- 16 สัดส่วนของการสละพื้นที่อยู่อาศัยเพื่อฟื้นฟูพื้นที่ป่า	239
รูปที่ 8- 17 ระยะเวลาในการรับค่าชดเชยกรณีที่มีการสละพื้นที่อยู่อาศัยเพื่อฟื้นฟูพื้นที่ป่า	239
รูปที่ 8- 18 รูปแบบการรับค่าชดเชยกรณีที่มีการสละพื้นที่อยู่อาศัยเพื่อฟื้นฟูพื้นที่ป่า	240

สารบัญตาราง

ตารางที่ 3- 1 แสดงการคำนวณขนาดตัวอย่าง (Sample size calculation)	27
ตารางที่ 3- 2 Soil Layers	32
ตารางที่ 3- 3 ข้อมูลทั่วไปของชุดดินแต่ละชุด	33
ตารางที่ 3- 4 Weather by month	34
ตารางที่ 3- 5 พิกัดและระดับความสูงจากน้ำทะเลของสถานีตรวจวัดอากาศ	34
ตารางที่ 3- 6 การดำเนินการ (Operation)	35
ตารางที่ 3- 7 Field Operation	35
ตารางที่ 3- 8 ค่า emission factor ของ GHG แต่ละชนิด จากการเผาเศษซากข้าวโพด	41
ตารางที่ 4- 1 แสดงจำนวนผู้ที่เกี่ยวข้องที่ทำการสัมภาษณ์	63
ตารางที่ 4- 2 ต้นทุนข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ตำบลแม่ศึก	64
ตารางที่ 4- 3 ต้นทุนข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ตำบลแม่่นาจร	66
ตารางที่ 4- 4 ต้นทุนข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ตำบลท่าผา	67
ตารางที่ 4- 5 ต้นทุนข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ตำบลปางหินฝน	68
ตารางที่ 4- 6 ต้นทุนข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ตำบลกองแขก	69
ตารางที่ 4- 7 ต้นทุนข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ตำบลบ้านทับ	70
ตารางที่ 4- 8 ต้นทุนข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ตำบลช่างเคิ่ง	71
ตารางที่ 4- 9 ต้นทุนข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ตำบลแม่แดด	72
ตารางที่ 4- 10 ต้นทุนข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ตำบลท่าผา	73
ตารางที่ 4- 11 ต้นทุนข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ตำบลกองแขก	75
ตารางที่ 4- 12 ต้นทุนข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ตำบลช่างเคิ่ง	76
ตารางที่ 4- 13 ต้นทุนเกษตรกรผสมผสาน ตำบลแม่ศึก	79
ตารางที่ 4- 14 ต้นทุนเกษตรกรผสมผสาน ตำบลท่าผา	80
ตารางที่ 4- 15 ต้นทุนเกษตรกรผสมผสาน ตำบลปางหินฝน	81
ตารางที่ 4- 16 ต้นทุนเกษตรกรผสมผสาน ตำบลกองแขก	82
ตารางที่ 4- 17 ต้นทุนเกษตรกรผสมผสาน ตำบลบ้านทับ	83
ตารางที่ 4- 18 ต้นทุนเกษตรกรผสมผสาน ตำบลช่างเคิ่ง	84
ตารางที่ 4- 19 ต้นทุนเกษตรกรผสมผสาน แจ่มหลวง	85

ตารางที่ 4- 20	ต้นทุนเกษตรผสมผสาน บ้านจันทร์	86
ตารางที่ 4- 21	ต้นทุนเกษตรผสมผสาน แม่แดด	87
ตารางที่ 4- 22	เปรียบเทียบต้นทุนของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ รายตำบล	89
ตารางที่ 4- 23	เปรียบเทียบต้นทุนของข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ รายตำบล	90
ตารางที่ 4- 24	เปรียบเทียบต้นทุนของเกษตรผสมผสาน รายตำบล	91
ตารางที่ 4- 25	เปรียบเทียบ B/C ratio ระหว่างข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ และเกษตรผสมผสาน	94
ตารางที่ 5- 1	คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินแบ่งตามระดับความสูงจากระดับทะเล (Class 1 = 400-800 m, Class 2 = 800-1200 m, และ Class 3 = 1200-1500 m)	99
ตารางที่ 5- 2	คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินแบ่งตามระดับความลึก	99
ตารางที่ 5- 3	ค่า Pearson's correlation coefficient แสดงความสัมพันธ์ของคุณสมบัติทางกายภาพและ เคมีของดิน ของทุกระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล (400-1500 m) และ ทุกชั้นความลึกของดิน (0-30 cm)	104
ตารางที่ 5- 4	ความหนาแน่นของคาร์บอนที่สะสมในดินและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และข้าวโพดเมล็ด พันธุ์ในแต่ละตำบล	108
ตารางที่ 5- 5	ความหนาแน่นของคาร์บอนที่สะสมในดินของระบบเกษตรผสมผสาน	109
ตารางที่ 5- 6	ค่า Pearson's correlation coefficient แสดงความสัมพันธ์ของคุณสมบัติทางกายภาพและ เคมีของดิน ที่ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล ช่วง 400-800 m	110
ตารางที่ 5- 7	ค่า Pearson's correlation coefficient แสดงความสัมพันธ์ของคุณสมบัติทางกายภาพและ เคมีของดิน ที่ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล ช่วง 800-1200 m (class 2) ของทุกชั้นความลึกของดิน (0-30 cm)	111
ตารางที่ 5- 8	ค่า Pearson's correlation coefficient แสดงความสัมพันธ์ของคุณสมบัติทางกายภาพและ เคมีของดิน ที่ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล ช่วง 1200-1500 m (class 3) ของทุกชั้นความลึกของดิน (0-30 cm)	112
ตารางที่ 5- 9	แสดงปริมาณน้ำฝน (มม./ปี) ปีฐาน (ค.ศ. 2006-2015) และ ภายใต้ climate scenarios A2 และ B2 บริเวณลุ่มน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่	113
ตารางที่ 5- 10	แสดงอุณหภูมิ (°C) ปีฐาน (ค.ศ. 2006-2015) และ ภายใต้ climate scenarios A2 และ B2 บริเวณลุ่มน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่	115

ตารางที่ 5- 11 ข้อมูลปฏิทินการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/เมล็ดพันธุ์ และการจัดการแปลงเกษตรของเกษตรกร	117
ตารางที่ 5- 12 ข้อมูลปฏิทินเกษตรผสมผสานและการจัดการแปลงเกษตรของเกษตรกร	118
ตารางที่ 5- 13 ค่าพารามิเตอร์สำหรับ crop parameters ที่ใช้สำหรับ calibrate EPIC model	119
ตารางที่ 5- 14 List of parameters in the crop files	119
ตารางที่ 5- 15 ผลการประเมินประสิทธิภาพและค่าความคลาดเคลื่อนของ แบบจำลอง EPIC ในการประเมินผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์	122
ตารางที่ 5- 16 ผลการประเมินประสิทธิภาพและค่าความคลาดเคลื่อนของ แบบจำลอง EPIC ในการประเมินผลผลิตของเกษตรผสมผสาน	124
ตารางที่ 5- 17 ปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ในอนาคตภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	126
ตารางที่ 5- 18 ปริมาณผลผลิตเกษตรผสมผสานในอนาคตภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	131
ตารางที่ 5- 19 ปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ในอนาคตภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยการปรับเปลี่ยนปฏิทินการเพาะปลูก	136
ตารางที่ 5- 20 ปริมาณการสูญเสียไนโตรเจน และฟอสฟอรัสของพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์	138
ตารางที่ 5- 21 ปริมาณการสูญเสียไนโตรเจน และฟอสฟอรัสของพื้นที่เกษตรผสมผสาน	138
ตารางที่ 6- 1 แสดงช่วงเวลาของการเผาซากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ของแต่ละพื้นที่	142
ตารางที่ 6- 2 แสดงปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาซากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	148
ตารางที่ 6- 3 แสดงปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาซากข้าวโพดเมล็ดพันธุ์	149
ตารางที่ 6- 4 แสดงช่วงเวลาของการเผาซากพืชทางการเกษตรของการทำการเกษตรผสมผสานของแต่ละพื้นที่	152
ตารางที่ 6- 5 แสดงช่วงระยะเวลาในการเผาและเวลาที่ใช้ในการเผาซากพืชทางการเกษตรของการทำการเกษตรผสมผสานของแต่ละพื้นที่	155
ตารางที่ 6- 6 แสดงปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาเศษซากพืชทางการเกษตรของการทำการเกษตรผสมผสาน	157
ตารางที่ 6- 7 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการเผาเศษซากทางการเกษตร	158
ตารางที่ 7- 1 การใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่	166
ตารางที่ 7- 2 ค่าตัวแปรที่ส่งผลต่อแบบจำลอง SWAT	168

ตารางที่ 7- 3 เปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัด ณ สถานี P14A กับปริมาณน้ำท่าจากแบบจำลอง	169
ตารางที่ 7- 4 เปรียบเทียบปริมาณตะกอนที่ได้จากการตรวจวัด ณ สถานี P14 กับปริมาณตะกอนจากแบบจำลอง	169
ตารางที่ 7- 5 แสดงสถานการณ์ในการประเมินปริมาณน้ำท่าในอนาคต	172
ตารางที่ 7- 6 เปรียบเทียบปริมาณน้ำท่ารวมในแต่ละสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	176
ตารางที่ 7- 7 องค์ประกอบสมมูลน้ำตามสถานการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดิน	183
ตารางที่ 7- 8 ร้อยละขององค์ประกอบสมมูลน้ำต่อน้ำฝนตามสถานการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดิน	184
ตารางที่ 7- 9 แสดงสถานการณ์ในการประเมินปริมาณตะกอนในอนาคต	185
ตารางที่ 7- 10 เปรียบเทียบปริมาณตะกอนในแต่ละสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	189
ตารางที่ 8- 1 สาเหตุในการยินยอมจ่ายค่าธรรมเนียมเพื่อให้เกษตรกรดูแลรักษาทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมบริเวณต้นน้ำ	218
ตารางที่ 8- 2 สาเหตุที่เกษตรกรที่ไม่ยินดีที่จะจ่ายค่าธรรมเนียมเพื่อชดเชยจากการละทิ้งพื้นที่ทำกินของชุมชน	219
ตารางที่ 8- 3 สาเหตุที่เกษตรกรที่ไม่ยินดีที่จะจ่ายค่าธรรมเนียมเพื่อชดเชยจากการโยกย้ายพื้นที่อยู่อาศัยเพื่อฟื้นฟูเป็นพื้นที่ป่า	220
ตารางที่ 8- 4 สาเหตุที่เกษตรกรไม่ยินดีจ่ายค่าธรรมเนียมเพื่อให้ชุมชนต้นน้ำปฏิบัติหน้าที่ ฟื้นฟู อนุรักษ์ และดูแลรักษา พื้นที่ป่าต้นน้ำ	221
ตารางที่ 8- 5 แสดงความต้องการปัจจัยสนับสนุนในกรณีต่าง ๆ	227
ตารางที่ 8- 6 แสดงความสามารถในการปฏิบัติหน้าที่	227
ตารางที่ 8- 7 สาเหตุในการรับค่าธรรมเนียม เพื่อการอนุรักษ์ ฟื้นฟู ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม	229
ตารางที่ 8- 8 สาเหตุที่ไม่ยอมรับค่าธรรมเนียม เพื่อการอนุรักษ์ ฟื้นฟู ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม	229
ตารางที่ 8- 9 สาเหตุที่ไม่ยอมรับค่าธรรมเนียมเพื่อละทิ้งพื้นที่ทำกินบางส่วน	230
ตารางที่ 8- 10 สาเหตุที่ไม่ยอมรับค่าธรรมเนียมเพื่อโยกย้ายพื้นที่อยู่อาศัย	231
ตารางที่ 8- 11 สาเหตุที่ชาวบ้านที่ไม่ยินดีที่จะรับค่าธรรมเนียมเนื่องจากมีข้อจำกัดในการปฏิบัติ หน้าที่ ฟื้นฟู อนุรักษ์ และดูแลรักษาพื้นที่ป่าต้นน้ำ	232

ตารางที่ 8- 12 สาเหตุในการรับค่าธรรมเนียมเพื่อการอนุรักษ์ ป่าพุ ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมบริเวณกลางน้ำ	233
ตารางที่ 8- 13 สาเหตุที่เกษตรกรที่ไม่ยินดีที่จะรับค่าธรรมเนียมเพื่อละทิ้งพื้นที่ทำกินบางส่วนเพื่อฟื้นฟูพื้นที่ เหล่านั้นให้เป็นพื้นที่ป่า	233
ตารางที่ 8- 14 สาเหตุที่เกษตรกรที่ไม่ยินดีที่จะรับค่าธรรมเนียมเพื่อโยกย้ายพื้นที่อยู่อาศัยเพื่อฟื้นฟูพื้นที่ เหล่านั้นให้เป็นพื้นที่ป่า	234
ตารางที่ 8- 15 สาเหตุที่ชาวบ้านที่ไม่ยินดีที่จะรับค่าธรรมเนียมเพื่อปฏิบัติหน้าที่ ป่าพุ อนุรักษ์ และดูแลรักษา พื้นที่ป่าต้นน้ำ	235
ตารางที่ 8- 16 แสดงความต้องการปัจจัยสนับสนุนในกรณีต่าง ๆ	241
ตารางที่ 8- 17 แสดงความสามารถในการปฏิบัติหน้าที่ของชาวบ้าน	241

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ลุ่มน้ำแม่แจ่ม ครอบคลุมพื้นที่ 4 อำเภอ 16 ตำบล ของจังหวัดเชียงใหม่ โดยมีพื้นที่รวม 4,114 ตร.กม. เป็นลุ่มน้ำสาขาน้ำแม่ปิงที่ใหญ่ที่สุด คิดเป็นพื้นที่ 17.61% ของพื้นที่ลุ่มน้ำปิง ปริมาณน้ำท่าไหลลงสู่แม่น้ำปิง คิดเป็น 19.62% ป่าต้นกำเนิดน้ำแม่แจ่มมีพื้นที่รวม 2,016.69 ตร.กม. พื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในเขตอำเภอแม่แจ่ม และอำเภอภักดีนุกา ซึ่งปกคลุมไปด้วยป่าไม้

ประชากรส่วนใหญ่เป็นชาวไทยภูเขาเผ่ากะเหรี่ยง ลัวะ ม้ง ในอดีตประชากร ส่วนใหญ่มีวิถีชีวิตที่พึ่งพาธรรมชาติที่สอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาที่ยั่งยืน แต่ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา แนวคิดการผลิตเพื่อตอบสนองต่อตลาดและระบบทุนนิยมพร้อมกับการพัฒนาด้านวัตถุและโครงสร้างพื้นฐาน ทำให้วิถีชีวิตคนลุ่มน้ำแม่แจ่มเริ่มเปลี่ยนแปลงสู่การผลิตเพื่อการตลาด ทรัพยากรธรรมชาติกลายเป็นเพียงปัจจัยการผลิต เพื่อเพิ่มรายได้ตอบสนองต่อความต้องการบริโภคนิยมที่เพิ่มขึ้น นำไปสู่การใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่อย่างเข้มข้น **ปัญหาที่ตามมา**คือปัญหาด้านทุนการผลิตที่เพิ่มสูงขึ้นทุกปี และเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกษตรกรเกิดภาวะหนี้สิน ดินเสื่อมคุณภาพ การแผ้วถางพื้นที่ลาดชัน ใช้พื้นที่ซ้ำซาก พร้อมกับปุ๋ยเคมีจำนวนมากเพื่อปลูกพืชเชิงเดี่ยว ปัญหาการชะล้างพังทลายของหน้าดิน น้ำป่าไหลหลากและดินถล่ม ปัญหาการใช้สารเคมีอย่างไม่ถูกวิธีและมีผลตกค้างสู่ร่างกาย ปัญหาการบุกรุกแผ้วถางป่าไม้ เนื่องจากเมื่อดินเสื่อม ต้นทุนการผลิตในที่ดินเดิมสูง หรือไม่คุ้มทุน เกษตรกรจะใช้วิธีการขยายพื้นที่ปลูกพืชเศรษฐกิจเชิงเดี่ยวโดยบุกรุกแผ้วถางป่าที่สภาพดินยังคงอุดมสมบูรณ์ พื้นที่ป่าไม้เฉพาะอำเภอแม่แจ่มถูกบุกรุกแผ้วถางปีละ ประมาณ 10,000 ไร่ (มูลนิธิรักษ์ไทย: http://climatechange-raksthai.org/natural_detail.php?)

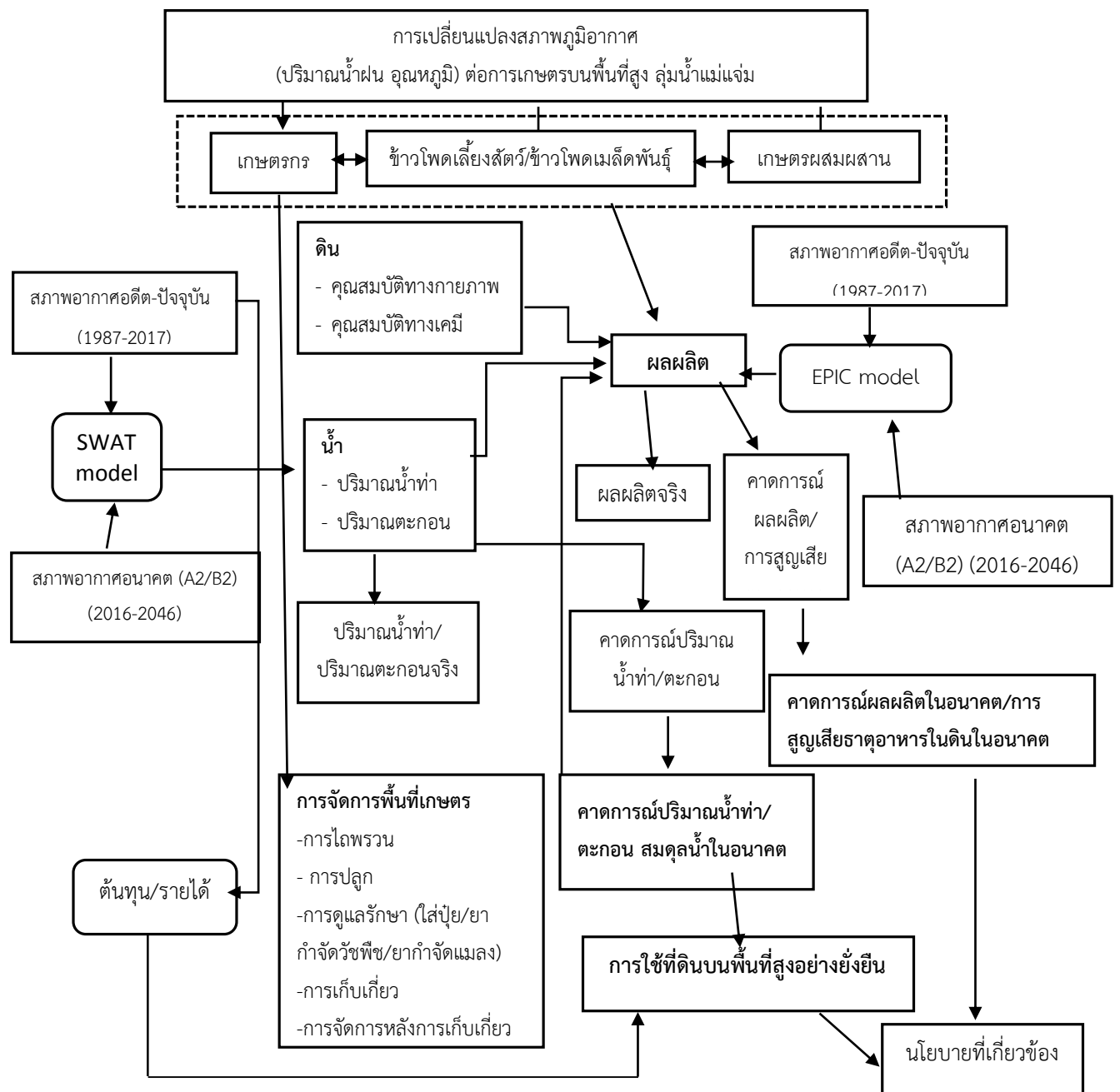
ข้าวโพด (*Zea mays* L.) วงศ์ Gramineae ชื่อสามัญ Maiz, Corn เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยววงศ์เดียวกับหญ้า ข้าวโพดกลายเป็นสินค้าทางการเกษตรที่สำคัญ เนื่องจากข้าวโพดสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายอย่างและเมื่ออุตสาหกรรมเนื้อสัตว์เติบโตอย่างรวดเร็ว ข้าวโพดจึงเป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหารสัตว์ที่สำคัญ แหล่งพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทยที่สำคัญคือ เพชรบูรณ์ และนครราชสีมา แต่จากผลผลิตที่ไม่เพียงพอกับความต้องการของภาคอุตสาหกรรม ข้าวโพดซึ่งเป็นพืชทนแล้งจึงถูกนำไปปลูกตามพื้นที่ที่เอื้อกเขาหลายแห่งในประเทศไทย และหนึ่งในพื้นที่ที่เปลี่ยนมาปลูกข้าวโพดอย่างมากคือลุ่มน้ำแม่แจ่ม การปลูกพืชเชิงเดี่ยว โดยเฉพาะข้าวโพดที่เกษตรกรปลูกบนพื้นที่สูง ซึ่งตามธรรมชาติพื้นที่ดังกล่าวควรเป็นพื้นที่ต้นน้ำลำธาร แต่จากความกดดันด้านเศรษฐกิจและประชาชนที่อยู่บนพื้นที่สูงไม่มีทางเลือกมากนัก ข้าวโพดจึงกลายเป็นพืชที่ถูกเลือกในการเพาะปลูกและขยายพื้นที่เพิ่มมากขึ้น ในการปลูกและการเตรียมดินสำหรับการปลูกรอบ

ถัดไปบ่อยครั้งที่เกษตรกรใช้การเผาหลังจากการเก็บผลผลิต เนื่องจากการเข้าถึงพื้นที่ค่อนข้างลำบากและไม่สามารถใช้เครื่องจักรกล ประกอบกับพื้นที่ทำการเกษตรค่อนข้างห่างไกลและเส้นทางคมนาคมไม่สะดวก เหล่านี้กลายเป็นค่าลงทุนของเกษตรกร รวมทั้งการเผาซึ่งเกษตรกรส่วนมากเลือกที่จะใช้วิธีนี้ เนื่องจากรวดเร็วและประหยัดที่สุด แต่วิธีการดังกล่าวก่อให้เกิดปัญหาหมอกควันและกลายเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่หลายหน่วยงานต้องเข้ามาร่วมมือในการบริหารจัดการ นอกจากนี้การปลูกพืชเชิงเดี่ยวเช่นข้าวโพดบนพื้นที่สูง ก่อให้เกิดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมหลายประการ รวมทั้งผลผลิตที่ตกต่ำเนื่องจากการขาดความอุดมสมบูรณ์ของดิน ก่อให้เกิดความแปรปรวนของสภาพอากาศที่เกิดขึ้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะทำการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินรูปแบบต่างๆ ตลอดจนการประเมินผลผลิตข้าวโพดเมล็ดพันธุ์/ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และประเมินปริมาณน้ำท่าและตะกอนภายใต้การใช้ประโยชน์ที่ดินที่แตกต่างกันและภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคตในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่มเพื่อนำไปสู่การจัดการการใช้ประโยชน์ที่ดินให้ยั่งยืนและมุ่งเน้นสนับสนุนการจัดทำยุทธศาสตร์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศด้านเกษตรต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ และเกษตรผสมผสาน โดยการประเมินผลผลิต ต้นทุนและผลตอบแทน และการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาเศษซากวัสดุทางการเกษตร ในสถานการณ์ปัจจุบัน
2. เพื่อประมาณการผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ และเกษตรผสมผสาน การชะล้างพังทลายของดิน และการสูญเสียธาตุอาหาร (ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส) ของแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน ภายใต้สถานการณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคต ด้วยแบบจำลอง EPIC
3. เพื่อประเมินปริมาณน้ำท่าและตะกอน ของแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน ภายใต้สถานการณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคต ด้วยแบบจำลอง SWAT
4. เพื่อวิเคราะห์นโยบายของรัฐบาลถึงผลกระทบของแต่ละนโยบายต่อเกษตรกรในแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน เพื่อนำไปสู่ข้อเสนอแนะทางนโยบายต่อไป

1.3 กรอบแนวคิดงานวิจัย



รูปที่ 1- 1 กรอบแนวความคิด

บทที่ 2

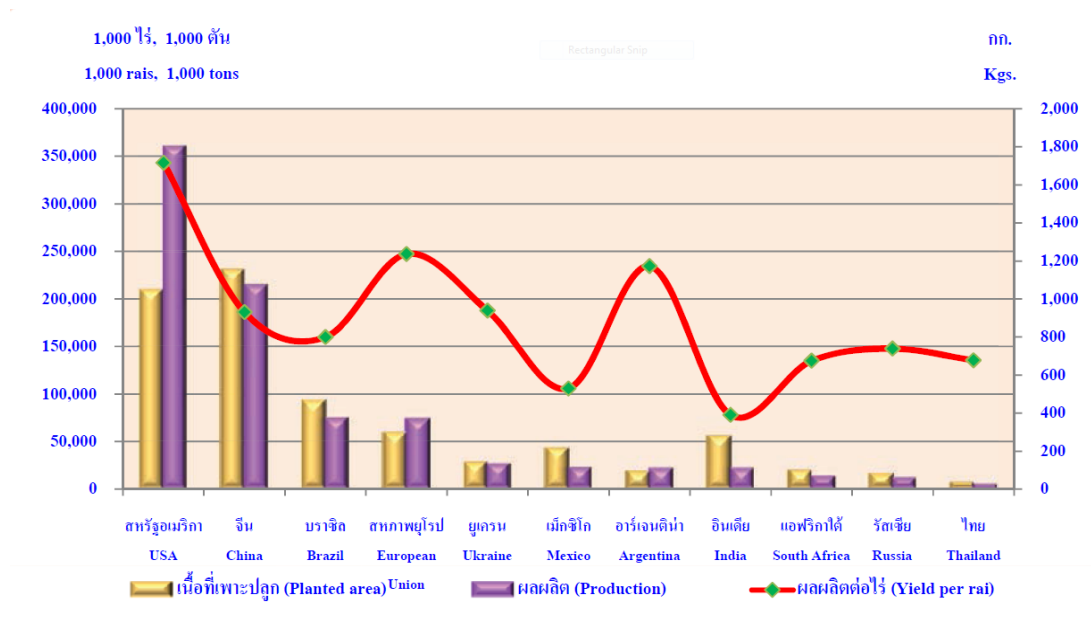
ทบทวนวรรณกรรม

ในบททบทวนวรรณกรรมครอบคลุมประเด็นที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยครั้งนี้คือ สถานการณ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของโลกและประเทศไทยเพื่อแสดงให้เห็นว่าความต้องการข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เติบโตเพิ่มสูงขึ้นและประเทศไทยได้เป็นประเทศที่มีการปลูกข้าวโพดเป็นอันดับต้นๆของโลก สถานการณ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทยที่มีการขยายพื้นที่ปลูกมากขึ้นแต่ผลผลิตต่อไร่ไม่สูงมากหากเทียบกับประเทศอื่นๆ ข้าวโพดส่วนมากที่ปลูกใช้น้ำฝนเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่จะส่งผลให้เกิดความแปรปรวนของฤดูกาลและรูปแบบการกระจายของฝน ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศนี้จะส่งผลโดยตรงต่อภาคส่วนต่างๆโดยเฉพาะภาคการเกษตร นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอาจส่งผลต่อการเกิดภัยธรรมชาติต่างๆที่รุนแรงขึ้นเช่น การชะล้างพังทลายของหน้าดินหากมีฝนตกหนักต่อเนื่องในระยะเวลาสั้นๆ ดังนั้นการคาดการณ์ผลผลิตทางการเกษตร ปริมาณการไหลของน้ำท่า และตะกอนภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และภายใต้การใช้ประโยชน์ที่ดินที่หลากหลายจึงมีความสำคัญสำหรับการวางแผนในอนาคต และการเตรียมความพร้อมของเกษตรกรและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง นอกจากนี้การปลูกพืชอายุสั้น พืชเชิงเดี่ยวเช่นข้าวโพดบนพื้นที่สูงเป็นสาเหตุให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมต่างๆในระยะยาวเช่นการพังทลายของหน้าดิน การสูญเสียธาตุอาหารดิน รวมถึงการเผาเศษซากหลังการเก็บเกี่ยวที่จะก่อให้เกิดหมอกควันและเป็นการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกขึ้นสู่บรรยากาศ

2.1 สถานการณ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของโลกและประเทศไทย

2.1.1 ทัวโลก

ในปีการเพาะปลูก 2557/2558 รูปที่ 2-1 พื้นที่เพาะปลูก ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ ของประเทศผู้ผลิตที่สำคัญ 11 อันดับแรก ปี 2557/2558 ได้แก่ ประเทศอเมริกามีผลผลิตต่อไร่ สูงสุด 1,717 กก/ไร่ อันดับสองคือ สหภาพยุโรป 1234 กก/ไร่ อาเจนตินา 1173/ไร่ กก ยูเครน 939 กก/ไร่ จีน 931 กก/ไร่ บราซิล 800 กก/ไร่ รัสเซีย 739 กก/ไร่ แอฟริกาใต้ 675 กก/ไร่ ไทย 673 กก/ไร่ เม็กซิโก 530 กก/ไร่ และอินเดีย 390 กก/ไร่ ตามลำดับ

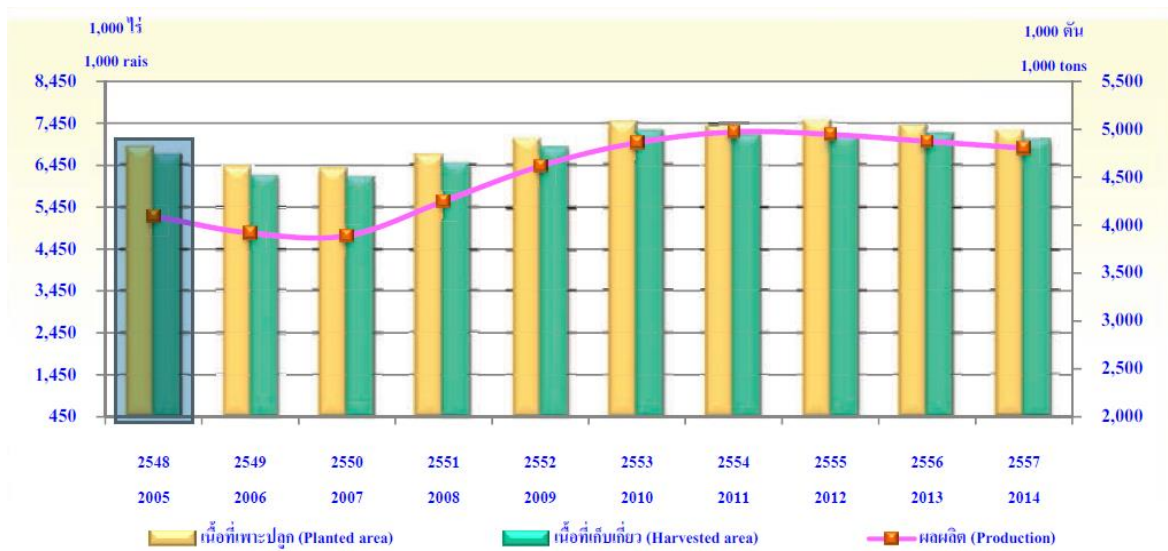


รูปที่ 2- 1 พื้นที่เพาะปลูก ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ ของประเทศผู้ผลิตที่สำคัญ 11 อันดับแรก ปี 2557/2558

ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2557)

2.1.2 ในประเทศ

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เป็นผลิตผลทางการเกษตรที่สำคัญของประเทศไทย โดยมีแหล่งการปลูกที่สำคัญอยู่บริเวณจังหวัดเพชรบูรณ์ และนครราชสีมา ประเทศไทยสามารถปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้ปีละ 2 รุ่น คือ รุ่นที่ 1 (ฤดูฝน) ปลูกตั้งแต่เดือน พค-ตค ผลผลิตจะเก็บเกี่ยวมากในช่วงเดือนกันยายน ประมาณ ร้อยละ 86 ของผลผลิตทั้งประเทศ และรุ่นที่ 2 (ฤดูแล้ง) จะปลูกตั้งแต่เดือน พย - เมย เก็บเกี่ยวมากที่สุดในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ ประมาณ ร้อยละ 14 ของประเทศ ผลผลิตทั้งหมดใช้ในกระบวนการผลิตอาหารสัตว์ของประเทศ (ดังรูปที่ 2-2, 2-3 และ 2-4)



รูปที่ 2- 2 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เพื่อที่เพาะปลูก เนื้อที่เก็บเกี่ยว และผลผลิต (2548-2557)

ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2557)



รูปที่ 2- 3 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ผลผลิตต่อไร่ (2548-2557) (ก) และ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ราคาที่เกษตรกรขายได้ (2548-2557) (ข)

ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2557)

2.1.3 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ไทยภายใต้กรอบ AEC ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน

จากการที่ประเทศไทยเข้าร่วมเป็นประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เป็นสินค้าทางการเกษตรที่มีศักยภาพสูงในเรื่องการส่งออก จากการวิเคราะห์ของ ศูนย์ศึกษาการค้าระหว่างประเทศ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย (2555) รายงานว่า ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ถือเป็นพืชอาหารสัตว์ที่นับว่ามีความสำคัญที่สุดในบรรดาพืชอาหารสัตว์ทั้งหมด คิดเป็นสัดส่วน 39.7 ของปริมาณการใช้วัตถุดิบทั้งหมดในการผลิตอาหารสัตว์ปี 2552 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ส่วนใหญ่จะเป็นการใช้ในประเทศมากกว่าส่งออกต่างประเทศ โดยใช้เป็นวัตถุดิบป้อนเข้าสู่

โรงงานผลิตอาหารสัตว์ในประเทศ ซึ่งแนวโน้มของความต้องการใช้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทยมีทิศทางเพิ่มขึ้น เนื่องจากจำนวนประชากรสัตว์ เช่น ไก่เนื้อ ไก่ไข่ โคเนื้อ เป็นต้น มีจำนวนเพิ่มมากขึ้นในทุกๆ ปี ซึ่งการเพิ่มขึ้นของปริมาณประชากรสัตว์มีอัตราการขยายตัวมากกว่าอัตราการขยายตัวของปริมาณการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จึงส่งผลให้ในปัจจุบันปริมาณการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้ภายในประเทศ ถึงแม้ว่าเนื้อที่การเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และปริมาณผลผลิตจะเพิ่มขึ้นก็ตาม ข้อเสนอแนะยุทธศาสตร์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ไทย ภายใต้กรอบ AEC ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน

1. เพิ่มปริมาณผลผลิตต่อไร่

1.1 ปรับเปลี่ยนช่วงเวลาการปลูกข้าวโพด หรือการปลูกข้าวโพดเป็นพืชที่สองหลังพืชอายุสั้น เพื่อเพิ่มคุณภาพผลผลิต ลดการเกิดสารอะฟลาทอกซิน และช่วยลดความเสี่ยงจากฝนทิ้งช่วง รวมทั้งการวิจัยและพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดที่เลือนฤดูการปลูก ให้มีปริมาณการผลิตเพิ่มขึ้น พัฒนาศักยภาพด้านการวิจัยให้มีความเชี่ยวชาญมากขึ้นและส่งเสริมนักวิจัยรุ่นใหม่เพื่อการพัฒนาเป็นไปอย่างต่อเนื่อง

1.2 ส่งเสริมการปลูกข้าวโพดในนาช่วงฤดูแล้ง เพื่อให้ปลอดภัยจากสารอะฟลาทอกซิน เนื่องจากเกษตรกรไม่จำเป็นต้องเร่งเก็บเกี่ยว สามารถปล่อยข้าวโพดให้แห้งในแปลงได้ และเมื่อพ่อค้าคนกลางรับซื้อข้าวโพดไปแล้วก็จะทำให้มีแสงแดดเพียงพอต่อการลดความชื้นให้ลงอยู่ในระดับที่ปลอดภัยได้ทันเวลา

2. กำหนดมาตรฐานข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่นำเข้าจากประเทศเพื่อนบ้าน

กำหนดมาตรฐานการนำเข้าข้าวโพดจากต่างประเทศ ทั้งควบคุมคุณภาพและการปนเปื้อนสารพิษอะฟลาทอกซินในข้าวโพดเมล็ดแห้งที่เป็น วัตถุประสงค์อาหารสัตว์ในประเทศและคุ้มครองผู้บริโภคในประเทศจากข้าวโพดที่นำเข้า รวมทั้งกำหนดวิธีการตรวจสอบที่ชัดเจน

ประเด็นที่ต้องให้ความสำคัญคือ พื้นที่ที่เหมาะสมที่จะใช้ปลูก หากพิจารณาถึงเพียงแต่ศักยภาพของการส่งออก อาจทำให้เกิดปัญหาในเรื่องของความเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติในหลายๆ พื้นที่ ที่ประเทศไทยประสบอยู่ ณ ปัจจุบัน รวมถึง เรื่องปัญหาหมอกควันที่ยังหาทางแก้ปัญหาไม่ได้

2.2 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ในระยะ 10 ปีที่ผ่านมา การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมีความชัดเจนขึ้นทั่วโลก กิจกรรมของมนุษย์เป็นสาเหตุหลักที่ทำให้สภาพอากาศโลกเกิดการเปลี่ยนแปลงจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่ชั้นบรรยากาศเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งผลของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศนี้ส่งผลกระทบต่อกระบวนการธรรมชาติและระบบต่างๆของโลกรวมทั้งภาคการเกษตรซึ่งขับเคลื่อนโดยตรงจากสภาพภูมิอากาศ

สภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงสามารถรบกวนกระบวนการดินเช่น การแยกสลายด้วยน้ำ การซึมผ่านของสารละลายหรือการปนเปื้อนโลหะหนัก กระบวนการเฟอร์ไรไลซิส หรือกระบวนการเกิดดินเหนียวซึ่งเหล่านี้มีผลต่อเนื่องถึงคุณสมบัติดิน (Lai 1996) นอกจากนี้ การทำลายดินซึ่งรวมทั้งการพังทลายของดินสาเหตุมาจากลม และน้ำ สิ่งเหล่านี้มีผลต่ออินทรีย์วัตถุในดิน อุณหภูมิที่สูงขึ้นเป็นตัวกระตุ้นให้การคายระเหยน้ำสูงขึ้นและเพิ่มความแห้งแล้งในพื้นที่แห้งแล้ง พื้นที่กึ่งแห้งแล้ง และในกรณีที่เลวร้ายที่สุดในเขตที่แห้งแล้ง ดังนั้น การเสื่อมสภาพดินและการจัดการที่ดินที่ผิดพลาดส่งผลกระทบต่อความมั่นคงด้านอาหาร มีกลยุทธ์มากมายที่พัฒนาขึ้นที่จะปรับปรุงคุณสมบัติดิน เช่นการจัดการการขยายพื้นที่ที่อุดมสมบูรณ์ ปลูกพืชชนิดที่เหมาะสม และการใช้น้ำให้มีประสิทธิภาพสูงสุด (Koochafkan et al. 2005) ทรัพยากรน้ำได้รับผลกระทบจากการที่สภาพอากาศผันแปรและต่อเนื่องไปถึงระบบอาหารระบบการให้น้ำของชลประทานอาจเกิดการขัดแย้งจากระบบอุตสาหกรรมและการใช้น้ำในครัวเรือน จากการรายงานของคณะกรรมการการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ คาดการณ์ว่าในปี 2080 ประชากรโลกจะมีถึง 1.1-3.2 ล้านล้านคน จะประสบกับเรื่องความขาดแคลนน้ำและจะมีประชากรจำนวนมากที่จะหิวโหยและปัญหาของน้ำท่วมบริเวณชายฝั่งทะเล (Yohe et al. 2007) แหล่งของน้ำจืดสามารถพบได้ในแหล่งน้ำไหล แอ่งเก็บกักน้ำ ลุ่มน้ำ และน้ำใต้ดิน ความต้องการการใช้น้ำเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่องและเป็นสาเหตุให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการไหลของน้ำการเปิดโล่งพื้นที่ การทำลายคุณภาพน้ำ (Hanjra and Qureshi 2010) ความต้องการน้ำทั้งโลกจากแหล่งที่สามารถจัดสรรได้เพิ่มขึ้นเป็น 3 เท่า ตั้งแต่ในช่วงทศวรรษที่ 1950 ทำให้แหล่งอำนวน้ำลดลง (Gleick 2003) ระบบเกษตรกรรมที่ใช้น้ำจากระบบชลประทานมีประมาณ 80% ของการใช้น้ำทั่วโลก (Molden et al. 2007) ปัจจัยเหล่านี้ส่งผลต่อการใช้น้ำและคุณภาพน้ำ ซึ่งรวมถึงน้ำใต้ดินที่ลดต่ำลง (Shan et al. 2008) มลพิษทางน้ำ การเสื่อมสภาพดินในบริเวณเขตชลประทาน (Khan and Hanjra 2008) และระบบนิเวศที่เสื่อมโทรม (Dudgeon 2000) ยิ่งกว่านั้นความง่ายต่อการเข้าถึงทรัพยากรน้ำได้รับผลกระทบมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศโดยการค่อยๆเปลี่ยนแปลงในระดับพื้นที่และเวลาจากการกระจายของปริมาณฝน (Hanjra and Qureshi 2010) หลายๆส่วนบนโลกนี้ นักวิทยาศาสตร์ได้ศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อผลผลิตอาหาร ในยุโรปใช้โมเดลเพื่อที่จะคาดการณ์ความเป็นไปได้ที่สภาพอากาศจะส่งผลกระทบต่อระบบอาหาร ปรากฏว่า

พื้นที่เพาะปลูกทางด้านเหนือของทวีปยุโรปได้รับประโยชน์ ในทางกลับกันทางด้านใต้ของทวีปจะได้รับผลตรงกันข้าม หากอุณหภูมิยังสูงขึ้นและช่วงเวลาที่แห้งแล้งยาวนานขึ้น ระบบการเกษตรจะได้รับผลกระทบ อาจจะกระทบไปสู่พืชที่มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วและช่วงชีวิตที่สั้น คุณภาพดินในบางพื้นที่ของยุโรปค่อยๆ สูญเสียเนื่องจากการพังทลายหรือการไหลลงมาของหน้าดิน (Miraglia et al. 2009) ในแอฟริกา แร่ธาตุในดินลดลงอย่างรวดเร็วจนทำให้ดินเสื่อมบ่อยครั้งที่เผชิญกับความแห้งแล้งและการขาดแคลนน้ำเป็นแรงขับเคลื่อนที่ทำให้ประชาชนเกิดความหิวโหย และประชาชนที่ยากจนไม่สามารถเข้าถึงแหล่งอาหารเพื่อการบริโภคและการประทังชีวิต 3 ภัยหลักที่เกี่ยวข้องกันซึ่งมีผลมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศคือ El Niño – Southern Oscillation (ENSO) ทรัพยากรน้ำและแมลงศัตรูการเกษตรและโรคระบาดเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อผลผลิตทางการเกษตร ปรากฏการณ์ ENSO ซึ่งเกี่ยวข้องกับ 2 เฟส ที่เรียกชื่อว่า El Niño และ La Niña ระหว่างที่เกิดปรากฏการณ์ El Niño สภาพอากาศจะแห้งแล้งในทางตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศบราซิล อินโดนีเซีย และอเมริกาใต้ ยิ่งกว่านั้นอาจทำให้เกิดน้ำท่วมฉับพลันในทางอเมริกาใต้ ชายฝั่งทะเลของอเมริกาเหนือและบางส่วนของแอฟริกา La Niña จะส่งผลในทางตรงกันข้าม คือฝนตกหนัก อย่างไรก็ตาม ปรากฏการณ์ที่เกิด El Niño บ่อยครั้งขึ้น และส่งผลกระทบต่อผลผลิตทางการเกษตรในหลายๆภาคส่วน นอกจากนี้แหล่งอำนวน้ำและความต้องการการใช้น้ำเกิดความขัดแย้งระหว่างการใช้ในชุมชน และ อุตสาหกรรมและการใช้เพื่อการเกษตรเช่นกัน การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุณหภูมิ ส่งผลกระทบโดยตรงต่อกระบวนการทางชีววิทยาและพฤติกรรมของแมลง อัตราการผลิต การพัฒนา และความอยู่รอด อาจเพิ่มสูงขึ้นและคุกคามไปสู่พืช (Farooq et al. 2012) ถึงกระนั้น ประโยชน์จากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อระบบการเกษตรก็มีให้เห็นบ้าง เช่น ปริมาณน้ำฝนที่เพิ่มขึ้น ฤดูกาลเพาะปลูกที่ยาวนานขึ้น ระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สูงขึ้น อาจเพิ่มอัตราการสังเคราะห์แสง ในบางช่วงของระบบนิเวศเกษตรอาจจะมีผลตรงกันข้ามคือเกิดความแห้งแล้ง หรือน้ำท่วม ฤดูกาลเพาะปลูกสั้นลง และเกิดการระบาดของโรคแมลง

2.3 การประเมินความเปราะบางของผลผลิตทางการเกษตร การชะล้างพังทลายของดิน และการสูญเสียธาตุอาหารพืช

สภาพอากาศที่มีความรุนแรงส่งผลกระทบโดยตรงต่อผลผลิตทางการเกษตร ผลกระทบในทางลบนี้อาจตรวจพบในพื้นที่กว้างระดับภูมิภาค ในประเทศฝรั่งเศส สภาพอากาศที่แห้งแล้งและเกิดคลื่นความร้อน ใน ค.ศ. 2003 และต่อเนื่องจนถึงปี 2007 ทำให้ผลผลิตข้าวโพดลดต่ำจากค่าเฉลี่ยมาก van der Velde et al. (2012) ได้ทำการประเมินผลผลิตข้าวโพดและข้าวฟ่าง โดยใช้โมเดล EPIC ร่วมกับ ภาพดาวเทียม ในการประเมินค่าความชุ่มชื้นในดิน ผลการศึกษาพบว่า ทั้งปริมาณความชื้นกับผลผลิตของพืชทั้งสองชนิดมีความสัมพันธ์กัน และ โมเดล EPIC รายงานค่าความชื้นและผลผลิตของพืชทั้งสองชนิดได้อย่างดี ในประเทศจีน

Li et al. (2015) ได้ประเมินความแปรปรวน และศักยภาพในการปรับตัวต่อความแห้งแล้งของข้าวโพดที่ปลูกในฤดูหนาว โดยใช้ crop model DSSAT ผลการศึกษาคาดการณ์ว่า ความแห้งแล้งที่รุนแรงจะเกิดในปี 2030 ดังนั้นแผนในการปรับตัวต้องรีบดำเนินการ

โมเดลการประเมินความเสี่ยงของความแห้งแล้งสำหรับพืชในมาตราส่วนระดับภูมิภาค (regional scale) โมเดลพืชต้องครอบคลุมประเด็นเหล่านี้ 1. มีความยืดหยุ่นสำหรับการจำลองพืชที่แตกต่างบนเงื่อนไขสภาพอากาศที่ต่างกัน 2. สามารถที่จะจำลองผลผลิตและการขาดน้ำ (water stress) 3. ต้องการข้อมูลที่ไม่มาก และ 4. งานวิจัยที่ลึกในเชิงพื้นที่ โมเดล 5 โมเดล ได้รับการพิจารณาและถูกเปรียบเทียบได้แก่ DSSAT, CropWat, WOFOST, CropSyst and EPIC โดยที่ DSSAT มีการรวมชุดโมเดลพืชสำหรับพืชแต่ละชนิด (IBSNAT: International Benchmark Sites Network for Agrotechnology Transfer 1989) CropWat เป็นเพียงเครื่องมือชนิดหนึ่งของชุดส่วนติดต่อการดำเนินงานแบบโต้ตอบของระบบและรหัสที่มีอยู่ไม่ฟรี WOFOST อธิบายเกี่ยวกับสรีรวิทยาของพืชได้ดี แต่ต้องป้อนรายละเอียดของข้อมูลมาก (Monteith 1996) CropSyst ไม่เหมาะสมในการจำลองข้าวเพราะว่าตัวแปรของข้าวไม่ได้รับการสอบเทียบที่ดี (Confalonieri and Bocchi 2005)

เมื่อทำการเปรียบเทียบโมเดลพืชที่กล่าวมา EPIC โมเดล (Erosion-Productivity Impact Calculator model) ซึ่งมีการพัฒนาในช่วงศตวรรษที่ 1980s ในการประเมินผลกระทบของการพังทลายต่อผลผลิต (Williams et al. 1984) ได้เลือกเป็นเครื่องมือพื้นฐานในการศึกษาครั้งนี้ เนื่องจากเหตุผลต่างๆ ดังนี้ 1. EPIC ใช้วิธีการแบบครบวงจรในการจำลองชนิดพืชมากกว่า 100 ชนิด (Williams 1995) 2. โมเดลมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ 1985 RCA และเวอร์ชัน EPIC 0509 ซึ่งสามารถดาวน์โหลดฟรี จากเว็บไซต์ ของ Texas A&M Agri-life Research (2012) และ 3. การเจริญเติบโตของพืชเป็นองค์ประกอบที่สำคัญมากที่สุดของ EPIC การขาดน้ำและผลผลิต ซึ่งถูกใช้ในการสร้างเส้นโค้งความแปรปรวนจากความแห้งแล้งและการคำนวณอันตรายจากความแห้งแล้ง (drought hazard) มีสาเหตุมาจากการขาดแคลนน้ำ สามารถที่จะจำลองทุกเงื่อนไขของพืชจากหนึ่งโมเดลพืชโดยใช้ค่าตัวแปรที่ไม่ซ้ำกันของแต่ละพืช 4. EPIC ปฏิบัติการอย่างต่อเนื่องพื้นฐานโดยใช้ข้อมูลระยะยาวและสามารถดำเนินการจำลองในระยะยาวเป็นร้อยปี (Sharpley and Williams 1990) และ 5. เพราะว่าผลลัพธ์ที่ดีในการจำลอง โมเดลนี้จึงถูกประยุกต์อย่างกว้างขวางในอเมริกาและเขตอื่นๆ ในสภาพสิ่งแวดล้อมที่กว้างขวาง (Tan and Shibasaki 2003) ในการประเมินการสูญเสียการพังทลายของดินจากลม การไหลเวียนคาร์บอนในดิน ผลกระทบของผลผลิตพืชจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศและการพังทลาย ในปัจจุบัน EPIC ได้ถูกใช้ ในการประเมินผลกระทบจากภัยพิบัติ (disaster) ต่อพืช การขาดแคลนน้ำ

EPIC โปรแกรมเดิมย่อมาจาก The erosion-productivity impact calculator (EPIC) model ซึ่งพัฒนาโดย Williams et al. (1984) เพื่อประเมินผลกระทบของการพังทลายของดินต่อความอุดมสมบูรณ์ของดิน ความจำเป็นเร่งด่วนสำหรับโมเดลเกิดขึ้นมาจากข้อบังคับทางด้านการอนุรักษ์ดินและน้ำของประเทศสหรัฐอเมริกา ใน ปี ค.ศ. 1977 (Soil and Water Resources Conservation Act :RCA) พระราชบัญญัติต้องการให้กระทรวงเกษตรประเมินทรัพยากรดินและน้ำและเพื่อใช้ในการตัดสินใจเชิงนโยบายระยะยาวเกี่ยวกับการใช้และการคุ้มครองทรัพยากรเหล่านี้ กับการพัฒนาของแผนการที่จะใช้ในการอนุรักษ์ดินและน้ำ กลายเป็นที่ชัดเจนว่าไม่มีวิธีการในปัจจุบันที่ให้ค่าต้นทุนของการพังทลายของดินหรือผลประโยชน์จากการวิจัยการพังทลายของดินและการควบคุม

กระทรวงเกษตรของสหรัฐอเมริกา (The United States Department of Agriculture : USDA) จึงได้มีการจัดประชุมเชิงปฏิบัติการเพื่อที่จะเปิดอภิปรายเกี่ยวกับการพัฒนาความเข้าใจของความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตทางการเกษตรและการสูญเสียดิน ดังนั้นคณะทำงานที่เกี่ยวข้องทั้งฝ่ายวิจัยการพังทลายของดินและความอุดมสมบูรณ์ของดินจึงพบปะกัน คณะทำงานทราบถึงปัญหา และสามารถวินิจฉัยองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้อง และระบุวิธีการวิจัยในการแก้ไขปัญหา หนึ่งในความต้องการเร่งด่วนที่สุดและมีความสำคัญที่ระบุไว้ในแนวทางของการวิจัยคือการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการจำลองการพังทลาย ผลผลิต และกระบวนการที่เกี่ยวข้อง ดังนั้นทีมงานการบริการการวิจัยแห่งชาติทางการเกษตร ได้เริ่มพัฒนาแบบจำลองการพังทลายและผลผลิต ในช่วงปี ค.ศ. 1981

เป้าหมายของการพัฒนาโมเดลคือ (1) เป็นพื้นฐานทางกายภาพและสามารถจำลองกระบวนการที่เกี่ยวข้องพร้อมกันและการใช้ปัจจัยนำเข้าสมจริงพร้อมใช้งาน (2) มีความสามารถในการจำลองเวลาหลายร้อยปีถ้าจำเป็นเพราะการพังทลายอาจจะเป็นกระบวนการที่ค่อนข้างช้า (3) มีความสามารถใช้ได้กับดินที่หลากหลาย สภาพภูมิอากาศและพืช ที่พบในสหรัฐอเมริกาและ (4) มีประสิทธิภาพสะดวกต่อการใช้งานและความสามารถในการประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการจัดการกับการพังทลายดินและความอุดมสมบูรณ์ของดิน ผลลัพธ์ของโมเดลที่เรียกว่า EPIC จึงอยู่บนพื้นฐานองค์ประกอบทางกายภาพสำหรับจำลองการพังทลาย การเจริญเติบโตของพืช และกระบวนการต่างๆที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งองค์ประกอบทางด้านเศรษฐกิจสำหรับการประเมินมูลค่าการพังทลายเพื่อเป็นยุทธศาสตร์กำหนดการจัดการที่เหมาะสม

คำอธิบายแบบสั้นๆ การประยุกต์และการพัฒนาจนถึงปัจจุบันคือองค์ประกอบที่สำคัญ 9 ส่วนคือ วัฏจักรน้ำ (hydrology) สภาพอากาศ (weather) การพังทลาย (erosion) ธาตุอาหาร (nutrients) อุณหภูมิดิน (soil temperature) การเจริญเติบโตของพืช (plant growth) การไถ (tillage) ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่ควบคุมพืช

(plant environment control) และเศรษฐกิจ (economics) (Williams 1990) จากการศึกษาของ Williams et al. (2006) ระบุถึงการพัฒนาโมเดล EPIC เพิ่มเติมซึ่งครอบคลุมการวิเคราะห์ สภาพอากาศ (Weather) การไหลบ่าน้ำผิวดิน (surface runoff) การไหลกลับ (return flow) การไหลซึม (percolation) การคายระเหย (evapotranspiration: ET) การไหลลงสู่ชั้นล่างด้านข้าง (lateral subsurface flow) การละลายของหิมะ (snow melt) การชะล้างด้วยน้ำ (Water Erosion) การพังทลายด้วยลม (Wind erosion) การสูญเสียสารอาหาร ไนโตรเจน-ฟอสฟอรัสของน้ำท่า (N & P loss in runoff) การชะละลายของไนโตรเจน (nitrogen leaching) การเคลื่อนย้ายอินทรีย์ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส จากการทับถม (Organic N & P transport by sediment) การตรึงไนโตรเจน (N fixation) การใช้ยากำจัดศัตรูพืชและการเคลื่อนย้าย (Pesticide fate and transport) อุณหภูมิดิน (Soil temperature) การเจริญเติบโตของพืชและผลผลิต มากกว่า 80 ชนิด (Crop growth and yield for over 80 crops) การหมุนเวียนพืช (Crop rotations) การไถ (Tillage) การควบคุมสิ่งแวดล้อมต่อพืช การระบายน้ำ ชลประทาน การใส่ปุ๋ย ระบบการให้น้ำ

โมเดลได้มีการนำไปใช้และตรวจสอบความถูกต้องอย่างกว้างขวางและเรียกชื่อใหม่เป็น The Environmental Policy Integrated Climate (EPIC)

Priya et al. (1998) และ Priya and Shibasaki (2001) ได้ประยุกต์แบบจำลอง EPIC ในประเทศ อินเดีย กล่าวว่า ระบบสนับสนุนการตัดสินใจแบบดั้งเดิม ตามโมเดลการจำลองการปลูกพืชโดยปกติขึ้นกับพื้นที่เฉพาะเจาะจง ในการกำหนดนโยบาย แต่ความแปรปรวนของพื้นที่การผลิตพืชผักจะต้องมีการประเมินเนื่องจากสภาพดินที่แตกต่างกัน สภาพอากาศ และการปฏิบัติทางการเกษตรภายในภูมิภาคเป้าหมาย ในการกล่าวถึงความผันแปรเชิงพื้นที่ "EPIC เชิงพื้นที่" ได้รับการพัฒนาบนพื้นฐานของการจำลองการปลูกพืชแบบ EPIC ตั้งแต่รูปแบบการจำลองการเพาะปลูกเฉพาะพื้นที่ต้องใช้ข้อมูลความละเอียดของจุดที่ใช้หรือข้อมูลที่มีความละเอียด เป็นสิ่งที่จำเป็นที่จะป้อนข้อมูลความละเอียดที่ดีลงแต่ละตารางเซลล์เพื่อสามารถบอกทิศทางภูมิศาสตร์ได้ แบบจำลองการปลูกพืช นักวิจัยได้เสนอวิธีการสำหรับรายละเอียดอย่างหยาบ เช่นระดับประเทศ (ประมาณ 50 กิโลเมตร กริด-เซลล์) และเป็นเขต (ประมาณ 10 กิโลเมตร กริด-เซลล์) จากการศึกษาในอินเดีย พบว่า ทั้ง 2 ระดับความละเอียดขนาดกริด-เซลล์ ให้ผลผลิตที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเนื่องจากความผันแปรของสภาพอากาศ คุณสมบัติการอุ้มน้ำของดิน และการประยุกต์การจัดการพืช ผลการศึกษาประสบความสำเร็จ ในการแสดงให้เห็นถึงการประยุกต์ใช้แบบจำลองในการประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อผลผลิตธัญพืชที่สำคัญในระดับชาติ

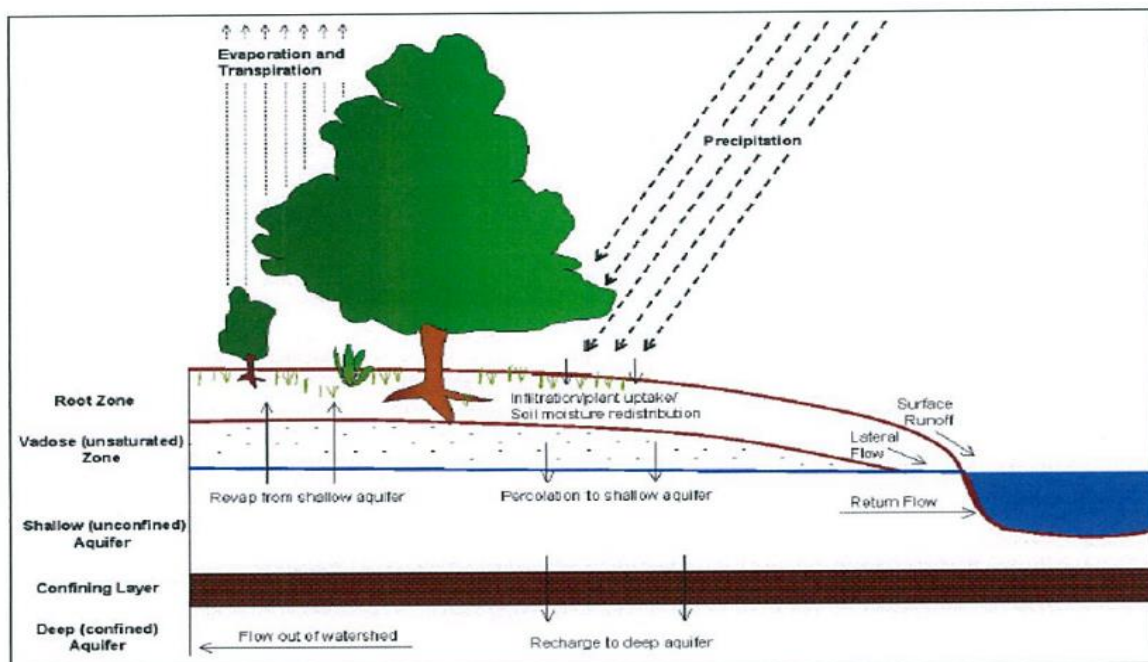
แบบจำลอง EPIC นี้จะตอบสนองกับข้อมูลนำเข้า 3 ชุด คือ ข้อมูลอากาศ ข้อมูลดิน และข้อมูลการจัดการพืช ซึ่งมีผลต่อปริมาณผลผลิต ในการศึกษาของ Roloff et al. (1998) ได้พิจารณาถึงปัจจัยของดินที่มีผลต่อการปลูกข้าวโพด และถั่วเหลือง โดยได้พิจารณาถึง Bulk density, Field capacity, Sand content, Silt content และ อุณหภูมิของดิน (soil temperature) ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการเจริญเติบโตของรากพืช และความสมดุลของไนโตรเจน และคาร์บอนในดิน รวมถึงปัจจัยด้านการจัดการพืช คือ อัตราการใส่ปุ๋ย โดยเฉพาะไนโตรเจน ก็เป็นปัจจัยสำคัญเช่นกัน Ramanarayanan et al. (1997) ศึกษาการเคลื่อนย้ายไนโตรเจน (Nitrogen transport) ของระบบน้ำในดินซึ่งเกี่ยวข้องกับพลวัตของไนโตรเจนและพลวัตของน้ำในดิน ซึ่งเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์สำหรับการจัดการด้านการเกษตรเกี่ยวกับสมดุลของน้ำและคุณภาพน้ำ McLaughlin (2006) พบว่า EPIC มีประสิทธิภาพสูงในการประเมิน water and nitrogen budgets ในช่วงเวลาระยะยาว (หลายปี) สำหรับในช่วงเวลาระยะสั้น ๆ (เดือน) และช่วงที่มีอัตราการใช้สูงที่สุด ความถูกต้องจะลดลง ซึ่งขึ้นอยู่กับความผันแปรของวัฏจักรไนโตรเจนและความชื้นในดินด้วย

2.4 การประเมินสมดุลน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำ

ปริมาณน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำเป็นตัวแปรสำคัญที่มีผลต่อการผลิตทางการเกษตรในพื้นที่ ซึ่งสามารถใช้เป็นแนวทางในการจัดการน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ วิธีการประเมินปริมาณน้ำมีหลากหลายวิธี (สมดุลน้ำ) อย่างไรก็ตาม Arnold et al., (1998) ได้พัฒนาเครื่องมือ Soil and Water Assessment Tool (SWAT) ซึ่งใช้แนวทางการจำลองอุทกวิทยา ที่อาศัยพื้นฐานของข้อมูลทางด้านกายภาพ ในการคำนวณแบบต่อเนื่องตามช่วงเวลา เพื่อทำนายผลกระทบของการจัดการที่ดินต่อปริมาณน้ำท่า ตะกอน และปริมาณสารเคมีในพื้นที่ลุ่มน้ำที่เปลี่ยนแปลงในเชิงเวลา โดยองค์ประกอบของแบบจำลอง SWAT จะประกอบด้วย ข้อมูลอุทกวิทยา ภูมิอากาศ ตะกอน อุณหภูมิดิน การเจริญเติบโตของพืช การจัดการธาตุอาหารพืช สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืช และการจัดการด้านการเกษตร (Neitsch et al., 2004)

แบบจำลอง SWAT ถูกออกแบบให้สามารถใช้งานร่วมกับโปรแกรม ArcGIS โดยทำงานผ่านโปรแกรม ArcSWAT เพื่อใช้เป็นระบบติดต่อกับผู้ใช้งานผ่านระบบภูมิสารสนเทศ โดยโปรแกรม ArcSWAT เป็นโปรแกรมเสริม (Extension) ของโปรแกรม ArcGIS SWAT พัฒนาขึ้นโดย Blackland Research Center, TAES และ United States Department of Agriculture-Agriculture Research Service (USDA-ARS) เป็นแบบจำลองที่มีการพัฒนาต่อเนื่องมาตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2533 จนกระทั่งมาเป็นเวอร์ชันล่าสุด คือ SWAT2012 และ ArcSWAT ซึ่งมีลักษณะเป็น Public Domain Model กล่าวคือ สามารถนำไปใช้งานได้โดยไม่ต้องจัดซื้อ หรือเสียค่าลิขสิทธิ์แต่อย่างใด ผู้ใช้สามารถดาวน์โหลดโปรแกรม และคู่มือการใช้โปรแกรมได้ฟรี (บัณฑิตา ชันดีสิทธิ์ และ อรอนงค์ วรรณราช, 2557)

หลักการวิเคราะห์ของแบบจำลอง SWAT แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนพื้นดิน (Land phase) และส่วนการเคลื่อนที่ในลำน้ำ (Routing phase) โดยการวิเคราะห์ในส่วนพื้นดินจะเป็นการศึกษาวงจรอุทกวิทยา เพื่อประเมินปริมาณน้ำท่า ปริมาณตะกอน ปริมาณไนโตรเจน ปริมาณฟอสฟอรัส และสารเคมีจากการเกษตรที่จะไหลลงสู่ลำน้ำหลักของแต่ละลุ่มน้ำย่อย สำหรับการวิเคราะห์การเคลื่อนที่ในลำน้ำ จะเป็นการคำนวณการเคลื่อนที่ของน้ำ ตะกอน และธาตุอาหารต่าง ๆ ไปตามลำน้ำ ตลอดทั้งโครงข่ายระบบลำน้ำของลุ่มน้ำ



รูปที่ 2- 4 วงจรอุทกวิทยาของแบบจำลอง SWAT (Neitsch et al., 2005)

จากรูปที่ 2-4 ปริมาณน้ำภายในลุ่มน้ำจะสามารถประเมินได้จากสมการสมดุลน้ำ ดังสมการด้านล่าง

$$SW_t = SW + \sum_{i=1}^t (R_i - Q_i - ET_i - P_i - QR_i)$$

เมื่อ SW_t คือปริมาณน้ำในดินสุดท้าย (มม) SW คือ ปริมาณน้ำในดินเริ่มต้นในวันที่ i (มม), t คือ เวลา (วัน), R คือ ปริมาณน้ำฝน (มม), Q คือ ปริมาณน้ำไหลบ่าบนผิวดิน (มม), ET คือ ปริมาณการคายระเหยน้ำ (มม), P คือ ปริมาณน้ำที่ซึมลึกลงไปได้ดิน (มม) และ QR คือ ปริมาณน้ำไหลลงแม่น้ำ (มม)

จนถึงปัจจุบันนี้แบบจำลอง SWAT ยังคงได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวาง และมีการประยุกต์ใช้อย่างหลากหลาย เช่นการศึกษา Bouraoui et al. (2005) และ Xiaobo et al. (2008) ได้ใช้แบบจำลอง SWAT ร่วมกับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) ในการประเมินผลกระทบการใช้ประโยชน์ที่ดินและการจัดการ

ต่อปริมาณน้ำท่าและตะกอนของกลุ่มน้ำเชิงพื้นที่ รวมทั้งได้จำลองสถานการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินและการจัดการที่ดิน เพื่อทำนายผลการประเมินน้ำท่าและตะกอน การศึกษาของ Tripathi et al. (2003) ใช้แบบจำลอง SWAT เพื่อประเมินปริมาณน้ำท่าและตะกอน เพื่อจัดลำดับความเสี่ยงของกลุ่มน้ำ และประเมินผลความสำเร็จของแนวทางการจัดการกลุ่มน้ำ เป็นต้น

2.5 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศกับผลผลิตทางการเกษตรในประเทศไทย

ศุภกร ชินวรรณ (2549) ได้จัดทำรายงานการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยในอนาคต: ผลสรุปจากการจำลองสถานการณ์อนาคตโดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ Conformal Cubic Atmospheric Model (CCAM) ได้ผลสรุปว่า ทิศทางและแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในประเทศไทย จากการจำลองสถานการณ์ในระยะยาวภายใต้เงื่อนไขที่ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญในบรรยากาศเพิ่มสูงขึ้นเป็นหนึ่งเท่าครึ่งและสองเท่าของปัจจุบันนั้น จะเป็นไปในทิศทางที่มีฝนมากขึ้นในเกือบทุกภาคของประเทศไทย ส่วนอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดในประเทศไทยจะไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมมากนักอาจเพิ่มสูงขึ้นหรือลดลงประมาณ 1-2°C แต่การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่สำคัญประการหนึ่งคือจำนวนวันที่อากาศเย็นจะลดลงอย่างเห็นได้ชัด และในทางกลับกัน จำนวนวันที่อากาศร้อนก็จะเพิ่มขึ้นมากเช่นกัน ซึ่งหากจะกล่าวในอีกนัยหนึ่งก็คือ แม้ว่าประเทศไทยโดยเฉลี่ยแล้วจะไม่ร้อนขึ้นมากนัก แต่จะร้อนนานขึ้นกว่าเดิมมาก ทั้งนี้เพราะฤดูหนาวในประเทศไทยจะสั้นลงในขณะที่ฤดูร้อนจะยาวนานกว่าเดิมอย่างเห็นได้ชัด

สหัชชัย คงทน และคณะ (2547) ศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกต่อการผลิตข้าวโพด อ้อยและมันสำปะหลัง ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย: พื้นที่ศึกษา จังหวัดขอนแก่น ขั้นตอนการศึกษา คือ การนำข้อมูลภูมิอากาศรายวันที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศ (CCAM) จากสถาบัน CSIRO ทำการถ่ายเทข้อมูลลง ณ จุดที่ครอบคลุมพื้นที่ศึกษา แล้วใช้เป็นฐานในการสร้างค่าภูมิอากาศรายวันเฉลี่ยระยะยาว 30 ปี ในช่วงปีคริสต์ศักราชต่าง ๆ คือ 1980 – 1989, 2040 – 2049, และ 2066 – 2075 โดยในช่วงปีดังกล่าวจะเป็นตัวแทนสภาวะของคาร์บอนไดออกไซด์ 1 เท่า 1.5 เท่าและ 2.0 เท่า ตามลำดับ ค่าที่ได้จะถูกนำมาเป็นข้อมูลนำเข้าแบบจำลองการปลูกพืชเพื่อทำการจำลองการเจริญเติบโตและผลผลิต โดยใช้แบบจำลอง CERES Maize ของข้าวโพด GUMCAS ของมันสำปะหลัง และ CANEGRO ของอ้อย ผลการศึกษาพบว่า การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศทำให้ผลผลิตของข้าวโพดและอ้อยเพิ่มขึ้น แต่ผลผลิตของมันสำปะหลังลดลง การใส่ปุ๋ยในข้าวโพดสามารถช่วยลดการแปรปรวนจากผลกระทบนี้ได้ และยังทำให้ข้าวโพดออกดอกเร็วขึ้น 2 - 4 วัน และสุกแก่เร็วขึ้น 3 - 10 วัน ช่วงเวลาการพัฒนาของอ้อยจะสั้นลง เมื่อคาร์บอนไดออกไซด์ เพิ่มขึ้นอย่างไรก็ตามมวลชีวภาพที่ระยะใบที่ 14 เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย เป็นที่น่าสังเกตว่า

ในปีที่มีฝนมาก มวลชีวภาพในระยะใบที่ 14 ลดลงเมื่อ คาร์บอนไดออกไซด์ เพิ่มขึ้น ทั้งผลผลิตน้ำตาล และ น้ำหนักลำสเต็มแวนโน้มเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับมวลชีวภาพ ที่ระยะใบที่ 14 ในปีที่มีฝนน้อยและ คาร์บอนไดออกไซด์ เพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า น้ำหนักหัวสดของมันสำปะหลังลดลงในปีที่มีฝนน้อย และปานกลาง แต่เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดในปีที่มีฝนมาก ขณะที่วันแตกกิ่งแรก โดยทั่วไปจะเร็วขึ้น เมื่อคาร์บอนไดออกไซด์ เพิ่มขึ้นเป็น 1.5 และ 2 เท่า เทียบกับปีปกติ สำหรับค่าดัชนีการเก็บเกี่ยว จะลดลงเมื่อคาร์บอนไดออกไซด์ เพิ่มขึ้น ตรงกันข้ามกับดัชนี พื้นที่ใบสูงสุด ยกเว้น ในปีที่มีฝนน้อย

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ (2551) วิเคราะห์การคาดการณ์การใช้น้ำของข้าวโพดใน อนาคต พบว่า การใช้น้ำของข้าวโพดโดยใช้ข้อมูลสภาพภูมิอากาศจากการคาดการณ์ของแบบจำลองทาง คณิตศาสตร์ PRECIS (Providing Regional Climates for Impact Studies) ทำการจำลองสภาพอากาศ โดยใช้ชุดข้อมูล Global dataset ECHAM4: A2 Scenario พบว่า ข้าวโพดมีความต้องการน้ำเพิ่มขึ้นประมาณ 20% ของการใช้น้ำในช่วงปี ค.ศ. 1980-1989 และจะมีความต้องการน้ำของข้าวโพดมากที่สุดอยู่ในช่วงกลาง ของการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นจากปีฐาน ในช่วงปี ค.ศ.2080-2089 ดังนั้นความแปรปรวนของฝนที่ตกในพื้นที่ที่ ปลูกข้าวโพดที่อาศัยน้ำฝนอาจส่งผลกระทบต่อผลผลิตได้

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่อาศัยน้ำฝนจะเปิดรับกับความไม่แน่นอนของการเริ่มต้นของฤดูฝนที่อาจ เปลี่ยนแปลงไปทำให้การเริ่มต้นของฤดูกาลปลูกไม่แน่นอน ความแปรปรวนของฤดูฝนในฤดูกาลผลิตอาจมีผล ทำให้ข้าวโพดเสี่ยงต่อการระบาดของแมลงและโรคระบาดในข้าวโพด เกริก ปั่นแห่งเพชร และ คณะ (2552) คาดการณ์ว่าผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในอนาคตอาจเปลี่ยนแปลงไปไม่มากนัก

จินตนา สุขมณี (2553) ศึกษาการรับรู้และการจัดการความเสี่ยงของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ปีการเพาะปลูก 2552 พบว่า เกษตรกรรับรู้ความเสี่ยงด้านภัยแล้งมากที่สุด แต่สนใจที่จะจัดการความเสี่ยงดังกล่าวรองจากการจัดการความเสี่ยงผ่านโครงการประกันรายได้ การ จัดการความเสี่ยงภัยแล้งสัมพันธ์กับปัจจัยส่วนบุคคลด้านมูลค่าทรัพย์สินทางการเกษตรและการรับรู้ความเสี่ยง ด้านการเพาะปลูก ดังนั้นการเพิ่มความสนใจของเกษตรกรในการจัดการความเสี่ยงด้านภัยแล้งภายใต้โครงการ ประกันภัยพืชผลให้สูงขึ้นจำเป็นต้องมีการปรับปรุงระดับการรับรู้ถึงความเสี่ยงโดยเฉพาะ การเลือกใช้เมล็ด พันธุ์และการใส่ปุ๋ยซึ่งเป็นต้นทุนที่สำคัญที่ส่งผลกระทบต่อรายได้ของเกษตรกร

2.6 สภาพปัญหาของการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทย

จากการศึกษาของ พุฒิพงศ์ นวกิจบำรุง และ อัจฉรา รักยุติธรรม (2557) อธิบายถึงขั้นตอนและผู้ที่เกี่ยวข้องในวงจรการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ใน อ. แม่แจ่ม จ. เชียงใหม่ ประกอบด้วย เกษตรกร ผู้รับจ้างสีและ

ขนส่ง ผู้รวบรวมผลผลิต และโรงงานผลิตอาหาร ซึ่งแหล่งเงินทุนจะมาจาก 3 แหล่งใหญ่ คือ ของเกษตรกรเอง หรือจากผู้รับจ้างสี-ขนส่ง หรือผู้รวบรวมผลผลิต โดยรวมแล้วเกษตรกรที่อยู่บนพื้นที่ลาดชันจะปลูกข้าวโพดได้เพียงครั้งเดียว โดยจะเริ่มตั้งแต่เดือนมีนาคม-เมษายน และเมื่อเก็บเกี่ยวแล้วเกษตรกรจะเก็บฝักและเก็บข้าวโพดเอาไว้ให้แห้งสนิท แต่เกษตรกรที่อาศัยอยู่บนที่ราบ ใกล้แหล่งน้ำ จะนิยมขายสด เกษตรกรที่ปลูกแบบขายสดมีโอกาปลูกข้าวโพดรุ่นที่ 2

ในพื้นที่แม่แจ่ม จ. เชียงใหม่ ชาวบ้านหันมาปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา เป็นจำนวนมากขึ้น ตั้งแต่ปี 2544-2557 ดังนี้ 18,834 ไร่, 23,824 ไร่, 31,289 ไร่, 29,657 ไร่, 48,560 ไร่, 61,146 ไร่, 82,904 ไร่, 81,105 ไร่, 86,104 ไร่, 61,872 ไร่ 105,456 ไร่, 99,511 ไร่, 106,528 ไร่, 118,791 ไร่ ตามลำดับ (ดังรูปที่ 2-5) (สำนักงานเกษตรเชียงใหม่ 2557)

การเพิ่มขึ้นของพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ สวนทางกับ การลดลงของการปลูกพืชหลากหลายชนิดตามวิถีชีวิตเดิม ของคนในพื้นที่ นอกจากนี้ พื้นที่แม่แจ่ม ยังกลายเป็นพื้นที่ก่อให้เกิดหมอกควัน แผ่ขยายลงไปถึงตัวเมืองเชียงใหม่



รูปที่ 2- 5 พื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ อ. แม่แจ่ม

พุดพิงค์ นวกิจบำรุง และ อัจฉรา รักยุติธรรม (2557) ได้นำเสนอและวิเคราะห์ภาพลักษณ์ที่คนบนพื้นที่สูงได้ถูกคาดหวังและความเป็นจริงที่คนบนพื้นที่สูง ได้ปรับเปลี่ยนวิถีชีวิตของตน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เกี่ยวข้องกับการเกษตรบนพื้นที่สูง ชาดิพันธุ์ปกากะญออาจประสบความสำเร็จในการสร้างภาพลักษณ์ความเป็น “นักอนุรักษ์” เพื่อต่อสู้ต่อรองกับรัฐภายใต้วาทกรรมการอนุรักษ์ แต่ยุทธวิธีดังกล่าวไม่อาจทำให้ชาวบ้าน

หลุดออกจากความเป็นชายขอบได้อย่างแท้จริง เพราะยุทธวิธีดังกล่าวอยู่ภายใต้วาทกรรมการอนุรักษ์ที่ยังวางอยู่บนตรรกะของความไม่เท่าเทียม นอกจากจะเป็นการกักขังอัตลักษณ์ตัวเองแล้วยังยิ่งตอกย้ำความเป็น “คน” ที่ไม่เท่าเทียม และถูกแซ่แข็งให้เป็นชายขอบอยู่เช่นเดิม ผู้เขียนต้องการชี้ให้เห็นว่า ภาพลักษณ์แบบสวยงามซึ่งมีลักษณะเหมารวมทั้งชาติพันธุ์นั้น อาจไม่สอดคล้องกับเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจริงที่ชุมชนและผู้คนมีความแตกต่างหลากหลาย จำเป็นต้องก้าวข้ามวาทกรรมการอนุรักษ์ที่กักขังอัตลักษณ์ชาติพันธุ์สู่ยุทธวิธีการต่อสู้ที่วางอยู่บนหลักการ “คน” ที่เท่ากัน ซึ่งอาจเป็นการต่อสู้ดิ้นรนจากการทำมาหากินในชีวิตประจำวัน โดย เช่น กรณีการปลูกข้าวโพดเลี้ยง ซึ่งเป็นการเลือกที่จะใช้ประโยชน์จากระบบทุนนิยม

กรณีการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์บนพื้นที่สูงที่ จังหวัดน่าน สิบต๊ะเดช พงศ์กิจวรสิน และ เขมรัฐ เถลิงศรี (2555) ได้สรุปประเด็นปัญหาว่าการใช้นโยบายส่งเสริมการปลูกพืชเศรษฐกิจ เพื่อยกระดับความเป็นอยู่ รายได้ และเพิ่มความเท่าเทียมกันให้เกษตรกรในภาคชนบท ภายใต้โครงสร้างตลาดในปัจจุบัน โดยไม่คำนึงถึงอุปสรรคที่เกษตรกรรายย่อยในแต่ละท้องถิ่นเผชิญอยู่ ลักษณะเฉพาะพื้นที่ที่รองรับนโยบาย และความขัดแย้งกับนโยบายอื่นๆ ที่ลงไปในพื้นที่ กลับเปิดโอกาสให้ปัญหาความเหลื่อมล้ำระหว่างเกษตรกรรายย่อยกับนายทุนและพ่อค้าคนกลางเพิ่มความรุนแรงมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ นโยบายที่มีต้นทุนสูงและนอกจากไม่ช่วยแก้ปัญหาแล้วยังทำให้สถานการณ์แย่ลง งบประมาณที่ต้องสูญเสียไปกับความเสียหายที่เกิดจากภัยธรรมชาติ ความเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อม การขูดรีดความเสียหายจากภัยธรรมชาติในพื้นที่ปลายน้ำ การใช้นโยบายพุงราคา การแทรกแซงตลาด ซึ่งเป็นเงินจำนวนมาก ควรที่จะนำมาใช้ในการสร้างแรงจูงใจให้เกษตรกรบนพื้นที่ลาดชันที่มีข้อจำกัดทางด้านพื้นที่ สามารถหลุดออกจากวงจรของการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ งานวิจัยนี้เสนอทางออกโดยภาครัฐจะต้องมีนโยบายที่ชัดเจนที่จะลดพื้นที่ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในที่ชัน เช่น การสนับสนุนการพัฒนาศักยภาพของพื้นที่ในการทำการเกษตรเพื่อให้เกษตรกรได้รายได้ทดแทนจากการปลูกข้าวโพดในที่ชัน เช่น อาจจะใช้มาตรการอุดหนุนที่เหมาะสมในระยะเปลี่ยนผ่าน และสนับสนุนการประกอบอาชีพที่พึ่งพิงกับความอุดมสมบูรณ์ของป่า ไม่แปลกแยกคนกับธรรมชาติ โดยต้องให้ “คนอยู่กับป่า” ได้ ควบคู่ไปกับการการกักตุนและการใช้พื้นที่อย่างทั่วถึง ในขณะที่ภาคเอกชนควรมีบทบาทในการกำหนดทิศทางของตลาดผ่านกลไกราคาและมาตรฐานการรับซื้อ และการมีส่วนร่วมในการสนับสนุนในแบบต่างๆ โดยเฉพาะในพื้นที่ที่ประสบความสำเร็จในการอนุรักษ์ทรัพยากร

การศึกษาปัจจัยที่กำหนดการตัดสินใจปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ แบบมีและไม่มีพันธะสัญญาในอำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ โดย พิมพ์พิชชา ทานา (2555) สรุปได้ว่า ส่วนใหญ่จะเริ่มปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในเดือนมิถุนายน เพราะอาศัยน้ำฝนในการปลูก สำหรับการใส่สารเคมีกำจัดวัชพืช การใช้ปุ๋ยเคมี และอายุเก็บเกี่ยวระหว่างแบบมีและไม่มีพันธะสัญญาจะแตกต่างกัน เนื่องจากแบบมีพันธะสัญญาบริษัทจะเป็นผู้กำหนด

กระบวนการผลิตทั้งหมด ทำให้ต้นทุนเฉลี่ยของเกษตรกรที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แบบมีพันธะสัญญาสูงกว่าเกษตรกรที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แบบไม่มีพันธะสัญญา แต่ผลตอบแทนเฉลี่ยต่อไร่ของเกษตรกรที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แบบมีพันธะสัญญากลับได้สูงกว่า นอกจากนี้ เหตุผลของการตัดสินใจปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แบบมีและไม่มีพันธะสัญญาจะขึ้นอยู่กับประกันราคาผลผลิตมากที่สุด รองลงมาคือ มีตลาดรองรับผลผลิตที่แน่นอน การลดความเสี่ยงเมื่อเข้าร่วมในสัญญาการรับซื้อผลผลิตถึงที่ และการได้รับปัจจัยการผลิตล่วงหน้าตามลำดับ

การศึกษาปัจจัยด้านการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของเกษตรกร ในเขตลุ่มน้ำห้วยแม่ต้า อำเภอลอง จังหวัดแพร่ โดย สัตต์ แดงอ่อน (2550) พบว่า เกษตรกรยังขาดความรู้ความเข้าใจในเรื่องการใส่ปุ๋ยเคมี ดินขาดความอุดมสมบูรณ์ ปัจจัยการผลิตมีราคาแพง ราคาผลผลิตไม่แน่นอน การระบาดของหนู ฝนทิ้งช่วง แหล่งรับซื้อผลผลิตอยู่ห่างไกล เหล่านี้ยังเป็นสิ่งที่ส่งผลต่อการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และคุณภาพชีวิตของเกษตรกร ซึ่งสอดคล้องกับ นิพนธ์ พลับเจริญสุข (2547) ที่ศึกษาวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จำแนกตามวิธีการเขตกรรมในจังหวัดสระแก้ว ปีการผลิต 2545/46 พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงผลผลิตที่มีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ เมล็ดพันธุ์ มูลค่างู๋ยเคมี และแรงงานที่ใช้ เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพทางเทคนิคและทางเศรษฐกิจของการใช้ปัจจัยการผลิตทั้ง 3 เกษตรกรควรลดการใช้ปุ๋ยเคมีลง แต่ให้เพิ่มการใช้เมล็ดพันธุ์และแรงงาน เพื่อให้เกิดการใช้ปัจจัยในระดับที่เหมาะสมและก่อให้เกิดกำไรสูงสุด

การศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงนโยบายของรัฐ และปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เป็นจริง วสุรัตน์ แซ่โจ้ว (2554) ได้สรุปว่า การกำหนดราคาประกันข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในระดับสูง จะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้ทรัพยากร โดยทรัพยากรดินจะมีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด รองลงมาคือ ทุนและแรงงาน ตามลำดับ ในกรณีของการแทรกแซงราคาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในจังหวัดเชียงใหม่ ในปีเพาะปลูก 2552/53 ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร สาขาอำเภอแม่แจ่ม อำเภอเชียงดาว และอำเภอพร้าว เป็นหน่วยงานหลักในการดำเนินการแทรกแซงราคาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ซึ่งเกษตรกรส่วนใหญ่มีความคิดเห็นต่อมาตรการแทรกแซงราคาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทำให้รายได้มีความแน่นอน ลดการสวมสิทธิ ลดปัญหาการทุจริตคอร์รัปชัน ได้รับความเป็นธรรมในการซื้อ-ขาย ซึ่งถือเป็นแรงจูงใจในการเพาะปลูก (วัชรารักษ์ บุญเจริญ 2553) ในส่วนของต้นทุนและผลตอบแทนของการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ตามนโยบายของรัฐบาลโครงการจัดตั้งนิคมการเกษตรพืชอาหารและพลังงานทดแทนของสมาชิกสหกรณ์นิคมแม่สอดจำกัด อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก พบว่า การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แบบมีระบบน้ำในพื้นที่ 66-100 ไร่ จะให้ผลกำไรสุทธิมากที่สุด รองลงมา คือ การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แบบไม่มีระบบน้ำในพื้นที่ 66-100 ไร่ (ยุพรัตน์ จันทร์แก้ว 2553)

การศึกษาความต้องการเนื้อสัตว์ที่มากขึ้นของตลาด วิศิษฐ์ ลิ้มสมบุญชัย และ คณะ (2545) ได้ทำการวิเคราะห์ระบบธุรกิจการเกษตรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของจังหวัดลพบุรี พบว่า ระบบธุรกิจข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทยได้รับผลกระทบมาจากอุตสาหกรรมเนื้อสัตว์โดยเฉพาะไก่เนื้อ หมายความว่าอุปสงค์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่เกิดขึ้นเป็นอุปสงค์ต่อเนื่องมาจากอาหารสัตว์ ทำให้ธุรกิจข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลดความพึงพาจากการส่งออกที่ในอดีตเคยมีบทบาทอย่างสูงต่อระบบธุรกิจข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ นอกจากนี้ ธีระพงษ์ เปรมพินิจ (2545) ได้วิเคราะห์ผลกระทบของการปฏิบัติตามพันธกรณีข้อตกลงสินค้าเกษตร ต่อความต้องการข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และอุตสาหกรรมไก่เนื้อในประเทศไทย พบว่า ปัจจัยสำคัญที่เป็นตัวกำหนดอุปสงค์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในประเทศ คือ ราคาขายส่งข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ราคาขายส่งปลายข้าว และปริมาณการผลิตอาหารสัตว์ ส่วนปัจจัยสำคัญที่เป็นตัวกำหนดอุปทานข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในประเทศ คือ ราคาขายส่งข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ราคาเมล็ดถั่วเหลือง และนโยบายการนำเข้าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของไทย ปัจจัยสำคัญที่เป็นตัวกำหนดอุปสงค์การนำเข้าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ คือ ราคานำเข้าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

เบญจพรรณ เอกะสิงห์ และคณะ (2544) ศึกษาศักยภาพการผลิตและความต้องการของเกษตรกรในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในแหล่งปลูกสำคัญของประเทศไทย ปีการผลิต 2543 พบว่า การผลิตข้าวโพดในพื้นที่สูงและอยู่ห่างไกลมีข้อเสียเปรียบการผลิตบนพื้นที่ราบหลายอย่าง ได้แก่ ต้องซื้อปัจจัยการผลิตในราคาแพง ขายผลผลิตในราคาที่ต่ำกว่า ได้รับข่าวสารด้านวิชาการจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องน้อย เกษตรกรมีทางเลือกในการปลูกพืชอื่นค่อนข้างน้อย ได้ผลผลิตต่ำกว่าการผลิตในพื้นที่ราบมีปัญหาในการชะล้างพังทลายของหน้าดินค่อนข้างสูง เช่นเดียวกับ ธัญยธรณ์ จิตอรวรรณ (2553) ที่ประเมินปริมาณการกร่อนดินและปริมาณสารเคมีในตะกอนดินบริเวณพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในเนื้อที่ 189.5 ไร่ บริเวณตำบลน้ำซุน อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ พบว่าปริมาณตะกอนที่เกิดขึ้นเท่ากับปริมาณการกร่อนดินที่เกิดจากการตกกระทบของเม็ดฝน ซึ่งจัดว่าเป็นการกร่อนดินในพื้นที่ (on-site erosion) โดยปริมาณตะกอนที่เกิดขึ้นทั้งปีจากการคำนวณโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ CREAMS เท่ากับ 266,818 ตันต่อไร่ต่อปี ส่วนปริมาณสารเคมีในตะกอนดินที่ได้จากการคำนวณพบว่ามีปริมาณค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับปริมาณตะกอนดินที่เกิดขึ้น จะเห็นได้ว่าการใช้ประโยชน์ที่ดินซึ่งเปลี่ยนแปลงจากการกระทำของมนุษย์ก่อให้เกิดการกร่อนดินสูง

2.7 ปัญหาหมอกควันในเชียงใหม่

หมอกควัน ถือได้ว่าเป็นมลพิษทางอากาศที่สำคัญ ซึ่งเป็นผลมาจากกระบวนการเผาไหม้ หรือ สันดาปที่ไม่สมบูรณ์ เป็นต้นกำเนิดของสารมลพิษทางอากาศที่ปะปนอยู่ กับอนุภาคฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เมื่อเข้าไปในปอดแล้วไม่สามารถขับออกมาได้ สารมลพิษกลุ่มที่มีจำนวนชนิดมากที่สุด เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีชื่อว่า พอลิไซคลิกอะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons) ที่มักเรียกชื่อว่า พีเอเอช

หรือ พาท (PAH) ซึ่งมีสารสมาชิกไม่น้อยกว่าสิบชนิดที่เป็นสารก่อมะเร็ง และแทบทุกชนิดเป็นสารที่คงอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้นานไม่สลายตัวได้ง่าย (อิทธิชัย แจ่มโพธิ์ 2553) จากสถานการณ์หมอกควันไฟป่า ในหลายจังหวัดในภาคเหนือ ได้ส่งผลกระทบเป็นวงกว้าง จากข้อมูลของกรมควบคุมมลพิษในวันที่ 17 มีนาคม พ.ศ. 2559 พบคุณภาพอากาศอยู่ในระดับปานกลาง จนถึงมีผลกระทบต่อสุขภาพ ปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM10) เฉลี่ย 24 ชั่วโมง มีค่าระหว่าง 58-175 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยหลายพื้นที่มีค่าเกินมาตรฐานคือ 120 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งมีผลกระทบต่อสุขภาพ และจากรายงานของสำนักงานควบคุมโรคที่ 1 จังหวัดเชียงใหม่ ในช่วงปลายเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 ถึง มีนาคม พ.ศ. 2559 พบผู้ป่วยที่ได้รับผลกระทบจากปัญหาหมอกควัน 4 กลุ่มโรค รวม 62,635 คน ได้แก่ โรคหัวใจและหลอดเลือด 34,208 คน โรคระบบทางเดินหายใจ 24,233 คน โรคผิวหนังอักเสบ 2,133 คน และโรคตาอักเสบ 2,061 คน (สำนักข่าวรัฐบาลไทย 2559) การเกิดหมอกควันในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่มีสาเหตุสำคัญๆ ส่วนใหญ่เกิดจากพฤติกรรมหรือการกระทำของมนุษย์ ประการแรก การเผาป่า สภาพพื้นที่สูงของจังหวัดเชียงใหม่มีชนเผ่าต่างๆ อาศัยทำกินอยู่โดยทั่วไปวิถีชีวิตของคนพื้นที่สูงบางเผ่าพันธุ์มีการเผาปลูกแบบไร่เลื่อนลอย และนิยมเผาป่าเพื่อขยายพื้นที่การเพาะปลูกและเพื่อกำจัดเศษวัสดุเหลือใช้จากการปลูกพืชไร่ ประกอบกับสภาพภูมิประเทศ ที่เป็นแอ่งกระทะ และสภาพภูมิอากาศในช่วงฤดูหนาวที่มีความกดอากาศสูง สภาพอากาศนิ่งและแห้งเป็นเวลานาน ทำให้มีการสะสมของสารมลพิษเหล่านี้ในบรรยากาศสูงเกินมาตรฐาน ประการที่สอง การเผาในที่โล่ง บริเวณพื้นที่แอ่งเชียงใหม่ยังมีที่ดินที่เจ้าของไม่ได้ใช้ประโยชน์ โดยปล่อยให้เป็นที่รกร้าง รวมทั้งพื้นที่แหล่งน้ำทั้งของเอกชนและของราชการ ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องมักจะกำจัดวัชพืชเหล่านี้โดยการเผา นอกจากนี้การที่เกษตรกรในพื้นที่แอ่งเชียงใหม่ยังนิยมกำจัดเศษพืชผักที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์หลังการเก็บเกี่ยว เช่น ตอข้าว ฟาง เศษผัก ผักข้าวโพด เป็นต้น จึงเป็นการเผาในที่โล่ง อีกประการหนึ่งของการสร้างปัญหาหมอกควัน สำหรับปัญหาการเผาในที่โล่ง ของอำเภอแม่แจ่ม โดยเฉพาะการเผาเศษซังข้าวโพด เปลือก และต้นข้าวโพด จะพบเป็นจำนวนมากทุกปี โดยเฉพาะในระยะ 2-3 ปีย้อนหลัง นับตั้งแต่ปี 2550, 2551 และปี 2552 พบว่า มีปริมาณผลผลิตเศษเหลือโดยรวมมากถึง 22,400 ตัน (สุชน ตั้งทวีวิวัฒน์ และคณะ 2555)

วสันต์ ปัญญาแก้ว และคณะ (2559) ได้ศึกษาความเป็นไปได้ในการบริหารจัดการชีวมวลเหลือใช้จากการปลูกและแปรรูปข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในอำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ชาวบ้านในแม่แจ่มส่วนใหญ่รับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับปัญหาหมอกควัน โดยเฉพาะเรื่องไฟป่าและการป้องกันไฟป่า แต่การจัดการเศษซากชีวมวลข้าวโพดนั้นยังไม่ทราบว่าจะจัดการอย่างไร ส่วนใหญ่จึงปล่อยให้เปลือก ซังข้าวโพด และเศษซากจากการไม่สักรัณที่มีผู้ใช้รถไม่ไปรับซื้อถึงที่ มักจะทิ้งไว้ในไร่ให้เน่าสลายไปเองและรอเวลาเผาเพื่อเตรียมพื้นที่ปลูกข้าวโพดในปีถัดไป ขณะที่ส่วนน้อยจะนำเศษซากชีวมวลไปใช้เลี้ยงสัตว์ และเมื่อพิจารณาถึงการลงพื้นที่ของ

หน่วยงานหลายๆ แห่ง เพื่อแก้ไขปัญหาการเผาด้วยการจัดการเศษซากชีวมวลข้าวโพดเหล่านี้ ไม่ว่าจะเป็นการทำปุ๋ยหมัก ถ่านอัดแท่ง หรือใช้เป็นอาหารสัตว์ กลับพบว่าไม่ประสบความสำเร็จและไม่มีความยั่งยืนของโครงการ ดังนั้น จึงควรนำไปผลิตเป็นก้อนพลังงานสำหรับใช้ป้อนเตาอบในโรงงานโรงอบเมล็ดข้าวโพดที่มีระบบไซโลในพื้นที่แม่แจ่ม หรืออาจขายส่งนอกพื้นที่ให้แก่โรงอบลำไยในเขตเชียงใหม่-ลำพูน หรือโรงงานผลิตอาหารสัตว์ นอกจากนี้ วรรณตร พลภาณุมาศ และคณะ (2557) ยังเสนอว่า การแก้ปัญหาของหน่วยงานต่างๆ ที่พยายามหาทางกำจัดชีวมวลจากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในเขตพื้นที่ในภาคเหนือจากวิธีการเผาในช่วงฤดูแล้ง โดยการนำชีวมวลเหล่านี้ไปใช้ประโยชน์แทนการเผาในที่โล่ง แนวทางดังกล่าวใช้ชีวมวลได้ไม่ถึงสิบเปอร์เซ็นต์ของชีวมวลที่เกิดขึ้นจึงยังคงมีชีวมวลที่ต้องเผาทิ้งอีกจำนวนมากและก่อให้เกิดปัญหามลพิษและหมอกควันอยู่ ดังนั้น จึงมีแนวคิดที่จะกำจัดชีวมวลให้หมดลงได้ในเตาชีวมวลที่ควบคุมและไม่ก่อให้เกิดมลภาวะ และสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้อีกด้วย ซึ่งสามารถเพิ่มรายได้แก่เกษตรกรที่นำชีวมวลที่เคยเผาทิ้งมาจำหน่ายให้กับโรงไฟฟ้า อีกทั้งยังลดมลภาวะทางอากาศลงได้อีกด้วย

ในการวิจัยนี้เลือกใช้เครื่องมือในการประเมินผลผลิตพืชทางการเกษตร EPIC โมเดล เนื่องจากมีการใช้อย่างกว้างขวางและเป็น freeware ที่สามารถ download และปรับเทียบโมเดลให้เหมาะสมกับพืชและพื้นที่ศึกษา และ SWAT โมเดลซึ่งเป็นโมเดลที่ใช้ในการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าและตะกอนในพื้นที่ลุ่มน้ำซึ่งเป็น freeware เช่นกัน มีความสะดวกและไม่ยุ่งยากในการนำเข้าสู่ข้อมูล และโมเดลทั้งสองสามารถใช้ข้อมูลหลายๆ ตัวแปรที่จัดเก็บคล้ายคลึงกัน

บทที่ 3

ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 ขอบเขตการศึกษา

3.1.1 กลุ่มเป้าหมาย: เกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ หน่วยงานภาครัฐ
เกษตรกรทำการเกษตรผสมผสาน

3.1.2 การผลิตสินค้าเกษตร: ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ เกษตรผสมผสาน

3.1.3 ขอบเขตด้านพื้นที่: กลุ่มน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

- 1) พื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์
- 2) พื้นที่ปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์
- 3) เกษตรผสมผสาน ในการศึกษาจะหมายถึง เป็นระบบการเกษตรที่มีการเพาะปลูกพืช
มากกว่า 2 ชนิด ขึ้นไป อยู่ในพื้นที่เดียวกัน โดยเป็นพืชเศรษฐกิจ (cash crop) ที่สำคัญ
และเกษตรกรนิยมปลูกในกลุ่มน้ำแม่แจ่ม เช่น ถั่วลิสง มันฝรั่ง ถั่วเหลือง พักทอง ผักกาด
สตอเบอรี่ กะหล่ำปี หอมแดง ผักชี อะโวคาโด กาแฟ และผักสวนครัว ต่าง ๆ

3.1.4 ขอบเขตด้านตัวแปร:

- 1) ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์
- 2) ผลผลิตของข้าวโพดเมล็ดพันธุ์
- 3) ผลผลิตเกษตรผสมผสาน
- 4) อัตราการชะล้างพังทลายของหน้าดิน
- 5) การสูญเสียธาตุอาหาร (ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส)
- 6) การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (อุณหภูมิ และปริมาณน้ำฝน)
- 7) ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ต่อผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และ
ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ อัตราการชะล้างพังทลายของหน้าดิน ปริมาณการสูญเสียธาตุอาหาร
(ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส)
- 8) ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ต่อสมมูลน้ำ
- 9) การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาเศษซากข้าวโพดทั้งสองประเภท
- 10) ต้นทุนและผลตอบแทน (Cost and return)
- 11) นโยบายช่วยเหลือ สนับสนุน และส่งเสริม

3.1.5 ข้อจำกัดของการศึกษา:

ในการศึกษานี้ ยังคงมีข้อจำกัดสำหรับประเมินผลผลิตของพืชหลายชนิด ที่แบบจำลอง EPIC ยังไม่สามารถประเมินผลผลิตของพืชเหล่านั้นได้ เนื่องจาก crop parameters ของแบบจำลอง EPIC ยังไม่ครอบคลุมพืชทุกชนิด ได้แก่ พักทอง ผักกาด สตอเบอร์รี่ กะหล่ำปี หอมแดง ผักชี อะโวคาโด กาแฟ และผักสวนครัว ต่างๆ เป็นต้น นอกจากนี้ ถึงแม้ว่าพืชบางชนิดจะสามารถประเมินผลผลิตได้โดยใช้แบบจำลอง EPIC แต่ยังมีข้อจำกัด เรื่องข้อมูลผลผลิตของพืชนั้น ๆ ย้อนหลังที่จำเป็นสำหรับ model calibration เช่น ถั่วลิสง เป็นต้น ดังนั้น ในการศึกษานี้ จึงได้ทำการประเมินผลผลิตของพืช 3 ชนิด คือ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มันฝรั่ง และถั่วเหลือง โดยพิจารณาถึง crop parameters ของแบบจำลอง EPIC และ ข้อมูลผลผลิตย้อนหลัง สำหรับ model calibration ที่อ้างอิงจาก สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร

ดังนั้น ในการศึกษานี้ จึงได้กำหนด Assumption ของการวิเคราะห์ผล ดังต่อไปนี้

1. การประเมินผลผลิตของพืชที่ปลูกแบบเกษตรผสมผสาน จะกำหนดให้ถั่วเหลือง และมันฝรั่ง เป็นตัวแทนของพืชที่ปลูกแบบเกษตรผสมผสาน เนื่องจากพืชชนิดอื่นดังที่ระบุในหัวข้อ 3.1.3 พบข้อจำกัดด้าน crop parameters ของแบบจำลอง EPIC และข้อมูลปริมาณผลผลิต ย้อนหลังที่จำเป็นสำหรับ model calibration ดังนั้น ในการประเมินผลผลิตของพืชที่ปลูกแบบเกษตรผสมผสาน ภายใต้สถานการณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคต จะใช้การเปลี่ยนแปลงผลผลิตของถั่วเหลือง และมันฝรั่ง เป็นตัวแทนของพืชที่ปลูกแบบเกษตรผสมผสาน โดยตั้งสมมติฐานว่า การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศจะมีผลกระทบต่อพืชทุกชนิด ที่ปลูกในพื้นที่เดียวกันจะได้รับผลกระทบที่เหมือนกัน

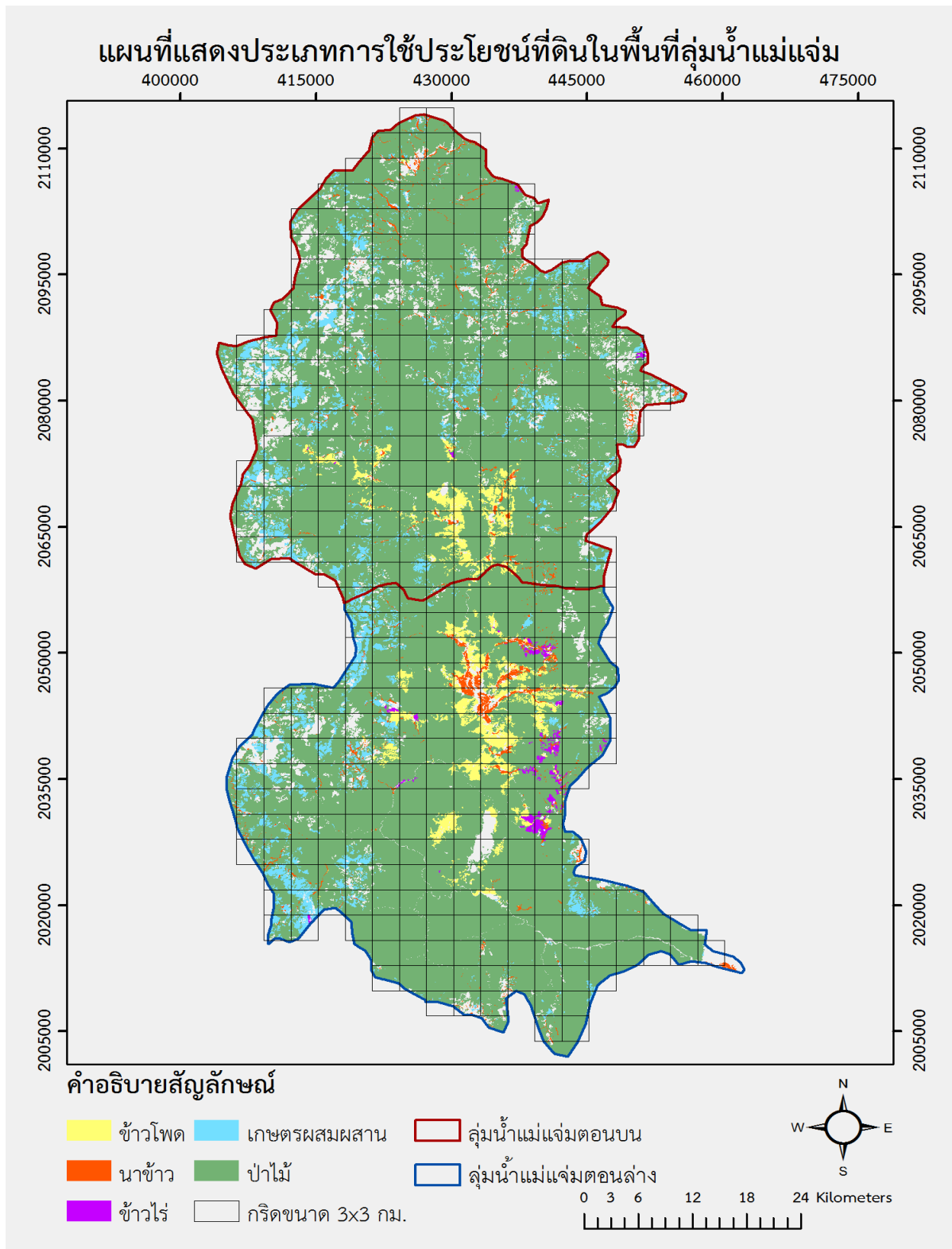
2. การเปรียบเทียบรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ อย่างเข้มข้น กับระบบเกษตรทางเลือกอื่น จะใช้ 2 วิธี คือ 1) การคำนวณ cost และ return และ 2) การคำนวณปริมาณการปลดปล่อย GHGs จากการเผาเศษซากวัสดุทางการเกษตร โดยที่ ทางเลือกของการใช้ประโยชน์ที่จะแนะนำว่าเกษตรกรควรปฏิบัติ คือ ได้ผลตอบแทนสูงสุด และ ปลดปล่อย GHG ต่ำที่สุด

3.2 ขั้นตอนการวิจัย

3.2.1 ทบทวนวรรณกรรม กำหนดพื้นที่ศึกษา และ กลุ่มตัวอย่าง

ขั้นตอนที่ 1 ทบทวนวรรณกรรม และศึกษาถึงชนิด ประเภท และของตัวแปร ของข้อมูลที่เป็นต้องใช้ รวมถึงนโยบายทั้งในและต่างประเทศ

ขั้นตอนที่ 2 เลือกพื้นที่ศึกษา โดยพิจารณาจากพื้นที่ลาดสูงที่มีการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ และเกษตรผสมผสาน จำนวนมาก ในการศึกษานี้ได้เลือกพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ เป็นพื้นที่ศึกษา ดังแสดงขอบเขตในรูปที่ 3-1



รูปที่ 3- 1 พื้นที่ศึกษา

ขั้นตอนที่ 3 เมื่อเลือกพื้นที่ในการศึกษาได้แล้ว จะทำการแบ่งพื้นที่ศึกษาย่อยให้มีความละเอียดชัดเจนมากขึ้น และมีความเชื่อมโยงสำหรับการศึกษาโดยใช้แบบจำลอง EPIC การศึกษานี้จึงทำการสร้างหน่วยย่อยของข้อมูล โดยใช้ข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ สร้างพื้นที่ปิด (Polygon) ขนาด 0.03×0.03 องศา ซึ่งในแต่ละ grid จะครอบคลุมพื้นที่ 3×3 กิโลเมตร ทั้งนี้เนื่องจากพื้นที่ที่สนใจศึกษา คือ พื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ และเกษตรผสมผสาน ดังนั้นจึงต้องทำการแยกพื้นที่เป้าหมาย ออกจากพื้นที่การใช้ประโยชน์อื่น ๆ โดยการนำข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน ปี 2550 ซ้อนทับกับหน่วยย่อยที่สร้างไว้ โดยจะเลือกเฉพาะหน่วยย่อยที่ซ้อนทับกับพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และเกษตรผสมผสาน มากกว่า 20 % จึงจะเลือกพื้นที่นั้น ๆ เพื่อเป็นตัวแทนพื้นที่เป้าหมาย สำหรับการศึกษานี้โดยใช้แบบจำลอง EPIC ในการประเมินผลผลิตข้าวโพด ทั้งสองประเภท เกษตรผสมผสาน การชะล้างพังทลายของดิน และการสูญเสียธาตุอาหาร (ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส) ต่อไป

ขั้นตอนที่ 4 ทำการเลือกตัวแทนหมู่บ้าน ของ 7 ตำบล ในอำเภอแม่แจ่ม และ 3 ตำบลในอำเภอกัลยาณิวัฒนา โดยเกณฑ์การพิจารณา คือ ข้อมูลพื้นที่ปลูกข้าวโพดทั้งสองประเภท ภายใน grid พื้นที่ 3×3 กิโลเมตร ซ้อนทับกับตำแหน่งของหมู่บ้าน จากนั้น ทำการสุ่มเลือกหมู่บ้านเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ในการศึกษา นี้กลุ่มตัวอย่างจะประกอบด้วย 3 กลุ่ม หลัก คือ กลุ่มที่ 1 เกษตรกร 1.1 ผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 1.2 ผู้ปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ 1.3 เกษตรผสมผสาน กลุ่มที่ 2 คือ หน่วยงานภาครัฐระดับท้องถิ่น ได้แก่ องค์การบริหารส่วนตำบล สำนักงานเกษตรอำเภอ และสำนักงานพัฒนาที่ดิน กลุ่มที่ 3 คนกลาง ได้แก่ พ่อค้ารับซื้อผลผลิตทางการเกษตร บริษัทห้างร้านที่เกษตรกรซื้อ-ขายวัสดุทางการเกษตร/และหรือรับซื้อผลผลิตทางการเกษตร

ขั้นตอนที่ 5 การกำหนดจำนวนกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มที่ 1 จะใช้วิธีการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) โดยผู้วิจัยได้ระบุจำนวนหมู่บ้าน และจำนวนครัวเรือนเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และทำการเกษตรผสมผสาน ที่คาดหวัง ดังแสดงในตารางที่ 3-1 ซึ่งเป็นการเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยพิจารณาจากการตัดสินใจของผู้วิจัยเอง ที่เลือกให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย กล่าวคือ โครงการวิจัยนี้ต้องการทราบข้อมูลจากเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดทั้งสองประเภท และการทำการเกษตรแบบผสมผสาน ดังนั้น การคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่างจากจำนวนครัวเรือนทั้งหมดของแต่ละหมู่บ้าน จะทำให้ได้จำนวนของกลุ่มตัวอย่างเกินกว่ากลุ่มตัวอย่างเป้าหมายที่ต้องการ อย่างไรก็ตาม จำนวนของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละหมู่บ้าน ผู้วิจัยจะขอคำชี้แนะและปรึกษากับทางองค์การบริหารส่วนตำบลนั้น ๆ โดยอาศัยความรู้ ความชำนาญ และประสบการณ์ในเชิงพื้นที่ ว่าควรจะไปเก็บข้อมูลที่หมู่บ้านใดบ้าง เพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย

ตารางที่ 3- 1 แสดงการคำนวณขนาดตัวอย่าง (Sample size calculation)

ตำบล	หมู่บ้าน*	จำนวนครัวเรือน ⁺
แม่ศึก ¹	2	10/10**
แม่นาจร	2	10
ท่าผา ¹	2	10
ปางหินฝน	2	10/10**
กองแขก	2	10
บ้านทับ	2	10/10**
แจ่มหลวง	2	10
บ้านจันทร์	2	10
ช่างเคิ่ง ¹	2	10
แม่แดด	2	10
รวม	20	130

*สุ่มโดยคณะวิจัย, ** ครัวเรือนที่ทำการเกษตรผสมผสาน.ข, ⁺จำนวนที่คาดหวังของคณะวิจัย, ¹ตำบลที่ปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์

การกำหนดจำนวนกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มที่ 2 จะประกอบด้วย นายกองค์การบริหารส่วนตำบลหรือตัวแทน จำนวน 10 ราย เกษตรอำเภอแม่แจ่มหรือตัวแทน จำนวน 1 ราย และ หัวหน้าสำนักพัฒนาที่ดินอำเภอแม่แจ่มหรือตัวแทน จำนวน 1 ราย รวมทั้งสิ้น 12 ราย กลุ่มที่ 3 จะเป็นผู้นำชุมชน/ผู้ใหญ่บ้าน/กำนันในแต่ละหมู่บ้าน ๆ ละ 1 ราย รวมทั้งสิ้น 20 ราย

ดังนั้น จะมีจำนวนกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมโครงการวิจัย (Sample size) ทั้งสิ้นประมาณ 162 ราย

ขั้นตอนที่ 6 หลังจากได้ขอบเขตของพื้นที่ศึกษาที่ชัดเจน และได้จำนวนประชากรของกลุ่มตัวอย่างที่จะใช้ในการสัมภาษณ์แล้วทำการรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิ และ ข้อมูลทุติยภูมิ ได้แก่

- 1) ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับชุมชน ได้แก่ ที่ตั้ง, ขอบเขต, ลักษณะภูมิศาสตร์และความเป็นมาของชุมชน
- 2) ข้อมูลประชากร ได้แก่ จำนวนประชากรตามเพศและวัย, อัตราป่วย, อัตราตายและอัตราการเจริญพันธุ์

- 3) ขนบธรรมเนียมวัฒนธรรม ได้แก่ ศาสนา, ประเพณีปฏิบัติ และแบบแผนชีวิตตามวัฒนธรรม
- 4) การติดต่อสื่อสาร ได้แก่ ภาษาที่ใช้, แหล่งการสื่อสารระบบการสื่อสารภายใน และภายนอกชุมชน เป็นต้น
- 5) สิ่งแวดล้อม ได้แก่ ลักษณะอาคารบ้านเรือน, แหล่งน้ำดื่ม น้ำใช้, การกำจัดของเสีย, ขยะมูลฝอย และมลพิษ
- 6) การเมืองการปกครอง ได้แก่ รูปแบบการปกครอง, สัมพันธภาพกลุ่ม, ลักษณะผู้นำ, กฎระเบียบ และกฎหมายชุมชน
- 7) บริการสุขภาพ ได้แก่ ประเภท, จำนวนแหล่งบริการ และการเข้าถึงบริการ
- 8) บริการทางสังคม ได้แก่ สาธารณูปโภค, กองทุน, มูลนิธิ, บริการสุขภาพ และสังคมสงเคราะห์
- 9) ความปลอดภัย ได้แก่ ระบบการป้องกันความปลอดภัย และอุบัติเหตุอาชญากรรม
- 10) เศรษฐกิจ ได้แก่ รายได้ประชากร, อาชีพ, อัตราการว่างงาน และปัญหาจากการประกอบอาชีพ
- 11) การศึกษา ได้แก่ จำนวนเด็กวัยเรียน, อัตราประชากรที่ได้รับการศึกษา
- 12) การคมนาคม ได้แก่ ระบบคมนาคม, ทางบก, ทางน้ำ, ทางอากาศ และอัตราบริการ
- 13) นันทนาการ ได้แก่ แหล่งพักผ่อนหย่อนใจ, สันทนาการ, สวนสาธารณะ และกิจกรรมนันทนาการในชุมชน
- 14) การบริโภคอาหารของครัวเรือน ได้แก่ แหล่งที่มาของอาหาร และรูปแบบการบริโภคอาหารของครัวเรือน

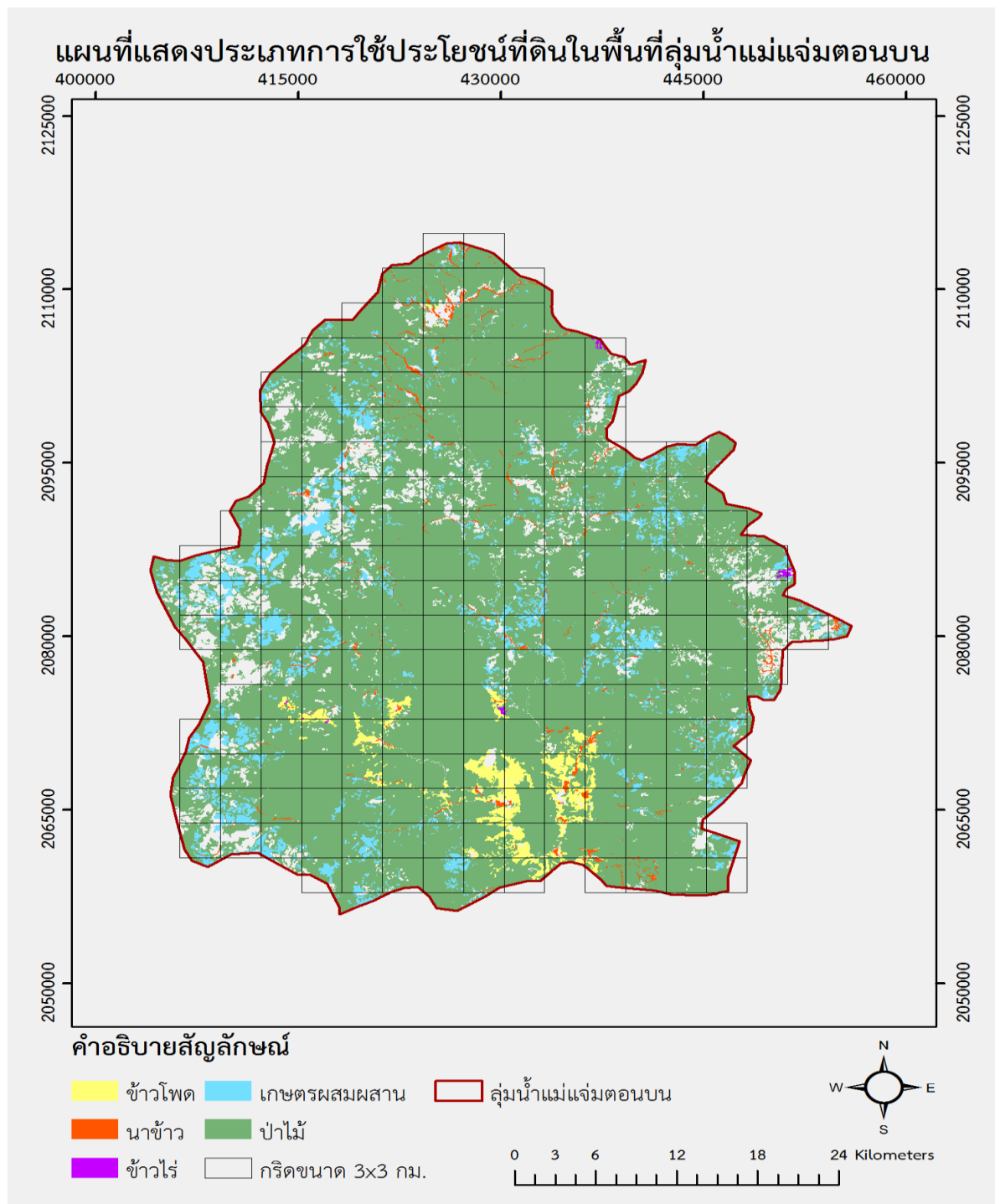
จากข้อมูลที่รวบรวมได้นำมาวิเคราะห์เพื่อให้เห็นโครงสร้าง และลักษณะขององค์ประกอบต่าง ๆ ของพื้นที่ ซึ่งจะเป็นข้อมูลที่สำคัญยิ่ง ในการดำเนินการขั้นตอนต่อไปของโครงการวิจัย ประกอบด้วย 1) การวิเคราะห์และประเมินสถานการณ์วิถีชีวิตเกษตรกรในพื้นที่ 2) การวิเคราะห์ปัจจัยภายนอกและภายในที่เป็นสาเหตุหรือมีต่อการดำเนินกิจกรรมทางการเกษตร และ 3) การวิเคราะห์สถานการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดิน เพื่อประเมินแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในอนาคต

3.2.2 การเตรียมฐานข้อมูลสำหรับแบบจำลอง EPIC และ SWAT

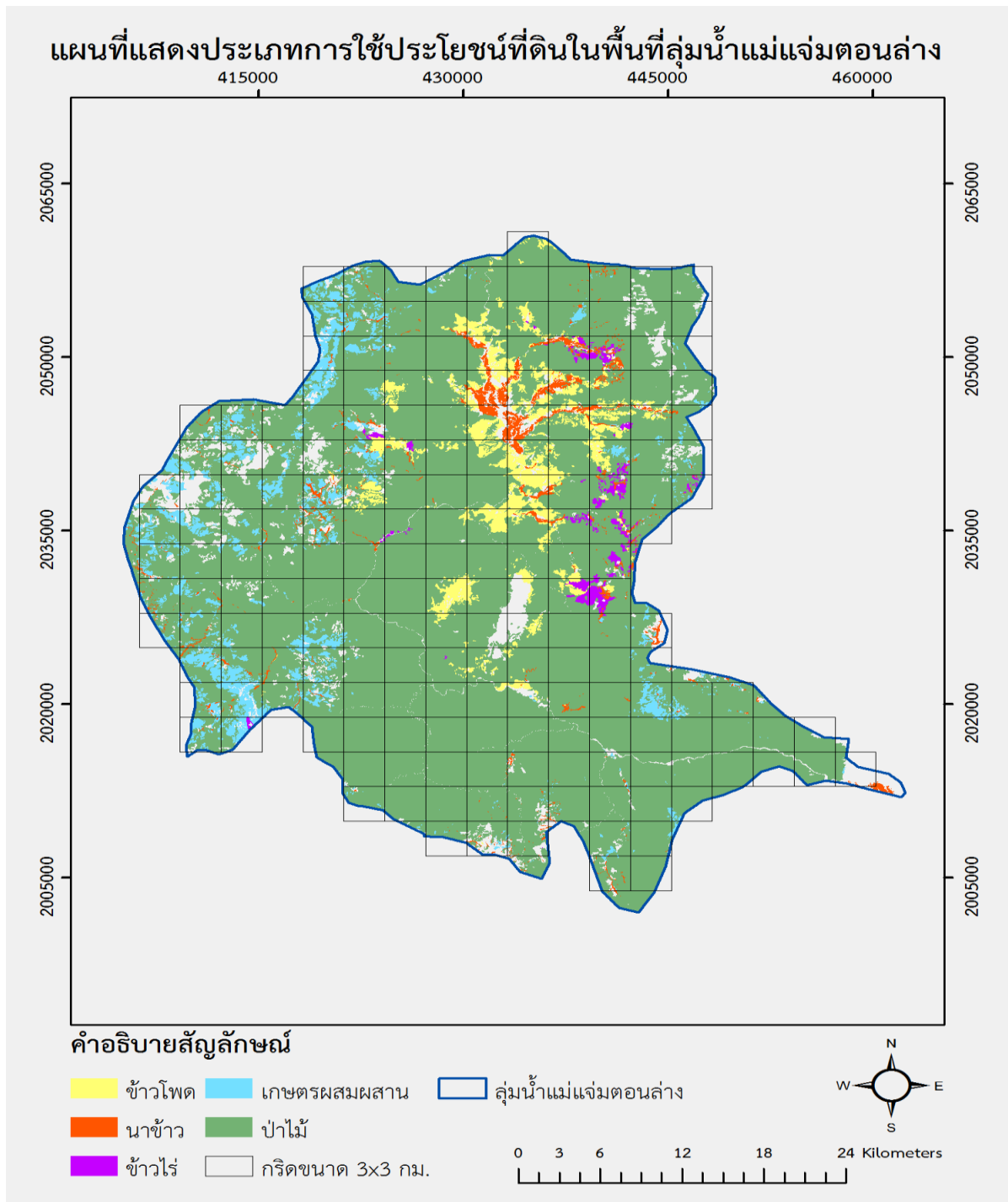
ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมข้อมูลสำหรับแบบจำลอง EPIC และประเมินผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ เกษตรผสมผสาน การชะล้างพังทลายของหน้าดิน และการสูญเสียธาตุอาหาร (ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส) โดยการสร้างฐานข้อมูลและเตรียมข้อมูลสำหรับนำเข้าในแบบจำลอง EPIC ในการสร้างฐานข้อมูลนั้น จะใช้โปรแกรมระบบภูมิสารสนเทศ ArcGIS ในการประมวลผลข้อมูลเชิงพื้นที่ ร่วมกับโปรแกรม Microsoft Access

- **หน่วยย่อยของข้อมูล**

ขั้นตอนการสร้างหน่วยย่อยของข้อมูล จะใช้ข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ขอบเขตประเทศ จากกรมการปกครอง (2553) แล้วสร้างพื้นที่ปิด (Polygon) ขนาด 0.03×0.03 องศา ซึ่งจะทำให้ได้หน่วยย่อย กลุ่มน้ำแม่แจ่ม จำนวน 416 หน่วย ดังรูปที่ 3-2 และกำหนดเลขที่ (ID) ของหน่วยย่อย และสร้างจุด (Point) ในพื้นที่หน่วยย่อยแต่ละหน่วย เพื่อใช้สำหรับเชื่อมโยงข้อมูลในขั้นตอนอื่น ๆ ต่อไป



(ก)



(ข)

รูปที่ 3- 2 หน่วยย่อยของข้อมูล (ก) ลุ่มน้ำแม่แจ่มตอนบน และ (ข) ลุ่มน้ำแม่แจ่มตอนล่าง

- ข้อมูลดิน

ข้อมูลดินที่ใช้ในการประเมินผลผลิตพืชด้วยแบบจำลองครั้งนี้ ประกอบไปด้วยข้อมูล 2 ประเภท คือ 1) ข้อมูลเชิงพื้นที่ (ข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์) และ 2) ข้อมูลคุณสมบัติของดิน ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้รับคามอนุเคราะห์มาจากกรมพัฒนาที่ดิน (สถิระ อุดมศรี และคณะ 2547) มาผ่านขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1) นำข้อมูลเชิงพื้นที่ของชุดดิน มากำหนดเลขที่ (ID) ของชุดดิน

2) นำข้อมูลเชิงพื้นที่ของชุดดินที่กำหนดเลขที่แล้ว มาสร้างหน่วยย่อยของข้อมูล โดยใช้เครื่องมือ Analysis tool คำสั่ง Overlay\Spatial Join กำหนดให้หน่วยย่อยของข้อมูลทั้งประเทศเป็น Target Feature และข้อมูลเชิงพื้นที่ของชุดดิน เป็น Join Feature ทำให้ได้ผลลัพธ์เป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ของชุดดินในหน่วยย่อยแต่ละหน่วย

3) นำข้อมูลคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของดินแต่ละชุด ในแต่ละชั้นความลึก เช่น ความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk density) ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณทราย (Sand content) ปริมาณทรายแป้ง (Silt content) ปริมาณดินเหนียว (Clay content) ความจุในการแลกเปลี่ยนไอออนบวกของดิน (Cation Exchange Capacity) เป็นต้น มากรอกลงในฐานข้อมูล Microsoft Access ในตาราง Soils Layers (ตารางที่ 3-2) จนครบทั้งหมด

ตารางที่ 3- 2 Soil Layers

ID	Layer Numbe	Layer Depth	Bulk Density	Wilting Poir	Field Capacity	Sand Content	Silt Content	Organic N Conci	pH	Sum o
1	1	.11	1.3	0	0	20.5	32.5	0	6.2	
1	2	.18	1.3	0	0	14.5	15.5	0	6.3	
1	3	.67	1.3	0	0	10.5	9.5	0	5.3	
1	4	1	1.3	0	0	10.5	9	0	5.3	
2	1	.21	1.3	0	0	3	30	.2	5	
2	2	.47	1.3	0	0	4.5	26	.1	4.7	
2	3	.9	1.3	0	0	4	33.5	.03	4.3	
2	4	1.45	1.3	0	0	17.5	17	.04	4.2	
2	5	2	1.3	0	0	4	31	.04	4.3	
2	6	2.3	1.3	0	0	1.5	31	.06	4.4	
2	7	2.5	1.3	0	0	1.5	35	.09	3.7	
2	8	3.2	1.3	0	0	1.5	33.5	.1	4.7	
3	1	.15	1.3	0	0	33	42	0	4.6	
3	2	.24	1.3	0	0	40	27.5	0	5.2	
3	3	.55	1.3	0	0	33	29	0	5	
3	4	.85	1.3	0	0	34.5	25.5	0	5.1	
3	5	1	1.3	0	0	44	24	0	5.2	
4	1	.26	0	0	0	.3	54.7	0	4.5	
4	2	.53	0	0	0	.5	38.2	0	6.1	
4	3	.87	0	0	0	1.4	35.8	0	5.2	
4	4	1.2	0	0	0	1.1	28.2	0	4.8	
4	5	1.5	0	0	0	1.5	27.6	0	4.6	
4	6	1.8	0	0	0	1.2	26.1	0	4.7	
5	1	.06	.8	0	0	86	11.5	0	5.1	
5	2	.15	1.3	0	0	86	11	0	5.2	
5	3	.3	1.3	0	0	82	15.5	0	5.2	
5	4	.4	1.3	0	0	78	14	0	5.1	

4) นำข้อมูลทั่วไปของชุดดินแต่ละชุด เช่น ชื่อชุดดิน คุณสมบัติทางอุทกวิทยาของดิน (Hydrologic group) ค่าการสะท้อนของรังสี (Albedo) เป็นต้น มากรอกลงในฐานข้อมูล Microsoft Access ในตาราง Soils จนครบทุกชุดดิน (ตารางที่ 3-3)

ตารางที่ 3- 3 ข้อมูลทั่วไปของชุดดินแต่ละชุด

ID	Name	Soils 5 ID	Map Unit Symbol	Hydrologic Group	Number of Layers
101	Ayutthaya	Ay	Ay	67	8
102	Bangkok	Bk	Bk	66	8
103	Bang Len	Bl	Bl	67	8
104	Ban Mi	Bm	Bm	65	6
105	Bang Khen	Bn	Bn	66	6
106	Bang Phae	Bph	Bph	66	6
107	Cha-am	Ca	Ca	65	4
108	Chong Khae	Ck	Ck	67	4

● ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ

ข้อมูลสภาพภูมิอากาศแบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ ข้อมูลสภาพอากาศที่จัดเก็บโดยกรมอุตุนิยมวิทยา (ข้อมูลจริง) เพื่อให้โมเดลทำการรันและประเมินผลผลิตข้าวโพดทั้งสองประเภท และการชะล้างพังทลายของหน้าดินในปัจจุบัน และข้อมูลสภาพอากาศในอนาคต (climate scenario จากศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์วิจัย และฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลกแห่งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้) เพื่อใช้ในการคาดการณ์ผลผลิตข้าวโพดทั้งสองประเภท และการชะล้างพังทลายของหน้าดินในอนาคต ในการนำเข้าข้อมูลคล้ายคลึงกันคือ

นำข้อมูลสถิติสภาพภูมิอากาศรายเดือนในระดับจังหวัด ของประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547–2558 จากสถานีอุตุนิยมวิทยาของกรมอุตุนิยมวิทยา เช่น ข้อมูลอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดเฉลี่ยรายเดือน ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายเดือน เป็นต้น พร้อมด้วยค่าอ้างอิงทางภูมิศาสตร์ของแต่ละสถานี ได้แก่ ค่า Latitude, Longitude มาผ่านขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1) นำข้อมูลค่าอ้างอิงทางภูมิศาสตร์มาสร้างข้อมูลจุด (Point) โดยมีข้อมูลปัจจัยอื่น ๆ บรรจุอยู่ในข้อมูลเชิงอธิบาย (Attribute) ซึ่งจะถูกนำมาใช้สำหรับการสร้างข้อมูลเชิงพื้นที่ผิว (Interpolation) ซึ่งเป็นการทำนายค่าให้กับเซลล์ใน Raster จากจุดข้อมูลที่มีอยู่อย่างจำกัด (สุเพชร จิระจรกุล 2552) โดยใช้เครื่องมือ 3D Analysis คำสั่ง Raster Interpolation\ Kriging จึงได้เป็นข้อมูลสภาพภูมิอากาศของหน่วยย่อยของข้อมูลทั้งประเทศ จากนั้นนำจุด (Point) ของหน่วยย่อยทั้งประเทศ มาซ้อนทับกับข้อมูลเชิงพื้นที่ผิวของข้อมูลสภาพภูมิอากาศปัจจัยต่าง ๆ เพื่อสกัดค่า โดยใช้ เครื่องมือ Spatial Analysis Tool คำสั่ง Extraction\Extract Value to point

2) นำค่าที่สกัดของข้อมูลสภาพภูมิอากาศปัจจัยต่าง ๆ รายเดือนของแต่ละหน่วยย่อยมาบันทึกลงในฐานข้อมูล Microsoft Access ในตาราง Weather by month (ตารางที่ 3-4) และบันทึกข้อมูลทั่วไปของหน่วยย่อยแต่ละหน่วย อาทิเช่น หน่วยค่าพิกัดภูมิศาสตร์ ค่าความสูงจากระดับน้ำทะเล เป็นต้น ในตาราง Weather (ตารางที่ 3-5)

ตารางที่ 3- 4 Weather by month

ID	Month	Air Temperature Average Max	Air Temperature Average Min
201	1	36.6	17.2
201	2	35.8	15.7
201	3	38	23.8
201	4	38.9	23
201	5	36.4	23.1
201	6	36.5	23.6
201	7	35.2	24.1
201	8	36.5	24.1
201	9	36.2	22.9
201	10	34.6	22.3
201	11	33.6	16.6
201	12	35.9	16.6

ตารางที่ 3- 5 พิกัดและระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลของสถานีตรวจวัดอากาศ

ID	Name	Latitude	Longitude	Elevation
201	Cheng Mai	13.02	95.75	350
202	Nakhonsawan	20.53	91.92	130
203	Saraburi	28.33	94.50	105
204	Bangkok	26.54	94.00	12
205	Tard	15.45	100.34	30
206	Phuket	30.2	102.66	20

- **ข้อมูลด้านการจัดการ**

การปฏิบัติดูแลในแต่ละช่วงอายุปลูกของพืช มีผลต่อการเจริญเติบโต ต่อปริมาณและคุณภาพของผลผลิตพืช ดังนั้นในการประเมินผลผลิตพืช จะต้องคำนึงถึงปัจจัยด้านการจัดการด้วย ในแบบจำลอง EPIC กำหนดให้ลงรายละเอียดของกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในการปฏิบัติดูแลพืช โดยแบ่งข้อมูลส่วนนี้ออกเป็น 2 ตาราง คือ Operation และ Field Operation ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1) ตาราง Operation เป็นส่วนสำหรับระบุรายละเอียด ของการปฏิบัติดูแลต่าง ๆ เช่น ชื่อ รูปแบบ (Name) คำอธิบาย (Description) รหัสขั้นตอนการดูแล (Code: 1, Harvest and kill crop 5, Plant in rows 8, Irrigate 9, Fertilizer,) ค่าใช้จ่ายต่อพื้นที่ (Cost) เป็นต้น (ตารางที่ 3-6)

ตารางที่ 3- 6 การดำเนินการ (Operation)

ID	Name	Description	Code	Cost	Power Category	Purchase Price
651	HARV	Harvest	2	0	5	฿0.00
652	TILL	Tillage	0	0	2	฿0.00
653	PLANT	Plant	5	0	2	฿0.00
654	FER	Fertilizer	9	0	2	฿0.00
655	PEST	Pesticide	7	0	2	฿0.00

2) ตาราง Field Operation เป็นส่วนสำหรับระบุลำดับขั้นตอนและช่วงเวลาในการปฏิบัติดูแล ซึ่งตาราง Field Operation จะเชื่อมโยงกับข้อมูลในตาราง Operation ในคอลัมน์ Type (คอลัมน์ ID ในตาราง Operation) นอกจากนั้นจะต้องระบุ Crop ID ในทุกขั้นตอน หากมีการปลูกพืชหลายชนิด ที่มีช่วงเวลาคาบเกี่ยวกัน ก็สามารถระบุตามช่วงเวลาจริงที่มีการซ้อนทับของแต่ละพืชได้ (ตารางที่ 3-7)

ตารางที่ 3- 7 Field Operation

ID	Year	Month	Day	Type	Tractor ID	Crop ID	Parameter 1	Parameter 2	Parameter 3
1	1	2	1	652	0	77	0	0	0
1	1	3	1	653	0	77	0	0	0
1	1	7	1	654	0	77	150	0	0
1	1	9	1	655	0	77	0	0	0
1	1	12	10	651	0	77	0	0	0

- ข้อมูลสภาพพื้นที่

ข้อมูลสภาพพื้นที่ เช่น ความสูงจากระดับน้ำทะเล ความชัน ค่าพิกัดภูมิศาสตร์ เป็นต้น จะบันทึกในตาราง Control Record รวมทั้งเชื่อมโยงกับข้อมูลดิน สภาพภูมิอากาศ ข้อมูลพืช และพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่แบบจำลอง EPIC ใช้ในการประเมินผลผลิต

- ข้อมูลพืชและพารามิเตอร์ต่าง ๆ

นอกจากปัจจัยภายนอก เช่น ปริมาณแสง คาร์บอนไดออกไซด์ ดิน น้ำ แร่ธาตุ เป็นต้น ที่มีผลกับการเจริญเติบโตของพืชแล้ว ปัจจัยภายใน ได้แก่ สารเคมีภายในพืช ฮอร์โมน และลักษณะพันธุกรรมพืช จะเป็นตัวกำหนดแบบแผนและลักษณะการเจริญเติบโตและพัฒนาของพืช โดยในแบบจำลอง EPIC จะมีการกำหนดปัจจัยจำกัดต่าง ๆ ทั้งภายนอกและภายใน ซึ่งมีผลกับการคำนวณผลผลิตพืช อยู่ใน 2 ชุดข้อมูล คือ 1) ข้อมูลพืช และ 2) ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ จะใช้ข้อมูลจากแบบจำลอง EPIC เวอร์ชัน 0509 นอกจากนี้ตัวแปร

เกี่ยวกับข้อมูลพืชอื่น ๆ ในกระบวนการจัดการจะได้มาจากการสำรวจ สอบถาม สังเกต จากในพื้นที่ศึกษา เพื่อให้เหมาะสมและใกล้เคียงกับเงื่อนไขของสภาพอากาศของประเทศไทยมากที่สุด

ขั้นตอนที่ 2 การเตรียมข้อมูลสำหรับแบบจำลอง SWAT และการประเมินสมดุลน้ำ ของแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน ดังขั้นตอนต่อไปนี้

- ข้อมูลเชิงพื้นที่ที่สำคัญ ได้แก่ ข้อมูลสภาพภูมิประเทศ (DEM) ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ข้อมูลดิน และข้อมูลอากาศในฐานะข้อมูลของแบบจำลอง SWAT จะใช้ข้อมูลเดียวกับแบบจำลอง EPIC
- รวบรวมข้อมูลอ่างเก็บน้ำ และแหล่งน้ำต่างๆ ที่สำคัญ ในพื้นที่ศึกษา จากกรมชลประทาน
- รวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำเฉลี่ยรายวัน ในพื้นที่ศึกษา จากกรมชลประทาน
- การปรับค่าความต้องการน้ำชลประทานของพืชแต่ละชนิด ในการศึกษาจะพิจารณาเฉพาะ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ เกษตรผสมผสาน (ป่าไม้/ไม้ยืนต้น และพืชเศรษฐกิจ (cash crop) อื่น ๆ ที่สำคัญ) โดยจะอ้างอิงจาก Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (Allen et al., 1998) ในการหาปริมาณความต้องการน้ำของพืชแต่ละชนิด (Crop Evapotranspiration, ET_c) โดยหาได้จากผลคูณของค่าการคายระเหยน้ำอ้างอิง (Reference Evapotranspiration, ET_0) กับค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชแต่ละชนิด (K_c) ดังสมการด้านล่าง

$$ET_c = ET_0 \times K_c$$

เมื่อ ET_c คือ ความต้องการน้ำของพืชแต่ละชนิด (mm/day), ET_0 คือ ค่าการคายระเหยของพืชอ้างอิง (mm/day) และ K_c คือ ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช

ผลที่ได้จากการคำนวณความต้องการน้ำของพืช เป็นเพียงความต้องการน้ำบริเวณต้นพืชเท่านั้น ซึ่งยังไม่ได้รวมถึงระบบชลประทานที่มีการสูญเสียระหว่างทาง และในช่วงฤดูฝนเมื่อดินมีความชื้นเพียงพอแล้วจะไม่จำเป็นต้องใช้น้ำชลประทาน ดังนั้น สามารถหาปริมาณน้ำชลประทานที่ออกจากประตูน้ำได้จากสมการด้านล่าง

$$IWR = \frac{ET_c - R_{eff}}{I_{eff}}$$

เมื่อ IWR คือ ความต้องการน้ำชลประทาน (mm), R_{eff} คือ ปริมาณฝนที่ใช้การได้ และ I_{eff} คือ ค่าประสิทธิภาพการชลประทาน

- จากนั้นประเมินสมมูลน้ำในพื้นที่ศึกษา ดังสมการด้านล่าง

$$SW_t = SW + \sum_{i=1}^t (R_i - Q_i - ET_i - P_i - QR_i)$$

เมื่อ SW_t คือปริมาณน้ำในดินสุดท้าย (mm) SW คือ ปริมาณน้ำในดินเริ่มต้นในวันที่ i (mm), t คือ เวลา (วัน), R คือ ปริมาณน้ำฝน (mm), Q คือ ปริมาณน้ำไหลบ่าบนผิวดิน (mm), ET คือ ปริมาณการคายระเหยน้ำ (mm), P คือ ปริมาณน้ำที่ซึมลึกลงไปใต้ดิน (mm) และ QR คือ ปริมาณน้ำไหลลงแม่น้ำ (mm)

ขั้นตอนที่ 3 เมื่อเตรียมข้อมูลและนำเข้าในฐานข้อมูลของแบบจำลอง EPIC และ SWAT เสร็จเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการ Validate แบบจำลอง เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง วิธีการ Validate เริ่มจากการรวบรวมข้อมูลผลผลิตข้าวโพดทั้งสองประเภท ในพื้นที่ศึกษา โดยได้รวบรวมข้อมูลย้อนหลัง 10 ปี คือ ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2549-2558 จากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และข้อมูลปริมาณน้ำ จากกรมชลประทาน เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบกับ Output ที่แบบจำลองคาดการณ์ได้ ดังนั้น ปี พ.ศ. 2558 จึงถูกกำหนดให้เป็นปีฐาน (base year) ในการศึกษาครั้งนี้ จึงใช้วิธีประมาณค่าความผิดพลาดที่มีสูตรคำนวณ ดังนี้

1. ประสิทธิภาพของโมเดล (Model Efficiency)

$$EF = \frac{\left[\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 - \sum_{i=1}^n (y_i - x_i)^2 \right]}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

2. Root Mean Square Error

$$RMSE = \left[\sum_{i=1}^n (y_i - x_i)^2 \right]^{0.5} \times \frac{100}{\bar{x}}$$

เมื่อ; n = จำนวนของกริดที่ปลูกข้าวโพดแต่ละประเภท (Sample number)

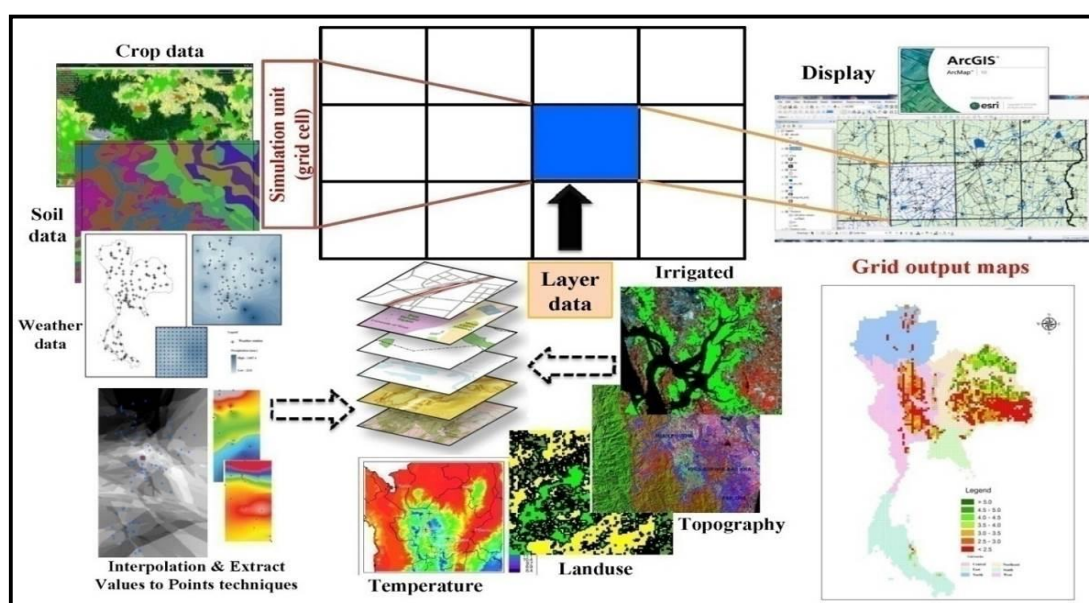
$\bar{x}$ = ค่าเฉลี่ยของข้อมูลนั้น ๆ ที่ได้จากข้อมูลสถิติ (Mean of the observed values)

ขั้นตอนที่ 4 เมื่อผลการประมาณค่าความผิดพลาดของแบบจำลองอยู่ในเกณฑ์ที่แม่นยำ หรือค่าเคลื่อนในระดับที่ยอมรับได้ จึงดำเนินการตรวจสอบข้อมูลทั้งหมดเพื่อให้แน่ใจว่านำเข้าครบถ้วนและถูกต้อง

จากนั้น RUN แบบจำลอง และนำ Output ที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งในขั้นนี้จะทราบสถานการณ์ในปัจจุบันของพื้นที่ศึกษาในแต่ละหน่วยย่อย เกี่ยวกับผลผลิตข้าวโพดทั้งสองประเภท การชะล้างพังทลายของดิน การสูญเสียธาตุอาหาร (ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส) และสมมูลน้ำ

ขั้นตอนที่ 5 จากนั้นนำเข้าสู่ข้อมูลสภาพอากาศในอนาคตของแต่ละปี ในอีก 30 ปี ข้างหน้า จาก ศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์วิจัยและฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลกแห่งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Southeast Asia START Regional Center – SEA START RC) ภายใต้สถานการณ์ A2 และ B2 Scenarios จากนั้น RUN แบบจำลอง และนำ Output ที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งในขั้นนี้จะทราบสถานการณ์ของแต่ละปี ในอีก 30 ปี ข้างหน้า คือ ในช่วงปี พ.ศ. 2559-2589 เกี่ยวกับผลผลิตข้าวโพดทั้งสองประเภท การชะล้างพังทลายของดิน การสูญเสียธาตุอาหาร (ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส) และสมมูลน้ำ ว่ามีการเปลี่ยนแปลงไปในลักษณะใดบ้าง และเพื่อให้ทราบถึงหากทำการเกษตรเชิงเดี่ยว (เช่น การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์) เกิดขึ้น แบบ Business as usual ต่อเนื่องไปเรื่อย ๆ ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม จะเป็นอย่างไร นอกจากนี้ ยังสามารถเปรียบเทียบกับผลที่จะเกิดขึ้นภายใต้เงื่อนไขการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างต่อเนื่องในอีก 30 ปี ข้างหน้า เพื่อจะสามารถบ่งชี้ได้ว่าตั้งแต่ปีไหนที่จะเกิดผลเสียหายมากกว่าผลดี และควรจะต้องมีการจัดการอย่างไร

นอกจากนี้ผลการศึกษาในขั้นตอนที่ 4 และ 5 สามารถนำผลการศึกษาจากแบบจำลองมาแสดงในเชิงพื้นที่ได้ โดยการประยุกต์ร่วมกับโปรแกรมระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ เพื่อให้เห็นการกระจายตัวของข้อมูลที่ได้ จะสะดวกในการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป และเห็นละเอียดในเชิงพื้นที่มากขึ้น ดังรูปที่ 3-3



รูปที่ 3- 3 กระบวนการของแบบจำลอง EPIC และ ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS)

สำหรับปริมาณก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศในอนาคตเป็นข้อมูลที่สำคัญในการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต ดังนั้น คณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC) ได้ประเมินการปล่อยปริมาณก๊าซเรือนกระจกในอนาคต เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการนำเข้าแบบจำลองภูมิอากาศโลก (GCMs) โดยประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอนาคต ตามรูปแบบการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม การเติบโตของประชากร และเทคโนโลยี โดยกำหนดความเป็นไปได้ของการพัฒนาเป็น 4 รูปแบบ (IPCC SRES) ดังนี้ คือ

A: พัฒนาโดยให้ความสำคัญกับการเติบโตทางเศรษฐกิจเป็นหลัก

B: พัฒนาโดยคำนึงถึงสิ่งแวดล้อม

1: พัฒนาโดยมีความร่วมมือระหว่างประเทศ

2: พัฒนาโดยมีความร่วมมือระหว่างภูมิภาค

และเมื่อนำมาพิจารณาโดยละเอียดของ scenarios ได้ดังต่อไปนี้

A1: อนาคตการเติบโตทางเศรษฐกิจสูง ประชากรโลกสูงสุดในกึ่งศตวรรษและลดลงเล็กน้อยหลังจากนั้น มีเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพสูง มีการพัฒนาบุคลากร มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวัฒนธรรม และมีความแตกต่างของรายได้ (GDP) ระหว่างภูมิภาคลดลง

A2: อนาคตของโลกมีความหลากหลาย พึ่งพาตัวเองมากขึ้นในภูมิภาค อนุรักษ์เอกลักษณ์ของท้องถิ่น ประชากรเพิ่มขึ้นโดยตลอด การพัฒนาเศรษฐกิจขึ้นอยู่กับภูมิภาค การเติบโตทางเศรษฐกิจ และการเปลี่ยนเทคโนโลยีช้ากว่าแบบอื่นและกระจายตามท้องถิ่นและภูมิภาค

B1: อนาคตของประชากรโลกเพิ่มสูงสุดในกึ่งศตวรรษเช่นเดียวกับ A1 และลดลงหลังจากนั้น แต่โครงสร้างเศรษฐกิจ เปลี่ยนอย่างรวดเร็วไปเป็นภาคบริการและสารสนเทศ ลดการใช้วัตถุ มีการใช้เทคโนโลยีสะอาด เน้นการแก้ปัญหาเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืนในระดับนานาชาติ มีความเสมอภาคแต่ไม่มีการนำประเด็นด้านภูมิอากาศเป็นแรงจูงใจ

B2: เน้นที่การแก้ปัญหาท้องถิ่น ด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืน ประชากรเพิ่มต่อเนื่อง แต่น้อยกว่า A2 เน้นที่การป้องกันสิ่งแวดล้อมระดับท้องถิ่น ภูมิภาค ประชากรโลกเพิ่มอย่างต่อเนื่อง แต่ในอัตราที่ต่ำกว่า A2 มีการพัฒนาเศรษฐกิจปานกลาง การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีหลากหลายและช้าลงกว่า B1 และ A1 โดยมีการปกป้องสิ่งแวดล้อม และเสนอความเสมอภาคของสังคม โดยเน้นที่ท้องถิ่นและภูมิภาค

A1F1: เป็นการพัฒนาที่ใช้พลังงานฟอสซิล เช่น น้ำมัน ถ่านหินอย่างมาก

A1T: พัฒนาโดยไม่ใช้พลังงานฟอสซิลเป็นหลักแต่ใช้เทคโนโลยีอื่นๆ

A1B: อนาคตการเติบโตทางเศรษฐกิจสูง ประชากรโลกสูงสุดในทศวรรษและลดลงเล็กน้อยหลังจากนั้น มีการพัฒนาโดยมีความสมดุลของแหล่งพลังงานที่ใช้ ไม่เน้นการใช้พลังงานฟอสซิลหรือพลังงานหมุนเวียน แต่ให้มีการผสมผสานระหว่างพลังงานทั้งสองแบบ

ในการศึกษานี้จึงเลือกสภาพภูมิอากาศในอนาคตแบบ A2 ซึ่งเป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในสภาวะรุนแรงและ B2 เป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในสภาวะปานกลาง

ขั้นตอนที่ 6 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภท กับการชะล้างพังทลายของดิน การสูญเสียธาตุอาหาร และสมดุลน้ำ

ทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นแต่ละตัว (การใช้ประโยชน์ที่ดินในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ และเกษตรผสมผสาน) กับตัวแปรตาม (การชะล้างพังทลายของดิน การสูญเสียธาตุอาหาร และสมดุลน้ำ) โดยใช้การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) ด้วยโปรแกรม SPSS for windows เพื่อสร้างสมการการผันแปรของตัวแปรตามที่เกิดจากอิทธิพลของตัวแปรต้น เพื่อใช้สำหรับคาดการณ์แนวโน้มที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต

3.3 การประเมินผลกระทบของอากาศจากการเผาเศษซากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

3.3.1 การประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse gases (GHG) emissions estimation)

ปริมาณการปลดปล่อยของ GHG ชนิด “x” จากการเผาเศษซากข้าวโพดทั้งสองประเภท ในการศึกษานี้จะคำนวณจาก ปริมาณของเศษซากข้าวโพดทั้งสองประเภทที่ถูกเผา หรือ เรียกว่า “activity data” และ ค่าการปลดปล่อย หรือ เรียกว่า “Emission factor” (Crutzen et al., 1979) ดังแสดงในสมการที่ (1) ในการประเมิน activity data จะพิจารณาถึง พื้นที่ที่ถูกเผา (burned area) ความหนาแน่นของมวลชีวภาพของข้าวโพด (biomass density) และ ประสิทธิภาพของการเผาไหม้ (burning efficiency) ดังแสดงในสมการที่ (2)

$$E_x = A \times EF_x \quad (1)$$

$$A = BA \times BD \times BE \quad (2)$$

เมื่อ x คือ GHG ชนิด x, E_x คือ ปริมาณการปลดปล่อยของ GHG แต่ละชนิด (g), A คือ activity data (kg), EF_x คือ ค่า emission factor ของ GHG ชนิด x, BA คือ burned area (km²), BD คือ biomass per surface unit (kg m⁻²) และ BE คือ burning efficiency (dimensionless)

ตามสมการที่ (1) และ (2) ค่า EF ของ GHG แต่ละชนิดจะอ้างอิงจากข้อมูลทบทวนวรรณกรรม ดังแสดงในตารางที่ 3-8 ในการศึกษานี้จะใช้ค่า BD เท่ากับ 0.40 kg m^{-2} (ช่วง 0.30-0.50) (IPCC, 1996) สำหรับค่า BA และ BE จะได้จากการทำแบบสอบถามเกษตรกรในพื้นที่ศึกษา

ตารางที่ 3- 8 ค่า emission factor ของ GHG แต่ละชนิด จากการเผาเศษซากข้าวโพด

Name of pollutant	Unit	EF (open burning)	Source
CO ₂	g kg ⁻¹ dm	1515.00	Andrea and Merlet (2001)
CO	g kg ⁻¹ dm	38.80	Jenkins et al (1996)
CH ₄	g kg ⁻¹ dm	2.70	Andrea and Merlet (2001)
N ₂ O	g kg ⁻¹ dm	0.07	Andrea and Merlet (2001)
NH ₃	g kg ⁻¹ dm	2.40	Lee and Atkins (1994)
NO _x	g kg ⁻¹ dm	1.80	Jenkins et al (1996)
non-methane volatile organic compounds (NMVOCs)	g kg ⁻¹ dm	4.50	Jenkins et al (1996)
SO _x	g kg ⁻¹ dm	0.20	Jenkins et al (1996)
Fine particulate matter (PM 2.5)	g kg ⁻¹ dm	6.00	Jenkins et al (1996)
PM 10	g kg ⁻¹ dm	6.20	Jenkins et al (1996)
Black carbon (BC)	mg kg ⁻¹ dm	750.00	Turn et al (1997)

dm = Dry material

3.3.2 การคำนวณ activity data

1) พื้นที่ที่ถูกเผา (Burned area, BA)

พื้นที่ที่ถูกเผาจะประเมินจากพื้นที่เก็บเกี่ยวข้าวโพดแต่ละประเภท และ สัดส่วนของพื้นที่ที่ถูกเผา ดังสมการที่ (3)

$$BA = HA \times \%BA \quad (3)$$

เมื่อ HA คือ พื้นที่เก็บเกี่ยวข้าวโพดแต่ละประเภท (km^{-2}) และ %BA คือ สัดส่วนของพื้นที่ที่ถูกเผา ต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว โดยข้อมูลพื้นที่เก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ในพื้นที่ศึกษา จะรวบรวมข้อมูลจากสำนักงานเกษตรอำเภอแม่แจ่ม และ ข้อมูลสัดส่วนของพื้นที่ที่ถูกเผาจะได้รับการทำแบบสอบถามเกษตรกร

2) ประสิทธิภาพของการเผาไหม้ (Burning efficiency, BE)

ค่า BE คือ สัดส่วนของเศษซากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ที่ถูกเผาไหม้ ในการศึกษานี้จะทำการแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ

1) minimally burning (1-25%), 2) nearly half burned (26-50%), 3) more than a half burned (51-75%) และ 4) nearly all burned (76-100%)

3.3.3 การสำรวจภาคสนาม (Ground observation) และการสำรวจข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม (Questionnaire survey)

ในพื้นที่ศึกษาแต่ละแห่งจะมีการสำรวจภาคสนาม เพื่อบรรณข้อมูลในเชิงพื้นที่และสภาพความเป็นจริง สำหรับการสำรวจโดยใช้แบบสอบถาม จากกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 มีเป้าหมาย คือ เพื่อบรรณข้อมูลลักษณะการทำการเกษตรของเกษตรกร การจัดการเศษซากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ลักษณะของเศษซากข้าวโพดทั้งสองประเภท และปริมาณพื้นที่ที่มีการเผาเศษซากข้าวโพดทั้งสองประเภท โดยแบบสอบถามจะประกอบด้วยประเด็นหลัก ดังต่อไปนี้

- 1) ขนาดพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์
- 2) จำนวนครั้งในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ต่อปี
- 3) ชนิดพันธุ์ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์
- 4) วิธีการปลูก และดูแล ตลอดถึงการเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์
- 5) วิธีการ และรูปแบบ ในการจัดการเศษซากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ หลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิต

- 6) สาเหตุของการเผาเศษซากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ และสาเหตุของการไม่เผาเศษซากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์
- 7) มีการเผาเศษซากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์หรือไม่ (ปริมาณที่เผา ช่วงเวลาที่เผา)
- 8) หากไม่ได้เผาเศษซากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ นำไปใช้ประโยชน์อย่างไร
- 9) ปริมาณเท่าไรของเศษซากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ที่ถูกเผาไหม้ (1-25%, 26-50%, 51-75%, 76-100%)
- 10) ปริมาณเท่าไรของพื้นที่ที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ที่มีการเผาไหม้ (1-25%, 26-50%, 51-75%, 76-100%)
- 11) รายได้ ต้นทุน ผลตอบแทน ต่อครั้ง ของการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ (บาท/ปี)
- 12) รายได้อื่นนอกเหนือจากการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ (บาท/ปี)
- 13) นโยบายความช่วยเหลือ และการสนับสนุนจากภาครัฐ หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ที่ต้องการ ที่เกี่ยวกับการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์
- 14) นโยบายความช่วยเหลือ และสนับสนุนจากภาครัฐ หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ที่ต้องการ ที่นอกเหนือจากการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ เช่น การทำเกษตรกรรมประเภทอื่น
- 15) หากให้เปลี่ยนรูปแบบทำการเกษตรโดยเปลี่ยนไปปลูกพืชชนิดอื่น แทนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ จะยินดีหรือไม่ เพราะอะไร และอะไร คือ ข้อดี ข้อเสีย และอุปสรรค

การสำรวจโดยใช้แบบสอบถาม กับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2 จะมีประเด็นหลัก ดังต่อไปนี้

- 1) จำนวนพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์
- 2) ปัญหาการเผาเศษซากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ แนวทางแก้ไข การรณรงค์ มาตรการ และข้อบังคับ
- 3) นโยบายช่วยเหลือ สนับสนุน และส่งเสริมการทำการเกษตรชนิดอื่นนอกเหนือจากการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ที่ดำเนินการมาแล้วจนถึงปัจจุบัน
- 4) นโยบายช่วยเหลือ สนับสนุน และส่งเสริมการทำการเกษตรชนิดอื่นนอกเหนือจากการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ที่จะดำเนินการในอนาคต

การสำรวจโดยใช้แบบสอบถาม กับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 3 จะมีประเด็นหลัก ดังต่อไปนี้

- 1) ข้อตกลงของการผูกพันกับเกษตรกร เช่น การให้เกษตรกร ยืมผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรไปก่อน (เมล็ดพันธุ์ ปุ๋ย ยาฆ่าแมลง ปุ๋ย ฯลฯ) และเกษตรกรนำผลผลิตมาขายให้ หรือ การประกันราคาผลผลิต เป็นต้น

3.4 การประเมินต้นทุนและผลตอบแทน (Cost and return) ของเกษตรกร

การประเมินต้นทุนและผลตอบแทนของเกษตรกรปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ และเกษตรกรผสมผสาน รวมถึงรูปแบบการทำการเกษตรกรรมในรูปแบบอื่นๆ เพื่อใช้เป็นทางเลือกในการตัดสินใจของเกษตรกรในอนาคต ซึ่งข้อมูลจะได้จากการทำแบบสอบถามเกษตรกร โดยมีวิธีการประเมิน ดังต่อไปนี้

ในการศึกษานี้ จะกำหนดว่า ผลกำไร ($\dot{P}$) จะต้องมีความมากกว่าศูนย์ ($\dot{P} > 0$) จึงจะทำให้เกษตรกรสามารถทำการเกษตรในรอบถัดไปได้ ต้นทุนการผลิตจะพิจารณา 6 องค์ประกอบ ดังนี้ Seed (S), Labor (L), Irrigation (IR), Fertilizer (F), Herbicide (H) และ Pesticide (P) ซึ่งต้นทุนทั้งหมด ($C(Q)$) จะเป็นการคำนวณจากต้นทุนการผลิตในแต่ละ Option ดังสมการที่ (3) สำหรับผลผลิต (Q) จะเป็นรายได้ของเกษตรกรที่คำนวณจาก $(P_r \times Q)$ และผลกำไรของเกษตรกร (farmer's profit: $\dot{P}$) ของแต่ละ Option จะคำนวณจากต้นทุนทั้งหมด ($C(Q)$) หักลบกับรายได้ของเกษตรกร $(P_r \times Q)$ ดังสมการที่ (1)

$$\dot{P}_i = (P_r \times Q) - C(Q_i) \quad (1)$$

$$Q_i = Q_i(S_i, L_i, IR_i, F_i, H_i, P_i) \quad (2)$$

$$C(Q_i) = (P_s \times S_i) + (W_L \times L_i) + (P_{IR} \times IR_i) + (P_F \times F_i) + (P_H \times H_i) + (P_P \times P_i) \quad (3)$$

เมื่อ i = Crop type i (Option)

$\dot{P}$ = Profit

F = Amount of fertilizer application

Q = Amount of grain yield

P_r = Price of rice grain

C (Q) = Costs of production

P_s = Price of seed

S = Number of seeds use

W_L = Wage of labor

L = Amount of labor use

P_{IR} = Price of irrigation

IR = Amount of irrigation use

P_F = Price of fertilizer

H = Amount of herbicide

P_H = Price of herbicide

P = Amount of pesticide use

P_P = Price of pesticide

อย่างไรก็ตาม ในการศึกษานี้ ค่าแรงของตนเองและค่าแรงในการช่วยเหลือกันของเกษตรกร ไม่ได้ถูกนำมาพิจารณา ซึ่งจะคิดค่าแรงในกรณีที่เกษตรกรที่ถูกสัมภาษณ์แจ้งว่ามีการจ้างค่าแรงเท่านั้น นอกจากนี้ ราคาของผลผลิตที่นำมาคำนวณในการศึกษานี้ เป็นราคาสินค้าเกษตรที่เกษตรกรแต่ละรายขายได้ในขณะนั้น ซึ่งอาจมีความแตกต่างกันในแต่ละราย

3.5 การศึกษาเปรียบเทียบการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ กับระบบเกษตรทางเลือก

ในการศึกษาเปรียบเทียบรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์อย่างเข้มข้น กับระบบเกษตรทางเลือกอื่น เป็นการรวบรวมที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม เพื่อค้นหาระบบการเกษตรอย่างอื่น ที่นอกเหนือจากการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ จากนั้น ทำการประเมินด้วยวิธีเดียวกัน กล่าวคือ 1) ทำการประเมินผลผลิตของพืชทางเลือก การชะล้างพังทลายของดิน การสูญเสียธาตุอาหาร (ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส) และสมมูลน้ำ ในสถานการณ์ปัจจุบัน 2) ทำการประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาเศษซากของเกษตรทางเลือก และ 3) ประเมินการผลิตของเกษตรทางเลือก การชะล้างพังทลายของดิน การสูญเสียธาตุอาหาร (ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส) และสมมูลน้ำ ภายใต้สถานการณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคตแบบ A2 และ B2 Scenarios

3.6 วิเคราะห์นโยบายของรัฐบาล

ในการศึกษานี้ จะวิเคราะห์นโยบายของรัฐบาลต่อยอด จากรายงานของ เขมรัฐ เกลิงศรี และ สิทธิเดช พงศ์กิจวรสิน (2555) ที่ได้แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มหลัก คือ 1) นโยบายที่มีเป้าหมายในแก้ไขปัญหาการเข้าถึงแหล่งเงินทุนของเกษตรกร ได้แก่ นโยบายสินเชื่อของธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร (ธ.ก.ส.) นโยบายกองทุนหมู่บ้าน นโยบายพักชำระหนี้ และนโยบายเกี่ยวกับที่ดินทำกิน และ 2) นโยบายที่เกี่ยวข้องกับรายได้ของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ได้แก่ นโยบายประกันรายได้ นโยบายจำหน่ายข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ นโยบายเงินชดเชยความเสียหายจากภัยธรรมชาติ และนโยบายส่งเสริมการปลูกยางพารา ทั้งนี้ เนื่องจากรายงานของ เขมรัฐ เกลิงศรี และ สิทธิเดช พงศ์กิจวรสิน (2555) พบว่า นโยบายของรัฐบาลเหล่านี้ มีผลกระทบต่อความยากจน และความเหลื่อมล้ำของเกษตรกรในระดับท้องถิ่น ในอำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน ซึ่งเป็นการทำการเกษตรบนที่สูง เช่นเดียวกับการศึกษานี้ นอกจากนี้ การวิเคราะห์

ยังรวมถึงนโยบายต่างๆ ที่มีผลบังคับใช้อยู่ในปัจจุบันด้วย และ มีการประเมินโดยใช้เครื่องมือทางเศรษฐศาสตร์ตามหลักการความเต็มใจที่จะจ่าย (Willingness to Pay: WTP) ค่าธรรมเนียม หรือเงินชดเชยให้กับเกษตรกรที่อยู่ต้นน้ำและกลางน้ำ เพื่อให้คนเหล่านี้ช่วยดูแล พื้นที่ป่าต้นน้ำ รวมถึงหากต้องมีสละพื้นที่ทำกินหรือพื้นที่อยู่อาศัยเพื่อเปลี่ยนเป็นพื้นที่อนุรักษ์ และ ความยอมรับได้ (Willingness to Accept: WTA) ของเกษตรกรที่อยู่ต้นน้ำและกลาง เพื่อเต็มใจในการดูแล พื้นที่ป่าต้นน้ำ รวมถึงหากตนเองต้องมีการสละพื้นที่ทำกิน หรือพื้นที่อยู่อาศัยเพื่อเปลี่ยนเป็นพื้นที่อนุรักษ์ ทั้งนี้ ในภาพรวมก็เพื่อให้คนอยู่กับป่าพึ่งพากันอย่างมีความสุข ในการศึกษา จึงได้ทำการวิเคราะห์ WTP ของเกษตรกรที่อยู่ปลายน้ำของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่ม ซึ่งประกอบไปด้วย ตำบลกองแขก (หมู่ 7 บ้านกองแขกเหนือ) ตำบลท่าผา (หมู่ 4 บ้านป่าแดด) และตำบลช่างเคิ่ง (หมู่ 5 บ้านต้นตาล) เป็นพื้นที่ตัวแทนเกษตรกรที่อยู่ปลายน้ำ สำหรับการวิเคราะห์ WTA ของเกษตรกรที่อยู่ต้นน้ำและกลางน้ำของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่ม ซึ่งประกอบไปด้วย ตำบลแจ่มหลวง (หมู่ 6 บ้านแจ่มหลวง) ตำบลแม่แดด (หมู่ 4 บ้านแม่แดดน้อย) เป็นตัวแทนเกษตรกรที่อยู่ต้นน้ำ และสำหรับตำบลบ้านทับ (หมู่ 3 บ้านแม่ลองเหนือ และบ้านแม่ลองใต้ และหมู่ 10 บ้านถวน และ กองกาย) และตำบลแม่นาจร (หมู่ 5 บ้านแม่นาจร) เป็นตัวแทนเกษตรกรที่อยู่กลางน้ำ

ดังนั้น นโยบายประเภทต่าง ๆ เหล่านี้ จึงถูกวิเคราะห์ถึงผลกระทบของแต่ละนโยบายต่อเกษตรกรในแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน เพื่อนำเสนอข้อค้นหาเชิงเปรียบเทียบ รวมถึงจัดทำข้อเสนอแนะเชิงนโยบายเพื่อบรรเทาปัญหาผลกระทบจากการทำการเกษตรในที่สูง และช่วยในการวางแผนการใช้ที่ดินในอนาคตให้ดียิ่งขึ้น

บทที่ 4

สภาพเศรษฐกิจและสังคม และ ต้นทุนและรายรับจากการทำการเกษตร

4.1 สภาพเศรษฐกิจและสังคม

4.1.1 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ตำบลแม่ศึก ผลจากการสำรวจ ร้อยละ 100 ตั้งอยู่นอกพื้นที่ชลประทาน (n=8) จำนวนคนในครัวเรือนระหว่าง 2-5 คน คิดเป็นร้อยละ 87.5 ระหว่าง 6-8 คน คิดเป็นร้อยละ 12.5 ประชากรในตำบลที่มีอายุอยู่ในช่วง น้อยกว่า 10 ปี คิดเป็นร้อยละ 17.14 ช่วงอายุระหว่าง 11-20 ปีคิดเป็นร้อยละ 14.28 ช่วงอายุระหว่าง 21-30 ปี คิดเป็นร้อยละ 8.57 ช่วงอายุระหว่าง 31-40 ปี คิดเป็นร้อยละ 14.28 ช่วงอายุระหว่าง 41-50 ปี คิดเป็นร้อยละ 31.42 ช่วงอายุระหว่าง 51-60 ปี คิดเป็นร้อยละ 8.57 และ อายุ 60 ปีขึ้นไปคิดเป็นร้อยละ 5.71 จากการสำรวจเรื่องการศึกษาของประชากรในตำบลพบว่า ร้อยละ 15.78 ของประชากรไม่ได้รับการศึกษา ร้อยละ 34.21 จบการศึกษาระดับประถมศึกษา ร้อยละ 5.27 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ร้อยละ 21.05 จบการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และร้อยละ 23.69 จบการศึกษาระดับปริญญาตรี ประชากรในตำบลร้อยละ 40 ประกอบอาชีพเกษตรกร ร้อยละ 32.5 เป็นนักเรียน ร้อยละ 12.5 ไม่ได้ประกอบอาชีพ ร้อยละ 2.5 เป็นลูกจ้าง และพนักงานบริษัท และรับข้าราชการ ร้อยละ 10 จากการสำรวจพบว่าร้อยละ 20 ของจำนวนประชากรในตำบลมีการอพยพย้ายถิ่น

ตำบลแม่จาง ผลจากการสำรวจ ร้อยละ 27 ตั้งอยู่ในพื้นที่ชลประทาน และอีกร้อยละ 73 ตั้งอยู่นอกพื้นที่ชลประทาน (n=11) จำนวนคนในครัวเรือนระหว่าง 2-5 คน คิดเป็นร้อยละ 82 ระหว่าง 6-8 คน คิดเป็นร้อยละ 18 ประชากรในตำบลที่มีอายุอยู่ในช่วง น้อยกว่า10 ปี คิดเป็นร้อยละ 8.16 ช่วงอายุระหว่าง 11-20 ปีคิดเป็นร้อยละ 10.20 ช่วงอายุระหว่าง 21-30 ปี คิดเป็นร้อยละ 12.24 ช่วงอายุระหว่าง 31-40 ปี คิดเป็นร้อยละ 22.44 ช่วงอายุระหว่าง 41-50 ปี คิดเป็นร้อยละ 18.36 ช่วงอายุระหว่าง 51-60 ปี คิดเป็นร้อยละ 20.40 และ อายุ 60 ปีขึ้นไปคิดเป็นร้อยละ 8.16 จากการสำรวจเรื่องการศึกษาของประชากรในตำบลพบว่า ร้อยละ 8.34 ของประชากรไม่ได้รับการศึกษา ร้อยละ 41.67 จบการศึกษาระดับประถมศึกษา ร้อยละ 12.5 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ร้อยละ 4.16 จบการศึกษาระดับอนุปริญญา และร้อยละ 20.83 จบการศึกษาระดับปริญญาตรี ประชากรในตำบลร้อยละ 48 ประกอบอาชีพเกษตรกร ร้อยละ 32 เป็นนักเรียน ร้อยละ 10 ไม่ได้ประกอบอาชีพ ร้อยละ 6 รับราชการ และ ร้อยละ 4 เป็นลูกจ้าง จากการสำรวจพบว่าร้อยละ 10 ของจำนวนประชากรในตำบลมีการอพยพย้ายถิ่น

ตำบลท่าผา จากผลการสำรวจพบว่าร้อยละ 44 ตั้งอยู่ในพื้นที่ชลประทาน และอีกร้อยละ 56 ตั้งอยู่นอกพื้นที่ชลประทาน (n=9) จำนวนคนในครัวเรือนระหว่าง 2-5 คน คิดเป็นร้อยละ 78 ระหว่าง6-8 คน คิดเป็นร้อยละ 22 ประชากรในตำบลที่มีอายุอยู่ในช่วง น้อยกว่า10 ปี และ ช่วงอายุระหว่าง 11-20 ปีคิดเป็นร้อยละ 7.31 ช่วงอายุระหว่าง 21-30 ปี คิดเป็นร้อยละ 12.19 ช่วงอายุระหว่าง 31-40 ปี ระหว่าง 41-50 ปี และระหว่าง 51-60 ปี คิดเป็นร้อยละ 19.51 อายุ 60 ปีขึ้นไปคิดเป็นร้อยละ 5.71 จากการสำรวจเรื่องการศึกษา

ของประชากรในตำบลพบว่า ร้อยละ 14.29 ของประชากรไม่ได้รับการศึกษา ร้อยละ 52.39 จบการศึกษาระดับประถมศึกษา ร้อยละ 11.90 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ร้อยละ 7.14 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และร้อยละ 14.28 จบการศึกษาระดับปริญญาตรี ประชากรในตำบลร้อยละ 50 ประกอบอาชีพเกษตรกร ร้อยละ 32 เป็นนักเรียน ร้อยละ 12 ไม่ได้ประกอบอาชีพ และร้อยละ 6 รับราชการ จากการสำรวจพบว่าร้อยละ 12.25 ของจำนวนประชากรในตำบลมีการอพยพย้ายถิ่น

ตำบลปางหินฝน ผลจากการสำรวจ ร้อยละ 12.5 ตั้งอยู่ในพื้นที่ชลประทาน และอีกร้อยละ 87.5 ตั้งอยู่นอกพื้นที่ชลประทาน (n=8) จำนวนคนในครัวเรือนระหว่าง 2-5 คน คิดเป็นร้อยละ 12.5 ระหว่าง 6-8 คน คิดเป็นร้อยละ 87.5 ประชากรในตำบลที่มีอายุอยู่ในช่วง น้อยกว่า 10 ปี คิดเป็นร้อยละ 12.50 ช่วงอายุระหว่าง 11-20 ปีคิดเป็นร้อยละ 25 ช่วงอายุระหว่าง 21-30 ปี คิดเป็นร้อยละ 16.05 ช่วงอายุระหว่าง 31-40 ปี คิดเป็นร้อยละ 14.28 ช่วงอายุระหว่าง 41-50 ปี คิดเป็นร้อยละ 16.07 ช่วงอายุระหว่าง 51-60 ปี คิดเป็นร้อยละ 7.14 และ อายุ 60 ปีขึ้นไปคิดเป็นร้อยละ 8.92 จากการสำรวจเรื่องการศึกษาของประชากรในตำบลพบว่า ร้อยละ 28.84 ของประชากรไม่ได้รับการศึกษา ร้อยละ 28.84 จบการศึกษาระดับประถมศึกษา ร้อยละ 17.31 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ร้อยละ 15.38 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ร้อยละ 3.85 จบการศึกษาระดับอนุปริญา และร้อยละ 5.77 จบการศึกษาระดับปริญญาตรี ประชากรในตำบลร้อยละ 63.15 ประกอบอาชีพเกษตรกร ร้อยละ 18.42 เป็นนักเรียน ร้อยละ 2.64 ไม่ได้ประกอบอาชีพ ร้อยละ 10.52 เป็นลูกจ้าง ร้อยละ 2.63 เป็นพนักงานบริษัท และประกอบอาชีพค้าขาย ร้อยละ 2.64 จากการสำรวจพบว่าร้อยละ 15.63 ของจำนวนประชากรในตำบลมีการอพยพย้ายถิ่น

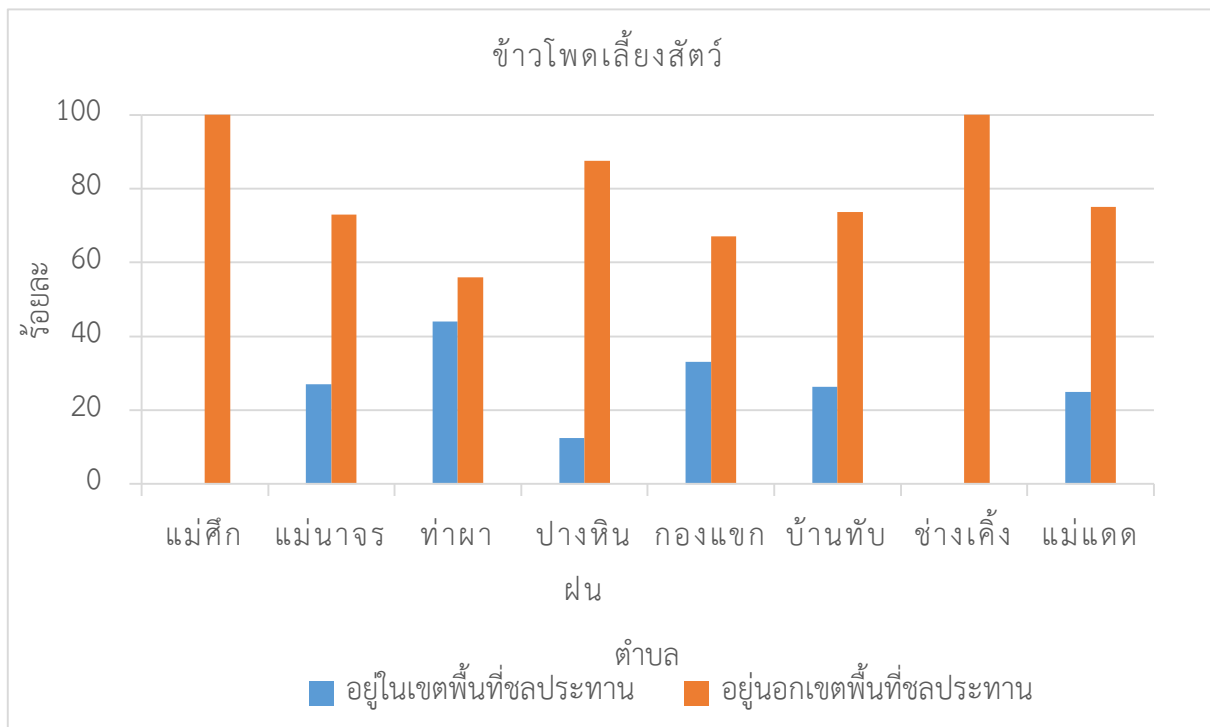
ตำบลกองแขก จากผลการสำรวจพบว่าร้อยละ 33 ตั้งอยู่ในพื้นที่ชลประทาน และอีกร้อยละ 67 ตั้งอยู่นอกพื้นที่ชลประทาน (n=6) จำนวนคนในครัวเรือนระหว่าง 2-5 คน คิดเป็นร้อยละ 67 ระหว่าง 6-8 คน คิดเป็นร้อยละ 33 ประชากรในตำบลที่มีอายุอยู่ในช่วง น้อยกว่า 10 ปี คิดเป็นร้อยละ 10 ช่วงอายุระหว่าง 11-20 ปีคิดเป็นร้อยละ 5 ช่วงอายุระหว่าง 21-30 ปี คิดเป็นร้อยละ 22.5 ช่วงอายุระหว่าง 31-40 ปี คิดเป็นร้อยละ 20 ช่วงอายุระหว่าง 41-50 ปี คิดเป็นร้อยละ 22.5 ช่วงอายุระหว่าง 51-60 ปี คิดเป็นร้อยละ 7.5 และ อายุ 60 ปีขึ้นไปคิดเป็นร้อยละ 12.5 จากการสำรวจเรื่องการศึกษาของประชากรในตำบลพบว่า ร้อยละ 7.14 ของประชากรไม่ได้รับการศึกษา ร้อยละ 57.14 จบการศึกษาระดับประถมศึกษา ร้อยละ 3.57 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ร้อยละ 7.14 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ร้อยละ 3.57 จบการศึกษาระดับอนุปริญา และร้อยละ 21.44 จบการศึกษาระดับปริญญาตรี ประชากรในตำบลร้อยละ 48 ประกอบอาชีพเกษตรกร ร้อยละ 8 เป็นนักเรียน ร้อยละ 4 ไม่ได้ประกอบอาชีพ ร้อยละ 32 เป็นลูกจ้าง ร้อยละ 4 เป็นข้าราชการ และประกอบอาชีพค้าขาย ร้อยละ 4 จากการสำรวจพบว่าร้อยละ 25 ของจำนวนประชากรในตำบลมีการอพยพย้ายถิ่น

ตำบลบ้านทับ ผลจากการสำรวจ ร้อยละ 26.3 ตั้งอยู่ในพื้นที่ชลประทาน และอีกร้อยละ 73.7 ตั้งอยู่นอกพื้นที่ชลประทาน (n=19) จำนวนคนในครัวเรือนระหว่าง 2-5 คน คิดเป็นร้อยละ 89 ระหว่าง 6-8 คน คิดเป็นร้อยละ 11 ประชากรในตำบลที่มีอายุอยู่ในช่วง น้อยกว่า 10 ปี คิดเป็นร้อยละ 12.8 ช่วงอายุระหว่าง 11-20 ระหว่าง 21-30 ปี ระหว่าง 31-40 ปี คิดเป็นร้อยละ 19.25 ช่วงอายุระหว่าง 41-50 ปี คิดเป็นร้อยละ

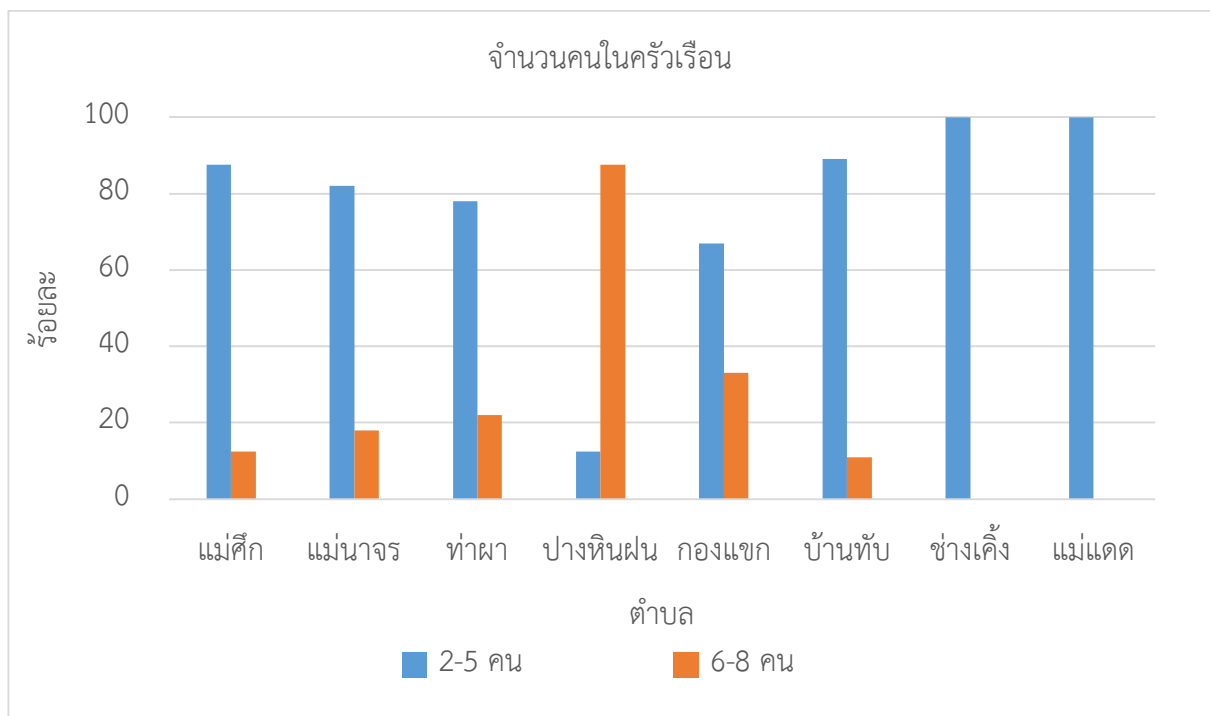
15.38 ช่วงอายุระหว่าง 51-60 ปี คิดเป็นร้อยละ 12.8 และ อายุ 60 ปีขึ้นไปคิดเป็นร้อยละ 1.27 จากการสำรวจเรื่องการศึกษาของประชากรในตำบลพบว่า ร้อยละ 39.74 ของประชากรไม่ได้รับการศึกษา ร้อยละ 15.38 จบการศึกษาระดับประถมศึกษา ร้อยละ 14.10 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ร้อยละ 2.56 จบการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ร้อยละ 3.84 จบการศึกษาระดับอนุปริญญา และร้อยละ 12.5 จบการศึกษาระดับปริญญาตรี ประชากรในตำบลร้อยละ 57.15 ประกอบอาชีพเกษตรกร ร้อยละ 17.85 เป็นนักเรียน ร้อยละ 11.90 ไม่ได้ประกอบอาชีพ ร้อยละ 3.57 เป็นลูกจ้าง ร้อยละ 4.77 เป็นพนักงานบริษัท ประกอบอาชีพค้าขาย ร้อยละ 1.19 และร้อยละ 3.57 เป็นข้าราชการ จากการสำรวจพบว่าร้อยละ 11.11 ของจำนวนประชากรในตำบลมีการอพยพย้ายถิ่น

ตำบลช่างเคิ่ง จากผลการสำรวจพบว่าร้อยละ 100 ตั้งอยู่นอกพื้นที่ชลประทาน (n=1) จำนวนคนในครัวเรือนระหว่าง 2-5 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ประชากรในตำบลที่มีอายุอยู่ในช่วง น้อยกว่า 10 ปี คิดเป็นร้อยละ 0 ช่วงอายุระหว่าง 11-20 ปีคิดเป็นร้อยละ 0 ช่วงอายุระหว่าง 21-30 ปี คิดเป็นร้อยละ 40 ช่วงอายุระหว่าง 31-40 ปี คิดเป็นร้อยละ 20 ช่วงอายุระหว่าง 41-50 ปี คิดเป็นร้อยละ 20 ช่วงอายุระหว่าง 51-60 ปี คิดเป็นร้อยละ 20 และ อายุ 60 ปีขึ้นไปคิดเป็นร้อยละ 0 จากการสำรวจเรื่องการศึกษาของประชากรในตำบลพบว่า ร้อยละ 40 ของประชากรไม่ได้รับการศึกษา ร้อยละ 20 จบการศึกษาระดับประถมศึกษา และร้อยละ 20 จบการศึกษาระดับปริญญาตรี ประชากรในตำบลร้อยละ 66.66 ประกอบอาชีพเกษตรกร และร้อยละ 33.34 เป็นลูกจ้าง จากการสำรวจพบว่าร้อยละ 33.33 ของจำนวนประชากรในตำบลมีการอพยพย้ายถิ่น

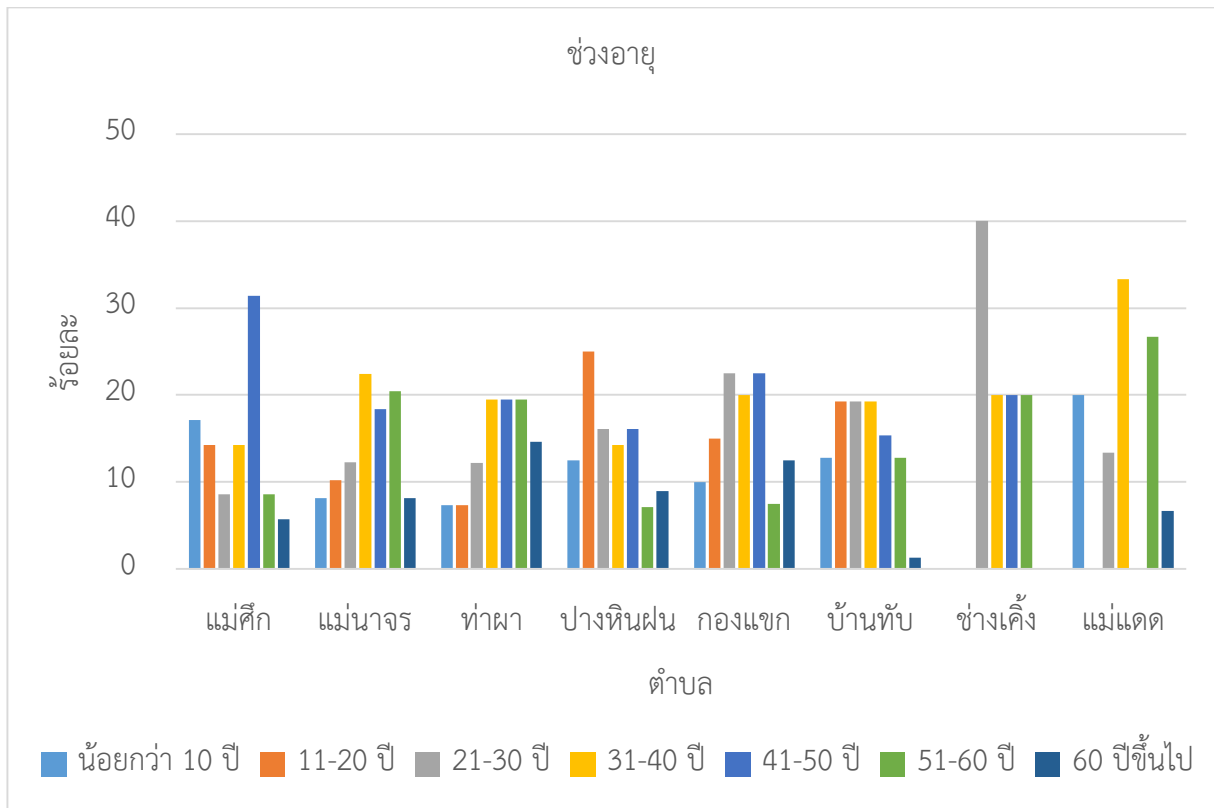
ตำบลแม่แดด ผลจากการสำรวจ ร้อยละ 25 ตั้งอยู่ในพื้นที่ชลประทาน และอีกร้อยละ 75 ตั้งอยู่นอกพื้นที่ชลประทาน (n=4) จำนวนคนในครัวเรือนระหว่าง 2-5 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ประชากรในตำบลที่มีอายุอยู่ในช่วง น้อยกว่า10 ปี คิดเป็นร้อยละ 20 ช่วงอายุระหว่าง 11-20 ปีคิดเป็นร้อยละ 0 ช่วงอายุระหว่าง 21-30 ปี คิดเป็นร้อยละ 13.34 ช่วงอายุระหว่าง 31-40 ปี คิดเป็นร้อยละ 33.34 ช่วงอายุระหว่าง 41-50 ปี คิดเป็นร้อยละ 0 ช่วงอายุระหว่าง 51-60 ปี คิดเป็นร้อยละ 26.66และ อายุ 60 ปีขึ้นไปคิดเป็นร้อยละ 6.66 จากการสำรวจเรื่องการศึกษาของประชากรในตำบลพบว่า ร้อยละ 35.29 ของประชากรไม่ได้รับการศึกษา ร้อยละ 29.42 จบการศึกษาระดับประถมศึกษา ร้อยละ 5.88 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ร้อยละ 11.77 จบการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ร้อยละ 5.88 จบการศึกษาระดับอนุปริญญา และร้อยละ 11.76 จบการศึกษาระดับปริญญาตรี ประชากรในตำบลร้อยละ 55 ประกอบอาชีพเกษตรกร ร้อยละ 20 เป็นนักเรียน ร้อยละ 15 เป็นพนักงานบริษัท และประกอบอาชีพค้าขาย กับเป็นข้าราชการอีก ร้อยละ 5 จากการสำรวจพบว่าร้อยละ 15 ของจำนวนประชากรในตำบลมีการอพยพย้ายถิ่น



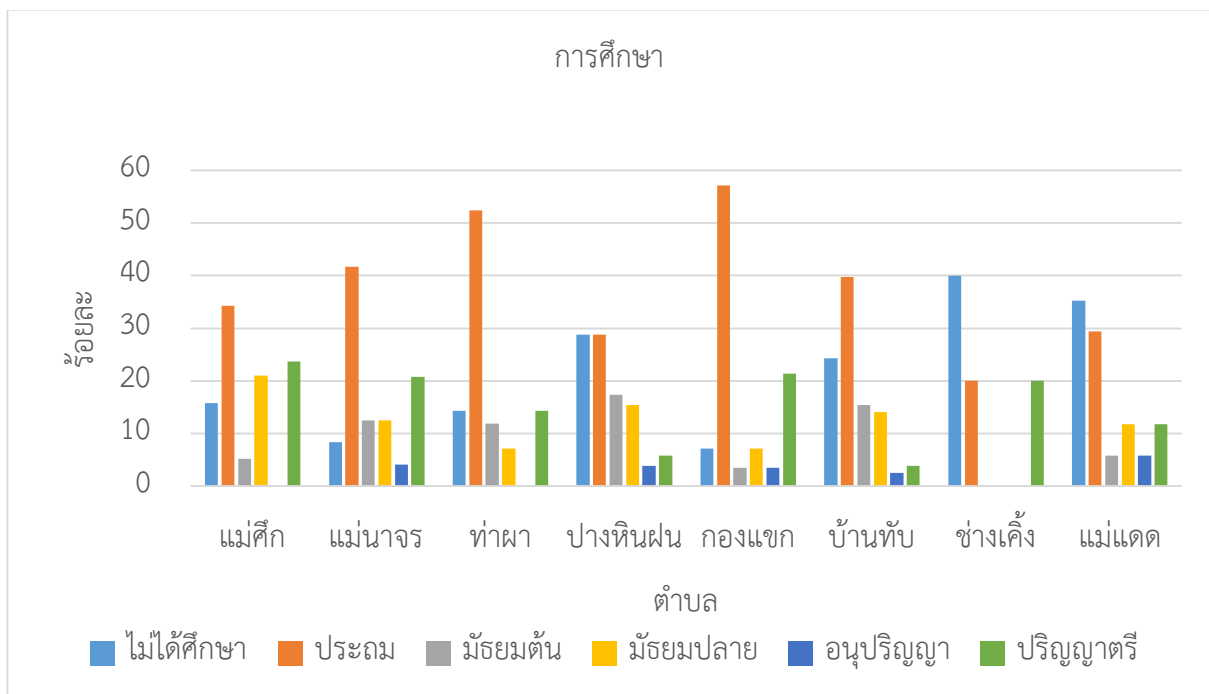
รูปที่ 4- 1 ร้อยละของพื้นที่ในแต่ละตำบลที่ทำการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่อยู่ใน/นอกเขตพื้นที่ชลประทาน



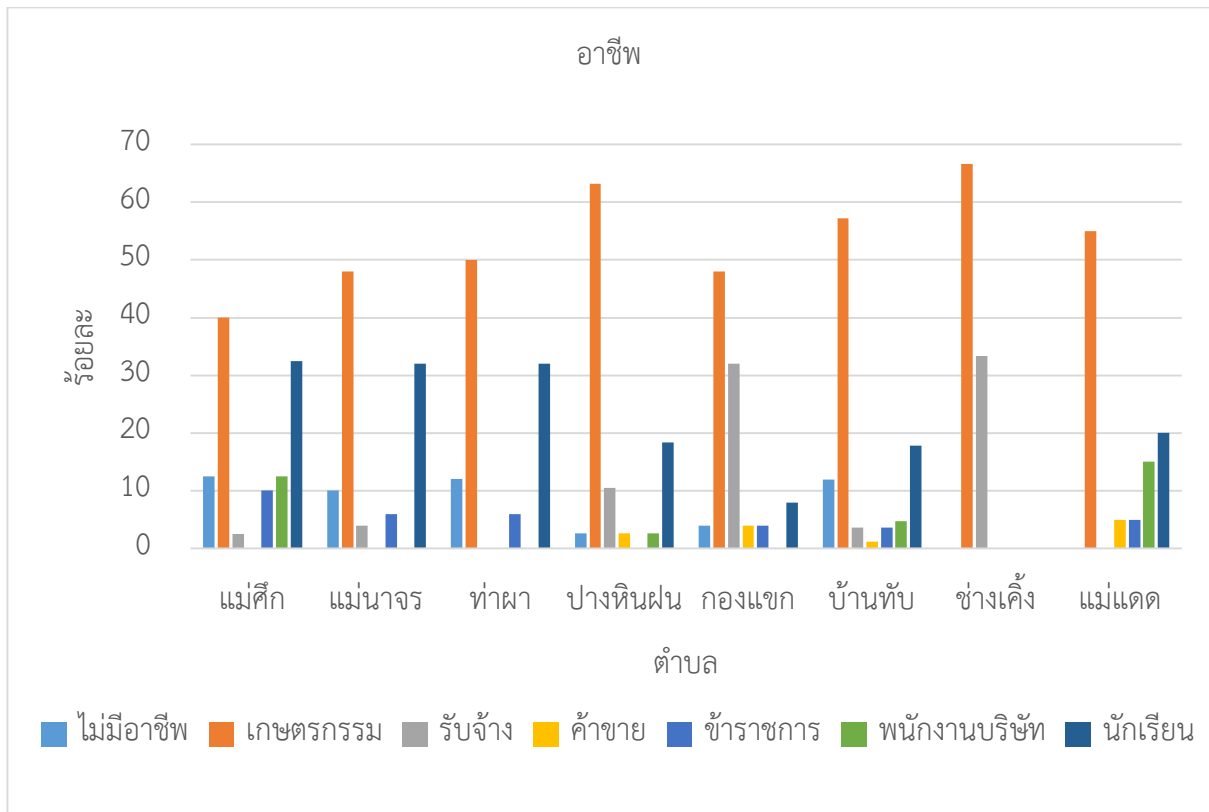
รูปที่ 4- 2 ร้อยละของจำนวนคนในครัวเรือนในแต่ละตำบลที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์



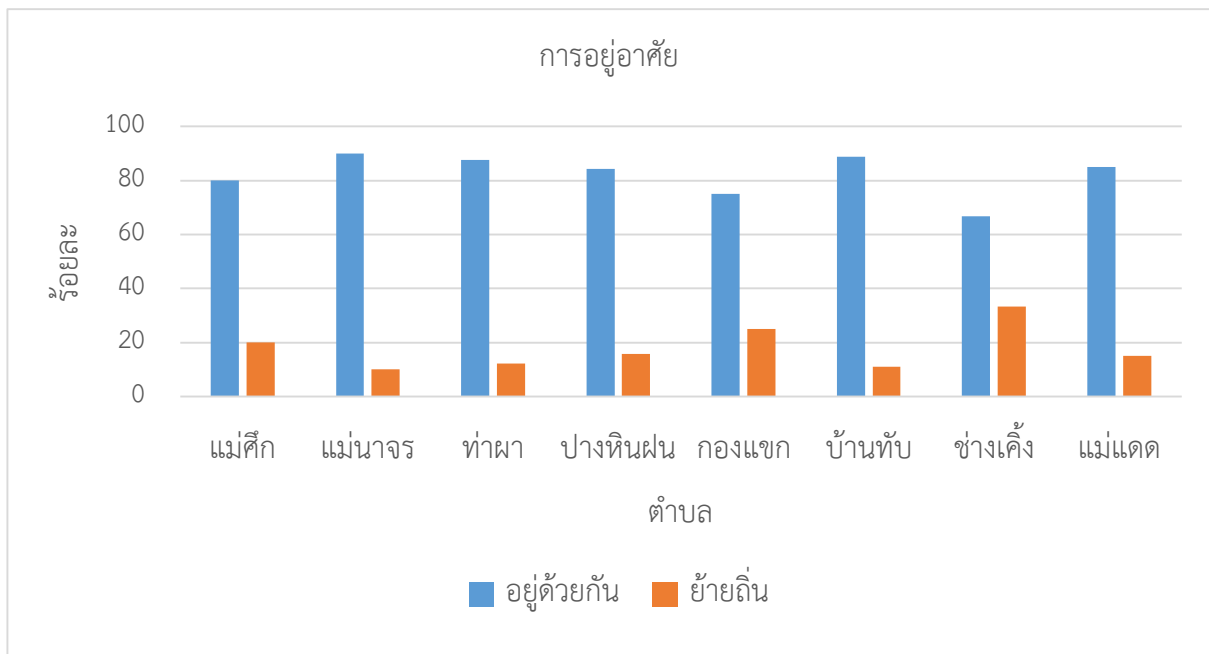
รูปที่ 4- 3 ร้อยละของช่วงอายุของประชากรในครัวเรือนที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในแต่ละตำบล



รูปที่ 4- 4 ร้อยละของระดับการศึกษาของประชากรในครัวเรือนที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในแต่ละตำบล



รูปที่ 4- 5 ร้อยละของอาชีพของประชากรในครัวเรือนที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในแต่ละตำบล



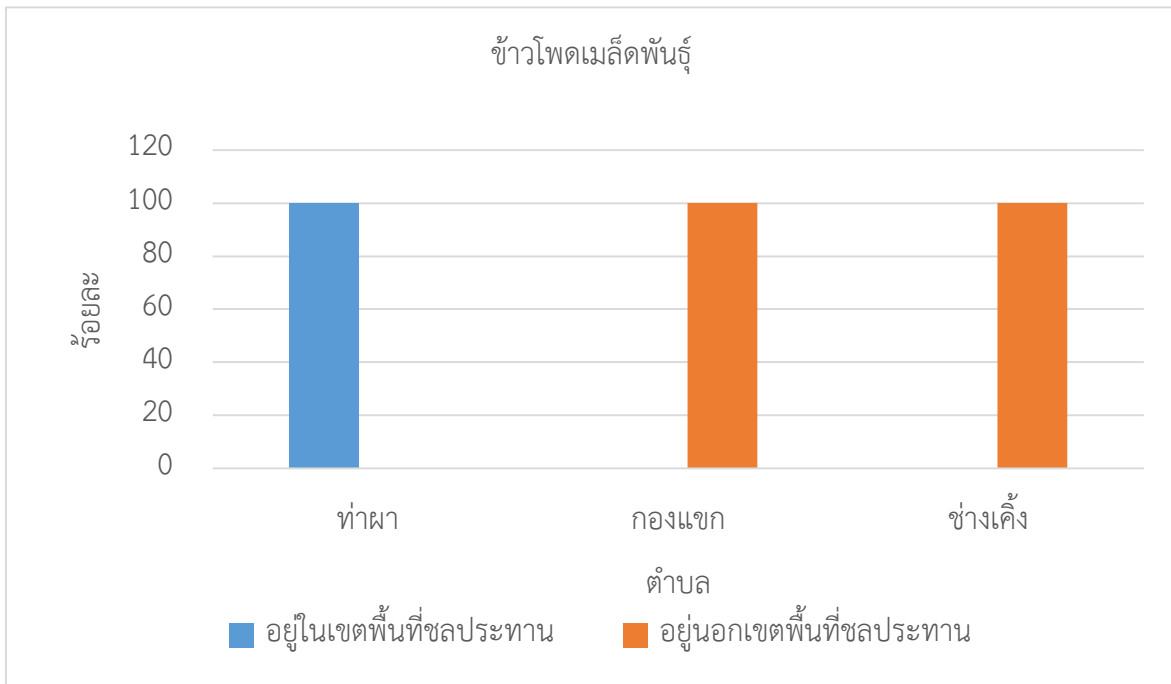
รูปที่ 4- 6 ร้อยละของการอยู่อาศัยของประชากรในครัวเรือนที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในแต่ละตำบล

4.1.2 ชาวโพนเมือลัดพันธุ์

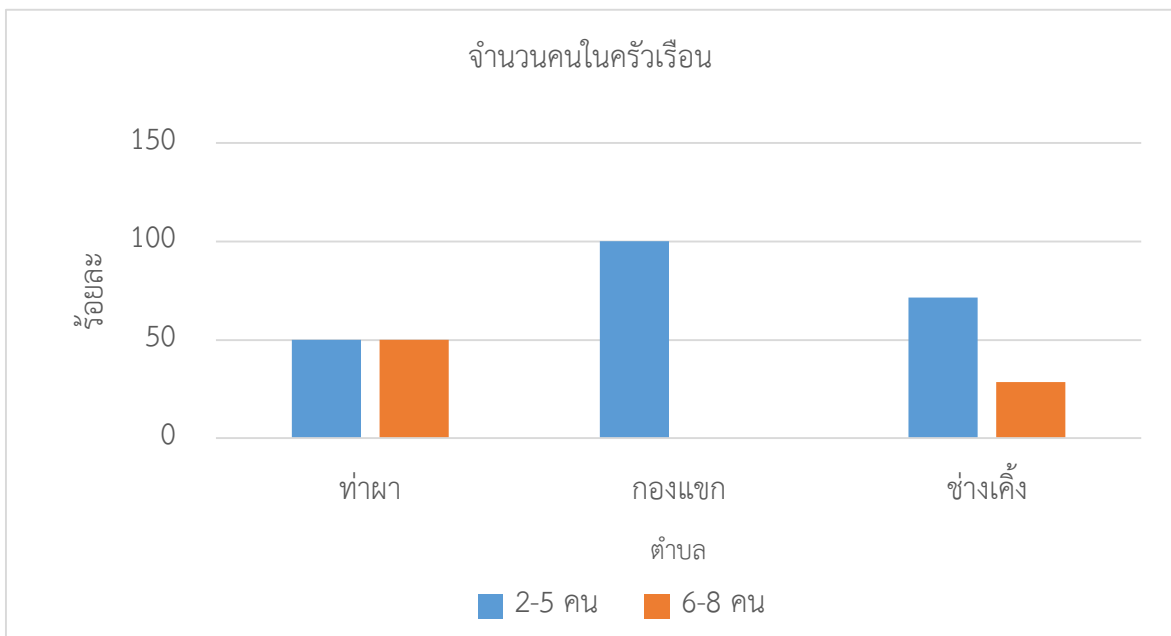
ตำบลท่าผา จากผลการสำรวจพบว่าร้อยละ 100 ตั้งอยู่ในพื้นที่ชลประทาน (n=2) มีจำนวนคนในครัวเรือนระหว่าง 2-5 คน คิดเป็นร้อยละ 50 ระหว่าง 6-8 คน คิดเป็นร้อยละ 50 ประชากรในตำบลที่มีอายุน้อยกว่า 10 ปี คิดเป็นร้อยละ 10 ช่วงอายุระหว่าง 21-30 ปี และช่วงอายุระหว่าง 31-40 ปี คิดเป็นร้อยละ 20 ช่วงอายุระหว่าง 51-60 ปี คิดเป็นร้อยละ 40 และ อายุ 60 ปีขึ้นไปคิดเป็นร้อยละ 10 จากการสำรวจเรื่องการศึกษาระดับประถมศึกษาของประชากรในตำบลพบว่า ร้อยละ 20 ของประชากรไม่ได้รับการศึกษา ร้อยละ 40 จบการศึกษาระดับประถมศึกษา ร้อยละ 10 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ร้อยละ 30 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายประชากรในตำบลร้อยละ 40 ประกอบอาชีพเกษตรกร ร้อยละ 20 ไม่ได้ประกอบอาชีพและร้อยละ 40 ประกอบอาชีพค้าขาย จากการสำรวจพบว่าร้อยละ 100 ของจำนวนประชากรในตำบลอาศัยอยู่ด้วยกัน

ตำบลกองแขก จากผลการสำรวจพบว่าร้อยละ 100 ตั้งอยู่นอกพื้นที่ชลประทาน (n=1) จำนวนคนในครัวเรือนระหว่าง 2-5 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ประชากรในตำบลที่มีอายุอยู่ในช่วงระหว่าง 21-30 ปี, 41-50 ปี และ 51-60 ปี คิดเป็นร้อยละ 33.33 จากการสำรวจเรื่องการศึกษาระดับประถมศึกษาของประชากรในตำบลพบว่า ร้อยละ 66.67 จบการศึกษาระดับประถมศึกษา และ ร้อยละ 33.33 จบการศึกษาระดับปริญญาตรี ประชากรในตำบลร้อยละ 66.67 ประกอบอาชีพเกษตรกร และประกอบพนักงานบริษัท ร้อยละ 33.33 จากการสำรวจพบว่าร้อยละ 100 ของจำนวนประชากรในตำบลอาศัยอยู่ด้วยกัน

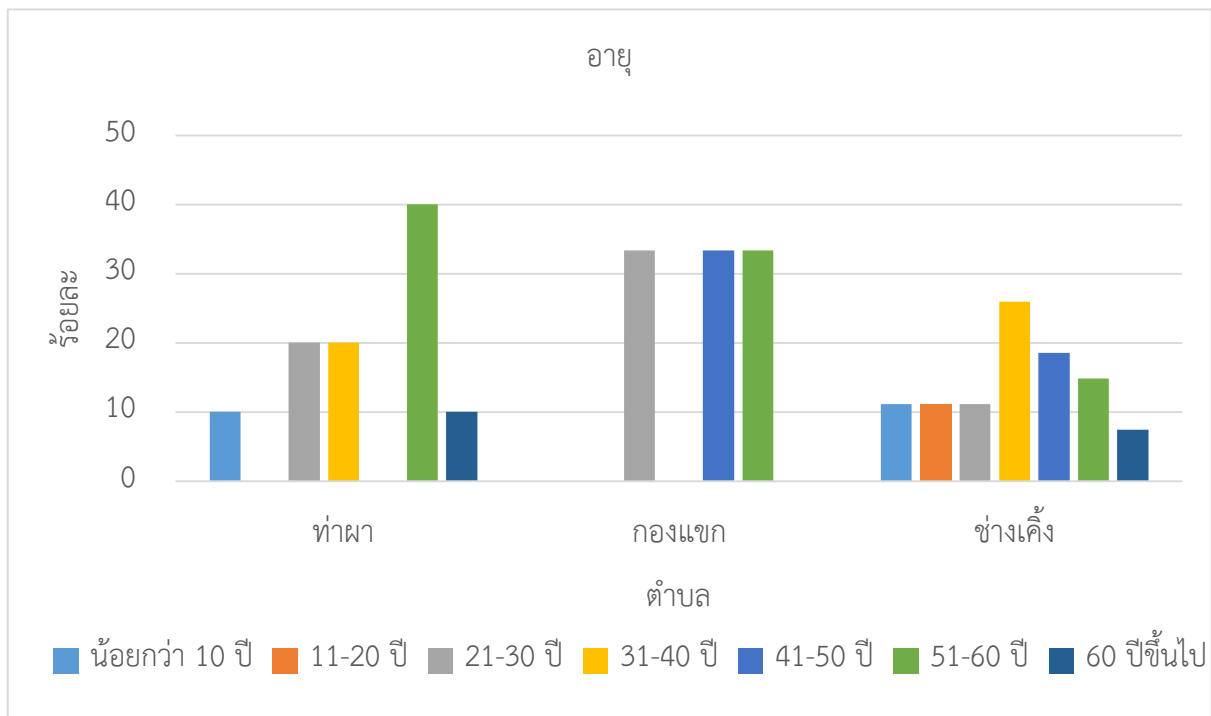
ตำบลช่างเคิ่ง จากผลการสำรวจพบว่าร้อยละ 100 ตั้งอยู่นอกพื้นที่ชลประทาน (n=7) มีจำนวนคนในครัวเรือนระหว่าง 2-5 คน คิดเป็นร้อยละ 71.43 ระหว่าง 6-8 คน คิดเป็นร้อยละ 28.57 ประชากรในตำบลที่มีอายุอยู่ในช่วง น้อยกว่า 10 ปี คิดเป็นร้อยละ 11.12 ช่วงอายุระหว่าง 11-20 ปีคิดเป็นร้อยละ 11.12 ช่วงอายุระหว่าง 21-30 ปี คิดเป็นร้อยละ 11.12 ช่วงอายุระหว่าง 31-40 ปี คิดเป็นร้อยละ 25.92 ช่วงอายุระหว่าง 41-50 ปี คิดเป็นร้อยละ 18.51 ช่วงอายุระหว่าง 51-60 ปี คิดเป็นร้อยละ 14.81 และ อายุ 60 ปีขึ้นไปคิดเป็นร้อยละ 7.40 จากการสำรวจเรื่องการศึกษาระดับประถมศึกษาของประชากรในตำบลพบว่า ร้อยละ 8.34 ของประชากรไม่ได้รับการศึกษา ร้อยละ 41.66 จบการศึกษาระดับประถมศึกษา ร้อยละ 8.34 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ร้อยละ 20.82 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ร้อยละ 8.34 จบการศึกษาระดับอนุปริญญา และร้อยละ 12.5 จบการศึกษาระดับปริญญาตรี ประชากรในตำบลร้อยละ 36.36 ประกอบอาชีพเกษตรกร และร้อยละ 4.55 เป็นลูกจ้าง ร้อยละ 13.64 ไม่ได้ประกอบอาชีพ ร้อยละ 18.18 เป็นพนักงานบริษัท และร้อยละ 27.27 เป็นนักเรียน จากการสำรวจพบว่าร้อยละ 100 ของจำนวนประชากรในตำบลอาศัยอยู่ด้วยกัน



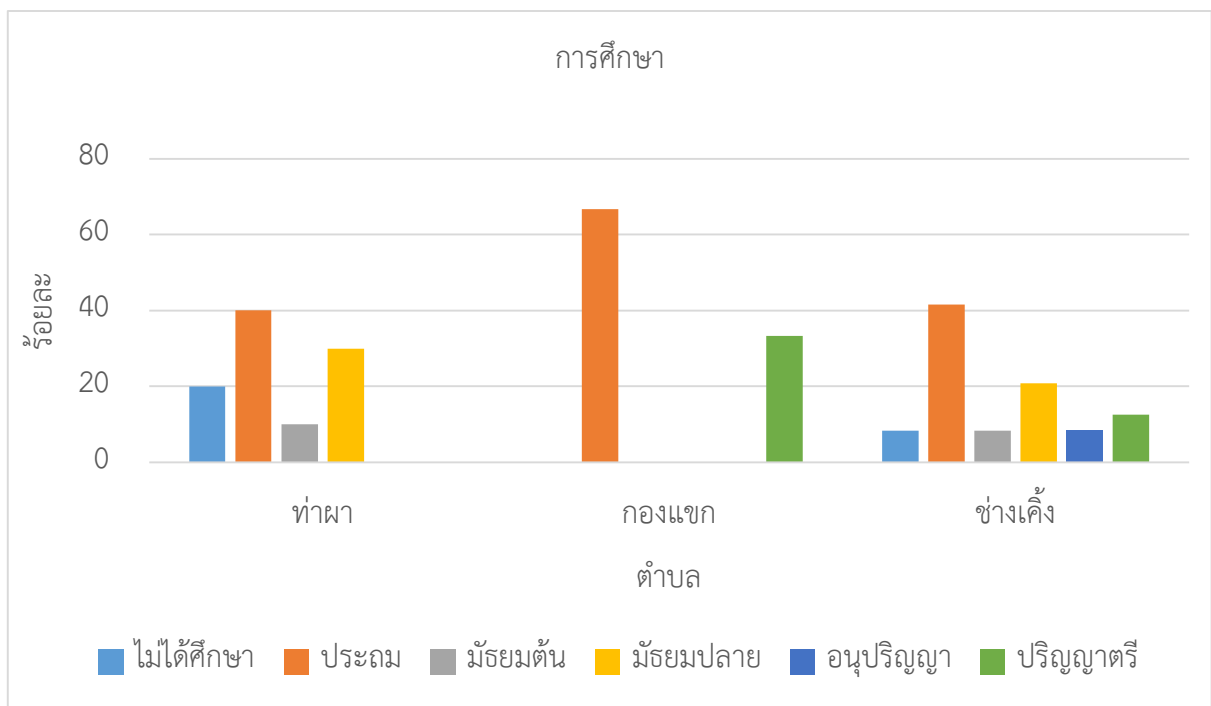
รูปที่ 4- 7 ร้อยละของพื้นที่ในแต่ละตำบลที่ทำการเพาะปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ที่อยู่ใน/นอกเขตพื้นที่ชลประทาน



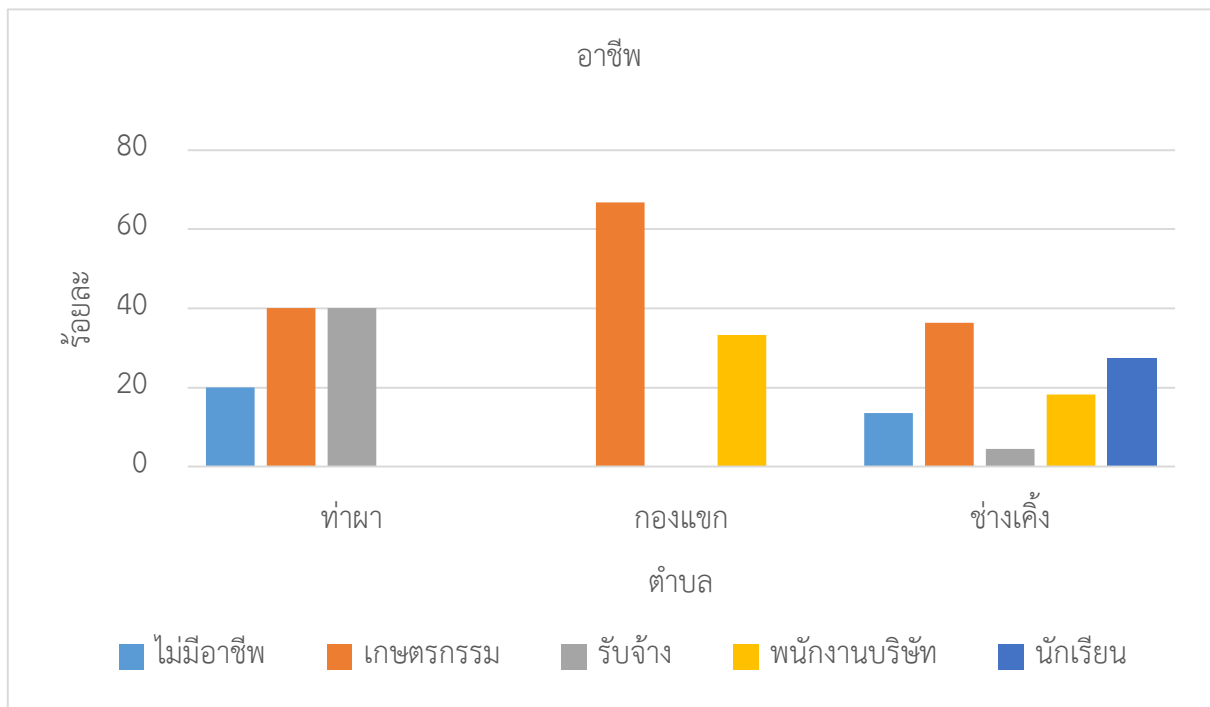
รูปที่ 4- 8 ร้อยละของจำนวนคนในครัวเรือนในแต่ละตำบลที่เพาะปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์



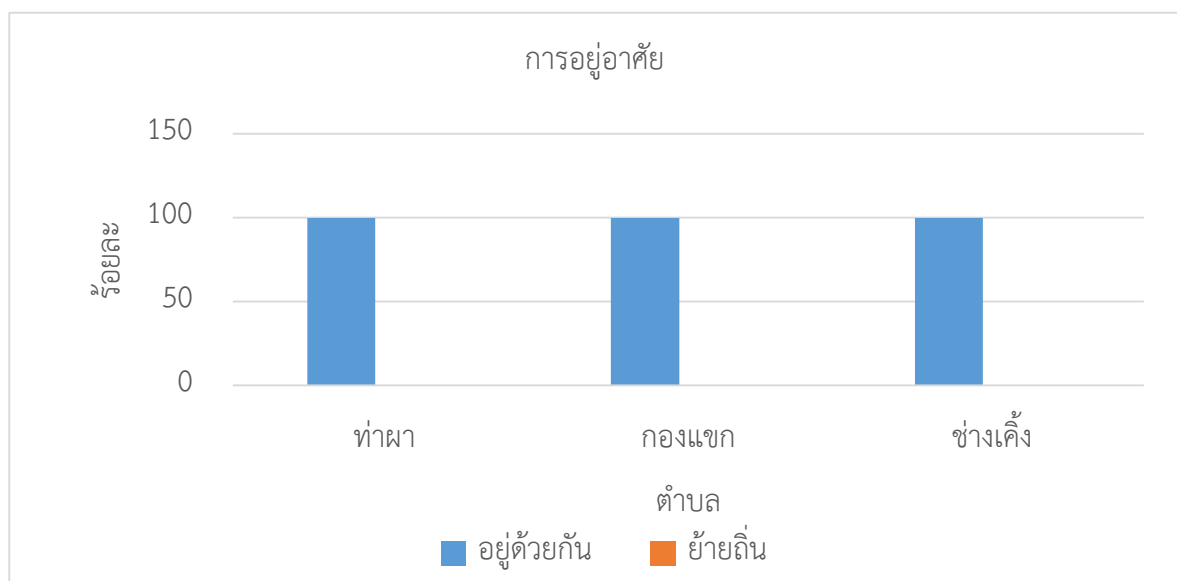
รูปที่ 4- 9 ร้อยละของช่วงอายุของประชากรในครัวเรือนที่เพาะปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ในแต่ละตำบล



รูปที่ 4- 10 ร้อยละของระดับการศึกษาของประชากรในครัวเรือนที่เพาะปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ในแต่ละตำบล



รูปที่ 4- 11 ร้อยละของอาชีพของประชากรในครัวเรือนที่เพาะปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ในแต่ละตำบล



รูปที่ 4- 12 ร้อยละของการอยู่อาศัยของประชากรในครัวเรือนที่เพาะปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ในแต่ละตำบล

4.1.3 เกษตรผสมผสาน

ตำบลแม่ศึก ผลจากการสำรวจ ร้อยละ 100 ตั้งอยู่นอกพื้นที่ชลประทาน (n=5) จำนวนคนในครัวเรือนระหว่าง 2-5 คน คิดเป็นร้อยละ 60 ระหว่าง 6-8 คน คิดเป็นร้อยละ 40 ประชากรในตำบลที่มีอายุ

อยู่ในช่วง น้อยกว่า10 ปี คิดเป็นร้อยละ 17.85 ช่วงอายุระหว่าง 11-20 ปีคิดเป็นร้อยละ 17.85 ช่วงอายุระหว่าง 21-30 ปี คิดเป็นร้อยละ 28.57 ช่วงอายุระหว่าง 31-40 ปี คิดเป็นร้อยละ 10.71 ช่วงอายุระหว่าง 41-50 ปี คิดเป็นร้อยละ 25 จากการสำรวจเรื่องการศึกษาของประชากรในตำบลพบว่า ร้อยละ 18.52 ของประชากรไม่ได้รับการศึกษา ร้อยละ 29.63 จบการศึกษาระดับประถมศึกษา ร้อยละ 22.22 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ร้อยละ 11.11 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ร้อยละ 3.17 จบการศึกษาระดับอนุปริญญา และร้อยละ 14.82 จบการศึกษาระดับปริญญาตรี ประชากรในตำบลร้อยละ 39.28 ประกอบอาชีพเกษตรกร ร้อยละ 32.14 เป็นนักเรียน ร้อยละ 10.71 ไม่ได้ประกอบอาชีพ ร้อยละ 7.14 เป็นลูกจ้าง และรับข้าราชการ และ ร้อยละ 3.57 เป็นพนักงานบริษัท จากการสำรวจพบว่าร้อยละ 14.29 ของจำนวนประชากรในตำบลมีการอพยพย้ายถิ่น

ตำบลปางหินฝน ผลจากการสำรวจ ร้อยละ 100 ตั้งอยู่นอกพื้นที่ชลประทาน (n=5) จำนวนคนในครัวเรือนระหว่าง 2-5 คน คิดเป็นร้อยละ 0 ระหว่าง 6-8 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ประชากรในตำบลที่มีอายุอยู่ในช่วงอายุระหว่าง 11-20 ปีคิดเป็นร้อยละ 33.33 ช่วงอายุระหว่าง 21-30 ปี คิดเป็นร้อยละ 33.33 ช่วงอายุระหว่าง 31-40 ปี คิดเป็นร้อยละ 0 ช่วงอายุระหว่าง 41-50 ปี คิดเป็นร้อยละ 25 ช่วงอายุระหว่าง 51-60 ปี คิดเป็นร้อยละ 8.34 และ อายุ 60 ปีขึ้นไปคิดเป็นร้อยละ 0 จากการสำรวจเรื่องการศึกษาของประชากรในตำบลพบว่า ร้อยละ 18.52 ของประชากรไม่ได้รับการศึกษา ร้อยละ 29.63 จบการศึกษาระดับประถมศึกษา ร้อยละ 22.22 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ร้อยละ 11.11 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ร้อยละ 3.70 จบการศึกษาระดับอนุปริญญา และร้อยละ 14.82 จบการศึกษาระดับปริญญาตรี ประชากรในตำบลร้อยละ 33.33 ประกอบอาชีพเกษตรกร ร้อยละ 25 เป็นนักเรียน ร้อยละ 16.66 เป็นลูกจ้าง ร้อยละ 8.33 เป็นพนักงานบริษัท และประกอบอาชีพรับราชการ ร้อยละ 16.66 จากการสำรวจพบว่าร้อยละ 9.10 ของจำนวนประชากรในตำบลมีการอพยพย้ายถิ่น

ตำบลทองแหก จากผลการสำรวจพบว่าร้อยละ 100 ตั้งอยู่นอกพื้นที่ชลประทาน (n=2) จำนวนคนในครัวเรือนระหว่าง 2-5 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ระหว่าง 6-8 คน คิดเป็นร้อยละ 0 ประชากรในตำบลที่มีอายุอยู่ในช่วง น้อยกว่า10 ปี คิดเป็นร้อยละ 14.29 ช่วงอายุระหว่าง 11-20 ปีคิดเป็นร้อยละ 14.29 ช่วงอายุระหว่าง 21-30 ปี คิดเป็นร้อยละ 14.29 ช่วงอายุระหว่าง 31-40 ปี คิดเป็นร้อยละ 14.28 ช่วงอายุระหว่าง 41-50 ปี คิดเป็นร้อยละ 42.85 จากการสำรวจเรื่องการศึกษาของประชากรในตำบลพบว่า ร้อยละ 42.85 จบการศึกษาระดับประถมศึกษา ร้อยละ 42.86 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และร้อยละ 14.29 จบการศึกษาระดับอนุปริญญา ประชากรในตำบลร้อยละ 57.14 ประกอบอาชีพเกษตรกร ร้อยละ 28.58 เป็นนักเรียน และร้อยละ 14.28 เป็นลูกจ้าง จากการสำรวจพบว่าร้อยละ 100 ของจำนวนประชากรในตำบลอาศัยอยู่ด้วยกัน

ตำบลบ้านทับ ผลจากการสำรวจ ร้อยละ 100 ตั้งอยู่นอกพื้นที่ชลประทาน (n=2) จำนวนคนในครัวเรือนระหว่าง 2-5 คน คิดเป็นร้อยละ 50 ระหว่าง 6-8 คน คิดเป็นร้อยละ 50 ประชากรในตำบลที่มีอายุอยู่ในช่วง น้อยกว่า10 ปี คิดเป็นร้อยละ 11.11 ช่วงอายุระหว่าง 21-30 ปี คิดเป็นร้อยละ 44.45 ช่วงอายุระหว่าง 31-40 ปี คิดเป็นร้อยละ 22.22 และช่วงอายุระหว่าง 51-60 ปี คิดเป็นร้อยละ 22.22 จากการสำรวจ

เรื่องการศึกษาของประชากรในตำบลพบว่า ร้อยละ 11.11 ของประชากรไม่ได้รับการศึกษา ร้อยละ 33.34 จบการศึกษาระดับประถมศึกษา ร้อยละ 22.22 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ร้อยละ 22.22 จบการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และร้อยละ 11.11 จบการศึกษาระดับปริญญาตรี ประชากรในตำบล ร้อยละ 44.45 ประกอบอาชีพเกษตรกร ร้อยละ 11.11 เป็นนักเรียน ร้อยละ 11.11 ไม่ได้ประกอบอาชีพ ร้อยละ 11.11 เป็นลูกจ้าง ร้อยละ 11.11 เป็นพนักงานบริษัท และประกอบอาชีพค้าขาย ร้อยละ 11.11 จากการสำรวจพบว่าร้อยละ 44.45 ของจำนวนประชากรในตำบลมีการอพยพย้ายถิ่น

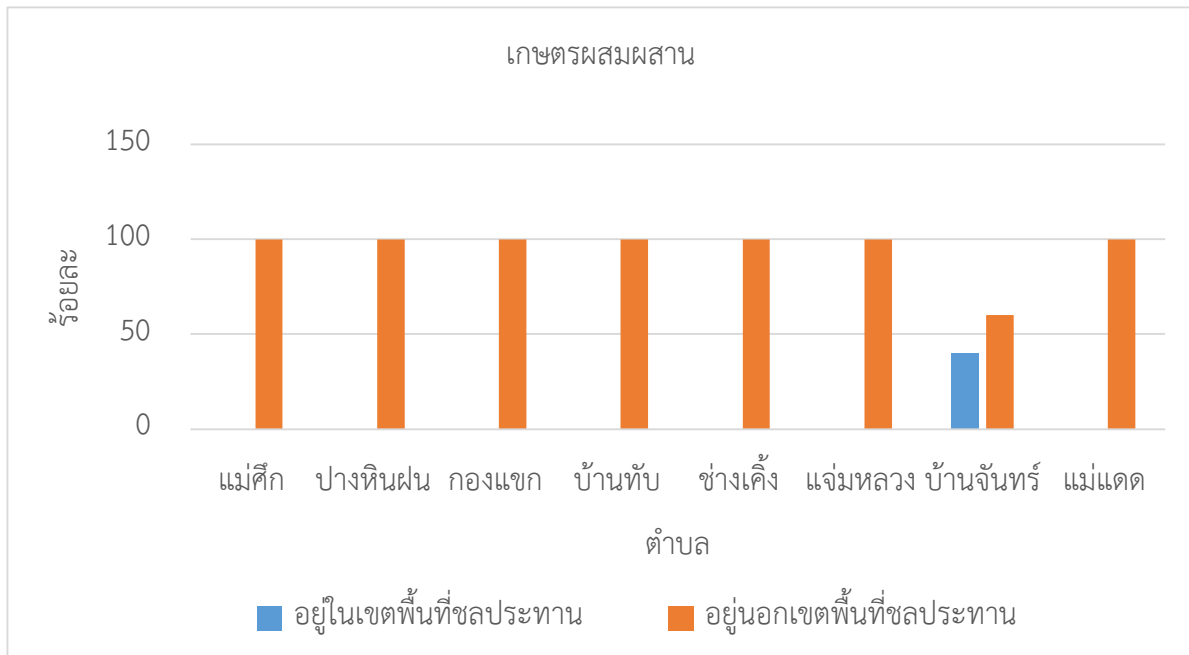
ตำบลช้างเคื่อง จากผลการสำรวจพบว่าร้อยละ 100 ตั้งอยู่นอกพื้นที่ชลประทาน (n=2) จำนวนคนในครัวเรือนระหว่าง 2-5 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ประชากรในตำบลที่มีอายุอยู่ในช่วง น้อยกว่า10 ปี คิดเป็นร้อยละ 10 ช่วงอายุระหว่าง 21-30 ปี คิดเป็นร้อยละ 20 ช่วงอายุระหว่าง 31-40 ปี คิดเป็นร้อยละ 20 ช่วงอายุระหว่าง 41-50 ปี คิดเป็นร้อยละ 10 ช่วงอายุระหว่าง 51-60 ปี คิดเป็นร้อยละ 30 และ อายุ 60 ปีขึ้นไปคิดเป็นร้อยละ 10 จากการสำรวจเรื่องการศึกษาของประชากรในตำบลพบว่า ร้อยละ 28.57 ของประชากรไม่ได้รับการศึกษา ร้อยละ 14.29 จบการศึกษาระดับประถมศึกษา ร้อยละ 14.29 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และร้อยละ 42.85 จบการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ประชากรในตำบลร้อยละ 60 ประกอบอาชีพเกษตรกร ร้อยละ 10 ไม่ได้ประกอบอาชีพ ร้อยละ 11.11 เป็นพนักงานบริษัท ร้อยละ 10 เป็นข้าราชการ และร้อยละ 10 เป็นลูกจ้าง จากการสำรวจพบว่าร้อยละ 20 ของจำนวนประชากรในตำบลมีการอพยพย้ายถิ่น

ตำบลแจ่มหลวง ผลจากการสำรวจ ร้อยละ 100 ตั้งอยู่นอกพื้นที่ชลประทาน (n=10) จำนวนคนในครัวเรือนระหว่าง 2-5 คน คิดเป็นร้อยละ 70 ระหว่าง 6-8 คน คิดเป็นร้อยละ 30 ประชากรในตำบลที่มีอายุอยู่ในช่วง น้อยกว่า10 ปี คิดเป็นร้อยละ 8.62 ช่วงอายุระหว่าง 11-20 ปีคิดเป็นร้อยละ 24.14 ช่วงอายุระหว่าง 21-30 ปี คิดเป็นร้อยละ 29.31 ช่วงอายุระหว่าง 31-40 ปี คิดเป็นร้อยละ 6.90 ช่วงอายุระหว่าง 41-50 ปี คิดเป็นร้อยละ 15.51 ช่วงอายุระหว่าง 51-60 ปี คิดเป็นร้อยละ 13.80และ อายุ 60 ปีขึ้นไปคิดเป็นร้อยละ 1.72 จากการสำรวจเรื่องการศึกษาของประชากรในตำบลพบว่า ร้อยละ 18.52 ของประชากรไม่ได้รับการศึกษา ร้อยละ 27.78 จบการศึกษาระดับประถมศึกษา ร้อยละ 14.81 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ร้อยละ 18.52 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ร้อยละ 1.85 จบการศึกษาระดับอนุปริญญา และร้อยละ 18.52 จบการศึกษาระดับปริญญาตรี ประชากรในตำบลร้อยละ 46.43 ประกอบอาชีพเกษตรกร ร้อยละ 28.57 เป็นนักเรียน ร้อยละ 7.14 ไม่ได้ประกอบอาชีพ ร้อยละ 7.14 รับราชการ ประกอบอาชีพค้าขายร้อยละ 1.79 เป็นพนักงานบริษัทร้อยละ 7.14 และ ร้อยละ 1.79 เป็นลูกจ้าง จากการสำรวจพบว่าร้อยละ 12.07 ของจำนวนประชากรในตำบลมีการอพยพย้ายถิ่น

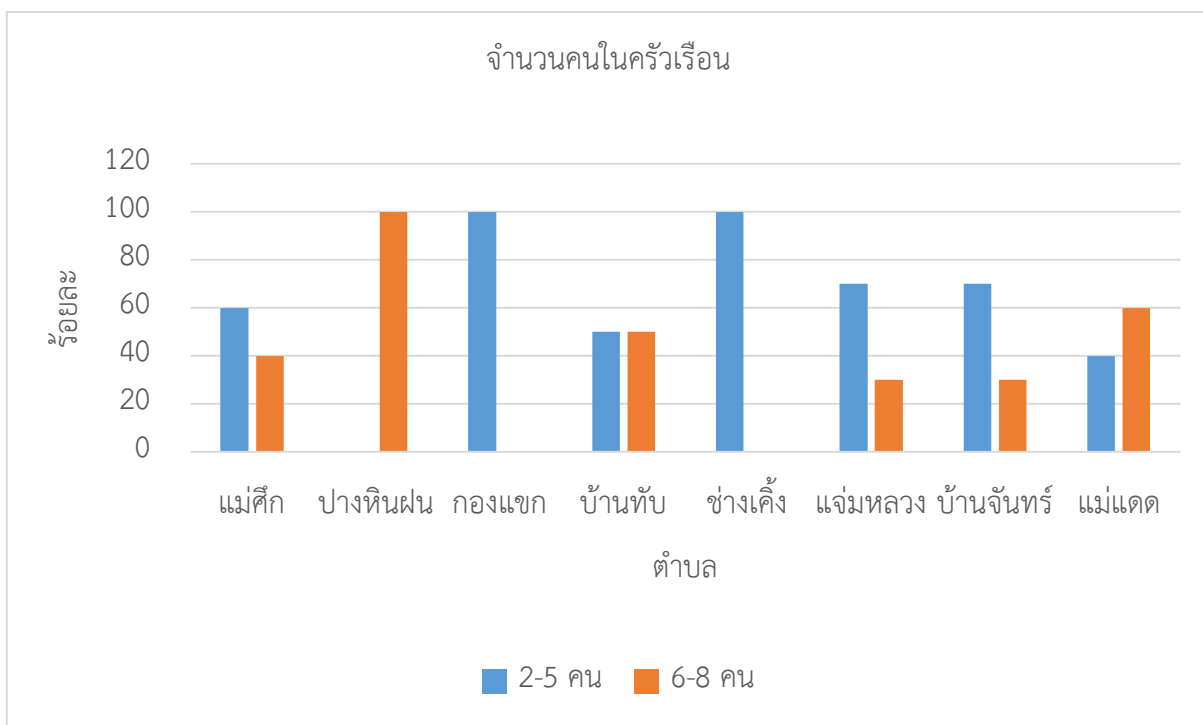
ตำบลบ้านจันทร์ จากผลการสำรวจพบว่าร้อยละ 40 ตั้งอยู่ในพื้นที่ชลประทาน และอีกร้อยละ 60 ตั้งอยู่นอกพื้นที่ชลประทาน (n=10) จำนวนคนในครัวเรือนระหว่าง 2-5 คน คิดเป็นร้อยละ 70 ระหว่าง6-8 คน คิดเป็นร้อยละ 30 ประชากรในตำบลที่มีอายุอยู่ในช่วง น้อยกว่า10 ปี และ ช่วงอายุระหว่าง 11-20 ปีคิดเป็นร้อยละ 16 ช่วงอายุระหว่าง 21-30 ปี คิดเป็นร้อยละ 28 ช่วงอายุระหว่าง 31-40 ปี คิดเป็นร้อยละ14 ช่วงอายุระหว่าง 41-50 ปี คิดเป็นร้อยละ 16 ระหว่างช่วงอายุ 51-60 ปี คิดเป็นร้อยละ 6 และอายุ 60 ปีขึ้นไปคิด

เป็นร้อยละ 4 จากการสำรวจเรื่องการศึกษาของประชากรในตำบลพบว่า ร้อยละ 22.22 ของประชากรไม่ได้รับการศึกษา ร้อยละ 26.67 จบการศึกษาระดับประถมศึกษา ร้อยละ 15.55 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ร้อยละ 20 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ร้อยละ 6.67 จบการศึกษาระดับอนุปริญา และร้อยละ 8.89 จบการศึกษาระดับปริญญาตรี ประชากรในตำบลร้อยละ 61.22 ประกอบอาชีพเกษตรกร ร้อยละ 22.45 เป็นนักเรียน ร้อยละ 8.17 ไม่ได้ประกอบอาชีพ ร้อยละ 2.04 ประกอบอาชีพลูกจ้างและค้าขาย และร้อยละ 4.08 รับราชการ จากการสำรวจพบว่าร้อยละ 100 ของจำนวนประชากรในตำบลอาศัยอยู่ด้วยกัน

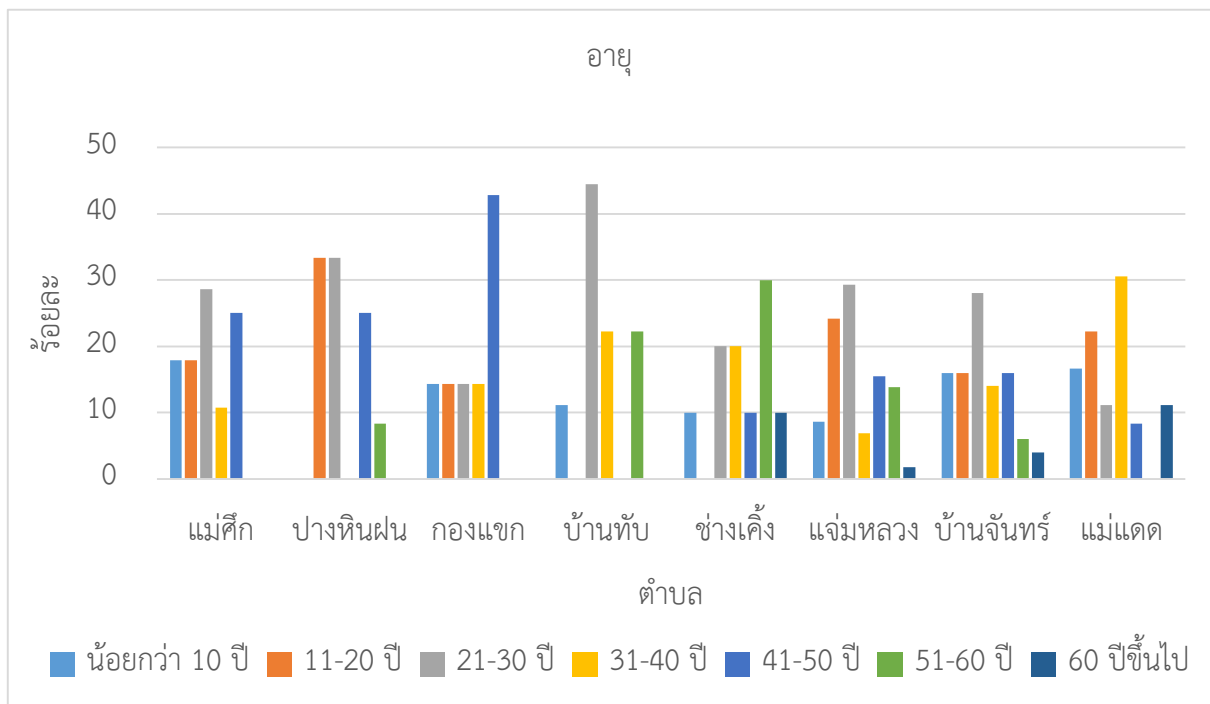
ตำบลแม่แดด ผลจากการสำรวจ ร้อยละ 100 ตั้งอยู่นอกพื้นที่ชลประทาน (n=5) จำนวนคนในครัวเรือนระหว่าง 2-5 คน คิดเป็นร้อยละ 40 ระหว่าง 6-8 คน คิดเป็นร้อยละ 60 ประชากรในตำบลที่มีอายุอยู่ในช่วง น้อยกว่า 10 ปี คิดเป็นร้อยละ 16.67 ช่วงอายุระหว่าง 11-20 ปี คิดเป็นร้อยละ 22.22 ช่วงอายุระหว่าง 21-30 ปี คิดเป็นร้อยละ 11.11 ช่วงอายุระหว่าง 31-40 ปี คิดเป็นร้อยละ 30.56 ช่วงอายุระหว่าง 41-50 ปี คิดเป็นร้อยละ 8.33 ช่วงอายุระหว่าง 51-60 ปี คิดเป็นร้อยละ 0 และ อายุ 60 ปีขึ้นไปคิดเป็นร้อยละ 11.11 จากการสำรวจเรื่องการศึกษาของประชากรในตำบลพบว่า ร้อยละ 30.56 ของประชากรไม่ได้รับการศึกษา ร้อยละ 33.33 จบการศึกษาระดับประถมศึกษา ร้อยละ 13.89 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ร้อยละ 8.33 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และร้อยละ 13.89 จบการศึกษาระดับปริญญาตรี ประชากรในตำบลร้อยละ 47.23 ประกอบอาชีพเกษตรกร ร้อยละ 33.33 เป็นนักเรียน ร้อยละ 2.78 เป็นพนักงานบริษัท เป็นข้าราชการอีก ร้อยละ 8.33 และร้อยละ 8.33 ของประชากรไม่ได้รับการศึกษา จากการสำรวจพบว่าร้อยละ 100 ของจำนวนประชากรในตำบลอาศัยอยู่ด้วยกัน



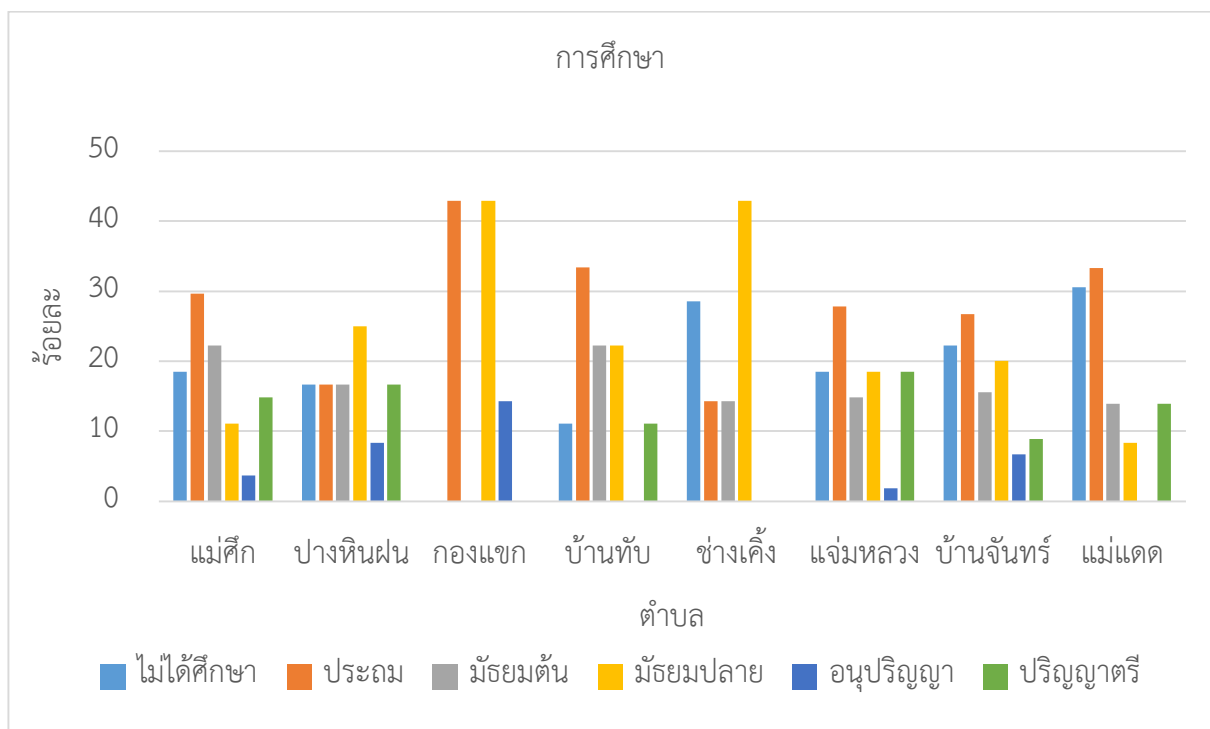
รูปที่ 4- 13 ร้อยละของพื้นที่ในแต่ละตำบลที่ทำการเกษตรผสมผสานที่อยู่ใน/นอกเขตพื้นที่ชลประทาน



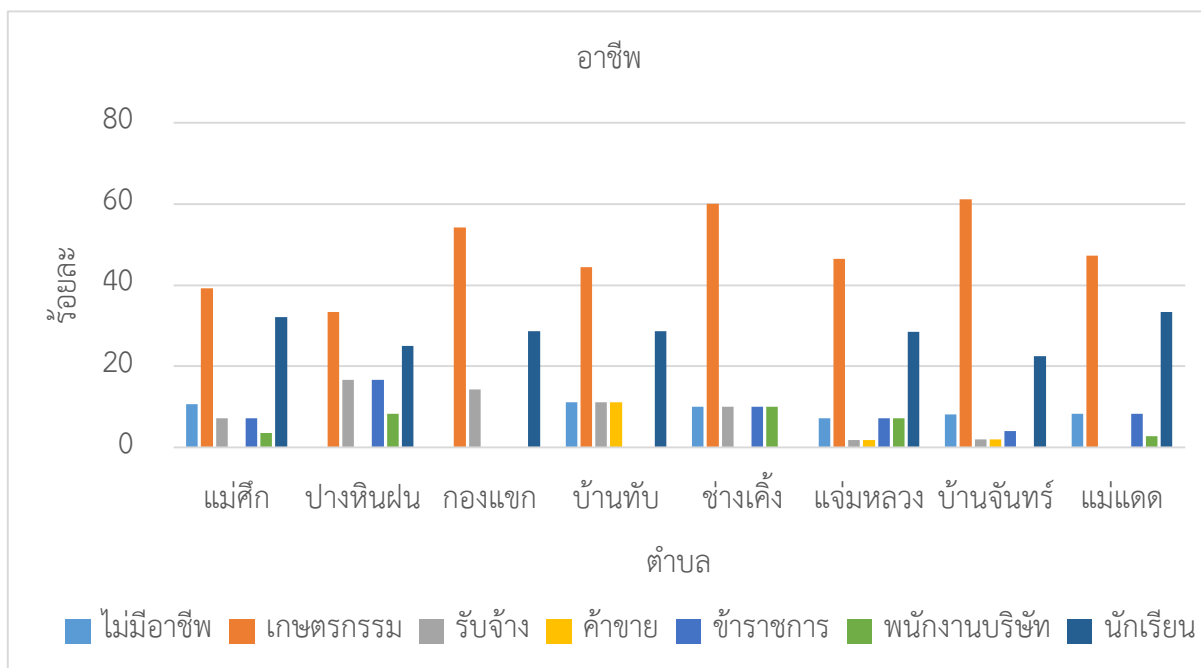
รูปที่ 4- 14 ร้อยละของจำนวนคนในครัวเรือนในแต่ละตำบลที่ทำการเกษตรผสมผสาน



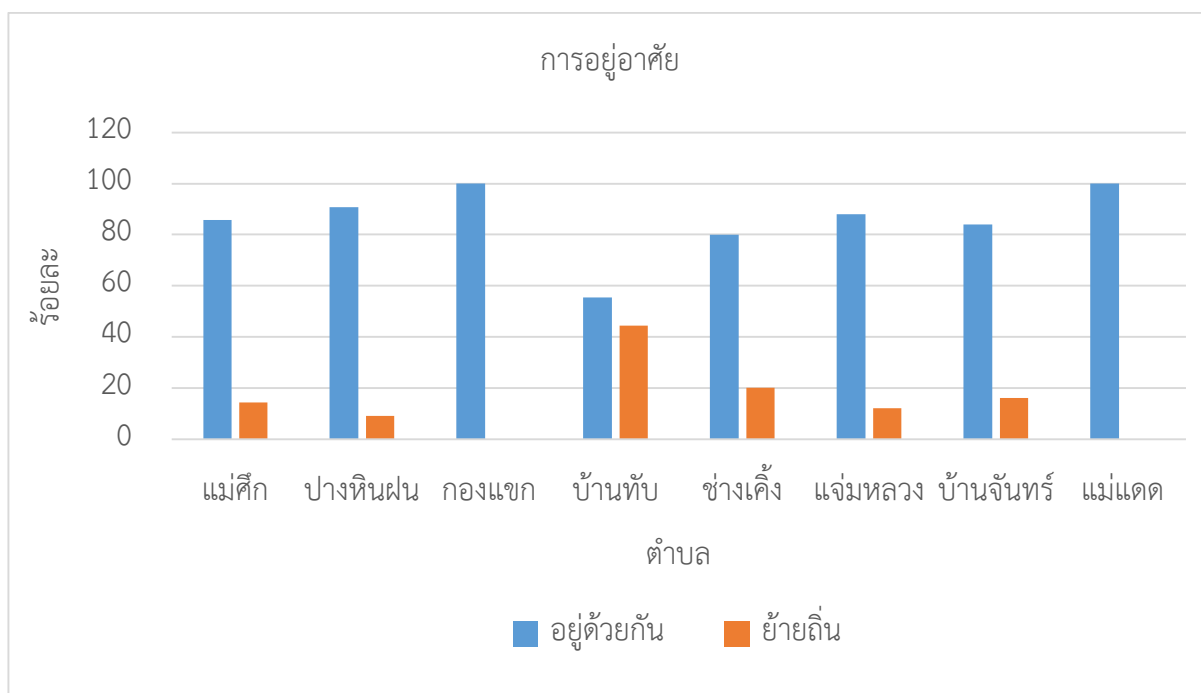
รูปที่ 4- 15 ร้อยละของช่วงอายุของประชากรในครัวเรือนที่ทำการเกษตรผสมผสานในแต่ละตำบล



รูปที่ 4- 16 ร้อยละของระดับการศึกษาของประชากรในครัวเรือนที่ทำการเกษตรผสมผสานในแต่ละตำบล



รูปที่ 4- 17 ร้อยละของอาชีพของประชากรในครัวเรือนที่ทำการเกษตรผสมผสานในแต่ละตำบล



รูปที่ 4- 18 ร้อยละของการอยู่อาศัยของประชากรในครัวเรือนที่ทำการเกษตรผสมผสานในแต่ละตำบล

4.2 ต้นทุนและรายรับจากการทำการเกษตร

เกษตรกรและผู้นำในท้องถิ่นรวมทั้งสิ้น 149 ราย ซึ่งแบ่งเป็นเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จำนวน 66 ราย เกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ 15 ราย และเกษตรกรที่ทำเกษตรผสมผสาน 38 ราย ผู้นำชุมชน 20 ราย และนายก อบต./นายกเทศบาล อีก 10 ราย (ตารางที่ 4-1)

ตารางที่ 4- 1 แสดงจำนวนผู้ที่เกี่ยวข้องที่ทำการสัมภาษณ์

อำเภอ	ตำบล	จำนวน หมู่บ้าน	จำนวนครัวเรือน			รวม	ผู้นำชุมชน (ผู้ใหญ่บ้าน /กำนัน)	นายก อบต./นายก เทศบาล/ ผู้แทน	รวม
			ข้าวโพด เลี้ยงสัตว์	ข้าวโพด เมล็ดพันธุ์	เกษตร ผสมผสาน				
แม่แจ่ม	แม่ศึก	3	8		5	13	2	1	16
	แม่นาจร	2	11			11	2	1	14
	ท่าผา	2	9	2		11	2	1	14
	ปางหินฝน	3	8		2	10	2	1	13
	กองแขก	2	6	5	2	13	2	1	16
	บ้านทับ	5	19	1	2	22	2	1	25
	ช่างเคิ่ง	3	1	7	2	10	2	1	13
กัลยาณิ วัฒนา	แม่แดด	5	4		5	9	2	1	12
	แจ่มหลวง	4			12	12	2	1	15
	บ้านจันทร์	2			8	8	2	1	11
รวม		31	66	15	38	119	20	10	149

จากข้อมูลในตารางที่ 4-1 พบว่า เกษตรกรในอำเภอแม่แจ่มปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์มากกว่าเกษตรกรในอำเภอกัลยาณิวัฒนาอย่างชัดเจน เนื่องจาก สภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศ ของอำเภอกัลยาณิวัฒนา ส่วนมากเป็นพื้นที่ป่าต้นน้ำที่ยังอุดมสมบูรณ์ พื้นที่ยังคงปกคลุมไปด้วยป่าดิบชื้น ป่าผสมสน โดยเฉพาะที่บ้านวัดจันทร์ ที่ยังปกคลุมไปด้วยป่าสนตามธรรมชาติผืนใหญ่ และมีโครงการหลวงบ้านวัดจันทร์ ที่ประกอบด้วยหน่วยงานราชการหลายหน่วยงานคอยให้คำแนะนำเกี่ยวกับเกษตรบนพื้นที่สูง ให้กับประชาชน

4.2.1 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

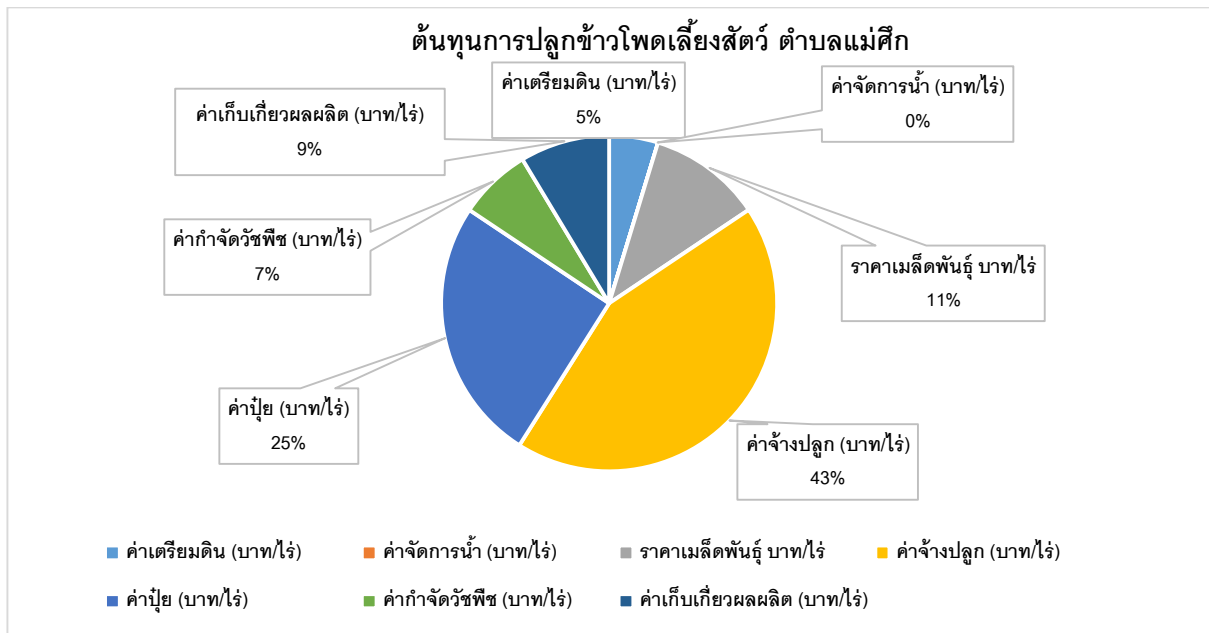
การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เริ่มต้นเข้ามาที่ อำเภอแม่แจ่มเมื่อประมาณ ปี พ.ศ. 2544 โดยเริ่มต้นเอาเมล็ดพันธุ์ จากบริษัท ซีพี พันธุ์ 888 มาปลูกที่บ้านแม่ขี้มูก ตำบลบ้านทับ อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ ในช่วงแรกให้ผลผลิตดีมากโดยไม่ต้องใช้ยากำจัดศัตรูพืช และใช้ปุ๋ย ต่อมาต้องเพิ่มปัจจัยการผลิตโดยเฉพาะทั้ง

ปุ๋ยเคมี และยากำจัดศัตรูพืชอย่างมาก ประกอบกับสภาพพื้นที่ที่เกษตรกรปลูกข้าวโพดเป็นพื้นที่ลาดชัน และอยู่ในเขตป่าสงวนแห่งชาติเกือบทั้งหมด การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์กระจายไปตามตำบลอื่นๆอย่างกว้างขวาง และเนื่องจากพื้นที่ลาดชัน ทำให้เกษตรกรไม่สามารถใช้รถไถในการเตรียมดิน ดังนั้นส่วนมากหลังการเก็บเกี่ยว หรือก่อนเตรียมการปลูกใหม่ ในช่วงต้นฤดูฝน เกษตรกรจะทำการเผาพื้นที่ให้โล่งเตียน ซึ่งการเผาเศษซังข้าวโพดในพื้นที่ปลูกข้าวโพดที่กว้างขวางก่อให้เกิดปัญหาเรื่องหมอกควันทั้งในอำเภอแม่แจ่มและในเขตอำเภอเมืองเชียงใหม่ จนทำให้เกิดการรณรงค์ และการหาวิธีการต่างๆที่จะลดปัญหาดังกล่าวลง และเนื่องจากพื้นที่แม่แจ่มเกือบทั้งอำเภอเป็นพื้นที่ในเขตป่าสงวนแห่งชาติ เกษตรกรส่วนมากไม่มีเอกสารสิทธิ์ในที่ดินทำกิน และประกอบกับบริษัทเอกชนรายใหญ่ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการปลูกข้าวโพดต้องการแสดงบทบาทว่าบริษัทไม่ได้เกี่ยวข้องกับปัญหาหมอกควันที่เกิดจากการเผาเศษซังข้าวโพดได้ประกาศไม่ยอมรับซื้อข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่ที่ไม่มีเอกสารสิทธิ์ จึงทำให้ ในช่วงปี 2558 -2559 การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ในเขตลุ่มน้ำแม่แจ่มลดน้อยลง

ในการศึกษาครั้งนี้ พบว่า พื้นที่เฉลี่ยในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เท่ากับ 19.33 ไร่ โดยที่ เกษตรกรสามารถปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้ปีละ 1 ครั้ง และพื้นที่ที่ปลูกส่วนมากจะเป็นพื้นที่สูง ความชันมาก และมีการขยายพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เข้าไปในพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติมากขึ้น พื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทั้งหมดจะเป็นพื้นที่ที่ใช้น้ำฝนอย่างเดียว พันธุ์ข้าวโพดมีหลายชนิด คือ นครสวรรค์ 3, พันธุ์ 888, ข้าวโพด ปริเมียร์ 555, ข้าวโพดไพโอเนียร์, ข้าวโพดดีคาร์ฟ, พันธุ์ 328, พันธุ์ 263 เกษตรกรเริ่มเตรียมพื้นที่ในช่วงต้นฤดูฝน คือ ประมาณ ปลายเดือนเมษายน ถึงต้นเดือนพฤษภาคม ทำการปลูกต้นถึงกลางเดือนมิถุนายน และทำการเก็บผลผลิตในช่วงเดือนพฤศจิกายน ในการศึกษานี้ พบการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทั้งหมด 7 ตำบล ในอำเภอแม่แจ่ม และ 1 ตำบล ในอำเภอกัลยาณิวัฒนา พบต้นทุนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในแต่ละตำบล ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4- 2 ต้นทุนข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ตำบลแม่ศึก

ค่าเช่า ที่ดิน (บาท/ ไร่)	ค่า เตรียม ดิน/ไร่ (บาท)	ค่า จัดการ น้ำ (บาท/ ไร่)	เมล็ด พันธุ์ (กก/ ไร่)	ราคา เมล็ด พันธุ์ (บาท/ ไร่)	ค่าจ้าง ปลูก (บาท/ ไร่)	ค่าปุ๋ย (บาท/ ไร่)	ค่า กำจัด วัชพืช (บาท/ ไร่)	ค่าเก็บ เกี่ยว ผลผลิต (บาท/ ไร่)	ผลผลิต (กก/ไร่)	ราคา ขาย (บาท/ ไร่)	ต้นทุน (บาท/ ไร่)
0 n=4	217 n=6	0 n=9	3.69 n=9	503 n=9	2,001 n=4	1,172 n=9	323 n=9	398 n=5	876 n=9	3,583 n=9	2,494 n=9

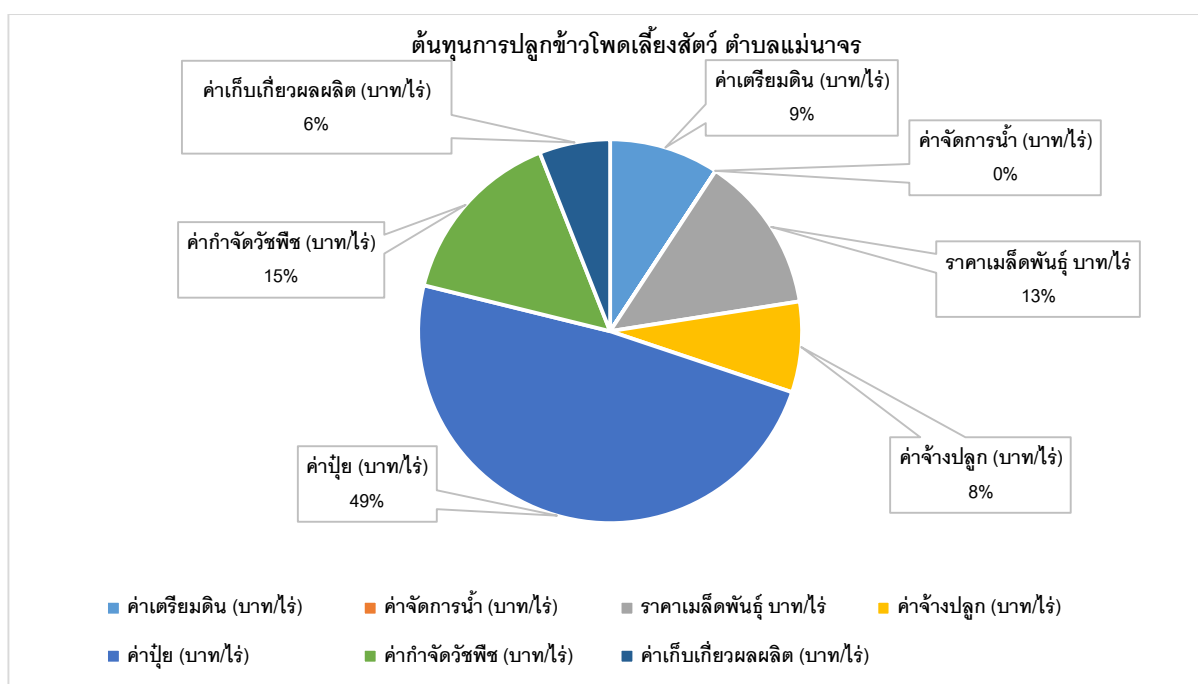


รูปที่ 4- 19 ต้นทุนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ตำบลแม่ศึก

จากผลการศึกษาพบว่า ในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ตำบลแม่ศึก 1 รอบฤดูกาลผลิต เกษตรกรจะเตรียมที่ดิน เช่น การเผาเศษซากพืช หรือวัชพืชต่างๆ หรือเกษตรกรบางรายเผาเศษซากพืชตั้งแต่ในช่วงฤดูการเก็บเกี่ยว เพื่อเตรียมที่จะหยอดเมล็ดข้าวโพด เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่ที่เกษตรกรปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เป็นพื้นที่ภูเขาสูง ความลาดชันมาก เกษตรกร จึงไม่สามารถใช้เครื่องจักรกลขนาดใหญ่ นอกจากการใช้จอบเสียม และแรงงานในการปรับสภาพพื้นที่ให้โล่งเตียน ในการศึกษาพบว่า ค่าใช้จ่ายที่เกษตรกรใช้ต่อการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ประกอบไปด้วยค่าเตรียมดิน ค่าจัดการน้ำ ราคาเมล็ดพันธุ์ ค่าจ้างปลูก ค่าปุ๋ย ค่ากำจัดวัชพืช (ค่ายา รวมทั้งค่าแรง) ค่าเก็บเกี่ยว โดยที่ปัจจัยการผลิตที่สูงที่สุด จะเป็นค่าจ้างปลูก ร้อยละ 43 จากการสัมภาษณ์ เกษตรกรจ้างปลูกโดยเฉลี่ยไร่ละ 2,001 บาท รองลงมาเป็นค่าปุ๋ย ร้อยละ 25 ราคาเมล็ดพันธุ์ ร้อยละ 11 ค่าเก็บเกี่ยวผลผลิต ร้อยละ 9 ค่ากำจัดวัชพืช ร้อยละ 7 และค่าเตรียมดิน ร้อยละ 5 ส่วนค่าการจัดการน้ำอยู่ที่ ร้อยละ 0 ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ อยู่ที่ ไร่ละ 876 กก รายรับที่เกษตรกรได้รับเมื่อเทียบกับการลงทุนต่อ 1 ไร่ อยู่ที่ ไร่ละ 2,494 บาท และมีการขายผลผลิตเฉลี่ยได้ ไร่ละ 3,583 บาท อย่างไรก็ตาม ค่าจ้างปลูก ของเกษตรกรที่ถูกสุ่ม ของตำบลแม่ศึก มีค่าสูงกว่าตำบลอื่น ๆ ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากแรงงานในครัวเรือนไม่เพียงพอสำหรับการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จึงทำให้เกษตรกรจำเป็นต้องมีการจ้างแรงงานนอกครัวเรือนมากกว่าตำบลอื่น ๆ

ตารางที่ 4- 3 ต้นทุนข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ตำบลแม่นาจร

ค่าเช่า ที่ดิน (บาท/ ไร่)	ค่า เตรียม ดิน/ไร่ (บาท)	ค่า จัดการ น้ำ (บาท/ ไร่)	เมล็ด พันธุ์ (กก/ ไร่)	ราคา เมล็ด พันธุ์ (บาท/ ไร่)	ค่าจ้าง ปลูก (บาท/ ไร่)	ค่าปุ๋ย (บาท/ ไร่)	ค่า กำจัด วัชพืช (บาท/ ไร่)	ค่าเก็บ เกี่ยว ผลผลิต (บาท/ ไร่)	ผลผลิต (กก/ไร่)	ราคา ขาย (บาท/ ไร่)	ต้นทุน (บาท/ ไร่)
0 n=11	285 n=5	0 n=11	2.89 n=11	408 n=11	235 n=1	1,499 n=11	467 n=11	184 n=2	1,049 n=11	4,416 n=11	2,451 n=11



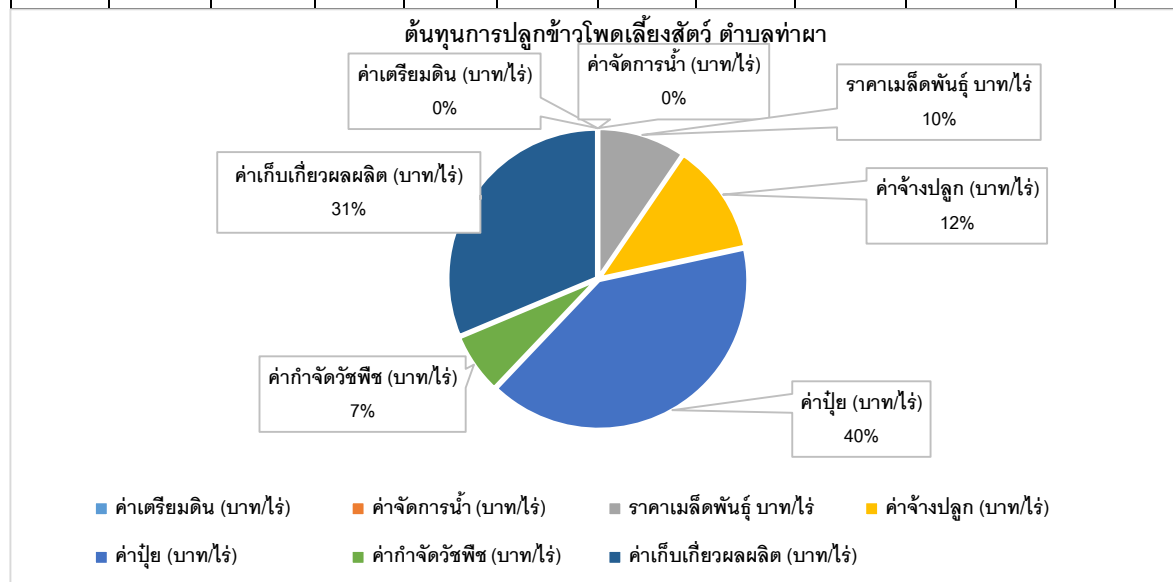
รูปที่ 4- 20 ต้นทุนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ตำบลแม่นาจร

จากผลการศึกษาพบว่า ในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ตำบลแม่นาจร 1 รอบฤดูกาลผลิต เกษตรกรจะเตรียมที่ดิน เช่น การเผาเศษซากพืช หรือวัชพืชต่างๆ หรือเกษตรกรบางรายเผาเศษซากพืชตั้งแต่ในช่วงฤดูการเก็บเกี่ยว เพื่อเตรียมที่จะหยอดเมล็ดข้าวโพด เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่ที่เกษตรกรปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เป็นพื้นที่ภูเขาสูง ความลาดชันมาก เกษตรกร จึงไม่สามารถใช้เครื่องจักรกลขนาดใหญ่ นอกจากการใช้จอบเสียม และแรงงานในการปรับสภาพพื้นที่ให้โล่งเตียน ในการศึกษาพบว่า ค่าใช้จ่ายที่เกษตรกรใช้ต่อการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ประกอบไปด้วยค่าเตรียมดิน ค่าจัดการน้ำ ราคาเมล็ดพันธุ์ ค่าจ้างปลูก ค่าปุ๋ย ค่ากำจัดวัชพืช (ค่ายา รวมทั้งค่าแรง) ค่าเก็บเกี่ยว โดยที่ปัจจัยการผลิตที่สูงที่สุด เป็นค่าปุ๋ย ร้อยละ 49 จากการสัมภาษณ์เกษตรกรส่วนใหญ่ใช้ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ รองลงมาเป็นค่ากำจัดวัชพืช ร้อยละ 15 ราคาเมล็ดพันธุ์ ร้อยละ 13 ค่าเตรียมดิน ร้อยละ 9 ค่าจ้างปลูก ร้อยละ 8 ค่าเก็บเกี่ยวผลผลิต ร้อยละ 6 และค่าการจัดการน้ำ ร้อยละ 0 ผลผลิตข้าวโพด

เลี้ยงสัตว์ อยู่ที่ไร่ละ 1,049 กก รายรับที่เกษตรกรได้รับเมื่อเทียบกับการลงทุนต่อ 1 ไร่ อยู่ที่ไร่ละ 2,451 บาท และมีการขายผลผลิตเฉลี่ยได้ไร่ละ 4,416 บาท

ตารางที่ 4- 4 ต้นทุนข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ตำบลท่าผา

ค่าเช่า ที่ดิน (บาท/ ไร่)	ค่า เตรียม ดิน/ไร่ (บาท)	ค่า จัดการ น้ำ (บาท/ ไร่)	เมล็ด พันธุ์ (กก/ ไร่)	ราคา เมล็ด พันธุ์ (บาท/ ไร่)	ค่าจ้าง ปลูก (บาท/ ไร่)	ค่าปุ๋ย (บาท/ ไร่)	ค่า กำจัด วัชพืช (บาท/ ไร่)	ค่าเก็บ เกี่ยว ผลผลิต (บาท/ ไร่)	ผลผลิต (กก/ไร่)	ราคา ขาย (บาท/ ไร่)	ต้นทุน (บาท/ ไร่)
0 n=9	0 n=9	0 n=9	3.2 n=9	285 n=8	361 n=5	1,211 n=9	197 n=9	937 n=7	934 n=9	3,786 n=9	2,793 n=9



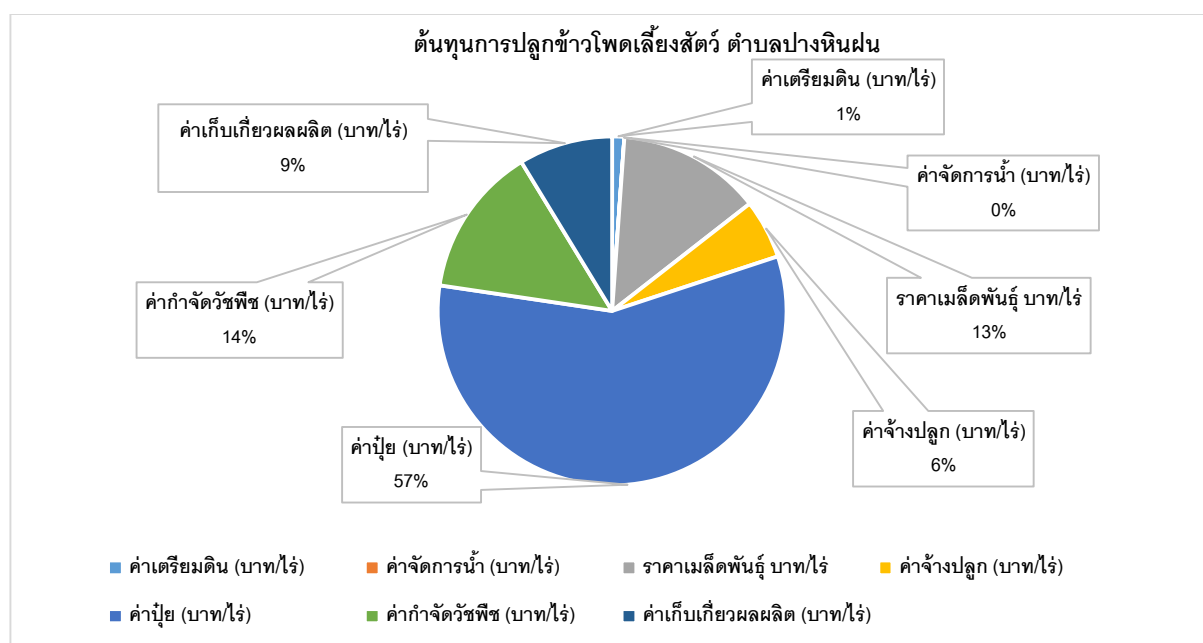
รูปที่ 4- 21 ต้นทุนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ตำบลท่าผา

จากผลการศึกษาพบว่า ในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ตำบลท่าผา 1 รอบฤดูกาลผลิต เกษตรกรจะเตรียมที่ดิน เช่น การเผาเศษซากพืช หรือวัชพืชต่างๆ หรือเกษตรกรบางรายเผาเศษซากพืชตั้งแต่ในช่วงฤดูการเก็บเกี่ยว เพื่อเตรียมที่จะหยอดเมล็ดข้าวโพด เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่ที่เกษตรกรปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เป็นพื้นที่ภูเขาสูง ความลาดชันมาก เกษตรกร จึงไม่สามารถใช้เครื่องจักรกลขนาดใหญ่ นอกจากการใช้จอบเสียม และแรงงานในการปรับสภาพพื้นที่ให้โล่งเตียน ในการศึกษาพบว่า ค่าใช้จ่ายที่เกษตรกรใช้ต่อการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ประกอบไปด้วยค่าเตรียมดิน ค่าจัดการน้ำ ราคาเมล็ดพันธุ์ ค่าจ้างปลูก ค่าปุ๋ย ค่ากำจัดวัชพืช (ค่ายา รวมทั้งค่าแรง) ค่าเก็บเกี่ยว โดยที่ปัจจัยการผลิตที่สูงที่สุด จะเป็นค่าปุ๋ย ร้อยละ 40 จากการสัมภาษณ์เกษตรกรส่วนใหญ่ใช้ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ รองลงมาเป็นค่าเก็บเกี่ยวผลผลิต ร้อยละ 31 ค่าจ้างปลูก ร้อยละ 12 ราคาเมล็ดพันธุ์ ร้อยละ 10 ค่ากำจัดวัชพืช ร้อยละ 7 ค่าเตรียมดิน และค่าการจัดการน้ำ ร้อยละ 0 ผลผลิต

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ อยู่ที่ ไร่ละ 934 กก รายรับที่เกษตรกรได้รับเมื่อเทียบกับการลงทุนต่อ 1 ไร่ อยู่ที่ ไร่ละ 2,793 บาท และมีการขายผลผลิตเฉลี่ยได้ ไร่ละ 3,786 บาท

ตารางที่ 4- 5 ต้นทุนข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ตำบลปางหินฝน

ค่าเช่า ที่ดิน (บาท/ ไร่)	ค่า เตรียม ดิน/ไร่ (บาท)	ค่า จัดการ น้ำ (บาท/ ไร่)	เมล็ด พันธุ์ (กก/ ไร่)	ราคา เมล็ด พันธุ์ (บาท/ ไร่)	ค่าจ้าง ปลูก (บาท/ ไร่)	ค่าปุ๋ย (บาท/ ไร่)	ค่า กำจัด วัชพืช (บาท/ ไร่)	ค่าเก็บ เกี่ยว ผลผลิต (บาท/ ไร่)	ผลผลิต (กก/ไร่)	ราคา ขาย (บาท/ ไร่)	ต้นทุน (บาท/ ไร่)
0	41	0	3.2	487.05	200	2096.29	509	318.18	1313.22	5463.11	3182.1
n=8	n=8	n=8	n=8	n=8	n=1	n=8	n=8	n=1	n=8	n=8	n=8



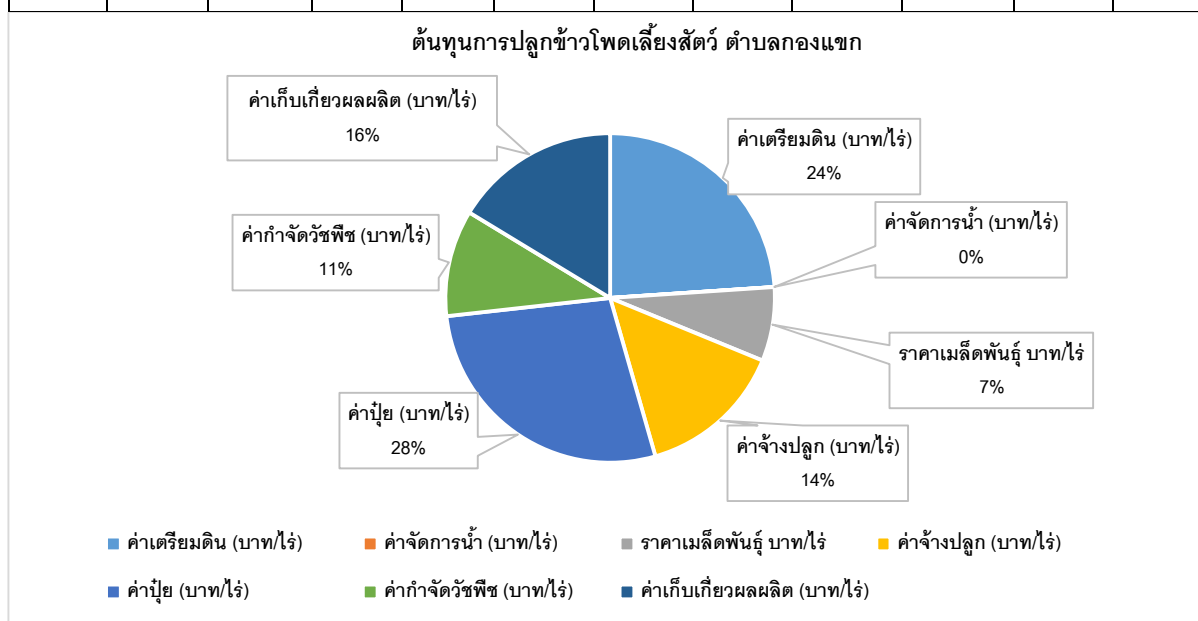
รูปที่ 4- 22 ต้นทุนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ตำบลปางหินฝน

จากผลการศึกษาพบว่า ในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ตำบลปางหินฝน 1 รอบฤดูกาลผลิต เกษตรกรจะเตรียมที่ดิน เช่น การเผาเศษซากพืช หรือวัชพืชต่างๆ หรือเกษตรกรบางรายเผาเศษซากพืชตั้งแต่ในช่วงฤดูการเก็บเกี่ยว เพื่อเตรียมที่จะหยอดเมล็ดข้าวโพด เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่ที่เกษตรกรปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นพื้นที่ภูเขาสูง ความลาดชันมาก เกษตรกร จึงไม่สามารถใช้เครื่องจักรกลขนาดใหญ่ นอกจากการใช้จอบเสียม และแรงงานในการปรับสภาพพื้นที่ให้โล่งเตียน ในการศึกษาพบว่า ค่าใช้จ่ายที่เกษตรกรใช้ต่อการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ประกอบไปด้วยค่าเตรียมดิน ค่าจัดการน้ำ ราคาเมล็ดพันธุ์ ค่าจ้างปลูก ค่าปุ๋ย ค่ากำจัดวัชพืช (ค่าयरรวมทั้งค่าแรง) ค่าเก็บเกี่ยว โดยที่ปัจจัยการผลิตที่สูงที่สุด จะเป็นค่าปุ๋ย ร้อยละ 57 จากการ

สัมภาษณ์เกษตรกรส่วนใหญ่ใช้ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ รองลงมาเป็นค่ากำจัดวัชพืช ร้อยละ 14 ราคาเมล็ดพันธุ์ ร้อยละ 13 ค่าเก็บเกี่ยวผลผลิต ร้อยละ 9 ค่าจ้างปลูก ร้อยละ 6 ค่าเตรียมดิน ร้อยละ 1 และค่าการจัดการน้ำ ร้อยละ 0 ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ อยู่ที่ ไร่ละ 1,313.22 กก รายรับที่เกษตรกรได้รับเมื่อเทียบกับการลงทุนต่อ 1 ไร่ อยู่ที่ ไร่ละ 3,182 บาท และมีการขายผลผลิตเฉลี่ยได้ ไร่ละ 5,463 บาท

ตารางที่ 4- 6 ต้นทุนข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ตำบลกองแขก

ค่าเช่า ที่ดิน (บาท/ ไร่)	ค่า เตรียม ดิน/ไร่ (บาท)	ค่า จัดการ น้ำ (บาท/ ไร่)	เมล็ด พันธุ์ (กก/ ไร่)	ราคา เมล็ด พันธุ์ บาท/ ไร่	ค่าจ้าง ปลูก (บาท/ ไร่)	ค่าปุ๋ย (บาท/ ไร่)	ค่า กำจัด วัชพืช (บาท/ ไร่)	ค่าเก็บ เกี่ยว ผลผลิต (บาท/ ไร่)	ผลผลิต (กก/ไร่)	ราคา ขาย (บาท/ ไร่)	ต้นทุน (บาท/ ไร่)
1000 n=1	2,683 n=3	140 n=1	3 n=6	429 n=5	254 n=3	2,446 n=6	223 n=6	943 n=5	696.11 n=6	6,323 n=6	4,071 n=6



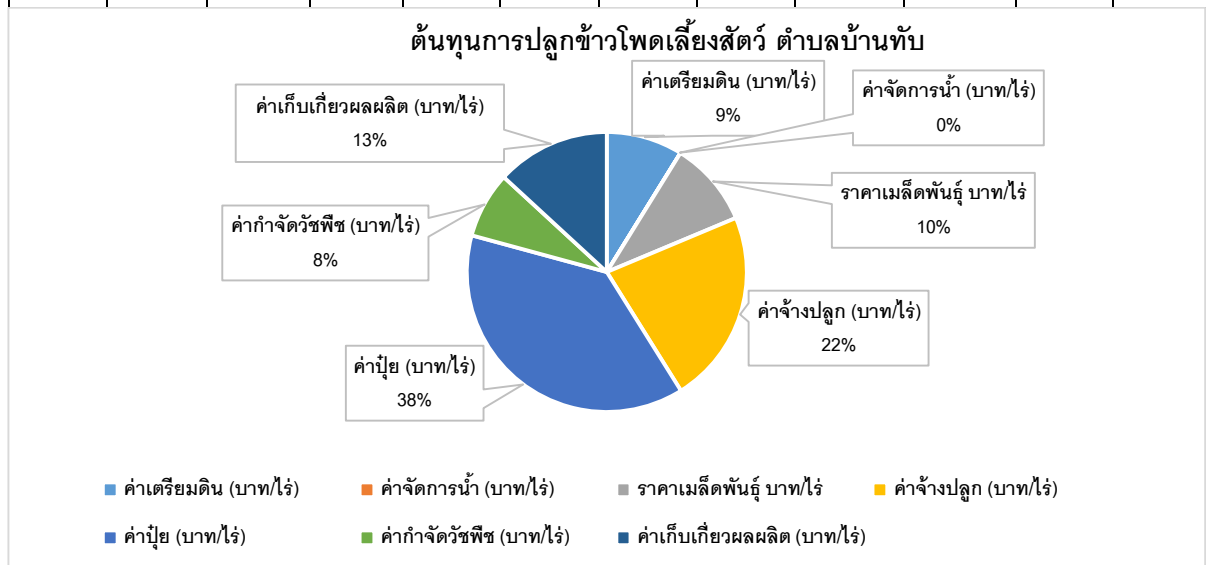
รูปที่ 4- 23 ต้นทุนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ตำบลกองแขก

จากผลการศึกษาพบว่า ในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ตำบลกองแขก 1 รอบฤดูกาลผลิต เกษตรกรจะเตรียมที่ดิน เช่น การเผาเศษซากพืช หรือวัชพืชต่างๆ หรือเกษตรกรบางรายเผาเศษซากพืชตั้งแต่ในช่วงฤดูการเก็บเกี่ยว เพื่อเตรียมที่จะหยอดเมล็ดข้าวโพด เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่ที่เกษตรกรปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เป็นพื้นที่ภูเขาสูง ความลาดชันมาก เกษตรกร จึงไม่สามารถใช้เครื่องจักรกลขนาดใหญ่ นอกจากการใช้จอบเสียม และแรงงานในการปรับสภาพพื้นที่ให้โล่งเตียน ในการศึกษาพบว่า ค่าใช้จ่ายที่เกษตรกรใช้ต่อการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ประกอบไปด้วยค่าเตรียมดิน ค่าจัดการน้ำ ราคาเมล็ดพันธุ์ ค่าจ้างปลูก ค่าปุ๋ย ค่ากำจัดวัชพืช (ค่ายา

รวมทั้งค่าแรง) ค่าเก็บเกี่ยว โดยที่ปัจจัยการผลิตที่สูงที่สุด จะเป็นค่าปุ๋ย ร้อยละ 28 จากการสัมภาษณ์เกษตรกรส่วนใหญ่ใช้ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ รองลงมาเป็นค่าเตรียมดิน ร้อยละ 24 ค่าเก็บเกี่ยวผลผลิต ร้อยละ 16 ค่าจ้างปลูก ร้อยละ 14 ค่ากำจัดวัชพืช ร้อยละ 11 ราคาเมล็ดพันธุ์ ร้อยละ 7 และค่าการจัดการน้ำ ร้อยละ 0 ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ อยู่ที่ ไร่ละ 696.11 กก รายรับที่เกษตรกรได้รับเมื่อเทียบกับการลงทุนต่อ 1 ไร่ อยู่ที่ ไร่ละ 4,071 บาท และมีการขายผลผลิตเฉลี่ยได้ ไร่ละ 6,323 บาท

ตารางที่ 4- 7 ต้นทุนข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ตำบลบ้านทับ

ค่าเช่า ที่ดิน (บาท/ ไร่)	ค่า เตรียม ดิน/ไร่ (บาท)	ค่า จัดการ น้ำ (บาท/ ไร่)	เมล็ด พันธุ์ (กก/ ไร่)	ราคา เมล็ด พันธุ์ (บาท/ ไร่)	ค่าจ้าง ปลูก (บาท/ ไร่)	ค่าปุ๋ย (บาท/ ไร่)	ค่า กำจัด วัชพืช (บาท/ ไร่)	ค่าเก็บ เกี่ยว ผลผลิต (บาท/ ไร่)	ผลผลิต (กก/ไร่)	ราคา ขาย (บาท/ ไร่)	ต้นทุน (บาท/ ไร่)
1000 n=1	369 n=3	0 n=19	5.6 n=19	412.5 n=19	938 n=4	1,594 n=19	319 n=19	550 n=3	696.11 n=19	5,732 n=19	2,810 n=19



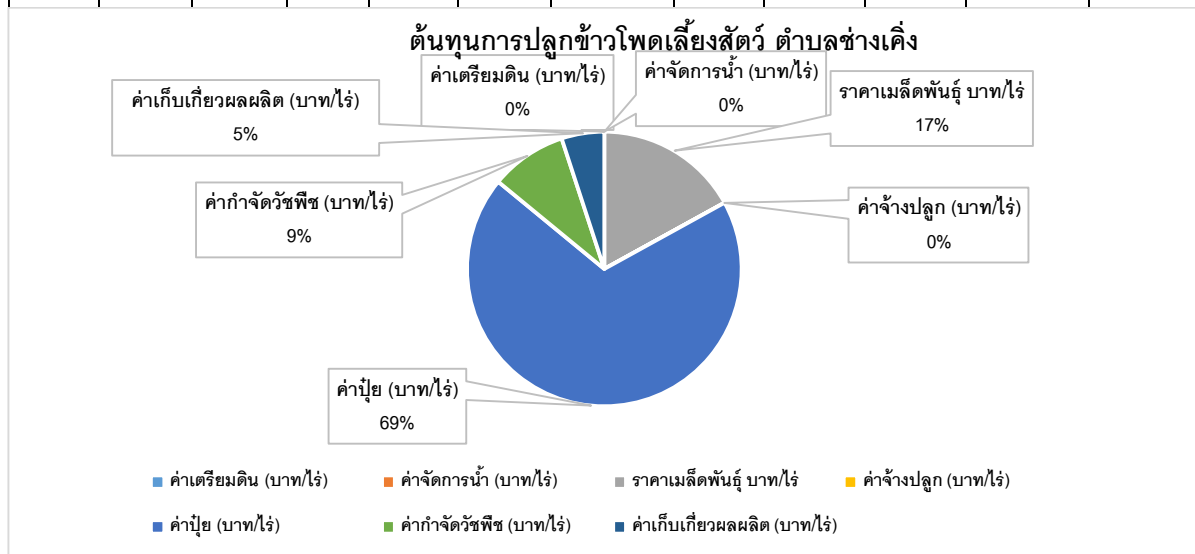
รูปที่ 4- 24 ต้นทุนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ตำบลบ้านทับ

จากผลการศึกษาพบว่า ในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ตำบลบ้านทับ 1 รอบฤดูกาลผลิต เกษตรกรจะเตรียมที่ดิน เช่น การเผาเศษซากพืช หรือวัชพืชต่างๆ หรือเกษตรกรบางรายเผาเศษซากพืชตั้งแต่ในช่วงฤดูการเก็บเกี่ยว เพื่อเตรียมที่จะหยอดเมล็ดข้าวโพด เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่ที่เกษตรกรปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เป็นพื้นที่ภูเขาสูง ความลาดชันมาก เกษตรกร จึงไม่สามารถใช้เครื่องจักรกลขนาดใหญ่ นอกจากการใช้จอบเสียม และแรงงานในการปรับสภาพพื้นที่ให้โล่งเตียน ในการศึกษาพบว่า ค่าใช้จ่ายที่เกษตรกรใช้ต่อการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ประกอบไปด้วยค่าเตรียมดิน ค่าจัดการน้ำ ราคาเมล็ดพันธุ์ ค่าจ้างปลูก ค่าปุ๋ย ค่ากำจัดวัชพืช (ค่ายา

รวมทั้งค่าแรง) ค่าเก็บเกี่ยว โดยที่ปัจจัยการผลิตที่สูงที่สุด จะเป็นค่าปุ๋ย ร้อยละ 38 จากการสัมภาษณ์เกษตรกรส่วนใหญ่ใช้ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ รองลงมาเป็นค่าจ้างปลูก ร้อยละ 22 ค่าเก็บเกี่ยวผลผลิต ร้อยละ 13 ราคาเมล็ดพันธุ์ ร้อยละ 10 ค่าเตรียมดิน ร้อยละ 9 ค่ากำจัดวัชพืช ร้อยละ 8 และค่าการจัดการน้ำ ร้อยละ 0 ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ อยู่ที่ ไร่ละ 1,215 กก รายรับที่เกษตรกรได้รับเมื่อเทียบกับการลงทุนต่อ 1 ไร่ อยู่ที่ ไร่ละ 2,810 บาท และมีการขายผลผลิตเฉลี่ยได้ ไร่ละ 5,732 บาท

ตารางที่ 4- 8 ต้นทุนข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ตำบลช้างเคื่อง

ค่าเช่าที่ดิน (บาท/ไร่)	ค่าเตรียมดิน (บาท/ไร่)	ค่าจัดการน้ำ (บาท/ไร่)	เมล็ดพันธุ์ (กก/ไร่)	ราคาเมล็ดพันธุ์ (บาท/ไร่)	ค่าจ้างปลูก (บาท/ไร่)	ค่าปุ๋ย (บาท/ไร่)	ค่ากำจัดวัชพืช (บาท/ไร่)	ค่าเก็บเกี่ยว (บาท/ไร่)	ผลผลิต (กก/ไร่)	ราคาขาย (บาท/ไร่)	ต้นทุน (บาท/ไร่)
0	0	0	3.38	337.5	0	1,370.42	179.1	100	1,025	4,332.50	1,987.08
n=2	n=2	n=2	n=2	n=2	n=2	n=2	n=2	n=2	n=2	n=2	n=2



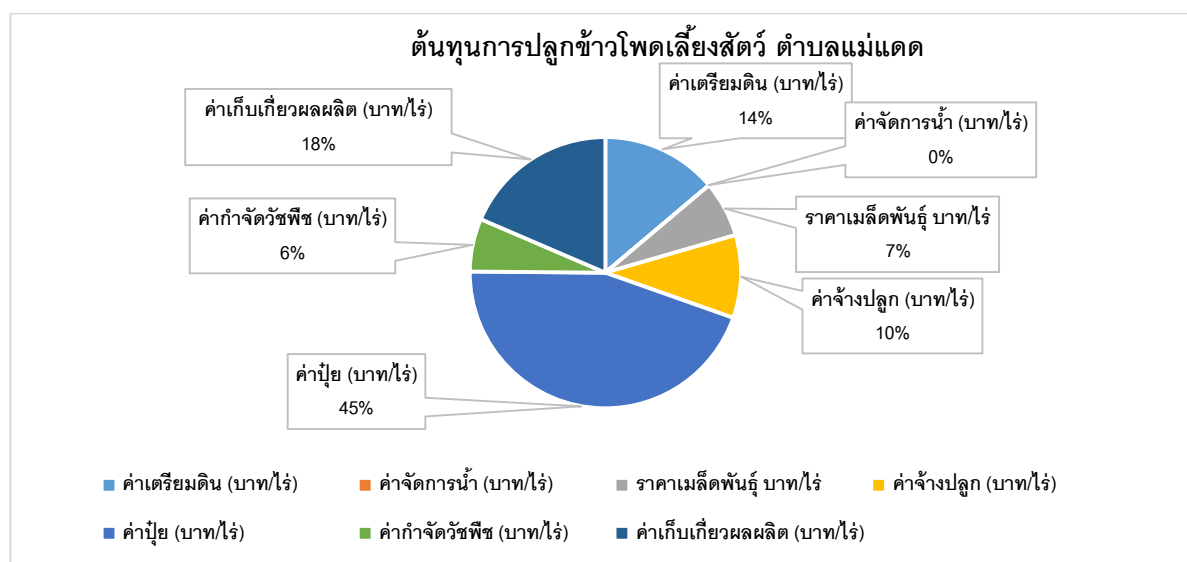
รูปที่ 4- 25 ต้นทุนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ตำบลช้างเคื่อง

จากผลการศึกษาพบว่า ในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ตำบลช้างเคื่อง 1 รอบฤดูกาลผลิต เกษตรกรจะเตรียมที่ดิน เช่น การเผาเศษซากพืช หรือวัชพืชต่างๆ หรือเกษตรกรบางรายเผาเศษซากพืชตั้งแต่ในช่วงฤดูการเก็บเกี่ยว เพื่อเตรียมที่จะหยอดเมล็ดข้าวโพด เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่ที่เกษตรกรปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เป็นพื้นที่ภูเขาสูง ความลาดชันมาก เกษตรกร จึงไม่สามารถใช้เครื่องจักรกลขนาดใหญ่ นอกจากการใช้จอบเสียม และแรงงานในการปรับสภาพพื้นที่ให้โล่งเตียน ในการศึกษาพบว่า ค่าใช้จ่ายที่เกษตรกรใช้ต่อการปลูกข้าวโพด

เลี้ยงสัตว์ ประกอบไปด้วยค่าเตรียมดิน ค่าจัดการน้ำ ราคาเมล็ดพันธุ์ ค่าจ้างปลูก ค่าปุ๋ย ค่ากำจัดวัชพืช (ค่ายา รวมทั้งค่าแรง) ค่าเก็บเกี่ยว โดยที่ปัจจัยการผลิตที่สูงที่สุดคือค่าปุ๋ย ร้อยละ 69 จากการสัมภาษณ์เกษตรกร ส่วนใหญ่ใช้ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ รองลงมาเป็นราคาเมล็ดพันธุ์ ร้อยละ 17 ค่ากำจัดวัชพืช ร้อยละ 9 ค่าเก็บเกี่ยว ผลผลิต ร้อยละ 5 ค่าจ้างปลูก ค่าเตรียมดิน ค่าการจัดการน้ำ ร้อยละ 0 ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ อยู่ที่ ไร่ละ 1,025 กก รายรับที่เกษตรกรได้รับเมื่อเทียบกับการลงทุนต่อ 1 ไร่ อยู่ที่ ไร่ละ 1,987.08 บาท และมีการขาย ผลผลิตเฉลี่ยได้ ไร่ละ 4,332.5 บาท

ตารางที่ 4- 9 ต้นทุนข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ตำบลแม่แดด

ค่าเช่า ที่ดิน (บาท /ไร่)	ค่า เตรียม ดิน/ ไร่ (บาท)	ค่า จัดกา รน้ำ (บาท/ ไร่)	เมล็ด พันธุ์ (กก/ ไร่)	ราคา เมล็ด พันธุ์ (บาท/ ไร่)	ค่าจ้าง ปลูก (บาท/ ไร่)	ค่าปุ๋ย (บาท/ ไร่)	ค่า กำจัด วัชพืช (บาท/ ไร่)	ค่าเก็บ เกี่ยว ผลผลิต (บาท/ ไร่)	ผลผลิต (กก/ไร่)	ราคา ขาย (บาท/ ไร่)	ต้นทุน (บาท/ ไร่)
0 n=4	700 n=1	0 n=4	8.96 n=4	337. 5 n=4	500 n=4	2261.6 7 n=4	319.5 8 n=4	937.5 0 n=1	2083.3 3 n=4	7633.3 3 n=4	3878.1 3 n=4



รูปที่ 4- 26 ต้นทุนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ตำบลแม่แดด

จากผลการศึกษาพบว่า ในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ตำบลแม่แดด 1 รอบฤดูการผลิต เกษตรกรจะเตรียมที่ดิน เช่น การเผาเศษซากพืช หรือวัชพืชต่างๆ หรือเกษตรกรบางรายเผาเศษซากพืชตั้งแต่ในช่วงฤดูการเก็บเกี่ยว เพื่อเตรียมที่จะหยอดเมล็ดข้าวโพด เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่ที่เกษตรกรปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เป็นพื้นที่ภูเขาสูง ความลาดชันมาก เกษตรกร จึงไม่สามารถใช้เครื่องจักรกลขนาดใหญ่ นอกจากการใช้จอบเสียม

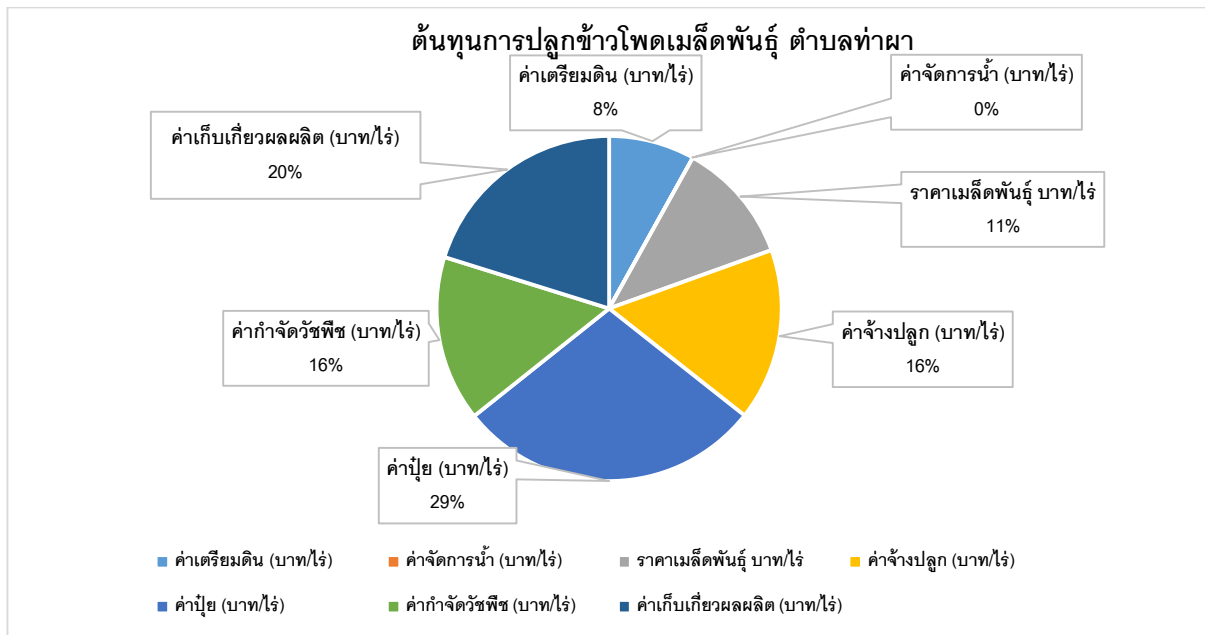
และแรงงานในการปรับสภาพพื้นที่ให้โล่งเตียน ในการศึกษาพบว่า ค่าใช้จ่ายที่เกษตรกรใช้ต่อการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ประกอบไปด้วยค่าเตรียมดิน ค่าจัดการน้ำ ค่าเมล็ดพันธุ์ ค่าจ้างปลูก ค่าปุ๋ย ค่ากำจัดวัชพืช (ค่ายา รวมทั้งค่าแรง) ค่าเก็บเกี่ยว โดยที่ปัจจัยการผลิตที่สูงที่สุดคือค่าปุ๋ย ร้อยละ 45 จากการสัมภาษณ์เกษตรกรส่วนใหญ่ใช้ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ รองลงมาเป็น ค่าเก็บเกี่ยวผลผลิต ร้อยละ 18 ค่าเตรียมดิน ร้อยละ 14 ค่าจ้างปลูก ร้อยละ 10 ค่าเมล็ดพันธุ์ ร้อยละ 7 ค่ากำจัดวัชพืช ร้อยละ 6 ค่าการจัดการน้ำ ร้อยละ 0 ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ อยู่ที่ ไร่ละ 2,083.33 กก รายรับที่เกษตรกรได้รับเมื่อเทียบกับการลงทุนต่อ 1 ไร่ อยู่ที่ ไร่ละ 3,878.13 บาท และมีการขายผลผลิตเฉลี่ยได้ ไร่ละ 7,633.33 บาท

4.2.2 ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์

ปัจจุบัน (เดือนมีนาคม 2560) พบว่าเกษตรกรที่ปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์มีจำนวนลดลงมาก อาจมีสาเหตุมาจากหลายประเด็น คือเรื่องนโยบายการไม่รับซื้อข้าวโพดในพื้นที่ไม่มีเอกสารสิทธิ์ ปัญหาเรื่องการเผาเศษซากข้าวโพดบนพื้นที่สูง และการปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ต้องทำอย่างประณีตกว่าการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จากการสัมภาษณ์พบว่าเกษตรกรที่ปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ อยู่ในพื้นที่ 3 ตำบลในอำเภอแม่แจ่ม คือ ตำบลกองแขก ท่าผา และช่างเคิ่ง พื้นที่เฉลี่ยเท่ากับ 6.15 ไร่ ส่วนมากจะมีระบบเหมืองฝายในพื้นที่ ยกเว้นที่ ตำบลกองแขก พันธุ์ข้าวโพดที่ปลูกได้ แก่ นครสวรรค์ 3, พันธุ์ 888, ข้าวโพดหวาน, พรีเมียร์555 การเริ่มปลูกใกล้เคียงกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เนื่องจากส่วนมากอาศัยน้ำฝนเช่นกัน ยกเว้นแต่ในบางพื้นที่ที่มีลำเหมืองฝายใกล้เคียง จึงจะสามารถดึงน้ำเข้ามาใช้ประโยชน์ ในการปลูกข้าวโพดได้ ช่วงระยะเวลาเตรียมดินและปลูก ในเดือนมิถุนายน และเก็บเกี่ยวได้ในช่วงปลายเดือนตุลาคม ช่วงเวลาการเก็บเกี่ยวผลผลิตมีผลต่อความชื้นของข้าวโพด และก็จะส่งผลต่อราคาที่เกษตรกรจะได้รับ เพราะข้าวโพดที่มีค่าความชื้นสูงจะได้ราคาต่ำ การเตรียมดิน ประมาณ 7 วัน เนื่องจากส่วนมากพื้นที่ที่ปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ เป็นพื้นที่ค่อนข้างลุ่ม จึงสามารถใช้เครื่องจักรในการเตรียมแปลงได้

ตารางที่ 4- 10 ต้นทุนข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ตำบลท่าผา

ค่าเช่า ที่ดิน (บาท/ ไร่)	ค่า เตรียม ดิน/ไร่ (บาท)	ค่า จัดการ น้ำ (บาท/ ไร่)	เมล็ด พันธุ์ (กก/ ไร่)	ราคา เมล็ด พันธุ์ (บาท/ ไร่)	ค่าจ้าง ปลูก (บาท/ ไร่)	ค่าปุ๋ย (บาท/ ไร่)	ค่า กำจัด วัชพืช (บาท/ ไร่)	ค่าเก็บ เกี่ยว ผลผลิต (บาท/ ไร่)	ผลผลิต (กก/ไร่)	ราคา ขาย (บาท/ ไร่)	ต้นทุน (บาท/ไร่)
1,500 n=1	300 n=1	0 n=2	2.5 n=2	425 n=1	600 n=1	1,065 n=2	577.5 n=2	750 n=2	800 n=2	2,660 n=2	2,198.33 n=2

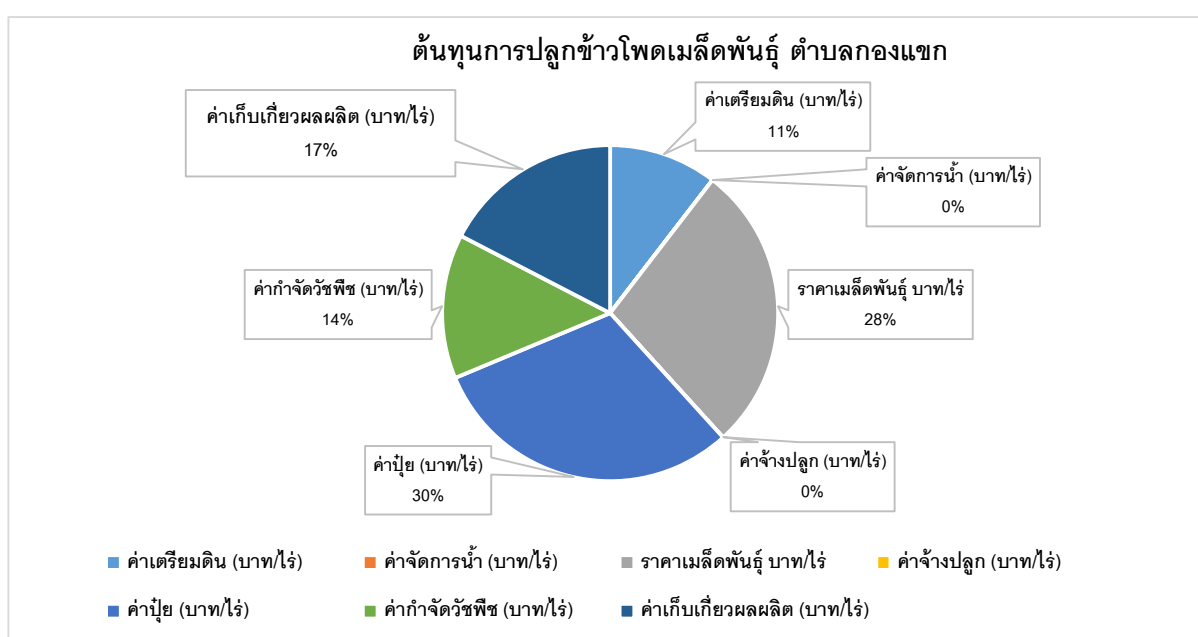


รูปที่ 4- 27 ต้นทุนการปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ตำบลท่าผา

พื้นที่ในการปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ตำบลท่าผา ส่วนมากเป็นพื้นที่ที่ไม่ห่างไกลจากแหล่งรับซื้อมากนัก (ขณะนี้มิใช่ไร่รับซื้อข้าวโพด ตั้งอยู่ที่บ้านแม่นาจร ตำบลแม่นาจร) นอกจากนี้ยังมีแหล่งรับซื้ออีกหลายแห่ง ทั้งที่เป็นลักษณะการทำสัญญาก่อนปลูก ที่เรียกว่า เกษตรพันธสัญญา หรือเกษตรกรนำไปขายที่สหกรณ์แม่แจ่ม นอกจากนี้ยังมีพ่อค้าเข้ามารับซื้อในหมู่บ้านโดยตรง พื้นที่ปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์มีขนาดเล็กกว่าการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ค่าใช้จ่ายในการปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ประกอบด้วยค่าการเช่าที่ดิน ค่าเตรียมดิน การจัดการน้ำ ค่าเมล็ดพันธุ์ ค่าจ้างปลูก ค่าปุ๋ย การกำจัดวัชพืช การเก็บเกี่ยว พบว่า การปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์มีค่าการเช่าที่ดินเพิ่มเติมขึ้นจากการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เนื่องจากเกษตรกรบางรายต้องการผลผลิตที่สูงขึ้น และพื้นที่ปลูกไม่ไกลจากแหล่งที่อยู่อาศัยจึงต้องมีการเช่าพื้นที่เพิ่มเติม ซึ่งราคาเช่าพื้นที่ปลูกข้าวโพดจะอยู่ที่ประมาณ 1,500 บาท ต่อไร่ต่อปี ราคาปุ๋ยยังเป็นสัดส่วนที่สูง คือ ร้อยละ 29 ค่าจัดการน้ำจะไม่พบ เนื่องจากพื้นที่ส่วนมากไม่ใช่ภูเขาสูงเกษตรกรสามารถที่จะจัดการน้ำได้ด้วยตนเอง โดยที่ปัจจัยการผลิตที่สูงที่สุดคือค่าปุ๋ย ร้อยละ 29 จากการสัมภาษณ์เกษตรกรส่วนใหญ่ใช้ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ รองลงมาเป็นค่าเก็บเกี่ยวผลผลิต ร้อยละ 20 ค่าจ้างปลูก และค่ากำจัดวัชพืช ร้อยละ 16 ราคาเมล็ดพันธุ์ ร้อยละ 11 ค่าเตรียมดิน ร้อยละ 8 ค่าจัดการน้ำไม่พบ เนื่องจากพื้นที่ส่วนมากไม่ใช่ภูเขาสูงเกษตรกรสามารถที่จะจัดการน้ำได้ด้วยตนเอง ผลผลิตที่ได้จากการปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ เท่ากับ ไร่ละ 800 กก รายรับที่เกษตรกรได้รับเมื่อเทียบกับการลงทุนต่อ 1 ไร่ อยู่ที่ ไร่ละ 2,198.33 บาท และมีการขายผลผลิตเฉลี่ยได้ ไร่ละ 2,660 บาท

ตารางที่ 4- 11 ต้นทุนข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ตำบลกองแขก

ค่าเช่า ที่ดิน (บาท/ ไร่)	ค่า เตรียม ดิน/ไร่ (บาท)	ค่า จัดการ น้ำ (บาท/ ไร่)	เมล็ด พันธุ์ (กก/ไร่)	ราคา เมล็ด พันธุ์ (บาท/ ไร่)	ค่าจ้าง ปลูก (บาท/ ไร่)	ค่าปุ๋ย (บาท/ ไร่)	ค่า กำจัด วัชพืช (บาท/ ไร่)	ค่าเก็บ เกี่ยว ผลผลิต (บาท/ ไร่)	ผลผลิต (กก/ไร่)	ราคา ขาย (บาท/ ไร่)	ต้นทุน (บาท/ ไร่)
0 n=1	300 n=1	0 n=1	4 n=1	800 n=1	0 n=1	875 n=1	400 n=1	500 n=1	1,000 n=1	3,175 n=1	1,071 n=1



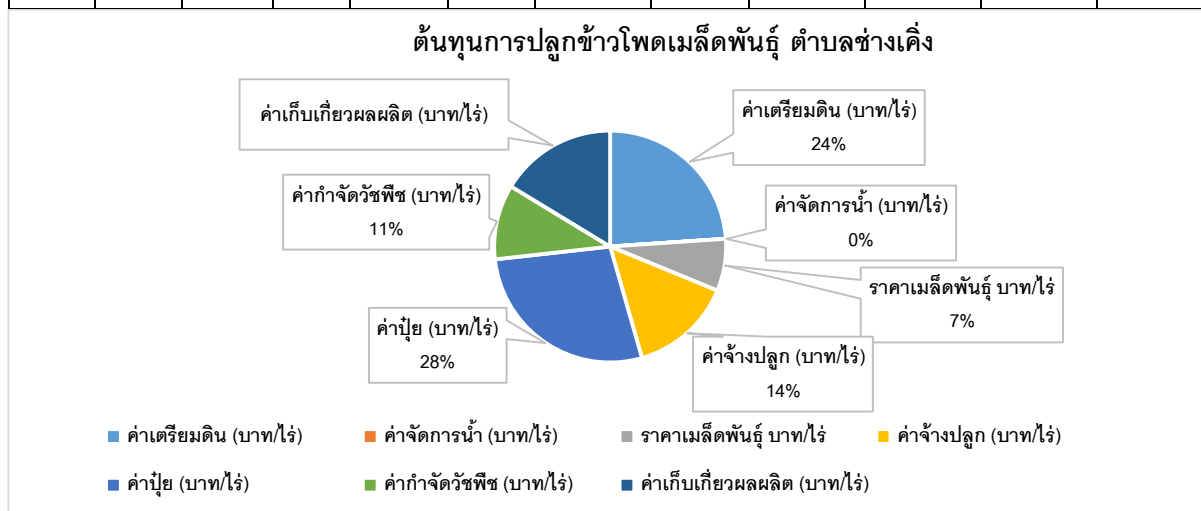
รูปที่ 4- 28 ต้นทุนการปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ตำบลกองแขก

พื้นที่ในการปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ตำบลกองแขก ส่วนมากเป็นพื้นที่ที่ไม่ห่างไกลจากแหล่งรับซื้อมากนัก (ขณะนี้มิใช่ไร่รับซื้อข้าวโพด ตั้งอยู่ที่บ้านแม่นาจร ตำบลแม่นาจร) นอกจากนี้ยังมีแหล่งรับซื้ออีกหลายแหล่ง ทั้งที่เป็นลักษณะการทำสัญญาก่อนปลูก ที่เรียกว่า เกษตรพันธสัญญา หรือเกษตรกรนำไปขายที่สหกรณ์แม่แจ่ม นอกจากนี้ยังมีพ่อค้าเข้ามารับซื้อในหมู่บ้านโดยตรง พื้นที่ปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์มีขนาดเล็กกว่าการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ค่าใช้จ่ายในการปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ประกอบด้วยค่าเช่าที่ดิน ค่าเตรียมดิน การจัดการน้ำ ค่าเมล็ดพันธุ์ ค่าจ้างปลูก ค่าปุ๋ย ค่ากำจัดวัชพืช ค่าเก็บเกี่ยว โดยที่ปัจจัยการผลิตที่สูงที่สุดคือค่าปุ๋ย ร้อยละ 30 จากการสัมภาษณ์เกษตรกรส่วนใหญ่ใช้ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ รองลงมาเป็นราคาเมล็ดพันธุ์ ร้อยละ 28 ค่าเก็บเกี่ยวผลผลิต ร้อยละ 17 ค่ากำจัดวัชพืช ร้อยละ 14 ค่าเตรียมดิน ร้อยละ 11 ค่าจ้างปลูก และค่าจัดการน้ำไม่พบ เนื่องจากเกษตรกรใช้แรงงานตนเองในครอบครัว และพื้นที่ส่วนมากไม่ใช่ภูเขาสูง เกษตรกรสามารถที่จะจัดการน้ำได้ด้วยตนเอง ผลผลิตที่ได้จากการปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ เท่ากับ ไร่ละ 1,000

กก รายรับที่เกษตรกรได้รับเมื่อเทียบกับการลงทุนต่อ 1 ไร่ อยู่ที่ ไร่ละ 1,071 บาท และมีการขายผลผลิตเฉลี่ยได้ ไร่ละ 3,175 บาท

ตารางที่ 4- 12 ต้นทุนข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ตำบลช่างเคิ่ง

ค่า เช่า ที่ดิน (บาท /ไร่)	ค่า เตรียม ดิน/ ไร่ (บาท)	ค่า จัดการ น้ำ (บาท/ ไร่)	เมล็ด พันธุ์ (กก/ ไร่)	ราคา เมล็ด พันธุ์ (บาท/ ไร่)	ค่าจ้าง ปลูก (บาท /ไร่)	ค่าปุ๋ย (บาท/ ไร่)	ค่า กำจัด วัชพืช (บาท/ ไร่)	ค่าเก็บ เกี่ยว ผลผลิต (บาท/ ไร่)	ผลผลิต (กก/ไร่)	ราคา ขาย (บาท/ ไร่)	ต้นทุน (บาท/ ไร่)
1,750 n=2	1,500 n=1	0 n=7	2.22 n=7	455.08 n=7	900 n=1	1,733.57 n=7	654.86 n=7	1,022.22 n=3	1,852.38 n=7	7,508.89 n=7	3,520.17 n=7



รูปที่ 4- 29 ต้นทุนการปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ตำบลช่างเคิ่ง

พื้นที่ในการปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ตำบลช่างเคิ่ง ส่วนมากเป็นพื้นที่ที่ไม่ห่างไกลจากแหล่งรับซื้อมากนัก (ขณะนี้มิใช่ไร่รับซื้อข้าวโพด ตั้งอยู่ที่บ้านแม่นาจร ตำบลแม่นาจร) นอกจากนี้ยังมีแหล่งรับซื้ออีกหลายแหล่ง ทั้งที่เป็นลักษณะการทำสัญญากันก่อนปลูก ที่เรียกว่า เกษตรพันธสัญญา หรือเกษตรกรนำไปขายที่สหกรณ์แม่แจ่ม นอกจากนี้ยังมีพ่อค้าเข้ามารับซื้อในหมู่บ้านโดยตรง พื้นที่ปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์มีขนาดเล็กกว่าการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ค่าใช้จ่ายในการปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ประกอบด้วยค่าการเช่าที่ดิน ค่าเตรียมดิน การจัดการน้ำ ค่าเมล็ดพันธุ์ ค่าจ้างปลูก ค่าปุ๋ย ค่ากำจัดวัชพืช ค่าเก็บเกี่ยว โดยที่ปัจจัยการผลิตที่สูงที่สุดคือค่าปุ๋ย ร้อยละ 28 จากการสัมภาษณ์เกษตรกรส่วนใหญ่ใช้ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ รองลงมาเป็นค่าเตรียมดิน ร้อยละ 24 ค่าเก็บเกี่ยวผลผลิต ร้อยละ 16 ค่าจ้างปลูก ร้อยละ 14 ค่ากำจัดวัชพืช ร้อยละ 11 ค่าเมล็ดพันธุ์ ร้อยละ 7 และค่าจัดการน้ำไม่พบ เนื่องจากพื้นที่ส่วนมากไม่ใช่ภูเขาสูงเกษตรกรสามารถที่จะจัดการน้ำได้ด้วย

ตนเอง ผลผลิตที่ได้จากการปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ เท่ากับ ไร่ละ 1,852.38 กก รายรับที่เกษตรกรได้รับเมื่อเทียบกับการลงทุนต่อ 1 ไร่ อยู่ที่ ไร่ละ 3,520.17 บาท และมีการขายผลผลิตเฉลี่ยได้ ไร่ละ 7,508.89 บาท

4.2.3 เกษตรผสมผสาน

การทำเกษตรผสมผสาน พบว่ามีปลูกมากในพื้นที่ อำเภอกัลยาณิวัฒนา ซึ่ง อำเภอนี้ ได้แยกออกมาจาก อำเภอแม่แจ่ม เมื่อ ปี พ.ศ. 2551 โดยมีเหตุผลดังนี้ เมื่อวันที่ 2 ธันวาคม พ.ศ. 2551 คณะรัฐมนตรีไทยเห็นว่าพื้นที่ตำบลบ้านจันทร์ ตำบลแม่แดด และตำบลแจ่มหลวง แห่งอำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ เป็นพื้นที่การท่องเที่ยว มีเนื้อที่ 674.58 ตารางกิโลเมตร และประชากร 10,561 คน มีการจัดตั้งโครงการพระราชดำริหลายโครงการ มีสภาพภูมิประเทศเป็นป่าและภูเขาสูงชัน ทुरกันดาร การคมนาคมติดต่อเพื่อขอรับบริการต่าง ๆ จากหน่วยงานของรัฐ ณ ที่ว่าการอำเภอแม่แจ่ม เป็นไปด้วยความยากลำบาก การให้บริการของเจ้าหน้าที่ไม่สามารถให้บริการได้อย่างทั่วถึงครอบคลุมทุกพื้นที่ ประกอบกับพื้นที่ดังกล่าวประสบปัญหาด้านความสงบเรียบร้อย เรื่องยาเสพติด และปัญหาด้านการลักลอบการตัดไม้ทำลายป่า จึงเห็นชอบให้แยกพื้นที่ดังกล่าวมาจัดตั้งเป็นอำเภอใหม่ ชื่อ "อำเภอวัตจันทร์เฉลิมพระเกียรติ" มีวัตถุประสงค์เพื่อเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระเจ้าพี่นางเธอ เจ้าฟ้ากัลยาณิวัฒนา กรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง วันที่ 7 กรกฎาคม พ.ศ. 2552 พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช รัชกาลที่ 9 ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ พระราชทานชื่ออำเภอที่จะจัดตั้งขึ้นใหม่นั้นตามที่กระทรวงมหาดไทยขอพระราชทาน ว่า "อำเภอกัลยาณิวัฒนา" ดังนั้น เมื่อวันที่ 13 ตุลาคม พ.ศ. 2552 คณะรัฐมนตรีมีมติเห็นชอบร่าง "พระราชกฤษฎีกาตั้งอำเภอกัลยาณิวัฒนา จังหวัดเชียงใหม่ พ.ศ. ..." ตามที่กระทรวงมหาดไทยเสนอ พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช รัชกาลที่ 9 ลงพระปรมาภิไธยเมื่อวันที่ 18 ธันวาคม พ.ศ. 2552 ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 126 ตอนที่ 97 ก หน้า 7 ลงวันที่ 25 ธันวาคม พ.ศ. 2552 และมีผลใช้บังคับในวันรุ่งขึ้น โดยปรากฏเหตุผลในการประกาศใช้พระราชกฤษฎีกาฉบับนี้ว่า "...โดยที่ตำบลแจ่มหลวง ตำบลบ้านจันทร์ และตำบลแม่แดด อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ มีท้องที่กว้างขวาง มีชุมชนและชุมนุมการค้าหนาแน่น มีสภาพเจริญขึ้นกว่าเดิมมาก แต่เนื่องจากมีภูมิประเทศตั้งอยู่ห่างไกล ทำให้ประชาชนไม่ได้รับความสะดวกในการติดต่อราชการ สมควรแยกตำบลดังกล่าวออกจากอำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ และรวมตั้งเป็น อำเภอกัลยาณิวัฒนา จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อประโยชน์แก่การปกครอง การให้บริการของรัฐ ความสะดวกของประชาชน และเพื่อส่งเสริมให้ท้องที่มีความเจริญยิ่งขึ้นตลอดจนเพื่อเป็นการเทิดพระเกียรติสมเด็จพระเจ้าพี่นางเธอ เจ้าฟ้ากัลยาณิวัฒนา กรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์ จึงจำเป็นต้องตราพระราชกฤษฎีกานี้" (<http://library.cmu.ac.th>)

พื้นที่เกษตรผสมผสานในการศึกษารั้วนี้ หมายถึงพื้นที่เกษตรกรรมที่เกษตรกร ปลูกพืชหลากหลายชนิดในพื้นที่ทำการเกษตรของตนเอง โดยที่ในบางพื้นที่มีการปลูกพืชหมุนเวียนกัน แต่ส่วนมากเกษตรกรในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่มจะแยกพื้นที่ทำการเกษตรแต่ละประเภท อาจเนื่องจากการทำการเกษตรเกือบทั้งหมดใช้น้ำจากน้ำฝน มีบางพื้นที่ที่มีระบบเหมืองฝายที่เกษตรกรสามารถดึงน้ำเข้ามาในพื้นที่ทำการเกษตรและปลูกพืชชนิดอื่นในช่วงหลังฤดูฝน

ในพื้นที่ศึกษาพบว่า ตำบลที่มีการทำการเกษตรผสมผสานได้แก่ ตำบลกองแขก ปางหินฝน แม่ศึก บ้านวัดจันทร์ แจ่มหลวง แม่แดด บ้านทับ ช่างเค็ง โดยพบว่า พื้นที่ทั้งสามตำบลใน อ. กัลยาณิวัฒนา คือ แจ่มหลวง บ้านวัดจันทร์ แม่แดด มีการทำการเกษตรผสมผสานมากที่สุด อาจเนื่องมาจากมีโครงการพระราชดำริหลายโครงการที่ตั้งกระจายอยู่ในเขตพื้นที่ดังกล่าว การทำการเกษตรผสมผสานที่นี้ส่วนมากเกษตรกรที่เป็นสมาชิกโครงการหลวง ทางโครงการหลวงจะเป็นฝ่ายวางแผนและจัดการเผยแพร่องค์ความรู้ ชนิดพืช กำลังการผลิต ตรวจสอบคุณภาพ และตลาดรับซื้อ และมีเกษตรกรจำนวนมากที่ปลูกพืชตามคำแนะนำหรือไปซื้อเมล็ดพันธุ์จากโครงการหลวง แต่จำหน่ายผลผลิตเอง อย่างไรก็ตามพบว่า เกษตรกรจำนวนมากในหลายพื้นที่ของกลุ่มน้ำแม่แจ่มต้องการให้ทางโครงการหลวงช่วยเหลือในเรื่องการผลิตพืชทางการเกษตร และการรับซื้อ ซึ่งขณะนี้พบว่าโครงการหลวงในหลายแห่งมีข้อจำกัดในเรื่องการดำเนินการเช่นกัน ถึงแม้ว่าโครงการหลวงพยายามที่จะตั้งโครงการขยายผลของโครงการหลวงเพื่อเข้าไปช่วยรับซื้อผลผลิตทางการเกษตรของเกษตรกร แต่ก็สามารถดำเนินการได้เพียงบางพื้นที่เท่านั้น ในพื้นที่ศึกษาพบว่าพื้นที่เฉลี่ยในการทำการเกษตรผสมผสานเท่ากับ 5.34 ไร่/ครอบครัว

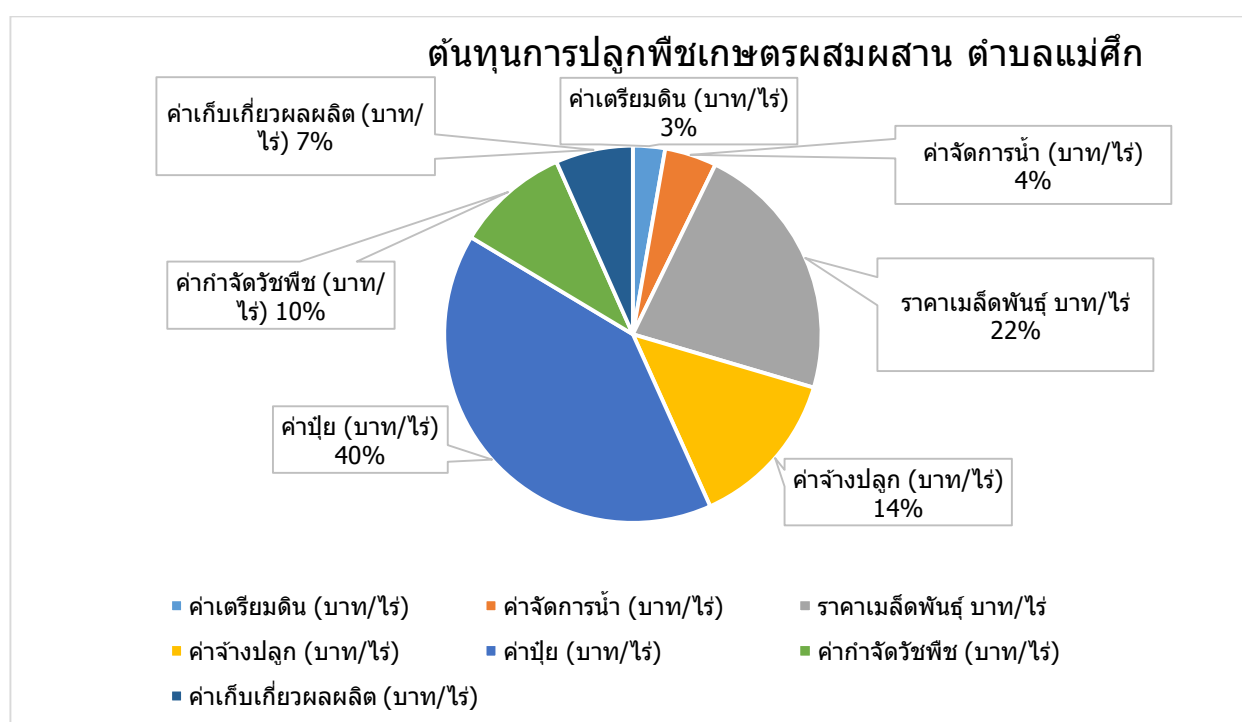
โดยพบว่าพื้นที่กลุ่มน้ำแม่แจ่มโซนบน คืออำเภอ กัลยาณิวัฒนา เกษตรกรมีการปลูกพืชเกษตรผสมผสานที่นอกเหนือจากข้าวที่เกษตรกรทุกครัวเรือนปลูกเพื่อไว้บริโภคอย่างเดียว พืชชนิดอื่นที่เกษตรกรปลูกได้แก่ พักทองญี่ปุ่น สาลี่ กล้วยไม้ บัวย กรพฤษเบอรี่ ถั่วลิสง ผักสลัด เสาวรส กระหล่ำหัวใจ ผักกาดลู้ย ถั่วแดง มันฝรั่ง สตอเบอรี่พันธุ์ 329 และ 80

สำหรับในพื้นที่กลุ่มน้ำแม่แจ่มตอนล่างซึ่งครอบคลุมพื้นที่อำเภอแม่แจ่ม พบว่านอกจากเกษตรกรจะปลูกข้าวไว้บริโภคภายในครัวเรือนแล้ว พืชที่เกษตรกรเลือกปลูกในช่วงฤดูแล้ง หรือปลูกในพื้นที่ที่สามารถมีการจัดการน้ำเข้ามาในพื้นที่เกษตรได้คือ หอมแดงพันธุ์น้ำปาด กระหล่ำปลี ถั่วลิสง ถั่วแดง ผักกาดขาว กาแฟอาราบิก้า มันฝรั่ง กล้วยไม้ องุ่นบิวตี้ องุ่นเขียว และ ถั่วแระ เป็นต้น

หลายพื้นที่ในอำเภอแม่แจ่ม ที่เกษตรกรประสบปัญหาในเรื่องการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/เมล็ดพันธุ์ ที่ดำเนินการอย่างต่อเนื่อง และขณะนี้ประสบปัญหาหลายประการ ทั้งในเรื่องคุณภาพดินที่เสื่อมสภาพลง (ผลจากการวิเคราะห์ดินในการศึกษานี้ในหลายๆ พื้นที่บ่งชี้ว่า ดินมีความเป็นกรดสูง อินทรีย์วัตถุต่ำ และธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืชต่ำ) ซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้เกษตรกร ใช้จ่ายเคมี รวมถึงยากำจัดวัชพืชและศัตรูพืชในปริมาณที่สูง ซึ่งก่อให้เกิดอันตรายทั้งสภาพแวดล้อม และสุขภาพของเกษตรกรเอง ซึ่งผลจากการตรวจสอบเลือดของเกษตรกรในหลายพื้นที่ พบว่ามีโลหะหนักและสารเคมีตกค้างอยู่ในเลือด (จากการสัมภาษณ์เกษตรกร และผู้นำท้องถิ่น) และผลกระทบในเรื่องของการเผาเศษซากพืชหลังจากการเก็บเกี่ยว และราคารับซื้อข้าวโพดที่ตกต่ำอย่างมาก ทำให้เกษตรกรเกือบร้อยละร้อยที่ทำการสัมภาษณ์ต้องการให้ทางรัฐบาลหรือหน่วยงานต่างๆ เข้ามาช่วยเหลือในเรื่องอาชีพหรือการปรับเปลี่ยนพืชแต่ก็ต้องช่วยค้ำึงถึง ว่าเกษตรกรต้องมีค่าใช้จ่ายทุกวัน และภาระหนี้สินที่ยังมีอยู่ รวมทั้งพื้นที่เกือบร้อยละร้อยของเกษตรกรไม่มีเอกสารสิทธิ์ ต้นทุนและรายรับจากการทำการเกษตรผสมผสาน มีดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4- 13 ต้นทุนเกษตรกรผสมผสาน ตำบลแม่ศึก

ค่า เช่า ที่ดิน (บาท /ไร่)	ค่า เตรียม ดิน/ ไร่ (บาท /ไร่)	ค่า จัดการ น้ำ (บาท /ไร่)	เมล็ด พันธุ์ (กก /ไร่)	ราคา เมล็ด พันธุ์ (บาท/ไร่)	ค่าจ้าง ปลูก (บาท/ ไร่)	ค่าปุ๋ย (บาท/ ไร่)	ค่า กำจัด วัชพืช (บาท/ ไร่)	ค่าเก็บ เกี่ยว ผลผลิต (บาท/ ไร่)	ผลผลิต (กก/ไร่)	ราคา ขาย (บาท/ ไร่)	ต้นทุน (บาท/ ไร่)
0 n=5	674 n=4	1,09 0 n=3	75. 7 n=5	5,470.5 6 n=5	3,354.1 7 n=2	9,863.8 9 n=5	2,389 .63 n=5	1,625 n=2	8,351.8 5 n=5	59,713. 6 n=5	22,547. 3 n=5



รูปที่ 4- 30 ต้นทุนการปลูกพืชเกษตรผสมผสาน ตำบลแม่ศึก

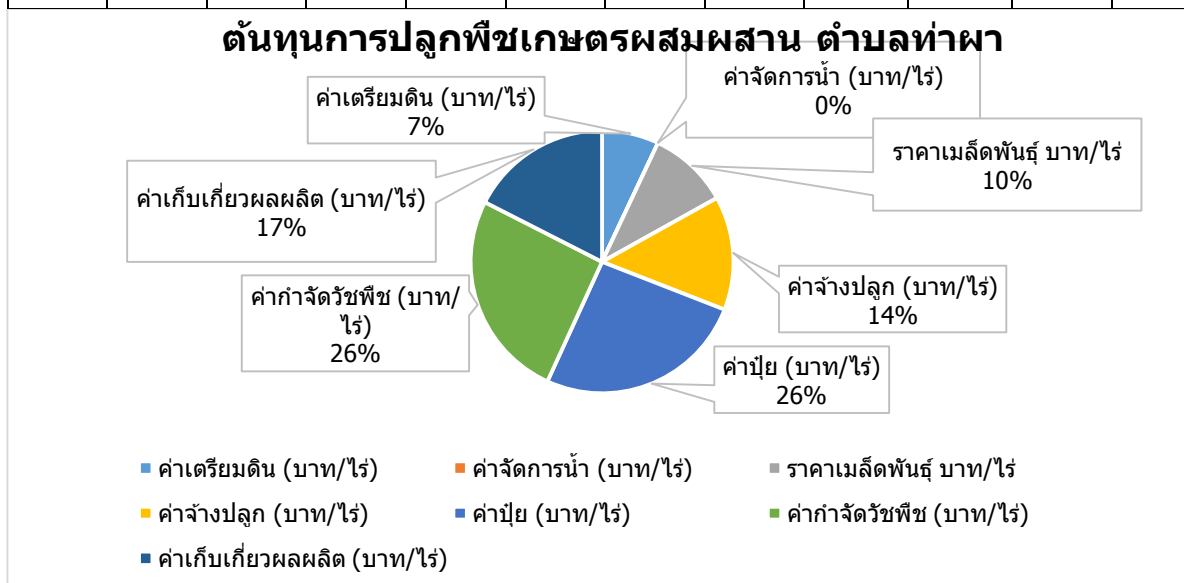
จากการสัมภาษณ์เกษตรกรในพื้นที่ตำบลแม่ศึก ได้มีการปลูกข้าวโพดและพืชเกษตรผสมผสานหมุนเวียนหลากหลายชนิดในพื้นที่ทำการเกษตรของตนเอง ได้แก่ ข้าวโพด พันธุ์ 888 พันธุ์ NK328 พันธุ์ NK62 พันธุ์โพเเนียร์ มันฝรั่ง อโวคาโด องุ่นบิวตี้ องุ่นเขียว กระหล่ำปลี ผักกาดล้วย และกาแฟอาราบิก้า เป็นต้น โดยมีโครงการหลวงปางอุ๋ง ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่เข้าไปช่วยรับซื้อผลผลิตทางการเกษตรของเกษตรกร

พื้นที่ในการปลูกพืชเกษตรผสมผสาน ตำบลแม่ศึก ส่วนมากเป็นการปลูกพืชบนพื้นที่สูง นอกจากจะอาศัยน้ำฝนตามฤดูกาลแล้ว แหล่งน้ำที่ใช้เป็นระบบน้ำประปาภูเขา โดยการขุดบ่อน้ำหรือฝายทดน้ำจากลำน้ำธรรมชาติ วางระบบท่อส่งน้ำไปยังพื้นที่เกษตรกรรม ค่าใช้จ่ายในการปลูกพืชเกษตรผสมผสานประกอบด้วยค่า

การเช่าที่ดิน ค่าเตรียมดิน การจัดการน้ำ ค่าเมล็ดพันธุ์ ค่าจ้างปลูก ค่าปุ๋ย ค่ากำจัดวัชพืช ค่าเก็บเกี่ยว ปัจจัยการผลิตที่สูงที่สุด คือค่าปุ๋ย ร้อยละ 40 รองลงมาเป็นราคาเมล็ดพันธุ์ ร้อยละ 22 ค่ากำจัดวัชพืช ร้อยละ 14 ค่าจ้างปลูก ร้อยละ 10 ค่าเก็บเกี่ยวผลผลิต ร้อยละ 7 ค่าจัดการน้ำ ร้อยละ 4 ค่าเตรียมดิน ร้อยละ 3 ผลผลิตที่ได้จากการปลูกพืชเกษตรผสมผสาน เท่ากับ ไร้ละ 8,351.85 กก รายรับที่เกษตรกรได้รับเมื่อเทียบกับการลงทุนต่อ 1 ไร่ อยู่ที่ ไไร่ละ 22,547.3 บาท และมีการขายผลผลิตเฉลี่ยได้ ไไร่ละ 59,713.6 บาท

ตารางที่ 4- 14 ต้นทุนเกษตรผสมผสาน ตำบลท่าผา

ค่าเช่าที่ดิน (บาท/ไร่)	ค่าเตรียมดิน (บาท/ไร่)	ค่าจัดการน้ำ (บาท/ไร่)	เมล็ดพันธุ์ (กก/ไร่)	ราคาเมล็ดพันธุ์ (บาท/ไร่)	ค่าจ้างปลูก (บาท/ไร่)	ค่าปุ๋ย (บาท/ไร่)	ค่ากำจัดวัชพืช (บาท/ไร่)	ค่าเก็บเกี่ยวผลผลิต (บาท/ไร่)	ผลผลิต (กก/ไร่)	ราคาขาย (บาท/ไร่)	ต้นทุน (บาท/ไร่)
750 n=1	600 n=1	0 n=1	1 n=1	850 n=1	1,200 n=1	2,220 n=1	2,200 n=1	1,500 n=1	1,500 n=1	5,250 n=1	9,320 n=1



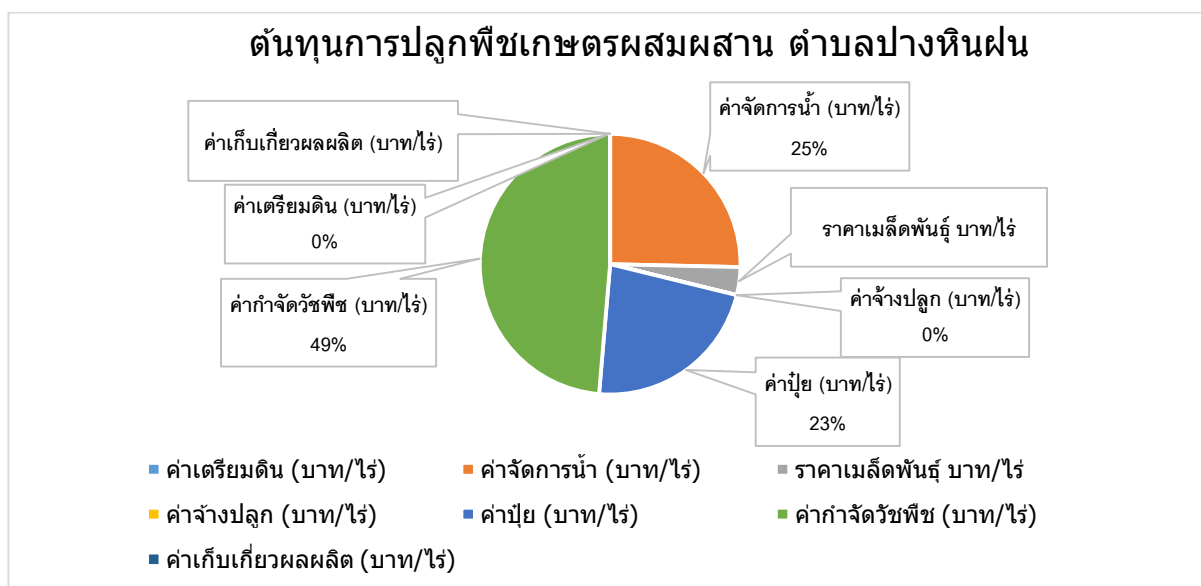
รูปที่ 4- 31 ต้นทุนการปลูกพืชเกษตรผสมผสาน ตำบลท่าผา

จากการสัมภาษณ์เกษตรกรในพื้นที่ตำบลท่าผา มีเพียง 1 ราย ที่มีการปลูกพืชเกษตรผสมผสาน หมุนเวียนในพื้นที่ทำการเกษตรของตนเอง โดยได้ปลูกหอมแดง พื้นที่ในการปลูกพืชเกษตรผสมผสาน ตำบลท่าผา พบว่านอกจากเกษตรกรจะปลูกข้าวไว้บริโภคภายในครัวเรือนแล้ว เกษตรกรเลือกปลูกหอมแดงในช่วงฤดูแล้ง และเลือกพื้นที่ปลูกให้สามารถมีการจัดการน้ำเข้ามาในพื้นที่เกษตรได้ ค่าใช้จ่ายในการปลูกพืชเกษตรผสมผสานประกอบด้วยค่าเช่าที่ดิน ค่าเตรียมดิน การจัดการน้ำ ค่าเมล็ดพันธุ์ ค่าจ้างปลูก ค่าปุ๋ย ค่ากำจัดวัชพืช ค่าเก็บเกี่ยว โดยที่ปัจจัยการผลิตที่สูงที่สุดคือค่าปุ๋ย และค่ากำจัดวัชพืช ร้อยละ 26 รองลงมาเป็นค่าเก็บ

เกี่ยวผลผลิต ร้อยละ 17 ค่าจ้างปลูก ร้อยละ 14 ค่าเมล็ดพันธุ์ ร้อยละ 10 ค่าเตรียมดิน ร้อยละ 7 ค่าจัดการน้ำ ร้อยละ 0 ผลผลิตที่ได้จากการปลูกพืชเกษตรผสมผสาน เท่ากับ ไร่ละ 1,500 กก รายรับที่เกษตรกรได้รับเมื่อเทียบกับการลงทุนต่อ 1 ไร่ อยู่ที่ ไร่ละ 9,320 บาท และมีการขายผลผลิตเฉลี่ยได้ ไร่ละ 5,250 บาท ซึ่งพบว่าขาดทุนเมื่อเทียบกับเงินที่ลงทุนไป จากการสอบถามสัมภาษณ์เกษตรกร มีสาเหตุจาก ราคาหอมแดงในท้องตลาดมีราคาตกต่ำ และผลผลิตได้น้อยกว่าปกติ

ตารางที่ 4- 15 ต้นทุนเกษตรผสมผสาน ตำบลปางหินฝน

ค่าเช่า ที่ดิน (บาท/ ไร่)	ค่า เตรียม ดิน/ไร่ (บาท)	ค่า จัดการ น้ำ (บาท/ ไร่)	เมล็ด พันธุ์ (กก/ ไร่)	ราคา เมล็ด พันธุ์ (บาท/ไร่)	ค่าจ้าง ปลูก (บาท/ ไร่)	ค่าปุ๋ย (บาท/ ไร่)	ค่า กำจัด วัชพืช (บาท/ ไร่)	ค่าเก็บ เกี่ยว ผลผลิต (บาท/ ไร่)	ผลผลิต (กก/ ไร่)	ราคา ขาย (บาท/ ไร่)	ต้นทุน (บาท/ ไร่)
0	0	11,000	29.75	1,501.2	0	9,780	21,100	0	11,200	21,380	22,255
n=2	n=2	n=1	n=2	n=2	n=2	n=2	n=1	n=2	n=2	n=2	n=2



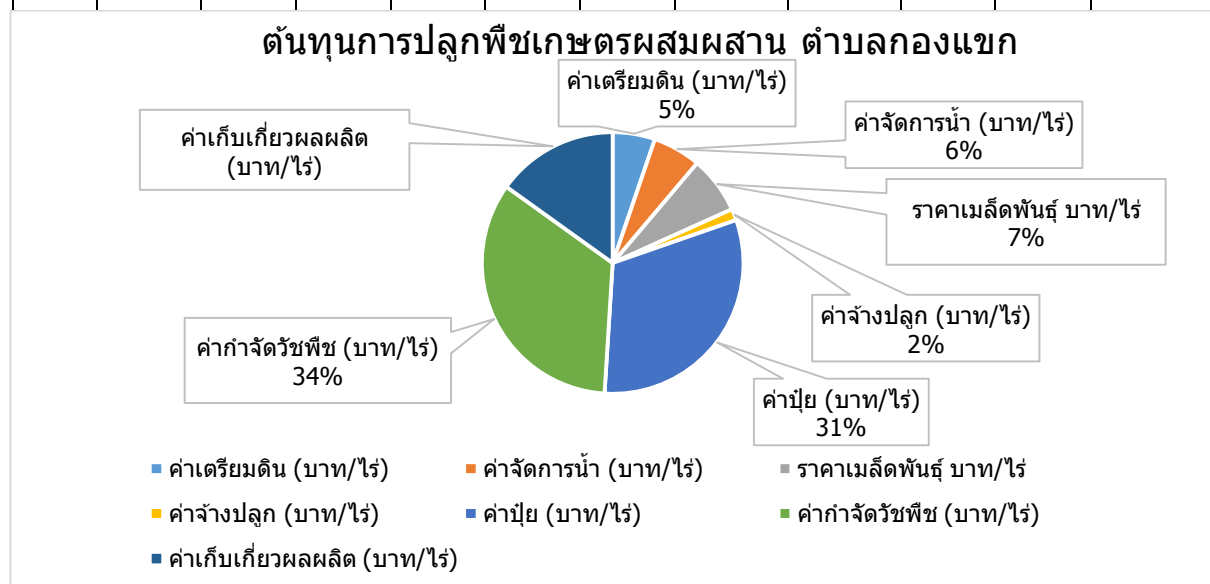
รูปที่ 4- 32 ต้นทุนการปลูกพืชเกษตรผสมผสาน ตำบลปางหินฝน

จากการสัมภาษณ์เกษตรกรในพื้นที่ตำบลปางหินฝน ได้มีการปลูกข้าวโพดและพืชเกษตรผสมผสานหมุนเวียนหลากหลายชนิดในพื้นที่ทำการเกษตรของตนเอง ได้แก่ ข้าวโพด พันธุ์นครสวรรค์ 3 กะหล่ำปลี และหอมแดง เป็นต้น โดยมีโครงการหลวงปางหินฝน ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่ เพื่อเข้าไปช่วยส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกพืชบนพื้นที่สูงในพื้นที่ของเกษตรกรเอง พื้นที่ในการปลูกพืชเกษตรผสมผสาน ตำบลปางหินฝน มีทั้งการปลูกข้าวโพดและการปลูกพืชบนพื้นที่สูง โดยการปลูกข้าวโพดอาศัยน้ำฝนตามฤดูกาล และการปลูกพืชเกษตร

ผสมผสานอาศัยแหล่งน้ำระบบน้ำประปาภูเขา โดยการขุดบ่อน้ำหรือฝายทดน้ำจากลำน้ำธรรมชาติ วางระบบท่อส่งน้ำไปยังพื้นที่เกษตรกรรม ค่าใช้จ่ายในการปลูกพืชเกษตรผสมผสานประกอบด้วยค่าการเช่าที่ดิน ค่าเตรียมดิน การจัดการน้ำ ค่าเมล็ดพันธุ์ ค่าจ้างปลูก ค่าปุ๋ย ค่ากำจัดวัชพืช ค่าเก็บเกี่ยว โดยที่ปัจจัยการผลิตที่สูงที่สุดเป็นค่ากำจัดวัชพืช ร้อยละ 49 จากการสอบถามสัมภาษณ์เกษตรกรมีการใช้ยาฆ่าแมลงและยาฆ่าหญ้าในปริมาณที่สูงมาก รองลงมาเป็นค่าจัดการน้ำ ร้อยละ 25 ค่าปุ๋ย ร้อยละ 23 ราคาเมล็ดพันธุ์ ร้อยละ 3 ค่าจ้างปลูก ค่าเก็บเกี่ยวผลผลิต และค่าเตรียมดินไม่พบ เนื่องจากเกษตรกรใช้แรงงานในครอบครัว และในการปลูก การเก็บเกี่ยวข้าวโพดทำการลงแขก ไปช่วยเหลือกันในกลุ่มที่ปลูกข้าวโพด ไม่มีการจ้างด้วยเงิน และไม่มีการจัดการน้ำ เนื่องจากอาศัยน้ำฝนตามธรรมชาติ ผลผลิตที่ได้จากการปลูกพืชเกษตรผสมผสาน เท่ากับ ไร่ละ 11,200 กก รายรับที่เกษตรกรได้รับเมื่อเทียบกับการลงทุนต่อ 1 ไร่ อยู่ที่ ไร่ละ 22,255 บาท และมีการขายผลผลิตเฉลี่ยได้ ไร่ละ 21,380 บาท

ตารางที่ 4- 16 ต้นทุนเกษตรผสมผสาน ตำบลกองแขก

ค่า เช่า ที่ดิน (บาท /ไร่)	ค่า เตรียม ดิน/ไร่ (บาท)	ค่า จัดการ น้ำ (บาท/ ไร่)	เมล็ด พันธุ์ (กก/ ไร่)	ราคา เมล็ด พันธุ์ (บาท/ ไร่)	ค่าจ้าง ปลูก (บาท/ ไร่)	ค่าปุ๋ย (บาท/ ไร่)	ค่ากำจัด วัชพืช (บาท/ ไร่)	ค่าเก็บ เกี่ยว ผลผลิต (บาท/ ไร่)	ผลผลิ ต (กก/ ไร่)	ราคา ขาย (บาท/ ไร่)	ต้นทุน (บาท/ไร่)
0	925	1,050	112.5 0	1,250 .5	250	5,532 .5	5,990.8 3	2,666.6 7	5,116 .67	27,00 5	17,840.8 3
n=2	n=2	n=2	n=2	n=2	n=1	n=2	n=2	n=1	n=2	n=2	n=2

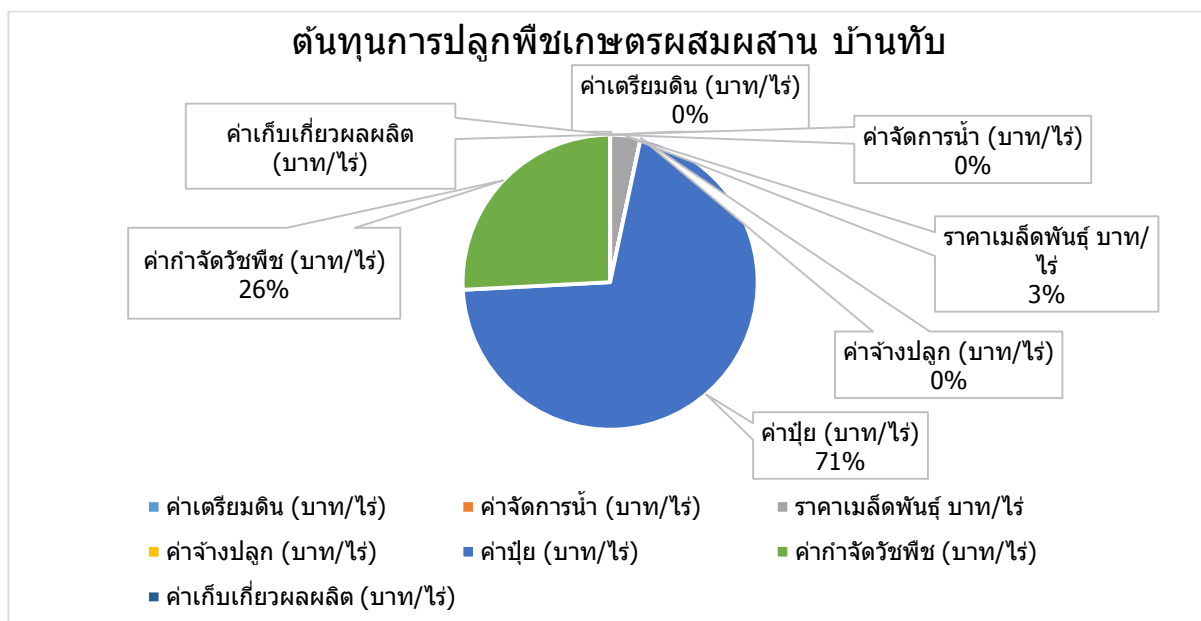


รูปที่ 4- 33 ต้นทุนการปลูกพืชเกษตรผสมผสาน ตำบลกองแขก

จากการสัมภาษณ์เกษตรกรในพื้นที่ตำบลกองแขก ที่มีการปลูกข้าวโพดและพืชเกษตรผสมผสาน หนองเวียงในพื้นที่ทำการเกษตรของตนเอง โดยได้มีการปลูกข้าวโพดพันธุ์ 888 และหอมแดงพันธุ์น้ำปาด พื้นที่ในการปลูกพืชเกษตรผสมผสานตำบลกองแขก ส่วนมากพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่มตอนล่าง พบว่ามีการปลูกข้าวโพดในช่วงฤดูฝน อาศัยน้ำฝนตามฤดูกาล เลือกปลูกหอมแดงในช่วงฤดูแล้ง และเลือกพื้นที่ปลูกให้สามารถมีการจัดการน้ำเข้ามาในพื้นที่เกษตรได้ ค่าใช้จ่ายในการปลูกพืชเกษตรผสมผสานประกอบด้วยค่าการเช่าที่ดิน ค่าเตรียมดิน การจัดการน้ำ ค่าเมล็ดพันธุ์ ค่าจ้างปลูก ค่าปุ๋ย ค่ากำจัดวัชพืช ค่าเก็บเกี่ยว โดยที่ปัจจัยการผลิตที่สูงที่สุดเป็นค่ากำจัดวัชพืช ร้อยละ 34 รองลงมาเป็นค่าปุ๋ย ร้อยละ 31 ค่าเก็บเกี่ยวผลผลิต ร้อยละ 15 ค่าเมล็ดพันธุ์ ร้อยละ 7 ค่าจัดการน้ำ ร้อยละ 6 ค่าเตรียมดิน ร้อยละ 5 ค่าจ้างปลูก ร้อยละ 2 ผลผลิตที่ได้จากการปลูกพืชเกษตรผสมผสาน เท่ากับ ไร่ละ 5,116.67 กก รายรับที่เกษตรกรได้รับเมื่อเทียบกับการลงทุนต่อ 1 ไร่ อยู่ที่ ไร่ละ 17,840.83 บาท และมีการขายผลผลิตเฉลี่ยได้ ไร่ละ 27,005 บาท ซึ่งพบว่าได้กำไรน้อยเมื่อเทียบกับเงินที่ลงทุนไป จากการสอบถามเกษตรกร มีสาเหตุจาก ราคาหอมแดงในท้องตลาดปีนี้มีราคาตกต่ำ

ตารางที่ 4- 17 ต้นทุนเกษตรผสมผสาน ตำบลบ้านทับ

ค่าเช่า ที่ดิน (บาท/ ไร่)	ค่า เตรียม ดิน/ไร่ (บาท)	ค่า จัดกา รน้ำ (บาท/ ไร่)	เมล็ด พันธุ์ (กก/ ไร่)	ราคา เมล็ด พันธุ์ (บาท/ ไร่)	ค่าจ้าง ปลูก (บาท/ ไร่)	ค่าปุ๋ย (บาท/ ไร่)	ค่า กำจัด วัชพืช (บาท/ ไร่)	ค่าเก็บ เกี่ยว ผลผลิต (บาท/ ไร่)	ผลผลิต (กก/ไร่)	ราคา ขาย (บาท/ ไร่)	ต้นทุน (บาท/ ไร่)
0	0	0	170	686.1 9	0	14,570	5,310	0	10,640	43,020	31,320
n=2	n=2	n=2	n=2	n=2	n=2	n=2	n=2	n=2	n=2	n=2	n=2

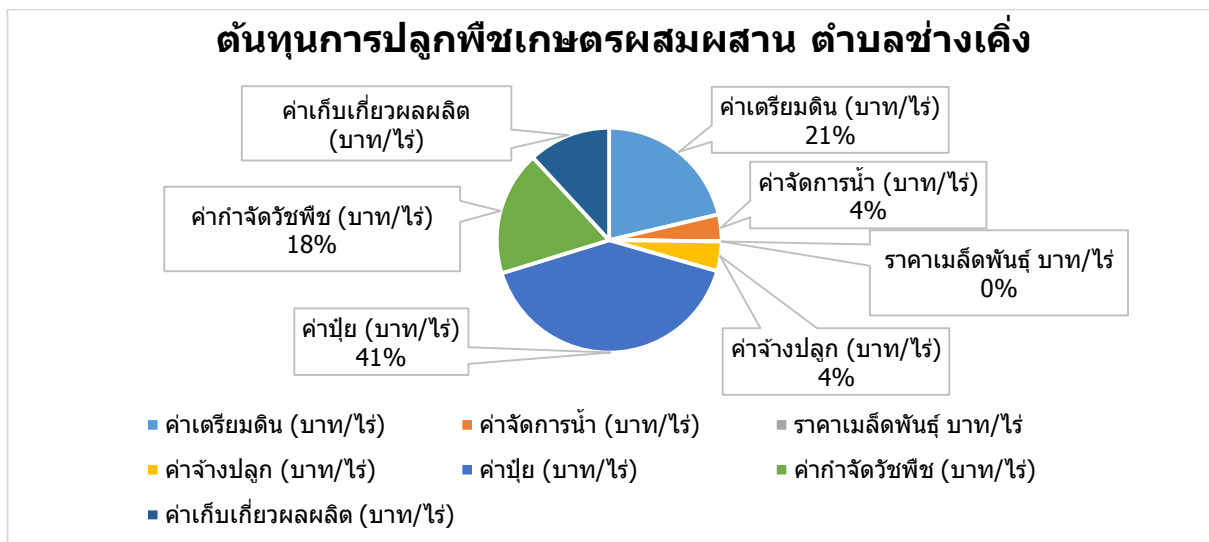


รูปที่ 4- 34 ต้นทุนการปลูกพืชเกษตรผสมผสาน ตำบลบ้านทับ

จากการสัมภาษณ์เกษตรกรในพื้นที่ตำบลบ้านทับ ได้มีการปลูกข้าวโพดและพืชเกษตรผสมผสาน หมุนเวียนหลากหลายชนิดในพื้นที่ทำการเกษตรของตนเอง ได้แก่ ข้าวโพด พันธุ์นครสวรรค์ 3 ถั่วแดง และ หอมแดง เป็นต้น พื้นที่ในการปลูกพืชเกษตรผสมผสาน ตำบลบ้านทับ มีทั้งการปลูกข้าวโพดและการปลูกพืช บนพื้นที่สูง โดยการปลูกข้าวโพดและถั่วแดงอาศัยน้ำฝนตามฤดูกาล และปลูกหอมแดงในช่วงฤดูแล้งในพื้นที่ ปลูกให้สามารถมีการจัดการน้ำเข้ามาในพื้นที่เกษตรได้ ค่าใช้จ่ายในการปลูกพืชเกษตรผสมผสานประกอบด้วย ค่าเช่าที่ดิน ค่าเตรียมดิน การจัดการน้ำ ค่าเมล็ดพันธุ์ ค่าจ้างปลูก ค่าปุ๋ย ค่ากำจัดวัชพืช ค่าเก็บเกี่ยว โดยที่ ปัจจัยการผลิตที่สูงที่สุดคือค่าปุ๋ย ร้อยละ 71 รองลงมาเป็นค่ากำจัดวัชพืช ร้อยละ 26 จากการสอบถามเกษตรกรมีการใช้ปุ๋ย ยาฆ่าแมลงและยาฆ่าหญ้าในปริมาณที่สูงมาก ราคาเมล็ดพันธุ์ ร้อยละ 3 ค่าจัดการน้ำ ค่าจ้างปลูก ค่าเก็บเกี่ยวผลผลิต และค่าเตรียมดิน ไม่พบ เนื่องจากเกษตรกรใช้แรงงานในครอบครัวและไม่มี ปัจจัยในการลงทุน ผลผลิตที่ได้จากการปลูกพืชเกษตรผสมผสาน เท่ากับ ไร่ละ 10,640 กก รายรับที่เกษตรกร ได้รับเมื่อเทียบกับการลงทุนต่อ 1 ไร่ อยู่ที่ ไร่ละ 31,320 บาท และมีการขายผลผลิตเฉลี่ยได้ ไร่ละ 43,020 บาท

ตารางที่ 4- 18 ต้นทุนเกษตรผสมผสาน ตำบลช้างเคื่อง

ค่าเช่า ที่ดิน (บาท/ ไร่)	ค่า เตรียม ดิน(ไร่ (บาท)	ค่าจัดการ น้ำ (บาท/ ไร่)	เมล็ด พันธุ์ (กก/ไร่)	ราคา เมล็ดพันธุ์ บาท/ไร่	ค่าจ้าง ปลูก (บาท/ ไร่)	ค่าปุ๋ย (บาท/ไร่)	ค่ากำจัด วัชพืช (บาท/ไร่)	ค่าเก็บ เกี่ยว ผลผลิต (บาท/ไร่)	ผลผลิต (กก/ไร่)	ราคา ขาย (บาท/ ไร่)	ต้นทุน (บาท/ไร่)
0	3,000	540	16.3	3.5	600	5,740	2,520	1,666.67	4,882. 67	18,565 .9	14,314.67
n=3	n=2	n=1	n=3	n=1	n=1	n=2	n=3	n=1	n=3	n=3	n=3

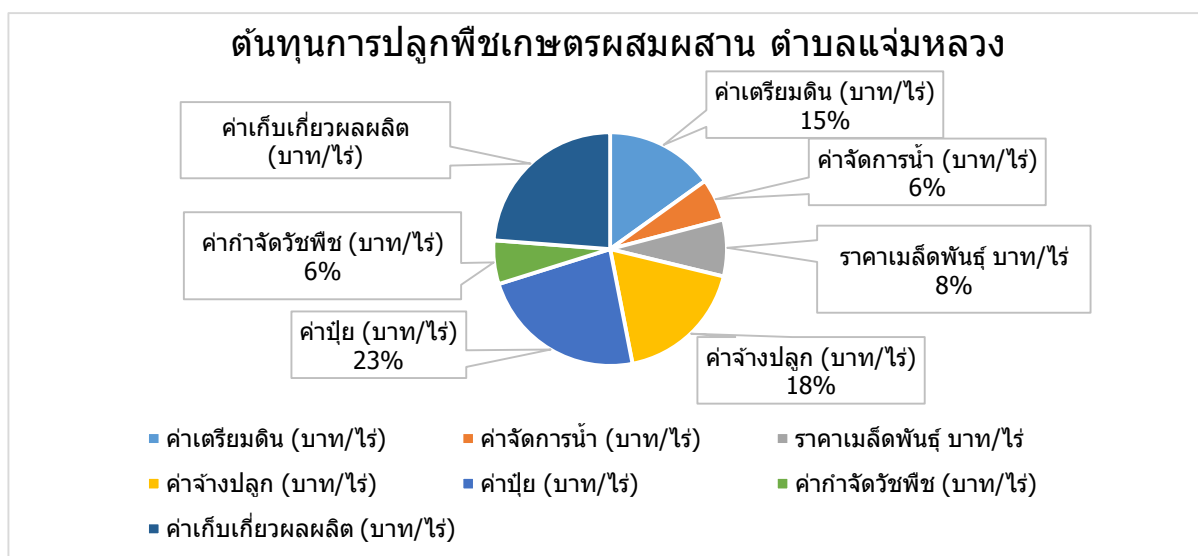


รูปที่ 4- 35 ต้นทุนการปลูกพืชเกษตรผสมผสาน ตำบลช่างเคิ่ง

จากการสัมภาษณ์เกษตรกรในพื้นที่ตำบลช่างเคิ่ง ที่มีการปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ และพืชเกษตรผสมผสานหมุนเวียนในพื้นที่ทำการเกษตรของตนเอง โดยได้มีการปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ หอมแดง มันฝรั่ง และถั่วลิสง พื้นที่ในการปลูกพืชเกษตรผสมผสานตำบลช่างเคิ่ง โดยการปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ปลูกในช่วงฤดูฝน อาศัยน้ำฝนตามฤดูกาล มีแหล่งรับซื้อหลายแหล่ง มีทั้งเป็นลักษณะการทำสัญญากันก่อนปลูก ที่เรียกว่า เกษตรพันธสัญญา หรือเกษตรกรนำไปขายที่สหกรณ์แม่แจ่ม นอกจากนี้ยังมีพ่อค้าเข้ามารับซื้อในหมู่บ้านโดยตรง ในช่วงฤดูแล้งเกษตรกรเลือกปลูกหอมแดง มันฝรั่ง ถั่วลิสง ในพื้นที่ปลูกให้สามารถมีการจัดการน้ำเข้ามาในพื้นที่เกษตรได้ ค่าใช้จ่ายในการปลูกพืชเกษตรผสมผสานประกอบด้วยค่าการเช่าที่ดิน ค่าเตรียมดิน การจัดการน้ำ ค่าเมล็ดพันธุ์ ค่าจ้างปลูก ค่าปุ๋ย ค่ากำจัดวัชพืช ค่าเก็บเกี่ยว โดยที่ปัจจัยการผลิตที่สูงที่สุดคือค่าปุ๋ย ร้อยละ 41 รองลงมาเป็น ค่าเตรียมดิน ร้อยละ 21 ค่ากำจัดวัชพืช ร้อยละ 18 ค่าเก็บเกี่ยวผลผลิต ร้อยละ 12 ค่าจัดการน้ำ ร้อยละ 4 ค่าจ้างปลูก ร้อยละ 4 และราคาเมล็ดพันธุ์ ร้อยละ 0 ผลผลิตที่ได้จากการปลูกพืชเกษตรผสมผสาน เท่ากับ ไร่ละ 4,882.67 กก รายรับที่เกษตรกรได้รับเมื่อเทียบกับการลงทุนต่อ 1 ไร่ อยู่ที่ ไร่ละ 14,314.67 บาท และมีการขายผลผลิตเฉลี่ยได้ ไร่ละ 18,565.9 บาท ซึ่งพบว่าได้กำไรน้อยเมื่อเทียบกับเงินที่ลงทุนไป

ตารางที่ 4- 19 ต้นทุนเกษตรผสมผสาน แม่แจ่มหลวง

ค่าเช่าที่ดิน (บาท/ไร่)	ค่าเตรียมดิน (บาท/ไร่)	ค่าจัดการน้ำ (บาท/ไร่)	เมล็ดพันธุ์ (กก/ไร่)	ราคาเมล็ดพันธุ์ (บาท/ไร่)	ค่าจ้างปลูก (บาท/ไร่)	ค่าปุ๋ย (บาท/ไร่)	ค่ากำจัดวัชพืช (บาท/ไร่)	ค่าเก็บเกี่ยวผลผลิต (บาท/ไร่)	ผลผลิต (กก/ไร่)	ราคาขาย (บาท/ไร่)	ต้นทุน (บาท/ไร่)
125	726.9	281.25	27.6	377.9	875	1,119.71	291	1,146.5	670.78	9,371.8	3,366.7
n=1	n=7	n=4	n=10	n=8	n=3	n=10	n=7	n=4	n=10	n=10	n=9

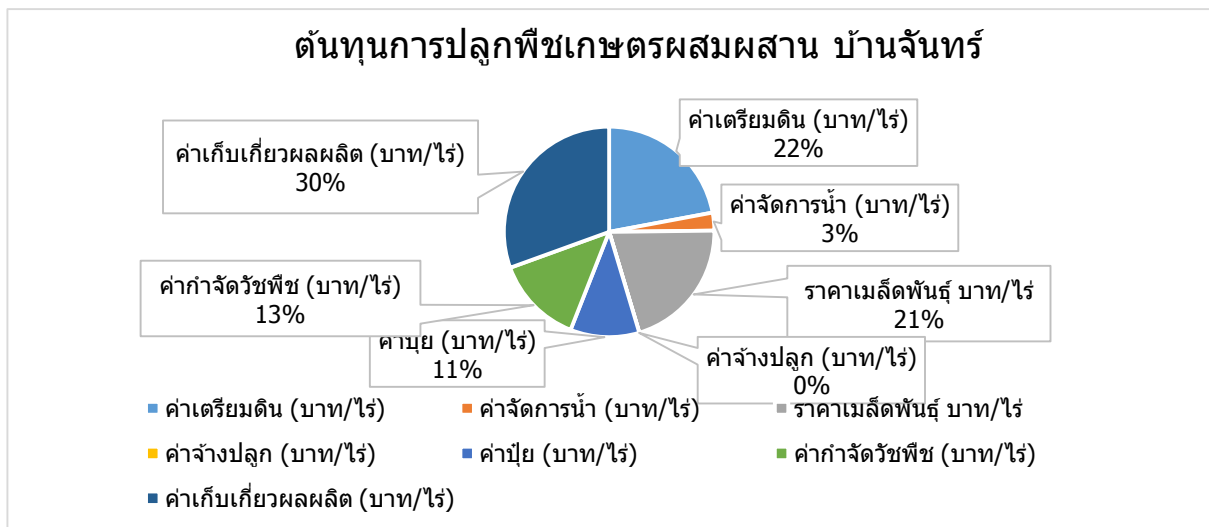


รูปที่ 4- 36 ต้นทุนการปลูกพืชเกษตรผสมผสาน ตำบลแจ้ห่มหลวง

จากการสัมภาษณ์เกษตรกรในพื้นที่ตำบลแจ้ห่มหลวง ตั้งอยู่ในอำเภอกัลยาณิวัฒนา เกษตรกรมีการปลูกพืชเกษตรผสมผสานที่นอกเหนือจากข้าวที่ปลูกเพื่อไว้บริโภคอย่างเดียว ได้มีการปลูกพืชเกษตรผสมผสานหมุนเวียนหลากหลายชนิดในพื้นที่ทำการเกษตรของตนเอง ได้แก่ ฟักทองญี่ปุ่น ถั่วแดง มันฝรั่ง อโวคาโด กาแฟ ผักกาดล้วย ผักกวางตุ้ง และผักชีฝรั่ง เป็นต้น พื้นที่ในการปลูกพืชเกษตรผสมผสานตำบลแจ้ห่มหลวงส่วนมากเป็นการปลูกพืชบนพื้นที่สูง นอกจากจะอาศัยน้ำฝนตามฤดูกาลแล้ว แหล่งน้ำที่ใช้เป็นระบบน้ำประปาภูเขา โดยการขุดบ่อน้ำหรือฝายทดน้ำจากลำน้ำธรรมชาติ วางระบบท่อส่งน้ำไปยังพื้นที่เกษตรกรรม ค่าใช้จ่ายในการปลูกพืชเกษตรผสมผสานประกอบด้วยค่าการเช่าที่ดิน ค่าเตรียมดิน การจัดการน้ำ ค่าเมล็ดพันธุ์ ค่าจ้างปลูก ค่าปุ๋ย ค่ากำจัดวัชพืช ค่าเก็บเกี่ยว โดยที่ปัจจัยการผลิตที่สูงที่สุดเป็นค่าเก็บเกี่ยวผลผลิต ร้อยละ 24 รองลงมาเป็นค่าปุ๋ย ร้อยละ 23 ค่าจ้างปลูก ร้อยละ 18 ค่าเตรียมดิน ร้อยละ 15 ค่าเมล็ดพันธุ์ ร้อยละ 8 ค่ากำจัดวัชพืช และค่าจัดการน้ำ ร้อยละ 6 ผลผลิตที่ได้จากการปลูกพืชเกษตรผสมผสาน เท่ากับ ไร่ละ 670.78 กก รายรับที่เกษตรกรได้รับเมื่อเทียบกับการลงทุนต่อ 1 ไร่ อยู่ที่ ไร่ละ 3,366.7 บาท และมีการขายผลผลิตเฉลี่ยได้ ไร่ละ 9,371.8 บาท

ตารางที่ 4- 20 ต้นทุนเกษตรผสมผสาน บ้านจันทร์

ค่าเช่าที่ดิน (บาท/ไร่)	ค่าเตรียมดิน/ไร่ (บาท)	ค่าจัดการน้ำ (บาท/ไร่)	เมล็ดพันธุ์ (กก/ไร่) (บาท/ไร่)	ราคาเมล็ดพันธุ์ (บาท/ไร่)	ค่าจ้างปลูก (บาท/ไร่)	ค่าปุ๋ย (บาท/ไร่)	ค่ากำจัดวัชพืช (บาท/ไร่)	ค่าเก็บเกี่ยวผลผลิต (บาท/ไร่)	ผลผลิต (กก/ไร่)	ราคาขาย (บาท/ไร่)	ต้นทุน (บาท/ไร่)
0	1,445	180	9	1,347.3	0	694.1	884.2	2,000	1,060.1	12,145.6	5,084.3
n=9	n=7	n=1	n=9	n=7	n=9	n=7	n=6	n=1	n=9	n=9	n=9

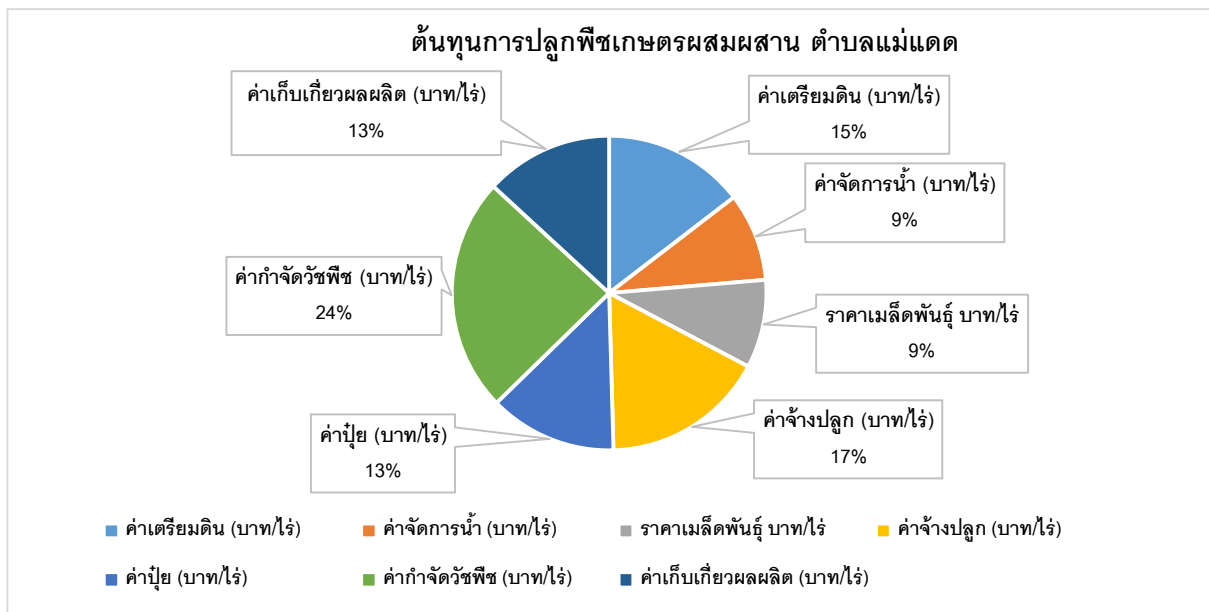


รูปที่ 4- 37 ต้นทุนการปลูกพืชเกษตรผสมผสาน ตำบลบ้านจันทร์

จากการสัมภาษณ์เกษตรกรในพื้นที่ตำบลบ้านจันทร์ ตั้งอยู่ในอำเภอกัลยาณิวัฒนา เกษตรกรมีการปลูกพืชเกษตรผสมผสานที่นอกเหนือจากข้าวที่ปลูกเพื่อไว้บริโภคอย่างเดียว ได้มีการปลูกพืชเกษตรผสมผสานหมุนเวียนหลากหลายชนิดในพื้นที่ทำการเกษตรของตนเอง ได้แก่ ข้าวโพดหวาน พักทอง พักทองญี่ปุ่น สาลี่ อโวคาโด บัวย เครพูกูเบอร์รี เสารส คะน้า ผักชี ผักเขียวปลี กะหล่ำปลี กะหล่ำหัวใจ ผักกาดลู้ย และถั่วลิสง เป็นต้น พื้นที่ในการปลูกพืชเกษตรผสมผสานตำบลบ้านจันทร์ ส่วนมากเป็นการปลูกพืชบนพื้นที่สูง นอกจากจะอาศัยน้ำฝนตามฤดูกาลแล้ว แหล่งน้ำที่ใช้เป็นระบบน้ำประปาภูเขา โดยการขุดบ่อน้ำหรือฝายทดน้ำจากลำน้ำธรรมชาติ วางระบบท่อส่งน้ำไปยังพื้นที่เกษตรกรรม ค่าใช้จ่ายในการปลูกพืชเกษตรผสมผสานประกอบด้วย ค่าเช่าที่ดิน ค่าเตรียมดิน การจัดการน้ำ ค่าเมล็ดพันธุ์ ค่าจ้างปลูก ค่าปุ๋ย ค่ากำจัดวัชพืช ค่าเก็บเกี่ยว โดยที่ปัจจัยการผลิตที่สูงที่สุด จะเป็นค่าเก็บเกี่ยวผลผลิต ร้อยละ 30 รองลงมาเป็นค่าเตรียมดิน ร้อยละ 22 ค่าเมล็ดพันธุ์ ร้อยละ 21 ค่ากำจัดวัชพืช ร้อยละ 13 ค่าปุ๋ย ร้อยละ 11 ค่าจัดการน้ำ ร้อยละ 3 และค่าจ้างปลูกไม่พบผลผลิตที่ได้จากการปลูกพืชเกษตรผสมผสาน เท่ากับ ไร่ละ 1,060.1 กก รายรับที่เกษตรกรได้รับเมื่อเทียบกับการลงทุนต่อ 1 ไร่ อยู่ที่ ไร่ละ 5,084.3 บาท และมีการขายผลผลิตเฉลี่ยได้ ไร่ละ 12,145.6 บาท

ตารางที่ 4- 21 ต้นทุนเกษตรผสมผสาน แม่แดด

ค่าเช่า ที่ดิน (บาท/ ไร่)	ค่า เตรียม ดิน/ไร่ (บาท)	ค่า จัดการ น้ำ (บาท/ ไร่)	เมล็ด พันธุ์ (กก/ ไร่)	ราคา เมล็ด พันธุ์ (บาท/ ไร่)	ค่าจ้าง ปลูก (บาท/ ไร่)	ค่าปุ๋ย (บาท/ ไร่)	ค่า กำจัด วัชพืช (บาท/ ไร่)	ค่าเก็บ เกี่ยว ผลผลิต (บาท/ ไร่)	ผลผลิต (กก/ ไร่)	ราคา ขาย (บาท/ไร่)	ต้นทุน (บาท/ไร่)
0	4,550	2,833.33	13.83	5,250	4,100	7,537.3	4,103.7	11,500	3,360	123,733.3 4	30,564.37
n=5	n=5	n=5	n=5	n=2	n=4	n=5	n=5	n=3	n=5	n=5	n=5



รูปที่ 4- 38 ต้นทุนการปลูกพืชเกษตรผสมผสาน ตำบลแม่แดด

จากการสัมภาษณ์เกษตรกรในพื้นที่ตำบลแม่แดด ตั้งอยู่ในอำเภอกัลยาณิวัฒนา เกษตรกรที่สัมภาษณ์ทุกรายปลูกสตอเบอร์รี่เป็นหลักและมีพืชผักที่ปลูกในคนละพื้นที่ ได้แก่ สตอเบอร์รี่พันธุ์ 329 ,พันธุ์ 80 กะหล่ำปลี และผักกาดลู้ย เป็นต้น พื้นที่ในการปลูกพืชเกษตรผสมผสาน ตำบลแม่แดด ส่วนมากเป็นการปลูกพืชบนพื้นที่สูง นอกจากจะอาศัยน้ำฝนตามฤดูกาลแล้ว แหล่งน้ำที่ใช้เป็นระบบน้ำประปาภูเขา โดยการชุดบ่อน้ำหรือฝายทดน้ำจากลำน้ำธรรมชาติ วางระบบท่อส่งน้ำไปยังพื้นที่เกษตรกรรม ค่าใช้จ่ายในการปลูกพืชเกษตรผสมผสานประกอบด้วยค่าการเช่าที่ดิน ค่าเตรียมดิน การจัดการน้ำ ค่าเมล็ดพันธุ์ ค่าจ้างปลูก ค่าปุ๋ย ค่ากำจัดวัชพืช ค่าเก็บเกี่ยว โดยที่ปัจจัยการผลิตที่สูงที่สุดเป็นค่ากำจัดวัชพืช ร้อยละ 24 รองลงมาเป็นค่าจ้างปลูก ร้อยละ 17 ค่าเตรียมดิน ร้อยละ 15 ค่าเก็บเกี่ยวผลผลิต และค่าปุ๋ยเท่ากัน คือร้อยละ 13 ค่าจัดการน้ำ และค่าเมล็ดพันธุ์เท่ากัน คือร้อยละ 9 จากการสอบถามเกษตรกรมีรายได้หลักมาจากการปลูกสตอเบอร์รี่ มีการให้น้ำตลอดการเพาะปลูก มีการใช้ปุ๋ย ยาฆ่าแมลงและยาฆ่าหญ้าในปริมาณที่สูงมากจึงมีต้นทุนสูง ผลผลิตที่ได้จากการปลูกพืชเกษตรผสมผสาน เท่ากับ ไร่ละ 3,360 กก รายรับที่เกษตรกรได้รับเมื่อเทียบกับการลงทุนต่อ 1 ไร่ อยู่ที่ ไร่ละ 30,564.37 บาท และมีการขายผลผลิตเฉลี่ยได้ ไร่ละ 123,733.34 บาท

ตารางที่ 4- 22 เปรียบเทียบต้นทุนของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ รายตำบล

ตำบล	ค่าเช่าที่ดิน (บาท/ไร่)	ค่าเตรียม ดิน/ไร่ (บาท)	ค่าจัดการ น้ำ (บาท/ ไร่)	เมล็ดพันธุ์ (กก/ไร่)	ราคาเมล็ด พันธุ์ บาท/ ไร่	ค่าจ้างปลูก (บาท/ไร่)	ค่าปุ๋ย (บาท/ไร่)	ค่ากำจัด วัชพืช (บาท/ไร่)	ค่าเก็บเกี่ยว ผลผลิต (บาท/ไร่)	ผลผลิต (กก/ไร่)	ราคาขาย (บาท/ไร่)	ต้นทุน (บาท/ไร่)
แม่ศึก	0	217	0	3.7	503	2001	1,172	323	398	876	3,583	2,494
แม่นาจร	0	285	0	2.9	408	235	1,499	467	184	1,049	4,416	2,451
ท่าผา	0	0	0	3.2	285	361	1,211	197	937	934	3,786	2,793
ปางหินฝน	0	41	0	3.2	487.05	200	2096.29	509	318.18	1313.22	5463.11	3182.1
กองแขก	1000	2,683	140	3.0	429	254	2,446	223	943	696.11	6,323	4,071
บ้านหับ	1000	369	0	5.6	412.5	938	1,594	319	550	696.11	5,732	2,810
ช่างเคิ่ง	0	0	0	3.4	337.5	0	1,370.42	179.1	100	1,025	4,332.50	1,987.08
แม่แดด	0	700	0	9.0	337.5	500	2261.67	319.58	937.5	2083.33	7633.33	3878.13

ตารางที่ 4- 23 เปรียบเทียบต้นทุนของข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ รายตำบล

ตำบล	ค่าเช่า ที่ดิน (บาท/ไร่)	ค่าเตรียม ดิน/ไร่ (บาท)	ค่าจัดการ น้ำ (บาท/ ไร่)	เมล็ดพันธุ์ (กก/ไร่)	ราคาเมล็ด พันธุ์ บาท/ไร่	ค่าจ้าง ปลูก (บาท/ไร่)	ค่าปุ๋ย (บาท/ไร่)	ค่ากำจัด วัชพืช (บาท/ไร่)	ค่าเก็บ เกี่ยว ผลผลิต (บาท/ไร่)	ผลผลิต (กก/ไร่)	ราคาขาย (บาท/ไร่)	ต้นทุน (บาท/ไร่)
ท่าผา	1,500	300	0	2.5	425	600	1,065	577.5	750	800	2,660	2,198.33
กองแขก	0	300	0	4.0	800	0	875	400	500	1,000	3,175	1,071
ช้างเคื่อง	1,750	1,500	0	2.22	455	900	1,733.57	654.86	1,022.22	1,852.38	7,508.89	3,520.17

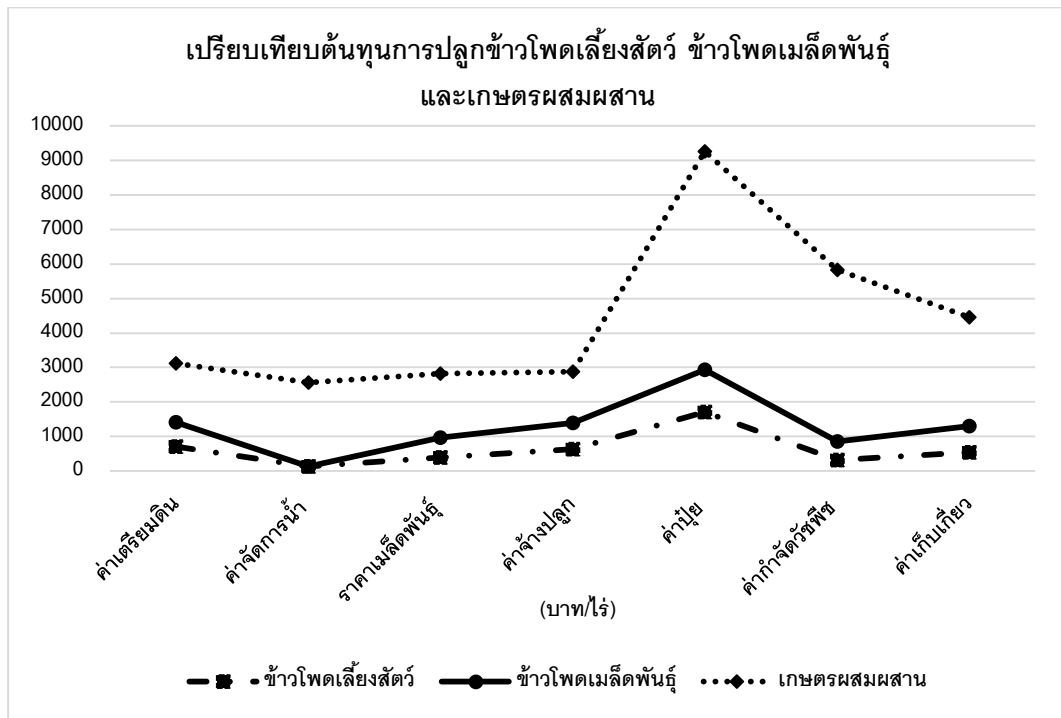
ตารางที่ 4- 24 เปรียบเทียบต้นทุนของเกษตรกรผสมผสาน รายตำบล

ตำบล	ค่าเช่าที่ดิน (บาท/ไร่)	ค่าเตรียม ดิน/ไร่ (บาท)	ค่าจัดการ น้ำ (บาท/ ไร่)	เมล็ดพันธุ์ (กก/ไร่)	ราคาเมล็ด พันธุ์ บาท/ ไร่	ค่าจ้างปลูก (บาท/ไร่)	ค่าปุ๋ย (บาท/ไร่)	ค่ากำจัด วัชพืช (บาท/ไร่)	ค่าเก็บเกี่ยว ผลผลิต (บาท/ไร่)	ผลผลิต (กก/ ไร่)	ราคาขาย (บาท/ไร่)	ต้นทุน (บาท/ไร่)
แม่ศึก	0	674	1,090	75.7	5,470.56	3,354.17	9,863.89	2,389.63	1,625	8,351.85	59,713.60	22,547.30
ท่าผา	750	600	0	1	850	1,200	2,220	2,200	1,500	1,500	5,250	9,320
ปางหินฝน	0	0	11,000	29.75	1,501.20	0	9,780	21,100	0	11,200	21,380	22,255
กองแขก	0	925	1,050	112.5	1,250.50	250	5,532.50	5,990.83	2,666.67	5,116.67	27,005	17,840.83
บ้านทับ	0	0	0	170	686.19	0	14,570	5,310	0	10,640	43,020	31,320
ช่างเคิ่ง	0	3,000	540	16.3	3.5	600	5,740	2,520	1,666.67	4,882. 67	18,565.90	14,314.67
แจ่มหลวง	125	726.9	281.25	27.6	377.9	875	1,119.71	291	1,146.50	670.78	9,371.80	3,366.70
บ้านจันทร์	0	1,445	180	9	1,347.30	0	694.1	884.2	2,000	1,060.10	12,145.60	5,084.30
แม่แดด	0	4,550	2,833.33	13.83	5,250	4,100	7,537.30	4,103.70	11,500	3,360	123,733.34	30,564.37

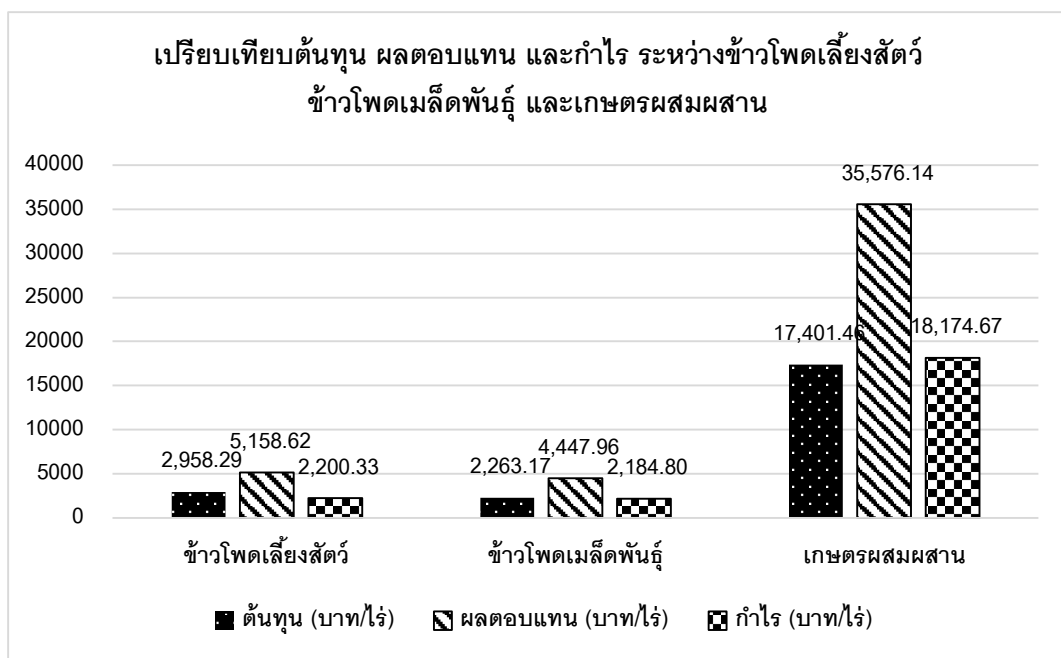
ต้นทุนโดยรวมของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จากการสุ่มตัวอย่าง พบว่า เกษตรกรตำบลแม่แดด มีต้นทุนสูงสุด คือ 3,878.13 บาท/ไร่ และต่ำที่สุด คือ เกษตรกรตำบลช้างเคื่อง เท่ากับ 1,987.08 บาท/ไร่ สำหรับต้นทุนของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ พบว่า เกษตรกรตำบลช้างเคื่อง มีต้นทุนสูงสุด คือ 3,520.17 บาท/ไร่ และต่ำที่สุด คือ เกษตรกรตำบลกองแขก เท่ากับ 1,071 บาท/ไร่ นอกจากนี้ ต้นทุนของเกษตรกรผู้ปลูกเกษตรผสมผสาน พบว่า เกษตรกรตำบลแม่แดด มีต้นทุนสูงสุด คือ 30,564.37 บาท/ไร่ และต่ำที่สุด คือ เกษตรกรตำบลท่าผา เท่ากับ 9,320 บาท/ไร่ แต่อย่างไรก็ตาม ต้นทุนของการปลูกเกษตรผสมผสานในแต่ละตำบลไม่สามารถเปรียบเทียบกันได้ เนื่องจาก ชนิดของพืชที่เกษตรกรเลือกปลูกมีความแตกต่างกัน ซึ่งส่งผลให้ต้นทุนมีความแตกต่างกันไปด้วย

4.3 การเปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทนของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ และเกษตรผสมผสาน

ค่าใช้จ่ายในกระบวนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ และเกษตรผสมผสาน ประกอบด้วย ค่าเช่าที่ดิน ค่าเตรียมดิน ค่าจัดการน้ำ ราคาเมล็ดพันธุ์ ค่าจ้างปลูก ค่าปุ๋ย ค่ากำจัดวัชพืช ค่าเก็บเกี่ยว ผลผลิต จากกราฟจะเห็นได้ว่าต้นทุนการผลิตจะมีค่าปุ๋ยเป็นปัจจัยที่สูงที่สุด ซึ่งต้นทุนการผลิต 3 อันดับแรกของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และข้าวโพดเมล็ดพันธุ์เหมือนกัน คือ ค่าปุ๋ย ค่าเตรียมดิน และค่าจ้างปลูก ต้นทุนการผลิต 3 อันดับแรกของเกษตรผสมผสาน คือ ค่าปุ๋ย ค่ากำจัดวัชพืช และค่าเก็บเกี่ยว การปลูกพืชเกษตรผสมผสานต้องทำอย่างประณีตและราคาขายให้ผลตอบแทนที่ดีกว่าการปลูกข้าวโพด จากการสัมภาษณ์เกษตรกรส่วนใหญ่จึงคิดว่าการที่จะได้ผลตอบแทนเพิ่มจะต้องทำการเพิ่มปริมาณการใส่ปุ๋ย สารเคมี และจะต้องทำการขยายพื้นที่ซึ่งจะเป็นปัญหาอย่างมาก เนื่องจากพื้นที่บริเวณลุ่มน้ำแม่แจ่มเกือบทั้งลุ่มน้ำเป็นพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติ และการปลูกข้าวโพดเป็นการเร่งให้พื้นที่เสื่อมสภาพเร็ว และประกอบกับพื้นที่เป็นตลาดชั้นสามารถกักเก็บธาตุอาหารได้น้อย และง่ายต่อการพังทลายของหน้าดิน ซึ่งหลักฐานเหล่านี้ ปรากฏให้เห็นแล้วจากคุณสมบัติของดิน และปัญหาขณะนี้เริ่มปรากฏให้เกษตรกรและประชาชนในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่มคือ การที่สภาพอากาศเริ่มแปรปรวน และแนวโน้มของปริมาณฝนเริ่มลดลง



รูปที่ 4- 39 เปรียบเทียบต้นทุนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ และเกษตรกรผสมผสาน



รูปที่ 4- 40 เปรียบเทียบต้นทุน ผลตอบแทน และกำไร ระหว่างข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ และเกษตรกรผสมผสาน

ตารางที่ 4- 25 เปรียบเทียบ B/C ratio ระหว่างข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ และเกษตรผสมผสาน

	ต้นทุน (บาท/ไร่)	ผลตอบแทน (บาท/ไร่)	กำไร (บาท/ไร่)	B/C ratio
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	2,958.29	5,158.62	2,200.33	1.74
ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์	2,263.17	4,447.96	2,184.80	1.97
เกษตรผสมผสาน	17,401.46	35,576.14	18,174.67	2.04

เมื่อเปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทน ระหว่างข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ และเกษตรผสมผสาน ก็สอดคล้องกันว่า การปลูกพืชเกษตรผสมผสานให้ผลตอบแทนที่ดีกว่า คือ ได้กำไรไร่ละ 18,174.67 บาท รองลงมาเป็นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ไร่ละ 2,200.33 บาท และข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ไร่ละ 2,184.80 บาท ซึ่งมีกำไรใกล้เคียงกัน และเมื่อเปรียบเทียบ B/C ratio จะเห็นว่า การปลูกเกษตรผสมผสาน มีค่าเท่ากับ 2.04 ซึ่งมีความคุ้มค่ามากกว่าการปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ส่วนมากพื้นที่ปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์เป็นพื้นที่ที่ไม่ไกลจากบ้านเกษตรกร ทางคมนาคมสะดวก ส่วนพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ส่วนมากเป็นพื้นที่ที่ค่อนข้างเข้าถึงลำบาก เส้นทางคมนาคมไม่สะดวก จึงทำให้มีค่าการลงทุนที่ค่อนข้างสูงกว่าข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ การปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์เป็นรูปแบบของเกษตรพันธสัญญาทั้งหมดซึ่งเกษตรกรต้องจัดการแปลงข้าวโพดตามเงื่อนไขของบริษัท อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แล้ว ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ให้ราคาต่อกิโลกรัมที่สูงกว่า แต่การดูแลและการเอาใจใส่ก็มากกว่าการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

บทที่ 5

การประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ที่ดิน

5.1 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์และปัจจัยที่มีผลต่อการสะสมคาร์บอนในดินในพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และข้าวโพดเมล็ดพันธุ์

5.1.1 การคำนวณความหนาแน่นของคาร์บอนที่สะสมในดิน (soil organic carbon density; SOCD)

การเก็บตัวอย่างดินในพื้นที่ศึกษาลุ่มน้ำแม่แจ่ม จำนวนทั้งสิ้น 129 ตัวอย่าง การใช้ประโยชน์ที่ดินส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ โดยมีความสูงจากระดับทะเล (elevation) ในช่วง 400-1500 m ตัวอย่างดินได้ถูกเก็บ 3 ชั้นความลึก คือ 0-10 cm, 10-20 cm และ 20-30 cm คุณสมบัติของดินทั้งทางกายภาพและเคมี ที่มีการตรวจวัดและถูกวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ คือ Soil Moisture (%), Bulk Density (Mg m^{-3}), Sand (%), Silt (%), Clay (%), Finer soil particles (Clay plus Silt) (%), Soil texture, pH, Soil organic carbon (g kg^{-1}), CaCO_3 (mg kg^{-1}), Available Phosphorous (mg kg^{-1}) และ Exchangeable Potassium

การคำนวณ SOCD ได้คำนวณ ตามสมการของ Zhang et al., (2008) ดังนี้

$$\text{SOCD}_h = \sum_{i=1}^n L_i \times \text{SOC}_i \times \rho_{bi} \times (1 - F_i/100) \times 100$$

เมื่อ SOCD_h คือ The total amount of soil organic carbon และ ความลึก h per unit area (Mg C ha^{-1})

n คือ The number of layer considered

i คือ The i^{th} layer

L_i คือ The thickness (cm)

SOC_i คือ SOC concentration (g kg^{-1})

ρ_{bi} คือ Bulk density (Mg m^{-3})

F_i คือ The proportion (%) of coarse ($> 2 \text{ mm}$) fragments in the i^{th} layer

5.1.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์และการอภิปรายผลการศึกษ ได้ทำการแบ่งค่าความสูงจากระดับทะเลของตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างดิน เป็น 3 classes คือ Class 1 คือ 400-800 m, Class 2 คือ 800-1200 m, และ Class 3 คือ 1200-1500 m และวิเคราะห์เปรียบเทียบ 3 ชั้นความลึก คือ 0-10 cm, 10-20 cm และ 20-30 cm ในการวิเคราะห์ทางสถิติได้ใช้ SPSS version 20 ในการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ใช้ Kolmogorov-Smirnov (K-S) test เพื่อทดสอบการแจกแจงของข้อมูลเชิงปริมาณว่ามีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่ ใช้ Runs และ Levene tests เพื่อยืนยันว่า sample independence และ homogeneity of variance ใช้ One-way analysis of variance (ANOVA) เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของ SOCD ในแต่ละ elevation และ soil layer ใช้ step-wise multiple regression analysis เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของ SOCD กับคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดิน เพื่อแก้ปัญหา Multicollinearity ในกรณีที่ใช้การวิเคราะห์ Multiple Linear Regression โดยจะทำการตรวจสอบระดับ Multicollinearity ด้วยค่า Variance Inflation Factor (VIF) ซึ่งหาก VIF มากกว่า 10 จะถือว่า เกิดปัญหา Multicollinearity อย่างไรก็ตาม การแก้ปัญหา Multicollinearity ที่นิยมใช้กันมากที่สุด คือ ใช้วิธี Stepwise regression ในการสร้างสมการแบบถดถอย เนื่องจากวิธีนี้ได้นำข้อดีของ Forward selection และ Backward elimination มาใช้เพื่อช่วยขจัดปัญหาการเกิด Multicollinearity

5.1.3 คุณสมบัติของดินในพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และข้าวโพดเมล็ดพันธุ์

โดยภาพรวม พบว่า ค่า Bulk density อยู่ระหว่าง 1.21-1.89 Mg m⁻³ เฉลี่ย คือ 1.55 Mg m⁻³ ค่า Soil moisture มีค่าอยู่ระหว่าง 3.73-46.10% มีค่าเฉลี่ย 17.40% เนื้อดิน ประกอบด้วย Sand มีค่าอยู่ระหว่าง 16.67-70.67% เฉลี่ย 40.42 % Silt มีค่าอยู่ระหว่าง 8.67-38.00% เฉลี่ย 20.08% และ Clay มีค่าอยู่ระหว่าง 13.33-70.00% เฉลี่ย 39.51% ดังนั้น ในภาพรวมของพื้นที่ศึกษาเนื้อดินเป็นดินร่วนปนเหนียว (Clay Loam) ค่า Fine particles (clay plus silt) มีค่าอยู่ระหว่าง 29.33-83.33% เฉลี่ย 59.58% ค่า pH มีค่าอยู่ระหว่าง 4.20-7.60 เฉลี่ย 5.42 ค่า SOC มีค่าอยู่ระหว่าง 5.57-58.10 g kg⁻¹ เฉลี่ย 22.65 g kg⁻¹ ในขณะที่ ปริมาณ CaCO₃ มีค่าอยู่ระหว่าง 108.67-5846.00 mg kg⁻¹ เฉลี่ย 1381.56 mg kg⁻¹ ปริมาณ Available Phosphorous และ Exchangeable Potassium มีค่าอยู่ระหว่าง 1.67-672.00 และ 67.67-881.33 mg kg⁻¹ เฉลี่ย 71.45 และ 284.68 mg kg⁻¹ ตามลำดับ ค่า SOCD มีค่าอยู่ระหว่าง 30.40-213.33 Mg C ha⁻¹ โดยมีค่าเฉลี่ย 101.27 Mg C ha⁻¹

เมื่อพิจารณาคุณสมบัติของดินในแต่ละ class พบว่า Soil moisture มีค่าสูงที่สุด (31.66%) ใน class 3 ซึ่งมีความสูงอยู่ในช่วง 1200-1500 เมตรจากระดับน้ำทะเล รองลงมาคือ class 2 (800-1200 เมตร) และ

class 1 (400-800 เมตร) ตามลำดับ ค่า Bulk density พบว่า มีค่าลดลงเมื่อพื้นที่อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลมากขึ้น ซึ่งพบว่า ค่า Bulk density น้อยที่สุดใน class 3 (1.43 Mg m^{-3}) รองลงมา คือ class 2 (1.56 Mg m^{-3}) และ class 1 (1.59 Mg m^{-3}) ตามลำดับ ปริมาณ Sand ต่ำในพื้นที่สูง ซึ่งพบว่า class 3 มีปริมาณ Sand เฉลี่ย 31.54% ในขณะที่ class 1 มีปริมาณ Sand เฉลี่ย 42.37% ในทางกลับกัน ปริมาณ Clay สูงในพื้นที่ที่อยู่สูงจากระดับน้ำทะเล ซึ่งพบว่า class 3 มีปริมาณ clay สูงที่สุด (47.29%) รองลงมา คือ class 2 (38.18%) และ class 1 (37.42%) ตามลำดับ ในขณะที่ Fine particles พบ มีปริมาณสูงที่สุดใน class 2 (67.45%) รองลงมา คือ class 1 (55.98%) และ class 3 (51.42%) ตามลำดับ สำหรับเนื้อดิน พบว่า class 1 ส่วนใหญ่เป็นดินเหนียว class 2 เป็นดินร่วนปนเหนียว และ class 3 เป็นดินเหนียว ค่า pH พบว่า class 3 มีสภาพเป็นกรดสูง (pH 4.98) เมื่อเทียบกับ class 2 (pH 5.50) และ class 1 (pH 5.52) ปริมาณ CaCO_3 และ Available Phosphorous พบมากที่สุด ใน class 2 เฉลี่ย $1650.33 \text{ mg kg}^{-1}$ และ $113.37 \text{ mg kg}^{-1}$ ตามลำดับ ในขณะที่ ปริมาณ CaCO_3 พบน้อยที่สุดใน class 3 เฉลี่ย 1090 mg kg^{-1} และ Available Phosphorous พบน้อยที่สุดใน class 1 เฉลี่ย 30.25 mg kg^{-1} ในส่วนของปริมาณ Exchangeable Potassium พบว่า มีค่าลดลงเมื่อความสูงจากระดับน้ำทะเลเพิ่มขึ้น ซึ่งพบว่า class 1 มีค่ามากที่สุด เฉลี่ย $291.93 \text{ mg kg}^{-1}$ รองลงมาคือ class 2 และ class 3 เฉลี่ย $281.86 \text{ mg kg}^{-1}$ และ $273.46 \text{ mg kg}^{-1}$ ตามลำดับ สิ่งที่น่าสนใจ คือ ค่า SOC concentration และ SOCD จะเพิ่มขึ้นในพื้นที่ที่อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลมากขึ้น ในการศึกษาพบว่า ค่า SOC concentration และ SOCD มีค่ามากที่สุด ใน class 3 คือ เฉลี่ย 37.89 g kg^{-1} และ $156.66 \text{ Mg C ha}^{-1}$ ตามลำดับ รองลงมา คือ class 2 เฉลี่ย 24.31 g kg^{-1} และ $111.12 \text{ Mg C ha}^{-1}$ ตามลำดับ และ น้อยที่สุดใน class 1 เฉลี่ย 14.76 g kg^{-1} และ $69.13 \text{ Mg C ha}^{-1}$ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 5-1

นอกจากนี้ การเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน โดยแบ่งตามระดับความลึก ในแต่ละ class ดังแสดงในตารางที่ 5-2 พบว่า Soil moisture มีค่าสูงในระดับชั้นดินที่ลึกลงไป และในพื้นที่ที่อยู่สูงจากระดับน้ำทะเล โดยพบว่า ในชั้นดินที่ 3 (Layer 3) ของ class 3 มีค่า Soil moisture สูงที่สุด (29.46%) เมื่อเทียบกับชั้นดิน และ class อื่น ๆ ในขณะที่ Bulk density พบว่า มีค่าต่ำในชั้นดินที่ 1 และจะมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ โดยพบค่าสูงสุดในชั้นดินที่ 3 ของทุก ๆ class สำหรับปริมาณ Sand พบว่า ชั้นดินที่ 1 มีปริมาณ Sand สูงที่สุด และลดลงเรื่อย ๆ ในชั้นที่ดินที่ลึกลงไป ในทางตรงกันข้าม พบว่า ปริมาณ Silt Clay และ Fine particles มีค่าสูงที่สุดในชั้นดินล่าง (Layer 3) และน้อยที่สุดในชั้นดินบน (Layer 1) อย่างไรก็ตาม ปริมาณ Clay จะปริมาณที่มากกว่า ปริมาณ Silt ในทุก ๆ ชั้นดิน และทุก ๆ class สำหรับเนื้อดิน พบว่า ชั้นดินที่ 1 ส่วนใหญ่จะเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย (Sandy Clay Loam) ชั้นดินที่ 2 เป็นดินร่วนปนเหนียว (Clay Loam) และชั้นดินที่ 3 เป็นดินเหนียว (Clay) อย่างไรก็ตาม ชั้นดินที่ 3 ของทุก ๆ class เนื้อดินจะเป็นดินเหนียว

สำหรับค่า pH พบว่า ชั้นดินด้านล่างจะมีความเป็นกรดจัดกว่าชั้นดินด้านบน ในขณะที่ปริมาณ CaCO_3 , Available Phosphorous และ Exchangeable Potassium พบว่ามีปริมาณมากในดินชั้นที่ 1 และมีปริมาณที่ลดลงเมื่อมีความลึกมากขึ้น สำหรับ ค่า SOC concentration และ SOCD พบว่า มีค่าสูงในดินชั้นที่ 1 และจะลดลงในชั้นดินที่ลึกลงไป

ตารางที่ 5- 1 คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินแบ่งตามระดับความสูงจากระดับทะเล (Class 1 = 400-800 m, Class 2 = 800-1200 m, และ Class 3 = 1200-1500 m)

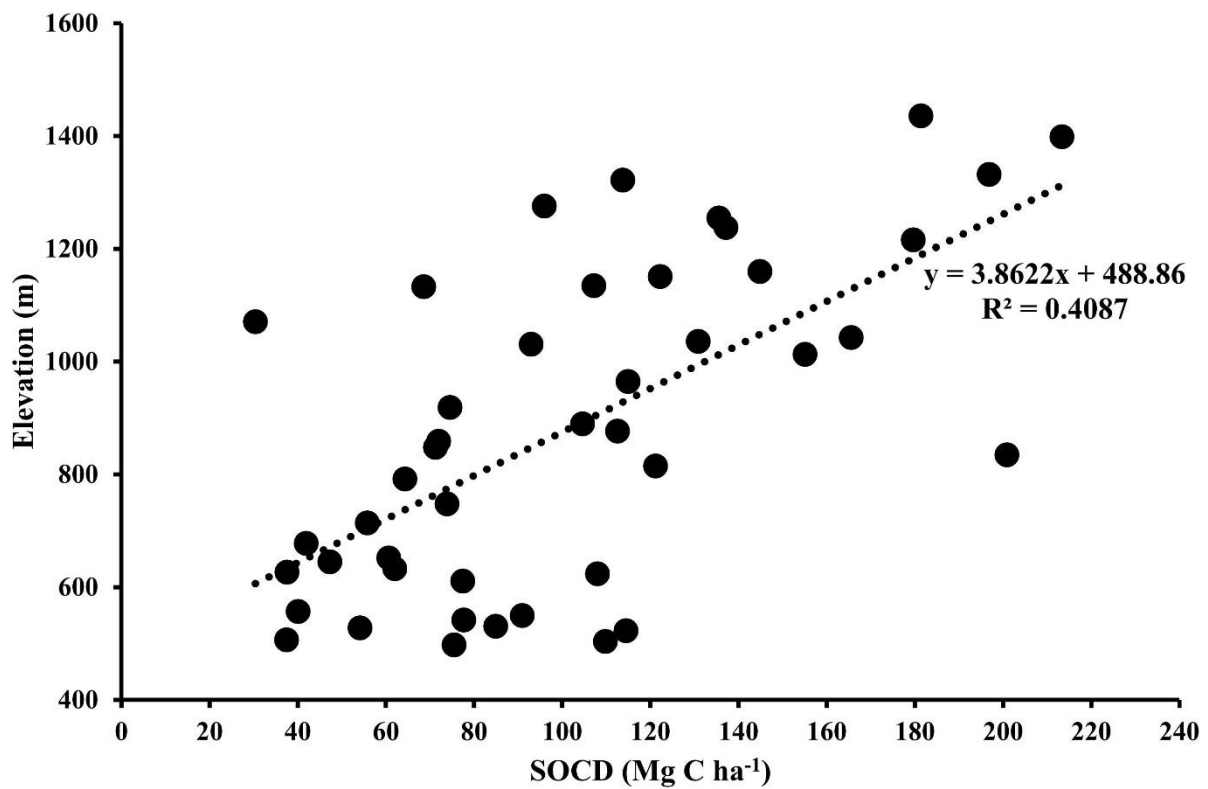
Class	Elevation (m)	Soil Moisture (%)	BD (Mg m ⁻³)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Clay plus Silt (%)	Soil texture	pH	SOC (g kg ⁻¹)	CaCO ₃ (mg kg ⁻¹)	Avail. P (mg kg ⁻¹)	Exch. K (mg kg ⁻¹)	SOCD (Mg C ha ⁻¹)
Class 1	603.37±87.16	9.00±4.06	1.59±0.13	42.37±14.61	20.21±6.35	37.42±11.90	55.98±13.52	C	5.52±0.78	14.76±4.66	1263.84±1042.34	30.25±66.25	291.93±216.70	69.13±24.44
Class 2	987.12±119.96	25.97±10.83	1.56±0.16	42.41±15.68	19.41±5.84	38.18±14.92	67.45±14.71	CL	5.50±0.72	24.31±9.37	1650.33±1231.21	113.37±171.92	281.86±166.58	111.12±41.74
Class 3	1309.25±78.03	31.66±6.54	1.43±0.17	31.54±12.17	21.17±8.26	47.29±11.95	51.42±11.91	C	4.98±0.44	37.89±12.91	1090.00±563.49	80.25±74.83	273.46±130.50	156.66±41.96

BD = Bulk Density; CL = Clay Loam; C = Clay; SOC = Soil Organic Carbon; Avail. P = Available Phosphorous; Exch. K = Exchangeable Potassium; SOCD = Soil Organic Carbon Density

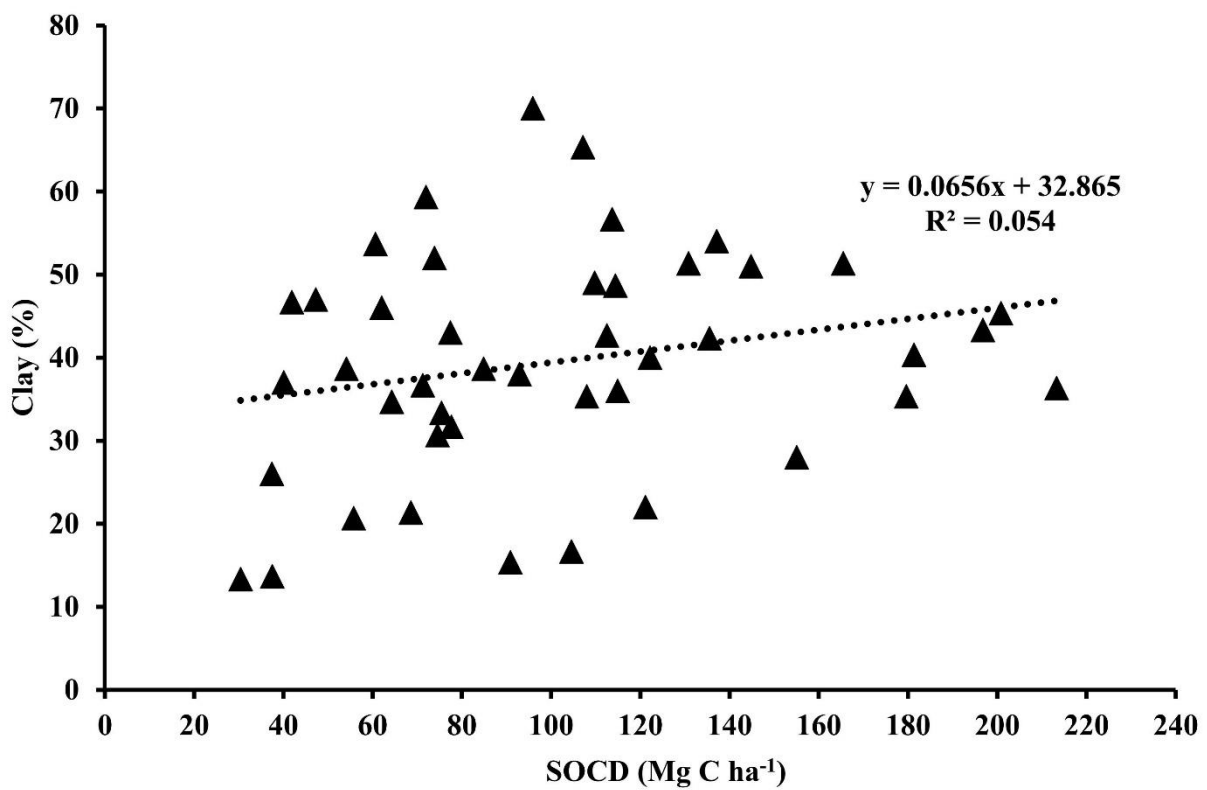
ตารางที่ 5- 2 คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินแบ่งตามระดับความลึก

Layer	Class	Soil Moisture (%)	BD (Mg m ⁻³)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Clay plus Silt (%)	Soil texture	pH	SOC (g kg ⁻¹)	CaCO ₃ (mg kg ⁻¹)	Avail. P (mg kg ⁻¹)	Exch. K (mg kg ⁻¹)	SOCD (Mg C ha ⁻¹)
Layer 1 (0-10 cm)	Class 1	8.26±4.33	1.48±0.14	47.74±15.21	21.89±6.34	30.37±12.48	52.26±15.21	SCL	5.66±0.86	24.02±8.36	1464.68±1165.84	65.68±148.98	415.42±368.70	35.39±12.09
	Class 2	21.25±11.87	1.50±0.21	45.71±14.22	21.06±5.30	33.24±12.75	54.29±14.22	SCL	5.61±0.78	33.49±15.32	1974.06±1058.90	236.47±357.67	378.94±192.12	49.06±22.02
	Class 3	28.88±6.57	1.37±0.20	34.63±11.56	22.25±8.24	43.13±10.88	65.38±11.56	C	4.60±0.44	52.78±15.63	1234.25±735.39	183.63±161.60	401.50±194.48	70.00±12.92
Layer 2 (10-20 cm)	Class 1	7.37±4.00	1.60±0.15	41.79±15.98	20.00±6.83	38.21±13.00	58.21±15.98	CL	5.51±0.89	12.39±6.46	1248.84±1228.69	22.68±55.07	284.42±259.33	20.13±11.49
	Class 2	22.55±11.88	1.61±0.17	41.82±15.69	19.88±6.42	38.29±15.70	15.69±58.18±	CL	5.39±0.82	23.64±10.94	1424.18±931.46	76.65±152.51	280.76±201.22	37.32±16.86
	Class 3	28.94±5.97	1.47±0.17	30.63±12.89	21.00±8.28	48.38±12.20	69.38±12.89	C	4.90±0.43	34.84±11.77	929.63±635.34	39.13±53.36	235.25±128.43	51.01±17.79
Layer 3 (20-30 cm)	Class 1	10.78±4.39	1.68±0.19	37.58±14.70	18.74±6.84	43.68±13.38	62.42±14.70	C	5.39±0.90	7.87±5.52	1078.00±990.18	2.37±3.11	175.95±103.48	13.61±10.13
	Class 2	25.92±11.55	1.58±0.20	39.71±19.51	17.29±7.41	43.00±18.43	60.29±19.51	C	5.51±0.91	15.79±11.61	1552.76±1973.97	27.00±79.85	185.88±138.18	24.74±17.76
	Class 3	29.46±5.89	1.46±0.21	29.38±12.24	20.25±8.58	50.38±13.15	70.63±12.24	C	5.43±0.59	26.05±19.91	1106.13±614.69	18.00±40.61	183.63±108.23	35.65±23.15

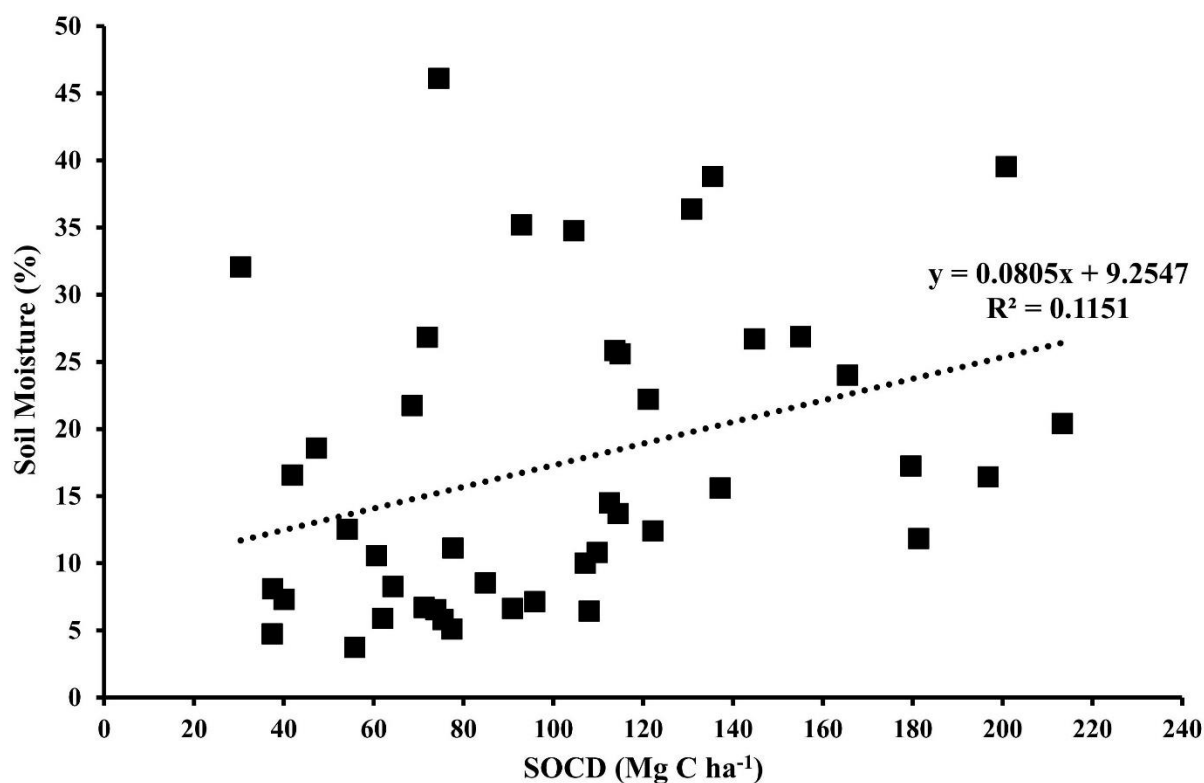
BD = Bulk Density; CL = Clay Loam; SCL = Sandy Clay Loam; C = Clay; SOC = Soil Organic Carbon; Avail. P = Available Phosphorous; Exch. K = Exchangeable Potassium; SOCD = Soil Organic Carbon Density



รูปที่ 5- 1 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของคาร์บอนที่สะสมในดินและความสูงจากระดับน้ำทะเล



รูปที่ 5- 2 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของคาร์บอนที่สะสมในดินและปริมาณดินเหนียว



รูปที่ 5- 3 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของคาร์บอนที่สะสมในดินและความชื้นในดิน

5.1.4 ปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของความหนาแน่นของคาร์บอนที่สะสมในดิน

จากการศึกษาพบว่า Elevation เป็นปัจจัยหลักที่สำคัญของปริมาณความหนาแน่นของคาร์บอนที่สะสมในดิน ซึ่งพบว่า ในพื้นที่ที่อยู่สูงขึ้นไป (High elevation) จะมีค่า SOCD สูง โดยมีความสัมพันธ์กันในเชิงบวก ที่ $R^2 = 0.4087$; $p < 0.01$ ดังแสดงในรูปที่ 5-1 นอกจากนี้ จากการวิเคราะห์ Multiple regression ได้ Regression equation ของทุกชั้นความลึก (0-30 cm) ดังนี้ $SOCD_{All\ layers} = 8.155 + 0.106(Elevation)$, $R^2 = 0.409$; $p < 0.01$ ซึ่งได้ยืนยันว่า Elevation เป็นปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อปริมาณความหนาแน่นของคาร์บอนที่สะสมในดิน บริเวณพื้นที่ที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ของลุ่มน้ำแม่แจ่ม ยิ่งไปกว่านั้น การศึกษานี้ยังพบว่า SOCD มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับปริมาณ Clay โดยมีค่า $R^2 = 0.054$; $p < 0.01$ (รูปที่ 4-2) และ SOCD ยังมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับ Soil moisture โดยมีค่า $R^2 = 0.1151$; $p < 0.01$ (รูปที่ 5-3)

เมื่อพิจารณาโดยละเอียดถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของความหนาแน่นของคาร์บอนที่สะสมในดิน ของแต่ละ Layer ของดิน ผลจากการวิเคราะห์ Multiple regression พบว่า สำหรับชั้นดินที่ 1 และชั้นดินที่ 3 ปริมาณ SOC concentration และ Bulk density เป็นสองปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อการ

เปลี่ยนแปลงของความหนาแน่นของคาร์บอนที่สะสมบริเวณชั้นดินบน (0-10 cm) และชั้นดินล่าง (20-30 cm) ดัง Regression equation ต่อไปนี้ $SOCD_{10\text{ cm}} = -47.174 + 1.375(SOC) + 33.341(BD)$, $R^2 = 0.971$; $p < 0.01$ และ $SOCD_{30\text{ cm}} = -21.125 + 1.395(SOC) + 14.504(BD)$, $R^2 = 0.979$; $p < 0.01$ อย่างไรก็ตาม ชั้นดินที่ 2 พบว่า ปริมาณ SOC concentration, Bulk density และ Elevation เป็นปัจจัยหลักมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของความหนาแน่นของคาร์บอนที่สะสมบริเวณชั้นดินกลาง (10-20 cm) ดัง Regression equation ต่อไปนี้ $SOCD_{20\text{ cm}} = -29.724 + 1.592(SOC) + 20.193(BD) - 0.003(Elevation)$, $R^2 = 0.987$; $p < 0.01$

จากตารางที่ 5-3 ได้แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน ของทุกระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล (400-1500 m) และ ทุกชั้นความลึกของดิน (0-30 cm) โดยพบว่า Elevation, Clay และ Exchangeable Potassium มีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ SOCD โดยมีค่า $r = 0.639^{**}$, 0.232^{**} และ 0.126^{**} ($p < 0.01$) ตามลำดับ นอกจากนี้ พบว่า Soil moisture Potassium มีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ $p < 0.01$ กับ Elevation โดยมีค่า $r = 0.440^{**}$ ปริมาณ Silt และ Clay มีความสัมพันธ์เชิงลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ $p < 0.01$ กับ ปริมาณ Sand โดยมีค่า $r = -0.442^{**}$ และ -0.903^{**} ตามลำดับ สำหรับ Bulk density พบว่า มีความสัมพันธ์เชิงลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ $p < 0.05$ กับ Elevation โดยมีค่า $r = -0.371^*$ ค่า pH พบความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ $p < 0.05$ กับ Bulk density โดยมีค่า $r = 0.376^*$ ปริมาณ $CaCO_3$ และ Available Phosphorous พบว่า มีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ $p < 0.05$ กับ Soil moisture โดยมีค่า $r = 0.304^*$ และ 0.383^* ตามลำดับ และ Fine particles โดยมีค่า $r = 0.257^*$ และ 0.225^* ตามลำดับ สำหรับ Exchangeable Potassium พบว่า มีความสัมพันธ์เชิงลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ $p < 0.05$ กับ ปริมาณ Sand ($r = -0.360^*$) แต่พบว่า มีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ $p < 0.05$ กับ ปริมาณ $CaCO_3$ ($r = 0.364^*$)

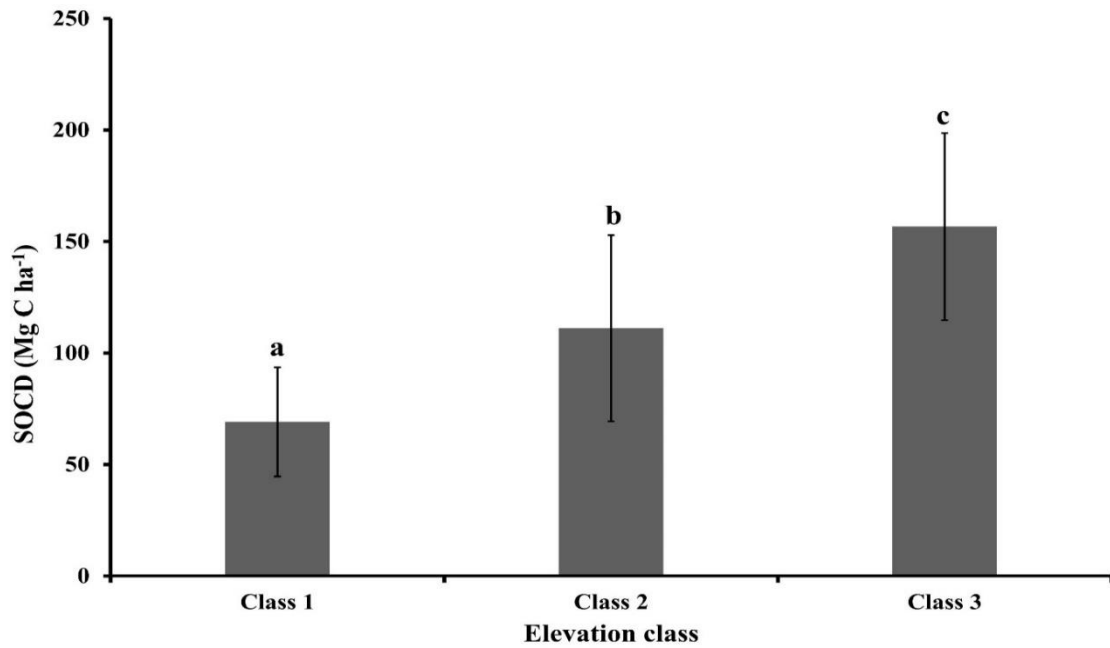
จากการเปรียบเทียบความแตกต่างของ SOCD ในแต่ละระดับความสูงจากระดับทะเล พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ดังแสดงในรูปที่ 5-4 และเมื่อพิจารณาถึงความแตกต่างของ SOCD ในแต่ละระดับชั้นความลึก ของแต่ละระดับความสูงจากระดับทะเล พบว่า SOCD ของชั้นดินบน (0-10 cm) ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่าง class 1 และ class 2 แต่สำหรับ class 3 พบว่า SOCD ของชั้นดินบน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับ class 1 และ class 2 ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% สำหรับ SOCD ของชั้นดินกลาง (10-20 cm) ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่าง class 2 และ class 3 แต่ class 1 พบว่า SOCD ของชั้นดินกลาง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติ กับ class 2 และ class 3 ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ในส่วนของ SOCD ของชั้นดินล่าง (20-30 cm) พบว่า SOCD ของ class 2 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับ class 1 และ class 3 ($p < 0.01$) ในขณะที่ SOCD ของ class 1 และ class 3 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) ดังแสดงในรูปที่ 5-5

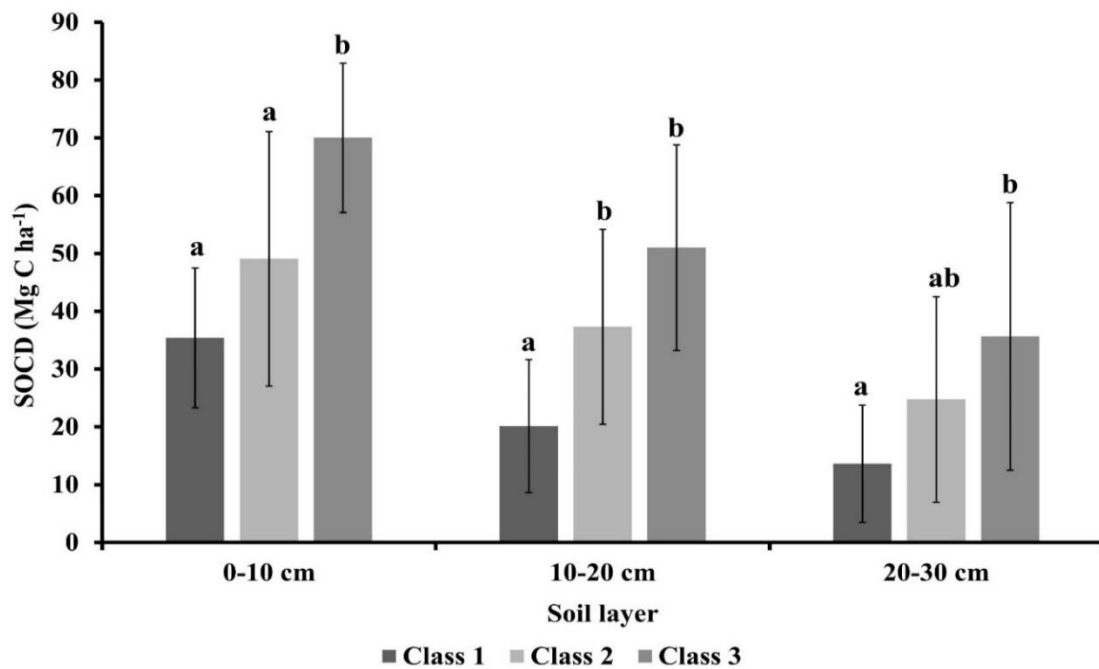
ตารางที่ 5- 3 ค่า Pearson's correlation coefficient แสดงความสัมพันธ์ของคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน ของทุกระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล (400-1500 m) และ ทุกชั้นความลึกของดิน (0-30 cm)

	Elevation	Soil Moisture	BD	Sand	Silt	Clay	Clay plus Silt	pH	CaCO ₃	Avail. P	Exch. K	SOCD
Elevation	1.00											
Soil Moisture	0.440**	1.00										
BD	-0.371*	0.208	1.00									
Sand	-0.230	-0.073	0.265	1.00								
Silt	0.028	0.243	-0.091	-0.442**	1.00							
Clay	0.244	-0.035	-0.252	-0.903**	0.015	1.00						
Clay plus Silt	-0.012	0.088	0.027	-0.094	-0.291	0.244	1.00					
pH	-0.208	0.097	0.376*	-0.051	0.238	-0.057	0.118	1.00				
CaCO ₃	-0.056	0.304*	0.210	-0.273	0.238	0.191	0.257*	0.689	1.00			
Avail. P	0.156	0.383*	0.218	-0.132	0.105	0.097	0.225*	0.435	0.760	1.00		
Exch. K	-0.114	0.027	-0.011	-0.360*	0.200	0.305	0.164	0.197	0.364*	0.347	1.00	
SOCD	0.639**	0.339*	-0.267	-0.216	0.016	0.232**	0.012*	-0.275	0.092	0.192	0.126**	1.00

BD = bulk density (Mg m^{-3}), Sand = sand content (%), Silt = silt content (%), Clay = clay content (%), Clay plus Silt = clay + silt contents (%), Avail. P = available phosphorous (mg kg^{-1}), Exch. K = exchangeable potassium (mg kg^{-1}), and SOCD = soil organic carbon density (Mg C ha^{-1}). *Correlation is significant at 0.05 probability level, **correlation is significant at 0.01 probability level.



รูปที่ 5- 4 การเปรียบเทียบความแตกต่างของความหนาแน่นของคาร์บอนที่สะสมในดิน ในแต่ละระดับความสูงจากระดับทะเล (a, b และ c แสดงความถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%)



รูปที่ 5- 5 การเปรียบเทียบความแตกต่างของความหนาแน่นของคาร์บอนที่สะสมในดิน ในแต่ละระดับชั้นความลึก ของแต่ละระดับความสูงจากระดับทะเล (a, b และ c แสดงความถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%)

จากการวิเคราะห์โดยใช้ Multiple regression เพื่อหาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของความหนาแน่นของคาร์บอนที่สะสมในดิน ของแต่ละ class พบว่า class 1 ได้ Regression equation คือ $SOCD_{Class\ 1} = -87.432 + 98.720(BD)$, $R^2 = 0.288$; $p < 0.01$ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า SOCD ของ class 1 ขึ้นอยู่กับปริมาณ Bulk density สำหรับ class 2 ได้ Regression equation คือ $SOCD_{Class\ 2} = 76.589 + 0.123(Clay\ plus\ Silt)$, $R^2 = 0.239$; $p < 0.01$ แสดงให้เห็นว่าปริมาณ Fine particles เป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อ SOCD ของพื้นที่ใน class 2 ในขณะที่ Regression equation ของ SOCD ใน class 3 คือ $SOCD_{Class\ 3} = 300.135 - 3.034(Clay)$, $R^2 = 0.747$; $p < 0.01$ ซึ่งบ่งชี้ว่า ปริมาณ clay เป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อ SOCD ของพื้นที่ใน class 3

จากผลการวิเคราะห์ Pearson's correlation coefficient เพื่อแสดงความสัมพันธ์ของคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน ที่ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลที่แตกต่างกัน จากผลการศึกษา พบว่า คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินใน class 1 พบว่า Silt และ Clay มีความสัมพันธ์เชิงลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับ ปริมาณ Sand โดยมีค่า $r = -0.605^{**}$ และ -0.905^{**} ($p < 0.01$) ตามลำดับ ในขณะที่ ปริมาณ $CaCO_3$ พบว่าความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับ Soil moisture และ Fine particles โดยมีค่า $r = 0.606^{**}$ และ 0.239^{**} ($p < 0.01$) ตามลำดับ สำหรับปริมาณ Clay พบว่า มีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับ Soil moisture โดยมีค่า $r = 0.459^*$ ($p < 0.05$) ค่า pH พบว่า มีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับ Soil moisture, ปริมาณ Silt และ ปริมาณ Fine particles โดยมีค่า $r = 0.569^*$, 0.508^* และ 0.255^* ($p < 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 5-6

จากตารางที่ 5-7 แสดงความสัมพันธ์ของคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน ที่ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล ช่วง 800-1200 m (class 2) จากผลการศึกษา พบว่า ปริมาณ Clay มีความสัมพันธ์เชิงลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับ ปริมาณ Sand โดยมีค่า $r = -0.928^{**}$ ($p < 0.01$) และยังมีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับ Soil moisture โดยมีค่า $r = 0.432^*$ ($p < 0.05$) ปริมาณ Available Phosphorous พบว่า มีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับ Soil moisture โดยมีค่า $r = 0.610^{**}$ ($p < 0.01$) ในขณะที่ ปริมาณ $CaCO_3$ พบว่า มีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับ Soil moisture โดยมีค่า $r = 0.532^*$ ($p < 0.05$) และ ปริมาณ Fine particles พบว่า มีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับ ปริมาณ Clay โดยมีค่า $r = 0.489^*$ ($p < 0.05$)

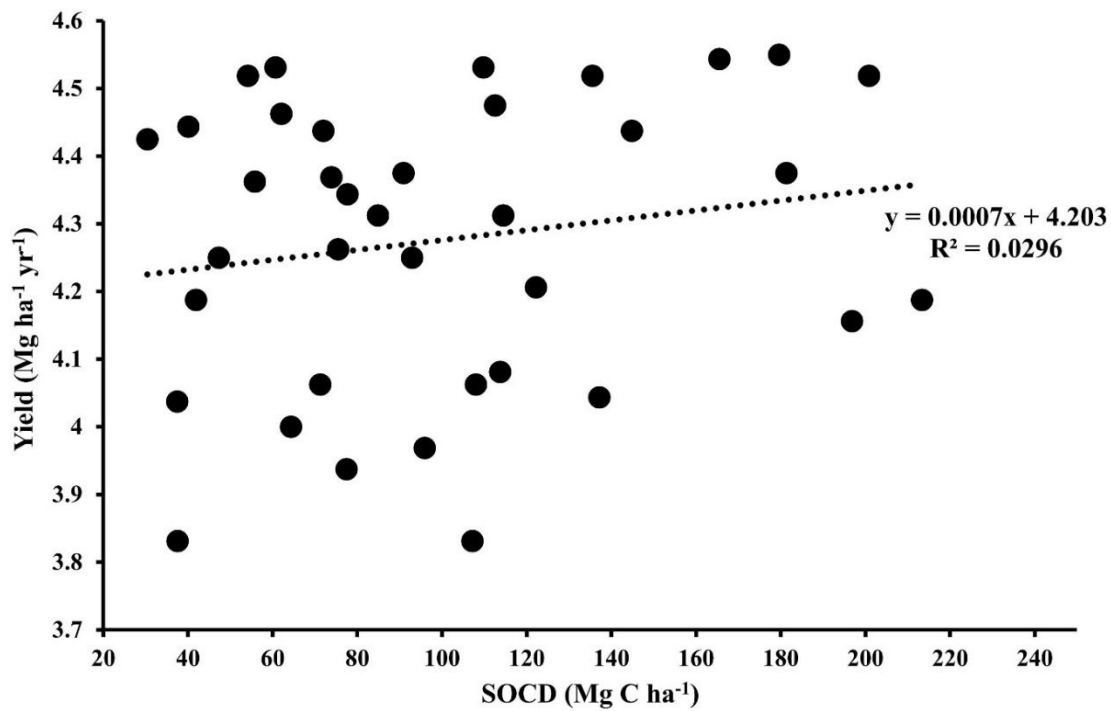
สำหรับผลการศึกษาในตารางที่ 5-8 ซึ่งแสดงถึงความสัมพันธ์ของคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน ที่ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล ช่วง 1200-1500 m (class 3) จากผลการศึกษา พบว่า Soil moisture

มีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับ Elevation โดยมีค่า $r = 0.650^{**}$ ($p < 0.01$) Bulk density พบความสัมพันธ์เชิงลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับ Elevation โดยมีค่า $r = -0.823^*$ ($p < 0.05$) ในขณะที่ ปริมาณ Clay ปรากฏความสัมพันธ์เชิงลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับ ปริมาณ Sand โดยมีค่า $r = -0.766^*$ ($p < 0.05$) สำหรับ ปริมาณ Available Phosphorous พบว่า มีความสัมพันธ์เชิงลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับ ปริมาณ Sand โดยมีค่า $r = -0.718^*$ ($p < 0.05$) แต่พบว่า มีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับ Soil moisture และ ปริมาณ Clay โดยมีค่า $r = 0.389^*$ และ 0.733^* ($p < 0.05$) ตามลำดับ ในลักษณะ เช่นเดียวกัน ปริมาณ Exchangeable Potassium พบว่า มีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับ Soil moisture, Bulk density และ ปริมาณ Available Phosphorous โดยมีค่า $r = 0.421^*$, 0.821^* และ 0.359^* ($p < 0.05$) ตามลำดับ

5.1.5 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของคาร์บอนที่สะสมในดินและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และข้าวโพดเมล็ดพันธุ์

ประเด็นที่น่าสนใจของการศึกษานี้ คือ การพบว่าผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความหนาแน่นของคาร์บอนที่สะสมในดิน ถึงแม้ว่า ความหนาแน่นของคาร์บอนที่สะสมในดินจะใช้อธิบายการเปลี่ยนแปลงที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นของผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ เมื่อความหนาแน่นของคาร์บอนที่สะสมในดินเพิ่มขึ้นได้เพียง 2.96% ดังแสดงในรูปที่ 5-6 แต่ได้บ่งชี้ถึงสิ่งสำคัญ คือ การจัดการแปลงสำหรับการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ที่มีส่วนช่วยเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดิน จะเป็นการเพิ่มธาตุอาหารให้กับดิน ซึ่งจะช่วยเพิ่มผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ได้ การปฏิบัติดังกล่าว เช่น ลดการไถพรวน ปลูกพืชปกคลุมดิน ใส่ปุ๋ยอินทรีย์จำพวกมูลสัตว์ ใส่เศษซากวัสดุทางการเกษตร (โดยเฉพาะ พืชตระกูลถั่ว) และลดการเผาเศษซากวัสดุทางการเกษตร เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ความหนาแน่นของคาร์บอนที่สะสมในดินและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และข้าวโพดเมล็ดพันธุ์อาจขึ้นอยู่กับตัวแปรอื่นๆ ด้วย เช่น ความสูงของพื้นที่เพาะปลูก ปริมาณน้ำฝน หรือวิธีการเพาะปลูกของเกษตรกร เป็นต้น

จากตารางที่ 5-4 ตำบลปางหินฝน มีค่า SOCD สูงที่สุด รองลงมา คือ ตำบลแม่ศึก กองแขก แม่นาจร ท่าผา และช่างเคิ่ง ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ปริมาณผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ของแต่ละตำบลไม่มีความแตกต่างกันมากนัก



รูปที่ 5- 6 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของคาร์บอนที่สะสมในดินและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และข้าวโพดเมล็ดพันธุ์

ตารางที่ 5- 4 ความหนาแน่นของคาร์บอนที่สะสมในดินและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ในแต่ละตำบล

ตำบล	SOCD (Mg C/ha)	Yield (ton/ha)
กองแขก	97.23	4.34
ช่างเคิ่ง	65.59	4.19
ท่าผา	77.28	4.34
ปางหินฝน	168.74	4.38
แม่นาจร	79.15	4.40
แม่ศึก	119.44	4.01

ตารางที่ 5- 5 ความหนาแน่นของคาร์บอนที่สะสมในดินของระบบเกษตรผสมผสาน

ระบบเกษตรผสมผสาน	SOCD (Mg C/ha)
เคพกูสเบอร์รี่	156.8
มะเขือเทศ	96.4
ข้าวไร่	177.2
มันฝรั่ง	162.5
กะหล่ำปลี	106.8
สตอเบอร์รี่	154.3
ฟักทองญี่ปุ่น	89.2

สำหรับความหนาแน่นของคาร์บอนในดินของระบบเกษตรผสมผสาน พบว่า ในพื้นที่ปลูกข้าวไร่ มีปริมาณคาร์บอนที่สะสมในดินสูงที่สุด คือ 177.2 Mg C/ha และ น้อยที่สุด พบ ในพื้นที่ปลูกฟักทองญี่ปุ่น คือ 89.2 Mg C/ha (ตารางที่ 5-5) ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจาก ในพื้นที่ปลูกข้าวไร่ มีการสะสมของเศษฟางข้าวหลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิต ซึ่งเกษตรกรมักจะไม่ได้เผาหรือย้ายออกจากแปลงนา แต่มักจะทิ้งไว้ในแปลงนาเกือบทั้งหมด นอกจากนี้ อาจจะเนื่องมาจาก การปลูกข้าวไร่ มักเพาะปลูกปีละ 1 ครั้ง จึงไม่เป็นการเร่งให้เกษตรกรต้องเผา หรือย้ายเศษฟางข้าวออกจากแปลงนา เพื่อเตรียมแปลงสำหรับการเพาะปลูกในรอบต่อไป จึงมีการย่อยสลายและเพิ่มการสะสมของอินทรีย์วัตถุในดิน ส่งผลให้ความหนาแน่นของคาร์บอนในดินในพื้นที่ปลูกข้าวไร่สูงกว่าพื้นที่อื่น ๆ

อย่างไรก็ตาม ปริมาณความหนาแน่นของคาร์บอนในดินของระบบเกษตรผสมผสาน ที่แสดงในตารางที่ 5-5 นั้น เป็นข้อมูลที่ได้จากการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ข้อมูลดินเพียงแปลงเดียว ของเกษตรผสมผสานแต่ละชนิดเท่านั้น ดังนั้น จึงไม่สามารถนำมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของความหนาแน่นของคาร์บอนในดินของเกษตรผสมผสานแต่ละชนิดกับคุณสมบัติของดินได้ อย่างไรก็ตาม ในการศึกษาี้ ได้แสดงถึงข้อค้นพบที่น่าสนใจเพื่อนำไปสู่การศึกษาต่อเนื่องในการศึกษาในอนาคตได้ คือ จะพบว่า ปริมาณความหนาแน่นของคาร์บอนในดินของระบบเกษตรผสมผสาน ส่วนใหญ่จะสูงกว่า ปริมาณความหนาแน่นของคาร์บอนที่สะสมในดินของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ซึ่งอาจบ่งชี้ได้ถึง การทำการเกษตรที่เข้มข้น ขาดการบำรุงรักษาดินอินทรีย์วัตถุในดินถูกทำลายจากการเผาเศษซากวัสดุทางการเกษตรอย่างต่อเนื่องยาวนาน และเกิดการชะล้างของธาตุอาหารออกจากดิน

ตารางที่ 5- 6 ค่า Pearson's correlation coefficient แสดงความสัมพันธ์ของคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน ที่ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล ช่วง 400-800 m

	Elevation	Soil Moisture	BD	Sand	Silt	Clay	Clay plus Silt	pH	CaCO ₃	Avail. P	Exch. K	SOCD
Elevation	1.00											
Soil Moisture	-0.032	1.00										
BD	-0.172	0.227	1.00									
Sand	-0.245	-0.45	0.185	1.00								
Silt	0.348	0.175	-0.229	-0.605**	1.00							
Clay	0.115	0.459*	-0.105	-0.905**	0.209	1.00						
Clay plus Silt	-0.445	0.407	0.352	-0.107	-0.236	0.257	1.00					
pH	0.267	0.569*	0.285	-0.375	0.508*	0.189	0.255*	1.00				
CaCO ₃	0.131	0.606**	0.076	-0.336	0.313	0.245	0.239**	0.754	1.00			
Avail. P	0.135	0.385	0	-0.281	0.368	0.148	0.141	0.567	0.771	1.00		
Exch. K	-0.257	0.055	-0.041	-0.406	0.362	0.305	0.153	0.384	0.244	0.344	1.00	
SOCD	-0.281	-0.051	0.537*	-0.09	-0.209	0.222	0.263	-0.162*	-0.104	-0.265	0.086	1.00

(class 1) ของทุกชั้นความลึกของดิน (0-30 cm) BD = bulk density (Mg m^{-3}), Sand = sand content (%), Silt = silt content (%), Clay = clay content (%), Clay plus Silt = clay + silt contents (%), Avail. P = available phosphorous (mg kg^{-1}), Exch. K = exchangeable potassium (mg kg^{-1}), and SOCD = soil organic carbon density (Mg C ha^{-1}).

*Correlation is significant at 0.05 probability level, **correlation is significant at 0.01 probability level.

ตารางที่ 5- 7 ค่า Pearson's correlation coefficient แสดงความสัมพันธ์ของคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน ที่ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล ช่วง 800-1200 m (class 2) ของทุกชั้นความลึกของดิน (0-30 cm)

	Elevation	Soil Moisture	BD	Sand	Silt	Clay	pH	CaCO ₃	Avail. P	Exch. K	Clay plus Silt	SOCD
Elevation	1.00											
Soil Moisture	-0.022	1.00										
BD	-0.152	0.117	1.00									
Sand	-0.021	-0.120	0.292	1.00								
Silt	-0.340	0.165	0.123	-0.313	1.00							
Clay	0.155	0.432*	-0.355	-0.928**	-0.063	1.00						
pH	-0.003	0.400	-0.332	-0.264	-0.231	0.367	1.00					
CaCO ₃	-0.107	0.532*	0.408	0.201	0.117	-0.256	-0.131	1.00				
Avail. P	-0.354	0.610**	0.255	-0.273	0.331	0.158	0.160	0.639	1.00			
Exch. K	-0.234	0.366	0.307	-0.076	0.151	0.020	0.142	0.608	0.868	1.00		
Clay plus Silt	-0.231	0.046	-0.104	-0.468	0.008	0.489*	0.277	0.037	0.605	0.502	1.00	
SOCD	-0.044	-0.065	-0.221	-0.383	0.074	0.374	-0.006	-0.061	0.47	0.292	0.489	1.00

BD = bulk density (Mg m^{-3}), Sand = sand content (%), Silt = silt content (%), Clay = clay content (%), Clay plus Silt = clay + silt contents (%), Avail. P = available phosphorous (mg kg^{-1}), Exch. K = exchangeable potassium (mg kg^{-1}), and SOCD = soil organic carbon density (Mg C ha^{-1}). *Correlation is significant at 0.05 probability level, **correlation is significant at 0.01 probability level.

ตารางที่ 5- 8 ค่า Pearson's correlation coefficient แสดงความสัมพันธ์ของคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน ที่ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล ช่วง 1200-1500 m (class 3) ของทุกชั้นความลึกของดิน (0-30 cm)

	Elevation	Soil Moisture	BD	Sand	Silt	Clay	pH	CaCO ₃	Avail. P	Exch. K	Clay plus Silt	SOCD
Elevation	1.00											
Soil Moisture	0.650**	1.00										
BD	-0.823*	0.221	1.00									
Sand	0.148	-0.062	-0.106	1.00								
Silt	0.156	0.218	-0.138	-0.365	1.00							
Clay	-0.258	-0.042	0.203	-0.766*	-0.319	1.00						
pH	0.336	0.065	-0.179	-0.260	-0.5	0.611	1.00					
CaCO ₃	-0.493	0.072	0.095	-0.567	-0.045	0.608	-0.126	1.00				
Avail. P	-0.687	0.389*	0.382	-0.718*	-0.003	0.733*	0.089	0.797	1.00			
Exch. K	-0.558	0.421*	0.821*	-0.246	-0.266	0.434	0.307	-0.055	0.359*	1.00		
Clay plus Silt	-0.154	0.024	0.251	-0.007	0.127	-0.080	0.026	-0.435	0.047	0.329	1.00	
SOCD	0.480	0.432*	-0.445	0.787*	0.091	-0.864**	-0.292	-0.579	-0.775	-0.613*	-0.163	1.00

BD = bulk density (Mg m^{-3}), Sand = sand content (%), Silt = silt content (%), Clay = clay content (%), Clay plus Silt = clay + silt contents (%), Avail. P = available phosphorous (mg kg^{-1}), Exch. K = exchangeable potassium (mg kg^{-1}), and SOCD = soil organic carbon density (Mg C ha^{-1}). *Correlation is significant at 0.05 probability level, **correlation is significant at 0.01 probability level.

5.2 การประเมินผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ และเกษตรผสมผสาน ในสถานการณ์ปัจจุบัน

5.2.1 ข้อมูลสภาพอากาศ (weather data)

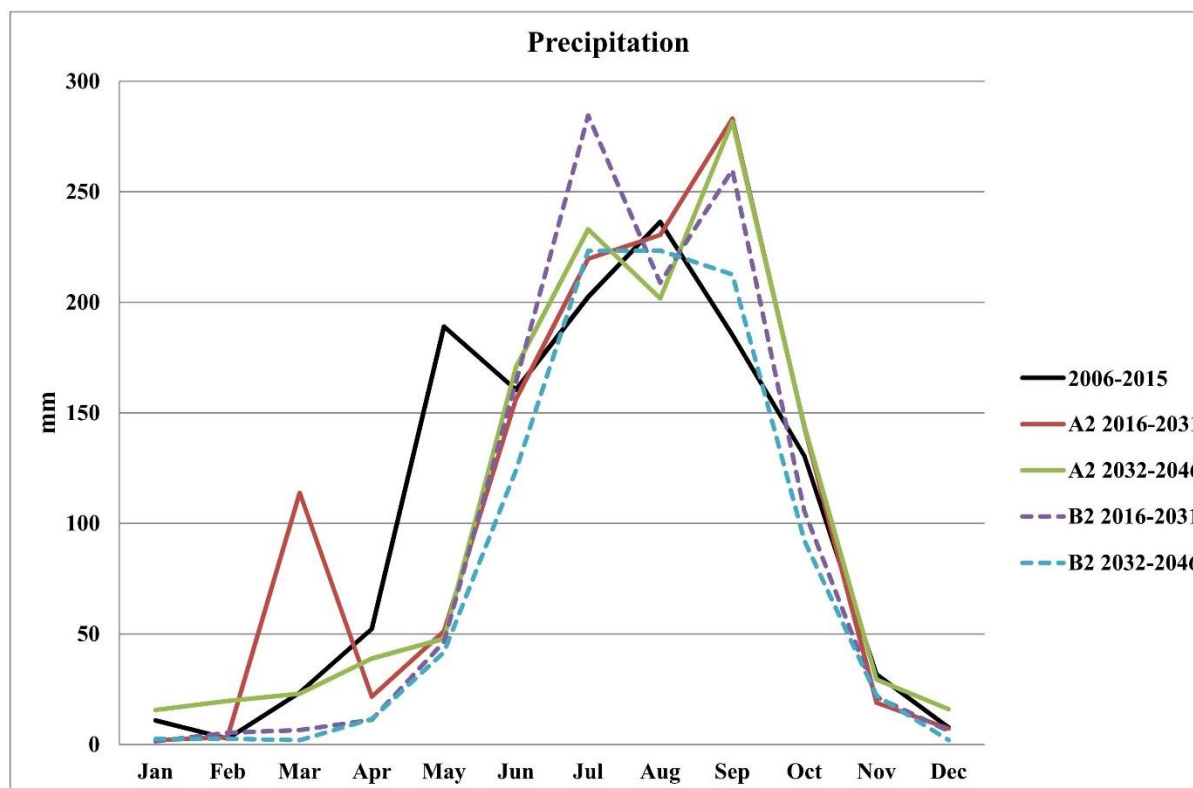
5.2.1.1 สภาพภูมิอากาศอดีตถึงปัจจุบัน ปี ค.ศ. 2006-2015, สถานการณ์การจำลองสภาพภูมิอากาศ (climate scenario) แบบ A2 และ B2

1) ปริมาณน้ำฝน

จากข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน คือ ปี ค.ศ. 2006-2015 (ปีฐาน) พบว่า มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 102.7 มม./ปี โดยปริมาณน้ำฝนสูงสุด คือ ในช่วงเดือนสิงหาคม มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 236.4 มม./ปี ในขณะที่ ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ ปริมาณน้ำฝนน้อยที่สุด คือเฉลี่ย 2.6 มม./ปี จากรูปที่ 5-9 จะเห็นว่า บริเวณลุ่มน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ ฝนจะเริ่มตกมากตั้งแต่ช่วงเดือนพฤษภาคม และจะสิ้นสุดฤดูฝนประมาณช่วงเดือนตุลาคม รวมระยะเวลาที่ฝนตกประมาณ 6 เดือน ในขณะที่ภายใต้สถานการณ์การจำลองสภาพภูมิอากาศ 2 คาบเวลา คือ ช่วงปี ค.ศ. 2016-2031 และ 2032-2046 ของทั้ง 2 climate scenarios คือ แบบ A2 และ B2 ซึ่งพบว่า ทุก scenarios และ ทุกคาบเวลา ส่งผลให้ปริมาณน้ำฝนลดลงเมื่อเทียบกับปีฐาน ยกเว้น ภายใต้สถานการณ์ scenario A2 ในช่วง 2016-2031 จะส่งผลให้ปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นเล็กน้อย อย่างไรก็ตาม โดยในช่วงปี ค.ศ. 2032-2046 ภายใต้ scenario B2 จะมีปริมาณน้ำฝนน้อยสุดเมื่อเทียบกับอื่น ๆ คือ ลดลงเหลือประมาณ 80 มม./ปี ซึ่งลดลง 22.77 มม./ปี หรือคิดเป็นร้อยละ 22.1 จากปีฐาน ดังแสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 5-9 นอกจากนี้ ยังพบว่า ภายใต้ scenario A2 ในช่วง ค.ศ. 2016-2031 และ 2032-2046 และ ภายใต้ scenario B2 ในช่วง ค.ศ. 2016-2031 ปริมาณน้ำฝนสูงสุดจะเพิ่มขึ้นจากปีฐาน (236.4 มม./ปี ในเดือนสิงหาคม) เป็น 283.1, 281.7 และ 259.9 มม./ปี ในเดือนกันยายน ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นว่าช่วงของปริมาณน้ำฝนสูงสุดจะล่าช้ากว่าปีฐานประมาณ 1 เดือน ในขณะที่ ภายใต้ scenario B2 ในช่วง ค.ศ. 2032-2046 ปริมาณน้ำฝนสูงสุดจะลดลงจากปีฐาน แต่ช่วงเวลาจะไม่เปลี่ยนแปลง กล่าว คือ ช่วงของปริมาณน้ำฝนสูงสุดจะประมาณเดือน กรกฎาคม หรือ สิงหาคม

ตารางที่ 5- 9 แสดงปริมาณน้ำฝน (มม./ปี) ปีฐาน (ค.ศ. 2006-2015) และ ภายใต้ climate scenarios A2 และ B2 บริเวณลุ่มน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Average
2006-2015	10.9	2.6	23.5	52.3	189.0	160.5	202.5	236.4	185.2	130.5	31.6	7.7	102.7
A2 2016-2031	2.0	3.3	113.8	21.6	51.2	156.3	219.7	230.5	283.1	143.6	18.9	7.1	104.3
A2 2032-2046	15.6	19.7	22.9	38.9	47.9	170.6	233.0	201.7	281.7	144.0	29.4	16.0	101.8
B2 2016-2031	1.4	5.3	6.5	11.2	46.4	163.9	284.5	208.9	259.9	105.5	21.5	6.1	93.4
B2 2032-2046	2.4	2.6	2.0	11.5	41.7	124.1	223.3	223.4	212.6	92.2	22.1	2.0	80.0



รูปที่ 5- 7 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนรายเดือน ปีฐาน (ค.ศ. 2006-2015) และ ภายใต้ climate scenarios A2 และ B2 บริเวณลุ่มน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

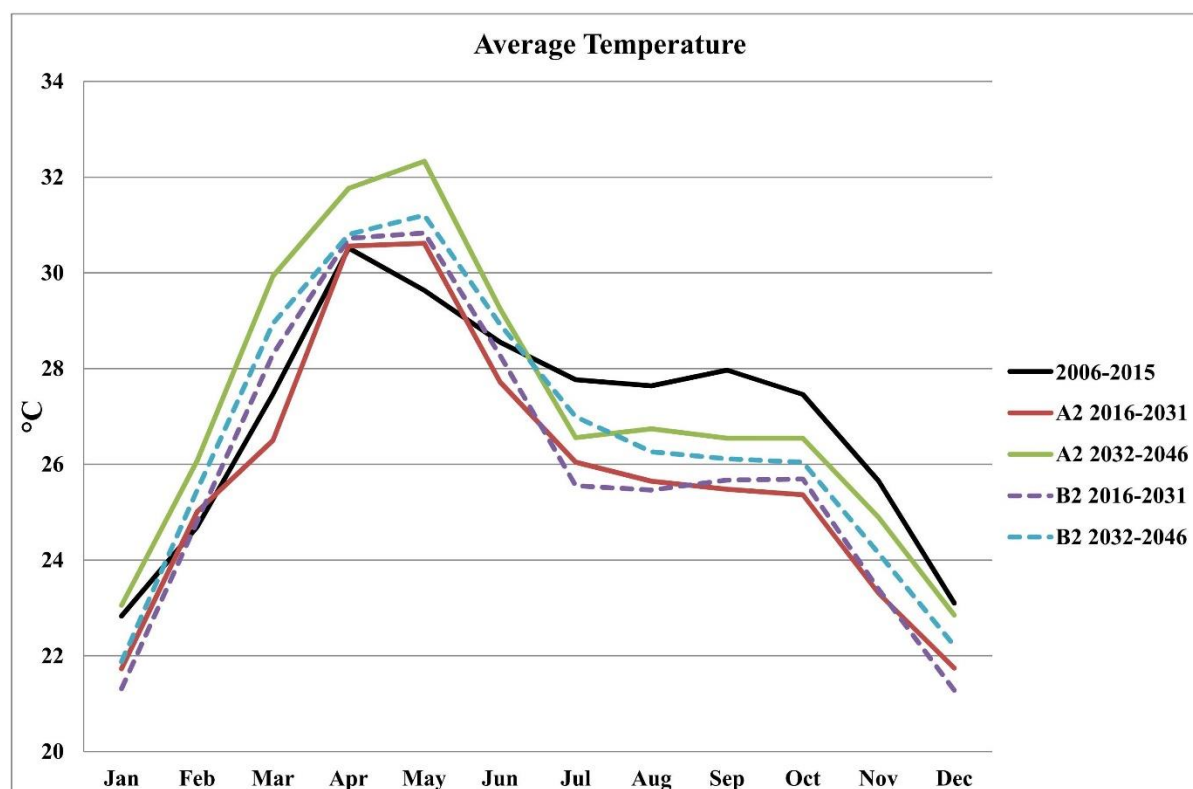
2) อุณหภูมิ

อุณหภูมิเฉลี่ยบริเวณลุ่มน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ ในปีฐาน คือ 26.9 °C โดยอุณหภูมิสูงสุด คือ ในช่วงเดือนเมษายน 30.5 °C ในขณะที่ ในช่วงเดือนมกราคม มีอุณหภูมิต่ำที่สุด คือ 22.8 °C จากตารางที่ 5-10 และรูปที่ 5-8 แสดงให้เห็นว่า ภายใต้ scenario B2 ในช่วง 2016-2031 และ 2032-2046 และ ภายใต้ scenario A2 ในช่วง 2016-2031 จะส่งผลให้บริเวณลุ่มน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ลดลงเมื่อเทียบกับปีฐาน (26.9 °C) เป็น 25.9, 26.6 และ 25.8 °C ตามลำดับ ยกเว้นภายใต้ scenario A2 ในช่วง 2032-2046 จะมีอุณหภูมิเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากปีฐาน เป็น 27.2 °C

เมื่อพิจารณาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในรอบปี จากรูปที่ 5-8 จะเห็นว่า ตั้งแต่ช่วงเดือนมกราคม ถึง มิถุนายน การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายใต้สถานการณ์ climate scenario A2 และ B2 จะสูงกว่าอุณหภูมิเฉลี่ยในปีฐาน ในทางตรงกันข้าม ตั้งแต่ช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง ธันวาคม อุณหภูมิเฉลี่ยในปีฐานจะยังคงสูงกว่า อุณหภูมิภายใต้สถานการณ์ climate scenario A2 และ B2

ตารางที่ 5- 10 แสดงอุณหภูมิ (°C) ปีฐาน (ค.ศ. 2006-2015) และ ภายใต้ climate scenarios A2 และ B2 บริเวณลุ่มน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Average
2006-2015	22.8	24.7	27.5	30.5	29.6	28.6	27.8	27.6	28.0	27.5	25.7	23.1	26.9
A2 2016-2031	21.7	25.0	26.5	30.6	30.6	27.7	26.0	25.6	25.5	25.4	23.3	21.7	25.8
A2 2032-2046	23.1	26.1	29.9	31.8	32.3	29.2	26.6	26.7	26.5	26.5	24.9	22.9	27.2
B2 2016-2031	21.3	24.8	28.3	30.7	30.8	28.3	25.6	25.5	25.7	25.7	23.4	21.3	25.9
B2 2032-2046	21.9	25.5	28.9	30.8	31.2	28.9	27.0	26.3	26.1	26.0	24.1	22.2	26.6



รูปที่ 5- 8 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิรายเดือนปีฐาน (ค.ศ. 2006-2015) และ ภายใต้ climate scenarios A2 และ B2บริเวณลุ่มน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

5.2.2 ข้อมูลพืชและการจัดการพืช (crop data and crop management data)

ข้อมูลหลักสำหรับแบบจำลอง EPIC ประกอบด้วย ข้อมูลคุณสมบัติของดิน ข้อมูลสภาพอากาศ ข้อมูลพืช และการจัดการพืช โดยเฉพาะ ข้อมูลปฏิทินการปลูกพืชและการจัดการแปลง สำหรับการนำเข้าข้อมูลในแบบจำลอง EPIC ทั้งการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์และเกษตรผสมผสาน ได้แสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 5-11 และ 5-12 โดยข้อมูลเหล่านี้ได้จากการใช้แบบสอบถามจากเกษตรกรในพื้นที่ศึกษา จากนั้น ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามจะถูกนำมาสรุปและจัดเก็บใน excel file ซึ่งพบว่า ในพื้นที่เดียวกันข้อมูลการจัดการพืชจะมีความแตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากรูปแบบการจัดการแปลงของเกษตรกรแต่ละราย ดังนั้น จึงจำเป็นต้องทำการสรุปและคัดเลือกรูปแบบการจัดการแปลงของทั้งข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์และเกษตรผสมผสานที่พบมากที่สุด เพื่อใช้เป็นตัวแทนข้อมูลพืชและการจัดการพืชของการเพาะปลูกในแต่ละฤดู สำหรับนำเข้าข้อมูลในแบบจำลอง EPIC

อย่างไรก็ตาม ในการศึกษาี้ยังคงมีข้อจำกัดสำหรับประเมินผลผลิตของพืชบางชนิด ที่แบบจำลอง EPIC ยังไม่สามารถประเมินผลผลิตของพืชเหล่านั้นได้ เนื่องจาก crop parameters ของแบบจำลอง EPIC ยังไม่ครอบคลุมพืชทุกชนิด ได้แก่ พักทอง ผักกาด สตอเบอร์รี่ กะหล่ำปี หอมแดง ผักชี อะโวคาโด กาแฟ และผักสวนครัว ต่างๆ เป็นต้น นอกจากนี้ ถึงแม้ว่าพืชบางชนิดจะสามารถประเมินผลผลิตได้โดยใช้แบบจำลอง EPIC แต่มีข้อจำกัด เรื่องข้อมูลผลผลิตของพืชนั้น ๆ ย้อนหลังที่จำเป็นสำหรับ model calibration เช่น ถั่วลิสง เป็นต้น ดังนั้น ในการศึกษาี้ จึงได้ทำการประเมินผลผลิตของพืช 3 ชนิด คือ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มันฝรั่ง และ ถั่วเหลือง โดยพิจารณาถึง crop parameters ของแบบจำลอง EPIC และ ข้อมูลผลผลิตย้อนหลัง สำหรับ model calibration ที่อ้างอิงจาก สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ดังระบุไว้ในบทที่ 3 หัวข้อที่ 3.1.5 นอกจากนี้ การประเมินผลผลิตของพืช โดยแบบจำลอง EPIC ไม่ได้มีการประเมินโดยคำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ตารางที่ 5- 11 ข้อมูลปฏิบัติการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/เมล็ดพันธุ์ และการจัดการแปลงเกษตรของเกษตรกร

ตำบล	เตรียมแปลง	ปลูก	ชนิดพันธุ์ที่ปลูก	การใส่ปุ๋ยเคมี														เก็บเกี่ยว	
				ครั้งที่ 1			ครั้งที่ 2			ครั้งที่ 3			ครั้งที่ 4			ครั้งที่ 5			
				สูตร	ปริมาณ (กก/ไร่)	ช่วงเวลา	สูตร	ปริมาณ (กก/ไร่)	ช่วงเวลา	สูตร	ปริมาณ (กก/ไร่)	ช่วงเวลา	สูตร	ปริมาณ (กก/ไร่)	ช่วงเวลา	สูตร	ปริมาณ (กก/ไร่)		ช่วงเวลา
กองแขก	1-พค	1-มีย	นครสวรรค์ ค์ 3	16-20-0	65	1-กค	16-20-0	65	15-กค	46-0-0	75	1-สค	46-0-0	75	1-กย	-	-	-	1-ตค
ช่างเคิ่ง	1-ธค	1-มค	เมล็ดพันธุ์ข้าวโพด 888	16-20-0	87	1-กพ	16-20-0	87	15-กพ	46-0-0	35	1-มีค	46-0-0	75	15-มีค	15-15-15	17	31-มีค	1-เมย
ท่าผา	1-เมย	1-พค	เมล็ดพันธุ์ข้าวโพด 888	16-20-0	53	1-มีย	16-20-0	53	15-มีย	46-0-0	50	1-กค	46-0-0	50	15-กค	-	-	-	1-กย
แม่ศึก	1-มีย	1-กค	เมล็ดพันธุ์ข้าวโพด 888	16-20-0	20	1-สค	16-20-0	30	15-สค	46-0-0	30	1-กย	46-0-0	30	15-กย	-	-	-	1-พย
แม่นาจร	1-พค	1-มีย	เมล็ดพันธุ์ข้าวโพด 888	16-20-0	31	1-กค	16-20-0	31	15-กค	46-0-0	50	1-สค	46-0-0	50	15-สค	15-15-15	25	1-กย	1-ตค
ปางหินฝน	1-มีย	1-กค	นครสวรรค์ ค์ 3	16-20-0	67	1-สค	16-20-0	67	15-สค	46-0-0	52	1-กย	46-0-0	52	15-กย	-	-	-	1-พย

ตารางที่ 5- 12 ข้อมูลปฏิทินเกษตรผสมผสานและการจัดการแปลงเกษตรของเกษตรกร

ตำบล	รอบการ เพาะปลูก	เตรียม แปลง	ปลูก	ชนิดพันธุ์ที่ปลูก	การใส่ปุ๋ยเคมี												เก็บเกี่ยว
					ครั้งที่ 1			ครั้งที่ 2			ครั้งที่ 3			ครั้งที่ 4			
					สูตร	ปริมาณ (กก/ไร่)	ช่วงเวลา	สูตร	ปริมาณ (กก/ไร่)	ช่วงเวลา	สูตร	ปริมาณ (กก/ไร่)	ช่วงเวลา	สูตร	ปริมาณ (กก/ไร่)	ช่วงเวลา	
แม่ศึก	รอบที่ 1	1-พ.ค.	1-มิ.ย.	เมล็ดพันธุ์ ข้าวโพด 888	16-20-0	40	1-ก.ค.	46-0-0	40	15-ก.ค.	21-0-0	30	1-ก.ย.	-	-	-	1-ต.ค.
	รอบที่ 2	1-พ.ย.	1-ธ.ค.	มันฝรั่ง	16-20-0	25	20-ธ.ค.	16-20-0	25	1-ก.พ.	13-13-21	120	1 มี.ค.	-	-	-	1-เม.ย.
บ้านทับ	รอบที่ 1	1-พ.ค.	1-มิ.ย.	นครสวรรค์ 3	16-20-0	134	1-ก.ค.	16-20-0	134	1-พ.ย.	46-0-0	134	1-ก.ค.	46-0-0	134	1-พ.ย.	1-ธ.ค.
	รอบที่ 2	1-ม.ค.	30-ม.ค.	ถั่วเหลือง (ถั่ว แระ)	16-20-0	50	1-ก.พ.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1-มี.ค.

5.2.3 การตรวจสอบความน่าเชื่อถือและประสิทธิภาพของแบบจำลอง EPIC

1) Model calibration

ค่าพารามิเตอร์สำหรับ calibrate แบบจำลอง EPIC ได้แสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 5-13 โดยใช้วิธีการ trial manual ภายใต้ช่วงของค่าที่ถูกแนะนำ (suggested range) ไว้ในแบบจำลอง EPIC นอกจากนี้ crop parameters ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มันฝรั่ง และ ถั่วเหลือง ที่ถูกกำหนดไว้ใน crop files ของแบบจำลอง EPIC ดังแสดงในตารางที่ 5-14

ตารางที่ 5- 13 ค่าพารามิเตอร์สำหรับ crop parameters ที่ใช้สำหรับ calibrate EPIC model

No	Parameter	Symbol	Initial value	Suggested range*
1.	Biomass-energy ratio ($\text{kg ha}^{-1} \text{ MJ}^{-1} \text{ m}^2$)	WA	25	10-50
2.	Harvest index	HI	0.5	0.1-5.5
3.	Potential heat units ($^{\circ}\text{C}$)	PHU	1800	1200-2400
4.	Water stress-harvest index	PARM(3)	0.5	0.3-0.7
5.	SCS curve number index	PARM(42)	1.5	0.5-2.0

* EPIC suggested range

ตารางที่ 5- 14 List of parameters in the crop files

Input variable	Explanation	Maize	Soybeans	Potato
WA	Biomass-Energy Ratio	40	25	15
HI	Harvest index	0.5	0.31	1.12
TOPC	Optimal temperature for plant growth	25	25	18
TBSC	Minimum temperature for plant growth	8	10	3
DMLA	Maximum potential leaf area index	5	5	5
DLAI	Fraction of growing season when leaf area declines	0.8	0.9	0.6
DLAP1	First point on optimal leaf area development curve	15.05	15.01	15.01
DLAP2	Second point on optimal leaf area development curve	50.95	50.95	50.95
RLAD	Leaf area index decline rate parameter	1	2	2

RBMD	Biomass-energy ratio decline rate parameter	1	10	10
ALT	Aluminum tolerance index	3	3	3
CAF	Critical aeration factor	0	0	0
SDW	Seeding rate	20	35	200
HMX	Maximum crop height in m	2.5	1.5	0.8
RDMX	Maximum root depth in m	2	2	2
CNY	Fraction of nitrogen in yield	0.0175	0.065	0.014
CPY	Fraction of phosphorus in yield	0.0025	0.0091	0.0014
WSYF	Lower limit of harvest index	0.05	0.01	0.01
BN1	Nitrogen uptake parameter (N fraction in plant at emergence)	0.044	0.0524	0.06
BN2	Nitrogen uptake parameter (N fraction in plant at 0.5 maturity)	0.0164	0.0265	0.025
BN3	Nitrogen uptake parameter (N fraction in plant at maturity)	0.0128	0.0258	0.012
BP1	Phosphorus uptake parameter (P fraction in plant at emergence)	0.0062	0.0074	0.006
BP2	Phosphorus uptake parameter (P fraction in plant at 0.5 maturity)	0.0023	0.0037	0.0025
BP3	Phosphorus uptake parameter (P fraction in plant at maturity)	0.0018	0.0035	0.0012
BW1	Wind erosion factor for standing live	0.433	1.266	3.39
BW2	Wind erosion factor for standing dead	0.433	0.633	3.39
BW3	Wind erosion factor for flat residue	0.213	0.729	0.32
FRST1	First point on frost damage curve	5.01	5.01	5.01
FRST2	Second point on frost damage curve	15.05	15.05	15.05

2) Model validation

การ validate แบบจำลอง เป็นขั้นตอนสำคัญ หลังจากการ calibrate พารามิเตอร์ ของ module ต่าง ๆ เรียบร้อยแล้ว การ validate แบบจำลอง เป็นการตรวจสอบความคลาดเคลื่อนและความน่าเชื่อถือของแบบจำลอง ซึ่งจำเป็นต้องใช้หลักการทางสถิติ เข้ามาช่วยในการคำนวณ หลักการทั่ว ๆ ไป จะเป็นการเปรียบเทียบระหว่างผลลัพธ์ที่แบบจำลองคำนวณได้ ซึ่งจะเรียกว่า Simulated value กับ ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น

จริง ซึ่งจะเรียกว่า Observed value สำหรับการได้มาของ Observed value จะขึ้นอยู่กับแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการเข้าถึงข้อมูลนั้น ๆ ในการศึกษาครั้งนี้ Observed value ของผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ มันฝรั่งและถั่วเหลือง ใช้ข้อมูลจาก สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร จากนั้นได้ทำการเฉลี่ยข้อมูลผลผลิตพืชดังกล่าว ย้อนหลัง 10 ปีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2546-2556 เพื่อใช้ในการ validate แบบจำลอง สำหรับข้อดีของการรวบรวมข้อมูลย้อนหลังหลาย ๆ ปี คือ เพื่อลดความไม่สม่ำเสมอ และความบิดเบี้ยวของข้อมูลเนื่องจากผลผลิตพืช ในแต่ละปีจะขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น อุทกภัย (ภัยแล้ง น้ำท่วม) อาจส่งผลให้ปริมาณผลผลิตต่ำกว่าปีปกติ หรือ นโยบายสนับสนุนและแรงจูงใจจากภาครัฐ อาจส่งผลให้ปริมาณผลผลิตสูงกว่าปีปกติ เป็นต้น

สำหรับในการศึกษาครั้งนี้ ได้ใช้วิธีการประมาณค่าความผิดพลาดด้วย 2 สมการ คือ ประสิทธิภาพของโมเดล (EF) และ Root Mean Square Error (RMSE) ซึ่งได้กำหนดค่าความคลาดเคลื่อนของ RMSE ที่ยอมรับได้ คือ ไม่เกิน 20% และ EF มากกว่า 0.5

อย่างไรก็ตาม ในทางปฏิบัติเกษตรกรในอำเภอแม่แจ่มไม่ใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดที่เหมือนกันทั้งที่ปลูกเป็นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ต่างกันที่กระบวนการดูแลและเงื่อนไขของการปลูก ในการศึกษาครั้งนี้ พบว่าปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ทั้งหมดเป็นการปลูกแบบเกษตรพันธสัญญา ซึ่งต้องดำเนินการทุกขั้นตอนตามที่บริษัทคู่สัญญาได้กำหนดไว้ ซึ่งแตกต่างจากเกษตรกรที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ด้วยตนเองซึ่งมีการจัดการแปลงข้าวโพดตามความสามารถของตนเอง เช่น หากมีเงินก็จะใส่ปุ๋ย ใส่สารเคมีเพิ่ม หากไม่มีก็จะไม่ใส่ ดังนั้นในการ calibrate และ validate แบบจำลอง จึงไม่ได้แยกประเภทของข้าวโพด จึงต้องใช้ค่าในการ calibrate และ validate เป็นค่าเดียวกัน

5.2.4 การประเมินผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ และ เกษตรผสมผสาน ด้วยแบบจำลอง EPIC

5.2.4.1 ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์

จากการประเมินผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ด้วยแบบจำลอง EPIC ในสถานการณ์ปัจจุบัน พบว่า ความคลาดเคลื่อนอยู่ระหว่าง 11.08%-17.46% และประสิทธิภาพอยู่ระหว่าง 57%-67% ดังแสดงในตารางที่ 4-35 และรูปที่ 4-31 โดยพบว่า การประเมินผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ในพื้นที่ตำบลปางหินฝนมีความแม่นยำสูงกว่าพื้นที่อื่น ๆ ซึ่งมีค่าความคลาดเคลื่อนประมาณ 11.08% และประสิทธิภาพประมาณ 67% ในขณะที่ พื้นที่ตำบลช้างเคื่อง พบว่า มีความแม่นยำน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับพื้นที่

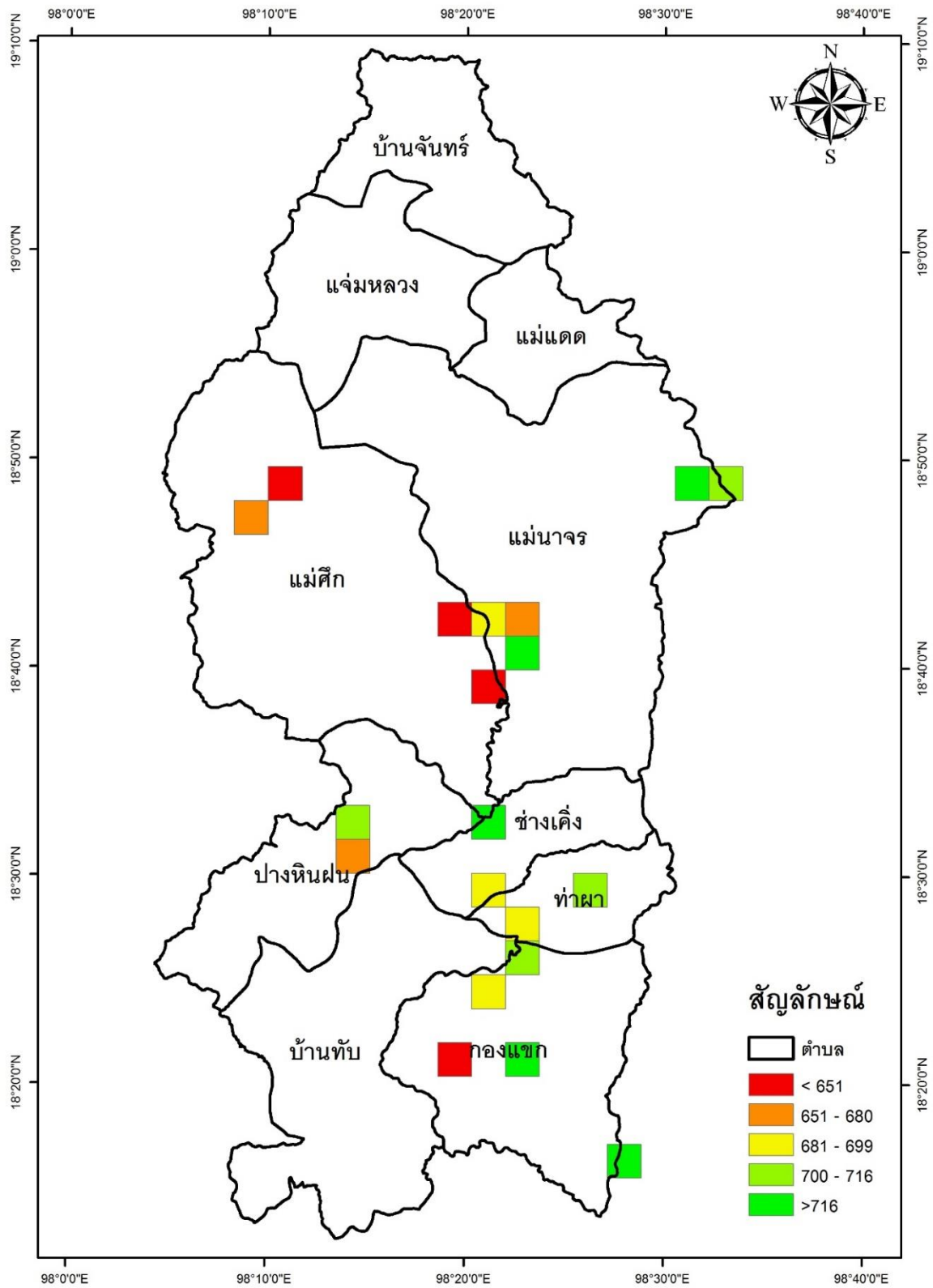
อื่น ๆ ซึ่งมีค่าความคลาดเคลื่อนประมาณ 17.46% และประสิทธิภาพประมาณ 57% แต่อย่างไรก็ตาม ยังอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด

ตารางที่ 5- 15 ผลการประเมินประสิทธิภาพและค่าความคลาดเคลื่อนของ แบบจำลอง EPIC ในการประเมินผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์

ตำบล	ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ (กก/ไร่)		RMSE (%)	EF
	Observed value*	Simulated value		
กองแขก	698	721	11.36	0.64
ช่างเคิ่ง	710	745	17.46	0.57
ท่าผา	703	731	12.09	0.61
แม่ศึก	648	621	13.65	0.61
แม่นาจร	708	741	16.32	0.60
ปางหินฝน	691	707	11.08	0.67

* จากการสำรวจภาคสนาม ในปี พ.ศ. 2560

แผนที่แสดงปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ กรณี Baseline



รูปที่ 5- 9 แผนที่แสดงปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ กรณี Baseline

5.2.4.2 ผลผลิตของเกษตรผสมผสาน

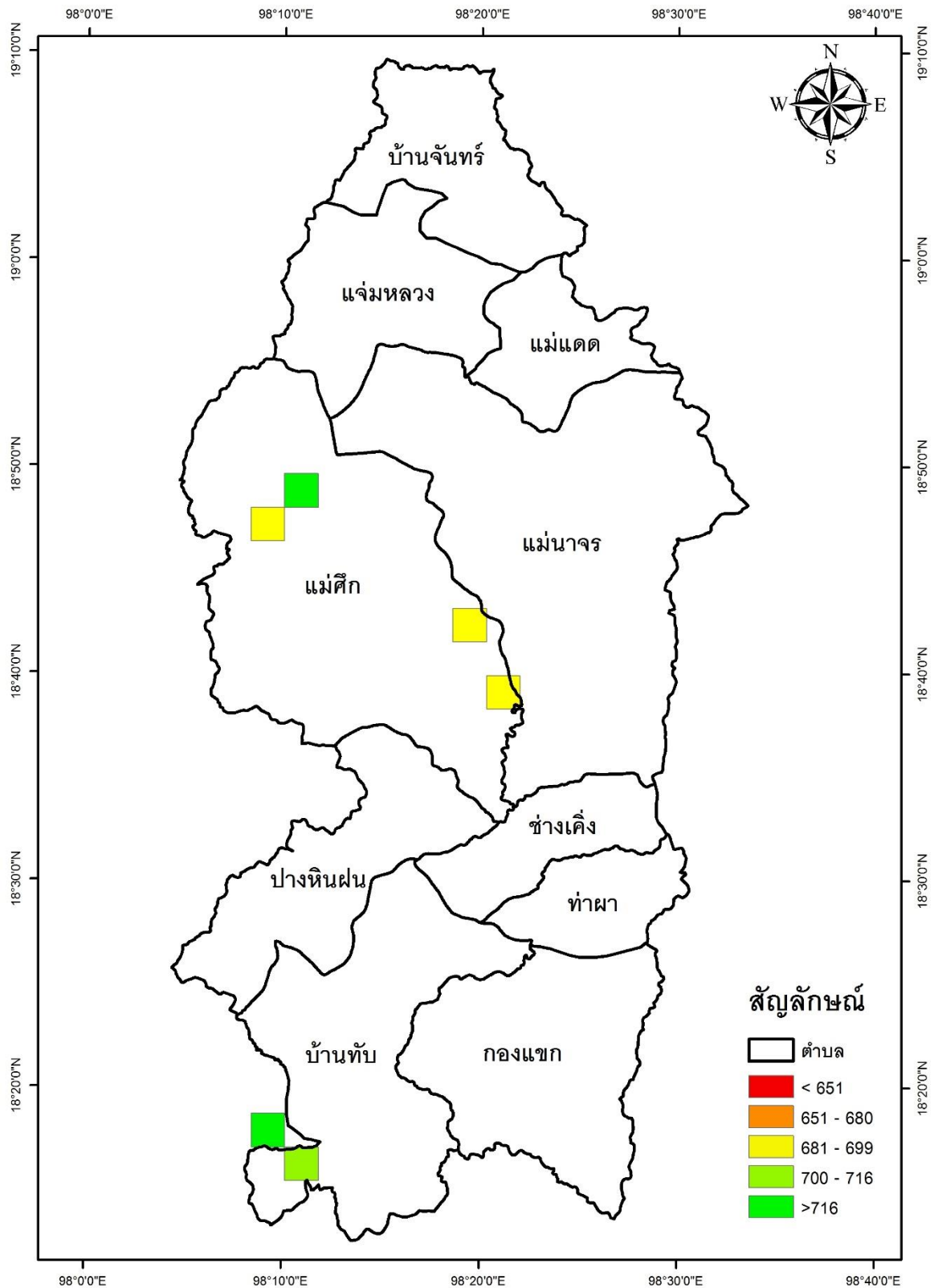
ค่า observed เฉลี่ยของผลผลิตมันฝรั่งและถั่วเหลือง จากข้อมูลของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร พบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 2,345 และ 291 กก/ไร่ ตามลำดับ ในการศึกษาครั้งนี้ ตำบลแม่ศึก ได้ถูกเลือกให้เป็นพื้นที่เกษตรผสมผสาน ที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ และมันฝรั่ง ในขณะที่ พื้นที่ตำบลบ้านทับ ได้ถูกเลือกให้เป็นพื้นที่เกษตรผสมผสาน ที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ และถั่วเหลือง ผลการประเมินผลผลิตด้วยแบบจำลอง EPIC ในสถานการณ์ปัจจุบัน พบว่า ผลผลิตปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ และมันฝรั่ง ในตำบลแม่ศึก มีค่าประมาณ 711 และ 2,270 กก/ไร่ ตามลำดับ และผลผลิตปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ และถั่วเหลือง ในตำบลบ้านทับ มีค่าประมาณ 719 และ 273 กก/ไร่ ตามลำดับ ค่าความคลาดเคลื่อนและประสิทธิภาพของแบบจำลอง EPIC ในการประเมินผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ของทั้ง 2 ตำบล อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ คือ RMSE เท่ากับ 11.77 EF เท่ากับ 69% ของตำบลแม่ศึก และ RMSE เท่ากับ 12.16 EF เท่ากับ 52% ของตำบลบ้านทับ ตามลำดับ สำหรับการประเมินผลผลิตมันฝรั่ง มีค่า RMSE เท่ากับ 19.43 และ EF เท่ากับ 59% และการประเมินผลผลิตถั่วเหลือง มีค่า RMSE เท่ากับ 17.78 และ EF เท่ากับ 61% ดังแสดงในตารางที่ 5-16 และรูปที่ 5-10 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

ตารางที่ 5- 16 ผลการประเมินประสิทธิภาพและค่าความคลาดเคลื่อนของ แบบจำลอง EPIC ในการประเมินผลผลิตของเกษตรผสมผสาน

ตำบล	ผลผลิต	Observed value*	Simulated value	RMSE (%)	EF
แม่ศึก	ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/เมล็ดพันธุ์ (กก/ไร่)	693	711	11.77	0.69
	มันฝรั่ง (กก/ไร่)	2345	2270	19.43	0.59
บ้านทับ	ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/เมล็ดพันธุ์ (กก/ไร่)	697	719	12.16	0.62
	ถั่วเหลือง (ถั่วแระ) (กก/ไร่)	291	273	17.78	0.61

* จากการสำรวจภาคสนาม ใน ปี พ.ศ. 2560

แผนที่แสดงปริมาณผลผลิตของเกษตรผสมผสาน กรณี Baseline



รูปที่ 5- 10 แผนที่แสดงปริมาณผลผลิตของเกษตรผสมผสาน กรณี Baseline

5.3 การประเมินผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ และเกษตรผสมผสาน ในอนาคตภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

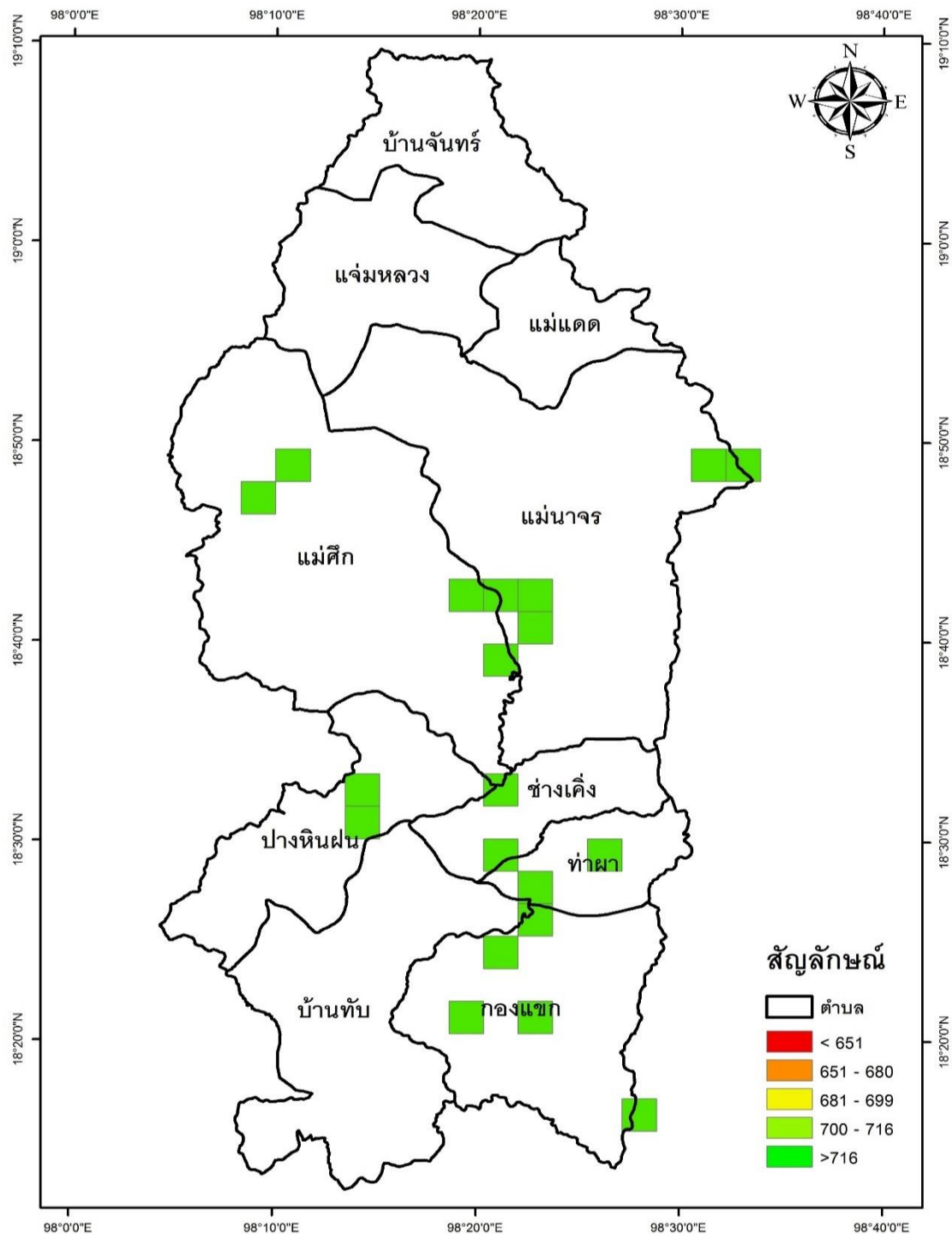
5.3.1 การประเมินผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ในอนาคตภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

การประเมินปริมาณผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ด้วยแบบจำลอง EPIC ในภาพรวม พบว่า การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศภายใต้ A2 scenarios ทั้งสองช่วงเวลา จะส่งผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ โดยในช่วงระยะแรกของปี ค.ศ. 2016-2031 ผลผลิตจะเพิ่มขึ้นจากปีฐานมากกว่าช่วงระยะที่สอง (ค.ศ. 2032-2046) ในทางตรงกันข้าม การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศภายใต้ B2 scenarios ทั้งสองช่วงเวลา จะส่งผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ โดยที่ช่วงระยะที่สองจะส่งผลให้ปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ลดลงจากปีฐานมากกว่าในช่วงระยะแรก ดังแสดงในตารางที่ 5-17 และรูปที่ 5-11 – 5-14 ทั้งนี้ เนื่องจากภายใต้ A2 scenarios มีปริมาณน้ำฝนโดยรวมที่สูงกว่า ภายใต้ B2 scenarios และประกอบกับ ภายใต้ A2 scenarios มีปริมาณความเข้มข้นของ CO₂ ที่สูงกว่า ซึ่งส่งผลให้ปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้นสูงกว่า

ตารางที่ 5- 17 ปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ในอนาคตภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

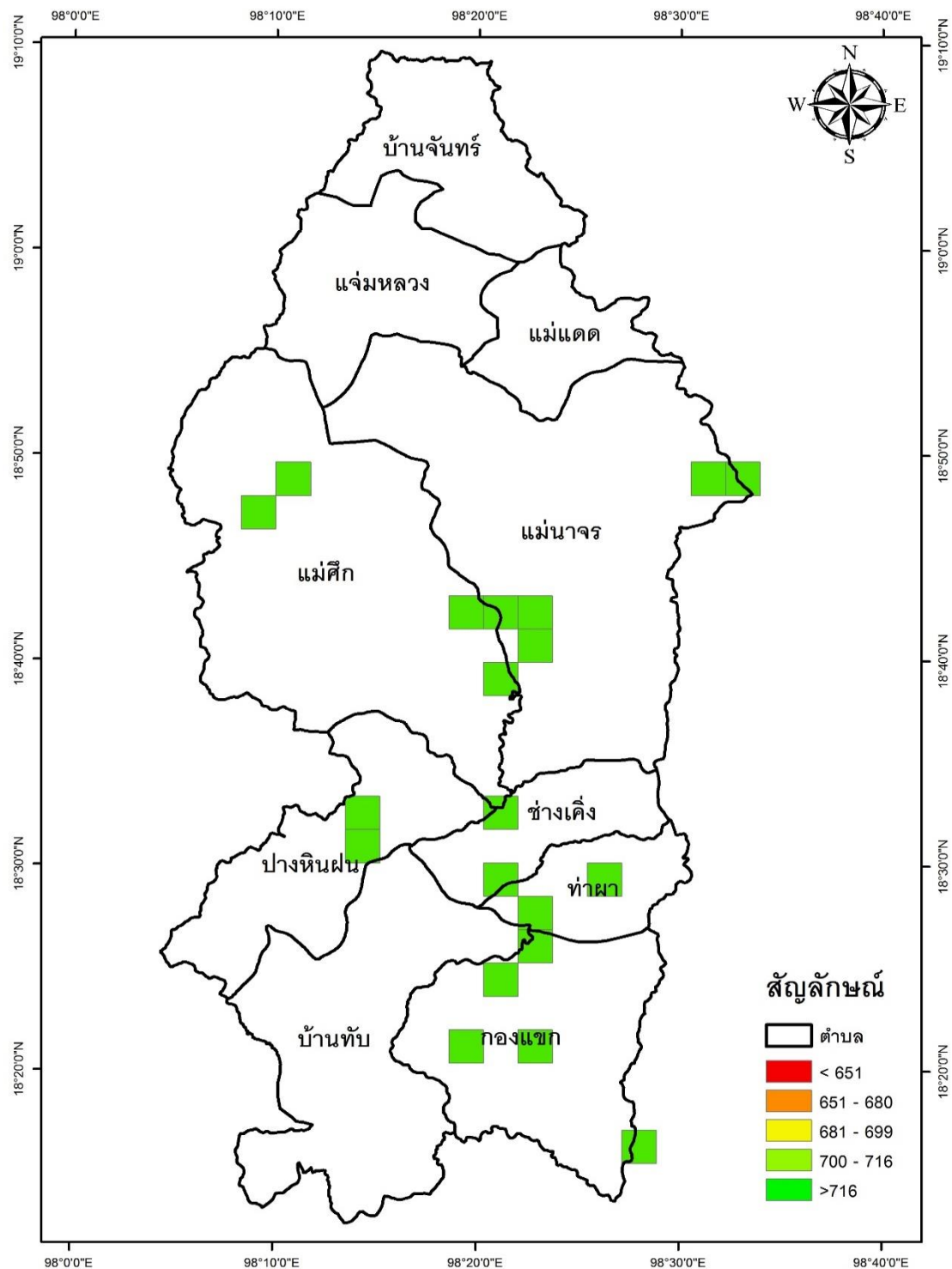
ตำบล	ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ (กก/ไร่)				
	Baseline	A2 2016-2031	A2 2032-2046	B2 2016-2031	B2 2032-2046
กองแขก	694.50	902.63	833.40	604.22	527.82
ช้างเค็ก	669.75	857.19	803.70	582.68	683.15
ท่าผา	693.60	853.86	832.32	603.43	527.14
ปางหินฝน	700.75	918.46	840.90	609.65	490.53
แม่นาจร	703.43	861.75	844.11	738.60	717.50
แม่ศึก	641.86	885.76	770.23	673.95	449.30

แผนที่แสดงปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ภายใต้ A2 scenarios ช่วง
ปี ค.ศ. 2016-2031



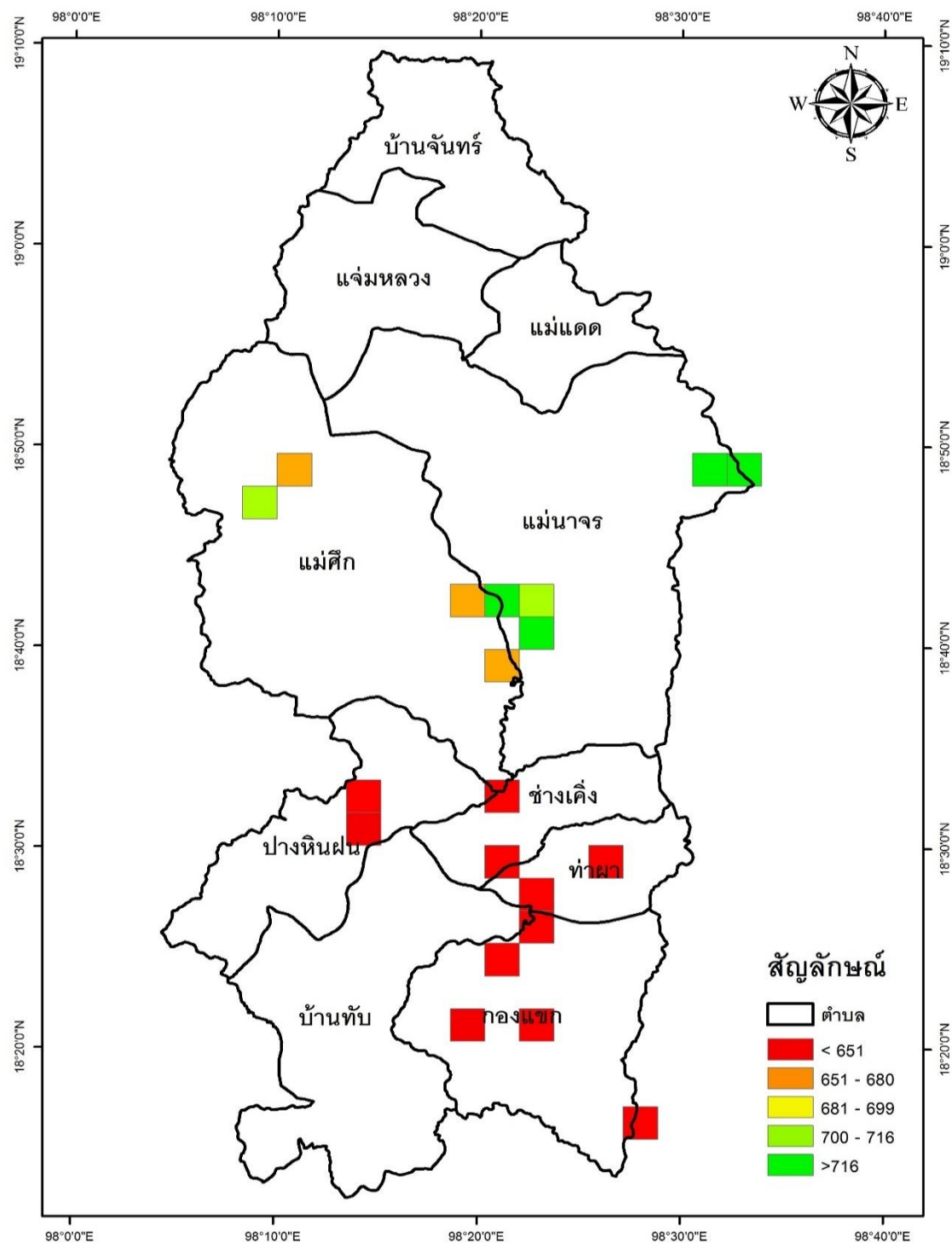
รูปที่ 5- 11 แผนที่แสดงปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ภายใต้ A2 scenarios ช่วงปี
ค.ศ. 2016-2031

แผนที่แสดงปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ภายใต้ A2 scenarios ช่วง
ปี ค.ศ. 2032-2046



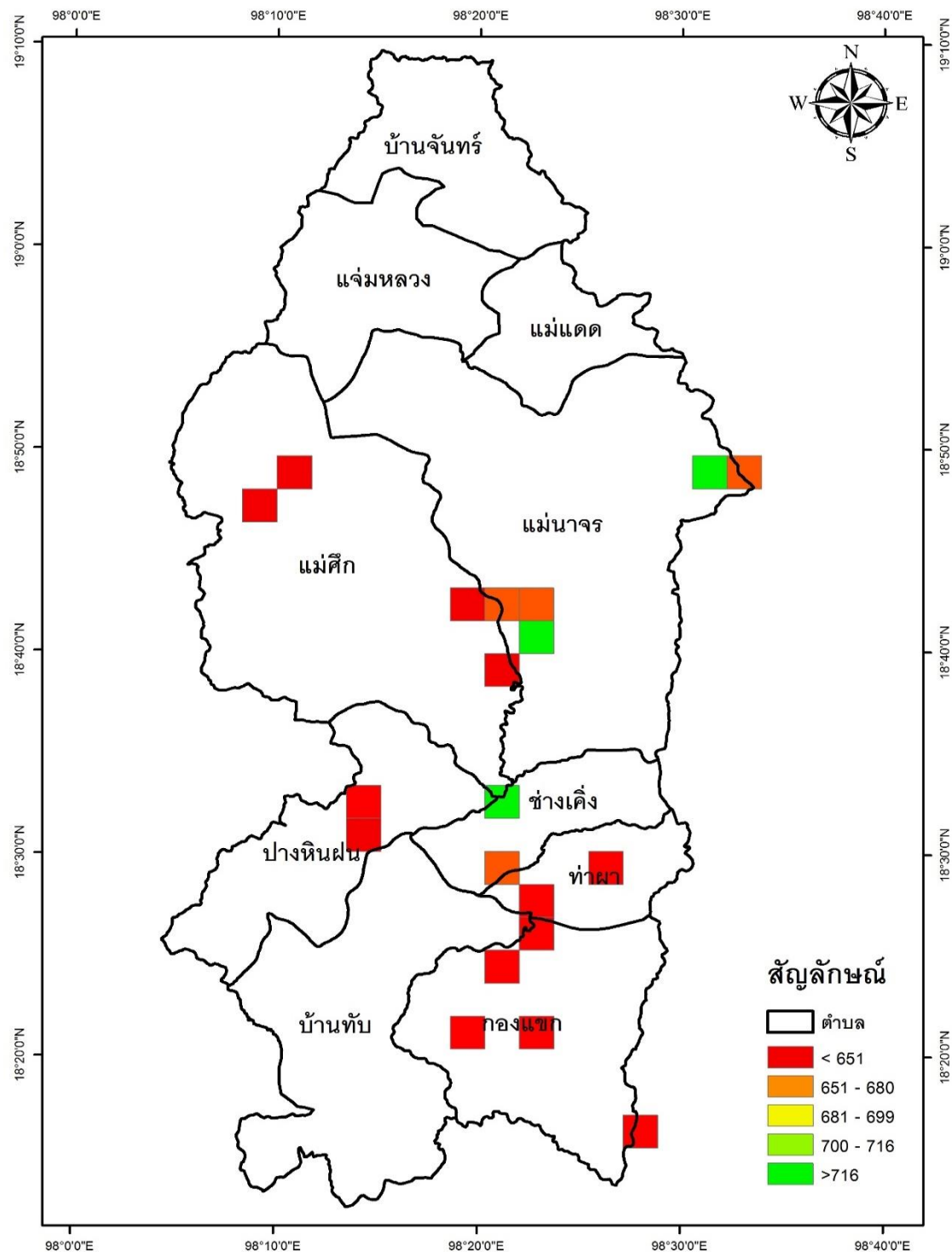
รูปที่ 5- 12 แผนที่แสดงปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ภายใต้ A2 scenarios ช่วงปี
ค.ศ. 2032-2046

แผนที่แสดงปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ภายใต้ B2 scenarios ช่วง
ปี ค.ศ. 2016-2031



รูปที่ 5- 13 แผนที่แสดงปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ภายใต้ B2 scenarios ช่วงปี
ค.ศ. 2016-2031

แผนที่แสดงปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ภายใต้ B2 scenarios ช่วง
ปี ค.ศ. 2032-2046



รูปที่ 5- 14 แผนที่แสดงปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ภายใต้ B2 scenarios ช่วงปี
ค.ศ. 2032-2046

5.3.2 การประเมินผลผลิตเกษตรผสมผสานในอนาคตภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

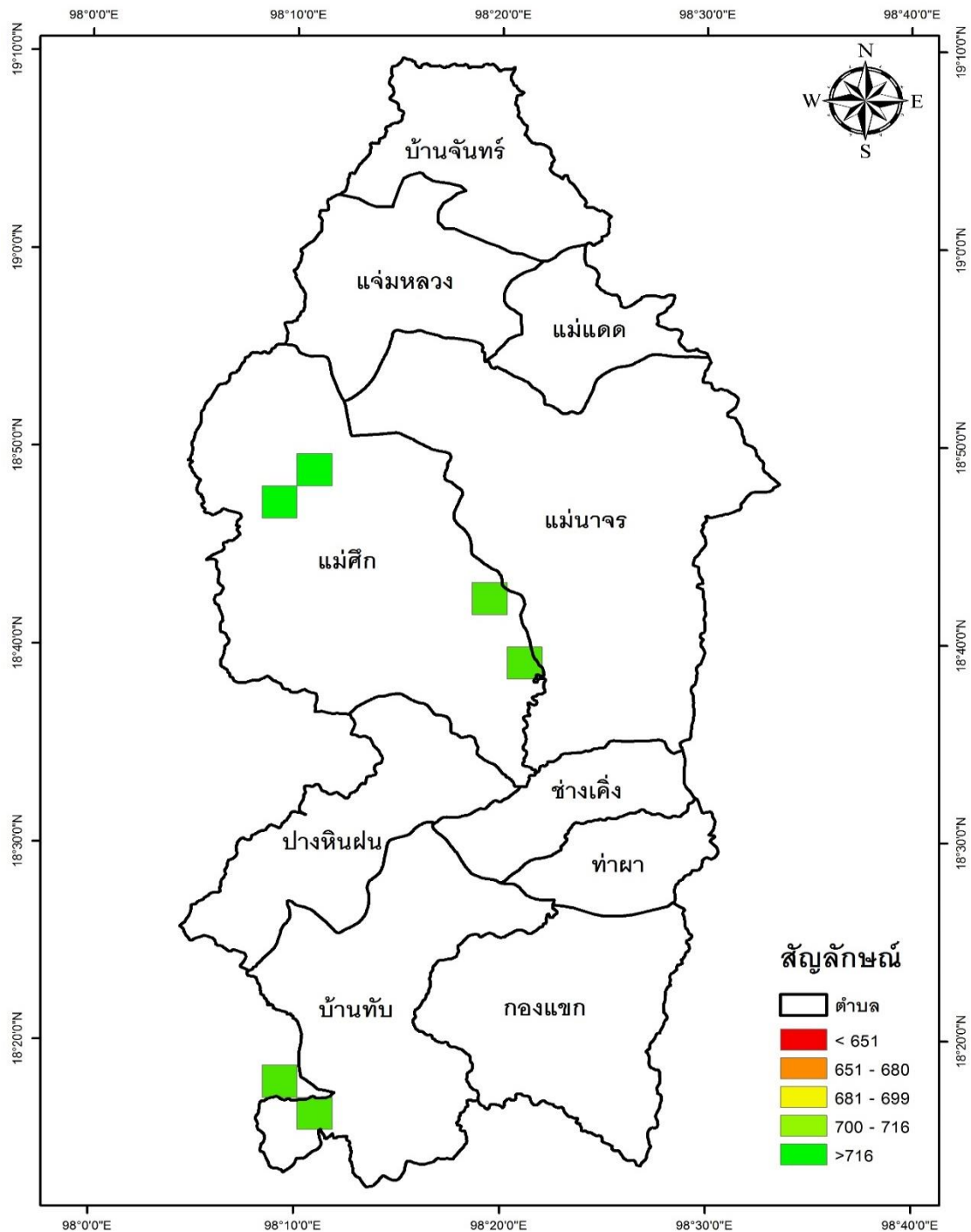
จากการประเมินอิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อปริมาณผลผลิตของเกษตรผสมผสานด้วยแบบจำลอง EPIC ในภาพรวม พบว่า ปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ของทั้งสองพื้นที่เปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศภายใต้ A2 scenarios ทั้งสองช่วงเวลา จะส่งผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ โดยเฉพาะในช่วงระยะแรก คือ ปี ค.ศ. 2016-2031 ผลผลิตจะเพิ่มขึ้นจากปีฐานมากกว่าช่วงระยะที่สอง (ค.ศ. 2032-2046) ในทางตรงกันข้าม การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศภายใต้ B2 scenarios ทั้งสองช่วงเวลา จะส่งผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ โดยที่ช่วงระยะที่สองจะส่งผลให้ปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ลดลงจากปีฐานมากกว่าในช่วงระยะแรก

ในขณะที่ ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจะส่งกระทบในเชิงบวกต่อปริมาณผลผลิตของมันฝรั่ง ในตำบลแม่ศึก และ ถั่วเหลือง ในตำบลบ้านทับ พบว่า ปริมาณผลผลิตของมันฝรั่ง และถั่วเหลืองจะเพิ่มขึ้นจากปีฐาน ในทุก ๆ climate scenarios โดยผลผลิตของมันฝรั่ง และถั่วเหลือง จะเพิ่มขึ้นมากที่สุดภายใต้ A2 scenario ในช่วง ปี ค.ศ. 2016-2031 รองลงมา คือ A2 scenario ในช่วง ปี ค.ศ. 2032-2046, B2 ปี ค.ศ. 2016-2031 และ B2 ปี ค.ศ. 2032-2046 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 5-18 และรูปที่ 5-15 – 5-18 จากการศึกษาี้ แสดงให้เห็นว่า พืชที่ใช้ใช้น้ำน้อย จะไม่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เนื่องจากพืชดังกล่าวไม่ขึ้นอยู่กับปัจจัยด้านปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิเป็นหลัก แต่จะขึ้นอยู่กับปริมาณธาตุอาหารในดิน ซึ่งในการศึกษาี้ได้แสดงให้เห็นว่าปริมาณผลผลิตของพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่มมีความสัมพันธ์กับปริมาณ SOCD อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น การจัดการแปลงดินเพื่อเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน จึงเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยลดและเตรียมรับมือผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศหากปริมาณน้ำฝนลดน้อยลง และอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นได้

ตารางที่ 5- 18 ปริมาณผลผลิตเกษตรผสมผสานในอนาคตภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ตำบล	Climate scenarios	ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ (กก/ไร่)	มันฝรั่ง (กก/ไร่)	ตำบล	Climate scenarios	ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ (กก/ไร่)	ถั่วเหลือง (ถั่วแระ) (กก/ไร่)
แม่ศึก	Baseline	692.57	2344.71	บ้านทับ	Baseline	697.43	291.14
	A2 2016-2031	878.90	2649.53		A2 2016-2031	836.91	334.81
	A2 2032-2046	747.43	2480.11		A2 2032-2046	753.22	320.26
	B2 2016-2031	668.00	2415.06		B2 2016-2031	685.43	308.61
	B2 2032-2046	442.43	2391.61		B2 2032-2046	589.47	314.43

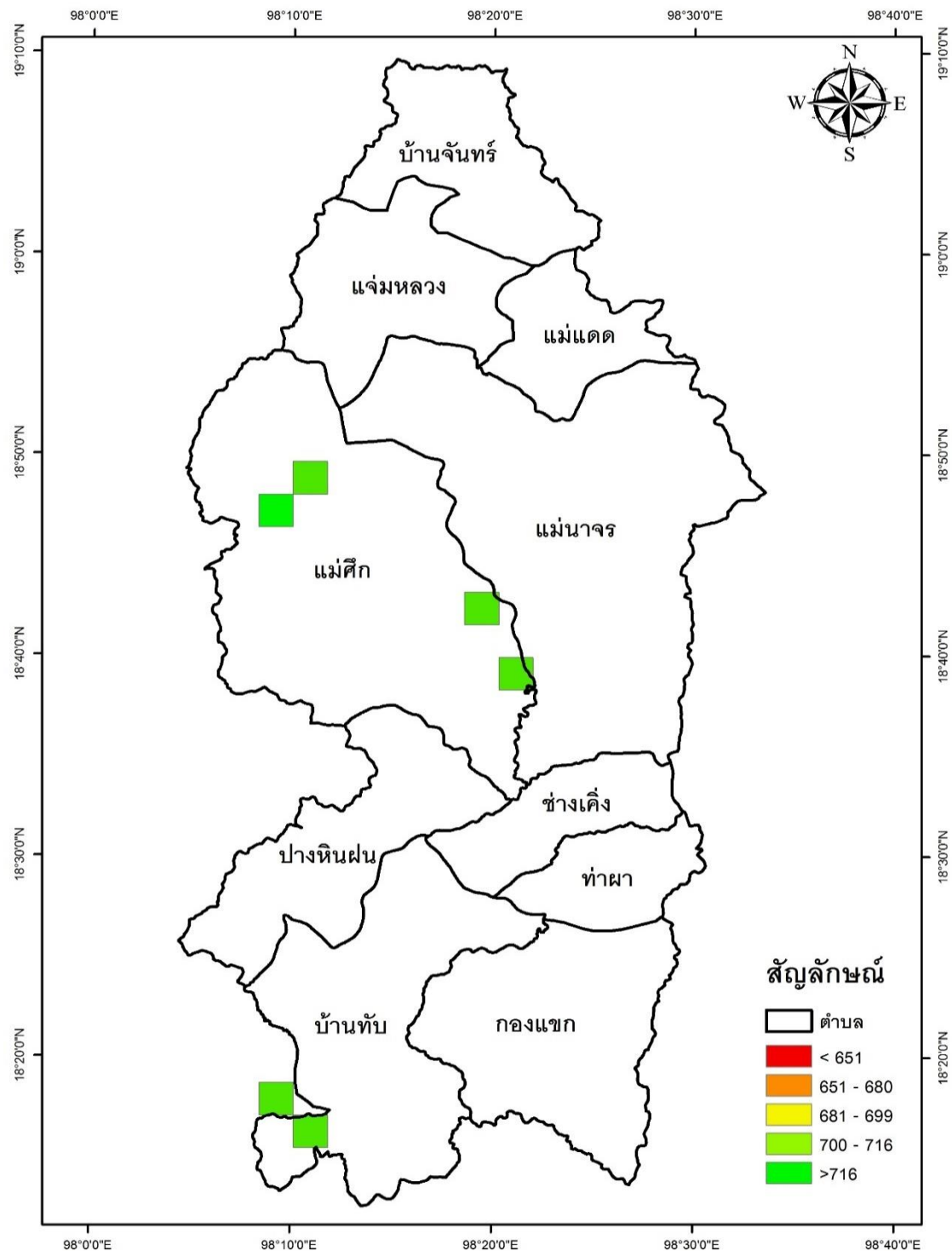
A2 scenarios ช่วงปี ค.ศ. 2016-2031



132

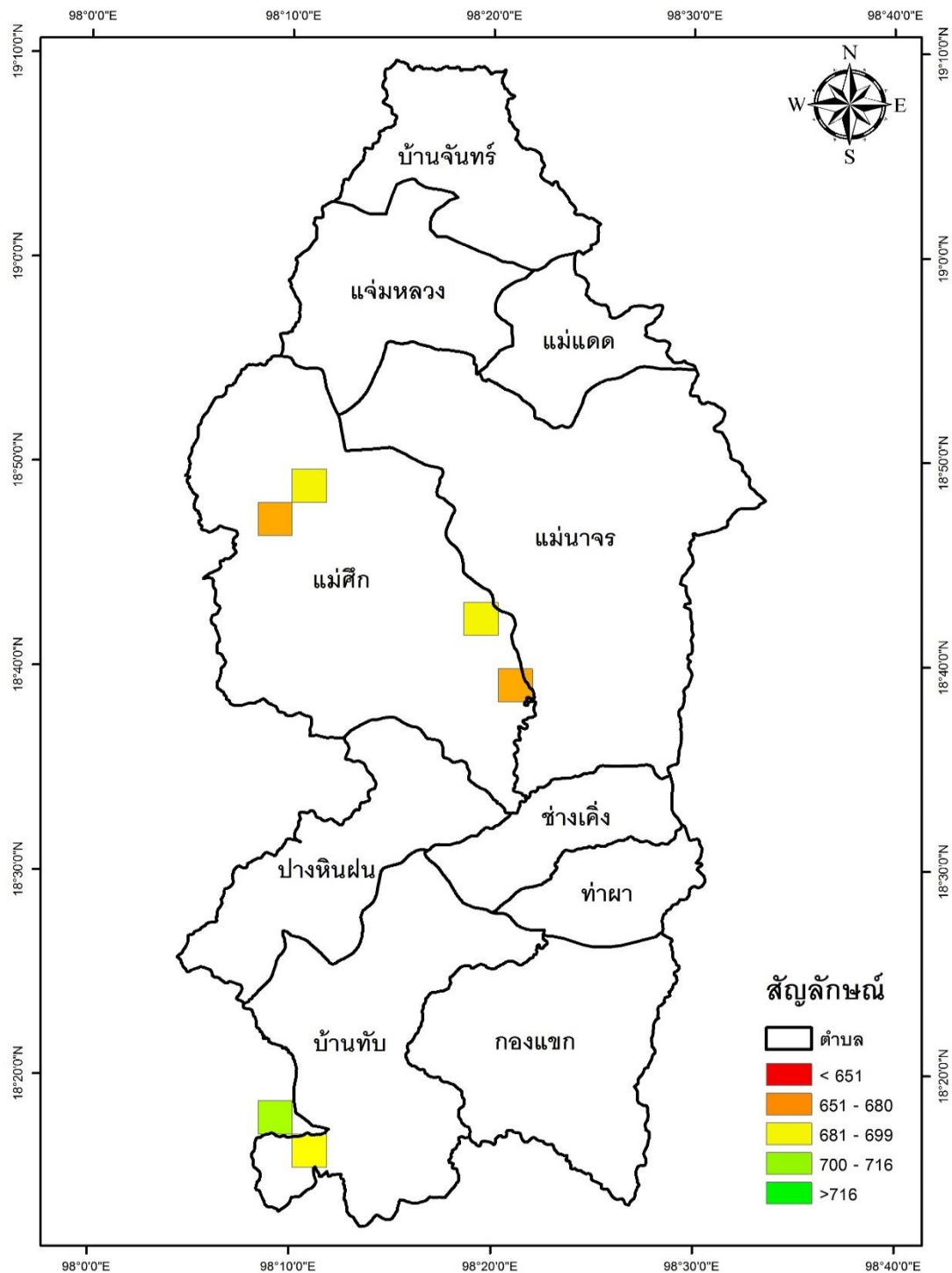
แผนที่แสดงปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ของเกษตรกรผสมผสานภายใต้

A2 scenarios ช่วงปี ค.ศ. 2032-2046



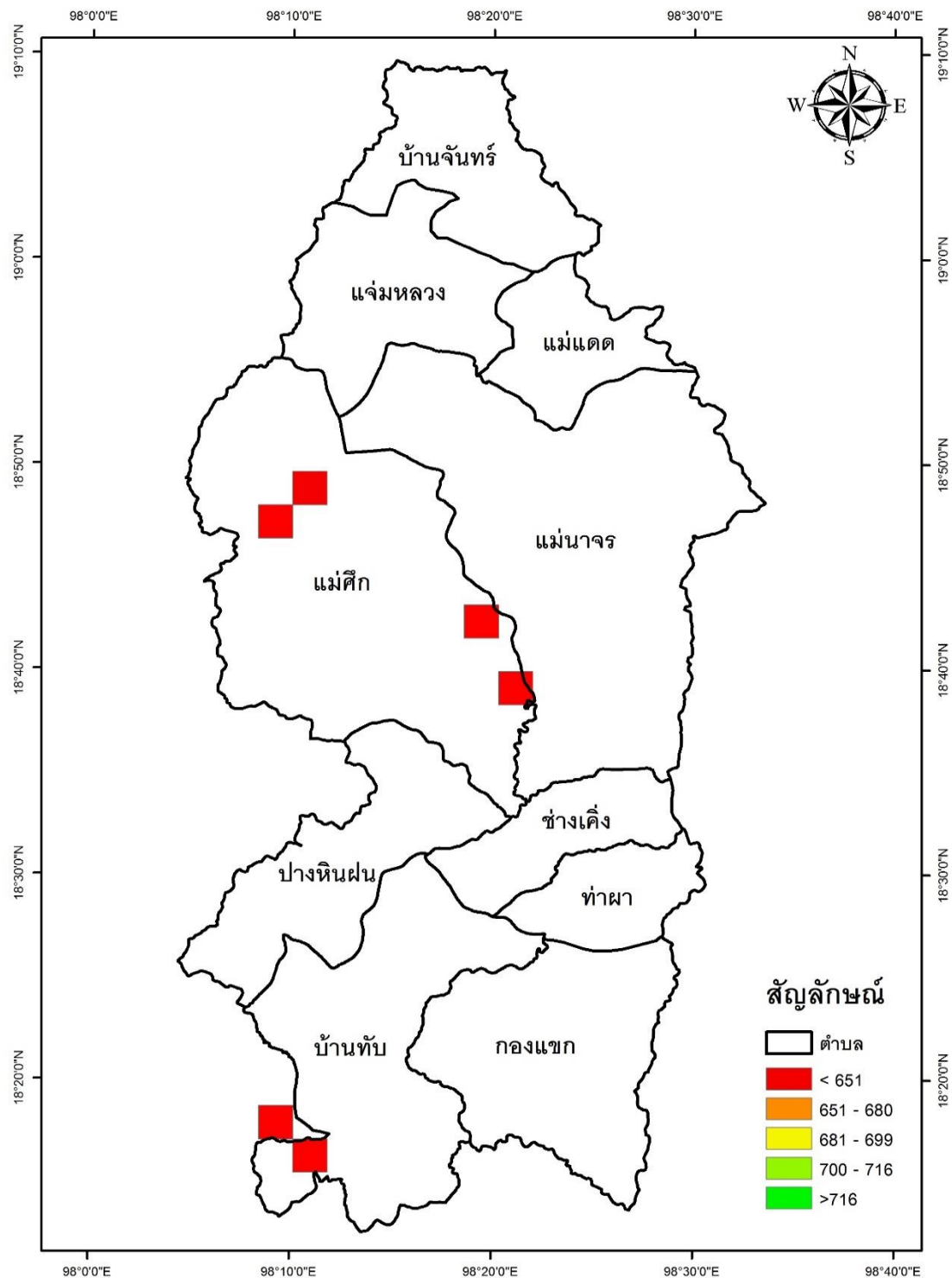
รูปที่ 5- 16 แผนที่แสดงปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ของเกษตรกรผสมผสานภายใต้ A2 scenarios ช่วงปี ค.ศ. 2032-2046

แผนที่แสดงปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ของเกษตรกรผสมผสานภายใต้
B2 scenarios ช่วงปี ค.ศ. 2016-2031



รูปที่ 5- 17 แผนที่แสดงปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ของเกษตรกรผสมผสานภายใต้ B2 scenarios ช่วงปี ค.ศ. 2016-2031

แผนที่แสดงปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ของเกษตรผสมผสานภายใต้
B2 scenarios ช่วงปี ค.ศ. 2032-2046



รูปที่ 5- 18 แผนที่แสดงปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ของเกษตรผสมผสานภายใต้ B2 scenarios ช่วงปี ค.ศ. 2032-2046

นอกจากนี้ จากผลการประเมินด้วยแบบจำลอง EPIC ได้แสดงให้เห็นว่า ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศแบบ B2 ส่งผลให้ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ลดลง ด้วยเหตุนี้ เพื่อค้นหาแนวทางเพื่อบรรเทาผลกระทบโดยการเปลี่ยนปฏิทินการเพาะปลูก โดยเกษตรกร ควรเริ่มเตรียมแปลงตั้งแต่เดือนพฤษภาคม และปลูกให้เสร็จสิ้นภายในเดือนมิถุนายน โดยใส่ปุ๋ยในปริมาณที่เท่าเดิม จะส่งผลให้ปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์เพิ่มขึ้น ประมาณ 14-16% ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศแบบ B2:2016-2031 และเพิ่มขึ้น ประมาณ 2-17% ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศแบบ B2: 2032-2046 ทั้งนี้ปัจจัยสำคัญ คือปริมาณน้ำฝนที่เพิ่มขึ้นในช่วงเวลาดังกล่าว ส่งผลให้ลดปัจจัยจำกัดในการเจริญเติบโตของพืช ดังแสดงผลในตารางที่ 5-19

ตารางที่ 5- 19 ปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ในอนาคตภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยการปรับเปลี่ยนปฏิทินการเพาะปลูก

ตำบล	ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ (กก/ไร่)		
	Baseline	B2 2016-2031	B2 2032-2046
กองแขก	694.50	792.6	710.82
ช่างเคิ่ง	669.75	764.05	785.15
ท่าผา	693.60	784.9	714.14
ปางหินฝน	700.75	793.05	735.53
แม่นาจร	703.43	801.63	771.5
แม่ศึก	641.86	745.16	681.3

5.4 การประเมินการสูญเสียธาตุอาหาร (ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส) ภายใต้สถานการณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคต

พื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่ม เป็นพื้นที่สูงและพื้นที่ส่วนใหญ่ปกคลุมด้วยป่าไม้ โดยทั่วไปการหมุนเวียนของธาตุอาหารจะมีลักษณะเกือบจะเหมือนวงจรปิด (nearly closed system) เนื่องจากในสภาพพื้นที่ป่าโดยปกติ พืชที่ปกคลุมดินจะดึงดูดธาตุอาหารจากดินไปใช้ประโยชน์ และเมื่อพืชเหล่านั้นตายลงก็จะถูกย่อยสลายด้วยแบคทีเรียในดิน และจะสลายตัวปลดปล่อยธาตุอาหารสู่ดิน แล้วธาตุอาหารเหล่านี้ก็จะถูกพืชดึงดูดขึ้นไปใช้ต่อไป วัฏจักรเช่นนี้จะยังคงหมุนเวียนอยู่ต่อไปตราบเท่าที่ ยังคงมีพืชปกคลุมดินอยู่ จึงทำให้ธาตุอาหารสูญเสียออกไปจากระบบนิเวศน้อยมาก แต่เมื่อพื้นที่ดังกล่าวถูกปรับเปลี่ยนไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรม ธาตุอาหารนอกจากจะสูญเสียออกไปจากระบบนิเวศแล้ว ธาตุอาหารที่มีอยู่ในดินก็สูญเสียไปกับกระบวนการพังทลายของ

ดินได้โดยง่าย เนื่องจากไม่มีรากไม้ใหญ่คอยดูดยึดธาตุอาหารและหน้าดิน โดยเฉพาะในสภาพพื้นที่ที่มีความลาดชัน และดินง่ายต่อการถูกชะล้างพังทลาย ในลักษณะเช่นนี้ดินจะมีการสูญเสียธาตุอาหารไปกับกระบวนการชะล้างพังทลายในปริมาณมาก มีผลทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินบริเวณนั้นลดต่ำลง นอกจากนี้ อาจทำให้คุณภาพของน้ำไม่เหมาะสมต่อการใช้ประโยชน์

จากการศึกษา พบว่า พื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ในสถานการณ์ปัจจุบัน มีปริมาณการสูญเสียไนโตรเจน อยู่ระหว่าง 24.80-31.81 กิโลกรัมไนโตรเจน/เฮกเตอร์/ปี โดยตำบลแม่ศึก มีปริมาณมากที่สุด และน้อยที่สุด คือ ตำบลแม่นาจร ในขณะที่ปริมาณการสูญเสียฟอสฟอรัส อยู่ระหว่าง 57.40-75.62 กรัมฟอสฟอรัส/เฮกเตอร์/ปี โดยที่ ตำบลแม่ศึก มีปริมาณการสูญเสียฟอสฟอรัสมากที่สุด และ พบน้อยที่สุด ที่ตำบลแม่นาจร ภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ พบว่า ทุก ๆ scenarios และทุกพื้นที่ จะมีปริมาณการสูญเสียไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับปีฐาน โดยที่ภายใต้ A2 scenario ในช่วง ปี ค.ศ. 2032-2046 จะส่งผลให้ปริมาณการสูญเสียไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นมากที่สุด รองลงมา คือ A2 scenario ในช่วง ปี ค.ศ. 2016-2031, B2 scenario ในช่วง ปี ค.ศ. 2016-2031 และ B2 scenario ในช่วง ปี ค.ศ. 2032-2046 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 5-20

สิ่งที่น่าสนใจ คือ จากการศึกษ พบว่า ปริมาณการสูญเสียไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในพื้นที่เกษตรผสมผสาน น้อยกว่าพื้นที่ที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ เพียงอย่างเดียว ทั้งในสถานการณ์ปัจจุบัน และภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ ทุก ๆ scenarios โดย พบว่า ในสถานการณ์ปัจจุบัน พื้นที่ตำบลบ้านทับมีปริมาณการสูญเสียไนโตรเจนและฟอสฟอรัสน้อยที่สุด คือ 18.89 กิโลกรัมไนโตรเจน/เฮกเตอร์/ปี และ 45.91 กรัมฟอสฟอรัส/เฮกเตอร์/ปี ตามลำดับ ในขณะที่ ภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ จะมีปริมาณการสูญเสียไนโตรเจน อยู่ระหว่าง 26.19-33.49 กิโลกรัมไนโตรเจน/เฮกเตอร์/ปี และจะมีปริมาณการสูญเสียฟอสฟอรัส อยู่ระหว่าง 45.91-65.35 กรัมฟอสฟอรัส/เฮกเตอร์/ปี ดังแสดงในตารางที่ 5-21

ตารางที่ 5- 20 ปริมาณการสูญเสียไนโตรเจน และฟอสฟอรัสของพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์

ตำบล	Nitrogen loss (kgN/ha/year)					Phosphorus loss (gP/ha/year)				
	Baseline	A2 2016- 2031	A2 2032- 2046	B2 2016- 2031	B2 2032- 2046	Baseline	A2 2016- 2031	A2 2032- 2046	B2 2016- 2031	B2 2032- 2046
กอง แขก	26.49	37.92	51.58	43.53	39.03	63.74	84.79	91.59	80.82	75.62
ช่างเคิ่ง	28.82	40.25	53.91	45.86	41.36	70.88	91.93	98.73	87.96	82.76
ท่าผา	25.24	36.67	50.33	42.28	37.78	66.78	87.83	94.63	83.86	78.66
ปางหิน ฝน	25.23	36.66	50.32	42.27	37.77	60.21	81.26	88.06	77.29	72.09
แม่ณา จร	24.80	54.69	24.80	24.80	24.80	57.40	78.45	85.25	74.48	69.28
แม่ศึก	31.81	43.24	56.90	48.85	44.35	75.62	96.67	103.47	92.70	87.50

ตารางที่ 5- 21 ปริมาณการสูญเสียไนโตรเจน และฟอสฟอรัสของพื้นที่เกษตรผสมผสาน

ตำบล	Nitrogen loss (kg/ha/year)					Phosphorus loss (g/ha/year)				
	Baseline	A2 2016- 2031	A2 2032- 2046	B2 2016- 2031	B2 2032- 2046	Baseline	A2 2016- 2031	A2 2032- 2046	B2 2016- 2031	B2 2032- 2046
แม่ศึก	24.06	36.95	42.64	36.68	33.34	58.46	77.17	83.21	73.64	69.02
บ้านทับ	18.89	29.02	33.49	28.81	26.19	45.91	60.61	65.35	57.84	54.21

5.5 สรุป

5.5.1 ความหนาแน่นของคาร์บอนที่สะสมในดิน

จากการศึกษานี้ พบว่า Elevation เป็นปัจจัยหลักที่สำคัญของปริมาณความหนาแน่นของคาร์บอนที่สะสมในดินพบว่าในพื้นที่ที่อยู่สูงขึ้นไป (High elevation) จะมีค่า SOCD สูง การศึกษานี้ยังพบว่า SOCD มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับปริมาณ Clay มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับ Soil moisture และ Exchangeable

Potassium และพบว่าผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และข้าวโพดเมล็ดพันธุ์มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความหนาแน่นของคาร์บอนที่สะสมในดินความหนาแน่นของคาร์บอนที่สะสมในดินและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และข้าวโพดเมล็ดพันธุ์อาจขึ้นอยู่กับตัวแปรอื่นๆ ด้วย เช่น ความสูงของพื้นที่เพาะปลูก ปริมาณน้ำฝน หรือวิธีการเพาะปลูกของเกษตรกร สำหรับความหนาแน่นของคาร์บอนในดินของระบบเกษตรผสมผสานพบว่า ในพื้นที่ปลูกข้าวไร่ มีปริมาณคาร์บอนที่สะสมในดินสูงที่สุด และ น้อยที่สุด พบในพื้นที่ปลูกพืชทองญี่ปุ่น เนื่องจาก ในพื้นที่ปลูกข้าวไร่ มีการสะสมของเศษฟางข้าวหลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิต ซึ่งเกษตรกรมักจะไม่ได้เผาหรือย้ายออกจากแปลงนา แต่มักจะทิ้งไว้ในแปลงนาเกือบทั้งหมด

ในการศึกษานี้ ได้แสดงถึงข้อค้นพบที่น่าสนใจ เพื่อนำไปสู่การศึกษาต่อเนื่องในการศึกษาในอนาคตได้ คือพบว่าปริมาณความหนาแน่นของคาร์บอนในดินของระบบเกษตรผสมผสาน ส่วนใหญ่จะสูงกว่า ปริมาณความหนาแน่นของคาร์บอนที่สะสมในดินของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ซึ่งอาจบ่งชี้ได้ถึง การทำการเกษตรที่เข้มข้น ขาดการบำรุงรักษาดิน อินทรีย์วัตถุในดินถูกทำลายจากการเผาเศษซากวัสดุทางการเกษตรอย่างต่อเนื่องยาวนาน และเกิดการชะล้างของธาตุอาหารออกจากดิน

5.5.2 การประเมินปริมาณผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ด้วยแบบจำลอง EPIC

ในภาพรวม พบว่า การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศภายใต้ A2 scenarios ทั้งสองช่วงเวลา จะส่งผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ โดยในช่วงระยะแรกของปี ค.ศ. 2016-2031 ผลผลิตจะเพิ่มขึ้นจากปีฐานมากกว่าช่วงระยะที่สอง (ค.ศ. 2032-2046) ในทางตรงกันข้าม การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศภายใต้ B2 scenarios ทั้งสองช่วงเวลา จะส่งผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ โดยที่ช่วงระยะที่สองจะส่งผลให้ปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ลดลงจากปีฐานมากกว่าในช่วงระยะแรก เนื่องจากภายใต้ A2 scenarios มีปริมาณน้ำฝนโดยรวมที่สูงกว่า ภายใต้ B2 scenarios และประกอบกับ ภายใต้ A2 scenarios มีปริมาณความเข้มข้นของ CO₂ ที่สูงกว่า ซึ่งส่งผลให้ปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้นสูงกว่า

จากการประเมินอิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อปริมาณผลผลิตของเกษตรผสมผสาน ด้วยแบบจำลอง EPIC ในภาพรวม พบว่า ปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ของทั้งสองพื้นที่เปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศภายใต้ A2 scenarios ทั้งสองช่วงเวลา จะส่งผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ โดยเฉพาะในช่วงระยะแรก คือ ปี ค.ศ. 2016-2031 ผลผลิตจะเพิ่มขึ้นจากปีฐานมากกว่าช่วงระยะที่สอง (ค.ศ. 2032-2046) ในทางตรงกันข้าม การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศภายใต้ B2 scenarios ทั้งสองช่วงเวลา จะส่งผลกระทบต่อ

เชิงลบต่อปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ โดยที่ช่วงระยะที่สองจะส่งผลให้ปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ลดลงจากปีฐานมากกว่าในช่วงระยะแรก ในขณะที่ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจะส่งกระทบในเชิงบวกต่อปริมาณผลผลิตของมันฝรั่ง ในตำบลแม่ศึก และ ถั่วเหลือง ในตำบลบ้านทับ พบว่า ปริมาณผลผลิตของมันฝรั่ง และถั่วเหลืองจะเพิ่มขึ้นจากปีฐาน ในทุก ๆ climate scenarios โดยผลผลิตของมันฝรั่ง และถั่วเหลือง จะเพิ่มขึ้นมากที่สุดภายใต้ A2 scenario ในช่วง ปี ค.ศ. 2016-2031 รองลงมา คือ A2 scenario ในช่วง ปี ค.ศ. 2032-2046, B2 ปี ค.ศ. 2016-2031 และ B2 ปี ค.ศ. 2032-2046 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า พืชที่ใช้น้ำน้อยจะไม่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เนื่องจากพืชดังกล่าวไม่ขึ้นอยู่กับปัจจัยด้านปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิเป็นหลัก แต่จะขึ้นอยู่กับปริมาณธาตุอาหารในดิน ซึ่งในการศึกษานี้ได้แสดงให้เห็นว่าปริมาณผลผลิตของพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่มมีความสัมพันธ์กับปริมาณ SOCD อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น การจัดการแปลงดินเพื่อเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน จึงเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยลดและเตรียมรับมือผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศหากปริมาณน้ำฝนลดน้อยลง และอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นได้

นอกจากนี้ จากผลการประเมินด้วยแบบจำลอง EPIC ได้แสดงให้เห็นว่า ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศแบบ B2 ส่งผลให้ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ลดลง ด้วยเหตุนี้ เพื่อค้นหาแนวทางเพื่อบรรเทาผลกระทบโดยการเปลี่ยนพฤติกรรมการเพาะปลูก โดยเกษตรกร ควรเริ่มเตรียมแปลงตั้งแต่เดือนพฤษภาคม และปลูกให้เสร็จสิ้นภายในเดือนมิถุนายน โดยใส่ปุ๋ยในปริมาณที่เท่าเดิม จะส่งผลให้ปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์เพิ่มขึ้น ประมาณ 14-16% ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศแบบ B2:2016-2031 และเพิ่มขึ้น ประมาณ 2-17% ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศแบบ B2: 2032-2046 ทั้งนี้ปัจจัยสำคัญ คือปริมาณน้ำฝนที่เพิ่มขึ้นในช่วงเวลาดังกล่าว ส่งผลให้ลดปัจจัยจำกัดในการเจริญเติบโตของพืช

5.5.3 การสูญเสียธาตุอาหารในดิน

จากการศึกษา พบว่า ปริมาณการสูญเสียไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในพื้นที่เกษตรผสมผสานน้อยกว่าพื้นที่ที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ เพียงอย่างเดียว ทั้งในสถานการณ์ปัจจุบัน และภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ ทุก ๆ scenarios โดย พบว่า ในสถานการณ์ปัจจุบัน พื้นที่ตำบลบ้านทับมีปริมาณการสูญเสียไนโตรเจนและฟอสฟอรัสน้อยที่สุด คือ 18.89 กิโลกรัมไนโตรเจน/เฮกเตอร์/ปี และ 45.91 กรัมฟอสฟอรัส/เฮกเตอร์/ปี ตามลำดับ ในขณะที่ ภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ จะมีปริมาณการสูญเสียไนโตรเจน อยู่ระหว่าง 26.19-33.49 กิโลกรัมไนโตรเจน/เฮกเตอร์/ปี และจะมีปริมาณการสูญเสียฟอสฟอรัส อยู่ระหว่าง 45.91-65.35 กรัมฟอสฟอรัส/เฮกเตอร์/ปี

บทที่ 6

การจัดการเศษซากวัสดุทางการเกษตร และการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

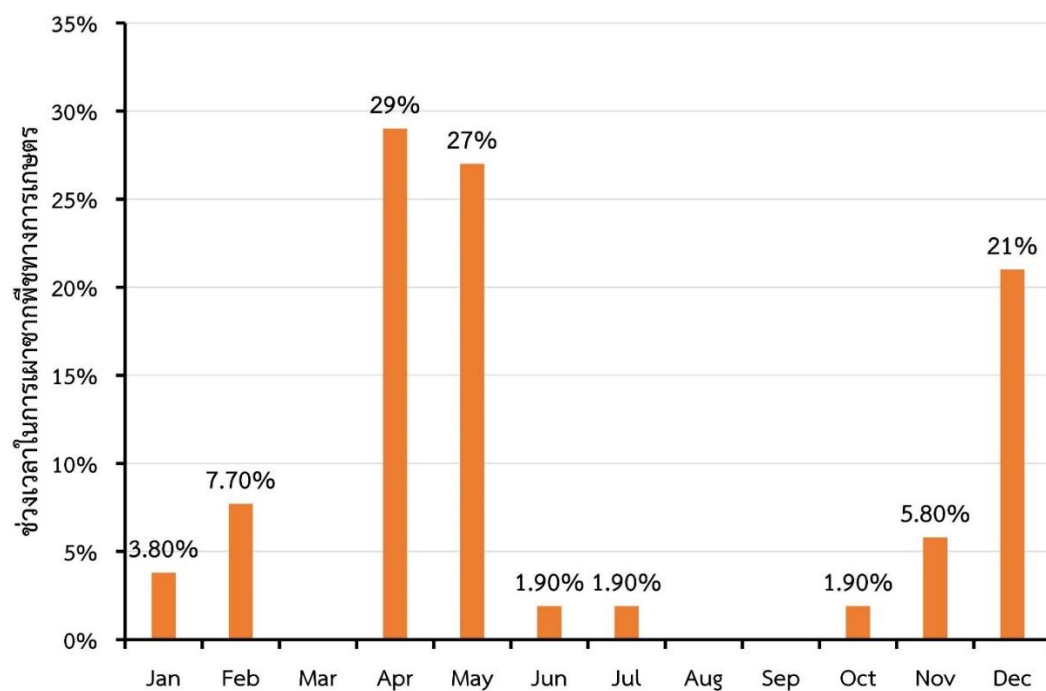
จากการเผาเศษซากวัสดุทางการเกษตร

6.1 การจัดการเศษซากวัสดุทางการเกษตร และการประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาเศษซากวัสดุทางการเกษตร ในปัจจุบัน

6.1.1 การจัดการเศษซากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์

1) ช่วงเวลาในการเผาซากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์

ข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม บ่งชี้ว่า เกษตรกรบริเวณลุ่มน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ ร้อยละ 29 และร้อยละ 27 ทำการเผาซากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ในช่วงเดือนเมษายน และพฤษภาคม ตามลำดับ รองลงมาคือ เดือนธันวาคม (ร้อยละ 21) เดือนกุมภาพันธ์ (ร้อยละ 7.7) เดือนพฤศจิกายน (ร้อยละ 5.8) เดือนมกราคม (ร้อยละ 3.8) และ เดือนมิถุนายน กรกฎาคม และตุลาคม (ร้อยละ 1.9) ในขณะที่ ช่วงเดือนมีนาคม สิงหาคม และกันยายน ไม่พบเกษตรกรเผาซากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ดังแสดงในรูปที่ 6-1 สำหรับช่วงเวลาของการเผาซากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ของแต่ละพื้นที่ ได้แสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 6-1



รูปที่ 6- 1 แสดงช่วงเวลาในการเผาซากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์

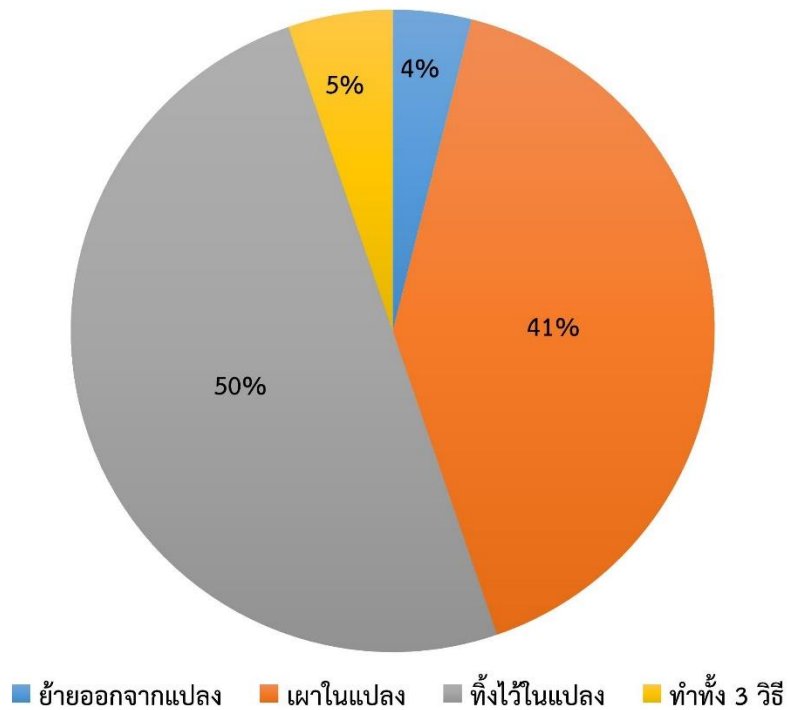
ตารางที่ 6- 1 แสดงช่วงเวลาของการเผาซากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ของแต่ละพื้นที่

ตำบล/ เดือน	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
กองแขก												
ช่างเค็ง												
ท่าผา												
บ้านทับ												
ปางหินฝน												
แม่แดด												
แม่นาจร												
แม่ศึก												

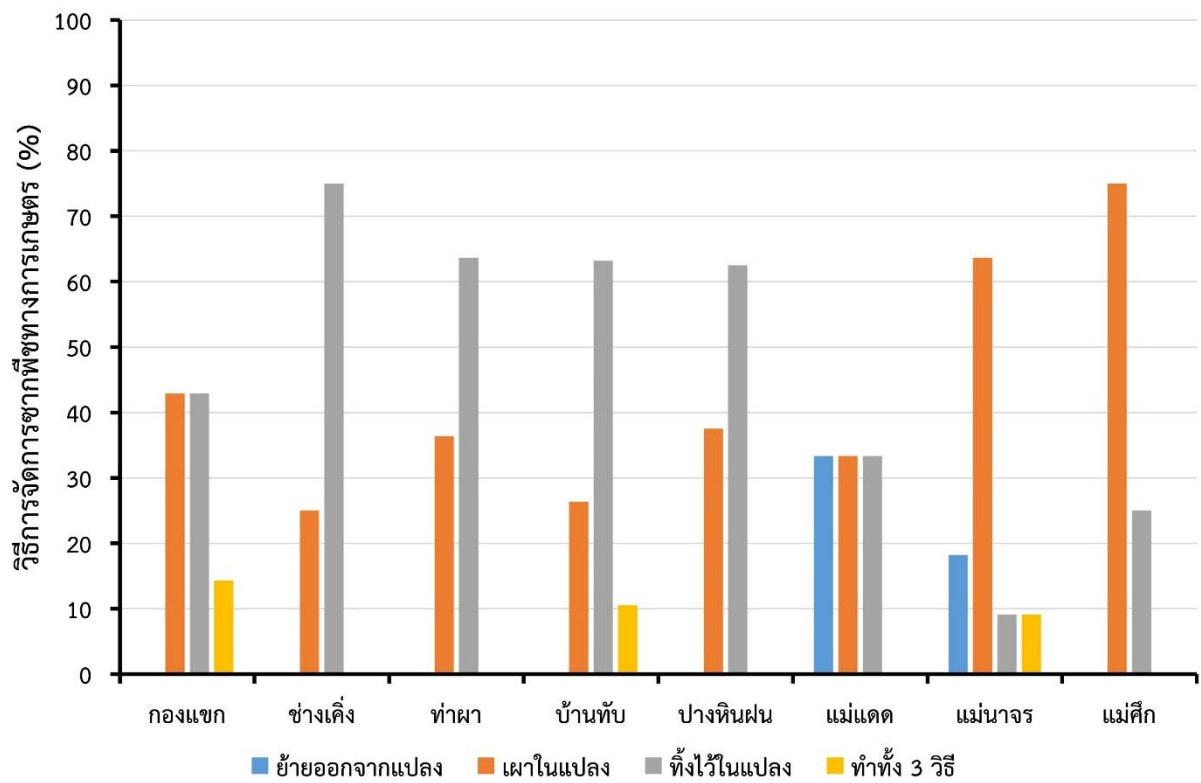
2) วิธีการจัดการซากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์

เกษตรกรส่วนใหญ่ร้อยละ 50 ทิ้งซากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ไว้ในแปลงโดยไม่เผาและไม่ย้ายออกจากแปลง ในขณะที่ ร้อยละ 41 จัดการซากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์โดยการเผาในแปลง เนื่องจากเป็นวิธีการกำจัดเศษซากที่ง่าย รวดเร็ว และต้นทุนต่ำ นอกจากนี้ ยังพบว่า เกษตรกรร้อยละ 4 ได้ทำการย้ายซากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ออกจากแปลง เพื่อนำไปใช้ประโยชน์อย่างอื่น และร้อยละ 5 ดำเนินการทั้ง 3 วิธี โดยการเผาซากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์บางส่วนในแปลง บางส่วนย้ายออกจากแปลงเพื่อนำไปใช้ประโยชน์อย่างอื่น และยังมีเหลือซากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์บางส่วนทิ้งไว้ในแปลง ดังแสดงในรูปที่ 6-2

อย่างไรก็ตาม เกษตรกรในแต่ละพื้นที่ มีวิธีการจัดการซากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ที่แตกต่างกันออกไป ดังแสดงในรูปที่ 6-3 จากการสำรวจภาคสนาม พบว่า เกษตรกรตำบลกองแขก ร้อยละ 43 จัดการซากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์โดยการเผาในแปลง และปล่อยทิ้งไว้ในแปลง และมีเพียงร้อยละ 14 ที่ดำเนินการทั้ง 3 วิธี เกษตรกรตำบลช่างเคิ่ง ร้อยละ 75 จัดการซากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์โดยปล่อยทิ้งไว้ในแปลง และ ร้อยละ 25 เลือกที่จะเผาในแปลง เกษตรกรตำบลท่าผา ร้อยละ 64 จัดการซากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์โดยปล่อยทิ้งไว้ในแปลง และ ร้อยละ 36 จะเผาในแปลง เกษตรกรตำบลบ้านทับ ร้อยละ 63 จัดการซากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์โดยปล่อยทิ้งไว้ในแปลง ร้อยละ 26 เผาในแปลง และ ร้อยละ 11 ดำเนินการทั้ง 3 วิธี เกษตรกรตำบลปางหินฝน ร้อยละ 63 จัดการซากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์โดยปล่อยทิ้งไว้ในแปลง และ ร้อยละ 38 เลือกที่จะเผาในแปลง เกษตรกรตำบลแม่แดด ร้อยละ 33.33, 33.33 และ 33.34 จัดการซากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์โดยการย้ายออกจากแปลง เผาในแปลง และ ปล่อยทิ้งไว้ในแปลง ตามลำดับ ในขณะที่ เกษตรกรตำบลแม่นาจร ร้อยละ 64 จัดการซากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์โดยการเผาในแปลง รองลงมาคือ ร้อยละ 18 ย้ายออกจากแปลง และร้อยละ 9 ทิ้งไว้ในแปลง และ ดำเนินการทั้ง 3 วิธี ร่วมกัน และเกษตรกรตำบลแม่ศึก ร้อยละ 75, 34 จัดการซากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์โดยการเผาในแปลง และร้อยละ 25 ทิ้งซากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ไว้ในแปลง



รูปที่ 6- 2 วิธีการจัดการชาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์

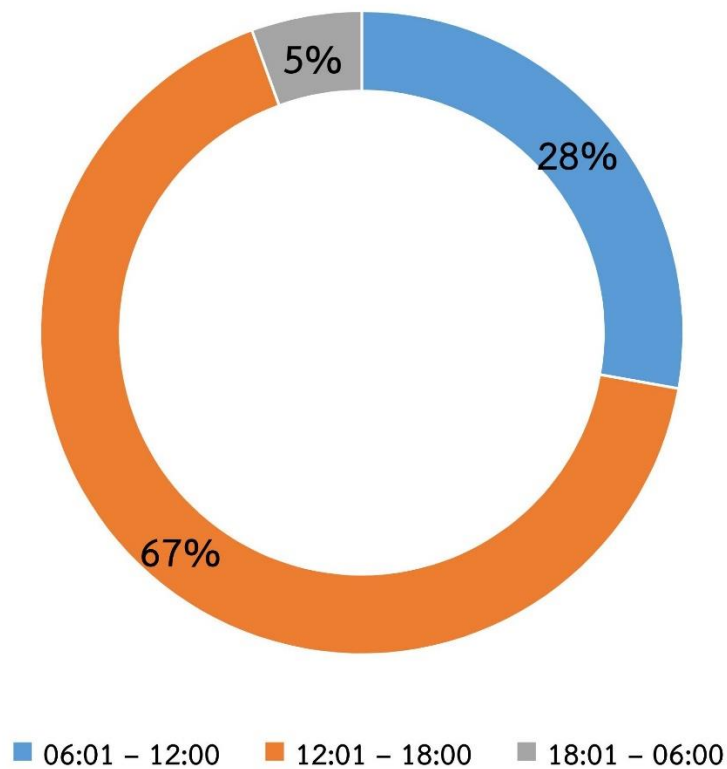


รูปที่ 6- 3 วิธีการจัดการชาพืชข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ของแต่ละพื้นที่

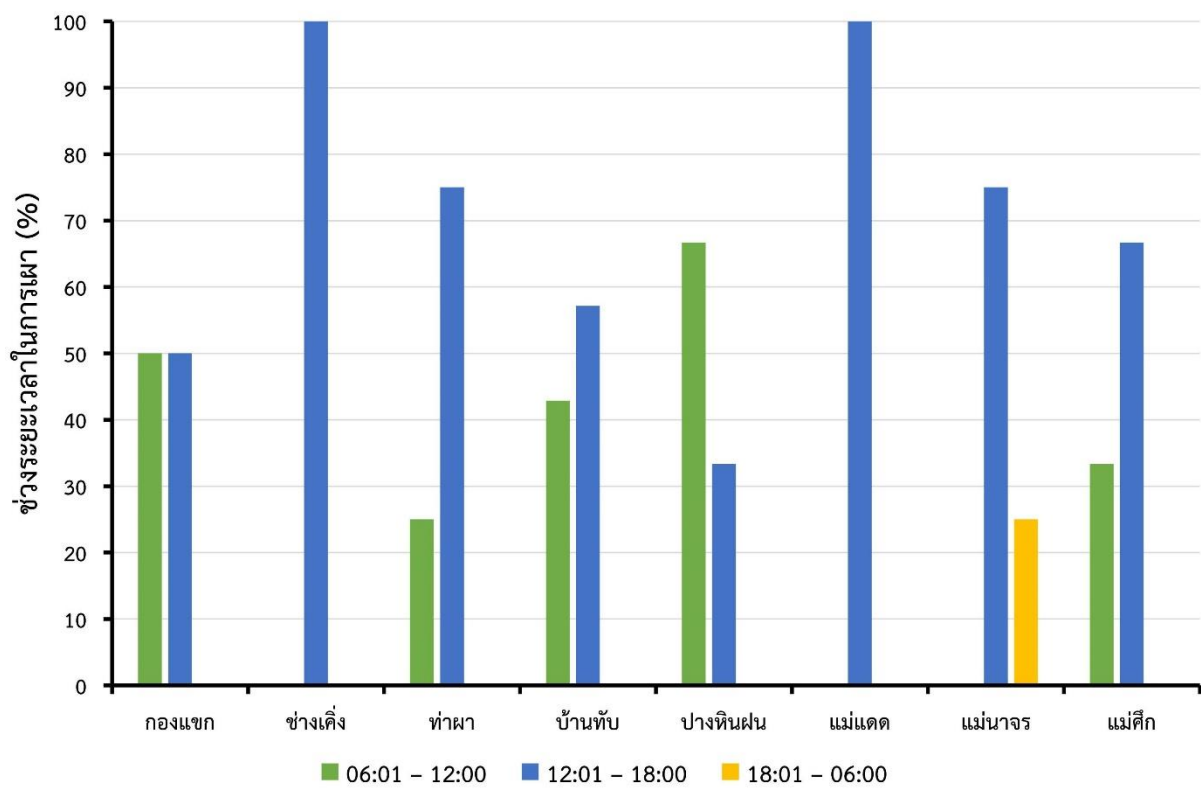
3) ช่วงระยะเวลาในการเผาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์

เกษตรกรร้อยละ 67 ดำเนินการเผาซากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ในช่วงบ่าย คือ ช่วงเวลาประมาณ 12:01 – 18:00 รองลงมา คือ ร้อยละ 28 เกษตรกรดำเนินการเผาซากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ในช่วงเช้า คือ ช่วงเวลาประมาณ 06:01 – 12:00 ในขณะที่มีเพียง ร้อยละ 5 ที่ดำเนินการเผาซากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ในช่วงค่ำ คือ 18:01 – 06:00 ดังแสดงในรูปที่ 6-4

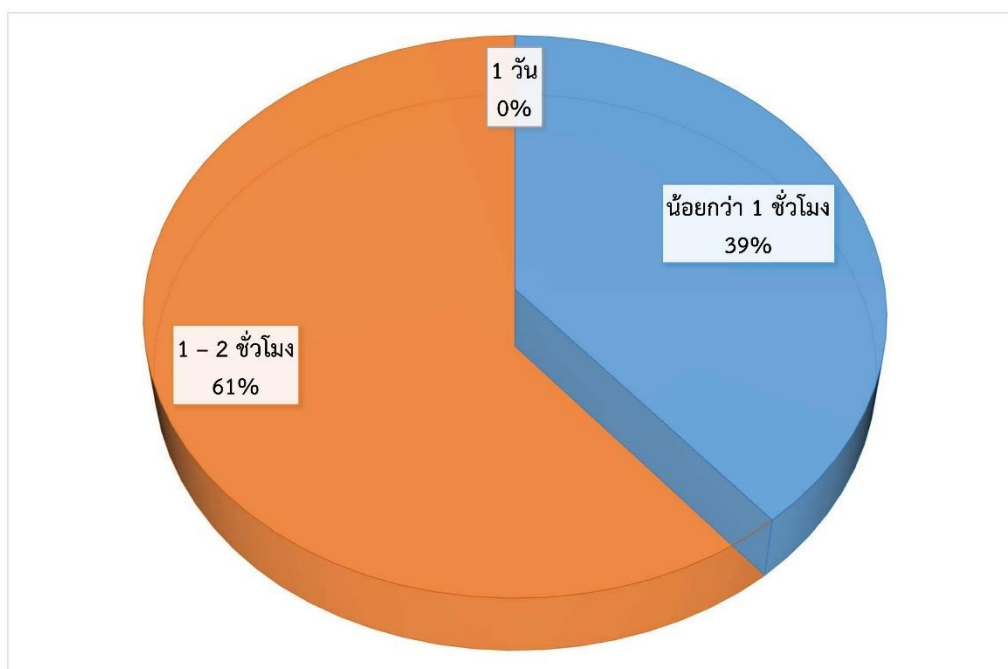
เกษตรกรตำบลช้างเคื่อง และแม่แดด ส่วนใหญ่ดำเนินการเผาซากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ในช่วงบ่าย เกษตรกรตำบลกองแขก ร้อยละ 50 ดำเนินการเผาซากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ในช่วงเช้า และ ร้อยละ 50 ดำเนินการในช่วงบ่าย เกษตรกรตำบลท่าผา ร้อยละ 75 ดำเนินการเผาซากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ในช่วงบ่าย และร้อยละ 25 ดำเนินการในช่วงเช้า ในทำนองเดียวกัน เกษตรกรตำบลบ้านทับ ร้อยละ 57 ดำเนินการเผาซากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ในช่วงบ่าย และร้อยละ 43 ดำเนินการในช่วงเช้า เกษตรกรตำบลแม่ศึก ร้อยละ 67 ดำเนินการเผาซากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ในช่วงบ่าย และร้อยละ 33 ดำเนินการในช่วงเช้า เกษตรกรตำบลแม่นาจร ร้อยละ 75 ดำเนินการเผาซากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ในช่วงบ่าย และร้อยละ 25 ดำเนินการในช่วงค่ำ ในทางตรงกันข้าม เกษตรกรตำบลปางหินฝน ร้อยละ 67 ดำเนินการเผาซากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ในช่วงเช้า และ ร้อยละ 33 ดำเนินการในช่วงบ่าย ดังแสดงในรูปที่ 6-5 นอกจากนี้ ยังพบว่า เวลาที่ใช้ในการเผาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ร้อยละ 61 จะเสร็จสิ้นภายใน 1-2 ชั่วโมง และ ร้อยละ 39 ใช้เวลาน้อยกว่า 1 ชั่วโมง ในการเผาซากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ดังแสดงในรูปที่ 6-6



รูปที่ 6- 4 ช่วงระยะเวลาในการเพาะข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์



รูปที่ 6- 5 ช่วงระยะเวลาในการเพาะข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ของแต่ละพื้นที่



รูปที่ 6- 6 เวลาที่ใช้ในการเผาซากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์

4) การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาซากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และข้าวโพดเมล็ดพันธุ์

ปริมาณของการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาซากวัสดุทางการเกษตร ทั้งข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ สามารถเรียงลำดับจากมากที่น้อยที่สุดได้ ดังต่อไปนี้ $\text{CO}_2 > \text{CO} > \text{PM}_{10} > \text{PM}_{2.5} > \text{NMVOCs} > \text{CH}_4 > \text{NO}_x > \text{BC} > \text{SO}_x > \text{N}_2\text{O}$

จากการคำนวณปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาซากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พบว่า โดยเฉลี่ยปริมาณของการปลดปล่อยก๊าซ CO_2 , CO, PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$, NMVOCs, CH_4 , NO_x , BC, Sox, N_2O เท่ากับ 1580.69, 40.48, 6.47, 6.26, 4.70, 2.82, 1.88, 0.78, 0.21 และ 0.07 กก/ไร่/ปี ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 6-2 ในขณะที่ ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาซากข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ โดยเฉลี่ยเท่ากับ 2078.26, 53.23, 8.51, 8.23, 6.17, 3.70, 2.47, 1.03, 0.27 และ 0.10 กก/ไร่/ปี ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 6-3 โดยภาพรวม พบว่า ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาซากข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ จะสูงกว่าเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ร้อยละ 23.94 ทั้งนี้ เนื่องจากข้าวโพดเมล็ดพันธุ์มีปริมาณผลผลิตที่สูงกว่าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ซึ่งแสดงถึงการมีปริมาณเศษซากข้าวโพดที่ถูกเผามากกว่า ดังนั้น จากการคำนวณและเปรียบเทียบปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในหน่วยต่อไร่ที่เพาะปลูก จึงพบว่า ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาซากข้าวโพดเมล็ดพันธุ์จะสูงกว่าเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ตารางที่ 6- 2 แสดงปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาซากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ตำบล	รูปแบบการปลูกและชนิดพันธุ์ที่ปลูก	CO ₂	CO	CH ₄	N ₂ O	NOx	NMVOCs	SOx	PM2.5	PM10	Black carbon (BC)
		กก/ไร่/ปี									
กองแขก	ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	577.14	14.78	1.03	0.03	0.69	1.71	0.08	2.29	2.36	0.29
ท่าผา	ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	945.36	24.21	1.68	0.04	1.12	2.81	0.12	3.74	3.87	0.47
บ้านทับ	ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	909.00	23.28	1.62	0.04	1.08	2.70	0.12	3.60	3.72	0.45
	ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	1939.20	49.66	3.46	0.09	2.30	5.76	0.26	7.68	7.94	0.96
แม่แดด	ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	3636.00	93.12	6.48	0.17	4.32	10.80	0.48	14.40	14.88	1.80
แม่นาจร	ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	1084.04	27.76	1.93	0.05	1.29	3.22	0.14	4.29	4.44	0.54
แม่ศึก	ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	1974.09	50.56	3.52	0.09	2.35	5.86	0.26	7.82	8.08	0.98
เฉลี่ย		1580.69	40.48	2.82	0.07	1.88	4.70	0.21	6.26	6.47	0.78

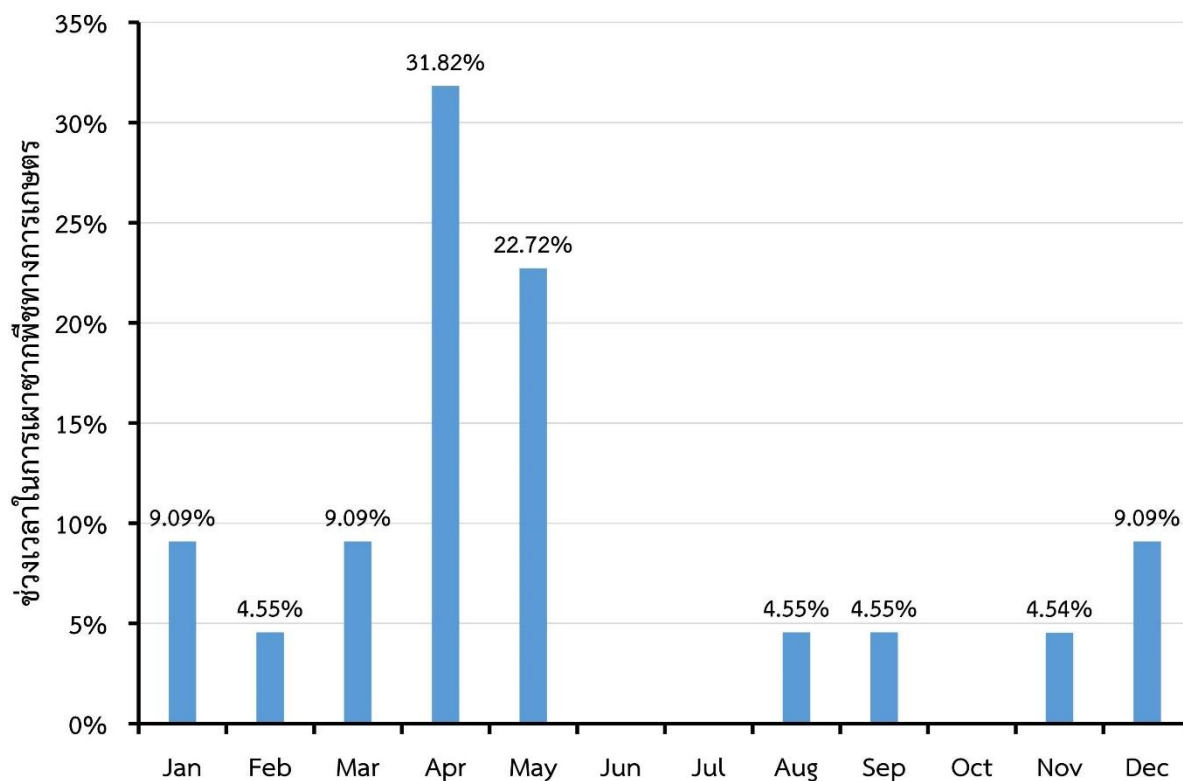
ตารางที่ 6- 3 แสดงปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาซากข้าวโพดเมล็ดพันธุ์

ตำบล	รูปแบบการปลูกและชนิดพันธุ์ที่ปลูก	CO ₂	CO	CH ₄	N ₂ O	NOx	NMVOCs	SOx	PM2.5	PM10	Black carbon (BC)
		กก/ไร่/ปี									
กองแขก	ข้าวโพดนครสวรรค์ 3, ข้าวโพด 888	436.32	11.17	0.78	0.02	0.52	1.30	0.06	1.73	1.79	0.22
	ข้าวโพด 889	1263.51	32.36	2.25	0.06	1.50	3.75	0.17	5.00	5.17	0.63
ช่างเคิ่ง	ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์	1454.40	37.25	2.59	0.07	1.73	4.32	0.19	5.76	5.95	0.72
	ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์, ถั่วแระ, ข้าว	727.20	18.62	1.30	0.03	0.86	2.16	0.10	2.88	2.98	0.36
ท่าผา	ข้าวโพดหวาน	1545.30	39.58	2.75	0.07	1.84	4.59	0.20	6.12	6.32	0.77
	ข้าวโพดนครสวรรค์ 3	1454.40	37.25	2.59	0.07	1.73	4.32	0.19	5.76	5.95	0.72
	ข้าวโพดไพโอเนีย	1818.00	46.56	3.24	0.08	2.16	5.40	0.24	7.20	7.44	0.90
บ้านทับ	ข้าวโพดนครสวรรค์ 3	721.98	18.49	1.29	0.03	0.86	2.14	0.10	2.86	2.95	0.36
	ข้าวโพด 888	3158.78	80.90	5.63	0.15	3.75	9.38	0.42	12.51	12.93	1.56
ปางหินฝน	ข้าวโพดนครสวรรค์ 3	2345.22	60.06	4.18	0.11	2.79	6.97	0.31	9.29	9.60	1.16
	ข้าวโพด 888	12120.00	310.40	21.60	0.56	14.40	36.00	1.60	48.00	49.60	6.00
แม่จาง	ข้าวโพดไพโอเนียร์, ข้าวโพดดีคาร์ฟ	1136.25	29.10	2.03	0.05	1.35	3.38	0.15	4.50	4.65	0.56
	ข้าวโพดนครสวรรค์, ข้าวโพดดีคาร์ฟ	1398.46	35.82	2.49	0.06	1.66	4.15	0.18	5.54	5.72	0.69
	ข้าวโพดไพโอเนีย	2486.38	63.68	4.43	0.11	2.95	7.39	0.33	9.85	10.18	1.23
	ข้าวโพดกวางตุ้ง, ข้าวโพดไพโอเนียร์	1727.10	44.23	3.08	0.08	2.05	5.13	0.23	6.84	7.07	0.86
	ข้าวโพดไพโอเนียดีคัป	1454.40	37.25	2.59	0.07	1.73	4.32	0.19	5.76	5.95	0.72
แม่ศึก	ข้าวโพดดีคาร์ฟ, ข้าวโพด 328, ข้าวโพด 263	2727.00	69.84	4.86	0.13	3.24	8.10	0.36	10.80	11.16	1.35
	ข้าวโพดดีคาร์ฟ, ข้าวโพด 328, ข้าวโพด 888	681.75	17.46	1.22	0.03	0.81	2.03	0.09	2.70	2.79	0.34
	ข้าวโพดดีคัลบ, ข้าวโพดไพโอเนีย	1454.40	37.25	2.59	0.07	1.73	4.32	0.19	5.76	5.95	0.72
	ข้าวโพดดีคัลบ	1454.40	37.25	2.59	0.07	1.73	4.32	0.19	5.76	5.95	0.72
เฉลี่ย		2078.26	53.23	3.70	0.10	2.47	6.17	0.27	8.23	8.51	1.03

6.1.2 การจัดการซากพืชทางการเกษตรของการทำการเกษตรผสมผสาน

1) ช่วงเวลาในการเผาซากพืชทางการเกษตรของการทำการเกษตรผสมผสาน

จากการสำรวจภาคสนาม พบว่า เกษตรกรบริเวณลุ่มน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ ร้อยละ 31.82 ดำเนินการเผาซากพืชทางการเกษตรของการทำการเกษตรผสมผสาน ในช่วงเดือนเมษายน และ ร้อยละ 22.72 ดำเนินการในช่วงพฤษภาคม รองลงมาคือ เดือนมกราคม มีนาคม และธันวาคม (ร้อยละ 9.09) และเดือนกุมภาพันธ์ สิงหาคม กันยายน และพฤศจิกายน (ร้อยละ 4.54) ในขณะที่ ช่วงเดือนมิถุนายน กรกฎาคม และตุลาคม ไม่พบเกษตรกรเผาซากพืชทางการเกษตรของการทำการเกษตรผสมผสาน ดังแสดงในรูปที่ 6-7 สำหรับช่วงเวลาของการเผาซากพืชทางการเกษตรของการทำการเกษตรผสมผสานของแต่ละพื้นที่ ได้แสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 6-4



รูปที่ 6- 7 แสดงช่วงเวลาในการเผาซากพืชทางการเกษตรของการทำการเกษตรผสมผสาน

ตารางที่ 6- 4 แสดงช่วงเวลาของการเพาะซากพืชทางการเกษตรของการทำการเกษตรผสมผสานของแต่ละพื้นที่

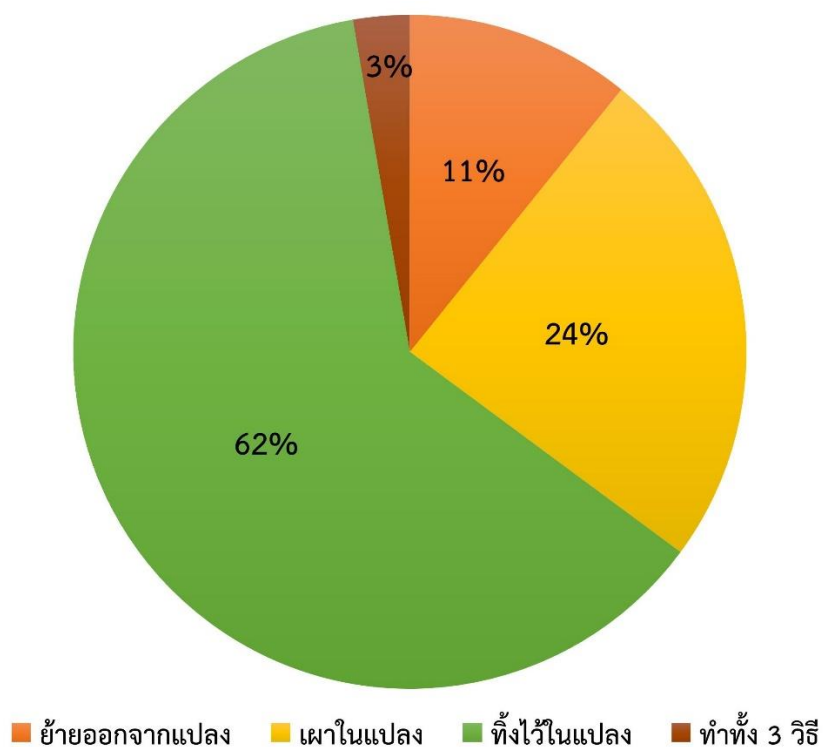
ตำบล/เดือน	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
กองแขก												
แจ่มหลวง												
บ้านทับ												
แม่แดด												
แม่ศึก												
ปางหินฝน												

2) วิธีการจัดการซากพืชทางการเกษตรของการทำการเกษตรผสมผสาน

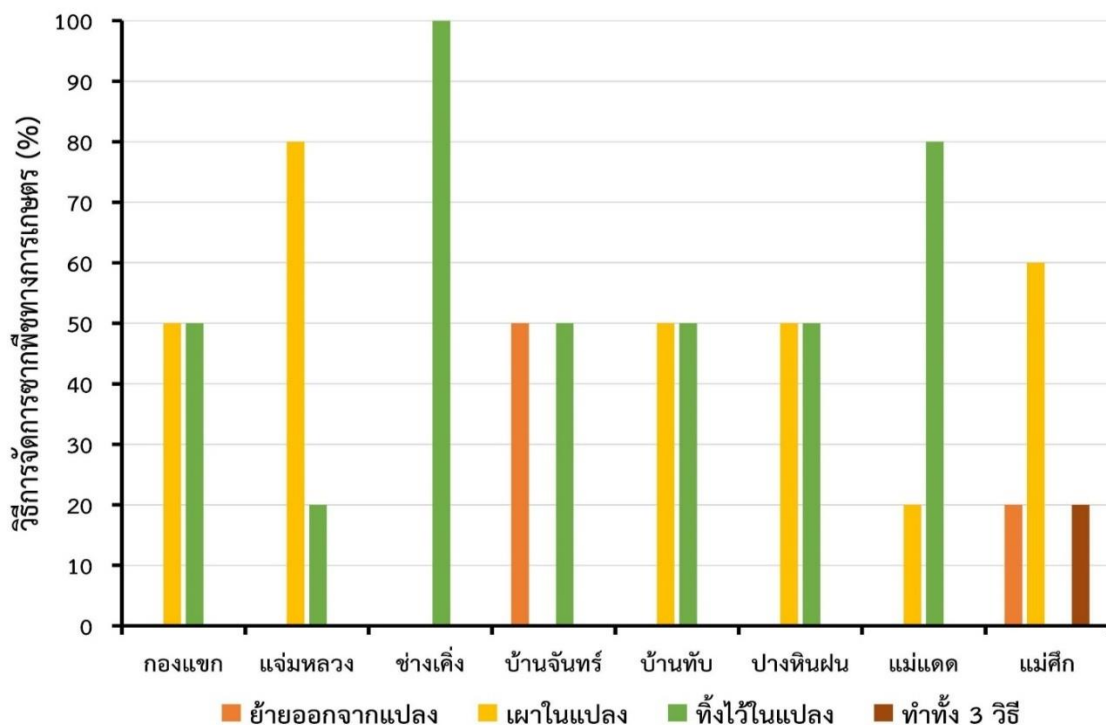
เกษตรกรส่วนใหญ่ร้อยละ 62 ทิ้งซากพืชทางการเกษตรของการทำการเกษตรผสมผสานไว้ในแปลง ในขณะที่ ร้อยละ 24 จัดการซากพืชทางการเกษตรของการทำการเกษตรผสมผสานโดยการเผาในแปลง นอกจากนี้ ยังพบว่า เกษตรกรร้อยละ 11 ดำเนินการโดยการย้ายซากพืชทางการเกษตรของการทำการเกษตรผสมผสานออกจากแปลง เพื่อนำไปใช้ประโยชน์อย่างอื่น และมีเพียงร้อยละ 3 ที่ดำเนินการทั้ง 3 วิธี ร่วมกัน ดังแสดงในรูปที่ 6-8

จาก รูปที่ 6-9 ได้แสดงวิธีการจัดการซากพืชทางการเกษตรของการทำการเกษตรผสมผสานที่ของเกษตรกรแต่ละพื้นที่ โดยพบว่า เกษตรกรตำบลช้างเคื่อง และแจ่มหลวง ส่วนใหญ่จัดการซากพืชทางการเกษตรของการทำการเกษตรผสมผสาน โดยการปล่อยทิ้งไว้ในแปลง เกษตรกรตำบลกองแขก ร้อยละ 50 จัดการโดยการเผาในแปลง และ อีกร้อยละ 50 ปล่อยทิ้งไว้ในแปลง ตำบลแจ่มหลวง ร้อยละ 80 จัดการโดยการเผาในแปลง และ ร้อยละ 20 ปล่อยทิ้งไว้ในแปลง เกษตรกรตำบลบ้านจันทร์ ร้อยละ 50 จัดการโดยย้ายออกจากแปลง และ ร้อยละ 50 ปล่อยทิ้งไว้ในแปลง ในขณะที่ เกษตรกรตำบลบ้านทับ และปางหินฝน จัดการซากพืชทางการเกษตรของการทำการเกษตรผสมผสานในลักษณะเดียวกัน คือ ร้อยละ 50 เผาในแปลง และ ร้อยละ 50 ทิ้งไว้ในแปลง สำหรับ

เกษตรกรตำบลแม่แดด ส่วนใหญ่ จัดการโดยการปล่อยทิ้งไว้ในแปลง (ร้อยละ 80) และ ร้อยละ 20 เผาในแปลง ในขณะที่เกษตรกรตำบลแม่ศึก เป็นพื้นที่เดียวที่ไม่พบ เกษตรกรทิ้งซากพืชทางการเกษตรของการทำการเกษตรผสมผสานไว้ในแปลง เกษตรกรร้อยละ 60 จัดการโดยการเผาในแปลง และร้อยละ 20 จัดการโดยการย้ายออกจากแปลง



รูปที่ 6- 8 วิธีการจัดการซากพืชทางการเกษตรของการทำการเกษตรผสมผสาน

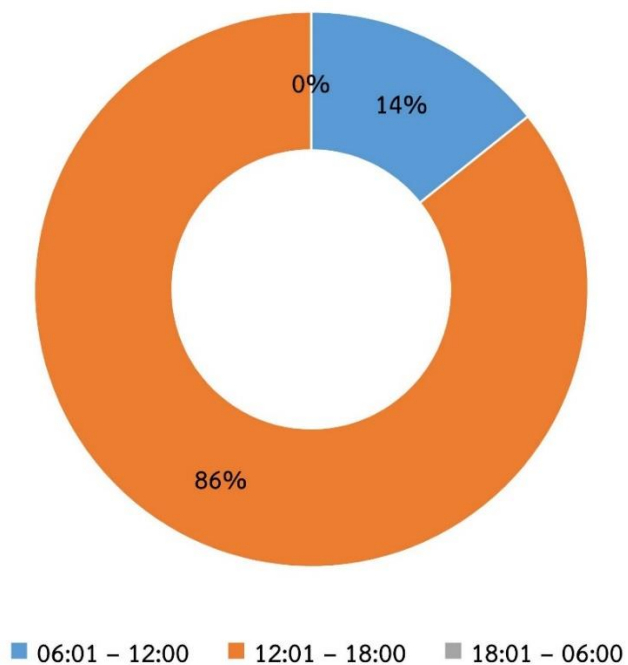


รูปที่ 6- 9 วิธีการจัดการซากพืชทางการเกษตรของการทำการเกษตรผสมผสานของแต่ละพื้นที่

3) ช่วงระยะเวลาในการเผาซากพืชทางการเกษตรของการทำการเกษตรผสมผสาน

ข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม พบว่า เกษตรกรร้อยละ 86 ดำเนินการเผาซากพืชทางการเกษตรของการทำการเกษตรผสมผสานในช่วงบ่าย คือ ช่วงเวลาประมาณ 12:01 – 18:00 รองลงมา คือ ร้อยละ 14 เกษตรกรเลือกที่จะดำเนินการเผาซากพืชทางการเกษตรของการทำการเกษตรผสมผสานในช่วงเช้า คือ ช่วงเวลาประมาณ 06:01 – 12:00 ในขณะที่ ไม่พบเกษตรกรที่ดำเนินการเผาซากพืชทางการเกษตรของการทำการเกษตรผสมผสานในช่วงค่ำ คือ 18:01 – 06:00 ดังแสดงในรูปที่ 6-10

เมื่อพิจารณาช่วงระยะเวลาในการเผาซากพืชทางการเกษตรของการทำการเกษตรผสมผสาน ของแต่ละพื้นที่ พบว่า เกษตรกรในตำบลกองแขก บ้านทับ ปางหินฝน แม่ศึก และ แม่แดด เลือกที่จะดำเนินการเผาซากพืชทางการเกษตรของการทำการเกษตรผสมผสานในช่วงบ่าย ในขณะที่ เกษตรกรส่วนใหญ่ของตำบลแจ่มหลวง เลือกที่จะดำเนินการเผาซากพืชทางการเกษตรของการทำการเกษตรผสมผสานในช่วงเช้า นอกจากนี้ ยังพบว่า เวลาที่ใช้ในการเผาซากพืชทางการเกษตรของการทำการเกษตรผสมผสาน ในทุกพื้นที่ จะเสร็จสิ้นอย่างรวดเร็ว คือ ใช้เวลาน้อยกว่า 1 ชั่วโมง ดังแสดงในตารางที่ 6-5



รูปที่ 6- 10 ช่วงระยะเวลาในการเผาซากพืชทางการเกษตรของการทำการเกษตรผสมผสาน

ตารางที่ 6- 5 แสดงช่วงระยะเวลาในการเผาและเวลาที่ใช้ในการเผาซากพืชทางการเกษตรของการทำการเกษตรผสมผสานของแต่ละพื้นที่

ตำบล/ช่วงเวลา	06:01 – 12:00	12:01 – 18:00	18:01 – 06:00	เวลาที่ใช้ในการเผา แต่ละครั้ง
กองแขก				น้อยกว่า 1 ชั่วโมง
แจ่มหลวง				
บ้านทับ				
ปางหินฝน				
แม่ศึก				
แม่แดด				

4) การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากเผาซากพืชทางการเกษตรของการทำการเกษตรผสมผสาน

จากการคำนวณ พบว่า ปริมาณของการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาซากพืชทางการเกษตรของการทำการเกษตรผสมผสาน สามารถเรียงลำดับจากมากที่สุดไปยังน้อยที่สุดได้ ดังต่อไปนี้ $\text{CO}_2 > \text{CO} > \text{PM}_{10} > \text{PM}_{2.5} > \text{NMVOCs} > \text{CH}_4 > \text{NO}_x > \text{BC} > \text{SO}_x > \text{N}_2\text{O}$ โดยพบว่า บริเวณลุ่มน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ มีปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกดังกล่าว จากกิจกรรมการเผาซากพืชทางการเกษตรของการทำการเกษตรผสมผสาน โดยเฉลี่ยในภาพรวมประมาณ 1021.34, 26.16, 4.18, 4.04, 3.03, 1.82, 1.21, 0.51, 0.13 และ 0.05 กก./ไร่/ปี ตามลำดับ นอกจากนี้ ยังพบว่า พื้นที่ตำบลบ้านทับ เกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และปลูกหอมแดง หลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มีปริมาณของการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาซากวัสดุทางการเกษตรสูงสุด เมื่อเทียบกับพื้นที่อื่น ๆ ในขณะที่เกษตรกรผู้ปลูกฟักทองญี่ปุ่น 2 รอบในหนึ่งปี ของตำบลแจ่มหลวง มีปริมาณของการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาซากวัสดุทางการเกษตรน้อยที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 6-6 แต่อย่างไรก็ตาม เกษตรกรที่ทำการเกษตรแบบผสมผสาน มักจะเผาเฉพาะเศษซากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ แต่จะไม่เผาเศษซากของพืชชนิดอื่น ๆ หลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้ว

5) วิเคราะห์สภาพเศรษฐกิจและสังคม กับปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากเผาเศษซากพืชทางการเกษตร

เพื่อให้ทราบถึงปัจจัยด้านสภาพเศรษฐกิจและสังคมที่อาจจะมีอิทธิพลต่อปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาเศษซากพืชทางการเกษตร ในการศึกษาได้วิเคราะห์โดยใช้ Multiple regression โดยกำหนดให้ จำนวนสมาชิกในครัวเรือน อายุ ระดับการศึกษา และรายได้จากการเพาะปลูก เป็นตัวแปรต้น ในขณะที่ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาเศษซากพืชทางการเกษตร เป็นตัวแปรตาม ผลจากการวิเคราะห์ ได้ Regression equation คือ $\text{GHGs} = -766.040(\text{hh number}) + 6253.179$, $R^2 = 0.381$; $p < 0.01$ จากสมการชี้ให้เห็นว่า จำนวนสมาชิกในครัวเรือนมีอิทธิพลในเชิงลบต่อปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก และเป็นเพียงปัจจัยเดียวที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นหมายถึง หากครัวเรือนเกษตรกรมีจำนวนสมาชิกในครัวเรือนน้อย จะส่งผลให้เกษตรกรเลือกที่จะเผาเศษซากพืชทางการเกษตรเพิ่มขึ้น จึงทำให้มีปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาเศษซากพืชทางการเกษตรเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้ อาจเนื่องจากการขาดแรงงานในครัวเรือน ในการจัดการเศษซากพืชทางการเกษตรด้วยวิธีอื่น ๆ นอกจากวิธีการเผา

ตารางที่ 6- 6 แสดงปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาเศษซากพืชทางการเกษตรของการทำการเกษตรผสมผสาน

ตำบล	รูปแบบการปลูกพืช	CO ₂	CO	CH ₄	N ₂ O	NOx	NMVOCs	SOx	PM2.5	PM10	Black carbon (BC)
		กก/ไร่/ปี									
กองแขก	ข้าวโพด 888	1212.00	31.04	2.16	0.06	1.44	3.60	0.16	4.80	4.96	0.60
	ข้าวโพด 888, หอมแดงพันธุ์น้ำปาด	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
แจ่มหลวง	ถั่วลิสง, ถั่วแดง	1090.80	27.94	1.94	0.05	1.30	3.24	0.14	4.32	4.46	0.54
	ฟักทองญี่ปุ่น, ถั่วลิสง	818.10	20.95	1.46	0.04	0.97	2.43	0.11	3.24	3.35	0.41
	ฟักทองญี่ปุ่น, ฟักทองญี่ปุ่น	60.60	1.55	0.11	0.00	0.07	0.18	0.01	0.24	0.25	0.03
	ฟักทองญี่ปุ่น, ถั่วแดง	909.00	23.28	1.62	0.04	1.08	2.70	0.12	3.60	3.72	0.45
	ถั่วลิสง, ถั่วลิสง	81.81	2.10	0.15	0.00	0.10	0.24	0.01	0.32	0.33	0.04
	ถั่วแดง, อะโวคาโด, ฟักทอง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ข้าว, ถั่วแดงเล็ก, อะโวคาโด, กาแฟ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ฟักทองญี่ปุ่น, ถั่วแดง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ผักกาดล้วย, มันฝรั่ง, ผักกวางตุ้ง/ผักชีฝรั่ง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ถั่วแดง, ถั่วแดง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ช่างเคิ่ง	สตรอเบอร์รี่ 329, สตรอเบอร์รี่ 80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	มันฝรั่ง, ข้าวโพดหวาน, คาโอรี(ถั่วแระ)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
บ้านจันทร์	ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ฟักทอง, ฟักทอง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ฟักทองญี่ปุ่น, ถั่วลิสง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ข้าวโพดหวาน, ถั่วลิสง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	สาส์, อะโวคาโด, บัวย, เครพูกูเบอร์รี่	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
บ้านจันทร์	คะน้า, ผักชี, ข้าว, ฟักทองญี่ปุ่น	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

	กะหล่ำหัวใจ, ผักกาดล้วย, ฟักทองญี่ปุ่น	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ฟักทองญี่ปุ่น, ผักสลัด, เชียวปสี, กะหล่ำปลี, ผักชี, อะโวคาโด, เสารส, สาลี	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ฟักทองญี่ปุ่น, ฟักทองญี่ปุ่น	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
บ้านทับ	ข้าวโพดนครสวรรค์3, ถั่วแดง	629.31	16.12	1.12	0.03	0.75	1.87	0.08	2.49	2.58	0.31
	ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์, หอมแดง	4242.00	108.64	7.56	0.20	5.04	12.60	0.56	16.80	17.36	2.10
แม่แดด	สตอเบอร์รี่ 329 ,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	สตอเบอร์รี่พันธุ์พระราชทาน 80 และ 329, กะหล่ำปลี	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	สตอเบอร์รี่พันธุ์พระราชทาน 80 และ 329, ผักกาดขาว/ผักกาดล้วย	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	สตอเบอร์รี่ 329, สตอเบอร์รี่ 80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
แม่ศึก	ข้าวโพดNK328, ข้าวโพดNK62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	มันฝรั่ง, อะโวคาโด, องุ่นบิวตี้, กะหล่ำปลี	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	บิวตี้, เฟรม, องุ่นเขียว	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	กะหล่ำปลี, มันฝรั่ง, อะโวคาโด, องุ่น	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ข้าวโพดNK, ข้าวโพดไพโอเนียร์, ข้าวโพด888, ผักกาดขาว, กาแฟอาราบิก้า	148.41	3.80	0.26	0.01	0.18	0.44	0.02	0.59	0.61	0.07
เฉลี่ย		1021.34	26.16	1.82	0.05	1.21	3.03	0.13	4.04	4.18	0.51

6.1.3 การเปรียบเทียบการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกระหว่างการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ และการทำการเกษตรผสมผสาน

จากการเปรียบเทียบปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากเผาซากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ และการทำการเกษตรผสมผสาน พบว่า เกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์มีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด รองลงมา คือ การปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ และการทำการเกษตรผสมผสาน ตามลำดับ โดยจะเห็นได้ว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ที่ไม่ได้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ หรือ ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ แต่ปลูกพืชชนิดอื่น เช่น สตรอเบอร์รี่ พักทองญี่ปุ่น กะหล่ำปลี เป็นต้น เกษตรกรจะไม่มีเผาซากพืชทางเกษตร นอกจากนี้ จากการสำรวจภาคสนาม ทำให้สามารถบ่งชี้สาเหตุหลักของการเลือกการเผาเศษวัสดุทางการเกษตร คือ

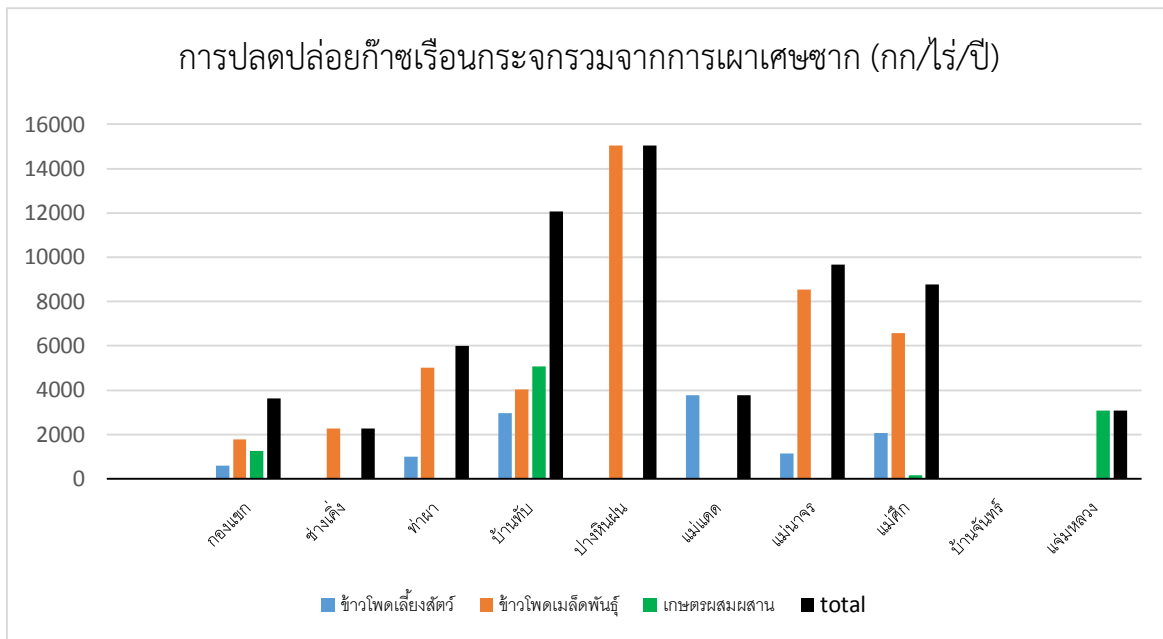
- 1) การเผาเป็นวิธีการที่ง่าย ต้นทุนต่ำ และรวดเร็ว
- 2) เศษวัสดุทางการเกษตรเป็นการกีดขวางกิจกรรมทางการเกษตร เช่น การไถ การพ่นยา เป็นต้น
- 3) มีความยากลำบากในการย้ายเศษซากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ออกจากแปลง เนื่องจากรถเข้าไม่ได้
- 4) เศษซากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ย่อยสลายยาก และจะทำให้เกิดเป็นพื้นที่รกร้าง และวัชพืชขึ้นสูง
- 5) เกษตรกรบางส่วน มีความเข้าใจว่ารัฐบาลประกาศให้เผาได้หลังจากสิ้นสุดหรือก่อนช่วงเวลาที่รัฐบาลกำหนดคือ ระหว่างช่วง 20 กุมภาพันธ์ – 20 เมษายน

6.1.4 สรุป

ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของทุกประเภทก๊าซรวมจากการเผาซากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ซากข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ และเผาซากพืชทางการเกษตรของการทำการเกษตรผสมผสาน แสดงในตารางที่ 6-7

ตารางที่ 6- 7 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการเผาเศษซากทางการเกษตร

ตำบล	เศษซากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	เศษซากข้าวโพดเมล็ดพันธุ์	เศษซากเกษตรผสมผสาน	รวม (กก./ไร่/ปี)
กองแขก	600.4	1768.31	1260.82	3629.53
ช่างเคิ่ง	-	2269.47	0	2269.47
ท่าผา	983.42	5011.74	-	5995.16
บ้านทับ	2962.92	4037.07	5067.52	12067.51
ปางหินฝน	-	15047.85	-	15047.85
แม่แดด	3782.45	-	0	3782.45
แม่นาจร	1127.7	8532.97	-	9660.67
แม่ศึก	2053.61	6572.02	154.39	8780.02
บ้านจันทร์	-	-	0	0
แจ่มหลวง	-	-	3079.54	3079.54
รวม	11,510.5	43,239.43	9,562.27	64,312



รูปที่ 6- 11 การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาเศษซาก (กก/ไร่/ปี)

ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาซากวัสดุทางการเกษตรสูงที่สุดเรียงลำดับดังนี้ ปางหินฝน>บ้านทับ> แม่นาจร> แม่ศึก> ท่าผา> กองแขก>แม่แดด> แจ่มหลวง>ช่างเค็ง และไม่พบการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกหลังการเก็บเกี่ยวที่บ้านจันทร์ และจำนวนสมาชิกในครัวเรือนมีอิทธิพลในเชิงลบต่อปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก และเป็นเพียงปัจจัยเดียวที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

บทที่ 7

การประมาณการสมดุลน้ำ น้ำท่าและตะกอนของแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน ภายใต้ สถานการณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคต ด้วยแบบจำลอง SWAT

การประมาณการสมดุลน้ำและตะกอนในกลุ่มน้ำแม่แจ่มของรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ต่างกัน และภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต โดยใช้ SWAT (Soil and Water Assessment Tool) โมเดล ซึ่งเป็นแบบจำลองทางอุทกวิทยาหนึ่งที่เป็นเครื่องมือสำหรับการพยากรณ์ปริมาณน้ำท่าในสภาพกลุ่มน้ำที่มีความซับซ้อนทางอุทกวิทยาซึ่งจำลองลักษณะทางกายภาพของกลุ่มน้ำแบบกระจายพารามิเตอร์ ตามสภาพทางกายภาพของพื้นที่จริงโดยมีกระบวนการคำนวณ ที่มีประสิทธิภาพ ได้รับการยอมรับและประยุกต์ใช้อย่างกว้างขวางในระดับสากล

แบบจำลอง SWAT ใช้ข้อมูลที่สำคัญ คือข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน (land use data) ข้อมูลดิน (soil data) และข้อมูลสภาพภูมิอากาศ (climate data) ของกลุ่มน้ำแม่แจ่มโดยแบบจำลองจะทำการคำนวณปริมาณการไหลจากหน่วยตอบสนองทางอุทกวิทยา (Hydrologic Response Units: HRUs) ของแต่ละพื้นที่กลุ่มน้ำย่อยตามลำดับ ซึ่งใช้สมการสมดุลน้ำมาพิจารณากระบวนการทางอุทกวิทยา ดังสมการที่ (1) จากนั้นแบบจำลองจะทำการการ เลียนแบบ (model simulate) โดยมีการ calibration and validation ด้วยข้อมูล observation runoff ด้วย ค่าพารามิเตอร์ที่มีความอ่อนไหวต่อแบบจำลอง (parameter sensitivity analysis) และทำการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองด้วย coefficient of determination (R^2) และ NashSutcliffe coefficient of efficiency (NSE)

$$SW_t = SW_o + \sum_{i=1}^t (R_{day} - Q_{surf} - E_a - W_{seep} - Q_{gw}) \quad \text{----- (1)}$$

โดยที่ SW_t คือ ปริมาณน้ำในดินสุดท้าย (มม.), SW_o คือ ปริมาณน้ำในดินเริ่มต้นในวันที่ i (มม.), t คือ เวลา (วัน), Q_{surf} คือ ปริมาณน้ำผิวดินในวันที่ i (มม.), E_a คือ ปริมาณการคายระเหยในวันที่ i (มม.), W_{seep} คือ ปริมาณน้ำไหลซึมลงสู่ชั้นใต้ดินในวันที่ i (มม.), Q_{gw} คือ ปริมาณน้ำใต้ดินที่ไหลกลับสู่ลำน้ำในวันที่ i (มม.)

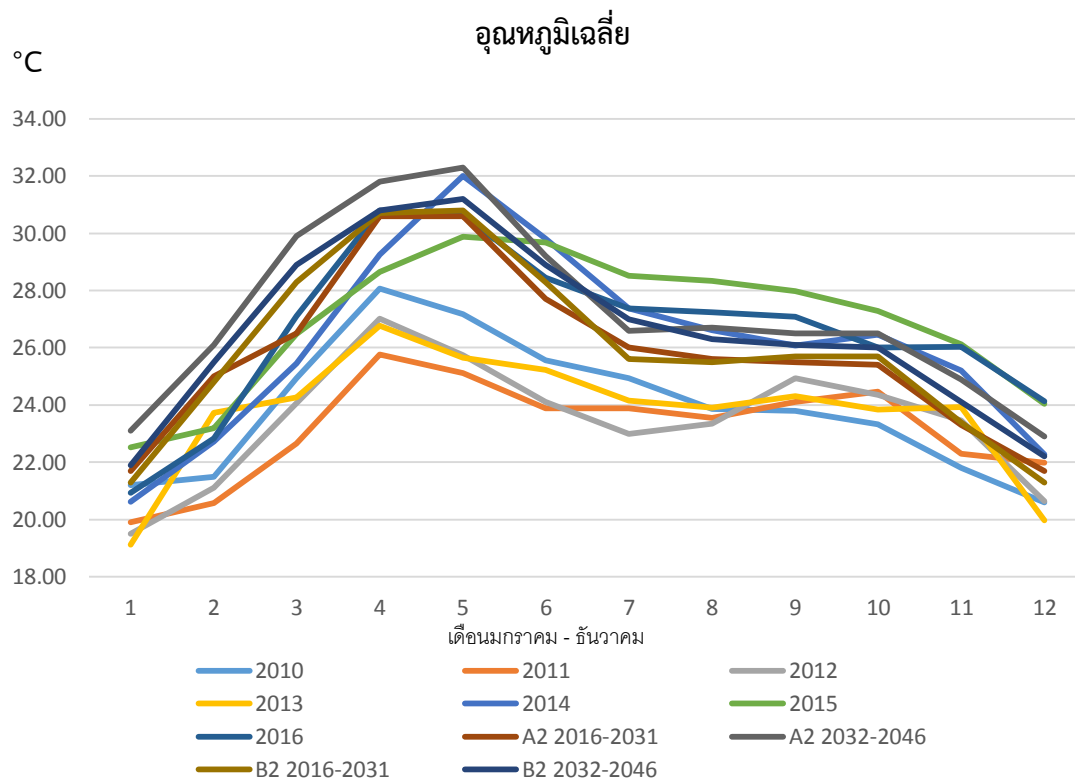
7.1 อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$) บริเวณกลุ่มน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

จากรูปที่ 7-1 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิรายเดือน บริเวณกลุ่มน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ ประกอบด้วยอุณหภูมิเฉลี่ยในปี ค.ศ. 2010 – 2016 ซึ่งใช้เป็นปีฐาน (Base year) และอุณหภูมิเฉลี่ยภายใต้

สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแบบ A2 และ B2 ซึ่งแบ่งเป็น 2 ช่วงคือ ค.ศ.2016 – 2031 และ ค.ศ. 2032 – 2046 ตามลำดับ

อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 32.30 °C ในสภาพภูมิอากาศแบบ A2 เดือนพฤษภาคม ปี ค.ศ. 2036 – 2046

อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดอยู่ที่ 19.11 °C ในเดือนมกราคม ปี ค.ศ. 2013ทั้งนี้การใช้แบบจำลอง SWAT เพื่อประเมินปริมาณน้ำท่าภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจะอ้างอิงข้อมูลอุณหภูมิจากข้างต้น



รูปที่ 7- 1 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิรายเดือน บริเวณลุ่มน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

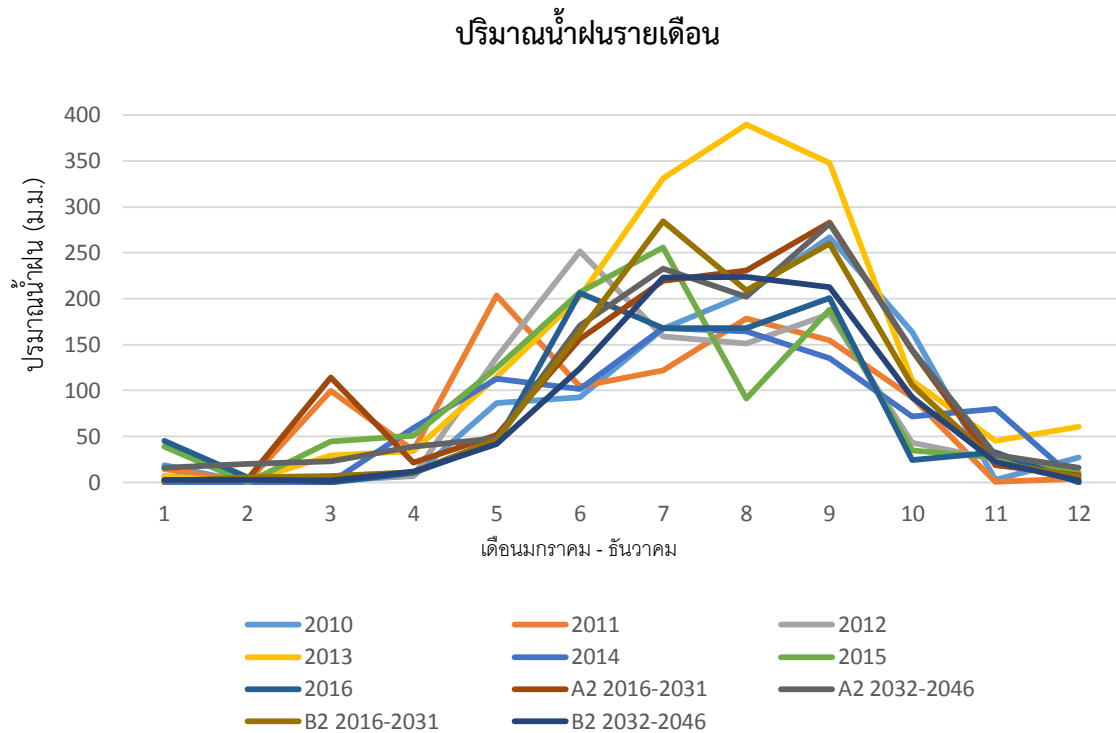
7.2 ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร) บริเวณลุ่มน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

จากรูปที่ 7-2 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนรายเดือน บริเวณลุ่มน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ ประกอบด้วยปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในปี ค.ศ. 2010 – 2016 ซึ่งใช้เป็นปีฐาน (Base year) และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแบบ A2 และ B2 ซึ่งจะแบ่งเป็น 2 ช่วง ค.ศ.2016 – 2031 และ ค.ศ. 2032 – 2046 ตามลำดับ

ปริมาณน้ำฝนสูงสุดอยู่ที่ 390 มิลลิเมตร ในเดือนสิงหาคม ปี ค.ศ. 2013

ปริมาณน้ำฝนต่ำสุดอยู่ที่ 0 มิลลิเมตร ในเดือนมกราคม - มีนาคม ปี ค.ศ. 2014

ทั้งนี้การใช้แบบจำลอง SWAT เพื่อประเมินปริมาณน้ำท่าภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จะอ้างอิงข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากข้างต้น

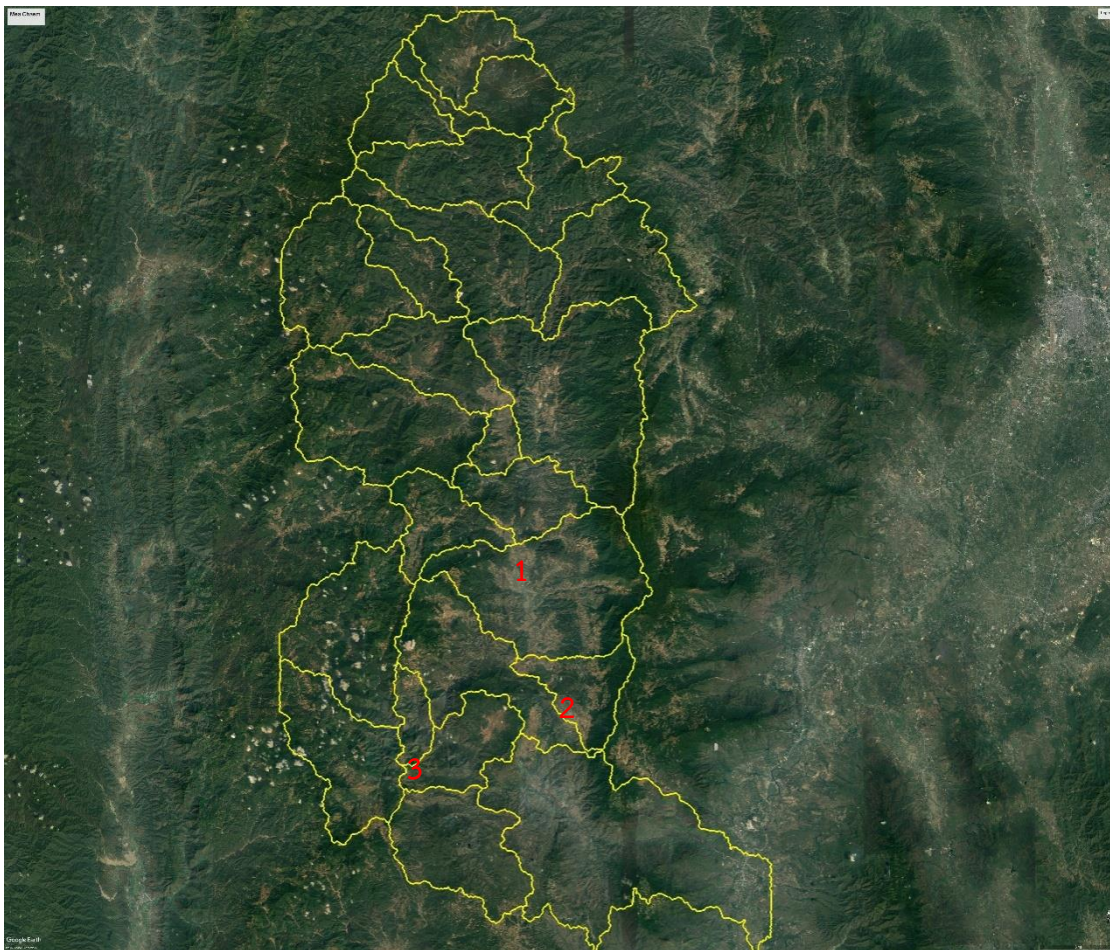


รูปที่ 7- 2 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนรายเดือน บริเวณลุ่มน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

7.3. สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

จากรูปที่ 7-3 พบว่าบริเวณลุ่มน้ำแม่แจ่มนั้นมีพื้นที่ป่าค่อนข้างอุดมสมบูรณ์ แต่จากการสำรวจพื้นที่จริงนั้น พบว่ามีการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นพื้นที่บริเวณกว้างแทรกตามแนวป่าในพื้นที่เขาสูง และพื้นที่เชิงเขา ในตำบล ช่างเคิ่ง กองแขก และบ้านทับ ดังรูปที่ 7-4 – 7-6

ดังนั้นเพื่อความแม่นยำในการประเมินปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนบริเวณลุ่มน้ำแม่แจ่ม คณะทำงานจึงผนวกพื้นที่การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ได้ทำการสำรวจกับแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน และใช้เป็นรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำแม่แจ่ม ดังรูปที่ 7-7 ในการประเมินปริมาณน้ำท่าด้วยแบบจำลอง SWAT



รูปที่ 7- 3 ภาพถ่ายดาวเทียมแสดงพื้นที่บริเวณลุ่มน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ (2560)



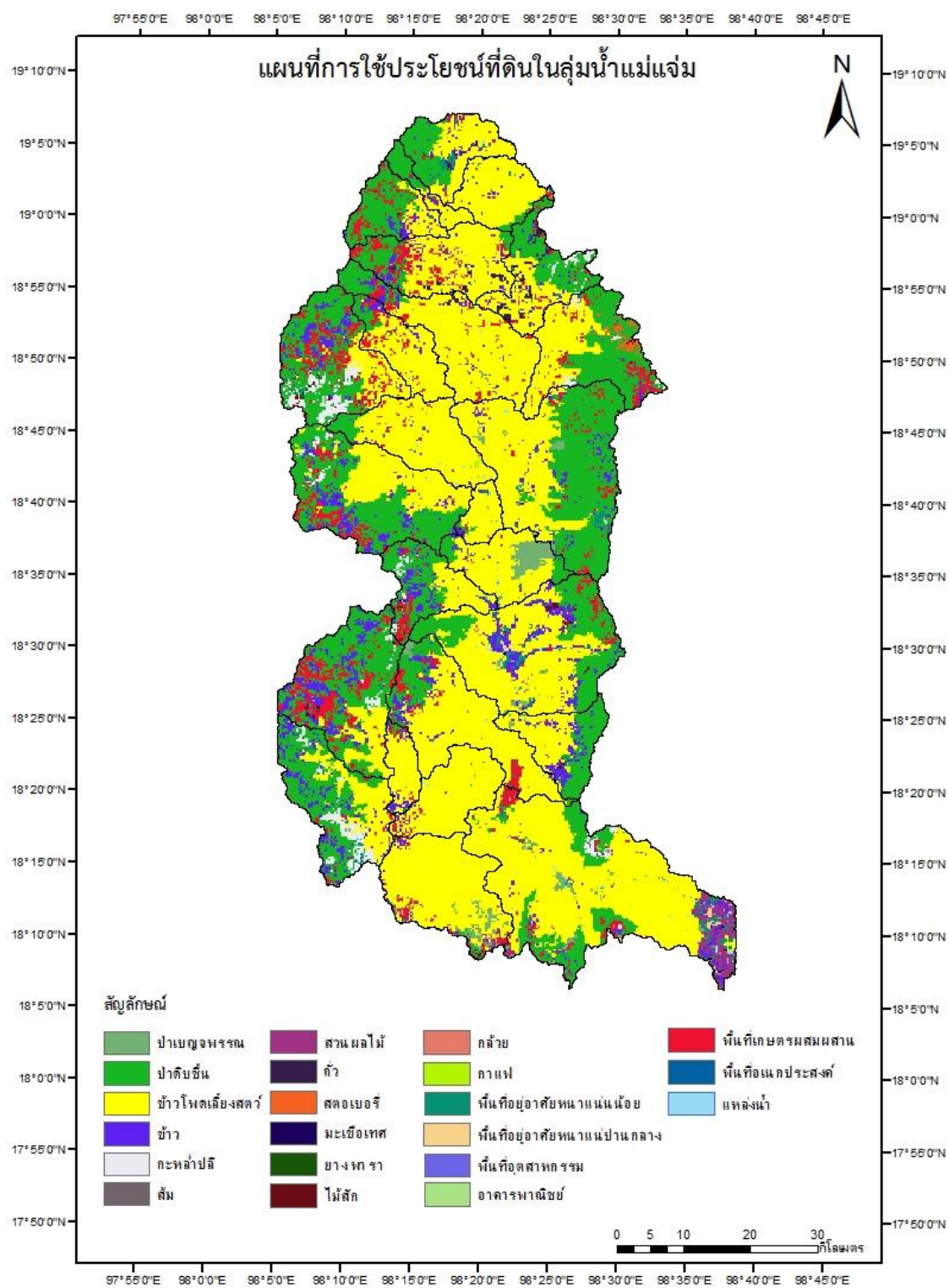
รูปที่ 7- 4 พื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในตำบลช่างเคิ่ง อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ (1)



รูปที่ 7- 5 พื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แนวเขาในตำบลกองแขก อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ (2)



รูปที่ 7- 6 พื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แนวเขาในตำบลบ้านทับ อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ (3)



รูปที่ 7- 7 แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณกลุ่มน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ (คณะทำงาน, 2560)

การใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ สามารถแบ่งได้ดังนี้

ตารางที่ 7- 1 การใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

ลำดับ	การใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (%)
1	ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	53.943
2	ป่าเบญจพรรณ	28.560
3	การเกษตรแบบผสมผสาน	5.910
4	นาข้าว	5.613
5	กะหล่ำปลี	1.594
6	ป่าดิบชื้น	1.252
7	พื้นที่อยู่อาศัยหนาแน่นน้อย	1.100
8	สวนผลไม้	0.845
9	ถั่ว	0.347
10	แหล่งน้ำ	0.244
11	ไม้สัก	0.196
12	สตอเบอรี่	0.176
13	พื้นที่อยู่อาศัยหนาแน่นปานกลาง	0.078
14	ยางพารา	0.051
15	กาแฟ	0.024
16	มะเขือเทศ	0.021
17	พื้นที่เอนกประสงค์	0.020
18	พื้นที่อุตสาหกรรม	0.012
19	ส้ม	0.010
20	กล้วย	0.003
21	อาคารพาณิชย์	0.001

7.4 การใช้น้ำของภาคการเกษตรบริเวณลุ่มน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชอ้างอิง สามารถได้จากปริมาณการใช้น้ำของพืชที่ต้องการเปรียบเทียบกับปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง ที่คำนวณโดยวิธี Penman Monteith สามารถหาได้จากสมการดังนี้คือ

$$ET = K_{cp} \times E_{To}$$

เมื่อ

K_{cp} คือ สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชเปรียบเทียบกับ การใช้น้ำของพืชอ้างอิง คำนวณโดยวิธี Penman Monteith

ET คือ ปริมาณการใช้น้ำของพืช (มม./วัน)

E_{To} คือ ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงที่คำนวณโดยวิธี Penman Monteith (มม./วัน)

7.5 การปรับใช้แบบจำลอง SWAT เพื่อจำลองปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนบริเวณลุ่มน้ำแม่แจ่ม

ในการประเมินปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนด้วยแบบจำลอง SWAT นั้น จะต้องทำการสอบเทียบแบบจำลอง (Calibrate model) ก่อนการนำแบบจำลองมาใช้จริง เพื่อปรับแต่งค่าตัวแปรของแบบจำลองให้ปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนที่ได้จากการจำลองมีความใกล้เคียงและมีแนวโน้มสอดคล้องกับปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนที่ได้จากข้อมูลการตรวจวัดจริง จากนั้นจึงทำการตรวจสอบอีกครั้งในขั้นตอน Validation แล้วจึงจะสามารถใช้แบบจำลองในการประเมินปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

7.5.1 การสอบเทียบแบบจำลอง (Calibrate model)

การสอบเทียบแบบจำลองได้ใช้ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายเดือนจากสถานี P14A และปริมาณตะกอนรายเดือนจากสถานี P14 (ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนบน, 2017) ซึ่งการเปรียบเทียบผลการจำลองปริมาณน้ำท่า จะใช้ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) และ ดรรชนีค่าความแม่นยำของแบบจำลอง (E_{ns}) โดยมีค่าที่ยอมรับได้อยู่ที่ มากกว่า 0.6 และ มากกว่า 0.5 (Arnold et al., 2012) ตามลำดับ โดยใช้โปรแกรม SWAT – CUP ในการปรับเทียบและวิเคราะห์ค่าตัวแปรที่เหมาะสมที่สุดดังตารางที่ 7-2 แล้วจึงนำค่าเหล่านั้นไปปรับแต่งในแบบจำลอง SWAT

ข้อมูลที่ใช้ในการสอบเทียบ คือ ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายเดือนของสถานี P14A ในช่วงเดือนมกราคม – ธันวาคม ปี ค.ศ. 2014 ดังตารางที่ 7-3 และปริมาณตะกอนรายเดือนจากสถานี P14 ในช่วงเดือนมกราคม – ธันวาคม ปี ค.ศ. 2003 ดังตารางที่ 7-4 (ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนบน, 2017)

ตารางที่ 7- 2 ค่าตัวแปรที่ส่งผลต่อแบบจำลอง SWAT

ตัวแปร	รายละเอียด	ค่าตัวแปรเดิม	ค่าตัวแปรใหม่	% เปลี่ยนแปลง
CN2	ค่าคะแนนที่ใช้บ่งบอกถึงประสิทธิภาพในการให้น้ำท่าที่ไหลในลำธารของพื้นที่ต้นน้ำ (ค่า runoff curve number หรือค่า CN) มีช่วงระหว่าง 35 - 98	77	85.316	+10.8%
ALPHA BF	ค่าคงที่ที่แปรผันตามการตอบสนองการเติมน้ำของน้ำใต้ดินมีช่วงระหว่าง	0.48	0.006	-98.5%
GW DELAY	ช่วงเวลาหน่วงในการซึมซาบของน้ำผิวดินลงสู่ชั้นหินให้น้ำมีช่วงระหว่าง 0 - 500	31	500	+1512%
GWQMN	ค่าเริ่มต้นของปริมาณน้ำในชั้นหินให้น้ำ (น้ำใต้ดินจะไหลสู่ผิวดินต่อเมื่อปริมาณน้ำมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่า GWQMN) มีช่วงระหว่าง 01 - 1000	1000	1.95	-99.8%

ตารางที่ 7- 3 เปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัด สถานี P14A กับปริมาณน้ำท่าจากแบบจำลอง

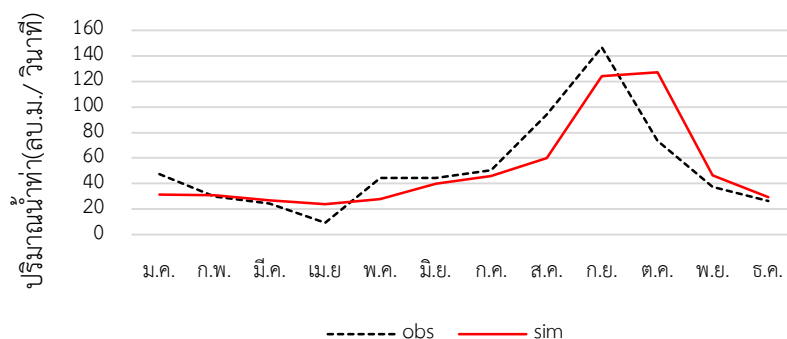
ค.ศ. 2014	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
ปริมาณ การ ตรวจวัด	47.2 8	29.69	24.22	9.37	44.53	44.41	50.47	94.13	146.81	73.78	37.26	26.51
ปริมาณ จำลอง	31.4 7	30.73	26.78	23.64	27.97	40	45.81	59.79	124.2	127.4	46.2	29.27

ตารางที่ 7- 4 เปรียบเทียบปริมาณตะกอนที่ได้การตรวจวัด สถานี P14 กับปริมาณตะกอนจากแบบจำลอง

ค.ศ. 2003	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
ปริมาณ การ ตรวจวัด	20,190	2,221	644.30	498.80	1,530	89,090	169,800	175,200	376,600	184,900	64,290	21,790
ปริมาณ จำลอง	17,036	5,850	3,388	2,220	6,390	9,390	67,310	114,250	243,410	72,700	25,370	11,930

7.5.2 ผลการสอบเทียบ (Calibration) ปริมาณน้ำท่า

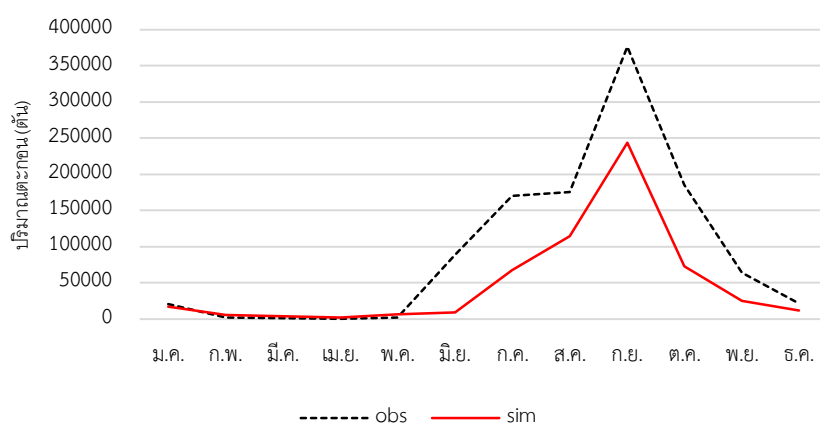
เมื่อเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัด กับปริมาณที่ได้จากแบบจำลอง ดังรูปที่ 7-8 ในช่วงเดือนมกราคม - ธันวาคม ปีค.ศ. 2014 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) และ ดรรชนีค่าความแม่นยำของแบบจำลอง (E_{ns}) ที่ 0.67 และ 0.65 ตามลำดับ จากนั้นจึงทำการตรวจสอบอีกครั้งในขั้นตอน validation



รูปที่ 7- 8 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัด ณ สถานี P14A กับปริมาณน้ำท่าจากแบบจำลอง

7.5.3 ผลการสอบเทียบ (Calibration) ปริมาณตะกอน

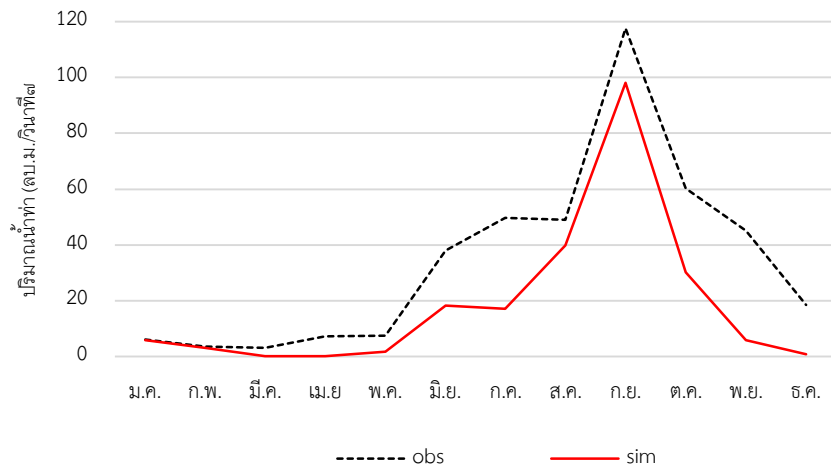
เมื่อเปรียบเทียบปริมาณตะกอนที่ได้จากการตรวจวัด กับปริมาณตะกอนที่ได้จากแบบจำลอง ดังรูปที่ 7-9 ในช่วงเดือนมกราคม - ธันวาคม ปีค.ศ. 2003 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) และ ดรรชนีค่าความแม่นยำของแบบจำลอง (E_{ns}) ที่ 0.92 และ 0.64 ตามลำดับ จากนั้นจึงทำการตรวจสอบอีกครั้งในขั้นตอน validation



รูปที่ 7- 9 กราฟเปรียบเทียบปริมาณตะกอนที่ได้จากการตรวจวัด ณ สถานี P14 กับปริมาณตะกอน จากแบบจำลอง

7.5.4 ผลการตรวจสอบ (Validation) ปริมาณน้ำท่า

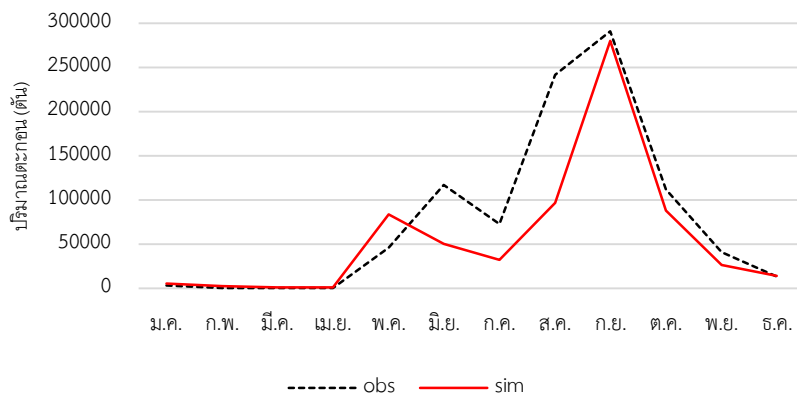
ในขั้นตอน validation ได้ทำการเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัด กับปริมาณที่ได้จากแบบจำลอง โดยเปลี่ยนช่วงเวลา ซึ่งช่วงเวลาที่นำมาใช้ในขั้นตอนการ validation คือ ช่วงในช่วงเดือนมกราคม - ธันวาคม ปี ค.ศ. 2016 ดังรูปที่ 7-10พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) และ ดรรชนีค่าความแม่นยำของแบบจำลอง (E_{ns}) ที่ 0.86 และ 0.62 ตามลำดับ



รูปที่ 7- 10 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัด กับปริมาณน้ำท่าจากแบบจำลอง

7.5.5 ผลการตรวจสอบ (Validation) ปริมาณตะกอน

ในขั้นตอน validation ได้ทำการเปรียบเทียบปริมาณตะกอนที่ได้จากการตรวจวัด กับปริมาณที่ได้จากแบบจำลอง โดยเปลี่ยนช่วงเวลา ซึ่งช่วงเวลานำมาใช้ในขั้นตอนการ validation คือ ช่วงในช่วงเดือน มกราคม – ธันวาคม ปี 2004 ดังรูปที่ 7-11พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) และ ดรรชนีค่าความแม่นยำของแบบจำลอง (E_{ns}) ที่ 0.78 และ 0.72 ตามลำดับ



รูปที่ 7- 11 กราฟเปรียบเทียบปริมาณตะกอนที่ได้จากการตรวจวัด กับปริมาณตะกอนจากแบบจำลอง

ดังนั้นแบบจำลอง SWAT สามารถนำไปใช้ในการประเมินปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนในอนาคต ภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำแม่แจ่ม ได้

7.6 การประเมินปริมาณน้ำท่าภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำแม่แจ่ม

จากสมมุติฐานสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน สามารถจำแนกได้ดังตารางที่ 7-5

ตารางที่ 7- 5 แสดงสถานการณ์ในการประเมินปริมาณน้ำท่าในอนาคต

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน			
A2: 2016-2031	พื้นที่ปลูกข้าวโพด เท่าเดิม (50%)	พื้นที่ปลูก ข้าวโพดลดลง (0%)	พื้นที่ปลูกข้าวโพด เพิ่มขึ้น (80%)	พื้นที่ปลูกไม้ผลยืนต้น
A2: 2032-2046				53.94% ป่าไม้
B2: 2016-2031				28.56% และพืช
B2: 2032-2046				อื่นๆ 17.7%

จากสมมุติฐานสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศนั้นจะทำการนำเข้าสู่ข้อมูล น้ำฝน และอุณหภูมิที่ได้จากแบบจำลอง EPIC ภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแบบ A2 และ B2 โดยจะเป็นการประมาณการในช่วง 30 ปี (2016 - 2046) ซึ่งจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ช่วง ช่วงละ 15 ปี ได้แก่ ค.ศ. 2016- 2031 และ ค.ศ. 2032 - 2046

ทั้งนี้จะไม่มีการนำเข้าสู่ข้อมูลสภาพอากาศ ด้านความชื้นสัมพัทธ์ (Humidity) ความเร็วลม (Wind speed) และรังสีแสงอาทิตย์ (Solar radiation) ซึ่งในส่วนข้อมูลแบบจำลอง SWAT สามารถสร้างข้อมูลที่ขาดหายไปใกล้เคียงกับอุณหภูมิ และปริมาณน้ำฝน ในอนาคตได้โดยอาศัยข้อมูล สถิติภูมิอากาศคาบ 30 ปี (ค.ศ. 1987 - 2016) จากสถานีอุตุนิยมวิทยา ณ ท่าอากาศยานนานาชาติเชียงใหม่ ตำบลสุเทพ อำเภอสุเทพ จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเป็นเพียงสถานีเดียวในจังหวัดเชียงใหม่ที่มีการตรวจวัดข้อมูลภูมิอากาศในพื้นที่ (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2017)

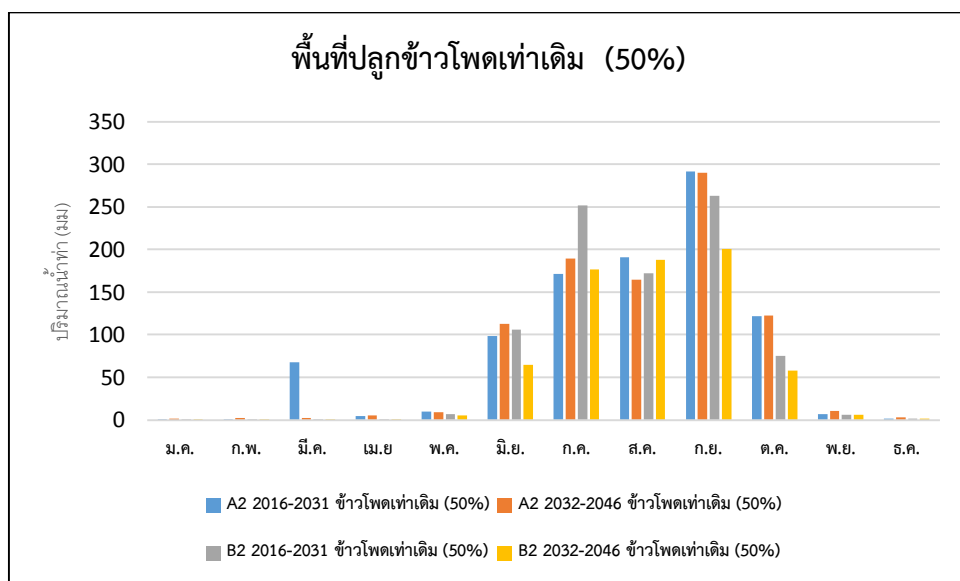
สำหรับสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจะทำการสมมุติฐานสถานการณ์ 4 สถานการณ์ ได้แก่

1. สถานการณ์ที่ไม่มีการเพิ่มหรือลดพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยให้คงจำนวนพื้นที่การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และพื้นที่ป่าไว้ดังเดิมซึ่งจะถูกใช้เป็นปีฐาน (base year) ของการใช้ประโยชน์ที่ดิน
2. การลดจำนวนพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยสมมุติสถานการณ์ให้เปลี่ยนจากพื้นที่การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทั้งหมดที่มีอยู่ในลุ่มน้ำแม่แจ่มเป็นพื้นที่ป่า จากเดิมที่มีพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ร้อยละ 53.94 ของ

พื้นที่ และพื้นที่ป่าไม้ร้อยละ 28.56 ของพื้นที่ เป็นพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ร้อยละ 0 ของพื้นที่และพื้นที่ป่าไม้เป็นร้อยละ 82.5 ของพื้นที่

3. การเพิ่มพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยสมมติสถานการณ์ให้เปลี่ยนจากพื้นที่การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทั้งหมดที่มีอยู่ในลุ่มน้ำแม่แจ่มเป็นพื้นที่ป่า จากเดิมที่มีพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ร้อยละ 53.94 ของพื้นที่ และพื้นที่ป่าไม้ร้อยละ 28.56 ของพื้นที่ เป็นพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ร้อยละ 82.5 ของพื้นที่และพื้นที่ป่าไม้เป็นร้อยละ 0 ของพื้นที่

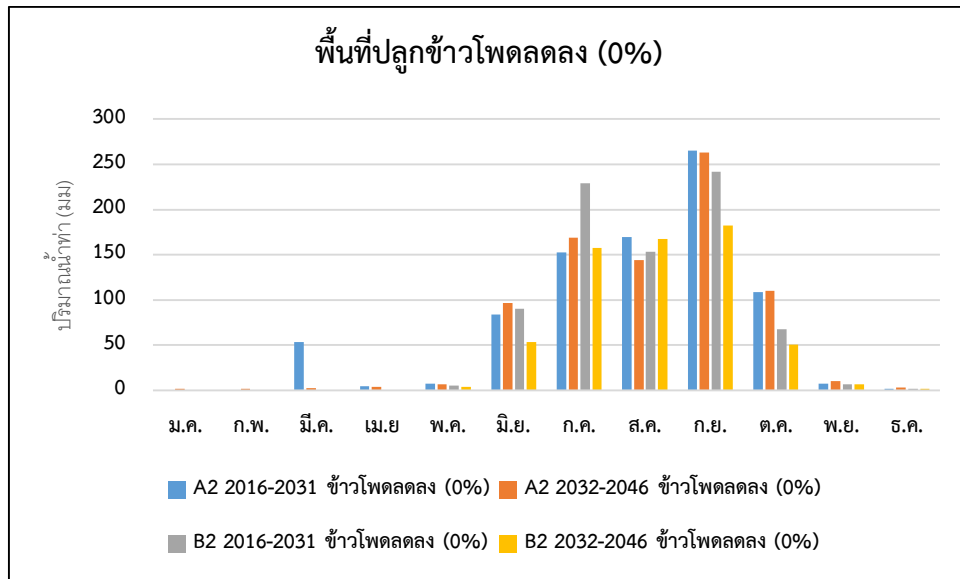
4. ในสถานการณ์นี้ผู้วิจัยได้กำหนดให้การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำแม่แจ่มนั้นเป็นไปตามนโยบายของหน่วยงานท้องถิ่นที่มีแนวทางในการสนับสนุนการลดการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ด้วยแนวคิด นาแลกป่า (ข้อมูลจากการสัมภาษณ์อบต. กองแขก, 2560) ที่ส่งเสริมให้ชาวบ้านหันมาปลูกพืชยืนต้น เช่น กาแฟ แมคคาโดเมีย อโวคาโด เป็นต้น ซึ่งมีวัตถุประสงค์ดังนี้ 1) การลดปริมาณพื้นที่การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เพื่อลดความรุนแรงของหมอกควันจากการเผาซากข้าวโพด 2) การเพิ่มพื้นที่ป่า (ไม้ยืนต้น) 3) การสร้างรายได้ให้กับชุมชนจากพื้นที่ป่า จึงเป็นที่มาของสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ พื้นที่ปลูกข้าวโพดทั้งหมดจะถูกเปลี่ยนเป็นพื้นที่ไม้ผลยืนต้น ทำให้มีพื้นที่ไม้ผลยืนต้นร้อยละ 53.94 และ พื้นที่ป่า 28.56 และพื้นที่อื่น ๆ อีกร้อยละ 17.7



รูปที่ 7- 12 เปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าในสถานการณ์ที่พื้นที่ปลูกข้าวโพดเท่าเดิม (50%)

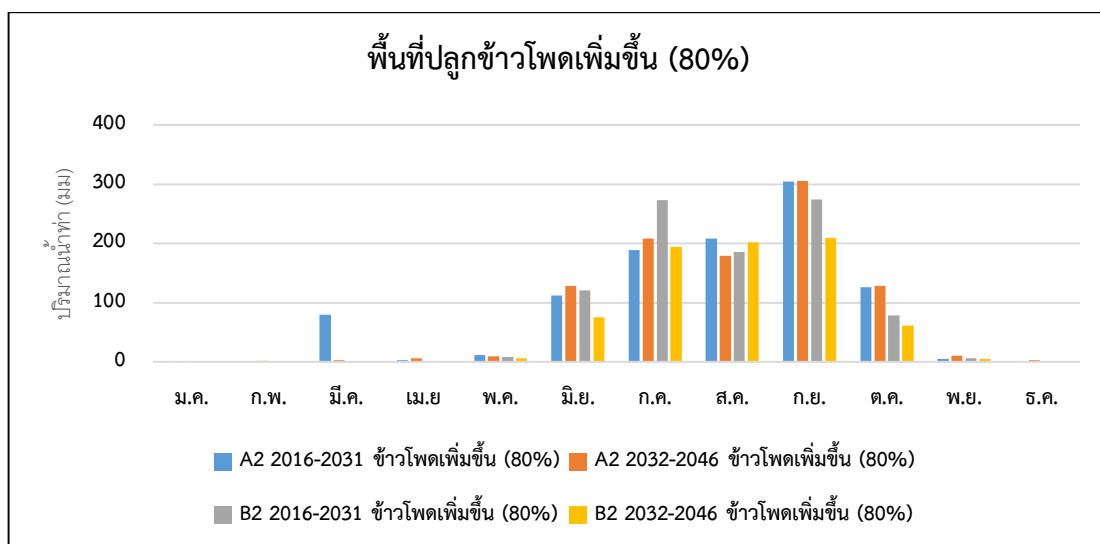
จากรูปที่ 5.12 ในสถานการณ์ที่พื้นที่การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เท่าเดิม (50%) พบว่าปริมาณน้ำท่าที่มากที่สุดเกิดขึ้นในช่วงเดือนกันยายน (291.50 มม) ภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศแบบ A2

ปี ค.ศ. 2016 - 2031 และปริมาณน้ำทำนอยที่สุดในเดือนมีนาคม (0.02 มม) ภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศแบบ B2 ปี ค.ศ. 2032 - 2046



รูปที่ 7- 13 เปรียบเทียบปริมาณน้ำทำนอยที่สุดในสถานการณ์ที่พื้นที่ปลูกข้าวโพดลดลง (0%)

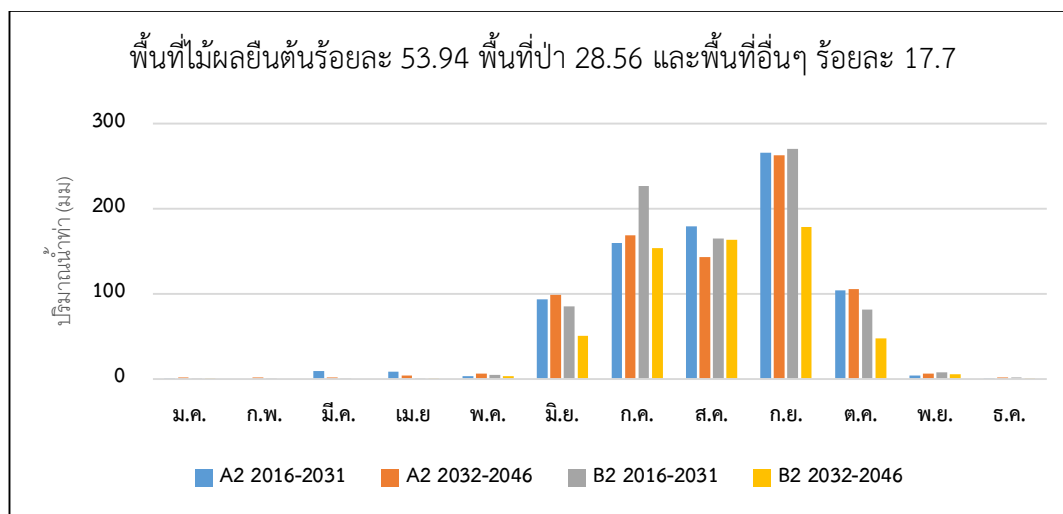
จากรูปที่ 7-13 ในสถานการณ์ที่พื้นที่การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลดลง (0%) พบว่าปริมาณน้ำทำนอยที่สุดเกิดขึ้นในช่วงเดือนกันยายน (265.40 มม) ภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศแบบ A2 ปี ค.ศ.2016 - 2031 และปริมาณน้ำทำนอยที่สุดในเดือนมีนาคม (0.03 มม) ภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศแบบ B2 ปี ค.ศ.2032 - 2046



รูปที่ 7- 14 เปรียบเทียบปริมาณน้ำทำนอยที่สุดในสถานการณ์ที่พื้นที่ปลูกข้าวโพดเพิ่มขึ้น (80%)

จากรูปที่ 7-15 พบว่าปริมาณน้ำทำนอยที่สุดเกิดขึ้นในช่วงเดือนกันยายน (270.4 ลบ.ม./วินาที) ภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศแบบ B2 ปี ค.ศ. 2016 - 2031 และปริมาณน้ำทำนอยที่สุด

ในเดือนกุมภาพันธ์ (0 ลบ.ม./วินาที) ภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศแบบ A2 ปี ค.ศ. 2016 – 2031/ B2 ปี ค.ศ. 2032 – 2046 และเดือนมีนาคม (0 ลบ.ม./วินาที) ภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศแบบ B2 ปี ค.ศ. 2032 – 2046



รูปที่ 7- 15 เปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าในสถานการณ์ที่พื้นที่ปลูกไม้ยืนต้น (53.94%) พื้นที่ป่า 28.56% และพื้นที่อื่นๆ 17.7%

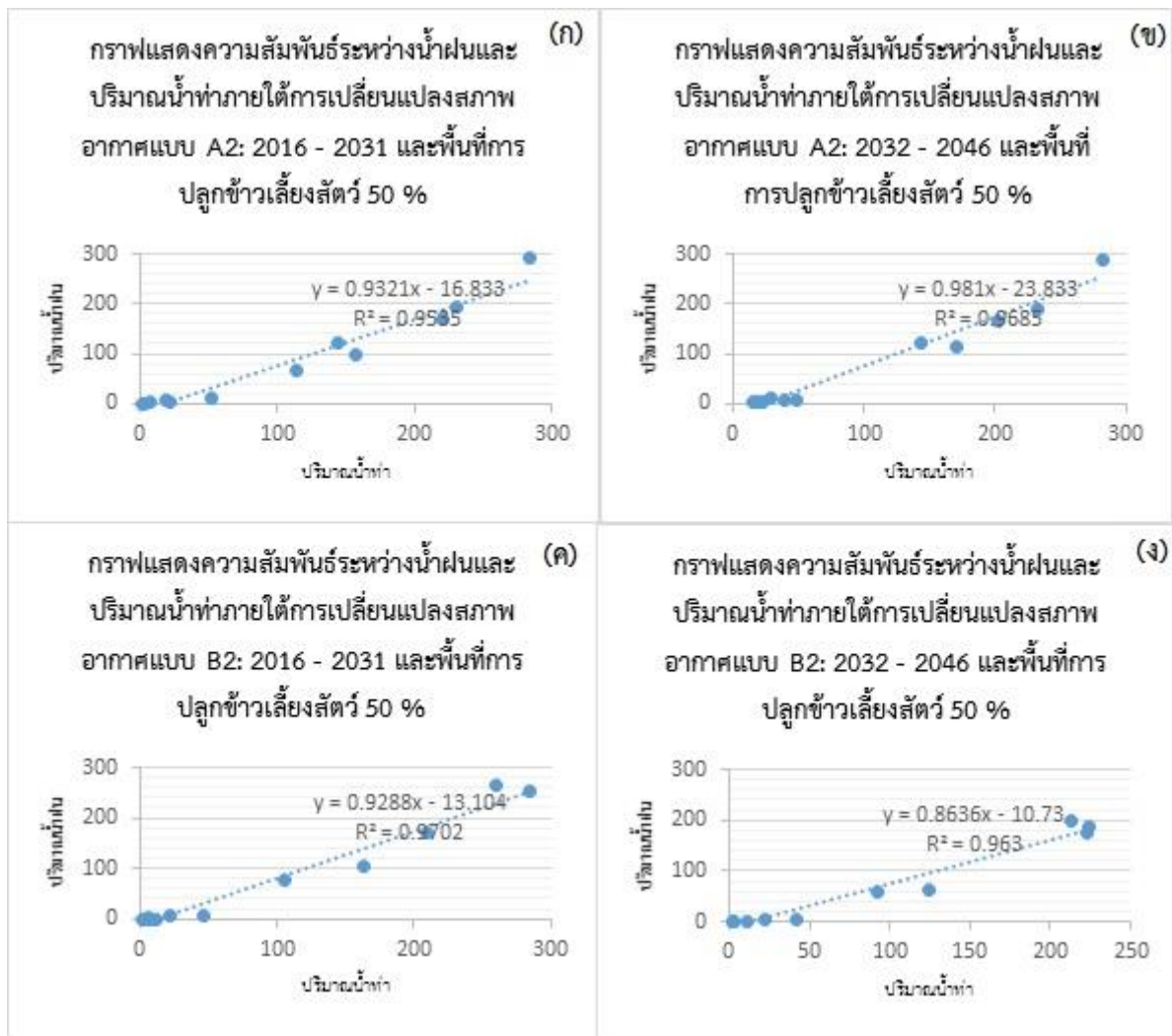
ตารางที่ 7- 6 เปรียบเทียบปริมาณน้ำท่ารวมในแต่ละสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

สภาพภูมิอากาศ	การใช้ประโยชน์ที่ดิน	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ปริมาณน้ำท่ารวม (ลบ.ม./ปี)
A2: 2016-2031	ข้าวโพดเท่าเดิม (50%)	0.06	0.05	67.45	4.17	10.09	98.14	171.20	191.20	291.50	122.00	6.63	1.63	964.12
	ข้าวโพดลดลง (0%)	0.07	0.06	53.76	4.88	7.69	83.62	152.60	169.60	265.40	109.10	7.70	1.91	856.39
	ข้าวโพดเพิ่มขึ้น (80%)	0.05	0.05	80.16	3.52	12.00	112.80	189.00	208.10	304.40	126.30	5.93	1.46	1043.78
	ไม้ยืนต้น53.94% ป่าไม้28.56% และพืชอื่นๆ17.7%	0.04	0	9.00	8.43	3.06	93.54	159.90	179.50	265.90	103.90	3.74	0.64	827.64
A2: 2032-2046	ข้าวโพดเท่าเดิม (50%)	1.46	2.26	2.58	5.46	8.69	112.40	189.30	164.20	289.70	122.60	10.41	3.19	912.25
	ข้าวโพดลดลง (0%)	1.52	2.16	2.33	4.16	6.70	96.43	169.30	144.20	263.30	110.00	10.02	3.45	813.57
	ข้าวโพดเพิ่มขึ้น (80%)	1.43	2.33	2.73	6.33	10.22	128.70	208.60	179.30	306.10	128.60	10.49	3.00	987.82
	ไม้ยืนต้น53.94% ป่าไม้28.56% และพืชอื่นๆ17.7%	1.20	1.75	1.73	4.10	5.86	98.39	168.40	143.00	262.90	105.50	6.17	1.90	800.89
B2: 2016-2031	ข้าวโพดเท่าเดิม (50%)	0.49	0.12	0.15	0.44	6.98	105.60	251.70	172.10	263.10	75.52	6.37	1.46	884.04
	ข้าวโพดลดลง (0%)	0.56	0.14	0.16	0.46	5.06	90.46	229.30	153.60	242.20	67.96	6.91	1.69	798.51
	ข้าวโพดเพิ่มขึ้น (80%)	0.44	0.11	0.14	0.44	8.37	121.20	273.40	185.20	274.10	79.27	5.94	1.30	949.91
	ไม้ยืนต้น53.94% ป่าไม้28.56% และพืชอื่นๆ17.7%	1.09	0.03	0.02	0.18	4.23	84.87	226.90	164.80	270.40	81.30	7.34	1.27	842.43
B2: 2032-2046	ข้าวโพดเท่าเดิม (50%)	0.18	0.04	0.02	0.39	5.39	64.50	176.30	187.50	200.50	58.00	6.11	1.33	700.26
	ข้าวโพดลดลง (0%)	0.22	0.05	0.03	0.41	4.05	53.24	157.50	167.70	182.20	50.81	6.55	1.54	624.29
	ข้าวโพดเพิ่มขึ้น (80%)	0.15	0.03	0.02	0.39	6.27	75.65	194.50	202.20	209.50	61.85	5.71	1.18	757.45
	ไม้ยืนต้น53.94% ป่าไม้28.56% และพืชอื่นๆ17.7%	0.04	0	0	0.15	3.21	50.32	153.20	163.10	178.40	47.66	5.44	1.09	602.61

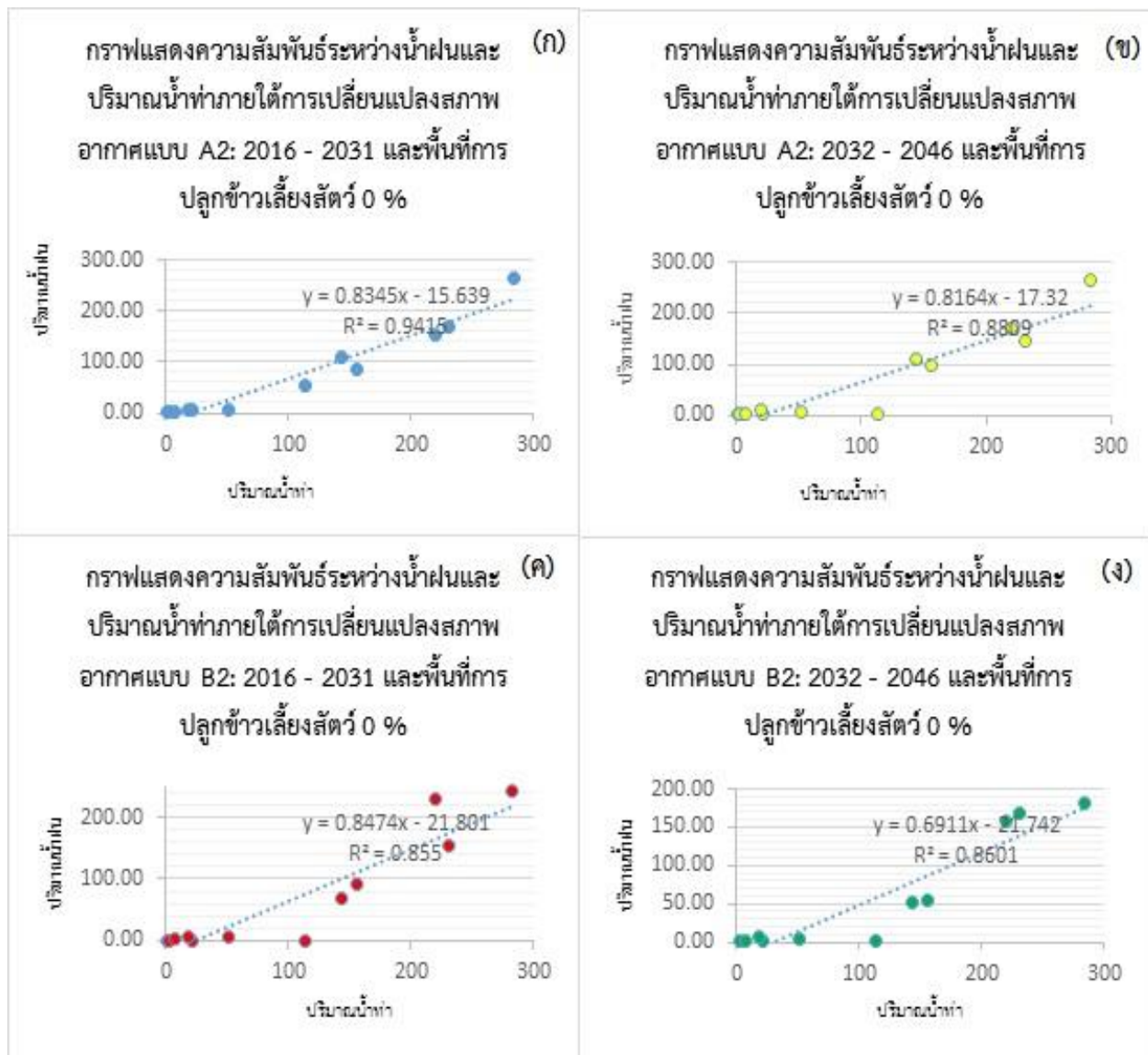
จากตารางที่ 7-6 พบว่าการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินตามสถานการณ์ที่ 1 (การลดจำนวนพื้นที่ปลูกข้าวเลี้ยงสัตว์) และ สถานการณ์ที่ 4 (ไม้ยืนต้น 53.94% ป่าไม้ 28.56% และพืชอื่นๆ 17.7%) (ภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศแบบ A2 และ B2 จะให้ปริมาณน้ำท่าในปริมาณที่ต่ำที่สุด คือ 856.39, 813.57, 798.51 และ 624.29 ลบ.ม. / วินาที และ 827.64, 800.89, 842.43 และ 602.61ตามลำดับ และเมื่อทำการจำลองปริมาณน้ำท่าในสถานการณ์ที่ 2 (การคงพื้นที่ปลูกข้าวเลี้ยงสัตว์) ภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศแบบ A2 และ B2 จะให้ปริมาณน้ำท่าในปริมาณ 964.12, 912.25, 884.04 และ 700.26 ลบ.ม. / วินาที ตามลำดับ เมื่อทำการปรับเปลี่ยนการใช้ประโยชน์ที่ดินตามสถานการณ์ที่ 3 (การเพิ่มพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์) ภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศแบบ A2 และ B2 พบว่าปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการจำลองได้ภายใต้สถานการณ์มีค่ามากที่สุด คือ 1043.78, 987.82, 949.91 และ 757.45 ลบ.ม. / วินาที ตามลำดับ

ผลที่ได้จากการประเมินด้วยแบบจำลอง แสดงให้เห็นว่าเมื่อพื้นที่ป่าไม้ลดลงและพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เพิ่มมากขึ้น ปริมาณน้ำท่าจะมีปริมาณเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ปิยะวัฒน์วุฒิชัยกิจเจริญและเจริญสารตัน (2013) เมื่อพื้นที่ป่าที่มีลักษณะเป็นไม้ยืนต้นถูกเปลี่ยนไปเป็นพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ส่งผลต่อปริมาณการดูดซับน้ำของพืช (Plant uptake) ของพื้นที่นั้นลดต่ำลงเนื่องจากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีความต้องการการใช้น้ำต่ำและระบบรากตื้นกว่าพืชยืนต้นทำให้ปริมาณน้ำท่าในพื้นที่มีปริมาณมากขึ้น

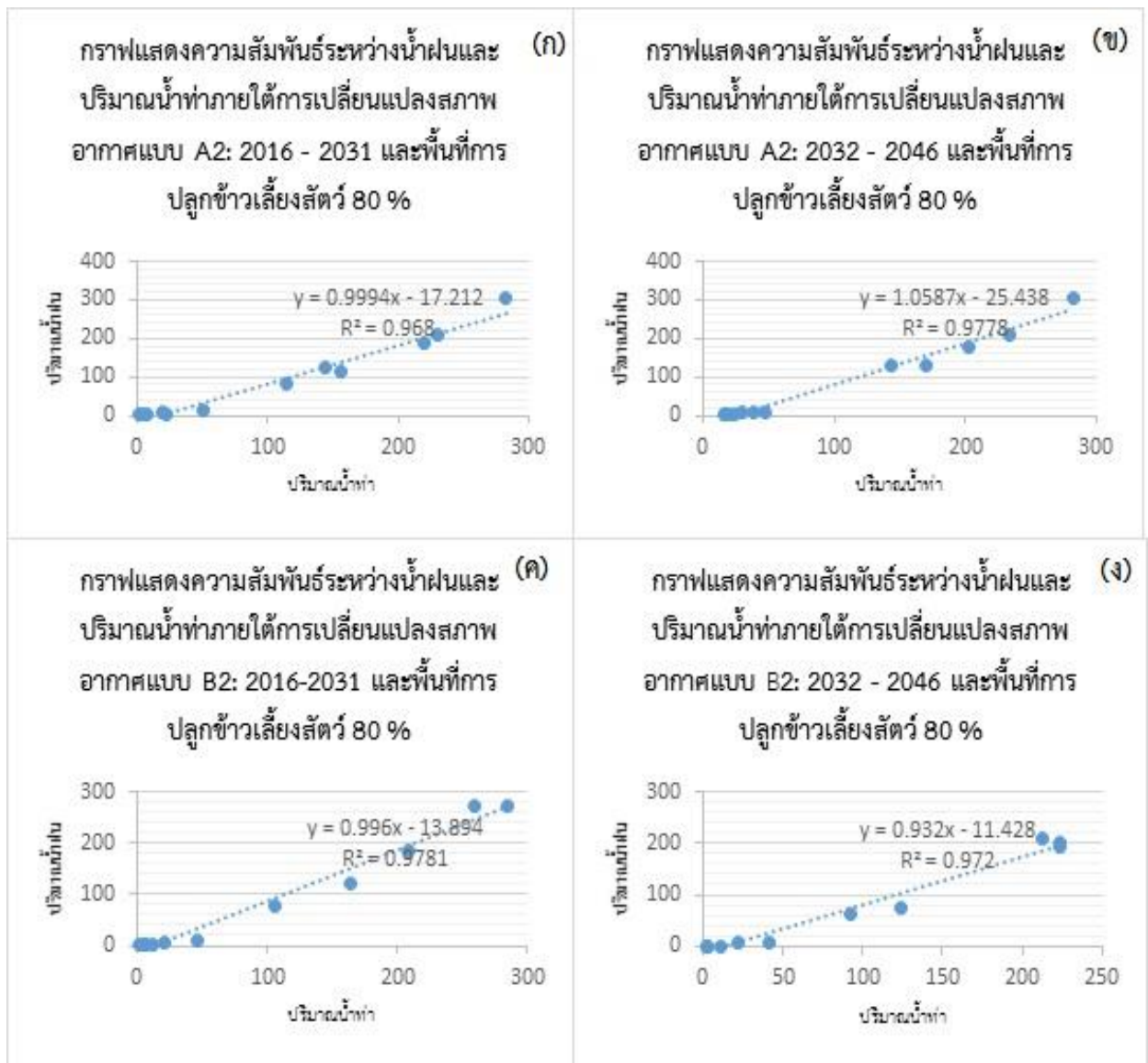
นอกจากผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ส่งผลต่อปริมาณน้ำท่ายังมีอีกหนึ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณน้ำท่านั้นคือปริมาณน้ำฝนที่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณน้ำท่าในทุกสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินภายใต้สถานการณ์ภูมิอากาศแบบ A2 และ B2



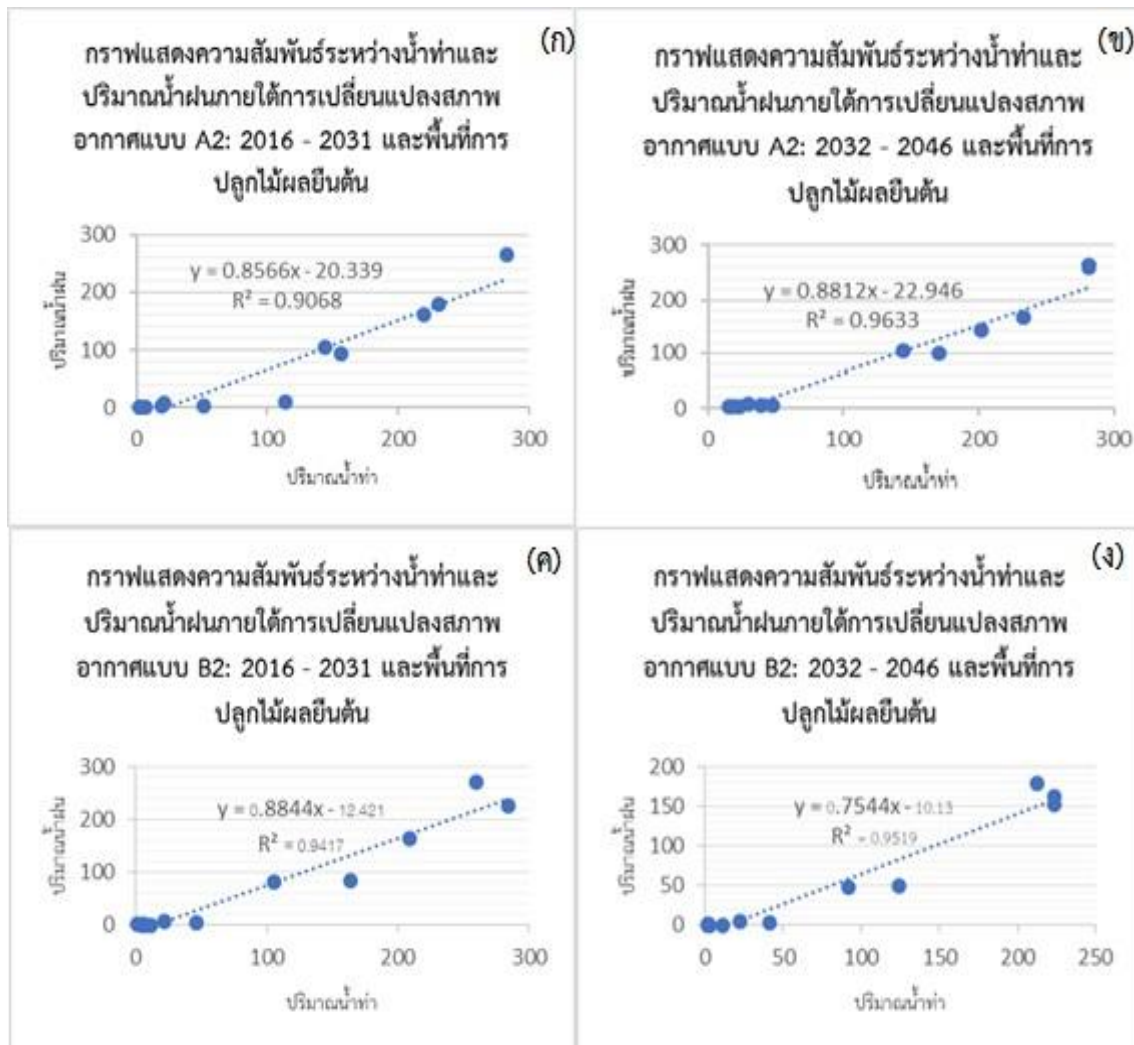
รูปที่ 7- 16 กราฟแสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่าและน้ำฝนภายใต้สถานการณ์การการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เท่าเดิม (ก) A2: 2016-2031, (ข) A2: 2032-2046, (ค) B2: 2016-2031, (ง) B2: 2032-2046



รูปที่ 7- 17 กราฟแสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่าและน้ำฝนภายใต้สถานการณ์การลดพื้นที่การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (ก) A2: 2016-2031, (ข) A2: 2032-2046, (ค) B2: 2016-2031, (ง) B2: 2032-2046



รูปที่ 7- 18 กราฟแสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่าและน้ำฝนภายใต้สถานการณ์ การเพิ่มพื้นที่การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (ก) A2: 2016-2031, (ข) A2: 2032-2046, (ค) B2: 2016-2031, (ง) B2: 2032-2046



รูปที่ 7- 19 กราฟแสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่าและน้ำฝนภายใต้สถานการณ์การปลูกไม้ผลยืนต้น (ก) A2: 2016-2031, (ข) A2: 2032-2046, (ค) B2: 2016-2031, (ง) B2: 2032-2046

จากรูปที่ 7-19 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) มีค่าน้อยที่สุดภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศแบบ A2: 2016 - 2031 ที่ 0.9068 และมากที่สุดภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศแบบ A2: 2032 - 2046 ที่ 0.9633

7.7 องค์ประกอบของสมดุลน้ำ

ตารางที่ 7-7 องค์ประกอบของสมดุลน้ำ และตารางที่ 7-8 แสดงร้อยละของน้ำท่าเฉลี่ยต่อน้ำฝน ซึ่งองค์ประกอบของสมดุลน้ำได้มาจากผลรวมของค่าเฉลี่ยในแต่ละองค์ประกอบ น้ำท่าผิวดิน + น้ำจากการไหลด้านข้าง + น้ำบาดาล - การสูญเสียจากการไหลซึม โดยพบว่าปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยทั้งหมด ของสถานการณ์การลดการปลูกข้าวโพด (ข้าวโพดลดลง 0%) และการปลูกไม้ยืนต้น 53.94% ป่าไม้ 28.56% และพืชอื่นๆ 17.7% ให้ปริมาณน้ำท่า

เฉลี่ยในทุกๆ การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศต่ำกว่าสถานการณ์ที่มีการปลูกข้าวโพดเท่าเดิม (50%) และการปลูกข้าวโพดเพิ่มขึ้น (80%) และสถานการณ์การลดการปลูกข้าวโพด (ข้าวโพดลดลง 0%) และการปลูกไม้ยืนต้น 53.94% ป่าไม้ 28.56% และพืชอื่นๆ 17.7% เกิดการสูญเสียจากการคายระเหยมากขึ้น การไหลใต้ผิวดินจากด้านข้างมากขึ้น และ น้ำบาดาลมากขึ้นกว่าสถานการณ์ที่มีการปลูกข้าวโพดเท่าเดิม (50%) และการปลูกข้าวโพดเพิ่มขึ้น (80%) เนื่องจากสถานการณ์ที่พื้นที่ป่าไม้เพิ่มขึ้น หรือไม้ยืนต้น ป่าไม้และพืชอื่นๆ เหล่านี้คายน้ำในช่วงกลางวันที่สูงกว่าสถานการณ์พื้นที่ที่ปลูกข้าวโพดเท่าเดิม หรือเพิ่มพื้นที่เป็น 80% และต้นไม้ใหญ่ช่วยชะลอการไหลของน้ำจึงทำให้เกิดการไหลลงด้านข้าง และน้ำบาดาลสูงขึ้น

ตารางที่ 7- 7 องค์ประกอบสมดุลน้ำตามสถานการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดิน

สภาพภูมิอากาศ	การใช้ประโยชน์ที่ดิน	น้ำฝน (มม)	น้ำท่าผิวดิน (มม) (1)	การไหลใต้ผิวดินจากด้านข้าง	น้ำไหลซึมลงสู่บาดาล	การสูญเสียจากการคายระเหย	การสูญเสียระหว่างการไหล	ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยทั้งหมด (มม)
A2: 2016-2031	ข้าวโพดลดลง (0%)	1987.94	839.14	151.95	4.06	1219.50	0.36	994.79
	ข้าวโพดเท่าเดิม (50%)		973.54	136.86	1.81	1113.42	0.23	111.98
	ข้าวโพดเพิ่มขึ้น (80%)		1042.53	125.28	0.49	1086.69	0.07	1168.23
	ไม้ยืนต้น 53.94% ป่าไม้ 28.56% และพืชอื่นๆ 17.7%		818.41	155.29	2.47	1243.98	0.28	975.88
A2: 2032-2046	ข้าวโพดลดลง (0%)	1914.13	750.22	150.69	2.31	1127.25	0.18	903.04
	ข้าวโพดเท่าเดิม (50%)		890.31	133.79	0.99	1009.06	0.08	1025.00
	ข้าวโพดเพิ่มขึ้น (80%)		991.70	118.44	0.00	924.30	0.02	1110.13
	ไม้ยืนต้น 53.94% ป่าไม้ 28.56% และพืชอื่นๆ 17.7%		751.91	141.66	1.11	1043.10	0.13	894.55
B2: 2016-2031	ข้าวโพดลดลง (0%)	1779.51	766.74	116.13	2.00	774.13	0.40	884.47
	ข้าวโพดเท่าเดิม (50%)		870.73	103.99	0.75	721.44	0.31	975.16
	ข้าวโพดเพิ่มขึ้น (80%)		939.26	92.44	0.00	672.02	0.02	1031.68
	ไม้ยืนต้น 53.94% ป่าไม้ 28.56% และพืชอื่นๆ 17.7%		762.36	118.07	1.52	803.66	0.39	881.57
B2: 2032-2046	ข้าวโพดลดลง (0%)	1495.86	462.57	92.22	1.06	758.77	0.13	555.71
	ข้าวโพดเท่าเดิม (50%)		655.84	98.43	0.71	812.26	0.09	754.89
	ข้าวโพดเพิ่มขึ้น (80%)		605.51	73.15	0.00	629.57	0.01	678.65
	ไม้ยืนต้น 53.94% ป่าไม้ 28.56% และพืชอื่นๆ 17.7%		574.72	106.90	1.18	811.55	0.18	682.62

ตารางที่ 7- 8 ร้อยละขององค์ประกอบสมดุลน้ำต่อน้ำฝนตามสถานการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดิน

สภาพภูมิอากาศ	การใช้ประโยชน์ที่ดิน	น้ำฝน (มม)	ร้อยละของน้ำท่าผิวดิน/น้ำฝน	ร้อยละการไหลใต้ผิวดินจากด้านข้าง/น้ำฝน	ร้อยละน้ำไหลซึมลงสู่ก้นบาดาล/น้ำฝน	ร้อยละการคายระเหย/น้ำฝน	ร้อยละการสูญเสียระหว่างการไหล/น้ำฝน	ร้อยละน้ำท่าเฉลี่ย/น้ำฝน
A2: 2016-2031	ข้าวโพดลดลง (0%)	1987.94	42.21	7.64	0.20	61.34	0.02	50.04
	ข้าวโพดเท่าเดิม (50%)		48.97	6.88	0.09	56.01	0.01	55.94
	ข้าวโพดเพิ่มขึ้น (80%)		52.44	6.30	0.02	54.66	0.00	58.77
	ไม่ยืนต้น 53.94% ป่าไม้ 28.56% และพืชอื่นๆ 17.7%		41.17	7.81	0.12	62.58	0.01	49.00
A2: 2032-2046	ข้าวโพดลดลง (0%)	1914.13	39.19	7.87	0.12	58.89	0.01	47.18
	ข้าวโพดเท่าเดิม (50%)		46.51	6.99	0.05	52.72	0.00	53.55
	ข้าวโพดเพิ่มขึ้น (80%)		51.81	6.19	0.00	48.29	0.00	58.00
	ไม่ยืนต้น 53.94% ป่าไม้ 28.56% และพืชอื่นๆ 17.7%		39.28	7.40	0.06	54.49	0.01	46.73
B2: 2016-2031	ข้าวโพดลดลง (0%)	1779.51	43.09	6.53	0.11	43.50	0.02	49.70
	ข้าวโพดเท่าเดิม (50%)		48.93	5.84	0.04	40.54	0.02	54.80
	ข้าวโพดเพิ่มขึ้น (80%)		52.78	5.19	0.00	37.76	0.00	57.98
	ไม่ยืนต้น 53.94% ป่าไม้ 28.56% และพืชอื่นๆ 17.7%		42.84	6.63	0.09	45.16	0.02	49.54
B2: 2032-2046	ข้าวโพดลดลง (0%)	1495.86	30.92	6.17	0.07	50.72	0.01	37.15
	ข้าวโพดเท่าเดิม (50%)		43.84	6.58	0.05	54.30	0.01	50.47
	ข้าวโพดเพิ่มขึ้น (80%)		40.48	4.89	0.00	42.09	0.00	45.37
	ไม่ยืนต้น 53.94% ป่าไม้ 28.56% และพืชอื่นๆ 17.7%		38.42	7.15	0.08	54.25	0.01	45.63

7.8 การประเมินปริมาณตะกอนภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำแม่แจ่ม

จากสมมุติฐานสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน สามารถจำแนกได้ดังตารางที่ 7-9

ตารางที่ 7- 9 แสดงสถานการณ์ในการประเมินปริมาณตะกอนในอนาคต

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน			
A2: 2016-2031	พื้นที่ปลูกข้าวโพด เท่าเดิม (50%)	พื้นที่ปลูกข้าวโพด ลดลง (0%)	พื้นที่ปลูกข้าวโพด เพิ่มขึ้น (80%)	พื้นที่ปลูกไม้ผลยืน ต้น 53.94% ป่าไม้ 28.56% และพืช อื่นๆ 17.7%
A2: 2032-2046				
B2: 2016-2031				
B2: 2032-2046				

จากสมมุติฐานสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศนั้นจะทำการนำเข้าสู่ข้อมูล น้ำฝน และอุณหภูมิที่ได้จากแบบจำลอง EPIC ภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแบบ A2 และ B2 โดยจะเป็นการประมาณการในช่วง 30 ปี (ค.ศ. 2016 - 2046) ซึ่งจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ช่วง ช่วงละ 15 ปี ได้แก่ ค.ศ. 2016- 2031 และ ค.ศ. 2032 - 2046

ทั้งนี้จะไม่มีการนำเข้าสู่ข้อมูลสภาพอากาศ ด้านความชื้นสัมพัทธ์ (Humidity) ความเร็วลม (Wind speed) และรังสีแสงอาทิตย์ (Solar radiation) ซึ่งในส่วนของข้อมูลแบบจำลอง SWAT สามารถสร้างข้อมูลที่ขาดหายให้ใกล้เคียงกับอุณหภูมิ และปริมาณน้ำฝน ในอนาคตได้โดยอาศัยข้อมูล สถิติภูมิอากาศคาบ 30 ปี (ค.ศ.1987 - 2016) จากสถานีอุตุนิยมวิทยา ณ ท่าอากาศยานนานาชาติเชียงใหม่ ตำบลสุเทพ อำเภอสุเทพ จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเป็นเพียงสถานีเดียวในจังหวัดเชียงใหม่ที่มีการตรวจวัดข้อมูลภูมิอากาศในพื้นที่ (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2017)

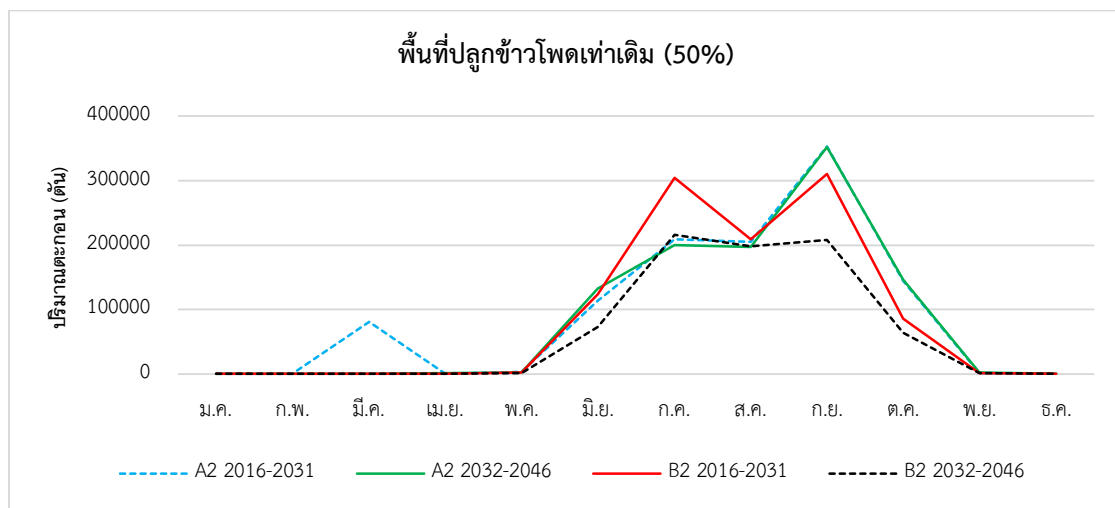
สำหรับสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจะทำการสมมุติฐานสถานการณ์ 4 สถานการณ์ ได้แก่

1. สถานการณ์ที่ไม่มีการเพิ่มหรือลดพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยให้คงจำนวนพื้นที่การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และพื้นที่ป่าไว้ดังเดิมซึ่งจะถูกใช้เป็นปีฐาน (base year) ของการใช้ประโยชน์ที่ดิน
2. การลดจำนวนพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยสมมุติสถานการณ์ให้เปลี่ยนจากพื้นที่การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทั้งหมดที่มีอยู่ในลุ่มน้ำแม่แจ่มเป็นพื้นที่ป่า จากเดิมที่มีพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ร้อยละ 53.94 ของ

พื้นที่ และพื้นที่ป่าไม้ร้อยละ 28.56 ของพื้นที่ เป็นพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ร้อยละ 0 ของพื้นที่และพื้นที่ป่าไม้ เป็นร้อยละ 82.5 ของพื้นที่

3. การเพิ่มพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยสมมุติสถานการณ์ให้เปลี่ยนจากพื้นที่การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทั้งหมดที่มีอยู่ในลุ่มน้ำแม่แจ่มเป็นพื้นที่ป่า จากเดิมที่มีพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ร้อยละ 53.94 ของพื้นที่ และพื้นที่ป่าไม้ร้อยละ 28.56 ของพื้นที่ เป็นพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ร้อยละ 82.5 ของพื้นที่และพื้นที่ป่าไม้ เป็นร้อยละ 0 ของพื้นที่

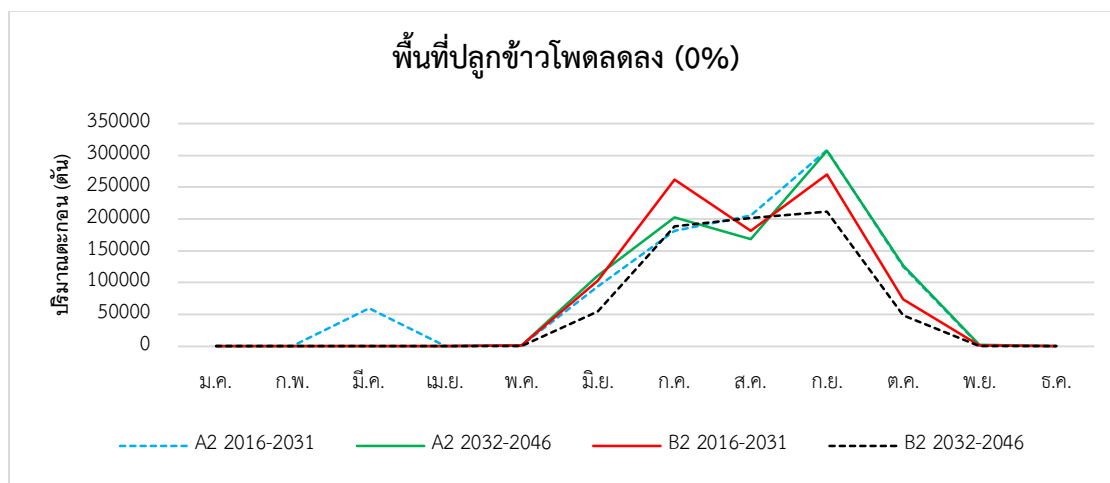
4. ในสถานการณ์นี้ผู้วิจัยได้กำหนดให้การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำแม่แจ่มนั้น เป็นไปตามนโยบายของหน่วยงานท้องถิ่นที่มีแนวทางในการสนับสนุนการลดการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ด้วย แนวคิด นาแลกป่า (ข้อมูลจากการสัมภาษณ์อบต. กองแขก, 2560) ที่ส่งเสริมให้ชาวบ้านหันมาปลูกพืชยืนต้น เช่น กาแฟ แมคคาเดเมีย อโวคาโด เป็นต้น ซึ่งมีวัตถุประสงค์ดังนี้ 1) การลดปริมาณพื้นที่การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เพื่อลดความรุนแรงของหมอกควันจากการเผาซากข้าวโพด 2) การเพิ่มพื้นที่ป่า (ไม้ยืนต้น) 3) การสร้างรายได้ให้กับชุมชนจากพื้นที่ป่า จึงเป็นที่มาของสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ พื้นที่ปลูกข้าวโพดทั้งหมดจะถูกเปลี่ยนเป็นพื้นที่ไม้ผลยืนต้น ทำให้มีพื้นที่ไม้ผลยืนต้นร้อยละ 53.94 และ พื้นที่ป่า 28.56 และพื้นที่อื่น ๆ อีกร้อยละ 17.7



รูปที่ 7- 20 เปรียบเทียบปริมาณตะกอนในสถานการณ์ที่พื้นที่ปลูกข้าวโพดเท่าเดิม (50%)

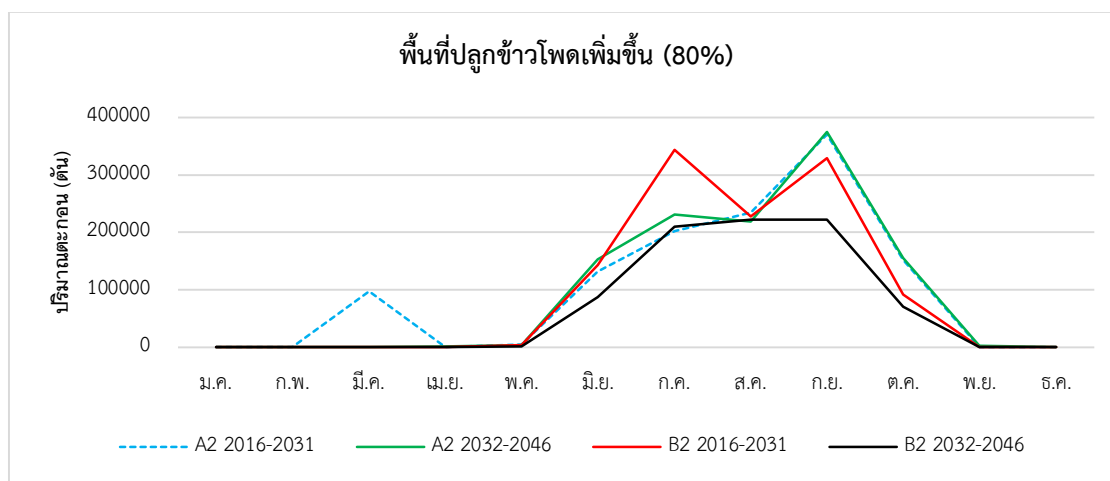
จากรูปที่ 7-20 ในสถานการณ์ที่พื้นที่การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เท่าเดิม (50%) พบว่าปริมาณตะกอน ที่มากที่สุดเกิดขึ้นในช่วงเดือนกันยายน (352,800 ตัน) ภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศแบบ A2 ปี ค.ศ.2016 – 2031 และปริมาณตะกอนน้อยที่สุดในเดือนมกราคม (0.00 ตัน) ภายใต้สถานการณ์การ

เปลี่ยนแปลงสภาพอากาศแบบ A2: 2016 - 2032 ภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศแบบ B2 ปี ค.ศ.2032 - 2046



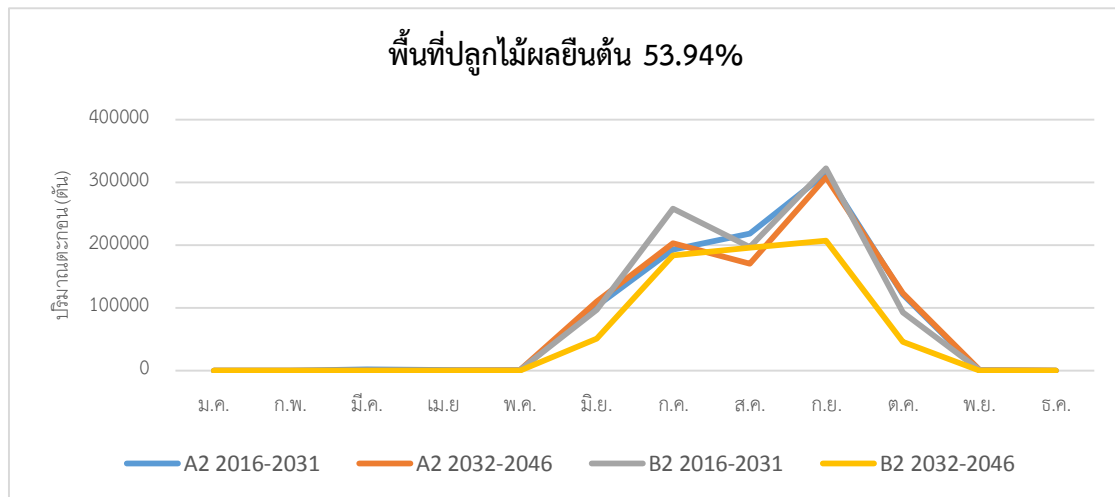
รูปที่ 7- 21 เปรียบเทียบปริมาณตะกอนในสถานการณ์ที่พื้นที่ปลูกข้าวโพดลดลง (0%)

จากรูปที่ 7-21 ในสถานการณ์ที่พื้นที่การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลดลง (0%) พบว่าปริมาณตะกอนที่มากที่สุดเกิดขึ้นในช่วงเดือนกันยายน (307,900 ตัน) ภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศแบบ A2 ปี ค.ศ.2016 - 2031 และปริมาณตะกอนน้อยที่สุดในเดือนมกราคม (0.00 ตัน) ภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศแบบ A2 2016 - 2032 ภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศแบบ B2 ปี ค.ศ.2032 - 2046



รูปที่ 7- 22 เปรียบเทียบปริมาณตะกอนในสถานการณ์ที่พื้นที่ปลูกข้าวโพดเพิ่ม (80%)

จากรูปที่ 7-22 ในสถานการณ์ที่พื้นที่การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เพิ่มขึ้น (80%) พบว่าปริมาณตะกอนที่มากที่สุดเกิดขึ้นในช่วงเดือนกันยายน (374,900 ตัน) ภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศแบบ A2 ปี ค.ศ. 2032 – 2046 และปริมาณตะกอนน้อยที่สุดในเดือนมีนาคม (0.02 ตัน) ภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศแบบ B2 ปี ค.ศ. 2032 – 2046



รูปที่ 7- 23 เปรียบเทียบปริมาณตะกอนในสถานการณ์ที่พื้นที่ปลูกไม้ผลยืนต้น

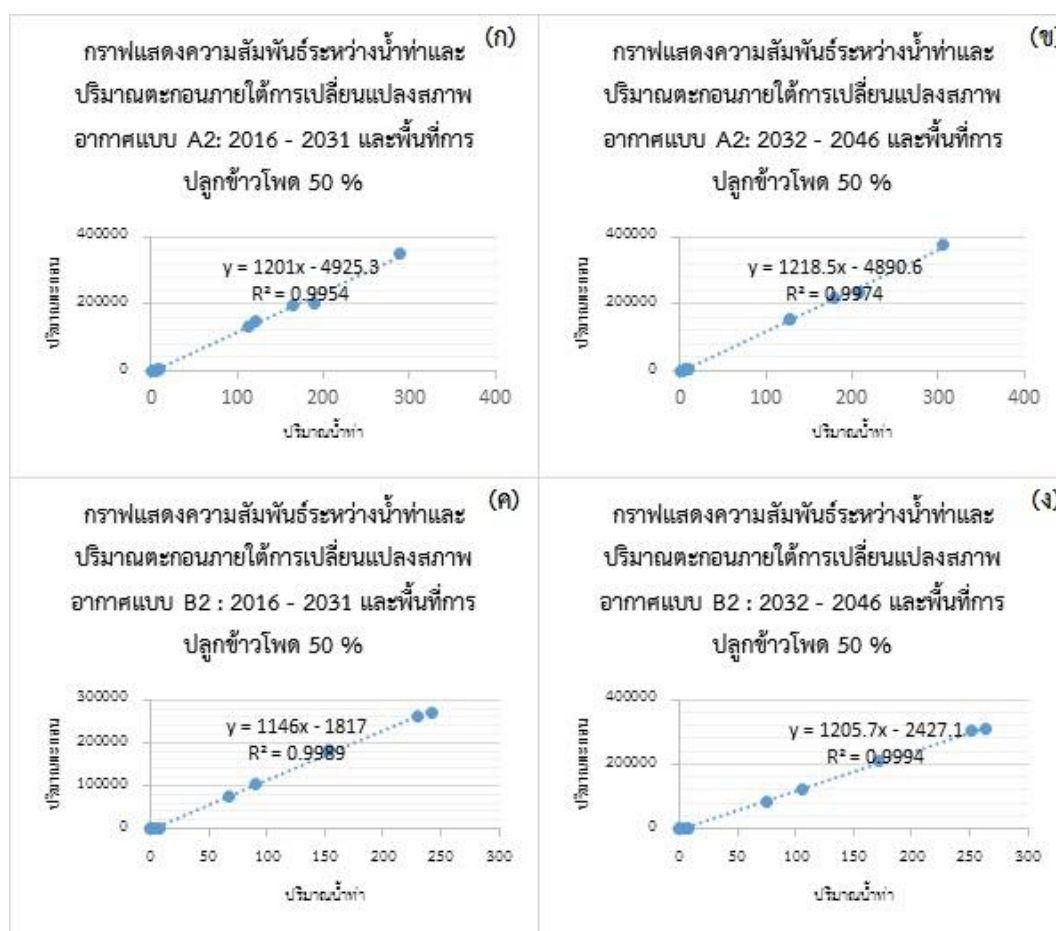
จากรูปที่ 7-23 พบว่าปริมาณตะกอนที่มากที่สุดเกิดขึ้นในช่วงเดือนกันยายน (322,300 ตัน/เดือน) ภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศแบบ B2 ปี ค.ศ. 2016 – 2031 และปริมาณตะกอนน้อยที่สุดในเดือนกุมภาพันธ์ (0 ตัน/เดือน) ภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศแบบ A2 ปี ค.ศ. 2016 – 2031/ B2 ปี ค.ศ. 2032 – 2046 และเดือนมีนาคม (0 ตัน/เดือน) ภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศแบบ B2 ปี ค.ศ. 2032 – 2046

ตารางที่ 7- 10 เปรียบเทียบปริมาณตะกอนในแต่ละสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

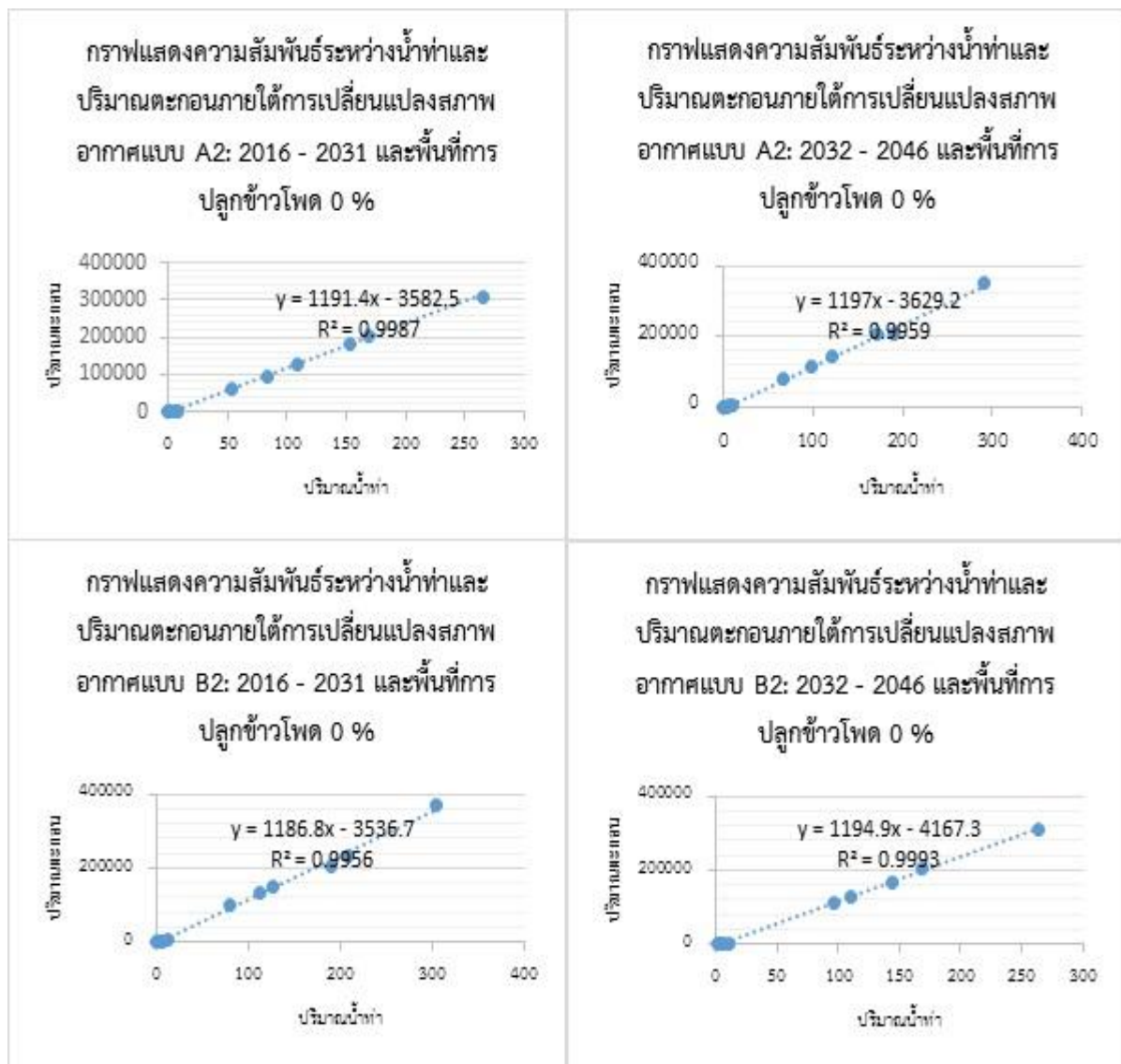
สภาพภูมิอากาศ	การใช้ประโยชน์ที่ดิน	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ปริมาณรวม (ตัน / ปี)
A2: 2016-2031	ข้าวโพดเท่าเดิม (50%)	0	0	80,430	439	3,723	113,500	208,600	205,000	352,800	144,900	959	110	1,110,460
	ข้าวโพดลดลง (0%)	0	0	59,850	550	1,895	93,880	181,900	205,200	307,900	124,800	1,158	141	977,274
	ข้าวโพดเพิ่มขึ้น (80%)													1,196,349
	ไม้ยืนต้น 53.94% ป่าไม้	0	0	97,650	342	5,412	132,500	202,700	234,300	370,900	151,600	854	92	
	28.56% พืชอื่นๆ 17.7%	1	0	2,041	1,493	395	103,500	192,500	218,300	313,800	121,600	498	50	954,178
A2: 2032-2046	ข้าวโพดเท่าเดิม (50%)	123	223	324	1,373	2,802	132,700	199,900	197,100	352,400	146,500	2,751	332	1,036,527
	ข้าวโพดลดลง (0%)	125	189	235	706	1,426	111,500	202,800	168,200	307,600	127,000	1,986	361	922,128
	ข้าวโพดเพิ่มขึ้น (80%)	121	239	390	1,914	4,030	153,600	231,600	218,900	374,900	155,700	3,241	307	1,144,942
	ไม้ยืนต้น 53.94% ป่าไม้													
	28.56% พืชอื่นๆ 17.7%	121	172	219	689	1,273	110,300	203,000	170,100	308,100	124,100	1,186	214	919,474
B2: 2016-2031	ข้าวโพดเท่าเดิม (50%)	18	1	1	14	2,317	123,700	304,600	208,500	310,600	85,970	957	93	1,036,770
	ข้าวโพดลดลง (0%)	22	1	2	14	1,099	103,300	262,300	181,600	270,100	73,730	987	120	893,276
	ข้าวโพดเพิ่มขึ้น (80%)													1,140,270
	ไม้ยืนต้น 53.94% ป่าไม้	15	1	2	14	3,331	143,600	343,900	227,400	329,100	91,900	932	76	
	28.56% พืชอื่นๆ 17.7%	93	1	1	16	923	96,730	258,000	197,200	322,300	93,490	1,454	108	970,316
B2: 2032-2046	ข้าวโพดเท่าเดิม (50%)	2	0	0	14	1,451	72,690	215,500	197,700	207,800	64,140	893	89	760,279
	ข้าวโพดลดลง (0%)	3	0	0	16	730	54,820	188,700	201,500	211,500	49,190	908	112	707,479
	ข้าวโพดเพิ่มขึ้น (80%)	1	0	0	14	2,006	86,950	210,200	222,800	222,100	70,440	867	75	815,453
	ไม้ยืนต้น 53.94% ป่าไม้													
	28.56% พืชอื่นๆ 17.7%	2	0	0	13	590	51,360	184,000	196,300	207,600	45,760	771	99	686,495

จากตารางที่ 7-10 พบว่าการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินตามสถานการณ์การคงพื้นที่ปลูกข้าวโพด และสถานการณ์การเพิ่มพื้นที่ปลูกข้าวโพด ภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศแบบ A2 และ B2 จะให้ปริมาณตะกอนมากที่สุดคือ 1,110,460; 1,036,527; 1,036,770 และ 760,279 ตัน / ปี และ 1,196,349; 1,144,942; 1,140,270 และ 815,453 ตัน/ปี ตามลำดับ และเมื่อทำการจำลองปริมาณตะกอนในสถานการณ์ การลดจำนวนพื้นที่ปลูกข้าวเลี้ยงสัตว์ และ สถานการณ์การปลูกไม้ยืนต้น 53.94% ป่าไม้ 28.56 % และพืชอื่นๆ 17.7% ภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศแบบ A2 และ B2 จะให้ปริมาณตะกอนในปริมาณที่ต่ำที่สุด คือ 977,274; 922,128; 893,276 และ 707,479 ตัน / ปี และ 954,178; 919,474; 970,316 และ 686,495 ตัน/ปี ตามลำดับ ซึ่งผลที่ได้จากการประเมินด้วยแบบจำลอง แสดงให้เห็นว่าเมื่อพื้นที่ป่าไม้ลดลงและพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เพิ่มมากขึ้น ปริมาณตะกอนจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นเช่นกัน

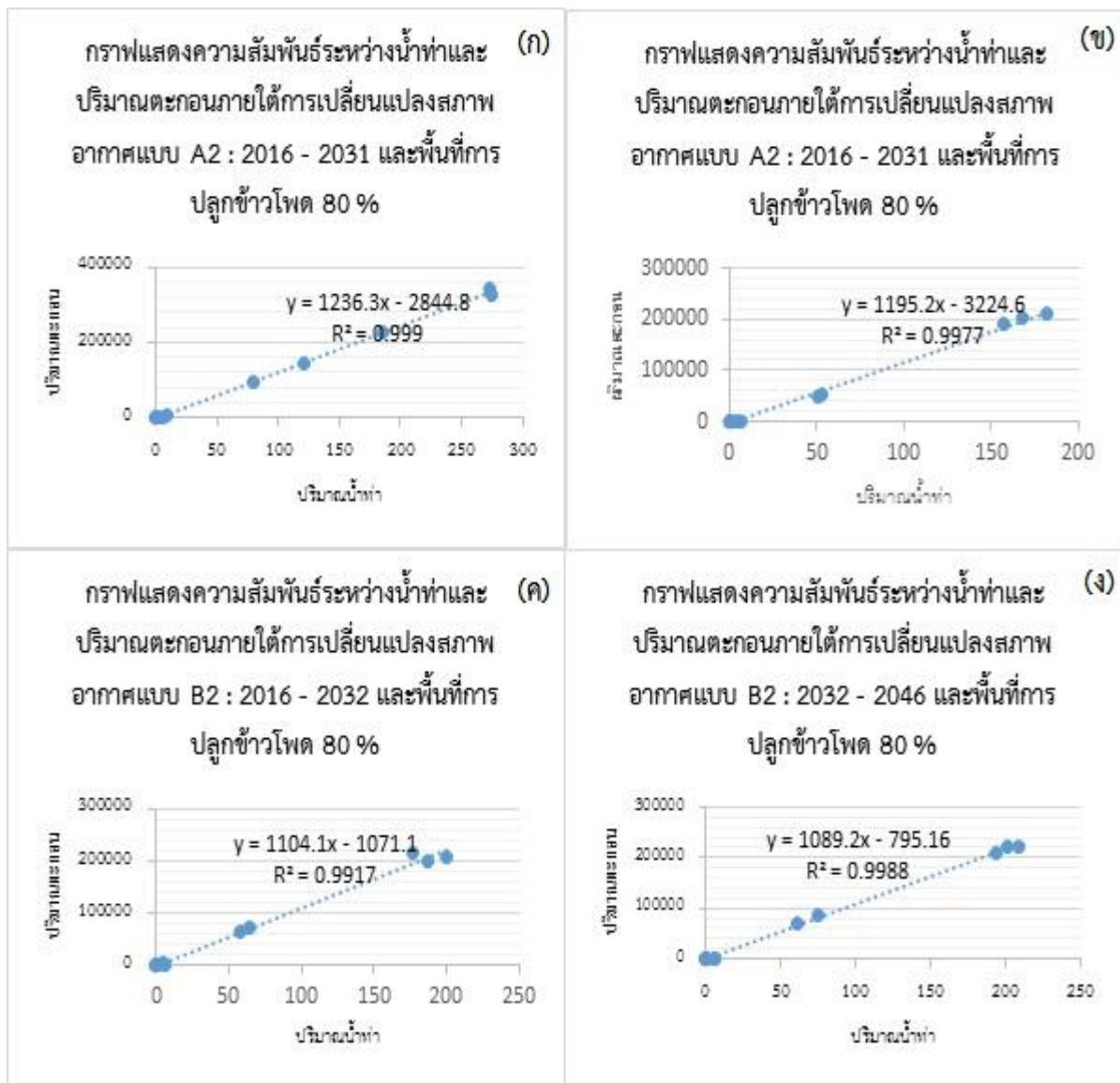
เมื่อเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่ากับปริมาณตะกอนโดยใช้วิธีการ linear regression เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ากับปริมาณตะกอนในทุกสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ภายใต้สถานการณ์ภูมิอากาศแบบ A2 และ B2 ดังรูปที่ 7-24-7-27



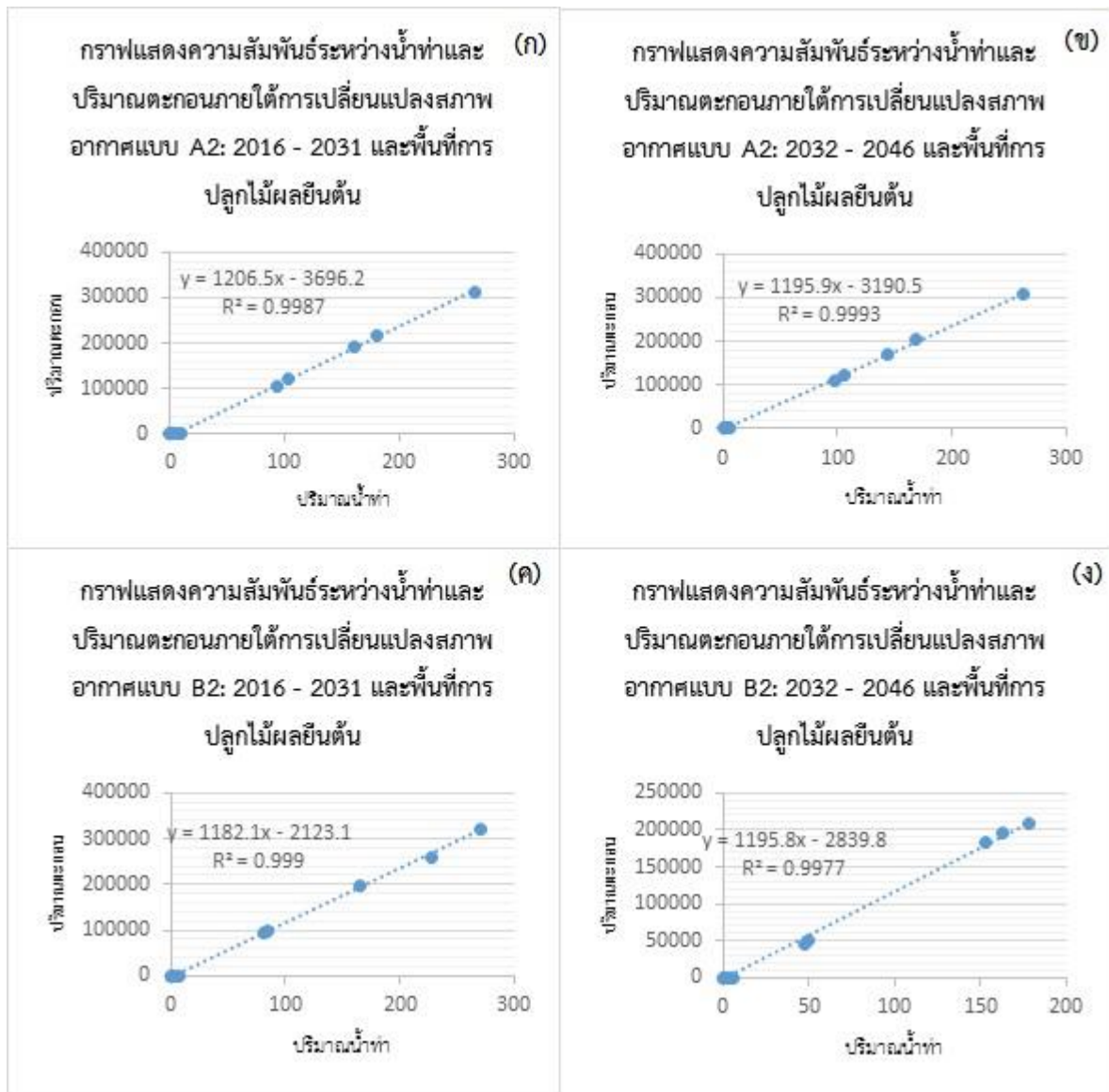
รูปที่ 7- 24 กราฟแสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่าและตะกอนภายใต้สถานการณ์ การคงพื้นที่การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (ก) A2: 2016-2031, (ข) A2: 2032-2046, (ค) B2: 2016-2031, (ง) B2: 2032-2046



รูปที่ 7- 25 กราฟแสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนภายใต้สถานการณ์การลดพื้นที่การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (ก) A2: 2016-2031, (ข) A2: 2032-2046, (ค) B2: 2016-2031, (ง) B2: 2032-2046



รูปที่ 7- 26 กราฟแสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนภายใต้สถานการณ์การคงพื้นที่การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (ก) A2: 2016-2031, (ข) A2: 2032-2046, (ค) B2: 2016-2031, (ง) B2: 2032-2046



รูปที่ 7- 27 กราฟแสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนภายใต้สถานการณ์การปลูกไม้ผลยืนต้น (ก) A2: 2016-2031, (ข) A2: 2032-2046, (ค) B2: 2016-2031, (ง) B2: 2032-2046

จากรูปที่ 7-24 – 7-27 พบว่าปริมาณน้ำท่ามีความสัมพันธ์เชิงเส้นกับปริมาณตะกอนในทุกสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแบบ A2 และ B2 สูงโดยมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) น้อยที่สุดในสถานการณ์การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 80% ภายใต้สภาพภูมิอากาศ B2:2016 – 2032 ที่ 0.9917 และมากที่สุดในสถานการณ์การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 50% ภายใต้สภาพภูมิอากาศ B2: 2032 - 2046 ที่ 0.9994

7.9 ข้อเสนอแนะต่อการใช้แบบจำลอง SWAT ในการประเมินปริมาณน้ำท่าในอนาคต

เพื่อให้การใช้แบบจำลอง SWAT เกิดประสิทธิภาพสูงสุดควรมีการศึกษาในพื้นที่ที่มีสถานีตรวจวัดอากาศที่กระจายครอบคลุมในเขตพื้นที่ศึกษา ทั้งนี้สถานีตรวจวัดอากาศนั้นก็ควรจะเป็นสถานที่ที่ตรวจวัดค่าภูมิอากาศที่สำคัญคือ 1. อุณหภูมิสูงสุด - ต่ำสุด 2. ปริมาณน้ำฝน 3. ค่าความชื้นสัมพัทธ์ 4. ค่าความเร็วลม 5. ค่ารังสีแสงอาทิตย์ นอกจากนี้ในพื้นที่ศึกษานั้น ๆ ควรจะมีเครื่องมือตรวจวัดอุทกวิทยา (ระบบโทรมาตร) กระจายอยู่ตามลำน้ำในพื้นที่ศึกษาเพื่อใช้ในการสอบเทียบและตรวจสอบข้อมูลได้อย่างละเอียดยิ่งขึ้น

7.10 สรุป

จากการศึกษาถึงผลกระทบต่อสมมูลน้ำ ปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่แตกต่างกันโดยให้ความสำคัญที่การเพิ่ม / ลดลงของพื้นที่การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยตั้งสมมุติฐาน 4 สมมุติฐาน คือให้มีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่การปลูกข้าวโพดเท่ากับ ร้อยละ 0 ร้อยละ 50 ร้อยละ 80 และ ปลูกไม้ยืนต้น 53.94% ป่าไม้ 28.56% และพืชอื่นๆ 17.7% ของพื้นที่ทั้งหมดภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแบบ A2 และ B2 บริเวณลุ่มน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ ด้วยแบบจำลอง SWAT ซึ่งก่อนที่จะนำแบบจำลองนี้มาใช้จะต้องมีการสอบเทียบและตรวจสอบแบบจำลองก่อนจึงจะสามารถนำมาใช้ในการประเมินสมมูลน้ำ ปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนอนาคตได้ จากผลการสอบเทียบและตรวจสอบข้อมูล พบว่าแบบจำลองมีความน่าเชื่อถือโดยมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) และดรชนีค่าความแม่นยำของแบบจำลอง (E_{ns}) ในขั้นตอนการสอบเทียบของปริมาณน้ำท่าอยู่ที่ 0.67 และ 0.65 ตามลำดับ และในขั้นตอนการตรวจสอบอีกครั้งอยู่ที่ 0.86 และ 0.62 ซึ่งทั้งหมดเป็นการสอบเทียบในช่วงเดือนมกราคม - ธันวาคม ปีค.ศ. 2014 และตรวจสอบ ในช่วงเดือนมกราคม - ธันวาคม ปีค.ศ. 2016 กับปริมาณน้ำท่าที่ตรวจวัดจริง ณ สถานีตรวจวัดที่ P14A บ้านท่าข้าม ต.หางดง อ.ฮอด จ.เชียงใหม่และปริมาณตะกอนอยู่ที่ 0.92 และ 0.64 และในขั้นตอนการตรวจสอบอีกครั้งอยู่ที่ 0.78 และ 0.72 ซึ่งทั้งหมดเป็นการสอบเทียบในช่วงเดือนมกราคม - ธันวาคม ปีค.ศ. 2003 และตรวจสอบ ในช่วงเดือนมกราคม - ธันวาคม ปีค.ศ. 2004 กับปริมาณตะกอนที่ตรวจวัดจริง ณ สถานีตรวจวัดที่ P14 แก่งออบหลวง ต.หางดง อ.ฮอด จ.เชียงใหม่

ผลการศึกษาพบว่าองค์ประกอบของสมมูลน้ำซึ่งได้มาจากผลรวมของค่าเฉลี่ยในแต่ละองค์ประกอบ น้ำท่าผิวดิน + น้ำจากการไหลด้านข้าง + น้ำบาดาล - การสูญเสียจากการไหลซึม โดยพบว่าปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยทั้งหมด ของสถานการณ์การลดการปลูกข้าวโพด (ข้าวโพดลดลง 0%) และการปลูกไม้ยืนต้น 53.94% ป่าไม้ 28.56% และพืชอื่นๆ 17.7% ให้ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในทุกๆ การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศต่ำกว่าสถานการณ์ที่มีการปลูกข้าวโพดเท่าเดิม (50%) และการปลูกข้าวโพดเพิ่มขึ้น (80%) และสถานการณ์การลดการปลูกข้าวโพด (ข้าวโพดลดลง 0%) และการปลูกไม้ยืนต้น 53.94% ป่าไม้ 28.56% และพืชอื่นๆ 17.7%

เกิดการสูญเสียจากการคายระเหยมากขึ้น การไหลใต้ผิวดินจากด้านข้างมากขึ้น และ น้ำบาดาลมากขึ้นกว่า สถานการณ์ที่มีการปลูกข้าวโพดเท่าเดิม (50%) และการปลูกข้าวโพดเพิ่มขึ้น (80%) เนื่องจากสถานการณ์ที่ พื้นที่ป่าไม้เพิ่มขึ้น หรือไม่ย่นต้น ป่าไม้และพืชอื่นๆ เหล่านี้คายน้ำในช่วงกลางวันที่สูงกว่า สถานการณ์พื้นที่ที่ ปลูกข้าวโพดเท่าเดิม หรือเพิ่มพื้นที่เป็น 80% และต้นไม้ใหญ่ช่วยชะลอการไหลของน้ำจึงทำให้เกิดการไหลลง ด้านข้าง และน้ำบาดาลสูงขึ้น

จากผลการประเมินปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนภายใต้สถานการณ์ต่าง ๆ พบว่าเมื่อมีการ เพิ่มขึ้นของพื้นที่การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จะส่งผลให้ปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนมีปริมาณสูงขึ้น ทั้งนี้ ปริมาณน้ำท่าที่เพิ่มขึ้นยังขึ้นอยู่กับปัจจัยปริมาณน้ำฝนซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) น้อยที่สุดใน สถานการณ์การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 0% ภายใต้สภาพภูมิอากาศ B2 ที่ 0.855และมากที่สุดในสถานการณ์ การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 80% ภายใต้สภาพภูมิอากาศ B2 ที่ 0.978 นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณน้ำท่ามี ความสัมพันธ์เชิงเส้นกับปริมาณตะกอนโดยมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) น้อยที่สุดในสถานการณ์การปลูก ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 80% ภายใต้สภาพภูมิอากาศ B2 2016 – 2032 ที่ 0.9917 และมากที่สุดในสถานการณ์การ ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 50% ภายใต้สภาพภูมิอากาศ B2 2032 - 2046 ที่ 0.9994

ทั้งนี้ปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนที่ได้จากการจำลองภายใต้สถานการณ์นั้นอาจสามารถนำไปใช้ เป็นฐานคิดในการวางแผนการจัดการน้ำได้ในอนาคตแต่อย่างไรก็ดีในการศึกษาถึงผลกระทบต่อปริมาณน้ำท่า และปริมาณตะกอนอาจมีการศึกษาเพิ่มเติมต่อตัวแปรที่มีอิทธิต่อปัจจัยข้างต้นเพิ่มเติม อาทิเช่น การศึกษา ผลกระทบของปรากฏการณ์เอลนีโญ-ลานินญาที่อาจมีอิทธิพลก่อให้เกิดสภาพภูมิอากาศที่แล้งจัด หรือฝนตก หนักก็เป็นได้

ผลการศึกษาพบว่าเมื่อเทียบกับสถานการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินอื่น ๆ แล้วสถานการณ์ที่เปลี่ยนจาก พื้นที่เกษตร (ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์) มาเป็นไม้ผลยืนต้นนั้นจะให้ปริมาณน้ำท่าและตะกอนน้อยที่สุดซึ่งสาเหตุที่ผล ออกมาเป็นเช่นนี้เนื่องจากการคำนวณการใช้น้ำพืชในแบบจำลอง SWAT นั้นเมื่อเปรียบเทียบระหว่างไม้ผล และไม้ยืนต้นปกติ (ป่าไม้) ค่าสัมประสิทธิ์ในการใช้น้ำในการเจริญเติบโตในช่วงการออกผลของไม้ผลมีค่า มากกว่า จึงส่งผลให้ปริมาณน้ำท้านั้นน้อยกว่าเมื่อเทียบกับการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เป็นป่าทั้งหมดในทุกช่วงการ เปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศยกเว้น ช่วงการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแบบ B2: 2016 – 2031 ที่ปริมาณ น้ำท่าและปริมาณตะกอนของการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบปลูกไม้ผลยืนต้น มีค่ามากกว่าการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ เป็นป่า

แม้ว่าการสนับสนุนการปลูกไม้ผลยืนต้นจะสามารถสร้างประโยชน์ทางนิเวศจากการลดความเสี่ยงของ น้ำท่วม และป้องกันการพังทลายของหน้าดินได้ และสามารถสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรได้ แต่การดำเนินการ

เปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินตามแนวทางนาแลกปากก็อาจจะมีข้อเสียด้านเวลาที่จะต้องใช้เวลาสักระยะหนึ่งกว่าจะสามารถเป็นผลผลิตจากไม้พลันนั้น ๆ ได้

นอกจากนี้อาจต้องคำนึงถึงมิติเศรษฐกิจเป็นสำคัญ ในด้านของตลาดที่รับซื้อพืชที่จะให้เกษตรกรปลูก การขนส่งสินค้า หรือแม้กระทั่งการส่งเสริมอาชีพที่เกี่ยวข้อง ซึ่งสาเหตุที่จะต้องคำนึงถึงมิติทางด้านเศรษฐกิจนั้น สืบเนื่องมาจากในอดีตเคยมีการส่งเสริมการปลูกหน่อไม้ฝรั่งเพื่อหลีกเลี่ยงการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่ม แต่ด้วยความไม่พร้อมในมิติเศรษฐกิจ กล่าวคือไม่มีผู้รับซื้อ ไม่มีพ่อค้าคนกลางมารับสินค้า และหน่อไม้ฝรั่งไม่ใช่อาหารที่คนท้องถิ่นนิยมบริโภค ทำให้ชาวบ้านไม่สามารถขายหน่อไม้ฝรั่งได้ในราคาตลาด จนต้องล้มเลิกไปในที่สุด (ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ชาวบ้าน, 2560)

บทที่ 8

การวิเคราะห์กฎหมายและนโยบายพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่ม

8.1 กฎหมาย/พระราชบัญญัติและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการทำการเกษตรในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่ม

เนื่องจากพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่มครอบคลุมบริเวณลุ่มแม่แจ่มตอนบนซึ่งอยู่ในพื้นที่อำเภอภักดีพัฒนา และลุ่มแม่แจ่มตอนล่างอยู่ในอำเภอแม่แจ่ม พื้นที่ทางตอนล่างบางส่วนอยู่ในเขตอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ และทางด้านตะวันตกเฉียงใต้ของอำเภอแม่แจ่มอยู่ในเขตพื้นที่เตรียมการจัดตั้งอุทยานแห่งชาติแม่โถ และพื้นที่อำเภอภักดีพัฒนาอยู่ในพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติ

ดังนั้นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและกฎหมายต่างๆที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่มประกอบด้วย

8.1.1 กรมป่าไม้ กฎหมายที่เกี่ยวข้อง

- พระราชบัญญัติป่าไม้ พุทธศักราช 2484 (และที่แก้ไข)
- พระราชบัญญัติป่าสงวนแห่งชาติ พ.ศ. 2507 (และที่แก้ไข)
- พระราชบัญญัติสวนป่า พ.ศ. 2535
- พระราชบัญญัติเลื่อยโซ่ยนต์ พ.ศ. 2545
- พระราชกฤษฎีกา โอนกรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ไปเป็นกรมป่าไม้ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมและปรับปรุงอำนาจหน้าที่และกิจการของกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กรมป่าไม้ และกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2546

8.1.2 อุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช กฎหมายที่เกี่ยวข้อง

- พระราชบัญญัติป่าไม้ พ.ศ. 2484
- พระราชบัญญัติอุทยานแห่งชาติ พ.ศ. 2504
- พระราชบัญญัติป่าสงวนแห่งชาติ พ.ศ. 2507
- ประกาศคณะรักษาความสงบแห่งชาติ ฉบับที่ 106/2557
- คำสั่งคณะรักษาความสงบแห่งชาติ ที่ 64/2557
- คำสั่งคณะรักษาความสงบแห่งชาติ ที่ 66/2557

- พระราชกฤษฎีกาโอนกิจการบริหารและอำนาจหน้าที่ของส่วนราชการให้เป็นไปตามพรบ. ปรับปรุงกระทรวง ทบวง กรม พ.ศ. 2545
- พระราชบัญญัติปรับปรุงกระทรวงทบวงกรม พ.ศ. 2545
- กฎกระทรวง..ออกตามความในพรบ.ให้ใช้ประมวลกฎหมายที่ดิน พ.ศ.2497
- กฎกระทรวงแบ่งส่วนราชการกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พ.ศ.2547
- กฎกระทรวงแบ่งส่วนราชการกรมป่าไม้กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พ.ศ.2551

8.2 แผน/ยุทธศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับลุ่มน้ำแม่แจ่ม

- ยุทธศาสตร์กรมป่าไม้ พ.ศ. 2559-2564
- การบริหารจัดการป่าไม้ จากนโยบายสู่การดำเนินงานในพื้นที่ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
- แผนแม่บทแก้ไขปัญหาการทำลายทรัพยากรป่าไม้ การบุกรุกที่ดินของรัฐ และการบริหารจัดการทรัพยากรป่าไม้อย่างยั่งยืน โดยกองอำนวยการรักษาความมั่นคง ภายในราชอาณาจักร กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม 2557
- ยุทธศาสตร์การวิจัยกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช พ.ศ. 2560 – 2564 สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช มิถุนายน 2559
- ยุทธศาสตร์การเกษตร

กระทรวงเกษตรสหกรณ์ได้จัดทำแผนพัฒนาการเกษตร ในช่วงแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560 - 2564) ซึ่งเป็นช่วงเปลี่ยนผ่านที่สำคัญในระยะ 5 ปีแรก ของยุทธศาสตร์เกษตรและสหกรณ์ ระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2560 – 2579) โดยมีการกำหนดวิสัยทัศน์และเป้าหมาย ดังนี้ **วิสัยทัศน์** คือ “ภาคเกษตรก้าวไกลด้วยเทคโนโลยีและนวัตกรรม ตลาดนำการผลิต ชีวเกษตรกรรมมีคุณภาพ ทรัพยากรการเกษตรมีความสมดุลและยั่งยืน”

8.3 นโยบายการบริหารจัดการที่ดินของรัฐ คณะกรรมการนโยบายที่ดินของรัฐ (คทช.)

คณะกรรมการนโยบายที่ดินแห่งชาติ ถูกแต่งตั้งขึ้นจากคณะรักษาความสงบแห่งชาติ (คสช) ตามความในมาตรา 11 (8) แห่งพระราชบัญญัติระเบียบบริหารราชการแผ่นดิน พ.ศ. 2534 นายกรัฐมนตรีโดยความเห็นชอบของคณะรัฐมนตรี ให้มีคณะกรรมการคณะหนึ่ง เรียกว่า “คณะกรรมการนโยบายที่ดินแห่งชาติ” เรียกโดยย่อว่า “คทช.” เพื่อเข้ามาบริหารจัดการที่ดินเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด สมดุล เป็นธรรม และยั่งยืนทั้งในด้านเศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม และความมั่นคงของประเทศ และได้เห็นชอบในหลักการให้นำร่าง

ยุทธศาสตร์การบริหารจัดการที่ดินและทรัพยากรที่ดินของประเทศ โดยมีกรอบในการจัดทำนโยบายและแผนการบริหารจัดการที่ดินและทรัพยากรที่ดินของประเทศ ซึ่งประกอบด้วย ๔ ยุทธศาสตร์ (ภาคผนวก)

8.4 สถานการณ์ป่าชุมชน

การที่จะทำให้พื้นที่ป่าไม้ในประเทศไทยเพิ่มมากขึ้น โดยไม่เกิดความขัดแย้งระหว่างคนกับป่า และเกิดความเป็นธรรมและการให้สิทธิแก่ราษฎร กลไกที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือ “ป่าชุมชน” จากความล้มเหลวในการผลักดัน พรบ. ป่าชุมชนมากกว่า 20 ปี ทำให้ชุมชนท้องถิ่นหลายแห่งพยายามที่จะสร้างกลไกเครื่องมือต่างๆ เพื่อรับรองสถานภาพองค์กรชุมชน แม้ในปัจจุบันป่าชุมชนจะยังไม่มีสถานะทางกฎหมาย แต่ในทางสังคมกลับขยายตัวออกไปเรื่อยๆ มีพื้นที่ป่าชุมชนจำนวนมากที่เกิดจากการดำเนินการของชุมชนเอง หรือจากการส่งเสริมของรัฐและเอกชน ปัจจุบันหน่วยงานป่าไม้ของรัฐยอมรับเรื่องการจัดการป่าชุมชนเฉพาะในเขตป่าสงวนแห่งชาติเท่านั้น กรมป่าไม้ได้ทำฐานข้อมูลในปี พ.ศ. 2554 ว่ามีป่าชุมชนในพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติ 8,231 แห่ง คิดเป็นพื้นที่ 3 ล้านไร่ คิดเป็นร้อยละ 20 ของพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติ (ประมาณ 1% ของพื้นที่ประเทศ) แต่กรมอุทยานแห่งชาติฯ ยังไม่ยอมรับการมีป่าชุมชนในเขตอนุรักษ์ เนื่องจากไม่มีกฎหมายรองรับ ทำให้ชุมชนท้องถิ่นในพื้นที่อนุรักษ์ 1,820 หมู่บ้าน นอกจากจะถูกปิดกั้นการเข้าถึงทรัพยากรแล้ว ยังไม่ได้มีส่วนร่วมในการจัดการป่าในรูปป่าชุมชน (กฤษฎา บุญชัย, 2556)

จากการที่รัฐบาลใช้อำนาจทางกฎหมายในการทวงคืนพื้นที่ป่า ซึ่งพบว่ามี ความขัดแย้งในหลายส่วน โดยเฉพาะอย่างยิ่งประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติ หรือพื้นที่อนุรักษ์บางพื้นที่ที่อาจยังมีความขัดแย้งกับหน่วยงานรัฐที่รับผิดชอบ จากข้อเสนอแนะของกรรมการสิทธิมนุษยชนแห่งชาติ ลงวันที่ 25 เมษายน 2560 พบว่า ตั้งแต่ปี 2555 ถึง มีนาคม 2560 คณะกรรมการสิทธิมนุษยชนแห่งชาติได้รับเรื่องร้องเรียนมากกว่า 40 คำร้อง โดยภาพรวมคณะกรรมการสิทธิมนุษยชนแห่งชาติ ได้มีข้อเสนอแนะหลายประเด็น ในที่นี้ขอสรุปประเด็นทางด้านกฎหมาย กฎ ระเบียบ หรือคำสั่งดังนี้ 1) คณะรัฐมนตรีควรพิจารณาแก้ไขเปลี่ยนแปลงนิยามคำว่า “ป่า” ตามพระราชบัญญัติป่าไม้ พุทธศักราช 2484 ให้สอดคล้องกับลักษณะทางกายภาพและสภาพภูมิศาสตร์ 2) คณะรัฐมนตรีควรพิจารณาแก้ไขเพิ่มเติมพระราชบัญญัติป่าสงวนแห่งชาติ พ.ศ. 2507 มาตรา 12, มาตรา 13 และ มาตรา 14 เกี่ยวกับสิทธิของราษฎรรายบุคคลที่ครอบครองที่ดินอยู่ก่อน และ 3) คณะรัฐมนตรีควรพิจารณาแก้ไขเพิ่มเติมพระราชบัญญัติอุทยานแห่งชาติ พ.ศ. 2504 มาตรา 6 ที่เกี่ยวข้องกับสิทธิของราษฎรรายบุคคลที่ครอบครองที่ดินอยู่ก่อน (คณะกรรมการสิทธิมนุษยชนแห่งชาติ, 2560)

8.5 กระบวนการกำหนดทิศทางการพัฒนาและบริหารจัดการ “แม่แจ่มโมเดล”

จากการที่พื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่มมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างรวดเร็วในช่วง 10 ปีที่ผ่านมาและพื้นที่ปลูกข้าวโพดได้เพิ่มมากขึ้น ร่วมกับปัญหาหมอกควันที่เกิดขึ้นในช่วงฤดูแล้ง ทำให้หลายภาคส่วนพยายามที่จะเสนอโครงการต่างๆ ให้เป็นรูปธรรม หนึ่งในโครงการที่ดำเนินการในปัจจุบันคือ “แม่แจ่มโมเดล” โดยอาศัยกลไกภาคส่วนต่างๆ เข้ามาใช้ ฐานฐานข้อมูล ที่เกิดขึ้นมาจากสำรวจ การจัดทำประชาคม การสอบถาม ร่วมกันในหลายๆ ฝ่ายที่เกี่ยวข้อง ที่เข้ามาเป็นหลักในการกำหนดภาพรวมฐานข้อมูลของ อ.แม่แจ่ม ซึ่งจากการจำแนกข้อมูลที่ได้สำรวจได้ พบว่า เนื้อที่ทั้งหมด มีจำนวน 1,662,698 ไร่ ได้กำหนดแนวทางในแต่ละเงื่อนไข ได้แก่

1) ป่าธรรมชาติ จำนวน 1,231,171 ไร่หรือประมาณ 73 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอยู่ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติ ดอยอินทนนท์ ออบหลวง แม่โถ และในเขตป่าสงวนแห่งชาติป่าแม่แจ่ม ซึ่งจะต้องมีการดำเนินการในการจัดการร่วมกันของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องร่วมกับองค์กรชาวบ้าน ในการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์อย่างเหมาะสม

2) พื้นที่ที่ชาวบ้านเข้ามาใช้ประโยชน์ก่อนปี 2545 จำนวน 213,462 ไร่ หรือประมาณ 12.5 เปอร์เซ็นต์ จะนำไปสู่กระบวนการจัดการในรูปแบบสิทธิ โดยที่หน่วยงานรัฐที่เกี่ยวข้องต้องเข้ามาจัดการ หรือรับรอง ในทางเอกสารที่สอดคล้องและเหมาะสม

3) พื้นที่ที่มีการขยายออกในช่วงระหว่างปี 2545-2554 จำนวน 161,706 ไร่ หรือประมาณ 9.5 เปอร์เซ็นต์ จะนำไปสู่แนวทางการสร้างป่าสร้างรายได้ของชุมชน ผ่านการพัฒนาให้มีกลไกเชิงสถาบันในการเข้ามาบริหารจัดการทรัพยากร ป่าไม้ ที่ดิน โดยใช้อำนาจขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ในการตราข้อบัญญัติท้องถิ่นในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยข้อบัญญัติท้องถิ่นดังกล่าวทำหน้าที่ในการรับรอง กลไกเครือข่ายองค์กรชาวบ้านในระดับหมู่บ้านและตำบล ในการบริหารจัดการ ดูแลรักษา รวมถึงการใช้ประโยชน์ทรัพยากร การพัฒนาระบบเศรษฐกิจในพื้นที่ทำกินของชุมชน การปลูกสร้างสวนป่าแบบผสมผสาน จัดทำกฎระเบียบกติกาในการบริหารจัดการทรัพยากร ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาระบบสิทธิและการใช้ประโยชน์ที่เหมาะสมกับภูมินิเวศวัฒนธรรม รวมทั้งตอบสนองระบบเศรษฐกิจที่พึ่งพาการใช้ประโยชน์จากเนื้อไม้ ในมิติของนิเวศเศรษฐศาสตร์ เพื่อให้เกิดอนุรักษ์ควบคู่ไปกับการใช้ประโยชน์ และ

4) พื้นที่ที่มีการขยายหลังปี 2554 เป็นต้นไป จำนวน 86,359 ไร่ หรือประมาณ 5.8 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะนำไปฟื้นฟูให้เป็นพื้นที่ป่าเพื่อพัฒนาให้เป็นพื้นที่ต้นน้ำ (รักชีวิต รักษาสิ่งแวดล้อม: 'แม่แจ่มโมเดล' นวัตกรรมใหม่ ภายใต้แนวคิดธรรมาภิบาลสิ่งแวดล้อม: โดย...โอฬาร อ่องพะ <http://www.komchadluek.net/news/edu-health/226372>)

ปัจจุบันโครงการแม่แจ่มโมเดลได้ปรับเปลี่ยนชื่อโครงการเป็นแม่แจ่มโมเดลพลัส โดยมีหน่วยงานทั้งภาคเอกชน ภาครัฐ และภาคธุรกิจต่างๆให้ความร่วมมือ โดยยึดศาสตร์พระราชาเป็นแนวทางในการปฏิบัติและเพื่อที่จะให้สอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาที่ยั่งยืน (sustainable development goals) นายอำเภอแม่แจ่มอธิบายว่า "แม่แจ่มโมเดลพลัส" เป็นแผนงานการจัดลดเชื้อเพลิงในพื้นที่ไร่ข้าวโพดเพื่อแก้ไขปัญหาหมอกควัน รวมถึงการแก้ปัญหาการบุกรุกป่าในพื้นที่เป้าหมาย 18 หมู่บ้าน ซึ่งเป็นโครงการที่ต้องทำต่อเนื่อง จึงต้องใช้คำว่า "แม่แจ่มโมเดลพลัส" โดยวางกรอบยุทธศาสตร์ไว้ 7 ด้าน อาทิ การเสริมสร้างความเข้าใจประชาชนที่อยู่ในพื้นที่เป้าหมาย การเร่งจัดทำระบบฐานข้อมูลค่าพิกัดรายแปลงเพื่อกันพื้นที่ชุมชนกับป่าอนุรักษ์ (อุทยานแห่งชาติแม่โจ้) พื้นป่าอนุรักษ์ดินและน้ำ การพัฒนาอาชีพนอกภาคเกษตร ทั้งนี้ ข้อมูลเชิงพื้นที่พบว่า พื้นที่บุกรุกหลังปี 2554 มีจำนวน 86,359 ไร่ พื้นที่บุกรุกหลังปี 2545-2554 จำนวน 161,706 ไร่ และพื้นที่บุกรุกก่อนปี 2545 จำนวน 136,462 ไร่ โดยมีพื้นที่ป่าเหลืออยู่ 1,231,171 ไร่ อย่างไรก็ตามจากการติดตามการดำเนินงานของโครงการ พบว่าโครงการได้เริ่มพื้นที่นาร่องที่ บ้านแม่ขี้มูกจำนวน 350 ไร่ เป็นโมเดลในการทำ 3 โครงการหลักคือ ปลูกป่าต้นน้ำ ส่งเสริมอาชีพให้ชาวบ้าน และฟื้นฟูวัฒนธรรมแม่แจ่มให้เกิดมูลค่าทางการท่องเที่ยว จะเห็นเป็นรูปธรรมภายใน 3-4 ปีนี้ อย่างไรก็ตาม หากการดำเนินโครงการขาดความต่อเนื่องและไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ อาจจะทำให้ชาวบ้านที่ต้องการเข้าร่วมโครงการเกิดการเปลี่ยนใจและกลับไปปฏิบัติตามวิธีการทำการเกษตรดั้งเดิม

8.6 Roadmap ของเป้าหมายระยะต่างๆ ในแผนแม่บทรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พ.ศ. 2558-2593

เพื่อให้การดำเนินนโยบายสนับสนุน ช่วยเหลือเกษตรกร เป็นไปให้สอดคล้องกับความยั่งยืนของการใช้ประโยชน์ที่ดิน จึงควรดำเนินการให้สอดคล้องกับแผนแม่บทรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พ.ศ. 2558-2593 โดยเฉพาะ การเตรียมปรับตัวของภาคเกษตรต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยสามารถสรุปประเด็นที่สำคัญ ๆ ได้ดังต่อไปนี้

8.6.1 แผนการดำเนินการระยะสั้น (2559)

1) ด้านการปรับตัวต่อผลกระทบ

- มีแผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในด้านต่างๆ อย่างครอบคลุม เชื่อมโยงกับฐานข้อมูลของมิติทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมที่สำคัญ
- สัดส่วนพื้นที่อนุรักษ์เพื่อพิทักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพต่อพื้นที่ประเทศเพิ่มขึ้น โดยรักษา พื้นที่อนุรักษ์ไว้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 19

2) ด้านการลดก๊าซเรือนกระจก

- มีการจัดตั้งกลไกภายในประเทศที่เหมาะสมโดยใช้มาตรการผสมผสาน ทั้งเชิงเศรษฐศาสตร์และกฎหมาย ในการสร้างแรงจูงใจให้เกิดการพัฒนาแบบปล่อยคาร์บอนต่ำ

3) ด้านการสร้างขีดความสามารถและขับเคลื่อนการดำเนินงาน

- มีศูนย์รวมเครือข่ายงานวิจัยและพัฒนาด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
- มีข้อมูลสนับสนุนการดำเนินงานด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
- มียุทธศาสตร์หรือแผนปฏิบัติการระดับประเทศในการดำเนินงานด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ประกอบด้วย

(1) แผนปฏิบัติการการปรับตัวเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ในรายสาขา ที่จำเป็น เช่น การจัดการน้ำ อุทกภัย และภัยแล้ง การเกษตร การท่องเที่ยว การสาธารณสุข เป็นต้น

(2) แผนปฏิบัติการการศึกษาวิจัยและพัฒนาด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

(3) แผนปฏิบัติการการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและลด การปล่อยก๊าซเรือนกระจก

(4) ยุทธศาสตร์การสนับสนุนการลงทุนและการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่ปล่อยคาร์บอนต่ำและ ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

(5) แผนปฏิบัติการการพัฒนาบุคลากรรองรับการดำเนินงานด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และการพัฒนาแบบปล่อยคาร์บอนต่ำ

8.6.2 แผนการดำเนินการระยะกลาง (2563)

1) ด้านการปรับตัวต่อผลกระทบ

- มีระบบพยากรณ์สภาพอากาศและเตือนภัยล่วงหน้าสำหรับภาคเกษตรและการจัดการภัยพิบัติทางธรรมชาติที่มีประสิทธิภาพและครอบคลุมทุกพื้นที่เสี่ยง
- มีระบบประกันภัยสำหรับผลผลิตทางการเกษตรที่ได้รับความเสียหายจากปัจจัยทางภูมิอากาศ
- มีกองทุนเพื่อการฟื้นฟู เยียวยา และปรับตัวต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นกลไกระดับประเทศ
- พื้นที่ป่าไม้เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 40 ของพื้นที่ประเทศ

- สัดส่วนพื้นที่อนุรักษ์เพื่อพิทักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพเพิ่มขึ้นเท่ากับพื้นที่อนุรักษ์สูงสุดที่ควรเป็น (maximum conservation area)
- มีแผนปฏิบัติการระดับท้องถิ่นในการปรับตัวเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศครบทุกพื้นที่เสี่ยง

8.6.3 แผนการดำเนินการระยะยาว (2593) และต่อเนื่อง

1) ด้านการปรับตัวต่อผลกระทบ

- สัดส่วนพื้นที่และเกษตรกรที่ได้รับประโยชน์ต่อพื้นที่ชลประทานเพิ่มขึ้น
- สัดส่วนพื้นที่เขตรนอกเขตชลประทานที่ได้รับการพัฒนาแหล่งน้ำเพิ่มขึ้น
- สัดส่วนของเกษตรกรในพื้นที่เสี่ยงภัยที่ได้รับการอบรมการป้องกัน บรรเทาและหลีกเลี่ยงภัยธรรมชาติ รวมถึงการฝึกอบรมอาชีพเสริมเพิ่มขึ้น
- สัดส่วนของเกษตรกรผู้ประกันภัยผลผลิตจากภูมิอากาศเพิ่มขึ้น
- สัดส่วนมูลค่าความเสียหายของผลผลิตทางการเกษตรจากปัจจัยทางภูมิอากาศต่อมูลค่าผลิตภัณฑ์รวมในภาคการเกษตรลดลง
- สัดส่วนพื้นที่ที่ได้รับการจัดทำระบบการอนุรักษ์และฟื้นฟูดินและน้ำต่อพื้นที่ประสบภัยธรรมชาติ ภูเขาเพิ่ม
- สัดส่วนทรัพยากรน้ำผิวดินที่นำมาใช้ประโยชน์ต่อทรัพยากรน้ำผิวดินทั้งหมดเพิ่มขึ้น
- สัดส่วนของประชากรที่สามารถเข้าถึงน้ำสะอาดเพิ่มขึ้น
- สัดส่วนของพื้นที่เสี่ยงภัยที่ได้รับการจัดตั้งเครือข่ายเฝ้าระวังภัยธรรมชาติเพิ่มขึ้น
- จำนวนผู้เสียชีวิตและมูลค่าความเสียหายจากภัยธรรมชาติลดลง
- จำนวนประชากรเด็กอายุต่ำกว่า ๕ ปีที่มีภาวะทุพโภชนาการลดลง
- สัดส่วนของพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดและการแพร่ระบาดของโรคที่ได้รับการจัดตั้งเครือข่ายเฝ้าระวังโรคเพิ่มขึ้น
- สัดส่วนของค่าใช้จ่ายด้านสาธารณสุขจากโรคที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยทางภูมิอากาศต่อประชากรลดลง
- สัดส่วนของการท่องเที่ยวเชิงนิเวศเพิ่มขึ้น

2) ด้านการลดก๊าซเรือนกระจก

- จำนวนพื้นที่กำจัดมูลฝอยแบบเทกอง (open dumping) ลดลง

- สัดส่วนพื้นที่เกษตรที่ได้รับการรับรองมาตรฐานเกษตรดีที่เหมาะสม (GAP) และเกษตรอินทรีย์ เพิ่มขึ้น
- สัดส่วนการเผาในพื้นที่เกษตรลดลง

8.7 สภาพปัญหาในพื้นที่

8.7.1 ด้านกฎหมาย เนื่องจากพื้นที่เกือบทั้งหมดของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่มอยู่ในป่าสงวนแห่งชาติ และพื้นที่ส่วนใหญ่มีความลาดชันไม่เหมาะสมต่อการทำการเกษตรยกเว้นต้องมีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำเข้ามาช่วยในการจัดการ ในเขตอำเภอแม่แจ่ม พื้นที่ทั้งหมด 1,692,698 ไร่ แบ่งเป็นพื้นที่ที่มีเอกสารสิทธิทางราชการ (นส3, นส3ก, สปก4-01 และนิคมการเกษตร) 23,815 ไร่ (1.40%) พื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติ 1,351,110 ไร่ (79.60%) ซึ่งในเขตพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติปัจจุบันได้เปลี่ยนเป็นพื้นที่ใช้ประโยชน์ของชาวบ้าน 437,712 ไร่ (25.60%) และพื้นที่ป่าอนุรักษ์ 317,773 ไร่ (19%) ขณะที่ข้อมูลจากมูลนิธิเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน (ภาคเหนือ) ระบุว่า พื้นที่อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ ส่วนใหญ่อยู่ในเขตป่าสงวนแห่งชาติแม่แจ่ม (ตามกฎกระทรวง ฉบับที่ 712 พ.ศ. 2517) และพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้น 1 เอ (ตามมติ ครม. พ.ศ. 2528) คิดเป็นร้อยละ 81 และร้อยละ 58.66 ของพื้นที่ทั้งหมด การประกาศเขตป่าสงวนแห่งชาติแม่แจ่ม (ตามกฎกระทรวง ฉบับที่ 712 พ.ศ. 2517) และพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้น 1 เอ (ตามมติ ครม. พ.ศ. 2528) โดยทางการไม่ได้กันชุมชนและที่ทำกินออกจากเขตป่าสงวนแห่งชาติแม่แจ่มและพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำก่อนประกาศแต่อย่างใด ส่งผลทำให้ชุมชนท้องถิ่นดั้งเดิมที่อยู่กันมายาวนานผิตกกฎหมายพื้นที่ เป็นปัญหา “ปาร์กคน” ที่ตราบนานทุกวันนี้รัฐบาลก็ยังไม่มีการปรับปรุงแก้ไขพระราชบัญญัติ มติคณะรัฐมนตรี และกฎระเบียบต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากรดิน น้ำ ป่า ให้ถูกต้องตรงตามความเป็นจริง

8.7.2 ความหลากหลายของชาติพันธุ์ อำเภอภักดีนิเวศ มี 3 ตำบล ได้แก่ บ้านจันทร์ แม่แดด และแจ่มหลวง 7 ตำบล ตำบลละ 7 หมู่บ้าน รวม 21 หมู่บ้าน พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นเขตป่าสงวนแห่งชาติ มีประชากรประมาณ 1 หมื่นเศษ ร้อยละ 95 เป็นปกากะญอ ร้อยละ 3 เป็นลีซอ (บ้านเสาดังตำบลแจ่มหลวง) และอีกร้อยละ 2 เป็นม้ง (ตำบลแม่แดด) "ปกากะญอ" แปลว่า "กลุ่มชนที่เรียบง่าย" คือ กลุ่มชนที่มีวิถีธรรมชาติ อำเภอแม่แจ่มมีประชากรทั้งสิ้น รวม 63,634 คน (พ.ศ.2560) ประกอบด้วยชนเผ่าต่างๆ 5 ชนเผ่า ได้แก่ คนเมือง (ไทยวน) ส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในตัวอำเภอที่เป็นที่ราบลุ่มน้ำแจ่ม ชนเผ่าปกากะญอ อาศัยแถบที่ราบสูงตามเชิงเขา เป็นชนเผ่าที่มีจำนวนมากที่สุด ชนเผ่าลัวะ ชนเผ่าดั้งเดิมของเมืองแจ่มในอดีต ชนเผ่าม้ง ชนเผ่าที่มีการขยายตัวมากที่สุด ชนเผ่าลีซอ ชนเผ่าที่มีจำนวนน้อยที่สุด

8.7.3 ภัยธรรมชาติ เนื่องจากสภาพภูมิประเทศในลุ่มน้ำแม่แจ่มส่วนมากเป็นพื้นที่ภูเขาสูงชัน ดังนั้นการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ดังกล่าวจึงมีความเสี่ยงสูงที่จะได้รับผลกระทบจากภัยธรรมชาติต่างๆ เช่น

การเกิดภัยธรรมชาติวันที่ 19-24 กันยายน 2548 ในวันที่ 19 กันยายน 2548 อ่างเก็บน้ำบ้านสามสบ ตำบลท่าผา อำเภอแม่แจ่ม อ่างเก็บน้ำแตกทำให้น้ำไหลทะลักเข้าท่วมหมู่บ้านยางหลวง ตำบลบ้านทับ อำเภอแม่แจ่ม เกิดดินโคลนปิดทับเส้นทางขึ้นดอยอินทนนท์ 1 ช่วงกิโลเมตรที่ 8 และสะพานข้ามน้ำแม่แจ่มระหว่าง อ.ฮอด (บริเวณบ้านท่าข้าม ต. หางดง) กับอำเภอจอมทอง (บริเวณบ้านท่าข้ามเหนือ ตำบลบ้านแปะ) น้ำแม่แจ่มกัดเซาะคอสะพานขาดไม่สามารถสัญจรผ่านได้

วันที่ 29 สิงหาคม 2549 พบรอยแยกบนเชิงเขาบ้านสามสบ ตำบลท่าผา อำเภอแม่แจ่ม จำนวน 3 แนว แนวที่หนึ่ง มีความยาว 120 เมตร ทรุ่ดตัวลงไป 30 เซนติเมตร แนวที่สอง มีความยาว 300 เมตร ทรุ่ดตัวลงไป 10 – 40 เซนติเมตร และแนวที่สาม มีความยาว 100 เมตร ไม่มีการทรุ่ดตัว

วันที่ 22 กันยายน 2549 เกิดดินโคลน บริเวณบ้านพุยใต้ ตำบลปางหินฝน อำเภอแม่แจ่ม ขนาดใหญ่ 5 แห่ง บนภูเขาทางด้านตะวันออกของหมู่บ้านที่ระดับความสูงประมาณ 400 เมตร จาก พื้นดิน เนื่องจากฝนตกหนักและสภาพป่าถูกทำลาย

วันที่ 27 กรกฎาคม 2552 เกิดดินถล่ม หมู่ 9 บ้านแม่มะลอ ตำบลแม่นาจร อำเภอแม่แจ่ม ทำให้ดินไหลลงน้ำแม่แจ่ม กว้าง 50 เมตร ยาว 250 เมตร เนื่องจากน้ำไหลซึมลงไปตามรอยแยกในแนวตั้งของหินแกรนิต ทำให้ชั้นดินขาดเสถียรภาพ หากมีฝนตกหนักต่อเนื่องหรือมีน้ำไหลซึมลงไป ยังชั้นดิน ซึ่งมีโอกาสที่จะเกิดดินโคลนขยายตัวเพิ่มมากขึ้น

วันที่ 15 ธันวาคม 2553 เกิดดินถล่มในพื้นที่หมู่ 1 ตำบลท่าผา อำเภอแม่แจ่ม มีลักษณะโค้งครึ่งวงกลมคล้ายช้อน โดยมีความยาวประมาณ 80 เมตร เคลื่อนตัวลงมาประมาณ 5 เมตร ทำให้เศษดินและหินปิดกั้นทางน้ำที่อยู่ด้านล่าง แต่ไม่ส่งผลกระทบต่อชีวิตและทรัพย์สินแต่อย่างใด เนื่องจากฝนตกหนักต่อเนื่อง ประกอบกับพื้นที่มีความลาดชันสูงทำให้ชั้นดินขาดเสถียรภาพ จึงเกิดการเคลื่อนตัว และไหลลงมา

วันที่ 4 ตุลาคม 2554 เกิดน้ำป่าไหลหลากและน้ำท่วมฉับพลัน บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่มและที่ราบลุ่มแม่น้ำปิง อำเภอแม่แจ่ม อำเภอฮอด และอำเภอดอยเต่า ระดับน้ำท่วมสูงประมาณ 1 – 2 เมตร ทำให้ถนนทางหลวงหมายเลข 108 (เชียงใหม่-ฮอด) ไม่สามารถสัญจรได้

พื้นที่ตำบลแม่ศึก เป็นพื้นที่ที่เคยเกิดภัยดินถล่มน้ำป่าไหลหลากและน้ำท่วมมาแล้ว ใน อดีต จำนวน 2 ครั้ง ในปีพ.ศ. 2554 และ ปีพ.ศ. 2550 (กรมทรัพยากรธรณี 2558)

6.7.4 การคมนาคม ไฟฟ้า และประปา เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่ของกลุ่มน้ำแม่แจ่มอยู่ในพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติ ดังนั้น โครงสร้างพื้นฐานที่ประชาชนพึงได้รับมีข้อจำกัดอย่างมาก เนื่องจากการดำเนินการต่างๆต้องขออนุญาตจากหน่วยงานหลายหน่วยงาน เช่นจากกรมป่าไม้ กรมชลประทาน การขาดโครงสร้างพื้นฐานเบื้องต้นเหล่านี้จึงเป็นหนึ่งในอุปสรรคในเรื่องการพัฒนาในด้านอื่นๆในพื้นที่

8.8 ความต้องการของประชาชน

8.8.1 จากการสอบถามประชาชนในกลุ่มน้ำแม่แจ่ม ปัญหาที่ชาวบ้านทั้งพื้นที่ อำเภอกัลยาณิวัฒนาและอำเภอมะแม่มต้องการมากคือ แหล่งน้ำ ความต้องการเร่งด่วนของชุมชนกลับพบอีกว่า ชุมชนต้องการฝาย อ่างเก็บน้ำในลำห้วยสาขา ประปาหมู่บ้าน คลองส่งน้ำ ฝายน้ำล้น ประปาภูเขา ปรับปรุงอ่างเก็บน้ำ ขุดสระน้ำ สร้างฝายและลำเหมือง ฝายต้นน้ำ บ่อบาดาล และถังเก็บน้ำ ทั้งเพื่อการเกษตรในช่วงฤดูแล้ง และน้ำเพื่ออุปโภคบริโภค

8.8.2 การจัดการเรื่องที่ดิน นโยบายที่ดินการแก้ไขปัญหาที่ดินทำกินอยู่ในปัจจุบัน ทุกฝ่ายต้องร่วมมือกันอย่างจริงจังในการแก้ไขปัญหาเรื่องที่ดินทำกินในสังคมไทยอย่างแท้จริง เพราะยังไม่มีนโยบายการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรมอย่างเป็นระบบ เพื่อการกระจายการถือครองที่ดินอย่างเป็นธรรม โดยการเข้ามาตราหลายมาตรการพร้อมกันในการแก้ไขปัญหาโครงสร้างการถือครองที่ดินที่เป็นอยู่ คือการปฏิรูปที่ดินโดยชุมชน เพื่อให้ชุมชนมีส่วนร่วมในการดูแลจัดการทรัพยากรที่ดิน การจัดตั้งธนาคารเพื่อการปฏิรูปที่ดิน การจำกัดการถือครองที่ดิน รวมถึงการคุ้มครองพื้นที่เพื่อเกษตรกรรม อันจะเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการแก้ไขปัญหาเรื่องที่ดินทำกินให้กับคนยากจนได้อย่างยั่งยืน

8.8.3 การปลูกพืชที่เหมาะสมกับสภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศรวมทั้งตลาดที่จะรองรับผลผลิตประชากรในพื้นที่กลุ่มน้ำแม่แจ่ม เกือบร้อยละแปดสิบที่ประกอบอาชีพทางการเกษตร ถึงแม้ในบางพื้นที่เช่นบ้านวัดจันทร์ อ. กัลยาณิวัฒนา ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์ ตั้งอยู่ในอำเภอกัลยาณิวัฒนา จ. เชียงใหม่ ก่อกำเนิดขึ้นหลังจากที่พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพล อดุลยเดช ได้เสด็จพระราชดำเนินเยี่ยมเยียนราษฎรชาวเขาในเขตหมู่บ้านวัดจันทร์ พระองค์ทรงทราบถึงความยากลำบากของชาวเขาในพื้นที่จึงมีพระราชดำริให้มีการพัฒนาบ้านวัดจันทร์และหมู่บ้านใกล้เคียงเพื่อก่อตั้ง “ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์” ขึ้น เพื่อช่วยให้สร้างอาชีพ สร้างรายได้ ให้ราษฎร เพื่อให้มีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นที่นี้เป็น แหล่งท่องเที่ยวมีทัศนธรรมชาติสวยงาม ของป่าสนที่ใหญ่ที่สุดในประเทศไทย โดยพื้นที่โครงการหลวงวัดจันทร์ และ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางอุ๋ง ที่ก่อตั้งขึ้นเมื่อ พ.ศ. 2522 ที่หมู่บ้านปางอุ๋ง เป็นหมู่บ้านเก่าแก่ที่ตั้งมานานกว่า 70 ปี อยู่ในเขต ตำบลแม่วะ อำเภอมะแม่ม จังหวัดเชียงใหม่ เดิมเป็นที่อยู่อาศัยของชาวเขาเผ่าม้งและกะเหรี่ยง ที่อพยพ

ตั้งบ้านเรือนอยู่อย่างกระจัดกระจาย ปลูกผืนและทำไร่เลื่อนลอยมานาน เมื่อวันที่ 7 มกราคม พ.ศ. 2522 พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวเสด็จพระราชดำเนินมายัง หมู่บ้านปางอู้ง เพื่อเยี่ยมราษฎรชาวไทยภูเขา ทรงมีพระราชดำริเรื่องชลประทานและแนะนำเรื่องอาชีพปลูกพืชชนิดใหม่ทดแทนฝิ่น ส่งเสริมการทำเกษตรถาวร เน้นการปลูกไม้ผลเมืองหนาว ปลูกพืชระยะยาวและพัฒนาปัจจัยพื้นฐาน ให้มีมาตรฐานทางสังคม ที่ดีขึ้น ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางอู้ง อย่างไรก็ตามโครงการหลวงปางอู้งสามารถช่วยเหลือชาวบ้านได้ในระดับหนึ่ง แต่เนื่องจากภาระกิจของโครงการมีมากมายและในช่วงที่ลงไปในพื้นที่ศึกษาได้สัมผัสกับหัวหน้าศูนย์ฯ พบว่า ยังไม่สามารถที่จะช่วยเหลือชาวบ้านให้ครบตามจำนวนหมู่บ้านที่ตั้งเป้าหมายไว้ นอกจากนี้ในพื้นที่บ้านปางหินฝนได้รับการอนุมัติให้จัดตั้ง “โครงการขยายผลโครงการหลวงปางหินฝน” โครงการเหล่านี้เป็นโครงการต้นแบบให้กับชาวบ้านในลุ่มน้ำแม่แจ่ม แต่ด้วยข้อจำกัดของโครงการจึงต้องการหน่วยงานอื่นเข้ามาสนับสนุนการดำเนินงานบนปรัชญาและแนวความคิดของโครงการหลวงเพื่อที่จะให้เกิดการนำไปปฏิบัติกับชาวบ้านในพื้นที่อื่นๆ

ดังนั้นเกษตรกรที่ทำการเกษตรและไม่ได้เข้าร่วมหรือเป็นสมาชิกในโครงการหลวงและหรือโครงการขยายผลมีความต้องการดังนี้

กรณีเกษตรกรที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์

- 1) การตลาดสินค้าการเกษตร, ส่งเสริมการทำเกษตรผสมผสาน
- 2) สนับสนุนเพื่อช่วยลดต้นทุนการผลิต เนื่องจาก ค่าปุ๋ย ค่ายา บริษัทเอกชน (ปี 2545-2556) เคยให้ราคาตลาดถูกกว่าปัจจุบันที่มีนายหน้าในหมู่บ้าน เช่น ค่ายาฆ่าแมลงท้องตลาดขาย 450 บาท แต่นายหน้าขาย 640 บาท (ใช้ก่อนจ่ายที่หลัง)
- 3) ประกันราคาข้าวโพด, เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดที่ได้ผลผลิตดี
- 4) ทำเกษตรพืชอื่นๆทดแทน อยากมีรายได้
- 5) อยากให้มีการประกันราคาผลผลิต ส่งเสริมการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร และส่งเสริมนวัตกรรมที่ช่วยในการเพาะปลูก
- 6) อยากให้รัฐบาลรับซื้อผลผลิตโดยตรงโดยไม่ต้องผ่านพ่อค้าคนกลาง เนื่องจากการกดราคาจากพ่อค้าคนกลางจะส่งผลต่อการผลิตสินค้าทางการเกษตรเป็นอย่างยิ่งและอยากให้มีการสร้างโรงงานในพื้นที่

7) อยากให้มีการกำหนดโควตาการปลูกต่อครัวเรือน จะทำให้ผลผลิตทางการเกษตรไม่ล้นตลาด ราคาผลผลิตก็จะดีขึ้น

8) สนับสนุนราคาข้าวโพดให้สูงขึ้น, ส่งเสริมเรื่องราคาเมล็ดพันธุ์ให้ถูกลง

9) อยากให้รัฐส่งเสริมต้นทุน ราคา การปลูกพืชยืนต้น ไม้ผล และมีคนมารับซื้อ

10) มีการส่งเสริมการปลูกถั่วเหลือง และพืชอื่นๆ แต่ไม่มีตลาดรองรับ

11) อยากให้ดูแลเรื่องราคาผลผลิตทางการเกษตรให้ดีกว่านี้ จัดสรรที่ดินที่ไม่มีเอกสารสิทธิ์และเจ้าหน้าที่สำหรับการปลูกข้าวโพด

กรณีทำการทำเกษตรกรรมประเภทอื่น

1) การจัดหาแหล่งน้ำ การส่งเสริมกล้าไม้หลากหลายพันธุ์ในการเพาะปลูกทั้งไว้เพื่อบริโภคและสร้างรายได้และการแจกพันธุ์พืช เช่น มะม่วง ส้มเขียวหวาน อะโวคาโด เป็นต้น

2) ปรับปรุงเส้นทางคมนาคมขนส่งให้สะดวกมากขึ้น

3) สนับสนุนการศึกษาดูงานเกี่ยวกับการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรหรือนวัตกรรมใหม่ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเกษตร และ ต้องการหน่วยงานที่ช่วยถ่ายทอดความรู้มากกว่าการออกนโยบายต่างๆ

4) สนับสนุนการปลูกพืชหมุนเวียน และส่งเสริมการปลูกพืชชนิดอื่นทดแทนที่มีราคาค่อนข้างดีและมีตลาดรองรับ

5) ส่งเสริมหรือสนับสนุนการเลี้ยงสัตว์

6) จัดตั้งกองทุนปัจจัยการผลิต เช่น ปุ๋ย ยาฆ่าแมลง เมล็ดพันธุ์ และอุปกรณ์ทางเกษตร เป็นต้น

7) สนับสนุนการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร เช่น สตอเบอร์รี่ และพัฒนา ส่งเสริม ให้เป็นอาชีพเสริมต่อไป

8) สนับสนุนวัสดุ/อุปกรณ์ในการทำปุ๋ยหมัก

8.8.4 การคมนาคมและระบบไฟฟ้า ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่มพบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ที่อยู่ในเขตป่าสงวนแห่งชาติ ดังนั้นการดำเนินโครงการเรื่องถนน ไฟฟ้า เข้าไปในพื้นที่หมู่บ้านต่างๆจึงมีขั้นตอนมากกว่าใน

พื้นที่อื่นๆ และกอร์ปกับงบประมาณที่ลงไปในพื้นที่ดังกล่าวค่อนข้างจำกัด จึงพบว่ามากกว่าร้อยละ 50 ของพื้นที่ยังไม่มีไฟฟ้าใช้ และระบบคมนาคมค่อนข้างลำบากโดยเฉพาะฤดูฝน

8.9 บทวิเคราะห์นโยบายและข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

จากการทบทวนกฎหมายและหน่วยงานต่างๆที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่มและสถานการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินบนพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่มพบว่ามีความซับซ้อนมากซึ่งนโยบายและมาตรการที่นำเสนอเป็นภาพรวมได้ดังนี้

8.9.1 นโยบายและแผนด้านป่าไม้และการจัดการเรื่องที่ดิน ควรมุ่งเน้นการอนุรักษ์และการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรป่าไม้และความหลากหลายทางชีวภาพอย่างยั่งยืน รักษาความสมดุลของระบบนิเวศ โดยแนวทางในการปฏิรูประบบการจัดการทรัพยากร ทั้งในระดับพื้นที่และระดับนโยบาย เพื่อให้เกิดความเข้าใจร่วมกันของทุกคนในสังคม และเป็นรูปธรรม คือ อาศัยอำนาจของพนักงานเจ้าหน้าที่ของกรมป่าไม้ ตามมาตรา 19 พ.ร.บ.ป่าสงวนแห่งชาติ พ.ศ.2507 ที่ระบุว่า “มาตรา 19 เพื่อประโยชน์ในการควบคุม ดูแล รักษา หรือบำรุงป่าสงวนแห่งชาติอธิบดีมีอำนาจสั่งเป็นหนังสือให้พนักงานเจ้าหน้าที่หรือเจ้าหน้าที่ของกรมป่าไม้ กระทำการอย่างหนึ่งอย่างใดในเขตป่าสงวนแห่งชาติได้”

ประการที่หนึ่ง ที่ควรเร่งดำเนินการ คือ การระบุแนวเขตที่ชัดเจน และถูกต้องระหว่างพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติและพื้นที่ดินทำกินของเกษตรกร เนื่องจากในหลายพื้นที่ยังพบว่า เกษตรกรได้ใช้พื้นที่เหล่านั้นเพื่อทำการเกษตรก่อนที่จะมีการประกาศแนวเขตพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติ ดังนั้น ระบบภูมิสารสนเทศศาสตร์ Geographic Information System (GIS) ที่สามารถอัพเดทข้อมูลได้ตลอดเวลา สามารถวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อใช้ในการตัดสินใจ รวมถึงมีหน่วยงานภาครัฐ เช่น GISTDA (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ) ร่วมตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล เพื่อให้ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือและเป็นที่ยอมรับของสังคม จะช่วยให้การทำงานมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ ทุก ๆ หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง จำเป็นต้องยึดขอบเขตและข้อมูลชุดเดียวกัน เพื่อให้การทำงานมีเอกภาพและไม่ขัดแย้งกันเองในภายหลัง

ประการที่สอง ควรเร่งผลักดันพระราชบัญญัติป่าชุมชน ให้เสร็จสิ้นโดยเร็ว และเป็นที่ยอมรับของสังคม กล่าวคือ ต้องให้อำนาจประชาชนในท้องถิ่นได้เข้ามามีส่วนร่วมกับภาครัฐในการจัดการทรัพยากรป่าไม้ในละแวกชุมชนที่อยู่อาศัยของตัวเอง เนื่องจากเพียงหน่วยงานภาครัฐส่วนกลางอย่างเดียว หรือชุมชนอย่างเดียวไม่สามารถดูแลป่าได้อย่างทั่วถึง รัฐเองก็มียงบประมาณไม่เพียงพอ ส่วนชาวบ้านแม้จะมีแผนการจัดการป่าตามประเพณี ที่มีกฎเกณฑ์ และกลไกการควบคุม แต่กฎเกณฑ์เหล่านั้นไม่เป็นที่ยอมรับในทางกฎหมาย จึงไม่สามารถนำมาใช้กับคนภายนอกได้ ประกอบกับปัญหาการทำลายป่าส่วนใหญ่มาจากการโครงการพัฒนาต่างๆ และการให้สัมปทาน ดังนั้น จึงมีความจำเป็นที่รัฐกับชุมชนต้องร่วมมือกันจัดการป่าโดยมีกฎหมายรองรับ

ประการที่สาม เพื่อให้เป็นพัฒนาและดำเนินงานได้อย่างต่อเนื่อง หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ทั้งภาครัฐ ประชาชน เอกชน และหน่วยงานอิสระต่างๆ ควรร่วมมือและดำเนินการไปพร้อมๆ กับโครงการหลวงต่างๆ ที่ อยู่ในพื้นที่อำเภอแม่แจ่มและอำเภอกัลยาณิวัฒนา จะช่วยให้การทำงานมีเอกภาพและแข็งแกร่งมากขึ้น เนื่องจากแต่ละหน่วยงานมีจุดแข็งและข้อจำกัดที่แตกต่างกัน ดังนั้น เมื่อร่วมงานกันจะเป็นช่วยเพื่อโอกาสและ ลดอุปสรรคในการทำงานลงได้

8.9.2 นโยบายและแผนด้านการเกษตร ควรมุ่งเน้นการสร้างความร่วมมือให้แก่เกษตรกรในการรับมือ และปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ รักษาความมั่นคงทางอาหาร โดยเฉพาะสำหรับประชากรและ คราวเรือนที่มีรายได้น้อย ส่งเสริมการจัดการที่ดินในภาคการเกษตรอย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับศักยภาพ และมีความสมดุลระหว่างการผลิตอาหารและพลังงาน ส่งเสริมการเกษตรที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และสร้าง ความพร้อมและโอกาสในการปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต เพิ่มมูลค่าของผลผลิต แก่เกษตรกร ในการปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิตภาคการเกษตรไปสู่เกษตรคาร์บอนต่ำและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

จากข้อค้นพบของการศึกษานี้ จึงมีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

1) ควรส่งเสริมให้เกษตรกรหันมาปลูกพืชแบบผสมผสานแทนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์หรือข้าวโพด เมล็ดพันธุ์เพียงอย่างเดียว ซึ่งไม่เพียงแต่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยมีการเผาเศษซากวัสดุทางการเกษตรลดลง แล้ว ยังช่วยเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกรเพิ่มมากขึ้นอีกด้วย

2) ควรส่งเสริมระบบการเกษตรเชิงอนุรักษ์ดินและน้ำบนพื้นที่สูง เพื่อลดการชะล้างพังทลายของดิน และการสูญเสียธาตุอาหารในดิน โดยมุ่งพัฒนาเกษตรกร ให้มีความตระหนัก มีความรู้ และปฏิบัติได้อย่าง จริงจังในการจัดการระบบเพาะปลูกเชิงอนุรักษ์ดินและน้ำ ตามศาสตร์พระราชชาของในหลวงรัชกาลที่ 9

3) มุ่งแก้ไขปัญหาความยากจนอย่างยั่งยืนและส่งเสริมการฟื้นฟูการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรป่าไม้ ดินและน้ำ มุ่งเสริมสร้างความรู้และความสามารถในการพึ่งพาตนเองให้กับเกษตรกร และส่งเสริมการแก้ไข ความยากจนอย่างยั่งยืนด้วยการลดรายจ่าย ลดต้นทุนในการผลิตและการสร้างรายได้ตามการเปลี่ยนแปลงของ สังคมและเศรษฐกิจ

4) เสริมสร้างศักยภาพทางการตลาดของสินค้าเกษตรบนพื้นที่สูง โดยมุ่งเน้นพัฒนา เกษตรกร ผู้ประกอบการ และเจ้าหน้าที่ภาครัฐ ให้สามารถแสวงหาและเข้าถึงตลาดสินค้าได้เพื่อเป็นการขยายตลาดและ ตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภค

5) เสริมสร้างระบบบริหารจัดการที่ดี ส่งเสริมกระบวนการมีส่วนร่วมของทั้งหน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน และชุมชนที่เกี่ยวข้อง ให้สามารถเป็นพี่เลี้ยงให้กับเกษตรกรและชุมชนในการพัฒนากิจกรรมเพื่อ การพึ่งพาตนเอง รวมทั้งพัฒนากระบวนการของชุมชนให้เอื้ออำนวยต่อความเสมอภาค และเสริมศักยภาพของ ชุมชนในการปรับตัวเข้ากับกระแสโลกาภิวัตน์และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

6) ควรมีหน่วยงานภาครัฐหรือสถาบันทางการเงิน เข้ามาบริหารจัดการและให้ความช่วยเหลือปัญหาหนี้สินของเกษตรกร อย่างไรก็ตาม มีการกล่าวถึงโครงการพักชำระหนี้ของ ธ.ก.ส. ตามข้อเสนอของแม่แจ่มโมเดลลัส และเตรียมเสนอเข้าคณะรัฐมนตรี ภายในเดือนธันวาคม 2561 หากโครงการพักชำระหนี้ของ ธ.ก.ส.เกิดขึ้นได้จริง จะไม่เพียงแต่การพักหนี้ แต่จะยังเป็นการช่วยฟื้นฟูและพัฒนาคุณภาพชีวิตของเกษตรกร

8.9.3 การขับเคลื่อนแผนแม่บทรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พ.ศ. 2558-2593

พื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่มมีศักยภาพเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่าแหล่งปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ในขณะที่เกษตรกรในลุ่มน้ำแม่แจ่มอยู่ในช่วงที่ต้องการความช่วยเหลือและให้ความร่วมมือในการปรับเปลี่ยนวิถีการผลิตทางการเกษตร ดังนั้นมาตรการ/กลไกต่างๆ ที่ควรดำเนินการอย่างเร่งด่วนในพื้นที่

1) การเร่งฟื้นฟูพื้นที่ป่าไม้ที่เสื่อมโทรมให้กลับอุดมสมบูรณ์และมีมาตรการ/กลไก/แรงจูงใจที่จะทำให้ชาวบ้านไม่บุกรุกพื้นที่ป่าไม้แหล่งต้นน้ำลำธาร รวมทั้งพื้นที่ป่าไม้บางพื้นที่ที่ชาวบ้านได้ส่งคืนให้กับภาครัฐควรมีมาตรการและกลไกให้เป็นที่ยอมรับและมีกฎระเบียบครอบคลุมให้ชัดเจน

2) การจัดตั้งกองทุนด้านการอนุรักษ์ป่าไม้และการดูแลสุขภาพสิ่งแวดล้อมให้สอดคล้องกับการเยียวยาในกรณีที่ชาวบ้านต้องมีการปรับเปลี่ยนบทบาทมาเป็นผู้ดูแลป่าไม้

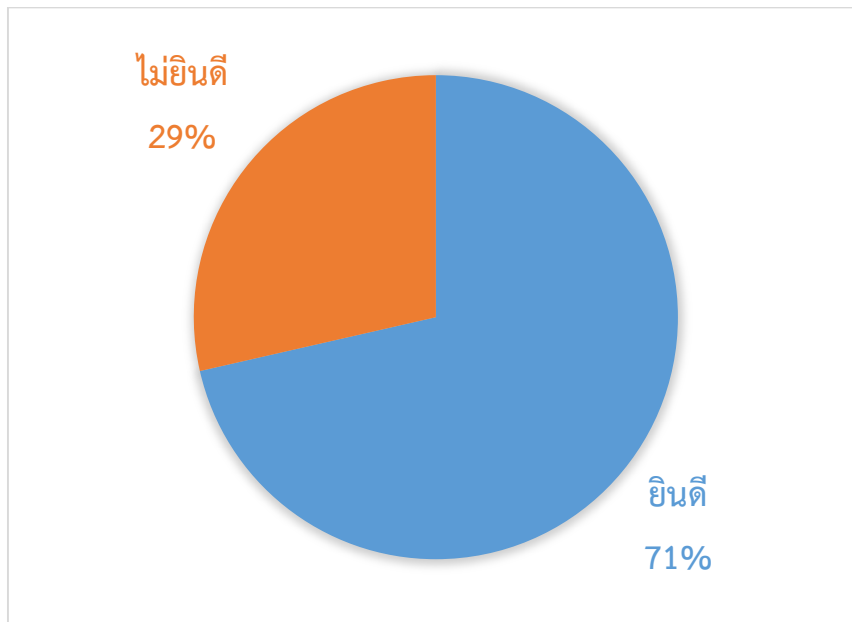
3) การส่งเสริมให้เกิดการแข่งขันการเป็นชุมชนเศรษฐกิจพอเพียง ชุมชนสังคมคาร์บอนต่ำ มีการติดตามข้อมูลและประกาศให้ได้รับทราบทั้งในระดับท้องถิ่นและระดับประเทศเพื่อให้เกิดความภาคภูมิใจและเป็นชุมชนตัวอย่างที่พื้นที่อื่นๆ ควรเอาเป็นต้นแบบ

4) การลดและหรือการไม่เผาเศษซากหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตทางการเกษตร รัฐควรใช้กลไกในระดับพื้นที่ โดยที่ผู้ใหญ่บ้าน ผู้นำชุมชน และหรือเจ้าหน้าที่ในท้องถิ่นเป็นผู้ที่ใกล้ชิดกับชาวบ้านมากที่สุด ความหลากหลายของชนเผ่า ความเชื่อทางวัฒนธรรม ดังนั้นการชี้แจงและการมีมาตรการกดดันทางสังคมจะได้รับการยอมรับมากกว่าการที่รัฐใช้คำสั่งลงไปในพื้นที่และขาดการชี้แจงและขาดการทำงานอย่างต่อเนื่อง

5) การพัฒนาระบบประกันภัยจากปัจจัยทางภูมิอากาศ ควรมีการร่วมมือกับภาคเอกชนในการพัฒนาและนำกลไกการบริหารจัดการความเสี่ยงรูปแบบต่างๆ มาใช้ในการจัดการความเสี่ยงจากภูมิอากาศอย่างเหมาะสมเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการรองรับและปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งสอดคล้องกับความต้องการการสนับสนุนด้านนโยบายและความช่วยเหลือจากหน่วยงานภาครัฐที่ได้จากการสำรวจในพื้นที่ศึกษา ที่เกษตรกรสะท้อนว่า ควรมีการประกันราคาสินค้าเกษตร

8.9.4 การใช้เครื่องมือทางเศรษฐศาสตร์

จากการสำรวจภาคสนามของการศึกษานี้ พบว่า ร้อยละ 71 ของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ยินดีที่จะเปลี่ยนไปทำเกษตรกรรมอย่างอื่น ทั้งนี้ ร้อยละ 29 ของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ที่ไม่ยินดีเปลี่ยนไปทำเกษตรกรรมอย่างอื่น (รูปที่ 8-1)



รูปที่ 8- 1 ความคิดเห็นของเกษตรกรในการเปลี่ยนรูปแบบการเกษตรจากปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์เป็นเกษตรกรรมรูปแบบอื่น

เหตุผลที่เกษตรกรยินดีเปลี่ยนไปทำเกษตรกรรมอย่างอื่น ค่อนข้างที่จะหลากหลาย แต่สามารถสรุปและจัดกลุ่มได้ดังต่อไปนี้ 1) เนื่องจากพื้นที่เกษตรกรรมในปัจจุบันขาดแคลนน้ำ และเป็นพื้นที่สูงจึงทำให้ไม่สามารถเพาะปลูกพืชชนิดอื่นได้ดีเหมือนพื้นที่ราบ ดังนั้น หากมีการส่งเสริมให้ปลูกพืชชนิดอื่นจะต้อง มีตลาดรองรับผลผลิตทางการเกษตร และต้องมีการประกันราคาผลผลิตที่จะออกสู่ท้องตลาด 2) การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ต้องใช้พื้นที่มาก ซึ่งหากปลูกพื้นที่ขนาดเล็กรายได้จะไม่เพียงพอ ดังนั้น การส่งเสริมให้ปลูกพืชชนิดอื่นถือเป็นเรื่องดี ซึ่งจะช่วยให้รายได้ 3) การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์เป็นพืชหลัก จะมีความไม่แน่นอนในอนาคตสูง อีกทั้งต้นทุนในการปลูกจะสูงขึ้นเกือบทุกปี และราคารับซื้อผลผลิตที่ไม่แน่นอนและตกต่ำ ดังนั้น จึงสนใจจะทำเกษตรผสมผสาน เกษตรทฤษฎีใหม่ตามหลักเศรษฐกิจพอเพียง เกษตรอินทรีย์ ไม้ผลและไม้ยืนต้น นอกจากนี้ ในการสนับสนุนพืชเกษตรชนิดอื่นที่มีความยั่งยืนกว่าการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์นั้น หน่วยงานภาครัฐจะต้องลงมาดำเนินการหรือควบคุมดูแลระบบต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง (เช่น ธกส) และมีการรับประกันราคาผลผลิตหรือมีการจัดหาตลาดรองรับที่แน่นอน และ 4) หากมีที่ดินเป็นของตนเอง ก็มีความสนใจและเต็มใจที่จะเปลี่ยนไปทำเกษตรกรรมอย่างอื่น

นอกจากนี้ เกษตรกรยังสะท้อนให้เห็นถึง ข้อดี ของการเปลี่ยนไปทำเกษตรกรรมอย่างอื่น คือ 1) มีรายได้เพิ่มขึ้น 2) ลดการบุกรุกพื้นที่ป่า 3) พืชที่แนะนำมาน่าจะปลูกง่าย ให้ผลผลิตดี และราคาน่าจะดี 4) ช่วยลดปริมาณข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ และอาจจะทำให้ราคาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์เพิ่มขึ้นได้ ในขณะที่ ข้อเสีย คือ 1) ต้องกู้เงินมาเพื่อการเกษตร 2) ไม่มีความรู้ในการปลูกพืชอื่นๆ ดินไม่ดี เช่น

การปลูกกาแฟแล้วไม่ได้ผลผลิต และกริดยางพาราไม่เป็น เนื่องจาก ไม่มีการติดตามหรือให้ความรู้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งให้แต่กล้าปลูกอย่างเดียว 3) พืชบางชนิดที่ปลูกแล้วตามคำแนะนำแต่ไม่มีตลาดรองรับ จึงไม่คุ้มทุน และเป็นหนี้สิน ทั้งนี้เกษตรกรได้สะท้อนอุปสรรคหลักที่สำคัญ คือ 1) มีหน่วยงานเข้าไปส่งเสริมการทำการเกษตรให้กับเกษตรกร แต่ไม่มีการติดตามผล 2) ขาดแหล่งน้ำเพื่อทำการเกษตร 3) ไม่มีตลาดรองรับผลผลิตทางการเกษตรที่แน่นอน

สำหรับเหตุผลที่เกษตรกรไม่ยินดีเปลี่ยนไปทำเกษตรกรรมอย่างอื่น สามารถสรุปและจัดกลุ่มได้ดังต่อไปนี้ 1) ไม่เชื่อมั่นผู้รับซื้อผลผลิต เนื่องจากปัจจุบันที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ผู้รับซื้อเป็นผู้กำหนดวิธีการทั้งหมด ถ้าเปลี่ยนพ่อค้าจะไม่รับซื้อผลผลิต ดังนั้น หากเปลี่ยนไปปลูกพืชชนิดอื่น แต่วิธีการรับซื้อผลผลิตของพ่อค้ายังเหมือนกัน ก็ไม่มีอะไรที่ดีขึ้น 2) สภาพพื้นที่ และที่ดินที่เพาะปลูกในปัจจุบันไม่เหมาะสม คือ ขาดแคลนน้ำ ดินไม่ดี และเป็นพื้นที่สูง ทำให้ไม่สามารถเพาะปลูกพืชชนิดอื่นได้ จึงไม่มีความสนใจในการเปลี่ยนรูปแบบการเกษตร 3) ในปัจจุบันการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์เป็นแหล่งรายได้เดียวสำหรับครัวเรือน ซึ่งหากเปลี่ยนไปปลูกพืชชนิดอื่นไม่มีความมั่นใจว่าจะสร้างรายได้ให้ครัวเรือนได้เท่าเดิมหรือไม่ ทั้งนี้ เกษตรกรได้สะท้อนข้อดีของการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ คือ เป็นพืชที่เหมาะสมในพื้นที่ขาดแคลนน้ำ เนื่องจากทนแล้งได้ดี ส่วน ข้อเสีย คือ ในบางปีราคาผลผลิตตกต่ำ ขาดทุน และข้อจำกัดที่มากขึ้นของสัญญาซื้อขายผลผลิตจากบริษัท

8.9.4.1 มาตรการอุดหนุนจากภาครัฐโดยมีเงื่อนไขกติกาในการจัดรูปที่ดินให้เหมาะสมต่อการใช้ประโยชน์ที่ดินบนพื้นที่สูง

จากการสำรวจภาคสนาม โดยการสัมภาษณ์เชิงลึกหน่วยงานภาครัฐและเกษตรกรในพื้นที่ศึกษา สามารถสรุป มาตรการอุดหนุนและช่วยเหลือเกษตรกรได้ ดังต่อไปนี้

1. การอุดหนุนเพื่อลดต้นทุนในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ และการปลูกพืชทางเลือกอย่างอื่นให้กับเกษตรกร ซึ่งมีการดำเนินการในหลายรูปแบบ เช่น การจัดหา แจกกล้าไม้ยืนต้น และไม้ผล

2. การอุดหนุนด้านโครงสร้างพื้นฐาน สาธารณูปโภค และสร้างเสริมคุณภาพชีวิตของเกษตรกร ได้แก่

2.1 การพัฒนาแหล่งน้ำและระบบชลประทานเพื่อการเกษตร ดำเนินการโดยร่วมกันจัดทำฝายชะลอน้ำ อนุรักษ์แหล่งน้ำธรรมชาติ และระบบท่อส่งน้ำเพื่อให้เกษตรกรใช้สำหรับทำการเกษตร

2.2 การพัฒนาและจัดหาระบบน้ำสำหรับอุปโภคและบริโภค

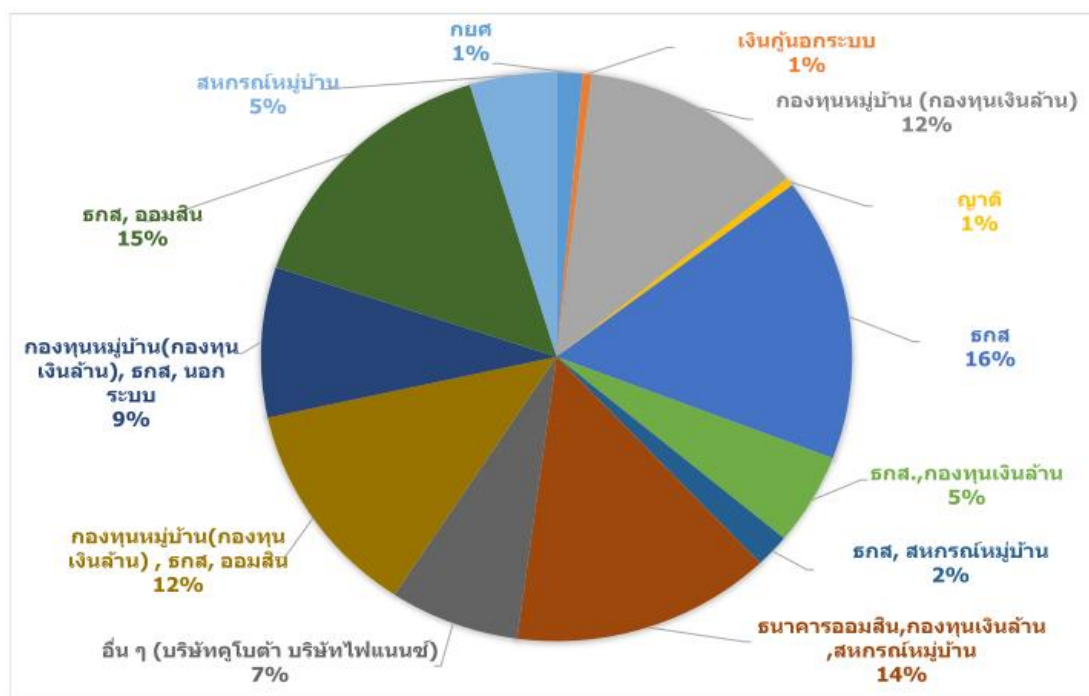
2.3 การปรับปรุงสภาพดินให้อุดมสมบูรณ์และเหมาะสมกับการเพาะปลูก

2.4 ให้ความรู้ทั้งเพื่อการประกอบอาชีพและการดำเนินชีวิตแบบยั่งยืน

3. การสนับสนุนด้านแหล่งเงินทุน

3.1 นโยบายสินเชื่อธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร (ธ.ก.ส.) เป็นแหล่งสินเชื่อหลักของทั้งเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ และเกษตรกรผสมผสาน ประมาณร้อยละ 16 (รูปที่ 8-2) เนื่องจาก สินเชื่อ ธ.ก.ส. เกษตรกรรายย่อยเกือบทุกรายสามารถเข้าถึงได้ถึงแม้ไม่มีหลักทรัพย์ค้ำประกัน เพื่อใช้สำหรับการลงทุนเพาะปลูก รวมถึง เป็นค่าใช้จ่ายในครัวเรือน และเป็นการศึกษาของบุตรหลาน อย่างไรก็ตามสินเชื่อที่ได้ไม่เพียงพอ ทำให้เกษตรกรยังต้องกู้จากแหล่งเงินกู้อื่น ๆ ควบคู่ไปด้วย สำหรับสินเชื่อ ธ.ก.ส. เกษตรกรจะให้ความสำคัญกับการรักษาประวัติการกู้ซึ่งจะผลต่อจำนวนวงเงินกู้ที่จะได้รับในครั้งต่อไป และดอกเบี้ยในอนาคต ในบางครั้งเกษตรกรจำต้องกู้เงินจากแหล่งอื่นมาเพื่อจ่ายคืน ธ.ก.ส. ให้ทันกำหนด ซึ่งร้อยละ 15 กู้จากสินเชื่อ ธ.ก.ส. และธนาคารออมสิน ร้อยละ 12 กู้จากสินเชื่อ ธ.ก.ส. กองทุนหมู่บ้าน (กองทุนเงินล้าน) และธนาคารออมสิน ร้อยละ 9 กู้จากสินเชื่อ ธ.ก.ส. กองทุนหมู่บ้าน (กองทุนเงินล้าน) และ เงินกู้ยืมระบบ ร้อยละ 5 กู้จากสินเชื่อ ธ.ก.ส. และ กองทุนหมู่บ้าน (กองทุนเงินล้าน) และ ร้อยละ 2 กู้จากสินเชื่อ ธ.ก.ส. และกลุ่มสหกรณ์หมู่บ้าน (รูปที่ 8-2) ในรอบการเพาะปลูกที่ผ่านมา (พ.ศ. 2560) เกษตรกรหลายรายจำเป็นต้องรับขายผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ แม้ว่าจะราคาจะค่อนข้างต่ำ เนื่องจากถูกพ่อค้ากดราคา

3.2 นโยบายกองทุนหมู่บ้าน (กองทุนเงินล้าน) แหล่งเงินทุนนี้เกษตรกรสามารถกู้ได้โดยไม่ต้องมีหลักทรัพย์ค้ำประกัน ซึ่งสามารถเข้าร่วมได้โดยเพื่อนบ้านค้ำประกัน โดยที่รัฐบาลมุ่งหวังให้เกษตรกรลดการพึ่งพาแหล่งเงินกู้ยืมระบบ จากการศึกษาพบว่า เกษตรกรร้อยละ 12 ที่กู้เงินจากกองทุนหมู่บ้าน (กองทุนเงินล้าน) เพียงแหล่งเดียว ในทำนองเดียวกัน วงเงินที่ได้รับไม่เพียงพอ ทำให้เกษตรกรยังต้องกู้จากแหล่งเงินกู้อื่น ๆ ควบคู่ไปด้วย ซึ่งพบว่า ร้อยละ 14 กู้จากธนาคารออมสิน กองทุนหมู่บ้าน (กองทุนเงินล้าน) และสหกรณ์หมู่บ้าน ร้อยละ 12 กู้จากสินเชื่อ ธ.ก.ส. กองทุนหมู่บ้าน (กองทุนเงินล้าน) และธนาคารออมสิน ร้อยละ 9 กู้จากสินเชื่อ ธ.ก.ส. กองทุนหมู่บ้าน (กองทุนเงินล้าน) และ เงินกู้ยืมระบบ ร้อยละ 5 กู้จากสินเชื่อ ธ.ก.ส. และ กองทุนหมู่บ้าน (กองทุนเงินล้าน) (รูปที่ 8-2) ด้วยเหตุผลที่ว่า รายได้ไม่เพียงพอสำหรับการใช้จ่ายในชีวิตประจำวัน และเป็นแหล่งเงินในการหมุนเวียนเพื่อจ่ายเงินกู้จากแหล่งอื่นๆ ที่ไม่ใช่เพื่อทำการเกษตร



รูปที่ 8- 2 สัดส่วนของแหล่งเงินกู้สำหรับเกษตรกรในพื้นที่ศึกษา

4. การจัดระเบียบพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ที่บุกรุกป่า จากปัญหาเกษตรกรขยายพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ จึงทำให้มีการบุกรุกพื้นที่ป่าเพิ่มมากขึ้น ด้วยเหตุนี้จึงทำให้หน่วยงานทุกภาคส่วนพยายามจัดระบบการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ในพื้นที่อำเภอแม่แจ่ม เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาทั้งด้านราคาและปัญหาอื่น ๆ ในฤดูกาล โดยมีการร่วมมือสำรวจพื้นที่ปลูกโดยองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น เนื่องจาก หากเกษตรกรต้องการจะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ต้องมีเอกสาร หลักฐานพื้นที่เพาะปลูกที่ไม่ไปบุกรุกแผ้วถางป่า หรือพื้นที่หวงห้าม เพื่อนำไปยืนยันต่อบริษัทผู้รับซื้อผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ อย่างไรก็ตาม ฤดูกาลผลิตปีที่ผ่านมา (พ.ศ. 2560) นั้น ราคาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในประเทศลดลงถึงโลกรัมละ 4-5 บาท จึงทำให้หน่วยงานภาครัฐต้องออกมาตรการช่วยเหลือ โดยกำหนดให้ผู้ผลิตอาหารสัตว์นำเข้าข้าวสาลีมาใช้ผลิต รับซื้อข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ จากเกษตรกรในประเทศ 3 ส่วน เพื่อจะได้รับสิทธินำเข้าข้าวสาลี 1 ส่วน นอกจากนั้นคณะกรรมการกลางว่าด้วยราคาสินค้าและบริการ (กกร.) ได้ออกประกาศมาตรการดูแลข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มีผลบังคับใช้ 8 สิงหาคม พ.ศ. 2560 โดยกำหนดให้ผู้ประกอบการ (พ่อค้าคนกลาง) รับซื้อข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ตั้งแต่ 50 ตันขึ้นไป จะต้องแจ้งปริมาณ สถานที่เก็บ และราคา ต่อเจ้าพนักงาน กกร. จากเดิมที่กำหนดให้เฉพาะผู้ครอบครองที่ครอบครองตั้งแต่ 50 ตันขึ้นไป เช่น ผู้ประกอบการโกดัง และโรงงานอาหารสัตว์ ต้องแจ้งปริมาณ สถานที่เก็บ และราคาเท่านั้น อย่างไรก็ตาม เกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ส่วนใหญ่ไม่เห็นด้วยกับมาตรการนี้ เนื่องจาก ในฤดูกาล

ผลิต 59/60 ผลผลิตออกมามากกว่าแสนตัน ทำให้เกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เดือดร้อนในราคาที่ตกต่ำ ในขณะที่เดียวกันเอกชนรายใหญ่จะรับซื้อเฉพาะที่มีเอกสารยืนยันแหล่งปลูกเท่านั้น จึงทำให้เกษตรกรเดือดร้อนมากยิ่งขึ้นเนื่องจากภาครัฐไม่ได้มีการกำหนดราคาขั้นต่ำไว้ นอกจากนั้น พ่อค้าคนกลางรายย่อยยังคัดเกรดข้าวโพดมากขึ้น ไม่รับซื้อเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์และมีเชื้อราเจือปน จากเดิมที่เคยรับซื้อผลผลิตทั้งหมด ทำให้เกษตรกรในพื้นที่ประสบกับปัญหานี้สินสละสมเป็นจำนวนมาก ประเด็นที่น่าสนใจ ในสถานการณ์ปัจจุบัน คือเกษตรกรและชาวบ้านในพื้นที่พยายามจะแสดงให้เห็นว่าเมื่อเปรียบเทียบลักษณะการใช้ที่ดินแล้วยังคงมีความสมดุลระหว่างพื้นที่ป่าไม้กับพื้นที่ทำกิน ทรัพยากรธรรมชาติที่แม่แจ่มยังมีความสมบูรณ์อยู่มาก เนื่องจากชาวบ้านในพื้นที่ได้ทำการรักษาผืนป่าไว้เป็นอย่างดี โดยไม่ให้นายทุนมานำทรัพยากรธรรมชาติในพื้นที่ออกไปโดยเด็ดขาด จึงต้องการให้ภาครัฐมองว่าผู้ที่ถือครองที่ดินในพื้นที่ปัจจุบันเป็นชาวบ้านที่อาศัยอยู่ในพื้นที่จริง ไม่ได้เป็นกลุ่มทุนที่จะเข้ามาเพื่อนำทรัพยากรของพื้นที่ออกไปแต่อย่างใด

5. สนับสนุนความร่วมมือกับภาคเอกชน โดยมีกลุ่มนักธุรกิจจังหวัดเชียงใหม่ ช่วยกันระดมทุนจัดตั้ง “บริษัท เชียงใหม่วิสาหกิจเพื่อสังคม จำกัด” เริ่มโปรเจกต์เร่งด่วนแก้ปัญหาหมอกควันในพื้นที่อำเภอแม่แจ่ม พลิกแผ่นดินจากเกษตรเชิงเดี่ยวปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สู่การทำเกษตรมูลค่าสูง ปันโมเดล “บ้านสองธาร” 200 ไร่ เลิกเผาเด็ดขาด ซึ่งมีการจัดระบบพื้นที่ 4 โซน คือ เน้นพืชเศรษฐกิจเจาะตลาดอาหารท้องถิ่น โรงเรียน โรงแรม และซูเปอร์มาร์เก็ต สำหรับรายได้หรือกำไรที่ได้จากการดำเนินธุรกิจของบริษัท จะไม่มีเงินปันผลให้ผู้ถือหุ้น เนื่องจากมีเป้าหมายชัดเจน คือ การทำธุรกิจแบบ Social Enterprise (SE) ซึ่งจะไม่นำเงินเข้ากระเป๋า แต่จะเป็นกำไรที่นำไปสานต่อและพัฒนาเพื่อสังคม สำหรับการจัดระบบพื้นที่ 4 โซน ประกอบไปด้วย โซนทำมาหากิน ทำนา ปลูกผัก เลี้ยงไก่ไข่ ไก่เนื้อ และกบ โซนทำมาค้าขาย ปลูกผลไม้ เช่น กล้วย สับปะรด ฝรั่ง เมล่อน มะเขือเทศ ขิง ข่า ตะไคร้ พืชสมุนไพร เป็นการทำเกษตรแบบประณีต และในระยะต่อไปจะเพิ่มการทำปศุสัตว์ เน้นโคเนื้อและโคนม โดยบริษัทจะจัดเป็นผู้จัดหาตลาดรองรับ และวางช่องทางตลาดไว้ให้ คือ มุ่งตลาดภายในพื้นที่อำเภอแม่แจ่ม ในรูปแบบ Local Food จัดหาตลาดหน่วยงานองค์กรในพื้นที่ เช่น โรงเรียน โรงพยาบาล เป็นต้น รวมถึงการจัดหาตลาดภายนอก เช่น โรงแรม และซูเปอร์มาร์เก็ต เพื่อนำผลผลิตของเกษตรกรมาวางจำหน่าย นอกจากนี้ จะมีโซนป่า 3 อย่าง ประโยชน์ 4 อย่าง และโซนป่าอนุรักษ์

8.9.4.2 หลักการความเต็มใจที่จะจ่าย (Willingness to Pay: WTP) และการยอมรับได้ (Willingness to Accept: WTA) เพื่อให้คนอยู่กับป่าพึ่งพากันอย่างมีความสุข ดังนั้น ในการศึกษา จึงได้ทำการวิเคราะห์ WTP ของเกษตรกรที่อยู่ปลายน้ำของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่ม ซึ่งประกอบไปด้วย ตำบลกองแขก (หมู่ 7 บ้านกองแขกเหนือ) ตำบลท่าผา (หมู่ 4 บ้านป่าแดด) และตำบลช้างเคือง (หมู่ 5 บ้านต้นตาล) เป็นพื้นที่ตัวแทนเกษตรกรที่อยู่ปลายน้ำ ภายใต้สถานการณ์สมมติ คือ ในฐานะที่เกษตรกร อาศัยอยู่บริเวณปลายน้ำของลุ่มน้ำแม่แจ่ม

โดยมีความต้องการใช้ประโยชน์จากน้ำในลุ่มน้ำแม่แจ่มที่สะอาด ปลอดภัย ปราศจากสารเคมีและยาฆ่าแมลง และต้องการให้น้ำใช้ได้ตลอดทั้งปี ด้วยเหตุนี้ หากจะมีการจัดตั้งกองทุนเงินสนับสนุนเพื่อเป็นแรงจูงใจให้กับเกษตรกรที่อยู่บริเวณต้นน้ำและกลางน้ำ ให้ช่วยอนุรักษ์ป่าต้นน้ำ ลดการใช้สารเคมีและยาฆ่าแมลง รวมถึงเพื่อเป็นเงินช่วยเหลือชดเชยให้กับเกษตรกรที่ต้องถูกเวนคืนที่ดินทำกิน และที่อยู่อาศัยเพื่อฟื้นฟูพื้นที่ดังกล่าว ให้กลับเป็นผืนป่าดังเดิม เกษตรกรจะยินดีจ่ายเพื่อช่วยในการดำเนินนโยบายการอนุรักษ์ และฟื้นฟูลุ่มน้ำแม่แจ่มเป็นจำนวนเงินเท่าไรและอย่างไร จากการวิเคราะห์ WTP พบว่า

1. ผลการวิเคราะห์ WTP ของเกษตรกรที่อยู่ปลายน้ำของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่ม

1) ความเต็มใจจ่ายเพื่อการอนุรักษ์ พื้่นฟู ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมในลุ่มน้ำแม่แจ่ม

การสอบถามความเต็มใจจ่ายค่าธรรมเนียม / ค่าเช่า / ค่าตอบแทนของเกษตรกรต่อการอนุรักษ์ พื้่นฟู ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมในลุ่มน้ำแม่แจ่มจะถูกแบ่งเป็น 4 กรณี ดังนี้

1.1) กรณีที่มีการเสนอให้จ่ายค่าธรรมเนียมเพื่อให้เกษตรกรดูแลรักษาทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมบริเวณต้นน้ำ จำนวน 60 บาท/ครัวเรือน/เดือน พบว่า ค่าธรรมเนียมสูงสุดที่เกษตรกรยินดีจ่ายคือ 60 บาท/ครัวเรือน/เดือน ขณะที่ค่าธรรมเนียมต่ำสุดที่เกษตรกรยินดีจ่ายคือ 30 บาท/ครัวเรือน/เดือน

เกษตรกรร้อยละ 90.9 ยินดีที่จะจ่ายค่าธรรมเนียมที่ 60 ซึ่งร้อยละ 70 ของเกษตรกรที่ยินดีที่จะจ่ายค่าธรรมเนียมที่ 60 บาท/ครัวเรือน/เดือน ก็เต็มใจที่จะจ่ายค่าธรรมเนียม 120 บาท/ครัวเรือน/เดือน มากไปนั้นในจำนวนนี้ยังมีเกษตรกรบางส่วนที่ยินดีจะจ่ายค่าธรรมเนียมเป็นเงิน 200 - 600 บาท/ครัวเรือน/เดือน

สำหรับเกษตรกรร้อยละ 9.1 ที่ไม่ยินดีจะจ่ายค่าธรรมเนียม 60 บาท/ครัวเรือน/เดือน ซึ่งร้อยละ 50 ยินดีที่จะจ่ายค่าธรรมเนียมที่ 30 บาท/ครัวเรือน/เดือน และอีกร้อยละ 50 ไม่ยินดีที่จะจ่ายค่าธรรมเนียมที่ 30 บาท/ครัวเรือน/เดือน ซึ่งสาเหตุในการจ่ายค่าธรรมเนียมนี้ ร้อยละ 37.78 เห็นว่า เข้าใจถึงความสำคัญของการดูแลรักษาทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมบริเวณต้นน้ำ ดังตารางที่ 8-1

ตารางที่ 8- 1 สาเหตุในการยินยอมจ่ายค่าธรรมเนียมเพื่อให้เกษตรกรดูแลรักษาทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมบริเวณต้นน้ำ

สาเหตุ	ร้อยละ
เป็นผู้ใช้ประโยชน์จากจากทรัพยากรน้ำโดยตรง	22.22
เป็นปัญหาที่ควรได้รับการแก้ไข	20.00
เข้าใจถึงความสำคัญของการดูแลรักษาทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมบริเวณต้นน้ำ	37.78
เป็นผู้ประสบกับปัญหาด้านทรัพยากรน้ำ	13.33
จ่ายเพื่อให้ชุมชนต้นน้ำได้ใช้เป็ค่าใช้จ่ายในการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ในการดูแลต้นน้ำ	2.22
เป็นสินน้ำใจให้กับคนต้นน้ำเพื่อให้มีกำลังใจในการดูแลรักษาทรัพยากรต้นน้ำ	2.22
ต้องการให้ลุ่มน้ำแม่แจ่มกลับมามีความสมบูรณ์ดังอดีตกาล	2.22

ขณะที่ชาวบ้านที่ไม่ยินดีที่จะจ่ายค่าธรรมเนียมนั้นเนื่องมาจากชาวบ้านส่วนนั้นไม่ได้เป็นผู้ใช้ประโยชน์จากทรัพยากรน้ำโดยตรง

1.2) กรณีที่มีการร้องขอให้ชุมชนต้นน้ำละทิ้งพื้นที่ทำกินบางส่วนเพื่อฟื้นฟูพื้นที่เหล่านั้นให้เป็นพื้นที่ป่า ท่านยินดีที่จะจ่ายค่าชดเชยที่เกิดจากการละทิ้งพื้นที่ทำกินของชุมชนเหล่านั้น 300 บาท/ครัวเรือน/เดือน เป็นระยะเวลา 20 ปี พบว่า ค่าธรรมเนียมสูงสุดที่เกษตรกรยินดีจ่าย คือ 500 บาท/ครัวเรือน/เดือน เป็นระยะเวลา 20 ปี ขณะที่ค่าธรรมเนียมต่ำสุดที่เกษตรกรยินดีจ่าย คือ 50 บาท/ครัวเรือน/เดือน เป็นระยะเวลา 20 ปี

เกษตรกร ร้อยละ 36.4 ยินดีที่จะจ่ายค่าธรรมเนียมที่ 300 บาท/ครัวเรือน/เดือน เป็นระยะเวลา 20 ปี ซึ่งในจำนวนเกษตรกรที่ยินดีที่จะจ่ายค่าธรรมเนียมที่ 300 บาท/ครัวเรือน/เดือน เป็นระยะเวลา 20 ปี ร้อยละ 37.5 ก็ยินดีที่จะจ่ายค่าธรรมเนียม 450 บาท/ครัวเรือน/เดือน เป็นระยะเวลา 20 ปี มากกว่านั้นยังมีเกษตรกรที่ยินดีจ่ายค่าธรรมเนียมในระดับสูงสุด คือ 500 บาท/ครัวเรือน/เดือน เป็นระยะเวลา 20 ปี

ในส่วนของเกษตรกร ร้อยละ 63.6 ที่ไม่ยินดีจ่ายธรรมเนียม 300 บาท/ครัวเรือน/เดือน เป็นระยะเวลา 20 ปี พบว่าในจำนวนนี้มีชาวบ้านร้อยละ 14.3 ยินดีที่จะจ่ายค่าธรรมเนียม 150 บาท และนอกจากนี้ยังมี

ชาวบ้านที่จะจ่ายค่าธรรมเนียมที่ระดับต่ำสุดคือ 30 บาท/ครัวเรือน/เดือน เป็นระยะเวลา 20 ปี ซึ่งสาเหตุที่เกษตรกรที่ไม่ยินดีที่จะจ่ายค่าธรรมเนียมนั้น เนื่องจาก เห็นว่า ภาครัฐสมควรรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการดำเนินการทั้งหมด และมองว่าปัจจุบันชุมชนต้นน้ำก็มีรายได้น้อยอยู่แล้วหากมีพื้นที่ทำกินน้อยลงอาจส่งผลกระทบต่อ การดำรงชีวิต ดังตารางที่ 8-2

ตารางที่ 8- 2 สาเหตุที่เกษตรกรที่ไม่ยินดีที่จะจ่ายค่าธรรมเนียมเพื่อชดเชยจากการละทิ้งพื้นที่ทำกินของชุมชน

สาเหตุ	ร้อยละ
ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับประเด็นดังกล่าว	4.76
รายได้น้อยแต่จะเต็มใจจ่ายถ้ามีรายได้มากกว่านี้	9.52
ไม่คิดว่าเป็นปัญหาที่ควรได้รับการแก้ไข	4.76
ไม่ได้เป็นผู้ประสบกับปัญหาด้านทรัพยากรน้ำ	9.52
ไม่มั่นใจในความโปร่งใสของระบบการจ่ายค่าธรรมเนียม	4.76
ภาครัฐสมควรรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการดำเนินการทั้งหมด	28.57
มองว่าปัจจุบันชุมชนต้นน้ำก็มีรายได้น้อยอยู่แล้วหากมีพื้นที่ทำกินน้อยลงอาจส่งผลกระทบต่อ การดำรงชีวิต	28.57
หากคนต้นน้ำจะต้องละทิ้งพื้นที่ทำกินจริง ๆ ก็จ่าย	9.52

1.3) กรณีที่มีการร้องขอให้ชุมชนต้นน้ำโยกย้ายพื้นที่อยู่อาศัยเพื่อพื้นที่พุ่มพื้นที่เหล่านั้นให้เป็นพื้นที่ป่า ทานยินดีที่จะจ่ายค่าชดเชยที่เกิดจากการละทิ้งพื้นที่อยู่อาศัยให้กับชุมชนเหล่านั้น 300 บาท/ครัวเรือน/เดือน เป็นระยะเวลา 20 ปี พบว่า ค่าธรรมเนียมสูงสุดที่เกษตรกรยินดีจ่ายคือ 500 บาท/ครัวเรือน/เดือน เป็น ระยะเวลา 20 ปี ขณะที่ค่าธรรมเนียมต่ำสุดที่ชาวบ้านยินดีจ่าย คือ 50 บาท/ครัวเรือน/เดือน เป็นระยะเวลา 20 ปี

เกษตรกร ร้อยละ 9.1 ยินดีที่จะจ่ายค่าธรรมเนียมที่ 300 บาท/ครัวเรือน/เดือน เป็นระยะเวลา 20 ปี ซึ่งในจำนวนเกษตรกรที่ยินดีที่จะจ่ายค่าธรรมเนียมที่ 300 บาท/ครัวเรือน/เดือน เป็นระยะเวลา 20 ปี ร้อยละ 50 ก็ยินดีที่จะจ่ายค่าธรรมเนียม 450 บาท/ครัวเรือน/เดือน เป็นระยะเวลา 20 ปี มากกว่านั้นยังมีเกษตรกรที่ ยินดีจ่ายค่าธรรมเนียมในระดับสูงสุดคือ 500 บาท/ครัวเรือน/เดือน เป็นระยะเวลา 20 ปี

ในส่วนของเกษตรกร ร้อยละ 90.9 ที่ไม่ยินดีจ่ายค่าธรรมเนียม 300 บาท/ครัวเรือน/เดือน เป็น ระยะเวลา 20 ปี พบว่า ในจำนวนนี้มีเกษตรกรเพียงร้อยละ 5 ที่ยินดีที่จะจ่ายค่าธรรมเนียม 150 บาท/

ครัวเรือน/เดือน เป็นระยะเวลา 20 ปี และนอกจากนี้ยังมีเกษตรกรที่จะจ่ายค่าธรรมเนียมที่ระดับต่ำสุด คือ 50 บาท/ครัวเรือน/เดือน เป็นระยะเวลา 20 ปี

ขณะที่เกษตรกรร้อยละ 90.9 ที่ไม่ยินดีที่จะจ่าย 300 หรือ 150 บาท/ครัวเรือน/เดือน เป็นระยะเวลา 20 ปี นั้นมีสาเหตุมาจาก มองว่าคนที่อาศัยอยู่บริเวณต้นน้ำและกลางน้ำคงไม่ย้ายที่อยู่อาศัยอย่างแน่นอน (ร้อยละ 25.71) ดังตารางที่ 8-3

ตารางที่ 8- 3 สาเหตุที่เกษตรกรที่ไม่ยินดีที่จะจ่ายค่าธรรมเนียมเพื่อชดเชยจากการโยกย้ายพื้นที่อยู่อาศัยเพื่อฟื้นฟูเป็นพื้นที่ป่า

สาเหตุ	ร้อยละ
ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับประเด็นดังกล่าว	20.00
รายได้น้อยแต่จะเต็มใจจ่ายถ้ามีรายได้มากกว่านี้	22.86
ไม่คิดว่าเป็นปัญหาที่ควรได้รับการแก้ไข	5.71
ไม่มั่นใจในความโปร่งใสของระบบการจ่ายค่าธรรมเนียม	2.86
ภาครัฐสมควรรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการดำเนินการทั้งหมด	20.00
มองว่าการละทิ้งที่อยู่อาศัยจะสร้างปัญหาด้านอื่นตามมา	2.86
มองว่าคนที่อาศัยอยู่บริเวณต้นน้ำและกลางน้ำคงไม่ย้ายที่อยู่อาศัยอย่างแน่นอน	25.71

1.4) กรณีที่มีการร้องขอให้ชุมชนต้นน้ำปฏิบัติหน้าที่ ฟื้นฟู อนุรักษ์ และดูแลรักษา พื้นที่ป่าต้นน้ำ ท่านยินดีที่จะจ่ายค่าตอบแทนในการปฏิบัติหน้าที่ให้กับบุคคลเหล่านั้น 70 บาท/ครัวเรือน/เดือน พบว่า ค่าธรรมเนียมสูงสุดที่เกษตรกรยินดีจ่ายคือ 200 บาท/ครัวเรือน/เดือน ขณะที่ค่าธรรมเนียมต่ำสุดที่เกษตรกรยินดีจ่าย คือ 35 บาท/ครัวเรือน/เดือน

เกษตรกร ร้อยละ 72.7 ยินดีที่จะจ่ายค่าธรรมเนียมที่ 70 บาท/ครัวเรือน/เดือน ซึ่งร้อยละ 56.3 ของเกษตรกรที่ยินดีที่จะจ่ายค่าธรรมเนียมที่ 70 บาท/ครัวเรือน/เดือน ก็เต็มใจที่จะจ่ายค่าธรรมเนียม 105 บาท/ครัวเรือน/เดือน และในจำนวนของเกษตรกรที่ยินดีที่จะจ่ายค่าธรรมเนียมที่ 105 บาท/ครัวเรือน/เดือน ร้อยละ 36 ยังมีความยินดีที่จะจ่ายค่าธรรมเนียมสูงสุดที่ 200 บาท/ครัวเรือน/เดือน

สำหรับเกษตรกรร้อยละ 27.3 ที่ไม่ยินดีจะจ่ายค่าธรรมเนียม 70 บาท/ครัวเรือน/เดือน ในจำนวนนี้มีเพียง ร้อยละ 16.7 ที่ยินดีจะจ่ายค่าธรรมเนียมที่ 50 บาท/ครัวเรือน/เดือน ซึ่งสาเหตุที่เกษตรกรไม่ยินดีที่จะ

จ่ายค่าธรรมเนียมนั้นเนื่องจาก ส่วนใหญ่ มองว่าค่าธรรมเนียมที่จ่ายไปเพื่อรักษาทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมบริเวณต้นน้ำก็น่าจะครอบคลุมถึงการจัดจ้างเจ้าหน้าที่ (ร้อยละ 60) ดังตารางที่ 8-4

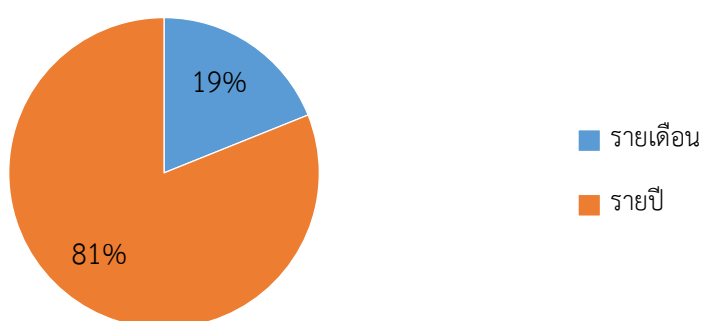
ตารางที่ 8- 4 สาเหตุที่เกษตรกรไม่ยินดีจ่ายค่าธรรมเนียมเพื่อให้ชุมชนต้นน้ำปฏิบัติหน้าที่ ฟันฟู อนุรักษ์ และดูแลรักษา พื้นที่ป่าต้นน้ำ

สาเหตุ	ร้อยละ
ภาครัฐสมควรรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการดำเนินการทั้งหมด	40
มองว่าค่าธรรมเนียมที่จ่ายไปเพื่อรักษาทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมบริเวณต้นน้ำก็น่าจะครอบคลุมถึงการจัดจ้างเจ้าหน้าที่	60

2) รูปแบบการจ่ายค่าธรรมเนียมเพื่อดูแลรักษาทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมบริเวณต้นน้ำ

จากรูปที่ 8-3 แสดงให้เห็นว่า ร้อยละ 81 ของเกษตรกรยินดีที่จะจ่ายค่าธรรมเนียมเป็นรายปี หากจะต้องจ่ายค่าธรรมเนียมเพื่อดูแลรักษาทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมบริเวณต้นน้ำ และอีกร้อยละ 19 สามารถที่จะจ่ายค่าธรรมเนียมนั้นในแบบรายเดือนได้

รูปแบบการจ่ายธรรมเนียม

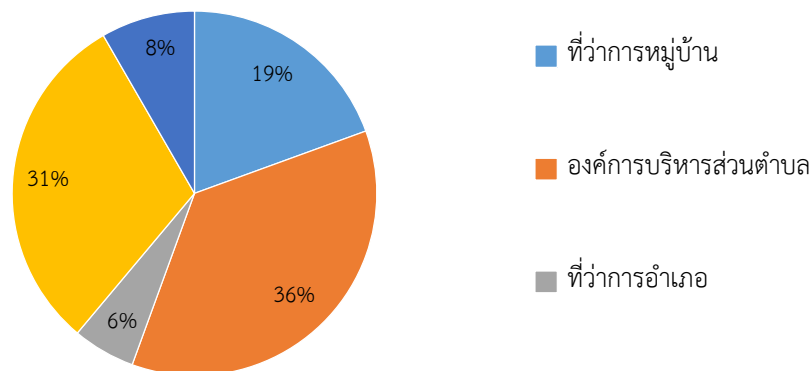


รูปที่ 8- 3 รูปแบบการจ่ายค่าธรรมเนียมเพื่อดูแลรักษาทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมบริเวณต้นน้ำ

3) หน่วยงาน หรือองค์กรที่ควรมีหน้าที่รับผิดชอบจัดเก็บค่าธรรมเนียม

จากรูปที่ 8-4 แสดงให้เห็นว่า หากจะมีการจ่ายค่าธรรมเนียมเกษตรกรส่วนใหญ่ร้อยละ 36 ยินดีที่จะให้องค์การบริหารส่วนตำบลเป็นผู้จัดเก็บค่าธรรมเนียม และร้อยละ 31 ยินดีที่จะให้หน่วยงานทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมท้องถิ่นเป็นผู้จัดเก็บค่าธรรมเนียม

หน่วยงาน หรือองค์กรที่ควรมีหน้าที่รับผิดชอบจัดเก็บ ค่าธรรมเนียม

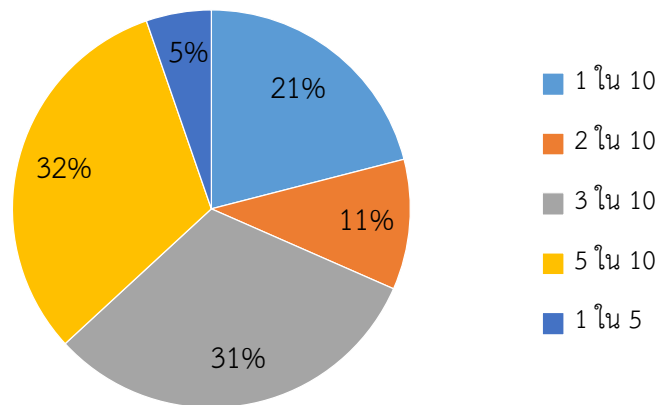


รูปที่ 8- 4 หน่วยงาน หรือองค์กรที่ควรมีหน้าที่รับผิดชอบจัดเก็บค่าธรรมเนียม

4) สัตส่วนที่เห็นควรให้มีการสละพื้นที่ทำกินเพื่อฟื้นฟูพื้นที่ป่า

จากรูปที่ 8-5 สัตส่วนโดยประมาณของพื้นที่ทำกินที่เกษตรกรปลายน้ำคิดว่าชุมชนต้นน้ำควรจะสละพื้นที่ทำกินได้หากมีการร้องขอให้สละพื้นที่เพื่อปลูกป่า โดยเกษตรกรส่วนใหญ่ (ร้อยละ 32) คิดว่าชุมชนต้นน้ำควรจะสละพื้นที่ทำกินในอัตราส่วน 5 ใน 10 ของพื้นที่ทำกินทั้งหมด และรองลงมาคือ 3 ใน 10 (ร้อยละ 31)

สัดส่วนของการสละพื้นที่ทำกิน

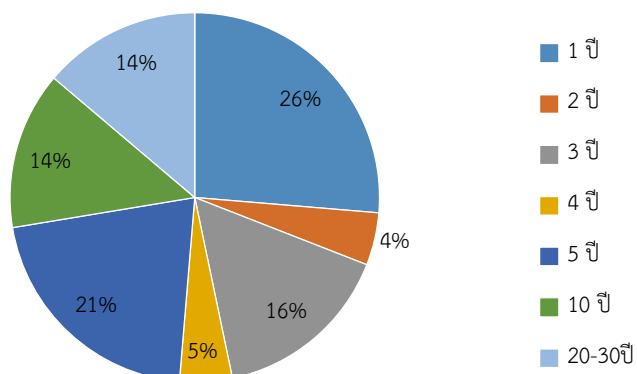


รูปที่ 8- 5 สัดส่วนที่เห็นควรให้มีการสละพื้นที่ทำกินเพื่อฟื้นฟูพื้นที่ป่า

5) ระยะเวลาในการจ่ายค่าชดเชยกรณีที่มีการสละพื้นที่ทำกินเพื่อฟื้นฟูพื้นที่ป่า

จากรูปที่ 8-6 ระยะเวลาในการจ่ายค่าชดเชยหากมีการร้องขอให้ชุมชนต้นน้ำสละพื้นที่ทำกินเพื่อปลูกป่า โดยเกษตรกรส่วนใหญ่ได้ให้ความเห็นว่าควรจะจ่ายค่าชดเชยให้กับพวกเขาเหล่านั้นเป็นระยะเวลา 1 ปี (ร้อยละ 26) และรองลงมาคือ 5 ปี (ร้อยละ 21)

ระยะเวลาในการจ่ายค่าชดเชย

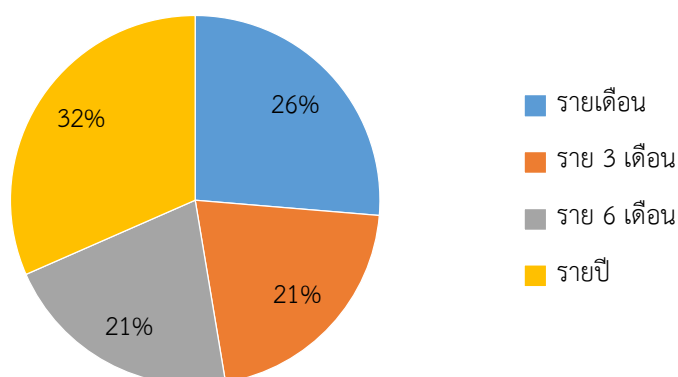


รูปที่ 8- 6 ระยะเวลาในการจ่ายค่าชดเชยกรณีที่มีการสละพื้นที่ทำกินเพื่อฟื้นฟูพื้นที่ป่า

6) รูปแบบการจ่ายค่าชดเชยกรณีที่มีการสละพื้นที่ทำกินเพื่อฟื้นฟูพื้นที่ป่า

จากรูปที่ 8-7 แสดงให้เห็นว่า ร้อยละ 32 ของเกษตรกรยินดีที่จะจ่ายค่าชดเชยเป็นรายปีหากจะต้องจ่ายค่าชดเชยต่อการสูญเสียพื้นที่ทำกินเพื่อฟื้นฟูพื้นที่ป่า และอีกร้อยละ 26 สามารถที่จะจ่ายค่าธรรมเนียมในรูปแบบรายเดือนได้

รูปแบบการจ่ายค่าชดเชย

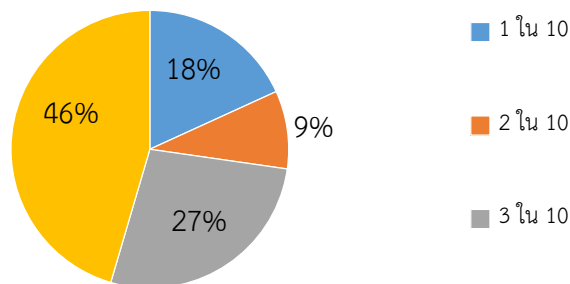


รูปที่ 8- 7 รูปแบบการจ่ายค่าชดเชยกรณีที่มีการสละพื้นที่ทำกินเพื่อฟื้นฟูพื้นที่ป่า

7) สัดส่วนของการสละพื้นที่อยู่อาศัยเพื่อฟื้นฟูพื้นที่ป่า

จากรูปที่ 8-8 สัดส่วนโดยประมาณของพื้นที่อยู่อาศัยที่เกษตรกรคิดว่าชุมชนต้นน้ำควรจะสละพื้นที่อยู่อาศัยได้หากมีการร้องขอให้สละพื้นที่เพื่อปลูกป่า โดยเกษตรกรส่วนใหญ่ (ร้อยละ 46) คิดว่าชุมชนต้นน้ำควรจะสละพื้นที่อยู่อาศัยทั้งหมด (ย้ายถิ่นฐาน) และรองลงมาคือ 3 ใน 10 (ร้อยละ 27)

สัดส่วนของการสละพื้นที่อาศัย

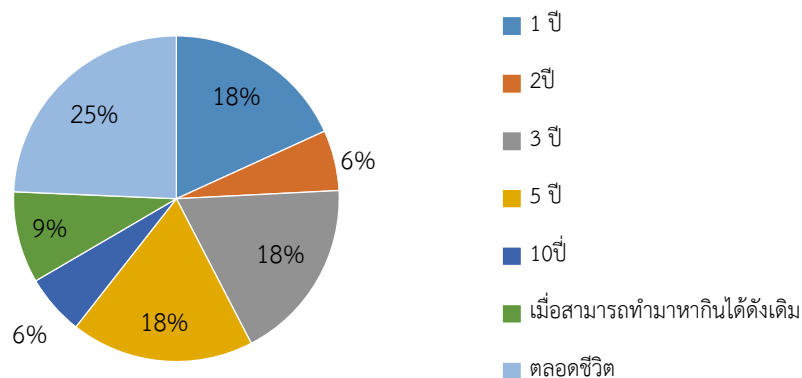


รูปที่ 8- 8 สัดส่วนของการสละพื้นที่อยู่อาศัยเพื่อฟื้นฟูพื้นที่ป่า

8) ระยะเวลาในการจ่ายค่าชดเชยกรณีที่มีการสละพื้นที่อยู่อาศัยเพื่อฟื้นฟูพื้นที่ป่า

จากรูปที่ 8-9 แสดงให้เห็นว่า ร้อยละ 25 ของเกษตรกรยินดีที่จะจ่ายค่าชดเชยตลอดชีวิตเพื่อเป็นการช่วยเหลือพี่น้องชาวน้ำที่ต้งโยกย้ายถิ่นฐาน

ระยะเวลาในการจ่ายค่าชดเชย

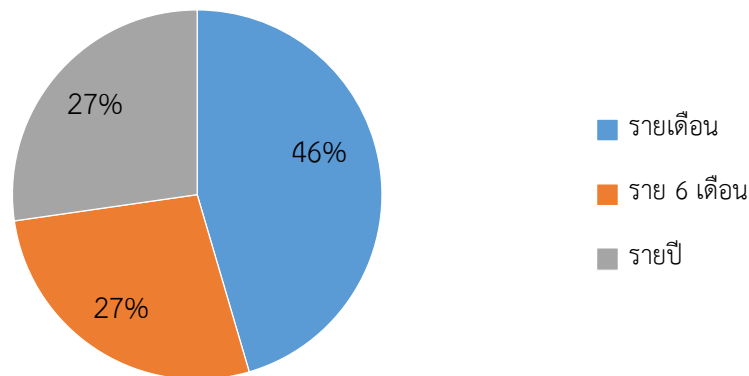


รูปที่ 8- 9 ระยะเวลาในการจ่ายค่าชดเชยกรณีที่มีการสละพื้นที่อยู่อาศัยเพื่อฟื้นฟูพื้นที่ป่า

9) รูปแบบการจ่ายค่าชดเชยกรณีที่มีการสละพื้นที่อยู่อาศัยเพื่อฟื้นฟูพื้นที่ป่า

จากรูปที่ 8-10 แสดงให้เห็นว่า ส่วนใหญ่ร้อยละ 46 ของเกษตรกรยินดีที่จะจ่ายค่าชดเชยเป็นรายเดือน หากจะต้องจ่ายค่าชดเชยต่อการสูญเสียพื้นที่อยู่อาศัยเพื่อฟื้นฟูพื้นที่ป่า ทั้งนี้หากเกิดกรณีที่ชุมชนต้นน้ำจะต้องสละที่ทำกิน หรือที่อยู่อาศัยนั้น ชาวบ้านเองก็ต้องการให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องหรือหน่วยงานผู้ดำเนินการสนับสนุนปัจจัยดังตารางที่ 8-5 เพื่อให้พี่น้องในชุมชนต้นน้ำสามารถดำรงชีวิตได้ต่อไป

รูปแบบการจ่ายค่าชดเชย



รูปที่ 8- 10 รูปแบบการจ่ายค่าชดเชยกรณีที่มีการสละพื้นที่อยู่อาศัยเพื่อฟื้นฟูพื้นที่ป่า

10) ความต้องการปัจจัยสนับสนุน และความสามารถในการปฏิบัติหน้าที่

ในกรณีของการสละพื้นที่ทำกินเกษตรกรส่วนใหญ่ได้ให้ความสำคัญกับการสนับสนุนด้านการศึกษา และการจัดหาพื้นที่ทำกินให้ใหม่ นอกจากนี้เกษตรกรเองยังมองว่าหากชุมชนต้นน้ำจะต้องลดพื้นที่ทำกินก็อยากจะให้มีคนกลางคอยประสานงานเพื่อเจรจาประนีประนอมนี้ให้กับพวกเขาเหล่านั้น

สำหรับการสละที่อยู่อาศัยนั้นเกษตรกรได้ให้ความสำคัญกับการสนับสนุนที่อยู่อาศัยใหม่ให้เนื่องจาก หากเกษตรกรจะต้องย้ายจริง ๆ ก็ขอให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องจัดสรรที่อยู่อาศัยที่เหมาะสมให้กับพวกเขา เหล่านั้นเพื่อไม่ให้กระทบต่อการประกอบอาชีพและการใช้ชีวิตประจำวัน อีกทั้งยังขอให้จัดสรรพื้นที่ทำกินในพื้นที่เดียวกันกับที่อยู่อาศัยด้วยเช่นกัน (ตารางที่ 8-5)

ในส่วนของการปฏิบัติหน้าที่ฟื้นฟู อนุรักษ์ และดูแลรักษา พื้นที่ป่าต้นน้ำพบว่าหากจะต้องจ่าย ค่าธรรมเนียมเกษตรกรก็คาดหวังให้บุคคลที่ได้ดีกว่าจ้างให้เป็นเจ้าหน้าที่ที่มีความเชี่ยวชาญในการทำแนวกันไฟ ป่ามากที่สุด (ร้อยละ 27.17) และรองลงมาคือ สามารถลาดตระเวนและเฝ้าระวังการบุกรุกป่า (ร้อยละ 23.91) (ตารางที่ 8-6)

ตารางที่ 8- 5 แสดงความต้องการปัจจัยสนับสนุนในกรณีต่าง ๆ

การสนับสนุน	สละพื้นที่ทำกิน	สละที่อยู่อาศัย
พื้นที่ทำกิน	20.41	23.08
เมล็ดพันธุ์	14.29	3.85
ที่อยู่อาศัย	-	26.92
ค่าเดินทาง	4.08	3.85
การศึกษาแก่บุตรหลาน	22.45	15.38
สาธารณูปโภคพื้นฐาน (ไฟฟ้า น้ำประปา)	-	11.54
บริการสาธารณสุข	16.33	11.54
การส่งเสริมอาชีพที่มีตลาดรองรับ	16.33	3.85
การดูแลป่าและการปลูกป่า	4.08	-
เจรจาประนีประนอมหนี้สิน	2.04	-

ตารางที่ 8- 6 แสดงความสามารถในการปฏิบัติหน้าที่

ความสามารถในการปฏิบัติหน้าที่	ร้อยละ
การทำแนวกันไฟป่า	27.17
การเป็นวิทยากรให้ความรู้เกี่ยวกับผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมแก่ชาวบ้าน	19.57
การลาดตระเวนและเฝ้าระวังการบุกรุกป่า	23.91
การเฝ้าระวังและการตรวจสอบคุณภาพน้ำ	15.22
เจ้าหน้าที่ต้องมีความสามารถในการดูแลรักษาผืนป่าได้	1.09
เฝ้าระวังการใช้สารเคมี	1.09
เฝ้าระวังการลักลอบตัดไม้	3.26
ฟื้นฟูพื้นที่ป่า	8.70

2. ผลการวิเคราะห์ WTA ของเกษตรกรที่อยู่ต้นน้ำ และกลางน้ำของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่ม

สำหรับการวิเคราะห์ WTA ของเกษตรกรที่อยู่ต้นน้ำและกลางน้ำของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่ม ซึ่งประกอบไปด้วย ตำบลแจ่มหลวง (หมู่ 6 บ้านแจ่มหลวง) ตำบลแม่แดด (หมู่ 4 บ้านแม่แดดน้อย) เป็นตัวแทนเกษตรกรที่อยู่ต้นน้ำ และสำหรับตำบลบ้านทับ (หมู่ 3 บ้านแม่ลองเหนือ และบ้านแม่ลองใต้ และหมู่ 10 บ้านถวน และกองกาย) และตำบลแม่นาจร (หมู่ 5 บ้านแม่นาจร) เป็นตัวแทนเกษตรกรที่อยู่กลางน้ำ อย่างไรก็ตาม เกษตรกรที่อยู่ต้นน้ำ และกลางน้ำของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่มถูกถามในฐานะของความเต็มใจในการจ่าย ภายใต้สถานการณ์สมมติ คือ เกษตรกรที่อยู่ต้นน้ำและกลางน้ำจะยินดีรับเงินสนับสนุนและช่วยเหลือจากเกษตรกรที่อยู่ปลายน้ำเพื่อดำเนินการตามนโยบายอนุรักษ์ป่าต้นน้ำ และพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่ม ผลการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

2.1 ผลการวิเคราะห์ WTA ของเกษตรกรที่อยู่ต้นน้ำของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่ม

1) ความเต็มใจยินยอมรับเพื่อการอนุรักษ์ พื้นที่ ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมในลุ่มน้ำแม่แจ่ม

จากการศึกษา พบว่า ความเต็มใจยินยอมรับค่าธรรมเนียม / สิ้นน้ำใจ / ค่าชดเชยของเกษตรกรต่อการอนุรักษ์ พื้นที่ ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมในลุ่มน้ำแม่แจ่มจะถูกแบ่งเป็น 4 กรณีดังนี้

1.1) กรณีที่มีการเสนอค่าธรรมเนียมเพื่อให้เกษตรกรดูแลรักษาทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมบริเวณต้นน้ำ จำนวน 60 บาท/ครัวเรือน/เดือน พบว่า ค่าธรรมเนียมต่ำที่สุดที่เกษตรกรยินดีรับ คือ 0 บาท (ไม่ต้องมีเงินสนับสนุนก็มีความยินดีในการดูแลรักษาทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมบริเวณต้นน้ำ) ขณะที่ค่าธรรมเนียมสูงที่สุดที่เกษตรกรต้องการรับ คือ 100 บาท/ครัวเรือน/เดือน

เกษตรกร ร้อยละ 53.3 ยินดีที่จะรับค่าธรรมเนียมที่ 60 ซึ่งในจำนวนนี้ ร้อยละ 81.3 ของเกษตรกรที่ยินดีที่จะรับค่าธรรมเนียมที่ 60 บาท/ครัวเรือน/เดือน ก็เต็มใจที่จะรับค่าธรรมเนียมเหลือ 30 บาท/ครัวเรือน/เดือน และอีกร้อยละ 18.7 ยังพอใจที่จะรับค่าธรรมเนียมที่ 60 บาท/ครัวเรือน/เดือน ซึ่งสาเหตุในการรับค่าธรรมเนียมนี้เนื่องจาก คิดว่า ตนเองเป็นผู้ใช้ประโยชน์จากจากทรัพยากรน้ำโดยตรง (ร้อยละ 29.79) ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 8-7

อย่างไรก็ตาม เกษตรกร ร้อยละ 46.7 ที่ไม่ยินดีจะรับค่าธรรมเนียม 60 บาท/ครัวเรือน/เดือน ในจำนวนนี้ร้อยละ 28.6 ยินดีที่รับค่าธรรมเนียมที่ 90 บาท/ครัวเรือน/เดือน และอีกร้อยละ 71.4 ไม่ยินดีที่จะรับค่าธรรมเนียมที่ 90 บาท/ครัวเรือน/เดือน และต้องการสูงสุด คือ 100 บาท/ครัวเรือน/เดือน เพื่อดูแลรักษาทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมบริเวณต้นน้ำ ในขณะที่เกษตรกรที่ไม่ยินดีที่จะรับค่าธรรมเนียมดังกล่าว เนื่องจาก

ไม่มั่นใจในความโปร่งใสของระบบการรับค่าธรรมเนียม หากต้องมีการดำเนินการจริง (ร้อยละ 30.77) ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 8.8

ตารางที่ 8- 7 สาเหตุในการรับค่าธรรมเนียม เพื่อการอนุรักษ์ ป่าพุ ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม

สาเหตุ	ร้อยละ
เป็นผู้ใช้ประโยชน์จากจากทรัพยากรน้ำโดยตรง	29.79
เป็นปัญหาที่ควรได้รับการแก้ไข	14.89
เข้าใจถึงความสำคัญของการดูแลรักษาทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมบริเวณต้นน้ำ	25.53
เป็นผู้ประสบกับปัญหาด้านทรัพยากรน้ำ	21.28
ต้องการรายได้เสริม	8.51

ตารางที่ 8- 8 สาเหตุที่ไม่ยอมรับค่าธรรมเนียม เพื่อการอนุรักษ์ ป่าพุ ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม

สาเหตุ	ร้อยละ
ไม่คิดว่าเป็นปัญหาที่ควรได้รับการแก้ไข	15.38
ไม่ได้เป็นผู้ประสบกับปัญหาด้านทรัพยากรน้ำ	23.08
ไม่มั่นใจในความโปร่งใสของระบบการรับค่าธรรมเนียม	30.77
ภาครัฐสมควรรับผิดชอบในการดำเนินการทั้งหมด	15.38
เนื่องจากปัจจุบันสามารถทำมาหากิน และดำรงชีวิตควบคู่กับการอนุรักษ์ผืนป่าต้นน้ำได้	7.69
มองว่าเงินไม่ใช่ปัจจัยที่จำเป็นต่อการดูแลรักษาป่าต้นน้ำ	7.69

1.2) กรณีที่มีการร้องขอให้เกษตรกรละทิ้งพื้นที่ทำกินบางส่วนเพื่อฟื้นฟูพื้นที่เหล่านั้นให้เป็นพื้นที่ป่า เกษตรกรยินดีที่จะรับค่าชดเชย 300 บาท/ครัวเรือน/เดือน เป็นระยะเวลา 20 ปี พบว่า ค่าธรรมเนียมต่ำที่สุดที่เกษตรกรยินดีรับคือ 500 บาท/ครัวเรือน/เดือน เป็นระยะเวลา 20 ปี ขณะที่ค่าธรรมเนียมสูงที่สุดที่เกษตรกร ยินดีรับได้นั้นยังไม่มีชาวบ้านที่สามารถประมาณค่าออกมาได้ ซึ่งสาเหตุที่ชาวบ้านที่ไม่ยินดีที่จะรับ ค่าธรรมเนียมดังกล่าวเนื่องมาจาก ไม่สามารถหยุดทำมาหากินได้เนื่องจากมีความจำเป็นต้องส่งเสีย เลี้ยงดูบุตร หลาน (ร้อยละ 31.71) และ การละทิ้งพื้นที่ทำมาหากินส่งผลต่อการทำมาหากินและดำรงชีวิต (ร้อยละ 31.71) ดังแสดงในตารางที่ 8-9

เกษตรกร ร้อยละ 96.7 ไม่ยินดีที่จะรับค่าธรรมเนียมน้ำ 300 บาท/ครัวเรือน/เดือน เป็นระยะเวลา 20 ปี ซึ่งทั้งหมดของเกษตรกรที่ไม่ยินดีที่จะรับค่าธรรมเนียมน้ำ 300 บาท/ครัวเรือน/เดือน เป็นระยะเวลา 20 ปี ก็ ไม่ยินดีที่จะรับค่าธรรมเนียน้ำ 450 บาท/ครัวเรือน/เดือน เป็นระยะเวลา 20 ปี เช่นเดียวกัน อย่างไรก็ตาม ใดๆก็ดี มี เกษตรกร เพียงร้อยละ 3.3 ที่ยินดีจะรับค่าธรรมเนียน้ำ 500 บาท/ครัวเรือน/เดือน เป็นระยะเวลา 20 ปี

ตารางที่ 8- 9 สาเหตุที่ไม่ยอมรับรับค่าธรรมเนียน้ำเพื่อละทิ้งพื้นที่ทำกินบางส่วน

สาเหตุ	ร้อยละ
ตนมีกรรมสิทธิ์ถือครองพื้นที่	12.2
ไม่สามารถหยุดทำมาหากินได้เนื่องจากมีความจำเป็นต้องส่งเสีย เลี้ยงดูบุตรหลาน	31.71
ไม่สามารถหยุดทำมาหากินได้เนื่องจากในครอบครัวมี ผู้สูงอายุ ผู้ป่วย หรือผู้ทุพพลภาพที่ไม่สามารถช่วยเหลือตนเองได้	19.51
ไม่มั่นใจว่าหน่วยงานที่รับผิดชอบจะสามารถทดแทนพื้นที่ และรายได้ที่สูญเสีย	21.95
มีการแบ่งพื้นที่ทำกินอย่างชัดเจนอยู่แล้ว	2.44
ไม่มั่นใจในความโปร่งใสของระบบการจ่ายค่าชดเชย	2.44
มองว่าชุมชนสามารถดูแลป่าต้นน้ำได้โดยไม่ต้องสละพื้นที่ทำกิน	7.32
การละทิ้งพื้นที่ทำมาหากินส่งผลต่อการทำมาหากินและดำรงชีวิต	31.71

1.3) กรณีที่มีการร้องขอให้เกษตรกรโยกย้ายพื้นที่อยู่อาศัยเพื่อฟื้นฟูพื้นที่เหล่านั้นให้เป็นพื้นที่ป่า โดยจากสถานการณ์สมมติเกษตรกรจะรับค่าชดเชยที่เกิดจากการละทิ้งที่อยู่อาศัย คือ 300 บาท/ครัวเรือน/เดือน เป็นระยะเวลา 20 ปี พบว่า ค่าธรรมเนียน้ำต่ำที่สุดที่เกษตรกรยินดียินดีรับนั้นยังไม่มีเกษตรกรที่สามารถประมาณค่าออกมาได้อัน เนื่องจากเกษตรกรทั้งหมดไม่ยินดีที่จะรับค่าธรรมเนียน้ำ 300 บาท/ครัวเรือน/เดือน เป็นระยะเวลา 20 ปี และไม่ยินดีที่จะรับค่าธรรมเนียน้ำ 450 บาท/ครัวเรือน/เดือน เป็นระยะเวลา 20 ปี หรือแม้กระทั่งให้เกษตรกรเสนอราคาเอง และตีมูลค่าตามราคาทรัพย์สิน เกษตรกรก็ไม่ยินดีจะโยกย้าย สาเหตุหลักคือ ไม่สะดวกในการโยกย้ายที่อยู่อาศัย ดังแสดงในตารางที่ 8-10

ตารางที่ 8- 10 สาเหตุที่ไม่ยอมรับรับค่าธรรมเนียมเพื่อโยกย้ายพื้นที่อยู่อาศัย

สาเหตุ	ร้อยละ
ตนมีกรรมสิทธิ์ถือครองพื้นที่	4.00
หน่วยงานที่เกี่ยวข้องไม่สามารถจ่ายค่าชดเชยที่ตนพอใจได้	2.00
ไม่สะดวกในการโยกย้ายที่อยู่อาศัย	36.00
มีบุตรหลานศึกษาอยู่ในพื้นที่	24.00
มีสมาชิกในครอบครัวประกอบอาชีพอยู่ในพื้นที่ (อาชีพอื่น ๆ ที่ไม่ได้บุกรุกพื้นที่)	16.00
ไม่มั่นใจว่าหน่วยงานที่รับผิดชอบจะสามารถทดแทนพื้นที่ และรายได้ที่สูญเสีย	8.00
ไม่คิดว่าการฟื้นฟูพื้นที่เหล่านี้จะสามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้	6.00
อาศัยอยู่ที่พื้นที่นี้มาตั้งแต่กำเนิดและคิดว่าการย้ายถิ่นอาศัยไม่ใช่แนวทางการแก้ปัญหา	4.00

1.4) กรณีที่มีการร้องขอให้เกษตรกรปฏิบัติหน้าที่ พื้นฟู อนุรักษ์ และดูแลรักษาพื้นที่ป่าต้นน้ำ โดยเกษตรกรจะได้รับค่าตอบแทนในการปฏิบัติหน้าที่ 70 บาท/ครัวเรือน/เดือน พบว่า ค่าธรรมเนียมต่ำที่สุดที่ยินดีรับคือ 0 บาท (ไม่ต้องมีเงินสนับสนุนก็มีความยินดีปฏิบัติหน้าที่ พื้นฟู อนุรักษ์ และดูแลรักษาพื้นที่ป่าต้นน้ำ) ขณะที่ค่าธรรมเนียมสูงที่สุดที่ชาวบ้านยินดีรับคือ 35 บาท/ครัวเรือน/เดือน

เกษตรกร ร้อยละ 60 ยินดีที่จะรับค่าธรรมเนียมที่ 70 บาท/ครัวเรือน/เดือน ซึ่งร้อยละ 72.2 ของเกษตรกรที่ยินดีที่จะรับค่าธรรมเนียมที่ 70 ก็เต็มใจที่จะรับค่าธรรมเนียมหากเหลือ 35 บาท/ครัวเรือน/เดือน และอีกร้อยละ 27.8 ยังพอใจที่จะรับค่าธรรมเนียมที่ 70 บาท/ครัวเรือน/เดือน อย่างไรก็ตาม สำหรับเกษตรกรที่ไม่ยินดีจะรับค่าธรรมเนียม 70 บาท ถึงร้อยละ 40 นั้น เป็นเพราะเกษตรกรไม่ต้องการรับค่าธรรมเนียมเหล่านั้นไม่ว่าจะเป็นจำนวนเงินเท่าไร โดยยินดีปฏิบัติหน้าที่ พื้นฟู อนุรักษ์ และดูแลรักษาพื้นที่ป่าต้นน้ำให้โดยไม่ต้องให้เงินสนับสนุน ทั้งนี้ สาเหตุที่ชาวบ้านที่ไม่ยินดีที่จะรับค่าธรรมเนียมนั้นเนื่องมาจากมีข้อจำกัดในการปฏิบัติหน้าที่ดังกล่าว ดังแสดงในตารางที่ 8-11

ตารางที่ 8- 11 สาเหตุที่ชาวบ้านที่ไม่ยินดีที่จะรับค่าธรรมเนียมเนื่องมาจากมีข้อจำกัดในการปฏิบัติ หน้าที่
ฟื้นฟู อนุรักษ์ และดูแลรักษาพื้นที่ป่าต้นน้ำ

สาเหตุ	ร้อยละ
ไม่มีความเชี่ยวชาญในการปฏิบัติหน้าที่ เพื่ออนุรักษ์ และฟื้นฟูลุ่มน้ำ	36.36
ไม่สามารถสละเวลามาปฏิบัติหน้าที่ได้	9.09
ไม่มั่นใจในความโปร่งใสของระบบการจ่ายค่าชดเชย	9.09
ไม่คิดว่าการฟื้นฟูพื้นที่เหล่านี้จะสามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้	18.18
มีการแบ่งพื้นที่ทำกินอย่างชัดเจนอยู่แล้ว	18.18
ชาวบ้านสามารถดูแลผืนป่าต้นน้ำได้เนื่องจากชุมชนมีระบบการจัดการทรัพยากรอยู่แล้ว	9.09

2.2 ผลการวิเคราะห์ WTA ของเกษตรกรที่อยู่กลางน้ำของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่ม

1) ความเต็มใจยินยอมรับของเกษตรกรที่อยู่กลางน้ำเพื่อการอนุรักษ์ ฟื้นฟู ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม

การสอบถามความเต็มใจยินยอมรับค่าธรรมเนียม / สิ้นน้ำใจ / ค่าเช่าของชาวบ้านต่อการอนุรักษ์
ฟื้นฟู ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมในลุ่มน้ำแม่แจ่มจะถูกแบ่งเป็น 4 กรณีดังนี้

1.1) กรณีที่มีการเสนอค่าธรรมเนียมเพื่อให้เกษตรกรดูแลรักษาทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมบริเวณกลาง
น้ำ จำนวน 60 บาท/ครัวเรือน/เดือน พบว่าค่าธรรมเนียมต่ำที่สุดที่เกษตรกรยินดียอมรับ คือ 60 บาท/ครัวเรือน/
เดือน ขณะที่ค่าธรรมเนียมสูงสุดที่ได้จากการสอบถามเกษตรกร ณ พื้นที่นี้ต้องการ คือ 100 บาท/ครัวเรือน/
เดือน

เกษตรกรร้อยละ 28.6 ยินดีที่จะรับค่าธรรมเนียมที่ 60 บาท/ครัวเรือน/เดือน และทั้งหมดของ
เกษตรกรที่ยินดีที่จะรับค่าธรรมเนียมที่ 60 บาท/ครัวเรือน/เดือน ไม่เต็มใจที่จะรับค่าธรรมเนียมหากลดลง
เหลือ 30 บาท/ครัวเรือน/เดือน

สำหรับเกษตรกรที่ไม่ยินดีจะรับค่าธรรมเนียม 60 บาท/ครัวเรือน/เดือน ร้อยละ 71.4 ซึ่งร้อยละ 14.3
ยินดีที่รับค่าธรรมเนียมที่ 100 บาท/ครัวเรือน/เดือน และอีกร้อยละ 85.7 ไม่ยินดีที่จะรับค่าธรรมเนียมที่ 90
บาท/ครัวเรือน/เดือน ซึ่งสาเหตุในการรับค่าธรรมเนียมนี้เนื่องมาจาก เห็นว่า เข้าใจถึงความสำคัญของการดูแล
รักษาทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมบริเวณต้นน้ำ และเป็นผู้ประสบกับปัญหาด้านทรัพยากรน้ำ (ร้อยละ 25) ดัง
ตารางที่ 8-12 ทั้งนี้ เกษตรกรไม่ได้ระบุถึงสาเหตุที่ไม่รับค่าธรรมเนียม

ตารางที่ 8- 12 สาเหตุในการรับค่าธรรมเนียมเพื่อการอนุรักษ์ พื้นที่ ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมบริเวณกลางน้ำ

สาเหตุ	ร้อยละ
เป็นผู้ใช้ประโยชน์จากจากทรัพยากรน้ำโดยตรง	20.83
เป็นปัญหาที่ควรได้รับการแก้ไข	16.67
เข้าใจถึงความสำคัญของการดูแลรักษาทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมบริเวณต้นน้ำ	25.0
เป็นผู้ประสบกับปัญหาด้านทรัพยากรน้ำ	25.0
ต้องการรายได้เสริม	12.5

1.2) กรณีที่มีการร้องขอให้เกษตรกรที่อาศัยอยู่บริเวณกลางน้ำละทิ้งพื้นที่ทำกินบางส่วนเพื่อฟื้นฟูพื้นที่เหล่านั้นให้เป็นพื้นที่ป่า เกษตรกรยินดีที่จะรับค่าชดเชยที่เกิดจากการละทิ้งพื้นที่ทำกินของท่าน 300 บาท/ครัวเรือน/เดือน เป็นระยะเวลา 20 ปี หรือไม่ ผลการศึกษา พบว่า ค่าธรรมเนียมต่ำที่สุดที่เกษตรกรส่วนน้อยยินยอมรับคือ 150 บาท/ครัวเรือน/เดือน เป็นระยะเวลา 20 ปี ขณะที่ค่าธรรมเนียมสูงสุดที่ยินดีรับได้นั้นยังไม่มีชาวบ้านที่สามารถประมาณค่าออกมาได้

เกษตรกรร้อยละ 85.7 ไม่ยินดีที่จะรับค่าธรรมเนียมน้อยกว่า 300 บาท/ครัวเรือน/เดือน เป็นระยะเวลา 20 ปี ซึ่งทั้งหมดของเกษตรกรที่ไม่ยินดีที่จะรับค่าธรรมเนียมน้อยกว่า 300 บาท/ครัวเรือน/เดือน เป็นระยะเวลา 20 ปี ก็ไม่ยินดีที่จะรับค่าธรรมเนียน้อยกว่า 450 บาท/ครัวเรือน/เดือน เป็นระยะเวลา 20 ปี เช่นเดียวกัน ซึ่งสาเหตุที่เกษตรกรที่ไม่ยินดีที่จะรับค่าธรรมเนียนั้นเนื่องจาก เห็นว่า หน่วยงานที่เกี่ยวข้องไม่สามารถจ่ายค่าชดเชยที่ตนพอใจได้ ดังแสดงในตารางที่ 8-13

ตารางที่ 8- 13 สาเหตุที่เกษตรกรที่ไม่ยินดีที่จะรับค่าธรรมเนียน้อยกว่าเพื่อละทิ้งพื้นที่ทำกินบางส่วนเพื่อฟื้นฟูพื้นที่เหล่านั้นให้เป็นพื้นที่ป่า

สาเหตุ	ร้อยละ
ตนมีกรรมสิทธิ์ถือครองพื้นที่	25.00
หน่วยงานที่เกี่ยวข้องไม่สามารถจ่ายค่าชดเชยที่ตนพอใจได้	33.33
ไม่คิดว่าการฟื้นฟูพื้นที่เหล่านั้นจะสามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้	16.67
ต้องการเก็บพื้นที่ทำมาหากินไว้ให้ลูกหลานเนื่องจากไม่มีความรู้ในการประกอบอาชีพอื่นนอกจากการทำไร่ทำสวน	8.33
มีการแบ่งพื้นที่ทำกินอย่างชัดเจนอยู่แล้ว	8.33
ไม่คุ้มค่ากับที่ทำมาหากินที่เสียไป	8.33

1.3) กรณีที่มีการร้องขอให้เกษตรกรที่อาศัยอยู่บริเวณกลางน้ำโยกย้ายพื้นที่อยู่อาศัยเพื่อฟื้นฟูพื้นที่เหล่านั้นให้เป็นพื้นที่ป่า และจะได้รับค่าชดเชยที่เกิดจากการละทิ้งพื้นที่ทำกินของท่าน 300 บาท/ครัวเรือน/เดือน เป็นระยะเวลา 20 ปี จากการศึกษา พบว่า ค่าธรรมเนียมต่ำที่สุดที่ชาวบ้านยินดีรับนั้นยังไม่มีชาวบ้านที่สามารถประมาณค่าออกมาได้นั้นเนื่องจากชาวบ้านทั้งหมดไม่ยินดีที่จะรับค่าธรรมเนียมที่ 300 บาท/ครัวเรือน/เดือน เป็นระยะเวลา 20 ปี และไม่ยินดีที่จะรับค่าธรรมเนียม 450 บาท/ครัวเรือน/เดือน เป็นระยะเวลา 20 ปี มาจากสาเหตุหลัก ดังตารางที่ 8-14 คือ ตนมมีกรรมสิทธิ์ถือครองพื้นที่ และ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องไม่สามารถจ่ายค่าชดเชยที่ตนพอใจได้

ตารางที่ 8- 14 สาเหตุที่เกษตรกรที่ไม่ยินดีที่จะรับค่าธรรมเนียมเพื่อโยกย้ายพื้นที่อยู่อาศัยเพื่อฟื้นฟูพื้นที่เหล่านั้นให้เป็นพื้นที่ป่า

สาเหตุ	ร้อยละ
ตนมมีกรรมสิทธิ์ถือครองพื้นที่	20.00
หน่วยงานที่เกี่ยวข้องไม่สามารถจ่ายค่าชดเชยที่ตนพอใจได้	20.00
ไม่สะดวกในการโยกย้ายที่อยู่อาศัย	6.67
มีบุตรหลานศึกษาอยู่ในพื้นที่	13.33
ไม่มั่นใจว่าหน่วยงานที่รับผิดชอบจะสามารถทดแทนพื้นที่ และรายได้ที่สูญเสีย	6.67
ไม่คิดว่าการฟื้นฟูพื้นที่เหล่านี้จะสามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้	13.33
อาศัยอยู่ที่พื้นที่นี้มาตั้งแต่กำเนิดและคิดว่าการย้ายถิ่นอาศัยไม่ใช่แนวทางการแก้ปัญหา	6.67
เป็นที่ดินของบรรพบุรุษ	13.33

1.4) กรณีที่มีการร้องขอให้เกษตรกรที่อาศัยอยู่บริเวณกลางน้ำปฏิบัติหน้าที่ ฟื้นฟู อนุรักษ์ และดูแลรักษา พื้นที่ป่าต้นน้ำ และจะได้รับค่าตอบแทนในการปฏิบัติหน้าที่ของท่าน 70 บาท/ครัวเรือน/เดือน พบว่า ค่าธรรมเนียมต่ำที่สุดที่ชาวบ้านยินดีรับคือ 70 บาท/ครัวเรือน/เดือน ขณะที่ค่าธรรมเนียมสูงที่สุดที่เกษตรกรยินดียอมรับได้ คือ 300 บาท/ครัวเรือน/เดือน

เกษตรกรร้อยละ 28.6 ยินดีที่จะรับค่าธรรมเนียมที่ 70 บาท/ครัวเรือน/เดือน ซึ่งทั้งหมดของเกษตรกรที่ยินดีที่จะรับค่าธรรมเนียมที่ 70 บาท/ครัวเรือน/เดือน แต่ไม่ยินดีที่จะรับค่าธรรมเนียม 35 บาท/ครัวเรือน/เดือน

สำหรับเกษตรกรที่ไม่ยินดีจะรับค่าธรรมเนียม 70 บาท/ครัวเรือน/เดือน ร้อยละ 71.4 นั้นมีเกษตรกรบางส่วนที่ยินดีที่จะรับค่าธรรมเนียม 105 บาท/ครัวเรือน/เดือน (ร้อยละ20) และอีกร้อยละ 80 ไม่ยินดีที่จะรับค่าธรรมเนียม 105 บาท/ครัวเรือน/เดือน และมีเกษตรกรส่วนน้อยที่ต้องการค่าธรรมเนียม 300 บาท/ครัวเรือน/เดือน (ร้อยละ14.3) ซึ่งสาเหตุที่ชาวบ้านที่ไม่ยินดีที่จะรับค่าธรรมเนียมนั้น ดังแสดงในตารางที่ 8-15

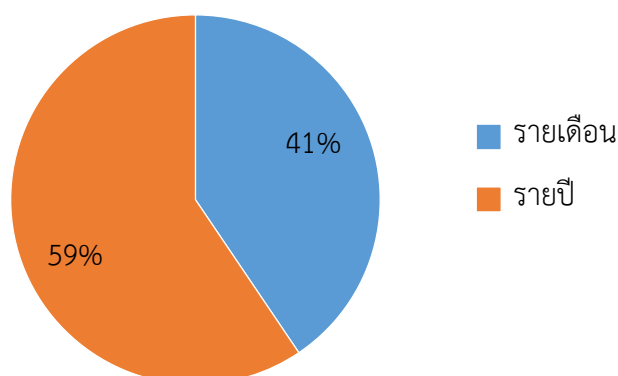
ตารางที่ 8- 15 สาเหตุที่ชาวบ้านที่ไม่ยินดีที่จะรับค่าธรรมเนียมเพื่อปฏิบัติหน้าที่ ฟันฟู อนุรักษ์ และดูแลรักษาพื้นที่ป่าต้นน้ำ

สาเหตุ	ร้อยละ
ไม่มีความเชี่ยวชาญในการปฏิบัติหน้าที่ เพื่ออนุรักษ์ และฟันฟูลุ่มน้ำ	20
ไม่สามารถสละเวลามาปฏิบัติหน้าที่ได้	20
ไม่คิดว่าเป็นหน้าที่รับผิดชอบของตน	20
การปฏิบัติหน้าที่ที่มีความเสี่ยงต่อชีวิตและทรัพย์สิน	20
ไม่คิดว่าการฟันฟูพื้นที่เหล่านี้จะสามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้	20

2) รูปแบบการรับค่าธรรมเนียมเพื่อดูแลรักษาทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมบริเวณต้นน้ำ และกลางน้ำ

จากรูปที่ 8-11 แสดงให้เห็นว่าเกษตรกรร้อยละ 59 ยินดีที่จะรับค่าธรรมเนียมเป็นรายปี หากมีการมอบค่าธรรมเนียมเพื่อดูแลรักษาทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมบริเวณต้นน้ำ และกลางน้ำ เป็นแบบรายปี และอีกร้อยละ 41 ต้องการที่จะรับค่าธรรมเนียมในแบบรายเดือน

รูปแบบการรับค่าธรรมเนียม

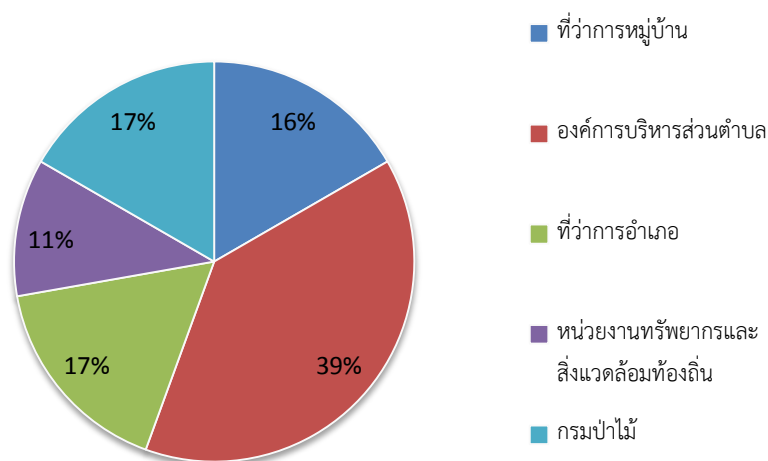


รูปที่ 8- 11 รูปแบบการรับค่าธรรมเนียมเพื่อดูแลรักษาทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมบริเวณต้นน้ำ และกลางน้ำ

2) หน่วยงาน หรือองค์กรที่ควรมีหน้าที่รับผิดชอบจัดเก็บค่าธรรมเนียมสำหรับบริเวณต้นน้ำ และกลางน้ำ

จากรูปที่ 8-12 แสดงให้เห็นว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ร้อยละ 39 ยินดีที่จะให้องค์การบริหารส่วนตำบลเป็นผู้จัดการรับผิดชอบในการมอบค่าธรรมเนียมให้กับเกษตรกรบริเวณต้นน้ำ และกลางน้ำ

หน่วยงาน หรือองค์กรที่ควรมีหน้าที่รับผิดชอบจัดการกับค่าธรรมเนียม

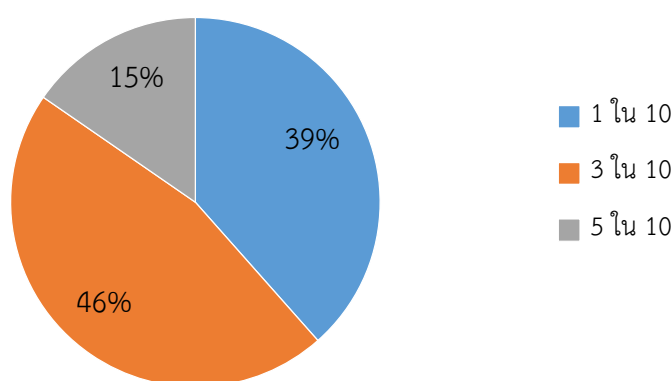


รูปที่ 8- 12 หน่วยงานที่รับผิดชอบค่าธรรมเนียม

3) สัดส่วนของการสละพื้นที่ทำกินเพื่อฟื้นฟูพื้นที่ป่า

จากรูปที่ 8-13 สัดส่วนโดยประมาณของพื้นที่ทำกินที่ชาวบ้านสามารถสละพื้นที่ทำกินได้หากมีการร้องขอให้สละพื้นที่เพื่อปลูกป่า โดยเกษตรกรส่วนใหญ่ (ร้อยละ 46) สามารถสละพื้นที่ทำกินในอัตราส่วน 3 ใน 10 ของพื้นที่ทำกินทั้งหมด

สัดส่วนของการสละพื้นที่ทำกิน

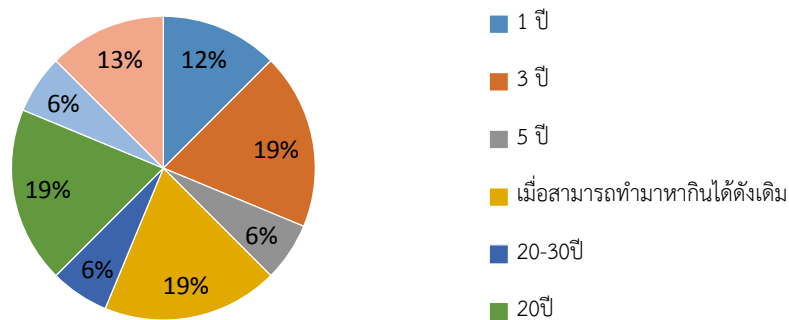


รูปที่ 8- 13 สัดส่วนของการสละพื้นที่ทำกินเพื่อฟื้นฟูพื้นที่ป่า

4) ระยะเวลาในการจ่ายค่าชดเชยกรณีที่มีการสละพื้นที่ทำกินเพื่อฟื้นฟูพื้นที่ป่า

จากรูปที่ 8-14 ระยะเวลาในการรับค่าชดเชยหากมีการร้องขอให้สละพื้นที่ทำกินเพื่อปลูกป่า โดยเกษตรกรได้ให้ความเห็นที่เท่ากันว่าหากมีสละพื้นที่ทำกิน หน่วยงานผู้รับผิดชอบควรที่จะต้องจ่ายค่าชดเชยให้กับพวกเขาเป็นระยะเวลา 3 ปี (ร้อยละ 19) 20 ปี (ร้อยละ 19) และจ่ายจนกว่าชาวบ้านจะกลับมาทำมาหากินได้ดั้งเดิม (ร้อยละ 19)

ระยะเวลาในการรับค่าชดเชย

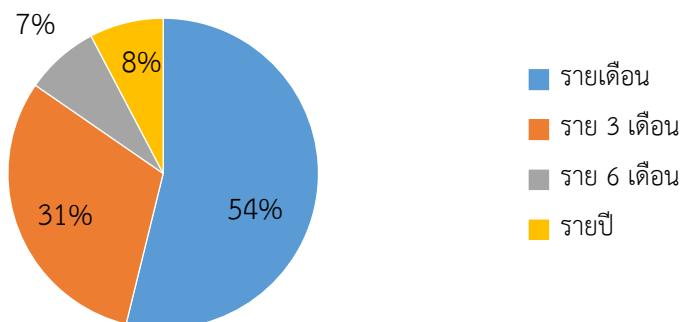


รูปที่ 8- 14 ระยะเวลาในการรับค่าชดเชยกรณีที่มีการสละพื้นที่ทำกินเพื่อฟื้นฟูพื้นที่ป่า

5) รูปแบบการจ่ายค่าชดเชยกรณีที่มีการสละพื้นที่ทำกินเพื่อฟื้นฟูพื้นที่ป่า

จากรูปที่ 8-15 แสดงให้เห็นว่า เกษตรกรร้อยละ 54 ยินดีที่จะรับค่าชดเชยเป็นรายเดือนหากมีการมอบค่าชดเชยต่อการสูญเสียพื้นที่ทำกินเพื่อฟื้นฟูพื้นที่ป่า และอีกร้อยละ 31 ต้องการที่จะรับค่าชดเชยเป็นรายปีในแบบราย 3 เดือน

รูปแบบการรับค่าชดเชย

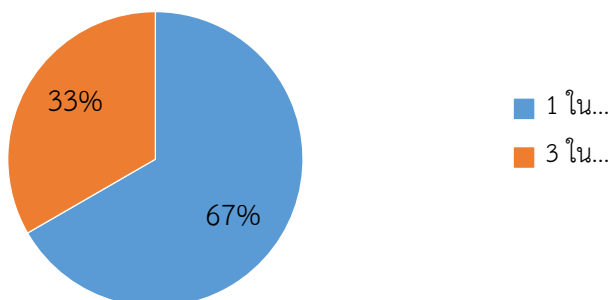


รูปที่ 8- 15 รูปแบบการรับค่าชดเชยกรณีที่มีการสละพื้นที่ทำกินเพื่อฟื้นฟูพื้นที่ป่า

6) สัดส่วนของการสละพื้นที่อยู่อาศัยเพื่อฟื้นฟูพื้นที่ป่า

จากรูปที่ 8-16 สัดส่วนโดยประมาณของพื้นที่ทำกินที่เกษตรกรสามารถสละพื้นที่อาศัยได้หากมีการร้องขอให้สละพื้นที่เพื่อปลูกป่า โดยเกษตรกรส่วนใหญ่ (ร้อยละ 67) สามารถสละพื้นที่ที่อาศัยในอัตราส่วน 1 ใน 10 ของพื้นที่ทำกินทั้งหมด

สัดส่วนของการสละพื้นที่อาศัย

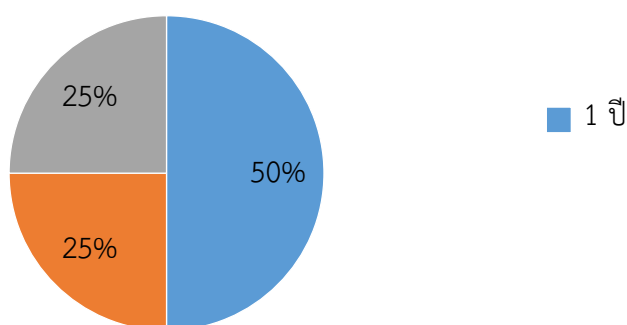


รูปที่ 8- 16 สัดส่วนของการสละพื้นที่อยู่อาศัยเพื่อฟื้นฟูพื้นที่ป่า

7) ระยะเวลาในการจ่ายค่าชดเชยกรณีที่มีการสละพื้นที่อยู่อาศัยเพื่อฟื้นฟูพื้นที่ป่า

จากรูปที่ 8-17 ระยะเวลาในการรับค่าชดเชยได้หากมีการร้องขอให้สละพื้นที่เพื่อปลูกป่า โดยเกษตรกรส่วนใหญ่ได้ให้ความเห็นว่าหากมีสละพื้นที่ทำกิน หน่วยงานผู้รับผิดชอบควรที่จะต้องจ่ายค่าชดเชยให้กับพวกเขาเป็นระยะเวลา 1 ปี (ร้อยละ 50) แต่หน่วยงานผู้รับผิดชอบต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการรื้อถอนขนย้าย และสร้างที่อยู่อาศัยใหม่โดยไม่นำไปรวมกับค่าชดเชยนี้

ระยะเวลาในการรับค่าชดเชย



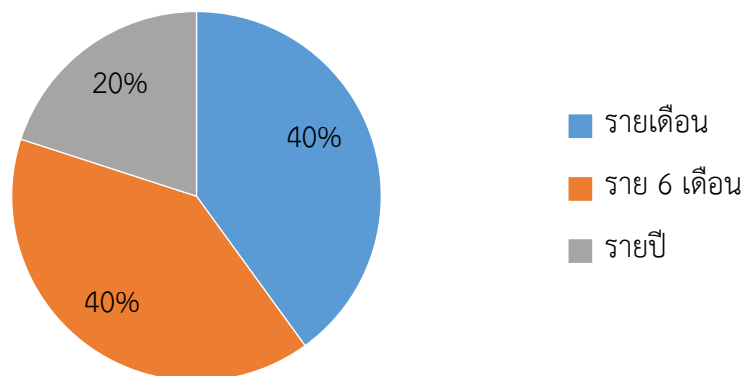
รูปที่ 8- 17 ระยะเวลาในการรับค่าชดเชยกรณีที่มีการสละพื้นที่อยู่อาศัยเพื่อฟื้นฟูพื้นที่ป่า

8) รูปแบบการจ่ายค่าชดเชยกรณีที่มีการสละพื้นที่อยู่อาศัยเพื่อฟื้นฟูพื้นที่ป่า

จากรูปที่ 8-18 แสดงให้เห็นว่าเกษตรกรร้อยละ 40 ยินดีที่จะรับค่าชดเชยเป็นรายเดือนหากมีการมอบค่าชดเชยต่อการสูญเสียพื้นที่อยู่อาศัยเพื่อฟื้นฟูพื้นที่ป่า และอีกร้อยละ 40 ต้องการที่จะรับค่าธรรมเนียมใน

แบบราย 6 เดือน ทั้งนี้หากเกิดกรณีที่เกษตรกรจะต้องสละที่ทำกิน หรือที่อยู่อาศัยนั้น เกษตรกรเองก็ต้องการให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องหรือหน่วยงานผู้ดำเนินการสนับสนุนปัจจัยดังตารางที่ 8-16 เพื่อให้เกษตรกรสามารถดำรงชีวิตได้ต่อไป

รูปแบบการรับค่าชดเชย



รูปที่ 8- 18 รูปแบบการรับค่าชดเชยกรณีที่มีการสละพื้นที่อยู่อาศัยเพื่อฟื้นฟูพื้นที่ป่า

9) ความต้องการปัจจัยสนับสนุน และความสามารถในการปฏิบัติหน้าที่

ในกรณีของการสละพื้นที่ทำกินเกษตรกรส่วนใหญ่ได้ให้ความสำคัญกับการสนับสนุนด้านการศึกษา และการส่งเสริมอาชีพเป็นหลักอันเนื่องมาจากความต้องการที่จะลดรายจ่าย และหาช่องทางเพิ่มรายได้เพื่อทดแทนรายได้ที่สูญเสียไป

สำหรับการสละที่อยู่อาศัยนั้นเกษตรกรได้ให้ความสำคัญกับการสนับสนุนที่อยู่อาศัยใหม่ให้เนื่องจากหากเกษตรกรจะต้องย้ายจริง ๆ ก็ขอให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องจัดสรรที่อยู่อาศัยที่ถาวร และถ้าเป็นไปได้ก็ขอให้อยู่ในพื้นที่ที่เกษตรกรสามารถประกอบอาชีพที่ไม่ต่างจากเดิมได้ (ตารางที่ 8-16)

ในส่วนของการปฏิบัติหน้าที่ฟื้นฟู อนุรักษ์ และดูแลรักษา พื้นที่ป่าต้นน้ำ และกลางน้ำ พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่มีความเชี่ยวชาญในการทำแนวกันไฟป่ามากที่สุด (ร้อยละ 32.65) และรองลงมาคือ การลาดตระเวนและเฝ้าระวังการบุกรุกป่า (ร้อยละ 27.55) ซึ่งหากมีการร้องขอให้จัดสรรเจ้าหน้าที่สำหรับฟื้นฟู อนุรักษ์ และดูแลรักษา พื้นที่ป่าต้นน้ำ และกลางน้ำ เกษตรกรก็พร้อมที่จะปฏิบัติหน้าที่อื่น ๆ ดังตารางที่ 8-17

ตารางที่ 8- 16 แสดงความต้องการปัจจัยสนับสนุนในกรณีต่าง ๆ

การสนับสนุน	ผลประโยชน์ที่ทำได้	ผลประโยชน์ที่สูญเสีย
พื้นที่ทำกิน	16.7	16.67
เมล็ดพันธุ์	16.7	8.33
ที่อยู่อาศัย	-	20.83
ค่าเดินทาง	9.5	12.50
การศึกษาแก่บุตรหลาน	23.8	4.17
สาธารณูปโภคพื้นฐาน (ไฟฟ้า น้ำประปา)	-	12.50
บริการสาธารณสุข	9.5	12.50
การส่งเสริมอาชีพที่มีตลาดรองรับ	23.8	12.50

ตารางที่ 8- 17 แสดงความสามารถในการปฏิบัติหน้าที่ของชาวบ้าน

ความสามารถในการปฏิบัติหน้าที่	ร้อยละ
การทำแนวกันไฟป่า	32.65
การเป็นวิทยากรให้ความรู้เกี่ยวกับผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมแก่ชาวบ้าน	21.43
การลาดตระเวนและเฝ้าระวังการบุกรุกป่า	27.55
การเฝ้าระวังและการตรวจสอบคุณภาพน้ำ	15.31
ปลูกป่า	2.04
สร้างฝาย	1.02

8.9.5 บทวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน และนโยบาย

ตามที่ได้กล่าวไว้แล้วในบทก่อนหน้านี้ เกี่ยวกับ 3 ลักษณะของการใช้ประโยชน์ที่ดิน คือ การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ การปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ และการปลูกพืชแบบผสมผสาน (พืชทางเลือก) จากข้อค้นพบ การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และการปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาเศษซากวัสดุทางเกษตร การสูญเสียธาตุอาหาร และปริมาณตะกอน ที่สูงกว่าการปลูกพืชแบบผสมผสาน นอกจากนี้ เพื่อให้เกิดการสร้างแรงจูงใจและตระหนักถึงการอนุรักษ์และห่วงแหนทรัพยากรธรรมชาติของเกษตรกรในอำเภอแม่แจ่ม จึงได้มีการวิเคราะห์ WTP ของเกษตรกรที่อยู่ปลายน้ำของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่ม ซึ่งพบว่า

เกษตรกรที่อาศัยอยู่บริเวณปลายน้ำบางส่วนมีความยินดีที่จะจ่ายค่าธรรมเนียมให้กับบุคคลที่อาศัยอยู่บริเวณต้นน้ำและกลางน้ำเพื่อให้ช่วยดูแลรักษาทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม เนื่องจากเข้าใจว่าหากทรัพยากรต้นน้ำมีความอุดมสมบูรณ์ ก็จะทำให้พื้นที่ปลายน้ำที่ตนเองอาศัยอยู่ได้รับประโยชน์ไปด้วย แม้ว่าตนเองจะมีรายได้น้อยแต่การจ่ายค่าธรรมเนียมในรูปแบบต่อครัวเรือนต่อปี อาจไม่ส่งผลกระทบต่อการใช้ชีวิตประจำวันของชาวบ้านมากนัก อย่างไรก็ตามของการจ่ายค่าธรรมเนียม (ปีที่ 2 กรณีที่มีการจ่ายจริง) เกษตรกรเองก็คาดหวังที่จะเห็นผลงาน หรือกิจกรรมที่เกิดจากเงินค่าธรรมเนียมที่เป็นรูปธรรมที่พวกเขาได้ถูกเรียกเก็บไป และถ้าเกษตรกรรู้สึกว่าการจ่ายค่าธรรมเนียมของพวกเขานั้นเกิดประโยชน์ไม่ว่าทางตรงหรือทางอ้อมเกษตรกรเองก็มีแนวโน้มที่จะเพิ่มทั้งจำนวนเงินและจำนวนครัวเรือนที่จะจ่ายค่าธรรมเนียม

ในขณะเดียวกัน การวิเคราะห์ WTA ของเกษตรกรที่อยู่ต้นน้ำ ซึ่งประกอบไปด้วย ตำบลแจ่มหลวง (หมู่ 6 บ้านแจ่มหลวง) ตำบลแม่แดด (หมู่ 4 บ้านแม่แดดน้อย) เกษตรกรได้ถูกถามในฐานะของความเต็มใจรับเงินสนับสนุนและช่วยเหลือจากเกษตรกรที่อยู่ปลายน้ำ เพื่อดำเนินการตามนโยบายอนุรักษ์ป่าต้นน้ำ และฟื้นฟูลุ่มน้ำแม่แจ่ม ผลการวิเคราะห์ พบว่า เกษตรกรไม่ยินดีที่จะรับค่าชดเชยหรือค่าตอบแทนใด ๆ เนื่องจากเกษตรกรในพื้นที่ต้นน้ำมีการถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจและความสำคัญของทรัพยากรป่าต้นน้ำจากรุ่นสู่รุ่น โดยมีหลักคิดว่าการที่ชาวบ้านจะสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้นั้น ชาวบ้านจะต้องถ้อยที่ย้อยอาศัยผืนป่า หากชาวบ้านทำลายผืนป่าก็เปรียบเสมือนการทำลายแหล่งอาหาร ที่ทำมาหากิน และที่อยู่อาศัยของตน นอกจากนี้ ชาวบ้านยังได้รับการถ่ายทอดบทเรียนจากบรรพบุรุษรุ่นก่อน ๆ ที่เคยทำไร่ ทำสวนเป็นพื้นที่ขนาดใหญ่ส่งผลให้มีการบุกรุกพื้นที่ป่าจำนวนมากในอดีต แล้วได้ประสบกับปัญหาการขาดแคลนน้ำ น้ำแล้ง ขาดน้ำอุปโภคเพื่อการทำการเกษตร น้ำบริโภค ส่งผลให้ไม่สามารถทำการเกษตรได้ต่อเนื่องจากไม่มีน้ำใช้ บรรพบุรุษในสมัยก่อนจึงได้หยุดการบุกรุก แล้วยางป่าเพื่อทำการเกษตร แล้วหันกลับมาฟื้นฟูอนุรักษ์ป่าต้นน้ำ และได้ถ่ายทอดบทเรียนนี้สู่รุ่นลูกหลานจนถึงปัจจุบัน ซึ่งนี่ก็เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ชาวบ้านบริเวณต้นน้ำมีจิตสำนึกที่ดีในการดูแลรักษาทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมบริเวณต้นน้ำ นอกเหนือจากนั้นชาวบ้านเองยังเข้าใจถึงความสำคัญของการเป็นชุมชนต้นน้ำที่จะต้องดูแลรักษาทรัพยากรให้กับชุมชนกลางน้ำ และชุมชนปลายน้ำเพื่อให้คนเหล่านั้นมีน้ำที่อุดมสมบูรณ์ในการอุปโภคบริโภค ในปัจจุบันชาวบ้านก็ได้มีมาตรการในการดูแลรักษาทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมบริเวณต้นน้ำโดยมีกลุ่มดูแลแม่น้ำที่ทำหน้าที่ในการตรวจสอบความอุดมสมบูรณ์ และเฝ้าระวังการตัดไม้ทำลายป่า การลักลอบสูบน้ำ การเผาพื้นที่เกษตรกรรม โดยจะมีการประชุมในทุก ๆ เดือน ฉะนั้นหากมีงบประมาณที่สามารถอุดหนุนกิจกรรมเหล่านี้ก็ยินดีที่จะรับโดยอาจจะนำมาสนับสนุนเป็นค่าอาหาร ค่าเดินทาง หรือแม้กระทั่งการจัดจ้างเจ้าหน้าที่เพื่อเสริมประสิทธิภาพในการเฝ้าระวังผืนป่า อย่างไรก็ตาม ชาวบ้านเองก็ยินดีที่จะทำหน้าที่ในการดูแลรักษาผืนป่าต้นน้ำแม้จะไม่มีค่าตอบแทนใด ๆ และยังมองว่าการที่ใช้งบประมาณมานั้นอาจ

ก่อให้เกิดข้อผูกมัดกับหน่วยงานผู้ให้งบประมาณ ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงมาตรการเดิมที่ชาวบ้านได้ดำเนินการอยู่ ชาวบ้านจึงให้ข้อคิดเห็นว่าหากจะมีการมอบงบประมาณก็ขอให้เป็นงบประมาณที่ไม่มีข้อผูกมัด

สำหรับการวิเคราะห์ WTA ของเกษตรกรที่อยู่กลางน้ำ ซึ่งประกอบไปด้วย ตำบลบ้านทับ (หมู่ 3 บ้านแม่ลองเหนือ และบ้านแม่ลองใต้ และหมู่ 10 บ้านถวน และ กองกาย) และตำบลแม่นาจร (หมู่ 5 บ้านแม่นาจร) เกษตรกรได้ถูกถามในฐานะของความเต็มใจในการรับ ภายใต้สถานการณ์สมมติ คือ เกษตรกรที่อยู่กลางน้ำจะยินดีรับเงินสนับสนุนและช่วยเหลือจากเกษตรกรที่อยู่ปลายน้ำ เพื่อดำเนินการตามนโยบายอนุรักษ์ป่าต้นน้ำ และฟื้นฟูลุ่มน้ำแม่แจ่ม ผลการวิเคราะห์ พบว่า เกษตรกรมีความยินดีที่จะรับค่าชดเชยในดูแลรักษาทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมบริเวณผืนป่าของตน เนื่องจากเกษตรกรในพื้นที่นี้มีความเข้าใจถึงความสำคัญของการดูแลรักษาทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมบริเวณต้นน้ำ และกลางน้ำ อีกทั้งยังเคยประสบปัญหาน้ำท่วม น้ำหลาก และน้ำแล้งมาแล้ว จึงมองว่าหากมีงบประมาณก็อาจจะมีการดูแลรักษาทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมบริเวณผืนป่าที่เป็นรูปธรรมมากขึ้น อย่างไรก็ตาม เกษตรกรส่วนใหญ่ในบริเวณนี้ไม่ยินดีที่จะรับค่าชดเชยเพื่อแลกกับการละทิ้งที่ทำกินหรือที่อยู่อาศัยอันเนื่องมาจากปัจจุบันเกษตรกรเองก็เหลือพื้นที่ทำกินอยู่เพียงเล็กน้อยประกอบกับภาระค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่จำเป็นทำให้ไม่สามารถที่จะสละพื้นที่กันได้ ส่วนการย้ายที่อยู่อาศัยนั้นเกษตรกรมองว่าแทบจะเป็นไปไม่ได้เนื่องจากตัวเกษตรกรเองหากจะต้องย้ายก็ไม่คิดว่าจะสามารถปรับตัวให้เข้ากับที่อยู่อาศัยใหม่ได้หรือไม่มากไปกว่านั้นที่ดินที่อยู่ ณ ปัจจุบันก็เป็นที่ดินของบรรพบุรุษที่อยู่กันมาอย่างยาวนาน สำหรับคำตอบแทนสำหรับการปฏิบัติหน้าที่ ฟื้นฟู อนุรักษ์ และดูแลรักษา พื้นที่ป่าต้นน้ำ นั้นเกษตรกรเองก็ให้ความเห็นว่าจำนวนเงินที่ให้นั้นอาจจะน้อยไปเมื่อเทียบกับเวลาที่จะต้องสละออกมาจากการทำไร่ ทำสวน และความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้นกับตน จึงมีเกษตรกรเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่ยินดีรับคำตอบแทนเหล่านั้น

ดังนั้น การใช้เครื่องมือทางเศรษฐศาสตร์ มาตราการอุดหนุนจากภาครัฐโดยมีเงื่อนไขกติกาในการจัดรูปที่ดินให้เหมาะสมต่อการใช้ประโยชน์ที่ดินบนพื้นที่สูง โดยเฉพาะหลักการความเต็มใจที่จะจ่าย (Willingness to Pay: WTP) และ การยอมรับได้ (Willingness to Accept: WTA) เพื่อให้คนอยู่กับป่าพึ่งพากันอย่างมีความสุข อย่างไรก็ตาม เกษตรกรส่วนใหญ่ที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่ม มีความผูกพันกับแผ่นดินทำมาหากินมาจากรุ่นสู่รุ่น ซึ่งการอนุรักษ์ทรัพยากรจึงเป็นวิถีชีวิตของเกษตรกร สิ่งทีนโยบายจากภาครัฐต้องให้ความสำคัญอย่างมาก คือ การป้องกันการขยายอิทธิพล ผูกขาดสัญญาการทำเกษตร และการควบคุมทั้งกระบวนการผลิตของกลุ่มนายทุนจากภายนอก

บทที่ 9

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

9.1 สรุป

9.1.1 ต้นทุนและรายรับ

ต้นทุนโดยรวมของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พบว่าเกษตรกรตำบลแม่แดด มีต้นทุนสูงที่สุด คือ 3,878.13 บาท/ไร่ และต่ำที่สุด คือเกษตรกรตำบลข้างเค็ง เท่ากับ 1,987.08 บาท/ไร่ สำหรับต้นทุนของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ พบว่า เกษตรกรตำบลข้างเค็ง มีต้นทุนสูงที่สุด คือ 3,520.17 บาท/ไร่ และต่ำที่สุด คือ เกษตรกรตำบลกองแขก เท่ากับ 1,071 บาท/ไร่ นอกจากนี้ ต้นทุนของเกษตรกรผู้ปลูกเกษตรผสมผสาน พบว่า เกษตรกรตำบลแม่แดด มีต้นทุนสูงที่สุด คือ 30,564.37 บาท/ไร่ และต่ำที่สุด คือ เกษตรกรตำบลท่าผา เท่ากับ 9,320 บาท/ไร่ แต่อย่างไรก็ตาม ต้นทุนของการปลูกเกษตรผสมผสานในแต่ละตำบลไม่สามารถเปรียบเทียบกันได้ เนื่องจาก ชนิดของพืชที่เกษตรกรเลือกปลูกมีความแตกต่างกัน ซึ่งส่งผลให้ต้นทุนมีความแตกต่างกันไปด้วย

เมื่อเปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทน ระหว่างข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ และเกษตรผสมผสาน พบว่าการปลูกพืชเกษตรผสมผสานให้ผลตอบแทนที่ดีกว่า คือ ได้กำไรไร่ละ 18,174.67 บาท รองลงมาเป็นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ไร่ละ 2,200.33 บาท และข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ไร่ละ 2,184.80 บาท ซึ่งมีกำไรใกล้เคียงกัน และเมื่อเปรียบเทียบ B/C ratio จะเห็นว่า การปลูกเกษตรผสมผสาน มีค่าเท่ากับ 2.04 ซึ่งมีความคุ้มค่ามากกว่าการปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ (1.94) และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (1.74) ส่วนมากพื้นที่ปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์เป็นพื้นที่ที่ไม่ไกลจากบ้านเกษตรกร ทางคมนาคมสะดวก ส่วนพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ส่วนมากเป็นพื้นที่ที่ค่อนข้างเข้าถึงลำบาก เส้นทางคมนาคมไม่สะดวก จึงทำให้มีค่าการลงทุนที่ค่อนข้างสูงกว่าข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ การปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์เป็นรูปแบบของเกษตรพันธสัญญาทั้งหมดซึ่งเกษตรกรต้องจัดการแปลงข้าวโพดตามเงื่อนไขของบริษัท อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แล้ว ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ให้ราคาต่อกรัมที่สูงกว่า แต่การดูแลและการเอาใจใส่ก็มากกว่าการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

9.1.2 ความหนาแน่นของคาร์บอนที่สะสมในดิน (Soil Organic Carbon Density; SOCD)

ความหนาแน่นของคาร์บอนที่สะสมในดินขึ้นกับระดับความสูงจากน้ำทะเล ความชื้นในดิน เนื้อดินที่เป็นดินเหนียว และ ความสามารถในการแลกเปลี่ยนโปแตสเซียม และความหนาแน่นคาร์บอนในดินมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับผลผลิตข้าวโพด ปริมาณความหนาแน่นของคาร์บอนในดินของระบบเกษตรผสมผสานส่วนใหญ่จะสูงกว่า ปริมาณความหนาแน่นของคาร์บอนที่สะสมในดินของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และข้าวโพดเมล็ดพันธุ์

9.1.3 การประเมินปริมาณผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ด้วยแบบจำลอง EPIC

การประเมินปริมาณผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ด้วยแบบจำลอง EPIC ในภาพรวม พบว่า การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศภายใต้ A2 scenarios ทั้งสองช่วงเวลา จะส่งผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ โดยในช่วงระยะแรกของปี ค.ศ. 2016-2031 ในทางตรงกันข้าม การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศภายใต้ B2 scenarios ทั้งสองช่วงเวลา จะส่งผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์

จากการประเมินอิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อปริมาณผลผลิตของเกษตรผสมผสาน ด้วยแบบจำลอง EPIC ในภาพรวม พบว่า ปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ของทั้งสองพื้นที่เปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศภายใต้ A2 scenarios ทั้งสองช่วงเวลา จะส่งผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ โดยเฉพาะในช่วงระยะแรก คือ ปี ค.ศ. 2016-2031 ในทางตรงกันข้าม การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศภายใต้ B2 scenarios ทั้งสองช่วงเวลา จะส่งผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ในขณะที่ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจะส่งผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตของมันฝรั่ง ในตำบลแม่ศึก และ ถั่วเหลือง ในตำบลบ้านทับ พบว่า ปริมาณผลผลิตของมันฝรั่ง และถั่วเหลืองจะเพิ่มขึ้นจากปีฐาน ในทุก ๆ climate scenarios แสดงให้เห็นว่า พืชที่ใช้ใช้น้ำน้อยจะไม่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เนื่องจากพืชดังกล่าวไม่ขึ้นอยู่กับปัจจัยด้านปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิเป็นหลัก แต่จะขึ้นอยู่กับปริมาณธาตุอาหารในดิน ซึ่งในการศึกษานี้ได้แสดงให้เห็นว่าปริมาณผลผลิตของพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่มมีความสัมพันธ์กับปริมาณ SOCd อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น การจัดการแปลงดินเพื่อเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน จึงเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยลดและเตรียมรับมือผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศหากปริมาณน้ำฝนลดน้อยลง และอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นได้

นอกจากนี้ จากผลการประเมินด้วยแบบจำลอง EPIC ได้แสดงให้เห็นว่า ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแบบ B2 ส่งผลให้ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ลดลง ด้วยเหตุนี้ เพื่อค้นหาแนวทางเพื่อบรรเทาผลกระทบโดยการเปลี่ยนพฤติกรรมการเพาะปลูก โดยเกษตรกร ควรเริ่มเตรียมแปลง ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม และปลูกให้เสร็จสิ้นภายในเดือนมิถุนายน โดยใส่ปุ๋ยในปริมาณที่เท่าเดิม จะส่งผลให้ปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์เพิ่มขึ้น ประมาณ 14-16% ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแบบ B2:2016-2031 และเพิ่มขึ้น ประมาณ 2-17% ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแบบ B2: 2032-2046 ทั้งนี้ปัจจัยสำคัญ คือปริมาณน้ำฝนที่เพิ่มขึ้นในช่วงเวลาดังกล่าว ส่งผลให้ลดปัจจัยจำกัดในการเจริญเติบโตของพืช ปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ในอนาคตภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการเพาะปลูก

9.1.4 การสูญเสียธาตุอาหารในดิน

ปริมาณการสูญเสียไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในพื้นที่เกษตรผสมผสานน้อยกว่าพื้นที่ที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ เพียงอย่างเดียว ทั้งในสถานการณ์ปัจจุบันและภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ ทุก ๆ scenarios

9.1.5 ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาเศษซาก

ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมจากการเผาซากวัสดุทางการเกษตรสูงที่สุดเรียงลำดับนี้ ปางหินฝน>บ้านทับ> แม่นาจร> แม่ศึก> ท่าผา> กองแขก>แม่แดด> แจ่มหลวง>ช่างเคิ่ง และไม่พบการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกหลังการเก็บเกี่ยวที่บ้านจันทร์ และจำนวนสมาชิกในครัวเรือนมีอิทธิพลในเชิงลบต่อปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก และเป็นเพียงปัจจัยเดียวที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

9.1.6 สมดุลน้ำ ปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอน

ภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่แตกต่างกันโดยให้ความสำคัญที่การเพิ่ม / ลดลงของพื้นที่การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยตั้งสมมุติฐาน 4 สมมุติฐาน คือให้มีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่การปลูกข้าวโพดเท่ากับ ร้อยละ 0 ร้อยละ 50 ร้อยละ 80 และ ปลูกไม้ยืนต้น 53.94% ป่าไม้ 28.56% และพืชอื่นๆ 17.7% ของพื้นที่ทั้งหมดภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแบบ A2 และ B2 บริเวณลุ่มน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ ด้วยแบบจำลอง SWAT

ผลการศึกษาพบว่าองค์ประกอบของสมดุลน้ำซึ่งได้มาจากผลรวมของค่าเฉลี่ยในแต่ละองค์ประกอบ น้ำท่าผิวดิน + น้ำจากการไหลด้านข้าง + น้ำไหลลงสู่ลำน้ำบาดาล - การสูญเสียจากการไหลซึม โดยพบว่าปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยทั้งหมด ของสถานการณ์การลดการปลูกข้าวโพด (ข้าวโพดลดลง 0%) และการปลูกไม้ยืนต้น 53.94% ป่าไม้ 28.56% และพืชอื่นๆ 17.7% ให้ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในทุกๆ การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศต่ำกว่าสถานการณ์ที่มีการปลูกข้าวโพดเท่าเดิม (50%) และการปลูกข้าวโพดเพิ่มขึ้น (80%) และสถานการณ์การลดการปลูกข้าวโพด (ข้าวโพดลดลง 0%) และการปลูกไม้ยืนต้น 53.94% ป่าไม้ 28.56% และพืชอื่นๆ 17.7% เกิดการสูญเสียจากการคายระเหยมากขึ้น การไหลใต้ผิวดินจากด้านข้างมากขึ้น และ การไหลลงสู่ลำน้ำบาดาลมากขึ้นกว่าสถานการณ์ที่มีการปลูกข้าวโพดเท่าเดิม (50%) และการปลูกข้าวโพดเพิ่มขึ้น (80%) เนื่องจากสถานการณ์ที่พื้นที่ป่าไม้เพิ่มขึ้น หรือไม้ยืนต้น ป่าไม้และพืชอื่นๆ เหล่านี้คายน้ำในช่วงกลางวันที่สูงกว่า สถานการณ์พื้นที่ที่ปลูกข้าวโพดเท่าเดิม หรือเพิ่มพื้นที่เป็น 80% และต้นไม้ใหญ่ช่วยชะลอการไหลของน้ำ จึงทำให้เกิดการไหลลงด้านข้าง และน้ำบาดาลสูงขึ้น

จากผลการประเมินปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนภายใต้สถานการณ์ต่างๆ ในอนาคตพบว่าเมื่อมีการเพิ่มขึ้นของพื้นที่การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จะส่งผลให้ปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนมีปริมาณสูงขึ้น และในทางกลับกันเมื่อเพิ่มพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่ปลูกไม้ผล ปริมาณตะกอนและน้ำท่าจะมีปริมาณลดลง

9.1.7 กฎหมายและมาตรการที่เกี่ยวข้อง

ประชาชนในพื้นที่แม่แจ่มมีความต้องการประเด็นต่างๆดังต่อไปนี้

1. ปัญหาที่ชาวบ้านทั้งพื้นที่ อำเภอกัลยาณิวัฒนาและอำเภอแม่แจ่มต้องการมากคือ แหล่งน้ำ ความต้องการเร่งด่วนของชุมชนกลับพบอีกว่า ชุมชนต้องการฝาย อ่างเก็บน้ำในลำห้วยสาขา ประปาหมู่บ้าน คลองส่งน้ำ ฝายน้ำล้น ประปาภูเขา ปรับปรุงอ่างเก็บน้ำ ขุดสระน้ำ สร้างฝายและลำเหมือง ฝายต้นน้ำ บ่อบาดาล และถังเก็บน้ำ ทั้งเพื่อการเกษตรในช่วงฤดูแล้ง และน้ำเพื่ออุปโภคบริโภค

2. การจัดการเรื่องที่ดิน นโยบายที่ดินการแก้ไขปัญหาที่ดินทำกินอยู่ในปัจจุบัน ทุกฝ่ายต้องร่วมมือกันอย่างจริงจังในการแก้ไขปัญหาเรื่องที่ดินทำกินในสังคมไทยอย่างแท้จริง เพราะยังไม่มีนโยบายการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรมอย่างเป็นระบบ เพื่อการกระจายการถือครองที่ดินอย่างเป็นธรรม โดยการใช้มาตรการหลายมาตรการพร้อมกันในการแก้ไขปัญหาโครงสร้างการถือครองที่ดินที่เป็นอยู่ คือการปฏิรูปที่ดินโดยชุมชน เพื่อให้ชุมชนมีส่วนร่วมในการดูแลจัดการทรัพยากรที่ดิน การจัดตั้งธนาคารเพื่อการปฏิรูปที่ดิน การจำกัดการถือครองที่ดิน รวมถึงการคุ้มครองพื้นที่เพื่อเกษตรกรรม อันจะเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการแก้ไขปัญหาเรื่องที่ดินทำกินให้กับคนยากจนได้อย่างยั่งยืน

3. การปลูกพืชที่เหมาะสมกับสภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศรวมทั้งตลาดที่จะรองรับผลผลิตประชากรในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่ม

กรณีเกษตรกรที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ประเด็นที่ต้องการคือ

- 1) การตลาดสินค้าการเกษตร, ส่งเสริมการทำเกษตรผสมผสาน
- 2) สนับสนุนเพื่อช่วยลดต้นทุนการผลิต เนื่องจาก ค่าปุ๋ย ค่ายา บริษัทเอกชน (ปี 2545-2556) เคยให้ราคาตลาดถูกกว่าปัจจุบันที่มีนายหน้าในหมู่บ้าน เช่น ค่ายาฆ่าแมลงท้องตลาดขาย 450 บาท แต่นายหน้าขาย 640 บาท (ใช้ก่อนจ่ายที่หลัง)
- 3) ประกันราคาข้าวโพด, เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดที่ได้ผลผลิตดี
- 4) ทำเกษตรพืชอื่นๆทดแทน ยากมีรายได้
- 5) อยากให้มีการประกันราคาผลผลิต ส่งเสริมการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร และส่งเสริมนวัตกรรมที่ช่วยในการเพาะปลูก
- 6) อยากให้รัฐบาลรับซื้อผลผลิตโดยตรงโดยไม่ต้องผ่านพ่อค้าคนกลาง เนื่องจากการกดราคาจากพ่อค้าคนกลางจะส่งผลต่อการผลิตสินค้าทางการเกษตรเป็นอย่างยิ่งและอยากให้มีการสร้างโรงงานในพื้นที่
- 7) อยากให้มีการกำหนดโควตาการปลูกต่อครัวเรือน จะทำให้ผลผลิตทางการเกษตรไม่ล้นตลาด ราคาผลผลิตก็จะดีขึ้น
- 8) สนับสนุนราคาข้าวโพดให้สูงขึ้น, ส่งเสริมเรื่องราคาเมล็ดพันธุ์ให้ถูกลง
- 9) อยากให้รัฐส่งเสริมต้นทุน ราคา การปลูกพืชยืนต้น ไม้ผล และมีคนมารับซื้อ

10) มีการส่งเสริมการปลูกถั่วเหลือง และพืชอื่นๆ แต่ไม่มีตลาดรองรับ

11) อยากรู้ดูแลเรื่องราคาผลผลิตทางการเกษตรให้ดีกว่านี้ จัดสรรที่ดินที่ไม่มีเอกสารสิทธิ์และเจ้าหน้าที่สำหรับการปลูกข้าวโพด

กรณีทำการทำเกษตรกรรมประเภทอื่นประเด็นที่ต้องการคือ

1) การจัดหาแหล่งน้ำ การส่งเสริมกล้าไม้หลากหลายพันธุ์ในการเพาะปลูกทั้งไว้เพื่อบริโภคและสร้างรายได้และการแจกพันธุ์พืช เช่น มะม่วง ส้มเขียวหวาน อะโวคาโด เป็นต้น

2) ปรับปรุงเส้นทางคมนาคมขนส่งให้สะดวกมากขึ้น

3) สนับสนุนการศึกษาดูงานเกี่ยวกับการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรหรือนวัตกรรมใหม่ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเกษตร และ ต้องการหน่วยงานที่ช่วยถ่ายทอดความรู้มากกว่าการออกนโยบายต่างๆ

4) สนับสนุนการปลูกพืชหมุนเวียน และส่งเสริมการปลูกพืชชนิดอื่นทดแทนที่มีราคาค่อนข้างดีและมีตลาดรองรับ

5) ส่งเสริมหรือสนับสนุนการเลี้ยงสัตว์

6) จัดตั้งกองทุนปัจจัยการผลิต เช่น ปุ๋ย ยาฆ่าแมลง เมล็ดพันธุ์ และอุปกรณ์ทางเกษตร เป็นต้น

7) สนับสนุนการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร เช่น สตอเบอร์รี่ และพัฒนา ส่งเสริม ให้เป็นอาชีพเสริมต่อไป

8) สนับสนุนวัสดุ/อุปกรณ์ในการทำปุ๋ยหมัก

9.2 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

9.2.1 นโยบายและแผนด้านป่าไม้และการจัดการเรื่องที่ดิน ควรมุ่งเน้นการอนุรักษ์และการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรป่าไม้และความหลากหลายทางชีวภาพอย่างยั่งยืน รักษาความสมดุลของระบบนิเวศ โดยแนวทางในการปฏิรูประบบการจัดการทรัพยากร ทั้งในระดับพื้นที่และระดับนโยบาย เพื่อให้เกิดความเข้าใจร่วมกันของทุกคนในสังคม และเป็นรูปธรรม คือ อาศัยอำนาจของพนักงานเจ้าหน้าที่ของกรมป่าไม้ ตามมาตรา 19 พ.ร.บ.ป่าสงวนแห่งชาติ พ.ศ.2507 ที่ระบุว่า “มาตรา 19 เพื่อประโยชน์ในการควบคุม ดูแล รักษา หรือบำรุงป่าสงวนแห่งชาติอธิบดีมีอำนาจสั่งเป็นหนังสือให้พนักงานเจ้าหน้าที่หรือเจ้าหน้าที่ของกรมป่าไม้กระทำการอย่างหนึ่งอย่างใดในเขตป่าสงวนแห่งชาติได้”

1) ที่ควรเร่งดำเนินการ คือ การระบุแนวเขตที่ชัดเจน และถูกต้องระหว่างพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติและพื้นที่ดินทำกินของเกษตรกร เนื่องจากในหลายพื้นที่ยังพบว่า เกษตรกรได้ใช้พื้นที่เหล่านั้นเพื่อทำการเกษตร ก่อนที่จะมีการประกาศแนวเขตพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติ

2) ควรเร่งผลักดันพระราชบัญญัติป่าชุมชน ให้เสร็จสิ้นโดยเร็ว และเป็นที่ยอมรับของสังคม กล่าวคือ ต้องให้อำนาจประชาชนในท้องถิ่นได้เข้ามามีส่วนร่วมกับภาครัฐในการจัดการทรัพยากรป่าไม้ในละแวกชุมชนที่อยู่อาศัยของตนเอง เนื่องจากเพียงหน่วยงานภาครัฐส่วนกลางอย่างเดียว หรือชุมชนอย่างเดียวไม่สามารถดูแลป่าได้อย่างทั่วถึง

9.2.2 นโยบายและแผนด้านการเกษตร ควรมุ่งเน้นการสร้างความพร้อมให้แก่เกษตรกรในการรับมือและปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ รักษาความมั่นคงทางอาหาร โดยเฉพาะสำหรับประชากรและครัวเรือนที่มีรายได้น้อย ส่งเสริมการจัดการที่ดินในภาคการเกษตรอย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับศักยภาพ และมีความสมดุลระหว่างการผลิตอาหารและพลังงาน ส่งเสริมการเกษตรที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และสร้างความพร้อมและโอกาสในการปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต เพิ่มมูลค่าของผลผลิต แก่เกษตรกรในการปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิตภาคการเกษตรไปสู่เกษตรคาร์บอนต่ำและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

จากข้อค้นพบของการศึกษานี้ จึงมีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

1) ควรส่งเสริมให้เกษตรกรหันมาปลูกพืชแบบผสมผสานแทนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์หรือข้าวโพดเมล็ดพันธุ์เพียงอย่างเดียว ซึ่งไม่เพียงแต่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยมีการเผาเศษซากวัสดุทางการเกษตรลดลงแล้ว ยังช่วยเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกรเพิ่มมากขึ้นอีกด้วย

2) ควรส่งเสริมระบบการเกษตรเชิงอนุรักษ์ดินและน้ำบนพื้นที่สูง เพื่อลดการชะล้างพังทลายของดิน และการสูญเสียธาตุอาหารในดิน โดยมุ่งพัฒนาเกษตรกร ให้มีความตระหนัก มีความรู้ และปฏิบัติได้อย่างจริงจังในการจัดการระบบเพาะปลูกเชิงอนุรักษ์ดินและน้ำ ตามศาสตร์พระราชชาของในหลวงรัชกาลที่ 9

3) มุ่งแก้ไขปัญหาคาความยากจนอย่างยั่งยืนและส่งเสริมการฟื้นฟูการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรป่าไม้ ดินและน้ำ มุ่งเสริมสร้างความรู้และความสามารถในการพึ่งพาตนเองให้กับเกษตรกร และส่งเสริมการแก้ไขความยากจนอย่างยั่งยืนด้วยการลดรายจ่าย ลดต้นทุนในการผลิตและการสร้างรายได้ตามการเปลี่ยนแปลงของสังคมและเศรษฐกิจ

4) เสริมสร้างศักยภาพทางการตลาดของสินค้าเกษตรบนพื้นที่สูง โดยมุ่งเน้นพัฒนา เกษตรกรผู้ประกอบการ และเจ้าหน้าที่ภาครัฐ ให้สามารถแสวงหาและเข้าถึงตลาดสินค้าได้เพื่อเป็นการขยายตลาดและตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภค

5) เสริมสร้างระบบบริหารจัดการที่ดี ส่งเสริมกระบวนการมีส่วนร่วมของทั้งหน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน และชุมชนที่เกี่ยวข้อง ให้สามารถเป็นพี่เลี้ยงให้กับเกษตรกรและชุมชนในการพัฒนากิจกรรมเพื่อการพึ่งพาตนเอง รวมทั้งพัฒนากระบวนการของชุมชนให้เอื้ออำนวยต่อความเสมอภาค และเสริมศักยภาพของชุมชนในการปรับตัวเข้ากับกระแสโลกาภิวัตน์และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

6) ควรมีหน่วยงานภาครัฐหรือสถาบันทางการเงิน เข้ามาบริหารจัดการและให้ความช่วยเหลือปัญหาหนี้สินของเกษตรกร อย่างไรก็ตาม มีการกล่าวถึงโครงการพักชำระหนี้ของ ธ.ก.ส. ตามข้อเสนอของแม่แจ่มโมเดลลัส และเตรียมเสนอเข้าคณะรัฐมนตรี ภายในเดือนธันวาคม 2561 หากโครงการพักชำระหนี้ของ ธ.ก.ส.เกิดขึ้นได้จริง จะไม่เพียงแต่การพักหนี้ แต่จะยังเป็นการช่วยฟื้นฟูและพัฒนาคุณภาพชีวิตของเกษตรกร

9.2.3 การขับเคลื่อนแผนแม่บทรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พ.ศ. 2558-2593

พื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่มมีศักยภาพเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่าแหล่งปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ในขณะที่เกษตรกรในลุ่มน้ำแม่แจ่มอยู่ในช่วงที่ต้องการความช่วยเหลือและให้ความร่วมมือในการปรับเปลี่ยนวิถีการผลิตทางการเกษตร ดังนั้นมาตรการ/กลไกต่างๆ ที่ควรดำเนินการอย่างเร่งด่วนในพื้นที่

1) การเร่งฟื้นฟูพื้นที่ป่าไม้ที่เสื่อมโทรมให้กลับอุดมสมบูรณ์และมีมาตรการ/กลไก/แรงจูงใจที่จะทำให้ชาวบ้านไม่บุกรุกพื้นที่ป่าไม้แหล่งต้นน้ำลำธาร รวมทั้งพื้นที่ป่าไม้บางพื้นที่ที่ชาวบ้านได้ส่งคืนให้กับภาครัฐควรมีมาตรการและกลไกให้เป็นที่ยอมรับและมีกฎระเบียบครอบคลุมให้ชัดเจน

2) การจัดตั้งกองทุนด้านการอนุรักษ์ป่าไม้และการดูแลรักษาสภาพสิ่งแวดล้อมให้สอดคล้องกับการเยียวยาในกรณีที่ชาวบ้านต้องมีการปรับเปลี่ยนบทบาทมาเป็นผู้ดูแลป่าไม้

3) การส่งเสริมให้เกิดการแข่งขันการเป็นชุมชนเศรษฐกิจพอเพียง ชุมชนสังคมคาร์บอนต่ำ มีการติดตามข้อมูลและประกาศให้ได้รับทราบทั้งในระดับท้องถิ่นและระดับประเทศเพื่อให้เกิดความภาคภูมิใจและเป็นชุมชนตัวอย่างที่พื้นที่อื่นๆ ควรเอาเป็นต้นแบบ

4) การลดและหรือการไม่เผาเศษซากหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตทางการเกษตร รัฐควรใช้กลไกในระดับพื้นที่ โดยที่ผู้ใหญ่บ้าน ผู้นำชุมชน และหรือเจ้าหน้าที่ในท้องถิ่นเป็นผู้ที่ใกล้ชิดกับชาวบ้านมากที่สุด ความหลากหลายของชนเผ่า ความเชื่อทางวัฒนธรรม ดังนั้นการชี้แจงและการมีมาตรการกดดันทางสังคมจะได้รับการยอมรับมากกว่าการที่รัฐใช้คำสั่งลงไปในพื้นที่และขาดการชี้แจงและขาดการทำงานอย่างต่อเนื่อง

5) การพัฒนาระบบประกันภัยจากปัจจัยทางภูมิอากาศ ควรมีการร่วมมือกับภาคเอกชนในการพัฒนาและนำกลไกการบริหารจัดการความเสี่ยงรูปแบบต่างๆ มาใช้ในการจัดการความเสี่ยงจากภูมิอากาศอย่างเหมาะสมเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการรองรับและปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งสอดคล้องกับความต้องการการสนับสนุนด้านนโยบายและความช่วยเหลือจากหน่วยงานภาครัฐที่ได้จากการสำรวจในพื้นที่ศึกษา ที่เกษตรกรสะท้อนว่า ควรมีการประกันราคาสินค้าเกษตร

9.2.4 กลไกเชิงเศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์ WTP ของเกษตรกรที่อยู่ปลายน้ำของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่ม ซึ่งพบว่า เกษตรกรที่อาศัยอยู่บริเวณปลายน้ำบางส่วนมีความยินดีที่จะจ่ายค่าธรรมเนียมให้กับบุคคลที่อาศัยอยู่บริเวณต้นน้ำและกลางน้ำ เพื่อให้ช่วยดูแลรักษาทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม เนื่องจากเข้าใจว่าหากทรัพยากรต้นน้ำมีความอุดมสมบูรณ์ ก็จะทำให้พื้นที่ปลายน้ำที่ตนเองอาศัยอยู่ได้รับประโยชน์ไปด้วย แม้ว่าตนเองเองจะมีรายได้น้อยแต่การจ่ายค่าธรรมเนียมในรูปแบบต่อครัวเรือนต่อปี อาจไม่ส่งผลกระทบต่อการใช้ชีวิตประจำวันของชาวบ้านมากนัก อย่างไรก็ตาม ในปีที่ 2 กรณีที่มีการจ่ายจริง) เกษตรกรเองก็คาดหวังที่จะเห็นผลงาน หรือกิจกรรมที่เกิดจากเงินค่าธรรมเนียมที่เป็นรูปธรรมที่พวกเขาได้ถูกเรียกเก็บไป และถ้าเกษตรกร

รู้สึกว่าการจ่ายค่าธรรมเนียมของพวกเขานั้นเกิดประโยชน์ไม่ว่าทางตรงหรือทางอ้อมเกษตรกรเองก็มีแนวโน้มที่จะเพิ่มทั้งจำนวนเงินและจำนวนครัวเรือนที่จะจ่ายค่าธรรมเนียม

ในขณะเดียวกัน การวิเคราะห์ WTA ของเกษตรกรที่อยู่ต้นน้ำ ซึ่งประกอบไปด้วย ตำบลแจ่มหลวง (หมู่ 6 บ้านแจ่มหลวง) ตำบลแม่แดด (หมู่ 4 บ้านแม่แดดน้อย) เกษตรกรได้ถูกถามในฐานะของความเต็มใจรับเงินสนับสนุนและช่วยเหลือจากเกษตรกรที่อยู่ปลายน้ำ เพื่อดำเนินการตามนโยบายอนุรักษ์ป่าต้นน้ำ และฟื้นฟูลุ่มน้ำแม่แจ่ม ผลการวิเคราะห์ พบว่า เกษตรกรไม่ยินดีที่จะรับค่าชดเชยหรือค่าตอบแทนใด ๆ เนื่องจากเกษตรกรในพื้นที่ต้นน้ำมีการถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจและความสำคัญของทรัพยากรป่าต้นน้ำจากรุ่นสู่รุ่น โดยมีหลักคิดว่าการที่ชาวบ้านจะสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้นั้น ชาวบ้านจะต้องถ้อยทีถ้อยอาศัยผืนป่า หากชาวบ้านทำลายผืนป่าก็เปรียบเสมือนการทำลายแหล่งอาหาร ที่ทำมาหากิน และที่อยู่อาศัยของตน นอกจากนี้ ชาวบ้านยังได้รับการถ่ายทอดบทเรียนจากบรรพบุรุษรุ่นก่อน ๆ ที่เคยทำไร่ ทำสวนเป็นพื้นที่ขนาดใหญ่ส่งผลให้มีการบุกรุกพื้นที่ป่าจำนวนมากในอดีต แล้วได้ประสบกับปัญหาการขาดแคลนน้ำ น้ำแล้ง ขาดน้ำอุปโภคเพื่อการทำการเกษตร น้ำบริโภค ส่งผลให้ไม่สามารถทำการเกษตรได้ต่อเนื่องจากไม่มีน้ำใช้ บรรพบุรุษในสมัยก่อนจึงได้หยุดการบุกรุก ผั้วถางป่าเพื่อทำการเกษตร แล้วหันกลับมาฟื้นฟูอนุรักษ์ป่าต้นน้ำ และได้ถ่ายทอดบทเรียนนี้สู่รุ่นลูกหลานจนถึงปัจจุบัน ซึ่งนี่ก็เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ชาวบ้านบริเวณต้นน้ำมีจิตสำนึกที่ดีในการดูแลทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมบริเวณต้นน้ำ นอกเหนือจากนั้นชาวบ้านเองยังเข้าใจถึงความสำคัญของการเป็นชุมชนต้นน้ำที่จะต้องดูแลรักษาทรัพยากรให้กับชุมชนกลางน้ำ และชุมชนปลายน้ำเพื่อให้คนเหล่านั้นมีน้ำที่อุดมสมบูรณ์ในการอุปโภคบริโภค ในปัจจุบันชาวบ้านก็ได้มีมาตรการในการดูแลทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมบริเวณต้นน้ำโดยมีกลุ่มดูแลแม่น้ำที่ทำหน้าที่ในการตรวจสอบความอุดมสมบูรณ์ และเฝ้าระวังการตัดไม้ทำลายป่า การลักลอบสูบน้ำ การเผาพื้นที่เกษตรกรรม โดยจะมีการประชุมในทุก ๆ เดือน ฉะนั้นหากมีงบประมาณที่สามารถอุดหนุนกิจกรรมเหล่านี้ก็ยินดีที่จะรับโดยอาจจะนำมาสนับสนุนเป็นค่าอาหาร ค่าเดินทาง หรือแม้กระทั่งการจัดจ้างเจ้าหน้าที่เพื่อเสริมประสิทธิภาพในการเฝ้าระวังผืนป่า อย่างไรก็ตาม ชาวบ้านเองก็ยินดีที่จะทำหน้าที่ในการดูแลรักษาผืนป่าต้นน้ำแม้จะไม่มีค่าตอบแทนใด ๆ และยังมองว่าการที่ใช้งบประมาณมานั้นอาจก่อให้เกิดข้อผูกมัดกับหน่วยงานผู้ให้งบประมาณ ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงมาตรการเดิมที่ชาวบ้านได้ดำเนินการอยู่ ชาวบ้านจึงให้ข้อคิดเห็นว่าหากจะมีการมอบงบประมาณก็ขอให้เป็นงบประมาณที่ไม่มีข้อผูกมัด

สำหรับการวิเคราะห์ WTA ของเกษตรกรที่อยู่กลางน้ำ ซึ่งประกอบไปด้วย ตำบลบ้านทับ (หมู่ 3 บ้านแม่ลองเหนือ และบ้านแม่ลองใต้ และหมู่ 10 บ้านถวน และ กองกาย) และตำบลแม่นาจร (หมู่ 5 บ้านแม่นาจร) เกษตรกรได้ถูกถามในฐานะของความเต็มใจในการรับ ภายใต้สถานการณ์สมมติ คือ เกษตรกรที่อยู่กลางน้ำจะยินดีรับเงินสนับสนุนและช่วยเหลือจากเกษตรกรที่อยู่ปลายน้ำ เพื่อดำเนินการตามนโยบายอนุรักษ์ป่าต้นน้ำ และฟื้นฟูลุ่มน้ำแม่แจ่ม ผลการวิเคราะห์ พบว่า เกษตรกรมีความยินดีที่จะรับค่าชดเชยในดูแลรักษาทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมบริเวณผืนป่าของตน เนื่องจากเกษตรกรในพื้นที่นี้มีความเข้าใจถึงความสำคัญของการดูแลรักษาทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมบริเวณต้นน้ำ และกลางน้ำ อีกทั้งยังเคยประสบปัญหาน้ำท่วม น้ำ

หลากหลาย และน้ำแล้งมาแล้ว จึงมองว่าหากมีงบประมาณก็อาจจะมี การดูแลรักษาทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม บริเวณผืนป่าที่เป็นรูปธรรมมากขึ้น อย่างไรก็ตาม เกษตรกรส่วนใหญ่ในบริเวณนี้ไม่ยินดีที่จะรับค่าชดเชยเพื่อแลกกับการละทิ้งที่ทำกินหรือที่อยู่อาศัยอันเนื่องมาจากปัจจุบันเกษตรกรเองก็เหลือพื้นที่ทำกินอยู่เพียงเล็กน้อย ประกอบกับภาระค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่จำเป็นทำให้ไม่สามารถที่จะสละพื้นที่ที่กินได้ ส่วนการย้ายที่อยู่อาศัยนั้น เกษตรกรมองว่าแทบจะเป็นไปไม่ได้เนื่องจากตัวเกษตรกรเองหากจำเป็นต้องย้ายก็ไม่คิดว่าจะสามารถปรับตัวให้ เข้ากับที่อยู่อาศัยใหม่ได้หรือไม่มากกว่านั้นที่ดินที่อยู่ ณ ปัจจุบันก็เป็นที่ดินของบรรพบุรุษที่อยู่กันมาอย่าง ยาวนาน สำหรับค่าตอบแทนสำหรับการปฏิบัติหน้าที่ พื้นฟู อนุรักษ์ และดูแลรักษา พื้นที่ป่าต้นน้ำ นั้น เกษตรกรเองก็ให้ความเห็นว่าจำนวนเงินที่ให้นั้นอาจจะน้อยไปเมื่อเทียบกับเวลาที่จะต้องสละออกมาจากการ ทำไร่ ทำสวน และความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้นกับตน จึงมีเกษตรกรเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่ยินดีรับค่าตอบแทน เหล่านั้น

เอกสารอ้างอิง

- กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2558. แผนที่เสี่ยงภัยดินถล่มระดับชุมชน ตำบลแม่ศึก อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่
- กฤษฎา บุญชัย. 2556. ป่าชุมชนกับทิศทางปฏิรูปโครงสร้างสังคมที่ยั่งยืนและเป็นธรรม ในป่าชุมชนไทย ระวี ถาวร (บรรณาธิการ) ศูนย์วนศาสตร์ชุมชนเพื่อคนกับป่า (RECOFTC) บริษัทดูมายเบส จำกัด
- เกริก ปั่นเหน่งเพชร วินัย ศรวัต สมชาย บุญประดับ สุกิจ รัตนศรีวงษ์ สหัชชัย คงทน สมปอง นิลพันธ์ ชิชณฺษา บุตดาบุญ กิ่งแก้ว คุณเขต อิศระ พุทธสีมา ปรีชา กาเพชร แคทรียา เอกอุ้น วิภารัตน์ ดำริห์มิตรสกุล. 2552. ผลกระทบของภาวะโลกร้อนต่อการผลิตข้าว อ้อย มันสำปะหลังและข้าวโพดของประเทศไทย รายงานฉบับสมบูรณ์ของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว)
- เขมรัฐ เถลิงศรี และสิทธิเดช พงศ์กิจวรสิน. 2555. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ กลไกสู่ความเหลื่อมล้ำในระดับท้องถิ่น กรณีศึกษา: ห่วงโซ่การผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ อ.เวียงสา จ.น่าน. โครงการสู่สังคมเสมอหน้าการศึกษา โครงสร้างความมั่งคั่ง โครงสร้างอำนาจ เพื่อการปฏิรูป. คณะเศรษฐศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- คณะกรรมการสิทธิมนุษยชนแห่งชาติ. 2560. ข้อเสนอแนะฯ ตามรัฐธรรมนูญ แห่งราชอาณาจักรไทย พุทธศักราช ๒๕๖๐ มาตรา ๒๔๗ (๓). <http://www.nhrc.or.th/getattachment/>
- คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ ม.มหิดล. 2551. ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศต่อ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม นครปฐม
- จิจินตนา สุขมณี. 2553. การรับรู้และการจัดการความเสี่ยงของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ปีการเพาะปลูก 2552. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (วิทยานิพนธ์)
- ธีรไชย แจ้งไพร. 2553. <http://region3.prd.go.th/Environment/index.php/2010-09-21-08-22-15/34-2010-12-07-09-17-47.html> (เข้าถึงเมื่อวันที่ 22 เมษายน 2559)
- ธัญธรณ์ จิตอรรณ. 2553. การประเมินปริมาณการกร่อนดินและปริมาณสารเคมีในตะกอนดินบริเวณพื้นที่ ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ตำบลน้ำซุน อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยใช้แบบจำลองทาง คณิตศาสตร์ CREAMS. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (วิทยานิพนธ์)

- ธีระพงษ์ เปรมพินิจ. 2545. การวิเคราะห์ผลกระทบของการปฏิบัติตามพันธกรณีข้อตกลงสินค้าเกษตร ต่อความต้องการข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และอุตสาหกรรมไก่เนื้อในประเทศไทย. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (วิทยานิพนธ์)
- นิพนธ์ พลับเจริญสุข. 2547. การวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จำแนกตามวิธีการเขตกรรม ในจังหวัดสระแก้ว ปีการผลิต 2545/46. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- บัณฑิตา ชันดีสิทธิ์ และ อรอนงค์ วรรณราช. 2557. SWAT (Soil and Water Assessment Tool) เอกสารประกอบการอบรมการใช้โปรแกรม ARCSWAT 2012.
- เบญจพรรณ เอกะสิงห์ พฤกษ์ ยิบมันตะสิริ และกุศล ทองงาม. 2544. ศักยภาพการผลิตและความต้องการของเกษตรกรในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในแหล่งปลูกสำคัญของประเทศไทย ปีการผลิต 2543 เอกสารประกอบการบรรยายประชุมวิชาการข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ ครั้งที่ 30. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. น.336-357.
- ปิยะวัฒน์ วุฒิชัยกิจเจริญ, เจริญ สารตัน. การประเมินปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำแม่แจ่ม โดยใช้แบบจำลอง SWAT. การประชุมวิชาการวิศวกรรมแหล่งน้ำ แห่งชาติ ครั้งที่ 5. 5 – 6 กันยายน 2013; โรงแรมเลอเมอริเดียน เชียงราย รีสอร์ท.
- พิมพ์พิชชา ทานา. 2555. ปัจจัยที่กำหนดการตัดสินใจปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ แบบมีและไม่มีพันธสัญญาในอำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- พุดพิงค์ นวกิจบำรุง และ อัจรา รักยุติธรรม. 2557. เกษตรในเขตป่า: การเมืองเชิงพื้นที่ภายใต้วาทกรรมการอนุรักษ์และพัฒนา บทความนำเสนอในงานประชุมวิชาการ “สังคมเปลี่ยนผ่าน/เปลี่ยนผ่านสังคม: 50 ปี สังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่” 15-16 กุมภาพันธ์ 2557 ณ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- ยุพรัตน์ จันทรแก้ว. 2553. ต้นทุนและผลตอบแทนของการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ตามนโยบายของรัฐบาล โครงการจัดตั้งนิคมการเกษตรพืชอาหารและพลังงานทดแทน : กรณีศึกษาสมาชิกสหกรณ์นิคมแม่สวดจำกัด อำเภอแม่สวด จังหวัดตาก. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- วัชรภรณ์ บุญเจริญ. 2553. การศึกษาการแทรกแซงราคาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในจังหวัดเชียงใหม่. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. (วิทยานิพนธ์)

วรรณทร พลภาณุมาศ รุจ ศิริสัญลักษณ์ และเสาวลักษณ์ แยมหมื่นอาจ .2557. การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในภาคเหนือกับปัญหามลพิษหมอกควัน. วารสารสัตว์ศาสตร์แห่งประเทศไทย 1(2), 20-36.

วสันต์ ปัญญาแก้ว (บรรณาธิการ). 2559. ข้าวโพดแม่แจ่ม รายงานสรุปผลโครงการการศึกษาความเป็นไปได้ในการบริหารจัดการชีวมวลเหลือใช้จากการปลูกและแปรรูปข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในอำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่. เชียงใหม่: ศูนย์วิจัยและบริการวิชาการ คณะสังคมศาสตร์ ร่วมกับ ศูนย์วิจัยเทคโนโลยีพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

วสุรัตน์ แซ่โง้ว. 2554. การวิเคราะห์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงนโยบายของรัฐ และปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เป็นจริง. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (วิทยานิพนธ์)

วิศิษฐ์ ลิ้มสมบุญชัย นงนุช ปรมาคม และอัจฉรา ปทุมนากุล. 2545. การวิเคราะห์ระบบธุรกิจการเกษตรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของจังหวัดลพบุรี. ลพบุรี: คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตลพบุรี

สำนักข่าวรัฐบาลไทย. 2559. www.thaigov.go.th/index.php/th/news-ministry/2012-08-15-09-44-34/item/101325-สร-ชีแนวน้อมผู้ป่วยผลกระทบหมอกควันจังหวัดภาคเหนือเพิ่ม-กำชับพื้นที่ดูแลกลุ่มเสี่ยงใกล้ชิด?tmpl=component&print=1 (เข้าถึงเมื่อวันที่ 22 เมษายน 2559)

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2559. แผนพัฒนาการเกษตรในช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564) กรุงเทพฯ

สงัด แดงอ่อน. 2550. การผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของเกษตรกร ในเขตลุ่มน้ำห้วยแม่ต้า อำเภอลอง จังหวัดแพร่. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. (วิทยานิพนธ์)

สธิระ อุดมศรี ขนิษฐศรี อุ้นตระกูล สุมิตรา วัฒนา. 2547. การกำหนดลักษณะของชุดดินที่จัดตั้งในภาคกลางของประเทศไทย จำแนกใหม่ตามระบบอนุกรมวิธานดิน 2546. เอกสารวิชาการฉบับที่ 520. สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ 144 หน้า

สหัชชัย คงทน และคณะ .2547. ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกต่อการผลิตข้าวโพด อ้อยและมันสำปะหลัง ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย: พื้นที่ศึกษา จังหวัดขอนแก่น (Impact of climate change on maize sugarcane and cassava production in N.E. Thailand : Study

area at Khon Kaen province).

http://research.start.or.th/climate/index.php?option=com_remository&Itemid=26&func=select&id=13.

สิทธิเดช พงศ์วรสิน และเขมรัฐ เถลิงศรี. 2555. กลไกความเลื่อมล้ำในระดับท้องถิ่น กรณีศึกษา: ห่วงโซ่การผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ อ. เวียงสา จ. น่าน คณะเศรษฐศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สุชน ตั้งทวีพัฒน์ และ คณะ. 2555. หมู่บ้านข้าวโพดลดหมอกควัน ภาควิชาสัตวศาสตร์และสัตว์น้ำ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

สุเพชร จิระจรกุล. 2552. เรียนรู้ระบบภูมิสารสนเทศด้วยโปรแกรม ArcGIS Desktop 9.3.1. นนทบุรี สำนักพิมพ์ เอส.อาร์. พรินติ้ง แมสโปรดักส์

ศุภกร ชินวรรณ. 2549. การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยในอนาคต: ผลสรุปจากการจำลองสถานการณ์ *อนาคต* โดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ Conformal Cubic Atmospheric Model (CCAM) กรุงเทพมหานคร ศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์ วิจัย และฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลกแห่งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศุภกร ชินวรรณ และ คณะ. 2552. โครงการ "การจำลองสภาพภูมิอากาศสำหรับประเทศไทยและพื้นที่ข้างเคียง" : รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ ศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์ วิจัยและฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลกแห่งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว)

ศูนย์ศึกษาการค้าระหว่างประเทศ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย: <http://www.thai-aec.com/74#ixzz47HhcT2qE>: 22 มีนาคม 2555)

ศูนย์อุทกวิทยาลพพรสถานภาคเหนือตอนบน กรมชลประทาน. ตารางข้อมูลน้ำท่ารายเดือน ลุ่มน้ำภาคเหนือตอนบน [อินเทอร์เน็ต]. 2017 [เข้าถึงเมื่อ 2017 มิถุนายน 16]. เข้าถึงได้จาก <https://www.hydro-1.com/>

Andreae, M.O., Merlet, P. 2001. Emission of trace gases and aerosols from biomass burning. *Global Biogeochemical Cycles*, 15, 955-966.

Arnold, Jeff & Moriasi, Daniel & Gassman, Philip & C. Abbaspour, K & White, Michael & Srinivasan,

- R & Santhi, C & D. Harmel, R & van Griensven, Ann & Van Liew, Michael & Kannan, Narayanan & Jha, Manoj. (2012). SWAT: Model use, calibration, and validation. American Society of Agricultural and Biological Engineers, 55 (4), 1491-1508.
- Allen, R.G., Pereira, L.S., Rase, D., Smith, M. 1998. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop requirements. FAO irrigation and drainage paper no. 56. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
- Arnold, J.G., Srinivasan, R., Muttiah, R.S., Williams, J.R. 1998. Large Area Hydrologic Modeling and Assessment Part I: Model Development. Journal of The American Water Resources Association. Vol 34 No.1.
- Bouraoui, F., Benabdallah, S., Jrad, A., Bidoglio, G. 2005. Application of the SWAT model on the Medjerda river basin (Tunisia). Physics and Chemistry of the Earth 30: 497–507.
- Confalonieri, R., Bocchi, S. 2005. Evaluation of CropSyst for simulating the yield of flooded rice in northern Italy, Eur. J. Agron. 23, 315–326.
- Crutzen, P.J., Heidt, L.E., Krasnec, J.P., Pollock, W.H., Seiler, W. 1979. Biomass burning as a source of atmospheric gases: CO, H₂, N₂O, NO, CH₃Cl and COS. Nature, 282, 253-256.
- Dengiz, O. 2013. Land suitability assessment for rice cultivation based on GIS modeling. Turk J Agric For 37, 326-334.
- Dudgeon, D. 2000. Large-scale hydrological changes in tropical Asia: prospects for riverine biodiversity. BioScience 50 (9), 793–806.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2008. Climate change and food security. Rome

- Farooq, M., Hussain, M., Wahid, A., Siddique, K.H.M. 2012. Drought Stress in Plants: An Overview. In Aroca R. (ed.), *Plant Responses to Drought Stress*, DOI: 10.1007/978-3-642-32653-0_1, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- IPCC. 1996. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories; Reference Manual (Volume 3). IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.
- IPCC. 2007. Fourth assessment report: Climate change 2007: Synthesis report.
- Gleick, P.H. 2003. Global freshwater resources: soft-path solutions for the 21st century. *Science* 302 (28), 1524–1528.
- Hanjra, M.A., Qureshi, M. E. 2010. Global water crisis and future security in an era of climate change. *Food Policy* 35, 365-377.
- Jenkins, B.M., Jones, D., Turn, S.Q., Williams, R.B. 1996. Particle Concentrations, Gas-Particle Partitioning, and Species Interrelations for Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH) Emitted During Biomass Burning. *Atmospheric Environment* Vol. 30, No. 22, 3825-3835.
- Khan, S., Hanjra, M.A. 2008. Sustainable land and water management policies and practices: a pathway to environmental sustainability in large irrigation systems. *Land Degradation and Development* 19 (3), 469–487.
- Lai, R. 1996. Climate Change, soil Carbon Dynamics, and Global Food Security. In Lai, R., Uphoff N., Stewart, A.B. and Hanson, O.D. 2005. *Climate Change and Global Food Security*. Florida: CRC Press.113-143.
- Lee, D.S., Atkins D.H.F. 1994. Atmospheric ammonia emission from agricultural waste combustion, *Geophysical Research Letters*, 21, 281–284.
- Li, Y., Yingchun, Huang, H., Ju, H., et al. 2015. Assessing vulnerability and adaptive capacity to potential drought for winter-wheat under the RCP 8.5 scenario in the Huang-Huai-Hai

plain. Agriculture, Ecosystem and Environment,
<http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2015.03033>.

Lin, E., Xiong, W., Ju, H., Xu, Y., Li, Y., Bai, L., Liyong, X. 2005. Climate change impacts on crop yield and quality with CO₂ fertilization in China. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 360, 2149–2154.

McLaughlin, N.A., Rudra, R.P., Ogilvie, J.R. 2006. Simulation of nitrate loss in tile flow for central Canadian conditions. *Canadian Biosystems Engineering* 48, 1-14.

Miraglia, M., Marvin, H.J.P., Kleter, G.A., Battilani, P., Brera, C., Coni, E. et al. 2009. Climate change and food safety: An emerging issue with special focus on Europe. *Food and Chemical Toxicology* 47,1009–1021.

Molden, D., Oweis, T.Y., Steduto, P., Kijne, J.W., Hanjra, M.A., Bindraban, P.S., Bouman, B.A.M., Cook, S., Erenstein, O., Farahani, H., Hachum, A., Hoogeveen, J., Mahoo, H., Nangia, V., Peden, D., Sikka, A., Silva, P., Turral, H., Upadhyaya, A., Zwart, S. 2007. Pathways for increasing agricultural water productivity. In: Molden, D. (Ed.), *Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture, Water for Food, Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture*. International Water Management Institute, London: Earthscan, Colombo.

Monteith, J.L. 1996. The quest for balance in crop modeling. *Agron. J.* 88, 695-697.

Neitsch, S.L., Arnold, J.G., Kiniry, J.R., Srinivasan, R., Williams. J.R., 2004. Soil and Water Assessment Tool Input/Output File Documentation Version 2005. Grassland, Soil and Water Research Laboratory Agricultural Research Service. Texas.

Neitsch, S.L., Arnold, J.G., Kiniry, J.R., Srinivasan, R., Williams. J.R., 2005. Soil and Water Assessment Tool Theoretical Documentation Version 2005. Grassland, Soil and Water Research Laboratory Agricultural Research Service. Texas.

- Priya, S., Shibasaki, R. 2001. National spatial crop yield simulation using GISbased crop production model. *Ecological Modelling*, 136 (2-3), 113.
- Priya, S., Shibasaki, R., Shiro, O. 1998. Modeling Spatial Crop Production: A GIS approach, *Proceedings of the 19th Asian Conference on Remote Sensing*, 16-20 Nov, 1998 held at Manila. A-9-1 to A-9-6.
- Ramanarayanan, T.S., Williams, J.R., Dugas, W.A., Hauck, L.M., McFarland, A.M.S. 1997. Using APEX to identify alternative practices for animal waste management. ASAE Paper No. 97-2209. St. Joseph, MI: ASABE.
- Ren, X. 2007. Agricultural Vulnerability to Drought in Southern Alberta: A Quantitative Assessment, University of Lethbridge, Canada.
- Roloff, G., de Jong, R., Nolin, M.C. 1998. Crop yield, soil temperature and sensivity of EPIC under central-eastern Canadian conditions. *Canadian Journal of Soil Science* 78(3), 431-439.
- Sarker, A.R., Alam, K., Gow, J. 2012. Exploring the relationship between climate change and rice yield in Bangladesh: An analysis of time series data. *Agricultural Systems*, 112, 11–16.
- Shah, T., Bhatt, S., Shah, R.K., Talati, J. 2008. Groundwater governance through electricity supply management: assessing an innovative intervention in Gujarat, western India. *Agricultural Water Management* 95 (11), 1233–1242.
- Sharpley, A.N., Williams, J.R. (eds.). 1990. EPIC-Erosion/Productivity Impact Calculator: Z 1. Model Document. US. Dep. Agric. Tech. Bull. No. 1768.
- Tan, G., Shibasak, R. 2003. Global estimation of crop productivity and the impact of global warming by GIS and EPIC integration. *Ecological model* 168, 357-70.
- Tripathi, M.P., Panda, R.K., Raghuwanshi N.S. 2003. Identification and Prioritisation of Critical

Sub-watersheds for Soil Conservation Management using the SWAT Model.

Biosystems Engineering 85(3): 365–379.

Turn, S.Q., Jenkins, B.M., Chow, J.C., Pritchett, L.C., Campbell, D., Cahill, T., Whalen, S.A. 1997.

“Elemental characterization of particulate matter emitted from biomass burning” Wind tunnel derived source profiles for herbaceous and wood fuels. *Journal of Geophysical Research*, 102, 3683-3699.

Turner, B.L., Kasperson, R.E., Matson, P.A., et al. 2003. A framework for vulnerability analysis in sustainability science. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* 100(14):8074-8079.

<http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1231335100>.

Van der Veide, M., Tubiello, F.N., Vrieling, A., Bouraoul F. 2012. Impact of extreme weather on wheat and maize in France: evaluating regional crop simulations against observed data. *Climate Change* 113, 751-765.

Williams, J.R. 1995. The EPIC model. In *Computer Models of Watershed Hydrology*. V. P. Singh, ed. Highlands Ranch, Colo.:Water Resources Publications.

Williams, J.R., Jones, C.A., Dyke, P.T. 1984. A modelling approach to determining the relationship between erosion and soil productivity. *Trans. ASAE* 27(1):129–144.

Williams, J.R. 1990. The erosion-productivity impact calculator (EPIC) model: a case history. *Phil. Trans. R. Soc. Land. B* 329: 421- 428.

Williams, J.R., Wang, E., Meinardus, A., Harman, W.L., Atwood, S.M., Jay, D. 2006. EPIC USERS GUIDE v. 0509.

Xiaobo, J., Huang, C., Ruan, F. 2008. Impacts of Land Cover Changes on Runoff and Sediment in the Cedar Creek Watershed, St. Joseph River, Indiana, United States. *Journal of Mountain Science* 5:113-121.

- Yohe, G. W., Lasco, R. D., Ahmad, Q. K., Arnell, N. W., Cohen, S. J., Hope, C., et al. 2007. Perspectives on climate change and sustainability. In Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P., van der Linden, P.J., Hanson, C.E. (Eds.), *Climate change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability, contribution of working group ii to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*. Cambridge and New York: Cambridge University Press. 811–841.
- Zhang, Y., Zhao, Y.C., Shi, X.Z., Lu, X.X., Yu, D.S., Wang, H.J., Sun, W.X., Darilek, J.L. 2008. Variataion of soil organic carbon estimates in mountain regions: a case study from Southwest China, *Geoderma* 146, 449-456.

ภาคผนวก ก

ค่า bulk density (g/cm³) และความชื้นในดิน

ID Grid	หลุมที่	ตัวอย่างที่	Elevation (m asl)	Bulk density (g/cm ³)	Soil moisture (%)
901 (1)	1	1.1 - 1	1,238 (± 2)	1.15	8.93
		1.1 - 2	1,276 (± 2)	1.44	7.13
		1.1 - 3	1,135 (± 2)	1.47	10
	2	1.2 - 1		1.56	
		1.2 - 2		1.47	
		1.2 - 3		1.71	
	3	1.3 - 1		1.61	
		1.3 - 2		1.68	
		1.3 - 3		1.65	
902 (2)	4	2.1 - 1	1,151 (± 2)	1.31	12.4
		2.1 - 2	1,216 (± 2)	1.52	17.23
		2.1 - 3		1.60	
	5	2.2 - 1		1.42	
		2.2 - 2		1.80	
		2.2 - 3		1.72	
903 (3)	6	3 - 1	1,071 (± 2)	1.82	32.07
		3 - 2		1.84	
		3 - 3		1.79	
904 (4)	7	4.1 - 1	1,332 (± 3)	1.53	16.43
		4.1 - 2		1.47	
		4.1 - 3		1.31	
	8	4.2 - 1	1,322 (± 2)	1.33	15.83
		4.2 - 2		1.45	
		4.2 - 3		1.43	
101 (5)	9	5 - 1	624 (± 2)	1.83	6.43
		5 - 2		1.87	
		5 - 3		1.93	

ID Grid	หลุมที่	ตัวอย่างที่	Elevation (m asl)	Bulk density (g/cm ³)	Soil moisture (%)
102 (6)	10	6 - 1	748 (± 2)	1.28	6.53
		6 - 2		1.60	
		6 - 3		1.70	
103 (7)	11	7 - 1	645 (± 3)	1.48	18.57
		7 - 2		1.74	
		7 - 3		1.75	
104 (8)	12	8.1 - 1	652 (± 2)	1.45	10.57
		8.1 - 2		1.52	
		8.1 - 3		1.25	
	13	8.2 - 1	557 (± 2)	1.44	7.3
		8.2 - 2		1.64	
		8.2 - 3		1.36	
105 (9)	14	9 - 1	611 (± 2)	1.49	5.1
		9 - 2		1.62	
		9 - 3		1.69	
911 (10)	15	10 - 1	1,160 (± 2)	1.28	13.37
		10 - 2		1.58	
		10 - 3		1.14	
111 (11)	16	11.1 - 1	504 (± 2)	1.42	10.8
		11.1 - 2		1.63	
		11.1 - 3		1.63	
	17	11.2 - 1	507 (± 2)	1.54	4.73
		11.2 - 2		1.36	
		11.2 - 3		1.47	
912 (12)	18	12.1 - 1	1,436 (± 2)	1.07	7.83
		12.1 - 2		1.30	
		12.1 - 3		1.26	
	19	12.2 - 1	1,399 (± 2)	1.23	20.4
		12.2 - 2		1.27	
		12.2 - 3		1.19	

ID Grid	หลุมที่	ตัวอย่างที่	Elevation (m asl)	Bulk density (g/cm ³)	Soil moisture (%)
912 (12)	20	12.3 - 1	1,255 ($\pm$ 2)	1.64	38.8
		12.3 - 2		1.57	
		12.3 - 3		1.63	
112 (13)	21	13.1 - 1	542 ($\pm$ 2)	1.68	11.13
		13.1 - 2		1.96	
		13.1 - 3		1.92	
	22	13.2 - 1	627 ($\pm$ 2)	1.29	8.1
		13.2 - 2		1.48	
		13.2 - 3		1.77	
113 (14)	23	14.1 - 1	633 ($\pm$ 3)	1.24	5.9
		14.1 - 2		1.43	
		14.1 - 3		1.41	
	24	14.2 - 1	714 ($\pm$ 2)	1.53	1.73
		14.2 - 2		1.59	
		14.2 - 3		1.69	
	25	14.3 - 1	848 ($\pm$ 3)	1.18	6.7
		14.3 - 2		1.32	
		14.3 - 3		1.27	
	26	14.4 - 1	877 ($\pm$ 3)	1.25	14.5
		14.4 - 2		1.46	
		14.4 - 3		1.47	
114 (15)	27	15 - 1	531 ($\pm$ 3)	1.46	5.53
		15 - 2			
		15 - 3			
115 (16)	28	16 - 1	528 ($\pm$ 3)	1.34	12.53
		16 - 2		1.60	
		16 - 3		1.69	
116 (17)	29	17.1 - 1	523 ($\pm$ 2)	1.64	8.7
		17.1 - 2		1.74	
		17.1 - 3			

ID Grid	หลุมที่	ตัวอย่างที่	Elevation (m asl)	Bulk density (g/cm ³)	Soil moisture (%)
	30	17.2 - 1	498 (± 2)	1.55	5.8
		17.2 - 2		1.47	
		17.2 - 3		1.94	
	31	17.3 - 1	550 (± 2)	1.53	4.3
		17.3 - 2		1.44	
		17.3 - 3			
	32	18.1 - 1	792 (± 3)	1.42	8.27
		18.1 - 2		1.59	
		18.1 - 3		1.58	
	33	18.2 - 1	678 (± 2)	1.55	16.57
117 (18)		18.2 - 2		1.55	
		18.2 - 3		1.71	
	34	19.1 - 1	859 (± 3)	1.44	26.83
		19.1 - 2		1.79	
		19.1 - 3		1.69	
913 (19)	35	19.2 - 1	835 (± 2)	1.81	39.53
		19.2 - 2		1.57	
		19.2 - 3		1.50	
	36	20.1 - 1	919 (± 2)	1.71	46.1
		20.1 - 2		1.83	
		20.1 - 3		1.77	
914 (20)	37	20.2 - 1		1.64	
		20.2 - 2	1,013 (± 2)	1.59	26.87
		20.2 - 3		1.39	
	38	20.3 - 1	1,133 (± 2)	1.52	7.4
		20.3 - 2		1.41	
		20.3 - 3		1.53	
	39	20.4 - 1	890 (± 4)	1.81	34.77
		20.4 - 2		1.88	
		20.4 - 3		1.97	

ID Grid	หลุมที่	ตัวอย่างที่	Elevation (m asl)	Bulk density (g/cm ³)	Soil moisture (%)
914 (20)	40	21.1 - 1	1,036 ($\pm$ 2)	1.43	36.37
		21.1 - 2		1.52	
		21.1 - 3		1.72	
	41	21.2 - 1	965 ($\pm$ 2)	1.45	25.6
		21.2 - 2		1.73	
915 (21)		21.2 - 3		1.50	
	42	21.3 - 1	815 ($\pm$ 2)	1.45	22.2
		21.3 - 2		1.72	
		21.3 - 3		1.61	
	43	22.1 - 1	1,043 ($\pm$ 2)	1.47	24
		22.1 - 2		1.40	
		22.1 - 3		1.61	
	44	22.2 - 1		1.26	
		22.2 - 2	1,031 ($\pm$ 2)	1.58	18.53
916 (22)		22.2 - 3		1.60	

ภาคผนวก ข

การเก็บตัวอย่างดิน



1.1 แปลงเกรฟคุดเบอร์รี่



1.1 ดิน



1.2 มะเขือเทศ



1.2 ดิน



1.3 ข้าวไร่



1.3 ดิน



4.1 มันฝรั่ง



4.1 ดิน



7.1 ข้าวโพด



7.1 ดิน



10 พื้นที่ลาดชันสูง



10 ดิน

ภาคผนวก ค

การสัมภาษณ์



บ้านแจ่มหลวง



หอมแดง บ้านช้างเคื่อง



บ้านวัดจันทร์



บ้านกองแขก



บ้านต่อเรือ



อบต และ ทหาร สนธิกำลังดูแลเรื่องไฟฟ้า



แม่แดด



บ้านช่างเคิ่ง



ไฮไล้ข้าวโพด แม่นาจร



สตอร์เบอร์รี่ ใกล้เคียงโครงการหลวงปางอุ๋ง



บ้านทับ



ปางหินฝน

ภาคผนวก ง

1. การเปรียบเทียบ output ที่เสนอในข้อเสนอโครงการและที่ได้จริง

เดือน	กิจกรรม (activities)	Output ที่เสนอในข้อเสนอโครงการ	Output ที่ ได้จริง
6 เดือนที่ 1	กิจกรรมตาม วัตถุประสงค์ข้อที่ 1	1. ข้อมูลจากการสำรวจภาคสนามที่ถูกต้อง และ ครบถ้วน 2. ผลการประเมินผลผลิต ต้นทุนและผลตอบแทนของ การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ และ เกษตรกรผสมผสาน ในปัจจุบัน 3. ผลการประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจาก การเผาเศษซากจากการเผาเศษซากวัสดุทางการเกษตร ในปัจจุบัน	1. 100% 2. 100% 3. 100%
6 เดือนที่ 2	กิจกรรมตาม วัตถุประสงค์ข้อที่ 2, 3 และ 4	1. ผลการประเมินผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพ อากาศภายใต้สถานการณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคต แบบ A2 และ B2 Scenarios ต่อผลผลิตข้าวโพดเลี้ยง สัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ และเกษตรกรผสมผสาน การชะ ล้างพังทลายของหน้าดิน และการสูญเสียธาตุอาหาร (ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส) ของแต่ละรูปแบบการใช้ ประโยชน์ที่ดิน 2. ประเมินผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ ภายใต้สถานการณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคตแบบ A2 และ B2 Scenarios ต่อสมมูลน้ำ 3. ผลการประเมินผลกระทบของแต่ละนโยบายต่อ เกษตรกรในแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน 4. รายละเอียดข้อค้นหาเชิงเปรียบเทียบ รวมถึง ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายเพื่อบรรเทาปัญหาผลกระทบ จากการทำการเกษตรในที่สูง และช่วยในการวางแผน การใช้ที่ดินในอนาคตให้ดียิ่งขึ้น	1. 100% 2. 100% 3. 100% 4. 100%

2. กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการนำผลจากโครงการไปใช้ประโยชน์

2.1 โครงการวิจัยสามารถผลิตนักศึกษาปริญญาโท 1 คน คือ นายกานต์พงศ์ ดวงพัศตรา

2.2 คณะผู้วิจัยกำลังเขียน manuscript สำหรับเป็นบทความวิชาการเผยแพร่ โดยคาดว่าจะส่งไป

ตีพิมพ์

ภาคผนวก จ

หน่วยงาน/มูลนิธิที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่ม

1. มูลนิธิโครงการหลวง ดำรงลักษณะงานในความมุ่งหมายเดิมของโครงการหลวง ถือเป็นโครงการส่วนพระองค์ในการดำเนินการพัฒนาเกษตรที่สูงสืบทอดเจตนารมณ์ที่เคยมีมา โดยมีวัตถุประสงค์

- 1) เพื่อวิจัยและพัฒนาองค์ความรู้ที่เหมาะสมต่อสภาพภูมิสังคมบนพื้นที่สูง
- 2) เพื่อพัฒนาชุมชนบนพื้นที่สูงให้มีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นและพึ่งพาตนเองได้
- 3) เพื่อส่งเสริม ปันฟู และอนุรักษ์สภาพแวดล้อมให้มีความสมบูรณ์
- 4) เพื่อส่งเสริมและพัฒนากิจการหลังการเก็บเกี่ยวและการตลาดสินค้าโครงการหลวง
- 5) เพื่อพัฒนาโครงการหลวงให้เป็นศูนย์การเรียนรู้การพัฒนาพื้นที่สูงอย่างยั่งยืนใหม่เพื่อชีวิตและความเป็นอยู่ของชาวเขา และปันฟูป่าต้นน้ำลำธาร

2. สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) หรือ สวพส. จัดตั้งขึ้นเนื่องจากรัฐบาลมีนโยบายที่จะสนับสนุนงานโครงการหลวงและขยายผลงานโครงการหลวงในการพัฒนาเศรษฐกิจสังคมและสิ่งแวดล้อมบนที่สูงของประเทศไทยให้เกิดผลสัมฤทธิ์อย่างยั่งยืน โดยมีพระราชกฤษฎีกาจัดตั้งสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) มีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 15 ตุลาคม 2548 โดยมีวิสัยทัศน์ คือ เป็นองค์กรที่มุ่งมั่นการวิจัยและพัฒนาเพื่อสนับสนุนงานโครงการหลวงและขยายผลโครงการหลวง เพื่อให้เกิดการพัฒนาพื้นที่สูงอย่างยั่งยืน

3. กรมวิชาการเกษตร ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพการเกษตร จังหวัดเชียงใหม่ สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง เป็นองค์กรที่ทำหน้าที่ในการขับเคลื่อนการพัฒนาพื้นที่สูงอย่างยั่งยืน เน้นสนับสนุนภารกิจของโครงการหลวง เพื่อให้เกิดการพัฒนาอย่างบูรณาการและเกิดความสมดุลทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย ยุทธศาสตร์สำคัญ 3 ยุทธศาสตร์ คือยุทธศาสตร์การวิจัย และพัฒนา ยุทธศาสตร์การถ่ายทอดความรู้ และเสริมสร้างความเข้มแข็งของชุมชน และยุทธศาสตร์การเสริมสร้างประสิทธิภาพการบริหารจัดการ โดยมีจุดเด่นการดำเนินงานในการสนับสนุนงานโครงการหลวงและการขยายผลความสำเร็จของโครงการหลวงไปยังพื้นที่สูงส่วนใหญ่ของประเทศภายใต้แผนยุทธศาสตร์สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง

ในพื้นที่ อ. แม่แจ่ม มีศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพการเกษตรจังหวัดเชียงใหม่ (เกษตรที่สูง) ปางอุ๋ง รับผิดชอบส่งเสริมเกษตรกรในเขตโครงการหลวง 1,061 ครัวเรือน พื้นที่การเกษตร 5,863 ไร่ รับผิดชอบส่งเสริมการเกษตรในพื้นที่โครงการพระราชดำริอมพาย โครงการรักษาน้ำเพื่อพระแม่แผ่นดินลุ่มน้ำแม่ปิงน้อย และ รับผิดชอบพื้นที่สูงของอำเภอแม่แจ่ม

ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพการเกษตรจังหวัดเชียงใหม่ (เกษตรที่สูง) วัดจันทร์รับผิดชอบส่งเสริมเกษตรกรในเขตโครงการหลวง 891 ครัวเรือน พื้นที่การเกษตร 8,080 ไร่ รับผิดชอบส่งเสริมการเกษตรในพื้นที่โครงการพระราชดำริเสาแดง และ รับผิดชอบพื้นที่สูงของอำเภอแม่ออน ดอยสะเก็ด และอำเภอกัลยาณิวัฒนา

ยุทธศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง

1 ยุทธศาสตร์ การเกษตร

ประกอบด้วย 5 ยุทธศาสตร์ คือ

- 1) สร้างความเข้มแข็งให้กับเกษตรกรและสถาบันเกษตรกร โดยเน้นการขยายผลการทำการเกษตรตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง ส่งเสริมการทำเกษตรกรรมยั่งยืนให้เห็นผลในทางปฏิบัติ โดยเฉพาะการทำเกษตรแบบผสมผสาน เกษตรทฤษฎีใหม่ และเกษตรอินทรีย์ ซึ่งจะช่วยเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกร
- 2) เพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการสินค้าเกษตรตลอดโซ่อุปทาน สนับสนุนการจัดการองค์ความรู้ด้านโลจิสติกส์สินค้าเกษตรและโซ่อุปทานให้กับเกษตรกร สถาบันเกษตรกร และผู้ประกอบการ ธุรกิจเกษตรส่งเสริมการเพิ่มมูลค่าสินค้าเกษตรโดยนำภูมิปัญญาท้องถิ่นมาสร้างเรื่องราว (Story) ให้กับสินค้าเกษตรและชุมชน เพื่อเป็นจุดขาย สร้างความเป็นเอกลักษณ์ อัตลักษณ์ของสินค้าเกษตร สนับสนุนการจัดตั้งศูนย์กลางและพัฒนาระบบตลาดสินค้าเกษตร เสริมสร้างความมั่นคงทางอาหารอย่างยั่งยืน
- 3) เพิ่มความสามารถในการแข่งขันภาคการเกษตรด้วยเทคโนโลยีและนวัตกรรม โดยกำหนดกรอบงานวิจัยและสร้างนวัตกรรมให้สอดคล้องกับความต้องการของพื้นที่ พัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศการเกษตร และสร้างการเชื่อมโยงของข้อมูลอย่างเป็นระบบ รวมถึงส่งเสริมการนำงานวิจัยเทคโนโลยี และนวัตกรรมมาใช้ประโยชน์เน้นการเข้าถึงเทคโนโลยีการเกษตรของเกษตรกรรายย่อยและกลุ่มเกษตรกร
- 4) การบริหารจัดการทรัพยากรการเกษตรและสิ่งแวดล้อมอย่างสมดุลและยั่งยืน สนับสนุนกิจกรรมเกษตรเชิงอนุรักษ์เพื่อคงความสมดุลของทรัพยากรธรรมชาติ ส่งเสริมการเกษตรที่เป็นมิตรต่อ

สิ่งแวดล้อม บริหารจัดการทรัพยากรน้ำ และพื้นที่ทำกินทางการเกษตร และสร้างภูมิคุ้มกันทาง
การเกษตรต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

5) พัฒนาระบบบริหารจัดการภาครัฐ

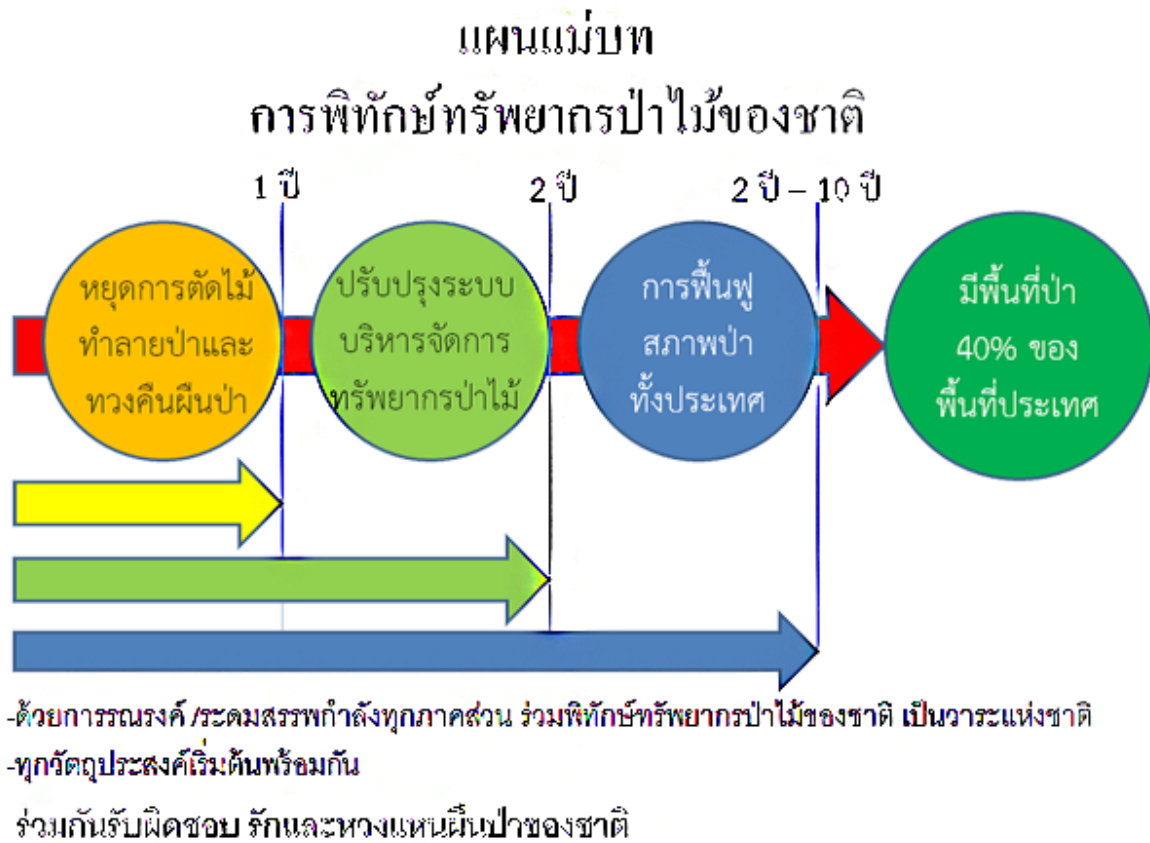
จากยุทธศาสตร์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ภาครัฐได้ดำเนินการจัดทำซึ่งมีเป้าหมาย ในการเพิ่มผลผลิตให้
สอดคล้องกับความต้องการใช้ในประเทศและรองรับความต้องการของ ตลาดต่างประเทศ โดย
การเพิ่มปริมาณผลผลิตเป็น 6.18 ล้านตันในปี 2562 และเป็น 7.4 ล้านตัน ในปี 2569 จากการ
ลดพื้นที่ป่าเป็นการส่งเสริมให้มีการเพาะปลูกข้าวโพดในพื้นที่ ที่เหมาะสมในเขตชลประทาน จึงเห็น
ควรเป็นแนวทางในการสนับสนุนภาคการส่งออกให้มี ปริมาณเพิ่มขึ้นตามสัดส่วนผลผลิตที่คาดว่าจะ
เพิ่มขึ้น (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร 2559)

นโยบายการบริหารจัดการที่ดินของรัฐ คณะกรรมการนโยบายที่ดินของรัฐ (คทช.)

ยุทธศาสตร์ที่ 1 ด้านการรักษาความสมดุลทางธรรมชาติ การอนุรักษ์และการใช้ประโยชน์ที่ดินและ
ทรัพยากรดินอย่างยั่งยืน

เพื่อให้การแก้ไขปัญหาสำคัญ อาทิ การทำลายทรัพยากรป่าไม้ การบุกรุกที่ดินของรัฐ ได้รับการแก้ไข
นำไปสู่การบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน คณะรักษาความสงบแห่งชาติ (คสช.) ได้มอบให้กอง
อำนวยการรักษาความมั่นคงภายในราชอาณาจักร (กอ.รมน.) ร่วมกับกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและ
สิ่งแวดล้อม จัดทำแผนแม่บทการพิทักษ์ทรัพยากรป่าไม้ของชาติขึ้นเพื่อพิทักษ์รักษาทรัพยากรป่าไม้ให้สมบูรณ์
พื้นที่ป่าไม้ของประเทศไทยไม่น้อยกว่าร้อยละ 40 ของพื้นที่ประเทศภายใน 10 ปี โดยแผนแม่บทกำหนด
เป้าหมายเพื่อ

1. หยุดยั้งการตัดไม้ทำลายป่าและทวงคืนผืนป่าจากผู้บุกรุกครอบครองให้ได้ตามที่เป้าหมายกำหนดไว้
ภายใน 1 ปี
2. จัดให้มีระบบบริหารจัดการทรัพยากรป่าไม้อย่างมีประสิทธิภาพ ประสิทธิผล และยั่งยืนภายใน 2 ปี
3. พื้นฟูสภาพป่าในพื้นที่ป่าเป้าหมายทั่วทั้งประเทศให้มีสภาพที่สมบูรณ์ภายใน 2 – 10 ปี



รูปที่ 1 แผนแม่บทการพิทักษ์ทรัพยากรป่าไม้ของชาติ

ที่มา: นโยบายการบริหารจัดการที่ดินของรัฐ คณะกรรมการนโยบายที่ดินของรัฐ (คทช.)

โดย “ยุทธศาสตร์การพิทักษ์ทรัพยากรป่าไม้” แบ่งออกเป็น 4 ประเด็นยุทธศาสตร์และกำหนดกลยุทธ์ในแต่ละประเด็นยุทธศาสตร์ รวม 17 กลยุทธ์ดังนี้

1. ประเด็นยุทธศาสตร์ที่ 1 ผนึกกำลังป้องกันและปราบปรามการบุกรุกทำลายทรัพยากรป่าไม้
 - 1.1 กลยุทธ์ “หยุดยั้งการบุกรุกทำลายทรัพยากรธรรมชาติ”
 - 1.2 กลยุทธ์ “จัดตั้งหน่วยเฉพาะกิจป้องกันและปราบปรามการตัดไม้ทำลายป่า”
 - 1.3 กลยุทธ์ “ส่งเสริมการมีส่วนร่วมในการป้องกันและปราบปรามการตัดไม้ทำลายป่า”
 - 1.4 กลยุทธ์ “ยึดคืนพื้นที่ป่า ยับยั้งการบุกรุกป่า และแก้ปัญหาป่าบุกรุกคน โดยใช้ ภาพถ่ายทางอากาศเป็นหลักฐานหลักร่วมกับ หลักฐานอื่นที่เกี่ยวข้อง”
2. ประเด็นยุทธศาสตร์ที่ 2 ปลูกจิตสำนึกรักผืนป่าของแผ่นดิน

2.1 กลยุทธ์ “กำหนดให้การแก้ไขปัญหาค้นหาการบุกรุกตัดไม้ทำลายป่าเป็นวาระแห่งชาติ”

2.2 กลยุทธ์ “จัดตั้งองค์กรแนวร่วมภาคประชาชนเพื่อปลูกจิตสำนึก”

2.3 กลยุทธ์ “ปลูกจิตสำนึกให้เจ้าหน้าที่ที่มีความภาคภูมิใจในการปฏิบัติงาน”

3. ประเด็นยุทธศาสตร์ที่ 3 ปฏิรูประบบการพิทักษ์ทรัพยากรป่า

3.1 กลยุทธ์ “ปรับปรุงระบบการพิทักษ์ทรัพยากรป่าไม้”

3.2 กลยุทธ์ “พิจารณาจัดตั้งหน่วยงานด้านการบริหารจัดการป่าไม้ทั้งระดับจังหวัดและอำเภอ”

3.3 กลยุทธ์ “จัดทำแนวเขตทรัพยากรป่าไม้ทุกประเภทให้เป็นแนวเดี่ยวที่ชัดเจน”

3.4 กลยุทธ์ “จำแนกเขตการใช้ประโยชน์ทรัพยากรและที่ดินป่าไม้ (Zoning)”

3.5 กลยุทธ์ “ปรับปรุงกฎหมายและระเบียบที่เป็นอุปสรรคในการพิทักษ์ทรัพยากรป่าไม้”

4. ประเด็นยุทธศาสตร์ที่ 4 ปั่นฟูและดูแลรักษาป่าอย่างยั่งยืน

4.1 กลยุทธ์ “จัดระบบการดูแลรักษาทรัพยากรป่าไม้อย่างยั่งยืนโดยการมีส่วนร่วมกับประชาชน”

4.2 กลยุทธ์ “จัดระบบการปลูกไม้เศรษฐกิจของประเทศเพื่อทดแทนความต้องการและลดการบุกรุกตัดไม้ทำลายป่า”

4.3 กลยุทธ์ “ให้คนอยู่กับป่าพึ่งพากันอย่างมีความสุข”

4.4 กลยุทธ์ “เสริมสร้างความร่วมมือระหว่างประเทศในการฟื้นฟูและดูแลป่าอย่างยั่งยืน”

4.5 กลยุทธ์ “ส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยเพื่อพัฒนาการบริหารจัดการทรัพยากรป่าไม้

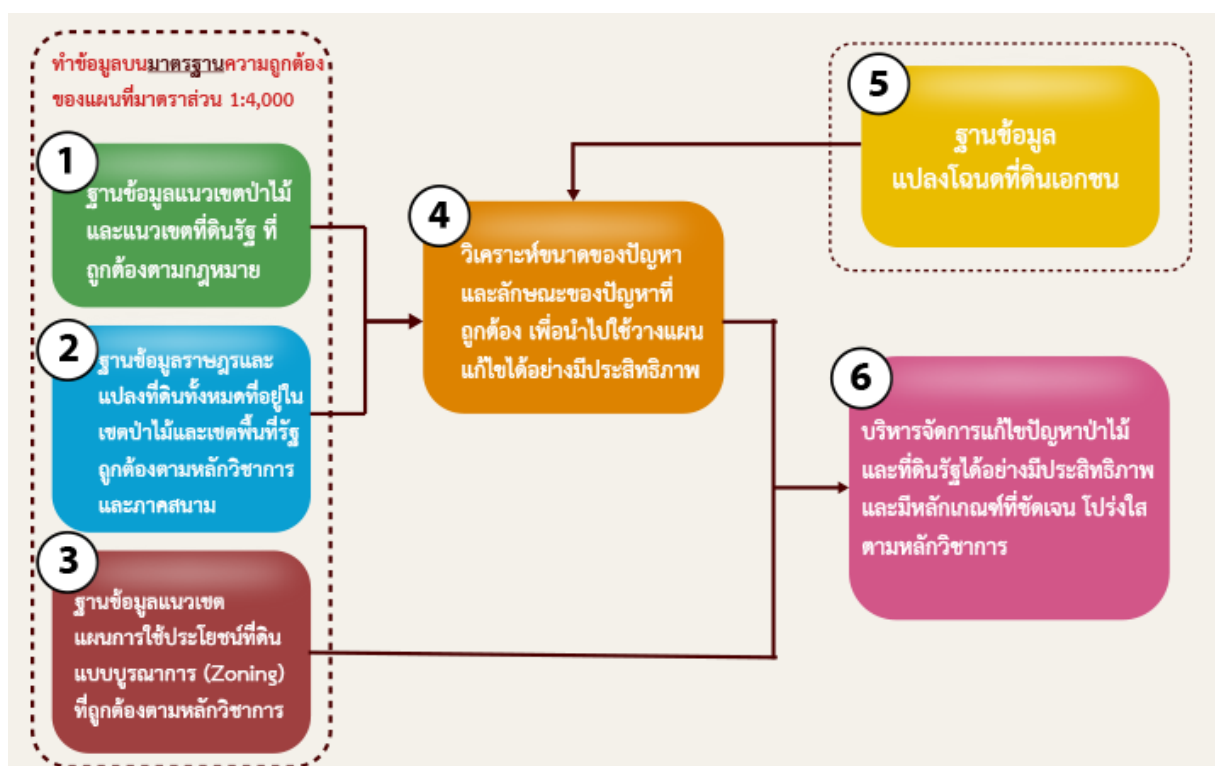
ยุทธศาสตร์ที่ 2 ด้านการใช้ที่ดินและทรัพยากรที่ดินเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดและเป็นธรรม
วัตถุประสงค์ มุ่งเน้นผลสัมฤทธิ์ของการจัดการที่ดินและทรัพยากรดิน ให้เกิดประโยชน์สูงสุดลดปัญหาการ
ทอดทิ้งไม่ทำประโยชน์หรือปล่อยที่ดินให้เป็นที่รกร้างว่างเปล่า ลดปัญหาค้นหาการถือครองเพิ่มความเป็นธรรม
ต่อเจ้าของที่ดินและลดปัญหาการใช้ที่ดินที่ผิดประเภท

ยุทธศาสตร์ที่ 3 ด้านการจัดที่ดินให้ประชาชนผู้ด้อยโอกาสอย่างทั่วถึงและเป็นธรรม วัตถุประสงค์ ให้
เป็นไปตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงโดยมุ่งเน้นให้ผู้ด้อยโอกาสมีที่ดินทำกิน ที่อยู่อาศัย และบริการขั้น

พื้นฐานให้พึ่งตนเองได้ เพื่อประสิทธิภาพด้านการให้บริการสาธารณสุขปโภคและป้องกันมิให้มีการถ่ายโอนทรัพย์สินของรัฐไปยังกลุ่มผลประโยชน์

ยุทธศาสตร์ที่ 4 ด้านการบริหารจัดการที่ดินและทรัพยากรที่ดิน วัตถุประสงค์ มีเอกภาพในการบริหารจัดการที่ดิน และทรัพยากรดินที่อาศัยความร่วมมือจากทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการที่ดินและทรัพยากรดิน ลดปัญหาความซ้ำซ้อน และความล่าช้า โดยในยุทธศาสตร์นี้ ได้กำหนดแนวทางข้อ 4.2 พัฒนาระบบการจัดทำแผนที่ที่กำหนดเขตที่ดินของรัฐ ด้วยการเร่งรัดจัดทำฐานข้อมูลแนวเขตที่ดินของรัฐให้ชัดเจนและเป็นที่ยอมรับ โดยใช้แผนที่มาตราส่วนเดียวกัน (1 : 4000) และปรับข้อมูลแนวเขตที่ดินของรัฐให้มีกฎหมายรองรับ

รัฐบาลภายใต้การนำของ พลเอกประยุทธ์ จันทร์โอชา นายกรัฐมนตรี ได้ให้นโยบายชัดเจนที่จะทำให้แนวเขตที่ดินของรัฐตรงตามที่ประกาศตามกฎหมาย แนวเขตที่ดินต้องต่อกันสนิท ไม่ทับซ้อนไม่มีช่องว่าง ฐานข้อมูลแนวเขตต้องเกิดจากการสำรวจในภาคสนามเพื่อยืนยันความถูกต้องตามสภาพข้อเท็จจริงและหลักวิชาการ ทั้งนี้ การปรับปรุงแนวเขตที่ดินรัฐ จึงเป็นขั้นตอนเริ่มต้นที่สำคัญนำมาซึ่งฐานข้อมูลแนวเขตที่ดินของรัฐที่ถูกต้องตามกฎหมาย ก่อนนำไปดำเนินการในขั้นตอนอื่น ๆ ต่อไป



รูปที่ 2 ขั้นตอนการจัดทำยุทธศาสตร์การพิทักษ์ทรัพยากรป่าไม้

ที่มา: นโยบายการบริหารจัดการที่ดินของรัฐ คณะกรรมการนโยบายที่ดินของรัฐ (คทช.)

นโยบายการบริหารจัดการที่ดินของรัฐ คณะกรรมการนโยบายที่ดินของรัฐ (คทช.) ดังกล่าวได้มีการ
วิพากวิจารณ์อย่างกว้างขวางเนื่องจากทางกลุ่มผู้เห็นต่าง เนื่องจาก

ประเด็นที่ 1 ขาดการมีส่วนร่วมและมีความเร่งรีบในการดำเนินการ

ประเด็นที่ 2 ขาดความเข้าใจพัฒนาการของปัญหาที่ดินและป่าไม้

ประเด็นที่ 3 การกำหนดเป้าหมายแผนแม่บทฯ ให้เพิ่มพื้นที่ป่าให้ได้อย่างน้อย 40 % ของพื้นที่ประเทศ
ซึ่งถูกกำหนดจากมติคณะกรรมการนโยบายป่าไม้แห่งชาติ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2528 (29 ปีที่แล้ว) นั้น ไม่เหมาะสม
และไม่สอดคล้องกับสภาพบริบทการเปลี่ยนแปลงทางของสังคม เศรษฐกิจ

ประเด็นที่ 5 แผนแม่บทฯ ไม่สามารถแก้ไขปัญหาป่าบุกรุกคน โดยการใช้แผนที่ภาพถ่ายทางอากาศ
เป็นสรณะในการพิสูจน์สิทธิของชุมชน โดยไม่นำข้อมูล ข้อเท็จจริงอื่นๆ มาประกอบ

ประเด็นที่ 6 วิธีชีวิตของกลุ่มชาติพันธุ์บนพื้นที่สูงไม่ได้รับการรับรองสิทธิ

ประเด็นที่ 7 การมุ่งเน้นการยึดคืนพื้นที่ อพยพ ควบคุม และปราบปรามส่งผลกระทบต่อชุมชน
ในเขตป่า

ประเด็นที่ 8 ความล้มเหลวของการฟื้นฟูป่าด้วยการปลูกป่าทดแทน ในอดีตมีการใช้งบประมาณ
จำนวนมหาศาลในโครงการปลูกป่าของกรมป่าไม้ และการปลูกป่าทดแทนตามเงื่อนไขการสัมปทานป่าไม้ แต่
92 ปีของการให้สัมปทานทำไม้ รัฐบาลสามารถปลูกป่าได้เพียงประมาณ 1 ล้านไร่ (ข้อมูลจาก “ข้อเสนอทาง
นโยบาย: การจัดการสวนป่าอย่างยั่งยืนขององค์การอุตสาหกรรมป่าไม้” โดยมูลนิธิฟื้นฟูชีวิตและธรรมชาติ,
2551) ทั้งยังเป็นการปลูกไม้เพียงชนิดเดียว

ประเด็นที่ 9 แผนแม่บทฯ ไม่ได้กล่าวถึงมติคณะรัฐมนตรีอื่นๆ เช่น “มติ 3 สิงหาคม พ.ศ.2553” เรื่อง
แนวนโยบาย “การฟื้นฟูวิถีชีวิตชาวกะเหรี่ยง” ซึ่งมีการกำหนดมาตรการต่างๆ ที่เอื้อต่อวิถีวัฒนธรรมในการ
จัดการทรัพยากรอย่างยั่งยืนของชุมชน

จะเห็นได้ว่าข้อมูลพื้นที่ป่าไม้จากแต่ละหน่วยงานทางราชการก็ไม่ตรงกัน ดังนั้นควรที่จะมีการ
ตรวจทานข้อมูลให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน เพื่อที่จะใช้เป็นตัวเลขในการกำหนดเป้าหมายได้อย่างถูกต้อง เพื่อ
การนำไปใช้ในเรื่องการบริหารจัดการ การติดตามและประเมินสถานภาพของพื้นที่ป่าไม้อย่างเป็นระบบ
นอกจากนี้กระแสด้านต่อต้านและความเห็นต่างต่อนโยบายการบริหารจัดการที่ดินของรัฐ
คณะกรรมการนโยบายที่ดินของรัฐ (คทช.) ควรที่ต้องนำกลับมาพิจารณาและมีการศึกษาวิเคราะห์ในวงกว้าง
เพื่อที่จะเกิดความยุติธรรมกับทุกภาคส่วนและการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติให้ยั่งยืนควบคู่กับการลด
ความขัดแย้งประชากรไทยทุกภาคส่วนอย่างทั่วหน้า

ภาคผนวก ฉ

บทความและเอกสารการประชุม

การสะท้อนบริบทเกษตรบนพื้นที่สูง และการประเมินต้นทุนและผลตอบแทนของแต่ละการใช้
ประโยชน์ที่ดิน บริเวณลุ่มน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

Reflecting Context of Highland Agriculture and Estimating Cost and Return of each Landuse
Patterns, Mae Chaem Basin, Chiang Mai

นพพล อรุณรัตน์ และ นาฏสุดา ปุมิจำนงค์*

Noppol Arunrat and Nathsuda Pumijumnong*

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล จังหวัดนครปฐม 73170

Faculty of Environment and Resource Studies, Mahidol University, Nakhon Pathom 73170, Thailand

*Corresponding author: Email: nathsuda.pum@mahidol.ac.th, nathsuda@gmail.com

Abstract: The objective of this study was to estimate the production cost and return of land use patterns for grain maize planting, seed maize planting, and integrated farming system in Mae Chaem basin, Chiang Mai province. A total 149 farmers were selected using purposive sampling technique. Crop management practices, production costs, returns, barriers, and needs support from related agencies were asked and collected. Cost and return method was used to estimate farmer's net profit. Results showed that all integrated farming system patterns were found the higher net profit comparing with grain maize and seed maize plantings, especially lettuce and strawberry plantings. It gained net profit 116,625 Baht/rai, while grain maize and seed maize plantings generated net profit 1,664 and 1,553 Baht/rai, respectively. Therefore, the encouragement and supportive policy for convincing farmers to adopt integrated farming system instead of grain maize and seed maize plantings are crucial necessary.

Keywords: Grain maize, seed maize, integrated farming system, cost and return, Mae Chaem basin

บทคัดย่อ: การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อประเมินต้นทุนและผลตอบแทนของรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ และการปลูกพืชแบบผสมผสาน บริเวณลุ่มน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ จากกลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 149 ราย จากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง ข้อมูลเกี่ยวกับขั้นตอนการทำการเกษตร ต้นทุน ผลตอบแทน ปัญหา อุปสรรค และความต้องการการสนับสนุน ช่วยเหลือจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ผลการศึกษา พบว่าการปลูกพืชแบบเกษตรผสมผสานทุก ๆ รูปแบบ ให้ผลตอบแทนที่สูงกว่า การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ โดยเฉพาะการปลูกผักกาดหอมและสตอเบอรี่ พบว่า มีกำไรสุทธิ คือ 116,625 บาท/ไร่ ในขณะที่ การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ให้กำไรสุทธิ คือ 1,664 และ 1,553 บาท/ไร่ ตามลำดับ ดังนั้น นโยบายส่งเสริมให้เกษตรกรหันมาปลูกพืชแบบผสมผสานแทนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์หรือข้าวโพดเมล็ดพันธุ์เพียงอย่างเดียว จึงมีความจำเป็นอย่างมาก

คำสำคัญ: ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ เกษตรผสมผสาน ต้นทุนและผลตอบแทน ลุ่มน้ำแม่แจ่ม

คำนำ

เกษตรกรรมจัดเป็นอาชีพหลักของประเทศไทยและผลผลิตทางการเกษตรหลายประเภทเคยเป็นสินค้าส่งออกในอันดับต้นๆของประเทศไทย แต่เกษตรกรก็ยังเป็นกลุ่มที่ยากจนที่สุดของประเทศไทย ไม่ว่าจะเป็นเกษตรกรที่ทำการเกษตรอยู่บนพื้นที่ราบ หรือเกษตรกรที่ทำการเกษตรบนพื้นที่สูง ประสบปัญหาที่คล้ายคลึงกัน

ลุ่มน้ำแม่แจ่ม มีพื้นที่ครอบคลุม 4 อำเภอ 16 ตำบล ของจังหวัดเชียงใหม่ พื้นที่รวม 4,114 ตร.กม. เป็นลุ่มน้ำสาขาน้ำแม่ปิงที่ใหญ่ที่สุด คิดเป็นพื้นที่ 17.61% ของพื้นที่ลุ่มน้ำปิง ปริมาณน้ำท่าไหลลงสู่แม่น้ำปิงคิดเป็น 19.62% ป่าต้นกำเนิดน้ำแม่แจ่มมีพื้นที่รวม 2,016.69 ตร.กม. พื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในเขตอำเภอแม่แจ่มและอำเภอกัลยาณิวัฒนา ซึ่งปกคลุมไปด้วยป่าไม้ ประชากรส่วนใหญ่เป็นชาวไทยภูเขาเผ่ากะเหรี่ยง ลัวะ ม้ง ในอดีตประชากรส่วนใหญ่มีวิถีชีวิตที่พึ่งพาธรรมชาติที่สอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาที่ยั่งยืน แต่ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา แนวคิดการผลิตเพื่อตอบสนองต่อตลาดและระบบทุนนิยมพร้อมกับการพัฒนาด้านวัตถุและโครงสร้างพื้นฐาน ทำให้วิถีชีวิตคนลุ่มน้ำแม่แจ่มเริ่มเปลี่ยนแปลงสู่การผลิตเพื่อการตลาด ทรัพยากรธรรมชาติกลายเป็นเพียงปัจจัยการผลิต เพื่อเพิ่มรายได้ ตอบสนองต่อความต้องการบริโภคที่เพิ่มขึ้น นำไปสู่การใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่อย่างเข้มข้น **ปัญหาที่ตามมาคือปัญหาด้านทุนการผลิตที่เพิ่มสูงขึ้น** ทุกปี และเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกษตรกรเกิดภาวะหนี้สิน ดินเสื่อมคุณภาพ การแผ้วถางพื้นที่ลาดชัน ใช้พื้นที่ซ้ำซากพร้อมกับปุ๋ยเคมีจำนวนมากเพื่อปลูกพืชเชิงเดี่ยว (ดิเรก, 2559) นอกจากนี้ ปัญหาการชะล้างพังทลายของหน้าดิน น้ำป่าไหลหลากและดินถล่ม (Vezina *et al.*, 2006) ปัญหาการใช้สารเคมีอย่างไม่ถูกวิธีและมีผลตกค้างสู่ร่างกาย (Nicolopoulou-Stamati *et al.*, 2016) ด้วยเหตุนี้ ปัญหาการบุกรุกแผ้วถางป่าไม้ เนื่องจากเมื่อดินเสื่อม ต้นทุนการผลิตในที่สูง หรือไม่คุ้มทุน เกษตรกรจะใช้วิธีการขยายพื้นที่ปลูกพืชเศรษฐกิจเชิงเดี่ยวโดยบุกรุกแผ้วถางป่าที่สภาพดินยังคงอุดมสมบูรณ์ พื้นที่ป่าไม้เฉพาะอำเภอแม่แจ่มถูกบุกรุกแผ้วถางปีละ ประมาณ 10,000 ไร่ (ดิเรก, 2559)

นอกจากนี้ การปลูกพืชเชิงเดี่ยว โดยเฉพาะข้าวโพดที่เกษตรกรต้องการเพิ่มรอบในการปลูกและการเตรียมดินสำหรับการปลูกรอบถัดไป (สุวรรณ และเชื้อ, 2548) บ่อยครั้งที่เกษตรกรใช้การเผาหลังจากการเก็บผลผลิต ปัญหาหมอกควันจึงกลายเป็นปัญหาที่ซ้ำซากอีกประเด็นหนึ่ง เหตุจูงใจที่เกษตรกรบนพื้นที่สูงขยายพื้นที่ปลูกข้าวโพด นอกจากการขาดทางเลือกที่หลากหลายในการประกอบอาชีพแล้ว นโยบายและการส่งเสริมจากหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งภายในและภายนอกชุมชน ที่ขาดการวางแผนที่รัดกุม และการขาดความต่อเนื่องในหลาย ๆ ประเด็น ทำให้เกษตรกรกลายเป็นผู้รับผลกระทบในทุกด้าน (เขมรัฐ และสิทธิเดช, 2558; พงษ์ทิพย์, 2558) รวมถึงความเสี่ยงของเกษตรกรยิ่งสูงมากขึ้น เมื่อสภาพภูมิอากาศมีความแปรปรวน ดังนั้น ในการศึกษา จึงศึกษาเปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทนของรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ และการปลูกพืชแบบผสมผสาน เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจและแรงจูงใจให้เกษตรกรปรับเปลี่ยนพฤติกรรมในการทำการเกษตร เพื่อลดปัญหานี้ลง ความยากจน และความมั่นคงทางอาหารของครัวเรือนเกษตรกร

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ทำการศึกษาคือ เกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ และ เกษตรกรทำการเกษตรผสมผสาน ในศึกษานี้ เกษตรผสมผสาน หมายถึง ระบบการเกษตรที่มีการเพาะปลูกพืชมากกว่า 2 ชนิด ขึ้นไป อยู่ในพื้นที่เดียวกัน โดยเป็นพืชเศรษฐกิจ (cash crop) ที่สำคัญและเกษตรกรนิยมปลูกในลุ่มน้ำแม่แจ่ม เช่น ถั่วลิสง มันฝรั่ง ถั่วเหลือง พักทอง ผักกาด สตอเบอร์รี่ กะหล่ำปลี หอมแดง ผักชี อะโวคาโด กาแฟ และผักสวนครัว ต่าง ๆ การกำหนดจำนวน

กลุ่มตัวอย่าง จะใช้วิธีการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง (purposive sampling) โดยผู้วิจัยได้ระบุจำนวนหมู่บ้าน และจำนวนครัวเรือนเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ และการเกษตรผสมผสาน ที่คาดหวัง ซึ่งเป็นการเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยพิจารณาจากการตัดสินใจของผู้วิจัย ที่เลือกให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา กล่าวคือ การศึกษานี้ต้องการทราบข้อมูลจากเกษตรกรผู้ปลูกปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ และการเกษตรผสมผสาน ดังนั้น การคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่างจากจำนวนครัวเรือนทั้งหมดของแต่ละหมู่บ้าน จะทำให้ได้จำนวนของกลุ่มตัวอย่างเกินกว่ากลุ่มตัวอย่างเป้าหมายที่ต้องการ อย่างไรก็ตาม จำนวนของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละหมู่บ้าน ผู้วิจัยได้ขอคำชี้แนะและปรึกษากับทางองค์การบริหารส่วนตำบลนั้น ๆ โดยอาศัยความรู้ ความชำนาญ และประสบการณ์ในเชิงพื้นที่ ว่าควรจะไปเก็บข้อมูลที่หมู่บ้านใดบ้าง เพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษา การเก็บข้อมูลภาคสนามครอบคลุมทั้งสิ้น 2 อำเภอ 10 ตำบล คือ 1) อำเภอแม่แจ่ม ประกอบด้วย ตำบลแม่ศึก ตำบลแม่ยาว ตำบลท่าผา ตำบลปางหินฝน ตำบลกองแขก ตำบลบ้านทับ และ ตำบลข้างเค็ง และ 2) อำเภอกัลยาณิวัฒนา ประกอบด้วย ตำบลแจ่มหลวง ตำบลบ้านจันทร์ และ ตำบลแม่แดด ซึ่งในแต่ละตำบลได้เลือก 2 หมู่บ้านเพื่อเป็นตัวแทน และในแต่ละหมู่บ้านได้เลือกประมาณ 10 ครัวเรือน สำหรับการสัมภาษณ์เชิงลึก ประกอบด้วย ผู้นำชุมชน 20 ราย และนายกองค์การบริหารส่วนตำบล/นายกเทศบาล 10 ราย โดยรวม การศึกษานี้มีจำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 149 ราย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยใช้แบบสอบถามทั้งแบบปลายปิด และปลายเปิด เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยคำถามประกอบด้วย 4 ส่วน คือ 1) ข้อมูลเกี่ยวกับขั้นตอนการทำการเกษตร เช่น ปฏิทินการเพาะปลูก การเตรียมแปลง การใส่ปุ๋ย การกำจัดแมลงและศัตรูพืช การเก็บเกี่ยวผลผลิต และการจัดการเศษซากวัสดุทางการเกษตรหลังการเก็บเกี่ยว 2) ข้อมูลต้นทุน ประกอบด้วย การเตรียมดิน การจัดการน้ำเพื่อการเพาะปลูก จัดหาและเตรียมเมล็ดพันธุ์ การปลูก ปุ๋ย การกำจัดแมลงและศัตรูพืช และการเก็บเกี่ยวผลผลิต 3) ผลตอบแทน คือ ปริมาณผลผลิตในรอบการเพาะปลูก พ.ศ. 2558/2559 และ ราคาผลผลิตที่ขายได้ และ 4) ปัญหา อุปสรรค และความต้องการการสนับสนุน ช่วยเหลือจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

การวิเคราะห์ข้อมูล

การประเมินต้นทุนและผลตอบแทน (cost and return) ของเกษตรกรปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ และเกษตรผสมผสาน เพื่อใช้เป็นทางเลือกในการตัดสินใจของเกษตรกรในอนาคต ซึ่งข้อมูลจะได้รับการทำแบบสอบถามเกษตรกร สามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนและผลตอบแทนจากการผลิต ได้ดังนี้

$$TR = P \times Q = II + CI \quad (1)$$

$$TC = TFC + TVC = NCC + CC \quad (2)$$

$$NR = TR - TVC \quad (3)$$

$$NCP = TR - CC \quad (4)$$

$$NP = TR - TC = TR - TFC - TVC \quad (5)$$

เมื่อ $TR = \text{Total Revenue}$; $P = \text{Price of Output}$; $Q = \text{Quantity of Output}$; $CI = \text{Cash Income}$; $II = \text{In-kind Income}$;
 $TC = \text{Total Cost}$; $TFC = \text{Total Fixed Cost}$; $TVC = \text{Total Variable Cost}$; $CC = \text{Cash Cost}$; $NCC = \text{Non-Cash Cost}$;
 $NCP = \text{Incomes over the cash costs}$; $NR = \text{Incomes over the variable costs}$; $NP = \text{Net Profit}$

ในการศึกษานี้ ต้นทุนคงที่ทั้งหมด (Total Fixed Cost: TFC) ได้พิจารณาค่าเสื่อมราคาอุปกรณ์การเกษตร ทั้งที่เป็นตัวเงิน (In-cash) และไม่เป็นตัวเงิน (Non-cash) ซึ่งคำนวณจากสมการที่ (6)

$$\begin{aligned} TFC &= \text{Agricultural equipment's depreciation cost} \\ &= (\text{Purchase price} - \text{Remaining value}) / \text{Life span} \end{aligned} \quad (6)$$

ต้นทุนผันแปรทั้งหมด (Total Variable Cost: TVC) ประกอบด้วย Land preparation (LP), Water management (W), Seed (S), Labor (L), Fertilizer (F), Insecticide and herbicide (IH), and Harvesting and storing (HS) ทั้งที่เป็นตัวเงิน (In-cash) และไม่เป็นตัวเงิน (Non-cash)

$$TVC = LP + W + S + L + F + IH + HS \quad (7)$$

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เริ่มต้นเข้ามาที่ อำเภอแม่แจ่มเมื่อประมาณ ปี พ.ศ. 2544 โดยเริ่มต้นเอาเมล็ดพันธุ์จากบริษัทเอกชน คือ พันธุ์ 888 มาปลูกที่บ้านแม่ขี้มูก ตำบลบ้านทับ อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ ในช่วงแรกให้ผลผลิตดีมากโดยไม่ต้องใช้ยากำจัดศัตรูพืช และใช้ปุ๋ย ต่อมาต้องเพิ่มปัจจัยการผลิตโดยเฉพาะทั้งปุ๋ยเคมี และสารกำจัดศัตรูพืชอย่างมาก ประกอบกับสภาพพื้นที่ที่เกษตรกรปลูกข้าวโพดเป็นพื้นที่ลาดชัน และอยู่ในเขตป่าสงวนแห่งชาติเกือบทั้งหมด การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์กระจายไปตามตำบลอื่น ๆ อย่างกว้างขวาง และเนื่องจากพื้นที่ลาดชัน ทำให้เกษตรกรไม่สามารถใช้รถไถในการเตรียมดิน ดังนั้น ส่วนใหญ่หลังการเก็บเกี่ยวหรือก่อนเตรียมการปลูกใหม่ ในช่วงต้นฤดูฝน เกษตรกรจะทำการเผาพื้นที่ให้โล่งเตียน ซึ่งการเผาเศษซากข้าวโพดในพื้นที่ปลูกข้าวโพดที่กว้างขวางก่อให้เกิดปัญหาเรื่องหมอกควันทั้งในอำเภอแม่แจ่มและในเขตอำเภอเมืองเชียงใหม่ จนทำให้เกิดการรณรงค์ และการหาวิธีการต่างๆ ที่จะลดปัญหาดังกล่าวลง และเนื่องจากพื้นที่แม่แจ่มเกือบทั้งอำเภอเป็นพื้นที่ในเขตป่าสงวนแห่งชาติ เกษตรกรส่วนมากไม่มีเอกสารสิทธิ์ในที่ดินทำกิน และประกอบกับบริษัทเอกชนรายใหญ่ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการปลูกข้าวโพดต้องการแสดงบทบาทว่าบริษัทไม่ได้เกี่ยวข้องกับปัญหาหมอกควันที่เกิดจากการเผาเศษซากข้าวโพดได้ประกาศไม่ยอมรับซื้อข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่ที่ไม่มีเอกสารสิทธิ์ จึงทำให้ ในช่วงปี พ.ศ. 2558 -2559 การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ในเขตลุ่มน้ำแม่แจ่มลดน้อยลง

ในการศึกษาครั้งนี้ พบว่า พื้นที่เฉลี่ยในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ประมาณ 19.33 ไร่ โดยที่ เกษตรกรสามารถปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้ปีละ 1 ครั้ง และพื้นที่ที่ปลูกส่วนมากจะเป็นพื้นที่สูง ความชันมาก และมีการขยายพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เข้าไปในพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติมากขึ้น สถาบันธรรมรัฐเพื่อการพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม (2560) รายงานว่า ในปี พ.ศ. 2560 มีพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทั้งอำเภอแม่แจ่มอยู่ที่ประมาณ 110,000 ไร่ และจาก

การศึกษานี้ พบว่า พื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทั้งหมดเป็นพื้นที่ที่ใช้น้ำฝนอย่างเดียว พันธุ์ข้าวโพดมีหลายชนิด เช่น นครสวรรค์ 3 พันธุ์ 888 ข้าวโพดพรีเมียร์ 555 ข้าวโพดไพโอเนียร์ ข้าวโพดดีคาร์ฟ พันธุ์ 328 และ พันธุ์ 263 เป็นต้น เกษตรกรเริ่มเตรียมพื้นที่ในช่วงต้นฤดูฝน คือประมาณ ปลายเดือนเมษายน ถึงต้นเดือนพฤษภาคม ทำการปลูกต้นถึงกลางเดือนมิถุนายน และทำการเก็บผลผลิตในช่วงเดือนพฤศจิกายน ปริมาณน้ำฝนที่เบาบางจะส่งผลกระทบต่อ การตอบสนองต่อปุ๋ยและความต้องการปุ๋ยของพืช (Harold *et al.*, 1994; Seckler *et al.*, 1991) ทำให้เกษตรกรมักลังเลที่จะ เลี้ยงใส่ปุ๋ยและรอจนกว่าฝนจะเริ่มตก เพราะความชื้นที่ไม่เพียงพอจะทำให้สารอาหารในปุ๋ยไม่ละลาย (โดยเฉพาะ ไนโตรเจน) และต้นพืชอาจไหม้ได้ ดังนั้น การชลประทานที่ดีขึ้นอาจทำให้การใส่ปุ๋ยทำให้เกิดกำไรและช่วยเพิ่มผลผลิตได้ (Morison *et al.*, 2008; Irmak *et al.*, 2011; Klein *et al.*, 2013)

จากผลการศึกษาพบว่า ในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 1 รอบฤดูกาลเพาะปลูก เกษตรกรจะเตรียมที่ดิน เช่น การ เผาเศษซากพืช หรือวัชพืชต่าง ๆ หรือเกษตรกรบางรายเผาเศษซากพืชตั้งแต่ในช่วงฤดูการเก็บเกี่ยว เพื่อเตรียมที่จะหยอด เมล็ดข้าวโพด เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่ที่เกษตรกรปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เป็นพื้นที่ภูเขาสูง ความลาดชันมาก เกษตรกร จึง ไม่สามารถใช้เครื่องจักรกลขนาดใหญ่ นอกจากการใช้จอบเสียม และแรงงานในการปรับสภาพพื้นที่ให้โล่งเตียน พบว่า ค่าใช้จ่ายที่เกษตรกรใช้โดยเฉลี่ยต่อการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ประกอบไปด้วย ค่าเตรียมแปลง ค่าจัดการน้ำ ค่าเมล็ดพันธุ์ ค่าแรงงาน ค่าปุ๋ย ค่าสารกำจัดวัชพืชและฆ่าแมลง และค่าการเก็บเกี่ยวและรวบรวมผลผลิต คือ 716, 140, 400, 641, 1706, 317 และ 546 บาท/ไร่ (ตารางที่ 1) ซึ่งจะเห็นว่า เกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มีค่าใช้จ่ายด้านปุ๋ย มากที่สุด เมื่อเทียบกับปัจจัยการผลิตอื่น ๆ ต้นทุนรวมโดยเฉลี่ย คือ 4,623 บาท/ไร่/รอบการเพาะปลูก ผลตอบแทนทั้งหมด คือ 6,287 บาท/ไร่ และมีกำไรสุทธิ คือ 1,664 บาท/ไร่ (ตารางที่ 2)

การปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์

ในปี พ.ศ. 2560 พบว่า เกษตรกรที่ปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์มีจำนวนลดลงมาก อาจมีสาเหตุมาจากหลายประเด็น คือ เนื่องจากนโยบายการไม่รับซื้อข้าวโพดในพื้นที่ไม่มีเอกสารสิทธิ์ ปัญหาเรื่องการเผาเศษซากข้าวโพดบนพื้นที่สูง และการ ปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ต้องทำอย่างประณีตกว่าการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จากการสัมภาษณ์เกษตรกร พบว่าเกษตรกรที่ ปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ อยู่ในพื้นที่ 3 ตำบล ในอำเภอแม่แจ่ม คือ ตำบลคลองแขก ตำบลท่าผา และตำบลช้างเคื่อง พื้นที่ เฉลี่ย คือ 6.15 ไร่ ส่วนใหญ่ จะมีระบบฝายในพื้นที่ เพื่อกักเก็บน้ำในการเพาะปลูก ยกเว้นในพื้นที่ ตำบลคลองแขก พันธุ์ ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ที่นิยมปลูก ได้แก่ นครสวรรค์ 3, พันธุ์ 888, ข้าวโพดหวาน, พรีเมียร์ 555 ช่วงเวลาการเพาะปลูกจะ ใกล้เคียงกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เนื่องจากส่วนมากอาศัยน้ำฝนเช่นกัน ยกเว้นแต่ในบางพื้นที่ที่มีลำเหมืองฝายใกล้เคียง จึง จะสามารถดึงน้ำเข้ามาใช้ประโยชน์ได้ ช่วงระยะเวลาเตรียมดินและปลูก ในเดือน มิถุนายน และเก็บเกี่ยวได้ในช่วงปลาย เดือนตุลาคม ช่วงเวลาการเก็บเกี่ยวผลผลิตมีผลต่อความชื้นของข้าวโพด และก็จะส่งผลต่อราคาที่เกษตรกรจะได้รับ เพราะ ข้าวโพดที่มีค่าความชื้นสูงจะได้ราคาต่ำ การเตรียมดินประมาณ 7 วัน เนื่องจากส่วนมากพื้นที่ที่ปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ เป็นพื้นที่ค่อนข้างลุ่ม จึงสามารถใช้เครื่องจักรในการเตรียมแปลงได้ พื้นที่ในการปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ส่วนมากเป็นพื้นที่ ที่ไม่ห่างไกลจากแหล่งรับซื้อมากนัก เช่น มีไซโลรับซื้อข้าวโพด ตั้งอยู่ที่บ้านแม่นาจร ตำบลแม่นาจร นอกจากนี้ยังมีแหล่ง รับซื้ออีกหลายแหล่ง ทั้งที่เป็นลักษณะการทำสัญญากันก่อนปลูก ที่เรียกว่า เกษตรพันธะสัญญา หรือเกษตรกรนำไปขายที่ สหกรณ์แม่แจ่ม นอกจากนี้ยังมีพ่อค้าเข้ามารับซื้อในหมู่บ้านโดยตรง

พื้นที่ปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์มีขนาดเล็กกว่าการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เกษตรกรที่ปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ มี ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย ด้านการเตรียมแปลง ค่าเมล็ดพันธุ์ ค่าแรงงาน ค่าปุ๋ย ค่าสารกำจัดวัชพืชและฆ่าแมลง และค่าการเก็บ

เกี่ยวและรวบรวมผลผลิต คือ 700, 560, 750, 1225, 544 และ 757 บาท/ไร่ (ตารางที่ 1) อย่างไรก็ตาม จากการศึกษา ไม่พบเกษตรกรที่ปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ มีค่าใช้จ่ายสำหรับการจัดการน้ำ แต่ค่าใช้จ่ายด้านปุ๋ย ยังคงเป็นค่าใช้จ่ายหลักของเกษตรกรที่ปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ซึ่งพบว่า ต้นทุนรวมโดยเฉลี่ย คือ 4,654 บาท/ไร่ (ตารางที่ 1) ผลตอบแทนทั้งหมด คือ 6,207 บาท/ไร่ และ กำไรสุทธิ คือ 1,553 บาท/ไร่ (ตารางที่ 2)

Table 1. The costs of grain maize, seed maize and integrated farming system (Unit: Baht/rai)

	Grain Maize	Seed Maize	Cabbage + Japanese pumpkin	Cabbage+ Strawberry	Shallots+ Cabbage	Cabbage+ Potato	Cape Gooseberry + Red bean	Peanut + Corn	Peanut + Red bean	Lettuce + Strawberry	Japanese pumpkin + Peanut	Japanese pumpkin + Red bean	Red bean + Cabbage
1. Fixed Costs													
- Agricultural equipment's depreciation	157	118	239	465	303	530	647	545	650	717	265	614	542
2. Variable Costs	4,466	4,536	16,016	178,150	109,684	60,378	26,760	9,035	4,914	235,158	21,945	18,736	176,169
- Land preparation	716	700	4,950	17,921	7,709	3,800	6,110	3,951	1,570	40,308	6,756	2,563	5,678
- Water management	140	0	720	22,880	15,609	0	0	0	0	25,996	0	546	27,154
- Seed	400	560	3,348	21,081	2,853	15,776	2,744	2,119	606	24,080	2,788	1,254	4,120
- Labor	641	750	1,125	7,278	5,167	5,354	6,749	1,761	1,417	10,600	3,487	4,746	17,471
- Fertilizer	1,706	1,225	912	36,630	22,085	23,917	5,142	753	959	47,988	3,493	3,464	34,635
- Insecticide and herbicide	317	544	1,450	29,076	46,930	6,364	3,619	451	0	30,057	1,975	2,302	72,821
- Harvesting and storing	546	757	3,511	43,284	9,331	5,167	2,396	0	362	56,129	3,446	3,861	14,290
3. Total cost	4,623	4,654	16,255	178,615	109,987	60,908	27,407	9,580	5,564	235,875	22,210	19,350	176,711

Table 2. The returns of grain maize, seed maize and integrated farming system (Unit: Baht/rai) (Mean±SD)

	Total Revenue	Incomes over the variable costs	Incomes over the cash costs	Net Profit
Grain Maize	6,287±4,532	1,821±1,563	2,171±1,673	1,664±1,342
Seed Maize	6,207±3,867	1,671±1,295	2,173±1,307	1,553±1,157
Peanut + Red bean	18,400±5,578	13,486±4,573	13,726±3,856	12,836±6,843
Peanut + Corn	25,900±10,054	16,865±7,680	16,825±6,807	16,320±8,573
Cabbage + Japanese pumpkin	28,200±10,896	12,184±6,478	13,486±6,450	11,945±5,452
Japanese pumpkin + Red bean	41,700±17,754	22,964±9,068	24,799±12,680	22,350±10,583
Japanese pumpkin + Peanut	56,000±20,578	34,055±12,041	36,235±13,664	33,790±18,043
Cape Gooseberry + Red bean	66,000±24,857	39,240±15,088	40,751±18,472	38,593±20,467
Cabbage + Potato	77,200±29,075	16,822±11,534	19,462±10,004	16,292±9,547
Shallots + Cabbage	135,800±32,573	26,116±11,904	28,906±14,231	25,813±12,086
Red bean + Cabbage	210,000±45,895	33,831±12,783	36,401±17,302	33,289±14,793
Cabbage + Strawberry	302,500±38,769	124,350±29,575	128,185±32,077	123,885±31,548
Lettuce + Strawberry	352,500±46,043	117,342±24,564	118,748±25,091	116,625±26,740

การทำเกษตรผสมผสาน

พื้นที่เกษตรผสมผสาน เป็นการปลูกพืชหลากหลายชนิดในพื้นที่ทำการเกษตรของตนเอง โดยในบางพื้นที่มีการปลูกพืชหมุนเวียน ส่วนใหญ่เกษตรกรในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่มจะแยกพื้นที่ทำการเกษตรแต่ละประเภท อาจเนื่องจากการทำการเกษตรเกือบทั้งหมดใช้น้ำฝนเป็นหลัก มีบางพื้นที่ที่มีระบบเหมืองฝายที่เกษตรกรสามารถดึงน้ำเข้ามาในพื้นที่ทำการเกษตรและปลูกพืชชนิดอื่นในช่วงหลังฤดูฝน

จากการสำรวจภาคสนาม พบว่า ตำบลที่มีการทำการเกษตรผสมผสาน ได้แก่ ตำบลกองแขก ตำบลปางหินฝน ตำบลแม่ศึก ตำบลบ้านวัดจันทร์ ตำบลแจ่มหลวง ตำบลแม่แดด ตำบลบ้านทับ และตำบลช้างเคือง โดยพบว่า พื้นที่ทั้ง 3 ตำบล ใน อำเภอกัลยาณิวัฒนา คือ ตำบลแจ่มหลวง ตำบลบ้านวัดจันทร์ และตำบลแม่แดด มีการทำการเกษตรผสมผสานมากที่สุด อาจเนื่องมาจากมีโครงการพระราชดำริหลายโครงการที่ตั้งกระจายอยู่ในเขตพื้นที่ดังกล่าว การทำการเกษตรผสมผสานในพื้นที่นี้ ส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรที่เป็นสมาชิกของโครงการหลวง ซึ่งทางโครงการหลวงจะเป็นฝ่ายวางแผนและจัดการเผยแพร่องค์ความรู้ ชนิดพืช กำลังการผลิต ตรวจสอบคุณภาพ และตลาดรับซื้อ และมีเกษตรกรจำนวนมากที่ปลูกพืชตามคำแนะนำหรือไปซื้อเมล็ดพันธุ์จากโครงการหลวง แต่จำหน่ายผลผลิตเอง อย่างไรก็ตาม จากการศึกษา พบว่าเกษตรกรจำนวนมากในหลายพื้นที่ของกลุ่มน้ำแม่แจ่มต้องการให้ทางโครงการหลวงช่วยเหลือในเรื่องการผลิตพืชทางการเกษตร และการรับซื้อ ซึ่งขณะนี้พบว่าโครงการหลวงในหลายแห่งมีข้อจำกัดในเรื่องการดำเนินการเช่นกัน ถึงแม้ว่าโครงการหลวงพยายามที่จะตั้งโครงการขยายผลของโครงการหลวงเพื่อเข้าไปช่วยรับซื้อผลผลิตทางการเกษตรของ

เกษตรกร แต่ก็สามารถดำเนินการได้เพียงบางพื้นที่เท่านั้น ในพื้นที่ศึกษา พบว่า พื้นที่เฉลี่ยในการทำการเกษตรผสมผสาน คือ 5.34 ไร่/ครัวเรือน

จากการศึกษา พบว่าพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่มตอนบน คือ อำเภอภักดีนิเวศ เกษตรกรมีการปลูกพืชเกษตรผสมผสานที่นอกเหนือจากข้าวที่เกษตรกรทุกครัวเรือนปลูกเพื่อเก็บไว้บริโภคอย่างเดียว พืชหมุนเวียนชนิดอื่นที่เกษตรกรปลูกกันอย่างแพร่หลาย ได้แก่ พักทองญี่ปุ่น เกรฟฟรุชเบอรี่ ถั่วลิสง ผักกาดหอม กะหล่ำปลี ถั่วแดง มันฝรั่ง สตอเบอรี่ พันธุ์ 329 และ สตอเบอรี่พันธุ์ 80 ข้าวโพดหวาน และ หอมแดง สำหรับในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่มตอนล่างซึ่งครอบคลุมพื้นที่อำเภอแม่แจ่ม พบว่า นอกจากเกษตรกรจะปลูกข้าวไว้บริโภคภายในครัวเรือนแล้ว พืชหมุนเวียนที่เกษตรกรเลือกปลูกในช่วงฤดูแล้ง หรือปลูกในพื้นที่ที่สามารถมีการจัดการน้ำเข้ามาในพื้นที่เกษตรได้คือ หอมแดงพันธุ์น้ำปาด กะหล่ำปลี ถั่วลิสง ถั่วแดง ผักกาดขาว และมันฝรั่ง นอกจากนี้ จากการสำรวจภาคสนาม พบ เกษตรกรปลูกพืชยืนต้น จำพวกไม้ผล ได้แก่ สาลี่ อโวคาโด บ๊วย เสาวรส กาแฟอาราบิก้า องุ่นบิวตี้ และองุ่นเขียว แต่ไม่ได้นำมาประเมินต้นทุนและผลตอบแทน เนื่องจากมีกลุ่มตัวอย่างค่อนข้างน้อย ดังนั้น ในการศึกษานี้ ได้จำแนกเกษตรผสมผสานและ ประเมินต้นทุนและผลตอบแทนทั้งสิ้น 11 รูปแบบ คือ 1) ถั่วลิสงและถั่วแดง 2) ถั่วลิสงและข้าวโพดหวาน 3) กะหล่ำปลีและพักทองญี่ปุ่น 4) พักทองญี่ปุ่นและถั่วแดง 5) พักทองญี่ปุ่นและถั่วลิสง 6) เกรฟฟรุชเบอรี่และถั่วแดง 7) กะหล่ำปลีและมันฝรั่ง 8) หอมแดงและกะหล่ำปลี 9) ถั่วแดงและกะหล่ำปลี 10) กะหล่ำปลีและสตอเบอรี่ และ 11) ผักกาดหอมและสตอเบอรี่

เกษตรกรที่ทำเกษตรผสมผสาน โดยปลูกผักกาดหอมและสตอเบอรี่ มีต้นทุนรวมโดยเฉลี่ยสูงสุด เมื่อเทียบกับรูปแบบเกษตรผสมผสานอื่น ๆ ซึ่งประกอบด้วย ค่าการเตรียมแปลง ค่าจัดการน้ำ ค่าเมล็ดพันธุ์ ค่าแรงงาน ค่าปุ๋ย ค่าสารกำจัดวัชพืชและฆ่าแมลง และค่าการเก็บเกี่ยวและรวบรวมผลผลิต คือ 40308, 25996, 24080, 10600, 47988, 30057 และ 56129 บาท/ไร่ ตามลำดับ ในขณะที่ การปลูกถั่วลิสงและถั่วแดง มีต้นทุนรวมโดยเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ 1570, 606, 1417, 959 และ 362 บาท/ไร่ สำหรับค่าการเตรียมแปลง ค่าเมล็ดพันธุ์ ค่าแรงงาน ค่าปุ๋ย และค่าการเก็บเกี่ยวและรวบรวมผลผลิต ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม เกษตรกรที่ทำเกษตรผสมผสาน โดยปลูกถั่วลิสงและถั่วแดง ไม่มีค่าใช้จ่ายสำหรับค่าจัดการน้ำ และ ค่าสารกำจัดวัชพืชและฆ่าแมลง (ตารางที่ 1)

เกษตรผสมผสาน โดยปลูกผักกาดหอมและสตอเบอรี่ พบว่า ให้ผลตอบแทน และกำไรสุทธิมากที่สุด คือ 352,500 และ 116,625 บาท/ไร่ ตามลำดับ ซึ่งมีรายได้เหนือต้นทุนผันแปร คือ 12,184 บาท/ไร่ และ รายได้เหนือต้นทุนที่เป็นตัวเงิน คือ 13,486 บาท/ไร่ ในขณะที่ การปลูกถั่วลิสงและถั่วแดง ให้ผลตอบแทนต่ำที่สุด คือ 18,400 บาท/ไร่ แต่เมื่อหักลบรายได้เหนือต้นทุนผันแปร และรายได้เหนือต้นทุนที่เป็นตัวเงิน พบว่า การปลูกกะหล่ำปลีและพักทองญี่ปุ่น ให้กำไรสุทธิ ต่ำที่สุด คือ 11,945 บาท/ไร่ ทั้งนี้ เนื่องจากการปลูกกะหล่ำปลีและพักทองญี่ปุ่นมีต้นทุนทั้งหมดที่สูงกว่าการปลูกถั่วลิสงและถั่วแดง โดยเฉพาะค่าการเตรียมแปลง และค่าการเก็บเกี่ยวและรวบรวมผลผลิต (ตารางที่ 2)

นอกจากนี้ หลายพื้นที่ในอำเภอแม่แจ่ม ที่เกษตรกรประสบปัญหาในเรื่องการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ที่ดำเนินการมาอย่างต่อเนื่อง และขณะนี้ประสบปัญหาหลายประการ ทั้งในเรื่องคุณภาพดินที่เสื่อมสภาพลง ซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้เกษตรกร ใช้ปุ๋ยเคมี รวมถึงยากำจัดวัชพืชและศัตรูพืช ในปริมาณที่สูง ซึ่งก่อให้เกิดอันตรายทั้งสภาพแวดล้อม และสุขภาพของเกษตรกรเอง ซึ่งผลจากการตรวจเลือดของเกษตรกรในหลายพื้นที่ พบว่ามีโลหะหนัก และสารเคมีตกค้างอยู่ในเลือด (จากการสัมภาษณ์เกษตรกร และผู้นำท้องถิ่น) และผลกระทบในเรื่องของการเผาเศษซากพืชหลังจากการเก็บเกี่ยว และราคารับซื้อข้าวโพดที่ตกต่ำอย่างมาก ทำให้เกษตรกรเกือบทั้งหมดต้องการให้ทางรัฐบาลหรือหน่วยงานต่าง ๆ เข้ามาช่วยเหลือในเรื่องอาชีพหรือการปรับเปลี่ยนพืช แต่ก็ต้องช่วยคำนึงถึง ว่าเกษตรกรต้องมีค่าใช้จ่ายทุกวัน และภาระหนี้สินที่ยังมีอยู่ รวมทั้งพื้นที่ทำกินส่วนใหญ่ของเกษตรกรไม่มีเอกสารสิทธิ์

เปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทนของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ และเกษตรผสมผสาน

ค่าใช้จ่ายในกระบวนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ และเกษตรผสมผสาน ประกอบด้วย ค่าการเช่าที่ดิน ค่าเตรียมดิน ค่าจัดการน้ำ ราคาเมล็ดพันธุ์ ค่าจ้างปลูก ค่าปุ๋ย ค่ากำจัดวัชพืช ค่าเก็บเกี่ยวผลผลิต จากภาพที่ 1 จะเห็นได้ว่า ต้นทุนการผลิตจะมีค่าปุ๋ยเป็นปัจจัยที่สูงสุด ซึ่งต้นทุนการผลิต 3 อันดับแรกของการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ คือ ค่าปุ๋ย ค่าเตรียมดิน และค่าจ้างปลูก ส่วนต้นทุนการผลิต 3 อันดับแรกของเกษตรผสมผสาน คือ ค่าปุ๋ย ค่ากำจัดวัชพืช และค่าเก็บเกี่ยว การปลูกพืชเกษตรผสมผสานต้องทำอย่างประณีตและราคาขายให้ผลตอบแทนที่ดีกว่าการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ดังนั้น เกษตรกรส่วนใหญ่จึงคิดว่าการที่จะได้ผลตอบแทนเพิ่มจะต้องทำการเพิ่มปริมาณการใส่ปุ๋ยและสารเคมี และต้องทำการขยายพื้นที่ ซึ่งจะเป็นปัญหามาก เนื่องจากพื้นที่บริเวณลุ่มน้ำแม่แจ่มเกือบทั้งลุ่มน้ำเป็นพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติ และการปลูกข้าวโพดเป็นการเร่งให้พื้นที่เสื่อมสภาพเร็ว ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Burke and Lobell (2010) และ Darwin et al. (2005) พบว่า ในประเทศที่รายได้ต่ำ ผลผลิตทางการเกษตรที่เพิ่มขึ้นส่วนใหญ่เป็นผลมาจากการขยายพื้นที่เพาะปลูก เช่น ในภูมิภาคแอฟริกาทางตอนใต้ของทะเลทรายซาฮารา การขยายพื้นที่เพาะปลูกมีส่วนช่วยให้ผลผลิตทางการเกษตรในภูมิภาคเติบโตกว่า 80% ในระยะยาว สำหรับการขยายพื้นที่เพาะปลูกนั้นมีไม่มากนัก เนื่องจากพื้นที่ไม่เหมาะสำหรับการเพาะปลูกหากไม่มีการลงทุนขนาดใหญ่ ซึ่งการขยายพื้นที่เพาะปลูกอย่างต่อเนื่องหมายถึงการตัดไม้ทำลายป่าเพื่อเปลี่ยนเป็นพื้นที่เพื่อการเกษตรกรรม และประกอบกับพื้นที่ที่เป็นที่ลาดชันสามารถกักเก็บธาตุอาหารได้น้อย และง่ายต่อการพังทลายของหน้าดิน (ถนอมนวล, 2532; Fang et al., 2015; Liu et al., 2001)

เมื่อเปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทน ระหว่างข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ และเกษตรผสมผสาน พบว่า การปลูกพืชแบบเกษตรผสมผสานให้ผลตอบแทนที่สูงกว่า การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ (ตารางที่ 2) ทั้งนี้ อาจขึ้นอยู่กับพื้นที่การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีขนาดใหญ่กว่าการปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ และเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ หรือเกษตรกรพันธะสัญญา ต้องซื้อเมล็ดพันธุ์ ปุ๋ย และสารเคมี ของบริษัทที่ทำสัญญาจึงทำให้มีต้นทุนที่สูงกว่า ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ เขมรัฐ และ สิทธิเดช (2558) ที่ได้วิเคราะห์รายได้ของเกษตรกรและวงจรอุบาทว์ของการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในทึ้น อำเภอยางตลาด จังหวัดน่าน บ่งชี้ว่า ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีต้นทุนในการผลิตสูง และรายได้ของเกษตรกรมีความผันผวนมาก เนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่พึ่งพากับการเชื่อวัตถุดิบจากพ่อค้าที่คิดดอกเบี้ยสูง ขาดอำนาจต่อรองหรือจัดการด้านต้นทุน รายได้ส่วนใหญ่ที่ได้มักเสียไปกับการจ่ายดอกเบี้ย จึงทำให้รายได้สุทธิของเกษตรกรลดลง และเมื่อไม่มีเงินทุนพอสำหรับใช้เพาะปลูกในรอบถัดไป เกษตรกรต้องเชื่อวัตถุดิบเพิ่มมากขึ้น ทำให้มีภาวะหนี้สินเพิ่มขึ้นและไม่สามารถหลุดพ้นจากวงจรอุบาทว์นี้ไปได้

นอกจากนี้ จากการสังเคราะห์ข้อมูลการสำรวจเชิงพื้นที่ แบบสอบถาม และการสัมภาษณ์เชิงลึกกับเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ และเกษตรผสมผสาน สิ่งที่เกษตรกรทั้งพื้นที่อำเภอกัลยาณิวัฒนา และอำเภอมะแม่ม ต้องการให้มีการช่วยเหลือและสนับสนุนอย่างมาก คือ แหล่งน้ำ ความต้องการเร่งด่วนของชุมชนกลับ ยะงพบอีกว่า หลายชุมชนต้องการฝาย อ่างเก็บน้ำในลำห้วยสาขา ประปาหมู่บ้าน คลองส่งน้ำ ฝายน้ำล้น ประปาภูเขา ปรับปรุงอ่าง

เก็บน้ำ ชุดสระน้ำ สร้างฝายและลำเหมือง ฝายต้นน้ำ บ่อบาดาล และถังเก็บน้ำ ทั้งเพื่อการเกษตรในช่วงฤดูแล้ง และน้ำเพื่ออุปโภคบริโภค

นอกจากนี้ เกษตรกรที่ทำการเกษตรและไม่ได้เข้าร่วม เป็นสมาชิกในโครงการหลวงหรือโครงการขยายผล ได้แก่ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางอุ๋ง และ โครงการขยายผลโครงการหลวงปางหินฝน มีความต้องการ ดังนี้

กรณีเกษตรกรที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ คือ 1) การตลาดสินค้าการเกษตร ส่งเสริมการทำเกษตรผสมผสาน 2) สนับสนุนเพื่อช่วยลดต้นทุนการผลิต 3) ประกันราคาผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ 4) ส่งเสริมการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร และส่งเสริมนวัตกรรมที่ช่วยในการเพาะปลูก และ 5) ควรกำหนดโควตาการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ต่อครัวเรือน จะทำให้ผลผลิตทางการเกษตรไม่ล้นตลาด ราคาผลผลิตก็จะดีขึ้น

กรณีทำการทำเกษตรกรรมประเภทอื่น คือ 1) การจัดหาแหล่งน้ำ การส่งเสริมกล้าไม้หลากหลายพันธุ์ในการเพาะปลูกทั้งไว้เพื่อบริโภค สร้างรายได้ และการแจกพันธุ์พืช เช่น มะม่วง ส้มเขียวหวาน อะโวคาโด เป็นต้น 2) ปรับปรุงเส้นทางคมนาคมขนส่งให้สะดวกมากขึ้น 3) สนับสนุนการศึกษาดูงานเกี่ยวกับการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรหรือนวัตกรรมใหม่ ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเกษตร และ ต้องการหน่วยงานที่ช่วยถ่ายทอดความรู้มากกว่าการกำหนดนโยบายต่าง ๆ 4) สนับสนุนการปลูกพืชหมุนเวียน และส่งเสริมการปลูกพืชชนิดอื่นทดแทนที่มีราคาค่อนข้างดีและมีตลาดรองรับ 5) ส่งเสริมหรือสนับสนุนการเลี้ยงสัตว์ 6) จัดตั้งกองทุนด้านปัจจัยการผลิต เช่น ปุ๋ย ยาฆ่าแมลง เมล็ดพันธุ์ และอุปกรณ์ทางการเกษตร เป็นต้น และ 7) สนับสนุนการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร เช่น สตอเบอร์รี่ และพัฒนา ส่งเสริม ให้เป็นอาชีพเสริมต่อไป

ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

จากข้อค้นพบในการประเมินต้นทุนและผลตอบแทน บริบทของเกษตรกร และความต้องการให้มีการช่วยเหลือ และสนับสนุนของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ และเกษตรผสมผสาน ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่ม จึงนำมาซึ่งข้อเสนอแนะเชิงนโยบายและแผนด้านการเกษตร ดังต่อไปนี้

1) ควรส่งเสริมให้เกษตรกรหันมาปลูกพืชแบบผสมผสานแทนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์หรือข้าวโพดเมล็ดพันธุ์เพียงอย่างเดียว ซึ่งไม่เพียงแต่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยมีการเพาะเศษซากวัสดุทางการเกษตรลดลงแล้ว ยังช่วยเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกรเพิ่มมากขึ้นอีกด้วย

2) ควรส่งเสริมระบบการเกษตรเชิงอนุรักษ์ดินและน้ำบนพื้นที่สูง เพื่อลดการชะล้างพังทลายของดินและการสูญเสียธาตุอาหารในดิน โดยมุ่งพัฒนาเกษตรกร ให้มีความตระหนัก มีความรู้ และปฏิบัติได้อย่างจริงจังในการจัดการระบบเพาะปลูกเชิงอนุรักษ์ดินและน้ำ ตามศาสตร์พระราชานองในหลวงรัชกาลที่ 9

3) มุ่งแก้ไขปัญหาคาญอย่างยั่งยืนและส่งเสริมการฟื้นฟูการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรป่าไม้ ดินและน้ำ
ส่งเสริมสร้างความรู้และความสามารถในการพึ่งพาตนเองให้กับเกษตรกร และส่งเสริมการแก้ไขปัญหาคาญอย่างยั่งยืน
ด้วยการลดรายจ่าย ลดต้นทุนในการผลิตและการสร้างรายได้ตามการเปลี่ยนแปลงของสังคมและเศรษฐกิจ

4) เสริมสร้างศักยภาพทางการตลาดของสินค้าเกษตรบนพื้นที่สูง โดยมุ่งเน้นพัฒนา เกษตรกร ผู้ประกอบการ
และเจ้าหน้าที่ภาครัฐ ให้สามารถแสวงหาและเข้าถึงตลาดสินค้าได้เพื่อเป็นการขยายตลาดและตอบสนองต่อความ
ต้องการของผู้บริโภค

5) เสริมสร้างระบบบริหารจัดการที่ดี ส่งเสริมกระบวนการมีส่วนร่วมของทั้งหน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน และ
ชุมชนที่เกี่ยวข้อง ให้สามารถเป็นพี่เลี้ยงให้กับเกษตรกรและชุมชนในการพัฒนากิจกรรมเพื่อการพึ่งพาตนเอง รวมทั้ง
พัฒนากฎระเบียบของชุมชนให้เอื้ออำนวยต่อความเสมอภาค และเสริมศักยภาพของชุมชนในการปรับตัวเข้ากับกระแส
โลกาภิวัตน์และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

6) ควรมีหน่วยงานภาครัฐหรือสถาบันทางการเงิน เข้ามาบริหารจัดการและให้ความช่วยเหลือปัญหานี้สินของ
เกษตรกร อย่างไรก็ตาม มีการกล่าวถึงโครงการพักชำระหนี้ของธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร (ธ.ก.ส.)
ตามข้อเสนอของแม่แจ่มโมเดลพลัส และเตรียมเสนอเข้าคณะรัฐมนตรี ภายในเดือนธันวาคม 2561 หากโครงการพักชำระ
หนี้ของ ธ.ก.ส.เกิดขึ้นได้จริง จะไม่เพียงแค่การพักหนี้ แต่จะยังเป็นการช่วยฟื้นฟู และพัฒนาคุณภาพชีวิตของเกษตรกร

สรุป

การปลูกพืชแบบเกษตรผสมผสานทุก ๆ รูปแบบ ให้ผลตอบแทนที่สูงกว่า การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และ
ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ โดยเฉพาะการปลูกผักกาดหอมและสตรอเบอร์รี่ พบว่า ให้ผลตอบแทน และกำไรสุทธิมากที่สุด คือ
352,500 และ 116,625 บาท/ไร่ ตามลำดับ ในขณะที่ การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ ให้ผลตอบแทน
6,287 และ 6,207 บาท/ไร่ และกำไรสุทธิ คือ 1,664 และ 1,553 บาท/ไร่ ตามลำดับ ดังนั้น นโยบายส่งเสริมให้เกษตรกรหัน
มาปลูกพืชแบบผสมผสานแทนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์หรือข้าวโพดเมล็ดพันธุ์เพียงอย่างเดียว จึงเป็นสิ่งจำเป็น
นอกจากนี้ นโยบายส่งเสริมระบบการเกษตรเชิงอนุรักษ์ดินและน้ำบนพื้นที่สูง นโยบายแก้ไขปัญหาคาญอย่าง
ยั่งยืนและส่งเสริมการฟื้นฟูการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรป่าไม้ ดินและน้ำ โดยการเสริมสร้างความรู้และความสามารถในการ
พึ่งพาตนเอง นโยบายเสริมสร้างศักยภาพทางการตลาดของสินค้าเกษตรบนพื้นที่สูง และควรมีหน่วยงานภาครัฐหรือ
สถาบันทางการเงิน เข้ามาบริหารจัดการและให้ความช่วยเหลือปัญหานี้สินของเกษตรกร นโยบายเหล่านี้ต้องรีบ
ดำเนินการโดยเร่งด่วนในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่ม

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ฝ่ายเกษตร ภายใต้โครงการการประมาณการผลกระทบจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศต่อการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์ และเกษตรผสมผสาน กรณีศึกษาลุ่มน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ สัญญาเลขที่ “RDG6020014” โดยมีสถาบันคลังสมองของชาติช่วยประสานงานโครงการและผลักดันให้เกิดโครงการวิจัย ตลอดจนให้คำแนะนำตลอดการดำเนินโครงการวิจัย และขอขอบคุณเกษตรกรทุกท่าน รวมถึงองค์การบริหารส่วนตำบลทุกแห่งในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ ที่ให้ความร่วมมือในการให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่องานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- เขมรัฐ เกลิงศรี และสิทธิเดช พงศ์กิจวรสิน. 2558. การศึกษารายได้เกษตรกรจากการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และวงจรอุบาทว์ของการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในที่ชื้น. ศูนย์วิจัยเศรษฐศาสตร์ประยุกต์. วารสารเศรษฐศาสตร์ประยุกต์ 22(1):51-78
- ดิเรก เครือจินลิ. 2559. ลุ่มน้ำแม่แจ่ม. มุลนิธิรักษ์ไท. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://climatechange-raksthai.org/natural_detail.php?id=1049&sub=15 (15 ธันวาคม 2560).
- ถนอมนวล ณ ป้อมเพชร. 2532. การอนุรักษ์ดินในประเทศกำลังพัฒนา. สำนักงานวิจัยแห่งชาติ. กรุงเทพมหานคร. 109 หน้า.
- พงษ์ทิพย์ สำราญจิตต์. 2558. จากคนปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ถึงอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ และคนกินเนื้อสัตว์. เนชั่นสุดสัปดาห์ คอลัมน์ ขวัญของแผ่นดิน มุลนิธิชีวิตไท นนทบุรี
- สุวรรณา ประณีตวตุล และเอื้อ สิริจินดา. 2548. การวางแผน ระบบการเกษตรอย่างยั่งยืนบนพื้นที่สูงทางภาคเหนือของประเทศไทย. รายงานฉบับสมบูรณ์. ศูนย์วิจัย เศรษฐศาสตร์ประยุกต์ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร
- สถาบันธรรมรัฐเพื่อการพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม. 2560. การปรับตัวของชุมชนในตำบลบ้านทับ อำเภอมแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ ต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ. โครงการเสริมสร้างธรรมาภิบาลและกระบวนการประชาธิปไตยต่อการจัดทำแผนรองรับการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศ. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://demadapt.net/wp-content/uploads/2017/10/Chaingmai_Thai-17-9-60.pdf (25 กุมภาพันธ์ 2561).
- Burke, M. and D.B. Lobell. 2010. Climate effects on food security: An overview. pp. 13-30. In: D.B. Lobell and M. Burke (eds.). Climate Change and Food Security: Adapting Agriculture to a Warmer World, Springer, Dordrecht.
- Darwin, R., R. Stacey and S. Shahla. 2005. Greenhouse gases and food security in low-income countries. pp. 71-111. In: R. Lal, B. A. Stewart, U. Norman and O.H. David (eds.). Climate Change and Global Food Security. Taylor & Francis, Boca Raton, FL.
- Fang, H., L. Sun and Z. Tang. 2015. Effects of rainfall and slope on runoff, soil erosion and rill development: an experimental study using two loess soils. Hydrological Processes 29: 2649–2658.

- Harold, C., B. Larson and L. Scott. 1994. Fertilizer Consumption Remains Low. International Agricultural and Trade Reports, Africa and Middle East Situation and Outlook Series, WRS-94-3. U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service, Washington, DC.
- Irmak, S., Odhiambo, L.O., Kranz, W.L., Eisenhauer, D.E. 2011. Irrigation efficiency and uniformity and crop water use efficiency. University of Nebraska, Lincoln.
- Klein, T., Holzkämper, A., Calanca, P., Seppelt, R., Fuhrer, J. 2013. Adapting agricultural land management to climate change: a regional multi-objective optimization approach. *Landscape Ecology* 28(10): 2029–2047.
- Liu, Q., L. Chen and J. Li. 2001. Influences of slope gradient on soil erosion. *Applied Mathematics and Mechanics* 22(5): 510-519.
- Morison, J.I.L., Baker, N.R., Mullineaux, P.M., and Davies, W.J. 2008. Improving water use in crop production. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 363(1491): 639-658.
- Nicolopoulou-Stamati, P., S. Maipas, C. Kotampasi, P. Stamatis, and L. Hens. 2016. Chemical Pesticides and Human Health: The Urgent Need for a New Concept in Agriculture. *Front Public Health* 4:148.
- Seckler, D., D. Gollin and P. Antoine. 1991. Agricultural Potential of “Mid-Africa”: A Technological Assessment. World Bank Discussion Paper 126. World Bank, Washington, DC.
- Vezina, K., F. Bonn, and C.P. Van. 2006. Agricultural land-use patterns and soil erosion vulnerability of watershed units in Vietnam’s northern highlands. *Landscape Ecol* 21:1311-1325.

Assessment of Landuse Change and Climate Change on Runoff in Mae Chaem Watershed

การประเมินผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินภายใต้
การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อปริมาณน้ำท่า ในลุ่มน้ำแม่แจ่ม

Mr. Kanpong Duangpustra, Dr.Nathsuda Pumijumong, Dr.Venus Tuankruea, Dr.Noppol Arunrat
Faculty of Environment and Resource Studies Mahidol university



ABSTRACT

The purpose of this study is to study the effect on runoff from the change of landuse under A2 and B2 climate scenario in Mae Chaem watershed by using SWAT model. To run SWAT various input data are required, Digital Elevation Model: DEM, climatology data, soil data, and landuse/land cover. The reliability of a simulated value shall be compared with an observed value via Coefficient of determination (R^2) and Nash-sutcliffe efficiency (E_{ns}). This study is divided into 3 cases which are a. Present landuse, b. A huge agriculture expansion and c. Reforestation. The result shows that among these 3 cases the most area cover with agriculture area provides the most runoff in Mae Chaem watershed.

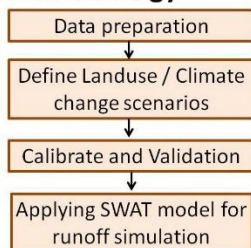
Introduction

Since the habits of Thai's farmers have changed due to the highly competition in the present, from a Simultaneous Cropping System to a Single Crop Yields (OAD, 2010).An expansion of hill agriculture has led to more and more deforestation. Hence, either drought or flood may occur. There are other factors that can drift the behavior of water such as climate changes, and land use changes. SWAT model has been used to simulate surface runoff and also simulate the impact on surface runoff from landuse change, and climate change (SWAT, 2017).

Objective

The aim of this study is to assessing the amount of runoff in Mae Chaem watershed in accordance with landuse change scenarios under A2 and B2 climate scenario.

Methodology



Result

Calibration and validation data is a monthly observed runoff from hydrology station P14A during January – December 2014 and 2016 for validation. SWAT parameters were adjusted via SWAT-CUP. Landuse change scenarios and climate change scenarios were combined to simulated runoff.

Outcome

Achieving a fundamental runoff data for policy-makers to manage and preserve Mae Chaem watershed optimally.

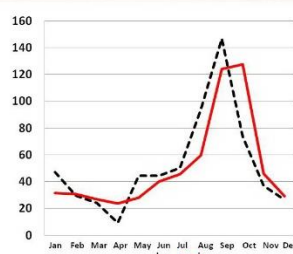


Figure 1 A graph shows observed runoff and simulated runoff (Calibration)

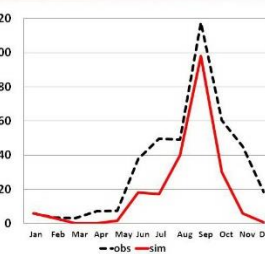


Figure 2 A graph shows observed runoff and simulated runoff (Validation)

Table 1 Parameters adjusted in SWAT-CUP

Parameters	Old Value	New Value
CN2	77	85.316
ALPHA BF	0.48	0.006
GW DELAY	31	500
GWQMN	1000	1.95

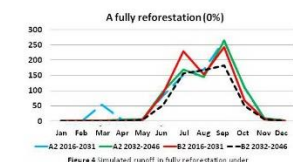


Figure 4 Simulated runoff in fully reforestation under A2 and B2 climate change scenarios

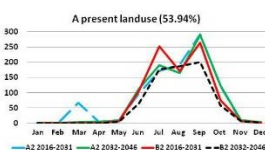


Figure 3 Simulated runoff in present landuse under A2 and B2 climate change scenarios

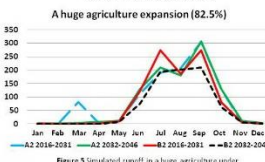


Figure 5 Simulated runoff in a huge agriculture expansion under A2 and B2 climate change scenarios

Conclusion

Both coefficient of determination (R^2) and nash-sutcliffe efficiency (E_{ns}) reached the satisfactory at 0.67 and 0.65 for calibration, and 0.86 and 0.62 for validation. The evaluation from each landuse change scenario reveals that, a huge agriculture expansion scenario generate the most annual runoff (1043.78) while a reforestation scenario generate the least annual runoff (856.39)

Reference

The Crop, Agriculture Development Center School of Agriculture and Cooperative Substation, Thammasat Open University, General Information. (Online). Retrieved May 1, 2017. From <http://www.thu.ac.th/OSU/Thailand/landuse.asp> 2017

SWAT: Soil Water Assessment Tool (Online). Retrieved August 7, 2017. From <http://swat.tamu.edu> 2017

Article

Air-Pollutant Emissions from Agricultural Burning in Mae Chaem Basin, Chiang Mai Province, Thailand

Noppol Arunrat *, Nathsuda Pumijumnong and Sukanya Sereenonchai

Faculty of Environment and Resource Studies, Mahidol University, Salaya 73170, Nakhon Pathom, Thailand; nathsuda.pum@mahidol.ac.th (N.P.); ssereenonchai@gmail.com (S.S.)

* Correspondence: noppol.aru@mahidol.ac.th

Received: 20 February 2018; Accepted: 10 April 2018; Published: 13 April 2018



Abstract: Particulate pollution is a continual problem which is usually caused by the burning of crop residues in highland agricultural systems. The objectives of this study are to investigate crop-residue management and estimate the amount of pollutant emissions from burning crop residues for each land-use pattern (grain maize, seed maize and integrated farming), and to estimate the chemical compositions of PM_{2.5} emissions from agricultural burning in Mae Chaem basin, Chiang Mai Province, Thailand. The purposive sampling method was used for sample selection. A door-to-door questionnaire survey was used to obtain responses from 149 respondents. Greenhouse gas (GHG) emissions from the open burning of crop residues were estimated, using specific emission factors obtained from several literature reviews and from the field by the questionnaire survey. Results revealed that the majority of farmers burned maize residues during April and May and mostly in the afternoon. These burning behaviors are in line with the supportive weather conditions that reflect high values of temperature and wind speed, and less rainfall and relative humidity result in maize residues being burned easily and quickly. The integrated farming system generated the lowest GHG emissions and amount of chemical composition of PM_{2.5} emissions, followed by the grain maize and seed maize patterns, respectively. This study strongly supports the implementation of the integrated farming system in Mae Chaem basin. Proactive and reactive measures should be taken in a well-organized and systematic fashion and should engage all related parties. More importantly, there is an urgent need for policy makers to include PM_{2.5} concentrations to upgrade Thailand's air-quality index (PM_{2.5} AQI).

Keywords: Mae Chaem basin; maize; burning crop residues; PM_{2.5} emissions; integrated farming system

1. Introduction

Biomass burning is a common phenomenon across the globe that has played a vital part in worsening the climate [1]. Many studies have illustrated the amounts of biomass being burnt from various sources, including deforestation, shifting cultivation, forest fires and burning of fuel as well as agricultural residues, most of which occur in the tropical zone [2–4]. At the global scale, forest fires are the largest source of greenhouse gas (GHG) emissions as they release large amounts of carbon at one time, accounting for approximately 2020 Tg (25% of all the burnt biomass), while the second largest source is the burning of agricultural residues [5–7]. Burning agricultural or crop residues has resulted in serious air pollution in many countries and over 50% of the black carbon in the global atmosphere [8]. Particulate matter (PM) that results from biomass burning also has negative effects on both the environment and human health. In the developing world, especially in South-East Asia, open biomass burning is a common activity that typically takes place before and after cultivation as a way of controlling crop residues and weeds [9,10]. Specifically, PM_{2.5} particles with an aerodynamic

size of less than $2.5\ \mu\text{m}$ can be deposited primarily in the pulmonary region [11,12]. Due to the large surface area of $\text{PM}_{2.5}$, toxins, including polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and heavy metals, are absorbed onto the surface. This can trigger or exacerbate conditions such as asthma, emphysema, bronchitis, silicosis and lung cancer [13].

In the northern part of Thailand, particulate pollution has been a recurrent problem mainly caused by burning of agricultural residues in highlands where maize is grown for animal feed. In Thailand, maize is produced mainly for animal feed: most of the maize production (80–100%) is sold to animal feed factories for commercial purposes and for domestic consumption. Only a small amount of the maize production is exported. In 2015, Thailand's domestic demand for maize was 5.34 million tons, which was a slight increase (around 5.95%) from 2006, because of the growing demand from the animal feed industry and the expansion of the livestock industry [14]. As a result, the maize-producing areas in the highland were expanded and a total amount of more than 12 million rai (1,920,000 hectares) of agricultural area and forest was turned into maize farms [15]. Farmers usually choose to burn crop residues, as burning is a quick and easy way of getting rid of them to prepare for the next cultivation season. However, burning of such biomass often releases significant amounts of air pollutants such as CO_2 , N_2O , CH_4 , CO , NH_3 , NO_x , SO_2 , NMHC, volatile organic compounds (VOCs), semi-volatile organic compounds (SVOCs) and PM_{10} (particles with aerodynamic size less than $10\ \mu\text{m}$) [16]. Turning forest and agricultural areas into maize farms also leads to further problems such as pervasive invasions into forests, which result in floods, landslides, and subsequent road accidents as well as damage to crops. Mae Chaem basin is one area in northern Thailand that has changed the use of land from other crops and forests to grow maize significantly [17]. In addition, the overuse of chemical fertilizers and pesticides always has an impact on the environment and the burning of maize residues is a major cause of air pollutants and particulate pollution [18].

Recently, $\text{PM}_{2.5}$ has become a major threat to people's health in Thailand and the government is placing more emphasis on the monitoring and improvement of local and regional air quality. Khamkaew et al. [19] found that the average $\text{PM}_{2.5}$ concentrations at Chiang Mai University and Doi Ang Khang stations were 74.5 ± 43.5 and $59.1 \pm 44.1\ \mu\text{g m}^{-3}$, respectively, and confirmed that biomass burning was a major source of $\text{PM}_{2.5}$ at both sites. Moreover, Greenpeace [20] reported that Chiang Mai province was one out of five cities with the highest annual average concentrations of $\text{PM}_{2.5}$ from January to July 2016. Seven out of 11 cities measured (63.6%) did not reach the National Ambient Air Quality Standard, which puts the annual limits at $25\ \mu\text{g m}^{-3}$ for $\text{PM}_{2.5}$, and all 11 cities measured did not reach the World Health Organization (WHO) guideline annual limit of $10\ \mu\text{g m}^{-3}$. Therefore, the objectives of this study are (1) to investigate the management of crop residues and to estimate the amounts of GHG emissions from burning crop residues of each land-use pattern: grain maize, seed maize and integrated farming; and (2) to estimate the chemical composition of $\text{PM}_{2.5}$ emissions from agricultural burning.

2. Materials and Methods

2.1. Study Area

The study area is Mae Chaem (Chaem River) basin, which is located in Chiang Mai Province in the northern part of Thailand. It is a tributary to the north of the Ping River, which is the largest tributary of the Chao Phraya River in the central part of Thailand. The location of the Mae Chaem basin is $18^\circ 6' 0''$ to $19^\circ 10' 0''$ N and $98^\circ 4' 0''$ to $98^\circ 34' 0''$ E, covering an area of $3853\ \text{km}^2$ (Figure 1). The climate of this area is determined by the amount of seasonal precipitation, given that the annual precipitation is influenced by Pacific-born typhoons and superimposed on the south-west monsoon [21]. These geographic parameters result in the spatial distribution of precipitation [22], an average annual temperature between 20 – $34\ ^\circ\text{C}$, and a rainy season that lasts from May to October.

The pattern of land use has shifted drastically over the past decades. In the 1960s, much of the plantation area at high altitude ($>1000\ \text{m.a.s.l.}$) was dedicated to opium plantations, while at medium

altitude (600–1000 m.a.s.l.), farmers carried out rotational farming, meaning that they grew their crops for a decade and then left the land empty for another decade. The main crop grown was rice, mostly around residential areas [23,24]. In the 1980s, the Mae Chaem basin development projects led to the development of infrastructure and the promotion of small agricultural projects for commercial purposes with the aim of fighting poverty and encouraging the cultivation of other crops over opium. The development project resulted in an increasing number of agricultural products from the highlands, such as cabbage and carrots, and the expansion of industrial crops such as soybean and maize around basins between high and medium altitudes, as well as the expansion of irrigated areas for rice, fruit and orchids [23–26]. However, in the last 10 years maize monoculture has increased dramatically due to increasing demand for maize according to the growth of the animal feed industry [27].

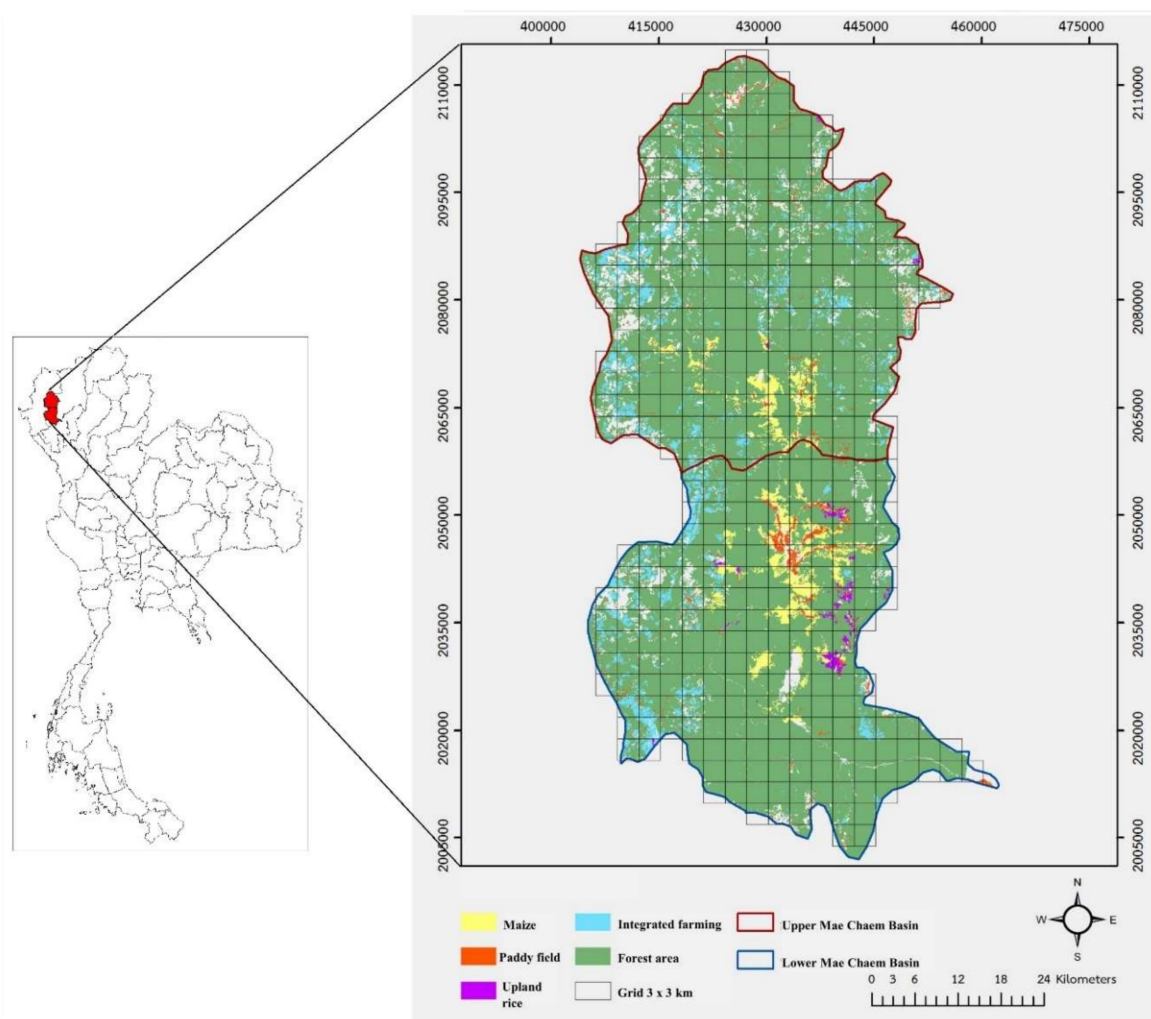


Figure 1. Study area.

2.2. Data Collection

The objective of this research is to study the areas dedicated to growing grain maize, seed maize and integrated farming. In this study, integrated farming refers to the cultivation of more than two different cash crops in the same area. Crops that were commonly grown in the Mae Chaem basin included peanut, potato, soybean, pumpkin, napa cabbage, strawberry, cabbage, shallot, Chinese parsley, avocado, coffee bean and other vegetables. The sampling method was purposive sampling, by which the researcher identified the expected numbers of farming villages and households that grew maize and maize seed and practiced integrated farming in relation to the objective of the study. To be

precise, this study aimed to collect data from farming households that grew grain maize and seed maize and practiced integrated farming, which meant that a sample size determined on the basis of the total number of households in the villages would be too large for this study. However, the number of samples to be taken from each village was determined based on the consultation with the sub-district administrative organization, making effective use of their broad knowledge of the area, expertise, and experience to come up with the group of samples that best represented the area. Onsite data collection included 10 sub-districts from two districts: (1) Mae Suek, Mae Na Chon, Tha Pha, Pang Hin Fon, Kong Khaek, Ban Thap, and Chang Khoeng sub-districts in Mae Chaem District; and (2) Chaem Luang, Ban Chan, and Mae Daet sub-districts in Galyani Vadhana District. Each of these sub-districts was represented by two of its villages, and each village was represented by approximately 10 of its households. In-depth interviews included 20 community leaders and 10 chief officials from district and sub-district administrative organizations. In total, there were 149 respondents.

Monthly temperature, relative humidity, rainfall and wind speed data were obtained from Chiang Mai meteorological station during the period 2012–2017. Data were analyzed to detect the climatological trend and connect with crop residual burning activities during the past 5 years.

2.3. Estimating Greenhouse Gas (GHG) Emissions

The volume of emissions of gas “ x ” from burning crop residues was estimated based on the amounts of crop residues burnt, called “activity data”, and the emission factor [28], as shown in Equation (1). In estimating activity data, the burned area, biomass density and burning efficiency were taken into account, as shown in Equation (2):

$$E_x = A \times EF_x \quad (1)$$

$$A = BA \times BD \times BE \quad (2)$$

where x is the emission type; E_x (g) is the amount of emission of each type; A (kg) is the activity data; EF_x (g kg^{−1}) is the emission factor; BA (km²) is the burned area; BD (kg m^{−2}) is the biomass per surface unit; and BE (dimensionless) is the burning efficiency.

In this study, the specific emission factors from several literature reviews were used, as shown in Table 1. In this study, BD is 0.40 kg m^{−2} (range: 0.30–0.50 kg m^{−2}) [29], while BA and BE were obtained from the field.

More specifically, chemical compositions of PM_{2.5} emissions from maize burning were estimated using the emission factor from Li et al. [30].

Table 1. Summary of emission factors (EFs) specific to grain maize and maize seed open burning (Tier 2).

Name of Pollutant	Unit	EF (Open Burning)	Source
CO ₂	g kg ^{−1} dm	1515.00	Andrea and Merlet [31]
CO	g kg ^{−1} dm	38.80	Jenkins et al. [32]
CH ₄	g kg ^{−1} dm	2.70	Andrea and Merlet [31]
N ₂ O	g kg ^{−1} dm	0.07	Andrea and Merlet [31]
NH ₃	g kg ^{−1} dm	2.40	Lee and Atkins [33]
NO _x	g kg ^{−1} dm	1.80	Jenkins et al. [32]
Non-methane volatile organic compounds (NMVOCs)	g kg ^{−1} dm	4.50	Jenkins et al. [32]
SO _x	g kg ^{−1} dm	0.20	Jenkins et al. [32]
Fine particulate matter (PM _{2.5})	g kg ^{−1} dm	6.00	Jenkins et al. [32]
PM ₁₀	g kg ^{−1} dm	6.20	Jenkins et al. [32]
Black carbon (BC)	mg kg ^{−1} dm	750.00	Turn et al. [34]

dm = Dry material.

2.4. Estimating Activity Data

2.4.1. Burned Area (BA)

The burned area was estimated based on the crop harvest area (HA) and the ratio of the burned area to harvest area, as shown in Equation (3).

$$BA = HA \times \%BA \quad (3)$$

where HA is the area where the crop of each type was harvested and $\%BA$ is the ratio of the burned area to harvest area. The data on harvest areas of both maize and maize seed in the study area were collected from Mae Chaem District Agriculture Office, and $\%BA$ data were collected from the farmers.

2.4.2. Burning Efficiency (BE)

Burning efficiency was the actual ratio of both types of maize residues that were burned down. Burning efficiency was divided into four groups: (1) minimal burning (1–25%), (2) nearly half burned (26–50%), (3) more than a half burned (51–75%), and (4) nearly all burned (76–100%).

2.5. Ground Observation and Questionnaire Survey

Questionnaires were used to collect data about farm management practices, crop residue management, and burned areas. The main topics in the questionnaire included the following: (1) the cultivation area of crops; (2) the number of crop plantations; (3) the variety of crops grown; (4) planting, storing and harvesting methods; (5) the method of removing residues of crops from the farm after harvesting; (6) the reasons for burning or not burning residues; (7) did farmers burn their residues of both maize types? (If yes, how much and when?); (8) if the farmers did not burn the crop residues, what did they do with them? (9) How much of the residue was burned (1–25%, 26–50%, 51–75%, 76–100%)? (10) How much of the planting area was burned (1–25%, 26–50%, 51–75%, 76–100%)? (11) What were the income, cost, and revenue per crop (baht/year)? (12) Was there any other income, aside from maize (baht/year)? (13) Was there any policy or support from the government and/or any related agency concerning maize production? (14) Was there any policy or support from the government and/or any related agency concerning aspects other than maize production? (15) If they were asked to stop growing maize and start growing other crops, would they be willing to? Why? What were the advantages and disadvantages?

3. Results

3.1. Meteorological Data

The meteorological data collected at Chiang Mai Province during the period of 2012–2017 is shown in Figure 2. The average temperatures of the 5-year period ranged from 29.8 °C (January) to 37.4 °C (April). The monthly average rainfall ranged from 9.8 mm (March) to 200.2 mm (August). The average relative humidity and wind speed ranged from 54.0% (March) to 79.2% (September), and 1.5 km h^{−1} (January) to 2.9 km h^{−1} (May), respectively.

3.2. Burning Seasons of Grain Maize, Seed Maize and Integrated Farming

Field data showed that, among the farmers in the Mae Chaem basin, 29% and 27% burned residues of grain maize and seed maize in April and May, respectively. After that, the most common months for burning these residues were December (21%), February (7.7%), November (5.8%), January (3.8%), and June, July, and October (1.9% each). However, none of them burned the maize residue in March, August and September. Meanwhile, 31.82% burned crop residues from the integrated farming system in April, 22.72% in May, 9.09% in January, March, and December, and 4.54% in February, August,

September, and November. Also, it was found that none of the farmers burned the crop residue from the integrated farming system in June, July or October (Figure 3).

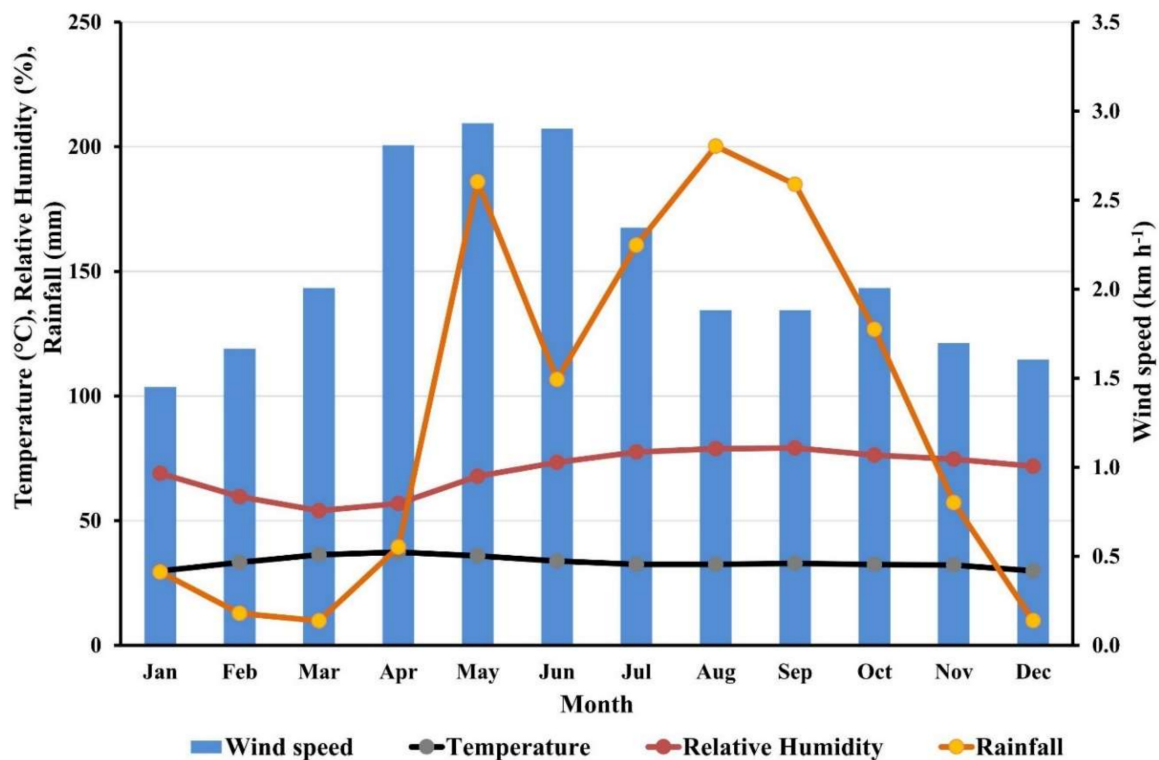


Figure 2. Temperature, relative humidity, rainfall and wind speed at Chiang Mai Province during the period 2012–2017.

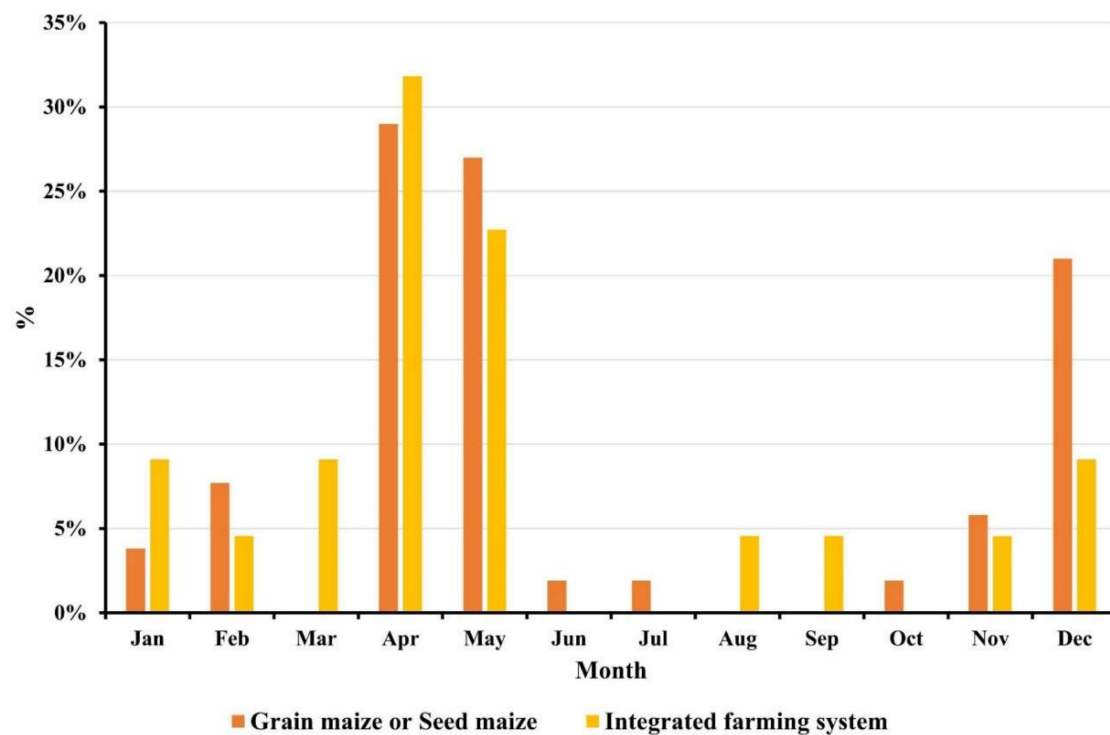


Figure 3. Burning seasons of grain maize, seed maize and integrated farming system.

3.3. Method of Removing Residues from the Field

Approximately 50% of the farmers left the grain maize and seed maize residues in their fields without burning or removing them while 41% of them burned them in the field. In addition, it was found that 4% of the farmers took the residue out of their fields to use it for other purposes, and 5% of them practiced all three methods: burning, removing and leaving in place. Most of the farmers (approximately 62%) left the crop residue from the integrated farming system within their fields, while 24% of them burned it down. Only 11% of them removed the crop residue from their fields to use it for other purposes and 3% of them practiced all three methods (Figure 4).

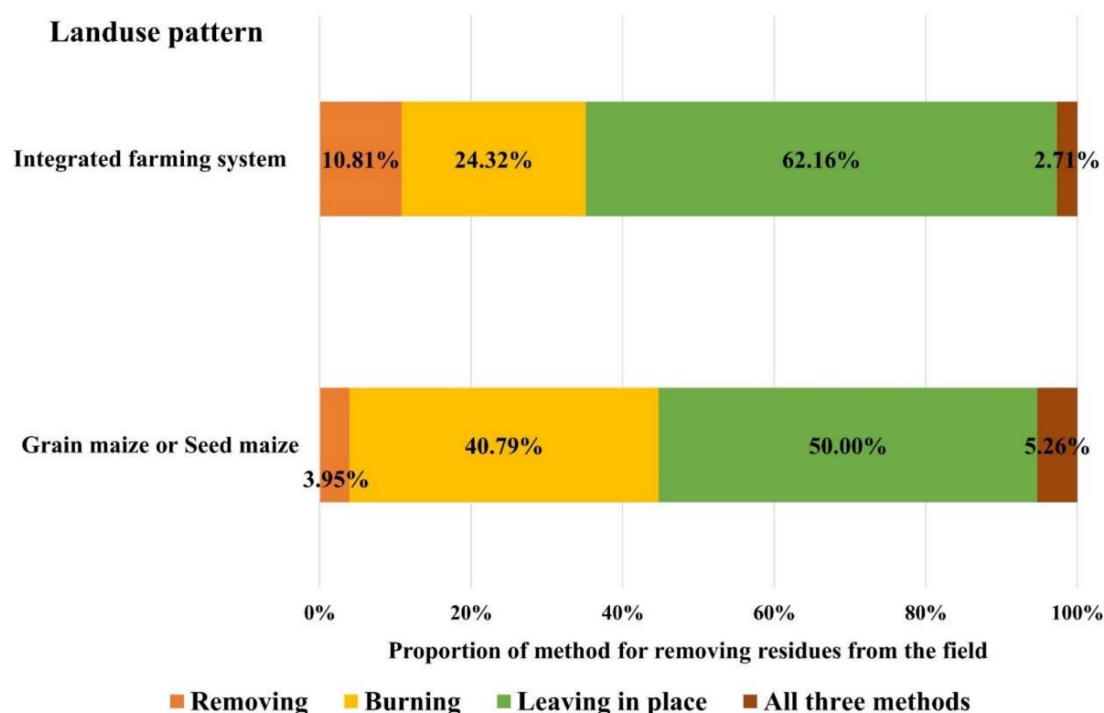


Figure 4. Method of removing residues from the field.

However, farmers in each area had different ways of dealing with the crop residues. The results showed that 75% of farmers in Chang Khoeng sub-district left the grain maize and seed maize residue on their fields, while 25% of them burned it. Of the farmers in Mae Daet sub-district, 33.33% removed the residue from their fields, 33.33% burned it down, and the remaining 33.34% left it within their fields. Moreover, of the farmers in Mae Suek sub-district, 75% burned the residue on their fields while 25% of them left it on their fields (Figure 5A). Figure 5B illustrates how crop residues were dealt with by farmers who practiced integrated farming. It was found that in Chaem Luang sub-district most of the farmers burned it down in their fields (80%) and 20% of them left it in their fields. Farmers in Ban Thap and Pang Hin Fon sub-districts were similar: 50% of them burned the crop residue in their fields and the other 50% left it in their fields. Meanwhile, Mae Suek sub-district was the only area where farmers did not leave any crop residue in their fields, with 60% of them burning it down and 20% of them removing it from their fields. It was also found that in Chang Khoeng sub-district, all the farmers left the crop residue in their fields.

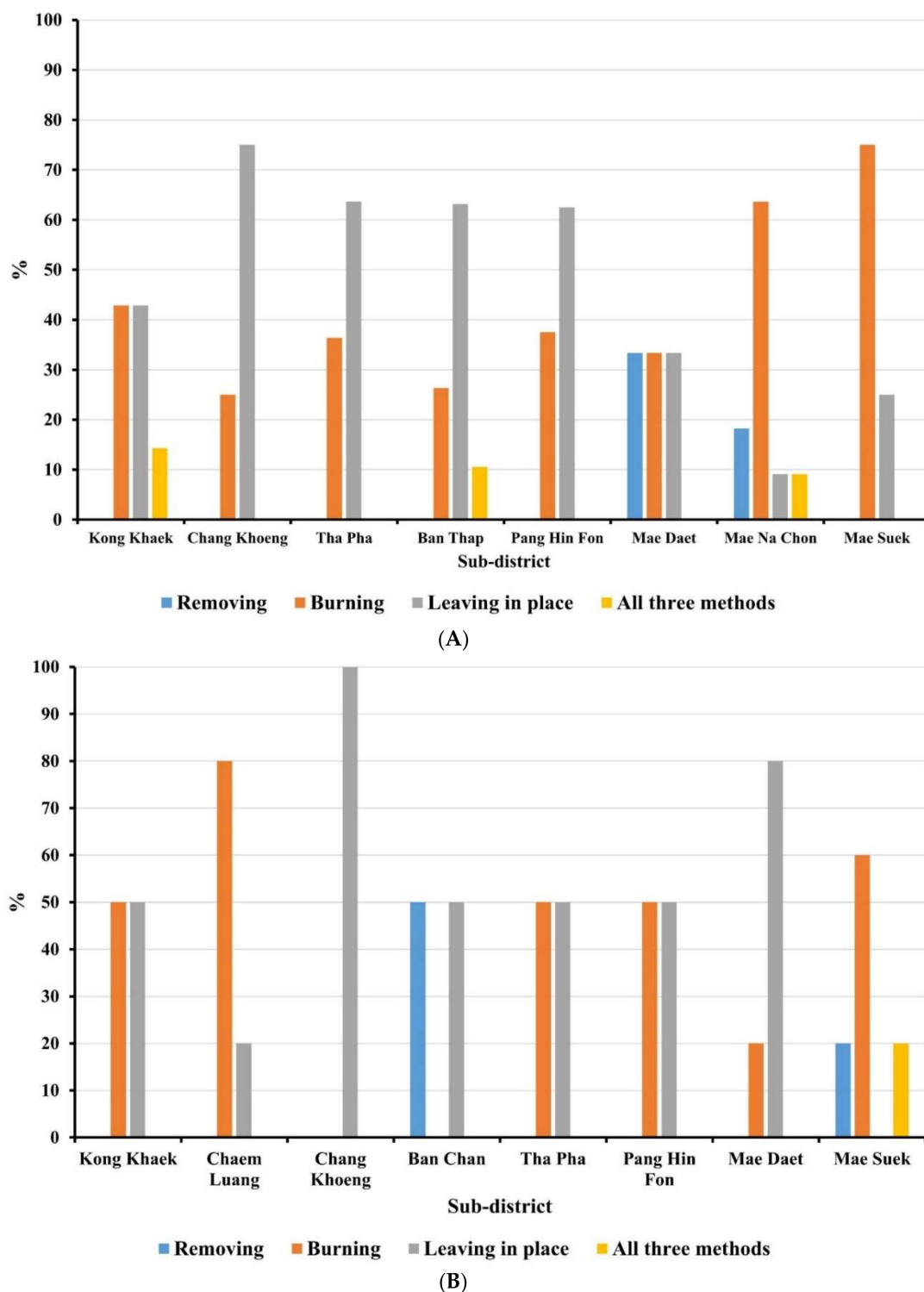


Figure 5. Method of removing residues from the field of each sub-district: (A) grain maize and seed maize, (B) integrated farming system.

3.4. Times of the Day at Which Crop Residues Were Burnt

Most of the farmers (66.67%) burned the grain maize and seed maize residues in the afternoon (12:01–18:00 h), while 27.78% of them did so in the morning (06:01–12:00 h), and 5.55% of them did so in the evening (18:01–06:00 h). Moreover, the results showed that 85.71% of the farmers burned the

crop residue from the integrated farming system in the afternoon (12:01–18:00 h), 14.29% did so in the morning (06:01–12:00 h), and none of them did so in the evening (18:01–06:00 h) (Figure 6).

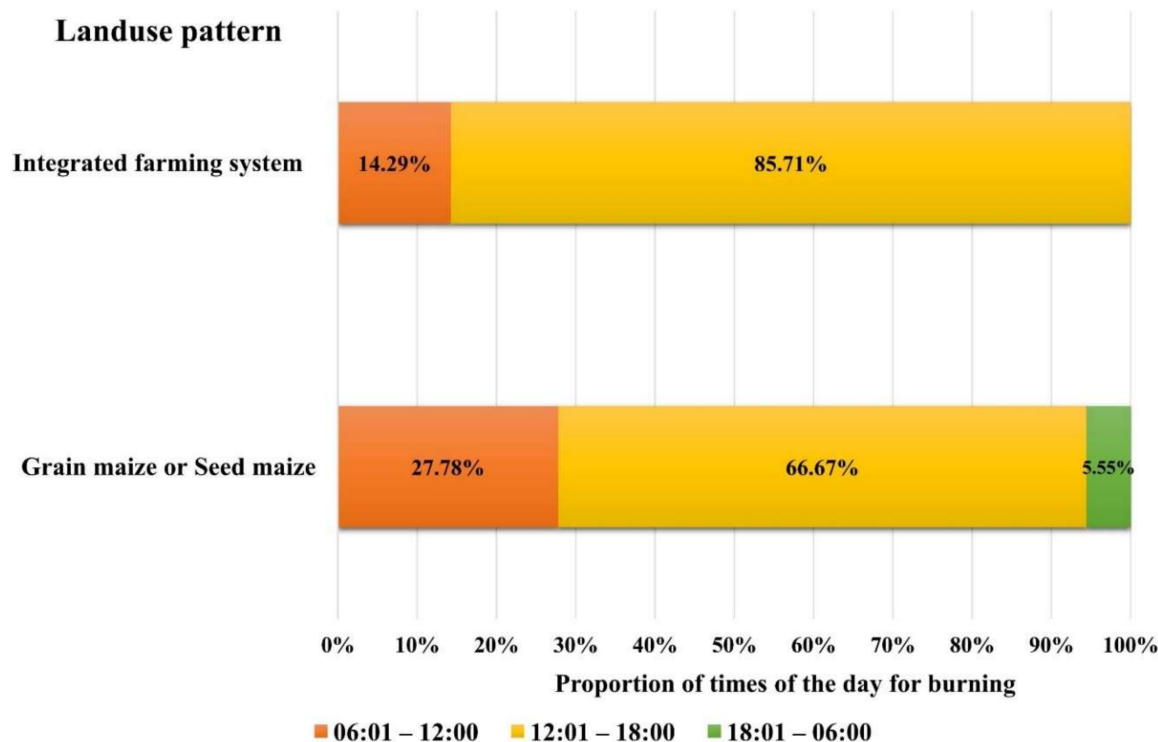


Figure 6. Times of the day for burning crop residues.

Concerning each area, all of the farmers in Chang Khoeng and Mae Daet sub-districts burned the grain maize and seed maize residues in the afternoon. Of the farmers in Mae Na Chon sub-district, 75% burned it in the afternoon and 25% of them did so in the evening. On the other hand, 67% of the farmers in Pang Hin Fon sub-district burned it in the morning and 33% of them did so in the afternoon (Figure 7A). In the case of integrated farming, most of the farmers in Kong Khaek, Ban Thap, Pang Hin Fon, Mae Suek, and Mae Daet sub-districts chose to burn the crop residue in the afternoon. Meanwhile, most of the farmers (86%) in Chaem Luang sub-districts chose to burn the crop residue in the morning (Figure 7B). In addition, it was found that 61% of the burning activity took between one to two hours, while 39% of the activity took less than one hour.

3.5. GHG Emissions from Burning Grain Maize and Seed Maize Residues

From highest to lowest amounts, the GHG emissions that resulted from burning grain maize and seed maize residues were as follows: $\text{CO}_2 > \text{CO} > \text{PM}_{10} > \text{PM}_{2.5} > \text{NMVOCs} > \text{CH}_4 > \text{NO}_x > \text{BC} > \text{SO}_x > \text{N}_2\text{O}$. Estimated amounts of CO_2 , CO, PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$, NMVOCs, CH_4 , NO_x , BC, SO_x , and N_2O emissions from burning grain maize residues were 9879.3, 253.0, 40.4, 39.1, 29.3, 17.6, 11.7, 4.9, 1.3, and 0.5 $\text{kg ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$, respectively (Table 2). Meanwhile, the estimated amounts of the greenhouse gases CO_2 , CO, PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$, NMVOCs, CH_4 , NO_x , BC, SO_x , and N_2O emitted by burning seed maize residues were 16,851.7, 656.1, 104.8, 101.5, 76.1, 45.7, 30.4, 12.7, 3.4, and 1.2 $\text{kg ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$, respectively (Table 3). Overall, the total amount of GHG emissions caused by the burning of seed maize residues was 23.94% higher than the total emissions caused by the burning of grain maize residues.

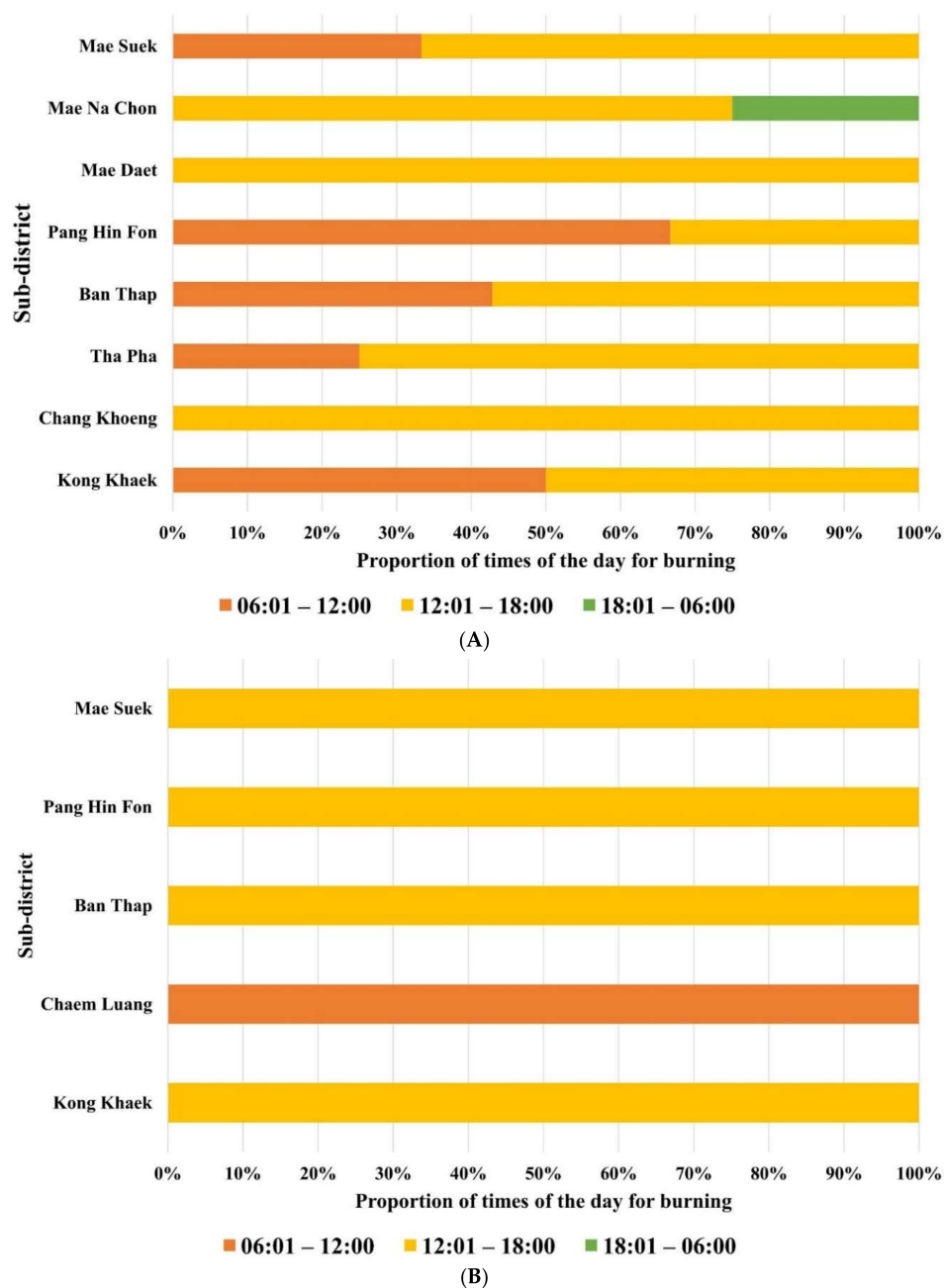


Figure 7. Times of the day for burning crop residues of each sub-district: (A) grain maize and seed maize, (B) integrated farming system.

3.6. GHG Emissions from Burning Crop Residues under the Integrated Farming System

Similarly, GHG emissions that resulted from burning crop residues from the integrated farming system were as follows: $\text{CO}_2 > \text{CO} > \text{PM}_{10} > \text{PM}_{2.5} > \text{NMVOCs} > \text{CH}_4 > \text{NO}_x > \text{BC} > \text{SO}_x > \text{N}_2\text{O}$. On average, the estimated amounts of the greenhouse gases emitted from burning crop residues under the integrated farming system were 6383.4, 163.5, 26.1, 25.3, 19.0, 11.4, 7.6, 3.2, 0.8, and 0.3 $\text{kg ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$ (Table 4). In addition, it was found that the farmers in Ban Thap sub-district who grew grain maize and, after harvesting, shallot, accounted for the greatest amount of GHG emissions from burning crop residues among all crops grown in the area, whereas the farmers in Chaem Luang sub-district who grew Japanese pumpkin twice a year accounted for the smallest amount of GHG emissions.

Table 2. Air-pollutant emissions from burning grain maize residues.

Sub-District	Land-use Pattern and Varieties	CO ₂	CO	CH ₄	N ₂ O	NO _x	NMVOCs	SO _x	PM _{2.5}	PM ₁₀	BC
		kg ha ^{−1} year ^{−1}									
Kong Khaek	shallots, glutinous rice, grain maize, seed maize	3607.1	92.4	6.4	0.2	4.3	10.7	0.5	14.3	14.8	1.8
Tha Pha	pumpkin, grain maize	5908.5	151.3	10.5	0.3	7.0	17.6	0.8	23.4	24.2	2.9
Ban Thap	grain maize	5681.3	145.5	10.1	0.3	6.8	16.9	0.8	22.5	23.3	2.8
Mae Daet	shallots, upland rice, grain maize	12,120.0	310.4	21.6	0.6	14.4	36.0	1.6	48.0	49.6	6.0
Mae Na Chon	grain maize	22,725.0	582.0	40.5	1.1	27.0	67.5	3.0	90.0	93.0	11.3
Mae Suek	grain maize	6775.3	173.5	12.1	0.3	8.1	20.1	0.9	26.8	27.8	3.4
	grain maize	12,338.1	316.0	22.0	0.6	14.7	36.6	1.6	48.9	50.5	6.1
Average		9879.3	253.0	17.6	0.5	11.7	29.3	1.3	39.1	40.4	4.9

Table 3. Air-pollutant emissions from burning seed maize residues.

Sub-District	Land-use Pattern and Varieties	CO ₂	CO	CH ₄	N ₂ O	NO _x	NMVOCs	SO _x	PM _{2.5}	PM ₁₀	BC
		kg ha ^{−1} year ^{−1}									
Kong Khaek	shallots, pumpkin, seed maize	9561.6	244.9	17.1	0.4	11.4	28.4	1.3	37.9	39.1	4.8
Chang Khoeng	shallots, seed maize	12,271.5	314.3	21.9	0.6	14.6	36.4	1.6	48.6	50.3	6.1
Tha Pha	seed maize	18,066.4	462.7	32.2	0.8	21.5	53.7	2.4	71.6	73.9	8.9
Ban Thap	seed maize	21,829.3	559.1	38.9	1.0	25.9	64.8	2.9	86.4	89.3	10.8
Pang Hin Fon	seed maize	20,009.4	2083.8	145.0	3.8	96.7	241.7	10.8	322.3	333.0	40.3
Mae Na Chon	seed maize	18,455.8	472.7	32.9	0.8	21.9	54.8	2.4	73.1	75.6	9.1
Mae Suek	seed maize	17,768.1	455.1	31.7	0.9	21.1	52.8	2.3	70.4	72.7	8.8
Average		16,851.7	656.1	45.7	1.2	30.4	76.1	3.4	101.5	104.8	12.7

Table 4. Air-pollutant emissions from burning crop residues under integrated farming system.

Sub-District	Land-use Pattern and Varieties	CO ₂	CO	CH ₄	N ₂ O	NO _x	NMVOCs	SO _x	PM _{2.5}	PM ₁₀	BC
		kg ha ⁻¹ year ⁻¹									
Kong Khaek	888 grain maize	1212.0	31.0	2.2	0.1	1.4	3.6	0.12	4.8	5.0	0.6
	888 grain maize, shallots	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chaem Luang	peanuts, red beans	6817.5	174.6	12.1	0.3	8.1	20.3	0.9	27.0	27.9	3.4
	Japanese pumpkin, peanuts	5113.1	130.9	9.1	0.3	6.1	15.2	0.7	20.3	20.9	2.6
	Japanese pumpkin, Japanese pumpkin	378.8	9.7	0.7	0.0	0.4	1.1	0.1	1.5	1.6	0.2
	Japanese pumpkin, red beans	5681.3	145.5	10.1	0.3	6.8	16.9	0.8	22.5	23.3	2.8
	peanuts, peanuts	511.3	13.1	0.9	0.0	0.6	1.5	0.1	2.0	2.1	0.3
	red beans, avocado, pumpkin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	rice, red bean, avocado, coffee bean	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	lettuce, potato, bog choy, parsley	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	strawberry 329, strawberry 80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chang Khoeng	pumpkin, pumpkin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Japanese pumpkin, peanuts	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ban Chan	corn, peanuts	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	pear, avocado, plum, cape gooseberry	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	kale, coriander, rice, Japanese pumpkin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	cabbage, lettuce, rice, Japanese pumpkin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Japanese pumpkin, vegetable salad, cabbage, coriander, vocado, passion fruit, pear	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Nakhon Sawan 3 grain maize, red beans	3933.2	100.8	7.0	0.2	4.7	11.7	0.5	15.6	16.1	1.9
	888 grain maize, shallots	26,512.5	679.0	47.3	1.3	31.5	78.8	3.5	105.0	108.5	13.1
Ban Thap	strawberry 329, strawberry 80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	strawberry 80, strawberry 329, cabbage	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mae Daet	strawberry 80, strawberry 329, napa cabbage	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	strawberry 80, strawberry 329	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	NK328 grain maize, NK62 grain maize, Japanese pumpkin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	potatoes, avocado, grape, cabbage	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mae Suek	green grapes, seed maize	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	cabbage, potatoes, avocado, grapes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	NK grain maize, pioneer grain maize, 888 grain maize, napa	927.6	23.8	1.6	0.1	1.1	2.8	0.1	3.7	3.8	0.4
	cabbage, arabica coffee	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Average		6383.4	163.5	11.4	0.3	7.6	19.0	0.8	25.3	26.1	3.2

3.7. Chemical Components Characteristics in PM_{2.5}

The estimation shows that the integrated farming system produced the lowest amount of chemical composition of PM_{2.5} emissions, followed by grain maize and seed maize, respectively. OC was detected as the dominant chemical composition in PM_{2.5} mass, followed Cl[−], NH₄⁺, K⁺, EC, SO₄^{2−}, and NO₃[−], respectively. The top 10 pollution levels of heavy metals in the PM_{2.5} mass were in the following order: Pb > K > Ti > Mn > V > Sr > S > Cd > As > Se in all three land-use patterns (Table 5).

Table 5. Chemical composition of PM_{2.5} emissions from agricultural residue burning.

Chemical Species	Grain Maize (g ha ^{−1} year ^{−1})	Seed Maize (g ha ^{−1} year ^{−1})	Integrated Farming System (g ha ^{−1} year ^{−1})
OC	152.59	395.61	98.48
EC	13.69	35.50	8.84
Cl [−]	105.64	273.88	68.18
NO ₃ [−]	2.74	7.10	1.77
SO ₄ ^{2−}	8.61	22.32	5.56
NH ₄ ⁺	46.95	121.73	30.30
K ⁺	39.13	101.44	25.25
Al	0.00016	0.00043	0.00011
Ca	0.00027	0.00070	0.00017
Fe	0.00005	0.00014	0.00004
Si	0.00021	0.00055	0.00014
Mg	0.00021	0.00055	0.00014
K	0.03169	0.08216	0.02045
Na	0.00078	0.00203	0.00051
S	0.00309	0.00801	0.00199
Sc	0.00027	0.00071	0.00018
Ti	0.00548	0.01420	0.00354
V	0.00391	0.01014	0.00253
Mn	0.00509	0.01319	0.00328
Co	0.00016	0.00041	0.00010
Ni	0.00133	0.00345	0.00086
Zn	0.00110	0.00284	0.00071
Ga	0.00012	0.00030	0.00008
As	0.00270	0.00700	0.00174
Se	0.00231	0.00598	0.00149
Sr	0.00333	0.00862	0.00215
Zr	0.00157	0.00406	0.00101
Mo	0.00027	0.00071	0.00018
Ag	0.00070	0.00183	0.00045
Cd	0.00274	0.00710	0.00177
Sb	0.00020	0.00051	0.00013
Ba	0.00102	0.00264	0.00066
Tl	0.00035	0.00091	0.00023
Pb	0.04304	0.11158	0.02778

4. Discussions

4.1. Prescribed Agricultural Burning Behaviors

Prescribed burning can be accomplished by applying knowledge of and skill with burning to specific site and weather conditions [35]. However, common prescribed burning parameters influencing land-management purposes are rainfall, relative humidity, temperature and wind speed [36,37]. Based on our findings, the majority of farmers in the Mae Chaem basin burned residues of grain maize and seed maize during April and May (Figure 3) and mostly in the afternoon (Figure 6). These burning behaviors are in line with the supportive weather conditions for burning. This is because the high values of temperature and wind speed, and less rainfall and relative humidity

during the burning period (Figure 2), result in maize residues that are burned easily and quickly. This finding can be supported by Indiana Department of Natural Resources [35], which indicated that high temperatures help dry residues quickly and increase the heat intensity of the fire. High wind speed can also increase the spread of flames and airborne particulate distribution, while calm wind supports air-pollutant accumulation. Moreover, temperature and wind speed generally increase to a maximum in the early afternoon and then decrease to a minimum after sunset.

Furthermore, fires are more intense under low rainfall or in an area to be burned that has dried after rainfall. These results are due to the rainfall effects on relative humidity of the surrounding air and moisture content of residues; if they retain more moisture, they are less apt to burn. Our results are also consistent with Chantara et al. [38] who found that the concentrations of atmospheric pollutants in Chiang Mai (Thailand) were high from January to April (dry season), decreased from May to October (wet season), and increased again from November to December (the cool, dry season). The Pollution Control Department (PCD) [39] also reported that open biomass burning in agricultural and forest areas in northern Thailand produced vast smoke/haze during the dry season (February–April), which is consistent with Chantara et al. [38] and Sillapapiromsuk et al. [40].

4.2. Field Burning of Crop Residues and GHG Emissions

Maize cultivation in the Mae Chaem basin takes place in the non-irrigated highlands. After harvesting, farmers leave the maize residues in the field until the next crop. However, open field burning of crop residues is a simple method by which farmers in this area can clean the agricultural land to facilitate soil tillage. Several studies have confirmed that open burning of crop residues is an efficient way to control insects, diseases and the emergence of invasive weed species [41,42]. On the other hand, it has been argued that this practice has negative impacts in terms of national economic losses [43,44], environmental degradation [45,46], health impacts [47], and soil organic matter (SOM) loss [48], which leads to a reduction of soil fertility and crop production.

Importantly, open field burning of crop residue transforms soil nutrients to gaseous form which is released to the atmosphere [49]. It has been reported that field burning of crop residues represents a major source of GHGs and aerosols [50,51]. These trace gases have negative impacts not only on the environment but also on human and animal health, especially in pregnant woman and small children [52,53]. According to Singh et al. [54], the medical records of the civil hospital of Jira, Punjab, indicated that there was a 10% increase in the number of patients within 20–25 days of the burning period. This is because more than 60% of the people live in the rice cultivation areas and rice residues are burned every season. In addition, Gadde et al. [55], Gullett and Touati [56], and Lin et al. [57] mentioned that burning crop residues results in the release of harmful chemicals to the atmosphere such as polychlorinated dibenzo-p-dioxins, polycyclic aromatic hydrocarbons, and polychlorinated dibenzofurans, which are referred to as dioxins. These air pollutants have toxicological properties and are potential carcinogens. Air pollution can result in the death of animals, as the high levels of CO₂ and CO in the animals' blood can convert the normal hemoglobin into deadly hemoglobin. There can also be a potential decrease in the yield of the milk-producing animals [53].

Moreover, the burning of crop residues affects not only soil fertility but also farmers' income, because the conversion of forest areas to agricultural land has resulted in a significant decline in SOM content [58]. On steep slopes in the highlands, this can easily result in soil erosion and a decline of soil fertility. According to Boonlertnirun and Jompuk [59], nitrogen and sulfur most frequently limit the maize yield and are emitted to the atmosphere in fires. Heard and Hay [60] found that about 98–100% of the nitrogen, 24% of the phosphorus, 35% of the potassium, and 75% of the sulfur were lost through burning in Manitoba, Western Canada. Moreover, Gupta et al. [61] estimated that the burning of straw increases soil temperature up to 33.8–42.2 °C (1-cm depth). However, for maize production in the highlands, an alternative to residue burning is needed, and this takes the form of the sequestration of carbon from plant biomass into SOM. To enhance the nutrient balance of maize-planting areas, implementing crop rotation (e.g., mung bean, soybean, red bean, pumpkin) under different types of

fertilizers and incorporating these crop residues in the soil can help to develop effective policies to address nutrient-related environmental problems and achieve a sustainable maize stover harvest [62].

4.3. Chemical Compositions of PM_{2.5} Emissions from Agricultural Burning

In terms of air-quality assessment, an important parameter is PM, especially PM_{2.5} that causes the negative effects on human health (such as impeded breathing, chronic asthma and lung cancer), visibility, radiation [63–66] and climate change [67]. Our finding revealed that OC was the dominant chemical composition in PM_{2.5} mass, which is in line with Turn et al. [34] who reported that about 50% of PM emission from crop residue combustion is carbonaceous aerosol. Moreover, our findings are in line with several studies, which reported that Cl[−], NH₄⁺, K⁺, EC, SO₄^{2−} and NO₃[−] were derived from the combustion process, while K⁺ and Cl[−] were the dominant pollution from agricultural residue burning [40,68–71]. Long et al. [72] reported a 34% increase in ambient PM_{2.5} concentrations from agricultural burning in the North China Plain. Cheng et al. [73] attributed 37% of PM_{2.5} mass, 70% of OC, and 61% EC to crop burning in southern China. Elevated K⁺ and Cl[−] abundances in PM have been reported for biomass burning in China [74] and in Korea [75]. In Thailand, Chantara et al. [38] determined the seasonal variation of atmospheric ion species and gases in the suburban area of Chiang Mai Province. Their results show that the first component had a high loading of SO₄^{2−}, NH₄⁺ and K⁺, which was probably generated from fuel combustion, agricultural activity and biomass burning, respectively. In addition, Khamkaew et al. [19], Vinitketkumnuen et al. [76] and Chantara et al. [77] found the major elements in the PM_{2.5} from biomass burning in Chiang Mai Province were K⁺, Mg, Al and Fe.

Moreover, PM_{2.5} contain various toxic heavy metal elements, among which Pb represented the highest concentration of heavy metals in PM_{2.5} from agricultural burning compared with the other elements in this area. Previous studies have demonstrated that Pb is a carcinogenic heavy metal that can be enriched in the human body via inhalation, dermal absorption and ingestion [78–80]. It should be noted that an integrated farming system generated the lowest concentrations of heavy metals in PM_{2.5} due to the lower amount of maize residue burning than other land-use patterns.

4.4. Comparisons of GHG Emissions among Grain Maize, Seed Maize and Integrated Farming

Comparisons of GHG emissions among the three land-use patterns—grain maize, seed maize, and integrated farming—pointed to the fact that farmers who grew seed maize were responsible for the largest amount of GHG emissions, followed by those who grew grain maize and those who practiced integrated farming, respectively. It was also found that most of the farmers who did not grow grain maize or seed maize but grew other plants such as strawberry, Japanese pumpkin and cabbage did not burn any crop residues. In addition, field data showed that there were several reasons why the farmers burnt their crop residues. First, residues of grain maize and seed maize are hardly degradable and lead to pests and weeds. Secondly, the residues are a hindrance to farming activities such as tillage, pesticide, herbicide and fertilizer applications, and planting. Thirdly, burning is a cost- and time-saving method. Fourthly, it is difficult to remove grain maize and seed maize residues from the fields as trucks cannot get into them. Finally, some farmers understand that burning is allowed before or after the period announced by the government.

4.5. Proposed Policies

Proactive and reactive measures should be taken in a well-organized and systematic fashion and should engage all related parties. The following plausible solutions for particulate pollution and forest-fire control are suggested: (1) Urgent measures: state agencies must enhance their collaboration and work to officially announce severe particulate pollution warnings in specific areas to urge the government to allocate budgets to help alleviate hardship among those affected. A royal rainmaking station should be established in the northern part of Thailand to cope with the particulate pollution issue. In addition, there should be communication with countries in the Greater Mekong Subregion

(GMS)—including Myanmar, Vietnam, and Laos—in order to improve how these countries prevent and cope with open biomass burning. (2) Long-term measures: the concept of “wet forest” that was initiated by King Bhumibol Adulyadej, or King Rama IX, should be incorporated into the proactive and reactive measures for particulate pollution and forest fire using the following methods: first, water from the waterways should be used and various plants should be planted along the waterways. Second, a forest fire prevention system should be built with a wet fire line using irrigation water and rain water. Third, fast-growing trees should be grown to cover a water channel to gradually increase the surrounding moisture and spread it to both sides of the channel, thus helping plants to grow and preventing forest fires, since fires normally thrive on drier land. Fourth, a check dam should be built to close off a water channel or small streams at various intervals to retain some of the water and sediment. The retained water will be absorbed into the soil and will increase moisture on both banks, thus making it a wet forest. Fifth, water should be pumped to the highest possible location and released in small amounts so that it is absorbed into the soil to grow “mountain forests” as wet forests. Sixth, two meters’ worth of banana plants should be planted in forests as they can retain water better than other plants can, which will reduce water loss.

More importantly, policy makers urgently need to include PM_{2.5} concentrations in Thailand’s air quality index (PM_{2.5} AQI) in order to provide the public with more comprehensive air-quality data, and implement the measures to control and reduce air pollution in the future.

5. Conclusions

The majority of farmers in the Mae Chaem basin burned residues of grain maize and seed maize during April and May and mostly in afternoon. These burning behaviors are in line with the supportive weather conditions for burning that reflect high values of temperature and wind speed, and less rainfall and relative humidity result in maize residues that are burned easily and quickly. The amount of GHG emissions from burning crop residues showed that grain maize planting generated emissions of CO₂ > CO > PM₁₀ > PM_{2.5} > NMVOCs > CH₄ > NO_x > black carbon > SO_x > N₂O with average values of 9879.3, 253.0, 40.4, 39.1, 29.3, 17.6, 11.7, 4.9, 1.3, and 0.5 kg ha^{−1} year^{−1}, respectively; while seed maize planting demonstrated about 23.94% higher emissions than maize planting, with values of 16,851.7, 656.1, 104.8, 101.5, 76.1, 45.7, 30.4, 12.7, 3.4, and 1.2 kg ha^{−1} year^{−1}, respectively. Meanwhile, the integrated farming system generated GHG emissions, with average values of 6383.4, 163.5, 26.1, 25.3, 19.0, 11.4, 7.6, 3.2, 0.8, and 0.3 kg ha^{−1} year^{−1}, respectively.

The integrated farming system recorded the lowest amount of chemical composition of PM_{2.5} emissions, followed by grain maize and seed maize, respectively. OC was detected as the dominant chemical composition in PM_{2.5} mass, followed by Cl[−], NH₄⁺, K⁺, EC, SO₄^{2−}, and NO₃[−], respectively. The top 10 pollution levels of heavy metals in the PM_{2.5} mass were in the following order: Pb > K > Ti > Mn > V > Sr > S > Cd > As > Se.

This study strongly supports the implementation of the integrated farming system in Mae Chaem basin. More importantly, including PM_{2.5} concentrations to upgrade Thailand’s air-quality index (PM_{2.5} AQI) is an urgent need for policy makers.

Acknowledgments: This article was a part of the research grant nr. RDG6020014. Furthermore, the authors would like to thank the reviewers for their helpful comments to improve the manuscript.

Author Contributions: Noppol Arunrat collected and preformed data analysis, wrote and revised the manuscript. Nathsuda Pumijumngong collected and preformed data analysis, and provided advice. Sukanya Sereenonchai collaborated in discussing the manuscript and provided advice to this study.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.

References

1. Yang, S.; He, H.; Lu, S.; Chen, D.; Zhu, J. Quantification of crop residue burning in the field and its influence on ambient air quality in Suqian, China. *Atmos. Environ.* **2008**, *42*, 1961–1969. [CrossRef]
2. Wang, Q.; Shao, M.; Liua, Y.; William, K.; Paul, G.; Lia, X.; Lua, S. Impact of biomass burning on urban air quality estimated by organic tracers: Guangzhou and Beijing as cases. *Atmos. Environ.* **2007**, *41*, 8380–8390. [CrossRef]
3. Cao, G.; Zhang, X.; Gong, S.; Zheng, F. Investigation on emission factors of particulate matter and gaseous pollutants from crop residue burning. *J. Environ. Sci.* **2008**, *20*, 50–55. [CrossRef]
4. Zhang, H.; Hu, D.; Chen, J.; Ye, X.; Wang, S.X.; Hao, J.; Wang, L.; Zhang, R.; An, Z. Particle size distribution and polycyclic aromatic hydrocarbons emissions from agricultural crop residue burning. *Environ. Sci. Technol.* **2011**, *45*, 5477–5482. [CrossRef] [PubMed]
5. Crutzen, P.J.; Andreae, M.O. Biomass burning in the tropics: Impact on atmospheric chemistry and biogeochemical cycles. *Science* **1990**, *250*, 1669–1678. [CrossRef] [PubMed]
6. Andreae, M.O.; Artaxo, P.; Fischer, H.; Freitas, S.R.; Grégoire, J.M.; Hansel, A.; Hoor, P.; Kormann, R.; Krejci, R.; Lange, L.; et al. Transport of biomass burning smoke to the upper troposphere by deep convection in the equatorial region. *Geophys. Res. Lett.* **2001**, *28*, 951–954. [CrossRef]
7. Chang, D.; Song, Y. Estimates of biomass burning emissions in tropical Asia based on satellite-derived data. *Atmos. Chem. Phys.* **2010**, *10*, 2335–2351. [CrossRef]
8. Bond, T.C.; Streets, D.G.; Yarber, K.F.; Nelson, S.M.; Woo, J.H.; Klimont, Z. A technology-based global inventory of black and organic carbon emissions from combustion. *J. Geophys. Res. Planets* **2004**, *109*, D14203. [CrossRef]
9. Garivait, S.; Bonnet, S.; Sorapipith, V.; Chaiyo, U. Estimation of air pollutant emission from open biomass burning in Thailand. In Proceedings of the Joint International Conference on Sustainable Energy and Environment, Phachuapkhirikhan, Thailand, 10–14 October 2004.
10. Tipayarat, Y.; Sajor, E.E. State simplification, heterogeneous cause of vegetation fires and implication on local haze management: Case study in Thailand. *Environ. Dev. Sustain.* **2012**, *14*, 1047–1064. [CrossRef]
11. World Health Organization (WHO). *Air Quality Guidelines for Europe*, 2nd ed.; Chapter 7.3 Particulate Matter; Regional Office for Europe: Copenhagen, Denmark, 2000.
12. Dockery, D.W.; Stone, P.H. Cardiovascular risks from fine particulate air pollution. *N. Engl. J. Med.* **2007**, *356*, 511–513. [CrossRef] [PubMed]
13. Anderson, K.R.; Avol, E.L.; Edwards, S.A.; Shamoo, D.A.; Peng, R.C.; Linn, W.S.; Hackney, J.D. Controlled exposure of volunteers to respirable carbon and sulfuric acid aerosols. *J. Air Waste Manag. Assoc.* **1992**, *42*, 770–776. [CrossRef]
14. Office of Agricultural Economics (OAE). *Agricultural Statistic in Thailand, 2014*; OAE: Bangkok, Thailand, 2015.
15. United Nations Development Programme (UNDP). Innovation: Thailand Maize. 2015. Available online: <http://www.th.undp.org> (accessed on 8 January 2018).
16. Mittal, S.K.; Susheel, K.; Singh, N.; Agarwal, R.; Awasthi, A.; Gupta, P.K. Ambient air quality during wheat and rice crop stubble burning episodes in Patiala. *Atmos. Environ.* **2009**, *43*, 238–244. [CrossRef]
17. Oanh, N.T.K.; Leelasakultum, K. Analysis of meteorology and emission in haze episode prevalence over mountain-bounded region for early warning. *Sci. Total Environ.* **2011**, *409*, 2261–2271. [CrossRef] [PubMed]
18. Jain, N.; Bhatia, A.; Pathak, H. Emission of Air Pollutants from Crop Residue Burning in India. *Aerosol Air Qual. Res.* **2014**, *14*, 422–430. [CrossRef]
19. Khamkaew, C.; Chantara, S.; Wiriya, W. Atmospheric PM_{2.5} and its elemental composition from near source and receptor sites during open burning season in Chiang Mai, Thailand. *Int. J. Environ. Sci. Dev.* **2016**, *7*, 436–440. [CrossRef]
20. Greenpeace. Greenpeace's City Rankings for PM_{2.5} in Thailand. 2017. Available online: <https://greenpeace.or.th/s/right-to-clean-air/PM2.5CityRankingsREV.pdf> (accessed on 28 March 2018).
21. Walker, A. *Forests and Water in Northern Thailand. Resource Management in Asia-Pacific Working Paper No. 37. Resource Management in Asia-Pacific Program*; The Australian National University: Canberra, Australia, 2002.
22. Kuraji, K.; Punyatrang, K.; Suzuki, M. Altitudinal increase in rainfall in the Mae Chaem watershed, Thailand. *J. Meteorol. Soc. Jpn.* **2001**, *79*, 353–363. [CrossRef]

23. Thomas, D.; Preechapanya, P.; Saipothong, P. Landscape agroforestry in upper tributary watersheds of northern Thailand. *J. Agric.* **2002**, *18*, S255–S302.
24. Walker, A. Agricultural transformation and the politics of hydrology in northern Thailand. *Dev. Chang.* **2003**, *34*, 941–964. [[CrossRef](#)]
25. Praneetvatakul, S.; Janekarnkij, P.; Potchanasin, C.; Prayoonwong, K. Assessing the sustainability of agriculture a case of Mae Chaem catchment, northern Thailand. *Environ. Int.* **2001**, *27*, 103–109. [[CrossRef](#)]
26. Pinthong, J.; Thomsen, A.; Rasmussen, P.; Iversen, B.V. *Studies of Soil and Water Dynamics. Approach and Methodology*; Working Paper No. 2; Research Center on Forest and People in Thailand: Tjele, Denmark, 2000.
27. Royal Forest Department. *General Information: The National Forest Management Center 26, Mae Chaem Forest 2, Chiang Mai, Forest Resource Management Bureau 1 (Chiang Mai) and The National Forest Management Bureau*; Royal Forest Department, Ministry of Natural Resources and Environment: Bangkok, Thailand, 2016. (In Thai)
28. Crutzen, P.J.; Heidt, L.E.; Krasnec, J.P.; Pollock, W.H.; Seiler, W. Biomass burning as a source of the atmospheric gases CO, H₂, N₂O, NO, CH₃Cl and COS. *Nature* **1979**, *282*, 253–256. [[CrossRef](#)]
29. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories; Reference Manual*; IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Geneva, Switzerland, 1996; Volume 3.
30. Li, X.; Wang, S.; Duan, L.; Hao, J.; Li, C.; Chen, Y.; Yang, L. Particulate and Trace Gas Emissions from Open Burning of Wheat Straw and Corn Stover in China. *Environ. Sci. Technol.* **2007**, *41*, 6052–6058. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
31. Andreae, M.O.; Merlet, P. Emission of trace gases and aerosols from biomass burning. *Glob. Biogeochem. Cycles* **2001**, *15*, 955–966. [[CrossRef](#)]
32. Jenkins, B.M.; Jones, D.; Turn, S.Q.; Williams, R.B. Particle concentrations, gas-particle partitioning, and species intercorrelations for Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH) emitted during biomass burning. *Atmos. Environ.* **1996**, *30*, 3825–3835. [[CrossRef](#)]
33. Lee, D.S.; Atkins, D.H.F. Atmospheric ammonia emission from agricultural waste combustion. *Geophys. Res. Lett.* **1994**, *21*, 281–284. [[CrossRef](#)]
34. Turn, S.Q.; Jenkins, B.M.; Chow, J.C.; Pritchett, L.C.; Campbell, D.; Cahill, T.; Whalen, S.A. Elemental characterization of particulate matter emitted from biomass burning: Wind tunnel derived source profiles for herbaceous and wood fuels. *J. Geophys. Res.* **1997**, *102*, 3683–3699. [[CrossRef](#)]
35. Indiana Department of Natural Resources. *Prescribed Burning: Habitat Management Fact Sheet*; Indiana Division of Fish and Wildlife: Indianapolis, IN, USA, 2005.
36. Pechony, O.; Shindell, D.T. Fire parameterization on a global scale. *J. Geophys. Res.* **2009**, *114*. [[CrossRef](#)]
37. Bistinas, I.; Harrison, S.P.; Prentice, I.C.; Pereira, J.M.C. Causal relationships versus emergent patterns in the global controls of fire frequency. *Biogeosciences* **2014**, *11*, 5087–5101. [[CrossRef](#)]
38. Chantara, S.; Sillapapiromsuk, S.; Wiriya, W. Atmospheric pollutants in Chiang Mai (Thailand) over a five-year period (2005–2009), their possible sources and relation to air mass movement. *Atmos. Environ.* **2012**, *60*, 88–98. [[CrossRef](#)]
39. Pollution Control Department (PCD). Manual Report: Air Quality Data Monitoring. Pollution Control Department, 2015. Available online: <http://aqmthai.com/> (accessed on 13 April 2016).
40. Sillapapiromsuk, S.; Chantara, S.; Tengjaroenkul, U.; Prasitwattanaseree, S.; Prapamontol, T. Determination of PM₁₀ and its ion composition emitted from biomass burning in the chamber for estimation of open burning emissions. *Chemosphere* **2013**, *93*, 1912–1919. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
41. Kutcher, H.R.; Malhi, S.S. Residue burning and tillage effects on diseases and yield of barley (*Hordeum vulgare*) and canola (*Brassica napus*). *Soil Tillage Res.* **2010**, *109*, 153–160. [[CrossRef](#)]
42. Gonçalves, C.; Evtyugina, M.; Alves, C.; Monteiro, C.; Pio, C.; Tomé, M. Organic particulate emissions from field burning of garden and agriculture residues. *Atmos. Res.* **2011**, *101*, 666–680. [[CrossRef](#)]
43. Meesubkwang, S. Chiang Mai's Polluted Air: Chiang Mai's Polluted Air. 2007. Available online: <http://www.chiangmai-mail.com/212/news.shtml> (accessed on 8 January 2018).
44. Kludze, H.; Deen, B.; Weersink, A.; Van Acker, R.; Janovicek, K.; De Laporte, A.; McDonald, I. Estimating sustainable crop residue removal rates and costs based on soil organic matter dynamics and rotational complexity. *Biomass Bioenergy* **2013**, *56*, 607–618. [[CrossRef](#)]

45. Estrellan, C.R.; Iino, F. Toxic emissions from open burning. *Chemosphere* **2010**, *80*, 193–207. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
46. Viana, M.; Reche, C.; Amato, F.; Alastuey, A.; Querol, X.; Moreno, T.; Lucarelli, F.; Nava, S.; Calzolari, G.; Chiari, M.; et al. Evidence of biomass burning aerosols in the Barcelona urban environment during winter time. *Atmos. Environ.* **2013**, *72*, 81–88. [[CrossRef](#)]
47. Agarwal, R.; Awasthi, A.; Singh, N.; Gupta, P.K.; Mittal, S.K. Effects of exposure to rice-crop residue burning smoke on pulmonary functions and Oxygen Saturation level of human beings in Patiala (India). *Sci. Total Environ.* **2012**, *429*, 161–166. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
48. Granged, A.J.P.; Zavala, L.M.; Jordán, A.; Bárcenas-Moreno, G. Post-fire evolution of soil properties and vegetation cover in a Mediterranean heathland after experimental burning: A 3-year study. *Geoderma* **2011**, *164*, 85–94. [[CrossRef](#)]
49. Haider, M.Z. Determinants of rice residue burning in the field. *J. Environ. Manag.* **2013**, *128*, 15–21. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
50. Johnson, J.M.-F.; Franzluebbers, A.J.; Weyers, S.L.; Reicosky, D.C. Agricultural opportunities to mitigate greenhouse gas emissions. *Environ. Pollut.* **2007**, *150*, 107–124. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
51. Vadrevu, K.P.; Giglio, L.; Justice, C. Satellite based analysis of fire-carbon monoxide relationships from forest and agricultural residue burning (2003–2011). *Atmos. Environ.* **2013**, *64*, 179–191. [[CrossRef](#)]
52. Gupta, P.K.; Sahai, S. Residues open burning in rice-wheat cropping system in India: An agenda for conservation of environment and agricultural conservation. In *Conservation Agriculture: Status and Prospects*; Abrol, I.P., Gupta, R.K., Malik, R.K., Eds.; Centre for Advancement of Sustainable Agriculture, National Agriculture Science Centre: New Delhi, India, 2005; pp. 50–54.
53. Kumar, P.; Kumar, S.; Joshi, L. Chapter 2: The Extent and Management of Crop Stubble. In *Knowledge Systems of Societies for Adaptation and Mitigation of Impacts of Climate Change. Environmental Science*; Nautiyal, S., Rao, K.S., Kaechele, H., Raju, K.V., Schaldach, R., Eds.; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2015.
54. Singh, R.P.; Dhaliwal, H.S.; Sidhu, H.S.; Manpreet-Singh, Y.S.; Blackwell, J. Economic assessment of the Happy Seeder for Rice-Wheat Systems in Punjab, India. In Proceedings of the AARES 52nd Annual Conference, Canberra, Australia, 5–8 February 2008.
55. Gadde, B.; Bonnet, S.; Menke, C.; Garivait, S. Air pollutant emissions from rice straw open field burning in India, Thailand and the Philippines. *Environ. Pollut.* **2009**, *157*, 1554–1558. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
56. Gullett, B.; Touati, A. PCDD/F emissions from burning wheat and rice field residue. *Atmos. Environ.* **2003**, *37*, 4893–4899. [[CrossRef](#)]
57. Lin, L.-F.; Lee, W.-J.; Li, H.-W.; Wang, M.-S.; Chang-Chien, G.-P. Characterization and inventory of PCDD/F emissions from coal-fired power plants and other sources in Taiwan. *Chemosphere* **2007**, *68*, 1642–1649. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
58. Paustian, K.; Six, J.; Elliott, E.T.; Hunt, H.W. Management options for reducing CO₂ Emissions from agricultural soils. *Biogeochemistry* **2000**, *48*, 147–163. [[CrossRef](#)]
59. Boonlertnirun, K.; Jompuk, C. Nitrogen use efficiency and low nitrogen tolerance in waxy corn. *Khon Kaen Agric. J.* **2011**, *39*, 231–240.
60. Heard, J.; Hay, D. Typical nutrient content, uptake pattern and Carbon: Nitrogen ratios of prairie crops. In Proceedings of the Manitoba Agronomists Conference, Winnipeg, MB, Canada, 12–13 December 2006.
61. Gupta, P.K.; Sahai, S.; Singh, N.; Dixit, C.K.; Singh, D.P.; Sharma, C.; Tiwari, M.K.; Gupta, R.K.; Garg, S.C. Residue burning in rice-wheat cropping system: Causes and implications. *Curr. Sci.* **2004**, *87*, 1713–1717.
62. Khanal, S.; Anex, R.P.; Gelder, B.K.; Wolter, C. Nitrogen balance in Iowa and the implications of corn-stover harvesting. *Agric. Ecosyst. Environ.* **2014**, *183*, 21–30. [[CrossRef](#)]
63. Tzanis, C.; Tsiola, E.; Efstathiou, M.; Varotsos, C. Forest fires pollution impact on the solar UV irradiance at the ground. *Fresenius Environ. Bull.* **2009**, *18*, 2151–2158.
64. Chow, J.C.; Watson, J.G. Air quality management of multiple pollutants and multiple effects. *Air Qual. Clim. Chang.* **2011**, *45*, 26–32.
65. Fiore, A.M.; Naik, V.; Leibensperger, E.M. Air quality and climate connections. *J. Air Waste Manag. Assoc.* **2015**, *65*, 645–685. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
66. Yao, H.; Song, Y.; Liu, M.X.; Archer-Nicholls, S.; Lowe, D.; McFiggans, G.; Xu, T.T.; Du, P.; Li, J.F.; Wu, Y.S.; et al. Direct radiative effect of carbonaceous aerosols from crop residue burning during the summer harvest season in East China. *Atmos. Chem. Phys.* **2017**, *17*, 5205–5219. [[CrossRef](#)]

67. Haywood, J.; Boucher, O. Estimates of the direct and indirect radiative forcing due to tropospheric aerosols: A review. *Rev. Geophys.* **2000**, *38*, 513–543. [\[CrossRef\]](#)
68. Zhang, M.; Wang, S.; Wu, F.; Yuan, X.; Zhang, Y. Chemical compositions of wet precipitation and anthropogenic influences at a developing urban site in southeastern China. *Atmos. Res.* **2007**, *84*, 311–322. [\[CrossRef\]](#)
69. Al-Khashman, O.A. Chemical characteristics of rainwater collected at a western site of Jordan. *Atmos. Res.* **2009**, *91*, 53–61. [\[CrossRef\]](#)
70. Huang, D.; Xu, Y.; Peng, P.; Zhang, H.; Lan, J. Chemical composition and seasonal variation of acid deposition in Guangzhou, South China: Comparison with precipitation in other major Chinese cities. *Environ. Pollut.* **2009**, *157*, 35–41. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
71. Hong, L.; Liu, G.; Zhou, L.; Li, J.; Xu, H.; Wu, D. Emission of organic carbon, elemental carbon and water-soluble ions from crop straw burning under flaming and smoldering conditions. *Particuology* **2017**, *31*, 181–190. [\[CrossRef\]](#)
72. Long, X.; Tie, X.X.; Cao, J.J.; Huang, R.J.; Feng, T.; Li, N.; Zhao, S.Y.; Tian, J.; Li, G.H.; Zhang, Q. Impact of crop field burning and mountains on heavy haze in the North China Plain: A case study. *Atmos. Chem. Phys.* **2016**, *16*, 9675–9691. [\[CrossRef\]](#)
73. Cheng, Z.; Wang, S.X.; Fu, X.; Watson, J.G.; Jiang, J.K.; Fu, Q.Y.; Chen, C.H.; Xu, B.Y.; Yu, J.S.; Chow, J.C. Impact of biomass burning on haze pollution in the Yangtze River Delta, China: A case study of summer in 2011. *Atmos. Chem. Phys.* **2014**, *14*, 4573–4585. [\[CrossRef\]](#)
74. Shen, Z.X.; Cao, J.J.; Arimoto, R.; Han, Z.W.; Zhang, R.J.; Han, Y.M.; Liu, S.X.; Okuda, T.; Nakao, S.; Tanaka, S. Ionic composition of TSP and PM_{2.5} during dust storms and air pollution episodes at Xi'an, China. *Atmos. Environ.* **2009**, *43*, 2911–2918. [\[CrossRef\]](#)
75. Park, S.S.; Hong, S.B.; Jung, Y.G.; Lee, J.H. Measurements of PM₁₀ aerosol and gas-phase nitrous acid during fall season in a semi-urban atmosphere. *Atmos. Environ.* **2004**, *38*, 293–304. [\[CrossRef\]](#)
76. Vinitketkumnuen, U.; Kalayanamitra, K.; Chewonaria, T.; Kamens, R. Particulate matter, PM₁₀ & PM_{2.5} levels and airborne mutagenicity in Chiang Mai, Thailand. *Mutat. Res.* **2002**, *519*, 121–131. [\[PubMed\]](#)
77. Chantara, S.; Wangkarn, S.; Tengjaroenkul, U.; Sangchang, W.; Rayanakorn, M. Chemical analysis of airborne particulates for air pollutants in Chiang Mai and Lumphun Provinces, Thailand. Chiang Mai. *J. Sci.* **2009**, *36*, 123–135.
78. Ferreira-Baptista, L.; De Miguel, E. Geochemistry and risk assessment of street dust in Luanda, Angola: A tropical urban environment. *Atmos. Environ.* **2005**, *38*, 4501–4512. [\[CrossRef\]](#)
79. Xue, M.; Yang, Y.; Ruan, J.; Xu, Z. Assessment of noise and heavy metals (Cr, Cu, Cd, Pb) in the ambience of the production line for recycling waste printed circuit boards. *Environ. Sci. Technol.* **2012**, *46*, 494–499. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
80. Cheng, X.; Huang, Y.; Long, Z.; Ni, S.; Shi, Z.; Zhang, C. Characteristics, sources and health risk assessment of trace metals in PM₁₀ in Panzhuhua, China. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* **2016**, *98*, 76–83. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)



Assessment of Landuse Change and Climate Change on Runoff in Mae Chaem Watershed

การประเมินผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพ

ภูมิอากาศต่อปริมาณน้ำท่า ในลุ่มน้ำแม่แจ่ม

Kanpong Duangpustra (กานต์พงศ์ ดวงพัศตรา)* Dr.Nathsuda Pumijumnong (ดร.นาถสุดา ภูมิจันงค์)**

Dr.Venus Tuankrua (ดร.วินัส ต่วนเครือ)*** Dr.Noppol Arunrat (ดร.นพพล อรุณรัตน์)****

ABSTRACT

The purpose of this study is to study the effect on runoff from the change of landuse under A2 and B2 climate scenario in Mae Chaem watershed by using SWAT model. To run SWAT various input data are required, Digital Elevation Model: DEM, climatology data, soil data, and landuse/land cover. The reliability of a simulated value shall be compared with an observed value via Coefficient of determination (R^2) and Nash-sutcliffe efficiency (E_{ns}). This study is divided into 3 cases which are a. Present landuse, b. A huge agriculture expansion and c. Reforestation. The result shows that among these 3 cases the most area cover with agriculture area provides the most runoff in Mae Chaem watershed.

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินปริมาณน้ำท่าต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแบบ A2 และ B2 ต่อปริมาณน้ำท่าบริเวณลุ่มน้ำแม่แจ่ม โดยใช้แบบจำลอง SWAT model ซึ่งเป็นแบบจำลองนี้จะประมวลผลปริมาณน้ำท่าจากข้อมูลนำเข้าได้แก่ แบบจำลองระดับสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model : DEM) ข้อมูลอุตุนิคมวิทยา ข้อมูลปฐพีวิทยา และข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน บริเวณลุ่มน้ำแม่แจ่ม ทำการวิเคราะห์ผลของความน่าเชื่อถือของแบบจำลองโดยเปรียบเทียบผลของปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการจำลองและปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัดจริงจากวิธีการ ซึ่งการศึกษานี้ถูกแบ่งออกเป็น 3 กรณี ได้แก่ กรณีที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน กรณีที่การใช้ประโยชน์ที่ดินที่เป็นพื้นที่การเกษตรกรรมทั้งหมดถูกเปลี่ยนเป็นพื้นที่ป่า และกรณีที่การใช้ประโยชน์ที่ดินที่เป็นพื้นที่ป่าทั้งหมดถูกเปลี่ยนเป็นพื้นที่เกษตรกรรม จากผลการศึกษาพบว่า การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากพื้นที่ป่ามาเป็นพื้นที่เกษตรกรรมส่งผลให้ปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินบริเวณลุ่มน้ำแม่แจ่มเพิ่มขึ้น

Keywords: Runoff, SWAT

คำสำคัญ: น้ำท่า SWAT

* Student, Master of Science Program in Technology of Environmental Management, Faculty of Environment and Resource Studies
Mahidol University

** Associate Professor, Department of Environmental Technology, Faculty of Environment and Resource Studies, Mahidol University

*** Lecturer, Department of Conservation, Faculty of Forestry, Kasetsart University

**** Lecturer, Department of Environmental Technology, Faculty of Forestry, Mahidol University

Introduction

Thailand is an agricultural - based country. Since the habits of Thai's farmers have changed due to the highly competition in the present, from a Simultaneous Cropping System to a Single Crop Yields (The Organic Agriculture Development Center, 2010). An expansion of hill agriculture has led to more and more deforestation. This impact shall lead to erosion that can cause sedimentation in low land river. A high sedimentation in a particular spot shall lead to a shallow and direction changes. Hence, either drought or flood may occur.

To prevent the above threat, a good stimulation is required in order to understand the consequences from hill agriculture in each scenario. Runoff, nutrient, and sediment are keys component of these impact. Considering the agriculture activities, there are other factors that can drift the natural behavior of water such as climate changes, land use, specific management, and etc. which lead to various situations and managerial ways.

The Soil and Water Assessment Tool SWAT is widely used in assessing soil erosion prevention and control, non-point source pollution control and regional management in watersheds SWAT model has been used to simulate from a small watershed to a huge watershed scale in both quality and quantity of surface water and groundwater and also simulate the impact from landuse change, and climate change (SWAT, 2017).

Objectives of the study

The aim of this study is to assessing the amount of runoff in Mae Chaem watershed in accordance with landuse change scenarios under A2 and B2 climate scenario.

Material and Methodology

Data preparation

To simulate runoff, SWAT model required a data to process. The input data collect in this study are Base map and Climatology data. The data were requested from Land Development Department and Northern Meteorological Center Meteorological Department as listed in table 1

Table 1 Input data for SWAT model

Type of data	Details	Source of data	Step
Base map			
• Dem 30	- A projected Grid shows the elevation in Mae Chaem.	- Land Development Department	- Project setup
• Mae Chaem Boundary	- A projected Grid shows the boundary of Mae Chaem.	- Land Development Department	- Water delination
• River line	- A projected Grid shows the river line in Mae Chaem.	- Land Development Department	- Water delination
• Land use	- A projected Grid shows the	- Land Development Department	- HRU analysis

Table 1 Input data for SWAT model (Cont.)

Type of data	Details	Source of data	Step
• Soil type	- A projected Grid shows the soil characteristics in Mae Chaem.	- Land Development Department	- HRU analysis
<u>Weather data</u>			
• Temperature	- The temperature collected from Mae Chaem weather stations, recorded from (1/1/1979) to (31/12 /2016)	- Meteorological department	- Weather station
• Precipitation	- The precipitation collected from Mae Chaem weather stations, recorded from (1/1/1979) to (31/12 /2016)	- Meteorological department	- Weather station
• A2 B2 climate scenario	The daily temperature and precipitation from (1/1/2016) to (31/12/2031)	- SEASTART	- Weather station
<u>Observed data</u>			
• Runoff	- The daily runoff at hydrology station P14A recorded from (1/1/2010) to (31/12/2016)	-Upper Northern Region Irrigation Hydrology Center	- Calibration & Validation

Landuse changes scenarios

Landuse changes in this study shall be divided into 3 scenarios, where each scenario is an assumption as follow.

Present landuse

The first scenario is the base year of a present landuse (2015) which shall be simulated base on landuse map in Mae Chaem watershed.

A huge agriculture expansion

In this scenario the researcher assumed that there is an increasing in agriculture in Mae Chaem watershed. The total amount of agricultural area increase is equal to the amount of forest area left at present, meaning that all available forest area shall be converted to an agricultural area.

Reforestation

In this scenario the researcher assumed that there is an increasing in forest conservation in Mae Chaem watershed. The total amount of forest area increase is equal to the amount of agricultural area left at present, meaning that all available agricultural area shall be converted to forest area.

Climate change scenarios

The titles of the storylines have been kept simple: A2 and B2 described by Sangmanee et al. (2010) as follow:

A2 Climate scenario

A2 climate scenario was selected to represent an upcoming monthly weather forecast. To illustrate the underlying theme is self-reliance and preservation of local identities, where economic growth and technology are gradually developed. Values of A2 climate change consist of precipitation (rainfall in mm.) and temperature (degree celcius).

B2 Climate scenario

The B2 storyline and scenario family describes a world in which the emphasis is on local solutions to economic, social, and environmental sustainability. It is a world with moderate population growth, intermediate levels of economic development, and less rapid and more diverse technological change than in the B1 and A1 storylines. While the scenario is also oriented toward environmental protection and social equity, it focuses on local and regional levels.

Applying SWAT model for runoff simulation

Before simulate runoff from SWAT model. SWAT model require a calibration, in order to get the closet and harmonize with the observed data in both runoff and sediment. Parameters in SWAT model shall be adjusted by SWAT-CUP, then the best parameters shall be readjusted to SWAT model. After the calibration is done, validation is required. When calibration and validation are done, SWAT model is applicable.

Calibrate and Validation

The monthly observed runoff for calibration and validation are retrieved from hydrology station P14A which locate at Hot district Chaing Mai. Coefficient of determination (R^2) and Nash-sutcliffe efficiency (E_{ns}) shall be evaluate.

Results

SWAT parameters are calibrated via SWAT – CUP as show in table 2. These streamflow-related parameters are frequently used for SWAT model calibration, summarized by (Douglas-Mankin et al., 2010).

Table 2 Parameters adjusted in SWAT-CUP

Parameters	Detail	Old Value	New Value	Changes %
CN2	CN2 or runoff curve number is a value which identify an efficiency of runoff flow in accordance with land cover. Range from 35 - 98.	77	85.316	+10.8%

Table 2 Parameters adjusted in SWAT-CUP (Cont.)

Parameters	Detail	Old Value	New Value	Changes %
ALPHA BF	A constant value which direct variation to groundwater recharge. Range from 0.1 - 0.3	0.48	0.006	-98.5%
GW DELAY	The delay time consume in permeability process. Range from 0 - 500	31	500	+1512%
GWQMN	The initial value of water in aquifer. (Groundwater will reach surface water when a water level is greater or equal to GWQMN). Range from 1 - 1000.	1000	1.95	-99.8%

The calibration data is a monthly observed runoff from hydrology station P14A during January – December 2014 as shows in table 3. The satisfactory of (R^2) and (E_{ns}) are greater or equal to 0.6 and greater or equal to 0.5 (Arnold et al., 2012) respectively.

Table 3 Monthly comparisons between observed runoff and simulated runoff at hydrology station P14A

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
2014												
Obs	47.28	29.69	24.22	9.37	44.53	44.41	50.47	94.13	146.81	73.78	37.26	26.51
Sim	31.47	30.73	26.78	23.64	27.97	40	45.81	59.79	124.2	127.4	46.2	29.27

Calibration result

After compare a simulated runoff with an observed runoff as shows in figure 1 during January - December 2014 (via SWAT - CUP), the analysis reveals that Coefficient of determination (R^2) and Nash-sutcliffe efficiency (E_{ns}) are 0.67 and 0.65 respectively.

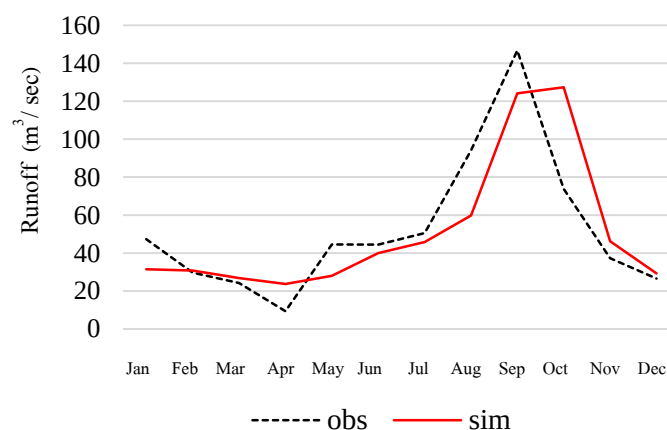


Figure 1 A graph shows observed runoff and simulated runoff (Calibration)

Validation result

In validation process observed runoff and simulated runoff are compared as shows in figure 2 by which the period of observed runoff is January - December 2016 (via SWAT - CUP), the analysis reveals that Coefficient of determination (R^2) and Nash-sutcliffe efficiency (E_{ns}) are 0.86 and 0.62 respectively.

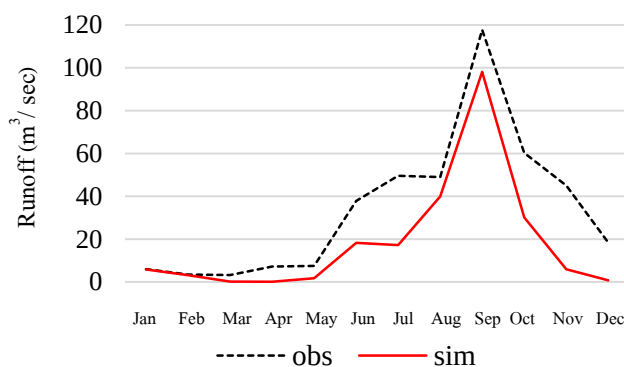


Figure 2 A graph shows observed runoff and simulated runoff (Validation)

Therefore, both calibration and validation were satisfied. SWAT is applicable for estimate both runoff and sediment in accordance with landuse changes in Mae Chaem watershed under climate change scenarios.

Landuse changes and runoff

A present landuse (53.94%)

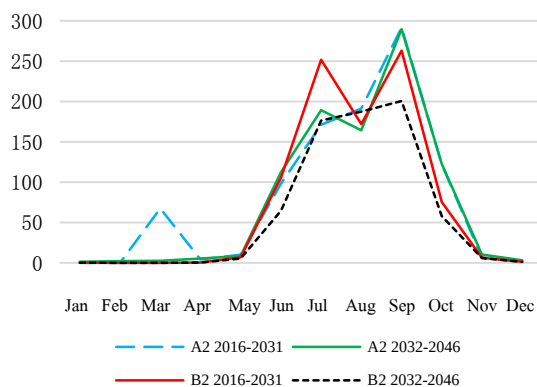


Figure 3 Simulated runoff in present landuse under A2 and B2 climate changes

A fully reforestation (0%)

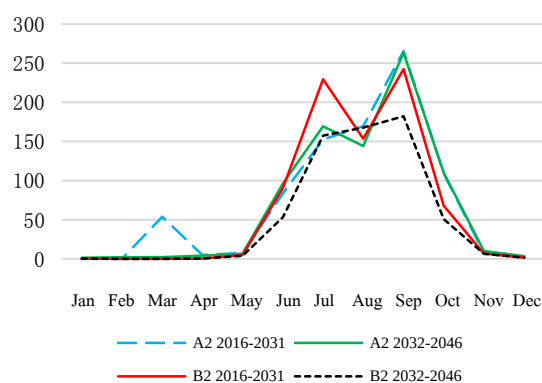


Figure 4 Simulated runoff in fully reforestation under A2 and B2 climate changes

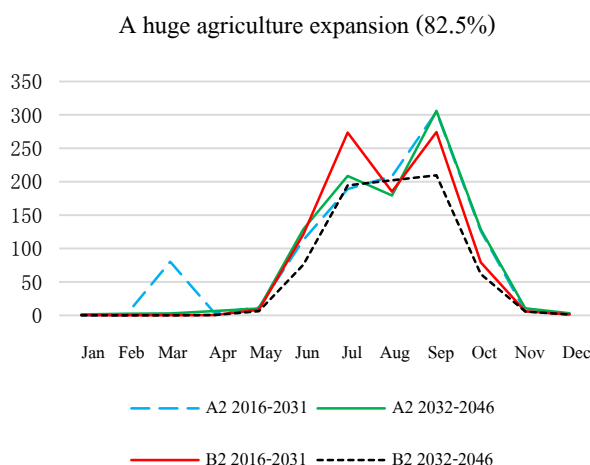


Figure 5 Simulated runoff in huge agriculture expansion under A2 and B2 climate changes scenarios

Table 4 Simulated runoff in accordance with landuse changes in Mea Chaem watershed under climate change scenarios

Climate Scenario	Landuse	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total (m ³ /year)
A2 2016-2031	Present landuse (53.94%)	0.06	0.05	67.45	4.17	10.09	98.14	171.20	191.20	291.50	122.00	6.63	1.63	964.12
	Reforestation (0%)	0.07	0.06	53.76	4.88	7.69	83.62	152.60	169.60	265.40	109.10	7.70	1.91	856.39
	Agriculture expand (82.5%)	0.05	0.05	80.16	3.52	12.00	112.80	189.00	208.10	304.40	126.30	5.93	1.46	1043.78
A2 2032-2046	Present landuse (53.94%)	1.46	2.26	2.58	5.46	8.69	112.40	189.30	164.20	289.70	122.60	10.41	3.19	912.25
	Reforestation (0%)	1.52	2.16	2.33	4.16	6.70	96.43	169.30	144.20	263.30	110.00	10.02	3.45	813.57
	Agriculture expand (82.5%)	1.43	2.33	2.73	6.33	10.22	128.70	208.60	179.30	306.1	128.60	10.49	3.00	987.82
B2 2016-2031	Present landuse (53.94%)	0.49	0.12	0.15	0.44	6.98	105.60	251.70	172.10	263.10	75.52	6.37	1.46	884.04
	Reforestation (0%)	0.56	0.14	0.16	0.46	5.06	90.46	229.30	153.60	242.20	67.96	6.91	1.69	798.51
	Agriculture expand (82.5%)	0.44	0.11	0.14	0.44	8.37	121.20	273.40	185.20	274.10	79.27	5.94	1.30	949.91
B2 2032-2046	Present landuse (53.94%)	0.18	0.04	0.02	0.39	5.39	64.50	176.30	187.50	200.50	58.00	6.11	1.33	700.26
	Reforestation (0%)	0.22	0.05	0.03	0.41	4.05	53.24	157.50	167.70	182.20	50.81	6.55	1.54	624.29
	Agriculture expand (82.5%)	0.15	0.03	0.02	0.39	6.27	75.65	194.50	202.20	209.50	61.85	5.71	1.18	757.45

Figure 3 - 5 the simulation runoff in each landuse change scenario under A2 and B2 by which the period of A2 and B2 climate scenarios were split into two periods (2016 - 2031 and 2032 - 2046). From table 3 the result reveals that, the highest runoff occurs in September (306.1 m³/sec) under A huge agriculture expansion landuse under A2 2016-2032 climate change. The lowest runoff occurs in March (0.02 m³/sec) in accordance with both Present landuse and A huge agriculture expansion landuse under B2 2032-2046 climate change.

Table 4 shows that the second scenario (Reforestation under A2 and B2 climate scenario) gives the lowest runoff which are 856.39, 813.57, 798.51 and 624.29 m³ / sec. For the first scenario (Present landuse under A2 and B2 climate scenario) gives a moderate runoff which are 964.12, 912.25, 884.04 and 700.26 m³ / sec. For the third scenario (Huge agriculture expand under A2 and B2 climate scenario) gives the highest runoff which are 1043.78, 987.82, 949.91 and 757.45 m³ / sec .

Discussion

As the result shows that, in a situation with an increasing in agriculture area cause an increasing in runoff. This result relates to a study of Wuttichaikitcharoen (2013) when forest is converted to an agriculture area, the ability of plant uptake decrease. Water yield has a decrease of 1.8 percent in the forest landscape scenario and an increase of 4.2 percent in the agriculture-rich scenario (Sun et al, 2015). It also proofs that a forest cover loss is accompanied by an increased stream discharges and surface runoff (Guzha et al, 2018). Water demand from maize crop is less than tree's demand which lead to a higher runoff in a scenario with a more agriculture area. The impacts of climate change under A2 scenario and landuse change is prior to (Pervez & Henebry, 2015) that runoff is projected to increased by 10% annually when the area of forest is reduced under A2 climate.

It is obvious that, the total runoff shall response differently among landuse. These responses are determined by a hydrological process of interception, infiltration, evapotranspiration, and groundwater (Lin et al, 2015). Conversion from agriculture (except orchard) to forest usually increases evapotranspiration rate and soil infiltration capacity, which lead to a reduction in total runoff (Lin et al, 2012).

Conclusions

The impact on runoff from landuse change under A2 climate scenario was estimated, while landuse change scenarios were assumed by changing from an agriculture area to a forest area and vice versa. The assumption of landuse changes were defined as a. 0% of agriculture area (all agriculture area was converted into forest area) b. 53.94% of agriculture area (forest area remained at 28.56%) and c. 82.5% of agriculture area (all forest area was converted into agriculture area)

Before using SWAT model to simulate runoff, calibration and validation are required. The result shown that both coefficient of determination (R^2) and nash-sutcliffe efficiency (E_{ns}) have reached the satisfactory standard at 0.67 and 0.65 for calibration, and 0.86 and 0.62 for validation, while calibration period is January-December 2014 and January-December 2016 for validation.

The evaluation on the impact from each landuse change scenario reveals that, a huge agriculture expansion scenario (82.5% of agriculture: no forest area) generate the most annual runoff (1043.78) while a reforestation scenario (82.5% of forest: no agriculture area) generate the least annual runoff (856.39)

Acknowledgements

This article was a part of the research project entitled “Estimation of the climate variability impacts on maize production/maize seed and integrated farming system: a case study of Mae Chaem basin, Chiang Mai province”, and was funded by The Thailand Research Fund (TRF) and Knowledge Network Institute Of Thailand (RDG6020014). Furthermore, the authors would like to thank the reviewers for their helpful comments to improve the manuscript.

References

- Arnold JG, Moriasi DN, Gassman PW, Abbaspour KC, White MJ, Srinivasan R, et al. SWAT: MODEL USE, CALIBRATION, AND VALIDATION. American Society of Agricultural and Biological Engineers, (55), 1491-1508: 2012
- Douglas-Mankin KR, Srinivasan R, Arnold JG. SOIL AND WATER ASSESSMENT TOOL (SWAT) MODEL: CURRENT DEVELOPMENTS AND APPLICATIONS. American Society of Agricultural and Biological Engineers, (53), 1423-1431: 2010
- Guzha AC, Rufino MC, Okoth S, Jacobs S, Nóbrega RLB. Impacts of land use and land cover change on surface runoff, discharge and low flows: Evidence from East Africa, Journal of Hydrology: Regional Studies, 15, Pages 49-67: 2018
- Lin B, Chena X, Yao H, Chena Y, Liua M, Gaoa L, James A. Analyses of landuse change impacts on catchment runoff using different time indicators based on SWAT model, Ecological Indicators, 58, 55-63: 2015
- Pervez MS, Henebry MG. Assessing the impacts of climate and land use and land cover change on the freshwater availability in the Brahmaputra River basin, Journal of Hydrology: Regional Studies, 3, 285-311: 2015
- Sangmanee C, Thanakitmetavut J, Rawichutiwan A, Wongthong P. Preparation of Climate Change Scenarios for Climate Change Impact Assessment in Thailand (pp. 7–9): 2010
- SWAT. SWAT Soil and Water Assessment Tool. (Online), Retrieved August 7, 2017. From Website: <http://swat.tamu.edu/>: 2017
- The Organic Agriculture Development Center School of Agriculture and Cooperatives Sukhothai Thammathirat Open University. General information. (Online), Retrieved May 1, 2017, From Website <http://www.stou.ac.th/OADThailand/about.aspx>: 2017
- Wuttichaikitcharoen P. Runoff Estimation in Mae Chaem Basin using SWAT. Conference: The 5th National Convention on Water Resources Engineering, 5 - 6 September 2013 Le Meridien Chiang Rai Resort: 2013
- Sun Z, Lotz T, Chang NB. Assessing the long-term effects of land use changes on runoff patterns and food production in a large lake watershed with policy implications, Journal of Environmental Management, 204, 92-101: 2017
- Zhang M, Wei X, Sun P, Liu S. The effect of forest harvesting and climatic variability on runoff in a large watershed: the case study in the Upper Minjiang River of Yangtze River basin, Journal of Hydrology, 464, 1-11: 2012