



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เศรษฐศาสตร์เกษตร)

ปริญญา

เศรษฐศาสตร์เกษตร

เศรษฐศาสตร์เกษตรและทรัพยากร

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การประยุกต์แบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์หลายตัวแทนสำหรับระบบการทำฟาร์ม
อย่างยั่งยืนในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา

An Application of Mathematical Programming-Multi Agent Systems for Sustainable
Farming Systems in Mae Sa Watershed

นามผู้วิจัย นางสาววัลลภา ช่างเหล็ก

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(อาจารย์จักรกฤษณ์ พจนศิลป์, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์สุวรรณา ประณีตวาทกุล, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิศิษฐ์ ลิ้มสมบุญชัย, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา วีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การประยุกต์แบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์หลายตัวแทนสำหรับระบบการทำฟาร์ม
อย่างยั่งยืนในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา

An Application of Mathematical Programming-Multi Agent Systems for Sustainable
Farming Systems in Mae Sa Watershed

โดย

นางสาววัลลภา ช่างเหล็ก

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เศรษฐศาสตร์เกษตร)

พ.ศ. 2556

วัลลภา ช่างเหล็ก 2556: การประยุกต์แบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์หลายตัวแทนสำหรับระบบการทำฟาร์มอย่างยั่งยืนในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เศรษฐศาสตร์เกษตร) สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์เกษตร ภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตรและทรัพยากร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อาจารย์จักรกฤษณ์ พจนศิลป์, Ph.D. 174 หน้า

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์และประเมินความยั่งยืนของระบบการทำฟาร์มในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สารวมถึงวิเคราะห์สถานการณ์จำลองสำหรับการพัฒนาระบบการทำฟาร์มอย่างยั่งยืนโดยประยุกต์ใช้แบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์หลายตัวแทน (MP-MAS) ซึ่งจะเป็นการวิเคราะห์ผลกระทบของระดับความยั่งยืนของระบบการทำฟาร์มครอบคลุมระยะเวลา 12 ปี ตั้งแต่ปี 2548 ถึง 2559 ผ่านตัวชี้วัดทั้งหมด 7 ตัวชี้วัด ในด้านเศรษฐกิจ (รายได้ครัวเรือน รายได้ฟาร์มสุทธิ และการออมของครัวเรือน) ด้านสังคม (การจ้างแรงงาน และผลิตภาพการใช้แรงงานของครัวเรือน) และด้านสิ่งแวดล้อม (การชะล้างพังทลายของหน้าดิน และระดับความเป็นพิษของสารเคมี)

ผลการศึกษาภายใต้สถานการณ์พื้นฐานพบว่า ระบบการทำฟาร์มในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สามีความยั่งยืนแสดงโดยค่าแนวโน้มเพิ่มขึ้นของค่าดัชนีศักยภาพแห่งความยั่งยืนที่เป็นบวกเท่ากับร้อยละ 0.50 ต่อปี เมื่อพิจารณาแนวโน้มของค่าดัชนีความยั่งยืน พบว่าประเด็นที่ต้องการการปรับปรุงเพื่อยกระดับความยั่งยืนในพื้นที่ศึกษา 3 อันดับแรก ได้แก่ ประเด็นระดับความเป็นพิษของสารเคมี การจ้างแรงงาน และการชะล้างพังทลายของหน้าดิน นอกจากนี้ผลการศึกษาภายใต้สถานการณ์จำลองพบว่า กรณีสถานการณ์ที่มีการส่งเสริมการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) มีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกพืชที่ได้รับการส่งเสริมและรายได้เพิ่มขึ้น แต่ระดับความยั่งยืนด้านการจ้างแรงงาน ผลิตภาพการใช้แรงงาน และการชะล้างพังทลายของหน้าดินลดลง สำหรับกรณีสถานการณ์ที่มีระดับค่าจ้างแรงงานเพิ่มขึ้นเป็น 300 บาทต่อวัน ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงลดลงของพื้นที่ปลูกพืชและรายได้ ขณะที่ระดับความยั่งยืนด้านรายได้ ครัวเรือน การชะล้างพังทลายของหน้าดิน และระดับความเป็นพิษของสารเคมีลดลง สำหรับกรณีสถานการณ์ที่มีการส่งเสริมทางเลือกในการขายผลผลิตลิ้นจี่แบบแห้ง ซึ่งเกษตรกรสามารถขายลิ้นจี่แบบแห้งได้ในราคา 375.61 บาทต่อกิโลกรัม โดยใช้เงินทุนเริ่มต้น 15,432.80 บาท แต่อย่างไรก็ตามสถานการณ์นี้ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงความยั่งยืนน้อยมาก สำหรับกรณีสถานการณ์ที่มีการเพาะปลูกพืชร่วมกับการทำขึ้นบันได ซึ่งสามารถลดปริมาณการชะล้างพังทลายของหน้าดินได้ร้อยละ 95 มีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกพืชร่วมกับการทำขึ้นบันไดเพิ่มขึ้น ขณะที่ระดับความยั่งยืนลดลงในประเด็นด้านการจ้างแรงงานและระดับความเป็นพิษของสารเคมี ส่วนกรณีสถานการณ์ที่มีการเพาะปลูกพืชร่วมกับการใช้เศษวัสดุคลุมดิน ที่สามารถลดปริมาณการชะล้างพังทลายของหน้าดินได้ร้อยละ 91 มีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกพืชร่วมกับการใช้เศษวัสดุคลุมดินเพิ่มขึ้น ขณะที่ระดับความยั่งยืนลดลงในประเด็นด้านระดับความเป็นพิษของสารเคมีเท่านั้น จากผลการศึกษาจะเห็นได้ว่าหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับเกษตรกรในพื้นที่ควรมีการกำหนดนโยบายตามลำดับความต้องการการพัฒนาโดยเฉพาะการให้ความรู้ด้านการใช้สารเคมีอย่างถูกต้อง และการพัฒนาเทคโนโลยีในฟาร์มเพื่อการประหยัดการใช้แรงงาน

Wallapa Changlek 2013: An Application of Mathematical Programming-Multi Agent Systems for Sustainable Farming Systems in Mae Sa Watershed. Master of Science (Agricultural Economics), Major Field: Agricultural Economics, Department of Agricultural and Resource Economics. Thesis Advisor: Mr. Chakrit Potchanasin, Ph.D. 174 pages.

This study aims at analyzing and assessing sustainability of farming system in Mae Sa watershed as well as conducting scenario analysis to enhance farming systems sustainability. The study applied Mathematical Programming-Multi Agent Systems model to analyze impacts of farming systems sustainability for 12 years during 2005 to 2016 through 7 indicators consisting of economic indicators (household income, net farm income, and savings), social indicators (employment and productivities of labor), and environment indicators (soil erosion and pesticide toxicity).

The results under baseline scenario indicated that farming systems in Mae Sa watershed was sustainable indicated by positive trend of Performance Index (PI) of 0.50% per year. In addition, by considering Sustainability Index (SI), it was found that the first three issues which needed to be improved were pesticide toxicity, employment and soil erosion issue. The results under scenario analysis revealed that, under the scenario of introducing Good Agriculture Practice (GAP) into the area, it impacted to cultivated areas and increasing of income while decrease sustainability level regarding to employment, productivities of labor, and soil erosion. In the case of wage increasing to 300 Baht per day scenario, the results showed impacts of declining of cultivated areas and income including decreasing of sustainability level of household income, soil erosion, and pesticide toxicity. For the scenario of introducing dried litchi selling which the farmers could sell litchi for 375.61 Baht per kg but they needed initial fund for 15,432.80 Baht, the scenario impacted only few to the change of sustainability level. For the scenario that introduction of doing terrace with crop cultivation which could reduce soil erosion by 95%, the results showed increasing of cultivated area on terrace while sustainability level of employment and pesticide toxicity were decreased. For the scenario of doing cultivation with mulching which could reduce land erosion by 91%, results showed that the cultivated area with mulching was increasing while sustainability level of pesticide toxicity was decreasing. Based on the study results, it could be concluded that the relevant government agencies in the area should develop policies by considering priority of the issues which needed to be improved especially educating the farmers about GAP on pesticide use and developing farm technology for labor saving.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาค้นคว้าและเรียบเรียงวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาของ
ประธานกรรมการที่ปรึกษาหลัก อ.ดร.จักรกฤษณ์ พจนศิลป์ ที่ได้ให้แนวคิด คำปรึกษาและ
ข้อเสนอแนะ พร้อมทั้งสละเวลาตรวจทานแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จสมบูรณ์
ขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม รศ.ดร.สุวรรณา ประณีตวาทกุล ที่กรุณาชี้แนะ
ข้อบกพร่อง เพิ่มเติมแก้ไขในประเด็นต่างๆ จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น
ขอขอบพระคุณประธานกรรมการสอบ อาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิที่ได้กรุณาให้คำแนะนำเพิ่มเติมและแก้ไข
ข้อบกพร่อง

ขอขอบพระคุณโครงการวิจัยการวิเคราะห์ผลกระทบของนโยบายเพื่อการพัฒนาการทำให้
การเกษตรอย่างยั่งยืนในกลุ่มน้ำแม่สาภาคเหนือของประเทศไทยโดยใช้แบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์
หลายตัวแทน ที่ได้ให้การอนุเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ขอขอบพระคุณนางสาวรัศมี ช่างเหล็ก
ที่ให้ทุนการสนับสนุนการศึกษา ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้และคอยอบรมสั่ง
สอนจนทำให้ผู้เขียนประสบความสำเร็จในการศึกษา ขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคน โดยเฉพาะ
นางสาวณมิต จิมรักษ์ และนายภาณุมาศ จันทระโคตร ที่คอยให้การช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจมา
โดยตลอด และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์บัณฑิตศึกษา เจ้าหน้าที่ภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตรและ
ทรัพยากร ที่ให้ความช่วยเหลืออำนวยความสะดวกตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา

สุดท้ายนี้ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณบิดา นายเล็ก ช่างเหล็ก และมารดานางศรีคำ ช่างเหล็ก
ที่คอยสนับสนุน ให้คำปรึกษา และกำลังใจ ทำให้ผู้เขียนมีแรงใจและร่างกายในการเขียน
วิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงด้วยดี ประโยชน์อันใดที่วิทยานิพนธ์นี้พึงมี ขอมอบแด่คุณพ่อ คุณแม่
คณาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน หากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีข้อผิดพลาดหรือข้อบกพร่องประการใด
ผู้เขียนขอน้อมรับไว้เพียงผู้เดียว

วัลลภา ช่างเหล็ก

ตุลาคม 2556

สารบัญ

หน้า

สารบัญตาราง	(4)
สารบัญภาพ	(12)
บทที่ 1 บทนำ	1
ความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
ขอบเขตของการวิจัย	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
นิยามศัพท์	4
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	5
แนวคิดระบบการทำฟาร์ม	5
แนวคิดการประเมินความยั่งยืนทางการเกษตร	6
การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ	6
การวิเคราะห์ตัดสินใจโดยใช้ปัจจัยการตัดสินใจที่หลากหลาย	7
การวิเคราะห์ตัวชี้วัดความยั่งยืน	8
แนวคิดของแบบจำลองระบบหลายตัวแทน	9
แนวคิดของแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์หลายตัวแทน	10
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	11
การตรวจสอบเอกสารที่เกี่ยวข้องกับตัวชี้วัดความยั่งยืนและการประเมิน	
ความยั่งยืนของงานวิจัยที่ผ่านมา	11
การตรวจเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องด้านแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์	
หลายตัวแทนที่ประยุกต์ใช้ในภาคการเกษตร	14
กรอบแนวคิดการศึกษา	17
บทที่ 3 วิธีการศึกษา	19
การเก็บรวบรวมข้อมูล	19

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ข้อมูลที่รวบรวมจากโครงการวิจัย	19
ข้อมูลที่รวบรวมจากหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง	20
การวิเคราะห์ข้อมูล	20
การวิเคราะห์เชิงพรรณนา	20
การวิเคราะห์และประเมินความยั่งยืน	20
การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายใต้สถานการณ์จำลองต่างๆ	37
บทที่ 4 ข้อมูลทั่วไปของพื้นที่ศึกษาลุ่มน้ำแม่สา	39
สภาพทั่วไปของลุ่มน้ำแม่สา	39
ลักษณะทางกายภาพ	39
สภาพภูมิประเทศ	40
สภาพอุตุวิทยาและอุทกวิทยา	41
สภาพลำน้ำในบริเวณลุ่มน้ำแม่สา	42
สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดิน	43
สภาพทั่วไปของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบนและตอนกลาง	44
สภาพทั่วไปในระดับหมู่บ้านของลุ่มน้ำแม่สาตอนบน	44
สภาพทั่วไปในระดับหมู่บ้านของลุ่มน้ำแม่สาตอนกลาง	46
สภาพทางเศรษฐกิจและสังคมของครัวเรือนเกษตรกรในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา	48
ลักษณะทั่วไปทางสังคมของครัวเรือนเกษตรกรในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา	48
การใช้ที่ดินเพื่อการทำฟาร์มของครัวเรือนเกษตรกรในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา	52
การใช้ทรัพยากรแรงงานในการทำฟาร์มของครัวเรือนเกษตรกรในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา	56
ผลผลิตและการขายผลผลิตของครัวเรือนเกษตรกรในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา	59
ลักษณะทั่วไปทางเศรษฐกิจของครัวเรือนเกษตรกรในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา	63
บทที่ 5 ผลการศึกษา	66
ผลการวิเคราะห์ความยั่งยืนของระบบการทำฟาร์มในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา	66
ความยั่งยืนของระบบการทำฟาร์มในระดับครัวเรือนเกษตรกร	66

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ความยั่งยืนของระบบการทำฟาร์มในระดับลุ่มน้ำ	73
ผลการวิเคราะห์ผลกระทบของสถานการณ์จำลองต่อความยั่งยืนของพื้นที่ศึกษา	79
การกำหนดสถานการณ์จำลองเพื่อพัฒนาระบบการทำฟาร์มอย่างยั่งยืน	79
ผลกระทบของแต่ละสถานการณ์ที่มีต่อระดับความยั่งยืนของพื้นที่ศึกษา	89
บทที่ 6 สรุปและข้อเสนอแนะ	140
สรุป	140
ข้อเสนอแนะ	146
ข้อเสนอแนะจากผลการศึกษา	146
ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษารั้งต่อไป	147
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	148
ภาคผนวก	154
ภาคผนวก ก ดัชนีราคาผู้บริโภค	155
ภาคผนวก ข ตารางจำนวนครัวเรือนในแต่ละสถานะความยั่งยืน	157
ภาคผนวก ค หลักการปฏิบัติตามระบบการผลิตการจัดการคุณภาพ: GAP	162
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	174

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ระดับความยั่งยืนของครัวเรือนเกษตรกร	27
2	ระดับความยั่งยืนของตัวชี้วัดรายได้ครัวเรือน	29
3	ระดับความยั่งยืนของตัวชี้วัดรายได้ฟาร์มสุทธิ	31
4	ระดับความยั่งยืนของตัวชี้วัดการออมของครัวเรือน	32
5	ระดับความยั่งยืนของตัวชี้วัดการจ้างแรงงานของครัวเรือนเกษตรกร	33
6	ระดับความยั่งยืนของตัวชี้วัดผลผลิตการใช้แรงงานของครัวเรือนเกษตรกร	34
7	ระดับความยั่งยืนของตัวชี้วัดการชะล้างพังทลายของหน้าดิน	35
8	ระดับความยั่งยืนของตัวชี้วัดระดับความเป็นพิษของสารเคมี	36
9	จำนวนครัวเรือนทั้งหมด จำนวนฟาร์มครัวเรือน และร้อยละของฟาร์มครัวเรือน ในลุ่มน้ำแม่สาตอนบนและตอนกลาง ปีการเพาะปลูก 2548/49 และปีการเพาะปลูก 2552/53	50
10	ระดับการศึกษาสูงสุดของหัวหน้าครัวเรือน จำแนกตามหมู่บ้าน ในลุ่มน้ำแม่สาตอนกลาง และตอนบน ปีการเพาะปลูก 2548/49 และปีการเพาะปลูก 2552/53	51
11	การเป็นสมาชิกกลุ่ม สถาบัน หรือองค์กรต่างๆ ของหัวหน้าครัวเรือน จำแนกตามหมู่บ้าน ในลุ่มน้ำแม่สาตอนกลางและตอนบน ปีการเพาะปลูก 2548/49 และปีการเพาะปลูก 2552/53	52

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
12	พื้นที่ถือครองทั้งหมด พื้นที่เกษตร และร้อยละของพื้นที่เกษตรของ ครัวเรือนเกษตรกร จำแนกตามหมู่บ้าน ในลุ่มน้ำแม่สาตอนบนและตอนกลาง ปีการเพาะปลูก 2548/49 และปีการเพาะปลูก 2552/53	53
13	พื้นที่ปลูกพืชชนิดต่างๆ เฉลี่ยต่อปี ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบนและตอนกลาง ปีการเพาะปลูก 2548/49 และปีการเพาะปลูก 2552/53	55
14	แรงงานเกษตรที่ใช้ แรงงานเกษตรที่ใช้เฉลี่ยต่อไร่ และแหล่งที่มาของแรงงาน เกษตร ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบนและตอนกลาง ปีการเพาะปลูก 2552/53	57
15	สัดส่วนของครัวเรือนที่มีการจ้างแรงงาน และชาติพันธุ์ของแรงงานรับจ้าง ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบนและตอนกลาง ปีการเพาะปลูก 2552/53	58
16	ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ จำแนกตามรายพืช ในลุ่มน้ำแม่สาตอนบนและตอนกลาง ปีการเพาะปลูก 2548/49 และปีการเพาะปลูก 2552/53	60
17	มูลค่าผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ จำแนกตามรายพืช ในลุ่มน้ำแม่สาตอนบนและ ตอนกลาง ปีการเพาะปลูก 2548/49 และปีการเพาะปลูก 2552/53	62
18	รายได้ภายในและภายนอกฟาร์มของครัวเรือนเกษตรกร ในลุ่มน้ำแม่สา ตอนบนและตอนกลาง ปีการเพาะปลูก 2552/53	64
19	แหล่งที่มาของรายได้ภายนอกฟาร์มของครัวเรือนเกษตรกร ในลุ่มน้ำแม่สา ตอนบนและตอนกลาง ปีการเพาะปลูก 2548/49 และปีการเพาะปลูก 2552/53	65

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
20	ดัชนีความยั่งยืน (Sustainability index) ของตัวชี้วัดความยั่งยืนในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา ปี 2548-2559 ภายใต้สถานการณ์พื้นฐาน	76
21	เปรียบเทียบแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของดัชนีความยั่งยืน (Sustainability index) ระหว่างทุกตัวชี้วัดในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา ภายใต้สถานการณ์พื้นฐาน	77
22	ดัชนีศักยภาพแห่งความยั่งยืน (Performance index) ณ ระดับลุ่มน้ำของระบบการทำฟาร์มในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา ปี 2548-2559 ภายใต้สถานการณ์พื้นฐาน	78
23	เปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทนการผลิตหัวผักกาดระหว่างวิธีปฏิบัติทางการเกษตรแบบไม่ปฏิบัติตาม GAP และ ปฏิบัติตาม GAP ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา ปีการเพาะปลูก 2552/53	82
24	เปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทนการผลิตข้าวโพดหวานระหว่างวิธีปฏิบัติทางการเกษตรแบบไม่ปฏิบัติตาม GAP และ ปฏิบัติตาม GAP ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา ปีการเพาะปลูก 2552/53	83
25	เปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทนการผลิตเบญจมาศระหว่างวิธีปฏิบัติทางการเกษตรแบบไม่ปฏิบัติตาม GAP และ ปฏิบัติตาม GAP ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา ปีการเพาะปลูก 2552/53	83
26	เปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทนการผลิตผักกาดขาวระหว่างวิธีปฏิบัติทางการเกษตรแบบไม่ปฏิบัติตาม GAP และ ปฏิบัติตาม GAP ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา ปีการเพาะปลูก 2552/53	84

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
27	เปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทนการผลิตถั่วเหลืองระหว่างวิธีปฏิบัติทางการเกษตรแบบไม่ปฏิบัติตาม GAP และ ปฏิบัติตาม GAP ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา ปีการเพาะปลูก 2552/53	85
28	เปรียบเทียบผลผลิตและต้นทุนการผลิตของพืชอายุสั้นภายใต้การปลูกพืชรูปแบบต่างๆ	88
29	การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกพืชทั้งหมดของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง ปี 2548-2559 ภายใต้สถานการณ์ที่มีการส่งเสริมการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (Good Agricultural Practice: GAP)	90
30	การเปลี่ยนแปลงรายได้เฉลี่ยของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง ปี 2548-2559 ภายใต้ที่มีการส่งเสริมการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (Good Agricultural Practice: GAP)	94
31	การเปลี่ยนแปลงผลตอบแทนทั้งหมดสุทธิจากการทำกิจกรรมฟาร์มเฉลี่ยของครัวเรือนในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง ปี 2548-2559 ภายใต้ที่มีการส่งเสริมการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (Good Agricultural Practice: GAP)	96
32	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงดัชนีความยั่งยืน (Sustainability index) ของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง ภายใต้สถานการณ์ที่มีการส่งเสริมการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (Good Agricultural Practice: GAP)	99

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
33	การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกพืชทั้งหมดของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง ปี 2548-2559 ภายใต้สถานการณ์ที่มีระดับค่าจ้างแรงงานเพิ่มขึ้น	101
34	การเปลี่ยนแปลงรายได้เฉลี่ยของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง ปี 2548-2559 ภายใต้สถานการณ์ที่มีระดับค่าจ้างแรงงานเพิ่มขึ้น	104
35	การเปลี่ยนแปลงผลตอบแทนทั้งหมดสุทธิจากการทำกิจกรรมฟาร์มเฉลี่ยของครัวเรือนในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง ปี 2548-2559 ภายใต้สถานการณ์ที่มีระดับค่าจ้างแรงงานเพิ่มขึ้น	106
36	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงดัชนีความยั่งยืน (Sustainability index) ของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน ตอนกลาง และตอนล่างภายใต้สถานการณ์ที่มีระดับค่าจ้างแรงงานเพิ่มขึ้น	109
37	การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกพืชทั้งหมดของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง ปี 2548-2559 ภายใต้สถานการณ์ที่มีการส่งเสริมการขายผลผลิตล้นจ๊อบแห้ง	111
38	การเปลี่ยนแปลงรายได้เฉลี่ยของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง ปี 2548-2559 ภายใต้สถานการณ์ที่มีการส่งเสริมการขายผลผลิตล้นจ๊อบแห้ง	114
39	จำนวนครัวเรือนที่มีการขาย ปริมาณผลผลิตที่ขาย และรายได้จากการขายล้นจ๊อบแห้ง ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา ปี 2548-2559	115

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
40	การเปลี่ยนแปลงผลตอบแทนทั้งหมดสุทธิจากการทำกิจกรรมฟาร์มเฉลี่ยของ ครัวเรือนในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง ปี 2548-2559 ภายใต้สถานการณ์ที่มีการส่งเสริมการขายผลผลิตล้นจ๊อบแห้ง	117
41	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงดัชนีความยั่งยืน (Sustainability Index) ของ พื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง ภายใต้สถานการณ์ที่มี การส่งเสริมทางเลือกในการขายผลผลิตล้นจ๊อบแบบแห้ง	119
42	การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกพืชทั้งหมดของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง ปี 2548-2559 ภายใต้สถานการณ์ที่มีการส่งเสริม การเพาะปลูกพืชร่วมกับการทำขึ้นบันได	121
43	การเปลี่ยนแปลงรายได้เฉลี่ยของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน ตอนกลาง และ ตอนล่าง ปี 2548-2559 ภายใต้สถานการณ์ที่มีการส่งเสริมการเพาะปลูก พืชร่วมกับการทำขึ้นบันได	124
44	การเปลี่ยนแปลงผลตอบแทนทั้งหมดสุทธิจากการทำกิจกรรมฟาร์มเฉลี่ย ของครัวเรือนในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง ปี 2548-2559 ภายใต้สถานการณ์ที่มีการส่งเสริมการเพาะปลูกพืชร่วมกับการ ทำขึ้นบันได	126
45	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงดัชนีความยั่งยืน (Sustainability index) ของ พื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง ภายใต้สถานการณ์ที่มี การส่งเสริมการเพาะปลูกพืชร่วมกับการทำขึ้นบันได	129

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
46	การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกพืชทั้งหมดของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง ปี 2548-2559 ภายใต้สถานการณ์ที่มีการส่งเสริมการเพาะปลูกพืชร่วมกับการใช้เศษวัสดุคลุมดิน	131
47	การเปลี่ยนแปลงรายได้เฉลี่ยของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง ปี 2548-2559 ภายใต้สถานการณ์ที่มีการส่งเสริมการเพาะปลูกพืชร่วมกับการใช้เศษวัสดุคลุมดิน	135
48	การเปลี่ยนแปลงผลตอบแทนทั้งหมดสุทธิจากการทำกิจกรรมฟาร์มเลี้ยงของครัวเรือนในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง ปี 2548-2559 ภายใต้สถานการณ์ที่มีการส่งเสริมการเพาะปลูกพืชร่วมกับการใช้เศษวัสดุคลุมดิน	136
49	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงดัชนีความยั่งยืน (Sustainability index) ของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง ภายใต้สถานการณ์ที่มีการส่งเสริมการเพาะปลูกพืชร่วมกับการใช้เศษวัสดุคลุมดิน	139
50	การเปลี่ยนแปลงผลกระทบสถานภาพความยั่งยืนของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา ภายใต้สถานการณ์ทางนโยบายต่างๆ	145
ตารางผนวกที่		
1	ดัชนีราคาผู้บริโภคจังหวัดเชียงใหม่ ปี 2548-2554	156
2	ระดับความยั่งยืนของตัวชี้วัดรายได้ครัวเรือนจากการปรับค่าโดยดัชนีราคาผู้บริโภค ปี 2548-2559	156

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่

3	จำนวนครวเรือนในแต่ละสถานะความยั่งยืนเมื่อพิจารณาตัวชี้วัดรายได้ ครวเรือนในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา ปี 25548-2559 ภายใต้สถานการณ์พื้นฐาน	158
4	จำนวนครวเรือนในแต่ละสถานะความยั่งยืนเมื่อพิจารณาตัวชี้วัดรายได้ ฟาร์มสุทธิในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา ปี 25548-2559 ภายใต้สถานการณ์พื้นฐาน	158
5	จำนวนครวเรือนในแต่ละสถานะความยั่งยืนเมื่อพิจารณาตัวชี้วัดการออม ของครวเรือนเกษตรกรในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา ปี 25548-2559 ภายใต้ สถานการณ์พื้นฐาน	159
6	จำนวนครวเรือนในแต่ละสถานะความยั่งยืนเมื่อพิจารณาตัวชี้วัดการจ้าง แรงงานของครวเรือนเกษตรกรในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา ปี 25548- 2559 ภายใต้สถานการณ์พื้นฐาน	159
7	จำนวนครวเรือนในแต่ละสถานะความยั่งยืนเมื่อพิจารณาตัวชี้วัดผลิตภาพ การใช้แรงงานของครวเรือนเกษตรกรในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา ปี 25548-2559 ภายใต้สถานการณ์พื้นฐาน	160
8	จำนวนครวเรือนในแต่ละสถานะความยั่งยืนเมื่อพิจารณาตัวชี้วัดการชะล้าง พังทลายของหน้าดินในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา ปี 25548-2559 ภายใต้ สถานการณ์พื้นฐาน	160
9	จำนวนครวเรือนในแต่ละสถานะความยั่งยืนเมื่อพิจารณาตัวชี้วัดระดับ ความเป็นพิษของสารเคมีในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา ปี 25548-2559 ภายใต้ สถานการณ์พื้นฐาน	161

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	กรอบแนวคิดในการศึกษา	18
2	โครงสร้างโดยย่อของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในแบบจำลอง MP-MAS	24
3	ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา อ.แมริม จ.เชียงใหม่	40
4	ลักษณะสภาพภูมิประเทศของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา อ.แมริม จ.เชียงใหม่	42
5	ลักษณะสภาพลำนํ้าของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา อ.แมริม จ.เชียงใหม่	43
6	จำนวนครว้เรือนในแต่ละสถานะความยั่งยืนเมื่อพิจารณาทุกตัวชี้วัดในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา ปี 25548-2559 ภายใต้สถานการณ์พื้นฐาน	67
7	จำนวนครว้เรือนในแต่ละสถานะความยั่งยืนเมื่อพิจารณาตัวชี้วัดรายได้ครว้เรือนในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา ปี 25548-2559 ภายใต้สถานการณ์พื้นฐาน	68
8	จำนวนครว้เรือนในแต่ละสถานะความยั่งยืนเมื่อพิจารณาตัวชี้วัดรายได้ฟาร์มสุทธิในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา ปี 25548-2559 ภายใต้สถานการณ์พื้นฐาน	69
9	จำนวนครว้เรือนในแต่ละสถานะความยั่งยืนเมื่อพิจารณาตัวชี้วัดการออมของครว้เรือนในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา ปี 25548-2559 ภายใต้สถานการณ์พื้นฐาน	69
10	จำนวนครว้เรือนในแต่ละสถานะความยั่งยืนเมื่อพิจารณาตัวชี้วัดการจ้างแรงงานของครว้เรือนเกษตรกรในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา ปี 25548-2559 ภายใต้สถานการณ์พื้นฐาน	70

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
11	จำนวนครว้เรือนในแต่ละสถานะความยั่งยืนเมื่อพิจารณาตัวชี้วัดผลผลิตภาพการใช้แรงงานของครว้เรือนเกษตรกรในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา ปี 25548-2559 ภายใต้สถานการณ์พื้นฐาน	71
12	จำนวนครว้เรือนในแต่ละสถานะความยั่งยืนเมื่อพิจารณาตัวชี้วัดการชะล้างพังทลายของหน้าดินในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา ปี 25548-2559 ภายใต้สถานการณ์พื้นฐาน	72
13	จำนวนครว้เรือนในแต่ละสถานะความยั่งยืนเมื่อพิจารณาตัวชี้วัดระดับความเป็นพิษของสารเคมีในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา ปี 25548-2559 ภายใต้สถานการณ์พื้นฐาน	72
14	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกแต่ละชนิดในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาภายใต้สถานการณ์ที่มีการส่งเสริมการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (Good Agricultural Practice: GAP)	92
15	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงดัชนีศักยภาพแห่งความยั่งยืน (Performance index) ของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน ตอนกลาง และตอนล่างภายใต้สถานการณ์ที่มีการส่งเสริมการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (Good Agricultural Practice: GAP)	97
16	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกแต่ละชนิดในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาภายใต้สถานการณ์ที่มีระดับค่าจ้างแรงงานเพิ่มขึ้น	102
17	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงดัชนีศักยภาพแห่งความยั่งยืน (Performance index) ของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน ตอนกลาง และตอนล่างภายใต้สถานการณ์ที่มีระดับค่าจ้างแรงงานเพิ่มขึ้น	107

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
18	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกแต่ละชนิดในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาภายใต้ สถานการณ์ที่มีการส่งเสริมการขายผลผลิตล้นจ๊อบแห้ง	112
19	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงดัชนีศักยภาพแห่งความยั่งยืน (Performance index) ของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง ภายใต้ สถานการณ์ที่มีการส่งเสริมทางเลือกในการขายผลผลิตล้นจ๊อบแบบแห้ง	118
20	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกแต่ละชนิดในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาภายใต้ สถานการณ์ที่มีการส่งเสริมการเพาะปลูกพืชร่วมกับการทำขึ้นบันได	122
21	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงดัชนีศักยภาพแห่งความยั่งยืน (Performance index) ของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง ภายใต้ สถานการณ์ที่มีการส่งเสริมการเพาะปลูกพืชร่วมกับการทำขึ้นบันได	127
22	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกแต่ละชนิดในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาภายใต้ สถานการณ์ที่มีการส่งเสริมการเพาะปลูกพืชร่วมกับการใช้เศษวัสดุคลุมดิน	132
23	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงดัชนีศักยภาพแห่งความยั่งยืน (Performance index) ของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง ภายใต้ สถานการณ์ที่มีการส่งเสริมการเพาะปลูกพืชร่วมกับการใช้เศษวัสดุคลุมดิน	137

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญของปัญหา

การทำเกษตรบนพื้นที่สูงทางภาคเหนือของประเทศไทยเป็นการใช้ทรัพยากรเพื่อการเกษตรในพื้นที่ที่มีความสำคัญ เนื่องจากพื้นที่สูงทางภาคเหนือถือเป็นแหล่งต้นกำเนิดของแม่น้ำหลายสายที่มีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพของประชาชนทั้งในพื้นที่สูงและพื้นที่ราบของภาคเหนือและภาคกลาง ในอดีตพื้นที่สูงทางภาคเหนือมีทรัพยากรดิน น้ำ และป่าไม้ ที่มีความอุดมสมบูรณ์ ประกอบกับการมีจำนวนประชากรที่อาศัยอยู่น้อย รูปแบบการทำฟาร์มเป็นการปลูกพืชเพื่อยังชีพ มีการเปลี่ยนพื้นที่เพาะปลูกไปยังพื้นที่ป่าแบบการทำไร่เลื่อนลอยหรือการสลับพื้นที่เพาะปลูกเพื่อให้ฟื้นคืนความอุดมสมบูรณ์โดยธรรมชาติแบบการทำไร่หมุนเวียน แต่ในสภาวะปัจจุบันที่ประชากรมีจำนวนเพิ่มขึ้น ประกอบกับการเปลี่ยนแปลงทั้งด้านเศรษฐกิจและสังคม ทำให้มีความต้องการใช้พื้นที่เพื่อการทำฟาร์มเพิ่มมากขึ้น การบุกรุกป่าไม้เพื่อปรับเปลี่ยนเป็นพื้นที่เกษตรมีมากขึ้น โดยเฉพาะการบุกรุกป่าไม้ในพื้นที่ต้นน้ำหรือพื้นที่สูง (อุทัย ทองมี, 2548) ภาครัฐจึงมีการจำกัดพื้นที่ในการเข้าทำกินของเกษตรกรในเขตพื้นที่ป่าไม้โดยการประกาศพื้นที่อนุรักษ์ทั้งที่เป็นอุทยานแห่งชาติ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า หรืออื่นๆ เป็นต้น (จักรกฤษณ์ พจนศิลป์, 2549) เพื่อดำรงอยู่ของความสัมพันธ์ทางธรรมชาติ ส่งผลให้เกษตรกรบนพื้นที่สูงมีพื้นที่จำกัดและจำเป็นต้องใช้ที่ดินซ้ำเพื่อทำการเพาะปลูก ประกอบกับกระแสการพัฒนาที่มุ่งเน้นการแข่งขันในเชิงเศรษฐกิจ ทำให้เกษตรกรบนพื้นที่สูงปรับเปลี่ยนระบบการทำฟาร์มไปเป็นเพื่อการค้ามากขึ้น

ในปัจจุบันระบบการทำฟาร์มของเกษตรกรบนพื้นที่สูงทำให้เกิดความเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติในพื้นที่ต้นน้ำและปลายน้ำที่ส่งผลกระทบต่อความยั่งยืนของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กลุ่มน้ำแม่สาเป็นหนึ่งในลุ่มน้ำย่อยของกลุ่มน้ำปิงที่มีการปฏิบัติทางการเกษตรและการจัดการทรัพยากรในพื้นที่ลุ่มน้ำมีแนวโน้มที่จะส่งผลกระทบต่อความยั่งยืนของระบบการทำฟาร์มและการใช้ทรัพยากรในพื้นที่ ได้แก่ สภาพการณ์การปฏิบัติของเกษตรกรที่มีความเข้มข้นของการใช้ทรัพยากรที่ดิน (สุวรรณ ประณีตวาทกุล และคณะ, 2553) ซึ่งเป็นการนำที่ดินมาใช้อย่างต่อเนื่องมากขึ้น มีระยะเวลาการพักที่ดิน (fallow period) สั้นลง มีการใช้ที่ดินปลูกพืชประเภทเดิมซ้ำหลายครั้ง ที่ดินบางแปลงไม่มีการป้องกันการชะล้างพังทลายของหน้าดิน ส่งผลกระทบต่อที่ดินขาด

ความอุดมสมบูรณ์ของธาตุอาหารพืชและโครงสร้างที่ดีของดินถูกทำลาย ส่งผลให้เกิดการเสื่อมสภาพของที่ดิน (land degradation) ในระยะยาว ประกอบกับการแพร่กระจายของศัตรูพืชมีเพิ่มมากขึ้นทำให้ลักษณะการใช้สารเคมีในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา มีสภาพการผลิตที่ต้องพึ่งพาการใช้สารเคมีในกระบวนการผลิตอย่างมาก (สุวรรณ ประณีตวาทกุล และ เอื้อ สิริจินดา, 2546) ซึ่งการใช้สารเคมีในปริมาณที่เพิ่มขึ้นส่งผลต่อการเสียสมดุลของระบบนิเวศและก่อให้เกิดการปรับตัวเพื่อต้านทานสารเคมีของศัตรูพืช ทำให้เกษตรกรต้องเพิ่มการใช้สารเคมี ซึ่งเป็นการทวีให้เกิดการเสียสมดุลของระบบนิเวศและการปรับตัวของศัตรูพืชรุนแรงยิ่งขึ้น (จริยา จันทร์ไพแสง และคณะ, 2547) นอกจากนี้ยังพบว่าพฤติกรรมการใช้สารเคมีในพื้นที่ปัจจุบันมีแนวโน้มส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นในระยะยาวของความเป็นพิษของสารเคมีต่อเกษตรกร ความเป็นพิษของสารเคมีต่อผู้บริโภค และความเป็นพิษของสารเคมีต่อระบบนิเวศ โดยมีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของระดับความเป็นพิษของสารเคมี และการแพร่กระจายของสารเคมีในดินและแหล่งน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำ (Ciglasch *et al.*, 2006; Kahl *et al.*, 2007; Ciglasch *et al.*, 2008; Kahl *et al.*, 2008) นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ของที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา มีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ที่ดินซึ่งเป็นผลเนื่องจากปัญหาราคาของผลผลิตตกต่ำอย่างต่อเนื่อง (Schreinemachers *et al.*, 2009) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงเป็นการเปลี่ยนพื้นที่ไม่ผลที่ปลูกสิ่งไปเป็นพื้นที่ปลูกพืชผักล้มลุกจะส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณการชะล้างพังทลาย การเพิ่มปริมาณการใช้สารเคมีในพื้นที่ และการเพิ่มขึ้นของปริมาณการใช้น้ำเพื่อการเกษตร (สุวรรณ ประณีตวาทกุล และคณะ, 2553) จากสถานการณ์ที่กล่าวมาทำให้เกิดคำถามเกี่ยวกับระดับความยั่งยืนในระยะยาวของระบบการทำฟาร์มและทรัพยากรในพื้นที่ศึกษาที่เป็นพื้นที่ต้นน้ำของแม่น้ำที่สำคัญ ประกอบกับการพัฒนาระบบการทำฟาร์มในพื้นที่ลุ่มน้ำเกษตรกรและเจ้าหน้าที่ของภาครัฐยังไม่ให้ความสำคัญกับการพัฒนาระบบการทำฟาร์มแบบยั่งยืนเนื่องจากการขาดข้อมูลและเครื่องมือเพื่อช่วยให้เกษตรกรในพื้นที่และเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องของทางภาครัฐได้เข้าใจถึงปัญหาที่เป็นอยู่และมีแนวทางในการลดผลกระทบของปัญหาจากการวิเคราะห์สถานการณ์จำลองจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น

แบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์หลายตัวแทน (MP-MAS Model) เป็นเครื่องมือที่ถูกพัฒนาขึ้นมาโดยนักเศรษฐศาสตร์ชาวเยอรมัน เป็นเครื่องมือที่สามารถจำลองมิติต่างๆ ของระบบการทำฟาร์มลงไปแบบจำลองได้อย่างหลากหลาย ทำให้ผลที่ได้จากการวิเคราะห์สถานการณ์จำลองมีความใกล้เคียงกับสถานการณ์ความจริงมากขึ้น เกษตรกรและเจ้าหน้าที่ของภาครัฐที่เกี่ยวข้องสามารถเข้าใจปัญหาและทราบแนวทางในการลดผลกระทบของปัญหาจากการวิเคราะห์สถานการณ์จำลองก่อนที่จะมีการใช้นโยบายใดๆ ออกมา การนำเอาเครื่องมือแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์หลายตัวแทน

มาประยุกต์ใช้เพื่อหาแนวทางการพัฒนาระบบการทำฟาร์มในลุ่มน้ำแม่สาจึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เพื่อให้เกษตรกรในพื้นที่และเจ้าหน้าที่ของภาครัฐที่เกี่ยวข้องมีข้อมูลข่าวสารและแนวทางในการดำเนินงาน เพื่อปรับเปลี่ยนระบบการทำฟาร์มในลุ่มน้ำแม่สาไปสู่ความยั่งยืนทั้งในด้านเศรษฐกิจ สังคม และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้การศึกษาในครั้งนี้สามารถนำมาใช้เป็นต้นแบบของการศึกษาเพื่อการพัฒนาในพื้นที่ลุ่มน้ำอื่นๆ ทางภาคเหนือ และภาคอื่นๆ ของประเทศไทยในอนาคตต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาสภาพทั่วไปของระบบการทำฟาร์มในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา จังหวัดเชียงใหม่
2. เพื่อวิเคราะห์และประเมินความยั่งยืนของระบบการทำฟาร์มในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา จังหวัดเชียงใหม่ ภายใต้สถานการณ์พื้นฐาน ปีการเพาะปลูก 2552/53
3. เพื่อวิเคราะห์สถานการณ์จำลองเพื่อพัฒนาระบบการทำฟาร์มอย่างยั่งยืน

ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาระบบการทำฟาร์มในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา จังหวัดเชียงใหม่ ประกอบด้วย 13 หมู่บ้าน ซึ่งมีครัวเรือนเกษตรกร 1,309 ครัวเรือน โดยใช้ข้อมูลปีการเพาะปลูก 2548/49 และ ปีการเพาะปลูก 2552/53 ที่ได้เก็บรวบรวมจำนวน 2 ครั้ง เป็นข้อมูลจริงในการปรับค่าในแบบจำลอง MP-MAS ซึ่งเป็นการกำหนดให้สภาพการใช้และเลือกของทรัพยากรในการทำกิจกรรมการทำฟาร์มของเกษตรกร

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

จากผลการศึกษาทำให้ทราบถึงระดับความยั่งยืนในระบบการทำฟาร์มบนพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา โดยใช้ตัวชี้วัดทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนโยบายทางเลือกสำหรับการพัฒนาระบบการทำฟาร์มอย่างยั่งยืน เพื่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น กรมส่งเสริมการเกษตร สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง สำนักงานพัฒนาที่ดิน หน่วยจัดการต้นน้ำ และองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น เป็นต้น สามารถนำไปใช้พัฒนานโยบายในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาและ/หรือกำหนดนโยบายใหม่ ที่นำไปสู่

แนวทางการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน พร้อมทั้งนำไปประยุกต์ใช้ในการวางแผนการพัฒนาระบบการทำฟาร์ม และสามารถพัฒนาวิธีการปฏิบัติการทำฟาร์มในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา ซึ่งเป็นประโยชน์สำหรับเป็นแนวทางที่สามารถนำเสนอต่อเกษตรกรให้ทราบวิธีปฏิบัติและผลกระทบที่เกิดขึ้น ที่มีผลต่อการนำไปปฏิบัติจริงของตัวเกษตรกรในพื้นที่

นิยามศัพท์

ระบบการทำฟาร์ม หมายถึง ระบบการปลูกพืช และเลี้ยงสัตว์ ที่มีขายโยงใยอันสลับซับซ้อนของดิน พืช สัตว์ เครื่องมือ แรงงาน และปัจจัยการผลิตต่างๆ ที่เกษตรกรมีอยู่ ที่ขึ้นอยู่กับสภาพทางกายภาพและทางชีวภาพ ตลอดจนสภาพทางสังคมและเศรษฐกิจต่างๆ เช่น ตลาด เงินทุน หนี้สิน ความเชื่อ และประเพณีต่างๆ รวมไปถึงเป้าหมายในการดำรงชีวิตของเกษตรกร ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่เกษตรกรจะตัดสินใจว่าจะปลูกพืช หรือเลี้ยงสัตว์ชนิดใด ตลอดจนวิธีการจัดการในฟาร์มที่สอดคล้องกับสภาพทางสังคม และเศรษฐกิจของเกษตรกร โดยใช้ทรัพยากรและเทคโนโลยีที่มีอยู่ตามความต้องการและความพอใจของเกษตรกร

ความยั่งยืนของระบบการทำฟาร์ม (Farming Systems Sustainability) หมายถึง ความสามารถของระบบการทำฟาร์ม (Farming Systems) ที่จะรักษาหรือเพิ่มระดับความสามารถหรือผลิตผลที่ได้ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง โดยต้องได้รับการยอมรับจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่เกี่ยวข้อง (Stakeholders) ทั้งนี้ปริมาณและคุณภาพของทรัพยากรสิ่งแวดล้อมต้องไม่ลดลง ซึ่งจำเป็นต้องคำนึงถึงปัจจัยหลัก 3 ประเด็น ประกอบด้วย ประเด็นด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

การศึกษานี้เป็นการวิเคราะห์ถึงความยั่งยืน (Sustainability) ของระบบการทำฟาร์ม โดยการประยุกต์แบบจำลอง MP-MAS ซึ่งแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่นำมาประยุกต์ใช้ ประกอบด้วย แนวคิดระบบการทำฟาร์ม แนวคิดการประเมินความยั่งยืนทางการเกษตร แนวคิดด้านแบบจำลองระบบหลายตัวแทน แนวคิดด้านแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์หลายตัวแทน และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดดังนี้

แนวคิดระบบการทำฟาร์ม

ระบบการทำฟาร์ม (Farming Systems) เป็นกิจกรรมหรือหน่วยผลิตที่เล็กที่สุดในระดับไร่นาหรือฟาร์ม ซึ่งประกอบด้วยปัจจัยมากมาย ทั้งด้านกายภาพ ชีวภาพ เศรษฐกิจและสังคม เช่น สภาพพื้นที่ และชนิดดิน แหล่งเงินทุน การตลาด การคมนาคม เงินทุนและสินเชื่อ ตลอดจนสมาชิกครัวเรือน แรงงาน ชุมชน บุญประเพณี วัฒนธรรม ทักษะคิด ความเชื่อ สถาบัน และองค์กรหรือกลุ่มคนในพื้นที่ เป็นต้น สิ่งเหล่านี้จะประกอบกันอยู่ในระบบการทำฟาร์ม เพียงแต่ระบบการทำฟาร์มในแต่ละพื้นที่ไม่จำเป็นต้องมีสิ่งเหล่านี้ครบถ้วนสมบูรณ์ ขึ้นอยู่กับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ตลอดจนด้านสังคมและเศรษฐกิจของแต่ละระบบฟาร์มในแต่ละพื้นที่ นอกจากนั้นระบบการทำฟาร์มยังเป็นส่วนหนึ่งของระบบครัวเรือน และมีความสัมพันธ์กับระบบนอกฟาร์มและระบบชุมชนในหมู่บ้าน แต่ระบบการทำฟาร์มจะต้องถูกตัดสินใจโดยระบบครัวเรือน หรือสมาชิกในครัวเรือนเป็นผู้ดำเนินการและจัดการกับทรัพยากรในฟาร์มนั้น ภายใต้ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ตลอดจนปัจจัยภายนอกที่มีอิทธิพลต่อระบบฟาร์ม โดยเฉพาะด้านเศรษฐกิจและสังคม (วิทยา อธิปอนันต์, 2542) ซึ่ง กนก ฤกษ์เกษม และคณะ (2537) ได้ทำการแบ่งการผลิตและระดับการใช้ทรัพยากรของระบบการทำฟาร์มบนพื้นที่สูงของไทยออกเป็น 5 ด้าน ได้แก่ 1) ที่ดิน 2) น้ำ 3) แรงงาน 4) วัสดุเคมี ปุ๋ยและสารเคมีป้องกันและกำจัดแมลง และ 5) มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ (Soil and Water Conservation: SWC)

นอกจากนี้ระบบการทำฟาร์มมีลักษณะเหมือนกับระบบอื่นที่ประกอบด้วยระบบย่อยต่างๆ โดยระบบย่อยต่างๆ นั้นมีความสัมพันธ์กันทั้งแนวระดับ (Horizontal Relationship) และแนวดิ่ง

(Vertical Relationship) เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของระบบย่อยในแนวระดับจะพบว่าระบบการทำฟาร์มมีความสัมพันธ์กับระบบย่อยหลักอื่นๆ ได้แก่ ระบบย่อยตลาดปัจจัย ระบบย่อยตลาดผลผลิต ระบบย่อยตลาดแรงงาน ระบบย่อยตลาดทุน ระบบย่อยตลาดทรัพยากรธรรมชาติ ระบบย่อยนิเวศสิ่งแวดล้อม ระบบย่อยสังคมและวัฒนธรรม ระบบย่อยการบริการ และอื่นๆ ขณะเดียวกันระบบการทำฟาร์มมีความสัมพันธ์กับระบบย่อยอื่นๆ ในแนวดิ่ง ซึ่งภายใต้ระบบการทำฟาร์ม นั้น จะประกอบไปด้วยระบบย่อยหน่วยเล็กๆ ภายใต้ระบบที่ใหญ่กว่าหรืออยู่ในระดับที่สูงกว่า โดยระบบการทำฟาร์มประกอบด้วยระบบย่อยดิน ระบบย่อยการปลูกพืช ระบบย่อยการผลิต เป็นต้น นอกจากนี้ระบบการทำฟาร์มยังมีความสัมพันธ์และอยู่ภายใต้ระบบที่อยู่ในระดับที่สูงขึ้นไป เช่น ระบบการทำฟาร์มจะอยู่ภายใต้ระบบครัวเรือน ระบบหมู่บ้าน ระบบลุ่มน้ำ ระบบภูมิภาค เป็นต้น (จักรกฤษณ์ พจนศิลป์, 2549)

แนวคิดการประเมินความยั่งยืนทางการเกษตร

พจนานุกรมภาษาอังกฤษฉบับ Oxford ได้ให้ความหมายของคำว่า Sustainability ซึ่งหมายถึงการกระทำที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องหรือสามารถรักษาระดับเหนือสถานภาพและอยู่รอด ฟิชเชอร์ (Fisher, 1997 อ้างใน สุจินต์ สิมารักษ์, พรรณทิพา ศรศรีวิชัย, และแสง รวยสูงเนิน, 2532) เป็นบุคคลแรกที่พยายามให้นิยามของเกษตรยั่งยืน โดยได้กล่าวว่าความยั่งยืนทางการเกษตร (Agricultural Sustainability) ควรมีองค์ประกอบหลัก 8 ประการ ได้แก่ พลวัตรของระบบ (Systemic Dynamic) ความสอดคล้องกับธรรมชาติ ความหลากหลาย การพึ่งพาทรัพยากรที่หมุนเวียน การมีส่วนร่วมรับผิดชอบของมนุษย์ โภชนาการทางอาหารชุมชน และความสวยงามตามธรรมชาติ และได้เพิ่มเติมอีกว่าควรรวมปัจจัยทางด้านเศรษฐกิจเข้าไว้ด้วย สำหรับแนวทางการประเมินความยั่งยืนทางการเกษตร ที่ Mueller (1997) ได้สรุปไว้มี 3 วิธีการด้วยกันคือ

1. การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ (The Extended Cost-Benefit Analysis: CBA) ที่พิจารณาเป้าหมายทางสิ่งแวดล้อมและสังคม เกณฑ์การตัดสินใจ คือ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราส่วนผลประโยชน์และต้นทุน และอัตราผลตอบแทนภายใน

2. การวิเคราะห์ตัดสินใจโดยใช้ปัจจัยการตัดสินใจที่หลากหลาย

การวิเคราะห์ตัดสินใจโดยใช้ปัจจัยการตัดสินใจที่หลากหลาย (Multi Criteria Decision Making: MCDM) เป็นวิธีการที่มุ่งเน้นถึงประสิทธิภาพพร้อมกับการพิจารณาเป้าหมายที่แตกต่างกัน ไม่มีการกำหนดข้อจำกัดในรูปแบบของหลักการ มีการพิจารณาเกณฑ์ด้านสิ่งแวดล้อมและสังคมซึ่งเหมาะสำหรับการวิเคราะห์ความยั่งยืน ในการวิเคราะห์ CBA นั้นผลที่ได้ออกมาจะอยู่ในรูปข้อมูลเชิงปริมาณ แต่การวิเคราะห์ MCDM นั้นผลวิเคราะห์ที่ได้จะอยู่ในรูปข้อมูลเชิงปริมาณ ข้อมูลเชิงคุณภาพ หรือนำข้อมูลเชิงปริมาณและคุณภาพมาประกอบกัน ได้แก่

2.1 Goal Programming (GP) จุดประสงค์ คือ ต้องการหาระดับเหมาะสมที่รวบรวมเอาหลายๆ เป้าหมายเข้าไว้ด้วยกัน ซึ่งเป้าหมายนั้นจะมีความเบี่ยงเบนของระดับเป้าหมายที่ต้องการต่ำที่สุด แบ่งเป็น LPG (Lexicographic Goal Programming) เป็นการจัดลำดับความสำคัญ หรือความพอใจของเป้าหมายออกเป็นลำดับก่อนหลัง และ WPG (Weighted Goal Programming) เป็นการถ่วงน้ำหนักด้วยความสัมพันธ์ของแต่ละเป้าหมาย (Potchanasin, 2008 อ้างถึง Romero and Rehman, 1989)

2.2 Multi-Objective Programming (MOP) เป็นเทคนิคในการจัดการกับปัญหาที่มีหลายวัตถุประสงค์ ภายใต้ชุดของข้อจำกัดที่เป็นสมการเส้นตรง ระดับเหมาะสมที่คำนวณได้จะเป็นชุดของคำตอบที่มีประสิทธิภาพ (Potchanasin, 2008 อ้างถึง Romero and Rehman, 1989)

2.3 Compromise Programming (CP) จะชี้เฉพาะว่าเป็นคำตอบที่เป็นอุดมคติที่หาได้จาก Multi-goal Programming ซึ่งคำตอบในอุดมคตินี้จะเป็นเพียงจุดหนึ่งในการอ้างอิงของ Decision Maker (Potchanasin, 2008 อ้างถึง Romero and Rehman, 1989)

2.4 The Multi-Attribute Utility Function Approach (MUF) เป็นการแก้ปัญหของทางเลือกที่มีลักษณะเป็นจำนวนที่ไม่ต่อเนื่องของทางเลือกที่แทนด้วยอรรถประโยชน์ ดังนั้น ชุดของทางเลือกก็คือการเรียงลำดับที่สมบูรณ์

2.5 Analytical Hierarchy Technique (AHT) เป็นการแก้ปัญหการตัดสินใจเป็นลำดับชั้น โดยประยุกต์ใช้เทคนิคกระบวนการวัดเพื่อได้รับเวกเตอร์ของน้ำหนักปกติ หรือลำดับก่อน-หลัง โดยการใช้การเปรียบเทียบ (Potchanasin, 2008 อ้างถึง Romero and Rehman, 1989)

3. การวิเคราะห์ตัวชี้วัดความยั่งยืน

การวิเคราะห์ตัวชี้วัดความยั่งยืน (Sustainability Indicator) เป็นวิธีการที่เป็นพื้นฐานของการวิเคราะห์ด้วยวิธีที่หลากหลาย ตัวชี้วัดเป็นเครื่องมือที่ง่ายต่อการปรับเปลี่ยน จะถูกกำหนดโดยระดับความแตกต่างของความแม่นยำ และถูกรวบรวมตามวัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์และการหาได้ของข้อมูล นอกจากนั้น ตัวชี้วัดยังถูกกำหนดลงในระดับที่แตกต่างและขึ้นอยู่กับเงื่อนไข ซึ่ง มุลเลอร์ (Mueller, 1997) ได้เสนอว่า ไม่มีตัวชี้วัดใดใช้งานได้ครอบคลุมทั้งหมด ตัวชี้วัดในการวิเคราะห์ระดับย่อย เช่น ระดับภูมิภาค ระดับท้องถิ่น มีช่วงที่กว้างขึ้น และในระดับนี้ตัวชี้วัดจะถูกกำหนดตามความรู้พื้นฐาน หรือตามประสบการณ์เฉพาะของแต่ละบุคคลที่เลือกตัวชี้วัด แต่ในระดับโลกหรือระดับนานาชาติตัวชี้วัดจะถูกเลือกตามกรอบความคิด ในการเลือกตัวชี้วัดนั้นจึงควรหาวิธีการที่ทำให้การเลือกตัวชี้วัดต้องเกิดขึ้นโดยเจาจงและไม่เกิดขึ้นโดยความเห็นส่วนตัว เกณฑ์ในการเลือกตัวชี้วัดและสมมติฐานต้องชัดเจน และต้องพิจารณาเกณฑ์ทั้งหมดของระบบที่สำคัญสำหรับความยั่งยืน

ทั้งนี้ องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) โดย Smyth และ Dumanski (1993 อ้างใน จักรกฤษณ์ พจนศิลป์, 2549) ได้พัฒนาแนวคิดการประเมินความยั่งยืนของการจัดการที่ดินจากตัวชี้วัดที่กำหนด โดยได้พัฒนากลอบแนวคิดที่ชื่อว่า “An International Framework for the Evaluation of Sustainable Land Management (FESLM)” ซึ่งกรอบแนวคิดนี้เป็นความพยายามในการประเมินความยั่งยืนโดยพิจารณาองค์ประกอบหรือปัจจัยที่มีผลต่อการใช้ที่ดินประกอบด้วย ปัจจัยทางเศรษฐกิจ ปัจจัยสังคม และปัจจัยสิ่งแวดล้อม ซึ่งแต่ละปัจจัยได้มีการพัฒนาตัวชี้วัดสำหรับการประเมินความยั่งยืนที่อยู่บนพื้นฐานของหลักการ 5 หลักการ คือ

3.1 ผลผลิตภาพ (Productivity) เป็นการรักษาและเพิ่มการผลิตต่อหน่วยพื้นที่

3.2 ความมั่นคง (Security) เป็นการลดระดับความเสี่ยงในการผลิต

3.3 การป้องกัน (Protection) เป็นรักษาทรัพยากรธรรมชาติและป้องกันการเสื่อมของคุณภาพดินและน้ำ

3.4 ความสามารถในการดำรงอยู่ได้ (Viability) มีความสามารถดำรงอยู่ได้ในเชิงเศรษฐกิจ

3.5 การยอมรับ (Acceptability) ต้องได้รับการยอมรับจากสังคมโดยรวม

แนวคิดของแบบจำลองระบบหลายตัวแทน

แบบจำลองระบบหลายตัวแทน (Multi-Agent Systems: MAS) พัฒนามาจากแนวความคิดที่มองระบบว่าประกอบด้วยผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในระบบ (Stakeholders) หรือตัวแทน (Agents) ต่างๆ ซึ่งสามารถรับทราบ ตอบสนอง และปฏิบัติการต่อสิ่งแวดล้อม มีคุณสมบัติในการติดต่อสื่อสาร คิด ประมวลผล และตัดสินใจภายใต้ความพึงพอใจหรือเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ โดย Agent หนึ่งอาจมีความสัมพันธ์กับ Agent อื่น ในระดับมากน้อยและรูปแบบที่แตกต่างกัน มีการรวมกลุ่มซึ่งก่อให้เกิดความสัมพันธ์หลายรูปแบบและหลายระดับ เช่น การไม่ขึ้นกับใคร การร่วมมือ การขัดแย้ง และการรวมขอม เป็นต้น จากแนวคิดข้างต้นทำให้สามารถจำลองโลกเสมือนจริงของระบบสังคมและสิ่งแวดล้อมในรูปแบบที่ง่ายต่อการเข้าใจพฤติกรรม ความสัมพันธ์ และกระบวนการตัดสินใจ ก่อให้เกิดคุณสมบัติเชิงองค์รวมที่สามารถประเมินผลลัพธ์ของระบบที่สนใจ โดยใช้เทคโนโลยี คอมพิวเตอร์ และ โปรแกรมเชิงวัตถุ (Object Oriented Programming) ช่วยในการพัฒนาแบบจำลอง และการจำลองสถานการณ์ (พนมศักดิ์ พรหมบุรณย์ และคณะ, 2545) ลักษณะของแบบจำลองระบบหลายตัวแทนในระบบการทำฟาร์มเป็นการจำลองปัจจัยทุกสิ่งที่สำคัญในระบบการทำฟาร์มที่มีทั้งบุคคลและสิ่งแวดล้อมในระบบ โดยแบบจำลองประกอบด้วย 5 ส่วนประกอบ (จักรกฤษณ์ พจนศิลป์, 2549) ได้แก่

สิ่งแวดล้อม (Environment) ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่จำลองขึ้นเพื่อเป็นพื้นที่สำหรับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholders) วัตถุ (Objects) และสิ่งอื่นๆ ในระบบการทำฟาร์ม

ตัวแทน (Agents) คือ ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่สำคัญในระบบการทำฟาร์มซึ่งมีคุณสมบัติเฉพาะตัวและทำกิจกรรมต่างๆ ภายใต้พฤติกรรมของตัวแทนแต่ละประเภท

วัตถุ (Objects) คือ วัตถุหรือสิ่งของที่มีอยู่ในสิ่งแวดล้อมของระบบการทำฟาร์มที่ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย หรือตัวแทนสามารถสังเกตเห็น สร้าง ทำลาย หรือปรับเปลี่ยนได้

ความสัมพันธ์ (Relations) ที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุด้วยตนเอง

การดำเนินการ (Operations) ที่แสดงถึงความสามารถของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย หรือตัวแทนในการแสดงพฤติกรรมหรือกระทำกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอื่น หรือวัตถุ

แบบจำลองระบบหลายตัวแทนยังสามารถเชื่อมโยงการใช้นโยบายและการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างในภาคเกษตรกรรมเข้าด้วยกันและสามารถวิเคราะห์ผลกระทบออกมาในเชิงพลวัต เหตุที่แบบจำลองระบบหลายตัวแทนสามารถทำได้เช่นนี้ เพราะแบบจำลองนี้สามารถจำลองฟาร์มแต่ละฟาร์มเข้ามาไว้ในแบบจำลอง ฟาร์มหลายๆ ฟาร์มประกอบขึ้นเป็นหมู่บ้าน หมู่บ้านหลายๆ หมู่บ้านประกอบขึ้นเป็นระดับลุ่มน้ำ และยังสามารถเชื่อมโยงเข้ากับหน่วยกระทำหน่วยอื่นๆ ได้ด้วย เช่น หน่วยงานของภาครัฐ ตลาดผลผลิต ตลาดปัจจัยการผลิต องค์กรที่ไม่ใช่หน่วยงานของภาครัฐ ฯลฯ (สุวรรณา ประณีตวศกุล และคณะ, 2553)

แนวคิดของแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์หลายตัวแทน

แบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์หลายตัวแทน (Mathematical Programming Multi-Agent Systems) หรือ MP-MAS ถูกพัฒนาแรกเริ่มโดย Prof. Dr. Alfons Balmann โดยเป็นการประยุกต์แบบจำลองโปรแกรมทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Programming: MP) และแบบจำลอง Multi-Agent Systems (MAS) และมีการพัฒนาและประยุกต์ใช้ในการศึกษาวิจัยทางเศรษฐศาสตร์เกษตรและการจัดการทรัพยากรอย่างต่อเนื่อง (Berger, 2001; Happe, 2004; Schreinemachers, 2006; Schreinemachers *et al.*, 2008) ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้ในการจำลอง (Simulate) การใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืนในภาคเกษตรและป่าไม้ เมื่อมีการประยุกต์โปรแกรมทางคณิตศาสตร์ กับ Multi-Agent Systems ทำให้แบบจำลองระดับครัวเรือนหรือระดับฟาร์มที่ใช้โปรแกรมทางคณิตศาสตร์แบบเดิม (Conventional Mathematical Programming) สามารถจำลองลักษณะเฉพาะที่แตกต่างกัน (Heterogeneous Aspect) และสามารถนำเอามิติทางด้านเศรษฐกิจสังคม (Socio-economic) และทางด้านชีวกายภาพ (Bio-physical) ของแต่ละหน่วยย่อยในระบบการทำฟาร์มเข้ามาในแบบจำลองพร้อมกันได้ โดยฟาร์มครัวเรือนแต่ละฟาร์มจะถูกแทนโดยผู้กระทำ (Agent) แต่ละราย (Berger *et al.*; 2006) รวมทั้งสามารถจำลองลักษณะการมีปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ระหว่างหน่วยย่อยต่างๆ ทั้งปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันของหน่วยย่อยทางเศรษฐกิจสังคม เช่น ระหว่างครัวเรือนเกษตรกรหรือระหว่างครัวเรือนเกษตรกรกับหน่วยงานของทางราชการ หรือปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันของหน่วยย่อยทางกายภาพ เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างพืชที่ปลูกและแปลงปลูก หรือปฏิสัมพันธ์ระหว่างหน่วยย่อยทางเศรษฐกิจสังคมกับหน่วยย่อยทางกายภาพ เช่น การตัดสินใจทำกิจกรรมปลูกพืชของเกษตรกรมีผลต่อลักษณะของการใช้ที่ดิน (Land Use) ซึ่ง

ที่ดินเป็นหน่วยย่อยทางกายภาพ เป็นต้น โดยการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันของหน่วยย่อยที่มีลักษณะเฉพาะของทั้งระบบดังกล่าวมานี้นำมาซึ่งลักษณะการทำเกษตรในภาพรวมที่มีความสลับซับซ้อนเมื่อพิจารณาทั้งระบบ (จักรกฤษณ์ พจนศิลป์, 2549) ซึ่งแบบจำลอง MP-MAS เป็นเครื่องมือตัวใหม่ที่ได้เพิ่มลักษณะพิเศษอีก 2 ลักษณะเข้าไปในแบบจำลอง คือ

1) แบบจำลองแบบเดิมมีพื้นฐานของข้อมูลอยู่บนฟาร์มครัวเรือนตัวแทน แต่แบบจำลอง MP-MAS สามารถแสดงได้ทั้งลักษณะเฉพาะฟาร์มครัวเรือนแต่ละรายและแสดงที่ตั้งของแปลงเพาะปลูกแต่ละแปลงได้พร้อมกัน ทำให้การศึกษาสามารถแสดงความแตกต่างของฟาร์มครัวเรือนแต่ละรายได้อย่างใกล้ชิดเกี่ยวกับความเป็นจริงมากขึ้น

2) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างฟาร์มครัวเรือนทั้งที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันและที่อยู่ต่างกลุ่ม (Both Spatial and A-spatial) สามารถนำมาใส่ในแบบจำลอง MP-MAS ได้ ยกตัวอย่างเช่น ในเรื่องการแพร่กระจายของนวัตกรรม (diffusion of innovations) ผู้กระทำสามารถที่จะได้รับนวัตกรรมผ่านการติดต่อสื่อสารกับเครือข่าย (Network) ของเขาและการตัดสินใจของผู้กระทำที่จะยอมรับหรือไม่ยอมรับนวัตกรรมที่เขาได้รับสามารถคาดการณ์ได้จากการวิเคราะห์แบบจำลอง (Berger *et al.*, 2006)

ข้อดีของ MP-MAS สามารถช่วยในการตัดสินใจในกรณีที่ปัจจัยการผลิตและผลผลิตมีความหลากหลาย สามารถตัดสินใจได้ภายใต้ทรัพยากรที่แตกต่างกัน (สุวรรณ ประณีตวาทกุล และ คณะ, 2553)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการศึกษารุ่นนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือส่วนแรกเป็นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับตัวชี้วัดความยั่งยืนและการประเมินความยั่งยืน และส่วนที่สองเกี่ยวกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องด้านแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์หลายตัวแทนที่ประยุกต์ใช้ในภาคการเกษตร ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. การตรวจสอบเอกสารที่เกี่ยวข้องกับตัวชี้วัดความยั่งยืนและการประเมินความยั่งยืนของงานวิจัยที่ผ่านมา

กระแสด้านการศึกษาความยั่งยืนของระบบการเกษตรบนพื้นที่สูงนั้นเริ่มมาตั้งแต่ปี 2537 โดยกนก ฤกษ์เกษม และคณะ ที่ได้ทำการศึกษาความยั่งยืนในหน่วยงานพัฒนาที่สูงของโครงการ

ต่างๆ และหมู่บ้านที่ได้รับการพัฒนาในระดับสูงและมีความก้าวหน้าจากโครงการ โดยใช้เกณฑ์ในการประเมินการใช้ที่ดินที่มีความยั่งยืน 4 ประการ คือ ประสิทธิภาพทางการผลิต เสถียรภาพ ความยั่งยืน และความเสมอภาค ผลจากการศึกษา พบว่า ปัจจุบันเกษตรกรในที่สูงยังมีการทำไร่หมุนเวียนแบบดั้งเดิม โดยปลูกข้าวไร่และข้าวโพด บางครั้งก็ปลูกพืชพาณิชย์บ้าง ระบบพืชที่ใช้แพร่หลายได้แก่ การปลูกพืชครั้งเดียว แล้วทิ้งให้เป็นป่าเหล่าไว้หลายปี และการปลูกพืชซ้ำในที่เดียวกันหลายปี แล้วทิ้งเป็นป่าเหล่าไว้ช่วงสั้นๆ แล้วกลับมาใช้ที่ซ้ำๆ อีกหลายปี และความหลากหลายของกิจกรรมที่สร้างรายได้ในฟาร์มเป็นเรื่องจำเป็น เพื่อให้เกิดเสถียรภาพด้านรายได้ ซึ่งมีผลต่อเนื่องไปถึงเสถียรภาพของสิ่งแวดล้อมในระยะยาว การผลิตที่อาศัยทรัพยากรจากป่าอย่างยั่งยืน โดยมีเงื่อนไขสำคัญอย่างหนึ่ง คือ ผลผลิตทางการผลิตของที่ดินสูงมากขึ้น ทำให้ป่าฟื้นฟูขึ้นมาใหม่ การทำแถบอนุรักษ์ (Contour) และการจัดการศัตรูพืชแบบบูรณาการ (IPM) สามารถช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการปลูกพืชอย่างเข้มข้น ซึ่งวิธีการทำเกษตรที่ยั่งยืนจะนับได้ว่าเป็นผลสำเร็จก็ต่อเมื่อสามารถรักษาผลผลิตทางการผลิตให้สูงอย่างต่อเนื่องได้และเกษตรกรยอมรับ

ต่อมาในปี 2544 ได้มีการศึกษาตัวชี้วัดความยั่งยืนของระบบการเกษตรและทรัพยากรธรรมชาติบนพื้นที่สูง: มุมมองทางเศรษฐกิจและสังคม โดยเบญจพรรณ เอกะสิงห์ และ คณะ ที่ได้สร้างตัวชี้วัดระบบเกษตรบนพื้นที่สูง และทำการศึกษาในสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย แม่แอ และพระบาทห้วยต้ม ผลการศึกษาได้มีการประมวลข้อมูลเชิงเศรษฐกิจสังคมออกเป็นตัวชี้วัดที่สรุปผลการใช้ที่ดินของชุมชนที่เกี่ยวข้องในแต่ละพื้นที่ โดยแยกการใช้ที่ดินออกเป็นตัวชี้วัด 5 ด้าน คือ 1) ผลผลิตภาพ วัดผ่านรายได้ต่อครัวเรือนต่อปี และรายได้ต่อคนต่อปี 2) ความยั่งยืน วัดจากการปฏิบัติตามการอนุรักษ์ทรัพยากรที่ดินและน้ำ 3) ความเสมอภาค วัดผ่านสัดส่วนของคนที่อยู่ได้เส้นความยากจน 4) ความหลากหลาย วัดจากแหล่งรายได้เงินสดและไม่เป็นเงินสด และ 5) ความมั่นคงทางสังคม ซึ่งตัวชี้วัดเหล่านี้สามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้ในพื้นที่ทั้ง 4 แห่ง สามารถระบุพื้นที่ที่มีศักยภาพ และพื้นที่ที่มีปัญหา รวมทั้งสามารถระบุถึงการที่ใช้ที่ดินเชิงกลยุทธ์ที่สามารถส่งเสริมความยั่งยืนของระบบการผลิต และการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ โดยมีข้อเสนอแนะว่า การใช้ข้อมูลเช่นนี้เป็นตัวช่วยการตัดสินใจในด้านการวางแผนเป็นสิ่งสำคัญ และควรทำมากยิ่งขึ้นในอนาคต นอกจากนี้ควรทำควบคู่ไปกับการวางแผนทางกายภาพ และชีวภาพ รวมทั้งแนวทางการวิเคราะห์ตัวชี้วัดนี้ควรมีการจัดทำมากขึ้นในอนาคตในทุกพื้นที่เพื่อช่วยในการวางแผนและการกำหนดนโยบายการเกษตรบนพื้นที่สูงให้มีความยั่งยืนต่อไป

ในปี 2544 คมศักดิ์ ประยูรวงศ์ ที่ให้ความสำคัญกับการศึกษาการประเมินและการให้
คุณค่าความยั่งยืนทางการเกษตร จึงได้ทำการศึกษาการประเมินความยั่งยืนของระบบเกษตรบน
พื้นที่สูงกรณีศึกษาลุ่มน้ำแม่แจ่ม อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ ปีการเพาะปลูก 2540/41 ซึ่งในการ
ประเมินความยั่งยืนได้อาศัยตัวชี้วัดจากกรอบความคิดของ FESLM ขององค์การอาหารและเกษตร
แห่งสหประชาชาติ (FAO) และการประยุกต์ใช้ในพื้นที่ประเทศไทย ของโครงการ IBSRAM
ร่วมกับกรมพัฒนาที่ดิน รวมทั้งเกณฑ์การเลือกตัวชี้วัดรวมทั้งการกำหนดค่าน้ำหนักคะแนน และ
การแบ่งช่วงชั้น (กำหนดค่า Weight และ Rate) สามารถคัดเลือกตัวชี้วัดได้ 12 ตัวชี้วัด ประกอบด้วย
ตัวชี้วัดด้านเศรษฐกิจ (ตัวชี้วัดรายได้ครัวเรือนสุทธิ รายได้เกษตรกรสุทธิ ขนาดพื้นที่ถือครอง จำนวน
แรงงานในครัวเรือน) ด้านสังคม (ตัวชี้วัดการมีอาหารพอเพียง กรรมสิทธิ์ ระดับการศึกษา ความ
คาดหมายในการอพยพออก) และด้านสิ่งแวดล้อม (ความพอเพียงของน้ำในการทำนา ระบบการ
เพาะปลูก ความลาดชันของพื้นที่ การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช) และได้ทำการแบ่งความยั่งยืน
ออกเป็นสามระดับ คือ ระดับไม่ยั่งยืน (NS) ระดับยั่งยืนอย่างมีเงื่อนไข (CS) และระดับยั่งยืน (ST)
ซึ่งจากการศึกษาตัวชี้วัดความยั่งยืนในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่ม พบว่า ตัวชี้วัดความยั่งยืนมีค่าดัชนีความ
ยั่งยืนต่ำใน 3 ประเด็น มีดังนี้ ประเด็นสังคม ประกอบด้วย ตัวชี้วัดกรรมสิทธิ์ที่ดิน ระดับการศึกษา
และการมีอาหารพอเพียง ประเด็นทางสิ่งแวดล้อม คือ ตัวชี้วัดระบบการเพาะปลูก และประเด็น
ทางด้านเศรษฐกิจ ประกอบด้วย ตัวชี้วัดขนาดที่ดินทำกิน และตัวชี้วัดรายได้ครัวเรือนสุทธิ

สำหรับการศึกษาการวางแผนระบบการเกษตรอย่างยั่งยืนบนพื้นที่สูงทางภาคเหนือของ
ประเทศไทย ในปี 2546 โดยสุวรรณา ประณีตวาทกุล และเอื้อ สิริจินดา ได้ทำการศึกษาในพื้นที่หมู่บ้าน
แม่สาใหม่ อ.แมริม จ.เชียงใหม่ ในการวิเคราะห์ระดับความยั่งยืนโดยใช้ดัชนีตัวชี้วัดความยั่งยืนทาง
การเกษตร เมื่อนำตัวชี้วัดความยั่งยืนมาจัดอันดับตามค่าดัชนีความยั่งยืน (Sustainability Index) หรือ
มูลค่าศักยภาพความยั่งยืน (Performance Value) หรือ ร้อยละความยั่งยืน (Performance Percentage)
ของแต่ละตัวชี้วัด โดยเรียงค่าจากน้อยไปมาก พบว่า ประเด็นการใช้สารเคมีเป็นประเด็นปัญหาที่
ก่อให้เกิดความไม่ยั่งยืนทางการเกษตรมากที่สุด รองลงมาคือ ประเด็นความหลากหลายทางชีวภาพ
และประเภทที่ดิน ตามลำดับ เมื่อพิจารณาตัวชี้วัดที่มีความยั่งยืนน้อยที่สุดเหล่านี้ พบว่า เป็นประเด็น
ด้านสิ่งแวดล้อมเป็นส่วนใหญ่ จึงกล่าวได้ว่าประเด็นด้านสิ่งแวดล้อมเป็นประเด็นปัญหาที่มีความ
ยั่งยืนน้อยที่สุดของหมู่บ้านแม่สาใหม่ นอกจากนี้ในปี 2549 ได้มีการประยุกต์แบบจำลอง Multi-
Agent Systems สำหรับการวิเคราะห์ความยั่งยืนของระบบการทำเกษตรบนพื้นที่สูงในภาคเหนือ
ของไทย ที่ทำการศึกษาโดยจักรกฤษณ์ พจนศิลป์ ที่ศึกษาในพื้นที่หมู่บ้านบ่อไคร้ อำเภอปางมะผ้า
จังหวัดแม่ฮ่องสอน โดยใช้แนวคิดการประเมินความยั่งยืนผ่านตัวชี้วัดด้านต่างๆ ทั้งทางเศรษฐกิจ

สังคม และสิ่งแวดล้อม จากการวิเคราะห์ความยั่งยืนสำหรับสถานการณ์พื้นฐานผ่านตัวชี้วัด 7 ตัวชี้วัด ได้แก่ รายได้ครัวเรือนสุทธิ รายได้ฟาร์มสุทธิ ทรัพย์สินทุนของครัวเรือน การออมของครัวเรือน ความมั่นคงด้านอาหาร การชะล้างพังทลายของหน้าดิน และระยะเวลาการพักดิน ผลจากการศึกษาพบว่า ระบบการเกษตรของหมู่บ้านบ่อไคร้มีความไม่ยั่งยืน ซึ่งเป็นการพิจารณาจากแนวโน้มที่ลดลงของดัชนีศักยภาพแห่งความยั่งยืน (Performance Index) ในระยะยาว โดยดัชนีความยั่งยืน (Sustainability Index) ของตัวชี้วัดเกือบทุกตัวยกเว้นตัวชี้วัดรายได้ฟาร์มสุทธิและทรัพย์สินทุนของครัวเรือนมีแนวโน้มลดลงโดยเฉพาะตัวชี้วัดรายได้ครัวเรือนสุทธิ และเงินออมสุทธิของครัวเรือนมีการลดอย่างมาก และในปี 2553 สุวรรณ ประณีตกุล และคณะ ได้ให้ความสำคัญกับการพัฒนาระบบการเกษตรบนพื้นที่สูงอย่างยั่งยืน จึงได้ทำการศึกษาเรื่องแบบจำลองระดับลุ่มน้ำสำหรับการพัฒนาระบบการเกษตรบนพื้นที่สูงอย่างยั่งยืนในประเทศไทย ในการประเมินความยั่งยืนของระบบการเกษตรของครัวเรือนเกษตรกร เมื่อนำตัวชี้วัดความยั่งยืนที่ได้ทำการประเมินในปีเพาะปลูก 2551/52 มาจัดอันดับตามค่าดัชนีความยั่งยืน (Sustainability Index) หรือ มูลค่าศักยภาพความยั่งยืน (Performance Value) หรือ ร้อยละความยั่งยืน (Performance Percentage) ของแต่ละตัวชี้วัดโดยเรียงค่าจากน้อยไปมาก พบว่า ประเด็นการใช้สารเคมีเป็นประเด็นปัญหาที่ก่อให้เกิดความไม่ยั่งยืนทางการเกษตรมากที่สุด รองลงมาคือ ประเด็นพื้นที่ถือครองทางการเกษตร และประเด็นประเภทที่ดิน ตามลำดับ เมื่อพิจารณาตัวชี้วัดที่มีความยั่งยืนน้อยที่สุดเหล่านี้ พบว่า เป็นประเด็นด้านสิ่งแวดล้อมเป็นส่วนใหญ่ จึงกล่าวได้ว่าประเด็นด้านสิ่งแวดล้อมเป็นประเด็นปัญหาที่มีความยั่งยืนน้อยที่สุดของหมู่บ้านแม่สาใหม่

2. การตรวจเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องด้านแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์หลายตัวแปรที่ประยุกต์ใช้ในภาคการเกษตร

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในงานด้านการวางแผนการผลิตมานานแล้ว แต่สำหรับภาคการเกษตร แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการวางแผนการผลิตเริ่มแพร่หลายตั้งแต่สมัยหลังสงครามโลกครั้งที่สอง เริ่มโดยแบบจำลองโปรแกรมเส้นตรง (Linear Programming model) แบบจำลองโปรแกรมความเสี่ยง (Risk Programming model) และพัฒนาเป็นแบบจำลองโปรแกรมเป้าหมาย (Goal Programming model) และแบบจำลองโปรแกรมแบบหลายวัตถุประสงค์ (Multi-objective Programming model) สำหรับแบบจำลองระบบหลายตัวแปรที่เน้นคณิตศาสตร์ถูกพัฒนาขึ้นมาโดยนักเศรษฐศาสตร์ชาวเยอรมันชื่อ Balmann โดย Balmann (1997) พัฒนาแบบจำลองระบบหลายตัวแปรขึ้นมาโดยใช้แนวคิดของเซลล์ร่วมนิ่ง (cellular automata) เพื่อ

ใช้ในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างในภาคเกษตรของประเทศเยอรมันนี ในปี 2540 โครงสร้างของแบบจำลอง ประกอบด้วยฟาร์มต่างๆ จำนวนมากซึ่งตั้งอยู่ต่างพื้นที่กันภายในภาคเกษตร มีลักษณะคล้ายๆ กับรวงผึ้ง ฟาร์มแต่ละฟาร์มถูกจำลองลงไปในแต่ละเซลล์รวงผึ้งและเชื่อมไปสู่ตลาดต่างๆ ทั้งตลาดแรงงาน ตลาดที่ดิน และตลาดรับซื้อผลผลิต ฟาร์มแต่ละฟาร์มมีทางเลือกในการตัดสินใจได้หลายทางเลือก ฟาร์มแต่ละฟาร์มจะเลือกกิจกรรมที่เหมาะสมกับตัวเองโดยคำนึงถึงวัตถุประสงค์ความคาดหวัง ฐานะทางการเงิน และสินทรัพย์ที่มีอยู่ในฟาร์ม ผลที่ได้จากการวิเคราะห์สถานการณ์จำลอง จึงมีลักษณะเป็นพลวัต และให้ผลการศึกษาที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์จริง

ต่อมาแบบจำลองระบบหลายตัวแทนของ Balmann ได้ถูกสานต่อและพัฒนาเป็นแบบจำลองที่มีความซับซ้อนมากขึ้นโดยนักเศรษฐศาสตร์ชาวเยอรมัน โดย Berger (2001) ได้นำเสนอแบบจำลองโปรแกรมแบบหลายตัวแทนเชิงพื้นที่ (A Spatial Multi-Agent Programming model) เพื่อประเมินทางเลือกของนโยบายในการกระจายนวัตกรรมและการเปลี่ยนแปลงของทรัพยากร แบบจำลองโปรแกรมแบบหลายตัวแทนเชิงพื้นที่ของ Berger อาศัยแนวคิดของ Balmann เกี่ยวกับเซลล์รวงผึ้ง ซึ่งสามารถพิจารณาความแตกต่างของฟาร์มแต่ละฟาร์ม และได้เพิ่มปฏิสัมพันธ์ด้านสังคมและเชิงพื้นที่ (spatial) ของฟาร์มเหล่านั้นเข้าไปในแบบจำลองที่สร้างขึ้น การตัดสินใจของแต่ละฟาร์มในด้านการผลิต การบริโภค การลงทุนและทางเลือกทางการตลาดถูกจำลองเข้าสู่แบบจำลองโปรแกรมเส้นตรงแบบรีเคอร์ซีฟ (Recursive Linear Programming model) ข้อจำกัดในการยอมรับนวัตกรรมถูกนำเข้าสู่แบบจำลองในรูปแบบของค่าจำกัดสูงสุดค่าหนึ่ง (Network Threshold Value) ที่ได้จากค่าประมาณการของผู้ทรงคุณวุฒิตามประสบการณ์ที่มีอยู่

แบบจำลองทางเศรษฐศาสตร์และแบบจำลองอุทกวิทยาได้ถูกเชื่อมเข้าสู่แบบจำลองในรูปแบบเชิงพื้นที่ Beger (2001) ได้ประยุกต์ใช้แบบจำลองโปรแกรมแบบหลายตัวแทนเชิงพื้นที่กับการจัดการทรัพยากรน้ำของประเทศชิลี ในปี 2544 ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าการใช้แบบจำลองโปรแกรมแบบหลายตัวแทนเชิงพื้นที่ช่วยให้นักเศรษฐศาสตร์และนักวางแผนเข้าใจกระบวนการยอมรับนวัตกรรมของเกษตรกรและการเปลี่ยนแปลงการใช้ทรัพยากร เนื่องจากเกษตรกรแต่ละรายมีพฤติกรรมที่แตกต่างกันไปในการตอบสนองต่อนโยบายต่างๆ ของภาครัฐ ต่อมา Schreinemachers ได้นำแนวคิดของ Beger มาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์แนวโน้มนโยบายเกี่ยวกับความเพียงพอในด้านอาหารในพื้นที่กันดารของประเทศอุกันดา ข้อเสนอแนะที่ได้จากการศึกษาของ Schreinemachers ได้แก่ ภาครัฐต้องการนโยบายที่จะจัดการปัญหาในพื้นที่กันดารในชนบท ภาครัฐควรมุ่งจัดลำดับนโยบายไปในด้านที่ฟาร์มครัวเรือนมีข้อจำกัดมากที่สุดก่อน แล้วจึงกระตุ้นโดยอาศัย

แรงจูงใจทางเศรษฐศาสตร์เพื่อให้เกิดการยอมรับเทคโนโลยีในระดับฟาร์ม นอกจากนั้นควรมุ่งเน้น แนวนโยบายที่จะก่อให้เกิดการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติในพื้นที่ ซึ่งแบบจำลองผู้กระทำที่ หลากหลายเชิงพื้นที่นี้สามารถพิจารณาและครอบคลุมความแตกต่างของฟาร์มแต่ละฟาร์มเข้าไว้ใน แบบจำลองและนำเสนอออกมาเป็นทางเลือกสำหรับแต่ละฟาร์มได้

ต่อมา Happe ได้นำเอาความคิดของ Balmann มาพัฒนาต่อ และนำเสนอในชื่อแบบจำลอง AgriPoliS (Agricultural Policy Simulator) โดย Happe *et al.* (2004) ได้ประยุกต์แบบจำลอง AgriPoliS ในการวางแผนการผลิตภาคการเกษตรของประเทศเยอรมันนี ในปี 2547 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ ของการเข้าที่ดินกับปัจจัยอื่นๆ การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างในภาคเกษตรกรรมที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลง ขบวนการผลิต ราคาผลผลิต การลงทุน รูปแบบการผลิต ผลกระทบในทางบวกและทางลบ จากการใช้นโยบาย รวมทั้งต้นทุนและประสิทธิภาพของการใช้นโยบายต่างๆ ในภาคเกษตรกรรม ซึ่งผลที่ได้จากการวิเคราะห์สถานการณ์จำลองของแบบจำลอง AgriPoliS ให้ผลการศึกษาที่น่าสนใจ และมีความใกล้เคียงกับสถานการณ์จริง

Berger *et al.* (2006) ให้ข้อสรุปว่า ผลการวิเคราะห์ที่ได้จากวิธีดั้งเดิมที่อาศัยข้อมูลจริงจาก ประสบการณ์ของผู้กระทำ (Heuristic Approach) กับผลที่ได้จากการวิเคราะห์สถานการณ์จำลอง ของแบบจำลองระบบหลายตัวแทนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเพราะพฤติกรรมของ ผู้กระทำ (Agent) ที่สร้างขึ้นจากแบบจำลองช่วยทำให้การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินเป็น ไปได้ในทางปฏิบัติ กล่าวคือ สถานการณ์ในอนาคตยังไม่เกิดผู้กระทำจริง แต่แบบจำลองระบบ หลายตัวแทนได้สร้างผู้กระทำในอนาคตจากพฤติกรรมและข้อมูลของผู้กระทำในอดีต และคาดคะเน ไปในอนาคตโดยอาศัยฟังก์ชันการผลิตและการบริโภคผนวกเข้ากับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ทำให้แบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์หลายตัวแทนมีข้อดี คือ 1) การพิจารณาปัจจัยการผลิตและผลผลิตที่ หลากหลายช่วยทำให้การศึกษาครอบคลุมความแตกต่างของฟาร์มแต่ละฟาร์มได้เป็นอย่างดี 2) ทางเลือกในทางเศรษฐศาสตร์ระหว่างการผลิต บริโภค และการลงทุนสามารถนำมาพิจารณาได้ อย่างพร้อมๆ กันในแบบจำลองได้ทันที และ 3) ผลที่ได้จากการวิเคราะห์สถานการณ์จำลอง ชี้ให้เห็นถึงผลของนโยบายที่สามารถนำไปสู่การปฏิบัติได้อย่างชัดเจน

ทั้งนี้ แบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์หลายตัวแทนกำลังถูกนำมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยใน ประเทศไทย ในปี 2553 โดยศูนย์วิจัยเศรษฐศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่จัดทำโดย สุวรรณ ประณีตวาทกุล และคณะ ภายใต้โครงการวิจัยแบบจำลองระดับลุ่มน้ำสำหรับการพัฒนา

ระบบการเกษตรบนพื้นที่สูงอย่างยั่งยืนในประเทศไทย โดยได้พัฒนาแบบจำลอง MP-MAS เพื่อจำลองลักษณะของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาและประยุกต์ใช้แบบจำลองเพื่อวิเคราะห์ถึงแนวโน้มของผลกระทบที่จะเกิดขึ้นภายใต้เงื่อนไขหรือการเปลี่ยนแปลงทางนโยบายในพื้นที่ โดยจากผลการศึกษาที่ได้รับจะพบว่า กระบวนการศึกษาจะสามารถสร้างแบบจำลองที่สะท้อนลักษณะและพฤติกรรมของหน่วยย่อยในระบบการทำเกษตรในพื้นที่ ทั้งนี้ยังนำมาซึ่งการพัฒนาเชิงวิชาการเกี่ยวกับวิธีการสร้างและประยุกต์แบบจำลองเพื่อใช้ในการวิจัยในทางเศรษฐศาสตร์เกษตรและการจัดการทรัพยากร

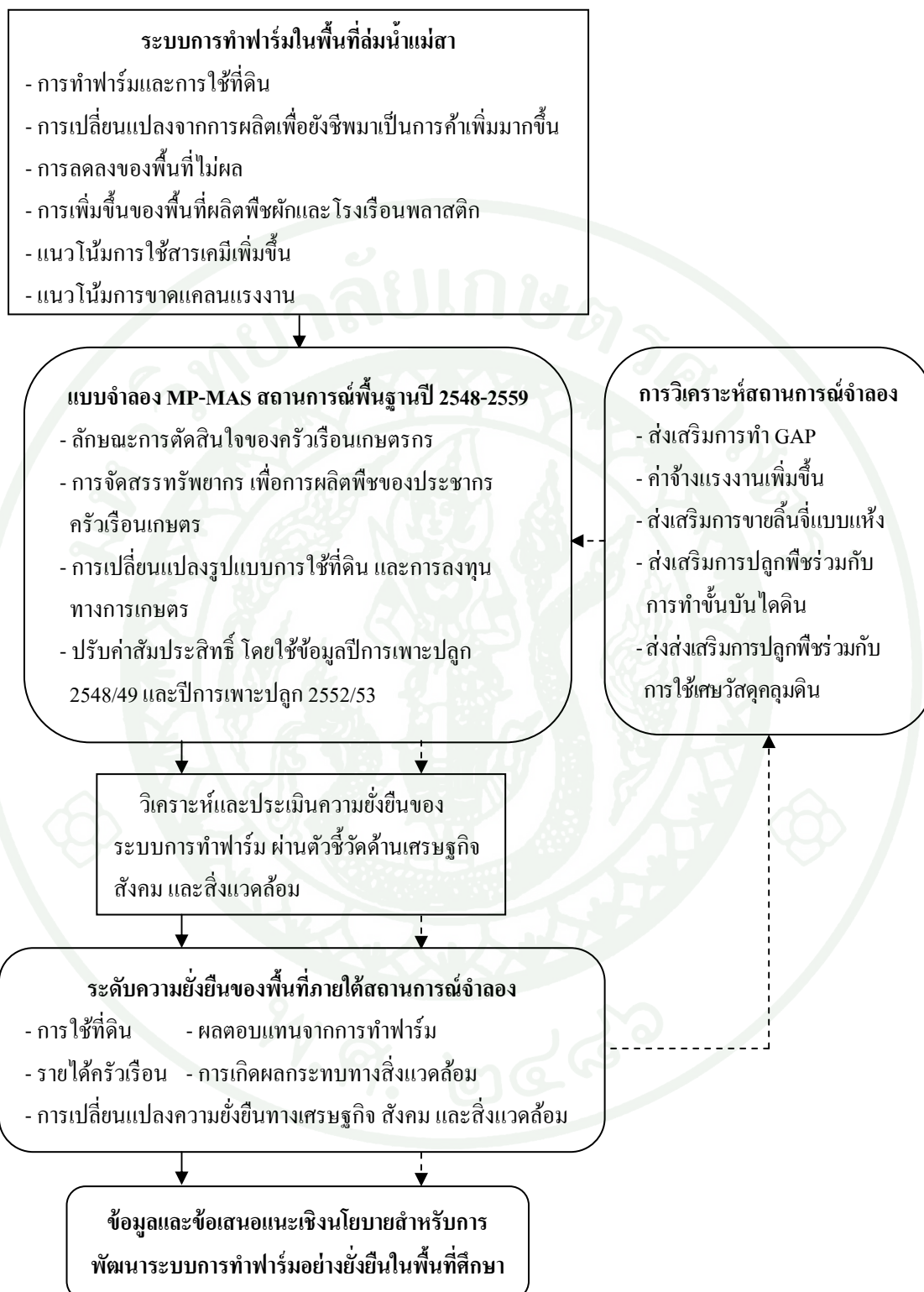
การศึกษาในครั้งนี้ใช้แนวคิดการประเมินความยั่งยืน ซึ่งเป็นการประเมินความยั่งยืนผ่านตัวชี้วัดทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมที่กำหนดขึ้นกับแบบจำลอง MP-MAS นอกจากนี้กรอบและขอบเขตของการวัดความยั่งยืนและการประยุกต์แบบจำลองอยู่ภายใต้กรอบแนวคิดของระบบการทำฟาร์ม (Farming Systems Approach)

กรอบแนวคิดการศึกษา

เกษตรกรในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สามีการปรับเปลี่ยนระบบการทำฟาร์มไปเป็นเพื่อการค้ามากขึ้น ซึ่งวิธีการปฏิบัติทางการเกษตรและการจัดการทรัพยากรมีแนวโน้มที่จะส่งผลกระทบต่อระดับความยั่งยืนของระบบการทำฟาร์มและการใช้ทรัพยากรในพื้นที่

แบบจำลอง MP-MAS ที่นำมาประยุกต์ใช้สามารถจำลองลักษณะการตัดสินใจของครัวเรือนเกษตรกรในพื้นที่ โดยการทำ Simulation เพื่อวิเคราะห์และประเมินความยั่งยืนภายใต้สถานการณ์พื้นฐานผ่านตัวชี้วัดด้านเศรษฐกิจ ได้แก่ รายได้ครัวเรือน รายได้ฟาร์มสุทธิ การออม ด้านสังคม ได้แก่ การจ้างแรงงาน ผลผลิตการใช้แรงงาน และด้านทรัพยากรสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ระดับของการเกิดความเป็นพิษจากสารเคมี ปริมาณการชะล้างพังทลายของดิน เพื่อดูแนวโน้มของผลลัพธ์ที่ส่งผลกระทบต่อความยั่งยืนในระยะยาว

จากนั้นกำหนดสถานการณ์จำลองในแบบจำลอง MP-MAS เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบต่อระดับความยั่งยืนที่จะเกิดขึ้นทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และทรัพยากรสิ่งแวดล้อมผ่านตัวชี้วัดในแต่ละสถานการณ์จำลองเพื่อเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการกำหนดข้อเสนอแนะเชิงนโยบายสำหรับการพัฒนาระบบการทำฟาร์มอย่างยั่งยืนต่อไป (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการศึกษา

บทที่ 3

วิธีการศึกษา

การเก็บรวบรวมข้อมูล

สำหรับข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มาจากข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) เป็นหลัก มี 2 ประเภท คือ

1. ข้อมูลที่รวบรวมจากโครงการวิจัย

ข้อมูลทุติยภูมิที่รวบรวมจากโครงการวิจัยเป็นข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ครัวเรือนเกษตรกรจากโครงการวิจัย “แบบจำลองระดับลุ่มน้ำสำหรับการพัฒนาระบบการเกษตรบนพื้นที่สูงอย่างยั่งยืนในประเทศไทย” และโครงการวิจัย “โครงการการวิเคราะห์ผลกระทบของนโยบายเพื่อการพัฒนาการทำการเกษตรอย่างยั่งยืนในลุ่มน้ำแม่สาภาคเหนือของไทยโดยใช้แบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์หลายตัวแทน” ที่ทำการสำรวจและเก็บข้อมูลครัวเรือนเกษตรกรที่อาศัยอยู่ในลุ่มน้ำแม่สาตอนบนจำนวน 7 หมู่บ้าน และตอนกลางจำนวน 5 หมู่บ้าน รวมจำนวน 12 หมู่บ้าน ในปีการเพาะปลูก 2548/49 และปีการเพาะปลูก 2552/53 จำนวน 328 ตัวอย่าง และ 295 ตัวอย่าง ตามลำดับ เพื่อนำมาใช้อธิบายสภาพทั่วไปของระบบการทำฟาร์ม รวมทั้งวิเคราะห์และประเมินความยั่งยืนของระบบการทำฟาร์มในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา โดยข้อมูลที่ใช้ประกอบด้วยข้อมูลส่วนต่างๆ ดังนี้

ส่วนที่ 1 ประกอบด้วยข้อมูลพื้นฐานทางด้านเศรษฐกิจ-สังคมและการถือครองทรัพยากรของครัวเรือนเกษตรกร เช่น รายได้จากภาคเกษตรและรายได้นอกภาคเกษตร การถือครองทรัพยากรที่ดินและการใช้ประโยชน์ และข้อมูลเกี่ยวกับสมาชิกในครัวเรือน เป็นต้น

ส่วนที่ 2 ประกอบด้วยข้อมูลด้านการเพาะปลูกพืช เช่น ปริมาณผลผลิตต่อไร่ การใช้ปัจจัยการผลิตและแรงงานสำหรับการผลิตพืชแต่ละชนิด ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับปัจจัยการผลิต การจ้างแรงงาน และต้นทุนคงที่ เป็นต้น

ส่วนที่ 3 ประกอบด้วยข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อม เช่น ปัญหาและอุปสรรคในการทำเกษตร ดันทุน
สุขภาพจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกร และทัศนคติและความเสี่ยงเกี่ยวกับการใช้
สารเคมี เป็นต้น

2. ข้อมูลที่รวบรวมจากหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

ข้อมูลทุติยภูมิที่ได้มาจากการรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น กรม
ส่งเสริมการเกษตร กรมพัฒนาที่ดิน กรมป่าไม้ กรมอุตุนิยมวิทยา สำนักงานเกษตรอำเภอในพื้นที่
องค์การบริหารส่วนท้องถิ่น องค์การบริหารส่วนตำบล เป็นต้น ข้อมูลที่รวบรวม เช่น ข้อมูลทาง
เศรษฐกิจ-สังคมและการถือครองทรัพยากรในภาพรวม ข้อมูลเกี่ยวกับรูปแบบการเพาะปลูกพืช
เลี้ยงสัตว์ และการทำฟาร์มในโรงเรียนพลาศติกร ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะทั่วไปทางกายภาพของพื้นที่
ข้อมูลการชะล้างพังทลาย ของดินในพื้นที่ศึกษา ข้อมูลความชื้นและปริมาณน้ำฝนของพื้นที่ ข้อมูล
ผลกระทบของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชต่อสิ่งแวดล้อม ข้อมูลด้านนโยบายการเกษตรบนพื้นที่สูง เป็นต้น

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิธีการวิเคราะห์เชิงพรรณนา

เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ข้อ 1 จะใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงพรรณนา (Descriptive Method) โดย
การนำข้อมูลที่ได้จากโครงการฯ มาทำการแยกแยะ จัดหมวดหมู่และแจกแจง โดยอาศัยวิธีการทาง
สถิติพื้นฐาน เช่น การหาค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ความถี่ เป็นต้น เพื่อให้ทราบถึงลักษณะทางด้าน
เศรษฐกิจ สังคม และสภาพทั่วไปของระบบการทำฟาร์มของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา ปีการเพาะปลูก
2548/49 และปีการเพาะปลูก 2552/53

2. การวิเคราะห์และประเมินความยั่งยืน

เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ข้อ 2 ในการวิเคราะห์และประเมินความยั่งยืนในพื้นที่ศึกษาภายใต้
สถานการณ์พื้นฐาน เป็นการประยุกต์ใช้แบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์หลายตัวแทน (MP-MAS
Model) ที่ถูกพัฒนาขึ้นภายใต้โครงการวิจัยที่ได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัย
แห่งชาติ (วช.) (2548-2552) ภายใต้ความร่วมมือกับ the Uplands Program ประเทศเยอรมันนี โดย

แบบจำลองเป็นแบบจำลองเชิงบูรณาการที่สามารถจำลองลักษณะการทำฟาร์มในพื้นที่ศึกษาทั้งที่เป็นองค์ประกอบทางกายภาพและองค์ประกอบทางเศรษฐกิจสังคม ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดขององค์ประกอบในระบบการทำฟาร์มในพื้นที่ที่เป็นจริงกับแบบจำลองหรือองค์ประกอบย่อยในแบบจำลอง MP-MAS ได้ดังนี้

ลักษณะการทำฟาร์ม	แบบจำลอง/องค์ประกอบของ MP-MAS
องค์ประกอบทางกายภาพ (bio-physical component)	องค์ประกอบทางกายภาพ (bio-physical component)
- ลักษณะเชิงพื้นที่ของที่ดินเพื่อการ ทำฟาร์ม	- Map.xlsx แสดงถึงตำแหน่งที่ตั้งและคุณลักษณะของ ที่ดิน เช่น ความลาดชัน ความอุดมสมบูรณ์ของดิน
- ลักษณะการเจริญเติบโตและให้ผล ผลิตของพืช	- CropWat model / CropWat.xlsx แสดงถึงการเจริญ เติบโตของพืชในระยะต่างๆ ที่สะท้อนถึงผลผลิตที่จะ ได้รับเมื่อพิจารณาปริมาณน้ำและความอุดมสมบูรณ์ ของดินประกอบ
- พื้นที่รับน้ำในพื้นที่	- Region.xlsx แสดงถึงพื้นที่รับน้ำย่อยภายในลุ่มน้ำแม่ สาและปริมาณน้ำที่สามารถใช้ได้สำหรับการทำฟาร์ม
- การกระจายของทรัพยากรน้ำในพื้นที่ ฟาร์ม	- Routing.xlsx แสดงถึงการจัดสรรทรัพยากรน้ำในลุ่ม น้ำที่พิจารณาจากลักษณะทางกายภาพและสังคม
องค์ประกอบทางเศรษฐกิจสังคม (socio-economic component)	องค์ประกอบทางเศรษฐกิจสังคม (socio-economic component)
- ลักษณะการตัดสินใจและการถือครอง ทรัพยากร	- Mathematical model / Matrix.xlsx แสดงถึงลักษณะ การตัดสินใจทำกิจกรรมฟาร์มของเกษตรกรและ เงื่อนไขของทรัพยากรที่ถือครอง รวมทั้งเงื่อนไขอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจ
- ราคาตลาดของผลิตผล	- Market.xlsx แสดงถึงราคาและการเปลี่ยนแปลงราคา ของผลิตผลพืชแต่ละชนิดในพื้นที่
- ลักษณะของครัวเรือนเกษตรกร	- Population.xlsx แสดงถึงลักษณะของครัวเรือนเกษตร กรทุกครัวเรือนในพื้นที่ศึกษา ซึ่งประกอบด้วยครัว เรือนเกษตรกร 1,309 ครัวเรือน ณ ปี 2548 ที่มีลักษณะ แตกต่างกัน เช่น จำนวนพื้นที่ถือครอง จำนวนพื้นที่สวน

ลักษณะการทำฟาร์ม

แบบจำลอง/องค์ประกอบของ MP-MAS

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - เครือข่ายและการสื่อสารระหว่างเกษตรกร - ลักษณะทางประชากรของครัวเรือนเกษตรกร - ค่าใช้จ่ายและผลตอบแทนการผลิตไม้ผล | <p>ที่ถือครอง จำนวนโรงเรือนพลาสติกที่ถือครอง จำนวนสมาชิกในครัวเรือน แรงงานครัวเรือน เงินทุน ความสามารถในการเข้าถึงแหล่งเงินทุนและเทคโนโลยีที่ใช้ได้</p> <ul style="list-style-type: none"> - Network.xlsx แสดงถึงการสื่อสารและการแพร่กระจายของเทคโนโลยีหรือนวัตกรรมในพื้นที่ลุ่มน้ำ - Demography.xlsx แสดงถึงลักษณะและพลวัตของประชากรในพื้นที่ศึกษา - Perennials.xlsx แสดงถึงลักษณะการลงทุนในการผลิตพืชไม้ผลที่ประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายและผลตอบแทนที่จะได้รับในระยะยาวสำหรับการผลิตพืชไม้ผลแต่ละชนิด |
|--|--|

สำหรับแบบจำลอง MP-MAS ที่ประยุกต์เป็นการจำลองระบบการทำฟาร์มในพื้นที่ศึกษา ซึ่งโครงสร้างแบบจำลองถูกสร้างในโปรแกรมสำเร็จรูป Excel และแบบจำลองย่อยที่สำคัญที่สุดในแบบจำลอง คือ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่จำลองลักษณะการตัดสินใจของครัวเรือนเกษตรกรในพื้นที่ โดยจะเป็นส่วนสำคัญที่จะมีผลต่อการทำฟาร์มในพื้นที่ ได้แก่ ลักษณะการจัดสรรทรัพยากรในพื้นที่ รูปแบบการใช้ที่ดินเพื่อการทำฟาร์ม การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ที่ดิน การลงทุนในการทำฟาร์ม การใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมจากนโยบาย การเกิดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม เป็นต้น ซึ่งสิ่งเหล่านี้ส่งผลต่อสถานะของความยั่งยืนของระบบการทำฟาร์มโดยรวมทั้งลุ่มน้ำ โดยลักษณะการตัดสินใจของเกษตรกรดังกล่าวนี้ถูกจำลองโดยใช้แบบจำลอง Linear Programming (LP) ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการตัดสินใจในการทำกิจกรรมและการจัดสรรทรัพยากรอย่างมีเหตุผลทางเศรษฐกิจและมีประสิทธิภาพ โดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มีโครงสร้างทั่วไปทางทฤษฎี ดังนี้

$$\text{Max } Z = \sum_{j=1}^m c_j X_j$$

$$\text{s.t. } \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m a_{ij} X_j \leq b_i ; i = 1, 2, 3, \dots, n \quad j = 1, 2, 3, \dots, m$$

$$\text{และ} \quad X_j \geq 0$$

เมื่อ

Z คือ ผลรวมของรายได้เหนือต้นทุนผันแปรสุทธิ

c_j คือ รายได้เหนือต้นทุนผันแปรสุทธิจากการทำกิจกรรม j ต่อ 1 หน่วยกิจกรรม

X_j คือ กิจกรรม j หรือการทำกิจกรรมเกษตร j

a_{ij} คือ ทรัพยากร i ที่ต้องใช้ในการทำกิจกรรม j 1 หน่วยกิจกรรม

b_i คือ จำนวนทรัพยากรที่มีอยู่

การจำลองลักษณะการตัดสินใจของครัวเรือนเกษตรกรทุกครัวเรือนในพื้นที่ศึกษาจะถูกสร้างในแบบจำลอง MP-MAS ที่สร้างในโปรแกรมสำเร็จรูป Excel โดยใช้ file ชื่อ Matrix.xlsx ซึ่งเป็นส่วนที่ข้อมูลต่างๆ ในลักษณะของระบบการทำฟาร์ม เช่น ข้อมูลและลักษณะด้านราคาผลผลิตพืชจะถูกนำมาจาก Maket.xlsx ข้อมูลและลักษณะของแต่ละ agent ครัวเรือนเกษตรกรจะถูกนำมาจาก Population.xlsx ข้อมูลและผลตอบแทนการลงทุนผลิตพืชขึ้นต้นมาจาก Perennial.xlsx และลักษณะการกระจายเทคโนโลยีนวัตกรรมมาจาก Network.xlsx เป็นต้น ทั้งนี้โครงสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างในแบบจำลอง MP-MAS สามารถแสดงโดยย่อได้ตามภาพที่ 2

การกำหนดแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในแบบจำลอง MP-MAS ต้องกำหนดโดยมีลำดับของกิจกรรม (activity) และเงื่อนไข (constraint) ตามโครงสร้าง โดยต้องมีลำดับของการจัดเรียงกิจกรรมทางเลือกต่างๆ ในแบบจำลอง เริ่มจากการกำหนดกิจกรรมเริ่มต้นและกิจกรรมสุดท้ายต้องกำหนดให้ปล่อยว่างโดยไม่ได้กำหนดให้เป็นกิจกรรมใดๆ เฉพาะ (column สีเทา) ซึ่งต้องใส่เลขศูนย์ไว้ทั้ง column จากนั้นจะตามด้วยกลุ่มกิจกรรมการขายผลผลิตพืชและสัตว์ กลุ่มกิจกรรมการซื้อเพิ่มปัจจัยการผลิต กลุ่มกิจกรรมการกู้และเงินฝาก กลุ่มกิจกรรมการจ้างแรงงานและกลุ่มกิจกรรมการออกไปรับจ้างตามลำดับ ทั้งนี้ลำดับของกิจกรรมในกลุ่มกิจกรรมการขายผลผลิตพืชและสัตว์ลำดับของกิจกรรมในกลุ่มต้องเหมือนกับการเรียงลำดับกิจกรรมเหล่านี้ใน Market.xlsx สำหรับในกิจกรรมในกลุ่มอื่นการเรียงลำดับจะเป็นแบบใดก็ได้ สำหรับการเรียงลำดับของเงื่อนไขในแบบจำลอง เงื่อนไขแรกและเงื่อนไขสุดท้ายจะต้องกำหนดให้ปล่อยว่างไว้เหมือนการในการกำหนดกิจกรรม (แถวสีเทา) ซึ่งต้องใส่เลขศูนย์ไว้ทั้งแถว จากนั้นเงื่อนไขจะตามด้วยเงื่อนไขรายได้ เงินสะสมและเงินสดที่มี กลุ่มเงื่อนไขแรงงานซึ่งสามารถกำหนดลักษณะแรงงานตามเพศและอายุ กลุ่มเงื่อนไขที่ได้ซึ่งสามารถกำหนดตามลักษณะเฉพาะของที่ดินกลุ่มเงื่อนไขปริมาณของทรัพยากรน้ำที่มีอยู่ กลุ่มเงื่อนไขของจำนวนสัตว์เลี้ยงที่มีอยู่ กลุ่มเงื่อนไขของพื้นที่ไม้ผลที่มีอยู่ กลุ่มเงื่อนไขการเข้าถึงนวัตกรรม ซึ่งกำหนดตามลักษณะของแต่ละ agent ครัวเรือน (หากสามารถเข้าถึง

นวัตกรรมการ RHS ของ agent คราวเรือนั้นจะกำหนดให้เป็น 1 ถ้าไม่สามารถเข้าถึงจะมีค่าเป็น 0) กลุ่มเงื่อนไขปัจจัยทุน กลุ่มเงื่อนไขการกู้เงิน และกลุ่มสมการสมดุลและเงื่อนไขอื่นๆ เช่น เงื่อนไขการบริโภค เงื่อนไขการออม เป็นต้น (จักรกฤษณ์ พจนศิลป์ และคณะ, 2556)

รายละเอียดเพิ่มเติมของกิจกรรมและเงื่อนไข		กิจกรรม (Activities)								
		ปล่อยว่าง (Empty)	การขายผลผลิตพืชและสัตว์ (Selling crops and livestock)	การซื้อเพิ่มปัจจัยการผลิต (Buying inputs)	การกู้และเงินฝาก (Credits and deposits)	การเข้าถึงนวัตกรรม (Access to innovations)	การเลี้ยงสัตว์ (Livestock)	การปลูกพืช (Growing crops)	การขายสินค้าในอนาคต (Selling future products)	ปล่อยว่าง (Empty)
เงื่อนไข (Constraints)	ปล่อยว่าง (Empty)									
	เงินสดสะสม/เงินสดที่มี (liquid means/cash)									
	แรงงาน (Labor)									
	ที่ดิน (Land)									
	น้ำ (water supply)									
	สัตว์เลี้ยงที่มีอยู่ (Livestock)									
	ไม้ยืนต้นที่มีอยู่ (Perennials)									
	การเข้าถึงนวัตกรรม (Access to innovations)									
	ปัจจัยทุน (Capital)									
	การกู้เงิน (Credit)									
	สมการสมดุลและเงื่อนไขอื่นๆ (Balance equation or other constraints)									
	ปล่อยว่าง (Empty)									

ภาพที่ 2 โครงสร้างโดยย่อของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในแบบจำลอง MP-MAS

ที่มา: จักรกฤษณ์ พจนศิลป์ และคณะ (2556)

แบบจำลอง MP-MAS จะนำไปใช้ในการทำ Simulation เพื่อวิเคราะห์ลักษณะการทำฟาร์มและการจัดสรรทรัพยากร รวมทั้งผลในด้านต่างๆ ทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และทรัพยากรสิ่งแวดล้อม โดยผลจากการทำ Simulation จากแบบจำลองจะถูกนำมาประเมินความยั่งยืนของ

ระบบการทำฟาร์มของพื้นที่ศึกษา ซึ่งวิเคราะห์และประเมินผ่านตัวชี้วัดทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อแสดงสถานะความยั่งยืนของระบบการทำฟาร์ม

โดยขั้นตอนในการวิเคราะห์ประเมินความยั่งยืน จะเป็นการประเมินความยั่งยืนของระบบการทำฟาร์มในพื้นที่ศึกษาซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ระดับ โดยเริ่มจากการประเมินความยั่งยืนจากระดับครัวเรือนเกษตรกรและจากระดับความยั่งยืนโดยรวมของครัวเรือนจะนำไปสู่การประเมินความยั่งยืนในระดับหมู่บ้าน โดยมีรายละเอียดเป็นดังนี้

ระดับแรกเป็นการประเมินความยั่งยืนในระดับครัวเรือนเกษตรกร ในการศึกษาเริ่มจากการกำหนดตัวชี้วัดเพื่อใช้สำหรับประเมิน โดยตัวชี้วัดกำหนดจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินความยั่งยืนซึ่งประกอบด้วยรายงานการดำเนินงานของ SEAMEO-SEARCA (1996) ที่ทำการพัฒนาตัวชี้วัดของระบบการเกษตรซึ่งเป็นแนวคิดสำหรับการกำหนดตัวชี้วัดให้กับงานวิจัยอื่น งานวิจัยของ Land Development Department (1998) ที่ทำการศึกษาในพื้นที่ความยั่งยืนของการทำเกษตรผ่านตัวชี้วัดในอำเภอแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย งานวิจัยของ คมศักดิ์ ประยูรวงษ์ (2544) ที่ทำการศึกษาความยั่งยืนในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่ม อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ งานวิจัยของ จักรกฤษณ์ พจนศิลป์ (2549) และ Potchanasin (2008) ที่ทำการศึกษาและประเมินความยั่งยืนในพื้นที่เกษตรอาศัยน้ำฝนหมู่บ้านบ่อไคร้ อำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน การศึกษาของ สุวรรณ ประณีตวาทกุล และเอื้อ สิริจินดา (2546) และ สุวรรณ ประณีตวาทกุล และคณะ (2553) ที่ทำการศึกษาและประยุกต์ตัวชี้วัดความยั่งยืนในพื้นที่หมู่บ้านแม่สาใหม่ และพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา อำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ นอกจากนี้เกณฑ์พิจารณากำหนดตัวชี้วัดจะพิจารณาจากความเป็นไปได้ของการประยุกต์ใช้กับแบบจำลอง MP-MAS รวมทั้งความเพียงพอของข้อมูล

จากนั้นแต่ละตัวชี้วัดจะถูกกำหนดเกณฑ์สำหรับระดับความยั่งยืนและคะแนนความยั่งยืน โดยระดับความยั่งยืนจะแบ่งเป็นระดับความยั่งยืน (Sustained: S) จะมีคะแนนสูง ระดับความยั่งยืนอย่างมีเงื่อนไข (Conditional-Sustained: C) จะมีระดับคะแนนรองลงมา และระดับที่ไม่มีความยั่งยืน (Non-Sustained: N) จะมีระดับคะแนนต่ำที่สุด ทั้งนี้การกำหนดระดับและคะแนนความยั่งยืนกำหนดจากการพิจารณาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินความยั่งยืนและแนวคิดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องสำหรับประเด็นการประเมินความยั่งยืนนั้น โดยรายละเอียดการกำหนดระดับความยั่งยืนและคะแนนความยั่งยืนสำหรับตัวชี้วัดรวมทั้งแนวคิดการกำหนดเกณฑ์ดังกล่าวจะนำเสนอในส่วนของ การกำหนดตัวชี้วัด

เมื่อทำการกำหนดตัวชี้วัด เกณฑ์ระดับความยั่งยืน และคะแนนความยั่งยืนแล้ว หลังจากการทำ Simulation ครอบคลุมระยะเวลา 12 ปี เริ่มจากปี 2548 ถึงปี 2559 โดยผลจากการทำ Simulation แต่ละปี คราวเรือนแต่ละคราวเรือนจะถูกพิจารณาให้คะแนนและระดับความยั่งยืนในประเด็นต่างๆ สำหรับแต่ละตัวชี้วัด ซึ่งจากขั้นตอนนี้จะทำให้ทราบถึงจำนวนคราวเรือนในแต่ละระดับความยั่งยืนของแต่ละตัวชี้วัดและระดับความยั่งยืนเมื่อพิจารณาทุกตัวชี้วัด ทั้งนี้สำหรับกรณีของการพิจารณาทุกตัวชี้วัดนั้นคะแนนความยั่งยืนรวมของคราวเรือนที่ได้จะถูกนำมาพิจารณาสำหรับแบ่งระดับความยั่งยืน โดยคราวเรือนที่ได้คะแนนรวมมากกว่าคะแนนขั้นสูง (MaxValue) จะจัดให้อยู่ในระดับที่ยั่งยืน (Sustained: S) คราวเรือนที่ได้คะแนนรวมระหว่างคะแนนขั้นสูง (MaxValue) กับคะแนนขั้นต่ำ (MinValue) จะจัดให้อยู่ในระดับยั่งยืนอย่างมีเงื่อนไข (Conditional sustained: C) และคราวเรือนที่ได้คะแนนรวมน้อยกว่าคะแนนขั้นต่ำ (MinValue) จะจัดให้อยู่ในระดับไม่ยั่งยืน (Non-sustained: N) ซึ่งค่าคะแนนขั้นสูง (MaxValue) กับคะแนนขั้นต่ำ (MinValue) สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\text{MinValue} = \sum_{i=1}^n (SSC_{N \max}^i + SSC_{C \min}^i) / 2$$

$$\text{MaxValue} = \sum_{i=1}^n (SSC_{C \max}^i + SSC_{S \min}^i) / 2$$

เมื่อกำหนดให้

$SSC_{N \max}^i$ = คะแนนความยั่งยืนสูงสุดของระดับไม่ยั่งยืน (Non-sustained) ของตัวชี้วัดที่ i
โดย $i = 1, 2, 3, \dots, n$

$SSC_{C \min}^i$ = คะแนนความยั่งยืนต่ำสุดของระดับความยั่งยืนอย่างมีเงื่อนไข (Conditional sustained) ของตัวชี้วัดที่ i

$SSC_{C \max}^i$ = คะแนนความยั่งยืนสูงสุดของระดับความยั่งยืนอย่างมีเงื่อนไข (Conditional sustained) ของตัวชี้วัดที่ i

$SSC_{S \min}^i$ = คะแนนความยั่งยืนต่ำสุดของระดับที่ยั่งยืน (Sustained) ของตัวชี้วัดที่ i

จากวิธีการวิเคราะห์ดังกล่าวนี้เกณฑ์กำหนดระดับความยั่งยืนของคราวเรือนเกษตรกรจากคะแนนความยั่งยืนรวมของคราวเรือน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ระดับความยั่งยืนของครัวเรือนเกษตรกร

ระดับความยั่งยืน	คะแนน
N	< 20.5
C	20.5 – 58
S	> 58

ที่มา: จากการคำนวณ

ระดับที่สองเป็นการประเมินความยั่งยืนในระดับหมู่บ้าน ผลที่ได้จากการประเมินความยั่งยืนในระดับครัวเรือนจะนำมาใช้ในการประเมินความยั่งยืนในระดับหมู่บ้าน ซึ่งการประเมินความยั่งยืนในระดับหมู่บ้านวิเคราะห์ผ่านค่าดัชนีความยั่งยืน (Sustainability Index) ของแต่ละตัวชี้วัด เพื่อพิจารณาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นและเปรียบเทียบระหว่างดัชนีตัวชี้วัดต่างๆ เพื่อทราบถึงสถานะของความยั่งยืนของระบบการทำฟาร์มที่เป็นจุดอ่อนและต้องการการปรับปรุงแก้ไข จากนั้นจะทำการคำนวณค่าดัชนีศักยภาพแห่งความยั่งยืน (Performance Index) ซึ่งเป็นการพิจารณาความยั่งยืนของระบบการทำฟาร์มเมื่อพิจารณาตัวชี้วัดทุกตัวพร้อมกัน ทั้งนี้ดัชนีศักยภาพแห่งความยั่งยืนเป็นค่าที่แสดงถึงความยั่งยืนของระบบการทำฟาร์มในพื้นที่ศึกษาในระยะยาว โดยสูตรในการคำนวณค่าดัชนีความยั่งยืนและดัชนีศักยภาพแห่งความยั่งยืนเป็นดังนี้

$$SSC^i = \sum_{j=1}^m (SC_j^i \times NH_j^i)$$

$$SI^i = \frac{SSC^i}{MPSC^i} \times 100$$

$$PV^i = MSBS^i \times SSC^i$$

$$PI^n = \frac{\sum_{i=1}^n PV^i}{MPPV^n} \times 100$$

เมื่อ

SSC^i คือ คะแนนความยั่งยืน (Sustainability Score) ของตัวชี้วัดที่ i โดย $i = 1, 2, 3, \dots, n$

SC_j^i คือ Sustainable Coefficient ของตัวชี้วัดที่ i และระดับความยั่งยืน (Sustainable Class) ที่ j โดย $j = 1, 2, 3, \dots, m$

- NH_j^i คือ จำนวนครัวเรือนที่อยู่ในระดับความยั่งยืน (Sustainable Class) ที่ j เมื่อพิจารณาตัวชี้วัดที่ i
- SI^i คือ ดัชนีความยั่งยืน (Sustainability index) ของตัวชี้วัดที่ i
- $MPSC^i$ คือ ค่าสูงสุดที่เป็นไปได้ของ SSC^i
- PV^i คือ มูลค่าศักยภาพแห่งความยั่งยืน (Performance value) ของตัวชี้วัดที่ i
- PI^n คือ ดัชนีศักยภาพแห่งความยั่งยืน (Performance index) เมื่อพิจารณาตัวชี้วัดทุกตัวชี้วัด (n ตัวชี้วัด)
- $MSBS^i$ คือ ค่าคะแนนสูงสุดของตัวชี้วัดที่ i
- $MPPV^n$ คือ ค่าสูงสุดที่เป็นไปได้ของผลรวมมูลค่าศักยภาพแห่งความยั่งยืนของทุกตัวชี้วัด ($\sum_{i=1}^n PV^i$)

การกำหนดตัวชี้วัดความยั่งยืนในการประเมินค่าความยั่งยืนของระบบการทำฟาร์มในการศึกษานี้จะกำหนดให้ความสำคัญของทุกตัวชี้วัดมีความสำคัญเท่ากันโดยจะทำการกำหนดค่าคะแนนสูงสุดแก่ตัวชี้วัดทุกตัวเท่ากันเท่ากับ 10 คะแนน สำหรับการกำหนดตัวชี้วัด ระดับความยั่งยืน และคะแนนความยั่งยืน จะพิจารณาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินความยั่งยืนตามที่ได้กล่าวมาแล้วก่อนหน้านี้ รวมทั้งการพิจารณาแนวคิดที่เกี่ยวข้องและความเหมาะสมของตัวชี้วัดสำหรับประยุกต์ใช้กับแนวคิดและแบบจำลอง MP-MAS ที่ใช้ในการศึกษา ซึ่งจากเกณฑ์การพิจารณาดังกล่าวทำให้การศึกษานี้กำหนดตัวชี้วัดทั้งหมด 7 ตัวชี้วัด ได้แก่ รายได้ครัวเรือน รายได้ฟาร์มสุทธิ การออมของครัวเรือน การจ้างแรงงานของครัวเรือนเกษตรกร ผลผลิตการใช้แรงงานครัวเรือน การชะล้างพังทลายของหน้าดิน และระดับความเป็นพิษของสารเคมี ที่ครอบคลุมประเด็นด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม มีรายละเอียดดังนี้

2.1 ตัวชี้วัดทางด้านเศรษฐกิจ

2.1.1 ตัวชี้วัดรายได้ครัวเรือน แสดงถึงความสามารถทางเศรษฐกิจของครัวเรือนเกษตรกร เมื่อพิจารณารายได้ของครัวเรือนทั้งจากกิจกรรมภายในฟาร์มและกิจกรรมภายนอกฟาร์ม โดยตัวชี้วัดนี้จะแสดงถึงการมีรายได้ที่เพียงพอต่อการดำรงชีพหรือระดับขั้นต่ำสำหรับการดำรงชีพต่อครัวเรือนต่อปี ดังนั้นเกณฑ์การแบ่งระดับความยั่งยืนจึงพิจารณาจากหลักรายได้ขั้นต่ำหรือระดับความยากจนเป็นเกณฑ์แบ่ง ซึ่งแนวคิดที่ประยุกต์ใช้เป็นแนวคิดเส้นความยากจนโดยสัมบูรณ์

(Absolute Poverty Line) และแนวคิดเส้นความยากจนโดยเปรียบเทียบ (Relative Poverty Line) โดยการกำหนดระดับความยั่งยืนระดับแรกเป็นการกำหนดเกณฑ์จากเส้นความยากจนโดยสัมบูรณ์ (Absolute Poverty Line) เพื่อแสดงถึงสถานภาพความยั่งยืน (Sustained: S) ของครัวเรือนหากมีรายได้ครัวเรือนถึงเกณฑ์นี้ โดยระดับเส้นความยากจนนี้ใช้ระดับรายได้ครัวเรือนจากงานวิจัยของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (2546) ซึ่งเป็นการศึกษาเส้นความยากจนของชาวเขาเผ่าลาหู่ในจังหวัดเชียงใหม่ ปรับด้วยแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของระดับความยากจนเพื่อกำหนดระดับเส้นความยากจนสำหรับปี 2548 จากนั้นการกำหนดระดับความยั่งยืนในขั้นอื่นจะใช้แนวคิดเส้นความยากจนโดยเปรียบเทียบ (Relative Poverty Line) โดยเริ่มจากระดับรายได้ครัวเรือนที่แสดงระดับความไม่ยั่งยืน (Non-sustained: N) กำหนดจากระดับรายได้ครัวเรือนในปีการเพาะปลูก 2548/49 ณ ตำแหน่งที่รายได้ครัวเรือนเท่ากับรายได้ของครัวเรือนที่ตำแหน่งของค่ามัธยฐาน ซึ่งรายได้ครัวเรือน ณ ระดับดังกล่าวแสดงถึงการมีรายได้โดยเปรียบเทียบของครัวเรือนที่ต่ำกว่าคนอื่นในพื้นที่ลุ่มน้ำที่มีทรัพยากร อาชีพ และ โอกาสที่ใกล้เคียงกัน (National Economic and Social Development Board Thailand, 2004) สำหรับระดับความยั่งยืนอย่างมีเงื่อนไข (C) กำหนด ณ ตำแหน่งที่สูงกว่ารายได้ของครัวเรือนที่ตำแหน่งของค่ามัธยฐานในปีการเพาะปลูก 2548/49 แต่ไม่เกินจากเส้นความยากจนโดยสัมบูรณ์ จากเกณฑ์ดังกล่าวนี้สามารถแสดงระดับรายได้ครัวเรือนสำหรับแต่ละระดับความยั่งยืนดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ระดับความยั่งยืนของตัวชี้วัดรายได้ครัวเรือน

(หน่วย: บาท/ครัวเรือน/ปี)

รายได้ครัวเรือน	คะแนน	ระดับความยั่งยืน	แนวคิดที่ใช้ในการกำหนดระดับความยั่งยืน
< 42,110	1	N	รายได้ครัวเรือน ณ ระดับมัธยฐาน
42,110 – 57,800	6	C	รายได้ครัวเรือน ณ ระดับมัธยฐาน – เส้นความยากจนโดยสัมบูรณ์ของชาวเขาเผ่าลาหู่ จังหวัดเชียงใหม่ ปี 2546
> 57,800	10	S	เส้นความยากจนโดยสัมบูรณ์ของชาวเขาเผ่าลาหู่ จังหวัดเชียงใหม่ ปี 2546

ที่มา: จากการคำนวณ

นอกจากนี้จะมีการปรับค่าในแต่ละจุดของการจำลอง เพื่อให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของราคาที่แท้จริงในแต่ละช่วงเวลาและมีผลต่อค่าใช้จ่ายของครัวเรือน ดังนั้นเกณฑ์จะถูกปรับโดยดัชนีราคาผู้บริโภค (Consumer Price Index: CPI) ที่หมายถึงอัตราการเปลี่ยนแปลงของสินค้าและบริการที่ซื้อโดยผู้บริโภค ซึ่งค่าดัชนีราคาผู้บริโภคประมาณจากข้อมูลสถิติของสำนักดัชนีเศรษฐกิจการค้า กระทรวงพาณิชย์ของประเทศไทย ตั้งแต่ปี 2548-2554 โดยกำหนดให้ปี 2548 เป็นปีฐาน (ตารางภาคผนวกที่ 1) สำหรับการปรับค่าในปี 2555-2559 จะใช้แนวโน้มค่าดัชนีราคาผู้บริโภค ตั้งแต่ปี 2548-2554 (ตารางภาคผนวกที่ 2) ซึ่งในการปรับเกณฑ์นั้นแสดงเพื่อการเปลี่ยนแปลงของชีวิตต้นทุนมาตรฐานเมื่อเวลาผ่านไป ในขณะที่รายได้ของครัวเรือนจะมีการปรับในช่วงเวลาที่ราคาและค่าใช้จ่ายเปลี่ยนแปลง

การคำนวณตัวชี้วัดรายได้ครัวเรือนนั้นมาจากกิจกรรมภายในฟาร์มและกิจกรรมภายนอกฟาร์มของครัวเรือนเกษตรกร สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\text{รายได้ครัวเรือน} = \text{รายได้ฟาร์มสุทธิ} + \text{รายได้นอกฟาร์มสุทธิ}$$

โดยรายได้ฟาร์มสุทธिकำนวณจากรายได้สุทธิจากกิจกรรมการปลูกพืชบวกกับรายได้จากกิจกรรมการเลี้ยงสัตว์ ซึ่งรายได้สุทธิจากกิจกรรมการปลูกพืชคำนวณได้ดังนี้

$$\text{รายได้สุทธิ} = \text{รายได้รวม} - \text{ต้นทุนผันแปร} - \text{ต้นทุนคงที่}$$

สำหรับรายได้นอกฟาร์มสุทธิของครัวเรือนจะเป็นรายได้ทั้งหมดที่ได้รับจากกิจกรรมภายนอกฟาร์ม ไม่ว่าจะเป็นการออกไปรับจ้างของสมาชิกในครัวเรือน การค้าขาย และอื่นๆ

2.1.2 ตัวชี้วัดรายได้ฟาร์มสุทธิ แสดงถึงความสามารถของครัวเรือนในการได้มาซึ่งรายได้สุทธิจากการดำเนินกิจกรรมการทำฟาร์มซึ่งถือเป็นรายได้หลักของครัวเรือนในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา การกำหนดเริ่มจากระดับความยั่งยืนที่ยั่งยืน (S) โดยกำหนดจากค่าเฉลี่ยรายได้ฟาร์มสุทธิของเกษตรกรในภาคเหนือ ปี 2549 ที่สำรวจโดยสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2550) จากนั้นระดับความยั่งยืนอื่นจะกำหนดโดยใช้แนวคิดเดียวกับการกำหนดเส้นความยากจนโดยเปรียบเทียบ (Relative Poverty Line) โดยระดับที่ไม่ยั่งยืน (N) กำหนดที่ระดับรายได้สุทธิฟาร์มในปีการเพาะปลูก 2548/49 ที่ตำแหน่งมัชฌิม จากนั้นระดับรายได้ฟาร์มสุทธิที่สูงกว่าตำแหน่งมัชฌิมตั้งแต่

ไม่เกินค่าเฉลี่ยรายได้ฟาร์มสุทธิของเกษตรกรในภาคเหนือจะกำหนดให้อยู่ในระดับความยั่งยืนอย่างมีเงื่อนไข (C) จากเกณฑ์ดังกล่าวนี้สามารถแสดงระดับรายได้ฟาร์มสุทธิสำหรับแต่ละระดับความยั่งยืนดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ระดับความยั่งยืนของตัวชี้วัดรายได้ฟาร์มสุทธิ

(หน่วย: บาท/ไร่/ครัวเรือน/ปี)

รายได้ฟาร์มสุทธิ	คะแนน	ระดับความยั่งยืน	แนวคิดที่ใช้ในการกำหนดระดับความยั่งยืน
< 4,740	1	N	รายได้ฟาร์มสุทธิ ณ ระดับมัธยฐาน
4,740 – 8,179	6	C	รายได้ฟาร์มสุทธิ ณ ระดับมัธยฐาน – รายได้ฟาร์มสุทธิเฉลี่ยของเกษตรกรในภาคเหนือ ปี 2549
> 8,179	10	S	รายได้ฟาร์มสุทธิเฉลี่ยของเกษตรกรในภาคเหนือ ปี 2549

ที่มา: จากการคำนวณ

การคำนวณตัวชี้วัดรายได้ฟาร์มสุทธิ เป็นการคำนวณบางส่วนของรายได้ครัวเรือนที่จะพิจารณาจากกิจกรรมภายในฟาร์มครัวเรือนเท่านั้นซึ่งการคำนวณได้กล่าวไว้แล้วในข้างต้น

2.1.3 ตัวชี้วัดการออมของครัวเรือน แสดงถึงความสามารถของครัวเรือนในการได้มาซึ่งเงินสดต่อครัวเรือนต่อปี นอกจากนั้นการมีเงินออมของครัวเรือนแสดงถึงการมีความเสี่ยงน้อยต่อการเป็นหนี้และมีศักยภาพในการลงทุนในอนาคต การกำหนดระดับความยั่งยืนใช้เกณฑ์การกำหนดระดับการออมโดยเปรียบเทียบ ซึ่งเริ่มจากการกำหนดระดับที่ไม่ยั่งยืน (N) จากการมีการออมในปีการเพาะปลูก 2548/49 ณ ระดับที่ต่ำกว่าระดับครึ่งหนึ่งของมัธยฐาน จากนั้นระดับการออมที่ระดับครึ่งหนึ่งของมัธยฐานและระดับมัธยฐานจะถูกกำหนดเป็นระดับความยั่งยืนอย่างมีเงื่อนไข (C) และระดับการออมระหว่างระดับมัธยฐานและระดับเงินออมเฉลี่ยของทั้งกลุ่มน้ำจะถูกกำหนดเป็นระดับความยั่งยืนอย่างมีเงื่อนไข (C) อีกระดับหนึ่ง จากนั้นระดับการออมที่มากกว่าระดับเงินออมเฉลี่ยของทั้งกลุ่มน้ำจะถูกกำหนดเป็นระดับของระดับความยั่งยืนที่ยั่งยืน (S) โดยจากเกณฑ์ดังกล่าวนี้สามารถแสดงระดับการออมและระดับความยั่งยืนดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ระดับความยั่งยืนของตัวชี้วัดการออมของครัวเรือน

(หน่วย: บาท/ครัวเรือน/ปี)

การออมของครัวเรือน	คะแนน	ระดับความยั่งยืน	แนวคิดที่ใช้ในการกำหนดระดับความยั่งยืน
< 9,570	1	N	เงินออม ณ ระดับครึ่งหนึ่งของมาตรฐาน
9,570 – 21,040	4	C	เงินออม ณ ระดับครึ่งหนึ่งของมาตรฐาน – เงินออม ณ ระดับมาตรฐาน
21,041 – 30,280	7	C	เงินออม ณ ระดับมาตรฐาน – เงินออมเฉลี่ย
> 30,280	10	S	เงินออมเฉลี่ย

ที่มา: จากการคำนวณ

การคำนวณตัวชี้วัดการออมของครัวเรือน เป็นการคำนวณที่ขึ้นอยู่กับรายได้เงินสดสุทธิของครัวเรือน ที่มาจากรายได้เงินสดของครัวเรือนหักค่าใช้จ่ายเงินสดของครัวเรือน ที่ประกอบด้วยค่าใช้จ่ายเงินสดสำหรับการบริโภคในครัวเรือน ดอกเบี้ยเงินกู้ สามารถคำนวณได้ดังนี้

การออมของครัวเรือน = รายได้เงินสดของครัวเรือน – ค่าใช้จ่ายเงินสดของครัวเรือน

เมื่อ

รายได้เงินสดของครัวเรือน = รายได้เงินสดฟาร์มสุทธิ + รายได้เงินสดนอกฟาร์มสุทธิ

2.2 ตัวชี้วัดทางด้านสังคม

2.2.1 ตัวชี้วัดการจ้างแรงงานของครัวเรือนเกษตรกร เป็นตัวชี้วัดที่แสดงถึงความยั่งยืนโดยพิจารณาจากระดับของการจ้างแรงงานเข้ามาทำงานในฟาร์มครัวเรือน ซึ่งหากมีการจ้างแรงงานเข้ามามากหรือกิจกรรมการทำฟาร์มของครัวเรือนต้องอาศัยปัจจัยการผลิตจากภายนอกมากจะแสดงถึงความไม่ยั่งยืนของการทำฟาร์มในอนาคต รวมทั้งสถานการณ์ที่เป็นอยู่ในปัจจุบันการที่แรงงานภาคเกษตรในพื้นที่เริ่มขาดแคลน ดังนั้นการอาศัยแรงงานจากภายนอกมากจะทำให้ครัวเรือนมีแนวโน้มที่จะประสบปัญหาการขาดแคลนแรงงานในอนาคต และเมื่อมีการจ้างแรงงานจากภายนอกเพิ่มมากขึ้นก่อให้เกิดปัญหาทางด้านสังคมตามมาภายหลัง กล่าวคือ เมื่อมีการอพยพย้ายถิ่นของแรงงานจากภายนอกหรือแรงงานต่างด้าว จะส่งผลกระทบต่อปัญหาทางสังคม คือ ปัญหาการลักลอบเข้ามาและการค้ามนุษย์ ปัญหาด้านอาชญากรรม ยาเสพติด และความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สิน เช่น การทำร้ายร่างกาย ข่มขืนกระทำชำเรา ลัก/ชิง/ปล้นทรัพย์สิน มีอาวุธปืน ลักลอบของหนีภาษี ยาเสพติด เข้าเมือง

ผิปกฤททฆมาย ปลอมแปลงเอกสาร นุกรุกทำลายป่า เป็นต้น ปัญหาผู้ติดตามและเด็กไร้สัญชาติผลที่ตามมาคือปัญหาทางด้านสถานะบุคคลและการเข้าถึงโอกาสทางการศึกษา และปัญหาอื่นๆ การกำหนดระดับความยั่งยืนกำหนดจากระดับการจ้างแรงงานโดยเปรียบเทียบเริ่มจากการกำหนดที่ระดับการจ้างแรงงานเฉลี่ยของครัวเรือนในปีการเพาะปลูก 2548/49 หากมีการจ้างแรงงานต่ำกว่าระดับการจ้างแรงงานเฉลี่ยจะถูกกำหนดให้อยู่ระดับยั่งยืน (S) จากระหว่างการจ้างแรงงานเฉลี่ยกับระดับการจ้างแรงงานเฉลี่ยบวกด้วยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจะถูกกำหนดให้อยู่ในระดับยั่งยืนอย่างมีเงื่อนไข (C) และการจ้างแรงงานที่มากกว่าระดับการจ้างแรงงานเฉลี่ยบวกด้วยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจะถูกกำหนดให้อยู่ในระดับไม่ยั่งยืน (N) โดยรายละเอียดเกณฑ์สำหรับแต่ละระดับความยั่งยืนดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ระดับความยั่งยืนของตัวชี้วัดการจ้างแรงงานของครัวเรือนเกษตรกร

(หน่วย: วันทำงาน/ครัวเรือน/ปี)

การจ้างแรงงาน	คะแนน	ระดับความยั่งยืน	แนวคิดที่ใช้ในการกำหนดระดับความยั่งยืน
< 3.31	10	S	การจ้างแรงงานเฉลี่ย
3.31 – 17.18	6	C	การจ้างแรงงานเฉลี่ย – การจ้างแรงงานเฉลี่ย บวกค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
> 17.18	1	N	การจ้างแรงงานเฉลี่ยบวกค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ที่มา: จากการคำนวณ

2.2.2 ตัวชี้วัดผลิตภาพการใช้แรงงานของครัวเรือนเกษตรกร เป็นตัวชี้วัดที่แสดงถึงความยั่งยืนที่พิจารณาจากผลิตภาพเฉพาะส่วน (Partial Productivity) ซึ่งเป็นการวัดอัตราส่วนของมูลค่าผลผลิต (Output) ต่อการใช้ปัจจัยการผลิตนำเข้า (Input) ปัจจัยเดียว อันได้แก่ แรงงาน โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่นๆ คงที่ อันจะเป็นตัววัดความสามารถของฟาร์มเกษตรกร ที่เกิดจากประสิทธิภาพการใช้แรงงานครัวเรือนในการผลิตผลผลิต หากครัวเรือนเกษตรกรไม่สามารถเพิ่มอัตราส่วนผลิตภาพการใช้แรงงานได้ จะแสดงถึงความไม่ยั่งยืนของการทำฟาร์มในอนาคต ซึ่งเป็นการบ่งบอกถึงคุณภาพของแรงงานครัวเรือนและสะท้อนถึงการคงอยู่ของสังคมเกษตร เนื่องจากปัจจุบันได้เกิดการเคลื่อนย้ายแรงงานจากภาคการเกษตรไปสู่กิจกรรมการผลิตและการจ้างงานนอกภาคการเกษตรเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งนำไปสู่การปรับตัวของการใช้ทรัพยากรแรงงานในระหว่างกิจกรรมการผลิตต่างๆ ของฟาร์มเกษตรกรมากขึ้น การกำหนดระดับความยั่งยืนใช้เกณฑ์การกำหนดผลิตภาพการใช้แรงงานโดยเปรียบเทียบ เริ่มจากการกำหนดระดับที่ไม่ยั่งยืน (N) จากผลิตภาพการใช้แรงงานในปีการเพาะปลูก 2548/49 ณ ระดับที่ต่ำกว่าระดับครึ่งหนึ่งของมัธยฐาน จากนั้นระดับผลิตภาพการใช้แรงงานที่ระดับครึ่งหนึ่งของมัธยฐานและ

ระดับมัธยฐานจะถูกกำหนดเป็นระดับความยั่งยืนอย่างมีเงื่อนไข (C) และระดับผลิภาพการใช้แรงงานระหว่างระดับมัธยฐานและระดับผลิภาพการใช้แรงงานเฉลี่ยของทั้งลุ่มน้ำจะถูกกำหนดเป็นระดับความยั่งยืนอย่างมีเงื่อนไข (C) อีกระดับหนึ่ง จากนั้นระดับผลิภาพการใช้แรงงานที่มากกว่าระดับผลิภาพการใช้แรงงานเฉลี่ยของทั้งลุ่มน้ำจะถูกกำหนดเป็นระดับของระดับความยั่งยืนที่ยั่งยืน (S) โดยจากเกณฑ์ดังกล่าวนี้สามารถแสดงระดับผลิภาพการใช้แรงงานและระดับความยั่งยืนดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ระดับความยั่งยืนของตัวชี้วัดผลิภาพการใช้แรงงานของครัวเรือนเกษตรกร

(หน่วย: บาท/วัน-งาน)

ผลิภาพการใช้ แรงงาน	คะแนน	ระดับความยั่งยืน	แนวคิดที่ใช้ในการกำหนดระดับความยั่งยืน
< 121	1	N	ผลิภาพการใช้แรงงาน ณ ระดับครึ่งหนึ่งของมัธยฐาน
121 – 245	4	C	ผลิภาพการใช้แรงงาน ณ ระดับครึ่งหนึ่งของมัธยฐาน – ผลิภาพการใช้แรงงาน ณ ระดับมัธยฐาน
246 – 522	7	C	ผลิภาพการใช้แรงงาน ณ ระดับมัธยฐาน – ผลิภาพการใช้แรงงานเฉลี่ย
> 522	10	S	ผลิภาพการใช้แรงงานเฉลี่ย

ที่มา: จากการคำนวณ

การคำนวณตัวชี้วัดผลิภาพการใช้แรงงานในการศึกษาค้างนี้จะเป็นการพิจารณาจากผลิภาพเฉพาะส่วน (Partial Productivities) เป็นการวัดอัตราส่วนของมูลค่าผลผลิต (Output) ต่อการใช้ปัจจัยการผลิตนำเข้า (Input) ปัจจัยเดียว อันได้แก่ แรงงาน โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่นๆ คงที่ ซึ่งแสดงออกมาในหน่วยบาทต่อวันทำงาน โดยจะพิจารณาเฉพาะแรงงานที่ใช้ภายในครัวเรือนเท่านั้น สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\text{ผลิภาพการใช้แรงงาน (บาท/วัน-งาน)} = \text{มูลค่าผลผลิต (บาท)} / \text{จำนวนแรงงานที่ใช้ (วัน-งาน)}$$

เมื่อ

$$\text{มูลค่าผลผลิต} = \text{ปริมาณผลผลิต} \times \text{ราคาผลผลิต}$$

2.3 ตัวชี้วัดทางด้านสิ่งแวดล้อม

2.3.1 ตัวชี้วัดการชะล้างพังทลายของหน้าดิน เป็นหนึ่งในตัวชี้วัดที่แสดงถึงความยั่งยืนในพื้นที่เมื่อพิจารณาประเด็นด้านสภาพทางสิ่งแวดล้อมของระบบการทำฟาร์ม ซึ่งตัวชี้วัดนี้ได้จำกัดความโดยคำนึงถึงระดับและการเปลี่ยนแปลงของปริมาณการชะล้างพังทลายของดินในหน่วยตันต่อไร่ต่อปีในการทำฟาร์มบนพื้นที่สูง โดยเฉพาะการทำฟาร์มในพื้นที่ที่มีความลาดชันเนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีโอกาสสูงที่จะเกิดการชะล้างพังทลายของหน้าดินอันจะเป็นผลทำให้เกิดการเสื่อมโทรมของที่ดิน (Land Degradation) ในระยะยาว (Place and Dewees, 1999) โดยการชะล้างพังทลายของหน้าดินที่เกิดโดยกิจกรรมการทำฟาร์มของครัวเรือนจะประเมินโดยแบบจำลองสมการการสูญเสียดินสากล (Universal Soil Loss Equation: USLE) ซึ่งจะแสดงถึงการเกิดขึ้นที่เป็นไปได้ของผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม เช่น ดินเสื่อมโทรมลง ดินที่ถูกชะล้าง และถูกพัดพา เป็นต้น สำหรับการศึกษานี้การกำหนดระดับความยั่งยืนกำหนดโดยใช้เกณฑ์ที่พัฒนาโดยกรมพัฒนาที่ดิน (2545) ที่ได้แบ่งชั้นความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของหน้าดินออกเป็น 5 ระดับ ซึ่งจะแบ่งเป็นระดับความชันที่เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามระดับของอัตราการสูญเสียดิน เช่น น้อยกว่า 2, 5, 15, 20 และมากกว่า 20 ตัน/ไร่/ปี ตามลำดับ ในการกำหนดระดับความยั่งยืน (S) จะใช้เกณฑ์ปริมาณการสูญเสียดินสูงสุดที่ยอมรับได้สำหรับดินในประเทศไทย คือ 2 ตัน/ไร่/ปี โดยการสูญเสียในระดับนี้จะไม่ทำให้สมรรถนะของดินสำหรับการทำฟาร์มเปลี่ยนแปลงตลอดระยะเวลา 25 ปี (กรมพัฒนาที่ดิน, 2545) ซึ่งสามารถแสดงระดับความยั่งยืนและคะแนนความยั่งยืนดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ระดับความยั่งยืนของตัวชี้วัดการชะล้างพังทลายของหน้าดิน

(หน่วย: ตัน/ไร่/ปี)

การชะล้างพังทลาย ของหน้าดิน	คะแนน	ระดับความยั่งยืน	แนวคิดที่ใช้ในการกำหนดระดับความยั่งยืน
0 – 2	10	S	กรมพัฒนาที่ดิน (2545)
2 – 5	7	C	กรมพัฒนาที่ดิน (2545)
5 – 15	4	N	กรมพัฒนาที่ดิน (2545)
15 – 20	1	N	กรมพัฒนาที่ดิน (2545)
> 20	0	N	กรมพัฒนาที่ดิน (2545)

ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน (2545)

3.3.2 ตัวชี้วัดระดับความเป็นพิษของสารเคมี เป็นตัวชี้วัดที่แสดงความเสี่ยงต่อความเป็นพิษที่เกิดจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในกระบวนการผลิต โดยจะพิจารณาทั้งระดับความเป็นพิษที่มีต่อเกษตรกรผู้ใช้สารเคมี ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม โดยระดับความเป็นพิษสำหรับการศึกษานี้ประมาณโดยวิธี Pesticide Toxicity Estimation method ซึ่งค่าที่ได้จะแสดงความเป็นพิษของสารเคมีต่อเกษตรกร ความเป็นพิษของสารเคมีต่อผู้บริโภค และความเป็นพิษของสารเคมีต่อระบบนิเวศน์ ซึ่งประมาณจากผลคูณระหว่างส่วนประกอบที่แสดงผลของสารเคมี (Active Ingredient) ค่าความเป็นพิษ (Environmental Impact Quotient: EIQ) ซึ่งแสดงถึงระดับความเป็นพิษอัตราการใช้สารเคมีนั้น สำหรับเกณฑ์กำหนดระดับความยั่งยืนและคะแนนความยั่งยืนกำหนดโดยสถานภาพเชิงเปรียบเทียบระหว่างเกษตรกรในพื้นที่เดียวกัน ซึ่งระดับแรกกำหนด ณ ระดับการผลิตของเกษตรกรที่ก่อให้เกิดความเป็นพิษเฉลี่ยในปีการเพาะปลูก 2548/49 ที่ตำแหน่งครึ่งหนึ่งของมรรยฐาน โดยเกษตรกรที่ทำเกษตรและก่อให้เกิดความเป็นพิษเฉลี่ยต่ำกว่าตำแหน่งครึ่งหนึ่งของมรรยฐานจะถูกพิจารณาให้อยู่ในระดับที่ยั่งยืน (S) ระดับที่สองกำหนด ณ ระดับการก่อให้เกิดความเป็นพิษเฉลี่ยในปีการเพาะปลูก 2548/49 ที่ตำแหน่งมรรยฐาน และตำแหน่งที่มากกว่ามรรยฐานครึ่งหนึ่ง โดยเกษตรกรที่ทำเกษตรและก่อให้เกิดความเป็นพิษสูงกว่าตำแหน่งครึ่งหนึ่งของมรรยฐานแต่ไม่เกินตำแหน่งมรรยฐานและเกษตรกรที่ก่อให้เกิดความเป็นพิษที่ตำแหน่งมรรยฐานของปีการเพาะปลูก 2548/49 แต่ไม่เกินตำแหน่งที่สูงกว่ามรรยฐานครึ่งหนึ่งจะถูกจัดให้อยู่ในระดับความยั่งยืนอย่างมีเงื่อนไข (C) สำหรับเกษตรกรที่ทำเกษตรและก่อให้เกิดความเป็นพิษสูงกว่าตำแหน่งที่มากกว่ามรรยฐานครึ่งหนึ่งของปีการเพาะปลูก 2548/49 จะกำหนดให้อยู่ในระดับที่ไม่ยั่งยืน (N) โดยรายละเอียดของระดับความยั่งยืนและคะแนนความยั่งยืนดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ระดับความยั่งยืนของตัวชี้วัดระดับความเป็นพิษของสารเคมี

(หน่วย: EIQ/ไร่/ปี)

ระดับความเป็นพิษของสารเคมี	คะแนน	ระดับความยั่งยืน	แนวคิดที่ใช้ในการกำหนดระดับความยั่งยืน
< 10.22	10	S	ระดับการก่อให้เกิดความเป็นพิษเฉลี่ย ณ ระดับครึ่งหนึ่งของมรรยฐาน
10.22 – 17.24	7	C	ระดับการก่อให้เกิดความเป็นพิษเฉลี่ย ณ ระดับครึ่งหนึ่งของมรรยฐาน – ระดับการก่อให้เกิดความเป็นพิษเฉลี่ย ณ ระดับมรรยฐาน

ตารางที่ 8 (ต่อ)

(หน่วย: EIQ/ไร่/ปี)

ระดับความเป็นพิษ ของสารเคมี	คะแนน	ระดับความยั่งยืน	แนวคิดที่ใช้ในการกำหนดระดับความยั่งยืน
17.24 – 43.47	4	C	ระดับการก่อให้เกิดความเป็นพิษเฉลี่ย ณ ระดับมัธยฐาน – ระดับการก่อให้เกิดความเป็นพิษเฉลี่ย ณ ระดับสูงกว่ามัธยฐานครึ่งหนึ่ง
> 43.47	1	N	ระดับการก่อให้เกิดความเป็นพิษเฉลี่ย ณ ระดับสูงกว่ามัธยฐานครึ่งหนึ่ง

หมายเหตุ: หน่วย EIQ หมายถึง ระดับความเป็นพิษ (Environmental Impact Quotient) ตามดัชนีชี้วัด
ยังมีค่ามากแสดงถึงระดับความเป็นพิษมาก (Covox)

ที่มา: จากการคำนวณ

3. การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายใต้สถานการณ์จำลองต่างๆ

เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 จะเริ่มจากการกำหนดการปฏิบัติที่ดีและทางเลือกต่างๆ ลงในแบบจำลอง MP-MAS ที่ต้องอาศัยการเรียนรู้เพื่อแก้ไข โครงสร้างแบบจำลอง MP-MAS ให้รองรับการสถานการณ์จำลองที่กำหนดขึ้น โดยจากแบบจำลองที่ได้รับการกำหนดสถานการณ์จำลองแล้ว จะเป็นการดำเนินการ Simulation และนำผลที่ได้มาวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายใต้สถานการณ์จำลองเปรียบเทียบกับสถานการณ์พื้นฐาน (Baseline) ที่ได้จากการศึกษาในวัตถุประสงค์ข้อที่สอง เพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินกิจกรรมการทำฟาร์มอย่างยั่งยืน โดยการกำหนดสถานการณ์จำลองมี 5 สถานการณ์ จากการพิจารณาความเป็นไปได้ของสถานการณ์จำลองที่สามารถจะพัฒนาเป็นนโยบายในพื้นที่ศึกษา ดังนี้

3.1 สถานการณ์ที่มีการส่งเสริมการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (Good Agricultural Practice: GAP) เพื่อพัฒนาประเด็นด้านระดับความเป็นพิษของสารเคมีที่จะส่งผลต่อความไม่ยั่งยืน โดยกำหนดให้มีการส่งเสริมแก่เกษตรกรผู้ปลูกพืชที่สำคัญ 5 ชนิด ได้แก่ หัวผักกาดขาว ข้าวโพดหวาน เบลูจมาศ ผักกาดขาว และถั่วเหลือง ซึ่งเป็นพืชที่มีแนวโน้มที่จะมีการผลิตมากขึ้นในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา

3.2 สถานการณ์ที่มีระดับค่าจ้างแรงงานเพิ่มขึ้น โดยกำหนดสถานการณ์ด้านค่าจ้างแรงงานที่จะเกิดขึ้นจริงจากนโยบายของรัฐบาล เป็นการปรับเพิ่มค่าแรงงานขั้นต่ำเป็น 300 บาทต่อวัน ซึ่งอาจจะมีผลกระทบต่อระบบการทำฟาร์มในระยะยาว ในประเด็นด้านการจ้างแรงงาน

3.3 สถานการณ์ที่มีการส่งเสริมทางเลือกในการขายผลผลิตล้นจี่แบบแห้ง เพื่อเป็นแนวทางในการรักษาหรือการเพิ่มพื้นที่ปลูกล้นจี่ซึ่งเป็นพืชไม้ผลที่สำคัญในพื้นที่ ซึ่งการผลิตล้นจี่เมื่อเปรียบเทียบกับการผลิตพืชอายุสั้นและพืชในโรงเรือนพลาสติกแล้วมีอัตราการใช้สารเคมีน้อยกว่า และสามารถป้องกันการชะล้างพังทลายของหน้าดินได้มากกว่า โดยสถานการณ์นี้จะส่งผลให้มีการรักษาระดับการผลิตหรือเพิ่มการผลิตล้นจี่จากการจูงใจด้านผลตอบแทนจากรายได้สูงขึ้น

3.4 สถานการณ์ที่มีการส่งเสริมการเพาะปลูกพืชร่วมกับการทำขึ้นบันได ซึ่งเป็นการส่งเสริมทางเลือกพืชที่สำคัญที่มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกมากที่สุด 5 อันดับแรก ได้แก่ หัวผักกาดขาว ข้าวโพดหวาน เบญจมาศ ผักกาดขาว และถั่วเหลือง เพื่อเป็นทางเลือกสำหรับการตัดสินใจปฏิบัติทางการเกษตรของเกษตรกร ซึ่งสามารถลดการชะล้างพังทลายของหน้าดินได้ถึงร้อยละ 95 (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553)

3.5 สถานการณ์ที่มีการส่งเสริมการเพาะปลูกพืชร่วมกับการใช้เศษวัสดุคูลุมดิน โดยจะเป็นการนำวิธีการปลูกพืชร่วมกับการใช้เศษวัสดุคูลุมดิน เช่น หญ้าคา หญ้าไม้งวด หรือเศษวัสดุพืชอื่นๆ เป็นต้น ซึ่งสามารถลดการสูญเสียดินลงได้ร้อยละ 91 (มัตติกา พนมธรณีจุล และคณะ, 2552)

บทที่ 4

สภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษาลุ่มน้ำแม่สา

สำหรับในบทนี้จะอธิบายถึงลักษณะทั่วไปของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา โดยเริ่มจากสภาพทั่วไปของลุ่มน้ำแม่สา และสภาพทั่วไปในระดับหมู่บ้านของพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบนและตอนกลาง ตลอดจนสภาพทางเศรษฐกิจและสังคมของครัวเรือนเกษตรกรในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา ปีการเพาะปลูก 2548/49 และปีการเพาะปลูก 2552/53 โดยมีรายละเอียดดังนี้

สภาพทั่วไปของลุ่มน้ำแม่สา

สภาพทั่วไปของลุ่มน้ำแม่สา ประกอบด้วย ลักษณะทางกายภาพ สภาพภูมิประเทศ สภาพอุทกวิทยา และอุตกวิทยา สภาพลำน้ำในลุ่มน้ำแม่สา และการใช้ประโยชน์ที่ดิน มีรายละเอียดดังนี้

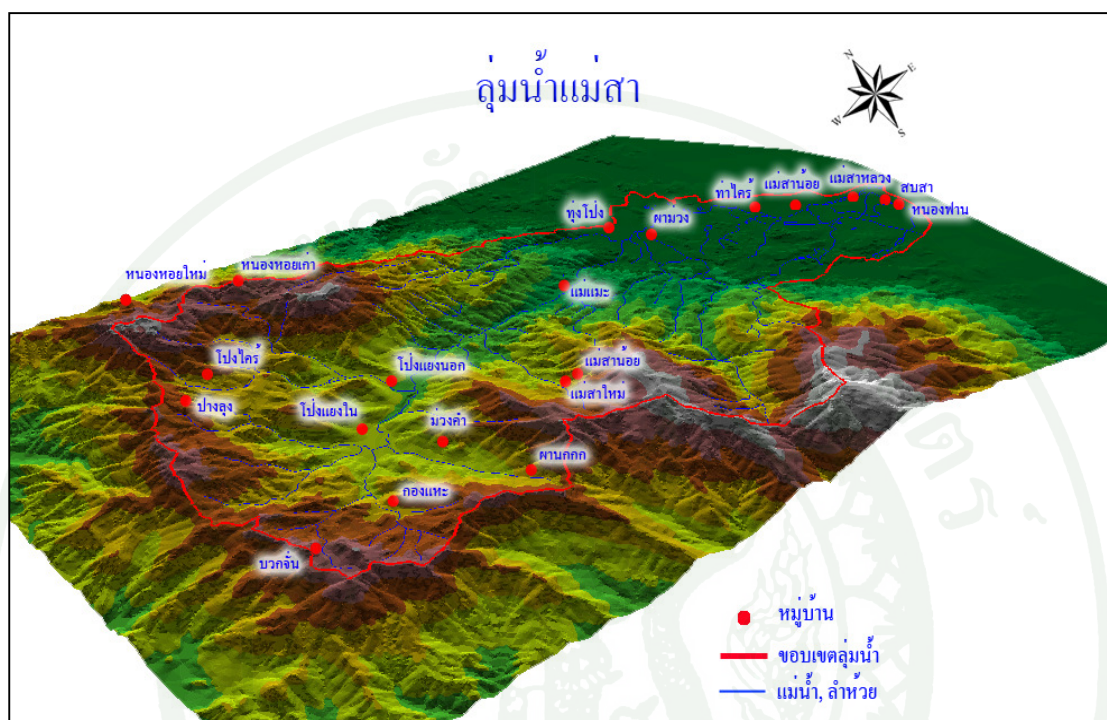
1. ลักษณะทางกายภาพ

ลุ่มน้ำแม่สา เป็นลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงส่วนที่ 2 ซึ่งเป็นลุ่มน้ำสาขาของลุ่มน้ำปิงตอนบน มีรูปร่างคล้ายพัด ประกอบด้วยลำน้ำสายหลักที่มีลักษณะค่อนข้างคดเคี้ยว ลำน้ำสาขาแตกกิ่งก้านสาขาลำเลียงในใบไม้ มีทิศทางที่ไม่แน่นอน ลุ่มน้ำแม่สา มีพื้นที่อยู่ระหว่างเขตติดต่ออำเภอแม่ริมกับอำเภอสะเมิง

ทิศเหนือ	จดลุ่มน้ำแม่ริม
ทิศใต้	จดเทือกเขาคอยสุเทพ-ปุย
ทิศตะวันออก	จดพื้นที่อำเภอแม่ริม
ทิศตะวันตก	จดเทือกเขาในอำเภอสะเมิง

มีพื้นที่ครอบคลุม 4 ตำบล ได้แก่ ตำบลโป่งแยง ตำบลแม่แรม ตำบลแม่สา และตำบลดอนแก้ว จำนวนทั้งสิ้น 22 หมู่บ้าน อยู่ห่างจากตัวเมืองเชียงใหม่ไปตามทางหลวง หมายเลข 107 เชียงใหม่-ฝาง และหมายเลข 1096 แม่ริม-สะเมิง ประมาณ 18 กิโลเมตร มีที่ตั้งตามแผนที่ 1:5,000

ระหว่าง 4746I มีพื้นที่รับน้ำฝนประมาณ 142.30 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นพื้นที่ประมาณ 86,737 ไร่ (สำนักงานคณะกรรมการลุ่มน้ำปึงตอนบน, 2552) ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา อ.แมริม จ.เชียงใหม่
ที่มา: จักรกฤษณ์ พจนศิลป์ และคณะ (2556)

2. สภาพภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิประเทศโดยทั่วไปเป็นภูเขาสูงสลับซับซ้อน มีความสูงอยู่ระหว่าง 340 ถึง 1,460 เมตร ความสูงเฉลี่ยของพื้นที่ลุ่มน้ำประมาณ 846 เมตรจากระดับน้ำทะเล (ตั้งแต่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่างถึงลุ่มน้ำแม่สาตอนบน) มีความลาดชันของพื้นที่เฉลี่ยประมาณ 29% พื้นที่ส่วนใหญ่อยู่บนคอยแม่ตานน้อย คอยค่อมร่อง และคอยป่าคา มีเพียงเล็กน้อยที่เป็นที่ราบตอนกลางของลุ่มน้ำบริเวณตำบลโป่งแยง และตอนท้ายของลุ่มน้ำซึ่งเป็นที่ตั้งของชุมชนอำเภอแมริม สภาพพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นป่าไม้อยู่ในเขตพื้นที่อุทยานแห่งชาติสุเทพ-ปุย เป็นป่าหลากหลายชนิด และพันธุ์พืชผสมผสานกันเป็นบริเวณกว้าง ได้แก่

2.1 ป่าดิบเขา เป็นป่าต้นน้ำที่สำคัญของกลุ่มน้ำแม่สา ส่วนใหญ่อยู่บริเวณอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย พบพันธุ์พืช 112 ชนิด สภาพป่ามีชั้นเรือนยอดหลายชั้น และค่อนข้างแน่นทึบ ประกอบด้วยพันธุ์ไม้หลากหลายชนิด เช่น ก่อแป้น ก่อเดือย ทะโล้ หม้อดคอย ต่างหลวง กำนาน มะดุก และไม้พื้นล่าง เช่น หญ้าขี้เหล็ก อักคิหวาร หญ้าคาหยวกกล้วยเครือคำ ว่านขมิ้น เอื้องหมายนา

2.2 ป่าเต็งรัง เป็นป่าที่อยู่ตอนล่างของพื้นที่ พบพันธุ์พืช 69 ชนิด มีพันธุ์ไม้ที่เป็นองค์ประกอบหลักคือ เต็ง รัง เหียง พลวง โดยทั่วไปเป็นป่าที่มีความแห้งแล้ง โปรง มีเรือนยอดเพียงชั้นเดียว ไม้ยืนต้นหรือไม้พุ่มที่พบ เช่น พะยอม ประดู่แดง หินามแท่ง มะติ่ง กระบก ดินนกก มะกุ่ม ปอกลุ่ม ส้านหลวง

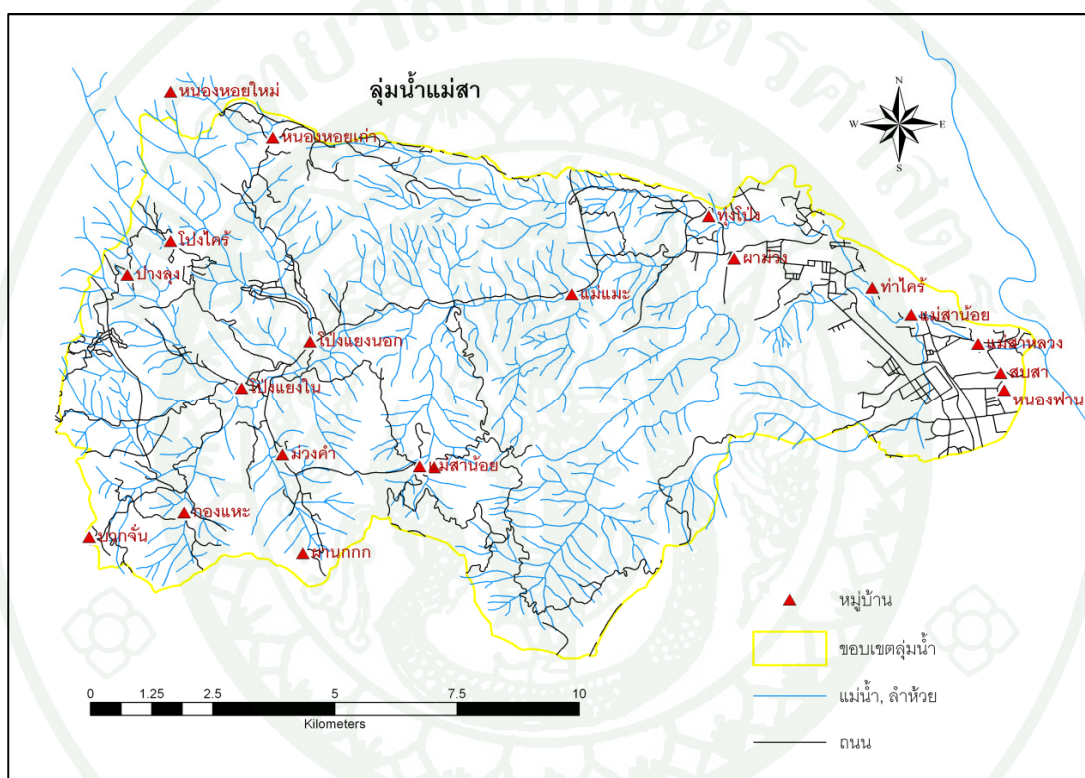
2.3 ป่าเบญจพรรณ พบบริเวณตอนกลางของพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยเฉพาะในบริเวณที่มีความชื้นมาก พบพันธุ์พืช 76 ชนิด ชั้นเรือนยอดโปรง ไม้ชั้นบน เช่น สัก ตะแบก ประดู่ กาสามปึก ดินนกก ขอบป่าดิบเขา เกิดคำ ปอกลุ่ม ตะคร้อ เป็นต้น ส่วนไม้พื้นล่างและหญ้านั้นมีจำนวนมาก เช่น ไม้ยราบ ลูกใต้ใบ ขยุมดินหมา น้านมราชสีห์ หญ้าเขมรเล็ก หญ้าหงอนไก่ ผักกระสัง ว่านหัวครว และเฟิร์นชนิดต่างๆ

ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา ดินที่อยู่ในพื้นที่ลาดชัน ลอนคลื่นลาดชัน หุบ และร่องห้วย จะมีลักษณะเป็นดินร่วนปนทราย สีเทา มีคุณสมบัติอุ้มน้ำและซึมน้ำดี บริเวณที่เป็นยอดเขาที่ประกอบไปด้วย ป่าดิบเขา ดินจะมีลักษณะเป็นกรดปานกลาง มีเปอร์เซ็นต์ของอินทรีย์วัตถุสูง การยึดเกาะของ เม็ดดินค่อนข้างต่ำ เป็นดินที่ง่ายต่อการถูกชะล้างและพังทลาย บริเวณไหล่เขาต่ำลงมาดินส่วนใหญ่เป็นดินลูกรัง สีน้ำตาลปนแดงมีความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ เป็นดินที่มีการพังทลายปานกลาง ส่วนดินบริเวณที่ราบเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์มาก แต่มีกรวดทรายบนผิวดินมาก ซึ่งเป็นส่วนที่เกิดจากการไหลชะของน้ำอย่างรุนแรง (สำนักงานคณะกรรมการลุ่มน้ำปิงตอนบน, 2548) แสดงดังภาพที่ 4

3. สภาพอุทกวิทยาและอุทกวิทยา

ลุ่มน้ำแม่สา ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งพัดพาเอาความชุ่มชื้นมาจากทะเลจีนใต้ จึงทำให้ฝนตกชุกตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม และในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ จะได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งพัดพาความกดอากาศสูงมาจากประเทศจีน จึงทำให้อากาศหนาวเย็นและแห้งแล้ง โดยมีพื้นที่รับน้ำฝนประมาณ 142.30 ตารางกิโลเมตร ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี 1,110.60 มม. ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยทั้งปี 37.970 ล้าน ลบ.ม. ปริมาณน้ำนองสูงสุด 384.21 ล้าน ลบ.ม./วินาที

ลำห้วยสาขาที่ไหลลงสู่ลำน้ำแม่สาเป็นลำห้วยสั้น เมื่อฝนตกน้ำจึงค่อนข้างหลากเร็ว ลำน้ำแม่สาสายหลักมีความลาดชันเฉลี่ย 5.16% โดยบริเวณต้นน้ำมีความลาดชันเฉลี่ยสูงถึง 14.54% ส่วนบริเวณท้ายน้ำมีความลาดชันเฉลี่ย 0.64% การไหลของน้ำจากต้นน้ำลงสู่ท้ายน้ำนั้นจะมีอัตราการไหลที่เร็ว โดยตลอดแนวลำน้ำมีอัตราการไหลที่แตกต่างกัน เนื่องจากมีการผันน้ำในลำน้ำไปใช้ประโยชน์ทั้งทางด้านการอุปโภคบริโภค เกษตรกรรม การท่องเที่ยว โรงแรม รีสอร์ท ประปาหมู่บ้าน ที่พักอาศัย และโรงงานอุตสาหกรรม (สำนักงานคณะกรรมการลุ่มน้ำปิงตอนบน, 2548) แสดงดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ลักษณะสภาพลำน้ำของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา อ.แมริม จ.เชียงใหม่
ที่มา: จักรกฤษณ์ พจนศิลป์ และคณะ (2556)

5. สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ลุ่มน้ำแม่สา มีพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 142.30 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 88,938 ไร่ แบ่งตามประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินจากมากไปหาน้อย ดังนี้

พื้นที่ป่าไม้

จำนวน 70,479 ไร่

คิดเป็นร้อยละ 79.25

พื้นที่สำหรับการเกษตร	จำนวน 12,515 ไร่	คิดเป็นร้อยละ 14.07
พื้นที่หน่วยงานราชการ	จำนวน 4,439 ไร่	คิดเป็นร้อยละ 4.99
พื้นที่อยู่อาศัย	จำนวน 765 ไร่	คิดเป็นร้อยละ 0.86
พื้นที่ธุรกิจท่องเที่ยว	จำนวน 713 ไร่	คิดเป็นร้อยละ 0.80
พื้นที่อุตสาหกรรม	จำนวน 27 ไร่	คิดเป็นร้อยละ 0.03

สภาพทั่วไปในระดับหมู่บ้านของพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบน และตอนกลาง

ลุ่มน้ำแม่สาเมื่อจำแนกตามสภาพภูมิประเทศ ระดับความสูง และชาติพันธุ์หลักที่อาศัยอยู่ในแต่ละหมู่บ้าน สามารถจำแนกออกเป็น 3 พื้นที่หลัก ได้แก่ ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลาง และลุ่มน้ำแม่สาตอนล่าง สำหรับพื้นที่ในการศึกษาครั้งนี้จะเป็นลุ่มน้ำแม่สาตอนบนและตอนกลาง เนื่องจากสภาพพื้นที่ของลุ่มน้ำแม่สาตอนล่างส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ราบสลับกับเนินเขา มีความสูงจากระดับน้ำทะเลอยู่ในช่วง 310-650 เมตร มีหมู่บ้านตั้งอยู่ในลุ่มน้ำแม่สาตอนล่างทั้งหมด 11 หมู่บ้าน ประชากรที่อาศัยอยู่ในลุ่มน้ำแม่สาตอนล่างทั้งหมดเป็นคนไทยพื้นเมือง อาชีพหลักคือ รับจ้าง ลูกจ้าง และรับราชการ สำหรับอาชีพเกษตรมีน้อยมากจึงไม่ทำการศึกษาตัวอย่างในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่าง โดยสภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษาลุ่มน้ำแม่สาตอนบนและตอนกลางมีรายละเอียดดังนี้

1. สภาพทั่วไปในระดับหมู่บ้านของลุ่มน้ำแม่สาตอนบน

ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน มีลักษณะเป็นยอดเขาสูง มีความสูงจากระดับน้ำทะเลมากกว่า 1,000 เมตรขึ้นไป มีหมู่บ้านตั้งอยู่ในพื้นที่ทั้งหมด 7 หมู่บ้าน ประชากรส่วนใหญ่เป็นคนไทยภูเขาเผ่าม้ง (มีคนไทยพื้นเมืองปนอยู่เล็กน้อยในบางหมู่บ้าน) อาชีพหลักคือ อาชีพเกษตร โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1.1 บ้านแม่สาใหม่ (หมู่ 6 ตำบลโป่งแยง) เป็นหมู่บ้านของชุมชนชาวไทยภูเขาเผ่าม้งที่อพยพมาอาศัยอยู่ตั้งแต่ปี 2457 พื้นที่ของหมู่บ้านส่วนใหญ่เป็นดินภูเขาและเทือกเขา มีความลาดชันมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ อยู่สูงเหนือระดับน้ำทะเลปานกลางเฉลี่ย 990 เมตร (องค์การบริหารส่วนตำบลโป่งแยง, 2553) แหล่งน้ำในหมู่บ้าน ได้แก่ ห้วยแม่สาน้อย ห้วยถ้ง และห้วยน้ำออกกู มีน้ำตลอดปี ใช้ในการทำฟาร์ม และบริโภค อาชีพหลัก คือ เกษตรกรรมและค้าขาย พืชหลักของหมู่บ้าน คือ ลิ้นจี่ และผัก ได้แก่ กะหล่ำปลี ผักกาดขาวปลี แครอท ผักสลัด และมันฝรั่ง เป็นต้น ในปัจจุบันเริ่มมี

เกษตรกรรมบางรายลงทุนผลิตพริกหวานอันเนื่องมาจากการส่งเสริมของโครงการหลวงศูนย์แม่สาใหม่ ประกอบกับราคาลิ้นจี่ที่ต่ำลง

1.2 บ้านบวกจั่น (หมู่ 7 ตำบลโป่งแยง) เป็นหมู่บ้านของชุมชนชาวไทยภูเขาเผ่าม้ง ตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกของกลุ่มน้ำแม่สาบริเวณยอดแนวเขาที่มีความสูงกว่าระดับน้ำทะเลปานกลาง 1,280 เมตร บ้านเรือนส่วนใหญ่ตั้งอยู่บนเนินเขา หมู่บ้านแบ่งออกเป็น 6 เขต ในอดีตการแบ่งเขตจะอยู่รวมกันเป็นแซ่ แต่ปัจจุบันไม่มีการแบ่งเขตเป็นแซ่อย่างชัดเจน (องค์การบริหารส่วนตำบลโป่งแยง, 2553) พื้นที่ส่วนใหญ่ปลูกเขยอป๊รา กะหล่ำปลี ผักกาดหางหงส์ ซาโยเต้ ผักสลัด พริกหวานในโรงเรือน และ ลิ้นจี่ เกษตรกรมีที่ดินทำการเกษตรเป็นของตนเองอยู่รอบๆ หมู่บ้าน แต่ไม่สามารถบุกเบิกขยายพื้นที่เพาะปลูกเนื่องจากอยู่ในเขตอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย

1.3 บ้านปางลุง-บวกเตี้ย (หมู่ 8 ตำบลโป่งแยง) เป็นหมู่บ้านชุมชนชาวไทยพื้นเมืองและชาวไทยภูเขาเผ่าม้ง โดยชุมชนชาวไทยพื้นเมืองจะตั้งอยู่ที่บ้านปางลุง และชุมชนชาวไทยภูเขาเผ่าม้งจะตั้งอยู่ที่บ้านบวกเตี้ย บ้านปางลุง-บวกเตี้ย ตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกของกลุ่มน้ำแม่สา อยู่สูงกว่าระดับน้ำทะเลปานกลางโดยเฉลี่ย 1,100 เมตร พื้นที่เพาะปลูกของหมู่บ้านจะอยู่ในช่วงความสูงระหว่าง 940-1,360 เมตร (องค์การบริหารส่วนตำบลโป่งแยง, 2553) ประชากรส่วนใหญ่ร้อยละ 90 ประกอบอาชีพเกษตรกรรม อีกร้อยละ 10 เป็นเกษตรกรที่ไม่มีที่ดินทำกินเป็นของตนเองและต้องออกไปรับจ้างนอกหมู่บ้าน พื้นที่การเกษตรส่วนใหญ่ไม่มีเอกสารสิทธิ์ พืชหลักที่เกษตรกรเพาะปลูกคือ กุหลาบ ลิ้นจี่ เบญจมาศ ชิง และข้าวโพดทานสด มีนักลงทุนจากภายนอกเข้ามาจับจองพื้นที่โดยการบุกเบิกป่าและเข้ามาเช่าพื้นที่เพื่อลงทุนปลูกกุหลาบ บ้านปางลุง-บวกเตี้ยมีลำห้วยสายหลักอยู่ 6 สายที่เกษตรกรนำน้ำมาใช้ในการทำฟาร์ม แต่อยู่ในเขตพื้นที่กลุ่มน้ำแม่สาเพียง 3 สาย ได้แก่ 1) ห้วยบวกเตี้ย ใช้สำหรับอุปโภคบริโภค 2) ห้วยปางรามคามและห้วยปางตองแดง และ 3) ลำห้วยเล็กๆ ไม่มีชื่อเป็นน้ำที่ซึมออกมาในแต่ละจุดและไหลไปตามร่องเขา

1.4 บ้านผานกกก (หมู่ 9 ตำบลโป่งแยง) เป็นชุมชนของชาวไทยภูเขาเผ่าม้ง ตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ของกลุ่มน้ำแม่สาเป็นหมู่บ้านต้นน้ำของบ้านม่วงคำ มีความสูงเหนือระดับน้ำทะเลปานกลางเฉลี่ย 1,200 เมตร พื้นที่ของหมู่บ้านมีทั้งหมดประมาณ 1,284 ไร่ โดยเป็นพื้นที่การเกษตร 218 ไร่ (องค์การบริหารส่วนตำบลโป่งแยง, 2553) อาชีพหลักของคนในหมู่บ้านคือ การเกษตร และการท่องเที่ยว พืชหลักของหมู่บ้านคือ ลิ้นจี่ กะหล่ำปลี ผักกาดขาวปลี ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ซาโยเต้ กุหลาบ และเขยอป๊รา

1.5 บ้านแม่ตาน้อย (หมู่ 10 ตำบลโป่งแยง) เป็นหมู่บ้านที่แยกออกมาจากบ้านแม่สาใหม่ พื้นที่ตั้งของบ้านแม่ตาน้อยจึงอยู่ติดกับบ้านแม่สาใหม่ หมู่บ้านแม่ตาน้อยเป็นชุมชนชาวไทยภูเขาเผ่าม้ง (องค์การบริหารส่วนตำบลโป่งแยง, 2553) ประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรและค้าขาย พืชหลักของหมู่บ้าน คือ ลิ้นจี่ กะหล่ำปลี ผักกาดขาวปลี แครอท และมันฝรั่ง เป็นต้น ปัจจุบันเริ่มมีเกษตรกรบางรายลงทุนผลิตพริกหวานอันเนื่องมาจากการส่งเสริมของโครงการหลวงศูนย์แม่สาใหม่

1.6 บ้านหนองหอยเก่า (หมู่ 7 ตำบลแม่แรม) เป็นหมู่บ้านของชาวไทยภูเขาเผ่าม้ง ประชากรร้อยละ 90 ประกอบอาชีพเกษตร อีกร้อยละ 10 ประกอบอาชีพรับจ้าง บ้านหนองหอยเก่ามีพื้นที่ทั้งหมด 6,437.5 ไร่ (องค์การบริหารส่วนตำบลแม่แรม, 2553) พื้นที่การเกษตรของหมู่บ้านเดิมเป็นพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติ ทางโครงการหลวงศูนย์หนองหอยได้ขอใช้ที่ดินจากทางป่าสงวนแห่งชาติ ประมาณ 2,000 ไร่ และนำมาจัดสรรให้ชาวบ้านปลูกผัก พืชหลักที่เกษตรกรปลูก ได้แก่ กะหล่ำปลี แครอท ผักกาดขาว ผักสลัด ผลผลิตที่ผลิตได้ส่วนหนึ่งขายให้กับโครงการหลวงศูนย์หนองหอย และส่วนที่เหลือเกษตรกรจะขายให้กับพ่อค้าที่เข้ามารับซื้อในหมู่บ้าน

1.7 บ้านหนองหอยใหม่ (หมู่ 11 ตำบลแม่แรม) เป็นหมู่บ้านของชาวไทยภูเขาเผ่าม้ง มีพื้นที่ทั้งหมด 8,250 ไร่ ซึ่งเป็นพื้นที่การเกษตร 1,030 ไร่ (องค์การบริหารส่วนตำบลแม่แรม, 2553) ประชากรของบ้านหนองหอยใหม่ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพการเกษตร พืชหลัก ได้แก่ ผักต่างๆ เช่น กะหล่ำปลี ผักกาดขาวปลี ผักกาดแก้ว เป็นต้น ผลผลิตของหมู่บ้านประมาณร้อยละ 30 จะส่งให้กับทางโครงการหลวงศูนย์หนองหอย ที่เหลือขายให้กับพ่อค้าที่เข้ามารับซื้อในหมู่บ้านและ/หรือพ่อค้าในหมู่บ้านที่รับซื้อผลผลิต

2. สภาพทั่วไปในระดับหมู่บ้านของกลุ่มน้ำแม่สาตอนกลาง

กลุ่มน้ำแม่สาตอนกลาง มีลักษณะเป็นหุบเขา มีความสูงจากระดับน้ำทะเลอยู่ในช่วง 651-1,000 เมตร มีหมู่บ้านตั้งอยู่ในพื้นที่จำนวน 5 หมู่บ้าน ประชากรที่อาศัยอยู่ทั้งหมดเป็นคนไทยพื้นเมือง อาชีพหลักคือ อาชีพเกษตร (องค์การบริหารส่วนตำบลโป่งแยง, 2552)

2.1 บ้านโป่งแยงใน (หมู่ที่ 1 ตำบลโป่งแยง) เป็นชุมชนของชาวไทยพื้นเมือง พื้นที่หมู่บ้านเป็นที่ราบระหว่างหุบเขาขนาดใหญ่ อาณาเขตหมู่บ้านครอบคลุมพื้นที่สองฝั่งถนนสายเชียงใหม่-สะเมิง กรมสิทธิในที่ดินส่วนใหญ่ของหมู่บ้านเป็นโฉนด เนื่องจากพื้นที่หมู่บ้านส่วนใหญ่ไม่ได้ตั้งอยู่ใน

เขตอุทยานแห่งชาติ (องค์การบริหารส่วนตำบลโป่งแยง, 2553) พืชหลักที่เพาะปลูก คือ เบญจมาศ พริกหวาน ถั่วแขก คენห่าฮ่องกง กะหล่ำปลี ผักกาดขาว ซาโยเต้ และลิ้นจี่ เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเจ้าของแปลงปลูกเองซึ่งได้มาจากการจับจองพื้นที่และการขยายพื้นที่ทำกินในรุ่นแรกๆ ที่เข้ามาอาศัยในหมู่บ้าน คิดเป็นประมาณร้อยละ 80 ที่เหลือประกอบอาชีพรับจ้าง

2.2 บ้านโป่งแยงนอก (หมู่ 2 ตำบลโป่งแยง) เป็นชุมชนของชาวไทยพื้นเมือง มีพื้นที่ทั้งสิ้น 11,785 ไร่ เป็นพื้นที่การเกษตร 2,537 ไร่ มีความสูงเหนือระดับน้ำทะเลปานกลางโดยเฉลี่ยประมาณ 800 เมตร (องค์การบริหารส่วนตำบลโป่งแยง, 2553) พืชหลักที่เพาะปลูก คือ ดอกเบญจมาศ พริกหวาน ซาโยเต้ ถั่วแขก คენห่าฮ่องกง ผักสลัด และลิ้นจี่

2.3 บ้านม่วงคำ (หมู่ 3 ตำบลโป่งแยง) มีประชากรส่วนใหญ่เป็นชาวไทยพื้นเมือง บางส่วนเป็นแรงงานชาวไทยใหญ่ บ้านม่วงคำตั้งอยู่นอกเขตอุทยานแห่งชาติประชากรมีเอกสารสิทธิ์ในที่ดินที่เป็นที่อยู่อาศัยและที่ดินทำกินประมาณร้อยละ 50 ที่เหลือไม่มีเอกสารสิทธิ์ (โครงการพื้นที่สูง, 2547) แหล่งน้ำเพื่อการเกษตรส่วนใหญ่จะเป็นน้ำจากลำห้วยและตาน้ำ ร่องลงมาคือบ่อน้ำ ซึ่งมีความสำคัญมากขึ้นจากการลงทุนปลูกพริกหวาน และมีเกษตรกรอีกส่วนหนึ่งยังใช้น้ำจากเหมืองฝายในการรดน้ำผัก เช่น ซาโยเต้ ผักค่นห่าฮ่องกง ฯลฯ และไม่ตัดดอก เช่น เบญจมาศ ลำห้วยในบ้านม่วงคำมี 10 สาย ได้แก่ 1) ห้วยต้นเคื่อ 2) ห้วยผาภู 3) ห้วยม่วงช้าง 4) ห้วยบวกเขียด 5) ห้วยหินไหล 6) ห้วยต้นผึ้ง 7) ห้วยนมนาง 8) ห้วยทราย 9) ห้วยแม่ละงูน และ 10) น้ำแม่สา

2.4 บ้านกองแหะ (หมู่ 4 ตำบลโป่งแยง) เป็นหมู่บ้านของชุมชนชาวไทยพื้นเมือง ตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา ประชากรส่วนใหญ่นับถือศาสนาพุทธ (องค์การบริหารส่วนตำบลโป่งแยง, 2553) ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตร พืชหลักของหมู่บ้าน คือ หอมหัวใหญ่ ซาโยเต้ ถั่วแขก คენห่าฮ่องกง และสตรอเบอร์รี่

2.5 บ้านปางไคร้ (หมู่ 5 ตำบลโป่งแยง) เป็นหมู่บ้านชุมชนชาวไทยพื้นเมือง ตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือของกลุ่มน้ำแม่สา มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางเฉลี่ยประมาณ 1,000 เมตร มีพื้นที่ 2,514 ไร่ เป็นพื้นที่เพาะปลูก 503 ไร่ (องค์การบริหารส่วนตำบลโป่งแยง, 2553) พื้นที่เพาะปลูกส่วนใหญ่มีนายทุนจากข้างนอกเป็นเจ้าของ เกษตรกรในหมู่บ้านร้อยละ 50 ไม่มีที่ดินทำกินเป็นของตนเอง จึงต้องเช่าที่ดินเพื่อการทำฟาร์มและ/หรือออกไปรับจ้างทำงานนอกหมู่บ้าน พืชหลัก คือ เบญจมาศ

ดอกพิกี้ ดอกสวนแพน และพริกหวาน เกษตรกรส่วนใหญ่ขายผลผลิตให้พ่อค้าในหมู่บ้าน บ้านปางไคร้มีลำห้วย 2 สาย ได้แก่ ห้วยปางไคร้ และห้วยสันจัม

สภาพทางเศรษฐกิจและสังคมของครัวเรือนเกษตรกรในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา

สภาพทางเศรษฐกิจและสังคมของครัวเรือนเกษตรกรในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจฟาร์มครัวเรือนในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบนและตอนกลาง ประกอบด้วยลักษณะทั่วไปทางสังคมของครัวเรือนเกษตรกร การใช้ที่ดินเพื่อการทำฟาร์ม การใช้ทรัพยากรแรงงานในการทำฟาร์ม การชลประทานของทรัพยากรน้ำในพื้นที่ ผลผลิตและการขายผลผลิตของเกษตรกร และลักษณะทั่วไปทางเศรษฐกิจของครัวเรือนเกษตรกรในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ลักษณะทั่วไปทางสังคมของครัวเรือนเกษตรกรในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา

ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ การศึกษาวิจัยนี้ได้แยกพิจารณาหมู่บ้านในพื้นที่ศึกษาออกเป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่มแรกเป็นกลุ่มหมู่บ้านที่อยู่ตอนบนของลุ่มน้ำ ซึ่งประชากรส่วนใหญ่เป็นชาวไทยภูเขาเผ่าม้ง และกลุ่มที่สองเป็นกลุ่มหมู่บ้านที่อยู่ตอนกลางของลุ่มน้ำ ประชากรส่วนใหญ่เป็นชาวไทยพื้นเมือง โดยเมื่อเทียบสัดส่วนประชากรแล้วพบว่าจำนวนครัวเรือนทั้งสองกลุ่มเพิ่มขึ้นจากปีการเพาะปลูก 2548/49 เมื่อเปรียบเทียบร้อยละของฟาร์มครัวเรือน พบว่าฟาร์มครัวเรือนลุ่มน้ำตอนบนเพิ่มขึ้นร้อยละ 12.33 โดยทุกหมู่บ้านมีสัดส่วนฟาร์มครัวเรือนเพิ่มมากขึ้นยกเว้นหมู่บ้านหนองหอยใหม่ และหมู่บ้านปางสูง-บวกเตย ที่ฟาร์มครัวเรือนมีสัดส่วนลดลงร้อยละ 2.76 และ 9.91 ตามลำดับ และฟาร์มครัวเรือนลุ่มน้ำตอนกลางเพิ่มขึ้นร้อยละ 8.96 รวมทั้งทุกหมู่บ้านมีสัดส่วนที่เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน ยกเว้นหมู่บ้านม่วงคำ และหมู่บ้านปางไคร้ ฟาร์มครัวเรือนมีสัดส่วนลดลงร้อยละ 1.48 และ 25.90 ตามลำดับ ในปีการเพาะปลูก 2552/53 พบว่า ในลุ่มน้ำตอนบนมีจำนวน 2 หมู่บ้านที่ร้อยละของฟาร์มครัวเรือนเกษตรมากกว่า ร้อยละ 90 คือ หมู่บ้านบวกจั่น และหมู่บ้านหนองหอยเก่า ในลุ่มน้ำตอนกลางมีจำนวน 2 หมู่บ้านคือ หมู่บ้านกองแหะ และหมู่บ้านม่วงคำ ซึ่งหมู่บ้านโป่งแยงในมีสัดส่วนน้อยที่สุดคือ ร้อยละ 60 ของครัวเรือนทั้งหมด ในการสำรวจตัวอย่างครัวเรือนเกษตรกรปี 2553 มีการสำรวจครัวเรือนเกษตรกรทั้งหมดจำนวน 295 ครัวเรือน เมื่อเปรียบเทียบจำนวนตัวอย่างในปีการเพาะปลูก 2548/49 กับปีการเพาะปลูก 2552/53 มีการเก็บตัวอย่างในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบนทุกหมู่บ้านเพิ่มขึ้นยกเว้นหมู่บ้านบวกจั่น และหมู่บ้านหนองหอยใหม่ สำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลางมีการเก็บตัวอย่างลดลงยกเว้น หมู่บ้านปางไคร้ ที่มีการเก็บตัวอย่างเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 9)

การศึกษาสูงสุดของหัวหน้าครัวเรือนเกษตรกรตัวอย่าง ในปีการเพาะปลูก 2548/49 หัวหน้าครัวเรือนของเกษตรกรในพื้นที่ลุ่มน้ำดอนบนส่วนใหญ่ไม่ได้รับการศึกษาในระบบ ต่อมา ในปีการเพาะปลูก 2552/53 มีสัดส่วนของหัวหน้าครัวเรือนที่ไม่ได้รับการศึกษาในระบบลดลง แต่มี สัดส่วนของหัวหน้าครัวเรือนที่จบชั้นประถมศึกษา 6 และสูงกว่าชั้นประถมศึกษา 6 สูงขึ้น แสดงให้เห็นว่า ประชากรในพื้นที่ได้รับการศึกษาในระบบเพิ่มมากขึ้น สำหรับหัวหน้าครัวเรือนในพื้นที่ลุ่มน้ำดอนกลาง ในปีการเพาะปลูก 2548/49 และปีการเพาะปลูก 2552/53 หัวหน้าครัวเรือนส่วนใหญ่ จบการศึกษาชั้นประถมศึกษา 6 แต่ในปีการเพาะปลูก 2552/53 สัดส่วนของหัวหน้าครัวเรือนที่จบ การศึกษาสูงกว่าประถมศึกษา 6 เพิ่มมากขึ้น โดยหมู่บ้านที่มีสัดส่วนของหัวหน้าครัวเรือนที่ไม่ได้ รับการศึกษาในระบบเพิ่มขึ้น คือ หมู่บ้านแม่สาใหม่ ส่วนหมู่บ้านที่มีสัดส่วนของหัวหน้าครัวเรือน ที่จบการศึกษาสูงกว่าประถมศึกษา 6 ลดลงมี 3 หมู่บ้าน คือ หมู่บ้านผานกกก หมู่บ้านกองแหะ และ หมู่บ้านปงไคร้ (ตารางที่ 10)

การเป็นสมาชิกกลุ่ม สถาบัน หรือองค์กรต่างๆ ของหัวหน้าครัวเรือนเกษตรกรตัวอย่าง พบว่า หัวหน้าครัวเรือนเข้าสมาชิกเป็นโครงการหลวง ธกส. และกลุ่มการผลิต เป็นส่วนมาก เมื่อเปรียบเทียบ ระหว่างปีการสำรวจทั้งสองพบว่า ปีการเพาะปลูก 2552/53 หัวหน้าครัวเรือนในกลุ่มลุ่มน้ำดอนบนเข้า ร่วมเป็นสมาชิกโครงการหลวงเพิ่มมากขึ้นร้อยละ 24.1 ขณะที่หัวหน้าครัวเรือนในกลุ่มลุ่มน้ำดอนกลาง ที่เข้าร่วมเป็นสมาชิกของโครงการหลวงลดน้อยลงร้อยละ 1.4 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างหมู่บ้านพบว่า หัวหน้าครัวเรือนในหมู่บ้านผานกกก เข้าเป็นสมาชิกเพิ่มขึ้นร้อยละ 47.4 จากปีการเพาะปลูก 2548/49 ที่ ไม่มีหัวหน้าครัวเรือนเป็นสมาชิกโครงการหลวงเลย หัวหน้าครัวเรือนของหมู่บ้านบวกจั่นเป็นสมาชิก โครงการหลวงมากที่สุดร้อยละ 75 ขณะที่ปีการเพาะปลูก 2548/49 หัวหน้าครัวเรือนของหมู่บ้านหนอง หอยเก่าเป็นสมาชิกมากถึงร้อยละ 84.6 แต่ในปัจจุบันเหลือหัวหน้าครัวเรือนเป็นสมาชิกโครงการหลวง เพียงร้อยละ 58.8 ลดลงร้อยละ 25.8 สำหรับการเข้าเป็นสมาชิก ธกส. ของหัวหน้าครัวเรือนพบว่า ทั้ง สองกลุ่มเข้าเป็นสมาชิก ธกส.เพิ่มขึ้น โดยหัวหน้าครัวเรือนของหมู่บ้านปงไคร้เข้าเป็นสมาชิก ธกส. ทั้งหมด และหมู่บ้านบวกจั่นมีหัวหน้าครัวเรือนเข้าเป็นสมาชิกเพิ่มขึ้นมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 69.5 ขณะที่หัวหน้าครัวเรือนของหมู่บ้านกองแหะและหมู่บ้านม่วงคำเป็นสมาชิก ธกส.ลดลงร้อยละ 8.5 และ ร้อยละ 7 ตามลำดับ และในปีการเพาะปลูก 2552/53 มีการรวมกลุ่มของเกษตรกรตามการผลิตพืช เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 11)

ตารางที่ 9 จำนวนครัวเรือนทั้งหมด จำนวนฟาร์มครัวเรือน และร้อยละของฟาร์มครัวเรือน ในลุ่มน้ำแม่สาตอนบนและตอนกลาง ปีการเพาะปลูก 2548/49 และปี
การเพาะปลูก 2552/53

หมู่บ้าน	ปีการเพาะปลูก 2548/49					ปีการเพาะปลูก 2552/53				
	จำนวน ครัวเรือน	จำนวนฟาร์ม ครัวเรือน	ร้อยละของฟาร์ม ครัวเรือน	จำนวนฟาร์ม ตัวอย่าง	ร้อยละของฟาร์ม ตัวอย่าง	จำนวน ครัวเรือน	จำนวนฟาร์ม ครัวเรือน	ร้อยละของฟาร์ม ครัวเรือน	จำนวนฟาร์ม ตัวอย่าง	ร้อยละของ ฟาร์มตัวอย่าง
ลุ่มน้ำตอนบน	713	518	72.65	131	25.29	899	764	84.98	143	18.72
บวกจั่น	117	78	66.67	20	25.64	145	142	97.93	19	13.38
แม่สาใหม่	154	85	55.19	23	27.06	130	100	76.92	26	26.00
แม่สาน้อย	77	51	66.23	15	29.41	83	63	75.90	17	26.98
หนองหอยเก่า	63	49	77.78	16	32.65	171	154	90.06	18	11.69
หนองหอยใหม่	116	96	82.76	26	27.08	150	120	80.00	23	19.17
ปางลุง-บวกเตี้ย	102	97	95.10	15	15.46	135	115	85.19	21	18.26
ผานกกก	84	62	73.81	16	25.81	85	70	82.35	19	27.14
ลุ่มน้ำตอนกลาง	922	629	68.22	197	31.32	942	727	77.18	152	20.91
กองแหะ	132	102	77.27	29	28.43	131	126	96.18	21	16.67
ม่วงคำ	183	171	93.44	44	25.73	199	183	91.96	35	19.13
ปงไคร้	75	73	97.33	14	19.18	84	60	71.43	17	28.33
โป่งแยงใน	282	159	56.38	58	36.48	253	152	60.08	40	26.32
โป่งแยงนอก	250	124	49.60	52	41.94	300	206	68.67	39	18.93
รวมทุกหมู่บ้าน	1,635	1,147	70.15	328	28.60	1,841	1,491	80.99	295	19.79

หมายเหตุ: จำนวนครัวเรือนทั้งหมดได้มาจากผู้นำหมู่บ้าน

ที่มา: จากการคำนวณ

ตารางที่ 10 ระดับการศึกษาสูงสุดของหัวหน้าครัวเรือน จำแนกตามหมู่บ้าน ในลุ่มน้ำแม่สาตอนกลาง และตอนบน ปีการเพาะปลูก 2548/49 และปีการเพาะปลูก 2552/53

(หน่วย: ร้อยละ)

หมู่บ้าน	ปีการเพาะปลูก 2548/49			ปีการเพาะปลูก 2552/53		
	ไม่ได้รับ การศึกษา	จบประถม 6	จบสูงกว่า ประถม 6	ไม่ได้รับ การศึกษา	จบประถม 6	จบสูงกว่า ประถม 6
ลุ่มน้ำตอนบน	54.1	30.5	15.4	37.4	37.1	25.5
บวกจั่น	63.2	26.3	10.5	42.9	42.9	14.3
แม่สาใหม่	34.8	47.8	17.4	42.3	38.5	19.2
แม่สาน้อย	66.7	20.0	13.3	41.2	29.4	29.4
หนองหอยเก่า	61.5	30.8	7.7	52.9	29.4	17.6
หนองหอยใหม่	45.5	40.9	13.6	13.6	54.5	31.8
ปางลุง-บวกเตี้ย	71.4	28.6	0.0	38.1	28.6	33.3
ผานกกก	40.0	6.7	53.3	21.1	31.6	47.4
ลุ่มน้ำตอนกลาง	9.5	72.6	17.9	3.5	72.2	24.3
กองแหะ	8.7	73.9	17.4	0.0	85.7	14.3
ม่วงคำ	9.8	82.9	77.3	0.0	74.3	25.7
ปงไคร้	7.1	35.7	57.1	5.9	47.1	47.1
โป่งแยงใน	10.5	76.3	13.2	7.5	72.5	20.0
โป่งแยงนอก	9.7	74.2	16.1	5.1	69.2	25.6
รวมทุกหมู่บ้าน	35.7	45.3	18.9	20.8	54.2	24.9

ที่มา: จากการคำนวณ

ตารางที่ 11 การเป็นสมาชิกกลุ่ม สถาบัน หรือองค์กรต่างๆ ของหัวหน้าครัวเรือน จำแนกตามหมู่บ้าน ในลุ่มน้ำแม่สาตอนกลางและตอนบน ปีการเพาะปลูก 2548/49 และปีการเพาะปลูก 2552/53

(หน่วย: ร้อยละ)

หมู่บ้าน	ปีการเพาะปลูก 2548/49				ปีการเพาะปลูก 2552/53		
	โครงการหลวง	สหกรณ์การเกษตร	รทส.	เครือข่ายลุ่มน้ำแม่สา	โครงการหลวง	รทส.	กลุ่มการผลิต
ลุ่มน้ำตอนบน	33.6	18.8	32.9	40.4	57.7	53.0	17.3
บวกจั่น	31.6	10.5	42.1	36.8	75.0	80.0	20.0
แม่สาใหม่	52.2	26.1	47.8	47.8	69.2	61.5	38.5
แม่สาน้อย	20.0	0.0	20.0	26.7	35.3	35.3	17.6
หนองหอยเก่า	84.6	46.2	69.2	30.8	58.8	70.6	11.8
หนองหอยใหม่	40.9	45.5	54.5	27.3	68.2	54.5	9.1
ปางลูง-บวกเตี้ย	14.3	0.0	0.0	57.1	33.3	14.3	19.0
ผานกกก	0.0	0.0	0.0	46.7	47.4	26.3	5.3
ลุ่มน้ำตอนกลาง	18.1	21.5	60.3	25.8	16.7	67.4	13.9
กองแหะ	69.6	52.2	60.9	52.2	52.4	52.4	14.3
ม่วงคำ	14.6	9.8	75.6	24.4	14.3	68.6	17.1
ปงไคร้	7.1	21.4	78.6	35.7	5.9	100.0	0.0
โป่งแยงใน	7.9	23.7	39.5	15.8	10.0	52.5	2.5
โป่งแยงนอก	0.0	9.7	54.8	12.9	5.1	76.9	23.1
รวมทุกหมู่บ้าน	28.6	20.4	45.3	34.5	37.6	60.0	15.6

ที่มา: จากการคำนวณ

2. การใช้ที่ดินเพื่อการทำฟาร์มของครัวเรือนเกษตรกรในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา

การถือครองที่ดินเพื่อการทำฟาร์มของเกษตรกร พบว่าปีการเพาะปลูก 2552/53 ครัวเรือนเกษตรกรในพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบนและตอนกลางมีพื้นที่ถือครองทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 13.8 และ 6.3 ไร่ต่อครัวเรือน ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าพื้นที่ถือครองทั้งหมดเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับปีการเพาะปลูก 2548/49 ซึ่งในลุ่มน้ำตอนบนครัวเรือนเกษตรกรในหมู่บ้านแม่สาใหม่มีพื้นที่ถือครองทั้งหมดเฉลี่ยมาก

ที่สุดเท่ากับ 16.5 ไร่ต่อครัวเรือน รองลงมาคือหมู่บ้านผานกกกมีพื้นที่ถือครองทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 15 ไร่ต่อครัวเรือน ขณะที่ครัวเรือนเกษตรกรในหมู่บ้านบวจันมีพื้นที่ถือครองทั้งหมดเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 11.3 ไร่ต่อครัวเรือน สำหรับกลุ่มน้ำตอนกลางครัวเรือนเกษตรกรมีพื้นที่ถือครองทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 6.3 ไร่ต่อครัวเรือน โดยครัวเรือนเกษตรกรในหมู่บ้านปงไคร้มีพื้นที่ถือครองทั้งหมดเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 7.8 ไร่ต่อครัวเรือน รองลงมาคือหมู่บ้านโป่งแยงนอกและหมู่บ้านกองแหะ มีพื้นที่ถือครองทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 7.2 และ 6.2 ไร่ต่อครัวเรือน ตามลำดับ ขณะที่หมู่บ้านม่วงคำเป็นหมู่บ้านที่มีพื้นที่ถือครองทั้งหมดเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 5.3 ไร่ต่อครัวเรือน (ตารางที่ 12)

ตารางที่ 12 พื้นที่ถือครองทั้งหมด พื้นที่เกษตร และร้อยละของพื้นที่เกษตรของครัวเรือนเกษตรกร จำแนกตามหมู่บ้าน ในลุ่มน้ำแม่สาตอนบนและตอนกลาง ปีการเพาะปลูก 2548/49 และปี การเพาะปลูก 2552/53

(หน่วย: ไร่/ครัวเรือน)

หมู่บ้าน	ปีการเพาะปลูก 2548/49			ปีการเพาะปลูก 2552/53		
	พื้นที่ถือครองทั้งหมด	พื้นที่เกษตร	ร้อยละของพื้นที่เกษตร	พื้นที่ถือครองทั้งหมด	พื้นที่เกษตร	ร้อยละของพื้นที่เกษตร
ลุ่มน้ำตอนบน	11.43	10.75	94.05	13.80	12.20	88.41
บวจัน	8.45	7.62	90.18	11.30	9.70	85.84
แม่สาใหม่	13.06	12.46	95.41	16.50	14.40	87.27
แม่สาน้อย	13.17	12.39	94.08	11.80	10.10	85.59
หนองหอยเก่า	11.76	11.38	96.77	13.80	13.00	94.20
หนองหอยใหม่	10.52	9.88	93.92	14.50	13.50	93.10
ปางลุง-บวคเตี้ย	11.80	11.17	94.66	14.30	12.00	83.92
ผานกกก	12.10	11.15	92.15	15.00	12.40	82.67
ลุ่มน้ำตอนกลาง	3.81	3.24	85.04	6.30	4.50	71.43
กองแหะ	3.86	3.00	77.72	6.20	4.60	74.19
ม่วงคำ	4.22	3.70	87.68	5.30	3.90	73.58
ปงไคร้	3.74	3.36	89.84	7.80	5.00	64.10
โป่งแยงใน	3.08	2.38	77.27	5.70	3.50	61.40
โป่งแยงนอก	4.16	3.84	92.31	7.20	5.40	75.00
รวมทุกหมู่บ้าน	8.30	6.70	80.72	10.10	8.40	83.17

ที่มา: จากการคำนวณ

เมื่อพิจารณาพื้นที่เพาะปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน ปีการเพาะปลูก 2548/49 และปีการเพาะปลูก 2552/53 พบว่า ในปีการเพาะปลูก 2548/49 พืชที่มีการเพาะปลูกมากที่สุด 5 อันดับแรก ได้แก่ ถั่วลิสง ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วดำ และถั่วขาว โดยมีพื้นที่เพาะปลูกเท่ากับ 461.77 220.85 151.00 102.55 และ 49.25 ไร่ ตามลำดับ ซึ่งในปีการเพาะปลูก 2552/53 พื้นที่การเพาะปลูกถั่วลิสง ถั่วเหลือง ถั่วเขียว และถั่วดำ มีพื้นที่การเพาะปลูกเพิ่มขึ้นเป็น 511.13 296.25 306.75 และ 82.5 ไร่ ตามลำดับ ซึ่งถั่วเขียวมีพื้นที่การเพาะปลูกลดลงเหลือ 8.25 ไร่ สำหรับพื้นที่เพาะปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลาง ปีการเพาะปลูก 2548/49 และปีการเพาะปลูก 2552/53 พบว่า ในปีการเพาะปลูก 2548/49 พืชที่มีการเพาะปลูกมากที่สุด 5 อันดับแรก ได้แก่ เบญจมาศ พริกหวาน ถั่วฝักยาว ถั่วแขก ถั่วลิสง และชาโยเต้ โดยมีพื้นที่เพาะปลูกเท่ากับ 185.51 76.82 35.28 29.88 และ 24.1 ไร่ ตามลำดับ ซึ่งในปีการเพาะปลูก 2552/53 พื้นที่การเพาะปลูกพริกหวาน และชาโยเต้ มีพื้นที่การเพาะปลูกเพิ่มขึ้นเป็น 112.28 และ 44 ไร่ ตามลำดับ ซึ่งเบญจมาศ และถั่วลิสง มีพื้นที่การเพาะปลูกลดลงเหลือ 167.31 และ 9 ไร่ ตามลำดับ ซึ่งถั่วฝักยาว/ถั่วแขก ไม่เหลือพื้นที่ในการเพาะปลูก (ตารางที่ 13) รายละเอียดพื้นที่ปลูกพืชชนิดต่างๆ เฉลี่ยต่อปี ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบนและตอนกลางแสดงได้ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 พื้นที่ปลูกพืชชนิดต่างๆ เฉลี่ยต่อปี ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบนและตอนกลาง ปีการ
เพาะปลูก 2548/49 และปีการเพาะปลูก 2552/53

(หน่วย: ไร่)

พืช	ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน		ลุ่มน้ำตอนกลาง		รวมทุกหมู่บ้าน	
	2548/49	2552/53	2548/49	2552/53	2548/49	2552/53
ลีนจี่	461.77	511.13	29.88	9.00	491.64	520.13
กะหล่ำปลี	220.85	296.25	11.13	21.75	231.98	318.00
ปวยเล้ง	151.00	8.25	-	-	151.00	8.25
ผักกาดขาว/ผักกวางตุ้ง	102.55	306.75	1.10	27.50	103.65	334.25
ผักสลัด (รวมทุกชนิด)	49.25	82.50	5.50	10.75	54.75	93.25
มันฝรั่ง	39.00	81.25	4.50	-	43.50	81.25
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	29.75	93.75	-	1.75	29.75	95.50
แครอท	29.50	41.50	-	-	29.50	41.50
กุหลาบ	25.15	65.25	-	13.00	25.15	78.25
มะเขือเทศ	19.25	32.25	0.38	6.13	19.63	38.38
ข้าวไร่	19.00	27.75	0.50	23.50	19.50	51.25
เขือบีร่า	18.25	27.00	-	-	18.25	27.00
เบบี้แครอท	18.00	-	-	-	18.00	-
บด็อกโคลี่	17.00	7.75	-	0.25	17.00	8.00
ข้าวโพดหวาน	15.50	18.25	0.05	-	15.55	18.25
ชาโยเต้	15.00	69.36	24.10	44.00	39.10	113.36
กะน้าฮ่องกง	14.50	9.50	19.43	23.93	33.93	33.43
ลูกพลับ	11.00	5.25	-	-	11.00	5.25
ส้มเขียวหวาน/ส้มสายน้ำผึ้ง	8.50	29.50	2.00	1.00	10.50	30.50
เบญจมาศ	8.00	3.00	185.51	167.31	193.51	170.31
หอมหัวใหญ่	9.28	-	21.00	37.88	30.28	37.88
ข้าวนาคำ	7.00	13.50	-	10.75	7.00	24.25
กะหล่ำปม	6.25	-	2.25	-	8.50	-
จิง	3.50	7.25	-	-	3.50	7.25
พริกหวาน	1.61	37.23	76.82	112.28	78.43	149.50
มันแกว/เผือก	1.50	1.00	15.88	16.00	17.38	17.00
อื่นๆ	57.25	78.88	53.76	49.65	111.01	128.53

หมายเหตุ: อื่นๆ เช่น แดงกวาญี่ปุ่น กะหล่ำปลีหัวแหลม กาแฟ สตอเบอร์รี่ ชา มะม่วง กัลย เป็นต้น
ที่มา: จากการคำนวณ

3. การใช้ทรัพยากรแรงงานในการทำฟาร์มของครัวเรือนเกษตรกรในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา

การใช้แรงงานของกลุ่มน้ำแม่สาในตอนบนและตอนกลางในปีการเพาะปลูก 2552/53 ครัวเรือนเกษตรกรมีการใช้แรงงานเกษตรทั้งหมดเฉลี่ย 520 วัน-งาน ในรอบ 1 ปีการเพาะปลูก สำหรับกลุ่มน้ำตอนบนมีการใช้แรงงานเกษตรทั้งหมดเฉลี่ยสูงกว่าในพื้นที่ลุ่มน้ำตอนกลาง โดยพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบนมีการใช้แรงงานเกษตรทั้งหมดเฉลี่ย 646 วัน-งาน ส่วนกลุ่มน้ำตอนกลางมีการใช้แรงงานเกษตรทั้งหมดเฉลี่ย 387 วัน-งาน หมู่บ้านที่มีการใช้แรงงานเกษตรทั้งหมดเฉลี่ยมากที่สุด คือ หมู่บ้านบวกจั่นมีการใช้แรงงานเกษตรทั้งหมดเฉลี่ย 791 วัน-งาน รองลงมาคือหมู่บ้านปางสูง-บวกเตี้ย มีการใช้แรงงานเกษตรทั้งหมดเฉลี่ย 787 วัน-งาน สำหรับหมู่บ้านโป่งแยงในการใช้แรงงานเกษตรทั้งหมดเฉลี่ยน้อยที่สุด ซึ่งใช้แรงงานเกษตรทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 284 วัน-งาน สำหรับการ ใช้แรงงานเกษตรเฉลี่ยต่อไร่ พบว่าทั้งกลุ่มน้ำตอนบนและตอนกลางมีการใช้แรงงานเกษตรเฉลี่ย 106 วัน-งานต่อไร่ ซึ่งพื้นที่ลุ่มน้ำตอนกลางมีการใช้แรงงานเกษตรเฉลี่ยต่อไร่สูงกว่าพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบน โดยพื้นที่ลุ่มน้ำตอนกลางใช้แรงงานเกษตรเฉลี่ย 137 วัน-งานต่อไร่ ส่วนกลุ่มน้ำตอนบนใช้แรงงานเกษตรเฉลี่ย 76 วัน-งานต่อไร่ ซึ่งหมู่บ้านโป่งแยงนอกเป็นหมู่บ้านที่มีการใช้แรงงานเกษตรเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 148 วัน-งานต่อไร่ รองลงมาคือหมู่บ้านม่วงคำการใช้แรงงานเกษตรเฉลี่ยเท่ากับ 136 วัน-งานต่อไร่ และหมู่บ้านแม่สาน้อยเป็นหมู่บ้านที่มีการใช้แรงงานเกษตรเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 56 วัน-งานต่อไร่ เมื่อพิจารณาแหล่งที่มาของแรงงานเกษตร พบว่าครัวเรือนเกษตรกรทั้งกลุ่มน้ำตอนบนและตอนกลางสัดส่วนการใช้แรงงานในครัวเรือนมากกว่าแรงงานจ้างจากภายนอก คิดเป็นร้อยละ 76 และ 24 ตามลำดับ ในพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบนมีการใช้แรงงานในครัวเรือนคิดเป็นร้อยละ 72.6 และเป็นแรงงานจ้างคิดเป็นร้อยละ 27.4 ส่วนในพื้นที่ลุ่มน้ำตอนกลางมีการใช้แรงงานครัวเรือนคิดเป็นร้อยละ 79.7 และเป็นแรงงานจ้างคิดเป็นร้อยละ 20.3 ซึ่งหมู่บ้านหนองหอยใหม่มีการใช้แรงงานจ้างมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 42.3 และหมู่บ้านโป่งแยงในการใช้แรงงานจ้างน้อยที่สุดคิดเป็นร้อยละ 17.6 (ดังตารางที่ 14)

ตารางที่ 14 แรงงานเกษตรที่ใช้ แรงงานเกษตรที่ใช้เฉลี่ยต่อไร่ และแหล่งที่มาของแรงงานเกษตร
ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบนและตอนกลาง ปีการเพาะปลูก 2552/53

หมู่บ้าน	แรงงานเกษตรที่ใช้ (วัน-งาน)	แรงงานเกษตรที่ใช้ เฉลี่ยต่อไร่ (วัน-งาน/ไร่)	แหล่งที่มาของแรงงานเกษตร (% ของแรงงานเกษตรที่ครัวเรือนใช้)	
			แรงงานครัวเรือน	แรงงานจ้าง
ลุ่มน้ำตอนบน	646	76	72.6	27.4
บวกจั่น	791	105	72.5	27.5
แม่สาใหม่	480	57	73.7	26.3
แม่สาน้อย	555	56	75.9	24.1
หนองหอยเก่า	642	65	75.2	24.8
หนองหอยใหม่	592	48	57.7	42.3
ปางลุง-บวกเตี้ย	787	106	77.0	23.0
ผานกกก	545	86	81.2	18.8
ลุ่มน้ำตอนกลาง	387	137	79.7	20.3
กองแหะ	363	131	76.6	23.4
ม่วงคำ	346	136	78.4	21.6
ปงไคร้	439	135	82.2	17.8
โป่งแขงใน	284	127	82.4	17.6
โป่งแขงนอก	498	148	79.9	20.1
รวมทุกหมู่บ้าน	520	106	76.0	24.0

ที่มา: จากการคำนวณ

การจ้างแรงงานของครัวเรือนเกษตรกรในพื้นที่ทั้งลุ่มน้ำตอนบนและตอนกลาง พบว่า ครัวเรือนที่มีการจ้างแรงงานคิดเป็นร้อยละ 92.2 ของจำนวนครัวเรือนเกษตรกรทั้งหมด โดยพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบนมีครัวเรือนที่มีการจ้างแรงงานคิดเป็นร้อยละ 93.5 ของจำนวนครัวเรือนเกษตรกรทั้งหมด โดยเฉพาะหมู่บ้านแม่สาใหม่ หมู่บ้านแม่สาน้อย หมู่บ้านหนองหอยใหม่ และหมู่บ้านปางลุง-บวกเตี้ย ที่ทุกครัวเรือนเกษตรกรมีการจ้างแรงงานเข้ามาเพิ่มเพื่อการผลิตในฟาร์ม และลุ่มน้ำตอนกลางมีครัวเรือนที่มีการจ้างแรงงานคิดเป็นร้อยละ 90.9 ของจำนวนครัวเรือนเกษตรกรทั้งหมด การจ้างแรงงานของครัวเรือนเกษตรกรส่วนใหญ่เป็นการจ้างแรงงานที่มีชาติพันธุ์เป็นกลุ่มไทยใหญ่คิดเป็น

ร้อยละ 37.7 ของครัวเรือนที่มีการจ้างแรงงาน ซึ่งในพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบนมีการจ้างแรงงานส่วนใหญ่เป็นกลุ่มชาติพันธุ์เป็นกลุ่มไทยใหญ่คิดเป็นร้อยละ 43.2 ของครัวเรือนที่มีการจ้างแรงงาน รองลงมาเป็นกลุ่มชาติพันธุ์ม้งคิดเป็นร้อยละ 35.9 ของครัวเรือนที่มีการจ้างแรงงาน ส่วนในพื้นที่ลุ่มน้ำตอนกลางการจ้างแรงงานของครัวเรือนเกษตรกรรมส่วนใหญ่มีการจ้างแรงงานชาติพันธุ์เป็นคนไทยพื้นเมืองคิดเป็นร้อยละ 39.6 ของครัวเรือนที่มีการจ้างแรงงาน รองลงมาเป็นการจ้างแรงงานชาติพันธุ์ไทยใหญ่คิดเป็นร้อยละ 31.9 ของครัวเรือนที่มีการจ้างแรงงาน (ตารางที่ 15)

ตารางที่ 15 สัดส่วนของครัวเรือนที่มีการจ้างแรงงาน และชาติพันธุ์ของแรงงานรับจ้าง ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบนและตอนกลาง ปีการเพาะปลูก 2552/53

(หน่วย: ร้อยละ)

หมู่บ้าน	สัดส่วนของครัวเรือนที่มีการจ้างแรงงาน	ชาติพันธุ์ของแรงงานรับจ้าง (% ของครัวเรือนที่มีการจ้างแรงงาน)			
		ไทย	ม้ง	ไทยใหญ่	อื่นๆ
ลุ่มน้ำตอนบน	93.5	2.9	35.9	43.2	18.8
บวกจั่น	85.7	4.8	33.3	33.3	19.0
แม่สาใหม่	100.0	7.7	73.1	26.9	23.0
แม่สาน้อย	100.0	5.9	58.8	5.9	35.3
หนองหอยเก่า	88.2	0.0	11.8	76.5	0.0
หนองหอยใหม่	100.0	0.0	13.6	90.9	0.0
ปางสูง-บวกเตี้ย	100.0	0.0	42.9	19.0	42.9
ผานกกก	84.2	5.3	47.4	5.3	31.6
ลุ่มน้ำตอนกลาง	90.9	39.6	1.2	31.9	23.4
กองแหะ	90.5	61.9	0.0	9.5	19.1
ม่วงคำ	94.3	34.3	0.0	37.1	25.8
ปงไคร้	94.1	47.1	0.0	23.5	29.4
โป่งแยงใน	87.5	40.0	2.5	17.5	32.5
โป่งแยงนอก	89.7	28.2	2.6	53.8	15.4
รวมทุกหมู่บ้าน	92.2	20.8	19.0	37.7	21.1

ที่มา: จากการคำนวณ

4. ผลผลิตและการขายผลผลิตของครัวเรือนเกษตรกรในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา

การสำรวจปริมาณผลผลิตของเกษตรกรในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบนและตอนกลาง พบว่า พืชที่มีผลผลิตเฉลี่ยสูงสุดในปีการเพาะปลูก 2552/53 คือ ยอปีร่า มีผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่เท่ากับ 22,799.31 กิโลกรัม ลดลงจากปีการเพาะปลูก 2548/49 ที่มีผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่เท่ากับ 28,315.07 กิโลกรัม ในพื้นที่ลุ่มน้ำตอนกลางไม่พบการปลูกยอปีร่าในปีการเพาะปลูก 2548/49 แต่มีการปลูกในปีการเพาะปลูก 2552/53 โดยมีผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่เท่ากับ 40,480 กิโลกรัม ซึ่งสูงกว่าในพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบนที่มีผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่เท่ากับ 21,489.63 กิโลกรัม สำหรับพืชที่มีปริมาณผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่มากเป็นอันดับสอง คือ กุหลาบมีผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ในปีการเพาะปลูก 2552/53 เท่ากับ 18,775.72 ดอก ลดลงจากปีการเพาะปลูก 2548/49 ที่มีผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่เท่ากับ 25,660.04 ดอก ซึ่งในพื้นที่ลุ่มน้ำตอนกลางไม่พบการปลูกกุหลาบในปีการเพาะปลูก 2548/49 แต่มีการปลูกในปีการเพาะปลูก 2552/53 โดยมีผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่เท่ากับ 9,368.46 ดอก ซึ่งต่ำกว่าในพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบนที่มีผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่เท่ากับ 20,649.96 ดอก ในส่วนของพืชที่มีปริมาณผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่มากเป็นอันดับสาม คือ ขิง มีผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่เท่ากับ 7,517.24 กิโลกรัม ในปีการเพาะปลูก 2552/53 เพิ่มขึ้นจากปีการเพาะปลูก 2548/49 ที่มีผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่เท่ากับ 714.29 กิโลกรัม รายละเอียดผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ (ตารางที่ 16)

ตารางที่ 16 ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ จำแนกตามรายพืช ในลุ่มน้ำแม่สาตอนบนและตอนกลาง ปีการ
เพาะปลูก 2548/49 และปีการเพาะปลูก 2552/53

(หน่วย: กิโลกรัม/ไร่)

พืช	ลุ่มน้ำตอนบน		ลุ่มน้ำตอนกลาง		รวมทุกหมู่บ้าน	
	2548/49	2552/53	2548/49	2552/53	2548/49	2552/53
เขยปีร่า	28,315.07	21,489.63	-	40,480.00	28,315.07	22,799.31
กุหลาบ	25,660.04	20,649.96	-	9,368.46	25,660.04	18,775.72
พริกหวาน	4,453.42	7,266.19	3,971.15	7,323.51	3,981.05	7,309.24
มะเขือเทศ	4,352.47	7,799.22	1,866.67	13,101.55	4,304.97	8,645.52
กะหล่ำปลี	4,012.68	5,883.60	824.72	1,095.55	3,859.79	5,556.12
ส้มเขียวหวาน/ส้มสายน้ำผึ้ง	3,504.04	-	3,221.62	3,920.29	3,308.14	3,920.29
ผักกาดขาว/ผักกวางตุ้ง	1,959.18	4,973.54	500.00	2,854.36	2,957.55	4,799.19
มันฝรั่ง	1,751.28	2,408.18	-	-	1,570.11	2,408.18
ชาโยเต้	1,657.13	2,702.80	1,509.96	2,340.25	1,566.42	2,562.10
แครอท	1,620.34	1,941.69	-	-	1,620.34	1,941.69
เบญจมาศ	1,529.41	2,547.54	750.00	-	1,280.00	2,547.54
มันแกว/เผือก	1,333.33	500.00	1,222.05	1,551.56	1,231.65	1,489.71
ข้าวนาดำ	1,300.00	2,188.11	-	533.22	1,300.00	1,795.71
เบบี๋แครอท	1,294.44	-	-	-	1,294.44	-
ผักสลัด (รวมทุกชนิด)	1,228.43	2,655.89	727.27	773.86	1,178.08	2,440.66
กะหล่ำปม	1,184.00	-	755.56	-	1,070.59	-
หอมหัวใหญ่	1,075.00	3,353.33	1,903.79	1,816.44	1,869.53	1,843.51
จิง	714.29	7,517.24	-	-	714.29	7,517.24
บล๊อคโคลี่	688.24	5,032.26	-	-	688.24	4,875.00
ลีนจี่	448.17	438.82	10.71	167.50	421.59	434.64
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	417.65	405.93	-	754.29	417.65	412.31
คะน้าฮ่องกง	335.17	389.47	384.30	846.73	363.30	716.77
ถั่วฝักยาว/ถั่วแขก	300.00	-	791.42	-	771.38	-
ปวยเล้ง	299.44	2,176.44	-	-	299.44	2,176.44
ข้าวโพดหวาน	192.26	706.58	1,200.00	-	195.50	706.58
ลูกพลับ	127.27	990.48	-	-	127.27	990.48
อื่นๆ	142.51	1,055.65	1,649.45	1,306.07	872.94	1,114.96

หมายเหตุ: อื่นๆ เช่น แดงกวาญี่ปุ่น กะหล่ำปลีหัวแหลม กาแฟ สตอเบอร์รี่ ชา มะม่วง กัลย เป็นต้น
ที่มา: จากการคำนวณ

การสำรวจมูลค่าผลผลิตพืชเฉลี่ยต่อไร่ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบนและตอนกลาง พบว่า พืชที่มีมูลค่าผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่สูงสุด คือ พริกหวาน การปลูกพริกหวาน ซึ่งในปีการเพาะปลูก 2552/53 มีมูลค่าผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่เท่ากับ 179,635.61 บาท เพิ่มสูงขึ้นจากปีการเพาะปลูก 2548/49 ที่มีมูลค่าผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่เท่ากับ 114,678.23 บาท โดยพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบนมีมูลค่าผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่เท่ากับ 186,708.07 บาทในปีการเพาะปลูก 2548/49 และเพิ่มขึ้นเป็น 217,413.57 บาทต่อไร่ในปีการเพาะปลูก 2552/53 ส่วนในพื้นที่ลุ่มน้ำตอนกลางมีมูลค่าผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่เพิ่มขึ้นจาก 113,168.67 บาทในปีการเพาะปลูก 2548/49 เป็น 167,110.68 บาทในปีการเพาะปลูก 2552/53 สำหรับพืชที่มีมูลค่าผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่สูงเป็นอันดับสอง คือ มะเขือเทศ ซึ่งในปีการเพาะปลูก 2552/53 มีมูลค่าผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่เท่ากับ 169,373.03 บาท เพิ่มสูงขึ้นจากปีการเพาะปลูก 2548/49 ที่มีมูลค่าผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่เท่ากับ 26,061.76 บาท โดยพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบนมีมูลค่าผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่เท่ากับ 25,920.10 บาทในปีการเพาะปลูก 2548/49 เพิ่มขึ้นเป็น 151,851.16 บาทในปีการเพาะปลูก 2552/53 ส่วนในลุ่มน้ำตอนกลางมีมูลค่าผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่เท่ากับ 33,333.33 บาทในปีการเพาะปลูก 2548/49 เพิ่มขึ้นเป็น 261,631.02 บาทในปีการเพาะปลูก 2552/53 ในส่วนของพืชที่มีมูลค่าผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่สูงเป็นอันดับสาม คือ กุหลาบ โดยในปีการเพาะปลูก 2552/53 มีมูลค่าผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่เท่ากับ 93,017.64 บาท เพิ่มขึ้นจากปีการเพาะปลูก 2548/49 ที่มีมูลค่าผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่เท่ากับ 91,033.80 บาท ในพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบนมีมูลค่าผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่เท่ากับ 91,033.80 บาทในปีการเพาะปลูก 2548/49 และเพิ่มขึ้นเป็น 101,289.35 บาทในปีการเพาะปลูก 2552/53 ส่วนในลุ่มน้ำตอนกลางไม่มีการปลูกกุหลาบในปีการเพาะปลูก 2548/49 แต่มีการเพาะปลูกในปีการเพาะปลูก 2552/53 ซึ่งมีมูลค่าผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่เท่ากับ 51,500 บาท รายละเอียดมูลค่าผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ จำแนกตามรายพืช ในลุ่มน้ำแม่สาตอนบนและตอนกลางแสดงได้ดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 มูลค่าผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ จำแนกตามรายพืช ในลุ่มน้ำแม่สาตอนบนและตอนกลาง ปี
การเพาะปลูก 2548/49 และปีการเพาะปลูก 2552/53

(หน่วย: บาท/ไร่)

พืช	ลุ่มน้ำตอนบน		ลุ่มน้ำตอนกลาง		รวมทุกหมู่บ้าน	
	2548/49	2552/53	2548/49	2552/53	2548/49	2552/53
พริกหวาน	186,708.07	217,413.57	113,168.67	167,110.68	114,678.23	179,635.61
กุหลาบ	91,033.80	101,289.35	-	51,500.00	91,033.80	93,017.64
เขือบิร่า	43,178.08	45,329.26	-	-	43,178.08	45,329.26
หอมหัวใหญ่	34,125.00	58,500.00	56,663.52	38,693.25	55,731.75	39,042.14
มะเขือเทศ	25,920.10	151,851.16	33,333.33	261,631.02	26,061.76	169,373.03
ส้มเขียวหวาน/ส้มสายน้ำผึ้ง	23,072.78	-	32,280.95	41,062.97	29,459.95	41,062.97
เบบีแครอท	22,333.33	-	-	-	22,333.33	-
มันฝรั่ง	19,794.87	22,415.75	-	-	17,747.13	22,415.75
บล็อคโคลี่	15,764.71	22,580.65	-	300,000.00	15,764.71	31,250.00
ผักสลัด (รวมทุกชนิด)	14,253.81	24,408.47	3,818.18	7,588.84	13,205.48	22,469.48
แครอท	14,149.15	15,416.07	-	-	14,149.15	15,416.07
มันแกว/เผือก	13,333.33	20,925.00	6,286.61	1,803.33	6,894.96	6,007.65
เบญจมาศ	12,000.00	71,288.14	6,000.00	45,000.00	10,080.00	70,426.23
ผักกาดขาว/ผักกวางตุ้ง	11,914.68	19,798.43	2,409.09	23,221.89	11,813.80	20,080.09
กะหล่ำปลี	9,669.91	21,594.20	2,573.03	7,793.66	9,329.56	20,650.29
ข้าวนาดำ	7,200.00	7,648.89	-	7,038.14	7,200.00	7,648.89
ชาโยเต้	7,120.00	25,643.32	14,598.09	28,564.86	11,729.26	26,777.15
คะน้าฮ่องกง	6,737.93	8,456.84	5,514.95	11,028.67	6,037.67	10,297.71
จิง	4,285.71	24,331.03	-	-	4,285.71	24,331.03
กะหล่ำปม	3,616.00	-	2,222.22	-	3,247.06	-
ลีนจี่	3,129.51	4,224.80	52.22	2,384.44	2,942.52	4,192.95
ถั่วฝักยาว/ถั่วแขก	2,466.67	-	6,074.73	-	5,927.56	-
ลูกพลับ	2,363.64	13,547.62	-	-	2,363.64	13,547.62
ปวยเล้ง	1,788.08	35,090.91	-	-	1,788.08	35,090.91
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	1,570.42	2,074.92	-	10,022.86	1,570.42	12,566.34
ข้าวโพดหวาน	1,074.84	5,761.64	10,000.00	-	1,103.54	5,761.64
อื่นๆ	2,808.03	14,582.73	21,535.60	33,402.33	11,877.43	21,196.34

หมายเหตุ: อื่นๆ เช่น แดงกวาญี่ปุ่น กะหล่ำปลีหัวแหลม กาแฟ สตอเบอร์รี่ ชา มะม่วง กัลย เป็นต้น
ที่มา: จากการคำนวณ

6. ลักษณะทั่วไปทางเศรษฐกิจของครัวเรือนเกษตรกรในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา

จากการพิจารณารายได้ของครัวเรือนเกษตรกรในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบนและตอนกลาง พบว่า ครัวเรือนเกษตรกรมีรายได้เฉลี่ยต่อปีเท่ากับ 241,354.20 บาท โดยมีรายได้จากภายในฟาร์มเท่ากับ 172,285.46 บาท และรายได้จากภายนอกฟาร์มเท่ากับ 69,068.75 บาท โดยทุกหมู่บ้านในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาทั้งตอนบนและตอนกลางมีรายได้จากการทำฟาร์มเป็นหลัก ซึ่งเห็นได้จากครัวเรือนเกษตรกรมีรายได้ภายในฟาร์มสูงกว่ารายได้จากนอกฟาร์ม เมื่อแยกพิจารณาในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน พบว่า ครัวเรือนเกษตรกรมีรายได้เฉลี่ยต่อปีเท่ากับ 281,916.25 บาท โดยมีรายได้จากภายในฟาร์มเท่ากับ 212,683.66 บาท และรายได้จากภายนอกฟาร์มเท่ากับ 69,232.59 บาท และเมื่อพิจารณาในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลาง พบว่า ครัวเรือนเกษตรกรมีรายได้เฉลี่ยต่อปีเท่ากับ 202,687.11 บาท โดยมีรายได้จากภายในฟาร์มเท่ากับ 133,772.50 บาท และรายได้จากภายนอกฟาร์มเท่ากับ 68,914.61 บาท (ตารางที่ 18)

ข้อมูลการสำรวจเกี่ยวกับแหล่งที่มาของรายได้ภายนอกฟาร์มของครัวเรือนเกษตรกร พบว่าในปีการเพาะปลูก 2548/49 เกษตรกรในลุ่มน้ำตอนบนที่ทำกิจกรรมนอกฟาร์มส่วนใหญ่จะทำกิจกรรมเกี่ยวกับค้าขายและการรับจ้างในภาคเกษตร ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 16.78 และร้อยละ 25.87 ตามลำดับ โดยเฉพาะหมู่บ้านหนองหอยใหม่มีร้อยละของจำนวนครัวเรือนที่ทำกิจกรรมค้าขายมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 30.43 และหมู่บ้านปางสูง-บวกเต๋มีร้อยละของจำนวนครัวเรือนที่ทำกิจกรรมรับจ้างในภาคเกษตรมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 57.14 สำหรับเกษตรกรในลุ่มน้ำตอนกลางที่ทำกิจกรรมนอกฟาร์มส่วนใหญ่จะทำกิจกรรมเกี่ยวกับการรับจ้างภายในภาคเกษตรและการรับจ้างนอกภาคเกษตร คิดเป็นร้อยละ 16.40 และร้อยละ 16.80 ตามลำดับ โดยเฉพาะหมู่บ้านม่วงคำมีร้อยละของจำนวนครัวเรือนที่ทำกิจกรรมรับจ้างในภาคเกษตรมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 44.44 และหมู่บ้านปงไคร้มีร้อยละของจำนวนครัวเรือนที่ทำกิจกรรมรับจ้างนอกภาคเกษตรมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 33.33 สำหรับปีการเพาะปลูก 2552/53 พบว่าเกษตรกรในลุ่มน้ำตอนบนที่ทำกิจกรรมนอกฟาร์มส่วนใหญ่จะทำกิจกรรมเกี่ยวกับค้าขายและการรับจ้างนอกภาคเกษตร ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 28 และร้อยละ 29 ตามลำดับ โดยเฉพาะหมู่บ้านแม่สาใหม่มีร้อยละของจำนวนครัวเรือนที่ทำกิจกรรมค้าขายมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 54.17 และหมู่บ้านหนองหอยใหม่มีร้อยละของจำนวนครัวเรือนที่ทำกิจกรรมรับจ้างนอกภาคเกษตรมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 63.64 สำหรับเกษตรกรในลุ่มน้ำตอนกลางที่ทำกิจกรรมนอกฟาร์มส่วนใหญ่จะทำกิจกรรมเกี่ยวกับค้าขายและการรับจ้างนอกภาคเกษตร คิดเป็นร้อยละ 14.04 และร้อยละ 49.44 ตามลำดับ โดยเฉพาะหมู่บ้านกองแหะมีร้อยละของจำนวนครัวเรือนที่ทำกิจกรรมค้าขายมากที่สุด คิด

เป็นร้อยละ 23.53 และหมู่บ้านปงไคร้มีร้อยละของจำนวนครัวเรือนที่ทำกิจกรรมรับจ้างนอกภาคเกษตรมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 62.5 (ตารางที่ 19)

ตารางที่ 18 รายได้ภายในและภายนอกฟาร์มของครัวเรือนเกษตรกร ในลุ่มน้ำแม่สาตอนบนและตอนกลาง ปีการเพาะปลูก 2552/53

(หน่วย: บาท/ครัวเรือน/ปี)

หมู่บ้าน	รายได้เหนือต้นทุนเงินสด	รายได้นอกฟาร์ม	รายได้สุทธิของครัวเรือน
ลุ่มน้ำตอนบน	212,683.66	69,232.59	281,916.25
บวักจั่น	154,116.58	47,833.33	201,949.91
แม่สาใหม่	193,282.41	137,163.46	330,445.87
แม่สาน้อย	118,068.93	100,115.29	218,184.22
หนองหอยเก่า	241,694.50	79,588.24	321,282.74
หนองหอยใหม่	376,471.14	22,727.27	399,198.41
ปางสูง-บวักเตี้ย	242,923.28	36,245.24	279,168.52
ผานกกก	135,380.04	53,336.84	188,716.88
ลุ่มน้ำตอนกลาง	133,772.50	68,914.61	202,687.11
กองแหะ	112,207.02	59,923.81	172,130.83
ม่วงคำ	224,584.89	59,465.14	284,050.03
ปงไคร้	73,182.56	51,402.35	124,584.91
โป่งแยงใน	119,216.95	66,571.79	185,788.74
โป่งแยงนอก	102,118.98	92,133.33	194,252.32
รวมทุกหมู่บ้าน	172,285.46	69,068.75	241,354.20

ที่มา: จากการคำนวณ

ตารางที่ 19 แหล่งที่มาของรายได้ภายนอกฟาร์มของครัวเรือนเกษตรกร ในลุ่มน้ำแม่สาตอนบนและตอนกลาง ปีการเพาะปลูก 2548/49 และปีการเพาะปลูก 2552/53

(หน่วย: ไร่ยละ)

หมู่บ้าน	ปีการเพาะปลูก 2548/49				ปีการเพาะปลูก 2552/53			
	ค้าขาย ¹	รับจ้างใน ภาคเกษตร	รับจ้างนอก ภาคเกษตร ²	อื่นๆ ³	ค้าขาย	รับจ้างใน ภาคเกษตร	รับจ้างนอก ภาคเกษตร	อื่นๆ
ลุ่มน้ำตอนบน	16.78	25.87	10.49	46.85	28.00	16.00	29.00	27.00
บวกจั่น	6.90	34.48	13.79	44.83	37.50	0.00	37.50	25.00
แม่สาใหม่	23.08	26.92	11.54	38.46	54.17	8.33	12.50	25.00
แม่สาน้อย	10.53	26.32	0.00	63.16	20.00	35.00	35.00	10.00
หนองหอยเก่า	9.09	18.18	27.27	45.45	23.81	9.52	19.05	47.62
หนองหอยใหม่	30.43	17.39	4.35	47.83	9.09	27.27	63.64	0.00
ปางลุง-บวกเตี้ย	7.14	57.14	7.14	28.57	12.50	12.50	37.50	37.50
ผานกกก	23.81	4.76	14.29	57.14	12.50	12.50	25.00	50.00
ลุ่มน้ำตอนกลาง	7.60	16.40	16.80	59.20	14.04	12.92	49.44	23.60
กองแหะ	2.56	15.38	12.82	69.23	23.53	17.65	47.06	11.76
ม่วงคำ	5.56	44.44	11.11	38.89	6.25	15.63	59.38	18.75
ปงไครี	6.67	0.00	33.33	60.00	0.00	12.50	62.50	25.00
โป่งแยงใน	7.06	15.29	23.53	54.12	19.57	8.70	39.13	32.61
โป่งแยงนอก	12.00	8.00	10.67	69.33	12.00	12.00	50.00	26.00
รวมทุกหมู่บ้าน	10.94	19.85	14.50	54.71	19.06	14.03	42.09	24.82

หมายเหตุ: ¹ มีร้านขายของ, ขายของที่ระลึกแก่นักท่องเที่ยวในหมู่บ้าน, ขายของที่ไนท์บาร์ซาร์

² ก่อสร้าง, ขนส่งสินค้า, ช่างซ่อม, ออกไปรับจ้างนอกภาคเกษตร เป็นต้น

³ ข้าราชการ, พนักงานบริษัท, มีธุรกิจของตนเอง, ลูกหลานส่งเงินมาให้, ให้เช่าที่ดิน เป็นต้น

ที่มา: จากการคำนวณ

บทที่ 5

ผลการศึกษา

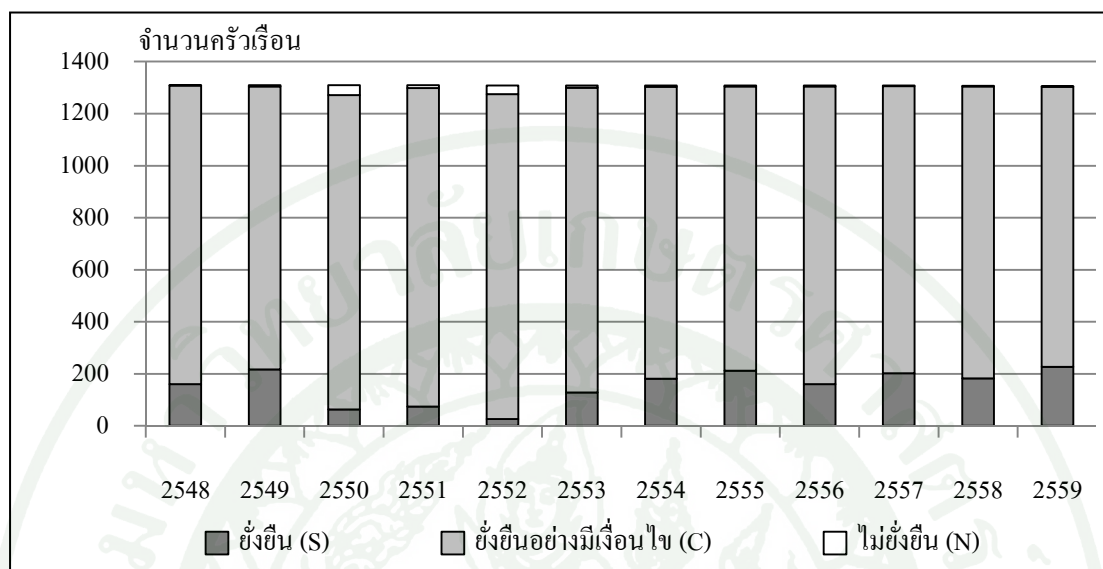
สำหรับในบทนี้จะอธิบายถึงผลการวิเคราะห์ความยั่งยืนของระบบการทำฟาร์มของเกษตรกรในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา จากการวิเคราะห์ผ่านแบบจำลอง MP-MAS โดยการอธิบายจะนำเสนอผลการวิเคราะห์การศึกษาเกี่ยวกับสถานการณ์ความยั่งยืนของระบบการทำฟาร์มในพื้นที่ศึกษาในแต่ละประเด็นตัวชี้วัดทั้งในระดับครัวเรือนเกษตรกรและระดับลุ่มน้ำ รวมถึงการวิเคราะห์ผลกระทบสถานภาพความยั่งยืนของพื้นที่ศึกษาภายใต้สถานการณ์จำลองที่อาจจะเกิดขึ้น เพื่อพัฒนาระดับสถานภาพความยั่งยืนของระบบการทำฟาร์มในพื้นที่ศึกษา โดยการอธิบายจะนำเสนอรายละเอียดของแต่ละสถานการณ์จำลองที่กำหนดขึ้นจากนั้นจะเป็นการอธิบายผลกระทบของแต่ละสถานการณ์ที่มีต่อระดับความยั่งยืนของพื้นที่ศึกษา โดยมีรายละเอียดดังนี้

ผลการวิเคราะห์สถานการณ์ความยั่งยืนของระบบการทำฟาร์มในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา

1. ความยั่งยืนของระบบการทำฟาร์มในระดับครัวเรือนเกษตรกร

ผลการวิเคราะห์สถานการณ์ความยั่งยืนของระบบการทำฟาร์มผ่านแบบจำลอง MP-MAS ในระดับครัวเรือนเกษตรกรในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง ใน 13 หมู่บ้าน ประกอบด้วยจำนวนครัวเรือนเกษตรกรทั้งหมด 1,309 ครัวเรือน พบว่า ในภาพรวมของแต่ละหมู่บ้าน เมื่อพิจารณาผลการทำกิจกรรมฟาร์มของครัวเรือนเกษตรกรระหว่างปี 2548-2559 ในทุกประเด็นตัวชี้วัด จำนวนครัวเรือนในแต่ละหมู่บ้านมีการเปลี่ยนแปลงสถานะในระหว่างสถานะยั่งยืน (Sustained: S) ยั่งยืนอย่างมีเงื่อนไข (Conditional sustained: C) และไม่ยั่งยืน (Non-sustained: N) แตกต่างกันไปในแต่ละปี โดยในช่วง 6 ปีแรก ระหว่างปี 2548-2553 พบว่า การเปลี่ยนแปลงจะเป็นไปในทิศทางที่ครัวเรือนมีสถานะความยั่งยืนลดลง ซึ่งสามารถแสดงจากการที่มีจำนวนครัวเรือนในระดับยั่งยืน (S) ลดลง ขณะที่จำนวนครัวเรือนในระดับยั่งยืนอย่างมีเงื่อนไข (C) และในระดับไม่ยั่งยืน (N) มีจำนวนเพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตามในช่วง 6 ปีหลัง ระหว่างปี 2554-2559 การเปลี่ยนแปลงจะเป็นไปในทิศทางที่ดีขึ้นโดยสังเกตจากจำนวนครัวเรือนในระดับยั่งยืน (S) เพิ่มขึ้น ขณะที่จำนวนครัวเรือนในระดับยั่งยืนอย่างมีเงื่อนไข (C) และในระดับไม่ยั่งยืน (N) มีจำนวนลดลง (ภาพที่ 6) จาก

การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวนี้แสดงให้เห็นถึงทิศทางของความยั่งยืนของระบบการทำฟาร์มของเกษตรกรในระดับครัวเรือนเมื่อพิจารณาทุกตัวชี้วัดพร้อมกันมีสถานะความยั่งยืนที่เพิ่มขึ้น



ภาพที่ 6 จำนวนครัวเรือนเกษตรกรในแต่ละสถานะความยั่งยืนเมื่อพิจารณาทุกตัวชี้วัดในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา ปี 2548-2559 ภายใต้สถานการณ์พื้นฐาน

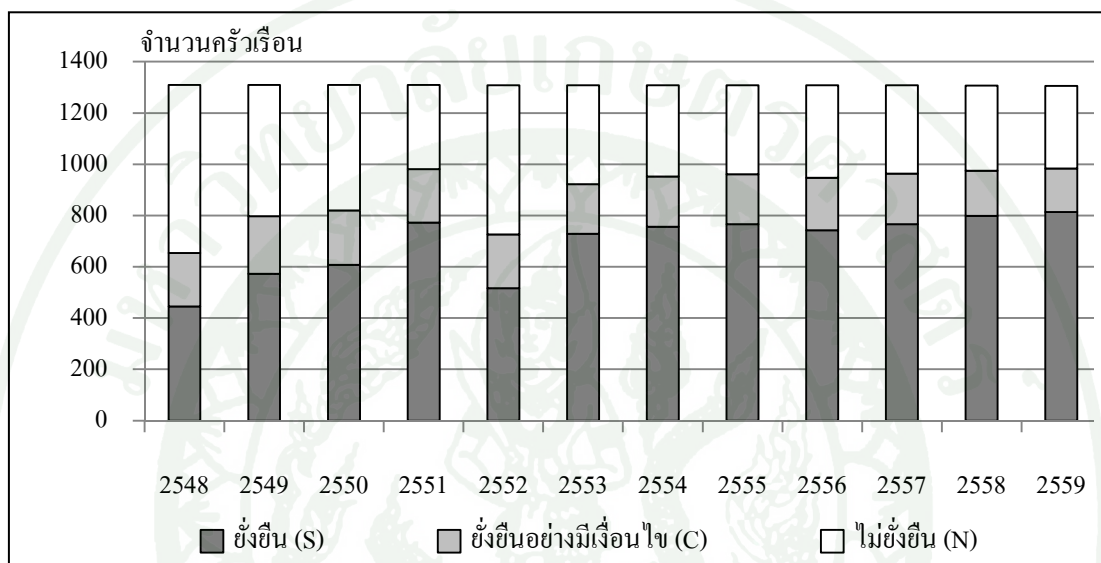
ที่มา: จากการ simulation

เมื่อพิจารณาแต่ละตัวชี้วัดการเปลี่ยนแปลงของจำนวนครัวเรือนในระดับความยั่งยืนจะมีการเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างกันไปในแต่ละด้าน โดยรายละเอียดเป็นดังนี้

1.1 ตัวชี้วัดทางด้านเศรษฐกิจ

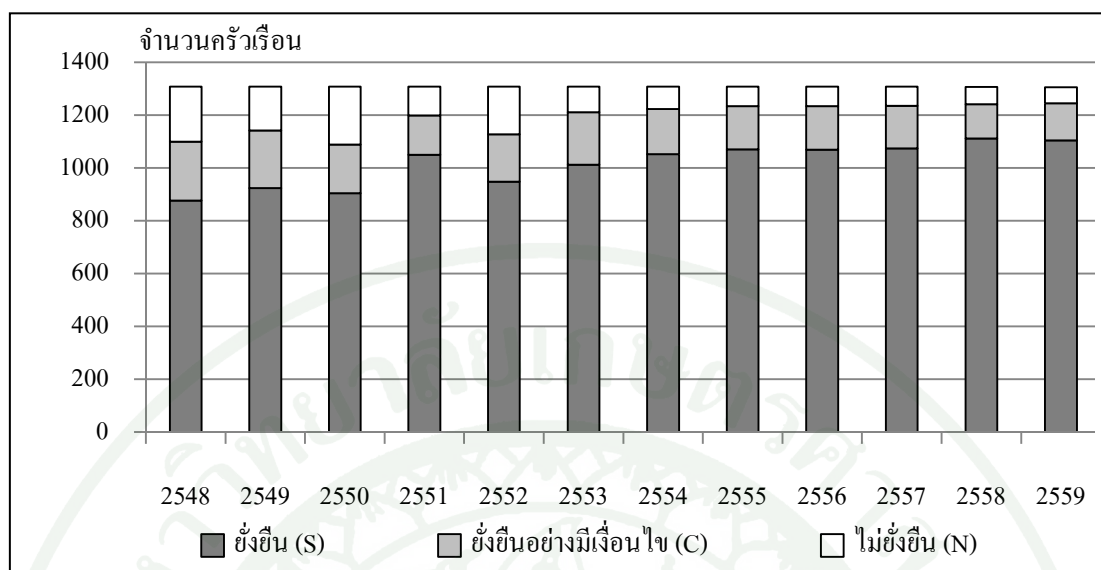
เมื่อพิจารณาตัวชี้วัดด้านเศรษฐกิจในตัวชี้วัดด้านรายได้ครัวเรือน พบว่า ระดับความยั่งยืนในประเด็นของรายได้ครัวเรือนในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาในระหว่างปี 2548-2559 มีแนวโน้มที่ยั่งยืนเพิ่มขึ้นโดยพิจารณาแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงจำนวนครัวเรือนในสถานะความยั่งยืนที่ยั่งยืน (S) เพิ่มขึ้น ขณะที่จำนวนครัวเรือนในระดับยั่งยืนอย่างมีเงื่อนไข (C) และในระดับที่ไม่ยั่งยืน (N) ลดลง (ภาพที่ 7) ซึ่งแสดงถึงแนวโน้มที่ยั่งยืนในประเด็นรายได้ครัวเรือน สำหรับตัวชี้วัดรายได้ฟาร์มสุทธิ พบว่า แนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงจำนวนครัวเรือนในสถานะความยั่งยืนต่างๆ เป็นไปในทิศทางเดียวกับตัวชี้วัดด้านเศรษฐกิจ โดยแนวโน้มในพื้นที่ศึกษามีความยั่งยืนด้านรายได้ฟาร์มสุทธิที่ดีขึ้น ซึ่งสามารถสังเกตได้จากการเพิ่มขึ้นของจำนวนครัวเรือนในระดับที่ยั่งยืน (S) ขณะที่จำนวนครัวเรือนในระดับยั่งยืนอย่างมีเงื่อนไข (C) และในระดับไม่ยั่งยืน (N) มีจำนวนลดลง

(ภาพที่ 8) นอกจากนี้เมื่อพิจารณาตัวชี้วัดการออมของครัวเรือนจะพบว่ามีแนวโน้มของระดับความยั่งยืนที่ดีขึ้นเช่นเดียวกันกับตัวชี้วัดรายได้ครัวเรือนและตัวชี้วัดรายได้ฟาร์มสุทธิ โดยสังเกตได้ในระหว่างปี 2548-2559 จำนวนครัวเรือนในระดับที่ยั่งยืน (S) มีจำนวนที่เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงสถานะด้านความยั่งยืนจากระดับที่ยั่งยืนอย่างมีเงื่อนไข (C) และระดับไม่ยั่งยืน (N) มาเป็นระดับที่ยั่งยืนขึ้น (ภาพที่ 9)



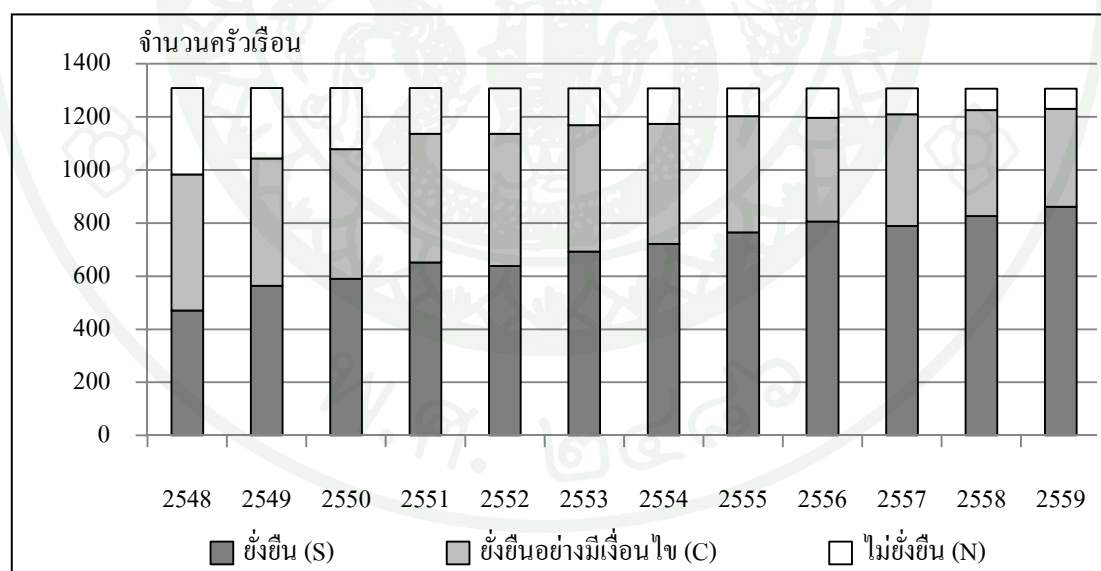
ภาพที่ 7 จำนวนครัวเรือนเกษตรกรในแต่ละสถานะความยั่งยืนเมื่อพิจารณาตัวชี้วัดรายได้ครัวเรือนในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา ปี 2548-2559 ภายใต้สถานการณ์พื้นฐาน

ที่มา: จากการ simulation



ภาพที่ 8 จำนวนคร้วเรือนเกษตรกรในแต่ละสถานะความยั่งยืนเมื่อพิจารณาตัวชี้วัดรายได้ฟาร์ม
สุทธิในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา ปี 25548-2559 ภายใต้สถานการณ์พื้นฐาน

ที่มา: จากการ simulation

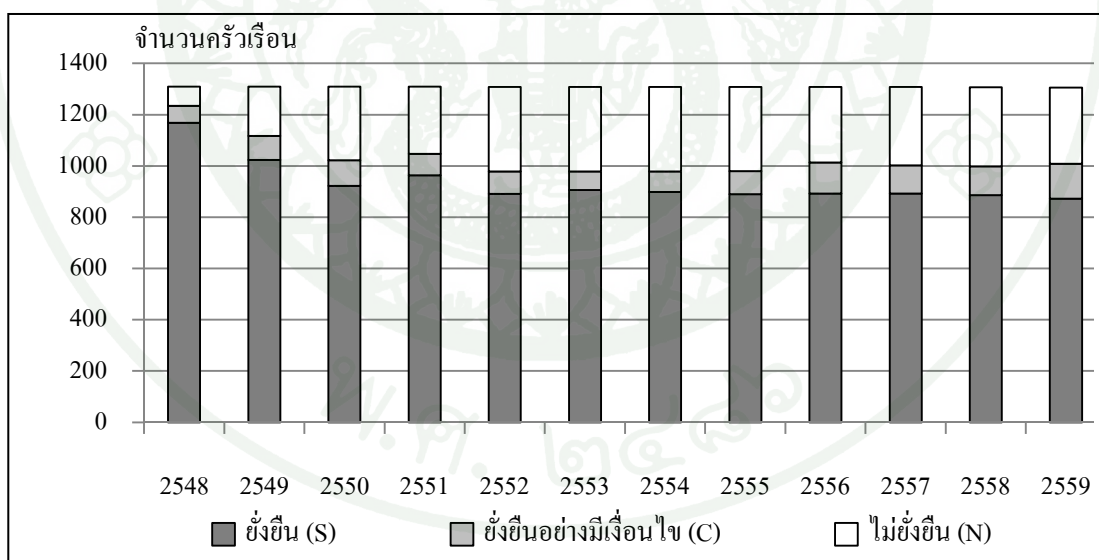


ภาพที่ 9 จำนวนคร้วเรือนเกษตรกรในแต่ละสถานะความยั่งยืนเมื่อพิจารณาตัวชี้วัดการออมของ
คร้วเรือนในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา ปี 25548-2559 ภายใต้สถานการณ์พื้นฐาน

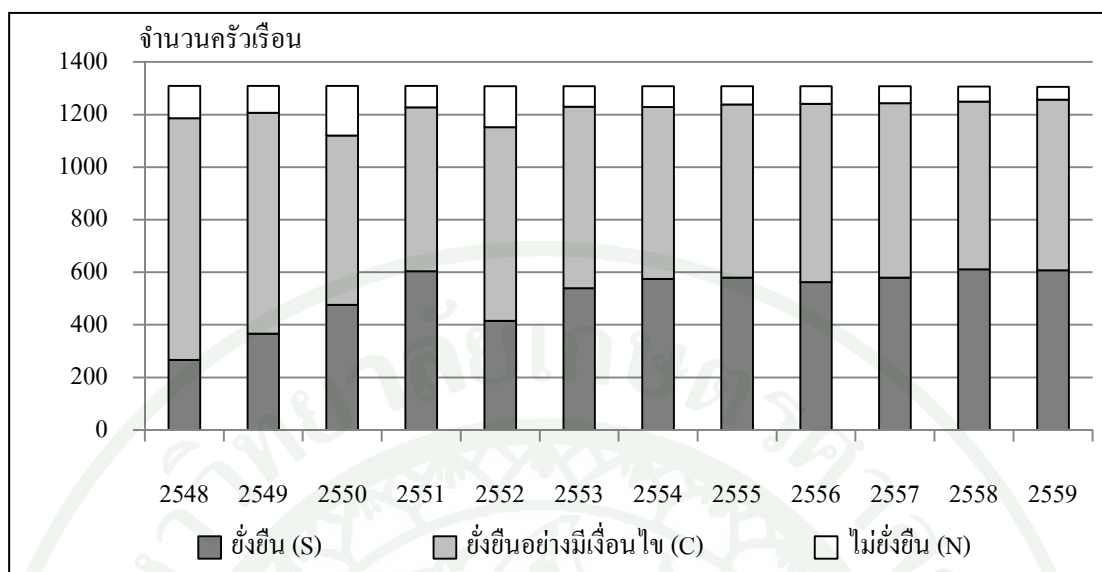
ที่มา: จากการ simulation

1.2 ตัวชี้วัดทางด้านสังคม

เมื่อพิจารณาตัวชี้วัดด้านสังคมสำหรับตัวชี้วัดด้านการจ้างแรงงานซึ่งเป็นตัวชี้วัดที่แสดงถึงแนวโน้มของการพึ่งพิงหรือต้องการใช้แรงงานจากภายนอกครัวเรือนที่อาจจะนำมาซึ่งภาวะการขาดแคลนแรงงานหรือเกิดการเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรจากการอพยพเคลื่อนย้ายของแรงงานในพื้นที่ โดยจากการวิเคราะห์พบว่าในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาจะมีแนวโน้มของจำนวนการจ้างแรงงานที่เพิ่มขึ้น โดยสังเกตจากระดับความยั่งยืนของพื้นที่ศึกษาในด้านการจ้างแรงงานมีแนวโน้มที่จะไม่ยั่งยืนเนื่องจากจำนวนครัวเรือนมีการเปลี่ยนแปลงสถานภาพจากระดับที่ยั่งยืน (S) ไปเป็นระดับที่ยั่งยืนอย่างมีเงื่อนไข (C) และระดับไม่ยั่งยืน (N) เพิ่มมากขึ้น (ภาพที่ 10) แต่อย่างไรก็ตามสำหรับตัวชี้วัดผลผลิตภาพการใช้แรงงานของครัวเรือนเกษตรกร พบว่าพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สามีแนวโน้มของระดับความยั่งยืนในด้านการใช้แรงงานที่มีภายในครัวเรือนในการทำกิจกรรมทำฟาร์มได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะพบว่าในระหว่างปี 2548-2559 แนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงจำนวนครัวเรือนในสถานะความยั่งยืนที่ระดับยั่งยืน (S) และในระดับยั่งยืนอย่างมีเงื่อนไข (C) เพิ่มขึ้น ขณะที่จำนวนครัวเรือนในระดับที่ไม่ยั่งยืน (N) ลดลง (ภาพที่ 11)



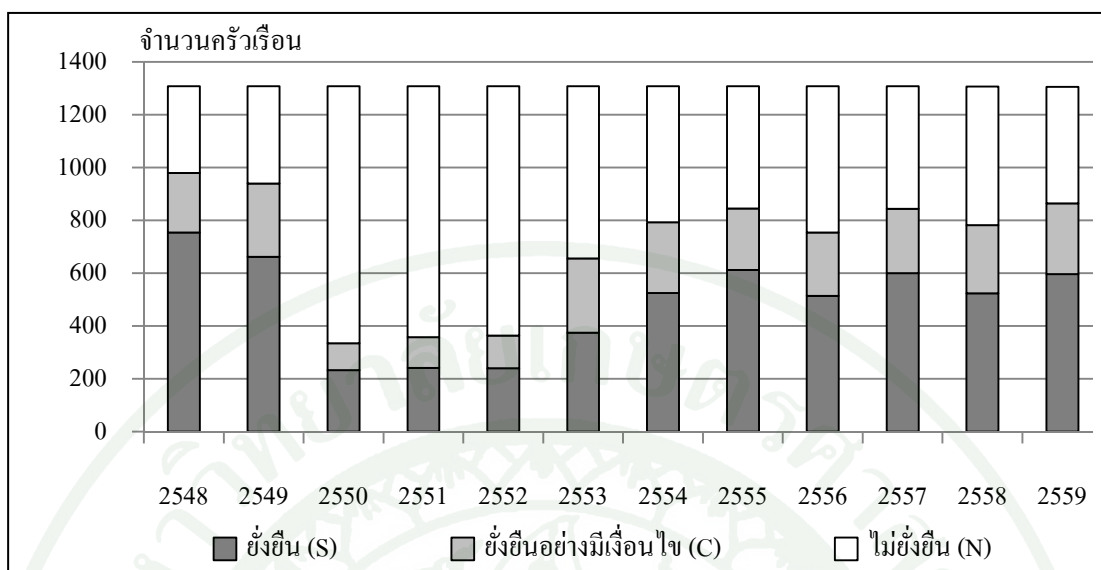
ภาพที่ 10 จำนวนครัวเรือนเกษตรกรในแต่ละสถานะความยั่งยืนเมื่อพิจารณาตัวชี้วัดการจ้างแรงงานของครัวเรือนเกษตรกรในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา ปี 25548-2559 ภายใต้สถานการณ์พื้นฐาน
ที่มา: จากการ simulation



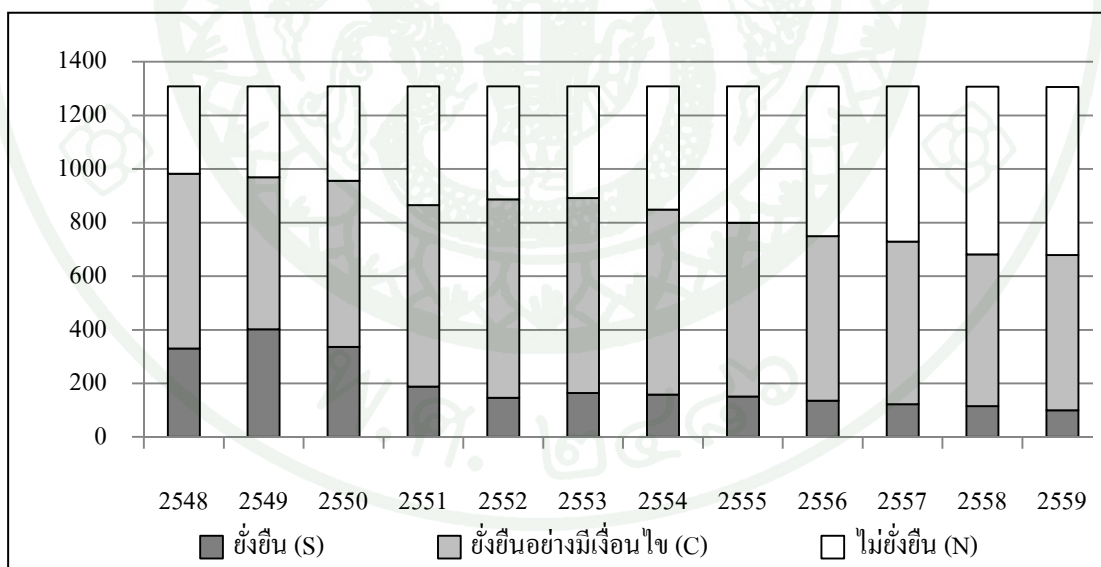
ภาพที่ 11 จำนวนครัวเรือนเกษตรกรในแต่ละสถานะความยั่งยืนเมื่อพิจารณาตัวชี้วัดผลผลิตภาพการใช้แรงงานของครัวเรือนเกษตรกรในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา ปี 25548-2559 ภายใต้สถานการณ์พื้นฐาน
ที่มา: จากการ simulation

1.3 ตัวชี้วัดทางด้านสิ่งแวดล้อม

เมื่อพิจารณาตัวชี้วัดความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมโดยตัวชี้วัดการชะล้างพังทลายของหน้าดินพบว่าพื้นที่ศึกษาลุ่มน้ำแม่สามีแนวโน้มที่ยั่งยืนโดยสังเกตจากจำนวนครัวเรือนที่อยู่ในระดับที่ยั่งยืน (S) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นขณะที่จำนวนครัวเรือนในระดับที่ยั่งยืนอย่างมีเงื่อนไข (C) และไม่ยั่งยืน (N) มีการเปลี่ยนแปลงลดลง (ภาพที่ 12) นอกจากนี้สำหรับตัวชี้วัดระดับความเป็นพิษของสารเคมีจากการใช้สารเคมีในการทำกิจกรรมการทำฟาร์มของครัวเรือนเกษตรกรพบว่าพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สามีสถานภาพความยั่งยืนในด้านระดับความเป็นพิษของการใช้สารเคมีที่ลดลง ซึ่งพิจารณาการเปลี่ยนแปลงสถานภาพของครัวเรือนจากระดับที่ยั่งยืน (S) ลดลงเป็นระดับที่ยั่งยืนอย่างมีเงื่อนไข (C) และไม่ยั่งยืน (N) ในจำนวนที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 13)



ภาพที่ 12 จำนวนครีวเรือนเกษตรกรในแต่ละสถานะความยั่งยืนเมื่อพิจารณาตัวชี้วัดการชะล้างพังทลายของหน้าดินในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา ปี 25548-2559 ภายใต้สถานการณ์พื้นฐาน
ที่มา: จากการ simulation



ภาพที่ 13 จำนวนครีวเรือนเกษตรกรในแต่ละสถานะความยั่งยืนเมื่อพิจารณาตัวชี้วัดระดับความเป็นพิษของสารเคมีในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา ปี 25548-2559
ที่มา: จากการ simulation

2. ความยั่งยืนของระบบการทำฟาร์มในระดับลุ่มน้ำ

การวิเคราะห์ความยั่งยืนของพื้นที่ศึกษาลุ่มน้ำแม่สาในระดับลุ่มน้ำ โดยสามารถแสดงระดับความยั่งยืนของลุ่มน้ำโดยดัชนีความยั่งยืน (Sustainability Index) เมื่อพิจารณาความยั่งยืนของแต่ละตัวชี้วัด และดัชนีศักยภาพแห่งความยั่งยืน (Performance Index) เมื่อพิจารณาทุกตัวชี้วัดพร้อมกัน ซึ่งการวิเคราะห์ดัชนีทั้งสองเป็นการวิเคราะห์ต่อเนื่องจากผลการวิเคราะห์ระดับความยั่งยืนในระดับครัวเรือนเกษตรกร โดยรายละเอียดของผลการวิเคราะห์เป็นดังนี้

2.1 ระดับความยั่งยืนเมื่อพิจารณาความยั่งยืนแต่ละตัวชี้วัด

เมื่อพิจารณาความยั่งยืนของแต่ละตัวชี้วัดผ่านดัชนีความยั่งยืน (Sustainability Index: SI) พบว่าสถานะความยั่งยืนของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาในแต่ละประเด็นตัวชี้วัดมีความแตกต่างกัน ซึ่งสามารถแสดงลักษณะความยั่งยืนจากความยั่งยืนน้อยที่สุดไปหาความยั่งยืนมากที่สุดจากปริมาณแนวโน้มการลดลงโดยเปรียบเทียบระหว่างดัชนีความยั่งยืน (SI) ได้แก่ ระดับความเป็นพิษของสารเคมี การจ้างแรงงาน การชะล้างพังทลายของหน้าดิน รายได้ฟาร์มสุทธิ ผลผลิตการใช้แรงงานของครัวเรือน รายได้ครัวเรือน และการออมของครัวเรือน ตามลำดับ (ตารางที่ 20)

เมื่อพิจารณาดัชนีความยั่งยืนของแต่ละตัวชี้วัดจะเห็นได้ว่าพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สามีแนวโน้มของความไม่ยั่งยืนในประเด็นระดับความเป็นพิษของสารเคมีมากที่สุด โดยมีแนวโน้มของดัชนีความยั่งยืน (SI) สำหรับตัวชี้วัดนี้ในระยะยาวลดลงและมีแนวโน้มการลดลงมากที่สุดเท่ากับ -1.47 หน่วยต่อปี (ตารางที่ 20) นอกจากนี้หากพิจารณาดัชนีความยั่งยืน (SI) ของแต่ละพื้นที่พบว่าพื้นที่ตอนล่างเป็นพื้นที่ที่มีแนวโน้มของความไม่ยั่งยืนด้านระดับความเป็นพิษของสารเคมีมากที่สุด เท่ากับ -2.49 หน่วยต่อปี รองลงมาคือพื้นที่ตอนบน และตอนกลาง มีแนวโน้มลดลงเท่ากับ -1.66 และ -1.06 หน่วยต่อปี ตามลำดับ (ตารางที่ 21)

สำหรับประเด็นของลุ่มน้ำแม่สาที่มีความไม่ยั่งยืนรองลงมาคือประเด็นด้านการจ้างแรงงานของครัวเรือน ซึ่งจากการวิเคราะห์พบว่าดัชนีความยั่งยืน (SI) สำหรับตัวชี้วัดนี้มีแนวโน้มลดลงในระยะยาว โดยมีแนวโน้มลดลงเท่ากับ -0.93 หน่วยต่อปี (ตารางที่ 20) นอกจากนี้หากพิจารณาดัชนีความยั่งยืน (SI) ของแต่ละพื้นที่พบว่าพื้นที่ตอนบนเป็นพื้นที่ที่มีแนวโน้มของความ

ไม่ยั่งยืนด้านการจ้างแรงงานมากที่สุดเท่ากับ -1.56 หน่วยต่อปี รองลงมาคือพื้นที่ตอนล่าง และตอนกลาง มีแนวโน้มลดลงเท่ากับ -1.23 และ -0.32 หน่วยต่อปี ตามลำดับ (ตารางที่ 21)

ประเด็นการชะล้างพังทลายของหน้าดินเป็นประเด็นในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาที่มีความไม่ยั่งยืนลำดับถัดมา ซึ่งจากการวิเคราะห์พบว่าดัชนีความยั่งยืน (SI) สำหรับตัวชี้วัดนี้มีแนวโน้มคงที่ และอาจจะลดลงในระยะยาว โดยมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเท่ากับ 0.60 หน่วยต่อปี (ตารางที่ 20) นอกจากนี้หากพิจารณาดัชนีความยั่งยืน (SI) ของแต่ละพื้นที่ พบว่าพื้นที่ตอนบนเป็นพื้นที่ที่มีแนวโน้มของความไม่ยั่งยืนด้านการชะล้างพังทลายของหน้าดินมากที่สุดเท่ากับ -0.36 หน่วยต่อปี รองลงมาคือพื้นที่ตอนกลาง และตอนล่าง มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเท่ากับ 0.81 และ 2.86 หน่วยต่อปี ตามลำดับ (ตารางที่ 21)

ประเด็นความไม่ยั่งยืนในลำดับถัดมาคือ ประเด็นรายได้ฟาร์มสุทธิ ซึ่งในประเด็นนี้อาจจะพิจารณาได้ว่าพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สามีความยั่งยืนในประเด็นดังกล่าวเนื่องจากมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของดัชนีความยั่งยืน (SI) เป็นบวก แต่อย่างไรก็ตามอาจจะยั่งยืนน้อยกว่าประเด็นอื่นที่เหลือ ซึ่งจากการวิเคราะห์พบว่าดัชนีความยั่งยืน (SI) สำหรับตัวชี้วัดนี้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในระยะยาว โดยมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเท่ากับ 1.07 หน่วยต่อปี (ตารางที่ 20) นอกจากนี้หากพิจารณาดัชนีความยั่งยืน (SI) ของแต่ละพื้นที่พบว่าพื้นที่ตอนกลางเป็นพื้นที่ที่มีแนวโน้มของความไม่ยั่งยืนด้านรายได้ฟาร์มสุทธิมากที่สุดเท่ากับ 0.51 หน่วยต่อปี รองลงมาคือพื้นที่ตอนบน และตอนล่าง มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเท่ากับ 1.46 และ 0.99 หน่วยต่อปี ตามลำดับ (ตารางที่ 21)

สำหรับประเด็นความยั่งยืนน้อยในลำดับถัดมาคือ ประเด็นผลผลิตภาพการใช้แรงงานของครัวเรือน ซึ่งในประเด็นนี้อาจพิจารณาได้ว่าลุ่มน้ำแม่สามีความยั่งยืนเนื่องจากมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของดัชนีความยั่งยืน (SI) เป็นบวก ซึ่งจากการวิเคราะห์พบว่าดัชนีความยั่งยืน (SI) สำหรับตัวชี้วัดนี้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในระยะยาว โดยมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเท่ากับ 1.10 หน่วยต่อปี (ตารางที่ 20) นอกจากนี้หากพิจารณาดัชนีความยั่งยืน (SI) ของแต่ละพื้นที่พบว่าพื้นที่ตอนบนเป็นพื้นที่ที่มีแนวโน้มของความไม่ยั่งยืนด้านผลผลิตภาพการใช้แรงงานมากที่สุดเท่ากับ 0.96 หน่วยต่อปี รองลงมาคือพื้นที่ตอนกลาง และตอนล่าง มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเท่ากับ 1.01 และ 1.89 หน่วยต่อปี ตามลำดับ (ตารางที่ 21)

ประเด็นรายได้ครัวเรือนเป็นประเด็นที่ลุ่มน้ำแม่สามีความยั่งยืนแต่น้อยกว่าประเด็นการออมของครัวเรือน โดยหากพิจารณาประเด็นด้านรายได้ครัวเรือนถือว่าลุ่มน้ำแม่สามีความยั่งยืนเนื่องจากมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของดัชนีความยั่งยืน (SI) เป็นบวก ซึ่งจากการวิเคราะห์พบว่าดัชนีความยั่งยืน (SI) สำหรับตัวชี้วัดนี้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในระยะยาว โดยมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเท่ากับ 1.51 หน่วยต่อปี (ตารางที่ 20) นอกจากนี้หากพิจารณาดัชนีความยั่งยืน (SI) ของแต่ละพื้นที่พบว่าพื้นที่ตอนบนเป็นพื้นที่ที่มีแนวโน้มของความไม่ยั่งยืนด้านรายได้ครัวเรือนมากที่สุดเท่ากับ 1.16 หน่วยต่อปี รองลงมาคือพื้นที่ตอนกลาง และตอนล่าง มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเท่ากับ 1.55 และ 2.45 หน่วยต่อปี ตามลำดับ (ตารางที่ 21)

ประเด็นการออมของครัวเรือนเป็นประเด็นที่ลุ่มน้ำแม่สามีความยั่งยืนมากที่สุด โดยถือว่าลุ่มน้ำแม่สามีความยั่งยืนในประเด็นนี้เนื่องจากมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของดัชนีความยั่งยืน (SI) เป็นบวก ซึ่งจากการวิเคราะห์พบว่าดัชนีความยั่งยืน (SI) สำหรับตัวชี้วัดนี้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในระยะยาว โดยมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเท่ากับ 1.63 หน่วยต่อปี (ตารางที่ 20) นอกจากนี้หากพิจารณาดัชนีความยั่งยืน (SI) ของแต่ละพื้นที่พบว่าพื้นที่ตอนบน และตอนกลางเป็นพื้นที่ที่มีแนวโน้มของความไม่ยั่งยืนด้านการออมของครัวเรือนมากที่สุดที่เท่ากัน เท่ากับ 1.53 หน่วยต่อปี สำหรับพื้นที่ตอนล่างมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเท่ากับ 2.34 หน่วยต่อปี (ตารางที่ 21)

ตารางที่ 20 ดัชนีความยั่งยืน (Sustainability index) ของตัวชี้วัดความยั่งยืนในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา ปี 2548-2559 ภายใต้สถานการณ์พื้นฐาน

ตัวชี้วัด	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559	แนวโน้ม
รายได้ครัวเรือน	54.49	62.11	63.85	73.26	58.60	70.49	72.09	72.65	71.46	72.71	74.22	74.98	1.51
รายได้ฟาร์มสุทธิ	79.51	82.10	80.37	88.01	82.84	86.87	88.65	89.53	89.51	89.68	91.30	91.16	1.07
การออม	61.73	66.42	68.14	71.56	71.10	73.83	75.04	77.24	78.69	78.29	80.09	81.51	1.63
การจ้างแรงงาน	93.18	85.41	79.74	81.78	77.77	78.33	78.08	77.75	78.46	78.25	77.98	77.68	-0.93
ผลิภาพการใช้แรงงาน	57.85	62.03	64.57	71.52	62.88	69.11	70.47	70.80	70.24	70.95	72.28	72.34	1.10
การชะล้างพังทลายของหน้าดิน	72.52	68.24	40.30	41.08	41.17	51.87	60.23	64.60	59.06	64.07	60.00	64.41	0.60
ระดับความเป็นพิษของสารเคมี	56.36	58.86	56.09	48.72	47.53	48.32	47.27	46.06	44.51	43.60	42.44	41.83	-1.47

ที่มา: จากการ simulation

ตารางที่ 21 เปรียบเทียบแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของดัชนีความยั่งยืน (Sustainability index) ระหว่างทุกตัวชี้วัดในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา ภายใต้สถานการณ์พื้นฐาน

ตัวชี้วัด	พื้นที่ลุ่มน้ำ			
	ตอนบน	ตอนกลาง	ตอนล่าง	ทั้งลุ่มน้ำ
รายได้ครัวเรือน	1.16	1.55	2.45	1.51
รายได้ฟาร์มสุทธิ	1.46	0.51	1.99	1.07
การออม	1.53	1.53	2.34	1.63
การจ้างแรงงาน	-1.56	-0.32	-1.23	-0.93
ผลิิตภาพการใช้แรงงาน	0.96	1.01	1.89	1.10
การชะล้างพังทลายของหน้าดิน	-0.36	0.81	2.86	0.60
ระดับความเป็นพิษของสารเคมี	-1.66	-1.06	-2.49	-1.47

ที่มา: จากการ simulation

2.2 ระดับความยั่งยืนเมื่อพิจารณาความยั่งยืนจากทุกตัวชี้วัด

ผลการวิเคราะห์ความยั่งยืนของระบบการทำเกษตรในพื้นที่ศึกษาลุ่มน้ำแม่สาเมื่อพิจารณาทุกตัวชี้วัดผ่านดัชนีศักยภาพแห่งความยั่งยืน (Performance Index: PI) พร้อมกัน พบว่าระบบการทำฟาร์มในพื้นที่ศึกษาลุ่มน้ำแม่สามีความยั่งยืน โดยพิจารณาจากแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของดัชนีศักยภาพแห่งความยั่งยืน (PI) ในระหว่างปี 2548-2559 ที่มีค่าเป็นบวก ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.50 หน่วยต่อปี นอกจากนี้หากพิจารณาความยั่งยืนของระบบการทำฟาร์มในแต่ละพื้นที่ในลุ่มน้ำแม่สาทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง จะพบว่าพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบนมีแนวโน้มของความยั่งยืนน้อยที่สุดหรือเกือบจะมีแนวโน้มไม่ยั่งยืน ซึ่งพิจารณาจากค่าแนวโน้มของดัชนีศักยภาพแห่งความยั่งยืน (PI) ณ ระดับพื้นที่ต่างๆ ในลุ่มน้ำ ระหว่างปี 2548-2559 ที่มีค่าเป็นบวกน้อยที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 0.22 หน่วยต่อปี ขณะที่พื้นที่ลุ่มน้ำพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลางมีแนวโน้มความยั่งยืนรองลงมาเท่ากับ 0.58 หน่วยต่อปี และพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่างมีแนวโน้มที่มีความยั่งยืนมากที่สุดจากการมีแนวโน้มของดัชนีศักยภาพแห่งความยั่งยืน (PI) มากที่สุดเท่ากับ 1.12 หน่วยต่อปี (ตารางที่ 22)

ตารางที่ 22 ดัชนีศักยภาพแห่งความยั่งยืน (Performance index) ณ ระดับลุ่มน้ำของระบบการทำฟาร์มในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา ปี 25548-2559 ภายใต้สถานการณ์พื้นฐาน

ลุ่มน้ำ	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559	แนวโน้ม
ตอนบน	70.24	70.58	63.38	69.46	63.84	68.00	69.47	70.33	69.59	69.57	69.99	70.49	0.22
ตอนกลาง	67.11	69.62	67.10	68.41	62.75	69.22	70.96	71.68	70.91	72.04	72.33	73.01	0.58
ตอนล่าง	63.87	64.07	59.79	61.66	62.30	66.53	70.06	72.40	70.02	72.16	70.57	72.82	1.12
ทั้งลุ่มน้ำ	67.95	69.31	64.72	67.99	63.13	68.40	70.26	71.23	70.28	71.08	71.19	71.99	0.50

ที่มา: จากการ simulation

ผลการวิเคราะห์ผลกระทบของสถานการณ์จำลองต่อความยั่งยืนของพื้นที่ศึกษา

สำหรับในส่วนนี้จะเป็นการนำเสนอผลการวิเคราะห์ผลกระทบสถานภาพความยั่งยืนของพื้นที่ศึกษาภายใต้สถานการณ์จำลองที่อาจเกิดขึ้นเพื่อยกระดับสถานภาพความยั่งยืนของพื้นที่ศึกษา โดยการอธิบายจะนำเสนอรายละเอียดของแต่ละสถานการณ์จำลองที่กำหนดขึ้นเพื่อปรับปรุงสถานะความยั่งยืนของระบบการทำฟาร์ม จากนั้นจะเป็นการอธิบายผลกระทบของแต่ละสถานการณ์ที่มีต่อผลระดับความยั่งยืนของพื้นที่ศึกษา ซึ่งรายละเอียดเป็นดังนี้

1. การกำหนดสถานการณ์จำลองเพื่อพัฒนาระบบการทำฟาร์มอย่างยั่งยืน

จากผลการศึกษาภายใต้สถานการณ์พื้นฐานที่เกิดขึ้นในพื้นที่ศึกษา (Baseline Scenario) ในส่วนที่ผ่านมา ผลการวิเคราะห์ความยั่งยืนของระบบการทำฟาร์มในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาเพื่อที่จะนำประเด็นที่เป็นปัญหาต่อความยั่งยืนมาพิจารณาพร้อมทั้งปรับปรุงและแก้ไข โดยจากผลวิเคราะห์ความยั่งยืนภายใต้สถานการณ์ปัจจุบันเมื่อพิจารณาแต่ละตัวชี้วัดผ่านดัชนีความยั่งยืน (SI) พบว่าแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของดัชนีความยั่งยืน (SI) ประเด็นที่ไม่ยั่งยืนมากที่สุดของระบบการทำฟาร์มในลุ่มน้ำแม่สาคือประเด็นระดับความเป็นพิษของสารเคมี ซึ่งมีแนวโน้มของการลดลงของดัชนีความยั่งยืน (SI) เท่ากับ -1.47 หน่วยต่อปี ซึ่งจะส่งผลกระทบในระยะยาว ดังนั้นนโยบายและวิธีปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีที่จะก่อให้เกิดการลดลงของความเป็นพิษในพื้นที่ศึกษาจึงมีความสำคัญและจำเป็นต้องดำเนินการ ประเด็นที่ไม่ยั่งยืนรองลงมาคือประเด็นด้านการจ้างแรงงาน ซึ่งมีแนวโน้มของการลดลงของดัชนีความยั่งยืน (SI) เท่ากับ -0.93 หน่วยต่อปี ซึ่งแสดงถึงแนวโน้มของการพึ่งพิงหรือต้องการใช้แรงงานจากภายนอกครัวเรือนที่อาจจะนำมาซึ่งภาวะการขาดแคลนแรงงานหรือเกิดการเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรจากการอพยพเคลื่อนย้ายของแรงงานในพื้นที่ ดังนั้นควรให้ความสำคัญกับนโยบายการจ้างแรงงานที่จะส่งผลกระทบต่อระบบการทำฟาร์มที่จะไม่ยั่งยืนในอนาคต ในขณะที่ประเด็นด้านการชะล้างพังทลายของหน้าดินมีแนวโน้มของสถานะค่อนข้างคงที่และอาจเปลี่ยนเป็นไม่ยั่งยืนในอนาคตอันใกล้ ซึ่งมีค่าแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของดัชนีความยั่งยืน (SI) เท่ากับ 0.60 หน่วยต่อปี ซึ่งผลดังกล่าวนี้อาจนำมาซึ่งความเสี่ยงของการเสื่อมความอุดมสมบูรณ์ของที่ดินเพื่อการเกษตรในระยะยาว ดังนั้นนโยบายและวิธีปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีเพื่อลดปริมาณการชะล้างพังทลายของหน้าดินในพื้นที่ศึกษาจึงมีความสำคัญและจำเป็นต้องดำเนินการเช่นเดียวกัน

ด้วยเหตุนี้ จึงได้กำหนดสถานการณ์จำลองที่มีการนำนโยบายที่เกิดขึ้นในปัจจุบันและนโยบายเพื่อยกระดับสถานภาพความยั่งยืนของพื้นที่ศึกษา เพื่อลดผลกระทบในประเด็นปัญหาดังกล่าวอันจะนำมาซึ่งการทำฟาร์มที่ยั่งยืนในอนาคต ซึ่งรายละเอียดของสถานการณ์ที่กำหนดเป็นดังนี้

1.1 สถานการณ์ที่มีการส่งเสริมการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (Good Agricultural Practice: GAP)

จากผลการศึกษาภายใต้สถานการณ์พื้นฐานพบว่าพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สามีความไม่ยั่งยืนในประเด็นด้านระดับความเป็นพิษของสารเคมี โดยกำหนดสถานการณ์จำลองให้มีการส่งเสริมแนวปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) เพื่อเป็นทางเลือกให้กับเกษตรกรในการผลิตพืชในพื้นที่ โดยการแนะนำส่งเสริมแก่เกษตรกรผู้ปลูกพืชที่สำคัญ 5 ชนิด ได้แก่ หัวผักกาดขาว ข้าวโพดหวาน เบลูจามส ผักกาดขาว และถั่วเหลือง ซึ่งเป็นพืชที่มีแนวโน้มที่จะมีการผลิตมากขึ้นในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาเมื่อเปรียบเทียบกับพืชอื่นในระยะยาว ซึ่งสถานการณ์จำลองนี้เกิดขึ้นเนื่องมาจากนโยบายที่มีการแนะนำและส่งเสริมวิธีการใช้สารเคมีตามหลักการทำการเกษตรที่ดีโดยกรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ อีกทั้งเป็นหน่วยงานรับผิดชอบในการกำหนดและตรวจสอบรับรองกระบวนการผลิตของเกษตรกร ทั้งนี้หลักเกณฑ์การดำเนินการของกรมวิชาการเกษตรจะเป็นไปตามข้อกำหนดวิธีปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีตามแนวทางขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (Food and Agriculture Organization of the United Nations: FAO) ที่กำหนดขึ้น (กรมวิชาการเกษตร, 2552) ซึ่งหลักเกณฑ์ข้อกำหนดจะประกอบด้วยข้อกำหนดเรื่องแหล่งน้ำ พื้นที่ปลูก การใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตร การเก็บรักษาและขนย้ายผลิตผลภายในแปลง การบันทึกข้อมูล การผลิตให้ปลอดภัยจากศัตรูพืช การจัดการกระบวนการผลิตเพื่อให้ได้ผลิตผลคุณภาพ และการเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว โดยรายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก

สำหรับการปฏิบัติตามแนวทาง GAP ของเกษตรกรในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงต้นทุนปัจจัยการผลิตและผลตอบแทนของการผลิตพืชแต่ละชนิดแตกต่างกัน โดยจากข้อมูลการผลิตปีการเพาะปลูก 2552/53 แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนและผลตอบแทนของแต่ละพืชที่แตกต่างกัน โดยมีรายละเอียดดังนี้

หัวผักกาดขาว เมื่อพิจารณาต้นทุนและผลตอบแทนการผลิตหัวผักกาดขาวระหว่างไม่ปฏิบัติตาม GAP และการปฏิบัติตามแนวทาง GAP พบว่า หากมีการปฏิบัติตามแนวทาง GAP จะทำให้

ผลผลิตลดลง 442.85 กิโลกรัมต่อไร่ แต่อย่างไรก็ตามเกษตรกรจะได้รับราคาผลผลิตที่สูงกว่ากรณีที่ไม่ปฏิบัติตาม GAP เท่ากับ 2.89 บาทต่อกิโลกรัม ทั้งนี้หากพิจารณารายได้เหนือต้นทุนเงินสดของการผลิตหัวผักกาดขาว พบว่า รายได้เหนือต้นทุนเงินสดลดลง 405.07 บาทต่อไร่ ซึ่งรายได้เหนือต้นทุนเงินสดที่ลดลงนี้เนื่องมาจากผลผลิตลดลงและค่าจ้างแรงงานที่เพิ่มสูงขึ้น 440 บาทต่อไร่แต่ค่าใช้จ่ายของสารเคมีและปุ๋ยเคมีลดลง 146.67 และ 701.43 บาทต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 23)

ข้าวโพดหวาน พบว่า หากเกษตรกรมีการผลิตตามแนวทาง GAP จะทำให้ผลผลิตลดลงเช่นเดียวกับหัวผักกาด แต่อย่างไรก็ตามเกษตรกรจะได้รับราคาผลผลิตที่สูงขึ้นกว่ากรณีไม่ปฏิบัติตาม GAP เท่ากับ 6.24 บาทต่อกิโลกรัม จึงทำให้ได้รับรายได้เหนือต้นทุนเงินสดเพิ่มขึ้นมากกว่ากรณีไม่ปฏิบัติตาม GAP เท่ากับ 3,106.16 บาทต่อไร่ ทั้งนี้รายได้เหนือต้นทุนเงินสดที่เพิ่มขึ้นนี้ เนื่องมาจากราคาที่เพิ่มขึ้นและมีการลดลงของค่าใช้จ่ายจากสารเคมีและปุ๋ยเคมี แม้ว่าการปฏิบัติตามแนวทาง GAP จะมีค่าจ้างแรงงานเพิ่มขึ้นก็ตาม (ตารางที่ 24)

เบญจมาศ การปฏิบัติตามแนวทาง GAP ของเกษตรกรจะทำให้ผลผลิตลดลง 268.85 ช่อต่อไร่ แต่อย่างไรก็ตามเกษตรกรที่ปฏิบัติตาม GAP จะได้รับราคาที่สูงกว่าไม่ปฏิบัติตาม GAP เท่ากับ 4.24 บาทต่อช่อ ซึ่งส่งผลทำให้รายได้เหนือต้นทุนเงินสดเพิ่มขึ้นสูงกว่ากรณีไม่ทำตาม GAP 2,728.86 บาทต่อไร่ โดยเป็นผลเนื่องมาจากค่าใช้จ่ายในการใช้สารเคมีลดลง 2,904.60 บาทต่อไร่ คิดเป็นร้อยละ 53.84 แม้ว่าจะมีค่าใช้จ่ายในการใช้ปุ๋ยคอกเพิ่มขึ้น 1,212.47 บาทต่อไร่ คิดเป็นร้อยละ 47.19 และมีค่าจ้างแรงงานที่เพิ่มขึ้น 741.77 บาทต่อไร่ก็ตาม (ตารางที่ 25)

ผักกาดขาว การผลิตตามแนวทางปฏิบัติ GAP จะทำให้ผลผลิตลดลง 997.05 กิโลกรัมต่อไร่ ขณะที่ได้รับราคาสูงกว่ากรณีไม่ปฏิบัติตาม GAP 1.29 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งมีผลทำให้รายได้เหนือต้นทุนเงินสดเพิ่มขึ้น 902.79 บาทต่อไร่ โดยเป็นผลมาจากค่าใช้จ่ายการใช้สารเคมีและปุ๋ยเคมีลดลง 188.86 และ 816.50 บาทต่อไร่ ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามการผลิตตามแนวทางปฏิบัติ GAP จะทำให้มีค่าใช้จ่ายในการใช้ปุ๋ยคอกเพิ่มขึ้น 401.10 บาทต่อไร่ และมีค่าจ้างแรงงานเพิ่มขึ้น 866.30 บาทต่อไร่ (ตารางที่ 26)

ถั่วเหลือง การผลิตตามแนวทางปฏิบัติ GAP จะทำให้ผลผลิตลดลง 124.89 กิโลกรัมต่อไร่ ขณะที่ได้รับราคาสูงกว่ากรณีไม่ปฏิบัติตาม GAP 3.23 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งมีผลต่อรายได้เหนือต้นทุนเงินสดที่เพิ่มขึ้นกว่ากรณีไม่ปฏิบัติตาม GAP 1,064.26 บาทต่อไร่ โดยเป็นผลเนื่องมาจาก

ค่าใช้จ่ายในการใช้สารเคมีลดลง 358.19 บาทต่อไร่ ขณะที่ไม่มีการใช้ปุ๋ยเคมีแต่จะมีการเปลี่ยนมาใช้ปุ๋ยคอกแทน นอกจากนี้พบว่าค่าจ้างแรงงานมีค่าใช้จ่ายที่ลดลง 195.90 บาทต่อไร่ เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีที่ไม่ปฏิบัติตาม GAP (ตารางที่ 27)

จากผลการวิเคราะห์เกี่ยวกับต้นทุนผลตอบแทนสำหรับกรณีที่มีการผลิตภายใต้การปฏิบัติตาม GAP และไม่ปฏิบัติตาม GAP ข้างต้น จะถูกใช้เป็นข้อมูลสำหรับการกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ของกิจกรรมการผลิตภายใต้แนวทางปฏิบัติ GAP ที่เป็นทางเลือกการผลิตสำหรับเกษตรกรในแบบจำลอง MP-MAS ซึ่งจะใช้สำหรับการวิเคราะห์ผลกระทบของสถานการณ์ที่มีการส่งเสริมทางเลือกการปฏิบัติตาม GAP แก่เกษตรกรต่อไป

ตารางที่ 23 เปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทนการผลิตหัวผักกาดระหว่างวิธีปฏิบัติทางการเกษตรแบบไม่ปฏิบัติตาม GAP และ ปฏิบัติตาม GAP ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาปีการเพาะปลูก 2552/53

รายการ	ไม่ปฏิบัติตาม GAP	ปฏิบัติตาม GAP	เปลี่ยนแปลง
ผลผลิตเฉลี่ย (กก./ไร่)	2,085.71	1,642.86	442.85
ราคาเฉลี่ย (บาท/กก.)	12.40	15.29	2.89
มูลค่าผลผลิต (บาท/ไร่)	25,857.14	25,122.07	735.07
ค่าวัสดุทางการเกษตร (บาท/ไร่)			
สารเคมี	547.85	401.18	-146.67
ปุ๋ยเคมี	1,141.71	440.29	-701.43
ปุ๋ยคอก	286.29	377.71	91.43
เมล็ดพันธุ์	1,271.43	1,271.43	-
ฮอร์โมน	116.00	102.67	-13.33
ค่าจ้างแรงงาน (บาท/ไร่)	977.14	1,417.14	440.00
รายได้เหนือต้นทุนเงินสด (บาท/ไร่)	21,516.72	21,111.65	-405.07
จำนวนตัวอย่าง (ราย)	7	3	

ที่มา: จากการคำนวณ

ตารางที่ 24 เปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทนการผลิตข้าวโพดหวานระหว่างวิธีปฏิบัติทางการเกษตรแบบไม่ปฏิบัติตาม GAP และ ปฏิบัติตาม GAP ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาปีการเพาะปลูก 2552/53

รายการ	ไม่ปฏิบัติตาม GAP	ปฏิบัติตาม GAP	เปลี่ยนแปลง
ผลผลิตเฉลี่ย (กก./ไร่)	716.92	515.07	-201.85
ราคาเฉลี่ย (บาท/กก.)	3.07	9.31	6.24
มูลค่าผลผลิต (บาท/ไร่)	2,200.00	4,794.52	2,594.52
ค่าวัสดุทางการเกษตร (บาท/ไร่)			
สารเคมี	255.00	0.99	-254.01
ปุ๋ยเคมี	528.00	234.79	-293.21
เมล็ดพันธุ์	730.00	730.00	-
ค่าจ้างแรงงาน (บาท/ไร่)	-	46.58	46.58
รายได้เหนือต้นทุนเงินสด (บาท/ไร่)	676.00	3,782.16	3,106.16
จำนวนตัวอย่าง (ราย)	3	10	

ที่มา: จากการคำนวณ

ตารางที่ 25 เปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทนการผลิตเบญจมาศระหว่างวิธีปฏิบัติทางการเกษตรแบบไม่ปฏิบัติตาม GAP และ ปฏิบัติตาม GAP ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาปีการเพาะปลูก 2552/53

รายการ	ไม่ปฏิบัติตาม GAP ¹	ปฏิบัติตาม GAP ²	เปลี่ยนแปลง
ผลผลิตเฉลี่ย (ช่อ/ไร่)	1,836.47	1,567.62	-268.85
ราคาเฉลี่ย (บาท/ช่อ)	21.19	25.43	4.24
มูลค่าผลผลิต (บาท/ไร่)	38,914.80	39,864.58	949.78
ค่าวัสดุทางการเกษตร (บาท/ไร่)			
สารเคมี	5,394.60	2,490.00	-2,904.60
ปุ๋ยเคมี	3,416.61	3,200.00	-216.61
ปุ๋ยคอก	1,356.84	2,569.31	1,212.47
ปุ๋ยชีวภาพ	346.74	285.33	-61.41
กล้าพันธุ์	2,117.63	2,018.47	-99.16
ฮอร์โมน	385.93	400.00	14.07

ตารางที่ 25 (ต่อ)

รายการ	ไม่ปฏิบัติตาม GAP ¹	ปฏิบัติตาม GAP ²	เปลี่ยนแปลง
ค่าจ้างแรงงาน (บาท/ไร่)	2,518.44	3,260.21	741.77
อื่นๆ (บาท/ไร่)	1,441.00	589.46	-851.54
รายได้เหนือต้นทุนเงินสด (บาท/ไร่)	22,322.94	25,051.80	2,728.86
จำนวนตัวอย่าง (ราย)	116	12	
หมายเหตุ: อื่นๆ ได้แก่ ปุ๋ยเกร็ด ขางรัด กระดาษหนังสือพิมพ์			
ที่มา: ¹ จากการคำนวณ			
² อรณูฯ กาหลง (2547)			

ตารางที่ 26 เปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทนการผลิตผักกาดขาวระหว่างวิธีปฏิบัติทางการเกษตรแบบไม่ปฏิบัติตาม GAP และ ปฏิบัติตาม GAP ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา ปีการเพาะปลูก 2552/53

รายการ	ไม่ปฏิบัติตาม GAP	ปฏิบัติตาม GAP	เปลี่ยนแปลง
ผลผลิตเฉลี่ย (กก./ไร่)	4,985.24	3,988.19	-997.05
ราคาเฉลี่ย (บาท/กก.)	4.19	5.48	1.29
มูลค่าผลผลิต (บาท/ไร่)	20,867.61	21,855.28	987.67
ค่าวัสดุทางการเกษตร (บาท/ไร่)			
สารเคมี	891.33	702.47	-188.86
ปุ๋ยเคมี	2,021.28	1,204.77	-816.50
ปุ๋ยคอก	1,006.26	1,407.36	401.10
ปุ๋ยชีวภาพ	34.35	12.18	-22.17
เมล็ดพันธุ์	562.24	562.24	-
ฮอร์โมน	283.05	125.08	-157.98
ค่าจ้างแรงงาน (บาท/ไร่)	1,618.98	2,485.28	866.30
รายได้เหนือต้นทุนเงินสด (บาท/ไร่)	14,440.70	15,343.49	902.79
จำนวนตัวอย่าง (ราย)	122	21	
ที่มา: จากการคำนวณ			

ตารางที่ 27 เปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทนการผลิตถั่วเหลืองระหว่างวิธีปฏิบัติทางการเกษตรแบบ
ไม่ปฏิบัติตาม GAP และ ปฏิบัติตาม GAP ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาปีการเพาะปลูก 2552/53

รายการ	ไม่ปฏิบัติตาม GAP	ปฏิบัติตาม GAP	เปลี่ยนแปลง
ผลผลิตเฉลี่ย (กก./ไร่)	624.44	499.55	-124.89
ราคาเฉลี่ย (บาท/กก.)	9.42	12.65	3.23
มูลค่าผลผลิต (บาท/ไร่)	5,882.22	6,321.67	439.45
ค่าวัสดุทางการเกษตร (บาท/ไร่)			
สารเคมี	622.22	264.03	-358.19
ปุ๋ยเคมี	363.64	-	-363.64
ปุ๋ยคอก	-	444.44	444.44
เมล็ดพันธุ์	204.44	204.44	-
ฮอร์โมน	-	10.08	10.08
ค่าจ้างแรงงาน (บาท/ไร่)	786.67	590.77	-195.90
รายได้เหนือต้นทุนเงินสด (บาท/ไร่)	3,824.44	4,888.71	1,064.26
จำนวนตัวอย่าง (ราย)	26	8	
ที่มา: จากการคำนวณ			

1.2 สถานการณ์ที่มีระดับค่าจ้างแรงงานเพิ่มขึ้น

จากผลการศึกษาภายใต้สถานการณ์พื้นฐานพบว่าความยั่งยืนในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาไม่ยั่งยืนในประเด็นการจ้างแรงงานของครัวเรือนในระยะยาว ซึ่งสถานการณ์จำลองที่กำหนดนี้จะเป็นสถานการณ์ด้านค่าจ้างแรงงานที่จะเกิดขึ้นจริงจากนโยบายของรัฐบาล โดยที่รัฐบาลมีนโยบายปรับเพิ่มค่าแรงงานขั้นต่ำเป็น 300 บาทต่อวัน ซึ่งรัฐบาลเห็นว่าเมื่อมีการเพิ่มค่าจ้างแรงงานจะนำมาซึ่งระดับรายได้ที่เพิ่มขึ้น ส่งผลต่อฐานะความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น ค่าใช้จ่าย และการออมที่เพิ่มขึ้น ซึ่งจะทำให้เศรษฐกิจสามารถเติบโตได้อย่างทั่วถึงและยั่งยืน โดยการศึกษาจะเป็นการกำหนดสถานการณ์ของค่าจ้างแรงงานสำหรับการทำฟาร์มในพื้นที่เพิ่มเป็น 300 บาท/วัน เริ่มตั้งแต่ปี 2554 เป็นต้นไป เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดขึ้น ซึ่งจะเห็นได้จากประเด็นการจ้างแรงงานเป็นประเด็นที่ทำให้พื้นที่ศึกษาต้องพิจารณาผลกระทบของความต้องการจ้างแรงงานที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้ปัจจุบันพบว่ามีการ

ดำเนินนโยบายค่าแรงขั้นต่ำ 300 บาท/วัน ซึ่งในระยะยาวอาจจะมีผลต่อการปรับเพิ่มขึ้นของค่าจ้างแรงงานและส่งผลกระทบต่อระบบการทำฟาร์มรวมทั้งความยั่งยืนของพื้นที่ศึกษาในที่สุด

1.3 สถานการณ์ที่มีการส่งเสริมทางเลือกในการขายผลผลิตลันจีแบบแห้ง

จากผลการศึกษาภายใต้สถานการณ์พื้นฐานพบว่าประเด็นด้านระดับความเป็นพิษของสารเคมีและการชะล้างพังทลายของหน้าดินจำเป็นต้องได้รับการแก้ไขเพื่อสถานะความยั่งยืนที่ดีขึ้นในอนาคต ซึ่งแนวทางเพื่อยกระดับความยั่งยืนในประเด็นดังกล่าวสามารถดำเนินการได้โดยการรักษาหรือการเพิ่มพื้นที่ปลูกไม้ผลโดยเฉพาะลันจีซึ่งเป็นพืชไม้ผลที่สำคัญในพื้นที่ ซึ่งการผลิตลันจีเมื่อเปรียบเทียบกับการผลิตพืชอายุสั้นและพืชในโรงเรือนพลาสติกแล้วมีอัตราการใช้สารเคมีน้อยกว่า ประกอบกับลักษณะของต้นลันจีมีทรงพุ่มที่สามารถป้องกันการชะล้างพังทลายของหน้าดินได้มากกว่าพืชอายุสั้น จึงช่วยลดการชะล้างพังทลายของหน้าดินได้ ทั้งนี้การส่งเสริมทางเลือกทางการตลาดของการขายลันจีในรูปอบแห้งจะส่งผลให้มีการรักษาระดับการผลิตหรือเพิ่มการผลิตลันจีจากการจูงใจด้านผลตอบแทนจากรายได้สูงขึ้น จากราคาขายลันจีสดที่เกษตรกรได้รับเท่ากับ 8.85 บาทต่อกิโลกรัม เป็น 375.61 บาทต่อกิโลกรัม จากการขายลันจีที่แปรรูปเป็นลันจีอบแห้ง โดยการแปรรูปจะมีอัตราแลกเปลี่ยนระหว่างลันจีสดและลันจีอบแห้งเท่ากับ 1:0.061 กิโลกรัม ทั้งนี้นโยบายดังกล่าวจะเริ่มดำเนินการในพื้นที่ในปี 2553 โดยการทำกิจกรรมแปรรูปอบแห้งจะเป็นการลงทุนเพื่อผลิตลันจีอบแห้งในรูปกลุ่มเกษตรกรจำนวน 5 ราย ซึ่งต้องใช้เงินลงทุนทั้งหมด 77,164 บาท หรือคิดเป็นการลงทุนเฉลี่ยเท่ากับ 15,433 บาทต่อคน เครื่องอบแห้งมีอายุการใช้งาน 10 ปี โดยเครื่องอบสามารถใช้ออบลันจีได้ 987 กิโลกรัมตลอดอายุการใช้งาน และเครื่องอบมีค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา 200 บาทต่อปี ทั้งนี้ นโยบายส่งเสริมทางการตลาดในรูปของการลงทุนผลิตลันจีอบแห้งมีวัตถุประสงค์นอกจากจะเป็นการเพิ่มทางเลือกทางการตลาดแล้วยังส่งผลกระทบต่อการยกระดับรายได้และคาดหวังว่าจะมีผลทางอ้อมต่อการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ปลูกลันจี ซึ่งพื้นที่ปลูกส่วนใหญ่ของลันจีจะอยู่ในพื้นที่ที่มีระดับความสูงมากกว่า 650 เมตร และมีความชันของพื้นที่ค่อนข้างมาก ซึ่งหากพื้นที่ปลูกลันจีไม่ลดลงจะเป็นการช่วยลดปัญหาการชะล้างพังทลายของหน้าดิน รวมทั้งลดความเป็นพิษจากการใช้สารเคมีเนื่องจากการปลูกลันจีมีการใช้สารเคมีน้อยกว่าพืชอายุสั้นอื่น

1.4 สถานการณ์ที่มีการส่งเสริมการเพาะปลูกพืชร่วมกับการทำขึ้นบันได

จากผลการศึกษาภายใต้สถานการณ์พื้นฐานพบว่าประเด็นการชะล้างพังทลายของหน้าดินในระยะยาวมีแนวโน้มที่จะไม่ยั่งยืนจำเป็นต้องได้รับการแก้ไขเพื่อสถานะความยั่งยืนที่ดีขึ้น โดยกำหนดสถานการณ์ส่งเสริมการเพาะปลูกพืชเชิงอนุรักษ์เพื่อลดปริมาณการชะล้างพังทลายของหน้าดินโดยการเพาะปลูกพืชร่วมกับการทำขึ้นบันได ซึ่งเป็นการอนุรักษ์ที่ค่อนข้างถาวรและมีประสิทธิภาพสูง แต่ลงทุนค่อนข้างสูง ต้องใช้ความชำนาญในการดำเนินการเริ่มต้น (กองอนุรักษ์ดินและน้ำ, 2544) ซึ่งเป็นการส่งเสริมทางเลือกพืชที่สำคัญที่มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกมากที่สุด 5 อันดับแรก ได้แก่ ห้วผักกาดขาว ข้าวโพดหวาน เบญจมาศ ผักกาดขาว และถั่วเหลือง (ตารางที่ 28) เพื่อเป็นทางเลือกสำหรับการตัดสินใจปฏิบัติทางการเกษตรของเกษตรกรในการเพาะปลูกพืชอายุสั้น ซึ่งจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะการใช้เงินทุนและทรัพยากรแรงงานในการทำการเกษตร โดยการทำการเพาะปลูกเพื่อการอนุรักษ์ด้วยวิธีดังกล่าวจะสามารถลดการชะล้างพังทลายของหน้าดินได้ถึงร้อยละ 95 (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553)

1.5 สถานการณ์ที่มีการส่งเสริมการเพาะปลูกพืชร่วมกับการใช้เศษวัสดุคลุมดิน

จากผลการศึกษาภายใต้สถานการณ์พื้นฐานพบว่าประเด็นการชะล้างพังทลายของหน้าดินในระยะยาวมีแนวโน้มที่จะไม่ยั่งยืนจำเป็นต้องได้รับการแก้ไขเพื่อสถานะความยั่งยืนที่ดีขึ้น โดยกำหนดสถานการณ์ส่งเสริมการเพาะปลูกพืชเชิงอนุรักษ์เพื่อลดปริมาณการชะล้างพังทลายของหน้าดินโดยการเพาะปลูกพืชร่วมกับการใช้เศษวัสดุคลุมดิน ซึ่งเป็นการเพาะปลูกพืชเชิงอนุรักษ์อีกวิธีหนึ่งที่เกษตรกรสามารถปฏิบัติได้เอง เป็นวิธีที่ช่วยในการปรับปรุงบำรุงดินและเพิ่มผลผลิตพืชได้ดี มีการลงทุนต่ำ (กองอนุรักษ์ดินและน้ำ, 2544) โดยใช้เศษวัสดุคลุมดิน เช่น หญ้าคา หญ้าไม้กวาด หรือเศษวัสดุพืชอื่นๆ เป็นต้น ร่วมกับพืชที่มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกมากที่สุด ได้แก่ ห้วผักกาดขาว ข้าวโพดหวาน เบญจมาศ ผักกาดขาว และถั่วเหลือง (ตารางที่ 28) เพื่อป้องกันการชะล้างพังทลายของหน้าดิน ซึ่งเหมาะสมสำหรับปลูกบนพื้นที่ที่มีความลาดชันสูงเกิน 20 เปอร์เซ็นต์ โดยทางเลือกของสถานการณ์นี้จะสามารถลดการสูญเสียดินลงได้ร้อยละ 91 (มัตติกาพนมธรณีกุล และคณะ, 2552)

ตารางที่ 28 เปรียบเทียบผลผลิตและต้นทุนการผลิตของพืชอายุสั้นภายใต้การปลูกพืชรูปแบบต่างๆ

รายการ	การปลูกพืชแบบ เกษตรกรรม ¹	การปลูกพืชร่วมกับการ ใช้เศษวัสดุคลุมดิน ²	การปลูกพืชร่วมกับการ ทำขึ้นบันได ³
หัวผักกาด			
ผลผลิตเฉลี่ย (กก./ไร่)	2,085.71	2,711.42	2,085.71
การลงทุนเริ่มต้น (บาท/ไร่)	-	-	6,032.00
ต้นทุนวัสดุปัจจัยการผลิต (บาท/ไร่)	3,363.28	3,363.28	3,363.28
แรงงาน (วันงาน/ไร่)	3.93	11.78	59.17
ข้าวโพดหวาน			
ผลผลิตเฉลี่ย (กก./ไร่)	719.00	1,195.00	719.00
การลงทุนเริ่มต้น (บาท/ไร่)	-	-	6,032.00
ต้นทุนวัสดุปัจจัยการผลิต (บาท/ไร่)	2,031.00	2,031.00	2,031.00
แรงงาน (วันงาน/ไร่)	8.34	16.19	63.58
เบญจมาศ			
ผลผลิตเฉลี่ย (ช่อ/ไร่)	1,836.48	2,369.05	1,836.48
การลงทุนเริ่มต้น (บาท/ไร่)	-	-	6,032.00
ต้นทุนวัสดุปัจจัยการผลิต (บาท/ไร่)	13,018.35	13,018.35	13,018.35
แรงงาน (วันงาน/ไร่)	65.87	73.72	121.11
ผักกาดขาว			
ผลผลิตเฉลี่ย (กก./ไร่)	4,985.24	6,430.96	4,985.24
การลงทุนเริ่มต้น (บาท/ไร่)	-	-	6,032.00
ต้นทุนวัสดุปัจจัยการผลิต (บาท/ไร่)	4,789.51	4,789.51	4,789.51
แรงงาน (วันงาน/ไร่)	27.02	34.87	82.26
ถั่วเหลือง			
ผลผลิตเฉลี่ย (กก./ไร่)	624.44	805.53	624.44
การลงทุนเริ่มต้น (บาท/ไร่)	-	-	6,032.00
ต้นทุนวัสดุปัจจัยการผลิต (บาท/ไร่)	1,190.30	1,190.30	1,190.30
แรงงาน (วันงาน/ไร่)	3.93	11.78	59.17
ความสามารถในการลดการชะล้าง			
พังทลายของหน้าดิน (ร้อยละ)	-	91.00	95.00

ที่มา: ¹ จากการคำนวณ

² มัตติกา (2553)

³ กรมพัฒนาที่ดิน (2553)

2. ผลกระทบของแต่ละสถานการณ์ที่มีผลต่อระดับความยั่งยืนของพื้นที่ศึกษา

2.1 ผลกระทบของสถานการณ์ที่มีการส่งเสริมการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (Good Agricultural Practice: GAP)

การวิเคราะห์ผลกระทบภายใต้สถานการณ์จำลองนี้ เป็นการวิเคราะห์ผลกระทบเมื่อมีสถานการณ์การส่งเสริมทางเลือกในการปฏิบัติ GAP แก่เกษตรกรที่ปลูกพืชอายุสั้นในพื้นที่ โดยสถานการณ์จำลองสำหรับเกษตรกรดังกล่าวนี้เป็นการให้โอกาสเกษตรกรให้มีทางเลือกทางการปฏิบัติในระบบการทำฟาร์ม ซึ่งเริ่มตั้งแต่ปี 2554 โดยผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงระดับความยั่งยืนและลักษณะครัวเรือนเกษตรกรในพื้นที่ รวมทั้งการใช้ทรัพยากรเป็นดังนี้

2.1.1 ลักษณะการใช้ที่ดินเพื่อการปลูกพืช

จากการวิเคราะห์ลักษณะการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินพบว่าพื้นที่ปลูกพืชทั้งหมดในพื้นที่ศึกษามีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกทั้งหมด ซึ่งการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกทั้งหมดพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สามมีการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ปลูกพืชทั้งหมดสูงขึ้นเล็กน้อย หากพิจารณาพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน พบว่าการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินพบว่าพื้นที่ปลูกพืชทั้งหมดมีการเปลี่ยนแปลงลดลง สำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลาง พบว่าการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินพบว่าพื้นที่ปลูกพืชทั้งหมดมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกทั้งหมดในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา ส่วนพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่าง พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินพื้นที่ปลูกพืชทั้งหมด (ตารางที่ 29)

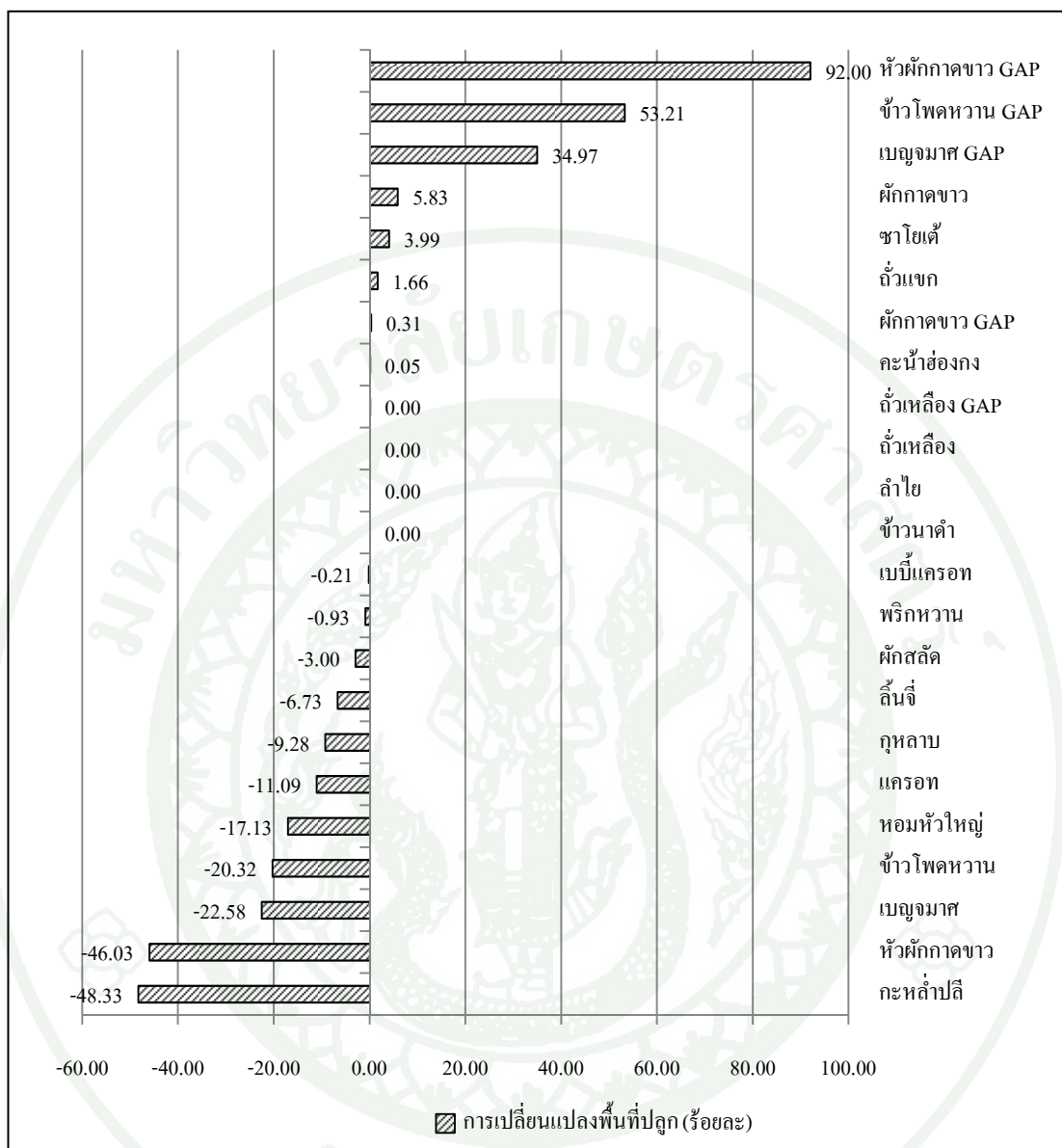
ตารางที่ 29 การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกพืชทั้งหมดของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง ปี 2548-2559 ภายใต้สถานการณ์ที่มีการส่งเสริมการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (Good Agricultural Practice: GAP)

(หน่วย: ไร่)

รายการ	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559
พื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สากรณีพื้นฐาน	6,474.25	7,425.90	7,777.48	8,541.13	8,615.38	9,122.12	9,454.20	9,738.22	9,837.87	10,081.50	10,151.66	10,335.86
พื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สากรณี GAP	6,473.68	7,426.23	7,775.52	8,548.61	8,622.95	9,142.06	9,047.49	9,496.95	9,742.29	10,154.62	10,245.91	10,323.13
การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา	-0.57	0.33	-1.96	7.48	7.57	19.94	-406.71	-241.27	-95.59	73.12	94.26	-12.73
ร้อยละการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา	-0.01	0.00	-0.03	0.09	0.09	0.22	-4.30	-2.48	-0.97	0.73	0.93	-0.12
พื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบนกรณีพื้นฐาน	4,011.02	4,567.09	4,763.00	5,198.13	5,219.16	5,591.31	5,863.31	6,012.35	6,091.60	6,295.66	6,323.15	6,454.70
พื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบนกรณี GAP	4,010.79	4,568.29	4,760.38	5,205.69	5,223.42	5,608.13	5,517.47	5,843.04	6,017.97	6,346.19	6,390.60	6,422.96
การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน	-0.23	1.20	-2.61	7.57	4.26	16.82	-345.84	-169.31	-73.63	50.53	67.45	-31.74
ร้อยละการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน	-0.01	0.03	-0.05	0.15	0.08	0.30	-5.90	-2.82	-1.21	0.80	1.07	-0.49
พื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลางกรณีพื้นฐาน	1,049.60	1,370.83	1,439.83	1,650.03	1,630.40	1,685.82	1,692.58	1,786.95	1,771.51	1,800.69	1,821.46	1,863.07
พื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลางกรณี GAP	1,049.27	1,369.96	1,440.48	1,649.95	1,641.47	1,688.94	1,631.71	1,715.00	1,749.55	1,823.29	1,848.26	1,882.08
การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลาง	-0.34	-0.87	0.65	-0.08	11.07	3.12	-60.87	-71.96	-21.96	22.59	26.80	19.02
ร้อยละการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลาง	-0.03	-0.06	0.05	-0.01	0.68	0.19	-3.60	-4.03	-1.24	1.25	1.47	1.02
พื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่างกรณีพื้นฐาน	1,413.63	1,487.98	1,574.66	1,692.97	1,765.82	1,844.99	1,898.31	1,938.91	1,974.76	1,985.15	2,007.05	2,018.09
พื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่างกรณี GAP	1,413.63	1,487.98	1,574.66	1,692.97	1,765.82	1,844.99	1,898.31	1,938.91	1,974.76	1,985.15	2,007.05	2,018.09
การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่าง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ร้อยละการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่าง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ที่มา: จากการ simulation

หากพิจารณารูปแบบการปลูกพืชในแต่ละปีพบว่าในแต่ละปีพื้นที่ปลูกพืชมีการเปลี่ยนแปลงจากสถานการณ์พื้นฐานที่แตกต่างกัน (ภาพที่ 14) โดยเมื่อพิจารณาพื้นที่ปลูกพืชทั้งหมดในปี 2559 ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา พบว่าการเปลี่ยนแปลงจะทำให้มีการปลูกพืชเพิ่มขึ้น 5 อันดับแรก ได้แก่ หัวผักกาดขาว (ปฏิบัติภายใต้ GAP) ข้าวโพดหวาน(ปฏิบัติภายใต้ GAP) เบนจามาต (ปฏิบัติภายใต้ GAP) ผักกาดขาว และชาโยเต้ ซึ่งมีการเพิ่มขึ้นเท่ากับ 92.00 53.21 34.97 5.83 และ 3.99 ไร่ จากสถานการณ์พื้นฐาน ตามลำดับ ขณะที่พืชที่มีแนวโน้มพื้นที่ปลูกลดลง 5 อันดับแรก ได้แก่ กะหล่ำปลี หัวผักกาดขาว (ไม่ได้ปฏิบัติภายใต้ GAP) เบนจามาต (ไม่ได้ปฏิบัติภายใต้ GAP) ข้าวโพดหวาน (ไม่ได้ปฏิบัติภายใต้ GAP) และหอมหัวใหญ่ โดยมีการลดลงเท่ากับ 48.33 46.03 22.58 20.32 และ 17.13 ไร่ เมื่อเทียบกับพื้นที่ปลูกในสถานการณ์พื้นฐาน ตามลำดับ จากผลการวิเคราะห์จะเห็นได้ว่าพื้นที่ปลูกพืชที่ได้รับการส่งเสริมให้มีการปฏิบัติภายใต้ GAP เพิ่มขึ้น ในขณะที่พืชชนิดเดียวกันแต่ไม่ได้ปฏิบัติภายใต้ GAP มีพื้นที่ปลูกลดลง



ภาพที่ 14 ร้อยละการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกแต่ละชนิดในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาภายใต้สถานการณ์ที่มี
การส่งเสริมการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (Good Agricultural Practice: GAP)
ที่มา: จากการ simulation

2.1.2 รายได้ครัวเรือน

สำหรับการเปลี่ยนแปลงด้านรายได้ครัวเรือนเกษตรกรพบว่าเมื่อมีการส่งเสริมทางเลือกการปฏิบัติ GAP แก่เกษตรกรในพื้นที่ปลูกพืชอายุสั้น จะทำให้รายได้ของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาเพิ่มขึ้น โดยเริ่มเพิ่มขึ้นตั้งแต่ปี 2552 จากรายได้ 73,098 บาทต่อครัวเรือนต่อปี เป็น 73,276 บาทต่อครัวเรือนต่อปี คิดเป็นร้อยละ 0.24 ของสถานการณ์พื้นฐาน ซึ่งตั้งแต่ปี 2552 รายได้ในแต่ละปีจะสูงกว่าสถานการณ์พื้นฐาน จนกระทั่งปี 2559 มีรายได้เท่ากับ 192,571 บาทต่อครัวเรือนต่อปี เป็นการเพิ่มขึ้นจาก 98,088 บาทต่อครัวเรือนต่อปี คิดเป็นร้อยละ 96.32 ของสถานการณ์พื้นฐาน (ตารางที่ 30)

เมื่อพิจารณาพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบนและตอนกลาง พบว่ารายได้ครัวเรือนเฉลี่ยมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น โดยเพิ่มขึ้นที่เห็นได้ชัดตั้งแต่ปี 2554 จากรายได้ 124,846 บาทต่อครัวเรือนต่อปี เป็น 210,813 บาทต่อครัวเรือนต่อปี คิดเป็นร้อยละ 68.86 ของสถานการณ์พื้นฐาน ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน และจากรายได้ 75,075 บาทต่อครัวเรือนต่อปี เพิ่มขึ้นเป็น 94,290 บาทต่อครัวเรือนต่อปี คิดเป็นร้อยละ 25.59 ของสถานการณ์พื้นฐาน ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลาง โดยหลังจากปี 2554 รายได้ในแต่ละปีจะสูงกว่าสถานการณ์พื้นฐานจนกระทั่งปี 2559 มีรายได้เท่ากับ 319,519 บาทต่อครัวเรือนต่อปี เป็นการเพิ่มขึ้นจาก 130,496 บาทต่อครัวเรือนต่อปี คิดเป็นการเพิ่มขึ้นร้อยละ 144.85 ของสถานการณ์พื้นฐาน ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน และมีรายได้เท่ากับ 120,433 บาทต่อครัวเรือนต่อปี เป็นการเพิ่มขึ้นจาก 79,959 บาทต่อครัวเรือนต่อปี คิดเป็นร้อยละ 50.62 ของสถานการณ์พื้นฐาน ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลาง ทั้งนี้การเพิ่มขึ้นเป็นผลเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ปลูกพืชที่ได้รับการส่งเสริมให้ปฏิบัติภายใต้ GAP สำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่าง พบว่ารายได้ครัวเรือนเฉลี่ยไม่มีการเปลี่ยนแปลง (ตารางที่ 30)

ตารางที่ 30 การเปลี่ยนแปลงรายได้เฉลี่ยของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง ปี 2548-2559 ภายใต้ที่มีการส่งเสริมการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (Good Agricultural Practice: GAP)

(หน่วย: บาท/ไร่/ปี)

รายการ	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559
รายได้เฉลี่ยพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สากรณีพื้นฐาน	57,798	73,238	81,350	115,304	73,099	87,138	92,912	92,989	90,345	93,443	98,195	98,088
รายได้เฉลี่ยพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สากรณี GAP	57,817	73,209	81,309	115,261	73,277	87,269	136,246	174,735	169,579	164,140	168,810	192,571
การเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา	19	-29	-41	-43	178	131	43,335	81,746	79,234	70,698	70,615	94,483
ร้อยละการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา	0.03	-0.04	-0.05	-0.04	0.24	0.15	46.64	87.91	87.70	75.66	71.91	96.32
รายได้เฉลี่ยพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบนกรณีพื้นฐาน	82,244	99,970	106,342	177,814	112,960	117,255	124,847	125,755	119,666	124,305	132,380	130,496
รายได้เฉลี่ยพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบนกรณี GAP	82,284	99,992	106,342	177,585	113,137	117,300	210,813	287,158	277,941	261,227	269,887	319,519
การเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน	40	22	0	-228	177	45	85,967	161,403	158,275	136,923	137,507	189,023
ร้อยละการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน	0.05	0.02	0.00	-0.13	0.16	0.04	68.86	128.35	132.26	110.15	103.87	144.85
รายได้เฉลี่ยพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลางกรณีพื้นฐาน	43,241	60,255	68,474	79,399	44,228	69,584	75,075	74,254	73,599	75,970	79,000	79,959
รายได้เฉลี่ยพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลางกรณี GAP	43,248	60,176	68,389	79,498	44,406	69,791	94,291	111,181	107,880	110,022	112,326	120,433
การเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลาง	7	-79	-85	99	179	208	19,215	36,927	34,281	34,052	33,326	40,474
ร้อยละการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลาง	0.02	-0.13	-0.12	0.12	0.40	0.30	25.59	49.73	46.58	44.82	42.18	50.62
รายได้เฉลี่ยพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่างกรณีพื้นฐาน	36,150	38,170	51,429	54,832	57,561	58,891	59,941	60,845	61,505	62,493	63,182	64,516
รายได้เฉลี่ยพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่างกรณี GAP	36,150	38,170	51,429	54,832	57,561	58,891	59,941	60,845	61,505	62,493	63,182	64,516
การเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่าง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ร้อยละการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่าง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ที่มา: จากการ simulation

2.1.3 รายได้เหนือต้นทุนเงินสดจากการทำกิจกรรมการทำฟาร์มและการรับจ้าง

สำหรับการเปลี่ยนแปลงด้านรายได้เหนือต้นทุนเงินสดจากการทำกิจกรรมการทำฟาร์มและการรับจ้างของครัวเรือนเกษตรกรพบว่ารายได้เหนือต้นทุนเงินสดเฉลี่ยของครัวเรือนในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สามทิศทางเข่นเดียวกับการเปลี่ยนแปลงด้านรายได้ครัวเรือนเกษตรกร กล่าวคือมีการเปลี่ยนแปลงรายได้ของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สามเพิ่มขึ้น โดยเริ่มเพิ่มขึ้นตั้งแต่ปี 2552 จากรายได้ 81,903 บาทต่อครัวเรือนต่อปี เป็น 82,075 บาทต่อครัวเรือนต่อปี คิดเป็นร้อยละ 0.21 ของสถานการณ์พื้นฐาน ซึ่งตั้งแต่ปี 2552 รายได้ในแต่ละปีจะสูงกว่าสถานการณ์พื้นฐาน จนกระทั่งปี 2559 มีรายได้เท่ากับ 208,198 บาทต่อครัวเรือนต่อปี เป็นการเพิ่มขึ้นจาก 111,419 บาทต่อครัวเรือนต่อปี คิดเป็นร้อยละ 86.86 ของสถานการณ์พื้นฐาน (ตารางที่ 31)

เมื่อพิจารณาพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบนและตอนกลาง พบว่ารายได้ครัวเรือนเฉลี่ยมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น โดยเพิ่มขึ้นที่เห็นได้ชัดตั้งแต่ปี 2554 จากรายได้ 132,447 บาทต่อครัวเรือนต่อปี เป็น 219,935 บาทต่อครัวเรือนต่อปี คิดเป็นร้อยละ 66.06 ของสถานการณ์พื้นฐาน ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน และจากรายได้ 89,250 บาทต่อครัวเรือนต่อปี เพิ่มขึ้นเป็น 108,531 บาทต่อครัวเรือนต่อปี คิดเป็นร้อยละ 21.60 ของสถานการณ์พื้นฐาน ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลาง ซึ่งจากนั้นรายได้ในแต่ละปีจะสูงกว่าสถานการณ์พื้นฐานจนกระทั่งปี 2559 มีรายได้เท่ากับ 336,604 บาทต่อครัวเรือนต่อปี เป็นการเพิ่มขึ้นจาก 141,299 บาทต่อครัวเรือนต่อปี คิดเป็นร้อยละ 138.22 ของสถานการณ์พื้นฐาน ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน และมีรายได้เท่ากับ 138,901 บาทต่อครัวเรือนต่อปี เป็นการเพิ่มขึ้นจาก 98,826 บาทต่อครัวเรือนต่อปี คิดเป็นร้อยละ 40.55 ของสถานการณ์พื้นฐาน ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลาง สำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่าง พบว่ารายได้เฉลี่ยไม่มีการเปลี่ยนแปลง (ตารางที่ 31)

ตารางที่ 31 การเปลี่ยนแปลงผลตอบแทนทั้งหมดสุทธิจากการทำกิจกรรมฟาร์มเฉลี่ยของครัวเรือนในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง
ปี 2548-2559 ภายใต้ที่มีการส่งเสริมการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (Good Agricultural Practice: GAP)

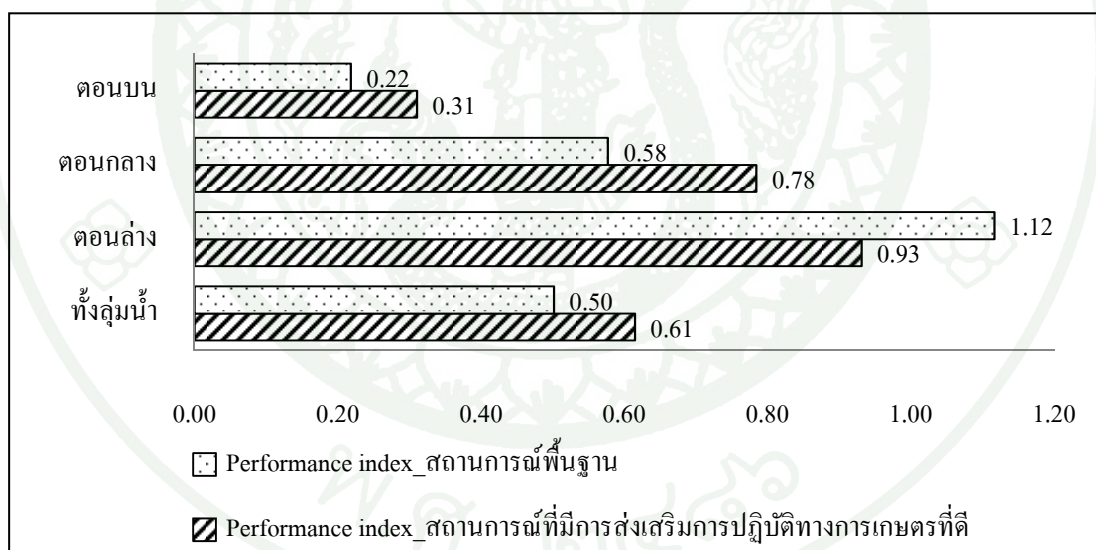
(หน่วย: บาท/ครัวเรือน)

รายการ	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559
ผลตอบแทนเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สากรณีพื้นฐาน	65,031	81,081	89,421	123,604	81,904	95,932	102,776	103,679	101,830	105,238	110,992	111,420
ผลตอบแทนเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สากรณี GAP	65,053	81,048	89,384	123,562	82,076	96,040	146,739	186,550	182,331	177,274	183,327	208,199
การเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา	22	-33	-37	-42	172	109	43,963	82,871	80,501	72,036	72,335	96,779
ร้อยละการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา	0.03	-0.04	-0.04	-0.03	0.21	0.11	42.78	79.93	79.05	68.45	65.17	86.86
ผลตอบแทนเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบนกรณีพื้นฐาน	89,526	107,843	114,108	185,175	120,219	124,052	132,447	133,845	128,680	133,085	142,462	141,300
ผลตอบแทนเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบนกรณี GAP	89,565	107,864	114,107	184,945	120,381	124,071	219,935	298,003	290,351	273,712	284,778	336,605
การเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน	40	21	-1	-231	163	19	87,488	164,157	161,671	140,627	142,316	195,305
ร้อยละการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน	0.04	0.02	0.00	-0.12	0.14	0.02	66.06	122.65	125.64	105.67	99.90	138.22
ผลตอบแทนเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลางกรณีพื้นฐาน	52,160	69,956	78,742	90,476	56,445	82,161	89,251	89,775	90,050	93,288	97,338	98,827
ผลตอบแทนเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลางกรณี GAP	52,174	69,870	78,666	90,579	56,628	82,350	108,532	126,785	124,180	127,089	130,293	138,902
การเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลาง	14	-85	-77	103	183	189	19,281	37,011	34,130	33,801	32,956	40,075
ร้อยละการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลาง	0.03	-0.12	-0.10	0.11	0.32	0.23	21.60	41.23	37.90	36.23	33.86	40.55
ผลตอบแทนเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่างกรณีพื้นฐาน	36,682	38,708	51,944	55,350	58,084	59,398	60,334	61,123	61,640	62,523	63,211	64,539
ผลตอบแทนเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่างกรณี GAP	36,682	38,708	51,944	55,350	58,084	59,398	60,334	61,123	61,640	62,523	63,211	64,539
การเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่าง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ร้อยละการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่าง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ที่มา: จากการ simulation

2.1.4 การเปลี่ยนแปลงสถานการณ์ความยั่งยืน

สำหรับการเปลี่ยนแปลงสถานการณ์ความยั่งยืนภายใต้สถานการณ์นี้พบว่าระดับความยั่งยืนของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาเพิ่มขึ้น โดยการเปลี่ยนแปลงความชันของแนวโน้มน้ำของค่าดัชนีศักยภาพแห่งความยั่งยืน (PI) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยจากสถานการณ์พื้นฐานมีแนวโน้มเท่ากับ 0.50 หน่วยต่อปี เพิ่มขึ้นเป็นมีแนวโน้มเท่ากับ 0.61 หน่วยต่อปี ซึ่งแสดงถึงระดับความยั่งยืนในภาพรวมของระบบการทำฟาร์มของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาที่เพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบนและตอนกลาง พบว่ามีระดับความยั่งยืนที่เพิ่มขึ้น แสดงได้โดยการเปลี่ยนแปลงความชันของแนวโน้มน้ำของค่าดัชนีศักยภาพแห่งความยั่งยืน (PI) มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นจากสถานการณ์พื้นฐานมีแนวโน้มเท่ากับ 0.22 และ 0.58 หน่วยต่อปี ตามลำดับ เพิ่มขึ้นเป็นมีแนวโน้มเท่ากับ 0.31 และ 0.78 หน่วยต่อปี ตามลำดับ สำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่าง พบว่ามีระดับความยั่งยืนที่ลดลง แสดงได้โดยการเปลี่ยนแปลงความชันของแนวโน้มน้ำของค่าดัชนีศักยภาพแห่งความยั่งยืน (PI) มีแนวโน้มที่ลดลง จากสถานการณ์พื้นฐานเท่ากับ 1.12 หน่วยต่อปี ลดลงเป็นมีแนวโน้มเท่ากับ 0.93 หน่วยต่อปี (ภาพที่ 15)



ภาพที่ 15 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงดัชนีศักยภาพแห่งความยั่งยืน (Performance index) ของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน ตอนกลาง และตอนล่างภายใต้สถานการณ์ที่มีการส่งเสริมการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (Good Agricultural Practice: GAP)

ที่มา: จากการ simulation

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงระดับความยั่งยืนในรายละเอียดของประเด็นความยั่งยืนต่างๆ ผ่านดัชนีความยั่งยืน (SI) พบว่าพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สามีการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันในแต่ละ

ประเด็นความยั่งยืนซึ่งสามารถพิจารณาจากค่าดัชนีความยั่งยืน (SI) และแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของตัวชี้วัดต่างๆ (ตารางที่ 32) โดยการเปลี่ยนแปลงที่มีความยั่งยืนมากขึ้นในประเด็นด้านรายได้ครัวเรือน รายได้ฟาร์มสุทธิ การออมของครัวเรือน และระดับความเป็นพิษของสารเคมี โดยมีค่าแนวโน้มของค่าดัชนีความยั่งยืน (SI) ของตัวชี้วัดในแต่ละประเด็นเพิ่มขึ้น ในขณะที่ประเด็นด้านการจ้างแรงงาน ผลกระทบการใช้แรงงาน และการชะล้างพังทลายของหน้าดิน มีระดับความยั่งยืนที่ลดลงซึ่งจะเห็นได้จากค่าแนวโน้มของค่าดัชนีความยั่งยืนในประเด็นดังกล่าวมีค่าลดลง

เมื่อพิจารณาในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบนพบว่าการเปลี่ยนแปลงระดับความยั่งยืนแตกต่างกันในแต่ละประเด็นความยั่งยืนซึ่งสามารถพิจารณาจากค่าดัชนีความยั่งยืน (SI) และแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของตัวชี้วัดต่างๆ โดยการเปลี่ยนแปลงที่มีความยั่งยืนมากขึ้นในประเด็นด้านรายได้ครัวเรือน การออมของครัวเรือน ผลกระทบการใช้แรงงาน และระดับความเป็นพิษของสารเคมี โดยมีค่าแนวโน้มของค่าดัชนีความยั่งยืน (SI) ของตัวชี้วัดในแต่ละประเด็นเพิ่มขึ้น ในขณะที่ประเด็นด้านรายได้ฟาร์มสุทธิ การจ้างแรงงาน และการชะล้างพังทลายของหน้าดิน มีระดับความยั่งยืนที่ลดลงซึ่งจะเห็นได้จากค่าแนวโน้มของค่าดัชนีความยั่งยืนมีค่าลดลง พิจารณาในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลางพบว่าแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของตัวชี้วัดต่างๆ โดยการเปลี่ยนแปลงที่มีความยั่งยืนมากขึ้นในประเด็นด้านรายได้ครัวเรือน รายได้ฟาร์มสุทธิ การออมของครัวเรือน และระดับความเป็นพิษของสารเคมี โดยมีค่าแนวโน้มของค่าดัชนีความยั่งยืน (SI) ของตัวชี้วัดในแต่ละประเด็นเพิ่มขึ้น ในขณะที่ประเด็นด้านการจ้างแรงงาน ผลกระทบการใช้แรงงาน และการชะล้างพังทลายของหน้าดิน มีระดับความยั่งยืนที่ลดลงซึ่งจะเห็นได้จากค่าแนวโน้มของค่าดัชนีความยั่งยืนมีค่าลดลง สำหรับการพิจารณาพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่างพบว่า ประเด็นด้านรายได้ฟาร์มสุทธิมีค่าแนวโน้มของค่าดัชนีความยั่งยืน (SI) ของตัวชี้วัดเพิ่มขึ้น และประเด็นด้านผลกระทบการใช้แรงงานมีค่าแนวโน้มของค่าดัชนีความยั่งยืนลดลง ในขณะที่ประเด็นด้านรายได้ครัวเรือน การออมของครัวเรือน การจ้างแรงงาน การชะล้างพังทลายของหน้าดิน และระดับความเป็นพิษของสารเคมี ไม่มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีความยั่งยืน (SI) ของตัวชี้วัดประเด็นดังกล่าว (ตารางที่ 32)

ตารางที่ 32 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงดัชนีความยั่งยืน (Sustainability index) ของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง ภายใต้สถานการณ์ที่มีการส่งเสริมการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (Good Agricultural Practice: GAP)

ตัวชี้วัด	ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน		ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลาง		ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่าง		ทั้งลุ่มน้ำ	
	กรณีพื้นฐาน	กรณี GAP	กรณีพื้นฐาน	กรณี GAP	กรณีพื้นฐาน	กรณี GAP	กรณีพื้นฐาน	กรณี GAP
รายได้ครัวเรือน	1.16	1.33	1.55	2.05	2.45	2.45	1.51	1.81
รายได้ฟาร์มสุทธิ	1.46	1.00	0.51	1.53	1.99	2.33	1.07	1.42
การออม	1.53	1.65	1.53	1.78	2.34	2.34	1.63	1.79
การจ้างแรงงาน	-1.56	-1.74	-0.32	-0.41	-1.23	-1.23	-0.93	-1.04
ผลดีภาพการใช้แรงงาน	0.96	1.58	1.01	0.85	1.89	0.27	1.10	1.07
การชะล้างพังทลายของหน้าดิน	-0.36	-0.32	0.81	0.71	2.86	2.86	0.60	0.57
ระดับความเป็นพิษของสารเคมี	-1.66	-1.32	-1.06	-1.02	-2.49	-2.49	-1.47	-1.32

ที่มา: จากการ simulation

2.2 ผลกระทบของสถานการณ์ที่มีระดับค่าจ้างแรงงานเพิ่มขึ้น

ผลกระทบภายใต้สถานการณ์จำลองเมื่อระยะยาวมีระดับค่าจ้างแรงงานเพิ่มขึ้นเป็น 300 บาทต่อวัน ตามนโยบายรัฐบาล การอธิบายจะนำเสนอการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเปรียบเทียบกับระหว่างสถานการณ์พื้นฐาน (Baseline Scenario) กับสถานการณ์ที่มีระดับค่าจ้างแรงงานเพิ่มขึ้นเป็น 300 บาทต่อวัน ตั้งแต่ปี 2554-2559 โดยผลการศึกษาเป็นดังนี้

2.2.1 ลักษณะการใช้ที่ดินเพื่อการปลูกพืช

จากการวิเคราะห์ลักษณะการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินพบว่าพื้นที่ปลูกพืชทั้งหมดในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สามีการเปลี่ยนแปลงลดลง โดยเป็นการลดลงของพื้นที่ปลูกเริ่มจากปี 2554 มีการลดลงของพื้นที่ปลูกจาก 9,454.20 ไร่ เป็น 8,281.42 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 12.40 ของสถานการณ์พื้นฐาน และในปี 2559 มีพื้นที่ปลูกทั้งหมดลดลงจาก 10,335.86 ไร่ เป็น 8,729.54 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 15.54 ของสถานการณ์พื้นฐาน เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกพืชทั้งหมดของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน ตอนกลาง และตอนล่างพบว่าพื้นที่ปลูกพืชทั้งหมดมีการเปลี่ยนแปลงลดลงเช่นเดียวกัน โดยการเปลี่ยนแปลงลดลงเริ่มจากปี 2554 ที่มีการเปลี่ยนแปลงระดับค่าจ้างแรงงานเป็น 300 บาทต่อวัน โดยในปี 2554 พื้นที่ปลูกพืชทั้งหมดลดลงจาก 5,863.31 ไร่ เป็น 5,404.29 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 25.64 ของสถานการณ์พื้นฐาน ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน พื้นที่ปลูกพืชทั้งหมดลดลงจาก 1,692.58 ไร่ เป็น 1,465.46 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 13.42 ของสถานการณ์พื้นฐาน ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลาง และพื้นที่ปลูกพืชทั้งหมดลดลงจาก 1,898.31 ไร่ เป็น 1,411.66 ไร่ โดยคิดเป็นร้อยละ 25.64 ของสถานการณ์พื้นฐาน ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่าง และในปี 2559 พื้นที่ปลูกพืชทั้งหมดลดลงจาก 6,454.70 ไร่ เป็น 5,826.46 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 31.27 ของสถานการณ์พื้นฐาน ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน พื้นที่ปลูกพืชทั้งหมดลดลงจาก 1,863.07 ไร่ เป็น 1,516.04 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 18.63 ของสถานการณ์พื้นฐาน ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลาง และพื้นที่ปลูกพืชทั้งหมดลดลงจาก 2,018.09 ไร่ เป็น 1,387.04 ไร่ โดยคิดเป็นร้อยละ 31.27 ของสถานการณ์พื้นฐาน ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่าง (ตารางที่ 33)

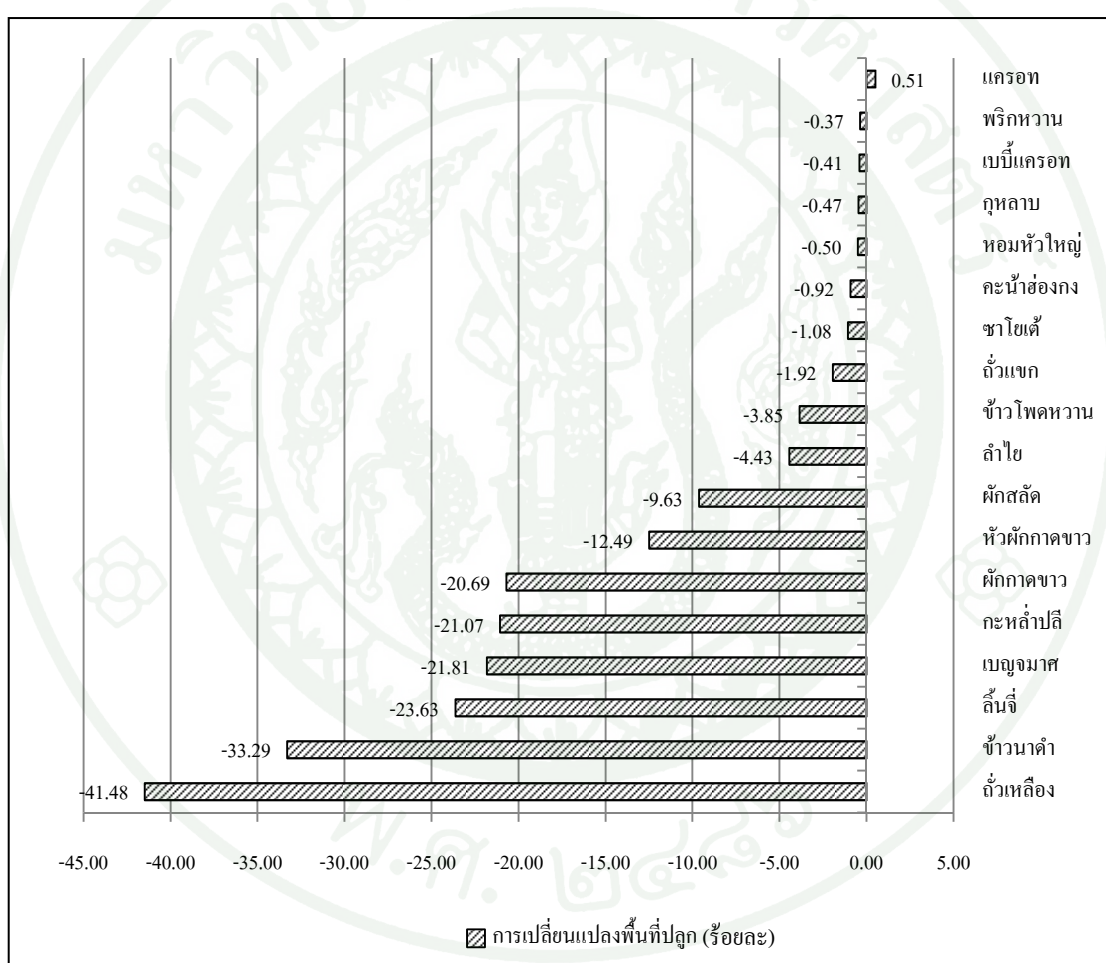
ตารางที่ 33 การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกพืชทั้งหมดของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง ปี 2548-2559 ภายใต้สถานการณ์ที่มีระดับค่าจ้างแรงงานเพิ่มขึ้น

(หน่วย: ไร่)

รายการ	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559
พื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สากรณีพื้นฐาน	6,474.25	7,425.90	7,777.48	8,541.13	8,615.38	9,122.12	9,454.20	9,738.22	9,837.87	10,081.50	10,151.66	10,335.86
พื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สากรณีค่าจ้าง300	6,474.25	7,425.90	7,777.48	8,541.13	8,615.38	9,122.12	8,281.42	8,043.95	8,335.88	8,610.83	8,529.04	8,729.54
การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา	-	-	-	-	-	-	-1,172.79	-1,694.27	-1,502.00	-1,470.68	-1,622.62	-1,606.32
ร้อยละการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา	-	-	-	-	-	-	-12.40	-17.40	-15.27	-14.59	-15.98	-15.54
พื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบนกรณีพื้นฐาน	4,011.02	4,567.09	4,763.00	5,198.13	5,219.16	5,591.31	5,863.31	6,012.35	6,091.60	6,295.66	6,323.15	6,454.70
พื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบนกรณีค่าจ้าง300	4,011.02	4,567.09	4,763.00	5,198.13	5,219.16	5,591.31	5,404.29	5,331.65	5,554.24	5,737.10	5,645.41	5,826.46
การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน	-	-	-	-	-	-	-486.65	-669.01	-638.63	-623.22	-628.99	-631.05
ร้อยละการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน	-	-	-	-	-	-	-25.64	-34.50	-32.34	-31.39	-31.34	-31.27
พื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลางกรณีพื้นฐาน	1,049.60	1,370.83	1,439.83	1,650.03	1,630.40	1,685.82	1,692.58	1,786.95	1,771.51	1,800.69	1,821.46	1,863.07
พื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลางกรณีค่าจ้าง300	1,049.60	1,370.83	1,439.83	1,650.03	1,630.40	1,685.82	1,465.46	1,442.39	1,445.50	1,511.80	1,505.57	1,516.04
การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลาง	-	-	-	-	-	-	-227.12	-344.56	-326.02	-288.90	-315.88	-347.03
ร้อยละการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลาง	-	-	-	-	-	-	-13.42	-19.28	-18.40	-16.04	-17.34	-18.63
พื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่างกรณีพื้นฐาน	1,413.63	1,487.98	1,574.66	1,692.97	1,765.82	1,844.99	1,898.31	1,938.91	1,974.76	1,985.15	2,007.05	2,018.09
พื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่างกรณีค่าจ้าง300	1,413.63	1,487.98	1,574.66	1,692.97	1,765.82	1,844.99	1,411.66	1,269.90	1,336.13	1,361.92	1,378.06	1,387.04
การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่าง	-	-	-	-	-	-	-486.65	-669.01	-638.63	-623.22	-628.99	-631.05
ร้อยละการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่าง	-	-	-	-	-	-	-25.64	-34.50	-32.34	-31.39	-31.34	-31.27

ที่มา: จากการ simulation

นอกจากนี้หากพิจารณาการเปลี่ยนแปลงสำหรับพืชแต่ละชนิดพบว่าในระยะยาวพื้นที่ปลูกพืชแต่ละชนิดมีการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้ทรัพยากรแรงงานและผลตอบแทนที่ได้รับจากการผลิต (ภาพที่ 16) โดยเมื่อพิจารณาพื้นที่ปลูกพืชแต่ละชนิดในปี 2559 พบว่าพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาการเปลี่ยนแปลงจะทำให้มีการปลูกพืชลดลงจากสถานการณ์พื้นฐาน 5 อันดับแรก ได้แก่ ถั่วเหลือง ข้าวนาดำ ลินจี เบญจมาศ และกะหล่ำปลี มีการลดลง 41.48 33.29 23.63 21.81 และ 21.07 ไร่ จากสถานการณ์พื้นฐาน ตามลำดับ ขณะที่พืชที่มีแนวโน้มพื้นที่ปลูกเพิ่มขึ้น ได้แก่ แครอท โดยมีการเพิ่มขึ้น 0.51 ไร่ เมื่อเทียบกับสถานการณ์พื้นฐาน



ภาพที่ 16 ร้อยละการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกแต่ละชนิดในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาภายใต้สถานการณ์ที่มีระดับค่าจ้างแรงงานเพิ่มขึ้น

ที่มา: จากการ simulation

2.2.2 รายได้ครัวเรือน

สำหรับการเปลี่ยนแปลงด้านรายได้ครัวเรือนเกษตรกรพบว่าเมื่ออัตราค่าจ้างแรงงานเพิ่มเป็น 300 บาทต่อวัน จะทำให้รายได้ของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาลดลง (ตารางที่ 34) โดยเริ่มลดลงตั้งแต่ปี 2554 จากรายได้ 92,911 บาทต่อครัวเรือนต่อปี ลดเป็น 66,727 บาทต่อครัวเรือนต่อปี คิดเป็นการลดลงร้อยละ 28.18 ของสถานการณ์พื้นฐาน ซึ่งจากนั้นรายได้ในแต่ละปีจะต่ำกว่าสถานการณ์พื้นฐาน และเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นปี 2558 รายได้ครัวเรือนเพิ่มขึ้นจากเดิม 98,195 บาทต่อครัวเรือน เพิ่มเป็น 98,775 บาทต่อครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 0.59 ของสถานการณ์พื้นฐาน ทั้งนี้เนื่องจากรายได้ที่ได้จากการรับจ้างที่เพิ่มขึ้นแม้ว่าพื้นที่ปลูกพืชจะลดลงแต่มีรายได้จากการรับจ้างเข้ามาทดแทนทำให้รายได้เฉลี่ยครัวเรือนเพิ่มขึ้น

เมื่อพิจารณาพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน พบว่ารายได้ครัวเรือนเฉลี่ยมีการเปลี่ยนแปลงลดลง โดยเริ่มลดลงตั้งแต่ปี 2554 จากรายได้ 124,846 บาทต่อครัวเรือนต่อปี เป็น 83,519 บาทต่อครัวเรือนต่อปี คิดเป็นร้อยละ 33.10 ของสถานการณ์พื้นฐาน ซึ่งจากนั้นรายได้ในแต่ละปีจะต่ำกว่าสถานการณ์พื้นฐานจนกระทั่งปี 2559 มีรายได้เท่ากับ 123,112 บาทต่อครัวเรือนต่อปี เป็นการลดลงจาก 130,496 บาทต่อครัวเรือนต่อปี คิดเป็นร้อยละ 5.66 ของสถานการณ์พื้นฐาน ทั้งนี้การลดลงเป็นผลเนื่องจากการลดลงของการปลูกพืชที่มีการปลูกพืชลดลงเนื่องจากค่าจ้างแรงงานที่เพิ่มขึ้น หากพิจารณาพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลาง พบว่ารายได้ครัวเรือนเฉลี่ยมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น เริ่มจากปี 2555 รายได้ครัวเรือนเพิ่มขึ้นจากเดิม 74,253 บาทต่อครัวเรือน เป็น 77,260 บาทต่อครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 4.05 ของสถานการณ์พื้นฐาน และในปี 2559 มีรายได้เฉลี่ยเพิ่มขึ้นจาก 79,959 บาทต่อปี เป็น 83,763 บาทต่อปี คิดเป็นร้อยละ 4.76 ของสถานการณ์พื้นฐาน และการเปลี่ยนแปลงรายได้ครัวเรือนเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่าง พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงลดลง เช่นเดียวกับพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน กล่าวคือรายได้ครัวเรือนเฉลี่ยมีการเปลี่ยนแปลงลดลง โดยเริ่มลดลงตั้งแต่ปี 2554 จากรายได้ 59,941 บาทต่อครัวเรือนต่อปี เป็น 17,474 บาทต่อครัวเรือนต่อปี คิดเป็นร้อยละ 70.85 ของสถานการณ์พื้นฐาน และในปี 2559 มีรายได้เท่ากับ 54,503 บาทต่อครัวเรือนต่อปี เป็นการลดลงจาก 64,515 บาทต่อครัวเรือนต่อปี คิดเป็นร้อยละ 15.52 ของสถานการณ์พื้นฐาน (ตารางที่ 34)

ตารางที่ 34 การเปลี่ยนแปลงรายได้เฉลี่ยของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง ปี 2548-2559 ภายใต้สถานการณ์ที่มีระดับค่าจ้างแรงงานเพิ่มขึ้น

(หน่วย: บาท/ครัวเรือน)

รายการ	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559
รายได้เฉลี่ยพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สากรณีพื้นฐาน	57,798	73,238	81,350	115,304	73,099	87,138	92,912	92,989	90,345	93,443	98,195	98,088
รายได้เฉลี่ยพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สากรณีค่าจ้าง300	57,798	73,238	81,350	115,304	73,099	87,138	66,727	90,369	88,909	93,190	98,776	98,757
การเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา	-	-	-	-	-	-	-26,184	-2,620	-1,435	-252	581	669
ร้อยละการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา	-	-	-	-	-	-	-28.18	-2.82	-1.59	-0.27	0.59	0.68
รายได้เฉลี่ยพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบนกรณีพื้นฐาน	82,244	99,970	106,342	177,814	112,960	117,255	124,847	125,755	119,666	124,305	132,380	130,496
รายได้เฉลี่ยพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบนกรณีค่าจ้าง300	82,244	99,970	106,342	177,814	112,960	117,255	83,520	112,659	108,844	114,128	123,537	123,112
การเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน	-	-	-	-	-	-	-42,466	-13,850	-11,687	-10,390	-10,175	-10,012
ร้อยละการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน	-	-	-	-	-	-	-70.85	-22.76	-19.00	-16.63	-16.10	-15.52
รายได้เฉลี่ยพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลางกรณีพื้นฐาน	43,241	60,255	68,474	79,399	44,228	69,584	75,075	74,254	73,599	75,970	79,000	79,959
รายได้เฉลี่ยพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลางกรณีค่าจ้าง300	43,241	60,255	68,474	79,399	44,228	69,584	60,431	77,261	77,251	80,953	83,698	83,763
การเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลาง	-	-	-	-	-	-	-14,644	3,007	3,652	4,982	4,698	3,804
ร้อยละการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลาง	-	-	-	-	-	-	-19.51	4.05	4.96	6.56	5.95	4.76
รายได้เฉลี่ยพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่างกรณีพื้นฐาน	36,150	38,170	51,429	54,832	57,561	58,891	59,941	60,845	61,505	62,493	63,182	64,516
รายได้เฉลี่ยพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่างกรณีค่าจ้าง300	36,150	38,170	51,429	54,832	57,561	58,891	17,475	46,995	49,818	52,102	53,008	54,503
การเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่าง	-	-	-	-	-	-	-42,466	-13,850	-11,687	-10,390	-10,175	-10,012
ร้อยละการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่าง	-	-	-	-	-	-	-70.85	-22.76	-19.00	-16.63	-16.10	-15.52

ที่มา: จากการ simulation

2.2.3 รายได้เหนือต้นทุนเงินสดจากการทำกิจกรรมการทำฟาร์มและการรับจ้าง

การเปลี่ยนแปลงรายได้เหนือต้นทุนเงินสดจากการทำกิจกรรมการทำฟาร์มและการรับจ้างของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา (ตารางที่ 35) พบว่ารายได้เหนือต้นทุนเงินสดมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นเริ่มจากปี 2555 รายได้ครัวเรือนเพิ่มขึ้นจากเดิม 103,679 บาทต่อครัวเรือนต่อปี เป็น 104,248 บาทต่อครัวเรือนต่อปี คิดเป็นร้อยละ 0.55 ของสถานการณ์พื้นฐาน ทั้งนี้เนื่องจากรายได้ที่ได้จากการรับจ้างที่เพิ่มขึ้น แม้ว่าพื้นที่ปลูกพืชจะลดลงแต่มีรายได้จากการรับจ้างเข้ามาทดแทนทำให้รายได้เฉลี่ยครัวเรือนเพิ่มขึ้น และในปี 2559 มีรายได้เฉลี่ยเพิ่มขึ้นจาก 111,419 บาทต่อครัวเรือนต่อปี เป็น 116,454 บาทต่อครัวเรือนต่อปี คิดเป็นร้อยละ 4.52 ของสถานการณ์พื้นฐาน

เมื่อพิจารณาพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน พบว่าการเปลี่ยนแปลงรายได้เหนือต้นทุนเงินสดจากการทำกิจกรรมการทำฟาร์มและการรับจ้างพบว่ามีทิศทางการเปลี่ยนแปลงเดียวกันกับรายได้ครัวเรือน กล่าวคือ มีรายได้เหนือต้นทุนเงินสดจากการทำกิจกรรมการทำฟาร์มและการรับจ้างลดลงโดยเริ่มลดลงตั้งแต่ปี 2554 จากรายได้เหนือต้นทุนเงินสดเท่ากับ 132,447 บาทต่อครัวเรือนต่อปี เป็น 92,321 บาทต่อครัวเรือนต่อปี คิดเป็นร้อยละ 30.30 ของสถานการณ์พื้นฐาน ซึ่งจากนั้นรายได้เหนือต้นทุนเงินสดในแต่ละปีจะต่ำกว่าสถานการณ์พื้นฐานจนกระทั่งปี 2559 มีรายได้เหนือต้นทุนเงินสดเท่ากับ 137,239 บาทต่อครัวเรือนต่อปี เป็นการลดลงจาก 141,299 บาทต่อครัวเรือนต่อปี คิดเป็นร้อยละ 2.87 ของสถานการณ์พื้นฐาน ทั้งนี้การลดลงของรายได้เหนือต้นทุนเงินสดเป็นผลเนื่องจากการลดลงของการปลูกพืชที่มีการปลูกพืชลดลงเนื่องจากค่าจ้างแรงงานที่เพิ่มขึ้น พิจารณาในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลาง มีทิศทางการเปลี่ยนแปลงรายได้เหนือต้นทุนเงินสดจากการทำกิจกรรมการทำฟาร์มและการรับจ้างเช่นเดียวกับพื้นที่ทั้งลุ่มน้ำแม่สา กล่าวคือรายได้เหนือต้นทุนเงินสดมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นเริ่มจากปี 2555 รายได้ครัวเรือนเพิ่มขึ้นจากเดิม 89,774 บาทต่อครัวเรือนต่อปี เป็น 98,178 บาทต่อครัวเรือนต่อปี คิดเป็นร้อยละ 9.36 ของสถานการณ์พื้นฐาน และในปี 2559 มีรายได้เฉลี่ยเพิ่มขึ้นจาก 98,826 บาทต่อครัวเรือนต่อปี เป็น 108,829 บาทต่อครัวเรือนต่อปี คิดเป็นร้อยละ 10.12 ของสถานการณ์พื้นฐาน และในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่าง พบว่าการเปลี่ยนแปลงรายได้เหนือต้นทุนเงินสดจากการทำกิจกรรมการทำฟาร์มและการรับจ้างลดลงโดยเริ่มลดลงตั้งแต่ปี 2554 จากรายได้เหนือต้นทุนเงินสดเท่ากับ 60,333 บาทต่อครัวเรือนต่อปี เป็น 17,977 บาทต่อครัวเรือนต่อปี คิดเป็นร้อยละ 70.20 ของสถานการณ์พื้นฐาน และในปี 2559 มีรายได้เหนือต้นทุนเงินสดเท่ากับ 54,539 บาทต่อครัวเรือนต่อปี เป็นการลดลงจาก 64,539 บาทต่อครัวเรือนต่อปี คิดเป็นร้อยละ 15.49 ของสถานการณ์พื้นฐาน (ตารางที่ 35)

ตารางที่ 35 การเปลี่ยนแปลงผลตอบแทนทั้งหมดสุทธิจากการทำกิจกรรมการทำฟาร์มเฉลี่ยของครัวเรือนในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง
ปี 2548-2559 ภายใต้สถานการณ์ที่มีระดับค่าจ้างแรงงานเพิ่มขึ้น

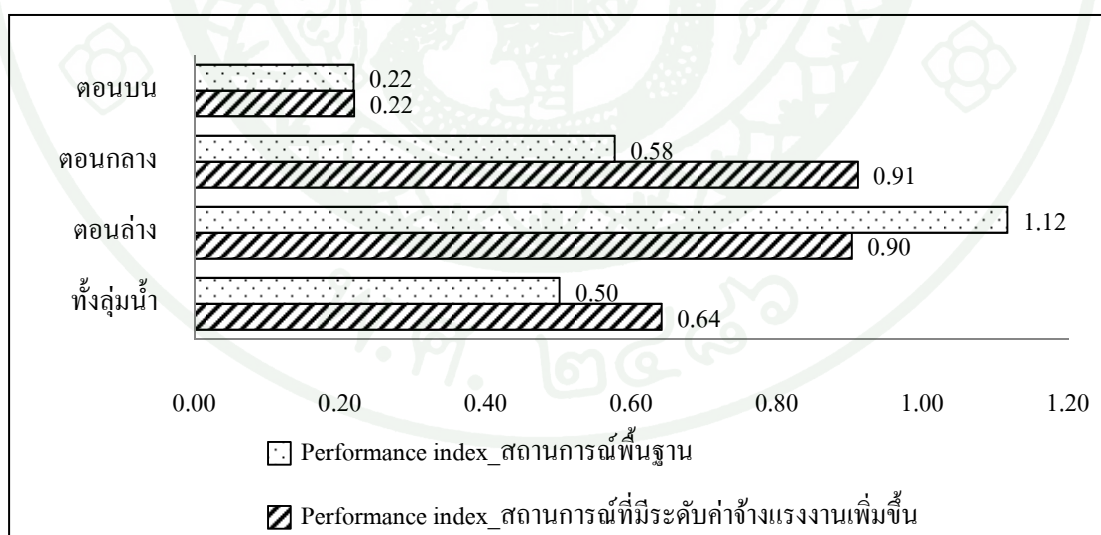
(หน่วย: บาท/ครัวเรือน)

รายการ	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559
ผลตอบแทนเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สากรณีพื้นฐาน	65,031	81,081	89,421	123,604	81,904	95,932	102,776	103,679	101,830	105,238	110,992	111,420
ผลตอบแทนเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สากรณีค่าจ้าง300	65,031	81,081	89,421	123,604	81,904	95,932	79,433	104,249	103,514	108,019	115,658	116,455
การเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา	-	-	-	-	-	-	-23,343	569	1,684	2,781	4,666	5,035
ร้อยละการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา	-	-	-	-	-	-	-22.71	0.55	1.65	2.64	4.20	4.52
ผลตอบแทนเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบนกรณีพื้นฐาน	89,526	107,843	114,108	185,175	120,219	124,052	132,447	133,845	128,680	133,085	142,462	141,300
ผลตอบแทนเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบนกรณี ค่าจ้าง300	89,526	107,843	114,108	185,175	120,219	124,052	92,322	122,429	119,222	124,080	136,564	137,240
การเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน	-	-	-	-	-	-	-40,125	-11,416	-9,459	-9,005	-5,898	-4,060
ร้อยละการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน	-	-	-	-	-	-	-30.30	-8.53	-7.35	-6.77	-4.14	-2.87
ผลตอบแทนเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลางกรณีพื้นฐาน	52,160	69,956	78,742	90,476	56,445	82,161	89,251	89,775	90,050	93,288	97,338	98,827
ผลตอบแทนเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลางกรณี ค่าจ้าง300	52,160	69,956	78,742	90,476	56,445	82,161	79,641	98,178	99,210	103,845	108,059	108,830
การเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลาง	-	-	-	-	-	-	-9,609	8,403	9,160	10,557	10,721	10,003
ร้อยละการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลาง	-	-	-	-	-	-	-10.77	9.36	10.17	11.32	11.01	10.12
ผลตอบแทนเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่างกรณีพื้นฐาน	36,682	38,708	51,944	55,350	58,084	59,398	60,334	61,123	61,640	62,523	63,211	64,539
ผลตอบแทนเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่างกรณีค่าจ้าง300	36,682	38,708	51,944	55,350	58,084	59,398	17,978	47,292	49,907	52,147	53,051	54,539
การเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่าง	-	-	-	-	-	-	-42,356	-13,831	-11,733	-10,376	-10,160	-10,000
ร้อยละการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่าง	-	-	-	-	-	-	-70.20	-22.63	-19.03	-16.60	-16.07	-15.49

ที่มา: จากการ simulation

2.2.4 การเปลี่ยนแปลงสถานการณ์ความยั่งยืน

สำหรับการเปลี่ยนแปลงสถานการณ์ความยั่งยืนภายใต้สถานการณ์ที่มีระดับค่าจ้างแรงงานเพิ่มขึ้น ซึ่งเมื่อระดับค่าจ้างแรงงานเพิ่มเป็น 300 บาทต่อวันพบว่าระดับความยั่งยืนของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา มีระดับความยั่งยืนที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 17) แสดงได้โดยการเปลี่ยนแปลงความชันของแนวโน้มของค่าดัชนีศักยภาพแห่งความยั่งยืน (PI) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยค่าดัชนีศักยภาพแห่งความยั่งยืน (PI) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากสถานการณ์พื้นฐานมีค่าเท่ากับ 0.50 หน่วยต่อปี เป็น 0.64 หน่วยต่อปี ซึ่งแสดงถึงระดับความยั่งยืนในภาพรวมของระบบการทำฟาร์มของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาที่เพิ่มขึ้น หากพิจารณาระดับความยั่งยืนของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงความชันของแนวโน้มของค่าดัชนีศักยภาพแห่งความยั่งยืน (PI) เมื่อพิจารณาระดับความยั่งยืนของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลาง พบว่ามีระดับความยั่งยืนที่เพิ่มขึ้น แสดงได้โดยการเปลี่ยนแปลงความชันของแนวโน้มของค่าดัชนีศักยภาพแห่งความยั่งยืน (PI) มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นจากสถานการณ์พื้นฐานเท่ากับ 0.58 หน่วยต่อปี เป็นมีแนวโน้มเท่ากับ 0.91 หน่วยต่อปี สำหรับระดับความยั่งยืนของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่าง พบว่าระดับความยั่งยืนในภาพรวมมีแนวโน้มลดลงโดยค่าดัชนีศักยภาพแห่งความยั่งยืน (PI) มีการเปลี่ยนแปลงลดลงจากสถานการณ์พื้นฐาน โดยมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีศักยภาพแห่งความยั่งยืน (PI) เท่ากับ 1.12 หน่วยต่อปี ลดลงเป็น 0.90 หน่วยต่อปี



ภาพที่ 17 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงดัชนีศักยภาพแห่งความยั่งยืน (Performance index) ของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน ตอนกลาง และตอนล่างภายใต้สถานการณ์ที่มีระดับค่าจ้างแรงงานเพิ่มขึ้น

ที่มา: จากการ simulation

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงระดับความยั่งยืนในรายละเอียดของแต่ละประเด็นความยั่งยืนต่างๆ ผ่านดัชนีความยั่งยืน (SI) พบว่าพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาบมีการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันในแต่ละประเด็นความยั่งยืน ซึ่งสามารถพิจารณาจากค่าดัชนีความยั่งยืน (SI) ของตัวชี้วัดต่างๆ (ตารางที่ 36) โดยการเปลี่ยนแปลงที่มีความยั่งยืนมากขึ้นในประเด็นด้านรายได้ครัวเรือน รายได้ฟาร์มสุทธิ การออมของครัวเรือน การจ้างแรงงาน ผลกระทบการใช้แรงงาน และการชะล้างพังทลายของหน้าดิน โดยมีค่าแนวโน้มของค่าดัชนีความยั่งยืน (SI) ของตัวชี้วัดในแต่ละประเด็นเพิ่มขึ้น ในขณะที่ประเด็นด้านระดับความเป็นพิษของสารเคมี มีระดับความยั่งยืนที่ลดลงซึ่งจะเห็นได้จากค่าแนวโน้มของค่าดัชนีความยั่งยืนในประเด็นดังกล่าวมีค่าลดลง

เมื่อพิจารณาในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาบตอนบน พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันในแต่ละประเด็นความยั่งยืนซึ่งสามารถพิจารณาจากค่าดัชนีความยั่งยืน (SI) ของตัวชี้วัดต่างๆ โดยการเปลี่ยนแปลงที่มีความยั่งยืนมากขึ้นในประเด็นด้านการจ้างแรงงาน โดยมีค่าแนวโน้มของค่าดัชนีความยั่งยืน (SI) ของตัวชี้วัดที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่ประเด็นด้านรายได้ครัวเรือน รายได้ฟาร์มสุทธิ การออมของครัวเรือน ผลกระทบการใช้แรงงาน การชะล้างพังทลายของหน้าดิน และระดับความเป็นพิษของสารเคมี มีระดับความยั่งยืนที่ลดลงซึ่งจะเห็นได้จากค่าแนวโน้มของค่าดัชนีความยั่งยืนในประเด็นดังกล่าวมีค่าลดลง เมื่อพิจารณาพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาบตอนกลาง พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงระดับความยั่งยืนแตกต่างกันในแต่ละประเด็นความยั่งยืนสามารถพิจารณาจากค่าดัชนีความยั่งยืน (SI) ของตัวชี้วัดต่างๆ โดยการเปลี่ยนแปลงที่มีความยั่งยืนมากขึ้นในประเด็นด้านรายได้ฟาร์มสุทธิ การออมของครัวเรือน การจ้างแรงงาน ผลกระทบการใช้แรงงาน และการชะล้างพังทลายของหน้าดิน มีค่าแนวโน้มของค่าดัชนีความยั่งยืน (SI) ของตัวชี้วัดในแต่ละประเด็นเพิ่มขึ้น ในขณะที่ประเด็นด้านรายได้ครัวเรือน และระดับความเป็นพิษของสารเคมี มีระดับความยั่งยืนที่ลดลงซึ่งจะเห็นได้จากค่าแนวโน้มของค่าดัชนีความยั่งยืนในประเด็นดังกล่าวมีค่าลดลง สำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาบตอนล่างพบว่าการเปลี่ยนแปลงระดับความยั่งยืนแตกต่างกันในแต่ละประเด็นความยั่งยืนซึ่งสามารถพิจารณาจากค่าดัชนีความยั่งยืน (SI) ของตัวชี้วัดต่างๆ โดยการเปลี่ยนแปลงที่มีความยั่งยืนมากขึ้นในประเด็นด้านรายได้ฟาร์มสุทธิ การชะล้างพังทลายของหน้าดิน และระดับความเป็นพิษของสารเคมี มีค่าแนวโน้มของค่าดัชนีความยั่งยืน (SI) ของตัวชี้วัดที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่ประเด็นด้านรายได้ครัวเรือน การออมของครัวเรือน การจ้างแรงงาน และผลกระทบการใช้แรงงาน มีระดับความยั่งยืนที่ลดลงซึ่งจะเห็นได้จากค่าแนวโน้มของค่าดัชนีความยั่งยืนในประเด็นดังกล่าวมีค่าลดลง (ตารางที่ 36)

ตารางที่ 36 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงดัชนีความยั่งยืน (Sustainability Index) ของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง ภายใต้สถานการณ์ที่มีระดับค่าจ้างแรงงานเพิ่มขึ้น

ตัวชี้วัด	ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน		ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลาง		ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่าง		ทั้งลุ่มน้ำ	
	กรณีพื้นฐาน	กรณีค่าจ้าง	กรณีพื้นฐาน	กรณีค่าจ้าง	กรณีพื้นฐาน	กรณีค่าจ้าง	กรณีพื้นฐาน	กรณีค่าจ้าง
		300		300		300		300
รายได้ครัวเรือน	1.16	0.61	1.55	1.44	2.45	1.17	1.51	1.20
รายได้ฟาร์มสุทธิ	1.46	0.38	0.51	1.50	1.99	1.20	1.07	1.10
การออม	1.53	1.34	1.53	2.28	2.34	1.33	1.63	1.88
การจ้างแรงงาน	-1.56	0.92	-0.32	0.18	-1.23	-1.56	-0.93	0.29
ผลิตภาพการใช้แรงงาน	0.96	0.70	1.01	1.32	1.89	1.73	1.10	1.13
การชะล้างพังทลายของหน้าดิน	-0.36	-0.66	0.81	1.00	2.86	3.48	0.60	0.39
ระดับความเป็นพิษของสารเคมี	-1.66	-1.76	-1.06	-1.34	-2.49	-1.03	-1.47	-1.49

ที่มา: จากการ simulation

2.3 ผลกระทบของสถานการณ์ที่มีการส่งเสริมทางเลือกในการขายผลผลิตสินค้าแบบแห้ง

การวิเคราะห์ผลกระทบภายใต้สถานการณ์จำลองนี้ เป็นการวิเคราะห์ผลกระทบเมื่อมีการส่งเสริมทางเลือกในการขายผลผลิตสินค้าแบบแห้งในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงทางสถานการณ์อาจจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้ทรัพยากรในพื้นที่ โดยสถานการณ์จำลองสำหรับเกษตรกรดังกล่าวนี้เป็นการให้โอกาสเกษตรกรให้มีทางเลือกทางการตลาดในการจำหน่ายสินค้าในรูปของผลผลิตแห้ง ซึ่งเริ่มตั้งแต่ปี 2553 โดยผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงระดับความยั่งยืนและลักษณะครัวเรือนเกษตรกรในพื้นที่ รวมทั้งการใช้ทรัพยากรเป็นดังนี้

2.3.1 ลักษณะการใช้ที่ดินเพื่อการปลูกพืช

จากการวิเคราะห์ลักษณะการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินพบว่าพื้นที่ปลูกพืชทั้งหมดในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา มีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกทั้งหมดน้อยมาก แต่อย่างไรก็ตามในแต่ละปีพื้นที่ปลูกพืชมีการเปลี่ยนแปลงจากสถานการณ์พื้นฐานที่แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน ตอนกลาง พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ปลูกพืชทั้งหมดน้อยมากเช่นเดียวกับพื้นที่ปลูกของทั้งลุ่มน้ำแม่สา สำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่างนั้น ไม่มีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกทั้งหมดเมื่อเทียบกับสถานการณ์พื้นฐาน (ตารางที่ 37)

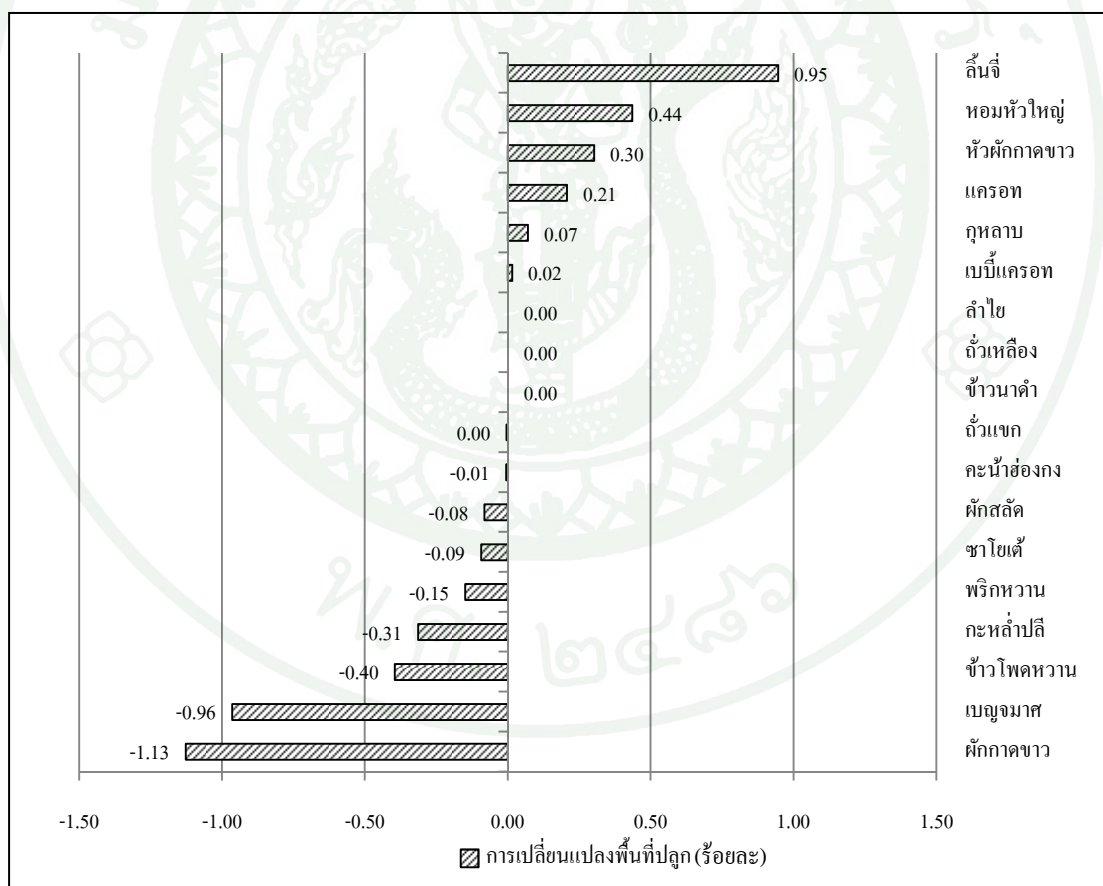
ตารางที่ 37 การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกพืชทั้งหมดของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง ปี 2548-2559 ภายใต้สถานการณ์ที่มีการส่งเสริม
ทางเลือกในการขายผลผลิตสินค้าแบบแห้ง

(หน่วย: ไร่)

รายการ	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559
พื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สากรณีพื้นฐาน	6,474.25	7,425.90	7,777.48	8,541.13	8,615.38	9,122.12	9,454.20	9,738.22	9,837.87	10,081.50	10,151.66	10,335.86
พื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สากรณีล้นจ๊อบแห้ง	6,474.25	7,425.90	7,777.48	8,541.13	8,615.38	9,122.41	9,455.85	9,732.81	9,832.90	10,078.31	10,142.85	10,319.17
การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา	-	-	-	-	-	0.29	1.65	-5.41	-4.97	-3.19	-8.81	-16.68
ร้อยละการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา	-	-	-	-	-	0.00	0.02	-0.06	-0.05	-0.03	-0.09	-0.16
พื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบนกรณีพื้นฐาน	4,011.02	4,567.09	4,763.00	5,198.13	5,219.16	5,591.31	5,863.31	6,012.35	6,091.60	6,295.66	6,323.15	6,454.70
พื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบนกรณีล้นจ๊อบแห้ง	4,011.02	4,567.09	4,763.00	5,198.13	5,219.16	5,590.92	5,863.55	6,005.51	6,084.44	6,291.00	6,312.48	6,437.26
การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน	-	-	-	-	-	-0.38	0.24	-6.85	-7.16	-4.65	-10.66	-17.44
ร้อยละการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน	-	-	-	-	-	-0.01	0.00	-0.11	-0.12	-0.07	-0.17	-0.27
พื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลางกรณีพื้นฐาน	1,049.60	1,370.83	1,439.83	1,650.03	1,630.40	1,685.82	1,692.58	1,786.95	1,771.51	1,800.69	1,821.46	1,863.07
พื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลางกรณีล้นจ๊อบแห้ง	1,049.60	1,370.83	1,439.83	1,650.03	1,630.40	1,686.50	1,693.99	1,788.39	1,773.70	1,802.16	1,823.31	1,863.83
การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลาง	-	-	-	-	-	0.68	1.40	1.44	2.19	1.46	1.86	0.76
ร้อยละการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลาง	-	-	-	-	-	0.04	0.08	0.08	0.12	0.08	0.10	0.04
พื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่างกรณีพื้นฐาน	1,413.63	1,487.98	1,574.66	1,692.97	1,765.82	1,844.99	1,898.31	1,938.91	1,974.76	1,985.15	2,007.05	2,018.09
พื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่างกรณีล้นจ๊อบแห้ง	1,413.63	1,487.98	1,574.66	1,692.97	1,765.82	1,844.99	1,898.31	1,938.91	1,974.76	1,985.15	2,007.05	2,018.09
การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่าง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ร้อยละการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่าง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ที่มา: จากการ simulation

นอกจากนี้หากพิจารณาการเปลี่ยนแปลงสำหรับพืชแต่ละชนิดในระยะยาวโดยพิจารณาพื้นที่ปลูกพืชทั้งหมดในปี 2559 ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา (ภาพที่ 18) พบว่าการเปลี่ยนแปลงจะทำให้มีการปลูกพืชลดลงจากสถานการณ์พื้นฐาน 5 อันดับแรก ได้แก่ ผักกาดขาว เบญจมาศ ข้าวโพดหวาน กะหล่ำปลี และพริกหวาน ซึ่งมีการลดลง 1.13 0.96 0.40 0.31 และ 0.15 ไร่ จากสถานการณ์พื้นฐาน ตามลำดับ ขณะที่พืชที่มีแนวโน้มพื้นที่ปลูกเพิ่มขึ้น 5 อันดับแรก ได้แก่ ลิ้นจี่ หอมหัวใหญ่ หัวผักกาดขาว แครอท และกุหลาบ โดยมีการเพิ่มขึ้นเท่ากับ 0.95 0.44 0.30 0.21 และ 0.07 ไร่ ตามลำดับ เมื่อเทียบกับพื้นที่ปลูกในสถานการณ์พื้นฐาน จากผลการวิเคราะห์ข้างต้นจะเห็นได้ว่าพื้นที่ปลูกลิ้นจี่เพิ่มขึ้นเป็นอันดับแรกอันเนื่องมาจากนโยบายส่งเสริมในพื้นที่ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการลงทุนเพื่อขายลิ้นจี่ในรูปของการอบแห้งมีผลตอบแทนมากกว่าโดยเปรียบเทียบกับทางเลือกอื่น แต่การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกลิ้นจี่ที่เกิดขึ้นยังมีการเปลี่ยนแปลงที่น้อยอยู่อาจเป็นผลเนื่องจากข้อจำกัดด้านทรัพยากรเงินทุนที่สามารถใช้ในการลงทุนซึ่งเกษตรกร



ภาพที่ 18 ร้อยละการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกแต่ละชนิดในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาภายใต้สถานการณ์ที่มีการส่งเสริมทางเลือกในการขายผลผลิตลิ้นจี่แบบแห้ง

ที่มา: จากการ simulation

2.3.2 รายได้ครัวเรือน

สำหรับการเปลี่ยนแปลงด้านรายได้ครัวเรือนเกษตรกรพบว่ารายได้เฉลี่ยของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากเมื่อเทียบกับสถานการณ์พื้นฐาน (ตารางที่ 38) ซึ่งรายได้เฉลี่ยของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาสูงกว่ากรณีพื้นฐานในปี 2553 2554 2556 และ 2559 โดยมีการเปลี่ยนแปลงรายได้เพิ่มขึ้นเป็น 87,175 92,949 90,345 และ 98,123 บาทต่อปี ตามลำดับ ในขณะที่ปี 2555 2557 และ 2558 มีการเปลี่ยนแปลงรายได้ลดลงจากสถานการณ์พื้นฐาน โดยมีรายได้เท่ากับ 92,971 93,335 และ 98,095 บาทต่อปี ตามลำดับ เมื่อพิจารณาในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน มีการเปลี่ยนแปลงในด้านรายได้ของครัวเรือนในลักษณะเช่นเดียวกับทั้งลุ่มน้ำแม่สา กล่าวคือมีรายได้เฉลี่ยสูงกว่าสถานการณ์พื้นฐาน ในปี 2553 2554 2556 และ 2559 โดยมีการเปลี่ยนแปลงรายได้เพิ่มขึ้นเป็น 117,357 124,967 119,694 และ 130,607 บาทต่อปี ตามลำดับ ในขณะที่ปี 2555 2557 และ 2558 มีการเปลี่ยนแปลงรายได้ลดลงจากสถานการณ์พื้นฐาน โดยมีรายได้เท่ากับ 125,735 124,074 และ 132,178 บาทต่อปี ตามลำดับ สำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลางมีการเปลี่ยนแปลงในด้านรายได้ของครัวเรือนลดลงจากสถานการณ์พื้นฐาน ในทุกปี ตั้งแต่ปี 2553 ถึงปี 2559 โดยมีรายได้ลดลงเท่ากับ 69,576 75,055 74,233 73,577 75,938 78,957 และ 79,491 บาทต่อปี ตามลำดับ สำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่างไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางด้านรายได้ของครัวเรือน

ในส่วนของผลกระทบด้านรายได้เมื่อพิจารณาเฉพาะรายได้ที่มาจากการขายผลผลิตสินค้าเกษตร (ตารางที่ 39) พบว่าพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา มีเกษตรกรขายสินค้าเกษตรจำนวน 4 ราย ซึ่งขายเริ่มตั้งแต่ปี 2553 โดยมีการขายผลผลิต 540 กิโลกรัม ทำให้มีรายได้จากการขายผลผลิตเฉลี่ยครัวเรือนละ 50,707.35 บาท และมีเกษตรกรขายสินค้าเกษตรเพิ่มขึ้นทุกปี กระทั่งในปี 2559 เพิ่มขึ้นเป็น 20 ราย โดยมีการขายผลผลิต 1,900.10 กิโลกรัม ทำให้มีรายได้จากการขายผลผลิตเฉลี่ยครัวเรือนละ 36,098 บาท

ตารางที่ 38 การเปลี่ยนแปลงรายได้เฉลี่ยของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง ปี 2548-2559 ภายใต้สถานการณ์ที่มีการส่งเสริมทางเลือกในการขายผลผลิตสินค้าแบบแห้ง

(หน่วย: บาท/ครัวเรือน)

รายการ	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559
รายได้เฉลี่ยพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สากรณีพื้นฐาน	57,798	73,238	81,350	115,304	73,099	87,138	92,912	92,989	90,345	93,443	98,195	98,088
รายได้เฉลี่ยพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สากรณีสินค้าจ๊อบแห้ง	57,798	73,238	81,350	115,304	73,099	87,175	92,950	92,971	90,346	93,336	98,095	98,124
การเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา	-	-	-	-	-	37.00	38.36	-17.23	1.09	-106.62	-100.14	35.77
ร้อยละการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา	-	-	-	-	-	0.04	0.04	-0.02	0.00	-0.11	-0.10	0.04
รายได้เฉลี่ยพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบนกรณีพื้นฐาน	82,244	99,970	106,342	177,814	112,960	117,255	124,847	125,755	119,666	124,305	132,380	130,496
รายได้เฉลี่ยพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบนกรณีสินค้าจ๊อบแห้ง	82,244	99,970	106,342	177,814	112,960	117,357	124,968	125,735	119,694	124,074	132,178	130,607
การเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน	-	-	-	-	-	102.31	121.10	-19.32	28.26	-230.70	-201.53	111.21
ร้อยละการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน	-	-	-	-	-	0.09	0.10	-0.02	0.02	-0.19	-0.15	0.09
รายได้เฉลี่ยพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลางกรณีพื้นฐาน	43,241	60,255	68,474	79,399	44,228	69,584	75,075	74,254	73,599	75,970	79,000	79,959
รายได้เฉลี่ยพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลางกรณีสินค้าจ๊อบแห้ง	43,241	60,255	68,474	79,399	44,228	69,576	75,055	74,234	73,578	75,938	78,958	79,942
การเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลาง	-	-	-	-	-	-7.33	-19.99	-19.95	-21.04	-31.78	-42.26	-17.39
ร้อยละการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลาง	-	-	-	-	-	-0.01	-0.03	-0.03	-0.03	-0.04	-0.05	-0.02
รายได้เฉลี่ยพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่างกรณีพื้นฐาน	36,150	38,170	51,429	54,832	57,561	58,891	59,941	60,845	61,505	62,493	63,182	64,516
รายได้เฉลี่ยพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่างกรณีสินค้าจ๊อบแห้ง	36,150	38,170	51,429	54,832	57,561	58,891	59,941	60,845	61,505	62,493	63,182	64,516
การเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่าง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ร้อยละการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่าง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ที่มา: จากการ simulation

ตารางที่ 39 จำนวนครัวเรือนเกษตรกรที่มีการขาย ปริมาณผลผลิตที่ขาย และรายได้จากการขายสินค้าจืดในพื้นที่ย่านน้ำแม่สา ปี 2548-2559

รายการ	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559
จำนวนครัวเรือน	-	-	-	-	-	4	6	13	17	15	17	20
ปริมาณการขาย (กก.)	-	-	-	-	-	540.00	509.40	1,214.40	1,303.30	1,213.80	1,365.30	1,922.10
รายได้ (บาท/ครัวเรือน)	-	-	-	-	-	50,707.35	31,889.29	35,087.75	28,796.03	30,394.36	30,165.90	36,098.00

ที่มา: จากการ simulation

2.3.3 รายได้เหนือต้นทุนเงินสดจากการทำกิจกรรมการทำฟาร์มและการรับจ้าง

สำหรับการเปลี่ยนแปลงด้านรายได้เหนือต้นทุนเงินสดจากการทำกิจกรรมการทำฟาร์มและการรับจ้างของครัวเรือนเกษตรกรพบว่ารายได้เหนือต้นทุนเงินสดเฉลี่ยของครัวเรือนในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สามมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากเมื่อเทียบกับสถานการณ์พื้นฐาน (ตารางที่ 40) ซึ่งจะมีรายได้สูงกว่าสถานการณ์พื้นฐานในปี 2553 2554 2556 และ 2559 เช่นเดียวกับรายได้เฉลี่ยของครัวเรือน โดยมีการเปลี่ยนแปลงรายได้เพิ่มขึ้นเป็น 95,977 102,826 101,832 และ 111,477 บาทต่อปี ตามลำดับ ในขณะที่ปี 2555 2557 และ 2558 มีการเปลี่ยนแปลงรายได้ลดลงจากสถานการณ์พื้นฐานโดยมีรายได้เท่ากับ 103,674 105,142 และ 110,910 บาทต่อปี ตามลำดับ สำหรับในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบนมีการเปลี่ยนแปลงรายได้ลดลงในปี 2557 และปี 2558 โดยมีรายได้ลดลงเท่ากับ 132,881 และ 142,295 บาทต่อปี ส่วนในปี 2553 ถึงปี 2556 และปี 2559 รายได้เหนือต้นทุนเงินสดจะมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับสถานการณ์พื้นฐาน ซึ่งมีรายได้เท่ากับ 124,176 132,598 133,857 128,711 และ 141,453 บาทต่อปี ตามลำดับ สำหรับในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่างมีการเปลี่ยนแปลงรายได้ลดลงตั้งแต่ปี 2553 – 2559 ส่วนพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่างไม่มีการเปลี่ยนแปลงรายได้เหนือต้นทุนเงินสดจากการทำกิจกรรมการเกษตรและการรับจ้างของครัวเรือนเกษตรกร

ตารางที่ 40 การเปลี่ยนแปลงผลตอบแทนทั้งหมดสุทธิจากการทำกิจกรรมฟาร์มเฉลี่ยของครัวเรือนในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง
ปี 2548-2559 ภายใต้สถานการณ์ที่มีการส่งเสริมทางเลือกในการขายผลผลิตสินค้าแบบแห้ง

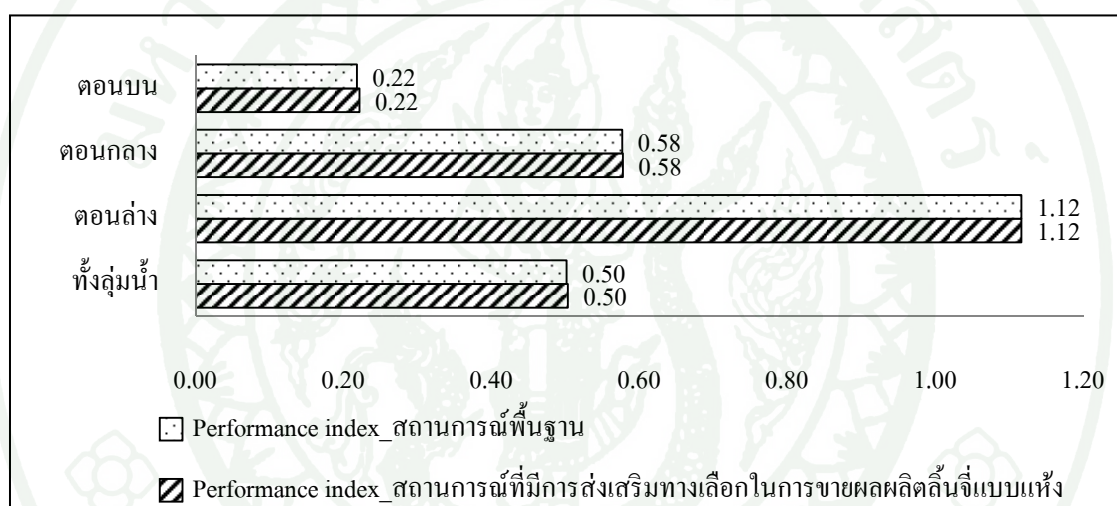
(หน่วย: บาท/ครัวเรือน)

รายการ	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559
ผลตอบแทนเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สากรณีพื้นฐาน	65,031	81,081	89,421	123,604	81,904	95,932	102,776	103,679	101,830	105,238	110,992	111,420
ผลตอบแทนเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สากรณีสินค้าแบบแห้ง	65,031	81,081	89,421	123,604	81,904	95,978	102,827	103,675	101,833	105,142	110,910	111,477
การเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา	-	-	-	-	-	46.26	50.98	-4.32	2.61	-96.23	-81.67	57.95
ร้อยละการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา	-	-	-	-	-	0.05	0.05	0.00	0.00	-0.09	-0.07	0.05
ผลตอบแทนเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบนกรณีพื้นฐาน	89,526	107,843	114,108	185,175	120,219	124,052	132,447	133,845	128,680	133,085	142,462	141,300
ผลตอบแทนเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบนกรณีสินค้าแบบแห้ง	89,526	107,843	114,108	185,175	120,219	124,176	132,599	133,858	128,711	132,881	142,296	141,454
การเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน	-	-	-	-	-	124.06	151.65	12.48	30.85	-203.76	-166.45	154.10
ร้อยละการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน	-	-	-	-	-	0.10	0.11	0.01	0.02	-0.15	-0.12	0.11
ผลตอบแทนเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลางกรณีพื้นฐาน	52,160	69,956	78,742	90,476	56,445	82,161	89,251	89,775	90,050	93,288	97,338	98,827
ผลตอบแทนเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลางกรณีสินค้าแบบแห้ง	52,160	69,956	78,742	90,476	56,445	82,155	89,232	89,756	90,030	93,256	97,305	98,820
การเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลาง	-	-	-	-	-	-5.98	-18.91	-19.29	-20.01	-32.35	-32.72	-6.62
ร้อยละการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลาง	-	-	-	-	-	-0.01	-0.02	-0.02	-0.02	-0.03	-0.03	-0.01
ผลตอบแทนเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่างกรณีพื้นฐาน	36,682	38,708	51,944	55,350	58,084	59,398	60,334	61,123	61,640	62,523	63,211	64,539
ผลตอบแทนเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่างกรณีสินค้าแบบแห้ง	36,682	38,708	51,944	55,350	58,084	59,398	60,334	61,123	61,640	62,523	63,211	64,539
การเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่าง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ร้อยละการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่าง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ที่มา: จากการ simulation

2.3.4 การเปลี่ยนแปลงสถานการณ์ความยั่งยืน

สำหรับการเปลี่ยนแปลงสถานการณ์ความยั่งยืนภายใต้สถานการณ์ที่มีการส่งเสริมทางเลือกในการขายผลผลิตสินค้าแบบแห้ง ซึ่งเมื่อมีการส่งเสริมการผลิตรายอื่นในปี 2553 พบว่าระดับความยั่งยืนของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาไม่มีการเปลี่ยนแปลง (ภาพที่ 19) แสดงได้โดยการเปลี่ยนแปลงความชันของแนวโน้มของค่าดัชนีศักยภาพแห่งความยั่งยืน (PI) ไม่มีการเปลี่ยนแปลงแนวโน้มจากสถานการณ์พื้นฐาน ซึ่งแสดงถึงระดับความยั่งยืนในภาพรวมของระบบการทำฟาร์มของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาที่คงที่ หากพิจารณาระดับความยั่งยืนของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง พบว่ามีระดับความยั่งยืนเช่นเดียวกันกับระดับความยั่งยืนของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา



ภาพที่ 19 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงดัชนีศักยภาพแห่งความยั่งยืน (Performance index) ของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง ภายใต้สถานการณ์ที่มีการส่งเสริมทางเลือกในการขายผลผลิตสินค้าแบบแห้ง

ที่มา: จากการ simulation

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงระดับความยั่งยืนในรายละเอียดของประเด็นความยั่งยืนต่างๆ ผ่านดัชนีความยั่งยืน (SI) พบว่าในทุกประเด็นสำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาไม่มีการเปลี่ยนแปลงนัยสำคัญ (ตารางที่ 41) ซึ่งสามารถพิจารณาจากค่าดัชนีความยั่งยืน (SI) ของตัวชี้วัดต่างๆ โดยการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยดังกล่าวเป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของพื้นที่ปลูกพืชในแต่ละปีบ้างเล็กน้อยซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงผลตอบแทนโดยเปรียบเทียบและการเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขข้อจำกัดของการทำกิจกรรมของครัวเรือนเกษตรกรในแต่ละช่วงเวลา หากพิจารณาพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง มีการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีความยั่งยืน (SI) ของตัวชี้วัดต่างๆ น้อยมากเช่นเดียวกัน

ตารางที่ 41 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงดัชนีความยั่งยืน (Sustainability index) ของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง ภายใต้สถานการณ์ที่มีการส่งเสริมทางเลือกในการขายผลผลิตสินค้าแบบแห้ง

ตัวชี้วัด	ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน		ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลาง		ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่าง		ทั้งลุ่มน้ำ	
	กรณีพื้นฐาน	กรณีสินค้า	กรณีพื้นฐาน	กรณีสินค้า	กรณีพื้นฐาน	กรณีสินค้า	กรณีพื้นฐาน	กรณีสินค้า
		อบแห้ง		อบแห้ง		อบแห้ง		อบแห้ง
รายได้ครัวเรือน	1.16	1.16	1.55	1.55	2.45	2.45	1.51	1.51
รายได้ฟาร์มสุทธิ	1.46	1.47	0.51	0.51	1.99	1.99	1.07	1.07
การออม	1.53	1.54	1.53	1.53	2.34	2.34	1.63	1.63
การจ้างแรงงาน	-1.56	-1.56	-0.32	-0.31	-1.23	-1.23	-0.93	-0.92
ผลิิตภาพการใช้แรงงาน	0.96	0.96	1.01	1.01	1.89	1.89	1.10	1.10
การชะล้างพังทลายของหน้าดิน	-0.36	-0.36	0.81	0.81	2.86	2.86	0.60	0.60
ระดับความเป็นพิษของสารเคมี	-1.66	-1.65	-1.06	-1.06	-2.49	-2.49	-1.47	-1.47

ที่มา: จากการ simulation

2.4 ผลกระทบของสถานการณ์ที่มีการส่งเสริมการเพาะปลูกพืชร่วมกับการทำขึ้นบันได

การวิเคราะห์ผลกระทบภายใต้สถานการณ์จำลองนี้ เป็นการวิเคราะห์ผลกระทบเมื่อนโยบายส่งเสริมการเพาะปลูกพืชเชิงอนุรักษ์เพื่อลดปริมาณการชะล้างพังทลายของหน้าดิน โดยมีการส่งเสริมให้ดำเนินการเพาะปลูกพืชเพื่อการอนุรักษ์โดยการทำขึ้นบันไดในแปลงที่ปลูกพืชอายุสั้น ซึ่งนโยบายเริ่มตั้งแต่ปี 2554 โดยผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงระดับความยั่งยืนและลักษณะครัวเรือนเกษตรกรในพื้นที่ รวมทั้งการใช้ทรัพยากรเป็นดังนี้

2.4.1 ลักษณะการใช้ที่ดินเพื่อการปลูกพืช

จากการวิเคราะห์ลักษณะการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินพบว่าพื้นที่ปลูกพืชทั้งหมดในพื้นที่ศึกษามีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกทั้งหมด ซึ่งการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกทั้งหมดในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา มีการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ปลูกพืชทั้งหมดลดลงเล็กน้อย (ตารางที่ 42) หากพิจารณาพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน พบว่าการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินพบว่าพื้นที่ปลูกพืชทั้งหมดมีการเปลี่ยนแปลงลดลงเล็กน้อย เช่นเดียวกับการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกทั้งหมดในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาสำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลาง พบว่าการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินพบว่าพื้นที่ปลูกพืชทั้งหมดมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น ส่วนพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่าง พบว่าการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินพื้นที่ปลูกพืชทั้งหมดมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นในปี 2558 และมีการเปลี่ยนแปลงลดลงในปี 2559

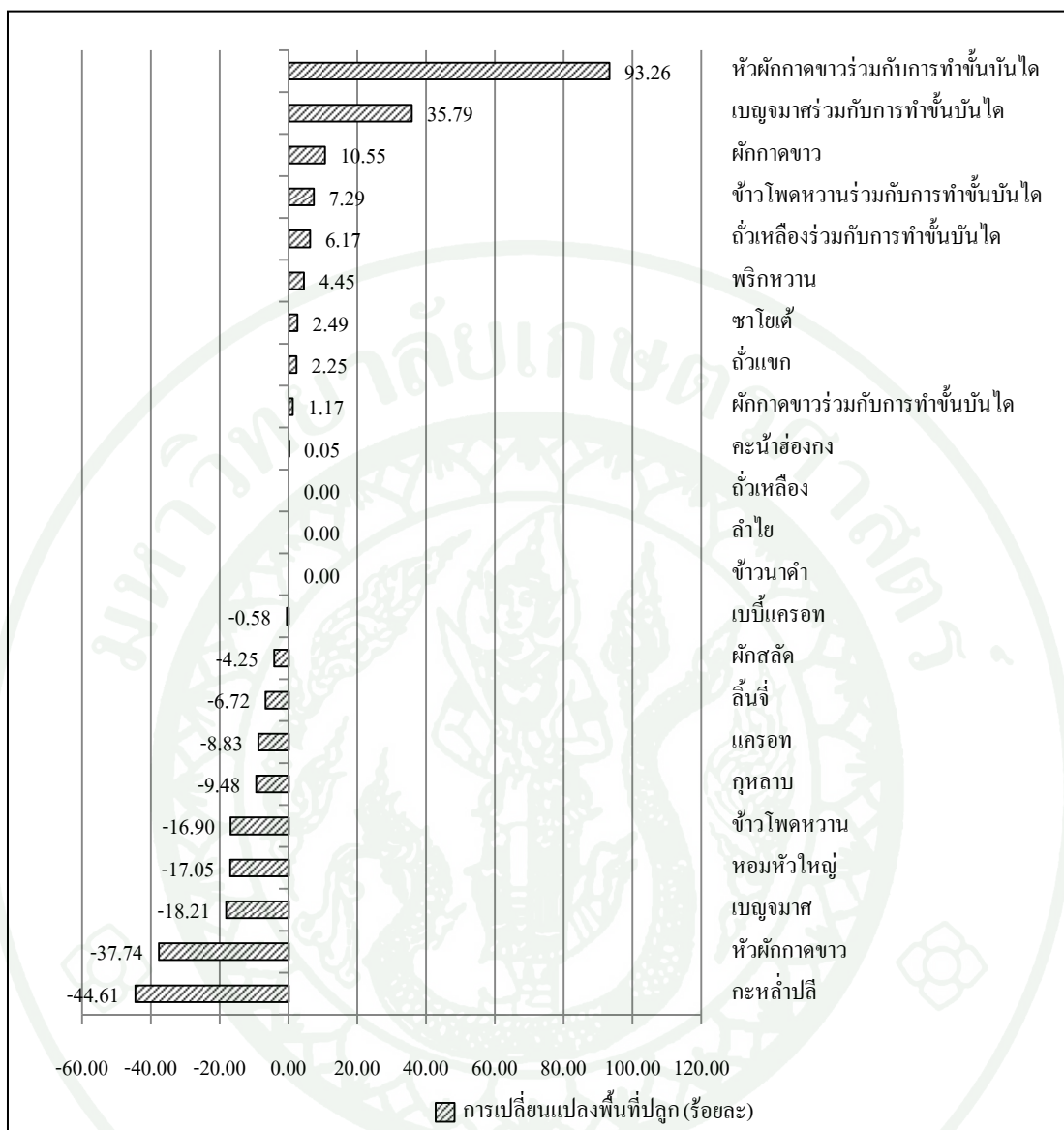
หากพิจารณารูปแบบการปลูกพืชในแต่ละปีพบว่าในแต่ละปีพื้นที่ปลูกพืชมีการเปลี่ยนแปลงจากสถานการณ์พื้นฐานที่แตกต่างกัน โดยเมื่อพิจารณาพื้นที่ปลูกพืชทั้งหมดในปี 2559 ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา (ภาพที่ 20) พบว่าการเปลี่ยนแปลงจะทำให้มีการปลูกพืชเพิ่มขึ้นจากสถานการณ์พื้นฐาน 5 อันดับแรก ได้แก่ หัวผักกาดขาวที่ปลูกร่วมกับการทำขึ้นบันได เบญจมาศที่ปลูกร่วมกับการทำขึ้นบันได ผักกาดขาว ข้าวโพดหวานที่ปลูกร่วมกับการทำขึ้นบันได ถั่วเหลืองที่ปลูกร่วมกับการทำขึ้นบันได ซึ่งมีการเพิ่มขึ้นเท่ากับ 93.26 35.79 10.55 7.29 และ 6.17 ไร่ จากสถานการณ์พื้นฐาน ตามลำดับ ขณะที่พืชที่มีแนวโน้มพื้นที่ปลูกลดลง 5 อันดับแรก ได้แก่ กะหล่ำปลี หัวผักกาดขาว เบญจมาศ หอมหัวใหญ่ และข้าวโพดหวาน โดยมีการลดลงเท่ากับ 44.61 37.74 18.21 17.05 และ 16.90 ไร่ เมื่อเทียบกับพื้นที่ปลูกในสถานการณ์พื้นฐาน ตามลำดับ จากผลการวิเคราะห์จะเห็นได้ว่าพื้นที่ปลูกพืชที่ได้รับการส่งเสริมให้มีการปลูกพืชร่วมกับการทำขึ้นบันไดเพิ่มขึ้น ในขณะที่พืชชนิดเดียวกันแต่ไม่ได้ปลูกร่วมกับการทำขึ้นบันไดมีพื้นที่ปลูกลดลง

ตารางที่ 42 การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกพืชทั้งหมดของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง ปี 2548-2559 ภายใต้สถานการณ์ที่มีการส่งเสริมการเพาะปลูกพืชร่วมกับการทำขึ้นบันได

(หน่วย: ไร่)

รายการ	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559
พื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สากรณีพื้นฐาน	6,474.25	7,425.90	7,777.48	8,541.13	8,615.38	9,122.12	9,454.20	9,738.22	9,837.87	10,081.50	10,151.66	10,335.86
พื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สากรณีปลูกพืชร่วมกับการทำขึ้นบันได	6,474.17	7,429.57	7,776.24	8,546.12	8,613.83	9,112.10	9,150.58	9,436.83	9,648.41	10,130.83	10,124.15	10,256.61
การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา	-0.08	3.68	-1.24	4.99	-1.55	-10.02	-303.62	-301.39	-189.46	49.33	-27.50	-79.25
ร้อยละการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา	0.00	0.05	-0.02	0.06	-0.02	-0.11	-3.21	-3.09	-1.93	0.49	-0.27	-0.77
พื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบนกรณีพื้นฐาน	4,011.02	4,567.09	4,763.00	5,198.13	5,219.16	5,591.31	5,863.31	6,012.35	6,091.60	6,295.66	6,323.15	6,454.70
พื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบนกรณีปลูกพืชร่วมกับการทำขึ้นบันได	4,011.49	4,568.48	4,761.21	5,201.15	5,218.80	5,584.09	5,616.43	5,766.90	5,922.04	6,314.62	6,256.65	6,364.91
การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน	0.48	1.39	-1.78	3.02	-0.36	-7.22	-246.88	-245.45	-169.55	18.96	-66.50	-89.79
ร้อยละการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน	0.01	0.03	-0.04	0.06	-0.01	-0.13	-4.21	-4.08	-2.78	0.30	-1.05	-1.39
พื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลางกรณีพื้นฐาน	1,049.60	1,370.83	1,439.83	1,650.03	1,630.40	1,685.82	1,692.58	1,786.95	1,771.51	1,800.69	1,821.46	1,863.07
พื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลางกรณีปลูกพืชร่วมกับการทำขึ้นบันได	1,049.05	1,373.12	1,440.37	1,652.00	1,636.97	1,683.03	1,635.84	1,731.01	1,751.61	1,831.07	1,855.15	1,901.61
การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลาง	-0.55	2.29	0.54	1.97	6.57	-2.79	-56.74	-55.94	-19.91	30.37	33.70	38.54
ร้อยละการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลาง	-0.05	0.17	0.04	0.12	0.40	-0.17	-3.35	-3.13	-1.12	1.69	1.85	2.07
พื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่างกรณีพื้นฐาน	1,413.63	1,487.98	1,574.66	1,692.97	1,765.82	1,844.99	1,898.31	1,938.91	1,974.76	1,985.15	2,007.05	2,018.09
พื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่างกรณีปลูกพืชร่วมกับการทำขึ้นบันได	1,413.63	1,487.98	1,574.66	1,692.97	1,765.82	1,844.99	1,898.31	1,938.91	1,974.76	1,985.15	2,012.35	1,990.09
การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่าง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.30	-28.00
ร้อยละการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่าง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.26	-1.39

ที่มา: จากการ simulation



ภาพที่ 20 ร้อยละการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกแต่ละชนิดในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาภายใต้สถานการณ์ที่มี
การส่งเสริมการเพาะปลูกพืชร่วมกับการทำขึ้นบันได
ที่มา: จากการ simulation

2.4.2 รายได้ครัวเรือน

สำหรับการเปลี่ยนแปลงด้านรายได้ครัวเรือนเกษตรกรพบว่าเมื่อมีการส่งเสริมทางเลือกให้แก่เกษตรกรในการปลูกพืชอายุสั้นร่วมกับการทำขึ้นบันได จะทำให้รายได้ของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 43) โดยเริ่มเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดตั้งแต่ปี 2554 จากรายได้ 92,911 บาทต่อครัวเรือนต่อปี เป็น 157,750 บาทต่อครัวเรือนต่อปี คิดเป็นร้อยละ 69.79 ของสถานการณ์พื้นฐาน

จนกระทั่งปี 2559 มีรายได้เท่ากับ 232,729 บาทต่อครัวเรือนต่อปี เป็นการเพิ่มขึ้นจาก 98,088 บาทต่อครัวเรือนต่อปี คิดเป็นร้อยละ 137.27 ของสถานการณ์พื้นฐาน

เมื่อพิจารณาพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบนและตอนกลาง พบว่ารายได้ครัวเรือนเฉลี่ยมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น โดยเพิ่มขึ้นตั้งแต่ปี 2554 จากรายได้ 124,846 บาทต่อครัวเรือนต่อปี เป็น 253,912 บาทต่อครัวเรือนต่อปี คิดเป็นร้อยละ 103.38 ของสถานการณ์พื้นฐาน ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน และจากรายได้ 75,075 บาทต่อครัวเรือนต่อปี เป็น 103,490 บาทต่อครัวเรือนต่อปี คิดเป็นร้อยละ 37.85 ของสถานการณ์พื้นฐาน ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลาง ซึ่งจากนั้นรายได้ในแต่ละปีจะสูงกว่าสถานการณ์พื้นฐานจนกระทั่งปี 2559 มีรายได้เท่ากับ 398,954 บาทต่อครัวเรือนต่อปี เป็นการเพิ่มขึ้นจาก 130,496 บาทต่อครัวเรือนต่อปี คิดเป็นร้อยละ 205.72 ของสถานการณ์พื้นฐาน ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน และมีรายได้เท่ากับ 138,611 บาทต่อครัวเรือนต่อปี เป็นการเพิ่มขึ้นจาก 79,959 บาทต่อครัวเรือนต่อปี คิดเป็นร้อยละ 73.35 ของสถานการณ์พื้นฐาน ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลาง ทั้งนี้การเพิ่มขึ้นเป็นผลเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ปลูกพืชที่ได้รับการส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกพืชอายุสั้นร่วมกับการทำขึ้นบันได สำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่าง พบว่ารายได้ครัวเรือนเฉลี่ยมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นในปี 2558 จากรายได้ 63,182 บาทต่อครัวเรือนต่อปี เป็น 66,673 บาทต่อครัวเรือนต่อปี คิดเป็นร้อยละ 5.52 ของสถานการณ์พื้นฐาน และลดลงในปี 2559 จากรายได้ 64,515 บาทต่อครัวเรือนต่อปี เป็น 63,746 บาทต่อครัวเรือนต่อปี คิดเป็นร้อยละ 1.19 ของสถานการณ์พื้นฐาน (ตารางที่ 43)

ตารางที่ 43 การเปลี่ยนแปลงรายได้เฉลี่ยของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง ปี 2548-2559 ภายใต้สถานการณ์ที่มีการส่งเสริมการเพาะปลูก
พืชร่วมกับการทำขึ้นบันได

(หน่วย: บาท/ไร่/ปี)

รายการ	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559
รายได้เฉลี่ยพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สากรณีพื้นฐาน	57,798	73,238	81,350	115,304	73,099	87,138	92,912	92,989	90,345	93,443	98,195	98,088
รายได้เฉลี่ยพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สากรณีปลูกพืชร่วมกับการทำขึ้นบันได	57,823	73,289	81,331	115,415	73,202	87,196	157,751	215,199	208,284	196,969	203,416	232,729
การเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา	25	51	-19	112	104	57	64,839	122,210	117,940	103,526	105,220	134,641
ร้อยละการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา	0.04	0.07	-0.02	0.10	0.14	0.07	69.79	131.42	130.54	110.79	107.15	137.27
รายได้เฉลี่ยพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบนกรณีพื้นฐาน	82,244	99,970	106,342	177,814	112,960	117,255	124,847	125,755	119,666	124,305	132,380	130,496
รายได้เฉลี่ยพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบนกรณีปลูกพืชร่วมกับการทำขึ้นบันได	82,303	100,009	106,364	178,074	113,115	117,518	253,913	368,259	356,111	325,703	337,837	398,955
การเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน	59	39	22	260	155	263	129,066	242,504	236,445	201,398	205,457	268,459
ร้อยละการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน	0.07	0.04	0.02	0.15	0.14	0.22	103.38	192.84	197.59	162.02	155.20	205.72
รายได้เฉลี่ยพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลางกรณีพื้นฐาน	43,241	60,255	68,474	79,399	44,228	69,584	75,075	74,254	73,599	75,970	79,000	79,959
รายได้เฉลี่ยพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลางกรณีปลูกพืชร่วมกับการทำขึ้นบันได	43,246	60,328	68,417	79,418	44,270	69,458	103,491	128,490	123,945	125,131	127,330	138,611
การเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลาง	5	74	-57	18	42	-125	28,415	54,236	50,347	49,160	48,329	58,652
ร้อยละการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลาง	0.01	0.12	-0.08	0.02	0.10	-0.18	37.85	73.04	68.41	64.71	61.18	73.35
รายได้เฉลี่ยพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่างกรณีพื้นฐาน	36,150	38,170	51,429	54,832	57,561	58,891	59,941	60,845	61,505	62,493	63,182	64,516
รายได้เฉลี่ยพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่างกรณีปลูกพืชร่วมกับการทำขึ้นบันได	36,150	38,170	51,429	54,832	57,561	58,891	59,941	60,845	61,505	62,493	66,673	63,746
การเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่าง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,491	-769
ร้อยละการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่าง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.52	-1.19

ที่มา: จากการ simulation

2.4.3 รายได้เหนือต้นทุนเงินสดจากการทำกิจกรรมการทำฟาร์มและการรับจ้าง

สำหรับการเปลี่ยนแปลงด้านรายได้เหนือต้นทุนเงินสดจากการทำกิจกรรมการทำฟาร์มและการรับจ้างของครัวเรือนเกษตรกรพบว่ารายได้เหนือต้นทุนเงินสดเฉลี่ยของครัวเรือนในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สามทิศทางเข่นเดียวกับการเปลี่ยนแปลงด้านรายได้ครัวเรือนเกษตรกร กล่าวคือมีการเปลี่ยนแปลงรายได้ของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สามเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 44) โดยเริ่มเพิ่มขึ้นตั้งแต่ปี 2554 จากรายได้ 102,775 บาทต่อครัวเรือนต่อปี เป็น 168,251 บาทต่อครัวเรือนต่อปี คิดเป็นร้อยละ 63.71 ของสถานการณ์พื้นฐาน จนกระทั่งปี 2559 มีรายได้เท่ากับ 249,419 บาทต่อครัวเรือนต่อปี เป็นการเพิ่มขึ้นจาก 111,419 บาทต่อครัวเรือนต่อปี คิดเป็นร้อยละ 123.86 ของสถานการณ์พื้นฐาน

เมื่อพิจารณาพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สามตอนบนและตอนกลาง พบว่ารายได้ครัวเรือนเฉลี่ยมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น โดยเพิ่มขึ้นที่เห็นได้ชัดตั้งแต่ปี 2554 จากรายได้ 132,447 บาทต่อครัวเรือนต่อปี เป็น 263,091 บาทต่อครัวเรือนต่อปี คิดเป็นร้อยละ 98.64 ของสถานการณ์พื้นฐาน ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สามตอนบน และจากรายได้ 89,250 บาทต่อครัวเรือนต่อปี เป็น 117,700 บาทต่อครัวเรือนต่อปี คิดเป็นร้อยละ 31.88 ของสถานการณ์พื้นฐาน ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สามตอนกลาง ซึ่งจากนั้นรายได้ในแต่ละปีจะสูงกว่าสถานการณ์พื้นฐานจนกระทั่งปี 2559 มีรายได้เท่ากับ 418,348 บาทต่อครัวเรือนต่อปี เป็นการเพิ่มขึ้นจาก 141,299 บาทต่อครัวเรือนต่อปี คิดเป็นร้อยละ 196.07 ของสถานการณ์พื้นฐาน ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สามตอนบน และมีรายได้เท่ากับ 157,385 บาทต่อครัวเรือนต่อปี เป็นการเพิ่มขึ้นจาก 98,826 บาทต่อครัวเรือนต่อปี คิดเป็นร้อยละ 59.25 ของสถานการณ์พื้นฐาน ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สามตอนกลาง สำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สามตอนล่าง พบว่ารายได้ครัวเรือนเฉลี่ยมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นในปี 2558 จากรายได้ 63,211 บาทต่อครัวเรือนต่อปี เป็น 66,905 บาทต่อครัวเรือนต่อปี คิดเป็นร้อยละ 5.85 ของสถานการณ์พื้นฐาน และลดลงในปี 2559 จากรายได้ 64,539 บาทต่อครัวเรือนต่อปี เป็น 63,770 บาทต่อครัวเรือนต่อปี คิดเป็นร้อยละ 1.19 ของสถานการณ์พื้นฐาน (ตารางที่ 44)

ตารางที่ 44 การเปลี่ยนแปลงผลตอบแทนทั้งหมดสุทธิจากการทำกิจกรรมฟาร์มเลี้ยงของครัวเรือนในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง
ปี 2548-2559 ภายใต้สถานการณ์ที่มีการส่งเสริมการเพาะปลูกพืชร่วมกับการทำขึ้นบันได

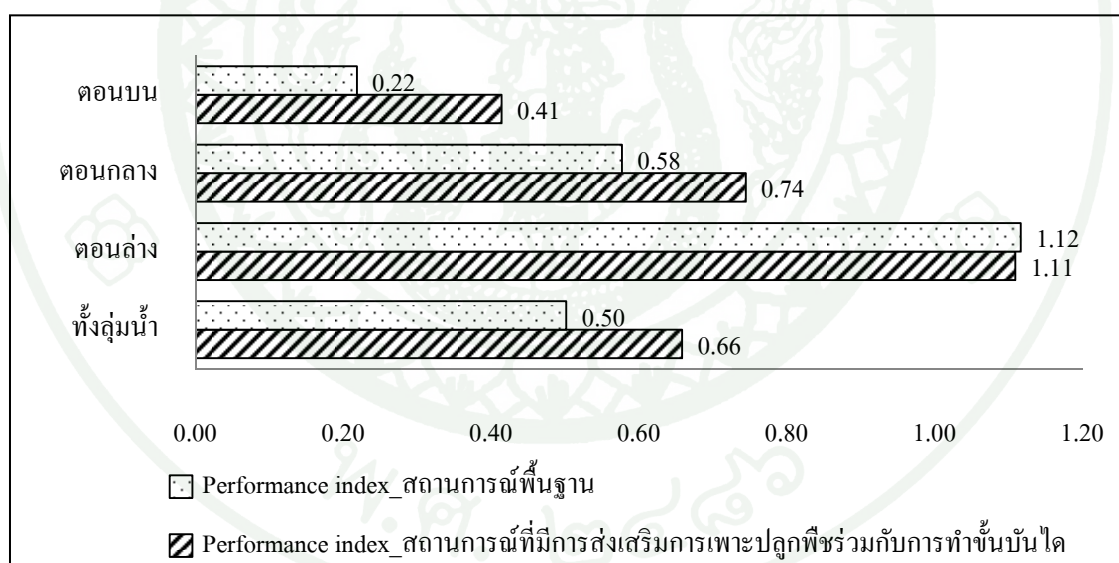
(หน่วย: บาท/ครัวเรือน)

รายการ	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559
ผลตอบแทนเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สากรณีพื้นฐาน	65,031	81,081	89,421	123,604	81,904	95,932	102,776	103,679	101,830	105,238	110,992	111,420
ผลตอบแทนเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สากรณีปลูกพืชร่วมกับการทำขึ้นบันได	65,060	81,129	89,393	123,707	81,974	95,950	168,251	227,149	221,346	210,478	219,133	249,420
การเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา	29	47	-28	103	70	19	65,475	123,470	119,516	105,239	108,141	138,000
ร้อยละการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา	0.04	0.06	-0.03	0.08	0.09	0.02	63.71	119.09	117.37	100.00	97.43	123.86
ผลตอบแทนเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบนกรณีพื้นฐาน	89,526	107,843	114,108	185,175	120,219	124,052	132,447	133,845	128,680	133,085	142,462	141,300
ผลตอบแทนเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบนกรณีปลูกพืชร่วมกับการทำขึ้นบันได	89,583	107,880	114,130	185,437	120,364	124,281	263,092	379,474	369,256	339,072	355,392	418,348
การเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน	57	37	22	262	145	229	130,645	245,628	240,576	205,986	212,930	277,049
ร้อยละการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน	0.06	0.03	0.02	0.14	0.12	0.18	98.64	183.52	186.96	154.78	149.46	196.07
ผลตอบแทนเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลางกรณีพื้นฐาน	52,160	69,956	78,742	90,476	56,445	82,161	89,251	89,775	90,050	93,288	97,338	98,827
ผลตอบแทนเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลางกรณีปลูกพืชร่วมกับการทำขึ้นบันได	52,172	70,024	78,666	90,476	56,431	81,988	117,701	144,069	140,284	142,249	145,541	157,385
การเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลาง	12	68	-77	0	-14	-172	28,450	54,294	50,233	48,961	48,203	58,559
ร้อยละการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลาง	0.02	0.10	-0.10	0.00	-0.03	-0.21	31.88	60.48	55.78	52.48	49.52	59.25
ผลตอบแทนเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่างกรณีพื้นฐาน	36,682	38,708	51,944	55,350	58,084	59,398	60,334	61,123	61,640	62,523	63,211	64,539
ผลตอบแทนเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่างกรณีปลูกพืชร่วมกับการทำขึ้นบันได	36,682	38,708	51,944	55,350	58,084	59,398	60,334	61,123	61,640	62,523	66,906	63,770
การเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่าง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,695	-769
ร้อยละการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่าง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.85	-1.19

ที่มา: จากการ simulation

2.4.4 การเปลี่ยนแปลงสถานการณ์ความยั่งยืน

สำหรับการเปลี่ยนแปลงสถานการณ์ความยั่งยืนภายใต้สถานการณ์นี้พบว่า ระดับความยั่งยืนของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาเพิ่มขึ้น โดยการเปลี่ยนแปลงความชันของแนวโน้มของค่าดัชนีศักยภาพแห่งความยั่งยืน (PI) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นสถานการณ์พื้นฐานเท่ากับ 0.50 หน่วยต่อปี เพิ่มขึ้นเท่ากับ 0.66 หน่วยต่อปี (ภาพที่ 21) ซึ่งแสดงถึงระดับความยั่งยืนในภาพรวมของระบบการทำฟาร์มของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาที่เพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบนและตอนกลาง พบว่ามีระดับความยั่งยืนที่เพิ่มขึ้น แสดงได้โดยการเปลี่ยนแปลงความชันของแนวโน้มของค่าดัชนีศักยภาพแห่งความยั่งยืน (PI) มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นจากสถานการณ์พื้นฐานเท่ากับ 0.22 และ 0.58 หน่วยต่อปี เพิ่มขึ้นเท่ากับ 0.41 และ 0.74 หน่วยต่อปี ตามลำดับ สำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่าง พบว่ามีระดับความยั่งยืนที่ลดลงเล็กน้อย แสดงได้โดยการเปลี่ยนแปลงความชันของแนวโน้มของค่าดัชนีศักยภาพแห่งความยั่งยืน (PI) มีแนวโน้มที่ลดลงจากสถานการณ์พื้นฐานมีแนวโน้มเท่ากับ 1.12 หน่วยต่อปี ลดลงเท่ากับ 1.11 หน่วยต่อปี



ภาพที่ 21 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงดัชนีศักยภาพแห่งความยั่งยืน (Performance index) ของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง ภายใต้สถานการณ์ที่มีการส่งเสริมการเพาะปลูกพืชร่วมกับการทำขึ้นบันได

ที่มา: จากการ simulation

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงระดับความยั่งยืนในรายละเอียดของประเด็นความยั่งยืนต่างๆ ผ่านดัชนีความยั่งยืน (SI) พบว่าพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาบมีการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันในแต่ละประเด็นความยั่งยืนซึ่งสามารถพิจารณาจากค่าดัชนีความยั่งยืน (SI) ของตัวชี้วัดต่างๆ (ตารางที่ 45) โดยการเปลี่ยนแปลงที่มีความยั่งยืนมากขึ้นในประเด็นด้านรายได้ครัวเรือน รายได้ฟาร์มสุทธิ การออมของครัวเรือน ผลกระทบการใช้แรงงาน และการชะล้างพังทลายของหน้าดิน โดยมีค่าแนวโน้มของค่าดัชนีความยั่งยืน (SI) ของตัวชี้วัดในแต่ละประเด็นเพิ่มขึ้น ในขณะที่ประเด็นด้านการจ้างแรงงาน และระดับความเป็นพิษของสารเคมีมีระดับความยั่งยืนที่ลดลงซึ่งจะเห็นได้จากค่าแนวโน้มของค่าดัชนีความยั่งยืนในประเด็นดังกล่าวมีค่าลดลง

เมื่อพิจารณาในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาบตอนบนและตอนกลาง พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงระดับความยั่งยืนแตกต่างกันในแต่ละประเด็นความยั่งยืนซึ่งสามารถพิจารณาจากค่าดัชนีความยั่งยืน (SI) และแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของตัวชี้วัดต่างๆ โดยการเปลี่ยนแปลงที่มีความยั่งยืนมากขึ้นในประเด็นด้านรายได้ครัวเรือน รายได้ฟาร์มสุทธิ การออมของครัวเรือน ผลกระทบการใช้แรงงาน และการชะล้างพังทลายของหน้าดิน โดยมีค่าแนวโน้มของค่าดัชนีความยั่งยืน (SI) ของตัวชี้วัดในแต่ละประเด็นเพิ่มขึ้น ในขณะที่ประเด็นด้านการจ้างแรงงาน และระดับความเป็นพิษของสารเคมี มีระดับความยั่งยืนที่ลดลงซึ่งจะเห็นได้จากค่าแนวโน้มของค่าดัชนีความยั่งยืนในประเด็นดังกล่าวมีค่าลดลง สำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาบตอนล่างพบว่าการเปลี่ยนแปลงระดับความยั่งยืนแตกต่างกันในแต่ละประเด็นความยั่งยืนซึ่งสามารถพิจารณาจากค่าดัชนีความยั่งยืน (SI) และแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของตัวชี้วัดต่างๆ โดยการเปลี่ยนแปลงที่มีความยั่งยืนมากขึ้นในประเด็นด้านการจ้างแรงงาน และระดับความเป็นพิษของสารเคมี โดยมีค่าแนวโน้มของค่าดัชนีความยั่งยืน (SI) ของตัวชี้วัดในแต่ละประเด็นเพิ่มขึ้น ในขณะที่ประเด็นด้านรายได้ครัวเรือน การออมของครัวเรือน ผลกระทบการใช้แรงงาน และการชะล้างพังทลายของหน้าดิน มีระดับความยั่งยืนที่ลดลงซึ่งจะเห็นได้จากค่าแนวโน้มของค่าดัชนีความยั่งยืนในประเด็นดังกล่าวมีค่าลดลง สำหรับประเด็นรายได้ฟาร์มสุทธิไม่มีการเปลี่ยนแปลงค่าแนวโน้มของค่าดัชนีความยั่งยืน (SI) (ตารางที่ 45)

ตารางที่ 45 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงดัชนีความยั่งยืน (Sustainability index) ของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง ภายใต้สถานการณ์ที่มีการส่งเสริมการเพาะปลูกพืชร่วมกับการทำขึ้นบันได

ตัวชี้วัด	ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน		ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลาง		ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่าง		ทั้งลุ่มน้ำ	
	กรณีพื้นฐาน	กรณีปลูกพืช ร่วมกับการ ทำขึ้นบันได	กรณีพื้นฐาน	กรณีปลูกพืช ร่วมกับการ ทำขึ้นบันได	กรณีพื้นฐาน	กรณีปลูกพืช ร่วมกับการ ทำขึ้นบันได	กรณีพื้นฐาน	กรณีปลูกพืช ร่วมกับการ ทำขึ้นบันได
รายได้ครัวเรือน	1.16	1.36	1.55	2.05	2.45	2.41	1.51	1.83
รายได้ฟาร์มสุทธิ	1.46	1.70	0.51	0.54	1.99	1.99	1.07	1.18
การออม	1.53	1.68	1.53	1.79	2.34	2.33	1.63	1.82
การจ้างแรงงาน	-1.56	-1.94	-0.32	-0.41	-1.23	-1.21	-0.93	-1.12
ผลิตภาพการใช้แรงงาน	0.96	1.69	1.01	1.52	1.89	1.86	1.10	1.63
การชะล้างพังทลายของหน้าดิน	-0.36	0.55	0.81	0.87	2.86	2.84	0.60	0.99
ระดับความเป็นพิษของสารเคมี	-1.66	-2.13	-1.06	-1.17	-2.49	-2.47	-1.47	-1.71

ที่มา: จากการ simulation

2.5 สถานการณ์ที่มีการส่งเสริมการเพาะปลูกพืชร่วมกับการใช้เศษวัสดุคลุมดิน

การวิเคราะห์ผลกระทบภายใต้สถานการณ์จำลองนี้ เป็นการวิเคราะห์ผลกระทบเมื่อมีนโยบายส่งเสริมการเพาะปลูกพืชเชิงอนุรักษ์เพื่อลดปริมาณการชะล้างพังทลายของหน้าดิน โดยมีการส่งเสริมให้ดำเนินการเพาะปลูกพืชร่วมกับการใช้เศษวัสดุคลุมดินในแปลงที่ปลูกพืชอายุสั้น เพื่อป้องกันการชะล้างพังทลายของหน้าดิน ซึ่งเริ่มตั้งแต่ปี 2554 โดยผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงระดับความยั่งยืนและลักษณะคร่าวเรือนเกษตรกรในพื้นที่ รวมทั้งการใช้ทรัพยากรเป็นดังนี้

2.5.1 ลักษณะการใช้ที่ดินเพื่อการปลูกพืช

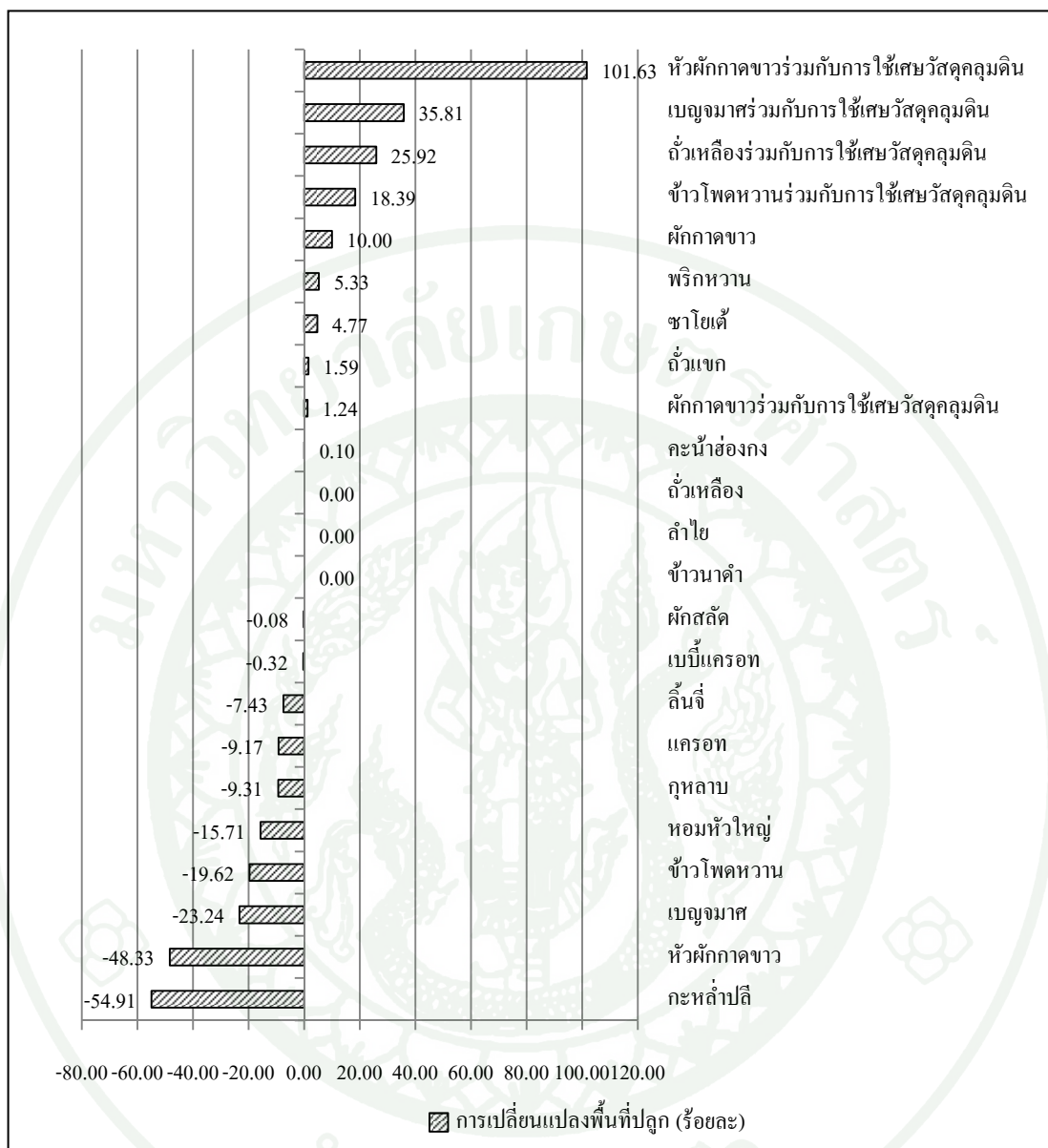
จากการวิเคราะห์ลักษณะการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินพบว่าพื้นที่ปลูกพืชทั้งหมดในพื้นที่ศึกษามีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกทั้งหมด ซึ่งการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกทั้งหมดในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา มีการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ปลูกพืชทั้งหมดเพิ่มขึ้นเล็กน้อย (ตารางที่ 46) หากพิจารณาพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน พบว่าการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินพบว่าพื้นที่ปลูกพืชทั้งหมดมีการเปลี่ยนแปลงลดลงเล็กน้อย สำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลาง พบว่าการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินพบว่าพื้นที่ปลูกพืชทั้งหมดมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเช่นเดียวกับการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกทั้งหมดในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา ส่วนพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่าง พบว่าการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินพื้นที่ปลูกพืชทั้งหมดมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นตั้งแต่ปี 2554 จนกระทั่งในปี 2559 มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินพื้นที่ปลูกพืชทั้งหมดลดลง

หากพิจารณารูปแบบการปลูกพืชในแต่ละปีพบว่าในแต่ละปีพื้นที่ปลูกพืชมีการเปลี่ยนแปลงจากสถานการณ์พื้นฐานที่แตกต่างกัน (ภาพที่ 22) โดยเมื่อพิจารณาพื้นที่ปลูกพืชทั้งหมดในปี 2559 ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา พบว่าการเปลี่ยนแปลงจะทำให้มีการปลูกพืชเพิ่มขึ้นจากสถานการณ์พื้นฐาน 5 อันดับแรก ได้แก่ หัวผักกาดขาวที่ปลูกร่วมกับการใช้เศษวัสดุคลุมดิน เบญจมาศที่ปลูกร่วมกับการใช้เศษวัสดุคลุมดิน ถั่วเหลืองที่ปลูกร่วมกับการใช้เศษวัสดุคลุมดิน ข้าวโพดหวานที่ปลูกร่วมกับการใช้เศษวัสดุคลุมดิน และผักกาดขาว ซึ่งมีการเพิ่มขึ้นเท่ากับ 101.63 35.81 25.92 18.39 และ 10.00 ไร่ จากสถานการณ์พื้นฐาน ตามลำดับ ขณะที่พืชที่มีแนวโน้มพื้นที่ปลูกลดลง 5 อันดับแรก ได้แก่ กะหล่ำปลี หัวผักกาดขาว เบญจมาศ ข้าวโพดหวาน และหอมหัวใหญ่ โดยมีการลดลงเท่ากับ 54.91 48.33 23.24 19.62 และ 15.71 ไร่ จากสถานการณ์พื้นฐาน ตามลำดับ จากผลการวิเคราะห์จะเห็นได้ว่าพื้นที่ปลูกพืชที่ได้รับการส่งเสริมให้มีการปลูกพืชร่วมกับการใช้เศษวัสดุคลุมดินเพิ่มขึ้น ในขณะที่พืชชนิดเดียวกันแต่ไม่ได้ปลูกร่วมกับการใช้เศษวัสดุคลุมดินมีพื้นที่ปลูกลดลง

ตารางที่ 46 การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกพืชทั้งหมดของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง ปี 2548-2559 ภายใต้สถานการณ์ที่มีการส่งเสริมการเพาะปลูกพืชร่วมกับการใช้เศษวัสดุคลุมดิน

รายการ	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559
พื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สากรณีพื้นฐาน	6,474.25	7,425.90	7,777.48	8,541.13	8,615.38	9,122.12	9,454.20	9,738.22	9,837.87	10,081.50	10,151.66	10,335.86
พื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สากรณีปลูกพืชร่วมกับการใช้เศษวัสดุคลุมดิน	6,472.78	7,427.03	7,776.81	8,553.38	8,632.03	9,148.00	9,280.43	9,623.24	9,888.91	10,353.99	10,284.37	10,270.03
การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา	-1.46	1.13	-0.67	12.25	16.65	25.88	-173.77	-114.98	51.04	272.49	132.71	-65.82
ร้อยละการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา	-0.02	0.02	-0.01	0.14	0.19	0.28	-1.84	-1.18	0.52	2.70	1.31	-0.64
พื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบนกรณีพื้นฐาน	4,011.02	4,567.09	4,763.00	5,198.13	5,219.16	5,591.31	5,863.31	6,012.35	6,091.60	6,295.66	6,323.15	6,454.70
พื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบนกรณีปลูกพืชร่วมกับการใช้เศษวัสดุคลุมดิน	4,009.86	4,567.77	4,761.99	5,210.02	5,217.93	5,585.66	5,674.56	5,880.57	6,074.00	6,431.61	6,311.97	6,399.55
การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน	-1.16	0.68	-1.01	11.90	-1.23	-5.65	-188.75	-131.79	-17.60	135.95	-11.18	-55.15
ร้อยละการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน	-0.03	0.01	-0.02	0.23	-0.02	-0.10	-3.22	-2.19	-0.29	2.16	-0.18	-0.85
พื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลางกรณีพื้นฐาน	1,049.60	1,370.83	1,439.83	1,650.03	1,630.40	1,685.82	1,692.58	1,786.95	1,771.51	1,800.69	1,821.46	1,863.07
พื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลางกรณีปลูกพืชร่วมกับการใช้เศษวัสดุคลุมดิน	1,049.30	1,371.28	1,440.16	1,650.39	1,639.65	1,702.11	1,690.52	1,790.04	1,819.48	1,908.27	1,921.69	1,947.39
การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลาง	-0.31	0.45	0.34	0.35	9.25	16.29	-2.06	3.09	47.96	107.58	100.24	84.32
ร้อยละการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลาง	-0.03	0.03	0.02	0.02	0.57	0.97	-0.12	0.17	2.71	5.97	5.50	4.53
พื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่างกรณีพื้นฐาน	1,413.63	1,487.98	1,574.66	1,692.97	1,765.82	1,844.99	1,898.31	1,938.91	1,974.76	1,985.15	2,007.05	2,018.09
พื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่างกรณีปลูกพืชร่วมกับการใช้เศษวัสดุคลุมดิน	1,413.63	1,487.98	1,574.66	1,692.97	1,774.45	1,860.22	1,915.36	1,952.63	1,995.44	2,014.11	2,050.71	1,923.09
การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่าง	-	-	-	-	8.62	-	17.05	13.72	20.68	28.97	43.66	-95.00
ร้อยละการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่าง	-	-	-	-	0.49	-	0.90	0.71	1.05	1.46	2.18	-4.71

ที่มา: จากการ simulation



ภาพที่ 22 ไร่ละการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกแต่ละชนิดในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาภายใต้สถานการณ์ที่มี
การส่งเสริมการเพาะปลูกพืชร่วมกับการใช้เศษวัสดุคลุมดิน
ที่มา: จากการ simulation

2.5.2 รายได้ครัวเรือน

สำหรับการเปลี่ยนแปลงด้านรายได้ครัวเรือนเกษตรกรพบว่าเมื่อมีการส่งเสริม
ทางเลือกให้แก่เกษตรกรในการปลูกพืชอายุสั้นร่วมกับการใช้เศษวัสดุคลุมดิน จะทำให้รายได้ของ
พื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 47) โดยเริ่มเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดตั้งแต่ปี 2553 จากรายได้

87,138 บาทต่อครัวเรือนต่อปี เป็น 87,760 บาทต่อครัวเรือนต่อปี คิดเป็นร้อยละ 0.71 ของสถานการณ์พื้นฐาน ซึ่งจากนั้นรายได้ในแต่ละปีจะสูงกว่าสถานการณ์พื้นฐาน จนกระทั่งปี 2559 มีรายได้เท่ากับ 234,379 บาทต่อครัวเรือนต่อปี เป็นการเพิ่มขึ้นจาก 98,088 บาทต่อครัวเรือนต่อปี คิดเป็นร้อยละ 138.95 ของสถานการณ์พื้นฐาน

เมื่อพิจารณาพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบนและตอนกลาง พบว่ารายได้ครัวเรือนเฉลี่ยมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น โดยเพิ่มขึ้นตั้งแต่ปี 2554 จากรายได้ 124,846 บาทต่อครัวเรือนต่อปี เป็น 262,140 บาทต่อครัวเรือนต่อปี คิดเป็นร้อยละ 109.97 ของสถานการณ์พื้นฐาน ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน และจากรายได้ 75,075 บาทต่อครัวเรือนต่อปี เป็น 104,782 บาทต่อครัวเรือนต่อปี คิดเป็นร้อยละ 39.57 ของสถานการณ์พื้นฐาน ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลาง ซึ่งจากนั้นรายได้ในแต่ละปีจะสูงกว่าสถานการณ์พื้นฐาน จนกระทั่งปี 2559 มีรายได้เท่ากับ 406,086 บาทต่อครัวเรือนต่อปี เป็นการเพิ่มขึ้นจาก 130,496 บาทต่อครัวเรือนต่อปี คิดเป็นร้อยละ 211.19 ของสถานการณ์พื้นฐาน ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน และมีรายได้เท่ากับ 136,914 บาทต่อครัวเรือนต่อปี เป็นการเพิ่มขึ้นจาก 79,959 บาทต่อครัวเรือนต่อปี คิดเป็นร้อยละ 71.23 ของสถานการณ์พื้นฐาน ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลาง ทั้งนี้การเพิ่มขึ้นเป็นผลเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ปลูกพืชที่ได้รับการส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกพืชอายุสั้นร่วมกับการใช้เศษวัสดุคลุมดิน สำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่าง พบว่ารายได้ครัวเรือนเฉลี่ยมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นในปี 2552 จากรายได้ 57,561 บาทต่อครัวเรือนต่อปี เป็น 58,326 บาทต่อครัวเรือนต่อปี คิดเป็นร้อยละ 1.33 ของสถานการณ์พื้นฐาน ซึ่งจากนั้นรายได้ในแต่ละปีจะสูงกว่าสถานการณ์พื้นฐาน จนกระทั่งปี 2559 รายได้ครัวเรือนเฉลี่ยมีการเปลี่ยนแปลงลดลง จากรายได้ 64,515 บาทต่อครัวเรือนต่อปี เป็น 61,963 บาทต่อครัวเรือนต่อปี คิดเป็นร้อยละ 3.96 ของสถานการณ์พื้นฐาน (ตารางที่ 47)

2.5.3 รายได้เหนือต้นทุนเงินสดจากการทำกิจกรรมการทำฟาร์มและการรับจ้าง

สำหรับการเปลี่ยนแปลงด้านรายได้เหนือต้นทุนเงินสดจากการทำกิจกรรมการทำฟาร์มและการรับจ้างของครัวเรือนเกษตรกรพบว่ารายได้เหนือต้นทุนเงินสดเฉลี่ยของครัวเรือนในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาทิศทางเช่นเดียวกับการเปลี่ยนแปลงด้านรายได้ครัวเรือนเกษตรกร กล่าวคือมีการเปลี่ยนแปลงรายได้ของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 48) โดยเริ่มเพิ่มขึ้นเห็นได้ชัดตั้งแต่ปี 2553 จากรายได้ 95,932 บาทต่อครัวเรือนต่อปี เป็น 96,530 บาทต่อครัวเรือนต่อปี คิดเป็นร้อยละ 0.62 ของสถานการณ์พื้นฐาน จากนั้นรายได้ในแต่ละปีจะสูงกว่าสถานการณ์พื้นฐานจนกระทั่งปี

2559 มีรายได้เท่ากับ 250,981 บาทต่อครัวเรือนต่อปี เป็นการเพิ่มขึ้นจาก 111,419 บาทต่อครัวเรือนต่อปี คิดเป็นร้อยละ 125.26 ของสถานการณ์พื้นฐาน

เมื่อพิจารณาพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบนและตอนกลาง พบว่ารายได้ครัวเรือนเฉลี่ยมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น โดยเพิ่มขึ้นที่เห็นได้ชัดตั้งแต่ปี 2554 จากรายได้ 132,447 บาทต่อครัวเรือนต่อปี เป็น 271,528 บาทต่อครัวเรือนต่อปี คิดเป็นร้อยละ 105.01 ของสถานการณ์พื้นฐาน ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน และจากรายได้ 89,250 บาทต่อครัวเรือนต่อปี เป็น 118,996 บาทต่อครัวเรือนต่อปี คิดเป็นร้อยละ 33.33 ของสถานการณ์พื้นฐาน ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลาง ซึ่งจากนั้นรายได้ในแต่ละปีจะสูงกว่าสถานการณ์พื้นฐานจนกระทั่งปี 2559 มีรายได้เท่ากับ 425,481 บาทต่อครัวเรือนต่อปี เป็นการเพิ่มขึ้นจาก 141,299 บาทต่อครัวเรือนต่อปี คิดเป็นร้อยละ 201.12 ของสถานการณ์พื้นฐาน ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน และมีรายได้เท่ากับ 155,495 บาทต่อครัวเรือนต่อปี เป็นการเพิ่มขึ้นจาก 98,826 บาทต่อครัวเรือนต่อปี คิดเป็นร้อยละ 57.34 ของสถานการณ์พื้นฐาน ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลาง สำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่าง พบว่ารายได้ครัวเรือนเฉลี่ยมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นในปี 2552 จากรายได้ 58,084 บาทต่อครัวเรือนต่อปี เป็น 58,875 บาทต่อครัวเรือนต่อปี คิดเป็นร้อยละ 1.36 ของสถานการณ์พื้นฐาน ซึ่งจากนั้นรายได้ในแต่ละปีจะสูงกว่าสถานการณ์พื้นฐาน จนกระทั่งปี 2559 รายได้ครัวเรือนเฉลี่ยมีการเปลี่ยนแปลงลดลง จากรายได้ 64,539 บาทต่อครัวเรือนต่อปี เป็น 61,986 บาทต่อครัวเรือนต่อปี คิดเป็นร้อยละ 3.96 ของสถานการณ์พื้นฐาน (ตารางที่ 48)

ตารางที่ 47 การเปลี่ยนแปลงรายได้เฉลี่ยของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง ปี 2548-2559 ภายใต้สถานการณ์ที่มีการส่งเสริมการเพาะปลูกพืชร่วมกับการใช้เศษวัสดุคลุมดิน

(หน่วย: บาท/ไร่/ปี)

รายการ	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559
รายได้เฉลี่ยพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สากรณีพื้นฐาน	57,798	73,238	81,350	115,304	73,099	87,138	92,912	92,989	90,345	93,443	98,195	98,088
รายได้เฉลี่ยพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สากรณีปลูกพืชร่วมกับการใช้เศษวัสดุคลุมดิน	57,807	73,224	81,291	115,262	73,305	87,760	163,032	219,941	213,300	201,415	207,660	234,379
การเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา	9	-14	-58	-42	206	621	70,121	126,953	122,956	107,973	109,464	136,291
ร้อยละการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา	0.02	-0.02	-0.07	-0.04	0.28	0.71	75.47	136.52	136.10	115.55	111.48	138.95
รายได้เฉลี่ยพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบนกรณีพื้นฐาน	82,244	99,970	106,342	177,814	112,960	117,255	124,847	125,755	119,666	124,305	132,380	130,496
รายได้เฉลี่ยพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบนกรณีปลูกพืชร่วมกับการใช้เศษวัสดุคลุมดิน	82,2	100,030	106,343	177,746	113,111	116,982	262,140	374,732	362,722	330,026	342,542	406,086
การเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน	7	59	1	-68	151	-273	137,294	248,977	243,057	205,722	210,162	275,590
ร้อยละการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน	0.01	0.06	0.00	-0.04	0.13	-0.23	109.97	197.99	203.11	165.50	158.76	211.19
รายได้เฉลี่ยพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลางกรณีพื้นฐาน	43,241	60,255	68,474	79,399	44,228	69,584	75,075	74,254	73,599	75,970	79,000	79,959
รายได้เฉลี่ยพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลางกรณีปลูกพืชร่วมกับการใช้เศษวัสดุคลุมดิน	43,254	60,177	68,352	79,368	44,335	69,741	104,782	129,528	125,179	126,058	126,770	136,914
การเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลาง	13	-77	-122	-31	107	158	29,706	55,275	51,580	50,087	47,770	56,954
ร้อยละการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลาง	0.03	-0.13	-0.18	-0.04	0.24	0.23	39.57	74.44	70.08	65.93	60.47	71.23
รายได้เฉลี่ยพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่างกรณีพื้นฐาน	36,150	38,170	51,429	54,832	57,561	58,891	59,941	60,845	61,505	62,493	63,182	64,516
รายได้เฉลี่ยพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่างกรณีปลูกพืชร่วมกับการใช้เศษวัสดุคลุมดิน	36,1	38,170	51,429	54,832	58,326	64,170	71,942	75,484	77,125	82,304	89,445	61,963
การเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่าง	-	-	-	-	765	5,279	12,001	14,639	15,621	19,812	26,263	-2,553
ร้อยละการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่าง	-	-	-	-	1.33	8.96	20.02	24.06	25.40	31.70	41.57	-3.96

ที่มา: จากการ simulation

ตารางที่ 48 การเปลี่ยนแปลงผลตอบแทนทั้งหมดสุทธิจากการทำกิจกรรมฟาร์มเฉลี่ยของครัวเรือนในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง
ปี 2548-2559 ภายใต้สถานการณ์ที่มีการส่งเสริมการเพาะปลูกพืชร่วมกับการใช้เศษวัสดุคูลุมดิน

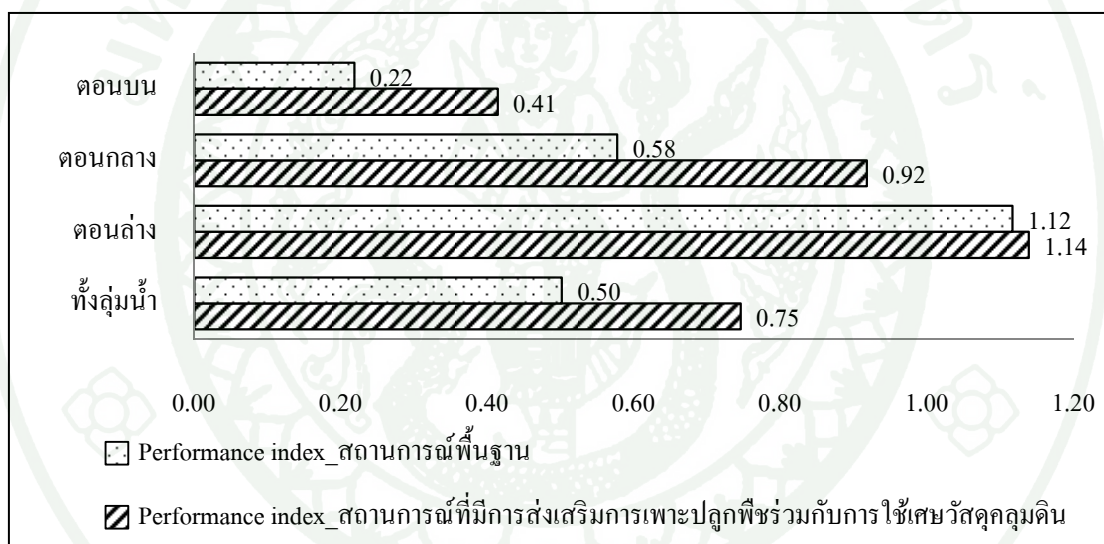
(หน่วย: บาท/ครัวเรือน)

รายการ	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559
ผลตอบแทนเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สากรณีพื้นฐาน	65,031	81,081	89,421	123,604	81,904	95,932	102,776	103,679	101,830	105,238	110,992	111,420
ผลตอบแทนเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สากรณีปลูกพืชร่วมกับการใช้เศษวัสดุคูลุมดิน	65,044	81,064	89,356	123,556	82,082	96,530	173,657	232,010	226,446	215,005	223,324	250,981
การเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา	12	-17	-65	-47	178	598	70,881	128,331	124,616	109,767	112,332	139,561
ร้อยละการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา	0.02	-0.02	-0.07	-0.04	0.22	0.62	68.97	123.78	122.38	104.30	101.21	125.26
ผลตอบแทนเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบนกรณีพื้นฐาน	89,526	107,843	114,108	185,175	120,219	124,052	132,447	133,845	128,680	133,085	142,462	141,300
ผลตอบแทนเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบนกรณีปลูกพืชร่วมกับการใช้เศษวัสดุคูลุมดิน	89,533	107,901	114,108	185,103	120,360	123,754	271,528	386,081	375,915	343,281	359,768	425,481
การเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน	7	58	-	-73	141	-298	139,081	252,236	247,235	210,196	217,305	284,182
ร้อยละการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน	0.01	0.05	0.00	-0.04	0.12	-0.24	105.01	188.45	192.13	157.94	152.54	201.12
ผลตอบแทนเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลางกรณีพื้นฐาน	52,160	69,956	78,742	90,476	56,445	82,161	89,251	89,775	90,050	93,288	97,338	98,827
ผลตอบแทนเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลางกรณีปลูกพืชร่วมกับการใช้เศษวัสดุคูลุมดิน	52,180	69,872	78,608	90,438	56,496	82,260	118,996	145,103	141,471	143,161	144,844	155,495
การเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลาง	20	-84	-135	-38	51	100	29,746	55,328	51,421	49,872	47,507	56,669
ร้อยละการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลาง	0.04	-0.12	-0.17	-0.04	0.09	0.12	33.33	61.63	57.10	53.46	48.81	57.34
ผลตอบแทนเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่างกรณีพื้นฐาน	36,682	38,708	51,944	55,350	58,084	59,398	60,334	61,123	61,640	62,523	63,211	64,539
ผลตอบแทนเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่างกรณีปลูกพืชร่วมกับการใช้เศษวัสดุคูลุมดิน	36,682	38,708	51,944	55,350	58,875	64,795	72,608	76,266	77,924	83,345	90,783	61,986
การเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่าง	-	-	-	-	792	5,396	12,274	15,143	16,284	20,822	27,572	-2,553
ร้อยละการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่าง	-	-	-	-	1.36	9.09	20.34	24.77	26.42	33.30	43.62	-3.96

ที่มา: จากการ simulation

2.5.4 การเปลี่ยนแปลงสถานการณ์ความยั่งยืน

สำหรับการเปลี่ยนแปลงสถานการณ์ความยั่งยืนภายใต้สถานการณ์นี้พบว่าระดับความยั่งยืนของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาเพิ่มขึ้น โดยการเปลี่ยนแปลงความชันของแนวโน้มของค่าดัชนีศักยภาพแห่งความยั่งยืน (PI) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากสถานการณ์พื้นฐานเท่ากับ 0.50 หน่วยต่อปี เพิ่มขึ้นเท่ากับ 0.75 หน่วยต่อปี (ภาพที่ 23) ซึ่งแสดงถึงระดับความยั่งยืนในภาพรวมของระบบการทำฟาร์มของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาที่เพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง พบว่ามีระดับความยั่งยืนที่เพิ่มขึ้น แสดงได้โดยการเปลี่ยนแปลงความชันของแนวโน้มของค่าดัชนีศักยภาพแห่งความยั่งยืน (PI) มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นจากสถานการณ์พื้นฐานมีแนวโน้มเท่ากับ 0.22 0.58 และ 1.12 หน่วยต่อปี เพิ่มขึ้นเท่ากับ 0.41 0.92 และ 1.14 หน่วยต่อปี ตามลำดับ



ภาพที่ 23 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงดัชนีศักยภาพแห่งความยั่งยืน (Performance index) ของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง ภายใต้สถานการณ์ที่มีการส่งเสริมการเพาะปลูกพืชร่วมกับการใช้เศษวัสดุคูลุมดิน

ที่มา: จากการ simulation

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงระดับความยั่งยืนในรายละเอียดของประเด็นความยั่งยืนต่างๆ ผ่านดัชนีความยั่งยืน (SI) พบว่าพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สามีการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันในแต่ละประเด็นความยั่งยืน (ตารางที่ 49) ซึ่งสามารถพิจารณาจากค่าดัชนีความยั่งยืน (SI) ของตัวชี้วัดต่างๆ โดยการเปลี่ยนแปลงที่มีความยั่งยืนมากขึ้นในประเด็นด้านรายได้ครัวเรือน รายได้ฟาร์มสุทธิ การออมของครัวเรือน การจ้างแรงงาน ผลผลิตการจ้างแรงงาน และการชะล้างพังทลายของหน้าดิน

โดยมีค่าแนวโน้มของค่าดัชนีความยั่งยืน (SI) ของตัวชี้วัดในแต่ละประเด็นเพิ่มขึ้น ในขณะที่ประเด็นด้านระดับความเป็นพิษของสารเคมี มีระดับความยั่งยืนที่ลดลงซึ่งจะเห็นได้จากค่าแนวโน้มของค่าดัชนีความยั่งยืนในประเด็นดังกล่าวมีค่าลดลง

เมื่อพิจารณาในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันในแต่ละประเด็นความยั่งยืนซึ่งสามารถพิจารณาจากค่าดัชนีความยั่งยืน (SI) ของตัวชี้วัดต่างๆ โดยการเปลี่ยนแปลงที่มีความยั่งยืนมากขึ้นในประเด็นด้านรายได้ครัวเรือน การออมของครัวเรือน การจ้างแรงงาน ผลผลิตการใช้แรงงาน และการชะล้างพังทลายของหน้าดิน โดยมีค่าแนวโน้มของค่าดัชนีความยั่งยืน (SI) ของตัวชี้วัดในแต่ละประเด็นเพิ่มขึ้น ในขณะที่ประเด็นด้านรายได้ฟาร์มสุทธิ และระดับความเป็นพิษของสารเคมี มีระดับความยั่งยืนที่ลดลงซึ่งจะเห็นได้จากค่าแนวโน้มของค่าดัชนีความยั่งยืนในประเด็นดังกล่าวมีค่าลดลง หากพิจารณาพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลาง พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงระดับความยั่งยืนแตกต่างกันในแต่ละประเด็นความยั่งยืนซึ่งสามารถพิจารณาจากค่าดัชนีความยั่งยืน (SI) ของตัวชี้วัดต่างๆ โดยการเปลี่ยนแปลงที่มีความยั่งยืนมากขึ้นในประเด็นด้านรายได้ครัวเรือน รายได้ฟาร์มสุทธิ การออมของครัวเรือน ผลผลิตการใช้แรงงาน และการชะล้างพังทลายของหน้าดิน โดยมีค่าแนวโน้มของค่าดัชนีความยั่งยืน (SI) ของตัวชี้วัดในแต่ละประเด็นเพิ่มขึ้น ในขณะที่ประเด็นด้านการจ้างแรงงาน และระดับความเป็นพิษของสารเคมี มีระดับความยั่งยืนที่ลดลงซึ่งจะเห็นได้จากค่าแนวโน้มของค่าดัชนีความยั่งยืนในประเด็นดังกล่าวมีค่าลดลง สำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่างพบว่าการเปลี่ยนแปลงระดับความยั่งยืนแตกต่างกันในแต่ละประเด็นความยั่งยืนซึ่งสามารถพิจารณาจากค่าดัชนีความยั่งยืน (SI) และแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของตัวชี้วัดต่างๆ โดยการเปลี่ยนแปลงที่มีความยั่งยืนมากขึ้นในประเด็นด้านรายได้ฟาร์มสุทธิ และการออมของครัวเรือน โดยมีค่าแนวโน้มของค่าดัชนีความยั่งยืน (SI) ของตัวชี้วัดที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่ประเด็นด้านผลผลิตการใช้แรงงาน การชะล้างพังทลายของหน้าดิน และระดับความเป็นพิษของสารเคมี มีระดับความยั่งยืนที่ลดลงซึ่งจะเห็นได้จากค่าแนวโน้มของค่าดัชนีความยั่งยืนในประเด็นดังกล่าวมีค่าลดลง สำหรับประเด็นด้านรายได้ครัวเรือน และการจ้างแรงงาน ค่าดัชนีความยั่งยืน (SI) ไม่มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง (ตารางที่ 49)

ตารางที่ 49 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงดัชนีความยั่งยืน (Sustainability index) ของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง ภายใต้สถานการณ์ที่มีการส่งเสริมการเพาะปลูกพืชร่วมกับการใช้เศษวัสดุคลุมดิน

ตัวชี้วัด	ลุ่มน้ำแม่สาตอนบน		ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลาง		ลุ่มน้ำแม่สาตอนล่าง		ทั้งลุ่มน้ำ	
	กรณีพื้นฐาน	กรณีปลูกพืชร่วมกับการใช้เศษวัสดุคลุมดิน	กรณีพื้นฐาน	กรณีปลูกพืชร่วมกับการใช้เศษวัสดุคลุมดิน	กรณีพื้นฐาน	กรณีปลูกพืชร่วมกับการใช้เศษวัสดุคลุมดิน	กรณีพื้นฐาน	กรณีปลูกพืชร่วมกับการใช้เศษวัสดุคลุมดิน
รายได้ครัวเรือน	1.16	1.30	1.55	2.09	2.45	2.45	1.51	1.82
รายได้ฟาร์มสุทธิ	1.46	1.01	0.51	1.58	1.99	2.25	1.07	1.44
การออม	1.53	1.62	1.53	1.78	2.34	2.45	1.63	1.80
การจ้างแรงงาน	-1.56	-1.11	-0.32	-0.40	-1.23	-1.23	-0.93	-0.78
ผลิตภาพการใช้แรงงาน	0.96	1.71	1.01	1.56	1.89	1.82	1.10	1.66
การชะล้างพังทลายของหน้าดิน	-0.36	0.42	0.81	0.93	2.86	2.76	0.60	0.95
ระดับความเป็นพิษของสารเคมี	-1.66	-2.06	-1.06	-1.13	-2.49	-2.53	-1.47	-1.67

ที่มา: จากการ simulation

บทที่ 6

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

สรุป

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาสภาพทั่วไปของระบบการทำฟาร์มในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา เพื่อทำการวิเคราะห์และประเมินความยั่งยืนของระบบการทำฟาร์ม รวมถึงวิเคราะห์สถานการณ์จำลอง/หรือนโยบายทางเลือกสำหรับการพัฒนาระบบการทำฟาร์มอย่างยั่งยืน โดยประยุกต์ใช้แบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์หลายตัวแทน (Mathematical Programming and Multi Agent System model: MP-MAS model) ซึ่งเป็นแบบจำลองเชิงบูรณาการ (ntegrated model) ที่ได้ประยุกต์แบบจำลองหลายตัวแทน (Multi-Agent Systems model: MAS model) กับแบบจำลองเศรษฐศาสตร์ชีวภาพ (bio-economic model) ในรูปแบบของแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical model) ทำให้สามารถจำลองลักษณะที่ซับซ้อน (complexity) ของพื้นที่ศึกษา ที่ประกอบด้วยองค์ประกอบทางเศรษฐกิจสังคมและองค์ประกอบทางกายภาพ สามารถพิจารณาลักษณะเฉพาะของแต่ละหน่วยย่อยซึ่งมีความแตกต่างกัน (heterogeneity) ลักษณะการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน (interaction) ขององค์ประกอบต่างๆ รวมทั้งพลวัตการเปลี่ยนแปลงของระบบ (system dynamics) ในพื้นที่ศึกษา รวมทั้งแบบจำลองยังมีการรองรับวิธีการประเมินความยั่งยืน และสามารถแสดงผลกระทบในระยะยาวภายใต้สถานการณ์นโยบายทางเลือกต่างๆ ซึ่งลักษณะเฉพาะทั้งหมดนี้แบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์แบบเดิมไม่สามารถทำได้

เพื่ออธิบายการวิเคราะห์และประเมินความยั่งยืนของระบบการทำฟาร์ม การศึกษานี้ได้ประยุกต์แนวคิดการประเมินความยั่งยืนผ่านตัวชี้วัดความยั่งยืนเพื่อแสดงสถานภาพของระบบการทำฟาร์มในพื้นที่ศึกษาภายใต้สถานการณ์ปัจจุบันและการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายใต้สถานการณ์ทางนโยบายที่อาจจะเกิดขึ้น และ/หรือนโยบายเพื่อยกระดับสถานภาพความยั่งยืนของพื้นที่ศึกษา สำหรับการประเมินความยั่งยืนของระบบการทำฟาร์มในพื้นที่ศึกษา จะดำเนินการครอบคลุมระยะเวลา 12 ปี นับตั้งแต่ปี 2548 ถึงปี 2559 ผ่านตัวชี้วัดทั้งหมด 7 ตัวชี้วัด ใน 3 ด้าน ทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยตัวชี้วัดทางด้านเศรษฐกิจ ประกอบด้วย รายได้ครัวเรือน รายได้ฟาร์มสุทธิ และการออมของครัวเรือน สำหรับตัวชี้วัดทางด้านสังคม ประกอบด้วย การจ้างแรงงาน และผลิตภาพการใช้แรงงานของครัวเรือน ส่วนตัวชี้วัดทางด้านทรัพยากรสิ่งแวดล้อม

ประกอบด้วย การชะล้างพังทลายของหน้าดิน และระดับความเป็นพิษของสารเคมี เพื่อแสดงสถานะความยั่งยืนของระบบการทำฟาร์ม

การประเมินความยั่งยืนของระบบการทำฟาร์มในพื้นที่ศึกษาสำหรับการศึกษาี้ถูกกำหนด และสามารถแบ่งออกเป็น 2 ระดับ เริ่มจากการประเมินความยั่งยืนจากระดับครัวเรือนเกษตรกรและจากระดับความยั่งยืนโดยรวมของครัวเรือนจะนำไปสู่การประเมินความยั่งยืนในระดับลุ่มน้ำ ทั้งนี้ การประเมินความยั่งยืนในระดับครัวเรือนเกษตรกร เริ่มจากการกำหนดตัวชี้วัดเพื่อใช้สำหรับประเมินซึ่งการศึกษานี้ตัวชี้วัดกำหนดจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินความยั่งยืนต่างๆ และความเป็นไปได้ของการประยุกต์ใช้กับแบบจำลอง MP-MAS โดยแต่ละตัวชี้วัดจะถูกกำหนดเกณฑ์สำหรับระดับความยั่งยืนและคะแนนความยั่งยืนโดยระดับความยั่งยืนจะแบ่งเป็นระดับที่ยั่งยืน (Sustained: S) ยั่งยืนอย่างมีเงื่อนไข (Conditional Sustained: C) และไม่ยั่งยืน (Non-Sustained: N) ซึ่งการกำหนดระดับและคะแนนความยั่งยืนกำหนดจากการพิจารณาจากงานวิจัยและแนวคิดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องสำหรับประเด็นการประเมินความยั่งยืนนั้น โดยภายหลังจากการทำ simulation ครอบคลุมระยะเวลา 12 ปี ตั้งแต่ปี 2548 ถึงปี 2559 ผลจาก simulation แต่ละปีครัวเรือนแต่ละครัวเรือนจะถูกพิจารณาให้คะแนนและระดับความยั่งยืนในประเด็นต่างๆ ของแต่ละตัวชี้วัด ซึ่งจากขั้นตอนนี้จะทำให้ทราบถึงจำนวนครัวเรือนในแต่ละระดับความยั่งยืนของแต่ละตัวชี้วัดและระดับความยั่งยืนเมื่อพิจารณาทุก สำหรับการประเมินความยั่งยืนในระดับลุ่มน้ำ เป็นการประเมินจากผลที่ได้จากการประเมินความยั่งยืนในระดับครัวเรือน ซึ่งการประเมินความยั่งยืนในระดับลุ่มน้ำวิเคราะห์ผ่านดัชนีความยั่งยืน (Sustainability Index: SI) สำหรับการประเมินความยั่งยืนเมื่อพิจารณาเฉพาะแต่ละตัวชี้วัด และดัชนีศักยภาพแห่งความยั่งยืน (Performance Index: PI) สำหรับการประเมินความยั่งยืนเมื่อพิจารณาตัวชี้วัดทุกตัวพร้อมกัน

ผลการวิเคราะห์ความยั่งยืนเมื่อพิจารณาในภาพรวมของความยั่งยืนของระบบการทำฟาร์มในลุ่มน้ำแม่สาเมื่อจากทุกตัวชี้วัดพร้อมกัน พบว่าระบบการทำฟาร์มในลุ่มน้ำแม่สามีความยั่งยืน ซึ่งสามารถแสดงโดยดัชนีศักยภาพแห่งความยั่งยืน (PI) ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเท่ากับ 0.50 หน่วยต่อปี โดยพื้นที่ตอนล่างของลุ่มน้ำมีความยั่งยืนมากที่สุด รองลงมาคือลุ่มน้ำตอนกลาง และตอนบนตามลำดับ เมื่อพิจารณาระดับความยั่งยืนในแต่ละประเด็นผ่านค่าดัชนีความยั่งยืน (SI) พบว่าแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของดัชนีความยั่งยืน (SI) ประเด็นที่ไม่ยั่งยืนของระบบการทำฟาร์มในลุ่มน้ำแม่สา คือ ประเด็นด้านระดับความเป็นพิษของสารเคมี และประเด็นด้านการจ้างแรงงาน ซึ่งในทั้งสองประเด็นมีแนวโน้มของการลดลงของดัชนีความยั่งยืน (SI) เท่ากับ -1.47 และ -0.92 หน่วยต่อปี

ขณะที่ประเด็นด้านการชะล้างพังทลายของหน้าดินมีแนวโน้มของการที่สถานะเปลี่ยนเป็นไม่ยั่งยืน ในอนาคตอันใกล้ ซึ่งประเด็นดังกล่าวมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของดัชนีความยั่งยืน (SI) ก่อนข้างคงที่และอาจจะเปลี่ยนแปลงลดลงในอนาคต นอกจากนี้ยังพบว่าประเด็นที่พื้นลุ่มน้ำแม่สามมีความยั่งยืนมากที่สุดเรียงลำดับจากมากไปน้อยได้แก่ การอมของครัวเรือน รายได้ครัวเรือน ผลผลิตการใช้แรงงานของครัวเรือนเกษตรกร และรายได้ฟาร์มสุทธิ โดยตัวชี้วัดในประเด็นเหล่านี้มีแนวโน้มของดัชนีความยั่งยืน (SI) ที่เพิ่มขึ้นซึ่งเพิ่มขึ้นเท่ากับ 1.63 1.51 1.10 และ 1.07 หน่วยต่อปีตามลำดับ ดังนั้นประเด็นที่ต้องการการปรับปรุงเพื่อพัฒนาระดับความยั่งยืนของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สามให้ดีขึ้นเรียงลำดับจากความต้องการการพัฒนามากไปหาน้อย ได้แก่ ระดับความเป็นพิษของสารเคมี การจ้างแรงงาน การชะล้างพังทลายของหน้าดิน รายได้ฟาร์มสุทธิ ผลผลิตการใช้แรงงานของครัวเรือนเกษตรกร รายได้ครัวเรือน และการอมของครัวเรือน ตามลำดับ

การวิเคราะห์ผลกระทบของสถานการณ์จำลองเพื่อพัฒนาระบบการทำฟาร์มที่ยั่งยืนในพื้นที่ศึกษา โดยกำหนดสถานการณ์เพื่อศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้นบนพื้นฐานของผลการศึกษาระดับความยั่งยืนในปัจจุบันและประเด็นที่ควรได้รับการปรับปรุง โดยการกำหนดสถานการณ์ที่มีการนำนโยบายที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน และนโยบายเพื่อยกระดับสถานภาพความยั่งยืนของพื้นที่ศึกษา โดยสถานการณ์ที่กำหนดประกอบด้วย 5 สถานการณ์ ได้แก่ (1) สถานการณ์ที่มีการส่งเสริมการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (Good Agricultural Practice: GAP) เพื่อพัฒนาความยั่งยืนในประเด็นด้านระดับความเป็นพิษของสารเคมี (2) สถานการณ์ที่มีระดับค่าจ้างแรงงานเพิ่มขึ้น เพื่อพัฒนาความยั่งยืนในประเด็นด้านการจ้างแรงงานที่ต้องพึ่งพาแรงงานจากภายนอก (3) สถานการณ์ที่มีการส่งเสริมทางเลือกในการขายผลผลิตสินค้าแบบแห้ง เพื่อพัฒนาความยั่งยืนในประเด็นด้านการชะล้างพังทลายของหน้าดิน (4) สถานการณ์ที่มีการส่งเสริมการเพาะปลูกพืชร่วมกับการทำขึ้นบันได และ (5) สถานการณ์ที่มีการส่งเสริมการเพาะปลูกพืชร่วมกับการใช้เศษวัสดุคลุมดิน เพื่อพัฒนาความยั่งยืนในประเด็นด้านการชะล้างพังทลายของหน้าดิน

จากผลการศึกษาจะพบว่าเมื่อมีสถานการณ์จำลองที่มีการส่งเสริมการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (Good Agricultural Practice: GAP) ตั้งแต่ปี 2554-2559 จะทำให้พื้นที่ปลูกพืชทั้งหมดในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สามมีการเปลี่ยนแปลงสูงขึ้นเล็กน้อยจากสถานการณ์พื้นฐาน โดยพืชที่เพิ่มขึ้น ได้แก่ หัวผักกาดขาว (ปฏิบัติภายใต้ GAP) ข้าวโพดหวาน (ปฏิบัติภายใต้ GAP) เบบี้เบคอน (ปฏิบัติภายใต้ GAP) คื่นช่าย และชะโยเต้ โดยจากการเปลี่ยนแปลงการผลิตพืชดังกล่าวทำให้รายได้มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นซึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ปลูกพืช สำหรับการเปลี่ยนแปลงระดับความยั่งยืนพบว่ามีความ

ความยั่งยืนที่เพิ่มขึ้นซึ่งเป็นการพิจารณาจากการเพิ่มขึ้นของแนวโน้มของค่าดัชนีศักยภาพแห่งความยั่งยืน (PI) ที่เพิ่มขึ้นจาก 0.50 เป็น 0.61 โดยพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สามมีระดับความยั่งยืนที่ลดลงในประเด็นด้านการจ้างแรงงาน ผลกระทบการใช้แรงงาน และการชะล้างพังทลายของหน้าดิน

เมื่อมีสถานการณ์จำลองที่มีระดับค่าจ้างแรงงานเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่มีระดับค่าจ้างแรงงานเพิ่มขึ้นเป็น 300 บาทต่อวัน ตั้งแต่ปี 2554-2559 จะทำให้พื้นที่ปลูกพืชทั้งหมดในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สามมีการเปลี่ยนแปลงลดลงร้อยละ 12.40 จากสถานการณ์พื้นฐาน โดยพืชที่ลดลง ได้แก่ ถั่วเหลือง ข้าวนาดำ ถั่วลิสง เบญจมาศ และกะหล่ำปลี โดยจากการเปลี่ยนแปลงการผลิตพืชดังกล่าวทำให้รายได้มีการเปลี่ยนแปลงลดลงซึ่งเป็นผลมาจากการลดลงของพื้นที่ปลูกพืช สำหรับการเปลี่ยนแปลงระดับความยั่งยืนพบว่ามีความยั่งยืนที่เพิ่มขึ้นซึ่งเป็นการพิจารณาจากการเพิ่มขึ้นของแนวโน้มของค่าดัชนีศักยภาพแห่งความยั่งยืน (PI) ที่เพิ่มขึ้นจาก 0.50 เป็น 0.64 โดยพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สามมีระดับความยั่งยืนที่ลดลงในประเด็นด้านรายได้ครัวเรือน การชะล้างพังทลายของหน้าดิน และระดับความเป็นพิษของสารเคมี

เมื่อมีสถานการณ์ที่มีการส่งเสริมทางเลือกในการขายผลผลิตถั่วลิสงแบบแห้ง ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นจริงในพื้นที่โดยกำหนดให้เกษตรกรมีทางเลือกทางการตลาดในการจำหน่ายถั่วลิสงในรูปของผลผลิตแห้ง ซึ่งเกษตรกรจะได้รับราคาที่เพิ่มจากเดิมที่ขายถั่วลิสงผลสดได้ในราคา 8.85 บาทต่อกิโลกรัม เพิ่มขึ้นเป็น 375.61 บาทต่อกิโลกรัม เริ่มตั้งแต่ปี 2553 โดยเกษตรกรจะต้องลงทุนในการทำลิ้งจอบแห้งในรูปกลุ่มเกษตรกร 5 คน และต้องใช้เงินทุนเริ่มต้น 77,164 บาท โดยนโยบายมุ่งที่จะลดการลดลงของพื้นที่ปลูกถั่วลิสง ซึ่งจะมีผลต่อการลดลงของการชะล้างพังทลายและการใช้สารเคมีที่มีการใช้กับถั่วลิสงน้อยกว่าการผลิตฝัก ผลการวิเคราะห์ภายใต้สถานการณ์นี้พบว่ามีเกษตรกรจำนวน 4 รายที่ทำการผลิตและขายลิ้งจอบแห้งในปี 2553 และเพิ่มขึ้นเป็น 20 รายในปี 2559 ได้รับรายได้จากการขายผลผลิตลิ้งจอบแห้ง เท่ากับ 36,098.00 บาทต่อครัวเรือน ทั้งนี้ภายใต้สถานการณ์นี้ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงน้อยมากทั้งในด้านของพื้นที่ปลูกพืช รายได้ครัวเรือน และระดับความยั่งยืนของระบบการทำฟาร์มในพื้นที่

เมื่อมีสถานการณ์ที่มีการส่งเสริมการเพาะปลูกพืชร่วมกับการทำขึ้นบันไดในแปลงที่ปลูกพืชอายุสั้นที่มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกมากที่สุด 5 อันดับแรก ได้แก่ หัวผักกาดขาว ข้าวโพดหวาน เบญจมาศ ผักกาดขาว และถั่วเหลือง สามารถลดปริมาณการชะล้างพังทลายของหน้าดินได้ร้อยละ 95 โดยเริ่มตั้งแต่ปี 2554 จะทำให้พื้นที่ปลูกพืชทั้งหมดในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สามมีการเปลี่ยนแปลงลดลงเล็กน้อยจากสถานการณ์พื้นฐาน โดยพืชที่ลดลง ได้แก่ กะหล่ำปลี หัวผักกาดขาว เบญจมาศ

หอมหัวใหญ่ และข้าวโพดหวาน โดยจากการเปลี่ยนแปลงการผลิตพืชดังกล่าวทำให้รายได้มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นซึ่งเป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ปลูกพืช ได้แก่ หัวผักกาดขาวที่ปลูกร่วมกับการทำขึ้นบันได เบญจมาศที่ปลูกร่วมกับการทำขึ้นบันได ผักกาดขาว ข้าวโพดหวานที่ปลูกร่วมกับการทำขึ้นบันได และถั่วเหลืองที่ปลูกร่วมกับการทำขึ้นบันได สำหรับการเปลี่ยนแปลงระดับความยั่งยืนพบว่ามียกระดับความยั่งยืนที่เพิ่มขึ้นซึ่งเป็นการพิจารณาจากการเพิ่มขึ้นของแนวโน้มของค่าดัชนีศักยภาพแห่งความยั่งยืน (PI) ที่เพิ่มขึ้นจาก 0.50 เป็น 0.66 โดยพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สามมีระดับความยั่งยืนที่ลดลงในประเด็นด้านการจ้างแรงงาน และระดับความเป็นพิษของสารเคมี

เมื่อมีสถานการณ์ที่มีการส่งเสริมการเพาะปลูกพืชร่วมกับการใช้เศษวัสดุคลุมดินในแปลงที่ปลูกพืชอายุสั้นที่มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกมากที่สุด 5 อันดับแรก ได้แก่ หัวผักกาดขาว ข้าวโพดหวาน เบญจมาศ ผักกาดขาว และถั่วเหลือง ซึ่งสามารถลดปริมาณการชะล้างพังทลายของหน้าดินได้ร้อยละ 91 โดยเริ่มตั้งแต่ปี 2554 จะทำให้พื้นที่ปลูกพืชทั้งหมดในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สามมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจากสถานการณ์พื้นฐาน โดยพืชที่เพิ่มขึ้น ได้แก่ หัวผักกาดขาวที่ปลูกร่วมกับการใช้เศษวัสดุคลุมดิน เบญจมาศที่ปลูกร่วมกับการใช้เศษวัสดุคลุมดิน ถั่วเหลืองที่ปลูกร่วมกับการใช้เศษวัสดุคลุมดิน ข้าวโพดหวานที่ปลูกร่วมกับการใช้เศษวัสดุคลุมดิน และผักกาดขาว โดยจากการเปลี่ยนแปลงการผลิตพืชดังกล่าวทำให้รายได้มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น สำหรับการเปลี่ยนแปลงระดับความยั่งยืนพบว่ามียกระดับความยั่งยืนที่เพิ่มขึ้นซึ่งเป็นการพิจารณาจากการเพิ่มขึ้นของแนวโน้มของค่าดัชนีศักยภาพแห่งความยั่งยืน (PI) ที่เพิ่มขึ้นจาก 0.50 เป็น 0.75 โดยพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สามมีระดับความยั่งยืนที่ลดลงในประเด็นด้านระดับความเป็นพิษของสารเคมีด้านเดียวเท่านั้น

เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงผลกระทบสถานภาพความยั่งยืนของทุกสถานการณ์จำลอง พบว่าสถานการณ์ที่มีการส่งเสริมการเพาะปลูกพืชร่วมกับการใช้เศษวัสดุคลุมดิน ส่งผลต่อสถานภาพความยั่งยืนของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สามในภาพรวมดีขึ้นมากที่สุด เมื่อเทียบกับสถานการณ์อื่นๆ รองลงมาคือ สถานการณ์ที่มีการส่งเสริมการเพาะปลูกพืชร่วมกับการทำขึ้นบันได สถานการณ์ที่มีระดับค่าจ้างแรงงานเพิ่มขึ้น และสถานการณ์ที่มีการส่งเสริมการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) ตามลำดับ ซึ่งสถานการณ์ที่มีการส่งเสริมทางเลือกในการขายผลผลิตสินค้าแบบเหมาไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสถานภาพความยั่งยืน (ตารางที่ 50)

ตารางที่ 50 การเปลี่ยนแปลงผลกระทบสถานการณ์ความยั่งยืนของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาภายใต้สถานการณ์จำลองต่างๆ

รายการ	กรณี GAP	กรณีค่าจ้าง 300	กรณีดินจืดแห้ง	กรณีปลูกพืชร่วมกับ การทำขั้นบันได	กรณีปลูกพืชร่วมกับการ ใช้เศษวัสดุคลุมดิน
พื้นที่เพาะปลูกทั้งหมด	↑	↓	-	↓	↑
รายได้เฉลี่ยของครัวเรือน	↑	↓	-	↑	↑
ผลตอบแทนเฉลี่ยของครัวเรือน	↑	↑	-	↑	↑
ดัชนีความยั่งยืนของตัวชี้วัดรายได้ครัวเรือน	↑↑	↓↓	-	↑↑	↑↑
ดัชนีความยั่งยืนของตัวชี้วัดรายได้ฟาร์ม	↑↑↑	↑	-	↑	↑↑↑
ดัชนีความยั่งยืนของตัวชี้วัดการออม	↑	↑↑	-	↑	↑
ดัชนีความยั่งยืนของตัวชี้วัดการจ้างแรงงาน	↓	↑↑↑↑↑+	-	↓↓	↑↑
ดัชนีความยั่งยืนของตัวชี้วัดสภาพการจ้างแรงงาน	↓	↑	-	↑↑↑↑↑	↑↑↑↑↑
ดัชนีความยั่งยืนของตัวชี้วัดการชะล้างพังทลายของหน้าดิน	↓	↓↓	-	↑↑↑↑↑+	↑↑↑↑↑+
ดัชนีความยั่งยืนของตัวชี้วัดระดับความเป็นพิษของสารเคมี	↑	↓	-	↓↓	↓
ดัชนีศักยภาพแห่งความยั่งยืน	↑↑	↑↑↑	-	↑↑↑	↑↑↑↑↑

หมายเหตุ: ↑ หมายถึง เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น 0.1 – 10 % จากสถานการณ์พื้นฐาน

↓ หมายถึง เปลี่ยนแปลงลดลง 0.1 – 10 % จากสถานการณ์พื้นฐาน

– หมายถึง ไม่มีการเปลี่ยนแปลงจากสถานการณ์พื้นฐาน

ที่มา: จากการ simulation

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะจากผลการศึกษา

1.1 จากผลการศึกษากระบวนการทำฟาร์มในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา พบว่าประเด็นด้านระดับความเป็นพิษของสารเคมี เป็นประเด็นที่ส่งผลกระทบต่อความยั่งยืนในพื้นที่ศึกษามากที่สุด ดังนั้น กรมส่งเสริมการเกษตรควรส่งเสริมแนวทางการลดการใช้สารเคมี โดยการส่งเสริมการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) ที่สามารถช่วยให้ระดับความเป็นพิษจากสารเคมีในพื้นที่ลดลง และเกษตรกรควรมีการรวมกลุ่มเพื่อนำผลผลิตไปขายตรงแก่ผู้ค้าปลีก เช่น Lotus BigC เป็นต้น เพื่อเป็นการพัฒนาช่องทางการตลาดและเพื่อช่วยให้เกษตรกรขายผลผลิตได้ในราคาที่สูงขึ้น

1.2 สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) ควรมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตที่มีการใช้แรงงานน้อยลง เช่น การใช้เครื่องมือเครื่องจักรทางการเกษตรแทนแรงงานคน การปรับปรุงกระบวนการผลิตที่ต้องการแรงงานลดลง เป็นต้น เพื่อเป็นการลดการพึ่งพาแรงงานจ้างจากภายนอกในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา

1.3 ควรมีนโยบายส่งเสริมให้คงพื้นที่ปลูกหรือเพิ่มพื้นที่ปลูกขึ้นเรื่อยๆ แต่อย่างไรก็ตามเนื่องจากประเทศไทยมีการนำเข้าลิ้นจี่จากประเทศจีนมากขึ้นทำให้ราคาลิ้นจี่ในประเทศลดลง ดังนั้นสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) ควรทำการศึกษาวิจัยและพัฒนาทางด้านการตลาดไม้ผลโดยเฉพาะลิ้นจี่ควบคู่ไปด้วย ซึ่งลิ้นจี่เป็นไม้ผลที่สำคัญในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา สามารถป้องกันการชะล้างพังทลายของหน้าดิน และใช้สารเคมีน้อยกว่าเมื่อเทียบกับพืชล้มลุก

1.4 การส่งเสริมการเพาะปลูกพืชร่วมกับการใช้เศษวัสดุคลุมดิน เป็นสถานการณ์จำลองที่ควรสนับสนุนให้มีการทำในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สามากที่สุด เพราะส่งผลกระทบต่อความยั่งยืนในพื้นที่ในเชิงเศรษฐกิจ สังคม และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากที่สุด ดังนั้น สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) ควรทำการศึกษาวิจัยด้านการประยุกต์ใช้เศษวัสดุให้มีความหลากหลายมากขึ้น และกรมส่งเสริมการเกษตร ควรทำการศึกษาส่งเสริมให้มีการปลูกพืชร่วมกับการใช้เศษวัสดุคลุมดินแก่เกษตรกรในพื้นที่มากขึ้น

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาค้างต่อไป

2.1 สำหรับการศึกษาการประเมินระดับความยั่งยืนของระบบการทำฟาร์มที่เป็นการประเมินจากระดับครัวเรือนเกษตรกรในแต่ละประเด็นของตัวชี้วัดที่กำหนดขึ้นแล้วนำมาสรุปประเมินระดับความยั่งยืนของภาพรวมทั้งกลุ่มน้ำ ซึ่งสำหรับการศึกษาค้างต่อไปควรพิจารณาการประยุกต์ตัวชี้วัดที่มีการประเมินในภาพรวมประกอบการวิเคราะห์จะทำให้สามารถทราบลักษณะความยั่งยืนในภาพรวมได้ เช่น ตัวชี้วัดเกี่ยวกับการกระจายรายได้ เป็นต้น

2.2 สำหรับการประเมินความยั่งยืนของระบบการทำฟาร์มที่เป็นการประเมินในระดับครัวเรือนเกษตรกรนั้น การศึกษาค้างต่อไปควรทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสถานะความยั่งยืนในระดับครัวเรือนในแต่ละประเด็นของตัวชี้วัดที่เปลี่ยนไป ซึ่งทำให้สามารถทราบการเปลี่ยนแปลงความยั่งยืนของแต่ละครัวเรือนเมื่อเวลาผ่านไป จะทำให้ง่ายต่อการพิจารณากำหนดนโยบายที่ควรให้ความสำคัญในการพัฒนาความยั่งยืนในพื้นที่ศึกษาค้างต่อไป

2.3 การประยุกต์แบบจำลอง MP-MAS ในการศึกษาเป็นการประยุกต์แบบจำลองที่ซับซ้อนและมีข้อจำกัดด้านเทคนิคมากมาย เช่น โครงสร้างและความสัมพันธ์ของตัวแปรในแบบจำลอง การเปลี่ยนค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในแบบจำลอง เป็นต้น การพัฒนาโครงสร้างแบบจำลองเพื่อสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในพื้นที่ศึกษาอื่นต้องมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเพื่อสามารถรองรับพื้นที่ศึกษาอื่น และรองรับการศึกษาที่มีการกำหนดสถานการณ์ทางนโยบายที่ซับซ้อนขึ้น

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กนก ฤกษ์เกษม และคณะ. 2537. การศึกษาความยั่งยืนของระบบเกษตรที่สูง. ฝ่ายทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย.
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2545. การชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กรมวิชาการเกษตร. 2552. ระบบการจัดการคุณภาพ: GAP พืชอาหาร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กองอนุรักษ์ดินและน้ำ. 2544. มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ: นิยามและทางเลือก. กลุ่มอนุรักษ์ดินและน้ำ, กองอนุรักษ์ดินและน้ำ, กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กานต์ ไตรโสภณ. 2548. คู่มือการออกแบบระบบอนุรักษ์ดินและน้ำสำหรับพื้นที่สูง. ศูนย์ปฏิบัติการพัฒนาที่ดินโครงการหลวง, สำนักพัฒนาที่ดินเขต 6, กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- คมศักดิ์ ประยูรวงศ์. 2544. การประเมินความยั่งยืนของระบบเกษตรบนที่สูง: กรณีศึกษาลุ่มน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเศรษฐศาสตร์เกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- โครงการพื้นที่สูง (The Upland Program). 2547. การจัดการน้ำของบ้านม่วงคำ. สำนักงานมหาวิทยาลัยโฮเฮนไฮม์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่.
- จิริยา จันทรไพแสง, ยุพา มงคลสุข, สุทธิพันธุ์ แก้วสมพงษ์ และประสิทธิ์ คีวัฒนาวงศ์. 2547. เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการโครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีการใช้แบคทีเรียบีทีจากงานวิจัยสู่เกษตรกร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จักรกฤษณ์ พจนศิลป์. 2549. การประยุกต์แบบจำลอง Multi-Agent Systems เพื่อวิเคราะห์ความยั่งยืนของระบบการทำเกษตรบนพื้นที่สูงในภาคเหนือของไทย: กรณีศึกษา หมู่บ้านบ่อไคร้ อำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน. ภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตรและทรัพยากร, คณะเศรษฐศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จักรกฤษณ์ พจนศิลป์, เอื้อ สิริจินดา และสุวรรณา สายรวมญาติ. 2556. โครงการการวิเคราะห์ผลกระทบของนโยบายเพื่อการพัฒนาการทำเกษตรอย่างยั่งยืนในลุ่มน้ำแม่สาภาคเหนือของไทยโดยใช้แบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์หลายตัวแทน. ศูนย์วิจัยเศรษฐศาสตร์ประยุกต์, คณะเศรษฐศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พนมศักดิ์ พรหมบุรุษย์, เมธี เอกะสิงห์, เบญจพรรณ เอกะสิงห์, และชาญชัย แสงโชโตสวัสดิ์.

2545. การพัฒนาแบบจำลอง “Multi-Agent Systems” สำหรับระบบการผลิต และการจัดการทรัพยากรธรรมชาติบนที่สูง. ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

มัตติกา พนมธรนิกุล, ชูชาติ สันทรทรัพย์, และ ศิวะพงศ์ นฤบาล. 2552. การปรับปรุงวิธีด้านการชะกร่อนและการเก็บเกี่ยวน้ำโดยการปลูกพืชเชิงแถบอนุรักษ์เพื่อเพิ่มการผลิตพืชผสมในระบบเกษตรน้ำฝนอย่างยั่งยืนบนพื้นที่ลาดชัน. รายงานฉบับสมบูรณ์ ภายใต้โครงการเรื่องการใช้ที่ดินและการพัฒนาชนบทพื้นที่สูงอย่างยั่งยืน ระยะที่ 3, ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

วิทยา อธิปอนันต์. 2542. การวิเคราะห์พื้นที่และชุมชน: แนวคิดระบบการทำฟาร์มในงานส่งเสริมการเกษตร. กองส่งเสริมธุรกิจเกษตร, กรมส่งเสริมการเกษตร.

สุจินต์ สิมารักษ์, พรรณทิพา ศรศรีวิชัย, และแสวง รวยสูงเนิน. 2532. ภาพรวมของการเกษตร. น. 395-405. ระบบการทำฟาร์ม. รายงานการสัมมนาระบบการทำฟาร์มครั้งที่ 6, 27-30 มีนาคม 2532 โครงการวิจัยระบบการทำฟาร์ม, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สุวรรณา ประณีตวาทกุล และเอื้อ สิริจินดา. 2546. การวางแผนระบบการเกษตรอย่างยั่งยืนบนพื้นที่สูงทางภาคเหนือของประเทศไทย. ศูนย์วิจัยเศรษฐศาสตร์ประยุกต์, คณะเศรษฐศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (อัดสำเนา)

สุวรรณา ประณีตวาทกุล, เอื้อ สิริจินดา และจักรกฤษณ์ พจนศิลป์. 2553. แบบจำลองระดับลุ่มน้ำสำหรับการพัฒนาระบบการเกษตรบนพื้นที่สูงอย่างยั่งยืนในประเทศไทย. ศูนย์วิจัยเศรษฐศาสตร์ประยุกต์, คณะเศรษฐศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2546. ความยากจน ชุมชนบนที่สูงในจังหวัดเชียงใหม่: ปัญหาและแนวทางในการแก้ไข.

สำนักงานคณะกรรมการลุ่มน้ำปิงตอนบน. 2548. เอกสารประกอบการประชุมเชิงปฏิบัติการแนวทางการจัดการทรัพยากรน้ำแบบบูรณาการในลุ่มน้ำ (ลุ่มน้ำแม่สา) ครั้งที่ 3.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2550. การสำรวจภาวะเศรษฐกิจและสังคมครัวเรือนเกษตรกรทั่วประเทศ ปีเพาะปลูก 2549/50. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

องค์การบริหารส่วนตำบลโป่งแยง. 2553. แผนพัฒนาตำบลสามปี (พ.ศ. 2552-2554). จังหวัดเชียงใหม่

องค์การบริหารส่วนตำบลแม่แรม. 2553. แผนพัฒนาตำบลสามปี (พ.ศ. 2552-2554). จังหวัดเชียงใหม่

อรนุช กาหลง. 2547. การวิเคราะห์เปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทนในการผลิตเบญจมาศของเกษตรกรในโครงการและนอกโครงการพัฒนาเกษตรยั่งยืนในอำเภวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเศรษฐศาสตร์เกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อุทัย ทองมี. 2548. การอนุรักษ์และบริหารจัดการพื้นที่สูง. รายงานการประชุม ความหลากหลายทางชีวภาพด้านป่าไม้ และสัตว์ป่า “ความก้าวหน้าของผลงานวิจัย และกิจกรรมปี 2548” ณ โรงแรมริเจนท์ ซะอำ เพชรบุรี วันที่ 21-24 สิงหาคม 2548

Balman, A. 1997. **Farm Based Modeling of Regional Structural Change: A Cellular Automata Approach.** European Review of Agricultural Economics. 24 (1).

Balman, A. 2000. **Modeling Land Use with Multi-Agent Systems Perspective for the Analysis of Agricultural Policies.** Proceedings on IIFET2000: Microbehavior and Macroresults, 10-14 July 2000, Corvallis, Oregon, USA.

- Berger, T. 2001. **Agent-based Spatial Models Applied to Agriculture: A Simulation Tool for Technology Diffusion, Resource Use Changes and Policy Analysis.** *Agricultural Economics*. 25 (2/3), 245-260.
- Berger, T. and P. Schreinemachers. 2006. **From Bioeconomic Farm Models to Multi-Agent Systems: Challenges for Parameterization and Validation.** Paper presentation at the International Association of Agricultural Economists Conference, on 12-18 August 2006, Gold Coast, Australia.
- Berger, T., P. Schreinemachers and T. Arnold. 2006. **Mathematical Programming-Based Multi-Agent Systems to Simulate Sustainable Resource Use in Agriculture and Forestry.** University of Hohenheim, Stuttgart, Germany.
- Berger, T., P. Schreinemachers and J. Woelcke. 2006. **Multi-agent simulation for the targeting of development policies in less-favored areas.** *Agricultural Systems* 88 (2006) 28–43.
- Ciglasch, H., J. Busche, W. Amelung, S. Tootrakool, and M. Kaupenjohann. 2006. **Insecticide dissipation after repeated field application to a northern Thailand ultisol.** *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 54: pp. 8551-8559.
- Ciglasch, H., J. Busche, W. Amelung, S. Tootrakool, and M. Kaupenjohann. 2008. **Field aging of insecticides after repeated application to a northern Thailand ultisol.** *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 56: pp. 9555–9562.
- Happe, K. 2004. **Agricultural Policies and Farm Structures Agent-Based Modelling and Application to EU-Policy Reform.** Doctoral Dissertation, Faculty of Agricultural Sciences, the University of Hohenheim.

- Kahl, G., J. Ingwersen, P. Nutniyom, S. Totrakool, K. Pansombat, P. Thavorniyutikarn, and T. Streck. 2007. **Micro-trench experiments on interflow and lateral pesticide transport in a sloped soil in northern Thailand.** Journal of Environmental Quality, 36: pp. 1205-1216.
- Kahl, G., J. Ingwersen, P. Nutniyom, S. Totrakool, K. Pansombat, P. Thavorniyutikarn, and T. Streck. 2008. **Loss of pesticides from a litchi orchard to an adjacent stream in northern Thailand.** European Journal of Soil Science, 59: pp. 71–81.
- Land Development Department. 1998. **Framework of Evaluation of Sustainable Land Management.** Ministry of Agriculture and Cooperatives, Thailand.
- Mueller, S. 1997. **Evaluating the Sustainability of Agriculture : The Case of The Reventado River Watershed in Costa Rica.** Peter Lang GmbH : Kiel University.
- Place, F. and P. Dewees. 1999. **Policies and incentives for the adoption of improved fallows.** Agroforestry Systems, 47 (1): pp. 323-343.
- Potchanasin, C. 2008. **Simulation of the Sustainability of Farming Systems in Northern Thailand.** Doctor of Sciences Thesis in Agricultural Sciences, University of Hohenheim. cited Romero, C. and T. Rehman. 1989. “Multiple criteria analysis for agricultural decisions”. Elsevier Science Publishers B.V. : The Netherlands.
- Randell, A. 1994. **Making Sense of Sustainability**, paper presented at The Ohio State University on February 3, 1994. อ้างใน โสภณสกล พชรชานนท์. “แนวคิดเรื่อง Sustainability และ Safe Minimum Standard”. วารสารเศรษฐศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 4 (มกราคม-มิถุนายน 2540): 63-64

Smyth, A.J. and J. Dumanski. 1993. **FESLM: An International Framework for Evaluating Sustainable Land Management.** Land and Water Development Division, Food and Agriculture Organization of the United Nations.

SEAMEO and SEARCA. 1995. **Sustainable Agricultural Indicators**, A working paper of SEAMEO Regional Center for Graduate Study and Research in Agriculture.

Schreinemachers, P., C. Potchanasin, T. Berger, and S. Roygrong (2009). The declining **profitability of litchi orchards in northern Thailand: Can innovations reverse the trend?** The International Agricultural Economists Association. Beijing, China, 16-22 August 2009.





ดัชนีราคาผู้บริโภค

ตารางผนวกที่ 1 ดัชนีราคาผู้บริโภคจังหวัดเชียงใหม่ ปี 2548 - 2554

2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554
100	103.71	108.05	112.84	117.24	125.93	133.38

หมายเหตุ: ปีฐาน คือ ปี 2548

ที่มา: สำนักดัชนีเศรษฐกิจการค้า กระทรวงพาณิชย์

ตารางผนวกที่ 2 ระดับความยั่งยืนของตัวชี้วัดรายได้ครัวเรือนจากการปรับค่าโดยดัชนีราคาผู้บริโภค ปี 2548 - 2559

(หน่วย: บาท/ครัวเรือน/ปี)

รายได้ครัวเรือน ปี 2548	รายได้ครัวเรือน ปี 2549	รายได้ครัวเรือน ปี 2550	รายได้ครัวเรือน ปี 2551	รายได้ครัวเรือน ปี 2552	รายได้ครัวเรือน ปี 2553	รายได้ครัวเรือน ปี 2554	รายได้ครัวเรือน ปี 2555-2559
< 54,661	< 43,670	< 45,499	< 47,517	< 49,370	< 53,028	< 56,165	< 58,477
54,661-57,800	43,670-59,943	45,499-62,451	47,517-65,221	49,370-67,765	53,028-72,787	56,165-77,091	58,477-80,265
> 57,800	> 59,943	> 62,451	> 65,221	> 67,765	> 72,787	> 77,091	> 80,265

หมายเหตุ: การปรับค่าในปี 2555-2559 จะใช้แนวโน้มดัชนีราคาผู้บริโภคตั้งแต่ปี 2548-2554



ภาคผนวก ข
ตารางจำนวนครัวเรือนในแต่ละสถานะความยั่งยืน

ตารางผนวกที่ 3 จำนวนครัวเรือนในแต่ละสถานะความยั่งยืนเมื่อพิจารณาตัวชี้วัดรายได้ครัวเรือนในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา ปี 25548-2559 ภายใต้สถานการณ์พื้นฐาน
(หน่วย: ครัวเรือน)

สถานะความยั่งยืน	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559
ยั่งยืน (S)	445	573	607	773	516	729	756	766	742	766	799	814
ยั่งยืนอย่างมีเงื่อนไข (C)	209	224	213	208	210	193	196	195	205	198	176	169
ไม่ยั่งยืน (N)	655	512	489	328	582	386	356	347	361	344	332	323
รวม	1,309	1,309	1,309	1,309	1,308	1,308	1,308	1,308	1,308	1,308	1,307	1,306

ตารางผนวกที่ 4 จำนวนครัวเรือนในแต่ละสถานะความยั่งยืนเมื่อพิจารณาตัวชี้วัดรายได้ฟาร์มสุทธินในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา ปี 25548-2559 ภายใต้สถานการณ์พื้นฐาน
(หน่วย: ครัวเรือน)

สถานะความยั่งยืน	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559
ยั่งยืน (S)	877	924	905	1,050	949	1,013	1,053	1,071	1,070	1,074	1,112	1,105
ยั่งยืนอย่างมีเงื่อนไข (C)	223	218	184	149	179	198	171	163	165	162	130	141
ไม่ยั่งยืน (N)	209	167	220	110	180	97	84	74	73	72	65	60
รวม	1,309	1,309	1,309	1,309	1,308	1,308	1,308	1,308	1,308	1,308	1,307	1,306

ที่มา: จากการ simulation

ตารางผนวกที่ 5 จำนวนครัวเรือนในแต่ละสถานะความยั่งยืนเมื่อพิจารณาตัวชี้วัดการออมของครัวเรือนเกษตรกรในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา ปี 25548-2559 ภายใต้สถานการณ์พื้นฐาน
(หน่วย: ครัวเรือน)

สถานะความยั่งยืน	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559
ยั่งยืน (S)	470	563	590	651	638	693	722	765	806	789	827	861
ยั่งยืนอย่างมีเงื่อนไข (C)	513	480	489	485	498	476	452	438	391	421	399	369
ไม่ยั่งยืน (N)	326	266	230	173	172	139	134	105	111	98	81	76
รวม	1,309	1,309	1,309	1,309	1,308	1,308	1,308	1,308	1,308	1,308	1,307	1,306

ที่มา: จากการ simulation

ตารางผนวกที่ 6 จำนวนครัวเรือนในแต่ละสถานะความยั่งยืนเมื่อพิจารณาตัวชี้วัดการจ้างแรงงานของครัวเรือนเกษตรกรในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา ปี 25548- 2559
ภายใต้สถานการณ์พื้นฐาน

สถานะความยั่งยืน	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559
ยั่งยืน (S)	1,168	1,023	922	963	891	906	899	890	892	892	886	872
ยั่งยืนอย่างมีเงื่อนไข (C)	66	94	100	84	88	72	80	90	121	110	112	136
ไม่ยั่งยืน (N)	75	192	287	262	329	330	329	328	295	306	309	298
รวม	1,309	1,309	1,309	1,309	1,308	1,308	1,308	1,308	1,308	1,308	1,307	1,306

ที่มา: จากการ simulation

ตารางผนวกที่ 7 จำนวนครัวเรือนในแต่ละสถานะความยั่งยืนเมื่อพิจารณาตัวชี้วัดผลิตภาพการใช้แรงงานของครัวเรือนเกษตรกรในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา ปี 25548-2559 ภายใต้สถานการณ์พื้นฐาน

(หน่วย: ครัวเรือน)

สถานะความยั่งยืน	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559
ยั่งยืน (S)	267	366	476	604	415	539	575	579	563	580	611	608
ยั่งยืนอย่างมีเงื่อนไข (C)	919	841	644	624	737	691	654	659	678	664	639	649
ไม่ยั่งยืน (N)	123	102	189	81	156	78	79	70	67	64	57	49
รวม	1,309	1,309	1,309	1,309	1,308	1,308	1,308	1,308	1,308	1,308	1,307	1,306

ที่มา: จากการ simulation

ตารางผนวกที่ 8 จำนวนครัวเรือนในแต่ละสถานะความยั่งยืนเมื่อพิจารณาตัวชี้วัดการชะล้างพังทลายของหน้าดินในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา ปี 25548-2559 ภายใต้สถานการณ์พื้นฐาน

(หน่วย: ครัวเรือน)

สถานะความยั่งยืน	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559
ยั่งยืน (S)	754	662	233	242	241	375	525	613	514	600	524	597
ยั่งยืนอย่างมีเงื่อนไข (C)	226	278	102	116	123	281	268	233	240	244	258	268
ไม่ยั่งยืน (N)	329	369	974	951	944	652	515	462	554	464	525	441
รวม	1,309	1,309	1,309	1,309	1,308	1,308	1,308	1,308	1,308	1,308	1,307	1,306

ที่มา: จากการ simulation

ตารางภาคผนวกที่ 9 จำนวนครัวเรือนในแต่ละสถานะความยั่งยืนเมื่อพิจารณาตัวชี้วัดระดับความเป็นพิษของสารเคมีในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา ปี 25548-2559
ภายใต้สถานการณ์พื้นฐาน

(หน่วย: ครัวเรือน)

สถานะความยั่งยืน	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559
ยั่งยืน (S)	330	402	336	188	146	164	158	151	136	122	115	100
ยั่งยืนอย่างมีเงื่อนไข (C)	652	567	620	678	741	728	691	649	613	607	567	579
ไม่ยั่งยืน (N)	327	340	353	443	421	416	459	508	559	579	625	627
รวม	1,309	1,309	1,309	1,309	1,308	1,308	1,308	1,308	1,308	1,308	1,307	1,306

ที่มา: จากการ simulation



ภาคผนวก ค
หลักการปฏิบัติตามระบบการผลิตการจัดการคุณภาพ : GAP

หลักการปฏิบัติตามระบบการผลิตการจัดการคุณภาพ : GAP (พีชอายุสั้น)

1. การจัดการสุขลักษณะฟาร์ม

1.1 จัดทำประวัติแปลงและการใช้ประโยชน์ที่ดินในแปลง

มีการจัดทำข้อมูลประจำแปลง และประวัติการใช้ที่ดินย้อนหลังอย่างน้อย 3 ปี พร้อมทั้งรายละเอียดอื่นๆ ตามแบบบันทึกข้อมูลประจำแปลง สำหรับในกรณีที่สถานที่ผลิตอยู่ใกล้ หรืออยู่ในแหล่งอุตสาหกรรม หรือพื้นที่ที่มีความเสี่ยง ควรมีการวิเคราะห์ดิน เพื่อตรวจสอบคุณภาพดิน และการปนเปื้อนจากสิ่งที่เป็นอันตรายอย่างน้อย 1 ครั้ง ในระยะเริ่มระบบการจัดการคุณภาพ: GAP พีชอายุสั้น

1.2 แหล่งน้ำและคุณภาพน้ำ

น้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิตและน้ำที่ใช้ล้างผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยว ควรเป็นน้ำที่มีคุณภาพเหมาะสมกับการใช้ในการเกษตร ต้องไม่ใช้น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม หรือกิจกรรมอื่นๆ ที่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนสิ่งที่เป็นอันตราย และควรมีการเก็บตัวอย่างน้ำอย่างน้อย 1 ครั้ง ในระยะเริ่มระบบการจัดการคุณภาพ: GAP เพื่อวิเคราะห์การปนเปื้อน ซึ่งแหล่งน้ำไม่ควรเป็นแหล่งน้ำที่เกิดขึ้นเนื่องจากการทำลายสิ่งแวดล้อม

1.3 การเก็บรักษาสารเคมีทางการเกษตร

การจัดเก็บสารเคมีชนิดต่างๆ จะต้องจัดเก็บในสถานที่มิดชิด ปลอดภัย สามารถป้องกันแดดและฝน และมีอากาศถ่ายเทได้สะดวก ควรแยกไม่ให้อยู่ใกล้ที่พักอาศัย และสถานที่ประกอบอาหาร ไม่อยู่ในบริเวณต้นน้ำ หรือบริเวณที่มีน้ำไหลผ่าน เพื่อป้องกันสารเคมีปนเปื้อนในแหล่งน้ำ และสารเคมีแต่ละชนิดต้องจัดเก็บในภาชนะปิดมิดชิด สารเคมีที่เปิดใช้แล้วห้ามถ่ายออกจากภาชนะบรรจุเดิม ให้ปิดป้ายแสดงชัดเจน และแยกเก็บเป็นหมวดหมู่ ไม่ปะปนกันระหว่างปุ๋ย สารควบคุมการเจริญเติบโตพืช สารเคมีป้องกันกำจัดโรค สารเคมีป้องกันกำจัดแมลง สารเคมีป้องกันกำจัดวัชพืช และอาหารเสริมต่างๆ สถานที่เก็บสารเคมีต้องมีเครื่องมือและวัสดุป้องกันอุบัติเหตุอย่างครบถ้วน เช่น น้ำยาล้างตา น้ำสะอาด ทราช และอุปกรณ์ดับเพลิง เป็นต้น และต้องไม่มีสารเคมีที่ไม่ได้ขึ้นทะเบียนวัตถุอันตรายตามพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ.2535 เก็บรักษาอยู่ในสถานที่เก็บสารเคมี หรือภายในแปลง

1.4 การใช้สารเคมีทางการเกษตรอย่างถูกต้องและเหมาะสม

ห้ามใช้สารเคมีที่ไม่ได้ขึ้นทะเบียนอันตรายตามพระราชบัญญัติอันตราย พ.ศ. 2535 และต้องใช้สารเคมีให้สอดคล้องกับรายการสารเคมีที่ประเทศคู่ค้าอนุญาตให้ใช้ ควรอ่านฉลากคำแนะนำ เพื่อให้ทราบคุณสมบัติ และวิธีการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชก่อนปฏิบัติงานทุกครั้ง ซึ่งเกษตรกรและแรงงานที่ปฏิบัติงานด้านการป้องกันกำจัดศัตรูพืช ควรรู้จักศัตรูพืช ชนิดและอัตราการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช การเลือกใช้เครื่องพ่นและอุปกรณ์หัวฉีด รวมทั้งวิธีการพ่นสารเคมีที่ถูกต้อง โดยต้องตรวจสอบเครื่องพ่นสารให้อยู่ในสภาพพร้อมที่จะใช้งานตลอดเวลา เพื่อป้องกันสารพิษเป็นอันตรายต่อผิวหนังและร่างกายของผู้พ่น ต้องสวมเสื้อผ้าอุปกรณ์ป้องกันสารพิษ ได้แก่ หน้ากาก หรือผ้าปิดจมูก ถุงมือ หมวก และรองเท้าเพื่อป้องกันอันตรายจากสารพิษ สำหรับการเตรียมสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช และใช้ให้หมดในคราวเดียว ไม่ควรเหลือติดค้างในถังพ่น ปิดฝาภาชนะบรรจุสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชให้สนิทเมื่อเลิกใช้ และเก็บในสถานที่เก็บสารเคมี เมื่อใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชหมดแล้ว ให้ล้างภาชนะบรรจุสารเคมีด้วยน้ำ 2-3 ครั้ง แล้วเทลงในถังพ่นสารเคมี ปรับปริมาณน้ำตามความเข้มข้นที่กำหนด ก่อนนำไปใช้พ่นป้องกันกำจัดศัตรูพืช ควรพ่นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชในช่วงเช้าหรือเย็นขณะลมสงบ หลีกเลี่ยงการพ่นในเวลาแดดจัดหรือลมแรง และขณะปฏิบัติงานผู้พ่นต้องอยู่เหนือลมตลอดเวลา หลังการพ่นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชทุกครั้ง ผู้พ่นต้องอาบน้ำ สระผม และเปลี่ยนเสื้อผ้าทันที เสื้อผ้าที่ใส่ขณะพ่นสารต้องซักให้สะอาดทุกครั้ง ต้องหยุดใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชก่อนการเก็บเกี่ยวตามที่ระบุไว้ในฉลากกำกับการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชแต่ละชนิด และห้ามรับประทานอาหาร หรือสูบบุหรี่ขณะพ่นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช

1.5 ความสะอาดปลอดภัยและการกำจัดของเสียและวัสดุเหลือใช้

ภาชนะบรรจุสารเคมีที่ใช้หมดและล้างสารเคมีออกหมดแล้ว ต้องไม่นำกลับมาใช้อีก และต้องทำให้ซารุดเพื่อป้องกันการนำกลับมาใช้ แล้วนำไปทิ้งในสถานที่ที่จัดไว้สำหรับทิ้งภาชนะบรรจุสารเคมีโดยเฉพาะ หรือทำลายโดยการฝังดินห่างจากแหล่งน้ำ และให้มีความลึกมากพอที่สัตว์ไม่สามารถคุ้ยขึ้นมาได้ ห้ามเผาทำลาย ซึ่งส่วนต่างๆ ของพืชที่มีโรคเข้าทำลายต้องเผาทำลายนอกแปลง สำหรับเศษพืช หรือกิ่งที่ตัดแต่งจากต้นและไม่มีโรคเข้าทำลาย สามารถนำมาทำเป็นปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยพืชสดได้ และควรมีถังขยะจำแนก และแยกประเภทให้เป็นระเบียบและชัดเจน เช่น กระจก กิ่งกระจก กระจกพลาสติก แก้ว น้ำมัน สารเคมี และเศษซากพืช เป็นต้น

2. การจัดการเครื่องมือและอุปกรณ์การเกษตร

2.1 การจัดทำรายการและการจัดเก็บเครื่องมือและอุปกรณ์

จะต้องมีอุปกรณ์การเกษตรเหมาะสมและเพียงพอต่อการปฏิบัติงาน สถานที่เก็บรักษาอุปกรณ์ และเครื่องมือการเกษตร ควรเป็นส่วน ปลอดภัย ง่ายต่อการนำไปใช้งาน มีป้ายแสดงไว้ชัดเจน

2.2 การตรวจสภาพ และการซ่อมบำรุง

มีการตรวจสภาพเครื่องมือและอุปกรณ์การเกษตร เช่น เครื่องพ่นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช อุปกรณ์การเก็บเกี่ยว รวมทั้งภาชนะที่ใช้ในการบรรจุและขนส่งผลิตผล ก่อนนำออกไปใช้งาน และต้องทำความสะอาดทุกครั้งหลังใช้งานเสร็จแล้ว และก่อนนำไปเก็บในสถานที่เก็บ ควรมีการตรวจสอบบำรุงรักษาเครื่องมือและอุปกรณ์การเกษตร เพื่อให้มีประสิทธิภาพตามมาตรฐานเมื่อนำมาใช้งาน

3. การจัดการปัจจัยการผลิต

3.1 การจัดทำรายการปัจจัยการผลิตและแหล่งที่มา

จัดทำรายการและรายละเอียดเฉพาะของปัจจัยการผลิตที่สำคัญได้แก่ พันธุ์ ปุ๋ย สารเคมี ป้องกันกำจัดศัตรูพืช ที่ใช้ในการปฏิบัติการ

3.2 การตรวจสอบคุณสมบัติของปัจจัยการผลิตที่สำคัญ

ปัจจัยการผลิตที่สำคัญ ที่ไม่สามารถตรวจสอบแหล่งที่มาได้ หรือไม่น่าเชื่อถือ ต้องส่งปัจจัยการผลิตนั้นไปยังหน่วยงาน หรือห้องปฏิบัติการที่เชื่อถือได้เพื่อตรวจวิเคราะห์

4. การปฏิบัติและการควบคุมการผลิต

4.1 การจัดการในกระบวนการผลิต

การจัดการในกระบวนการผลิตจะมีระเบียบปฏิบัติของแต่ละประเด็นตามความเหมาะสมในแต่ละพืช การปฏิบัติต้องดำเนินการตามระเบียบปฏิบัติต่างๆ ในแต่ละพืช มีขั้นตอนการปฏิบัติเกี่ยวกับการควบคุมกระบวนการผลิตในประเด็นคุณภาพ (quality attributes) ที่เกี่ยวข้องในเชิงการค้าเฉพาะเรื่องของพืชนั้นๆ มีขั้นตอนการปฏิบัติเกี่ยวกับการควบคุมกระบวนการผลิตในประเด็นความปลอดภัย (safety) ด้านสารเคมี (chemical) ด้านจุลินทรีย์ (microbial) และด้านกายภาพ (physical) และมีขั้นตอนการปฏิบัติเกี่ยวกับการควบคุมกระบวนการผลิตในประเด็นสุขอนามัยพืช (phytosanitary) ด้านโรค แมลง และศัตรูพืช

4.2 การจัดการประเด็นทั่วไป

ข้อพึงปฏิบัติในการเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว

ควรใช้เครื่องมือหรือวิธีการเฉพาะให้สอดคล้องกับธรรมชาติของแต่ละพืช เพื่อป้องกันการชอกช้ำของผลิตผลเนื่องจากการเก็บเกี่ยว

ต้องมีวัสดุรองพื้นในบริเวณพักผลิตผลที่เก็บเกี่ยวในแปลง เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ สิ่งปฏิกูล เศษดิน และสิ่งสกปรก หรือสิ่งที่เป็นอันตรายอื่นๆ จากพื้นดิน

ภาชนะที่ใช้ในการบรรจุและการขนส่งผลิตผล ต้องแยกต่างหากจากภาชนะที่ใช้ในการขนย้าย หรือขนส่งสารเคมี หรือปุ๋ย เพื่อป้องกันการปนเปื้อนสารเคมีทางการเกษตรและจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายต่อการบริโภค และความเสียหายของผลิตผล

ในกรณีที่ไม่สามารถแยกภาชนะบรรจุผลิตผล และภาชนะขนย้ายสารเคมีหรือปุ๋ย ได้ ต้องทำความสะอาดจนแน่ใจว่าไม่มีการปนเปื้อนดังกล่าว

ภาชนะที่ใช้ในการบรรจุขั้นต้นเพื่อการขนถ่ายภายในแปลงไปยังพื้นที่คัดแยกบรรจุ ต้องเหมาะสมมีรูปแบบภาชนะ มีวัสดุกรุภายในภาชนะเพื่อป้องกันการกระแทกเสียดสี

การจัดวางผลิตผลในบริเวณพักผลิตผลที่เก็บเกี่ยวในแปลงต้องเหมาะสมกับธรรมชาติของแต่ละพืชเพื่อป้องกันการบป็นจากน้ำยางในผล หรือรอยแผลที่เกิดจากการขูดขีด หรือกระแทกกันระหว่างผลิตผล รวมทั้งปัญหาการเสื่อมสภาพของผลิตผลอันเนื่องมาจากความร้อน และแสงแดด

การเคลื่อนย้ายผลิตผลภายในฟาร์ม ควรปฏิบัติด้วยความระมัดระวัง

4.3 การควบคุมการคละปนของผลิตผลด้อยคุณภาพ

มีกระบวนการคัดแยกให้ได้ผลิตผลที่มีคุณภาพและได้มาตรฐานเป็นที่พึงพอใจของลูกค้าและผู้บริโภค ต้องมีพื้นที่การจัดวางแยกผลิตผลที่ด้อยคุณภาพเป็นสัดส่วน และต้องมีแผนการใช้ประโยชน์จากผลิตผลที่ด้อยคุณภาพอย่างชัดเจน

4.4 การบ่งชี้และการสอบกลับ (traceability)

มีการบันทึกการปฏิบัติงาน ตามแบบบันทึก และมีการควบคุมเอกสาร สามารถสอบกลับได้

5. การบันทึกและการควบคุมเอกสาร

ในทุกขั้นตอนการผลิตจะต้องมีการจดบันทึกอย่างละเอียด พร้อมทั้งจัดเก็บเอกสารเป็นหมวดหมู่ แยกเป็นฤดูกาลผลิต เพื่อสะดวกต่อการตรวจสอบ และการนำมาใช้ ควรเก็บรักษาแบบบันทึก

การปฏิบัติงานและเอกสารสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงาน ไว้เป็นอย่างคือน้อย 3 ปีของการผลิตติดต่อกัน ในกรณีที่มีการแก้ไขเปลี่ยนแปลงเอกสารมาตรฐานระเบียบปฏิบัติ หรือระเบียบปฏิบัติ และเอกสารอื่นที่เกี่ยวข้อง ผู้ประกอบการต้องบันทึกการแก้ไขลงในแบบบันทึกการควบคุมเอกสาร

6. การเตรียมแปลง การเตรียมเมล็ดพันธุ์ และการปลูก

6.1 การเตรียมแปลง

แปลงปลูก ไถดินลึก 6-8 นิ้ว พลิกหน้าดินตากไว้ 7-10 วัน เพื่อฆ่าไข่แมลงและศัตรูพืชบางชนิด แล้วจึงไถคราดเพื่อกำจัดวัชพืชออกให้หมดทำการยกแปลง ใส่ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักอัตรา 1.5-2.0 ตันต่อไร่ เพื่อปรับลักษณะทางกายภาพของดิน ถ้าดินมีปัญหาโดยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างต่ำกว่า 6.5 ใส่ปูนขาวอัตรา 100-300 กก./ไร่ โดยปล่อยไว้ประมาณ 1 สัปดาห์ ขณะใส่ปูนดินควรมีความชื้นเพื่อให้ปูนมีการทำปฏิกิริยากับดินได้เร็วยิ่งขึ้น หลังจากยกแปลงแล้วให้ใส่ปุ๋ยคอกอัตรา 3-4 ตันต่อไร่

แปลงเพาะกล้า แปลงเพาะกล้าควรมีขนาดกว้าง 1 เมตร ความยาวตามแต่ความต้องการของผู้ปลูก การเตรียมดินควรทำอย่างดีเช่นเดียวกับแปลงปลูก หลังจากไถดินและตากดินแล้ว ย่อยดินให้ละเอียดผสมปุ๋ยคอก ให้เข้ากับดินแล้วเกลี่ยหน้าแปลงให้เรียบ โดยยกหน้าดินให้สูง 15-20 เซนติเมตร

6.2 การเตรียมเมล็ดพันธุ์

การเตรียมเมล็ดพันธุ์ เลือกพันธุ์ปลูกที่ตรงกับความต้องการของตลาด เมล็ดพันธุ์ที่จะใช้ปลูกต้องมาจากแหล่งพันธุ์ที่เชื่อถือได้

6.3 การปลูก

ผักกาดขาว เมื่อกล้ามีอายุได้ 25-30 วัน จึงย้ายปลูกในแปลงปลูกที่เตรียมไว้ โดยให้มีระยะปลูก 30-40 x 30-40 เซนติเมตร การปลูกอาจปลูกเป็นแบบแถวเดี่ยว หรือแถวคู่ก็ได้ขึ้นอยู่กับขนาดของสวน

หัวผักกาด โรยเป็นแถวโดยการเจาะร่องตามความยาวของแปลง จำนวน 3 แถวต่อแปลง ระยะห่างเท่ากับ 30-45 เซนติเมตร ลึก 1-1.2 ซม. โรยเมล็ดตามร่อง กลบด้วยขี้เถ้ากลบ หรือดิน

ผสมที่ละเอียดคลุมด้วยฟางหรือหญ้าแห้งรดน้ำให้ชุ่ม หยอดหลุมโดยการเจาะหลุมระยะห่างระหว่างต้น 20–30 ซม. และระหว่างแถว 30–45 ซม. จำนวน 3 แถวต่อแปลง หยอดเมล็ด 3–5 เมล็ดต่อหลุม กลบด้วยขี้เถ้ากลบ หรือดินผสมละเอียด คลุมด้วยฟางหรือหญ้าแห้ง รดน้ำให้ชุ่ม และถอนแยก หลังจากปลูกได้ 7–10 วันหรือต้นกล้าเริ่มงอกมีใบจริง 2–3 ใบ ควรถอนแยกบ้างโดยถอนต้นที่อ่อนแอเป็นโรคหรือถูกแมลงทำลายทิ้ง กรณีปลูกแบบโรยเป็นแถว ควรถอนแยกและจัดระยะห่างระหว่างต้น 20–30 ซม. ส่วนการปลูกแบบหยอดหลุมควรถอนให้เหลือหลุมละ 1 ต้น

ข้าวโพดหวาน หากปลูกในนาหรือสภาพไร่ ปลูกเป็นแถวคู่ ยกร่องสูง 30-40 เซนติเมตร ระยะระหว่างสันร่อง 100-125 เซนติเมตร หยอดเมล็ดข้างร่องทั้งสองข้างแบบสลับฟันปลา ระยะระหว่างหลุม 25-30 เซนติเมตร จำนวน 2-3 เมล็ดต่อหลุม แล้วถอนแยกเมื่อต้นกล้าอายุ 14 วัน ให้เหลือ 2 ต้นต่อหลุม หากปลูกบนร่องสวน ใช้ระยะปลูก 50x50 เซนติเมตร จำนวน 3-4 เมล็ดต่อหลุม แล้วถอนแยกเมื่อต้นกล้าอายุ 14 วัน ให้เหลือ 3 ต้นต่อหลุม ใช้เมล็ดพันธุ์ 4.5-6.0 กิโลกรัมต่อไร่ จะทำให้ได้จำนวนต้นที่เหมาะสมเท่ากับ 18,000-20,000 ต้นต่อไร่ ใช้ปุ๋ยเคมีทางดินสูตร 16-20-0 สำหรับดินร่วนหรือดินร่วนเหนียวปนทราย หรือสูตร 15-15-15 สำหรับดินร่วนปนทราย อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ รองกันหลุม

ถั่วเหลือง เตรียมหลุมปลูกลึก 10 เซนติเมตร แล้วรองกันหลุมด้วยปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอกที่สลายตัวดีแล้ว อัตรา 1.5-2.0 ต้นต่อไร่ และปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่ ใช้ระยะปลูก 50 × 50 เซนติเมตร (จำนวน 6,400 หลุมต่อไร่) ในฤดูแล้ง และใช้ระยะปลูก 50 × 75 เซนติเมตร (จำนวน 4,200 หลุมต่อไร่) ในฤดูฝน นำเมล็ดพันธุ์ที่เตรียมไว้หยอดลงหลุมปลูกหลุมละ 4-5 เมล็ด แล้วถอนแยกเมื่อกล้ามีอายุ 15 วัน ให้เหลือจำนวน 2 ต้นต่อหลุม

เบญจมาศ ในการปลูกควรเลือกต้นพันธุ์ที่มีขนาดใกล้เคียงกัน ปลูกลงในแปลงเดียวกัน ก่อนปลูกควรรดน้ำให้ดินชุ่มชื้นเสียก่อน การปลูกในตอนเย็นดีกว่าตอนเช้า เพราะทำให้ต้นพันธุ์ไม่เหี่ยวสามารถตั้งตัวได้เร็ว ในกรณีที่ปลูกแล้วเด็ดยอด เพื่อให้ได้ดอกมากควรใช้ระยะปลูก 15x15 cm หรือ 20x20 cm แต่ในกรณีที่ไม้เด็ดยอดควรใช้ระยะปลูก 10x10 cm และเมื่อปลูกแล้ว ควรจะคลุมด้วยตาข่ายพรางแสงหรือวัสดุอื่นๆ

7. การจัดการเพื่อเสริมความสมบูรณ์ดิน

7.1 การใส่ปุ๋ย

ผักกาดขาวปลี ใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 หรือ 20-10-10 อัตรา 100-150 กก./ไร่ โดยแบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งแรกใส่เป็นรองพื้น หรือรองก้นหลุมปริมาณครึ่งหนึ่ง ครั้งที่สองใส่เมื่อผักกาดขาวปลีมีอายุ 20-25 วันหลังปลูก โดยโรยข้างแถวปลูก แล้วพรวนดินกลบโคน เมื่อผักกาดขาวปลีเริ่มห่อปลี คือมีอายุ 40-45 วัน ใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) อัตรา 20 กก./ไร่ เพื่อเร่งให้ปลีโตขึ้น

ผักกาดหัว ในระยะต้นกล้าเริ่มตั้งตัวให้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ประมาณ 50 กิโลกรัมต่อไร่ และเมื่อต้นกล้าอายุได้ 20-25 วัน ให้ปุ๋ยสูตร 13-13-21 อัตรา 100-150 กิโลกรัมต่อไร่

ข้าวโพดหวาน หลังจากถอนแยกแล้ว หรือเมื่อต้นข้าวโพดอายุ 20 วัน ใส่ปุ๋ยเคมีทางดินสูตร 46-0-0 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ หรือสูตร 21-0-0 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ โรยข้างต้นหรือข้างแถว แล้วพรวนดินกลบ

ถั่วเหลือง หลังจากถอนแยกแล้วใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ โดยใส่ปุ๋ยบริเวณสองข้างของแถวปลูก พรวนดินกลบปุ๋ยแล้วรดน้ำให้ชุ่ม และใส่ครั้งที่สองเมื่อถั่วเหลืองเริ่มออกดอก โดยใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่ควรให้ปุ๋ยที่มีธาตุไนโตรเจนสูงในปริมาณที่มากเกินไป เพราะจะทำให้ต้นกระเจี๊ยบมีใบมาก ทำให้พุ่มแน่นเกินไปจนแสงแดดไม่สามารถส่องผ่านทรงพุ่มได้ ผลโตเร็วเกินไป เป็นโรคและง่าย

เบญจมาศ เมื่อต้นตั้งตัวแล้วก็เริ่มให้ปุ๋ย ปุ๋ยที่ให้แก่เบญจมาศเป็นปุ๋ยที่มีไนโตรเจน (46-0-0) ใช้ร่วมกับปุ๋ยสูตร 15-15-15 โดยใช้วิธีการหว่าน 3-4 จีด ต่อแปลง (แปลงยาว 20 เมตร) เดือนละ 2 ครั้ง และใช้ปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพร่วมด้วย พร้อมกับฉีดยาป้องกันโรคทุก 10 วัน

7.2 การให้น้ำ

พืชอายุสั้นต้องการน้ำอย่างเพียงพอและสม่ำเสมอ เนื่องจากการเจริญเติบโตเร็ว หากขาดน้ำจะทำให้ชะงักการเจริญเติบโตและคุณภาพผลผลิตต่ำ จึงควรให้น้ำวันละ 2 ครั้ง คือเวลา เช้าและเย็น

7.3 การเก็บเกี่ยว

ผักกาดขาวปลี พันธุ์ที่เข้าปลีไม่แน่น อายุที่เก็บเกี่ยวได้ 40-50 วัน หลังจากหว่านเมล็ด โดยเลือกเก็บเกี่ยวต้นเริ่มแก่เต็มที่ได้น้ำหนัก ส่วนพันธุ์ที่เข้าปลียาว หรือปลีกลมแน่น อายุเก็บเกี่ยว 50-80 วัน หลังจากหยอดเมล็ดที่เก็บเกี่ยวได้ โดยเก็บขณะปลีห่อแน่นเต็มที่ก่อนที่ปลีจะเริ่มคลายตัวหลวมออก โดยใช้มีดคมตัดที่โคนต้น ตัดแต่งใบที่เป็นโรคถูกแมลงทำลายออกบ้างพอสมควร แต่ไม่มากนัก ควรเหลือใบนอกๆ ไว้สัก 2-3 ใบ เพื่อป้องกันการกระทบกระเทือนในระหว่างการขนส่ง

ผักกาดหัว อายุการเก็บเกี่ยวคือพันธุ์เบา 42-45 วัน และพันธุ์หนัก 60-65 วัน

ข้าวโพดหวาน เก็บเกี่ยวเมื่อ 18-20 วันหลังออกไหมแล้วร้อยละ 50 หรือสีของไหมเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้ม หรือเมื่อทดลองบีบบริเวณปลายฝักจะยุบตัวลง หรือส้อมจิกเปลือกฝักข้าวโพดที่อยู่บนสุดของต้น แล้วใช้เล็บกดที่เมล็ดปลายฝักจะมีน้ำนมไหลออกมา แสดงว่าอีก 2 วันจะสามารถเก็บเกี่ยวได้

ถั่วเหลือง เก็บเกี่ยวฝักถั่วเหลืองที่มีอายุและลักษณะตามความต้องการของตลาด

เบญจมาศ เก็บเกี่ยวดอกเบญจมาศที่มีขนาดและลักษณะตามความต้องการของตลาด

8. การจัดการเพื่อให้ได้ผลผลิตพืชอายุสั้นที่ปลอดภัยจากสารพิษตกค้าง

8.1 ดำรงการเข้าทำลายของศัตรูพืชอายุสั้น

สำรวจการเข้าทำลายของหนอนใยผัก หนอนกระทุ้งผัก หนอนก๊ีบ ค้างหมัดผัก หนอนแมลงวันชอนใบ โรคราน้ำค้าง โรคเน่าดำ โรคเน่าและ โรคไฟสีกถว และโรคเน่าคอดิน ทุก 5-7 วัน ตั้งแต่เริ่มออกดอกจนถึงเก็บเกี่ยว โดยสุ่มนับแบบมีระบบ (Systematic Sampling) ครั้งละ 100 ต้น/ไร่

8.2 การป้องกันกำจัดศัตรูพืชอายุสั้น

หนอนใยผัก (*Plutella xylostella* Linnaeus) เมื่อพบการระบาดพ่นด้วยเชื้อแบคทีเรีย บาซิลลัสทูริงเยนซิส อัตรา 40-80 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร หยดพ่น 1 วัน ก่อนเก็บเกี่ยว หรือพ่นด้วย ฟลูเฟนอกซุรอน 5% อีซี อัตรา 20-40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร หรือเคลทาเมทริน 3%อีซี อัตรา 10-

20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร หยดพ่น 7 วันก่อนเก็บเกี่ยว หรือพ่นด้วยโพโรไทโอฟอส 50%อีซี อัตรา 30-40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร หยดพ่น 14 วันก่อนเก็บเกี่ยว

หนอนกระทู้ผัก (*Spodoptera exigue*) เมื่อสำรวจพบการระบาด เมื่อพบการระบาดพ่นด้วย เชื้อแบคทีเรียบาซิลลัสทูริงเจนซิส อัตรา 40-60 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร หรือเชื้อไวรัสนิวเคลียโป ลีอีโครซีต อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร หยดพ่น 1 วันก่อนเก็บเกี่ยว หรือพ่นด้วยฟลูเฟนนอกซุ รอน 5%อีซี อัตรา 20-40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร หรือพ่นด้วยเคลทาเมทริน 3%อีซี อัตรา 10-20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร หยดพ่น 7 วันก่อนเก็บเกี่ยว หรือสารโพโรไทโอฟอส 50 % อีซี อัตรา 30-40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร หยดพ่น 14 วันก่อนเก็บเกี่ยว

หนอนคืบ (*Trichoplusia ni* Hubner) เมื่อสำรวจพบการระบาด พ่นด้วยเชื้อแบคทีเรีย บาซิลลัสทูริงเจนซิส อัตรา 40-60 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร หยดพ่น 1 วันก่อนเก็บเกี่ยวหรือพ่นด้วยฟลู เฟนนอกซุรอน 5%อีซี อัตรา 20-40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร หรือพ่นด้วยเคลทาเมทริน 3%อีซี อัตรา 10-20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร หยดพ่น 7 วันก่อนเก็บเกี่ยว หรือสารโพโรไทโอฟอส 50 % อีซี อัตรา 30-40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร หยดพ่น 14 วันก่อนเก็บเกี่ยว

ด้วงหมัดผัก (*Phyllotreta sinuata* Steph และ *P. chontalisa* Duvivier) เมื่อสำรวจพบการ ระบาด พ่นด้วยคาร์บาริล 85% คับลิฟี่ อัตรา 40-60 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร หรือ คาร์โบซัลเฟน 20% อีซี อัตรา 50-75 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร หรือโพโรไทโอฟอส 50% อีซี อัตรา 30-40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร หยดพ่น 14 วันก่อนเก็บเกี่ยว หรือฟิโปรนิล 5%เอสซี อัตรา 20-40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร หยดพ่น 7 วันก่อนเก็บเกี่ยว

หนอนแมลงวันชอนใบ (*Liriomyza brassicae* Riley) เมื่อสำรวจพบการระบาด พ่นด้วยโพโร ไทโอฟอส 50% อีซี อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร หยดพ่น 14 วันก่อนเก็บเกี่ยว หรือแลมดาร์ไซ ฮาโลทริน 2.5 % อีซี อัตรา 20-40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร เมื่อสำรวจพบการระบาดพ่นด้วยคาร์บา ริล 85 % คับลิฟี่ อัตรา 40-60 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร หยดพ่น 8 วันก่อนเก็บเกี่ยว

โรคน้ำค้าง (Downy mildew) หากพบอาการโรคพ่นด้วยสารไซมอกซานิล 8% คับลิฟี่+ แมนโคเซบ 64% คับลิฟี่ อัตรา 30-40 กรัม หรือสารเมตาแลกซิล 8% คับลิฟี่+แมนโคเซบ 64% คับลิฟี่ อัตรา 30 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ทุก 5-7 วัน หยดพ่น 7-10 วันก่อนเก็บเกี่ยว

โรคเน่าดำ เมื่อพบการระบาดของโรคฉีดพ่นด้วยสารบอร์โดซ์มีกซ์เจอร์+ไซแนบ+มาเนบ อัตรา 30 กรัม หรือ คอปเปอร์ออกไซด์คลอไรด์ 85 % ดับบลิวพี อัตรา 30-80 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร หยดพ่นสาร 7-10 วัน ก่อนเก็บเกี่ยว

โรคเน่าและ เมื่อพบอาการ ควรรีบชุดต้นเป็นโรคนำไปเผาทิ้งนอกแปลง ฉีดพ่นด้วยสารบอร์โดซ์มีกซ์เจอร์+ไซแนบ+มาเนบ อัตรา 30 กรัม หรือ คอปเปอร์ออกไซด์คลอไรด์ 85 % ดับบลิวพี อัตรา 30-80 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร หยดพ่นสาร 7-10 วัน ก่อนเก็บเกี่ยว

โรคไส้กลาง เมื่อสำรวจพบการระบาดพ่นด้วย แคลเซียม+โบรอน อัตรา 40-50 กรัมต่อน้ำ 50 ลิตร

โรคเน่าคอคิน (Damping off) เมื่อสำรวจพบการระบาดฉีดพ่นด้วยสารเมตาแลกซิล 8% ดับบลิวพี + แมนโคเซบ 64% ดับบลิวพี อัตรา 40 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ทุก 5-7 วัน หยดพ่น 7-10 วันก่อนเก็บเกี่ยว

9. การจัดการเพื่อให้ได้พืชอายุสั้นที่ปลอดภัย

9.1 ปลอดภัยจากสารพิษตกค้าง

ใช้สารเคมี ชนิด อัตรา และระยะเวลาหยุดพ่นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชก่อนเก็บเกี่ยว ตามรายละเอียดในวิธีการแก้ปัญหาในแผนควบคุมการผลิตพืชอายุสั้น และสารเคมีที่ใช้ต้องถูกต้องตามกฎหมาย มีเลขทะเบียนวัตถุอันตราย และมีคำแนะนำบนฉลากให้ใช้กับพืชนั้นๆ ต้องไม่ใช่สารเคมีที่ระบุในทะเบียนวัตถุอันตรายที่ห้ามใช้ และไม่ได้ขึ้นทะเบียนตามพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ.2535 และที่ระบุในรายการสารเคมีที่ประเทศผู้ค้าห้ามใช้ ต้องหยุดใช้สารเคมีก่อนการเก็บเกี่ยวตามเวลาที่ระบุในวิธีการแก้ปัญหาในแผนควบคุมการผลิตพืชตระกูลกะหล่ำ

9.2 ปลอดภัยจากการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค

พื้นที่ปลูกและปัจจัยการผลิต หลีกเลี่ยงการใช้พื้นที่ปลูก และควบคุมปัจจัยการผลิตที่มีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค

น้ำที่ใช้ในฟาร์ม หลีกเลี่ยงการใช้น้ำที่มีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค หากจำเป็นต้องใช้น้ำที่มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ต้องลดปริมาณจุลินทรีย์ให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยตามเกณฑ์ที่กำหนด

น้ำที่ใช้ในกระบวนการหลังการเก็บเกี่ยว ควรเป็นน้ำที่มีคุณภาพบริโภคได้ หลีกเลี่ยงการปนเปื้อนข้าม โดยการแยกล้างผลิตผลด้วยน้ำไหลผ่าน และอุปกรณ์ที่ใช้เก็บเกี่ยวและภาชนะบรรจุต้องสะอาด ไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค

10. การเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวในแปลง

10.1 วิธีการเก็บเกี่ยว

เก็บเกี่ยวตามอายุการเก็บเกี่ยวของพืชแต่ละชนิด ด้วยความระมัดระวัง ใส่ตะกร้าพลาสติกหรือภาชนะบรรจุภายในด้วยกระดาษ หรือกระสอบปุยหรือใบตองที่สะอาด เพื่อป้องกันการกระแทกซ้ำ จากนั้นขนย้ายไปยังโรงเรือนภายในแปลง หรือในที่ร่ม

10.2 การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว

ขนย้ายผลิตผลที่เก็บเกี่ยวแล้วจากบริเวณที่เก็บเกี่ยวไปยังโรงเรือนภายในแปลง หรือในที่ร่มด้วยความระมัดระวัง ทิ้งที่ที่เก็บเกี่ยวเสร็จ ทำการคัดแยกผลิตผลที่เสียหายจากการเก็บเกี่ยว หรือมีตำหนิจากโรคและแมลงแยกไว้ต่างหาก จากนั้นคัดแยกคุณภาพและขนาดของผลิตผลตามความต้องการของแต่ละตลาด และเรียงผลิตผลที่ผ่านการคัดแยกแล้วในตะกร้าพลาสติก หรือภาชนะบรรจุที่บุด้วยวัสดุสะอาดป้องกันการกระแทกและการชุกชืด

11. การขนส่งผลิตผลไปยังจุดรวบรวมสินค้า

บรรจุผลิตผลพืชอายุสั้นในพาหนะที่ใช้ขนส่งด้วยความระมัดระวัง แล้วขนส่งไปยังจุดรวบรวมสินค้าทันทีที่เก็บเกี่ยวและปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวในแปลงเสร็จเรียบร้อยแล้ว

12. การควบคุมการละปนของผลิตผลต่อคุณภาพ

ตรวจสอบการละปนของผลิตผลที่ไม่ได้ขนาดและคัดแยกผลิตผลที่มีศัตรูเข้าทำลาย

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ – นามสกุล

นางสาววัลลภา ช่างเหล็ก

วัน เดือน ปี เกิด

วันที่ 4 เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2530

สถานที่เกิด

จังหวัดน่าน

ประวัติการศึกษา

วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เศรษฐศาสตร์เกษตร)
คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ทุนการศึกษาที่ได้รับ

1. ทุนโครงการเสริมสร้างศักยภาพนิสิต
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์สู่สากล
2. ทุนผู้ช่วยวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา
3. ทุนผู้ช่วยสอน