



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เศรษฐศาสตร์เกษตร)

ปริญญา

เศรษฐศาสตร์เกษตร

สาขา

เศรษฐศาสตร์เกษตรและทรัพยากร

ภาควิชา

เรื่อง การวางแผนภายใต้ความเสี่ยงด้านราคาสำหรับการผลิตพืชในโรงเรือนพลาสติก
ของหมู่บ้านม่วงคำ จังหวัดเชียงใหม่

Planning under Price Risk for Crop Production in Greenhouse of Muang Kham Village,
Chiang Mai Province

نامผู้วิจัย นางสาวนันทกา พุฒจันทร์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(อาจารย์จักรกฤษณ์ พจนศิลป์, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์सानิต แก้วเย็น, วท.ม.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิศิษฐ์ ลิ้มสมบุญชัย, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กาญจนา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

สิงสีทงิ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การวางแผนภายใต้ความเสี่ยงด้านราคา
สำหรับการผลิตพืชในโรงเรือนพลาสติกของหมู่บ้านม่วงคำ จังหวัดเชียงใหม่

Planning under Price Risk for Crop Production in Greenhouse
of Muang Kham Village, Chiang Mai Province

โดย

นางสาวนันทกา ทูยจันทร์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เศรษฐศาสตร์เกษตร)

พ.ศ. 2556

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นันทกา พุขจันทร์ 2556: การวางแผนภายใต้ความเสี่ยงด้านราคาสำหรับการผลิตพืชในโรงเรือน
พลาสติกของหมู่บ้านม่วงคำจังหวัดเชียงใหม่ ปรินญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เศรษฐศาสตร์เกษตร)
สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์เกษตร ภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตรและทรัพยากร อาจารย์ที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์หลัก: อาจารย์จักรกฤษณ์ พจนศิลป์, Ph.D. 137 หน้า

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์แผนการผลิตที่เหมาะสมเมื่อพิจารณาเงื่อนไขการผลิตปัจจุบัน
และความเสี่ยงด้านราคา โดยการวิเคราะห์เป็นการประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์กำลังสอง กับข้อมูล
ทุติยภูมิที่ได้จากการสัมภาษณ์ครัวเรือนเกษตรกรในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลาง ปีการเพาะปลูก 2552/53 คือ
หมู่บ้านม่วงคำ ต.โป่งแยง อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่ โดย The Uplands program นอกจากนี้ในการศึกษาได้ประยุกต์ใช้
วิธีการวิเคราะห์กลุ่มข้อมูลเพื่อแบ่งครัวเรือนเกษตรกรออกเป็น 3 กลุ่ม โดยกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 1 มี
ที่ดินเฉลี่ยครัวเรือนละ 1.36 ไร่ มีทุนเงินสด 86,283.62 บาทต่อปี มีแรงงานในครัวเรือนเฉลี่ยต่อเดือน 32.85 วัน
งานกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 2 มีที่ดินเฉลี่ยครัวเรือนละ 3.13 ไร่ มีทุนเงินสด 1,031,600.50 บาทต่อปี มี
แรงงานในครัวเรือนเฉลี่ยต่อเดือน 34.48 วันงานและกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 3 มีที่ดินเฉลี่ยครัวเรือนละ
4.38 ไร่ มีทุนเงินสด 189,225.05 บาทต่อปี มีแรงงานในครัวเรือนเฉลี่ยต่อเดือน 45.20 วันงาน

ผลการวิจัยพบว่าภายใต้เงื่อนไขการผลิตปัจจุบันแผนการผลิตที่เหมาะสมแนะนำให้กลุ่มครัวเรือน
เกษตรกรลักษณะที่ 1 ทำการผลิตมะเขือเทศตลอดทั้งปีและทำให้มีรายได้เหนือต้นทุนเงินสดสูงสุด 1,335,015.21
บาท กลุ่มครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 2 ควรทำการผลิตพริกหวานภายใต้ระบบเกษตรดีที่เหมาะสมเป็นหลัก และ
ทำการผลิตแตงกวาญี่ปุ่นเสริม ซึ่งจะมีรายได้เหนือต้นทุนเงินสดสูงสุด 773,459.73 บาท และสำหรับกลุ่ม
ครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 3 ควรทำการผลิตมะเขือเทศเป็นหลัก และทำการผลิตพริกหวานรูปแบบทั่วไปเสริม
และทำให้มีรายได้เหนือต้นทุนเงินสดสูงสุด 2,070,830.53 บาท

นอกจากนี้ แผนการผลิตที่เหมาะสมเมื่อพิจารณาความเสี่ยงด้านราคา ณ ระดับรายได้ที่คาดหวังระดับ
ต่างๆ แผนการผลิตที่เหมาะสมแนะนำให้กลุ่มครัวเรือนเกษตรกรทั้ง 3 ลักษณะ เปลี่ยนชนิดพืชในการผลิต ผลิต
พืชให้มีความหลากหลาย รวมทั้งการกระจายช่วงเวลาในการผลิต ทั้งนี้ขึ้นกับระดับรายได้ที่คาดหวัง ซึ่งเมื่อลด
ระดับรายได้ที่คาดหวังลงเกษตรกรจะสามารถลดความเสี่ยงและความแปรปรวนของรายได้ลงได้ รวมทั้งระดับ
ความเป็นพิษที่เกิดขึ้นกับเกษตรกร ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม จากการผลิตทางการเกษตรตามที่แผนการผลิต
แนะนำ จะมีระดับความเป็นพิษลดต่ำลงไปด้วย แต่อย่างไรก็ตามค่าความเป็นพิษที่เกิดขึ้นยังคงสูงกว่าค่าความเป็น
พิษเฉลี่ยของพืชที่ผลิตในพื้นที่

ลายมือชื่อนิติ

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Nanthaka Thuychan 2013: Planning under Price Risk for Crop Production in Greenhouse of Muang Kham Village, Chiang Mai Province. Master of Science (Agricultural Economics), Major Field: Agricultural Economics, Department of Agricultural and Resource Economics. Thesis Advisor: Mr. Chakrit Potchanasin, Ph.D. 137 pages.

The present study aims at analyzing optimal production plans under the current and price risk condition. To conduct the analysis, the study employed Quadratic Programming model with the secondary data of production year 2009/10. The data were obtained from the Uplands Program which had conducted the survey by interviewing farm samples of the central part -Muang Kham village- of Mae Sa Watershed, Mae Rim district, Chiang Mai province. In addition, cluster analysis was applied to classified farm samples into 3 groups. The first group was characterized by 1.36 rais of land holding size, 86,283.62 Baht/year of cash and 32.85 mandays of household labor availability while the second group had 3.10 rais of land holding size, 1,031,600.50 Baht/year of cash and 34.48 mandays of household labor availability. The third group was the farms who were holding 4.38 rais of land holding size, 189,225.05 Baht/year of cash and 45.20 mandays of household labor availability.

The study results under current production condition showed the optimal plan for the first group which the farms should produce tomatoes throughout the year which they could earn total gross margin 1,335,015.21 Baht. Optimal plan for the second group consisted of bell pepper production under GAP as the main crop including tomato as a second crop and could receive total gross margin 773,459.73 Baht. Also, the third group's optimal plan composed of tomato as the main crop and, additionally, bell pepper production could be grown which the farms could get 2,070,830.53 Baht of total gross margin.

Furthermore, the optimal plan for all 3 farm groups with considering price risk at different expected income levels was characterized that the farms should change either kind of crops, produce multiple crops or differentiate crop production into different time periods depending on expected income level. The results also showed that if the expected income was reduced, risk or income variation would be reduced. Additionally, production by following the optimal plan would lower toxicity to either farmer, consumers or environment. However, the toxicity that occurred was still higher than the average toxicity of crops which were producing in the area.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาอย่างสูงของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก อ.ดร. จักรกฤษณ์ พจนศิลป์ ซึ่งคอยให้คำปรึกษาและให้ความช่วยเหลือเสมอมา ตลอดจนโอกาสดีๆ ในการเรียนรู้และประสบการณ์ต่างๆ ที่อาจารย์มอบให้ผู้เขียนขอขอบพระคุณอาจารย์มา ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ รศ. ศานิต เก้าเอี้ยน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม และอาจารย์เอื้อ สิริจินดา ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษตอนผู้เขียนศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรี และเป็นผู้แทนภาควิชาในการสอบโครงร่าง ซึ่งท่านทั้งสองต่างช่วยชี้แนะและให้คำปรึกษาตลอดมาเช่นกัน ขอขอบพระคุณ รศ. ดร. วินัย พุทธิกุล ประธานการสอบ และ อ.ดร. กฤษ เอี่ยมฐานนท์ ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่ได้ให้คำแนะนำเพิ่มเติมเพื่อให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น รวมทั้งอาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิประสาทความรู้ให้แก่ผู้เขียนตลอดจนโครงการ The Uplands program ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลในการทำวิทยานิพนธ์ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ และสมาคมส่งเสริมการวิจัย ตลอดจนนักวิจัย นักวิชาการที่ได้เขียนตำรา เอกสารบทความต่างๆ ให้ผู้เขียนได้ศึกษาค้นคว้าและนำมาอ้างอิงในงานวิจัยผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณ คุณชมพูนุช นันทจิต ที่คอยให้คำแนะนำและช่วยเหลือกันมาตลอด ขอขอบคุณ คุณสุวรรณา สายรวมญาติ คุณสาวิตรี ศรีสังวาลย์ ที่คอยกระตุ้นและเอาใจใส่น้องคนนี้เสมอ ขอขอบคุณคุณคุณชาลวิภา สุขใส คุณเต็มศิริ ธรรมศรี คุณสุภาพร ชัยหล้า คุณกมลรัตน์ ธีระพงษ์ คุณสุกัณฑ์ ชนาธิปกรณ์ และคุณปริญญา โตไทยะ ที่คอยอำนวยความสะดวกในทุกๆ เรื่อง ขอขอบคุณ พี่อัน พี่นั พี่น้ำอ้อย เจ้าหน้าที่ศูนย์บัณฑิตศึกษา พี่ออฟ พี่อ้อ พี่เม้า เจ้าหน้าที่ภาควิชาเศรษฐศาสตร์ เกษตรและทรัพยากร ที่คอยช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา

และสุดท้าย ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ คุณสุรนนทร พุยจันทร์ และคุณเสริม พุยจันทร์ ซึ่งเป็นมารดาและบิดาของผู้เขียน ตลอดจนญาติ พี่น้อง ที่ได้ให้กำลังใจและคอยสนับสนุนผู้เขียนในทุกๆ เรื่อง จนผู้เขียนมีวันนี้ประโยชน์อันใดที่วิทยานิพนธ์ฉบับนี้พึงมี ขอมอบแด่แม่ พ่อ ญาติ คณาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน

นันทกา พุยจันทร์

พฤษภาคม 2556

สารบัญ

หน้า

สารบัญตาราง	(3)
สารบัญภาพ	(7)
บทที่ 1 บทนำ	1
ความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการศึกษา	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
ขอบเขตการศึกษา	4
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	5
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	11
บทที่ 3 วิธีการศึกษา	24
การเก็บรวบรวมข้อมูล	24
การวิเคราะห์ข้อมูล	24
แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา	26
บทที่ 4 สภาพทั่วไปทางเศรษฐกิจ สังคม และสภาพการผลิต ในพื้นที่ศึกษา	38
สภาพทั่วไปทางเศรษฐกิจ และสังคม	38
สภาพด้านการผลิต	46
บทที่ 5 ผลการศึกษา	63
ผลการศึกษาจากแบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้น	63
ผลการศึกษาจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กำลังสอง	67
บทที่ 6 สรุปและข้อเสนอแนะ	89
สรุป	89
ข้อเสนอแนะ	91

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	92
ภาคผนวก	97
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	137



สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	ราคาที่เกษตรกรได้รับจากพืชที่ผลิตในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่ปีการผลิต 2548 - 2552	2
1.2	ปริมาณการใช้สารเคมีเพื่อควบคุมและกำจัดศัตรูพืช แต่ละชนิดในพื้นที่ศึกษาลุ่มน้ำแม่สา อ. แม่ริม จ.เชียงใหม่ ปีการผลิต 2552/53	3
3.1	ผลการแบ่งกลุ่มของครัวเรือนเกษตรกรทั้ง 3 ลักษณะ	27
4.1	ระบบชลประทานในพื้นที่เกษตรของครัวเรือนเกษตรกร ในหมู่บ้านม่วงคำ ปีการผลิต 2552/ 53	41
4.2	ประชากรและครัวเรือนเกษตรกรในหมู่บ้านม่วงคำ ปีการผลิต 2552/ 53	42
4.3	สภาพเศรษฐกิจและสังคมของกลุ่มครัวเรือนเกษตรกร ลักษณะที่ 1 ของหมู่บ้านม่วงคำปีการผลิต 2552/ 53	43
4.4	สภาพเศรษฐกิจและสังคมของกลุ่มครัวเรือนเกษตรกร ลักษณะที่ 2 ของหมู่บ้านม่วงคำ ปีการผลิต 2552/ 53	44
4.5	สภาพเศรษฐกิจและสังคมของกลุ่มครัวเรือนเกษตรกร ลักษณะที่ 3 ของหมู่บ้านม่วงคำปีการผลิต 2552/ 53	45
4.6	ค่าใช้จ่ายในการสร้างโรงเรือนพลาสติกของหมู่บ้านม่วงคำ ปีการผลิต 2552/53	47

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.7	จำนวนแรงงานที่ใช้เพื่อการผลิตพืชของกลุ่มครัวเรือน เกษตรกรลักษณะที่ 1 ของหมู่บ้านม่วงคำ ปีการผลิต 2552/53	52
4.8	ต้นทุนผันแปรในการผลิตพืชแต่ละชนิดของกลุ่มครัวเรือน เกษตรกรลักษณะที่ 1 ของหมู่บ้านม่วงคำ ปีการผลิต 2552/ 53	52
4.9	จำนวนแรงงานที่ใช้เพื่อการผลิตพืชของกลุ่มครัวเรือน เกษตรกรลักษณะที่ 2 ของหมู่บ้านม่วงคำ ปีการผลิต 2552/53	54
4.10	ต้นทุนผันแปรในการผลิตพืชแต่ละชนิดของกลุ่มครัวเรือน เกษตรกรลักษณะที่ 2 ของหมู่บ้านม่วงคำ ปีการผลิต 2552/ 53	54
4.11	จำนวนแรงงานที่ใช้เพื่อการผลิตพืชของกลุ่มครัวเรือน เกษตรกรลักษณะที่ 3 ของหมู่บ้านม่วงคำ ปีการผลิต 2552/53	55
4.12	ต้นทุนผันแปรในการผลิตพืชแต่ละชนิดของกลุ่มครัวเรือน เกษตรกรลักษณะที่ 3 ของหมู่บ้านม่วงคำ ปีการผลิต 2552/ 53	55
4.13	ต้นทุนทางสิ่งแวดล้อมจากมูลค่าการผลิตแยกตามกลุ่ม ครัวเรือนเกษตรกรของหมู่บ้านม่วงคำ ปีการผลิต 2552/53	58
4.14	ลักษณะช่องทางการจำหน่ายแยกตามกลุ่มครัวเรือนเกษตรกร ในหมู่บ้านม่วงคำ ปีการผลิต 2552/ 53	60
4.15	ปริมาณผลผลิตเฉลี่ยของพืชแต่ละชนิดแยกตามกลุ่มครัวเรือน เกษตรกรของหมู่บ้านม่วงคำ ปีการผลิต 2552/53	61

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.16	เกรดคุณภาพของผลผลิตแยกตามกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรของ หมู่บ้านม่วงคำ ปีการผลิต 2552/53	61
4.17	ราคาเฉลี่ยรายเดือนของพืชแต่ละชนิดที่ผลิตใน โรงเรือน พลาสติกของหมู่บ้านม่วงคำ ปีการผลิต 2552/53	62
5.1	แผนการผลิตที่เหมาะสมจากการวิเคราะห์แบบจำลองเชิงเส้น ของครัวเรือนเกษตรกรทั้ง 3 ลักษณะ	66
5.2	กิจกรรมการจ้างแรงงานจากแผนการผลิตที่เหมาะสมจากการ วิเคราะห์แบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้นของ ครัวเรือนเกษตรกรทั้ง 3 ลักษณะ	67
5.3	แผนการผลิตที่เหมาะสมภายใต้ความเสี่ยงโดยใช้แบบ จำลอง Quadratic Programming ของกลุ่มครัวเรือนเกษตรกร ลักษณะที่ 1	71
5.4	กิจกรรมการจ้างแรงงานจากแผนการผลิตที่เหมาะสมภายใต้ ความเสี่ยงโดยใช้แบบจำลอง Quadratic Programming ของกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 1	73
5.5	แผนการผลิตที่เหมาะสมภายใต้ความเสี่ยงโดยใช้แบบ จำลอง Quadratic Programming ของกลุ่มครัวเรือนเกษตรกร ลักษณะที่ 2	77

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
5.6	กิจกรรมการจ้างแรงงานจากแผนการผลิตที่เหมาะสมภายใต้ความเสี่ยงโดยใช้แบบจำลอง Quadratic Programming ของกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 2	79
5.7	แผนการผลิตที่เหมาะสมภายใต้ความเสี่ยงโดยใช้แบบจำลอง Quadratic Programming ของกลุ่มครัวเรือนเกษตรกร	83
5.8	กิจกรรมการจ้างแรงงานจากแผนการผลิตที่เหมาะสมภายใต้ความเสี่ยงโดยใช้แบบจำลอง Quadratic Programming ของกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 3	85
5.9	ค่าความเป็นพิษจากการทำการเกษตรตามแผนการผลิตที่เกิดขึ้นกับเกษตรกร ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อมของหมู่บ้านม่วงคำ ปีการผลิต 2552/53	86
5.10	รายได้เหนือต้นทุนเงินสดแยกตามกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรของหมู่บ้านม่วงคำ ปีการผลิต 2552/53	88
ตารางผนวกที่		
1	ค่าความเป็นพิษแยกรายพืชของกลุ่มน้ำแม่สา ต.โป่งแยง อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่ ปีการผลิต 2552/53	136

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	เส้นความเป็นไปได้ในการผลิต	14
2.2	เส้นผลผลิตเท่ากัน	15
2.3	เส้นต้นทุนเท่ากัน	16
2.4	เงื่อนไขการใช้ส่วนผสมของปัจจัยการผลิตที่เหมาะสม	17
2.5	การตัดสินใจโดยคำนึงถึงความสัมพันธ์ระหว่างรายได้ที่คาดหวัง กับความแปรปรวนของรายได้	21
3.1	โครงสร้างแบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้นที่ใช้ในการศึกษาของ ครัวเรือนเกษตรกรทั้ง 3 กลุ่ม	31
3.2	โครงสร้างแบบจำลองความเลี้ยว Quadratic Programming ที่ใช้ในการศึกษาของครัวเรือนเกษตรกรทั้ง 3 กลุ่ม	37
4.1	ลำห้วยหลักและลำห้วยย่อยในหมู่บ้านม่วงคำ อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่	40
4.2	ลักษณะภายนอกของโรงเรียนพลาสติกในหมู่บ้านม่วงคำ	46
4.3	ลักษณะภายในโรงเรียนพลาสติกในหมู่บ้านม่วงคำ	47
4.4	ระยะเวลาของการผลิตพริกหวานของครัวเรือนเกษตรกร ในหมู่บ้านม่วงคำปีการผลิต 2552/ 53	49

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.5	ระยะเวลาของการผลิตมะเขือเทศของครัวเรือนเกษตรกร ในหมู่บ้านม่วงคำปีการผลิต 2552/ 53	50
4.6	ระยะเวลาของการผลิตแตงกวาญี่ปุ่นของครัวเรือนเกษตรกร ในหมู่บ้านม่วงคำปีการผลิต 2552/ 53	51

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันการผลิตทางการเกษตรต้องเผชิญปัญหาในด้านความเสี่ยงและความไม่แน่นอนมากขึ้น (Ligon, 2003) เช่น ความไม่แน่นอนของสภาพดิน ฟ้า อากาศ การขาดแคลนน้ำ ความไม่แน่นอนของอุปสงค์และอุปทานในตลาด รวมถึงนโยบายทางการค้า นอกจากนี้ เกษตรกรมักวางแผนการผลิตโดยอาศัยข้อมูลราคาของปีก่อนหน้าเป็นตัวตัดสินใจ ความเสี่ยงและความไม่แน่นอนดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ส่งผลกระทบต่อการวางแผนการผลิตและการตัดสินใจผลิตที่มีประสิทธิภาพของเกษตรกรในการวางแผนและตัดสินใจผลิตโดยที่พิจารณาเฉพาะการผลิตให้กำไรสูงสุดอย่างเดียว โดยไม่คำนึงถึงความเสี่ยงและความไม่แน่นอนของผลผลิตและราคามาเกี่ยวข้อง (Hazell, 1986) ทำให้รายได้ที่จะได้รับไม่เป็นไปตามความคาดหวังของเกษตรกร โดยเฉพาะในระบบการผลิตที่ต้องใช้เงินลงทุนสูงย่อมมีความเสี่ยงสูง เช่น การผลิตพืชในโรงเรือนพลาสติก เป็นต้น

ลุ่มน้ำแม่สาเป็นลุ่มน้ำย่อย และเป็นแหล่งต้นน้ำของลุ่มน้ำปิง ประชากรที่ประกอบอาชีพเกษตรกรรมส่วนใหญ่มีการตั้งถิ่นฐานทั้งตอนบน และตอนกลางของลุ่มน้ำ โดยชุมชนที่ตั้งอยู่ตอนบนจะเป็นชุมชนชาวเขาเผ่าม้ง ส่วนพื้นที่ตอนกลางจะเป็นชุมชนชาวไทยพื้นเมืองล้านนา (หน่วยจัดการต้นน้ำแม่สา, 2552) ในพื้นที่ลุ่มน้ำมีการทำเกษตรรูปแบบที่แตกต่างกัน คือ บริเวณลุ่มน้ำตอนบนจะเน้นการปลูกพืชล้มลุก และไม้ยืนต้น แต่บริเวณลุ่มน้ำตอนกลางจะมีการปลูกพืชในโรงเรือนมาก โดยเฉพาะหมู่บ้านม่วงคำที่มีสัดส่วนในการปลูกพืชในโรงเรือนพลาสติกสูงถึงร้อยละ 34.9 ของพื้นที่ปลูกทั้งหมด พืชที่นิยมปลูกในโรงเรือน ได้แก่ พริกหวาน มะเขือเทศ และแตงกวาญี่ปุ่น (พิพน ชโรเนอมาเคอร์ และคณะ, 2553) และมีแนวโน้มว่าเกษตรกรจะหันมาปลูกพืชในโรงเรือนมากขึ้น (ศูนย์วิจัยเศรษฐศาสตร์ประยุกต์, 2553)

จากตารางที่ 1.1 จะเห็นว่าราคาผลผลิตพืชในโรงเรือนพลาสติกย้อนหลัง 5 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548-2552 ได้แก่ พริกหวาน มะเขือเทศ และแตงกวาญี่ปุ่น มีราคาสูงเมื่อเปรียบเทียบกับพืชที่ผลิตโดยทั่วไป เช่น กะหล่ำปลี ผักคะน้า และกะหล่ำดอก เป็นต้น จึงจูงใจให้เกษตรกรหันมาลงทุนผลิตพืชในโรงเรือนพลาสติกมากขึ้น แม้ว่าราคาผลผลิตของพืชที่ผลิตในโรงเรือนจะสูง แต่ยังคงมีความ

ผันผวนค่อนข้างมากเมื่อเทียบกับพืชอื่น อีกทั้งความต้องการทางด้านอุปสงค์ และอุปทานในตลาด ไม่มีความแน่นอน รวมถึงการใช้นโยบายจากภาครัฐ เช่น การเปิดเขตการค้าเสรี (Free trade area: FTA) กับประเทศจีนที่เริ่มตั้งแต่ปี พ.ศ. 2546 ซึ่งพืชผักของจีนที่ส่งมาขายนั้น มีบางส่วนที่เป็นพืชเมืองหนาวซึ่งตรงกับที่เกษตรกรบนพื้นที่สูงผลิตอยู่ (สุธิดา สุวรรณกันธา, 2547) ทำให้กระทบต่อเกษตรกรในพื้นที่ เพราะเกษตรกรเป็นผู้ยอมรับราคา ทำให้ราคาสินค้าที่ตนผลิตได้มีความผันผวนตามราคาตลาด สังเกตได้จากค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรของราคาพืชที่ผลิต (Coefficient of variation: C.V.) มีค่า C.V. เมื่อคิดออกมาเป็นร้อยละโดยพริกหวานมีความผันแปรของราคาร้อยละ 29.26 มะเขือเทศมีความผันแปรของราคาร้อยละ 23.24 และแตงกวาญี่ปุ่นมีความผันแปรของราคาร้อยละ 12.16 ส่วนพืชอื่นๆ ได้แก่ กะหล่ำปลี คื่นห่อ และกะหล่ำดอก มีความผันแปรของราคาร้อยละ 15.88 3.45 และ 10.33 ตามลำดับ(ตารางที่ 1.1) ส่งผลให้รายได้ที่คาดว่าจะได้รับของเกษตรกรที่ผลิตพืชในโรงเรียนพลาสติกผันผวนตามไปด้วย

ตารางที่ 1.1 ราคาที่เกษตรกรได้รับจากพืชที่ผลิตในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่
ปีการผลิต 2548 – 2552

(หน่วย: บาท)

ปี พ.ศ.	พริกหวาน	มะเขือเทศ	แตงกวาญี่ปุ่น	กะหล่ำปลี	ผักคะน้า	กะหล่ำดอก
2548	75.60	33.60	21.00	6.48	11.02	16.65
2549	56.23	26.60	18.20	6.13	10.63	16.86
2550	44.57	19.60	15.40	5.68	10.68	15.38
2551	49.70	26.60	19.60	8.44	11.40	16.60
2552	34.77	19.60	16.80	6.54	11.43	20.10
ราคาเฉลี่ย	52.17	25.20	18.20	6.65	11.03	17.12
CV%	29.26	23.24	12.16	15.88	3.45	10.33

หมายเหตุ: * จากการคำนวณโดยใช้สูตร $CV = (SD/\bar{X}) * 100$

ที่มา: ศูนย์วิจัยเศรษฐศาสตร์ประยุกต์ (2553)

นอกจากนี้ ในพื้นที่ยังมีการส่งเสริมการผลิตพืชตามแนวทางปฏิบัติทางการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม หรือ GAP (Good Agricultural Practice) ซึ่งเป็นกระบวนการที่จะส่งเสริมให้เกษตรกรมีการใช้สารเคมีอย่างถูกต้องและใช้เท่าที่จำเป็นสำหรับการควบคุมศัตรูพืชทำให้เกษตรกร และผู้บริโภคมีความปลอดภัย อีกทั้งเป็นการเน้นการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมอีกด้วย และสินค้าเกษตรที่ใช้ระบบ GAP ในการผลิตนั้นจะมีมูลค่าสูงขึ้น เนื่องจากมีการจัดการคุณภาพด้านการ

ผลิตทางการเกษตรเพื่อให้ผลผลิตมีความปลอดภัย และเกิดความยั่งยืนทางการเกษตร (สำนักงานเกษตรอำเภอสามโคก, 2552)

แต่ในความเป็นจริง การผลิตพืชในโรงเรือนพลาสติก เพื่อให้ผลผลิตมีลักษณะตรงตามความต้องการของตลาด จึงมีการใช้สารเคมีเพื่อควบคุมและกำจัดศัตรูพืชในปริมาณมาก จากตารางที่ 1.2 พบว่าสัดส่วนการใช้สารเคมีเพื่อควบคุมและกำจัดศัตรูพืชของพื้นที่ปลูกพริกหวาน มะเขือเทศ และแตงกวาญี่ปุ่น เท่ากับ ร้อยละ 99.3 ร้อยละ 92.9 และร้อยละ 88.9 ตามลำดับ และมีจำนวนครั้งที่ฉีดพ่นเฉลี่ยต่อรอบการผลิตเท่ากับ 16.9 12.5 3.7 ครั้ง ตามลำดับ ซึ่งจะทำให้เกิดความเป็นพิษจากการใช้สารเคมีขึ้น(ศูนย์วิจัยเศรษฐศาสตร์ประยุกต์, 2553)ทั้งต่อตัวเกษตรกรเอง ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม

ตารางที่ 1.2ปริมาณการใช้สารเคมีเพื่อควบคุมและกำจัดศัตรูพืชแต่ละชนิดในพื้นที่ศึกษา
กลุ่มน้ำแม่สา อ. แม่ริม จ.เชียงใหม่ ปีการผลิต 2552/53

พืช	พื้นที่ปลูก (ไร่)	พื้นที่ปลูก ที่มีการใช้สารเคมี (%)	จำนวนครั้งที่ฉีดพ่น เฉลี่ยต่อรอบการผลิต
พริกหวาน	488	99.30	16.90
มะเขือเทศ	189	92.90	12.50
แตงกวาญี่ปุ่น	55	88.90	3.70

ที่มา: พิเพน ชไรเนอมาคเคอร์ และคณะ (2553)

โดยปกติเกษตรกรวางแผนจากราคาปีที่แล้วซึ่งมีความเสี่ยงจากการผันผวนที่อาจเกิดขึ้น ดังนั้นต้องมีการนำความเสี่ยงด้านราคามาพิจารณาด้วยในการวางแผนการผลิต นอกจากนี้การวางแผนการผลิตยังต้องคำนึงถึงความแตกต่างของทรัพยากรความพร้อมของเกษตรกรสำหรับแผนการผลิตร่วมด้วย ดังนั้นการศึกษารุ่นนี้จะเน้นการวางแผนการผลิตพืชที่เหมาะสมในโรงเรือนพลาสติกเพื่อลดความเสี่ยงของเกษตรกรในหมู่บ้านม่วงคำ ต.โป่งแยง อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่ สำหรับครัวเรือนที่มีคุณลักษณะต่างๆ กัน โดยนำความเสี่ยงด้านราคาเข้ามาพิจารณาร่วม ซึ่งมีความผันผวนอยู่ตลอด และได้คำนึงถึงระดับความเป็นพิษที่อาจเกิดขึ้น ทั้งนี้แผนการผลิตที่ได้มีจะมีความสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงทางการเกษตรมากขึ้น โดยประยุกต์ใช้ Quadratic Programming ในการวิเคราะห์ และผลที่ได้จากการศึกษารุ่นนี้หน่วยงานหรือผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถใช้วางแผนเพื่อพัฒนาภาคการเกษตรในพื้นที่กลุ่มน้ำต่อไป

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาสภาพทั่วไปทางเศรษฐกิจและสังคมของเกษตรกรที่ผลิตด้วยระบบโรงเรือนพลาสติกในหมู่บ้านม่วงคำต.โป่งแยง อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่
2. เพื่อวิเคราะห์แผนการผลิตที่เหมาะสม ภายใต้ความเสี่ยงด้านราคา เมื่อพิจารณาเงื่อนไขการผลิตและสิ่งแวดล้อมรวมทั้งการวิเคราะห์แผนการผลิตที่มีทางเลือกการผลิตพีระหว่างการใช้ระบบ GAP กับไม่ใช่

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

การศึกษานี้ จะทำให้ทราบถึงสภาพทั่วไปทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และระบบการผลิตในโรงเรือนพลาสติกของหมู่บ้านม่วงคำ ต.โป่งแยง อ.แม่ริม จ. เชียงใหม่ รวมทั้งแผนการผลิต เมื่อพิจารณาความเสี่ยงด้านราคาจากการวิเคราะห์จะเป็นทางเลือกให้กับครัวเรือนเกษตรกรที่มีคุณลักษณะต่างๆ กันในพื้นที่ได้ และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนและกำหนดนโยบายการเกษตรแก่เกษตรกรในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาด้านการเกษตรต่อไป

ขอบเขตการศึกษา

ศึกษาเฉพาะเกษตรกรในหมู่บ้านม่วงคำ ต.โป่งแยง อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่ ปีการผลิต 2552/53 โดยเน้นการผลิตในโรงเรือนพลาสติกเท่านั้น ศึกษาพืชในโรงเรือนพลาสติกที่สำคัญทั้งหมด 3 ชนิด คือ พริกหวานซึ่งจะมีทั้งที่ผลิตภายใต้ระบบ GAP และไม่ใช่ GAP มะเขือเทศ และแตงกวาญี่ปุ่น และใช้ราคาของพืชย้อนหลัง 5 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548-2552 เพื่อวิเคราะห์ด้วย Quadratic Programming ในการหาแผนการผลิตที่เหมาะสมภายใต้สถานการณ์ความเสี่ยง

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

สำหรับการตรวจเอกสารในการศึกษาครั้งนี้ได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นการตรวจเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และส่วนที่สองเป็นการตรวจเอกสารแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเกี่ยวกับการวางแผนการผลิต

การวางแผนการผลิตพืชเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับเกษตรกรหรือผู้ที่มีความสนใจเพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจการผลิต เช่น พืชชนิดใดควรจะควบคุมหรือพืชชนิดใดควรจะส่งเสริม โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อหาแผนการผลิตที่เหมาะสม ทรัพย์ (2544) ซึ่งใช้โปรแกรมเชิงเส้นในการวิเคราะห์แทน ได้สรุปว่าการผลิตพืชควรมีการปรับให้สอดคล้องกับสถานการณ์การผลิตและการตลาดที่เปลี่ยนแปลงไป โดยเฉพาะผลกระทบของราคาผลผลิตเพราะราคาผลผลิตเป็นปัจจัยที่สำคัญในการกำหนดรายได้ที่เกษตรกรจะได้รับจากแผนการผลิตที่ได้วางไว้ ดังนั้นถ้าราคาผลผลิตเปลี่ยนแปลงไป จะส่งผลกระทบต่อแผนการผลิต ถ้ากิจกรรมการผลิตพืชที่ได้รับเลือกเข้ามาในแผนการผลิตที่เหมาะสมมีราคาขึ้นต่ำ จะทำให้กิจกรรมการผลิตพืชชนิดนั้นต้องออกจากแผนไป ส่วนกิจกรรมการผลิตพืชที่ไม่เหมาะสม ถ้ามีราคาขึ้นสูงก็ จะทำให้กิจกรรมการผลิตพืชชนิดนั้นได้รับเลือกเข้ามาในแผน เมื่อพิจารณาในส่วนของการผลิต เช่น ข้าว จากแผนการผลิตที่แนะนำนั้น ณัฐกานต์ ญาณะรังสี (2545) และจตุพงศ์ จันทโรชิต (2546) มีผลการศึกษาที่คล้ายกัน เช่น พืชที่ควรปลูกในฤดูฝน คือข้าวเจ้านาปี และข้าวเหนียนาปี นอกจากนี้ยังทำการเปรียบเทียบผลตอบแทนของพืชแต่ละชนิดที่ผลิตได้และใช้ปัจจัยการผลิตที่ใช้ในช่วงเดียวกันเพื่อให้ทราบว่าพืชชนิดใดเหมาะสมและให้ผลตอบแทนที่ดีกว่าในพื้นที่นั้นๆ ได้ ข้อเสนอแนะว่าในฤดูแล้ง พืชที่ควรผลิตก็คือ มันฝรั่งกินสด กะหล่ำดอก และข้าวโพดหวานกินฝัก ส่วนการวิเคราะห์ผลกระทบเมื่อคิดค่าน้ำชลประทานที่ใช้ในการผลิตพืช จะส่งผลให้พื้นที่การผลิตข้าวเหนียนาปีในบางพื้นที่ลดลง

แต่ในสถานการณ์จริงเกษตรกรต่างได้รับความเสี่ยงทั้งทางด้านราคา รายได้ หรือแม้แต่ภัยธรรมชาติซึ่งไม่อาจคาดการณ์ได้ ดังที่ Just and Pope (1979) ได้เสนอไว้ว่า การวางแผนการผลิตที่เหมาะสมควรจะนำความเสี่ยงเข้ามาวิเคราะห์ เพื่อคาดการณ์ถึงผลผลิตที่คาดว่าจะได้รับ (Expected output) อีกทั้ง Grisley and Kellogg(1985) ที่ศึกษาถึงการตัดสินใจภายใต้ความเสี่ยงของเกษตรกรในภาคเหนือของประเทศไทย โดยให้เลือกทางเลือกที่มีความเสี่ยงที่แตกต่างกัน และมีเงินเป็นผลตอบแทนที่คาดว่าจะได้รับ ทำให้ทราบว่า เกษตรกรค่อนข้างมีเหตุผลในการตัดสินใจทำการผลิต และเป็นการตัดสินใจที่ดีภายใต้สถานการณ์ดังกล่าว โดยแต่ละแผนสามารถลดความเสี่ยง หรือลดความแปรปรวนในด้านต่างๆ ได้

ในส่วนของรุ่งทิวา สนธิพุท (2532) ได้ทำการเปรียบเทียบแผนการผลิตการปลูกถั่วเหลือง ภายใต้สถานการณ์แห่งความเสี่ยงโดยใช้แบบจำลองของความเสี่ยงแบบ MOTAD (Minimization of Total Absolute Deviation) ร่วมกับการวิเคราะห์แผนการผลิตที่เหมาะสมโดยใช้วิธีการของโปรแกรมเชิงเส้น ซึ่งไม่ได้นำความเสี่ยงเข้ามาวิเคราะห์ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า แผนการผลิตที่เกิดขึ้นจากแบบจำลองการเสี่ยงทางด้านรายได้ของเกษตรกรแบบ MOTAD จะมีความสอดคล้องกับสภาพการผลิตของเกษตรกรมากกว่าแผนการผลิตที่ไม่ได้คำนึงถึงความเสี่ยงด้านรายได้ อีกทั้งยังได้แผนการผลิตที่เหมาะสมหลายแผน ขึ้นอยู่กับระดับรายได้ขั้นต่ำของเกษตรกร โดยแต่ละแผนจะมีความแปรปรวนทางด้านรายได้ต่ำที่สุด และผลการศึกษาดังกล่าวยังสอดคล้องกับ Adesina and Ouattara (2000) ที่ใช้ MOTAD ในการวิเคราะห์เช่นกัน ซึ่งผลการศึกษาพบว่าความเสี่ยงที่เกิดจากการขาดการเข้าถึงข้อมูลในด้านราคาตลาดจะกระทบต่อผลตอบแทนหรือรายได้ของเกษตรกรอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

แต่ในความเป็นจริงแล้วเกษตรกรไม่สามารถรู้ถึงระดับความเสี่ยงที่ตนต้องเผชิญได้ จินตนา สุขมณี (2553) จึงได้ศึกษาถึงการรับรู้และการจัดการความเสี่ยงของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์กำลังสอง (Quadratic Programming) ในการวิเคราะห์ พบว่า เกษตรกรมีการรับรู้ถึงความเสี่ยงในระดับที่แตกต่างกัน อีกทั้งยังมีความสนใจจัดการความเสี่ยงด้วยวิธีที่ต่างกันด้วย ขึ้นอยู่กับปัจจัยส่วนบุคคล เช่น เพศ อายุ ประสบการณ์ เป็นต้น และเกษตรกรจะรับรู้ถึงความเสี่ยงด้านภัยแล้งมากที่สุด และมีความสนใจในการจัดการความเสี่ยงด้านภัยแล้งมีความสัมพันธ์กับมูลค่าทรัพย์สินทางการเกษตร และการรับรู้ความเสี่ยงด้านการเพาะปลูกในทิศทางเดียวกันเช่นเดียวกับ Jaka zgajnar and Stane Kavcic (2011) ที่ได้กล่าวว่า การใช้โปรแกรมเชิงเส้น (LP) จะช่วยสร้างแผนการผลิตที่ให้รายได้สูงสุดกับเกษตรกร แต่ในความเป็นจริงอาจไม่ใช่แผนที่ดีที่สุดสำหรับฟาร์ม เพราะปัจจุบันความเสี่ยงทางด้านรายได้ยังคงมีอยู่ ดังนั้นจึงมี

หลายวิธีการที่จะจัดการกับความเสี่ยงที่จะเกิดจากการตัดสินใจของเกษตรกร วิธีการหนึ่งคือการศึกษาลักษณะพฤติกรรมของเกษตรกรและวิเคราะห์แบบแยกส่วนเพื่อวิเคราะห์การตัดสินใจที่แตกต่างกันในระดับฟาร์ม ซึ่ง Goal Programming สามารถถ่วงน้ำหนักวัตถุประสงค์ของเกษตรกรที่มีหลากหลายได้ หรือการนำความแปรปรวนของราคามาวิเคราะห์ภายใต้ความเสี่ยง โดยใช้ Quadratic Programming ก็เป็นอีกทางหนึ่งที่เพิ่มประสิทธิภาพแผนการผลิตทางการเกษตรให้มีความน่าเชื่อถือเพียงพอสำหรับการตัดสินใจอีกทั้ง Reshma Khemchandani *et al.* (2012) ได้ศึกษาการดำเนินงานที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนากลยุทธ์การซื้อขายสำหรับนักลงทุนโดยใช้ Quadratic Programming ในการวิเคราะห์ พบว่า การลดค่าใช้จ่ายที่คาดหว้งและความเสี่ยงในการดำเนินการซึ่งพิจารณาจากการเคลื่อนไหวของราคาจะมีผลกระทบต่อตลาด ดังนั้นเพื่อหากลยุทธ์ในการซื้อขายของนักลงทุนที่ไม่ชอบความเสี่ยงจึงควรเน้นศึกษาข้อมูลของตลาดที่ผ่านมา ส่วนนักลงทุนที่ชอบความเสี่ยงจะได้รับผลกระทบจากราคาที่พวกเขาคาดว่าในอนาคตจะต่างกับปัจจุบันมากๆ แต่การเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของราคานั้นจะก่อให้เกิดการเพิ่มขึ้นหรือลดลงในราคาใหม่ซึ่งไม่สามารถคาดเดาได้

นอกจากความเสี่ยงด้านราคาและรายได้ที่เกษตรกรมักประสบปัญหาแล้ว ยังมีผลการศึกษาของ Marraa *et al.* (2003) ที่เพิ่มเติมว่า ความเสี่ยงจากความไม่แน่นอนและการเรียนรู้ที่ไม่ถูกต้องเกี่ยวกับความเข้าใจในการนำเทคโนโลยีไปใช้ เป็นอีกความเสี่ยงที่มีผลต่อเกษตรกรมาก ดังนั้นการจัดการความเสี่ยง การฝึกฝน และการเรียนรู้ในการตัดสินใจยอมรับเทคโนโลยีจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่เกษตรกรควรเรียนรู้ เพื่อที่จะสามารถยอมรับความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นได้ดียิ่งขึ้น และสามารถวางแผนการผลิตได้แม่นยำขึ้นรวมถึงความเสี่ยงที่เกิดจากนโยบายของภาครัฐก็มีผลกระทบเช่นกัน โดยผลการศึกษาของชนพร หันกิตติกุล (2550) ก็แสดงให้เห็นว่า เมื่อมีการเปิดเขตการค้าเสรีไทย-จีน จะทำให้ราคาผลผลิตบางอย่างในประเทศมีราคาต่ำลง ถึงแม้จะมีการปลูกพืชอื่นทดแทนพืชที่นำเข้ามาจากจีนก็ตาม

จากผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการนำความเสี่ยงเข้ามาวิเคราะห์ ทำให้แผนการผลิตที่ได้สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงทางการเกษตรมากขึ้น และทำให้เกษตรกรมีทางเลือกในการวางแผนการผลิตมากขึ้น โดยแผนดังกล่าวจะเป็นทางเลือกที่ช่วยให้เกษตรกรลดความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นได้

งานวิจัยที่เกี่ยวกับผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

หลายปีที่ผ่านมาได้มีการให้ความสนใจเพิ่มขึ้นในเรื่องของการจัดการแบบบูรณาการและทางเลือกในการปลูกพืช รวมทั้งคุณภาพของสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศ ดังที่ Robert K. Kaufmann *et al.* (2007) ได้กล่าวว่า สำหรับสินค้าและบริการต่างๆ นักเศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อมจะนำราคาของการบริการด้านสิ่งแวดล้อมเข้าไปรวมใน ราคาดังกล่าวด้วย เพื่อเป็นการรับประกันสภาพแวดล้อมที่ดีขึ้น ในการผลิตจะก่อให้เกิดสารพิษและของเสียการ จัดหาสภาพอากาศที่ดี และมีความหลากหลายทางชีวภาพ ซึ่งบริการเหล่านี้มักจะไม่นับรวมในตลาดและดังนั้นจึงไม่ค่อยมีการกำหนดราคา และการจัดสรรบริการด้านสิ่งแวดล้อมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นหากกลไกตลาดรวมราคาด้านการบริการสิ่งแวดล้อมเข้าไป โดยการประเมินราคาเงาเพื่อให้สอดคล้องกับหลักการพื้นฐานทางเศรษฐศาสตร์เกี่ยวกับการผลิตก็อาจแสดงถึงประโยชน์ในการเชื่อมโยงทางเศรษฐกิจและระบบนิเวศได้ซึ่งสอดคล้องกับสมบัติ พันธวิศิษฐ์ (2555) ที่พบว่าต้นทุนของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในการผลิตสินค้าเกษตรในประเทศไทยประกอบด้วย (1) ด้านทรัพยากร (2) ด้านพลังงานและการขนส่ง (3) ด้านสารเคมีที่ก่อให้เกิดมลพิษ และ (4) ของเสียที่เกิดขึ้น ซึ่งโดยเฉลี่ยแล้ว 1 บาท จะมีส่วนประกอบของต้นทุนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม 0.1213 บาท หรือร้อยละ 12.13 ของมูลค่าสินค้า

สำหรับการผลิตทางการเกษตรในปัจจุบันได้มีการเน้นในเรื่องของการลดการใช้สารเคมีเพื่อกำจัดศัตรูพืช เนื่องจากมีความกังวลถึงความปลอดภัยของอาหาร และเพิ่มความตระหนักในด้านสิ่งแวดล้อมมากขึ้น ดังนั้นจึงมีมาตรการการควบคุมประสิทธิภาพในการป้องกันและกำจัดศัตรูพืชจากการใช้สารเคมี โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า Environment Impact Quotient: EIQ ซึ่ง Kovach *et al.* (1992) ก็ได้ใช้ EIQ เป็นแบบจำลองในการหาค่าความเป็นพิษจากการใช้สารเคมี และเป็นการกระตุ้นเพื่อลดผลกระทบของเกษตรกร ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อมจากการใช้สารเคมี โดยค่าสัมประสิทธิ์ที่ใช้ในสมการจะถ่วงน้ำหนักเพิ่มขึ้นจากปัจจัยของแต่ละคุณลักษณะ โดยมี 5 ระดับซึ่งปัจจัยที่มีผลกระทบมากที่สุดจะถูกคูณด้วยห้า ปัจจัยที่มีผลกระทบระดับกลางจะถูกคูณด้วยสาม และปัจจัยที่มีผลกระทบน้อยก็จะถูกคูณด้วยหนึ่งเช่นเดียวกันกับผลการศึกษาของศูนย์วิจัยเศรษฐศาสตร์ประยุกต์ โดยสุวรรณา ประณีตวาทกุล และคณะ (2553) พบว่าระดับความเป็นพิษของเกษตรกรจากการใช้สารเคมีในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สามมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

นอกจากนี้ยังมีหลักการผู้ก่อมลภาวะเป็นผู้จ่าย (Polluter Pays Principle: PPP) ซึ่งมิ่งสรรพ ขาวสอาด (2551) ได้กล่าวไว้ว่าเป็นนโยบายที่ใช้ในการวางแผนเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมเนื่องจากในการ

ผลิตทางการเกษตรหรือการดำเนินงานต่างๆ รวมถึงการบริโภคย่อมก่อให้เกิดมลภาวะเสมอ และเมื่อเวลาผ่านไปมลภาวะเหล่านี้ก็มีแนวโน้มมากขึ้นทุกที อีกทั้งยังส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ก่อให้เกิดความเสียหายทางด้านชีวิตและความเป็นอยู่ หลักการดังกล่าวมีแนวคิดพื้นฐานว่า ราคาของสินค้าและบริการจะสะท้อนให้เห็นถึงต้นทุนการผลิตทั้งหมดอย่างเต็มที่ รวมทั้งต้นทุนทางสิ่งแวดล้อมด้วย ดังนั้นการใช้อากาศ น้ำ ที่ดิน เพื่อปล่อยหรือทิ้ง ก็ย่อมจะต้องถูกนำมาคิดต้นทุนทั้งหมดด้วย บางกรณีสิ่งแวดล้อมไม่มีราคา หรือถูกใช้ฟรี หรือมีการคิดราคาเพียงบางส่วน สิ่งแวดล้อมแบบนี้มักถูกทำลายจนเสื่อมโทรม เราเรียกสภาวะแบบนี้ว่า ความล้มเหลวของระบบตลาด (Market failure) หลักการ PPP จะสามารถแก้ไขปัญหานี้ได้โดยการผลักดันให้ผู้ก่อมลภาวะนำเอาต้นทุนการใช้สิ่งแวดล้อมเข้ามาใช้ในการคิดต้นทุนเพื่อควบคุมมลพิษให้อยู่ในระดับที่สังคมยอมรับได้ แต่ถ้ามลพิษอยู่ในระดับต่ำก็อาจมีความเสียหายเกิดขึ้นบ้างทางด้านสิ่งแวดล้อม แต่ผู้ก่อมลภาวะไม่ต้องจ่าย นั่นหมายความว่าหลักการแบบมาตรฐานนี้อ่อนุญาตให้ผู้ผลิตมีสิทธิที่จะปล่อยมลพิษสู่สิ่งแวดล้อมได้เรื่อยๆ ตราบใดที่ยังอยู่ภายในระดับที่สังคมยอมรับได้ แต่ถ้าเกินระดับดังกล่าวไปผู้ผลิตต้องจ่ายค่าชดเชย หรือทำการลงทุนเพื่อป้องกันมลภาวะ

ดังนั้นเป้าหมายของ PPP คือนำเอาการใช้สิ่งแวดล้อม (ไม่ว่าจะเป็นการใช้ในการผลิต หรือใช้เป็นที่พักผ่อนหย่อนใจ) เข้ามาในเศรษฐศาสตร์ โดยให้ผู้ผลิตและผู้บริโภคได้มองเห็นสัญญาณราคา ทั้งนี้เครื่องมือทางเศรษฐศาสตร์ (Economic instrument) จะทำหน้าที่ให้เราได้รับรู้สัญญาณราคาเหล่านี้ เช่น มีการกำหนดอัตราภาษีสิ่งแวดล้อม อย่างไรก็ตาม การวางมาตรฐานสิ่งแวดล้อมโดยแนวทางคำสั่งและการควบคุม (Command and Control) ก็เป็นวิธีการที่ทำให้ผู้ผลิตต้องคำนึงถึงผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม และต้องลงทุนเพื่อป้องกันมลภาวะที่จะเกิดขึ้น

ดังนั้น จะเห็นว่าในการผลิตสินค้าและบริการต่างๆ ธุรกิจหรือเกษตรกรควรตระหนักถึงสิ่งแวดล้อมมากขึ้น เพื่อคำนึงถึงต้นทุนที่แท้จริงและเพื่อคุณภาพชีวิตของมนุษย์ที่ควรอยู่ภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ไม่ก่อให้เกิดมลพิษที่มากเกินไปจนขีดความสามารถของระบบนิเวศจะรับได้

งานวิจัยเกี่ยวกับการทำเกษตรที่ดีและเหมาะสม

ปัจจุบันการผลิตทางการเกษตรจำเป็นต้องมีการควบคุมคุณภาพสินค้ามากขึ้น โดยเฉพาะในเรื่องความปลอดภัยในกระบวนการผลิต ตลอดจนความปลอดภัยจากสารเคมีในการกำจัดศัตรูพืช ที่ตกค้างที่ก่อให้เกิดอันตรายแก่เกษตรกรผู้ผลิตเอง ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม ดังนั้นการผลิตสินค้าเกษตรให้ได้มาตรฐานจึงเป็นสิ่งจำเป็น

การผลิตทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม หรือ GAP (Good Agricultural Practice) จึงเป็นแนวทางหนึ่งในระบบการผลิต เพื่อให้ได้สินค้าที่มีคุณภาพ และมีความปลอดภัยต่อทั้งผู้ผลิต ผู้บริโภค และไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม ดังที่ขวัญกมล สระทองอ่วม (2554) ได้ทำวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาการจัดการการผลิตพริกของเกษตรกรในตำบลบ้านยาง อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐมพบว่า หากเกษตรกรมีการปฏิบัติตามระบบ GAP ของกรมวิชาการเกษตร จะสามารถลดต้นทุนการผลิตด้วยเทคโนโลยีการผลิตพริกที่ปลอดภัย ตลอดจนสามารถเพิ่มปริมาณและคุณภาพของผลผลิตได้อีก ทั้งราคาของผลผลิตพริกจะสามารถเพิ่มสูงขึ้นถึงร้อยละ 11.6 ซึ่งใกล้เคียงกับการศึกษาของ Bavramoglu *et al.* (2010) ที่ต้องการดูความแตกต่างของรายได้ของเกษตรกรผู้ปลูกมะเขือเทศในเรือนกระจกในประเทศตุรกี ระหว่างเกษตรกรที่มีใบรับรอง EurepGAP และเกษตรกรที่ไม่มีใบรับรอง EurepGAP พบว่าเกษตรกรที่มีใบรับรองแม้ว่าจะมีผลผลิตที่ลดลง แต่ค่าใช้จ่ายในการผลิตก็ลดลงเช่นกัน อีกทั้งผู้ผลิตสามารถขายสินค้าในราคาที่สูงขึ้นถ้าหากมีใบรับรอง EurepGAP ทำให้ระดับของกำไรสุทธิเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้สินค้าเกษตรที่จะส่งออกไปยังต่างประเทศ จำเป็นต้องปลอดสารเคมีตกค้าง ซึ่ง Henson *et al.* (2010) ที่ศึกษาผลประโยชน์ในการส่งออกหากมีใบรับรอง Global GAP ผลปรากฏว่า หากผู้ส่งออกสินค้าเกษตรที่ผ่านการรับรองจากระบบ Global GAP จะสามารถเพิ่มมูลค่าการส่งออกได้มากขึ้น

แม้เกษตรกรจะทราบข้อมูลของ GAP ก่อนข้างดี แต่อุปสรรคที่ยังคงพบเห็นนั่นคือ ผลกระทบด้านสุขภาพและสิ่งแวดล้อม เนื่องจากการปฏิบัติของเกษตรกรในเรื่องการป้องกันกำจัดโรค และแมลงเป็นไปค่อนข้างน้อย สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Schreinemachers *et al.* (2012) ที่ได้ศึกษาพื้นที่การผลิตทางการเกษตรในเขตลุ่มน้ำแม่สาว่า หลายปีที่ผ่านมาเกษตรกรมีการใช้สารเคมีในปริมาณที่เพิ่มขึ้นและเกษตรกรที่ปฏิบัติตามระบบ GAP ไม่ได้ใช้สารเคมีในการกำจัดศัตรูพืชในปริมาณน้อยกว่าเกษตรกรทั่วไปเลย ทำให้สารเคมีที่เป็นอันตรายยังคงตกค้างในผลผลิตทางการเกษตรหลายชนิด ยกเว้นการผลิตพริกหวานที่มีการลดความเข้มข้นในการใช้สารเคมีลงร้อยละ 30.77 เช่นเดียวกับ Bavramoglu *et al.* (2010) ที่ได้สรุปความคิดเห็นของเกษตรกรที่ทำการผลิตมะเขือเทศในเรือนกระจกภายใต้ระบบ EurepGAP ว่า การใช้สารเคมีในการกำจัดศัตรูพืช และปุ๋ยในปริมาณที่ EurepGAP กำหนด ไม่สามารถให้ผลผลิตที่เพียงพอได้

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดและทฤษฎีที่ใช้ในการศึกษารั้วนี้จะทำการแบ่งกลุ่มของตัวอย่างโดยใช้เทคนิค Cluster Analysis อีกทั้งยังนำทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ทฤษฎีการผลิต ทฤษฎีต้นทุนและผลตอบแทน การผลิต และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ มาเป็นพื้นฐานในการศึกษา ดังรายละเอียดดังนี้

การจำแนกกลุ่มตัวแปรด้วยเทคนิค Cluster Analysis

Cluster Analysis เป็นเทคนิคที่ใช้จำแนกหรือแบ่ง case (หมายถึงคน สัตว์ และสิ่งของ) หรือแบ่งตัวแปรออกเป็นกลุ่มย่อยๆ ตั้งแต่ 2 กลุ่มขึ้นไป ซึ่ง case ที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันจะมีลักษณะที่สนใจเหมือนกันหรือคล้ายกัน ส่วน case ที่อยู่ต่างกลุ่มกันจะมีลักษณะที่สนใจแตกต่างกัน นอกจากนี้ ตัวแปรที่อยู่กลุ่มเดียวกันจะมีความสัมพันธ์กันมากกว่าตัวแปรที่อยู่ต่างกลุ่มกัน และตัวแปรที่อยู่ต่างกลุ่มจะมีความสัมพันธ์กันน้อยหรือไม่มีความสัมพันธ์กันเลย

การจัดกลุ่มตัวแปรด้วยวิธี Cluster Analysis เกิดขึ้นเพื่อ จัดกลุ่มหน่วยวิเคราะห์ และจัดกลุ่มตัวแปร โดยวิธีดังกล่าวจะทำให้สามารถวางแผน หรือกำหนดกลยุทธ์ที่แตกต่างกันสำหรับ case ที่อยู่ต่างกลุ่มกันได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยคุณสมบัติของเทคนิค Cluster Analysis มีดังนี้

1) ความต้องการทางด้านข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์จัดกลุ่ม case ผู้วิจัยอาจใช้ข้อมูลที่ระบุหน่วยวิเคราะห์และตัวแปรตามที่จัดเก็บมาได้เลย

2) แนวคิดพื้นฐานสิ่งสำคัญที่สุดของการวิเคราะห์จัดกลุ่ม case คือตัวแปรที่ใช้หากผู้วิจัยไม่ได้เก็บข้อมูลเกี่ยวกับตัวแปรที่สำคัญผลที่ได้ก็จะไม่ดี เพราะตัวแปรที่เลือกไว้ตั้งแต่แรกจะเป็นสิ่งที่กำหนดคุณสมบัติของสิ่งที่ระบุความเป็นกลุ่มย่อยหรือ case เช่น ในการจัดกลุ่มขนาดของโรงงานอุตสาหกรรม ผู้วิจัยจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนคนทำงาน ซึ่งจะสามารถนำมาเป็นเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่มได้ เป็นต้น

3) ความคล้ายกันของหน่วยความคิดเกี่ยวกับความคล้ายของหน่วยศึกษาเป็นเทคนิคของการวิเคราะห์ทางสถิติหลายวิธีโดยทั่วไปการวัดความคล้ายจะพิจารณาจากความห่างระหว่างวัตถุหรือพิจารณาจากความคล้ายกัน

4) การวัดความห่างวิธีการวัดความห่างสามารถวัดได้หลายวิธีวิธีการที่นิยมใช้ก็คือ ระยะห่างเชิงยูคลิดยกกำลังสอง (Squared Euclidean distance) คือผลรวมของผลต่างยกกำลังสอง ของทุกตัวแปร

เทคนิค Cluster Analysis สามารถแบ่งเป็นหลายประเภทหรือเทคนิคย่อยโดยเทคนิคที่ใช้กันมากมี 2 เทคนิคคือการวิเคราะห์กลุ่มแบบขั้นตอน (Hierarchical Cluster Analysis) และการวิเคราะห์กลุ่มแบบไม่เป็นขั้นตอน (K-Means Cluster Analysis) ซึ่งการศึกษารั้งนี้จะใช้การวิเคราะห์กลุ่มแบบขั้นตอน (Hierarchical Cluster Analysis) เพียงเทคนิคเดียว เนื่องจาก เป็นเทคนิคที่นิยมใช้กันมากในกลุ่ม case และมีเงื่อนไขสอดคล้องกับการศึกษา คือ

- 1) ในกรณีที่ใช้ในการแบ่ง Case นั้นจำนวน Case ต้องไม่มากเกินไป (จำนวน Case ควรต่ำกว่า 200 ถ้าตั้งแต่ 200 ขึ้นไปควรใช้ K-Means Cluster) และจำนวนตัวแปรต้องไม่มากเกินไป
- 2) ไม่จำเป็นต้องทราบจำนวนกลุ่มมาก่อน
- 3) ไม่จำเป็นต้องทราบว่าตัวแปรใดหรือ Case ใดอยู่กลุ่มใดก่อน (Andy Field, 2000)

ทฤษฎีการผลิต (Theory of production)

ทฤษฎีการผลิตเป็นการอธิบายพฤติกรรมการผลิตของธุรกิจ รวมทั้งการวิเคราะห์ถึงเงื่อนไขการผลิตที่ทำให้ธุรกิจหรือผู้ผลิตเสียต้นทุนต่ำที่สุด หรือทำให้ได้กำไรสูงที่สุด ซึ่งเป็นเป้าหมายที่สำคัญในการดำเนินการผลิตของธุรกิจ

เศรษฐศาสตร์การผลิตทางการเกษตร เศรษฐศาสตร์การผลิตทางการเกษตรเป็นการนำหลักและทฤษฎีทางเศรษฐศาสตร์การผลิตมาประยุกต์ใช้เพื่อการเกษตร โดยมีการวิเคราะห์เพื่อให้เกิดแนวทางในการตัดสินใจของเกษตรกร เศรษฐศาสตร์การผลิตทางการเกษตรมักเกี่ยวข้องกับเรื่องหลักๆ ดังนี้

- 1) เป้าหมายและวัตถุประสงค์ของเกษตรกร ซึ่งในแบบจำลองทางเศรษฐศาสตร์มักถือว่ากำไรสูงสุดเป็นวัตถุประสงค์ที่เกษตรกรต้องการ แต่ปัจจุบันเกษตรกรแต่ละรายมีเป้าหมายเพิ่มมากขึ้น

ขึ้นคือ นอกจากจะต้องการกำไรสูงสุดแล้ว บางรายอาจต้องการสภาพแวดล้อมที่ดีควบคู่ไปด้วย หรือบางรายอาจต้องการทำการเกษตรแบบพอเพียง เป็นต้น

2) การเลือกที่จะทำการผลิต คือเกษตรกรต้องตัดสินใจว่าจะทำการผลิตอะไร ภายใต้สภาพแวดล้อม ที่ดิน แรงงาน หรือแม้แต่เครื่องจักร ที่มีอยู่อย่างจำกัด เพื่อให้เกิดกำไรสูงสุด

3) ข้อสมมติในเรื่องของความเลียง และความไม่แน่นอน ซึ่งในทางเศรษฐศาสตร์มักจะกำหนดขึ้นมา เพื่อให้สามารถเข้าใจ หรือวิเคราะห์ได้ง่าย แต่เกษตรกรแทบจะไม่มีความรู้แน่นอนในเรื่องดังกล่าว

ดังนั้นนักเศรษฐศาสตร์ทางการเกษตรจะมีส่วนสำคัญในการเสนอแนวทางในการผลิตแก่เกษตรกร เพื่อให้เกิดการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ ภายใต้ข้อจำกัดต่างๆ โดยมุ่งที่จะทำให้การผลิตได้รับกำไรสูงสุด หรือเสียต้นทุนต่ำสุด (บรรลุ พุดิกร และคณะ, 2549)

ฟังก์ชันการผลิต (Production Function)

ฟังก์ชันการผลิตเป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการผลิตกับผลผลิต ซึ่งความสัมพันธ์ดังกล่าวในทางการเกษตรนั้นมีอยู่มาก เช่น ปริมาณปุ๋ยที่ใช้ จำนวนเมล็ดพันธุ์ สารเคมีที่ใช้ในการผลิต เป็นต้น โดยผลผลิตที่เกิดจากการใช้ปัจจัยการผลิตนั้นๆ ในทางคณิตศาสตร์สามารถเขียนให้อยู่ในรูปสมการได้ดังนี้

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_n) \quad (1)$$

เมื่อ Y คือ จำนวนผลผลิตที่เกิดจากการใช้ปัจจัยการผลิต และ $X_1, X_2, \dots, X_n$ คือ จำนวนปัจจัยการผลิตที่ใช้ในการผลิต ซึ่งในสมการดังกล่าว ปัจจัยการผลิตทุกตัวจะอยู่ในสภาพผันแปร แต่ถ้าต้องการแยกให้เห็นถึงชนิดของปัจจัยผันแปร และปัจจัยชนิดคงที่ จะสามารถเขียนในรูปสมการได้ดังนี้

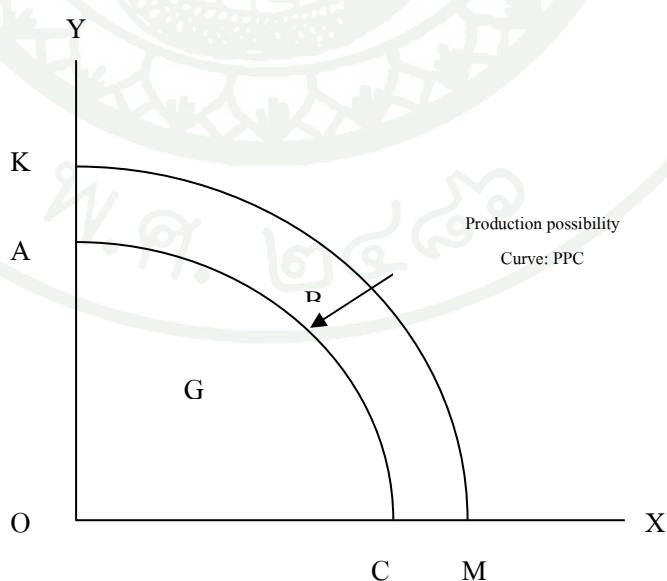
$$Y = f(X_1, X_2/X_3, X_4) \quad (2)$$

เครื่องหมาย / ดังกล่าว แสดงให้เห็นว่า X_1, X_2 เป็นปัจจัยผันแปร ส่วน X_3, X_4 เป็นปัจจัยคงที่ (บรรลุ พุฒิกร และคณะ, 2549)

เส้นความเป็นไปได้ในการผลิต

เส้นความเป็นไปได้ในการผลิต หรือ Production possibility curve: PPC คือเส้นที่แสดงถึงจำนวนของสินค้า 2 ชนิด ที่สามารถผลิตได้ภายใต้ทรัพยากรหรือปัจจัยการผลิตที่มีอยู่อย่างจำกัด เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งสามารถที่จะเลือกผลิตสินค้าใดได้บ้าง และแต่ละชนิดจะผลิตจำนวนเท่าไร

จากภาพที่ 1 เส้น ABC คือเส้นความเป็นไปได้ในการผลิต หรือเรียกสั้นๆ ว่าเส้น PPC ซึ่งจุดต่างๆ บนเส้น PPC จะแสดงถึงการใช้ปัจจัยการผลิตที่มีอยู่ทั้งหมดในการผลิตสินค้า X และสินค้า Y อย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งสองอย่าง เช่น จุด A มีการใช้ปัจจัยการผลิตทั้งหมดเพื่อผลิตสินค้า Y เพียงอย่างเดียว โดยไม่ผลิตสินค้า X เลย ในทางตรงข้าม จุด C มีการใช้ปัจจัยการผลิตทั้งหมดเพื่อผลิตสินค้า X เพียงอย่างเดียว โดยไม่ผลิตสินค้า Y เลย และที่จุด B มีการใช้ปัจจัยการผลิตทั้งหมดเพื่อผลิตทั้งสินค้า X และสินค้า Y



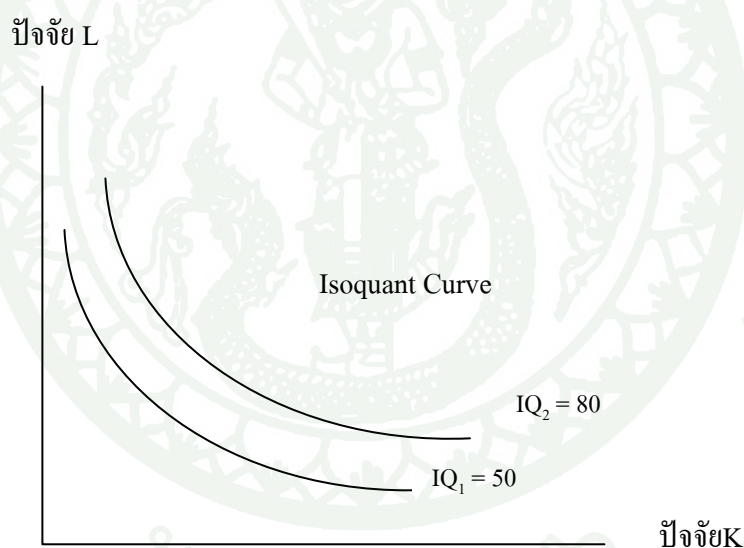
ภาพที่ 2.1 เส้นความเป็นไปได้ในการผลิต

ที่มา: Nicholson and Snyder (2008)

อย่างไรก็ตาม เส้น PPC จะแสดงถึงการใช้ปัจจัยการผลิตที่มีอยู่ทั้งหมด และได้รับจำนวนผลผลิตในปริมาณมากที่สุด แต่หากมีการใช้ปัจจัยการผลิตไม่หมด จุดการผลิตจะอยู่ใต้เส้น PPC เช่น ที่จุด G เป็นต้น แต่ในขณะเดียวกัน เส้น PPC อาจเคลื่อนย้ายสูงขึ้นไปเป็นเส้น KM ก็ได้ เมื่อมีปัจจัยการผลิตเพิ่มขึ้น หรือเทคโนโลยีมีความก้าวหน้าขึ้น

เส้นผลผลิตเท่ากัน (Isoquant Curve)

เส้นผลผลิตเท่ากัน หรือ Isoquant Curve คือเส้นที่แสดงถึงการใช้ปัจจัยการผลิต 2 ชนิด (ในที่นี้คือ K และ L) เพื่อผลิตสินค้าใดสินค้านี้ และไม่ว่าจะเลือกแผนการใช้ปัจจัยจำนวนเท่าใดก็ตาม จำนวนผลผลิตที่ได้จะเท่ากันเสมอ ปกติแล้วเส้นผลผลิตเท่ากันมีได้หลายเส้น โดยแต่ละเส้นจะแสดงจำนวนผลผลิตที่แตกต่างกัน ซึ่งเส้นที่อยู่บนหรืออยู่เหนือกว่าจะแสดงจำนวนผลผลิตที่มากกว่า และแต่ละเส้นจะตัดกันไม่ได้ (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2.2 เส้นผลผลิตเท่ากัน

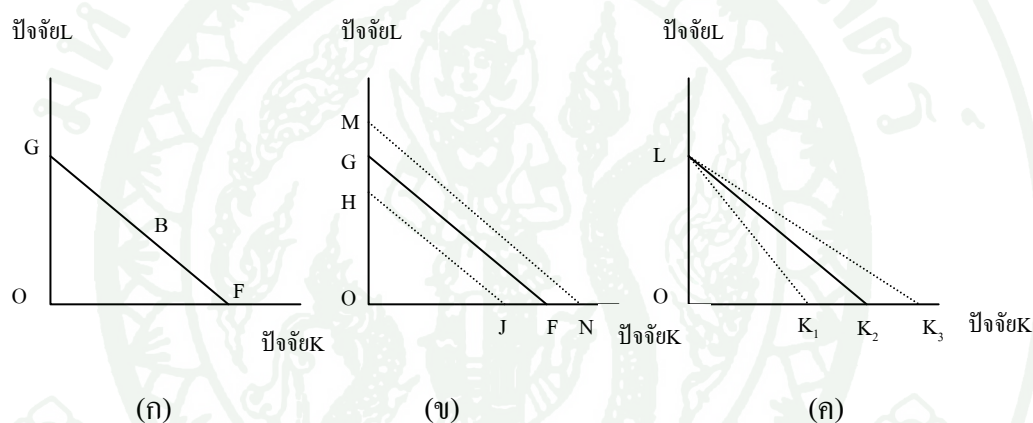
ที่มา: Nicholson and Snyder (2008)

เส้นต้นทุนเท่ากัน (Isocost Curve)

จากภาพที่ 3 (ก) เส้น GF คือเส้นที่แสดงถึงต้นทุนเท่ากัน หรือ Isocost Curve ผู้ผลิตสามารถซื้อปัจจัยการผลิตทั้ง 2 ชนิด (จุด B) หรือเลือกซื้อเพียงชนิดใดชนิดหนึ่งก็ได้ (จุด G หรือ จุด F) ภายใต้งบประมาณที่เขา มีอยู่ แต่ถ้าผู้ผลิตมีงบประมาณมากขึ้น หรือราคาต่อหน่วยของปัจจัยการ

ผลิตทั้ง 2 ชนิดลดลงในสัดส่วนเดียวกัน เส้นต้นทุนเท่ากันจะเคลื่อนไปทางขวาโดยขนานกับเส้นเดิม (เส้น MN) แต่ถ้าเป็นไปในทางตรงข้ามคืองบประมาณลดลงหรือราคาต่อหน่วยของปัจจัยการผลิตทั้ง 2 ชนิดเพิ่มขึ้นในสัดส่วนเดียวกัน จะทำให้เส้นต้นทุนเท่ากันเคลื่อนไปทางซ้ายโดยขนานกับเส้นเดิม (เส้น HJ) ดังภาพที่ 3 (ข)

นอกจากนี้ หากราคาต่อหน่วยของปัจจัยการผลิตชนิดใดชนิดหนึ่งเปลี่ยนไป จะทำให้ปลายข้างใดข้างหนึ่งของเส้นต้นทุนเท่ากันเปลี่ยน เช่น ถ้าราคาต่อหน่วยของปัจจัย K เพิ่มขึ้น โดยที่ราคาต่อหน่วยของปัจจัย L คงที่ เส้นต้นทุนเท่ากันจะย้ายจากเส้น LK_2 เป็น LK_1 แต่ในทางตรงกันข้าม หากราคาต่อหน่วยของปัจจัย K ลดลง โดยที่ราคาต่อหน่วยของปัจจัย L คงที่ เส้นต้นทุนเท่ากันจะย้ายจากเส้น LK_2 เป็น LK_3 ดังภาพที่ 3 (ค)



ภาพที่ 2.3 เส้นต้นทุนเท่ากัน (Isocost Curve)

ที่มา: Nicholson and Snyder (2008)

การใช้ส่วนผสมของปัจจัยการผลิตที่เหมาะสม (Optimum Input Combination)

จากทฤษฎีเส้นผลผลิตเท่ากันทำให้เราทราบว่า บนเส้น Isoquant เดียวกันจะให้ผลผลิตเท่ากัน ดังนั้นผู้ผลิตจะทำการผลิตจุดไหนจึงต้องดูจากงบประมาณการผลิต โดยทั่วไปการใช้ปัจจัยการผลิตที่เหมาะสมกำหนดจากจุดสัมผัสระหว่างเส้นผลผลิตเท่ากันและเส้นต้นทุนเท่ากัน ซึ่งจุดสัมผัสดังกล่าวจะมีค่าความชันของทั้ง 2 เส้นเท่ากัน นั่นคือ

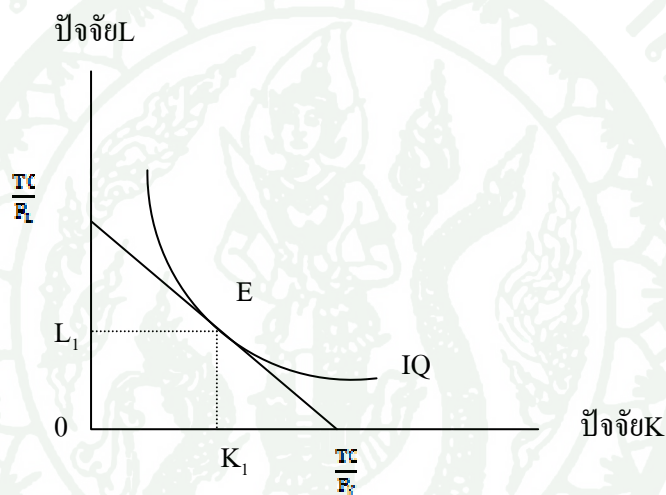
$$\text{ความชันของเส้น isoquant} = \text{MRTS}_{KL} = -\frac{\Delta L}{\Delta K} = \frac{MP_K}{MP_L}$$

$$\text{ความชันของเส้น isocost} = \frac{P_K}{P_L}$$

ดังนั้น ณ จุด E ในภาพที่ 4 เงื่อนไขการใช้สัดส่วนปัจจัยการผลิตที่เหมาะสมมีดังนี้

$$MRTS_{KL} = \frac{MP_K}{MP_L} = \frac{P_K}{P_L} \quad (3)$$

นั่นคือ อัตราการใช้ปัจจัยการผลิตทดแทนกัน (MRTS) จะเท่ากับอัตราส่วนของ MP และเท่ากับอัตราส่วนของราคาปัจจัยการผลิตทั้ง 2 ชนิดนั้น (วันรักษ์ มิ่งมณีนาคิน, 2550)



ภาพที่ 2.4 เงื่อนไขการใช้ส่วนผสมของปัจจัยการผลิตที่เหมาะสม

ที่มา: Nicholson and Snyder (2008)

ทฤษฎีต้นทุนและผลตอบแทน

การวิเคราะห์ต้นทุน (Cost analysis)

ต้นทุนการผลิต คือ ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการจัดการหรือการดำเนินงานในกระบวนการผลิต ประกอบด้วย

1) ต้นทุนผันแปร (Variable cost) หมายถึง ค่าใช้จ่ายที่เปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณผลผลิตซึ่งมักเกิดขึ้นเมื่อเริ่มหรือระหว่างดำเนินการผลิต เช่น ค่าปุ๋ย ค่าแรงงาน ค่าเมล็ดพันธุ์ เป็นต้น

2) ต้นทุนคงที่ (Fixed cost) คือ ค่าใช้จ่ายที่ไม่เปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณผลผลิต และถึงแม้จะไม่ทำการผลิตใดๆ ก็ยังคงมีค่าใช้จ่ายในส่วนนี้อยู่ทั้งที่เป็นเงินสดและไม่เป็นเงินสด เช่น ค่าเสื่อมของโรงเรือนหรืออุปกรณ์ต่างๆ ค่าภาษีที่ดิน เป็นต้น (บรรลุ พุฒิกร และคณะ, 2549)

การวิเคราะห์ผลตอบแทน (Revenue analysis)

ผลตอบแทนหรือรายรับจากการผลิต คือรายได้ที่ผู้ผลิตได้รับจากการขายผลผลิตตามราคาตลาด แบ่งย่อยได้ดังนี้

- 1) รายรับรวม (Total revenue: TR) คำนวณจากราคาคต่อหน่วยคูณด้วยปริมาณขาย

$$TR = P.Q \quad (8)$$

- 2) รายรับเฉลี่ย (Average revenue: AR) สามารถหาได้จาก รายรับรวมหารด้วยปริมาณขาย นั่นคือ

$$AR = TR / Q \quad (9)$$

- 3) รายได้เหนือต้นทุนเงินสด หมายถึง ผลต่างระหว่างรายได้ทั้งหมดกับต้นทุนที่เป็นเงินสดทั้งหมด

- 4) รายได้สุทธิ หมายถึง รายได้ทั้งหมดลบด้วยต้นทุนผันแปรทั้งหมด

- 5) กำไร หมายถึง รายได้ทั้งหมดลบด้วยต้นทุนทั้งหมด

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

แบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้น (Linear programming: LP)

แบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้น (Linear programming: LP) เป็นเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ที่สามารถนำมาใช้ในการวางแผนการผลิตที่เหมาะสมเพื่อหารายได้สูงสุดหรือต้นทุนต่ำสุดในกรณีที่

การผลิตมีทางเลือกมากกว่าหนึ่งทางเลือก ภายใต้ข้อจำกัดทางด้านปัจจัยการผลิตที่มี เพื่อให้ได้มาซึ่ง
วัตถุประสงค์ที่ผู้ผลิตหรือเกษตรกรต้องการ โดยแบบจำลองมีโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ดังนี้
(สุวรรณา ประณีตวาทกุล และคณะ, 2552)

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์
$$\text{Max } Z = C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_nX_n \quad (4)$$

ภายใต้ข้อจำกัด
$$a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1n}X_n \leq b_1$$

$$a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots + a_{2n}X_n \leq b_2$$

$$a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + \dots + a_{mn}X_n \leq b_m$$

และ
$$X_1, X_2, \dots, X_n \geq 0$$

กำหนดให้ Z คือ ผลรวมของผลตอบแทนทั้งหมด

X_j คือ ทางเลือกหรือกิจกรรมที่สามารถเลือกได้

C_j คือ รายได้เหนือต้นทุนเงินสด หรือผลตอบแทนต่อหน่วยของทางเลือกหรือ
กิจกรรมที่สามารถเลือกได้

A_{ij} คือ สัมประสิทธิ์แสดงจำนวนการใช้ปัจจัยการผลิตในการผลิตกิจกรรมใด
กิจกรรมหนึ่งต่อหน่วย

b_i คือ จำนวนปัจจัยการผลิตที่มีจำนวนจำกัด หรือเงื่อนไขที่สามารถกำหนดเป็น
จำนวนได้

i คือ $1, 2, \dots, n$

j คือ $1, 2, \dots, n$

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์กำลังสอง (Quadratic programming)

การวางแผนการผลิตภายใต้สถานการณ์ความเสี่ยงนั้น ผู้วางแผนจะเลือกทางเลือกที่ได้รับความพอใจที่คาดว่าจะได้รับ (Expected Utility) สูงที่สุด (Hazell and Norton, 1986) ซึ่งรูปแบบทางคณิตศาสตร์ของ Expected Utility Theory มีดังนี้

สมมติให้ฟังก์ชันอรรถประโยชน์ของเกษตรกรอยู่ในรูป Quadratic Function จะได้ว่า

$$U(Y) = \alpha Y + \beta Y^2 \quad (5)$$

โดยที่ $U(Y)$ คือ อรรถประโยชน์หรือความพึงพอใจที่เกษตรกรได้รับ
 Y คือ รายได้ที่ได้รับจากการผลิต
 α และ β คือ ค่าคงที่

ถ้ากำหนดให้การตัดสินใจของเกษตรกรมีการจัดระดับความเสี่ยงเข้ามาในการวางแผน คือ

$$\begin{aligned} E[U(Y)] &= \alpha E(Y) + \beta E(Y^2) \\ &= \alpha E(Y) + [\beta E(Y^2) - \beta E(Y)^2] + \beta E(Y)^2 \\ &= \alpha E(Y) + \beta V(Y) + \beta E(Y)^2 \end{aligned} \quad (6)$$

โดยที่ $E[U(Y)]$ คือ ความพอใจที่คาดหวัง (Expected Utility) จากการตัดสินใจ
 $V(Y)$ คือ ความแปรปรวนของรายได้
 $E(Y)$ คือ รายได้ที่คาดว่าจะได้รับจากการผลิต

สำหรับการตัดสินใจแบบ Efficient Frontier หรือ E-V Frontier นั้น ต้องการให้ค่าความแปรปรวนของรายได้ต่ำที่สุด (Minimize income variance) สำหรับแต่ละระดับความเป็นไปได้ของรายได้ที่คาดว่าจะได้รับ (Expected income) แต่ในขณะเดียวกันก็มีข้อจำกัดของทรัพยากรที่ใช้โดยมีรูปแบบดังนี้

$$\text{Min } V = \sum_j \sum_k X_j X_k \sigma_{jk} \quad (7)$$

โดยที่

$$\sum_j \bar{C}_j X_j = \lambda$$

$$\sum_j a_{ij} X_j \leq b_i$$

$$X_j \geq 0$$

กำหนดให้

X_j คือ กิจกรรมการผลิตพืชชนิดที่ j

X_k คือ กิจกรรมการผลิตพืชชนิดที่ k

$\bar{C}_j$ คือ ค่าเฉลี่ยของรายได้เหนือต้นทุนเงินสดของครัวเรือนเกษตรกรในการผลิตพืชแต่ละชนิด

σ_{jk} คือ ความแปรปรวนร่วมของรายได้เหนือต้นทุนเงินสดที่เกิดจากการผลิตพืชที่ j และ k เมื่อ $j = k$ และเป็นสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของรายได้สุทธิสำหรับ กิจกรรมที่ j เมื่อ $j \neq k$

a_{ij} คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของการใช้ปัจจัยการผลิตต่อหน่วยของ X_j

b_i คือ จำนวนปัจจัยการผลิตชนิดที่ i ซึ่งมีอยู่อย่างจำกัด

i คือ ชนิดของปัจจัยการผลิต โดยที่ $i = 1, 2, 3, \dots, m$

j, k คือ ชนิดของกิจกรรมการผลิต โดยที่ $j, k = 1, 2, 3, \dots, m$

๗ คือ คำคงที่



บทที่ 3

วิธีการศึกษา

ในการศึกษาเรื่องการวางแผนการผลิตพืชในโรงเรือนพลาสติกของหมู่บ้านม่วงคำ ภายใต้ความเสี่ยงด้านราคา ครั้งนี้มีวิธีการศึกษา ดังนี้

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษานี้ใช้ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) เป็นข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ครัวเรือนเกษตรกรในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลาง ปีการผลิต 2552/53 คือ หมู่บ้านม่วงคำ ต.โป่งแยง อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่ จาก The Uplands Program นอกจากนี้ข้อมูลในส่วนอื่นที่เกี่ยวข้องเก็บรวบรวมจากเอกสาร รายงานสถิติ วิทยานิพนธ์ งานวิจัย และหน่วยงานต่างๆ เช่น สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร เป็นต้น

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลจะทำการวิเคราะห์ในสองส่วนคือการวิเคราะห์เชิงพรรณนา (Descriptive analysis) และการวิเคราะห์เชิงปริมาณ (Quantitative analysis) โดยการวิเคราะห์ในแต่ละส่วนมีรายละเอียดดังนี้

การวิเคราะห์เชิงพรรณนา (Descriptive method) เป็นการวิเคราะห์เพื่อให้ทราบถึงสภาพทั่วไปทั้งทางเศรษฐกิจ สังคม และระบบการผลิตในโรงเรือนพลาสติกของเกษตรกรในหมู่บ้านม่วงคำ โดยอาศัยข้อมูลจาก The Uplands Program และจากการสอบถามหน่วยงานที่เกี่ยวข้องซึ่งสามารถอธิบายและตอบวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 ได้

การวิเคราะห์เชิงปริมาณ (Quantitative method) เป็นการวิเคราะห์เพื่อหาแผนการผลิตที่มีความเหมาะสมของโรงเรือนพลาสติกภายใต้ความเสี่ยงซึ่งสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงทางการเกษตร เนื่องจากเกษตรกรต้องประสบกับปัญหาความเสี่ยงโดยเฉพาะความเสี่ยงด้านราคา และมีการหารายได้เหนือต้นทุนเงินสดสูงสุดโดยใช้แบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming)

รวมทั้งกำหนดรายได้หรือค่าครองชีพขั้นต่ำที่เกษตรกรสามารถอยู่ได้ เพื่อนำมาวิเคราะห์ใน Quadratic Programming อีกครั้งหนึ่ง ซึ่งเป็นแบบจำลองเพื่อวิเคราะห์แผนการผลิตเมื่อพิจารณาความเสี่ยงด้านรายได้ของแต่ละกิจกรรมในการผลิต และแผนการผลิตดังกล่าวจะขึ้นอยู่กับระดับรายได้ที่คาดว่าจะได้รับ อีกทั้งในการสร้างแผนขึ้นมาก็จะคำนึงถึงต้นทุนทางสิ่งแวดล้อมซึ่งคิดเป็นร้อยละ 12.13 ของมูลค่าสินค้าที่ผลิตได้ตามที่อ้างอิงไว้ในบทที่ 2 และคำนวณค่าความเป็นพิษจากการใช้สารเคมีทางการเกษตรผ่านค่า EIQ เพื่อนำไปสู่การตัดสินใจในของเกษตรกรในพื้นที่ ซึ่งวิธีการดังกล่าวจะสามารถอธิบายและตอบวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 ได้

การแบ่งกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรตัวอย่าง

ในการแบ่งตัวอย่างของครัวเรือนเกษตรกร จะใช้วิธี Cluster Analysis เพื่อแบ่งตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม โดยตัวอย่างที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันจะมีลักษณะที่สนใจเหมือนกันหรือคล้ายกัน และหากอยู่ต่างกลุ่มกันจะมีลักษณะที่สนใจแตกต่างกัน ทำให้สามารถวางแผน หรือกำหนดกลยุทธ์ที่แตกต่างกันสำหรับแต่ละกลุ่มได้อย่างเหมาะสมกับทรัพยากรและเงื่อนไขการผลิตของแต่ละกลุ่มมากขึ้น

การวิเคราะห์ Cluster Analysis สามารถแบ่งเป็นหลายประเภทหรือเทคนิคย่อยแต่การศึกษาในครั้งนี้จะใช้การวิเคราะห์กลุ่มแบบลำดับขั้นตอน (Hierarchical Cluster Analysis) เนื่องจากเป็นเทคนิคที่มีเงื่อนไขสอดคล้องกับการศึกษา โดยใช้ปัจจัยทางด้านขนาดของที่ดิน (หน่วย: ไร่) รายได้เหนือต้นทุนเงินสด (หน่วย: บาท) และจำนวนแรงงาน (หน่วย: วันงาน) ในการกำหนดกลุ่มของ Cluster เพื่อที่จะทราบว่ากลุ่มครัวเรือนเกษตรกรลักษณะใดมีการเน้นหรือใช้ปัจจัยการผลิตชนิดใดอย่างเข้มข้น (intensive) ซึ่งผลการแบ่งกลุ่มสามารถแบ่งได้ดังนี้

กลุ่มครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 1 (Cluster ที่ 1) มีที่ดินต่อครัวเรือนน้อยกว่า 2 ไร่ มีจำนวนแรงงานน้อยกว่า 400 วันงานต่อปี และมีทุนเงินสดน้อยกว่า 100,000 บาทต่อปี

กลุ่มครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 2 (Cluster ที่ 2) มีที่ดินต่อครัวเรือนมากกว่า 2 ไร่ แต่ไม่เกิน 4 ไร่ มีจำนวนแรงงานมากกว่า 400 แต่น้อยกว่า 500 วันงานต่อปี และมีทุนเงินสดมากกว่า 500,000 บาทต่อปี

กลุ่มครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 3 (Cluster ที่ 3) มีที่ดินต่อครัวเรือนมากกว่า 4 ไร่ มีจำนวนแรงงานมากกว่า 500 วันงานต่อปี และมีทุนเงินสดมากกว่า 100,000 แต่น้อยกว่า 500,000 บาทต่อปี

ตารางที่ 3.1 ผลการแบ่งกลุ่มของครัวเรือนเกษตรกรทั้ง 3 ลักษณะ

ปัจจัยที่ใช้ในการกำหนดกลุ่ม	Cluster ที่ 1	Cluster ที่ 2	Cluster ที่ 3
ที่ดิน (ไร่)	น้อย	กลาง	มาก
แรงงาน (วันงานต่อปี)	น้อย	กลาง	กลาง
ทุนเงินสด(บาทต่อปี)	น้อย	มาก	กลาง
ที่มา: จากการคำนวณ			

แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา

แบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้น (Linear programming: LP)

แบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้น (Linear programming: LP) เป็นเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ที่สามารถนำมาใช้ในการหาแผนการผลิตที่เหมาะสมของแต่ละกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรในหมู่บ้านม่วงคำ ตำบลโป่งแยง อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ ปีการเพาะปลูก 2552/53 เพื่อหารายได้เหนือต้นทุนสูงสุดโดยแบ่งการวิเคราะห์ห่ออกตามลักษณะของครัวเรือนเกษตรกรในแต่ละกลุ่มครัวเรือนเกษตรกร ดังนั้น แบบจำลองแผนการผลิตพืชในโรงเรือนพลาสติกจึงมีทั้งหมด 3 แบบจำลอง ดังที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น

ขนาดแบบจำลอง

แบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้นที่ใช้ในการวิเคราะห์การผลิตพืชในโรงเรือนพลาสติกของฟาร์มตัวแทนทั้ง 3 กลุ่มครัวเรือนเกษตรกร ประกอบด้วย 37ข้อจำกัด และ 73กิจกรรม

ระยะเวลาที่ใช้ในแบบจำลอง

แบบจำลองที่ใช้ในการวางแผนการผลิตพืชในโรงเรือนพลาสติกที่เหมาะสมของครัวเรือนเกษตรกรเป็นแบบจำลองในระยะเวลา 1 ปี หรือ 12 เดือน โดยพืชแต่ละชนิดมีช่วงอายุที่ต่างกัน คือ พริกหวานมีช่วงอายุ 10 เดือน มะเขือเทศมีช่วงอายุ 4 เดือน และแตงกวาญี่ปุ่นมีช่วงอายุ 4 เดือน

รูปแบบของแบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้นที่ใช้ในการศึกษา

แบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้นที่ใช้ในการศึกษานี้ สามารถเขียนในรูปสมการคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$\text{Maximize } Z = \sum_{j=1}^{73} C_j X_j \quad (8)$$

ภายใต้ข้อจำกัด

$$\sum_{j=1}^{37} a_{ij} X_j \leq b_i \quad (i = 1, 2, \dots, 37)$$

$$X_j \geq 0 \quad (j = 1, 2, \dots, 73)$$

โดยกำหนดให้

Z คือ ผลรวมของรายได้รวมสูงสุดจากการทำกิจกรรมต่างๆ ภายใต้ทรัพยากรที่มีอยู่

C_j คือ ค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงในสมการวัตถุประสงค์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

$C_1 - C_{48}$ คือ รายได้เหนือต้นทุนเงินสดจากการทำกิจกรรมการผลิตพืชของครัวเรือนเกษตรกรในหมู่บ้านม่วงคำ (หน่วย: บาทต่อไร่)

$C_{49} - C_{60}$ คือ อัตราค่าจ้างแรงงานในที่นี้เท่ากับ 171 บาท ซึ่งเป็นค่าจ้างขั้นต่ำของจังหวัดเชียงใหม่ ในปี พ.ศ. 2552 (หน่วย: บาทต่อวันงาน)

C_{73} คือ อัตราดอกเบี้ยเงินกู้เฉลี่ยจำแนกตามประเภทครัวเรือน (ร้อยละต่อปี)

X_j คือ กิจกรรมการผลิตพืชในโรงเรือนพลาสติกที่ทำในพื้นที่ของครัวเรือนเกษตรกรในหมู่บ้านม่วงคำ (หน่วย: ไร่) โดยมีรายละเอียดดังนี้

X_1 คือ กิจกรรมการผลิตพริกหวานตั้งแต่เดือน ม.ค.ถึงเดือน ต.ค.

X_2 คือ กิจกรรมการผลิตพริกหวานตั้งแต่เดือน ก.พ.ถึงเดือน พ.ย.

X_3 คือ กิจกรรมการผลิตพริกหวานตั้งแต่เดือน มี.ค.ถึงเดือน ธ.ค.

X_4 คือ กิจกรรมการผลิตพริกหวานตั้งแต่เดือน เม.ย.ถึงเดือน ม.ค.

X_5 คือ กิจกรรมการผลิตพริกหวานตั้งแต่เดือน พ.ค. ถึงเดือน ก.พ.

X_6 คือ กิจกรรมการผลิตพริกหวานตั้งแต่เดือน มิ.ย.ถึงเดือน มี.ค.

X_7 คือ กิจกรรมการผลิตพริกหวานตั้งแต่เดือน ก.ค. ถึงเดือน เม.ย.

X_8 คือ กิจกรรมการผลิตพริกหวานตั้งแต่เดือน ส.ค. ถึงเดือน พ.ค.

X_9 คือ กิจกรรมการผลิตพริกหวานตั้งแต่เดือน ก.ย. ถึงเดือน มิ.ย.

X_{10} คือ กิจกรรมการผลิตพริกหวานตั้งแต่เดือน ต.ค.ถึงเดือน ก.ค.

X_{11} คือ กิจกรรมการผลิตพริกหวานตั้งแต่เดือน พ.ย.ถึงเดือน ส.ค.

X_{12} คือ กิจกรรมการผลิตพริกหวานตั้งแต่เดือน ธ.ค.ถึงเดือน ก.ย.

X_{13} คือ กิจกรรมการผลิตพริกหวานภายใต้ GAP ตั้งแต่เดือน ม.ค.ถึงเดือน ต.ค.

- X_{14} คือ กิจกรรมการผลิตพริกหวานภายใต้ GAP ตั้งแต่เดือน ก.พ.ถึงเดือน พ.ย.
- X_{15} คือ กิจกรรมการผลิตพริกหวานภายใต้ GAP ตั้งแต่เดือน มี.ค.ถึงเดือน ธ.ค.
- X_{16} คือ กิจกรรมการผลิตพริกหวานภายใต้ GAP ตั้งแต่เดือน เม.ย.ถึงเดือน ม.ค.
- X_{17} คือ กิจกรรมการผลิตพริกหวานภายใต้ GAP ตั้งแต่เดือน พ.ค. ถึงเดือน ก.พ.
- X_{18} คือ กิจกรรมการผลิตพริกหวานภายใต้ GAP ตั้งแต่เดือน มิ.ย.ถึงเดือน มี.ค.
- X_{19} คือ กิจกรรมการผลิตพริกหวานภายใต้ GAP ตั้งแต่เดือน ก.ค. ถึงเดือน เม.ย.
- X_{20} คือ กิจกรรมการผลิตพริกหวานภายใต้ GAP ตั้งแต่เดือน ส.ค. ถึงเดือน พ.ค.
- X_{21} คือ กิจกรรมการผลิตพริกหวานภายใต้ GAP ตั้งแต่เดือน ก.ย. ถึงเดือน มิ.ย.
- X_{22} คือ กิจกรรมการผลิตพริกหวานภายใต้ GAP ตั้งแต่เดือน ต.ค.ถึงเดือน ก.ค.
- X_{23} คือ กิจกรรมการผลิตพริกหวานภายใต้ GAP ตั้งแต่เดือน พ.ย.ถึงเดือน ส.ค.
- X_{24} คือ กิจกรรมการผลิตพริกหวานภายใต้ GAP ตั้งแต่เดือน ธ.ค.ถึงเดือน ก.ย.
- X_{25} คือ กิจกรรมการผลิตมะเขือเทศตั้งแต่เดือน ม.ค.ถึงเดือน เม.ย.
- X_{26} คือ กิจกรรมการผลิตมะเขือเทศตั้งแต่เดือน ก.พ. ถึงเดือน พ.ค.
- X_{27} คือ กิจกรรมการผลิตมะเขือเทศตั้งแต่เดือน มี.ค.ถึงเดือน มิ.ย.
- X_{28} คือ กิจกรรมการผลิตมะเขือเทศตั้งแต่เดือน เม.ย. ถึงเดือน ก.ค.
- X_{29} คือ กิจกรรมการผลิตมะเขือเทศตั้งแต่เดือน พ.ค. ถึงเดือน ส.ค.

- X_{30} คือ กิจกรรมการผลิตมะเขือเทศตั้งแต่เดือน มิ.ย. ถึงเดือน ก.ย.
- X_{31} คือ กิจกรรมการผลิตมะเขือเทศตั้งแต่เดือน ก.ค.ถึงเดือน ต.ค.
- X_{32} คือ กิจกรรมการผลิตมะเขือเทศตั้งแต่เดือน ส.ค.ถึงเดือน พ.ย.
- X_{33} คือ กิจกรรมการผลิตมะเขือเทศตั้งแต่เดือน ก.ย.ถึงเดือน ธ.ค.
- X_{34} คือ กิจกรรมการผลิตมะเขือเทศตั้งแต่เดือน ต.ค.ถึงเดือน ม.ค.
- X_{35} คือ กิจกรรมการผลิตมะเขือเทศตั้งแต่เดือน พ.ย. ถึงเดือน ก.พ.
- X_{36} คือ กิจกรรมการผลิตมะเขือเทศตั้งแต่เดือน ธ.ค.ถึงเดือน มี.ค.
- X_{37} คือ กิจกรรมการผลิตแตงกวาญี่ปุ่นตั้งแต่เดือน ม.ค. ถึงเดือน เม.ย.
- X_{38} คือ กิจกรรมการผลิตแตงกวาญี่ปุ่นตั้งแต่เดือน ก.พ. ถึงเดือน พ.ค.
- X_{39} คือ กิจกรรมการผลิตแตงกวาญี่ปุ่นตั้งแต่เดือน มี.ค. ถึงเดือน มิ.ย.
- X_{40} คือ กิจกรรมการผลิตแตงกวาญี่ปุ่นตั้งแต่เดือน เม.ย.ถึงเดือน ก.ค.
- X_{41} คือ กิจกรรมการผลิตแตงกวาญี่ปุ่นตั้งแต่เดือน พ.ค.ถึงเดือน ส.ค.
- X_{42} คือ กิจกรรมการผลิตแตงกวาญี่ปุ่นตั้งแต่เดือน มิ.ย.ถึงเดือน ก.ย.
- X_{43} คือ กิจกรรมการผลิตแตงกวาญี่ปุ่นตั้งแต่เดือน ก.ค.ถึงเดือน ต.ค.
- X_{44} คือ กิจกรรมการผลิตแตงกวาญี่ปุ่นตั้งแต่เดือน ส.ค. ถึงเดือน พ.ย.
- X_{45} คือ กิจกรรมการผลิตแตงกวาญี่ปุ่นตั้งแต่เดือน ก.ย.ถึงเดือน ธ.ค.

X_{46} คือ กิจกรรมการผลิตแตงกวาญี่ปุ่นตั้งแต่เดือน ต.ค. ถึงเดือน เม.ย.

X_{47} คือ กิจกรรมการผลิตแตงกวาญี่ปุ่นตั้งแต่เดือน พ.ย. ถึงเดือน พ.ค.

X_{48} คือ กิจกรรมการผลิตแตงกวาญี่ปุ่นตั้งแต่เดือน ธ.ค. ถึงเดือน มิ.ย.

$X_{49} - X_{60}$ คือ กิจกรรมการจ้างงานเพื่อเข้ามาช่วยในการผลิตทางการเกษตรของ
ครัวเรือนเกษตรกรตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนธันวาคม ในหมู่บ้านม่วงคำ ในปีการผลิต 2552/53
(หน่วย: วันงาน)

$X_{61} - X_{72}$ คือ กิจกรรมการหมุนเวียนเงินในเดือนถัดไปของครัวเรือนเกษตรกรตั้งแต่
เดือนมกราคม ถึงเดือนธันวาคม ในหมู่บ้านม่วงคำ ในปีการผลิต 2552/53 (หน่วย: บาท)

X_{73} คือ กิจกรรมการกู้ยืมเงินของครัวเรือนเกษตรกรในพื้นที่หมู่บ้านม่วง (หน่วย: บาท)

a_{ij} คือ จำนวนปัจจัยการผลิตชนิดที่ i ซึ่งใช้ในการผลิตกิจกรรมชนิดที่ j เพื่อให้ได้
ผลผลิตชนิดนั้นๆ

b_i คือ จำนวนปัจจัยการผลิตชนิดที่ i ที่มีอยู่อย่างจำกัดซึ่งประกอบไปด้วย ที่ดิน
แรงงาน และเงินทุน

สมการข้อจำกัด และเงื่อนไขในการทำกิจกรรมต่างๆ ($Y_1 - Y_{37}$) อธิบายได้ดังนี้

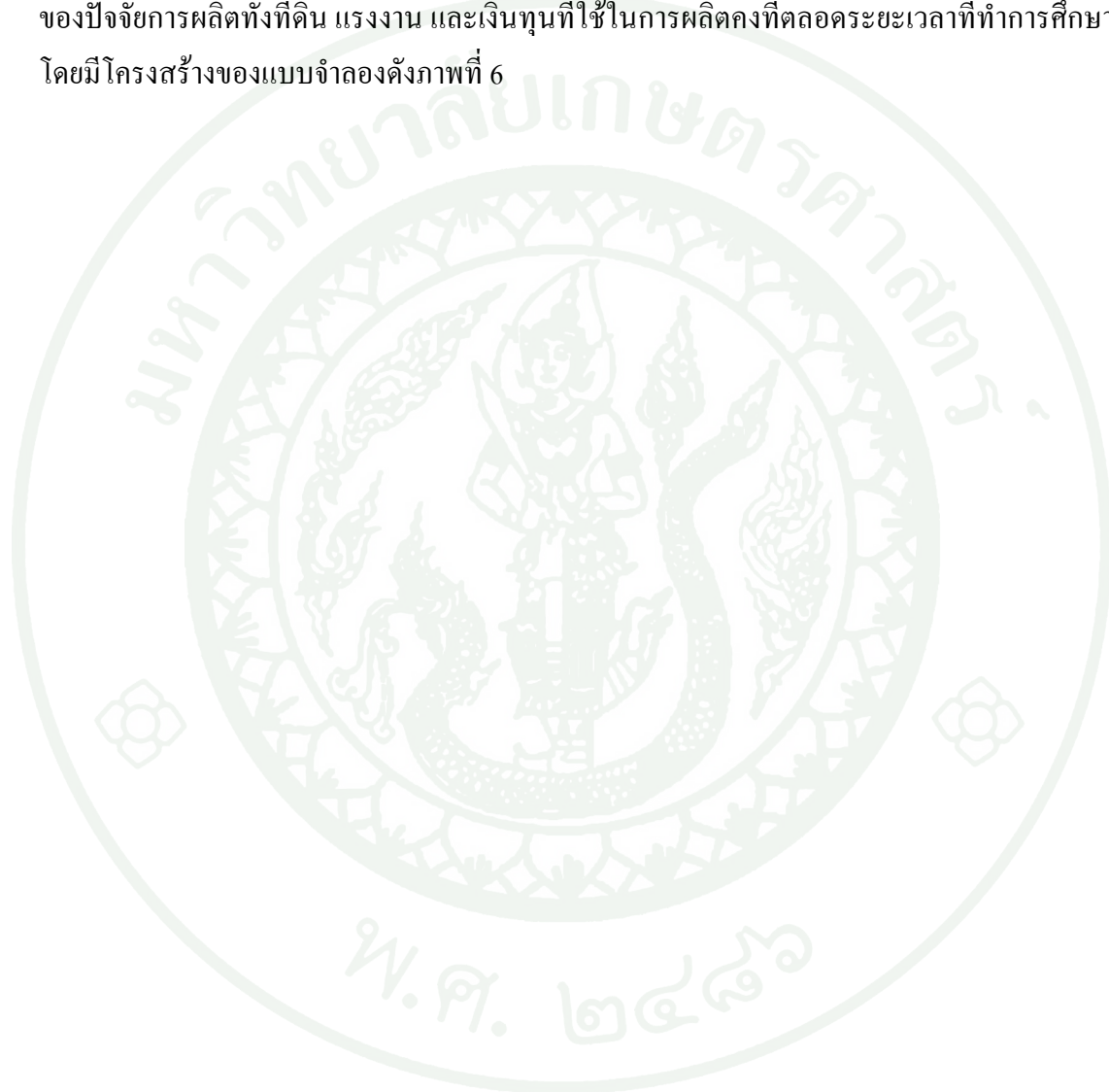
$Y_1 - Y_{12}$ คือ ที่ดินในการทำกิจกรรมทางการเกษตรของครัวเรือนเกษตรกรตั้งแต่เดือน
มกราคม ถึงเดือนธันวาคม ในหมู่บ้านม่วงคำ ในปีการผลิต 2552/53

$Y_{13} - Y_{24}$ คือ แรงงานที่ใช้ในกิจกรรมทางการเกษตรของครัวเรือนเกษตรกรตั้งแต่เดือน
มกราคม ถึงเดือนธันวาคม ในหมู่บ้านม่วงคำ ในปีการผลิต 2552/53

$Y_{25} - Y_{36}$ คือ เงินสดที่ใช้ในกิจกรรมทางการเกษตรของครัวเรือนเกษตรกรตั้งแต่เดือน
มกราคม ถึงเดือนธันวาคม ในหมู่บ้านม่วงคำ ในปีการผลิต 2552/53

Y₃₇ คือ การกู้ยืมเงินของครัวเรือนเกษตรกรในหมู่บ้านม่วงคำ ในปีการผลิต 2552/53

แบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้นของครัวเรือนเกษตรกรทั้ง 3cluster ที่สร้างขึ้นประกอบด้วย กิจกรรม 34 กิจกรรม และข้อจำกัด 37 ข้อจำกัด เป็นแบบจำลองที่สร้างขึ้นเพื่อหาแผนการผลิตพืช ในโรงเรือนพลาสติกที่เหมาะสม ภายใต้ข้อสมมติที่กำหนดให้ราคาผลผลิต ผลผลิต และข้อจำกัด ของปัจจัยการผลิตทั้งที่ดิน แรงงาน และเงินทุนที่ใช้ในการผลิตคงที่ตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา โดยมีโครงสร้างของแบบจำลองดังภาพที่ 6



วัตถุประสงค์		ความสัมพันธ์	ปริมาณจำกัด	กิจกรรม			
				กิจกรรมการผลิต	กิจกรรมการจ้างงาน	กิจกรรมการtransfer เงิน	กิจกรรมการกู้ยืมเงิน
				$X_1 \dots X_{48}$	$X_{49} \dots X_{60}$	$X_{61} \dots X_{72}$	X_{73}
Objective function				$C_1 \dots C_{48}$	$-C_{49} \dots -C_{60}$	$0 \dots 0$	$-C_{73}$
ที่ดิน	Y_1 Y_{12}	$\leq$ $\leq$	b_1 b_{12}	$[a_{ij} \dots a_{ij}]$			
แรงงาน	Y_{13} Y_{24}	$\leq$ $\leq$	b_{13} b_{24}	$[a_{ij} \dots a_{ij}]$	-1 -1		
ทุนเงินสด	Y_{25} Y_{36}	$\leq$ $\geq$	b_{25} 0 0	$[a_{ij} \dots a_{ij}]$	W w w	1 -1.....1 -1.....1	1 1 + r
การกู้ยืมเงิน	Y_{37}	$\leq$	b_{37}				1

ภาพที่ 3.1 โครงสร้างแบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้นที่ใช้ในการศึกษาของครัวเรือนเกษตรกรทั้ง 3 กลุ่ม

แบบจำลองคณิตศาสตร์กำลังสอง (Quadratic Programming)

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์กำลังสองที่เรียกว่า Quadratic Programming เป็นเครื่องมือที่นำมาใช้ในการวางแผนการผลิตพืชภายใต้ความเสี่ยง ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้จะพิจารณาความเสี่ยงทางด้านราคาเพียงตัวแปรเดียว โดยจะมีผลต่อรายได้ของเกษตรกรที่คาดว่าจะได้รับแต่การวิเคราะห์ในแบบจำลองดังกล่าว จำเป็นต้องใช้แบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้น หรือ Linear Programming มาวางแผนการผลิตพืชภายใต้สถานการณ์ที่ไม่มีความเสี่ยง เพื่อทราบรายได้รวมสูงสุด ซึ่งเมื่อทราบรายได้รวมสูงสุดแล้ว จะนำไปวิเคราะห์ในแบบจำลอง Quadratic Programming ต่อ เพื่อทราบความแปรปรวนของรายได้ต่ำที่สุด

ดังนั้นการหาแผนการผลิตในโรงเรือนพลาสติกที่เหมาะสมภายใต้ความเสี่ยงของครัวเรือนเกษตรกรในหมู่บ้านม่วงคำ ตำบลโป่งแยง อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ ปีการเพาะปลูก 2552/53 เพื่อทราบความแปรปรวนของรายได้ต่ำที่สุด จะแบ่งการวิเคราะห์ออกตามลักษณะของครัวเรือนเกษตรกรในแต่ละ cluster ดังนั้น แบบจำลองแผนการผลิตพืชในโรงเรือนพลาสติกภายใต้ความเสี่ยงจึงมีทั้งหมด 3 แบบจำลอง ดังที่ได้แบ่งกลุ่มไว้แล้วข้างต้น

รูปแบบสมการทางคณิตศาสตร์ของฟังก์ชันวัตถุประสงค์ และสมการข้อจำกัด มีลักษณะดังนี้

$$\text{Min } V = \sum_{j=1}^{48} \sum_{k=1}^{48} X_j X_k \sigma_{jk} \quad (9)$$

โดยกำหนดให้

V คือ ผลรวมค่าความแปรปรวนของรายได้ของครัวเรือนเกษตรกร ในหมู่บ้านม่วงคำ

X_j และ X_k คือ กิจกรรมการผลิตที่ทำในพื้นที่ของครัวเรือนเกษตรกร ในหมู่บ้านม่วงคำ

σ_{jk} คือ ความแปรปรวนของราคาผลผลิตของกิจกรรมชนิดที่ j และ k เมื่อ $j = k$ และเป็นสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของราคาผลผลิตสำหรับกิจกรรมที่ j เมื่อ $j \neq k$ สมการข้อจำกัด ประกอบด้วยสมการต่างๆ โดยมีรูปแบบทั่วไปทางคณิตศาสตร์ดังนี้

$$\sum_j \bar{C}_j X_j = \lambda$$

$$\sum_j a_{ij} X_j \leq b_i$$

$$X_j \geq 0$$

กำหนดให้

X_j คือ กิจกรรมการผลิตทางการเกษตรแต่ละชนิด

$\bar{C}_j$ คือ ค่าเฉลี่ยของรายได้สุทธิในการผลิตพืชแต่ละชนิด (หน่วย: บาทต่อไร่)

a_{ij} คือ จำนวนปัจจัยการผลิตชนิดที่ i ซึ่งใช้ในการผลิตกิจกรรมชนิดที่ j เพื่อให้ได้ผลผลิตชนิดนั้นๆ

b_i คือ จำนวนปัจจัยการผลิตชนิดที่ i ที่มีอยู่อย่างจำกัดซึ่งประกอบไปด้วย ที่ดิน แรงงาน และเงินทุน

i คือ ชนิดของปัจจัยการผลิต โดยที่ $i = 1, 2, 3, \dots, m$

j, k คือ กิจกรรมการผลิตพืชในโรงเรือนพลาสติก โดยที่ $j, k = 1, 2, 3, \dots, 9$

λ คือ รายได้รวมสูงสุดของเกษตรกร ระดับต่างๆ เมื่อไม่ได้พิจารณาความเสี่ยง (หน่วย: บาทต่อไร่)

แบบจำลอง Quadratic Programming เป็นการประยุกต์โปรแกรมทางคณิตศาสตร์เมื่อพิจารณาความแปรปรวนของรายได้ เพื่อให้ได้แผนการผลิตที่เหมาะสมโดยมีค่าความแปรปรวนของรายได้ต่ำที่สุด ณ ระดับรายได้ที่กำหนด ดังนั้นเงื่อนไขและข้อจำกัดต่างๆ จึงเหมือนกับแบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้นที่ได้กล่าวไว้แล้ว แต่มีเงื่อนไขเพิ่มเติม คือ Y_{38} โดยกำหนดให้เป็นรายได้ที่ครัวเรือนเกษตรกรคาดว่าจะได้รับจากการวางแผนการผลิตทางการเกษตร ซึ่งจะอยู่ในช่วงรายได้สูงสุดที่ได้จากการวางแผนการผลิตโดยใช้แบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้น กับรายได้ที่คาดว่าจะได้รับเมื่อลดระดับรายได้ลงมา (ภาพที่ 7)

สำหรับระดับรายได้ที่ลดลงนั้น ได้กำหนดให้ลดลง 3 ระดับ ดังนี้

1. รายได้เฉลี่ยของประชากรในเขตชนบทของจังหวัดเชียงใหม่ เทียบกับรายได้เฉลี่ยของเกษตรกรในหมู่บ้านม่วงคำเท่ากับร้อยละ 28.90

2. รายได้เฉลี่ยของเกษตรกรในภาคเหนือ เทียบกับรายได้เฉลี่ยของเกษตรกรในหมู่บ้านม่วงคำเท่ากับร้อยละ 51.12

3. เกณฑ์จากเส้นความยากจนของคนในภาคเหนือ เทียบกับรายได้เฉลี่ยของเกษตรกรในหมู่บ้านม่วงคำเท่ากับร้อยละ 76.03

แบบจำลองความเสี่ยง Quadratic Programming ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มีกิจกรรมที่เกี่ยวข้องทั้งหมด 34 กิจกรรม และมีข้อจำกัดทั้งหมด 38 กิจกรรม

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ Minimize $V = \sum_j \sum_k X_j X_k \sigma_{jk}$

วัตถุประสงค์		ความสัมพันธ์	ปริมาณจำกัด	กิจกรรม			
				กิจกรรมการผลิต	กิจกรรมการจ้างงาน	กิจกรรมการtransfer เงิน	กิจกรรมการกู้ยืมเงิน
				$X_1 \dots X_{48}$	$X_{49} \dots X_{60}$	$X_{61} \dots X_{72}$	X_{73}
Objective function				$C_1 \dots C_{48}$	$-C_{49} \dots -C_{60}$	$0 \dots 0$	$-C_{73}$
ที่ดิน	Y_1	$\leq$	b_1	$[a_{ij} \dots a_{ij}]$			
	Y_{12}	$\leq$	b_{12}				
แรงงาน	Y_{13}	$\leq$	b_{13}	$[a_{ij} \dots a_{ij}]$	-1		
	Y_{24}	$\leq$	b_{24}		-1		
ทุนเงินสด	Y_{25}	$\leq$	b_{25}	$[a_{ij} \dots a_{ij}]$	w	1	1
		$=$	0		w	-1.....1	
	Y_{36}	$\geq$	0		w	-1.....1	$1 + r$
การกู้ยืมเงิน	Y_{37}	$\leq$	b_{37}				1
รายได้ที่คาดหวัง		$=$	b_{38}	$a_1 \dots a_9$	$a_{10} \dots a_{11}$	$a_{22} \dots a_{33}$	$-a_{34}$

ภาพที่ 3.2 โครงสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กำลังสอง Quadratic Programming ที่ใช้ในการศึกษาของครัวเรือนเกษตรกรทั้ง 3 กลุ่ม

บทที่ 4

สภาพทั่วไปทางเศรษฐกิจ สังคม และสภาพการผลิต ในพื้นที่ศึกษา

สำหรับบทนี้จะเป็นการศึกษาสภาพโดยทั่วไปโดยใช้ข้อมูลจาก โครงการ The uplands program ในปี 2553 ซึ่งแบ่งการศึกษาออกเป็น 3 ด้าน คือ สภาพทางกายภาพและสังคม สภาพด้านการผลิต และสภาพด้านการตลาด

สภาพทั่วไปทางเศรษฐกิจ และสังคม

สภาพภูมิประเทศ

หมู่บ้านม่วงคำ ตั้งอยู่ในเขตตำบลโป่งแยง อำเภอแม่อิง จังหวัดเชียงใหม่ เป็นส่วนหนึ่งในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาตอนกลาง และส่วนหนึ่งของอุทยานแห่งชาติสุเทพ-ปุย พื้นที่ส่วนใหญ่ของหมู่บ้านม่วงคำมีลักษณะเป็นพื้นที่ราบเชิงเขาหรือประมาณร้อยละ 64 เป็นพื้นที่ราบเชิงเขาที่มีความลาดชันระดับร้อยละ 15 คิดเป็นพื้นที่ร้อยละ 21.6 เป็นพื้นที่ราบเชิงเขาที่มีความลาดชันประมาณร้อยละ 25 คิดเป็นพื้นที่ร้อยละ 9.4 และเป็นพื้นที่ที่มีความชันมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 35 คิดเป็นพื้นที่ร้อยละ 4.0

เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่ของหมู่บ้านม่วงคำเป็นพื้นที่ราบ พื้นที่ทางการเกษตรของหมู่บ้านม่วงคำจึงได้รับผลกระทบจากการชะล้างหน้าดินเพียงร้อยละ 3.9 แต่ปัญหาดังกล่าวก็ได้รับการแก้ไขปัญหาโดยวิธีที่เกษตรกรนิยมทำกันมากก็คือ การผลิตพืชแบบขั้นบันได จากการสำรวจข้อมูลปี 2554 โดยจักรกฤษณ์ พจนศิลป์และคณะ (2554) กล่าวว่า อีก 5 ปีข้างหน้าจะมีการผลิตแบบขั้นบันไดเพิ่มขึ้น เนื่องจากรูปแบบการผลิตพืชแบบขั้นบันไดช่วยลดการชะล้างพังทลายของดินทำให้เกษตรกรผลิตพืชได้ผลผลิตดีขึ้น แต่การผลิตพืชแบบขั้นบันไดต้องใช้เงินลงทุนสูง จึงอาจเป็นข้อจำกัดของเกษตรกรบางราย (ศูนย์วิจัยเศรษฐศาสตร์ประยุกต์, 2553)

สภาพภูมิอากาศ

หมู่บ้านม่วงคำได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ มีฝนตกชุกในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม โดยมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี 1,110.6 มิลลิเมตร และได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้มีอากาศหนาวเย็นและแห้งแล้งในช่วงเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนเมษายน (ศูนย์วิจัยเศรษฐศาสตร์ประยุกต์, 2553)

แหล่งน้ำ

แหล่งน้ำในหมู่บ้านม่วงคำแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ แหล่งน้ำที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และแหล่งน้ำที่เกิดจากมนุษย์

แหล่งน้ำธรรมชาติในหมู่บ้านม่วงคำมีลักษณะเป็นลำห้วย จากข้อมูลของ The Uplands Program ปี 2004 พบว่า จำนวนลำห้วยรวม 10 ลำห้วยที่สำคัญ (ภาพที่ 8) ได้แก่

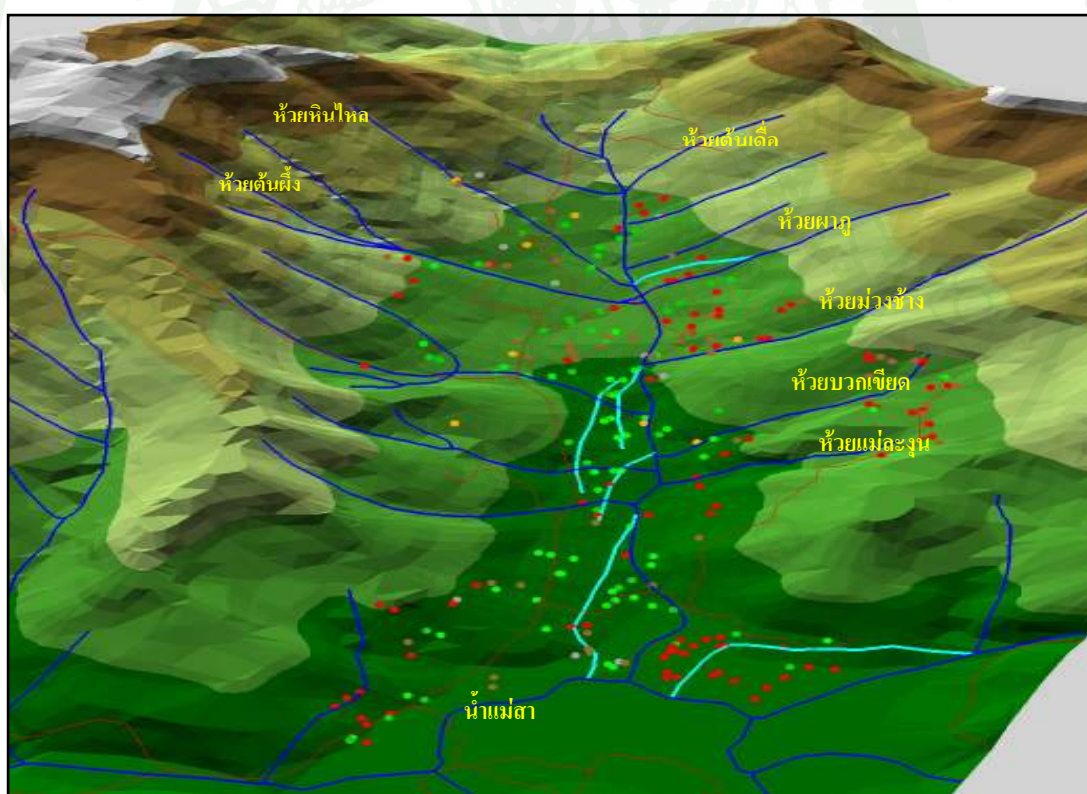
- 1) ห้วยต้นเคื่อ
- 2) ห้วยผาญ
- 3) ห้วยม่วงช้าง
- 4) ห้วยบวกเขียด
- 5) ห้วยหินไหล
- 6) ห้วยต้นผึ้ง
- 7) ห้วยนมนาง
- 8) ห้วยทราย
- 9) ห้วยแม่ละจุน
- 10) น้ำแม่สา

สำหรับแหล่งน้ำที่ถูกสร้างขึ้นในบ้านม่วงคำนั้นเริ่มมีการลงทุนขุดบ่อน้ำขึ้นครั้งแรกในปี 2535 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้น้ำในการผลิตสตรอเบอร์รี่ ต่อมาในปี 2541 ได้มีบริษัทเอกชนเข้ามาส่งเสริมการผลิตพริกหวานให้กับเกษตรกรในหมู่บ้านทั้งนี้พริกหวานเป็นพืชที่ต้องการน้ำสะอาดในกระบวนการผลิต อีกทั้งยังเป็นการผลิตในโรงเรือนพลาสติก การมีแหล่งน้ำที่มีคุณภาพดีจึงสามารถช่วยป้องกันการเกิดโรค ซึ่งการขุดบ่อน้ำนั้นแบ่งได้เป็น 2 ระดับ คือบ่อน้ำที่ตั้งอยู่ใกล้ลำ

ห้วยจะเป็นบ่อน้ำตื้น มีความลึกประมาณ 5-10 เมตรและบ่อน้ำที่อยู่สูงขึ้นไปบนเนินจะเป็นบ่อน้ำลึก ซึ่งจะมีความลึกตั้งแต่ 70 เมตรขึ้นไป

ส่วนน้ำที่ใช้อุปโภคบริโภคในครัวเรือนของชาวบ้านม่วงคำในอดีตเป็นน้ำที่นำมาจากตาน้ำหรือลำห้วย แต่ในปัจจุบันเกษตรกรได้มีความวิตกกังวลเกี่ยวกับสารเคมีตกค้างในแหล่งน้ำธรรมชาติ จึงมีเกษตรกรบางส่วนในบ้านม่วงคำซื้อน้ำดื่มในการบริโภค โดยซื้อจากบริษัท “บุญผาสวรรค์” ซึ่งบริษัทดังกล่าวตั้งอยู่ในหมู่บ้าน โดยใช้น้ำจากตาน้ำที่อยู่ใกล้หมู่บ้านม่วงคำมาผลิตน้ำดื่ม

ปัญหาเกี่ยวกับน้ำของหมู่บ้านม่วงคำส่วนใหญ่คือ ปัญหาการขาดแคลนน้ำในฤดูแล้ง จนเกิดความขัดแย้งกับผู้ใช้น้ำในหมู่บ้านผานกกกซึ่งตั้งอยู่ตอนบนของลำห้วยในบางครั้ง แต่ปัญหานี้ได้มีการพูดคุยกันในระดับผู้นำหมู่บ้านเพื่อแก้ปัญหาเป็นระยะๆ ทำให้ปัญหาความขัดแย้งในการใช้น้ำของเกษตรกรในบ้านม่วงคำและบ้านผานกกกบรรเทาลง



ภาพที่ 4.1 ลำห้วยหลักและลำห้วยย่อยในหมู่บ้านม่วงคำ อ.แม่อริม จ.เชียงใหม่

ที่มา: The Uplands Program (2004)

ระบบชลประทานของหมู่บ้านม่วงคำ มีพื้นที่เกษตรที่มีระบบชลประทานร้อยละ 96.2 โดยใช้แหล่งน้ำจากลำห้วย น้ำใต้ดิน อ่างเก็บน้ำหรือสระ คิดเป็นร้อยละ 48.7 32.2 และ 21.9 ตามลำดับ มีการให้ระบบน้ำโดยใช้ระบบสปริงเกอร์ร้อยละ 48.8 ระบบน้ำหยดร้อยละ 53.9 และอื่นๆ อีกร้อยละ 4.8 (ตารางที่ 4.1)

ตารางที่ 4.1 ระบบชลประทานในพื้นที่เกษตรของครัวเรือนเกษตรกรในหมู่บ้านม่วงคำ
ปีการผลิต 2552/ 53

ระบบชลประทานในพื้นที่เกษตร	ร้อยละ
แหล่งน้ำที่ใช้	
ลำห้วย	48.70
น้ำใต้ดิน	32.20
อ่างเก็บน้ำหรือสระ	21.90
อื่นๆ	0.20
ระบบการให้น้ำ	
ระบบสปริงเกอร์	48.80
ระบบน้ำหยด	53.90
อื่นๆ	4.80

ที่มา: พิพน ชโรนอมาคเคอร์ และคณะ (2553)

จำนวนประชากรและครัวเรือนเกษตรกร

หมู่บ้านม่วงคำ มีประชากรทั้งหมด 637 คน เมื่อพิจารณาจำนวนครัวเรือน หมู่บ้านม่วงคำมีครัวเรือน 199 ครัวเรือน เป็นครัวเรือนเกษตรกร 183 ครัวเรือน หรือคิดเป็นร้อยละ 92 ของครัวเรือนทั้งหมด ซึ่งมีจำนวนสมาชิกต่อครัวเรือนเฉลี่ย 3.2 คน แบ่งเป็นชายร้อยละ 51.4 หญิงร้อยละ 48.6 เมื่อแบ่งตามช่วงอายุพบว่า เป็นเด็กที่มีอายุน้อยกว่า 15 ปี ร้อยละ 20 และเป็นผู้ใหญ่ซึ่งมีอายุมากกว่า 15 ปีขึ้นไป ร้อยละ 80 อีกทั้งประชากรส่วนใหญ่มีภูมิลำเนาอยู่ที่หมู่บ้านตั้งแต่เกิดร้อยละ 71.43 และอพยพมาจากที่อื่นร้อยละ 28.57

ในด้านแรงงานนั้น โดยทั่วไปแล้วเกษตรกรในหมู่บ้านม่วงคำมีการใช้แรงงานเพื่อการเกษตรเฉลี่ย 346 วันทำงาน/ ปี หรือเฉลี่ย 136 วันทำงาน/ ไร่ โดยมีทั้งแรงงานที่มาจากครัวเรือนเกษตรกรเอง และมาจากการจ้างงาน คิดเป็นร้อยละ 78.4 และ 21.6 ตามลำดับ โดยการจ้างแรงงาน

รวมกลุ่มแต่ละกลุ่มเข้าด้วยกัน ซึ่งวิธีการดังกล่าวจะทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนที่เพิ่มขึ้นมีค่าน้อยที่สุด (Field, 2000)

สภาพเศรษฐกิจและสังคมของกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรรมลักษณะที่ 1

เกษตรกรในนี้มีพื้นที่ถือครองรวม 163.68 ไร่ แบ่งเป็นพื้นที่ทางการเกษตร 144.80 ไร่ และเป็นที่อยู่อาศัยอีก 18.88 ไร่ จำนวนที่ดินที่ถือครองมี 6.82 ไร่ต่อฟาร์มครัวเรือน เกษตรกรมีการถือเอกสารสิทธิ์ในที่ดินมีทั้งแบบมั่นคงและแบบไม่มั่นคง โดยเอกสารสิทธิ์แบบมั่นคง ได้แก่ โฉนดนส.3 ก และ นส.3 คิดเป็นร้อยละ 62.50 ส่วนเอกสารสิทธิ์แบบไม่มั่นคง ได้แก่ สทก.สป ก.สค.1 ภบท.5 คิดเป็นร้อยละ 37.50

ตารางที่ 4.3 สภาพเศรษฐกิจและสังคมของกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรรมลักษณะที่ 1 ของหมู่บ้านม่วงคำ ปีการผลิต 2552/ 53

รายการ	จำนวน	ร้อยละ
พื้นที่ถือครองทั้งหมด (ไร่)	163.68	
พื้นที่ทำการเกษตร	144.80	
พื้นที่ที่อยู่อาศัยและอื่นๆ	18.88	
พื้นที่ถือครองเฉลี่ยต่อครัวเรือน	6.82	
การมีเอกสารสิทธิ์		
มีเอกสารสิทธิ์แบบมั่นคง		62.50
มีเอกสารสิทธิ์แบบไม่มั่นคง		37.50
ระดับการศึกษาของตัวอย่างครัวเรือนเกษตรกร		
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4		62.50
สูงกว่าประถมศึกษาปีที่ 4		37.50
แหล่งรายได้		
รับจ้างนอกภาคการเกษตร		37.50
รับจ้างในภาคการเกษตร		12.50

ที่มา: จากการคำนวณ

ระดับการศึกษาของหัวหน้าครัวเรือนสามารถอ่านออกเขียนได้ทั้งหมด โดยจบการศึกษาในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ร้อยละ 62.50 และจบการศึกษาสูงกว่าระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ร้อย

ละ 37.50 และถึงแม้ว่าครัวเรือนเกษตรของหมู่บ้านม่วงคำจะมีรายได้หลักมาจากภาคการเกษตร แต่ก็มีบางส่วนที่การหารายได้เสริมจากการรับจ้างโดยร้อยละ 37.50 รับจ้างนอกภาคเกษตร เช่น รับจ้างในบริษัทรับทำน้ำดื่ม เป็นต้น และอีกร้อยละ 12.50รับจ้างในภาคเกษตร เช่น คายหญ้า ฟันสารเคมี เป็นต้น (ตารางที่ 4.3)

สภาพเศรษฐกิจและสังคมของกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 2

กลุ่มครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 2 มีพื้นที่ถือครองรวม 20.45 ไร่ แบ่งเป็นพื้นที่ทางการเกษตร 18.20 ไร่ และเป็นที่อยู่อาศัยอีก 2.25 ไร่ จำนวนที่ดินที่ถือครองมี 5.11 ไร่ต่อฟาร์มครัวเรือนเกษตรกรมีการถือเอกสารสิทธิ์ในที่ดินแบบมั่นคงทั้งหมดคือ ร้อยละ 100 โดยเอกสารดังกล่าวได้แก่ โฉนดสน.3 ก และ นส.3

ตารางที่ 4.4 สภาพเศรษฐกิจและสังคมของกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 2
ของหมู่บ้านม่วงคำปีการผลิต 2552/ 53

รายการ	จำนวน	ร้อยละ
พื้นที่ถือครองทั้งหมด (ไร่)	20.45	
พื้นที่ทำการเกษตร	18.20	
พื้นที่ที่อยู่อาศัยและอื่นๆ	2.25	
พื้นที่ถือครองเฉลี่ยต่อครัวเรือน	5.11	
การมีเอกสารสิทธิ์		
มีเอกสารสิทธิ์แบบมั่นคง		100.00
มีเอกสารสิทธิ์แบบไม่มั่นคง		-
ระดับการศึกษาของตัวอย่างครัวเรือนเกษตรกร		
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4		50.00
สูงกว่าประถมศึกษาปีที่ 4		50.00
แหล่งรายได้		
รับจ้างนอกภาคการเกษตร		-
รับจ้างในภาคการเกษตร		50.00

ที่มา: จากการคำนวณ

ระดับการศึกษาของหัวหน้าครัวเรือนสามารถอ่านออกเขียนได้ทั้งหมด โดยจบการศึกษาในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ร้อยละ 50.00 และจบการศึกษาสูงกว่าระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ร้อยละ 50.00 และมีครัวเรือนเกษตรที่ออกไปรับจ้างในภาคเกษตรคิดเป็นร้อยละ 50.00 (ตารางที่ 4.4)

สภาพเศรษฐกิจและสังคมของกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรรมลักษณะที่ 3

กลุ่มครัวเรือนเกษตรกรรมลักษณะที่ 3 มีพื้นที่ถือครองรวม 28.13 ไร่ แบ่งเป็นพื้นที่ทางการเกษตร 26.88 ไร่ และเป็นที่อยู่อาศัยอีก 1.25 ไร่ จำนวนที่ดินที่ถือครองมี 14.07 ไร่ต่อฟาร์มครัวเรือน เกษตรกรมีการถือเอกสารสิทธิ์ในที่ดินแบบมั่นคงร้อยละ 75.00 โดยเอกสารดังกล่าว ได้แก่ โฉนดสน.3 ก และ สน.3 และอีกร้อยละ 25.00 ที่ถือเอกสารสิทธิ์แบบไม่มั่นคง ได้แก่ สทก.สป ก.สก.1 กบ.ท.5

ตารางที่ 4.5 สภาพเศรษฐกิจและสังคมของกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรรมลักษณะที่ 3 ของหมู่บ้านม่วงคำ ปีการผลิต 2552/ 53

รายการ	จำนวน	ร้อยละ
พื้นที่ถือครองทั้งหมด (ไร่)	28.13	
พื้นที่ทำการเกษตร	26.88	
พื้นที่ที่อยู่อาศัยและอื่นๆ	1.25	
พื้นที่ถือครองเฉลี่ยต่อครัวเรือน	14.07	
การมีเอกสารสิทธิ์		
มีเอกสารสิทธิ์แบบมั่นคง		75.00
มีเอกสารสิทธิ์แบบไม่มั่นคง		25.00
ระดับการศึกษาของตัวอย่างครัวเรือนเกษตรกร		
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4		50.00
สูงกว่าประถมศึกษาปีที่ 4		-
แหล่งรายได้		
รับจ้างนอกภาคการเกษตร		25.00
รับจ้างในภาคการเกษตร		-

ที่มา: จากการคำนวณ

ระดับการศึกษาของหัวหน้าครัวเรือนสามารถอ่านออกเขียนได้ทั้งหมด โดยจบการศึกษาในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ทั้งหมดและมีครัวเรือนเกษตรบางส่วนที่ออกไปรับจ้างนอกภาคเกษตร คิดเป็นร้อยละ 25.00 (ตารางที่ 4.5)

สภาพด้านการผลิต

การศึกษาในครั้งนี้ให้ความสำคัญกับพืชในโรงเรือนพลาสติกของหมู่บ้านม่วงคำเป็นหลัก ประกอบไปด้วย พริกหวานทั่วไป พริกหวานภายใต้ระบบ GAP หากแต่การผลิตพริกหวานในช่วงหลังมีผลผลิตออกมามาก ราคาจึงถูกกว่าตอนเริ่มผลิตใหม่ๆ เกษตรกรบางส่วนจึงเริ่มหันไปผลิตมะเขือเทศ และแตงกวาญี่ปุ่นในโรงเรือนพลาสติกแทน

ข้อมูลทั่วไปของโรงเรือนพลาสติก

โรงเรือนพลาสติก (ภาพที่ 9) เป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่จะช่วยให้เกษตรกรสามารถควบคุมการผลิตได้ทั้งในเรื่องของปริมาณและคุณภาพ อีกทั้งยังสามารถป้องกันความเสียหายของพืชจากโรคและแมลงรบกวนได้อีกด้วย ลักษณะของโรงเรือนจะทำมาจากเหล็ก โดยโรงเรือนใหญ่สามารถแบ่งเป็นโรงเรือนย่อยได้อีก ความกว้างอยู่ที่ 6 เมตร ส่วนความยาวนั้นขึ้นอยู่กับขนาดของพื้นที่ ความสูงจากพื้นถึงเพดานเฉลี่ย 3 เมตร ภายนอกหุ้มด้วยพลาสติก ส่วนภายในจะมีลวดและเชือกจึงอยู่กับคานแต่ละแถวเพื่อไว้พรางต้นดังภาพที่ 10 (ก) ส่วนการให้น้ำภายในจะเป็นการใช้ระบบน้ำหยด



ภาพที่ 4.2 ลักษณะภายนอกของโรงเรือนพลาสติกในหมู่บ้านม่วงคำ

ระบบน้ำหยด (ภาพที่ 10 (ข)) เป็นระบบการให้น้ำที่มีประสิทธิภาพและมีความแม่นยำสูง และประหยัดน้ำมากกว่าวิธีอื่น ไม่ว่าจะเป็นการรดน้ำด้วยมือหรือการใช้สปริงเกอร์ (ชูชาติ สันทรทรัพย์, 2550) โดยการให้น้ำจะส่งผ่านระบบท่อและปล่อยน้ำออกทางหัวน้ำหยดซึ่งติดตั้งบริเวณโคนต้น น้ำจะหยดซึมลงมาบริเวณรากซึ่งปัจจุบันหัวน้ำหยดสามารถปรับแรงดันได้เพื่อให้เหมาะกับชนิดพืช ขนาดพื้นที่ และชนิดของดินทำให้ดินมีความชื้นในระดับที่พืชต้องการส่งผลให้พืชเจริญเติบโตอย่างมีประสิทธิภาพอีกทั้งระบบน้ำหยดสามารถให้ปุ๋ยหรือธาตุอาหารละลายไปกับน้ำได้เลย แต่ต้นทุนในการติดตั้งค่อนข้างสูง ต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญให้การติดตั้ง และเกษตรกรต้องมีความรู้เกี่ยวกับปริมาณการให้น้ำแก่พืชแต่ละชนิด (บริษัท รุจิร คอร์ปอเรชั่น จำกัด, 2553)



(ก)



(ข)

ภาพที่ 4.3 ลักษณะภายในโรงเรือนพลาสติกในหมู่บ้านม่วงคำ

ในส่วนของการใช้จ่ายในการสร้างโรงเรือนพลาสติกขนาด 1 ไร่ นั้น มีรายละเอียดดังนี้ ต้นทุนทั้งหมดอยู่ที่ 220,865.11 บาท โดยมีรายละเอียดดังนี้ ค่าก่อสร้างโรงเรือน (ได้แก่ ค่าพลาสติก ค่าโครงเหล็ก เป็นต้น) 168,471.77 บาท ค่าปรับที่ดิน 15,786.67 บาท ค่าติดตั้งระบบน้ำหยด 30,006.67 บาท (ตารางที่ 4.6)

ตารางที่ 4.6 ค่าใช้จ่ายในการสร้างโรงเรือนพลาสติกของหมู่บ้านม่วงคำ ปีการผลิต 2552/53

รายการ	จำนวนเงิน (บาท)
ค่าก่อสร้างโรงเรือนพลาสติก	168,471.77
ค่าปรับที่ดิน	15,786.67
ระบบการให้น้ำและปุ๋ย	30,006.67
เครื่องมือ/อุปกรณ์ (เช่น เครื่องพ่นสารเคมี เครื่องวัดค่า pH)	6,600.00
รวม	220,865.11

ที่มา: The Uplands Program (2010)

สภาพทั่วไปของการผลิตพริกหวาน

ในการผลิตพริกหวานจะแบ่งเป็น 2 กรณี คือ การผลิตพริกหวานทั่วไป และการผลิตพริกหวานภายใต้ระบบ GAP ซึ่งทั้ง 2 กรณี วิธีการปฏิบัติไม่ต่างกันมากนัก และเกษตรกรสามารถผลิตได้ตลอดทั้งปี อายุของพริกหวานโดยทั่วไปอยู่ได้นาน 8-10 เดือน ทำให้เกษตรกรผลิตพริกหวานได้ปีละหนึ่งรอบการผลิต หลังจากนั้นเกษตรกรจะทำการรื้อต้นแล้วพักโรงเรือนว่างไว้ประมาณ 1-2 เดือน จึงค่อยผลิตใหม่ ในส่วนของการให้น้ำจะใช้ระบบน้ำหยด ซึ่งเป็นการประหยัดน้ำมากกว่าทุกวิธี ไม่ว่าจะเป็นการรดด้วยมือ หรือการใช้สปริงเกอร์ และสามารถให้น้ำปุ๋ย หรือสารเคมีอื่นๆ ละลายไปพร้อมกับน้ำได้

ในช่วง 1 เดือนแรกจะเป็นช่วงของการเตรียมพื้นที่ รวมถึงการเพาะเมล็ด และการผลิตกล้า โดยจะทำในถาดหลุม และจะมีการให้น้ำทุกวัน เฉลี่ยแล้ววันละประมาณ 10-15 นาที ในเดือนที่ 2 ของการผลิต เกษตรกรจะเริ่มทำการย้ายกล้าลงถุงเพาะชำขนาดเล็ก พร้อมให้น้ำสม่ำเสมออย่างน้อยสัปดาห์ละครั้งหลังจากที่เพาะกล้าไว้ประมาณ 15 วัน เกษตรกรจะทำการย้ายกล้ามาผลิตในถุงเพาะชำขนาดใหญ่ เมื่อพริกหวานมีอายุประมาณ 5 เดือน เกษตรกรจะต้องตัดแต่งกิ่งและดัดต้น ซึ่งการตัดแต่งกิ่งจะทำทุกๆ 3 เดือน กิจกรรมดังกล่าวจะช่วยให้อาบน้ำโปร่ง และเพิ่มการหมุนเวียนของอากาศตลอดจนยืดเวลาการเก็บเกี่ยว (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2548) นอกจากนี้ เกษตรกรจะทำการฉีดพ่นสารเคมี เพื่อป้องกันและกำจัดศัตรูพืชตลอด เฉลี่ยจำนวนครั้งที่ฉีดพ่นต่อรอบการผลิตเท่ากับ 16.9 ครั้ง (พีเพนซ์ไโรเนอมาเคอร์ และคณะ, 2553)

ในการเก็บเกี่ยวผลผลิต เกษตรกรจะใช้กรรไกรหรือมีดในการตัดขั้วพริกหวาน ซึ่งจะเริ่มให้ผลผลิตเมื่ออายุประมาณ 70-90 วัน มีระยะเวลาในการเก็บสัปดาห์ละ 2 ครั้ง และสามารถเก็บได้นานถึง 120-180 วัน จึงจะหมดรุ่น และทำการรื้อถอนต้น เพื่อผลิตในรอบต่อไป(ภาพที่11)

กิจกรรม เดือน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
เตรียมพื้นที่ เตรียมกล้า	↔									
ย้ายกล้าลงถุงเพาะชำขนาดเล็ก		↔								
การให้น้ำและปุ๋ย		←							→	
ย้ายกล้าลงถุงเพาะชำขนาดใหญ่			↔							
คัดแต่งกิ่ง					↔			↔		
คิ่งต้น					↔					
การฉีดพ่นสารเคมี			←							→
เก็บเกี่ยวผลผลิต					←					→

ภาพที่ 4.4 ระยะเวลาของการผลิตพริกหวานของครัวเรือนเกษตรกรในหมู่บ้านม่วงคำ
ปีการผลิต 2552/ 53

สภาพทั่วไปของการผลิตมะเขือเทศ

มะเขือเทศ สามารถผลิตได้ตลอดทั้งปี แต่การให้ผลผลิตนั้นต้องอาศัยสภาพอากาศที่ค่อนข้างเย็น หรืออุณหภูมิตอนกลางวันไม่เกิน 25-30 องศาเซลเซียส กลางคืนไม่เกิน 16-20 องศาเซลเซียส ดังนั้นมะเขือเทศจึงเหมาะที่จะผลิตในช่วงฤดูหนาว (ศักดิ์สิทธิ์ จรรยากรณ์, 2551)

ในช่วง 1 เดือนแรกจะเป็นช่วงของการเตรียมพื้นที่รวมถึงการเพาะเมล็ดและย้ายกล้าซึ่งระยะผลิตที่แนะนำคือ ระหว่างต้น 40 เซนติเมตร ระหว่างแถว 70 เซนติเมตร ในระยะแรกต้องมีการให้น้ำทุกวันจนถึงระยะที่มะเขือเทศติดดอก และให้อีกครั้งหลังติดผล และก่อนมะเขือเทศติดดอกเกษตรกรจะทำการปักค้าง และปลิดใบเพื่อให้ต้นเจริญเติบโตได้ดี สะดวกต่อการดูแลรักษา รวมทั้งเมื่อฉีดสารเคมีก็สามารถทำได้ง่ายทั่วถึง ผลที่ออกจะไม่สัมผัสดิน ง่ายต่อการเก็บเกี่ยว แต่โดยเฉลี่ยแล้วเมื่อผลิตได้ประมาณ 30-45 วัน มะเขือเทศจะเริ่มออกดอก

เมื่อเข้าสู่เดือนที่ 2 เกษตรกรจะทำการใส่ปุ๋ยแต่ละสูตร ตามความเหมาะสมของช่วงอายุของต้น จากนั้นเกษตรกรจะเก็บเกี่ยวได้ภายใน 70-90 วัน และสามารถเก็บเกี่ยวได้นาน 15-30 วัน รวมอายุตั้งแต่เริ่มผลิตถึงเก็บเกี่ยวหมดประมาณ 4 เดือน (ภาพที่ 12)

กิจกรรม เดือน	1	2	3	4
เตรียมกล้า เตรียมดิน	←→			
ให้ปุ๋ยและน้ำ	←		→	
ปักค้ำ ตัดแต่ง		←→		
พ่นสารเคมีและปราบวัชพืช*	←			→
เก็บเกี่ยว			←→	→

ภาพที่ 4.5 ระยะเวลาของการผลิตมะเขือเทศของครัวเรือนเกษตรกรในหมู่บ้านม่วงคำ

ปีการผลิต 2552/ 53

สภาพทั่วไปของการผลิตแตงกวาญี่ปุ่น

แตงกวาญี่ปุ่น สามารถผลิตได้ดีในช่วงที่ไม่ร้อนมาก หรืออุณหภูมิประมาณ 18-24 องศาเซลเซียส หากสภาพอากาศร้อนเกินไป จะทำให้มีแต่ดอกตัวผู้ ผสมพันธุ์ไม่ได้ ผลผลิตจะต่ำ แต่พืชดังกล่าวยังคงต้องการแสงอย่างเต็มที่

ในช่วง 15 วันแรกจะเป็นช่วงของการเตรียมพื้นที่ รวมถึงการผลิต และต้องมีการให้น้ำอย่างสม่ำเสมอ หรือ 2 วันครั้ง ส่วนการให้ปุ๋ยนั้น เกษตรกรจะละลายปุ๋ยไปพร้อมกับน้ำเลย โดยให้ 3 ครั้ง คือ ครั้งที่หนึ่ง เมื่อแตงกวาญี่ปุ่นอายุ 7-10 วัน ครั้งที่สอง เมื่อแตงกวาญี่ปุ่นอายุ 17 วัน และครั้งที่สาม เมื่อแตงกวาญี่ปุ่นอายุ 25 ในการตกแต่งต้นเพื่อพวงลำต้น และผล เกษตรกรจะทำเมื่อพืชอายุครบ 10 วัน และทำการพ่นสารเคมีเมื่อเกิดโรคหรือแมลงรบกวนกับพืชเท่านั้น จากนั้นก็จะเป็นช่วงของการเก็บเกี่ยว โดยเกษตรกรสามารถเก็บเกี่ยวได้ประมาณ 60-75 วัน (ภาพที่ 13)

กิจกรรม เดือน	1	2	3	4
เตรียมดินเตรียมผลิต	↔			
ให้น้ำ	↔	↔	↔	↔
ให้ปุ๋ย	↔			
ปักค้ำ ตกแต่ง	↔			
พ่นสารเคมีและปราบวัชพืช*	↔			↔
เก็บเกี่ยว			↔	↔

ภาพที่ 4.6 ระยะเวลาของการผลิตแตงกวาญี่ปุ่นของครัวเรือนเกษตรกรในหมู่บ้านม่วงคำ
ปีการผลิต 2552/ 53

หมายเหตุ: *การพ่นสารเคมีและปราบวัชพืช เกษตรกรจะพ่นช่วงที่จำเป็นเท่านั้น

ลักษณะการผลิตของกลุ่มครัวเรือนเกษตรกร

การผลิตพืชของครัวเรือนเกษตรกรในแต่ละกลุ่มมีการใช้จำนวนแรงงาน และต้นทุนการผลิตที่แตกต่างกันสามารถอธิบายได้ดังนี้

ลักษณะการผลิตของกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 1

ในการผลิตพืชของกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 1 เมื่อพิจารณารายพืชจะเห็นว่าเกษตรกรใช้แรงงานเพื่อให้ปุ๋ยและน้ำเก็บเกี่ยวมากที่สุดสำหรับการผลิตพริกหวานทั้งในแบบทั่วไปและแบบภายใต้ระบบ GAP คิดเป็น 74.94 และ 134.89 วันงาน ตามลำดับ แต่จะใช้แรงงานในการเก็บเกี่ยวมากที่สุดเมื่อผลิตมะเขือเทศ และแตงกวาญี่ปุ่น คิดเป็น 129.60 และ 41.90 วันงานตามลำดับ และจะใช้แรงงานสำหรับการฉีดพ่นสารเคมีให้พืชแต่ละชนิดไม่มากนัก เนื่องจากเกษตรกรได้หันมาใช้เครื่องพ่นยากันมาก ทำให้เกิดความรวดเร็วและสะดวกสบายมากขึ้น (ตารางที่ 4.7)เมื่อเทียบรายพืชแล้วพริกหวานภายใต้ระบบ GAP มีการใช้แรงงานเพื่อการผลิตสูงที่สุด คิดเป็น 430.88 วันงาน รองลงมาคือ การผลิตมะเขือเทศ พริกหวานทั่วไป และแตงกวาญี่ปุ่น ตามลำดับ

ตารางที่ 4.7 จำนวนแรงงานที่ใช้เพื่อการผลิตพืชของกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 1
ของหมู่บ้านม่วงคำ ปีการผลิต 2552/53

(หน่วย: วันงาน)

กิจกรรม	จำนวนแรงงานที่ใช้เพื่อการผลิตพืช			
	พริกหวานทั่วไป	พริกหวานภายใต้ระบบ GAP	มะเขือเทศ	แตงกวาญี่ปุ่น
เตรียมพื้นที่	33.10	59.65	11.20	7.00
ตัดแต่งพันเชือก	54.72	98.40	48.80	4.00
ฉีดพ่นสารเคมี	22.50	34.50	15.20	1.80
ให้ปุ๋ย และน้ำ	74.94	134.89	73.67	4.06
เก็บเกี่ยว	57.47	103.44	129.60	41.91
รวม	242.73	430.88	278.47	78.77

ที่มา: จากการคำนวณ

ตารางที่ 4.8 ต้นทุนผันแปรในการผลิตพืชแต่ละชนิดของกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 1 ของ
หมู่บ้านม่วงคำ ปีการผลิต 2552/ 53

(หน่วย: บาทต่อไร่)

รายการ	ต้นทุนผันแปรในการผลิตแต่ละชนิด			
	พริกหวานทั่วไป	พริกหวานภายใต้ระบบ GAP	มะเขือเทศ	แตงกวาญี่ปุ่น
เมล็ดพันธุ์	19,156.95	22,988.34	40,030.93	4,948.24
ปุ๋ยเคมี	31,888.70	34,405.65	53,658.67	6,585.88
ฮอร์โมน	1,842.33	-	-	-
สารเคมี	18,077.97	17,626.02	6,878.40	6,967.06
อื่นๆ (เช่น กาบมะพร้าว ถู เพาะกล้า เป็นต้น)	12,674.08	13,307.78	107,809.60	8,257.18
รวม	83,640.03	88,327.79	208,377.26	26,758.36

ที่มา: จากการคำนวณ

ในส่วน of ต้นทุนผันแปรในการผลิตพืชแต่ละชนิดจากตารางที่ 4.8 จะเห็นว่าค่าใช้จ่ายของปุ๋ยเคมีค่อนข้างสูงในทุกๆ พืช เมื่อเทียบกับค่าใช้จ่ายในด้านอื่น แสดงให้เห็นว่าเกษตรกรมีการใช้ปุ๋ยเคมีในปริมาณที่มากโดยพิจารณาจากจำนวนแรงงานที่ใช้ประกอบ และอาจเป็นผลมาจากราคาปุ๋ยเคมีที่สูงขึ้น ทำให้ค่าใช้จ่ายในส่วนนี้สูงตามไปด้วย อีกทั้งในการเตรียมดิน และตัดแต่งต้นต้องใช้เชือกและถุงเพาะกล้าจำนวนมาก ทำให้ค่าใช้จ่ายอื่นๆ สูงเช่นกัน นอกจากนี้เป็นที่น่าสนใจ

ว่าค่าใช้จ่ายในส่วนของการเสริมระหว่างพริกหวานทั่วไป และพริกหวานภายใต้ระบบ GAP ไม่ต่างกันมากนัก คิดเป็น 18,077.97 และ 17,626.02 บาทต่อไร่ ตามลำดับ อาจเป็นเพราะว่าในความเป็นจริงเกษตรกรที่ปฏิบัติตามระบบ GAP อาจใช้สารเคมีในการกำจัดศัตรูพืชในปริมาณหรือความเข้มข้นที่น้อยกว่าเกษตรกรทั่วไปเพียงเล็กน้อยเท่านั้น หรือราคาของสารเคมีในแต่ละชนิดอาจมีราคาสูงกว่า ทำให้ค่าใช้จ่ายในส่วนนี้มีความใกล้เคียงกัน และเมื่อเทียบรายพืชแล้ว จะเห็นว่าการผลิตมะเขือเทศใช้มีต้นทุนผันแปรสูงที่สุด คิดเป็น 208,377.26 บาท และการผลิตแตงกวาญี่ปุ่นมีต้นทุนผันแปรต่ำที่สุด

ลักษณะการผลิตของกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 2

สำหรับสภาพแรงงานของกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 2 จากตารางที่ 4.9 จะเห็นว่าการใช้แรงงานเพื่อการผลิตพืชในแต่ละกิจกรรมค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 1 ซึ่งอาจเป็นผลมาจากเกษตรกรในกลุ่มนี้ให้ความสนใจในการผลิตน้อยกว่า และเมื่อเทียบรายพืชแล้วจะเห็นว่า การผลิตพริกหวานภายใต้ระบบ GAP ต้องใช้แรงงานในการผลิตมากที่สุดคือ 138.99 วันงาน และการผลิตพริกหวานทั่วไปใช้แรงงานในการผลิต 101.12 วันงาน ซึ่งต่างกันเพียงเล็กน้อยสำหรับการผลิตแบบปกติ กับการผลิตภายใต้ระบบ GAP

ตารางที่ 4.9 จำนวนแรงงานที่ใช้เพื่อการผลิตพืชของกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 2
ของหมู่บ้านม่วงคำ ปีการผลิต 2552/53

(หน่วย: วันงาน)

กิจกรรม	จำนวนแรงงานที่ใช้เพื่อการผลิตพืช			
	พริกหวานทั่วไป	พริกหวานภายใต้ระบบ GAP	มะเขือเทศ	แตงกวาญี่ปุ่น
เตรียมพื้นที่	13.93	17.07	11.20	3.39
ตัดแต่งพันเชือก	15.72	19.29	18.80	6.17
ฉีดพ่นสารเคมี	16.43	21.57	15.66	3.16
ให้น้ำ และปุ๋ย	24.48	34.06	19.30	8.94
เก็บเกี่ยว	30.56	47.00	17.30	12.00
รวม	101.12	138.99	82.26	33.66

ที่มา: จากการคำนวณ

นอกจากนี้ต้นทุนผันแปรในการผลิตพืชของกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 2 ต้นทุนของปุ๋ยเคมียังคงเป็นค่าใช้จ่ายที่สูงอยู่เมื่อเทียบกับต้นทุนของเมล็ดพันธุ์ สารเคมี และอื่นๆ เช่น ถู เพาะกล้า ถาดหลุม เชือก เป็นต้น (ตารางที่ 4.10)

ตารางที่ 4.10 ต้นทุนผันแปรในการผลิตพืชแต่ละชนิดของกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 2
ของหมู่บ้านม่วงคำ ปีการผลิต 2552/ 53

(หน่วย: บาทต่อไร่)

รายการ	ต้นทุนผันแปรในการผลิตแต่ละชนิด			
	พริกหวานทั่วไป	พริกหวานภายใต้ระบบ GAP	มะเขือเทศ	แตงกวาญี่ปุ่น
เมล็ดพันธุ์	13,700.00	24,588.33	5,200.00	1,360.00
ปุ๋ยเคมี	27,000.00	38,704.47	10,880.00	5,947.06
ฮอร์โมน	-	-	-	-
สารเคมี	23,051.60	22,475.31	3,490.08	1,016.71
อื่นๆ (เช่น กาบมะพร้าว ถู เพาะกล้า เป็นต้น)	8,930.00	13,893.25	12,880.40	10,884.70
รวม	72,681.60	99,661.36	32,450.48	19,208.47

ที่มา: จากการคำนวณ

ลักษณะการผลิตของกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 3

จากตารางที่ 4.11 พิจารณาทางด้านแรงงานของกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 3 พบว่าครัวเรือนเกษตรกรในกลุ่มนี้มีการใช้แรงงานเพื่อการเก็บเกี่ยวที่สูงมากเมื่อเทียบกับอีก 2 กลุ่ม ซึ่งได้กล่าวไปแล้วข้างต้น อีกทั้งเมื่อพิจารณาแรงงานโดยรวมและทำการเปรียบเทียบกันทั้ง 3 กลุ่ม จะเห็นว่าครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 3 มีการใช้แรงงานเพื่อการผลิตพืชในแต่ละชนิด ในแต่ละกิจกรรมสูงมาก ยกเว้นการผลิตแตงกวาญี่ปุ่นเท่านั้นที่มีจำนวนแรงงานต่ำกว่ากลุ่มครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 1 อาจทำให้ทราบว่าครัวเรือนเกษตรกรในกลุ่มนี้มีการดูแลและเอาใจใส่ในการผลิตพืชดี ทำให้มีปริมาณผลผลิตมาก จึงต้องใช้แรงงานในการเก็บเกี่ยวมากด้วยเช่นกัน

ในส่วน of ต้นทุนผันแปรนั้น ค่าใช้จ่ายสำหรับปุ๋ยเคมีในการผลิตพืชทุกชนิดยังคงเป็นค่าใช้จ่ายที่เกษตรกรต้องรับภาระหนัก เนื่องจากในการผลิตพริกหวานทั้งแบบทั่วไป และแบบภายใต้ระบบ GAP ต้นทุนของปุ๋ยเคมีมีมูลค่าเกือบหนึ่งแสนบาท แต่ในค่าใช้จ่ายอื่นๆ ได้แก่ เมล็ด

พันธุ์ สารเคมี และอื่นๆ ยังคงมีมูลค่าใกล้เคียงกัน แต่สำหรับมะเขือเทศและแตงกวาญี่ปุ่นนั้น กลับเป็นค่าใช้จ่ายอื่นๆ เช่น ถู่งพาะกล้า ถาดหลุม หรือเชือก เป็นต้น ที่มีมูลค่าสูงที่สุด รองลงมาคือปุ๋ยเคมี (ตารางที่ 4.12)

ตารางที่ 4.11 จำนวนแรงงานที่ใช้เพื่อการผลิตพืชของกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 3
ของหมู่บ้านม่วงคำ ปีการผลิต 2552/53

(หน่วย: วันงาน)

กิจกรรม	จำนวนแรงงานที่ใช้เพื่อการผลิตพืช			
	พริกหวานทั่วไป	พริกหวานภายใต้ระบบ GAP	มะเขือเทศ	แตงกวาญี่ปุ่น
เตรียมพื้นที่	12.48	22.45	5.49	5.09
ตัดแต่งพันเชือก	66.24	119.23	25.94	5.15
ฉีดพ่นสารเคมี	17.60	31.68	11.00	16.03
ให้ปุ๋ย และน้ำ	10.40	18.72	36.89	2.55
เก็บเกี่ยว	341.90	515.42	59.71	26.06
รวม	448.62	707.50	139.03	54.88

ที่มา: จากการคำนวณ

ตารางที่ 4.12 ต้นทุนผันแปรในการผลิตพืชแต่ละชนิดของกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 3 ของหมู่บ้านม่วงคำ ปีการผลิต 2552/ 53

(หน่วย: บาทต่อไร่)

รายการ	ต้นทุนผันแปรในการผลิตแต่ละชนิด			
	พริกหวานทั่วไป	พริกหวานภายใต้ระบบ GAP	มะเขือเทศ	แตงกวาญี่ปุ่น
เมล็ดพันธุ์	11,040.00	13,248.00	21,127.54	3,154.12
ปุ๋ยเคมี	93,520.00	95,390.40	28,445.71	5,926.47
ฮอร์โมน	-	-	768.00	182.71
สารเคมี	20,135.68	19,632.29	4,942.34	3,991.88
อื่นๆ (เช่น กาบมะพร้าว ถู่งพาะกล้า เป็นต้น)	14,470.56	15,194.09	53,564.34	9,570.94
รวม	139,166.24	143,464.78	108,847.93	22,826.12

ที่มา: จากการคำนวณ

การผลิตตามระบบเกษตรที่ดีที่เหมาะสม

การผลิตตามระบบเกษตรที่ดีที่เหมาะสม หรือ Good Agriculture Practice (GAP) นั้น เป็นการปฏิบัติเพื่อป้องกัน หรือลดความเสี่ยงของอันตรายที่เกิดขึ้นกับเกษตรกร ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม โดยพิจารณาตั้งแต่พื้นที่การเพาะปลูก การดูแลรักษา การเก็บเกี่ยว และการจัดการหลังเก็บเกี่ยว เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพ ตรงความต้องการและมีความปลอดภัยต่อการบริโภค สำหรับพืชในโรงเรียนพลาสติกของหมู่บ้านม่วงคำมีเพียงการผลิตพริกหวานเท่านั้นที่ทำการเกษตร โดยใช้ระบบดังกล่าว

ในประเทศไทย กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เป็นหน่วยงานที่มีหน้าที่ในการตรวจรับรองระบบการจัดการคุณภาพของระบบการผลิตทางการเกษตรแบบ GAP โดยมีแนวทางในการดำเนินงาน ดังนี้

- 1) การจัดการดินที่ดี มีการรักษา และปรับปรุงดินให้อุดมสมบูรณ์เสมอ เช่น การใส่ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก เป็นต้น รวมทั้งมีการปรับค่าความเป็นกรดด่างของดิน และระวังปัญหาการปนเปื้อนของไนเตรตและฟอสเฟตในดิน จากการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและฟอสฟอรัสมากเกินไป
- 2) การจัดการน้ำ ควรใช้ระบบการจัดการน้ำที่มีความเหมาะสมกับพืชที่ผลิต และหลีกเลี่ยงน้ำที่ทำให้เกิดปัญหาการปนเปื้อนในผลผลิต
- 3) การป้องกันกำจัดศัตรูพืชนั้น หากไม่รุนแรงจนเกินไป ควรใช้วิธีชีววิธีในการกำจัด เช่น การใช้ตัวห้ำ ตัวเบียน เป็นต้น เพื่อไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม แต่หากรุนแรงมากควรใช้สารที่ทดแทนสารเคมีที่ปลอดภัยกว่า เช่น สารสกัดจากสะเดา เป็นต้น ถ้าใช้สารเคมีควรจะดูที่มีการขึ้นทะเบียนแล้ว มีฉลากที่ชัดเจนและปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัดรวมทั้งต้องเก็บสารเคมีในที่มิดชิดและปลอดภัยจากเด็กและสัตว์เลี้ยง
- 4) การเก็บเกี่ยวผลผลิตต้องทำในเวลาที่เหมาะสม ไม่มีสารตกค้างของสารเคมีในระดับที่เป็นอันตราย ผลผลิตต้องผ่านการทำความสะอาด และเก็บรักษาในแหล่งที่สะอาด และมีสภาพแวดล้อมเหมาะสม

5) มีการบันทึกข้อมูลการปฏิบัติงาน และขั้นตอนการผลิตอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้สามารถตรวจสอบได้ และหากเกิดข้อผิดพลาดจะได้สามารถแก้ไขหรือปรับปรุง(เจษฎา มณีรัตน์, 2553)

การทำเกษตรที่ดีและเหมาะสม หรือ GAP เป็นประโยชน์ต่อทั้งตัวเกษตรกรเอง และผู้บริโภคในด้านความปลอดภัยจากสารเคมี อีกทั้งยังเป็นการเน้นการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม สินค้าเกษตรที่ได้จากการผลิตในระบบ GAP จะมีราคาสูง เนื่องจากการจัดการคุณภาพด้านการผลิตทางการเกษตรเพื่อให้ผลผลิตมีความปลอดภัย และเกิดความยั่งยืนทางการเกษตร (สำนักงานเกษตรอำเภอสามโคก, 2552)

ต้นทุนทางสิ่งแวดล้อมของกลุ่มครัวเรือนเกษตรกร

ในการผลิตทางการเกษตรย่อมก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทั้งจากการใช้สารเคมีในการกำจัดศัตรูพืช หรือการดำเนินการอื่นๆ ก็ตาม ดังนั้นจึงเกิดแนวคิดในการหาต้นทุนทางสิ่งแวดล้อมขึ้น โดยต้นทุนดังกล่าวจากการผลิตสินค้าเกษตรของประเทศไทยนั้นเท่ากับ 0.1213 บาท จากมูลค่าสินค้า 1 บาทหรือคิดเป็นร้อยละ 12.13 จากมูลค่าสินค้าทั้งหมด ซึ่งผลการศึกษานี้ได้อ้างอิงจาก สมบัติ พันทวีชัย (2555) จากการศึกษาต้นทุนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในการผลิตสินค้าและบริการตามแนวคิดการบริโภคและผลิตที่ยั่งยืนเพื่อจัดลำดับความสำคัญในการจัดการสิ่งแวดล้อมของประเทศไทยดังนั้นจึงสามารถกำหนดต้นทุนทางสิ่งแวดล้อมในแต่ละกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรและจำแนกได้ดังตารางที่ 4.13

จากตารางที่ 4.13 จะเห็นว่าในกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 1 ต้นทุนทางสิ่งแวดล้อมจากการผลิตมะเขือเทศสูงที่สุด คิดเป็น 14,814.19 บาทต่อไร่ รองลงมาคือการผลิตพริกหวานทั่วไป แดงกวาญี่ปุ่น และพริกหวาน GAP คิดเป็น 8,631.73 517.65 และ 359.82 บาทต่อไร่ ตามลำดับในกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 2 ต้นทุนทางสิ่งแวดล้อมของการผลิตพริกหวานทั่วไปสูงที่สุด คิดเป็น 3,935.10 บาทต่อไร่ รองลงมาคือการผลิตพริกหวาน GAP มะเขือเทศ และ แดงกวาญี่ปุ่น คิดเป็น 3,167.77 414.13 และ 386.31 บาทต่อไร่ ตามลำดับ และสุดท้ายคือกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 3 มีต้นทุนทางสิ่งแวดล้อมในการผลิตมะเขือเทศสูงที่สุด คิดเป็น 15,228.33 บาทต่อไร่ รองลงมาคือ การผลิตพริกหวานทั่วไป พริกหวาน GAP และ แดงกวาญี่ปุ่น คิดเป็น 8,136.04 1,298.47 และ 903.96 บาทต่อไร่ ตามลำดับ

ตารางที่ 4.13 ต้นทุนทางสิ่งแวดล้อมจากมูลค่าการผลิตแยกตามกลุ่มครัวเรือนเกษตรกร
ของหมู่บ้านม่วงคำ ปีการผลิต 2552/53

(หน่วย: บาทต่อไร่)

กลุ่มครัวเรือน เกษตรกร	ต้นทุนทางสิ่งแวดล้อมในการผลิตแต่ละชนิด			
	พริกหวานทั่วไป	พริกหวานภายใต้ระบบ GAP	มะเขือเทศ	แตงกวาญี่ปุ่น
1	8,631.73	359.82	14,814.19	517.65
2	3,935.10	3,167.77	414.13	386.31
3	8,136.04	1,298.47	15,228.33	903.96
เฉลี่ย	6,900.95	1,608.68	10,152.22	602.64

ที่มา: จากการคำนวณ

เป็นที่น่าสังเกตว่า ต้นทุนทางสิ่งแวดล้อมซึ่งคำนวณจากมูลค่าการผลิตนั้นในภาพรวมแล้ว การผลิตมะเขือเทศมีต้นทุนดังกล่าวสูงที่สุด แสดงว่ามะเขือเทศสามารถสร้างมูลค่าให้แก่เกษตรกรได้มากและในทางตรงข้าม การผลิตแตงกวาญี่ปุ่นสร้างมูลค่าให้แก่เกษตรกรได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น และเมื่อเปรียบเทียบต้นทุนทางสิ่งแวดล้อมระหว่างพริกหวานทั่วไปกับพริกหวาน GAP จะเห็นว่า ต้นทุนทางสิ่งแวดล้อมของพริกหวานนั้นสูงกว่าพริกหวาน GAP มาก หรืออีกนัยหนึ่งก็คือพริกหวานทั่วไปสามารถสร้างมูลค่าให้แก่เกษตรกรได้มากกว่าการผลิตพริกหวาน GAP ซึ่งอาจเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ไม่เป็นแรงจูงใจให้เกษตรกรหันมาผลิตพริกหวานภายใต้ระบบ GAP

สภาพทางการตลาด

ในการจำหน่ายพืชทั้ง 3 ชนิด ไม่ว่าจะเป็นพริกหวาน (ทั้งแบบทั่วไปและแบบ GAP) มะเขือเทศ และแตงกวาญี่ปุ่น เกษตรกรจะทำการแบ่งเกรดคุณภาพก่อนจำหน่ายออกสู่ตลาด ซึ่งราคาในแต่ละเกรดก็จะแตกต่างกันไปเมื่อพิจารณาช่องทางการจำหน่ายผลผลิตพบว่า ครัวเรือนเกษตรกรในแต่ละกลุ่มมีการเน้นช่องทางการขายแตกต่างกันออกไปโดยกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 1 เน้นขายที่ตลาดขายส่งหรือขายผ่านพ่อค้าคนกลางคิดเป็นร้อยละ 50.00 กลุ่มครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 2 เน้นให้พ่อค้ามารับซื้อที่ฟาร์มโดยตรงคิดเป็นร้อยละ 54.54 และกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 3 มีสัดส่วนการขายที่ตลาดขายส่งหรือผ่านพ่อค้าคนกลาง กับให้พ่อค้าเข้ามารับซื้อที่ฟาร์มใกล้เคียงกัน คิดเป็นร้อยละ 57.14 และ 42.86 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.14)

นอกจากนี้ยังพบว่าการขายผลผลิตให้กับโครงการหลวงมีสัดส่วนที่น้อยมาก คือมีเพียงครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 2 เท่านั้น โดยคิดเป็นร้อยละ 18.18 ซึ่งอาจเป็นเพราะว่าผลผลิตที่โครงการหลวงจะรับซื้อต้องเป็นสินค้าภายใต้ระบบ GAP หรือเกษตรกรบางรายแม้จะผลิตพืชภายใต้ระบบดังกล่าวแต่ในความเป็นจริงเกษตรกรอาจใช้สารเคมีในการกำจัดศัตรูพืชในปริมาณหรือความเข้มข้นที่น้อยกว่าเกษตรกรทั่วไปเพียงเล็กน้อยเท่านั้น และเมื่อนำมาจำหน่ายจึงไม่ผ่านการทดสอบสารพิษตกค้างในผลผลิต ทำให้เกษตรกรหันมาจำหน่ายสินค้าในช่องทางอื่นแทน แม้ว่าราคาที่รับจากตลาดจะต่ำกว่าราคาจากโครงการหลวงก็ตาม

สำหรับปริมาณผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ที่กลุ่มครัวเรือนเกษตรกรแต่ละลักษณะสามารถผลิตออกมาจำหน่ายได้ต่อไร่เป็นดังตารางที่ 4.15 คือ กลุ่มครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 1 สามารถผลิตมะเขือเทศได้สูงที่สุด คิดเป็น 45,135.23 กิโลกรัมต่อไร่ และผลิตแตงกวาญี่ปุ่นได้น้อยที่สุด คิดเป็น 1,812.86 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนปริมาณพริกหวานทั่วไปกับพริกหวานภายใต้ระบบ GAP สามารถผลิตได้ในจำนวนใกล้เคียงกัน คือ 4,867.40 และ 3,966.33 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ในกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 2 สามารถผลิตพริกหวานทั่วไป พริกหวานภายใต้ระบบ GAP และแตงกวาญี่ปุ่นได้ในปริมาณที่ไม่ต่างกันมากนัก คิดเป็น 4,017.77 5,974.32 และ 4,184.70 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ และผลิตมะเขือเทศได้น้อยที่สุด คือ 3,365.65 กิโลกรัมต่อไร่ และสุดท้าย กลุ่มครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 3 สามารถผลิตมะเขือเทศได้สูงที่สุดเช่นเดียวกับครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 1 คิดเป็น 28,728.30 กิโลกรัมต่อไร่ และผลิตแตงกวาญี่ปุ่นได้น้อยที่สุด คิดเป็น 1,876.73 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนพริกหวานทั่วไปที่ผลิตได้มีปริมาณสูงกว่าพริกหวานภายใต้ระบบ GAP กว่าสองเท่า คือ 9,731.79 และ 5,281.83 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ทั้งนี้เมื่อพิจารณาปริมาณผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่แบบรายพืชพบว่า พริกหวานทั่วไปได้ผลผลิตเฉลี่ย 6,205.65 กิโลกรัมต่อไร่ พริกหวานภายใต้ระบบ GAP ได้ผลผลิตเฉลี่ย 5,074.16 กิโลกรัมต่อไร่ มะเขือเทศได้ผลผลิตเฉลี่ย 25,743.06 กิโลกรัมต่อไร่ และแตงกวาญี่ปุ่นได้ผลผลิตเฉลี่ย 2,624.77 กิโลกรัมต่อไร่

เมื่อพิจารณาเกรดคุณภาพของผลผลิตของทั้ง 3 กลุ่มครัวเรือนเกษตรกรโดยรวมแล้วสามารถผลิตสินค้าได้คุณภาพคือสามารถผลิตได้เกรด A มากกว่าเกรดอื่น แต่จะมีบางพืชเท่านั้นและบางกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรเท่านั้นที่ผลิตได้เกรด A น้อย แต่จะได้เกรดอื่นโดยเฉพาะเกรดคละนั้นมาก ได้แก่ แตงกวาญี่ปุ่นในกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 1 และที่ 3 ที่ผลิตได้เกรดคละสูงกว่าเกรดอื่น คิดเป็นร้อยละ 38.51 และ 84.42 ตามลำดับ และในกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 2 ได้ผลผลิตมะเขือเทศและแตงกวาญี่ปุ่นเป็นเกรดคละทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ 100 (ตารางที่ 4.16)

ตารางที่ 4.14 ลักษณะช่องทางการจำหน่ายแยกตามกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรในหมู่บ้านม่วงคำ
ปีการผลิต 2552/ 53

(หน่วย: ร้อยละ)

ช่องทางการจำหน่าย	กลุ่มครัวเรือนเกษตรกรแต่ละลักษณะ		
	1	2	3
ขายที่ตลาดขายส่ง/ ผ่านพ่อค้าคนกลาง	50.00	27.27	57.14
พ่อค้าเข้ามารับซื้อที่ฟาร์ม	16.67	54.54	42.86
โครงการหลวง	-	18.18	-
ขายให้ผู้บริโภคโดยตรง	33.33	-	-

ที่มา: จากการคำนวณ

ตารางที่ 4.15 ปริมาณผลผลิตเฉลี่ยของพืชแต่ละชนิดแยกตามกลุ่มครัวเรือนเกษตรกร
ของหมู่บ้านม่วงคำ ปีการผลิต 2552/53

(หน่วย: กิโลกรัมต่อไร่)

กลุ่มครัวเรือน เกษตรกร	ปริมาณผลผลิตเฉลี่ยของพืชแต่ละชนิด			
	พริกหวานทั่วไป	พริกหวานภายใต้ระบบ GAP	มะเขือเทศ	แตงกวาญี่ปุ่น
1	4,867.40	3,966.33	45,135.23	1,812.86
2	4,017.77	5,974.32	3,365.65	4,184.71
3	9,731.79	5,281.83	28,728.30	1,876.73
เฉลี่ย	6,205.65	5,074.16	25,743.06	2,624.77

ที่มา: จากการคำนวณ

ในส่วนของราคาที่เกษตรกรขายได้นั้นเป็นราคาแบบตลาดรายเดือนเฉลี่ยในปีการผลิต 2552/53 จากโครงการศึกษาระบบการตลาดของสินค้าโครงการหลวง ซึ่งพบว่าผลผลิตพริกหวานที่ไม่อยู่ภายใต้ระบบ GAP มีราคาเฉลี่ยทั้งปีอยู่ที่ 46.02 บาท และพริกหวานที่อยู่ในระบบ GAP มีราคาเฉลี่ยอยู่ที่ 51.36 บาท ซึ่งราคาของผลผลิตดังกล่าวจะค่อนข้างสูงในช่วงปลายปีตั้งแต่เดือนกันยายน จนถึงเดือนธันวาคม ส่วนราคาเฉลี่ยของมะเขือเทศอยู่ที่ 13.56 บาท โดยราคาค่อนข้างต่ำในช่วงต้นปีถึงกลางปีตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์จนถึงเดือนพฤษภาคม และจะสูงในช่วงปลายปีเช่นเดียวกับพริกหวาน ซึ่งสาเหตุหนึ่งอาจเป็นเพราะว่าผลผลิตที่ออกในช่วงปลายปีนั้น เกษตรกรจะต้องเผชิญกับช่วงปลายฝนต้นหนาว อากาศเปลี่ยนแปลงบ่อย ทำให้ดูแลยาก เกิดโรคและแมลงตามมา (กรมวิชาการเกษตร, 2554) ส่งผลให้ผลผลิตเสียหายบางส่วนและออกสู่ตลาดในปริมาณน้อย ทำให้ราคา

ในช่วงนี้สูงกว่าช่วงอื่น ส่วนแคงกวางญี่ปุ่นนั้นราคาเฉลี่ยอยู่ที่กิโลกรัม 35.88 บาท และราคาจะใกล้เคียงกันตลอดทั้งปี มีเพียงในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนพฤศจิกายนที่ราคาจะสูงกว่าเดือนอื่นๆ (ตารางที่ 4.17)

ตารางที่ 4.16 เกรดคุณภาพของผลผลิตแยกตามกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรของหมู่บ้านม่วงคำ
ปีการผลิต 2552/53

(หน่วย: ร้อยละ)

เกรดคุณภาพ	พริกหวานทั่วไป	พริกหวานภายใต้ระบบ GAP	มะเขือเทศ	แคงกวางญี่ปุ่น
เกรดคุณภาพของครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 1				
A	42.31	45.72	37.15	27.03
B	30.26	38.65	32.81	34.46
C	27.43	15.63	22.13	-
คละ	-	-	7.91	38.51
เกรดคุณภาพของครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 2				
A	48.57	43.81	-	-
B	24.52	40.22	-	-
C	20.97	15.97	-	-
คละ	5.93	-	100.00	100.00
เกรดคุณภาพของครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 3				
A	50.73	53.18	33.57	6.85
B	39.79	39.24	29.64	8.73
C	7.28	7.58	20.00	-
คละ	2.20	-	16.79	84.42

ที่มา: จากการคำนวณ

ตารางที่ 4.17 ราคาเฉลี่ยรายเดือนของพืชแต่ละชนิดที่ผลิตในโรงเรียนพลาศดึกของหมู่บ้านม่วงคำ
ปีการผลิต 2552/53

เดือน	ราคาเฉลี่ยรายเดือน (บาท/กก.)			
	พริกหวานทั่วไป	พริกหวานภายใต้ระบบ GAP	มะเขือเทศ	แตงกวาญี่ปุ่น
เดือนมกราคม	46.38	51.76	13.83	35.78
เดือนกุมภาพันธ์	42.36	47.27	9.79	35.53
เดือนมีนาคม	41.18	45.96	8.37	35.56
เดือนเมษายน	41.18	45.96	7.95	35.56
เดือนพฤษภาคม	38.78	43.28	9.57	34.92
เดือนมิถุนายน	41.90	46.76	13.75	34.75
เดือนกรกฎาคม	45.66	50.96	11.22	34.92
เดือนสิงหาคม	49.69	55.45	18.05	35.00
เดือนกันยายน	50.86	56.76	10.22	35.50
เดือนตุลาคม	50.86	56.76	19.83	37.75
เดือนพฤศจิกายน	53.86	59.44	21.28	42.50
เดือนธันวาคม	50.15	55.96	18.81	32.82
เฉลี่ย	46.02	51.36	13.56	35.88

ที่มา: ภายใต้โครงการศึกษาระบบการตลาดของสินค้าโครงการหลวง (2552)

บทที่ 5

ผลการศึกษา

การศึกษาในครั้งนี้ใช้แบบจำลองที่เรียกว่า Quadratic Programming เข้ามาวางแผนการผลิตพืชภายใต้ความเสี่ยง แต่การวิเคราะห์ในแบบจำลองดังกล่าว จำเป็นต้องใช้แบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้น หรือ Linear Programming มาวางแผนการผลิตพืชภายใต้สถานการณ์ที่ไม่มีความเสี่ยง เพื่อทราบรายได้เหนือต้นทุนสูงสุด จากการทำกิจกรรมทางการเกษตรภายใต้ข้อจำกัดต่างๆ ที่มีอยู่ โดยแบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้น ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective Function) สมการเงื่อนไขหรือข้อจำกัด (Constraint or Restrictive Equation) และ กิจกรรมทางเลือกที่ไม่ติดลบ (Non- Negative) ซึ่งเมื่อทราบรายได้เหนือต้นทุนเงินสดสูงสุดแล้ว จะนำไปวิเคราะห์ในแบบจำลอง Quadratic Programming เพื่อทราบความแปรปรวนของรายได้ที่น้อยที่สุด

ผลการศึกษาจากแบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้น

จากผลการวิเคราะห์ของครัวเรือนเกษตรกรที่ผลิตพืชในโรงเรียนพลาสติกของหมู่บ้านม่วงคำทั้ง 3 ลักษณะ โดยใช้แบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming) เพื่อหารายได้รวมสุทธิสูงสุด พบว่ากลุ่มครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 1 มีที่ดินเฉลี่ยครัวเรือนละ 1.36 ไร่ มีทุนเงินสด 86,283.62 บาทต่อปี มีแรงงานในครัวเรือนเฉลี่ยต่อเดือน 32.85 วันงาน หากทำการผลิตตามแผนการผลิตที่เหมาะสมแนะนำจะใช้พื้นที่เพื่อผลิตมะเขือเทศตลอดทั้งปีโดยเริ่มปลูกในเดือนมกราคม เดือนพฤษภาคม และเดือนกันยายนอย่างละ 1.36 ไร่ (ตารางที่ 5.1) ซึ่งแผนการผลิตที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะปริมาณผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ของมะเขือเทศมีปริมาณสูงที่สุดในบรรดาพืชในโรงเรียนพลาสติกคือ 45,135.23 กิโลกรัม ถึงแม้ว่าราคาอาจจะไม่สูงมากก็ตาม แต่เมื่อคิดเป็นมูลค่าการซื้อขายทำให้มะเขือเทศเป็นพืชเดียวที่อยู่ในแผนการผลิตที่เหมาะสม

ในการจ้างแรงงานเข้ามาช่วยในแต่ละเดือนของกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรมีจำนวนใกล้เคียงกันโดยเฉพาะเดือนที่สองของการผลิตที่ต้องมีการปักกิ่งต้นเพื่อพวงลำต้นไว้ซึ่งต้องใช้จำนวนแรงงานมากและใช้เวลาในการทำงาน ทำให้ปริมาณการจ้างงานอาจสูงกว่าในช่วงอื่น และครัวเรือนเกษตรกรมีรายได้เหนือต้นทุนเงินสดสูงสุด เท่ากับ 1,335,015.21 บาท (ตารางที่ 5.2)

สำหรับกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 2 มีที่ดินเฉลี่ยครัวเรือนละ 3.13 ไร่ มีทุนเงินสด 1,031,600.50 บาทต่อปี มีแรงงานในครัวเรือนเฉลี่ยต่อเดือน 34.48 วันงาน หากทำการผลิตตามแผนการผลิตที่เหมาะสมจะแนะนำให้ใช้พื้นที่เพื่อผลิตแตงกวาญี่ปุ่นในเดือนกรกฎาคม 1.57 ไร่ และผลิตพริกหวานภายใต้ระบบ GAP ในเดือนกันยายน 1.57 ไร่ จากนั้นผลิตอีกครั้งในเดือนพฤศจิกายนอีก 1.57 ไร่ (ตารางที่ 5.1) โดยแผนการผลิตดังกล่าวเลือกที่จะผลิตพริกหวานภายใต้ระบบ GAP แทนที่จะผลิตพริกหวานทั่วไป อาจเนื่องจากว่าพริกหวานภายใต้ระบบ GAP มีราคาและปริมาณผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่สูงกว่าพริกหวานทั่วไป

ในส่วนของการจ้างแรงงานนั้นเกษตรกรมีการจ้างเกือบทุกเดือนตลอดระยะเวลาการผลิต ซึ่งการผลิตพืชภายใต้ระบบ GAP อาจจะต้องเวลาในการดูแลเอาใจใส่มากกว่าการผลิตโดยทั่วไป ทำให้แรงงานที่ใช้มากขึ้นตามไปด้วย โดยเฉพาะในเดือนเมษายน เดือนพฤษภาคม และเดือนมิถุนายน ที่มีการจ้างงานสูงกว่าเดือนอื่นๆ คือ 86.57 71.31 และ 107.01 วันงาน ตามลำดับ ซึ่งเป็นช่วงเวลาของการเก็บเกี่ยวผลผลิตพริกหวานทั้งสองรอบ ทำให้ต้องใช้แรงงานเพิ่มนอกเหนือจากแรงงานในครัวเรือน และครัวเรือนเกษตรกรมีรายได้เหนือต้นทุนเงินสดสูงสุดเท่ากับ 773,459.73 บาท (ตารางที่ 5.2)

สำหรับกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 3 มีที่ดินเฉลี่ยครัวเรือนละ 4.38 ไร่ มีทุนเงินสด 189,225.05 บาทต่อปี มีแรงงานในครัวเรือนเฉลี่ยต่อเดือน 45.20 วันงาน หากทำการผลิตตามแผนการผลิตที่เหมาะสมจะแนะนำให้ใช้พื้นที่เพื่อผลิตมะเขือเทศในเดือนเมษายนจำนวน 1 ไร่ ในเดือนสิงหาคมผลิตอีก 2.68 ไร่ เมื่อถึงเดือนตุลาคมเปลี่ยนมาผลิตพริกหวานทั่วไป 1.67 ไร่ และผลิตในเดือนธันวาคมอีก 1.67 ไร่ พร้อมกับผลิตมะเขือเทศอีก 1 ไร่ (ตารางที่ 5.1) สำหรับกลุ่มนี้แม้ราคาของพริกหวานทั่วไปจะต่ำกว่าพริกหวานภายใต้ระบบ GAP เพียงเล็กน้อยแต่ปริมาณผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่กลับสูงกว่ามาก อีกทั้งปริมาณผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ของมะเขือเทศก็สูงมากเช่นกัน จึงอาจเป็นแรงจูงใจให้แผนการผลิตที่เหมาะสมเลือกพืชดังกล่าวเข้ามาในแผน

เกษตรกรมีการจ้างแรงงานเพื่อเข้ามาช่วยในการผลิตในแต่ละเดือนเป็นจำนวนมากว่า 100 วันงาน เป็นระยะเวลาเกือบตลอดทั้งปีตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์จนถึงเดือนธันวาคม อาจเป็นเพราะแผนการผลิตดังกล่าวมีการใช้พื้นที่เพื่อผลิตพืชหลายชนิดในเวลาคาบเกี่ยวกันทำให้ต้องใช้แรงงานมาก มีเพียงบางเดือนเท่านั้นที่จ้างมาเพียงเล็กน้อย คือในเดือนกุมภาพันธ์ เดือนพฤศจิกายน และเดือนธันวาคมซึ่งเป็นช่วงเริ่มต้นในการผลิตพืชแต่ละชนิดคิดเป็น 46.87 43.44 และ 1.07 วันงาน

ตามลำดับ และครัวเรือนเกษตรกรมีรายได้เหนือต้นทุนเงินสดสูงสุด เท่ากับ 2,070,830.53 บาท (ตารางที่ 5.2)



ตารางที่ 5.1 แผนการผลิตที่เหมาะสมจากการวิเคราะห์แบบจำลองเชิงเส้นของครัวเรือนเกษตรกรทั้ง 3 ลักษณะ

กิจกรรมการผลิต	เดือน											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
กลุ่มครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 1 (1,335,015.21)*												
ผลิตมะเขือเทศ (ม.ค. ถึง ธ.ค.)	1.36 ไร่				1.36 ไร่				1.36 ไร่			
กลุ่มครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 2 (773,459.73)*												
ผลิตแตงกวาญี่ปุ่น (ก.ค. ถึง ต.ค.)							1.57 ไร่					
ผลิตพริกหวาน GAP (ก.ย. ถึง มิ.ย.)	1.57 ไร่											
ผลิตพริกหวานท GAP (พ.ย. ถึง ส.ค.)	1.57 ไร่											
กลุ่มครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 3 (2,070,830.53)*												
ผลิตมะเขือเทศ (เม.ย. ถึง ก.ค.)				1.00 ไร่								
ผลิตมะเขือเทศ (ส.ค. ถึง พ.ย.)								2.68 ไร่				
ผลิตพริกหวานทั่วไป (ต.ค. ถึง ก.ค.)	1.67 ไร่											
ผลิตพริกหวานทั่วไป (ธ.ค. ถึง ก.ย.)	1.67 ไร่											
ผลิตมะเขือเทศ (ธ.ค. ถึง มี.ค.)	1.00 ไร่											

หมายเหตุ: * หมายถึง รายได้เนื้อต้นทุนเงินสด (หน่วย: บาท)

ที่มา: จากการคำนวณ

ตารางที่ 5.2 กิจกรรมการจ้างแรงงานจากแผนการผลิตที่เหมาะสมจากการวิเคราะห์แบบจำลอง
โปรแกรมเชิงเส้นของครัวเรือนเกษตรกรทั้ง 3 ลักษณะ

(หน่วย: วันงาน)

กิจกรรมการจ้างแรงงาน	ลักษณะกลุ่มครัวเรือนเกษตรกร		
	ลักษณะที่ 1	ลักษณะที่ 2	ลักษณะที่ 3
เดือนมกราคม	-	24.69	-
เดือนกุมภาพันธ์	34.51	24.77	46.87
เดือนมีนาคม	27.60	56.57	92.65
เดือนเมษายน	10.87	86.57	101.64
เดือนพฤษภาคม	-	71.31	236.72
เดือนมิถุนายน	22.27	107.10	203.33
เดือนกรกฎาคม	27.60	60.17	180.10
เดือนสิงหาคม	10.87	38.90	112.02
เดือนกันยายน	-	22.90	116.76
เดือนตุลาคม	22.27	0.34	95.53
เดือนพฤศจิกายน	27.60	21.94	43.44
เดือนธันวาคม	10.86	-	1.07

ที่มา: จากการคำนวณ

ผลการศึกษาจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กำลังสอง

ผลจากการวิเคราะห์หาแผนการผลิตที่เหมาะสมภายใต้สถานการณ์ความเสี่ยงซึ่งอาศัยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กำลังสอง (Quadratic Programming) โดยจะพิจารณาความเสี่ยงของรายได้ที่ได้จากการผลิตพืชในโรงเรือนพลาสติกของหมู่บ้านม่วงคำ ผลการศึกษจะทำให้ได้แผนการผลิตพืชที่เหมาะสมโดยมีรายได้ที่คาดว่าจะได้รับสูงสุด เมื่อกำหนดค่าความแปรปรวนของรายได้ให้คงที่ในระดับหนึ่ง หรือได้แผนการผลิตที่มีค่าความแปรปรวนของรายได้น้อยที่สุด เมื่อกำหนดให้รายได้ที่คาดว่าจะได้รับมีค่าคงที่ในระดับหนึ่ง ซึ่งจะทำให้ผู้ตัดสินใจหรือเกษตรกรได้รับ Expected Utility สูงที่สุด

สำหรับรายได้ที่คาดว่าจะได้รับสูงสุดจะได้จากแผนการผลิตที่เหมาะสมซึ่งเป็นผลการศึกษาจากแบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้นโดยไม่ได้นำถึงความเสี่ยง และมีการกำหนดรายได้ที่

คาดหวังเพิ่มเข้ามาอีก 3 ระดับ จากการลดรายได้เหนือต้นทุนเงินสดสูงสุดลงดังรายละเอียดที่กล่าวไว้แล้วในบทที่ 3

อย่างไรก็ตามในการวางแผนการผลิตสิ่งที่เกษตรกรควรคำนึงถึงนั่นก็คือระดับความเป็นพิษที่เกิดขึ้นทั้งต่อตัวเกษตรกรเอง ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม รวมถึงต้นทุนทางสิ่งแวดล้อมจากการผลิตทางการเกษตรที่สามารถสะท้อนถึงหลักการผู้ก่อมลพิษเป็นผู้จ่าย และเป็นมาตรการหนึ่งในการสร้างแรงจูงใจให้ผู้ก่อมลพิษหรือในที่นี้คือเกษตรกรเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเพื่อลดการสร้างมลพิษและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ ดังนั้นในรายละเอียดเหล่านี้สามารถดูได้จากบทที่ 2

ผลการวิเคราะห์กลุ่มครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 1 ของหมู่บ้านม่วงคำ

กรณีที่ 1 แผนการผลิต ณ ระดับรายได้ที่คาดหวังสูงสุด

ผลการวิเคราะห์กลุ่มครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 1 พบว่า ครัวเรือนเกษตรกรมีที่ดินเฉลี่ย ครัวเรือนละ 1.36 ไร่ มีทุนเงินสด 86,283.62 บาทต่อปี มีแรงงานในครัวเรือนเฉลี่ยต่อเดือน 32.85 วันงาน ณ ระดับรายได้ที่คาดว่าจะได้รับสูงสุด 1,335,015.21 บาท หากทำการผลิตตามแผนการผลิตที่เหมาะสมแนะนำเกษตรกรจะใช้พื้นที่เพื่อผลิตมะเขือเทศตลอดทั้งปีโดยเริ่มปลูกในเดือนมกราคม เดือนพฤษภาคม และเดือนกันยายนอย่างละ 1.36 ไร่ (ตารางที่ 5.3) และเกษตรกรมีการจ้างแรงงานเข้ามาช่วยในแต่ละเดือนจำนวนใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 5.4)

สำหรับค่าความเป็นพิษจากการผลิตพืชตามแผนการผลิตที่เหมาะสมแนะนำโดยเกิดขึ้นกับเกษตรกร ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อมมีค่าเท่ากับ 47.92 17.5 และ 164.43ต่อไร่ ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าค่าความเป็นพิษเฉลี่ยของพืชที่ผลิตในพื้นที่ ร้อยละ 92.76 38.23 และ 30.82ตามลำดับ (ตารางที่ 5.9) นอกจากนี้ต้นทุนทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นคิดเป็น 60,441.90 บาท ดังนั้นหากเกษตรกรคำนึงถึงต้นทุนดังกล่าวแล้วจะทำให้เกษตรกรมีรายได้เหนือต้นทุนเงินสด 1,274,573.31 บาท (ตารางที่ 5.10)

กรณีที่ 2 แผนการผลิต ณ ระดับรายได้ที่คาดหวังลดลงร้อยละ 28.90

เมื่อลดระดับรายได้ที่คาดหวังลงร้อยละ 28.90 จะทำให้ครัวเรือนเกษตรกรมีรายได้ที่คาดว่าจะได้รับ 949,195.81 บาท โดยแผนการผลิตจะแนะนำให้ครัวเรือนเกษตรกรผลิตมะเขือเทศหลัก โดยแบ่งเป็น 2 ช่วง (ตารางที่ 5.3) ดังนี้

1. ผลิตมะเขือเทศในเดือนเมษายน จำนวน 1.18 ไร่
2. ผลิตมะเขือเทศในเดือนกันยายน จำนวน 1.22 ไร่

เกษตรกรมีการจ้างแรงงานเพิ่มเพื่อเข้ามาช่วยในการผลิตในแต่ละเดือนใกล้เคียงกัน โดยรวมแล้วไม่เกิน 30 วันงานต่อเดือน (ตารางที่ 5.4) และสำหรับความเป็นพิษที่เกิดขึ้นกับเกษตรกร ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม จากการผลิตทางการเกษตรตามที่แผนการผลิตแนะนำสามารถวัดค่าความเป็นพิษได้ 28.19 10.19 และ 96.72 ต่อไร่ ตามลำดับ โดยค่าความเป็นพิษที่เกิดขึ้นกับเกษตรกรเพิ่มขึ้นจากค่าความเป็นพิษเฉลี่ยของพืชที่ผลิตในพื้นที่ ร้อยละ 13.39 แต่สำหรับผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อมนั้นลดลงร้อยละ 18.72 และ 23.05 ตามลำดับ (ตารางที่ 5.9) นอกจากนี้ต้นทุนทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นคิดเป็น 36,983.86 บาท ดังนั้นหากเกษตรกรคำนึงถึงต้นทุนดังกล่าวแล้วจะทำให้เกษตรกรมีรายได้เหนือต้นทุนเงินสด 912,211.95 บาท (ตารางที่ 5.10)

กรณีที่ 3 แผนการผลิต ณ ระดับรายได้ที่คาดหวังลดลงร้อยละ 51.12

ณ ระดับรายได้ที่คาดว่าจะได้รับ 652,555.43 บาท ซึ่งได้จากการลดระดับรายได้ที่คาดหวังลงร้อยละ 51.12 นั้น แผนการผลิตที่เหมาะสมแนะนำให้ผลิตแตงกวาญี่ปุ่นและมะเขือเทศเป็นหลัก (ตารางที่ 5.3) โดยแผนการผลิตเป็นดังนี้

1. ผลิตมะเขือเทศในเดือนมกราคม 0.41 ไร่
2. ผลิตแตงกวาญี่ปุ่นในเดือนเมษายน 0.67 ไร่
3. ผลิตมะเขือเทศในเดือนพฤษภาคม 0.53 ไร่

เกษตรกรมีการใช้แรงงานในครัวเรือนเป็นหลัก เนื่องจากมีการจ้างงานเพิ่มเพื่อเข้ามาช่วยในการผลิตน้อยมากเพียงไม่เกิน 10 วันงานต่อเดือน (ตารางที่ 5.4) และความเป็นพิษที่เกิดขึ้นกับเกษตรกร ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม จากการผลิตทางการเกษตรตามที่แผนการผลิตแนะนำ สามารถวัดค่าความเป็นพิษได้ดังนี้ 29.37 11.49 และ 106.19 ตามลำดับ ทั้งนี้ความเป็นพิษที่เกิดขึ้นกับเกษตรกรเพิ่มขึ้นจากค่าความเป็นพิษเฉลี่ยของพืชที่ผลิตในพื้นที่ร้อยละ 18.14 แต่สำหรับผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อมลดลง ร้อยละ 9.24 และ 15.23 ตามลำดับ (ตารางที่ 5.9) นอกจากนี้ต้นทุนทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นคิดเป็น 32,139.92 บาท ดังนั้นหากเกษตรกรคำนึงถึงต้นทุนดังกล่าวแล้วจะทำให้เกษตรกรมีรายได้เหนือต้นทุนเงินสด 620,415.51 บาท (ตารางที่ 5.10)

กรณีที่ 4 แผนการผลิต ณ ระดับรายได้ที่คาดหวังลดลงร้อยละ 76.03

ณ ระดับรายได้ที่คาดว่าจะได้รับ 320,003.15 บาท ซึ่งได้จากการลดระดับรายได้ที่คาดหวังลงร้อยละ 76.03 ได้แผนการผลิตที่แนะนำให้ผลิตแตงกวาญี่ปุ่นและมะเขือเทศเป็นหลักเช่นเดียวกับกรณีที่ 2 (ตารางที่ 5.3) รายละเอียดมีดังนี้

1. ผลิตแตงกวาญี่ปุ่นในเดือนกุมภาพันธ์ 1.06 ไร่
2. ผลิตแตงกวาญี่ปุ่นในเดือนมิถุนายน 0.79 ไร่
3. ผลิตแตงกวาญี่ปุ่นในเดือนสิงหาคม 0.42 ไร่
4. ผลิตมะเขือเทศในเดือนตุลาคม 0.79 ไร่

ตลอดทั้งปีเกษตรกรแทบไม่มีการจ้างงานเลย มีเพียงเดือนมกราคม พฤศจิกายน และเดือนธันวาคมเท่านั้นที่มีการจ้างงานเพิ่ม แต่ยังคงเป็นจำนวนที่น้อยมากคิดเป็น 1.98 10.29 และ 12.6 วันงาน ตามลำดับ (ตารางที่ 5.4) และความเป็นพิษที่เกิดขึ้นกับเกษตรกร ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม จากการผลิตทางการเกษตรตามที่แผนการผลิตแนะนำสามารถวัดค่าความเป็นพิษได้ดังนี้ 38.35 16.61 และ 151.13 ต่อไร่ โดยลดลงจากค่าความเป็นพิษเฉลี่ยของพืชที่ผลิตในพื้นที่ร้อยละ 45.92 49.37 และ 53.93 ตามลำดับ (ตารางที่ 5.9) นอกจากนี้ต้นทุนทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นคิดเป็น 15,232.02 บาท ดังนั้นหากเกษตรกรคำนึงถึงต้นทุนดังกล่าวแล้วจะทำให้เกษตรกรมีรายได้เหนือต้นทุนเงินสด 304,771.13 บาท (ตารางที่ 5.10)

ตารางที่ 5.3 แผนการผลิตที่เหมาะสมภายใต้ความเสี่ยงโดยใช้แบบจำลอง Quadratic Programming ของกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 1

กิจกรรมการผลิต	เดือน											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
กรณีที่ 1 ระดับรายได้ที่คาดหวังสูงสุด (1,335,015.21)*												
ผลิตมะเขือเทศ (ม.ค. ถึง ธ.ค.)	1.36 ไร่				1.36 ไร่				1.36 ไร่			
กรณีที่ 2 ระดับรายได้ที่คาดหวังลดลงร้อยละ 28.90 (949,195.81)*												
ผลิตมะเขือเทศ (เม.ย. ถึง ก.ค.)				1.18 ไร่								
ผลิตมะเขือเทศ (ส.ค. ถึง พ.ย.)									1.22 ไร่			
กรณีที่ 3 ระดับรายได้ที่คาดหวังลดลงร้อยละ 51.12 (652,555.43)*												
ผลิตมะเขือเทศ (ม.ค. ถึง เม.ย.)	0.41 ไร่											
ผลิตแตงกวาญี่ปุ่น (เม.ย. ถึง ก.ค.)				0.67 ไร่								
ผลิตมะเขือเทศ (พ.ค. ถึง ส.ค.)					0.53 ไร่							
ผลิตมะเขือเทศ (ส.ค. ถึง พ.ย.)								0.43 ไร่				
ผลิตมะเขือเทศ (ธ.ค. ถึง มี.ค.)	0.40 ไร่											

ตารางที่ 5.3 (ต่อ)

กิจกรรมการผลิต	เดือน											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
กรณีที่ 4 ระดับรายได้ที่คาดหวังลดลงร้อยละ 71.03 (320,003.15)*												
ผลิตแตงกวาญี่ปุ่น (ก.พ. ถึง พ.ค.)		1.06 ไร่										
ผลิตแตงกวาญี่ปุ่น (มิ.ย. ถึง ก.ย.)						0.79 ไร่						
ผลิตแตงกวาญี่ปุ่น (ส.ค. ถึง พ.ย.)								0.42 ไร่				
ผลิตมะเขือเทศ (ต.ค. ถึง ม.ค.)										0.79 ไร่		

หมายเหตุ: * หมายถึง รายได้เนื้อต้นทุนเงินสด (หน่วย: บาท)

ที่มา: จากการคำนวณ

ตารางที่ 5.4 กิจกรรมการจ้างแรงงานจากแผนการผลิตที่เหมาะสมภายใต้ความเสี่ยงโดยใช้
แบบจำลอง Quadratic Programming ของกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 1

(หน่วย: วันงาน)

กิจกรรมการจ้างแรงงาน	ระดับรายได้ที่คาดหวัง			
	กรณีที่ 1	กรณีที่ 2 (28.90%)	กรณีที่ 3 (51.12%)	กรณีที่ 4 (76.03%)
เดือนมกราคม	-	-	-	1.98
เดือนกุมภาพันธ์	35.51	-	8.79	-
เดือนมีนาคม	27.60	0.72	7.66	-
เดือนเมษายน	10.87	-	-	-
เดือนพฤษภาคม	-	20.80	-	-
เดือนมิถุนายน	22.27	25.80	0.15	-
เดือนกรกฎาคม	27.60	11.24	-	-
เดือนสิงหาคม	10.87	-	1.46	-
เดือนกันยายน	-	-	-	-
เดือนตุลาคม	22.27	18.70	-	-
เดือนพฤศจิกายน	27.60	25.52	3.26	10.26
เดือนธันวาคม	10.87	12.39	-	12.60

ที่มา: จากการคำนวณ

ผลการวิเคราะห์กลุ่มครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 2 ของหมู่บ้านม่วงคำ

กรณีที่ 1 แผนการผลิต ณ ระดับรายได้ที่คาดหวังสูงสุด

ผลการศึกษาจากกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 2 พบว่า ครัวเรือนเกษตรกรมีที่ดินเฉลี่ย 3.125 ไร่ มีทุนเงินสด 1,031,600.50 บาทต่อปี มีแรงงานในครัวเรือนเฉลี่ยต่อเดือน 34.48 วันงาน ณ ระดับรายได้ที่คาดว่าจะได้รับสูงสุด 773,459.73 บาท โดยแผนการผลิตที่เหมาะสมจะแนะนำให้ใช้พื้นที่เพื่อผลิตแตงกวาญี่ปุ่นในเดือนกรกฎาคม 1.57 ไร่ และผลิตพริกหวานทั่วไปในเดือนกันยายน 1.57 ไร่ จากนั้นผลิตอีกครั้งในเดือนพฤศจิกายนอีก 1.57 ไร่ (ตารางที่ 5.5) และมีการจ้างแรงงานเพิ่มเกือบทุกเดือนตลอดระยะเวลาการผลิต โดยเฉพาะในเดือนเมษายน เดือนพฤษภาคม

และเดือนมิถุนายน ที่มีการจ้างงานสูงกว่าเดือนอื่นๆ คือ 86.57 71.31 และ 107.01 วันงาน ตามลำดับตามลำดับ (ตารางที่ 5.6) และความเป็นพิษที่เกิดขึ้นกับเกษตรกร ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม จากการทำการเกษตรตามที่แผนการผลิตแนะนำสามารถวัดค่าความเป็นพิษ (EIQ) ได้ดังนี้ 312.33 129.50 และ 1,378.35 ตามลำดับ โดยเพิ่มขึ้นจากการค่าความเป็นพิษเฉลี่ยของพืชที่ผลิตในพื้นที่ร้อยละ 1,156.36 116.91 และ 996.63 ต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 5.9) นอกจากนี้ต้นทุนทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นคิดเป็น 10,553.30 บาท ดังนั้นหากเกษตรกรคำนึงถึงต้นทุนดังกล่าวแล้วจะทำให้เกษตรกรมีรายได้เหนือต้นทุนเงินสด 762,906.43 บาท (ตารางที่ 5.10)

กรณีที่ 2 แผนการผลิต ณ ระดับรายได้ที่คาดหวังลดลงร้อยละ 28.90

เมื่อลดระดับรายได้ที่คาดหวังลงร้อยละ 28.90 จะทำให้ครัวเรือนเกษตรกรมีรายได้ที่คาดว่าจะได้รับลดลงเหลือ 549,929.87 บาท อีกทั้งแผนการผลิตแนะนำให้ครัวเรือนเกษตรกรเปลี่ยนมาผลิตแตงกวาญี่ปุ่นและพริกหวานภายใต้ระบบ GAP เป็นหลัก (ตารางที่ 5.5) คือ

1. ผลิตแตงกวาญี่ปุ่นเดือนกุมภาพันธ์ 1.6 ไร่
2. ผลิตแตงกวาญี่ปุ่นเดือนมิถุนายน 1.6 ไร่
3. ผลิตแตงกวาญี่ปุ่นเดือนกรกฎาคม 0.71 ไร่
4. ผลิตพริกหวานภายใต้ระบบ GAP เดือนกันยายน 0.71 ไร่
5. ผลิตแตงกวาญี่ปุ่นเดือนตุลาคม 1.6 ไร่
6. ผลิตพริกหวานภายใต้ระบบ GAP 0.71 ไร่

เกษตรกรมีการจ้างแรงงานในแต่ละเดือนจำนวนไม่มากนักโดยแต่ละเดือนจ้างงาน โดยในเดือนเมษายนมีการจ้างแรงงานสูงสุดจำนวน 45.40 วันงาน รองลงมาคือเดือนกุมภาพันธ์และเดือนพฤษภาคมจำนวน 36.52 และ 35.38 วันงาน ตามลำดับ (ตารางที่ 5.6) และความเป็นพิษที่เกิดขึ้นกับเกษตรกร ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม จากการทำการเกษตรตามที่แผนการผลิตแนะนำสามารถวัดค่าความเป็นพิษ (EIQ) ได้ดังนี้ 186.71 82.09 และ 788.06 ตามลำดับ โดยเพิ่มขึ้นจากค่าความเป็นพิษ

เฉลี่ยของพืชที่ผลิตในพื้นที่ร้อยละ 651.05 548.42 และ 526.99ตามลำดับ (ตารางที่ 5.9) นอกจากนี้ต้นทุนทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นคิดเป็น 6,765.87 บาท ดังนั้นหากเกษตรกรคำนึงถึงต้นทุนดังกล่าวแล้วจะทำให้เกษตรกรมีรายได้เหนือต้นทุนเงินสด 543,164.00 บาท (ตารางที่ 5.10)

กรณีที่ 3 แผนการผลิต ณ ระดับรายได้ที่คาดหวังลดลงร้อยละ 51.12

ณ ระดับรายได้ที่คาดว่าจะได้รับ 378,067.12 บาท ซึ่งได้จากการลดระดับรายได้ที่คาดหวังลงร้อยละ 51.12 โดยแผนการผลิตที่เหมาะสมได้แนะนำให้มีการผลิตแตงกวาญี่ปุ่นเพียงชนิดเดียว แต่มีการกระจายช่วงเวลาในการผลิตเกือบทุกเดือน ได้แก่ เดือนมกราคม เดือนกุมภาพันธ์ เดือนเมษายน เดือนพฤษภาคม เดือนมิถุนายน เดือนสิงหาคม เดือนกันยายน เดือนตุลาคม และเดือนธันวาคม (ตารางที่ 5.5)

เกษตรกรมีการจ้างแรงงานเพื่อเข้ามาช่วยในการผลิตทางการเกษตรเพิ่มเพียงบางเดือนเท่านั้น ได้แก่ เดือนมกราคม 10.31 วันงาน เดือนกุมภาพันธ์ 19.29 วันงาน เดือนเมษายน 23.24 วันงาน เดือนสิงหาคม 20.61 วันงาน เดือนตุลาคม 19.29 วันงาน เดือนพฤศจิกายน 5.80 วันงาน และเดือนธันวาคม 24.34 วันงาน(ตารางที่ 5.6) และสำหรับความเป็นพิษที่เกิดขึ้นกับเกษตรกร ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม ที่เกิดจากการทำการเกษตรตามที่แผนการผลิตแนะนำสามารถวัดค่าความเป็นพิษ (EIQ) ได้ 93.36 42.47 และ 383.12 ต่อไร่ ตามลำดับ ซึ่งเพิ่มขึ้นจากค่าความเป็นพิษเฉลี่ยของพืชที่ผลิตในพื้นที่ร้อยละ 275.54 235.47 และ 204.81 ตามลำดับ (ตารางที่ 5.9) นอกจากนี้ต้นทุนทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นคิดเป็น 4,210.01 บาท ดังนั้นหากเกษตรกรคำนึงถึงต้นทุนดังกล่าวแล้วจะทำให้เกษตรกรมีรายได้เหนือต้นทุนเงินสด 373,857.11 บาท (ตารางที่ 5.10)

กรณีที่ 4 แผนการผลิต ณ ระดับรายได้ที่คาดหวังลดลงร้อยละ 71.03

ณ ระดับรายได้ที่คาดว่าจะได้รับ 185,475.64 บาท ซึ่งได้จากการลดระดับรายได้ที่คาดหวังลงร้อยละ 71.03 ซึ่งแผนการผลิตที่เหมาะสมแนะนำให้ผลิตพืชทั้ง 3 ชนิด (ตารางที่ 5.5) ดังนี้

1. ผลิตแตงกวาญี่ปุ่นเดือนมกราคม 2.35 ไร่
2. ผลิตมะเขือเทศเดือนเมษายน 0.39 ไร่

3. ผลิตพริกหวานภายใต้ระบบ GAP เดือนพฤษภาคม 0.39 ไร่

4. ผลิตแตงกวาญี่ปุ่นเดือนสิงหาคม 2.74 ไร่

5. ผลิตมะเขือเทศเดือนธันวาคม 0.39 ไร่

เกษตรกรมีการจ้างแรงงานเพื่อเข้ามาช่วยในการผลิตในบางเดือนเท่านั้น แต่ในเดือนกันยายนมีการจ้างแรงงานเพิ่มสูงกว่าเดือนอื่นมาก คิดเป็น 332.39 วันงาน ส่วนเดือนอื่น เช่น เดือนกุมภาพันธ์ เดือนพฤษภาคม และเดือนสิงหาคม จ้างแรงงานจำนวน 46.53 22.59 และ 40.49 วันงาน ตามลำดับ (ตารางที่ 5.6) และความเป็นพิษที่เกิดขึ้นกับเกษตรกร ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม จากการทำการเกษตรตามที่แผนการผลิตแนะนำสามารถวัดค่าความเป็นพิษ (EIQ) ได้ดังนี้ 69.76 31.33 และ 283.22ต่อไร่ ตามลำดับ ซึ่งเพิ่มขึ้นจากค่าความเป็นพิษเฉลี่ยของพืชที่ผลิตในพื้นที่ร้อยละ 180.61 147.47 และ 125.33 ตามลำดับ (ตารางที่ 5.9) นอกจากนี้ต้นทุนทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นคิดเป็น 3,524.77 บาท ดังนั้นหากเกษตรกรคำนึงถึงต้นทุนดังกล่าวแล้วจะทำให้เกษตรกรมีรายได้เหนือต้นทุนเงินสด 181,950.87 บาท (ตารางที่ 5.10)

ตารางที่ 5.5 แผนการผลิตที่เหมาะสมภายใต้ความเสี่ยงโดยใช้แบบจำลอง Quadratic Programming ของกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 2

กิจกรรมการผลิต	เดือน											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
กรณีที่ 1 ระดับรายได้ที่คาดหวังสูงสุด (773,459.73)*												
ผลิตแตงกวาญี่ปุ่น (ก.ค. ถึง ต.ค.)							1.57 ไร่					
ผลิตพริกหวาน GAP (ก.ย. ถึง มิ.ย.)	1.57 ไร่											
ผลิตพริกหวาน GAP (พ.ย. ถึง ส.ค.)	1.57 ไร่											
กรณีที่ 2 ระดับรายได้ที่คาดหวังลดลงร้อยละ 28.90 (549,929.87)*												
ผลิตแตงกวาญี่ปุ่น (ก.พ. ถึง พ.ค.)		1.60 ไร่										
ผลิตแตงกวาญี่ปุ่น (มิ.ย. ถึง ก.ย.)							1.60 ไร่					
ผลิตแตงกวาญี่ปุ่น (ก.ค. ถึง ต.ค.)							0.71 ไร่					
ผลิตพริกหวาน GAP (ก.ย. ถึง มิ.ย.)	0.71 ไร่											
ผลิตแตงกวาญี่ปุ่น (ต.ค. ถึง ม.ค.)										1.60 ไร่		
ผลิตพริกหวาน GAP (พ.ย. ถึง ส.ค.)	0.71 ไร่											
กรณีที่ 3 ระดับรายได้ที่คาดหวังลดลงร้อยละ 51.12 (378,067.12)*												
ผลิตแตงกวาญี่ปุ่น (ม.ค. ถึง เม.ย.)	0.74 ไร่											
ผลิตแตงกวาญี่ปุ่น (ก.พ. ถึง พ.ค.)		0.85 ไร่										

ตารางที่ 5.5 (ต่อ)

กิจกรรมการผลิต	เดือน											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
ผลิตแตงกวาญี่ปุ่น (เม.ย. ถึง ก.ค.)				1.34 ไร่								
ผลิตแตงกวาญี่ปุ่น (พ.ค. ถึง ส.ค.)					0.45 ไร่							
ผลิตแตงกวาญี่ปุ่น (มิ.ย. ถึง ก.ค.)						0.85 ไร่						
ผลิตแตงกวาญี่ปุ่น (ส.ค. ถึง พ.ย.)								1.34 ไร่				
ผลิตแตงกวาญี่ปุ่น (ก.ย. ถึง ธ.ค.)									0.45 ไร่			
ผลิตแตงกวาญี่ปุ่น (ต.ค. ถึง ม.ค.)										0.85 ไร่		
ผลิตแตงกวาญี่ปุ่น (ธ.ค. ถึง มี.ค.)	1.05 ไร่											
กรณีที่ 4 ระดับรายได้ที่คาดหวังลดลงร้อยละ 71.03 (185,475.64)*												
ผลิตแตงกวาญี่ปุ่น (ม.ค. ถึง เม.ย.)	2.35 ไร่											
ผลิตมะเขือเทศ (เม.ย. ถึง ก.ค.)				0.39 ไร่								
ผลิตพริกหวาน GAP (พ.ค. ถึง ก.พ.)					0.39 ไร่							
ผลิตแตงกวาญี่ปุ่น (ส.ค. ถึง พ.ย.)								2.74 ไร่				

หมายเหตุ: * หมายถึง รายได้เหนือต้นทุนเงินสด (หน่วย: บาท)

ที่มา: จากการคำนวณ

ตารางที่ 5.6 กิจกรรมการจ้างแรงงานจากแผนการผลิตที่เหมาะสมภายใต้ความเสี่ยงโดยใช้
แบบจำลอง Quadratic Programming ของกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 2

(หน่วย: วันงาน)

กิจกรรม	ระดับรายได้ที่คาดหวัง			
	กรณีที่ 1	กรณีที่ 2	กรณีที่ 3	กรณีที่ 4
		(28.90%)	(51.12%)	(76.03%)
เดือนมกราคม	24.69	14.30	10.31	-
เดือนกุมภาพันธ์	24.77	36.52	19.29	46.53
เดือนมีนาคม	56.57	9.49	-	-
เดือนเมษายน	86.57	45.40	23.24	3.62
เดือนพฤษภาคม	71.31	35.38	-	22.59
เดือนมิถุนายน	107.01	32.29	-	-
เดือนกรกฎาคม	60.17	11.12	-	-
เดือนสิงหาคม	38.90	23.85	20.61	40.49
เดือนกันยายน	22.90	13.53	-	332.39
เดือนตุลาคม	0.34	25.48	19.29	16.13
เดือนพฤศจิกายน	21.94	-	5.80	16.13
เดือนธันวาคม	-	-	24.34	-

ที่มา: จากการคำนวณ

ผลการวิเคราะห์กลุ่มครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 3 ของหมู่บ้านม่วงคำ

กรณีที่ 1 แผนการผลิต ณ ระดับรายได้ที่คาดหวังสูงสุด

ผลการศึกษาจากกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 3 พบว่า ครัวเรือนเกษตรกรมีที่ดินเฉลี่ย ครัวเรือนละ 4.375 ไร่ มีทุนเงินสด 189,225.05 บาทต่อปี มีแรงงานในครัวเรือนเฉลี่ยต่อเดือน 45.2 วันงาน ณ ระดับรายได้ที่คาดว่าจะได้รับสูงสุด 2,070,830.53 บาท หากทำการผลิตตามแผนการผลิตที่เหมาะสมจะแนะนำให้ใช้พื้นที่เพื่อผลิตมะเขือเทศในเดือนเมษายนจำนวน 1 ไร่ ในเดือนสิงหาคมผลิตอีก 2.68 ไร่ เมื่อถึงเดือนตุลาคมเปลี่ยนมาผลิตพริกหวานทั่วไป 1.67 ไร่ และผลิตในเดือน

ธันวาคมอีก 1.67 ไร่ พร้อมกับผลิตมะเขือเทศอีก 1 ไร่ (ตารางที่ 5.7) เกษตรกรต้องจ้างแรงงานเพิ่มเกือบทั้งปี ยกเว้นเดือนมกราคมเท่านั้น และในแต่ละเดือนที่ต้องมีการจ้างก็อยู่ในปริมาณที่สูง เช่น เดือนเมษายน เดือนพฤษภาคม และเดือนมิถุนายน จำนวน 101.64 236.72 และ 203.33 วันงานตามลำดับ (ตารางที่ 5.8) และความเป็นพิษที่เกิดขึ้นกับเกษตรกร ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม จากการทำการเกษตรตามที่แผนการผลิตแนะนำสามารถวัดค่าความเป็นพิษ (EIQ) ได้ดังนี้ 310.84 128.02 และ 1,378.38 ต่อไร่ ตามลำดับ ซึ่งเพิ่มขึ้นจากค่าความเป็นพิษเฉลี่ยของพืชที่ผลิตในพื้นที่ร้อยละ 1,150.36 911.22 และ 996.65 ตามลำดับ (ตารางที่ 5.9) นอกจากนี้ต้นทุนทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นคิดเป็น 97,833.82 บาท ดังนั้นหากเกษตรกรคำนึงถึงต้นทุนดังกล่าวแล้วจะทำให้เกษตรกรมีรายได้เหนือต้นทุนเงินสด 1,972,996.71 บาท (ตารางที่ 5.10)

กรณีที่ 2 แผนการผลิต ณ ระดับรายได้ที่คาดหวังลดลงร้อยละ 28.90

เมื่อลดระดับรายได้ที่คาดว่าจะได้รับลงร้อยละ 28.90 จะทำให้มีรายได้ลดลงเหลือ 1,472,360.51 บาท และแผนการผลิตเปลี่ยนไปจากเดิมโดยแนะนำให้ผลิตมะเขือเทศเป็นหลัก (ตารางที่ 5.7) ดังนี้

1. ผลิตมะเขือเทศเดือนเมษายน 3.82 ไร่
2. ผลิตมะเขือเทศเดือนกันยายน 3.92 ไร่

ในส่วนองแรงงานนั้นพบว่า มีการจ้างแรงงานเพิ่มเกือบตลอดทั้งปีเช่นเดิม โดยในเดือนมีนาคมมีการจ้างสูงสุด จำนวน 694.95 วันงาน รองลงมาคือเดือนพฤษภาคม จำนวน 176.30 วันงาน (ตารางที่ 5.8) และความเป็นพิษที่เกิดขึ้นกับเกษตรกร ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม จากการทำการผลิตทางการเกษตรตามที่แผนการผลิตแนะนำนั้น สามารถวัดค่าความเป็นพิษ (EIQ) ได้ดังนี้ 3.72 34.51 และ 313.96ต่อไร่ ตามลำดับ ซึ่งความเป็นพิษที่เกิดกับเกษตรกรนั้นลดลงจากค่าความเป็นพิษเฉลี่ยของพืชที่ผลิตในพื้นที่ร้อยละ 85.04 แต่ความเป็นพิษที่เกิดกับผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้นร้อยละ 172.59 และ 149.79ตามลำดับ (ตารางที่ 5.9) นอกจากนี้ต้นทุนทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นคิดเป็น 120,145.37 บาท ดังนั้นหากเกษตรกรคำนึงถึงต้นทุนดังกล่าวแล้วจะทำให้เกษตรกรมีรายได้เหนือต้นทุนเงินสด 1,352,215.14 บาท (ตารางที่ 5.10)

กรณีที่ 3 แผนการผลิต ณ ระดับรายได้ที่คาดหวังลดลงร้อยละ 51.12

ณ ระดับรายได้ที่คาดว่าจะได้รับ 1,012,221.96 บาท ซึ่งได้จากการลดระดับรายได้ที่คาดหวังลงร้อยละ 51.12 แผนการผลิตแนะนำให้ผลิตมะเขือเทศเป็นหลัก และผลิตพริกหวานทั่วไปเสริม (ตารางที่ 5.7) ดังนี้

1. ผลิตพริกหวานทั่วไปเดือนมกราคม 0.28 ไร่
2. ผลิตมะเขือเทศเดือนเมษายน 3.82 ไร่
3. ผลิตมะเขือเทศเดือนกันยายน 3.92 ไร่

ในส่วนของแรงงานนั้นพบว่า มีการจ้างแรงงานเพิ่มเกือบตลอดทั้งปีในจำนวนที่ไม่แตกต่างกันมากนัก ยกเว้นเดือนมีนาคมที่มีการจ้างงานสูงถึง 385.82 วันงาน (ตารางที่ 5.8) และความเป็นพิษที่เกิดขึ้นกับเกษตรกร ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม จากการทำการเกษตรตามที่แผนการผลิตแนะนำ สามารถวัดค่าความเป็นพิษ (EIQ) ได้ดังนี้ 109.45 35.99 และ 164.56 ต่อไร่ ตามลำดับ โดยลดลงจากค่าความเป็นพิษเฉลี่ยของพืชที่ผลิตในพื้นที่ร้อยละ 340.27 184.28 และ 432.08ตามลำดับ (ตารางที่ 5.9)นอกจากนี้ต้นทุนทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นคิดเป็น 111,008.37 บาท ดังนั้นหากเกษตรกรคำนึงถึงต้นทุนดังกล่าวแล้วจะทำให้เกษตรกรมีรายได้เหนือต้นทุนเงินสด 901,213.59 บาท (ตารางที่ 5.10)

กรณีที่ 4 แผนการผลิต ณ ระดับรายได้ที่คาดหวังลดลงร้อยละ 71.03

เมื่อลดระดับรายได้ที่คาดว่าจะได้รับลงร้อยละ 71.03 จะมีรายได้ที่คาดหวังเท่ากับ 496,378.08 บาท โดยแผนการผลิตแนะนำให้ผลิตพืชทั้ง 3 ชนิด (ตารางที่ 5.7) ดังนี้

1. ผลิตแตงกวาญี่ปุ่นเดือนมกราคม 2.09 ไร่
2. ผลิตแตงกวาญี่ปุ่นเดือนกุมภาพันธ์ 1.70 ไร่

3. ผลิตมะเขือเทศเดือนเมษายน 0.6 ไร่

4. ผลิตแตงกวาญี่ปุ่นและพริกหวานทั่วไปในเดือนพฤษภาคม 1.50 และ 0.60 ไร่
ตามลำดับ

5. ผลิตแตงกวาญี่ปุ่นเดือนสิงหาคม 2.29 ไร่

6. ผลิตมะเขือเทศเดือนกันยายน 1.49 ไร่

เกษตรกรมีการจ้างแรงงานเข้ามาช่วยในการผลิตเกือบตลอดทั้งปี โดยเฉพาะในเดือน ตุลาคม และเดือนพฤศจิกายน ที่มีการจ้างงานสูงที่สุดสองอันดับแรก คิดเป็น 82.64 และ 88.49 วัน งาน ตามลำดับ(ตารางที่ 5.8) และความเป็นพิษที่เกิดขึ้นกับเกษตรกร ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม จากการทำการเกษตรตามที่แผนการผลิตแนะนำสามารถวัดค่าความเป็นพิษ (EIQ) ได้ดังนี้ 69.61 28.36 และ 668.77ต่อไร่ ตามลำดับ โดยลดลงจากค่าความเป็นพิษเฉลี่ยของพืชที่ผลิตในพื้นที่ร้อยละ 180.00 124.01 และ 432.08 ตามลำดับ (ตารางที่ 5.9)นอกจากนี้ต้นทุนทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นคิด เป็น 43,560.85 บาท ดังนั้นหากเกษตรกรคำนึงถึงต้นทุนดังกล่าวแล้วจะทำให้เกษตรกรมีรายได้ เหนือต้นทุนเงินสด 452,817.23 บาท (ตารางที่ 5.10)

ตารางที่ 5.7 แผนการผลิตที่เหมาะสมภายใต้ความเสี่ยงโดยใช้แบบจำลอง Quadratic Programming ของกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 3

กิจกรรมการผลิต	เดือน											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
กรณีที่ 1 ระดับรายได้ที่คาดหวังสูงสุด (2,070,830.53)*												
ผลิตมะเขือเทศ (เม.ย. ถึง ก.ค.)				1.00 ไร่								
ผลิตมะเขือเทศ (ส.ค. ถึง พ.ย.)								2.68 ไร่				
ผลิตพริกหวานทั่วไป (ต.ค. ถึง ก.ค.)	1.67 ไร่											
ผลิตพริกหวานทั่วไป (ธ.ค. ถึง ก.ย.)	1.67 ไร่											
ผลิตมะเขือเทศ (ธ.ค. ถึง มี.ค.)	1.00 ไร่											
กรณีที่ 2 ระดับรายได้ที่คาดหวังลดลงร้อยละ 28.90 (1,472,360.51)*												
ผลิตมะเขือเทศ (เม.ย. ถึง ก.ค.)				3.82 ไร่								
ผลิตมะเขือเทศ (ก.ย. ถึง ธ.ค.)									3.92 ไร่			
กรณีที่ 3 ระดับรายได้ที่คาดหวังลดลงร้อยละ 51.12 (1,012,221.96)*												
ผลิตพริกหวานทั่วไป (ม.ค. ถึง ต.ค.)	0.28 ไร่											
ผลิตมะเขือเทศ (เม.ย. ถึง ก.ค.)				3.61 ไร่								
ผลิตมะเขือเทศ (ก.ย. ถึง ธ.ค.)									3.53 ไร่			

ตารางที่ 5.7 (ต่อ)

กิจกรรมการผลิต	เดือน											
	.ค.	.พ.	.ค.	ม.ย.	.ค.	.ย.	.ค.	.ค.	.ย.	.ค.	.ย.	.ค.
กรณีที่ 4 ระดับรายได้ที่คาดหวังลดลงร้อยละ 71.03 (496,378.08)*												
ผลิตแตงกวาญี่ปุ่น (ม.ค. ถึง เม.ย.)			2.09 ไร่									
ผลิตแตงกวาญี่ปุ่น (ก.พ. ถึง พ.ค.)			1.70 ไร่									
ผลิตมะเขือเทศ (เม.ย. ถึง ก.ค.)				0.60 ไร่								
ผลิตพริกหวานทั่วไป (พ.ค. ถึง ก.พ.)					0.60 ไร่							
ผลิตแตงกวาญี่ปุ่น (พ.ค. ถึง ส.ค.)					1.50 ไร่							
ผลิตแตงกวาญี่ปุ่น (ส.ค. ถึง พ.ย.)								2.29 ไร่				
ผลิตมะเขือเทศ (ก.ย. ถึง ธ.ค.)									1.49 ไร่			

หมายเหตุ: * หมายถึง รายได้เหนือต้นทุนเงินสด (หน่วย: บาท)

ที่มา: จากการคำนวณ

ตารางที่ 5.8 กิจกรรมการจ้างแรงงานจากแผนการผลิตที่เหมาะสมภายใต้ความเสี่ยงโดยใช้
แบบจำลอง Quadratic Programming ของกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรรมที่ 3

(หน่วย: วันงาน)

กิจกรรม	ระดับรายได้ที่คาดหวัง			
	กรณีที่ 1	กรณีที่ 2 (23.97%)	กรณีที่ 3 (48.88%)	กรณีที่ 4 (66.66%)
เดือนมกราคม	-	-	-	46.36
เดือนกุมภาพันธ์	46.87	-	-	20.20
เดือนมีนาคม	92.65	-	385.82	-
เดือนเมษายน	101.64	694.95	-	7.38
เดือนพฤษภาคม	236.72	147.13	147.13	49.63
เดือนมิถุนายน	203.33	176.30	176.29	2.37
เดือนกรกฎาคม	180.10	132.00	132.00	-
เดือนสิงหาคม	112.02	3.00	3.00	37.73
เดือนกันยายน	116.76	60.36	60.36	1.43
เดือนตุลาคม	95.53	126.11	126.11	82.64
เดือนพฤศจิกายน	43.44	138.61	138.61	88.49
เดือนธันวาคม	1.07	92.69	92.69	51.92

ที่มา: จากการคำนวณ

ตารางที่ 5.9 ค่าความเป็นพิษจากการทำการเกษตรตามแผนการผลิตที่เกิดขึ้นกับเกษตรกร ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อมของหมู่บ้านม่วงคำ ปีการผลิต 2552/53

ลักษณะกลุ่มครัวเรือน เกษตรกร	เกษตรกร		ผู้บริโภค		สิ่งแวดล้อม	
	ค่าความเป็นพิษ (ต่อไร่)	ร้อยละของการเปลี่ยนแปลง จากค่าเฉลี่ยในพื้นที่	ค่าความเป็นพิษ (ต่อไร่)	ร้อยละของการเปลี่ยนแปลง จากค่าเฉลี่ยในพื้นที่	ค่าความเป็นพิษ (ต่อไร่)	ร้อยละของการเปลี่ยนแปลง จากค่าเฉลี่ยในพื้นที่
กลุ่มที่ 1						
กรณีที่ 1	47.92	92.76	17.5	38.23	164.43	30.82
กรณีที่ 2 (28.90%)	28.19	13.40	10.29	-18.72	96.72	-23.05
กรณีที่ 3 (51.12%)	29.37	18.14	11.49	-9.24	106.54	-15.24
กรณีที่ 4 (71.03%)	38.35	54.26	16.61	31.20	151.13	20.24
กลุ่มที่ 2						
กรณีที่ 1	312.33	1,156.36	129.5	922.91	1378.35	996.63
กรณีที่ 2 (28.90%)	186.71	651.05	82.09	548.42	788.06	526.99
กรณีที่ 3 (51.12%)	93.36	275.54	42.47	235.47	383.12	204.81
กรณีที่ 4 (71.03%)	69.76	180.61	31.33	147.47	283.22	125.33

ตารางที่ 5.9 (ต่อ)

ลักษณะกลุ่มครัวเรือน เกษตรกร	เกษตรกร		ผู้บริโภค		สิ่งแวดล้อม	
	ค่าความเป็น พิษ (ต่อไร่)	ร้อยละของการเปลี่ยนแปลง จากค่าเฉลี่ยในพื้นที่	ค่าความเป็น พิษ (ต่อไร่)	ร้อยละของการเปลี่ยนแปลง จากค่าเฉลี่ยในพื้นที่	ค่าความเป็น พิษ (ต่อไร่)	ร้อยละของการเปลี่ยนแปลง จากค่าเฉลี่ยในพื้นที่
กลุ่มที่ 3						
กรณีที่ 1	310.84	1150.36	128.02	911.22	1378.38	996.65
กรณีที่ 2 (28.90%)	3.72	-85.04	34.51	172.59	313.96	149.79
กรณีที่ 3 (51.12%)	109.45	340.27	35.99	184.28	164.56	30.93
กรณีที่ 4 (71.03%)	69.61	180.01	28.36	124.01	668.77	432.08

หมายเหตุ: เครื่องหมาย (-) แสดงถึงทิศทางการเปลี่ยนแปลงที่ลดลง

ที่มา: จากการคำนวณ

ตารางที่ 5.10 รายได้เหนือต้นทุนเงินสดแยกตามกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรของหมู่บ้านม่วงคำ
ปีการผลิต 2552/53

(หน่วย: บาท)

ลักษณะกลุ่มครัวเรือนเกษตรกร	ต้นทุนทางสิ่งแวดล้อม	รายได้เหนือต้นทุนเงินสด
กลุ่มที่ 1		
กรณีที่ 1	60,441.90	1,274,573.31
กรณีที่ 2 (28.90%)	36,983.86	912,211.95
กรณีที่ 3 (51.12%)	32,139.92	620,415.51
กรณีที่ 4 (71.03%)	15,232.02	304,771.13
กลุ่มที่ 2		
กรณีที่ 1	10,553.30	762,906.43
กรณีที่ 2 (28.90%)	6,765.87	543,164.00
กรณีที่ 3 (51.12%)	4,210.01	373,857.11
กรณีที่ 4 (71.03%)	3,524.77	181,950.87
กลุ่มที่ 3		
กรณีที่ 1	97,833.82	1,972,996.71
กรณีที่ 2 (28.90%)	120,145.37	1,352,215.14
กรณีที่ 3 (51.12%)	111,008.37	901,213.59
กรณีที่ 4 (71.03%)	43,560.85	452,817.23

ที่มา: จากการคำนวณ

บทที่ 6

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

ความไม่แน่นอนของธรรมชาติ ความไม่แน่นอนของอุปสงค์และอุปทานในตลาด รวมไปถึงนโยบายทางการค้า เป็นความเสี่ยงในการผลิตสินค้าเกษตร เพราะปัจจัยเหล่านี้ทำให้ราคาสินค้าเกษตรมีความผันผวน ส่งผลกระทบให้รายได้ของเกษตรกรมีความไม่แน่นอน ทำให้เกษตรกรเกิดความยากลำบากตัดสินใจเพื่อผลิตสินค้าเกษตร ดังนั้นการวางแผนการผลิตที่นำความเสี่ยงเข้ามาพิจารณา จะทำให้ได้แผนการผลิตที่มีความเหมาะสม และสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงทางการเกษตรมากยิ่งขึ้น

การศึกษาในครั้งนี้ได้แบ่งลักษณะครัวเรือนเกษตรกรออกเป็น 3 กลุ่ม แบ่งกลุ่มโดยใช้วิธี Cluster Analysis ซึ่งแต่ละกลุ่มจะมีคุณลักษณะต่างกัน คือ กลุ่มครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 1 (Cluster ที่ 1) มีที่ดินต่อครัวเรือนน้อยกว่า 2 ไร่ มีจำนวนแรงงานน้อยกว่า 400 วันงานต่อปี และมีทุนเงินสดน้อยกว่า 100,000 บาทต่อปี สำหรับกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 2 (Cluster ที่ 2) มีที่ดินต่อครัวเรือนมากกว่า 2 ไร่ แต่ไม่เกิน 4 ไร่ มีจำนวนแรงงานมากกว่า 400 วันงานต่อปี แต่น้อยกว่า 500 วันงานต่อปี และมีทุนเงินสดมากกว่า 100,000 บาทต่อปี และกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 3 (Cluster ที่ 3) มีที่ดินต่อครัวเรือนมากกว่า 4 ไร่ มีจำนวนแรงงานมากกว่า 500 วันงานต่อปี และมีทุนเงินสดมากกว่า 100,000 บาทต่อปี การศึกษานี้ ได้นำตัวแปรราคาซึ่งมีความผันผวนและก่อให้เกิดความเสี่ยงแก่รายได้ที่คาดหวังของเกษตรกรเข้ามาพิจารณา ร่วม โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์กำลังสอง (Quadratic Programming) เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ สำหรับกิจกรรมที่ใช้ในการศึกษาจะเป็นกิจกรรมที่ทำเฉพาะในโรงเรียนพลาศติของหมู่บ้านม่วงคำ ต.โป่งแยง อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่ ได้แก่ กิจกรรมการผลิตพริกหวานทั้งแบบทั่วไป และแบบภายใต้ระบบ GAP กิจกรรมการผลิตมะเขือเทศ และกิจกรรมการผลิตแตงกวาญี่ปุ่น ดังนั้นแผนการผลิตที่ได้จึงมีความสอดคล้องและเหมาะสมกับครัวเรือนเกษตรกรมากขึ้น อีกทั้งแผนดังกล่าวยังคำนึงถึงความเป็นพิษที่เกิดกับเกษตรกร ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม รวมถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการผลิตทางการเกษตรที่สะท้อนออกมาในรูปของต้นทุนทางสิ่งแวดล้อม

ผลการศึกษาวางแผนการผลิตโดยใช้แบบจำลองเชิงเส้น (Linear Programming) พบว่า กลุ่มครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 1 มีพื้นที่เฉลี่ยต่อครัวเรือน 1.36 ไร่ มีทุนเงินสด 86,283.62 บาท ต่อปี มีแรงงานในครัวเรือนเฉลี่ยต่อเดือน 32.85 วันงาน หากทำตามแผนการผลิตที่เหมาะสมจะเริ่มผลิตมะเขือเทศในเดือนมกราคม 1.36 ไร่ และผลิตอีกครั้งในเดือนพฤษภาคม และเดือนกันยายนอีก อย่างละ 1.36 ไร่ และทำให้มีรายได้เหนือต้นทุนเงินสดสูงสุด 1,335,015.21 บาท ส่วนกลุ่มครัวเรือน เกษตรกรลักษณะที่ 2 มีพื้นที่เฉลี่ยต่อครัวเรือน 3.13 ไร่ มีทุนเงินสด 1,031,600.50 บาทต่อปี มี แรงงานในครัวเรือนเฉลี่ยต่อเดือน 34.48 วันงาน หากทำตามแผนการผลิตที่เหมาะสมจะเริ่มผลิต แดงกวาญี่ปุ่นในเดือนกรกฎาคม 1.57 ไร่ และผลิตพริกหวานภายใต้ระบบ GAP ในเดือนกันยายน และเดือนพฤศจิกายนอย่างละ 1.57 ไร่ และทำให้มีรายได้เหนือต้นทุนเงินสดสูงสุด 773,459.73 บาท และกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 3 มีพื้นที่เฉลี่ยต่อครัวเรือน 4.38 ไร่ มีทุนเงินสด 189,225.05 บาทต่อปี มีแรงงานในครัวเรือนเฉลี่ยต่อเดือน 45.2 วันงาน หากทำตามแผนการผลิตที่ เหมาะสมจะเริ่มผลิตมะเขือเทศในเดือนเมษายน 1.00 ไร่ และผลิตอีกครั้งในเดือนสิงหาคม 2.68 ไร่ จากนั้นในเดือนตุลาคมจะเปลี่ยนมาผลิตพริกหวานทั่วไป 1.67 ไร่ และผลิตอีกครั้งในธันวาคม 1.67 ไร่ ร่วมกับการผลิตมะเขือเทศ 1 ไร่ ทำให้มีรายได้เหนือต้นทุนเงินสดสูงสุด 2,070,830.53 บาท และ ในทุกกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรจะมีการจ้างแรงงานเพิ่มเพื่อเข้ามาช่วยในการผลิตทางการเกษตร

จากผลการศึกษาวางแผนการผลิตภายใต้สถานการณ์ความเสี่ยงโดยใช้แบบจำลองทาง คณิตศาสตร์กำลังสอง (Quadratic Programming) พบว่า กลุ่มครัวเรือนเกษตรกรทั้ง 3 ลักษณะ มี คุณลักษณะต่างกันดังที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น และเมื่อทำการลดความเสี่ยงโดยการลดระดับรายได้ที่ คาดหวังจากรายได้เหนือต้นทุนเงินสดสูงสุดลงร้อยละ 28.90 ร้อยละ 51.12 และร้อยละ 71.03 จะทำ ให้แผนการผลิตที่เหมาะสมของกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรแต่ละลักษณะเปลี่ยนแปลงไป กล่าวคือมี การผลิตพืชหลากหลายชนิดขึ้นจากที่เคยผลิตเพียงชนิดเดียวก็เพิ่มเป็นสองหรือสามชนิด มีการ กระจายช่วงเวลาในการผลิตในแตกต่างกันออกไป รวมทั้งการเปลี่ยนชนิดพืชในการผลิต ในส่วน ของการจ้างงานก็มีการเปลี่ยนแปลงเช่นกันทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระดับรายได้ที่คาดหวัง ซึ่งการลดระดับ รายได้ดังกล่าวสามารถลดความเสี่ยงด้านราคาลงได้

สำหรับค่าความเป็นพิษที่เกิดจากการผลิตทางการเกษตรของแต่ละพืชซึ่งมีค่าไม่เท่ากันนั้น พบว่า โดยรวมแล้วค่าความเป็นพิษของพืชที่ผลิตในโรงเรียนพลาสติกในพื้นที่ศึกษา ได้แก่ พริก หวานทั่วไป พริกหวานภายใต้ระบบ GAP มะเขือเทศ และแดงกวาญี่ปุ่น ที่เกิดขึ้นต่อเกษตรกร ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม มีค่าความเป็นพิษสูงกว่าค่าความเป็นพิษเฉลี่ยของพืชที่ผลิตในพื้นที่ รวมถึงพริกหวานที่ผลิตภายใต้ระบบ GAP ด้วย และเมื่อลดระดับรายได้เหนือต้นทุนเงินสดสูงสุด

หรือรายได้ที่คาดหวังลง ค่าความเป็นพิษที่เกิดขึ้นกับเกษตรกร ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม ก็จะลดลง เช่นกัน แต่ยังคงสูงกว่าค่าความเป็นพิษเฉลี่ยของพืชที่ผลิตในพื้นที่ นอกจากนี้ หากครัวเรือนเกษตรกรนำต้นทุนทางสิ่งแวดล้อมเข้ามาพิจารณาร่วม จะทำให้รายได้เหนือต้นทุนเงินสดสูงสุด หรือระดับรายได้ที่คาดหวังลดลง

ข้อเสนอแนะ

1. แผนการผลิตที่ให้ผลตอบแทนสูงและความเสี่ยงสูง สำหรับครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 1 ควรเลือกทำการผลิตมะเขือเทศตลอดทั้งปี โดยเริ่มทำเดือนมกราคม เดือนเมษายน และเดือนกันยายน สำหรับครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 2 ควรเลือกทำการผลิตพริกหวานภายใต้ระบบ GAP ในเดือนกันยายนและเดือนพฤศจิกายน และครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 3 ควรเลือกทำการผลิตมะเขือเทศในเดือนสิงหาคม ร่วมกับการผลิตพริกหวานทั่วไปในเดือนตุลาคม และเดือนธันวาคม ส่วนเกษตรกรที่ไม่ชอบความเสี่ยงนั้น ควรจะเลือกทำการผลิตพืชหลายชนิด และผลิตพืชที่มีความแปรปรวนของราคาต่ำ เพราะราคาของสินค้ามีส่วนสำคัญในการตัดสินใจของเกษตรกรซึ่งจะสามารถลดปัญหาความไม่แน่นอนของรายได้ที่คาดหวังได้ ทั้งนี้แผนการผลิตที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับการยอมรับความเสี่ยงหรือระดับรายได้ที่เกษตรกรคาดหวัง

2. กลุ่มครัวเรือนเกษตรกรลักษณะที่ 2 ยังคงเป็นกลุ่มที่ทำการผลิตพืชได้ไม่เต็มศักยภาพ เพราะสามารถเพิ่มการใช้ปัจจัยการผลิตเพื่อปริมาณผลผลิตต่อครัวเรือนให้สูงขึ้นได้ และทำให้รายได้ของกลุ่มครัวเรือนเพิ่มสูงขึ้น

3. นอกจากความเสี่ยงด้านราคาแล้ว การผลิตพืชในโรงเรือนพลาสติกยังมีความเสี่ยงด้านอื่น เช่น ความเสี่ยงด้านการลงทุน เนื่องจากต้องใช้จ่ายเงินจำนวนมากในการสร้างโรงเรือนพลาสติก ดังนั้นในการศึกษาครั้งต่อไปควรศึกษาในเรื่องดังกล่าวเพิ่มเติมด้วย

4. การผลิตพืชภายใต้ระบบ GAP มีการใช้แรงงานสูงกว่าการผลิตพืชโดยทั่วไป ซึ่งอาจสะท้อนถึงการปฏิบัติงานของเกษตรกรในการเอาใจใส่และดูแลการผลิตพืชที่ดีขึ้นนอกจากนี้ ผลผลิตภายใต้ระบบ GAP ควรมีตลาดเข้ามารองรับมากขึ้น เพราะในปัจจุบันผลผลิต GAP ในพื้นที่มีผู้ซื้อเพียงรายเดียวคือ โครงการหลวง อีกทั้งผลผลิตของพืช GAP ควรมีราคาสูงกว่าราคาผลผลิตทั่วไป ทั้งนี้เพื่อจูงใจให้ครัวเรือนเกษตรกรหันมาผลิตพืชภายใต้ระบบ GAP มากขึ้น

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- ขวัญกมล สระทองฮ่วม. 2554. การพัฒนาการจัดการการผลิตพริกของเกษตรกรในตำบลบ้านยาง อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม. รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัย “มสธ. วิจัย ประจำปี 2554”: 405-416. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- จตุพงศ์ จันทรโชติ. 2546. การวางแผนการผลิตพืชอายุสั้นที่เหมาะสมของเกษตรกรในตำบลแม่แฝก อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเศรษฐศาสตร์เกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เจษฎา มณีรัตน์. 2553. แนวทางการทำเกษตรที่ดีเหมาะสม หรือ GAP ถึงเวลาที่เกษตรกรไทยต้องทำ(Online). www.kasetorganic.com/ฝึกปลอดภัยภายใต้ระบบ-gap.html, 9 มกราคม 2556
- รัฐพล สายะพันธ์. 2544. การวางแผนการผลิตพืชภายใต้สถานการณ์เสี่ยง สำหรับจังหวัดพิษณุโลก ปีการเพาะปลูก 2541/42. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเศรษฐศาสตร์เกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ชูชาติ สันทรทรัพย์. 2550. เทคโนโลยีการผลิตพืชในโรงเรือน(online). http://mis.agri.cmu.ac.th/download/publication/3057_file.pdf, 9 พฤษภาคม 2556
- ธนพร หันกิตติกุล. 2550. การวางแผนการผลิตพืชในตำบลโป่งแยง อำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเศรษฐศาสตร์เกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ณัฐกานต์ ญานะรังสี. 2545. การวางแผนการผลิตพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำปิง ส่วนที่สอง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเศรษฐศาสตร์เกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ตลาดกลางสินค้าเกษตรแห่งประเทศไทย. 2555. ข้อมูลราคาส่งสินค้าเกษตร ตั้งแต่ปี 2548-2552(online). <http://www.talaadthai.com/price/default.php?>, 20 กุมภาพันธ์ 2555

บริษัท รุจิร คอร์ปอเรชั่นจำกัด. 2553. ระบบน้ำหยด(online).

<http://www.sprinklethai.com/index.php?lay=show&ac=article&id=459021&Ntyp=2>,

9 พฤษภาคม 2556

บรรลุ พุฒิกร, ศานิต แก้วเอียน และ เอื้อ สิริจินดา. 2549. เศรษฐศาสตร์การผลิตทางการเกษตร.
กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พิเพน ชไรเนอมากเกอร์ และคณะ. 2553. สถิติการเกษตรในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา ประเทศไทย ปี
การเพาะปลูก 2552/53. วนิดาการพิมพ์ เชียงใหม่.

รุ่งทิวา สนธิ์พุท. 2532. การวางแผนการผลิตทางการเกษตรเพื่อหาแนวทางขยายการปลูก
ถั่วเหลืองภายใต้สถานการณ์แห่งความเสี่ยงในเขตเกษตรเศรษฐกิจที่ 7 ปีการเพาะปลูก
2527/28. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเศรษฐศาสตร์เกษตร,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วันรักษ์ มิ่งมณีนาคิน. 2550. หลักเศรษฐศาสตร์จุลภาค. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ถนน
พระจันทร์ กรุงเทพฯ. พิมพ์ครั้งที่ 19

ศักดิ์สิทธิ์ จรรยากรณ์. 2551. ปลูกมะเขือเทศบริโภคอย่างไรให้ได้ราคาดี?(Online).

http://it.doa.go.th/pibai/n13/v_10-nov/kayaipon.html, 20 กันยายน 2555.

ศูนย์วิจัยเศรษฐศาสตร์ประยุกต์. 2553. โครงการวิจัยแบบจำลองระดับลุ่มน้ำสำหรับการ
พัฒนาระบบการเกษตรบนพื้นที่สูงอย่างยั่งยืนในประเทศไทย. สำนักงานคณะกรรมการ
วิจัยแห่งชาติ.

สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง. 2554. โครงการวิจัยและพัฒนารูปแบบโรงเรือนในพื้นที่โครงการ
หลวง(Online).<http://www.hrdi.or.th/research/detail/1431/>โครงการวิจัยและพัฒนารูปแบบ
โรงเรือนในพื้นที่โครงการหลวง, 10 กุมภาพันธ์ 2555.

สุธิดา สุวรรณกันธา. 2547. เอฟฟิเอนฟาดทาง อนาคตผักผลไม้ไทย...ในกำมือจีน?(online).

http://www.ftawatch.org/autopage1/show_page, 22 กุมภาพันธ์ 2555.

สุวรรณ หาญวิริยะพันธุ์, พงศ์พันธุ์ จึงอยู่สุข และชวนชื่น เดี่ยววิไล. 2548. แนวคิด GAP และการนำไปใช้จริงเพื่อพัฒนาระบบเกษตรยั่งยืน: กรณีศึกษาระบบการจัดการคุณภาพลำไยเพื่อการส่งออกของจังหวัดเชียงใหม่-ลำพูน. *สู่ระบบอาหารที่ปลอดภัย สร้างมูลค่าเพิ่ม และใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืน* 10: 217-224.

สุวรรณ ประณีตวาทกุล และคณะ. 2552. การวางแผนการใช้ที่ดินโดยใช้โปรแกรมเส้นตรง คณะเศรษฐศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุวรรณ ประณีตวาทกุล, เอื้อ สิริจินดา และจักรกฤษณ์ พจนศิลป์. 2553. โครงการวิจัยแบบจำลองระดับลุ่มน้ำสำหรับการพัฒนาระบบเกษตรบนพื้นที่สูงอย่างยั่งยืนในประเทศไทย. ศูนย์วิจัยวิจัยเศรษฐศาสตร์ประยุกต์ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักงานเกษตรอำเภอสามโคก. 2550. **GAP (Good Agricultural Practice)**(Online).
<http://samkhok.pathumthani.doe.go.th/GAP.html>, 12 ธันวาคม 2552

สำนักจัดการคุณภาพน้ำ. มปป. **มลพิษทางทะเลและแนวทางแก้ไขในประเทศไทย**. กรมควบคุมมลพิษ.

หน่วยจัดการต้นน้ำแม่สา. 2552. **ข้อมูลพื้นฐานของลุ่มน้ำในพื้นที่**(Online).
<http://www.fca16.com/blog/blog.php?id=maekhan11>, 18 กุมภาพันธ์ 2555

Adesina, A.A. and A.D. Ouattara. 2000. **Risk and agricultural systems in northern Coˆte d'Ivoire**. The Rockefeller Foundation, New York, USA.

Field, A. 2000. **cluster analysis**(Online). www.statisticshell.com/docs/cluster.pdf, 1 ตุลาคม 2552

Grisley, W. and E.D. Kellogg. 1985. "Farmer's Subjective Probabilities in Northern Thailand: An Elicitation Analysis". **American Journal of Agricultural Economics**. Agricultural & Applied Economics Association.

- Hazell, P. and R. Norton. 1986. **Mathematical Programming for Economic Analysis in Agricultural**. United States of America: Macmillan Publishing Company. Cited
- Neuman, V. J. and O. Morgenstern. 1994. *Theory of Games and Economic Behavior*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Just, R.E. and R.D. Pope. 1979. "Production Function Estimate and Related Risk Considerations". **American Journal of Agricultural Economics**. Agricultural & Applied Economics Association.
- Ligon, E. 2003. **Optimal risk in agricultural contracts**. Department of Agricultural and Resource Economics, University of California, Berkeley, USA.
- Marraa, M., D. Pannell and A.A. Ghadim. 2003. **The economics of risk, uncertainty and learning in the adoption of new agricultural technologies: where are we on the learning curve?**. Department of Agricultural and Resource Economics, North Carolina State University, USA and Agricultural and Resource Economics, University of Western Australia, Australia
- Nicholson, W. and C. Synder. 2008. **Microeconomic Theory Basic Principle and Extensions**. United States of America: Thomson Higher Education.
- Khemchandai, R., N. Gupta, A. Chaudhary. and S. Chandra. 2012. "Optimal execution with weighted impact functions: a quadratic programming approach." **Springer** 7:575–592.
- Schreinemachers, P. et al. 2012. Can public GAP standards reduce agricultural pesticide use? The case of fruit and vegetable farming in northern Thailand. **Agric Hum Values** 10 (29): 519-529.

Zgajnar J. and S. Kavcic. 2011. "Weighted goal programming and penalty functions: whole-farm planning approach under risk". **Paper prepared for presentation at the EAAE 2011 Congress Change and Uncertainty Challenges for Agriculture, Food and Natural Resources.** European Association of Agricultural Economists.





ภาคผนวก

แบบจำลองที่ใช้ในการวิเคราะห์ Quadratic Programming ของกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรรมลักษณะที่ 1

รายละเอียดในแบบจำลองเพื่อการวิเคราะห์ในแบบจำลอง Quadratic Programming ของกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรรมลักษณะที่ 1 มีดังนี้

VARIABLE z;

POSITIVE VARIABLE X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7, X8, X9, X10, X11, X12, X13, X14, X15, X16, X17, X18, X19, X20, X21, X22, X23, X24, X25, X26, X27, X28, X29, X30, X31, X32, X33, X34, X35, X36, X37, X38, X39, X40, X41, X42, X43, X44, X45, X46, X47, X48, X49, X50, X51, X52, X53, X54, X55, X56, X57, X58, X59, X60, X61, X62, X63, X64, X65, X66, X67, X68, X69, X70, X71, X72, X73;

EQUATIONS land1, land2, land3, land4, land5, land6, land7, land8, land9, land10, land11, land12, labour1, labour2, labour3, labour4, labour5, labour6, labour7, labour8, labour9, labour10, labour11, labour12, cash1, cash2, cash3, cash4, cash5, cash6, cash7, cash8, cash9, cash10, cash11, cash12, borrow, obj_LP;

land1..X1 + X4 + X5 + X6 + X7 + X9 + X10 + X11 + X12 + X13 + X16 + X17 + X18 + X19 + X21 + X22 + X23 + X24 + X25 + X34 + X35 + X36 + X37 + X46 + X47 + X48 = L = 1.36;

land2..X1 + X2 + X5 + X6 + X7 + X8 + X9 + X10 + X11 + X12 + X13 + X14 + X17 + X18 + X19 + X20 + X21 + X22 + X23 + X24 + X25 + X26 + X35 + X36 + X37 + X38 + X47 + X48 = L = 1.36;

land3..X1 + X2 + X3 + X6 + X7 + X8 + X9 + X10 + X11 + X12 + X13 + X14 + X15 + X16 + X17 + X18 + X19 + X20 + X21 + X22 + X23 + X24 + X25 + X26 + X27 + X36 + X37 + X38 + X39 + X48 = L = 1.36;

$$\text{land4..}X1 + X2 + X3 + X4 + X7 + X8 + X9 + X10 + X11 + X12 + X13 + X14 + X15 + \\ X16 + X19 + X20 + X21 + X22 + X23 + X24 + X25 + X26 + X27 + X28 + X37 + X38 + X39 + \\ X40=L= 1.36;$$

$$\text{land5..}X1 + X2 + X3 + X4 + X5 + X8 + X9 + X10 + X11 + X12 + X13 + X14 + X15 + \\ X16 + X17 + X20 + X21 + X22 + X23 + X24 + X26 + X27 + X28 + X29 + X38 + X39 + X40 + \\ X41 =L= 1.36;$$

$$\text{land6..}X1 + X2 + X3 + X4 + X5 + X6 + X9 + X10 + X11 + X12 + X13 + X14 + X15 + \\ X16 + X17 + X18 + X21 + X22 + X23 + X24 + X27 + X28 + X29 + X30 + X40 + X41 + X42 \\ =L= A;$$

$$\text{land7..}X1 + X2 + X3 + X4 + X5 + X6 + X7 + X10 + X11 + X12 + X13 + X14 + X15 + \\ X16 + X17 + X18 + X19 + X22 + X23 + X24 + X28 + X29 + X30 + X31 + X40 + X41 + X42 + \\ X43 =L= 1.36;$$

$$\text{land8..}X1 + X2 + X3 + X4 + X5 + X6 + X7 + X8 + X11 + X12 + X13 + X14 + X15 + \\ X16 + X17 + X18 + X19 + X20 + X23 + X24 + X29 + X30 + X31 + X32 + X41 + X42 + X43 + \\ X44 =L= 1.36;$$

$$\text{land9..}X1 + X2 + X3 + X4 + X5 + X6 + X7 + X8 + X9 + X12 + X13 + X14 + X15 + \\ X16 + X17 + X18 + X19 + X20 + X21 + X24 + X30 + X31 + X32 + X33 + X42 + X43 + X44 + \\ X45 =L= A;$$

$$\text{land10..}X1 + X2 + X3 + X4 + X5 + X6 + X7 + X8 + X9 + X10 + X13 + X14 + X15 + \\ X16 + X17 + X18 + X19 + X20 + X21 + X22 + X31 + X32 + X33 + X34 + X43 + X44 + X45 + \\ X46 =L= 1.36;$$

$$\text{land11..}X2 + X3 + X4 + X5 + X6 + X7 + X8 + X9 + X10 + X11 + X14 + X15 + X16 + \\ X17 + X18 + X19+ X20 + X21 + X22 + X23 + X32 + X33 + X34 + X35 + X44 + X45 + X46 + \\ X47 =L= 1.36;$$

$$\text{land12..}X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} + X_{12} + X_{15} + X_{16} + X_{17} + \\ X_{18} + X_{19} + X_{20} + X_{21} + X_{22} + X_{23} + X_{24} + X_{33} + X_{34} + X_{35} + X_{36} + X_{45} + X_{46} + X_{47} + \\ X_{48} = L = 1.36;$$

$$\text{labour1..}33.14*X_1 + 12.39*X_4 + 19.89*X_5 + 38.13*X_6 + 19.89*X_7 + 19.89*X_8 + \\ 28.55*X_9 + 2.81*X_{10} + 10.31*X_{11} + 7.49*X_{12} + 59.66*X_{13} + 22.31*X_{16} + 35.8*X_{17} + \\ 68.63*X_{18} + 35.80*X_{19} + 51.38*X_{20} + 51.38*X_{21} + 5.06*X_{22} + 18.55*X_{23} + 13.49*X_{24} \\ + 20.08*X_{25} + 32.15*X_{34} + 44.45*X_{35} + 40.53*X_{36} + 26.69*X_{37} + 13.76*X_{46} + 13.76*X_{47} + \\ 0.72*X_{48} - X_{49} = L = 32.85;$$

$$\text{labour2..}7.49*X_1 + 33.14*X_2 + 12.39*X_5 + 19.89*X_6 + 38.13*X_7 + 19.89*X_8 + \\ 19.89*X_9 + 28.55*X_{10} + 2.81*X_{11} + 10.31*X_{12} + 13.49*X_{13} + 59.66*X_{14} + 22.31*X_{17} + \\ 35.8*X_{18} + 68.63*X_{19} + 35.8*X_{20} + 35.8*X_{21} + 51.38*X_{22} + 5.06*X_{23} + 18.55*X_{24} \\ + 49.53*X_{25} + 20.08*X_{26} + 32.15*X_{35} + 44.45*X_{36} + 0.72*X_{37} + 26.69*X_{38} + 13.76*X_{47} + \\ 13.76*X_{48} - X_{50} = L = 32.85;$$

$$\text{labour3..}10.31*X_1 + 7.49*X_2 + 33.14*X_3 + 12.39*X_6 + 19.89*X_7 + 38.13*X_8 + \\ 19.89*X_9 + 19.89*X_{10} + 28.55*X_{11} + 2.81*X_{12} + 18.55*X_{13} + 13.49*X_{14} + 59.66*X_{15} + \\ 22.31*X_{18} + 35.8*X_{19} + 68.63*X_{20} + 35.8*X_{21} + 35.8*X_{22} + 51.38*X_{23} + 5.06*X_{24} + \\ 44.45*X_{25} + 40.53*X_{26} + 20.08*X_{27} + 32.15*X_{36} + 13.76*X_{37} + 0.72*X_{38} + 26.69*X_{39} + \\ 13.76*X_{48} - X_{51} = L = 32.85;$$

$$\text{labour4..}2.81*X_1 + 10.31*X_2 + 7.49*X_3 + 33.14*X_4 + 12.39*X_7 + 19.89*X_8 + \\ 38.13*X_9 + 19.89*X_{10} + 19.89*X_{11} + 28.55*X_{12} + 5.06*X_{13} + 18.55*X_{14} + 13.49*X_{15} + \\ 59.66*X_{16} + 22.31*X_{19} + 35.8*X_{20} + 68.63*X_{21} + 35.8*X_{22} + 35.8*X_{23} + 51.38*X_{24} + \\ 32.15*X_{25} + 44.45*X_{26} + 40.53*X_{27} + X_{28} + 13.76*X_{37} + 13.76*X_{38} + 0.72*X_{39} + \\ 26.69*X_{40} - X_{52} = L = 32.85;$$

$$\text{labour5..}28.55*X_1 + 2.81*X_2 + 10.31*X_3 + 7.49*X_4 + 33.14*X_5 + 12.39*X_8 + \\ 19.89*X_9 + 38.13*X_{10} + 19.89*X_{11} + 19.89*X_{12} + 51.38*X_{13} + 5.06*X_{14} + 18.55*X_{15} +$$

$$13.49*X_{16} + 59.66*X_{17} + 22.31*X_{20} + 35.8*X_{21} + 68.63*X_{22} + 35.8*X_{23} + 35.8*X_{24} + 32.15*X_{26} + 44.45*X_{27} + 40.53*X_{28} + 20.08*X_{29} + 13.76*X_{38} + 13.76*X_{39} + 0.72*X_{40} + 26.69*X_{41} - X_{53} = L = 32.85;$$

$$\text{labour6..} 19.89*X_1 + 28.55*X_2 + 2.81*X_3 + 10.31*X_4 + 7.49*X_5 + 33.14*X_6 + 12.39*X_9 + 19.89*X_{10} + 38.13*X_{11} + 19.89*X_{12} + 35.8*X_{13} + 51.38*X_{14} + 5.06*X_{15} + 18.55*X_{16} + 13.49*X_{17} + 59.66*X_{18} + 22.31*X_{21} + 35.8*X_{22} + 68.63*X_{23} + 35.8*X_{24} + 32.15*X_{27} + 44.45*X_{28} + 40.53*X_{29} + 20.08*X_{30} + 13.76*X_{39} + 13.76*X_{40} + 13.76*X_{41} + 0.72*X_{42} - X_{54} = L = 32.85;$$

$$\text{labour7..} 19.89*X_1 + 19.89*X_2 + 28.55*X_3 + 2.81*X_4 + 10.31*X_5 + 7.49*X_6 + 33.14*X_7 + 12.39*X_{10} + 19.89*X_{11} + 38.13*X_{12} + 35.8*X_{13} + 35.8*X_{14} + 51.38*X_{15} + 5.06*X_{16} + 18.55*X_{17} + 13.49*X_{18} + 59.66*X_{19} + 22.31*X_{22} + 35.79*X_{23} + 56.63*X_{24} + 32.15*X_{28} + 44.45*X_{29} + 40.53*X_{30} + 20.08*X_{31} + 13.76*X_{40} + 13.76*X_{41} + 0.72*X_{42} + 26.69*X_{43} - X_{55} = L = 32.85;$$

$$\text{labour8..} 38.13*X_1 + 19.89*X_2 + 19.89*X_3 + 28.55*X_4 + 2.81*X_5 + 10.31*X_6 + 7.49*X_7 + 33.14*X_8 + 12.39*X_{11} + 19.89*X_{12} + 57.05*X_{13} + 53.79*X_{14} + 35.8*X_{15} + 51.38*X_{16} + 5.06*X_{17} + 18.55*X_{18} + 13.49*X_{19} + 59.66*X_{20} + 22.31*X_{23} + 35.79*X_{24} + 32.15*X_{29} + 68.63*X_{30} + 35.53*X_{31} + 20.08*X_{32} + 13.76*X_{41} + 13.76*X_{42} + 0.72*X_{43} + 26.69*X_{44} - X_{56} = L = 32.85;$$

$$\text{labour9..} 19.89*X_1 + 38.13*X_2 + 19.89*X_3 + 29.89*X_4 + 28.55*X_5 + 2.81*X_6 + 10.31*X_7 + 7.49*X_8 + 33.14*X_9 + 12.39*X_{12} + 35.8*X_{13} + 68.63*X_{14} + 35.8*X_{15} + 35.8*X_{16} + 51.38*X_{17} + 5.06*X_{18} + 18.55*X_{19} + 13.49*X_{20} + 59.66*X_{21} + 22.31*X_{24} + 32.15*X_{30} + 44.45*X_{31} + 40.53*X_{32} + 20.08*X_{33} + 13.76*X_{42} + 13.76*X_{43} + 0.72*X_{44} + 26.69*X_{45} - X_{57} = L = 32.85;$$

$$\text{labour10..} 12.39*X_1 + 29.89*X_2 + 38.13*X_3 + 19.89*X_4 + 19.89*X_5 + 28.55*X_6 + 2.81*X_7 + 10.31*X_8 + 7.49*X_9 + 33.14*X_{10} + 22.31*X_{13} + 35.8*X_{14} + 68.63*X_{15} + 35.8*X_{16} + 35.8*X_{17} + 51.38*X_{18} + 5.06*X_{19} + 18.55*X_{20} + 13.49*X_{21} + 59.66*X_{22} +$$

$$32.15*X31 + 44.45*X32 + 40.53*X33 + 20.08*X34 + 13.76*X43 + 13.76*X44 + 0.72*X45 + 26.69*X46 - X58 = L = 32.85;$$

$$\begin{aligned} & \text{labour11..} 12.39*X2 + 19.89*X3 + 38.13*X4 + 19.89*X5 + 19.89*X6 + 28.55*X7 + \\ & 2.81*X8 + 10.31*X9 + 7.49*X10 + 33.14*X11 + 22.31*X14 + 35.8*X15 + 68.63*X16 + \\ & 35.79*X17 + 35.79*X18 + 51.38*X19 + 5.06*X20 + 18.55*X21 + 13.49*X22 + 59.66*X23 + \\ & 32.15*X32 + 44.45*X33 + 40.53*X34 + 20.08*X35 + 13.76*X44 + 13.76*X45 + 0.72*X46 + \\ & 26.69*X47 - X59 = L = 32.85; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{labour12..} 12.39*X3 + 19.89*X4 + 38.13*X5 + 19.89*X6 + 19.89*X7 + 28.55*X8 + \\ & 2.81*X9 + 10.31*X10 + 7.49*X11 + 33.14*X12 + 22.31*X15 + 35.79*X16 + 68.63*X17 + \\ & 35.79*X18 + 35.79*X19 + 51.38*X20 + 5.06*X21 + 18.55*X22 + 13.49*X23 + 59.66*X24 + \\ & 32.15*X33 + 44.45*X34 + 40.53*X35 + 20.08*X36 + 13.76*X45 + 13.76*X46 + 0.72*X47 + \\ & 26.69*X48 - X60 = L = 32.85; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{cash1..} 22325.47*X1 + 5428.27*X4 + 5632.85*X5 + 8801.37*X6 + 5632.85*X7 + \\ & 5632.85*X8 + 8801.37*X9 + 5632.85*X10 + 5632.85*X11 + 3373.1*X12 + 22325.47*X13 + \\ & 5428.27*X16 + 5632.85*X17 + 8801.37*X18 + 5632.85*X19 + 5632.85*X20 + 8801.37*X21 + \\ & 5632.85*X22 + 5632.85*X23 + 3373.1*X24 + 85430.83*X25 + 2517.96*X34 + 12293*X35 + \\ & 15569.35*X36 + 2305.62*X37 + 2305.62*X46 + 2305.62*X47 + 1144.64*X48 + 171*X49 + \\ & X61 - X72 - X73 = L = 86283.62; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{cash2..} 3373.1*X1 + 22325.47*X2 + 5428.27*X5 + 5632.85*X6 + 8801.37*X7 + \\ & 5632.85*X8 + 5632.85*X9 + 8801.37*X10 + 5632.85*X11 + 5632.85*X12 + 4047.72*X13 + \\ & 22325.47*X14 + 6513.92*X17 + 6759.42*X18 + 10561.42*X19 + 6759.42*X20 + 6759.42*X21 \\ & + 10561.64*X22 + 6759.42*X23 + 6759.42*X24 + 15569.35*X25 + 85430.83*X26 + \\ & 2517.96*X35 + 12293*X36 + 1144.64*X37 + 21842.15*X38 + 2305.62*X47 + 2305.62*X48 + \\ & 171*X50 - X61 + X62 = E = 0; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{cash3..} 5632.85 * X1 + 3373.1 * X2 + 22325.47 * X3 + 5428.27 * X6 + 5632.85 * X7 + \\ & 8801.37 * X8 + 5632.85 * X9 + 5632.85 * X10 + 8801.37 * X11 + 5632.85 * X12 + 6759.42 * X13 + \\ & 4047.72 * X14 + 22325.47 * X15 + 6513.92 * X18 + 6759.42 * X19 + 10561.64 * X20 + 6759.42 * X21 \\ & + 6759.42 * X22 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & + 10561.64 * X23 + 6759.42 * X24 + 12993 * X25 + 15569.35 * X26 + 85430.83 * X27 + \\ & 2517.96 * X36 + 2305.62 * X37 + 1144.64 * X38 + 21842.15 * X39 + 2305.62 * X48 + 171 * X51 - \\ & X62 + X63 = E = 0; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{cash4..} 5632.852 * X1 + 5632.85 * X2 + 3373.1 * X3 + 22325.472 * X4 + 5428.27 * X7 + \\ & 5632.85 * X8 + 8801.37 * X9 + 5632.85 * X10 + 5632.85 * X11 + 8801.37 * X12 + 6759.42 * X13 + \\ & 6759.42 * X14 + 4047.72 * X15 + 22325.47 * X16 + 6513.92 * X19 + 6759.42 * X20 + 10561.64 * X21 \\ & + 6759.42 * X22 + 6759.42 * X23 + 10561.64 * X24 + 2517.96 * X25 + 12293 * X26 + 15569.35 * X27 \\ & + 85430.83 * X28 + 2305.62 * X37 + 2305.62 * X38 + 1144.64 * X39 + 21842.15 * X40 + 171 * X52 - \\ & X63 + X64 = E = 0; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{cash5..} 8801.37 * X1 + 5632.85 * X2 + 5632.85 * X3 + 3373.1 * X4 + 22325.47 * X5 + \\ & 5428.27 * X8 + 5632.85 * X9 + 8801.37 * X10 + 5632.85 * X11 + 5632.85 * X12 + 10561.64 * X13 + \\ & 6759.42 * X14 + 6759.42 * X15 + 4047.72 * X16 + 22325.47 * X17 + 6513.92 * X20 + 6759.42 * X21 \\ & + 10561.64 * X22 + 6759.42 * X23 + 6759.42 * X24 + 2517.96 * X26 + 12293 * X27 + 15569.35 * X28 \\ & + 85430.83 * X29 + 2305.62 * X38 + 2305.62 * X39 + X40 + X41 + 171 * X53 - X64 + X65 = E = 0; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{cash6..} 5632.85 * X1 + 8801.37 * X2 + 5632.85 * X3 + 5632.85 * X4 + 3373.1 * X5 + \\ & 22325.47 * X6 + 5428.27 * X9 + 5632.85 * X10 + 8801.37 * X11 + 5632.85 * X12 + 6759.42 * X13 + \\ & 10561.64 * X14 + 6759.42 * X15 + 6759.42 * X16 + 4047.72 * X17 + 22325.47 * X18 + 6513.92 * X21 \\ & + 6759.42 * X22 + 10561.64 * X23 + 6759.42 * X24 + 2517.96 * X27 + 12293 * X28 + 15569.35 * X29 \\ & + 85430.83 * X30 + 2305.62 * X39 + 2305.62 * X40 + 1144.64 * X41 + 21842.15 * X42 + 171 * X54 - \\ & X65 + X66 = E = 0; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{cash7..} 5632.85 * X1 + 5632.85 * X2 + 8801.37 * X3 + 5632.85 * X4 + 5632.85 * X5 + \\ & 3373.1 * X6 + 22325.47 * X7 + 5428.27 * X10 + 5632.85 * X11 + 8801.37 * X12 + 6759.42 * X13 + \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& 6759.42*X14 + 10561.64*X15 + 6759.42*X16 + 6759.42*X17 + 4047.72*X18 + 22325.47*X19 \\
& + 6513.92*X22 + 6759.42*X23 + 10561.64*X24 + 2517.96*X28 + 12293*X29 + 15569.35*X30 \\
& + 85430.83*X31 + 2305.62*X40 + 2305.62*X41 + 1144.64*X42 + 21842.15*X43 + 171*X55 - \\
& X66 + X67 = E = 0;
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& \text{cash8..} 8801.37*X1 + 5632.85*X2 + 5632.85*X3 + 8801.37*X4 + 5632.85*X5 + \\
& 5632.85*X6 + 3373.1*X7 + 22325.47*X8 + 5428.27*X11 + 5632.85*X12 + 10561.64*X13 + \\
& 6759.42*X14 + 6759.42*X15 + 10561.64*X16 + 6759.42*X17 + 6759.42*X18 + 4047.72*X19 \\
& + 22325.47*X20 + 6513.92*X23 + 6759.42*X24 + 2517.96*X29 + 12293*X30 + 15569.35*X31 \\
& + 85430.83*X32 + 2305.62*X41 + 2305.62*X42 + 1144.64*X43 + 21842.15*X44 + 171*X56 - \\
& X67 + X68 = E = 0;
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& \text{cash9..} 5632.85*X1 + 8801.37*X2 + 5632.85*X3 + 5632.85*X4 + 8801.37*X5 + \\
& 5632.85*X6 + 5632.85*X7 + 3373.1*X8 + 22325.47*X9 + 5428.27*X12 + 6759.42*X13 + \\
& 10561.64*X14 + 6759.42*X15 + 6759.42*X16 + 10561.64*X17 + 6759.42*X18 + 6759.42*X19 \\
& + 4047.72*X20 + 22325.47*X21 + 6513.92*X24 + 2517.96*X30 + 12293*X31 + \\
& 15569.35*X32 + 85430.83*X33 + 2305.62*X42 + 2305.62*X43 + 1144.64*X44 + \\
& 21842.15*X45 + 171*X57 - X68 + X69 = E = 0;
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& \text{cash10..} 5428.27*X1 + 5632.85*X2 + 8801.37*X3 + 5632.85*X4 + 5632.85*X5 + \\
& 8801.37*X6 + 5632.85*X7 + 5632.85*X8 + 3373.1*X9 + 22325.47*X10 + 6513.92*X13 + \\
& 6759.42*X14 + 10561.64*X15 + 6759.42*X16 + 6759.42*X17 + 10561.64*X18 + 6759.42*X19 \\
& + 6759.42*X20 + 4047.72*X21 + 22325.47*X22 + 2517.96*X31 + 12293*X32 + \\
& 15569.35*X33 + 85430.83*X34 + 2305.62*X43 + 2305.62*X44 + 1144.64*X45 + \\
& 21842.15*X46 + 171*X58 - X69 + X70 = E = 0;
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& \text{cash11..} 5428.27*X2 + 5632.85*X3 + 8801.47*X4 + 5632.85*X5 + 5632.85*X6 + \\
& 8801.47*X7 + 5632.85*X8 + 5632.85*X9 + 3373.1*X10 + 22325.47*X11 + 6513.92*X14 + \\
& 6759.42*X15 + 10561.64*X16 + 6759.42*X17 + 6759.42*X18 + 10561.64*X19 + 6759.42*X20 \\
& + 6759.42*X21 + 4047.72*X22 + 22325.47*X23 + 2517.96*X32 + 12293*X33 + 15569.35*X34
\end{aligned}$$

$$+ 85430.83*X35 + 2305.62*X44 + 2305.62*X45 + 1144.64*X46 + 21842.15*X47 + 171*X59 - X70 + X71 = E = 0;$$

$$\begin{aligned} & \text{cash12..} 5428.27*X3 + 5632.85*X4 + 8801.37*X5 + 5632.85*X6 + 5632.85*X7 + \\ & 8801.37*X8 + 5632.85*X9 + 5632.85*X10 + 3373.1*X11 + 22325.47*X12 + 2523.84*X15 + \\ & 7501.62*X16 + 7501.62*X17 + 7501.62*X18 + 7501.62*X19 + 7723.84*X20 + 7501.62*X21 + \\ & 7723.84*X22 + 4977.78*X23 + 58274.08*X24 + 2517.96*X33 + 12293*X34 + 15569.35*X35 + \\ & 85430.83*X36 + 2305.62*X45 + 2305.62*X46 + 1144.64*X47 + 21842.15*X48 + 171*X60 - \\ & X71 + X72 + 1.0697*X73 = G = 0; \end{aligned}$$

$$\text{borrow..} X73 = L = 28900;$$

$$\begin{aligned} & \text{obj_LP..} 132383.22*X1 + 114216.53*X2 + 108930.01*X3 + 108924*X4 + 98084.75*X5 \\ & + 112147.05*X6 + 129130.09*X7 + 147296.77*X8 + 152583.29*X9 + 152589.31*X10 + \\ & 163428.56*X11 + 149366.26*X12 + 99309.86*X13 + 83066.79*X14 + 78340.04*X15 + \\ & 79420.32*X16 + 69769.72*X17 + 82976.71*X18 + 97527.77*X19 + 113770.84*X20 + \\ & 119131.29*X21 + 118502.96*X22 + 128194.48*X23 + 115169.24*X24 + 142001.3*X25 + \\ & 160958.1*X26 + 252582.61*X27 + 278648.21*X28 + 346576.73*X29 + 330779.4*X30 + \\ & 358898.65*X31 + 533617.12*X32 + 517503.85*X33 + 399813.73*X34 + 257321.81*X35 + \\ & 171068.39*X36 - 181265.48*X37 - 7546.39*X38 - 7776.84*X39 - 7776.84*X40 - 7705.71*X41 \\ & - 7540.7*X42 - 6758.33*X43 - 4766.82*X44 - 6169.41*X45 - 8081.26*X46 - 7310.26*X47 - \\ & 7372.85*X48 - 171*X49 - 171*X50 - 171*X51 - 171*X52 - 171*X53 - 171*X54 - 171*X55 - \\ & 171*X56 - 171*X57 - 171*X58 - 171*X59 - 171*X60 - 0.0697*X73 = E = z; \end{aligned}$$

*LP MODEL

MODEL Myfarm/land1, land2, land3, land4, land5, land6, land7, land8, land9, land10, land11, land12, labour1, labour2, labour3, labour4, labour5, labour6, labour7, labour8, labour9,

labour10, labour11, labour12, cash1, cash2, cash3, cash4, cash5, cash6, cash7, cash8, cash9,
cash10, cash11, cash12, borrow, obj_LP/;

option lp=minos;

SOLVE Myfarm USING LP MAXIMIZING z;

*QP MODEL

VARIABLE q;

EQUATION constrain_LP, obj_QP;

constrain_LP..132383.22*X1 + 114216.53*X2 + 108930.01*X3 + 108924*X4 +
98084.75*X5 + 112147.05*X6 + 129130.09*X7 + 147296.77*X8 + 152583.29*X9 +
152589.31*X10 + 163428.56*X11 + 149366.26*X12 + 99309.86*X13 + 83066.79*X14 +
78340.04*X15 + 79420.32*X16 + 69769.72*X17 + 82976.71*X18 + 97527.77*X19 +
113770.84*X20 + 119131.29*X21 + 118502.96*X22 + 128194.48*X23 + 115169.24*X24 +
142001.3*X25 + 160958.1*X26 + 252582.61*X27 + 278648.21*X28 + 346576.73*X29 +
330779.4*X30 + 358898.65*X31 + 533617.12*X32 + 517503.85*X33 + 399813.73*X34 +
257321.81*X35 + 171068.39*X36 - 181265.48*X37 - 7546.39*X38 - 7776.84*X39 -
7776.84*X40 - 7705.71*X41 - 7540.7*X42 - 6758.33*X43 - 4766.82*X44 - 6169.41*X45 -
8081.26*X46 - 7310.26*X47 - 7372.85*X48 - 171*X49 - 171*X50 - 171*X51 - 171*X52 -
171*X53 - 171*X54 - 171*X55 - 171*X56 - 171*X57 - 171*X58 - 171*X59 - 171*X60 -
0.0697*X73 =E= e;

obj_QP..111.74*X1*X1 + 98.28*X1*X2 + 96.89*X1*X3 + 78.05*X1*X4 +
88.78*X1*X5 + 87.46*X1*X6 + 88.48*X1*X7 + 101.94*X1*X8 + 103.33*X1*X9 +
122.18*X1*X10 + 111.44*X1*X11 + 112.76*X1*X12 + 130.26*X1*X13 + 114.57*X1*X14 +
112.94*X1*X15 + 90.98*X1*X16 + 103.49*X1*X17+ 101.96*X1*X18 + 103.14*X1*X19 +
118.83*X1*X20 + 120.46*X1*X21 + 142.42*X1*X22 + 129.91*X1*X23 + 131.45*X1*X24 +

$$\begin{aligned}
& 0.91*X1*X25 + 4.97*X1*X26 - 2.96*X1*X27 - 11.88*X1*X28 - 4.56*X1*X29 - 3.16*X1*X30 \\
& - 4.01*X1*X31 + 3.85*X1*X32 - 27*X1*X33 - 13.49*X1*X34 + 2.78*X1*X35 - 0.64*X1*X36 \\
& - 2.05*X1*X37 - 5.9*X1*X38 + 9.84*X1*X39 + 13.54*X1*X40 - 1.29*X1*X41 - \\
& 9.66*X1*X42 - 12.37*X1*X43 - 10.44*X1*X44 + 10.91*X1*X45 + 12.32*X1*X46 + \\
& 11.83*X1*X47 + 12.38*X1*X48 + 98.28*X2*X1 + 94.98*X2*X2 + 99.12*X2*X3 + \\
& 83.04*X2*X4 + 92.05*X2*X5 + 93.65*X2*X6 + 95.46*X2*X7 + 98.77*X2*X8 + \\
& 94.62*X2*X9 + 110.71*X2*X10 + 101.69*X2*X11 + 100.1*X2*X12 + 114.57*X2*X13 + \\
& 110.72*X2*X14 + 115.55*X2*X15 + 96.8*X2*X16 + 107.31*X2*X17 + 109.17*X2*X18 + \\
& 111.28*X2*X19 + 115.13*X2*X20 + 110.31*X2*X21 + 129.05*X2*X22 + 118.54*X2*X23 + \\
& 116.69*X2*X24 + 4.36*X2*X25 + 4.98*X2*X26 - 3.44*X2*X27 - 10.96*X2*X28 - \\
& 5.86*X2*X29 - 3.67*X2*X30 - 0.94*X2*X31 + 8.28*X2*X32 - 17.02*X2*X33 - 7.96*X2*X34 \\
& + 0.78*X2*X35 + 2.41*X2*X36 - 4.88*X2*X37 - 7.53*X2*X38 + 9.49*X2*X39 + \\
& 12.84*X2*X40 - 1.06*X2*X41 - 8.66*X2*X42 - 13.36*X2*X43 - 11.65*X2*X44 + \\
& 10.89*X2*X45 + 12.12*X2*X46 + 9.43*X2*X47 + 8.52*X2*X48 + 96.89*X3*X1 + \\
& 99.12*X3*X2 + 106.95*X3*X3 + 91.62*X3*X4 + 101.01*X3*X5 + 103.28*X3*X6 + \\
& 104.6*X3*X7 + 102.36*X3*X8 + 94.54*X3*X9 + 109.86*X3*X10 + 100.47*X3*X11 + \\
& 98.21*X3*X12 + 112.94*X3*X13 + 115.55*X3*X14 + 124.67*X3*X15 + 106.81*X3*X16 + \\
& 117.75*X3*X17 + 120.39*X3*X18 + 121.93*X3*X19 + 119.33*X3*X20 + 110.2*X3*X21 + \\
& 128.07*X3*X22 + 117.12*X3*X23 + 114.48*X3*X24 + 7.72*X3*X25 + 6.58*X3*X26 - \\
& 2.69*X3*X27 - 9.67*X3*X28 - 5.89*X3*X29 - 3.04*X3*X30 + 1.94*X3*X31 + 11.37*X3*X32 \\
& - 12.25*X3*X33 - 4.36*X3*X34 + 0.8*X3*X35 + 5.35*X3*X36 - 8.59*X3*X37 - \\
& 10.67*X3*X38 + 8.21*X3*X39 + 11.53*X3*X40 - 2.76*X3*X41 + 10.43*X3*X42 - \\
& 16.68*X3*X43 - 15.35*X3*X44 + 9.73*X3*X45 + 11.25*X3*X46 + 7*X3*X47 + \\
& 5.27*X3*X48 + 78.05*X4*X1 + 83.04*X4*X2 + 91.62*X4*X3 + 81.53*X4*X4 + \\
& 88.83*X4*X5 + 92.22*X4*X6 + 93.89*X4*X7 + 88.9*X4*X8 + 80.31*X4*X9 + \\
& 90.41*X4*X10 + 83.11*X4*X11 + 79.71*X4*X12 + 90.98*X4*X13 + 96.8*X4*X14 +
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& 106.81*X4*X15 + 95.04*X4*X16 + 103.55*X4*X17 + 107.51*X4*X18 + 109.45*X4*X19 + \\
& 103.63*X4*X20 + 93.62*X4*X21 + 105.39*X4*X22 + 96.88*X4*X23 + 92.92*X4*X24 + \\
& 8.16*X4*X25 + 6.54*X4*X26 - 0.91*X4*X27 - 5.86*X4*X28 - 3.69*X4*X29 + 0.71*X4*X30 \\
& + 6.77*X4*X31 + 13.41*X4*X32 - 3.11*X4*X33 + 0.43*X4*X34 - 1.08*X4*X35 + \\
& 5.45*X4*X36 - 9.28*X4*X37 - 10.46*X4*X38 + 5.72*X4*X39 + 8.68*X4*X40 - 3.81*X4*X41 \\
& - 10.2*X4*X42 - 15.52*X4*X43 - 14.93*X4*X44 + 7.16*X4*X45 + 8.67*X4*X46 + \\
& 4.09*X4*X47 + 1.95*X4*X48 + 88.87*X5*X1 + 92.05*X5*X2 + 101.01*X5*X3 + \\
& 88.83*X5*X4 + 99.62*X5*X5 + 99.2*X5*X6 + 97.55*X5*X7 + 94.28*X5*X8 + 85.32*X5*X9 \\
& + 97.5*X5*X10 + 86.71*X5*X11 + 87.13*X5*X12 + 103.49*X5*X13 + 107.31*X5*X14 + \\
& 117.75*X5*X15 + 103.55*X5*X16 + 116.13*X5*X17 + 115.64*X5*X18 + 113.72*X5*X19 + \\
& 109.9*X5*X20 + 99.46*X5*X21 + 113.66*X5*X22 + 101.08*X5*X23 + 101.57*X5*X24 + \\
& 11.25*X5*X25 + 10.45*X5*X26 + 1.97*X5*X27 - 3.45*X5*X28 - 1.48*X5*X29 + \\
& 2.46*X5*X30 + 8.1*X5*X31 + 12.64*X5*X32 - 7.3*X5*X33 + 0.84*X5*X34 + 3.16*X5*X35 \\
& + 8.47*X5*X36 - 14.29*X5*X37 - 15.8*X5*X38 + 2*X5*X39 + 5.06*X5*X40 - 8.67*X5*X41 \\
& - 15.83*X5*X42 - 21.94*X5*X43 - 22.07*X5*X44 + 3.02*X5*X45 + 5.5*X5*X46 + \\
& 0.7*X5*X47 - 1.06*X5*X48 + 87.46*X6*X1 + 93.65*X6*X2 + 103.28*X6*X3 + 99.22*X6*X4 \\
& + 99.2*X6*X5 + 104.94*X6*X6 + 108.51*X6*X7 + 102.32*X6*X8 + 92.69*X6*X9 + \\
& 103.74*X6*X10 + 96.77*X6*X11 + 91.03*X6*X12 + 101.96*X6*X13 + 109.17*X6*X14 + \\
& 120.39*X6*X15 + 107.51*X6*X16 + 115.64*X6*X17 + 122.33*X6*X18 + 126.49*X6*X19 + \\
& 119.28*X6*X20 + 108.25*X6*X21 + 120.94*X6*X22 + 112.81*X6*X23 + 106.12*X6*X24 + \\
& 7.89*X6*X25 + 5.75*X6*X26 - 2.5*X6*X27 - 8.2*X6*X28 - 5.4*X6*X29 - 0.05*X6*X30 + \\
& 7.11*X6*X31 + 15.92*X6*X32 - 2.2*X6*X33 - 0.04*X6*X34 - 3.26*X6*X35 + 4.76*X6*X36 \\
& - 8.28*X6*X37 - 9.57*X6*X38 + 8.64*X6*X39 + 12.09*X6*X40 - 2.07*X6*X41 - \\
& 9.26*X6*X42 - 15.03*X6*X43 - 13.96*X6*X44 + 10.54*X6*X45 + 11.84*X6*X46 + \\
& 6.66*X6*X47 + 4.03*X6*X48 + 88.48*X7*X1 + 95.46*X7*X2 + 104.6*X7*X3 + \\
& 93.89*X7*X4 + 97.55*X7*X5 + 108.51*X7*X6 + 116.84*X7*X7 + 109.86*X7*X8 +
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& 100.72*X7*X9 + 111.43*X7*X10 + 107.77*X7*X11 + 96.81*X7*X12 + 103.14*X7*X13 + \\
& 111.28*X7*X14 + 121.93*X7*X15 + 109.45*X7*X16 + 113.72*X7*X17 + 126.49*X7*X18 + \\
& 136.21*X7*X19 + 128.07*X7*X20 + 117.42*X7*X21 + 129.9*X7*X22 + 125.63*X7*X23 + \\
& 112.86*X7*X24 + 3.92*X7*X25 + 1.14*X7*X26 - 6.84*X7*X27 - 13.12*X7*X28 - \\
& 9.07*X7*X29 - 2.76*X7*X30 + 5.05*X7*X31 + 17.84*X7*X32 + 0.25*X7*X33 - \\
& 2.22*X7*X34 - 8.85*X7*X35 + 0.61*X7*X36 - 1.86*X7*X37 - 3.18*X7*X38 + 15.14*X7*X39 \\
& + 18.98*X7*X40 + 4.36*X7*X41 - 2.95*X7*X42 - 8.07*X7*X43 - 5.77*X7*X44 + \\
& 17.78*X7*X45 + 17.97*X7*X46 + 12.91*X7*X47 + 9.77*X7*X48 + 101.94*X8*X1 + \\
& 98.77*X8*X2 + 102.36*X8*X3 + 88.9*X8*X4 + 94.28*X8*X5 + 102.32*X8*X6 + \\
& 109.86*X8*X7 + 113.03*X8*X8 + 109.43*X8*X9 + 122.9*X8*X10 + 117.52*X8*X11 + \\
& 109.48*X8*X12 + 118.83*X8*X13 + 115.13*X8*X14 + 119.33*X8*X15 + 103.63*X8*X16 + \\
& 109.9*X8*X17 + 119.28*X8*X18 + 128.07*X8*X19 + 131.76*X8*X20 + 127.57*X8*X21 + \\
& 143.27*X8*X22 + 136.99*X8*X23 + 127.57*X8*X24 + 0.46*X8*X25 + 1.13*X8*X26 - \\
& 6.36*X8*X27 - 14.04*X8*X28 - 7.77*X8*X29 - 2.25*X8*X30 + 1.99*X8*X31 + \\
& 13.41*X8*X32 - 9.73*X8*X33 - 7.76*X8*X34 - 6.84*X8*X35 - 2.44*X8*X36 + 0.98*X8*X37 \\
& - 1.55*X8*X38 + 15.49*X8*X39 + 19.68*X8*X40 + 4.13*X8*X41 - 3.95*X8*X42 - \\
& 7.08*X8*X43 - 4.55*X8*X44 + 17.81*X8*X45 + 18.17*X8*X46 + 15.31*X8*X47 + \\
& 13.62*X8*X48 + 103.33*X9*X1 + 94.62*X9*X2 + 94.54*X9*X3 + 80.31*X9*X4 + \\
& 85.32*X9*X5 + 92.69*X9*X6 + 100.72*X9*X7 + 109.43*X9*X8 + 109.52*X9*X9 + \\
& 123.74*X9*X10 + 118.74*X9*X11 + 111.36*X9*X12 + 120.46*X9*X13 + 110.31*X9*X14 + \\
& 110.2*X9*X15 + 93.62*X9*X16 + 99.46*X9*X17 + 108.05*X9*X18 + 117.42*X9*X19 + \\
& 127.57*X9*X20 + 127.67*X9*X21 + 144.25*X9*X22 + 138.42*X9*X23 + 129.82*X9*X24 - \\
& 2.89*X9*X25 - 0.47*X9*X26 - 7.11*X9*X27 - 15.32*X9*X28 - 7.74*X9*X29 - 2.88*X9*X30 \\
& + 0.89*X9*X31 + 10.32*X9*X32 - 14.5*X9*X33 - 11.36*X9*X34 - 6.86*X9*X35 - \\
& 5.36*X9*X36 + 4.68*X9*X37 + 1.59*X9*X38 + 16.77*X9*X39 + 20.99*X9*X40 + \\
& 5.84*X9*X41 - 2.18*X9*X42 - 3.76*X9*X43 - 0.85*X9*X44 + 18.97*X9*X45 +
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& 19.04*X9*X46 + 17.73*X9*X47 + 16.87*X9*X48 + 122.18*X10*X1 + 110.71*X10*X2 + \\
& 109.86*X10*X3 + 90.41*X10*X4 + 97.5*X10*X5 + 103.74*X10*X6 + 111.43*X10*X7 + \\
& 122.9*X10*X8 + 123.74*X10*X9 + 143.2*X10*X10 + 136.11*X10*X11 + 129.86*X10*X12 + \\
& 142.42*X10*X13 + 129.05*X10*X14 + 128.07*X10*X15 + 105.39*X10*X16 + \\
& 113.66*X10*X17 + 120.94*X10*X18 + 129.9*X10*X19 + 143.27*X10*X20 + \\
& 144.25*X10*X21 + 166.93*X10*X22 + 158.66*X10*X23 + 151.38*X10*X24 - 3.34*X10*X25 \\
& -0.43*X10*X26 - 8.89*X10*X27 - 19.13*X10*X28 -9.94*X10*X29 - 6.63*X10*X30 - \\
& 5.73*X10*X31 + 8.29*X10*X32 - 23.64*X10*X33 - 16.15*X10*X34 - 4.98*X10*X35 - \\
& 5.48*X10*X36 + 5.38*X10*X37 + 1.39*X10*X38 + 19.26*X10*X39 + 23.84*X10*X40 + \\
& 6.89*X10*X41 - 2.41*X10*X42 - 4.93*X10*X43 - 1.28*X10*X44 + 21.53*X10*X45 + \\
& 21.62*X10*X46 + 20.65*X10*X47 + 20.19*X10*X48 + 111.44*X11*X1 + 101.69*X11*X2 + \\
& 100.47*X11*X3 + 83.11*X11*X4 + 86.71*X11*X5 + 96.77*X11*X6 + 107.77*X11*X7 + \\
& 117.52*X11*X8 + 118.74*X11*X9 + 136.11*X11*X10 + 132.5*X11*X11 + 122.44*X11*X12 \\
& + 129.91*X11*X13 + 118.54*X11*X14 + 117.12*X11*X15 + 96.88*X11*X16 + \\
& 101.08*X11*X17 + 112.81*X11*X18 + 125.63*X11*X19 + 136.99*X11*X20 + \\
& 138.42*X11*X21 + 158.66*X11*X22 + 154.46*X11*X23 + 142.73*X11*X24 - 6.43*X11*X25 \\
& - 4.34*X11*X26 - 11.76*X11*X27 - 21.55*X11*X28 - 12.15*X11*X29 - 8.38*X11*X30 - \\
& 7.05*X11*X31 + 9.05*X11*X32 - 19.45*X11*X33 - 16.56*X11*X34 - 9.22*X11*X35 - \\
& 8.5*X11*X36 + 10.38*X11*X37 + 6.73*X11*X38 + 22.99*X11*X39 + 27.46*X11*X40 + \\
& 11.74*X11*X41 + 3.22*X11*X42 + 1.5*X11*X43 + 5.87*X11*X44 + 25.68*X11*X45 + \\
& 24.79*X11*X46 + 24.03*X11*X47 + 23.2*X11*X48 + 112.76*X12*X1 + 100.1*X12*X2 + \\
& 98.21*X12*X3 + 79.71*X12*X4 + 87.13*X12*X5 + 91.03*X12*X6 + 96.81*X12*X7 + \\
& 109.48*X12*X8 + 111.36*X12*X9 + 129.86*X12*X10 + 122.44*X12*X11 + 118.54*X12*X12 \\
& + 131.45*X12*X13 + 116.69*X12*X14 + 114.48*X12*X15 + 92.92*X12*X16 + \\
& 101.57*X12*X17 + 106.12*X12*X18 + 112.86*X12*X19 + 127.62*X12*X20 + \\
& 129.82*X12*X21 + 151.38*X12*X22 + 142.73*X12*X23 + 138.19*X12*X24 - 3.06*X12*X25
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& + 0.36*X_{12}*X_{26} - 7.3*X_{12}*X_{27} - 16.8*X_{12}*X_{28} - 8.22*X_{12}*X_{29} - 5.87*X_{12}*X_{30} - \\
& 6.06*X_{12}*X_{31} + 5.78*X_{12}*X_{32} - 24.55*X_{12}*X_{33} - 15.68*X_{12}*X_{34} - 2.8*X_{12}*X_{35} - \\
& 4.78*X_{12}*X_{36} + 4.38*X_{12}*X_{37} + 0.5*X_{12}*X_{38} + 16.34*X_{12}*X_{39} + 20.43*X_{12}*X_{40} + \\
& 5.41*X_{12}*X_{41} - 3.36*X_{12}*X_{42} - 5.42*X_{12}*X_{43} - 2.25*X_{12}*X_{44} + 18.16*X_{12}*X_{45} + \\
& 18.45*X_{12}*X_{46} + 18.07*X_{12}*X_{47} + 18.11*X_{12}*X_{48} + 130.26*X_{13}*X_1 + 114.57*X_{13}*X_2 + \\
& 112.94*X_{13}*X_3 + 90.98*X_{13}*X_4 + 103.49*X_{13}*X_5 + 101.96*X_{13}*X_6 + 103.14*X_{13}*X_7 + \\
& 118.83*X_{13}*X_8 + 120.46*X_{13}*X_9 + 142.42*X_{13}*X_{10} + 129.91*X_{13}*X_{11} + 131.45*X_{13}*X_{12} \\
& + 151.85*X_{13}*X_{13} + 133.56*X_{13}*X_{14} + 131.66*X_{13}*X_{15} + 106.06*X_{13}*X_{16} + \\
& 120.64*X_{13}*X_{17} + 118.85*X_{13}*X_{18} + 120.23*X_{13}*X_{19} + 138.52*X_{13}*X_{20} + \\
& 140.42*X_{13}*X_{21} + 166.02*X_{13}*X_{22} + 151.44*X_{13}*X_{23} + 153.23*X_{13}*X_{24} + 1.06*X_{13}*X_{25} \\
& + 5.79*X_{13}*X_{26} - 3.45*X_{13}*X_{27} + 13.85*X_{13}*X_{28} - 5.31*X_{13}*X_{29} - 3.68*X_{13}*X_{30} - \\
& 4.67*X_{13}*X_{31} + 4.49*X_{13}*X_{32} - 31.48*X_{13}*X_{33} - 15.73*X_{13}*X_{34} + 3.25*X_{13}*X_{35} - \\
& 0.75*X_{13}*X_{36} - 2.39*X_{13}*X_{37} - 6.87*X_{13}*X_{38} + 11.47*X_{13}*X_{39} + 15.79*X_{13}*X_{40} - \\
& 1.5*X_{13}*X_{41} - 11.26*X_{13}*X_{42} - 14.42*X_{13}*X_{43} - 12.17*X_{13}*X_{44} + 12.72*X_{13}*X_{45} + \\
& 14.36*X_{13}*X_{46} + 13.79*X_{13}*X_{47} + 14.43*X_{13}*X_{48} + 114.57*X_{14}*X_1 + 110.72*X_{14}*X_2 + \\
& 115.55*X_{14}*X_3 + 96.8*X_{14}*X_4 + 107.31*X_{14}*X_5 + 109.17*X_{14}*X_6 + 111.28*X_{14}*X_7 + \\
& 115.13*X_{14}*X_8 + 110.31*X_{14}*X_9 + 129.05*X_{14}*X_{10} + 118.54*X_{14}*X_{11} + 116.69*X_{14}*X_{12} \\
& + 133.56*X_{14}*X_{13} + 129.07*X_{14}*X_{14} + 134.69*X_{14}*X_{15} + 112.84*X_{14}*X_{16} + \\
& 125.09*X_{14}*X_{17} + 127.26*X_{14}*X_{18} + 129.72*X_{14}*X_{19} + 134.21*X_{14}*X_{20} + \\
& 128.58*X_{14}*X_{21} + 150.44*X_{14}*X_{22} + 138.19*X_{14}*X_{23} + 136.02*X_{14}*X_{24} + 5.08*X_{14}*X_{25} \\
& + 5.8*X_{14}*X_{26} - 4.01*X_{14}*X_{27} - 12.77*X_{14}*X_{28} - 6.83*X_{14}*X_{29} - 4.28*X_{14}*X_{30} - \\
& 1.1*X_{14}*X_{31} + 9.66*X_{14}*X_{32} - 19.84*X_{14}*X_{33} - 9.28*X_{14}*X_{34} + 0.9*X_{14}*X_{35} + \\
& 2.81*X_{14}*X_{36} - 5.69*X_{14}*X_{37} - 8.78*X_{14}*X_{38} + 11.07*X_{14}*X_{39} + 14.97*X_{14}*X_{40} - \\
& 1.23*X_{14}*X_{41} - 10.1*X_{14}*X_{42} - 15.58*X_{14}*X_{43} - 13.59*X_{14}*X_{44} + 12.7*X_{14}*X_{45} + \\
& 14.13*X_{14}*X_{46} + 10.99*X_{14}*X_{47} + 9.94*X_{14}*X_{48} + 112.94*X_{15}*X_1 + 115.55*X_{15}*X_2 + \\
& 124.67*X_{15}*X_3 + 106.81*X_{15}*X_4 + 117.75*X_{15}*X_5 + 120.39*X_{15}*X_6 + 121.93*X_{15}*X_7 +
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& 119.33*X_{15}*X_8 + 110.2*X_{15}*X_9 + 128.07*X_{15}*X_{10} + 117.12*X_{15}*X_{11} + 114.48 *X_{15}*X_{12} \\
& + 131.66*X_{15}*X_{13} + 134.69*X_{15}*X_{14} + 145.33*X_{15}*X_{15} + 124.51*X_{15}*X_{16} + \\
& 137.27*X_{15}*X_{17} + 140.34*X_{15}*X_{18} + 142.14*X_{15}*X_{19} + 139.1*X_{15}*X_{20} + \\
& 128.47*X_{15}*X_{21} + 149.29*X_{15}*X_{22} + 136.53*X_{15}*X_{23} + 133.46*X_{15}*X_{24} + 9*X_{15}*X_{25} + \\
& 7.67*X_{15}*X_{26} - 3.14*X_{15}*X_{27} + 11.28*X_{15}*X_{28} - 6.86*X_{15}*X_{29} - 3.54*X_{15}*X_{30} + \\
& 2.26*X_{15}*X_{31} - 13.26*X_{15}*X_{32} - 14.28*X_{15}*X_{33} - 5.08*X_{15}*X_{34} + 0.93*X_{15}*X_{35} + \\
& 6.24*X_{15}*X_{36} - 10.01*X_{15}*X_{37} - 12.44*X_{15}*X_{38} + 9.58*X_{15}*X_{39} + 13.44*X_{15}*X_{40} - \\
& 3.22*X_{15}*X_{41} - 12.16*X_{15}*X_{42} - 19.45*X_{15}*X_{43} - 17.9*X_{15}*X_{44} + 11.34*X_{15}*X_{45} + \\
& 13.12*X_{15}*X_{46} + 8.17*X_{15}*X_{47} + 6.15*X_{15}*X_{48} + 90.98*X_{16}*X_1 + 96.8*X_{16}*X_2 + \\
& 106.81*X_{16}*X_3 + 95.04*X_{16}*X_4 + 103.55*X_{16}*X_5 + 107.51*X_{16}*X_6 + 109.45*X_{16}*X_7 + \\
& 103.63*X_{16}*X_8 + 93.62*X_{16}*X_9 + 105.39*X_{16}*X_{10} + 96.88*X_{16}*X_{11} + 92.92*X_{16}*X_{12} + \\
& 106.06*X_{16}*X_{13} + 112.84*X_{16}*X_{14} + 124.51*X_{16}*X_{15} + 110.78*X_{16}*X_{16} + \\
& 120.71*X_{16}*X_{17} + 125.32*X_{16}*X_{18} + 127.59*X_{16}*X_{19} + 120.8*X_{16}*X_{20} + \\
& 109.14*X_{16}*X_{21} + 122.86*X_{16}*X_{22} + 112.93*X_{16}*X_{23} + 108.32*X_{16}*X_{24} + 9.51*X_{16}*X_{25} \\
& + 7.62*X_{16}*X_{26} - 1.06*X_{16}*X_{27} - 6.84*X_{16}*X_{28} - 4.3*X_{16}*X_{29} + 0.83*X_{16}*X_{30} + \\
& 7.9*X_{16}*X_{31} + 15.63*X_{16}*X_{32} - 3.63*X_{16}*X_{33} + 0.5*X_{16}*X_{34} - 1.26*X_{16}*X_{35} + \\
& 6.36*X_{16}*X_{36} - 10.82*X_{16}*X_{37} - 12.19*X_{16}*X_{38} + 6.67*X_{16}*X_{39} + 10.12*X_{16}*X_{40} - \\
& 4.44*X_{16}*X_{41} - 11.89*X_{16}*X_{42} - 18.09*X_{16}*X_{43} - 17.4*X_{16}*X_{44} + 8.35*X_{16}*X_{45} + \\
& 10.11*X_{16}*X_{46} + 4.77*X_{16}*X_{47} + 2.27*X_{16}*X_{48} + 103.49*X_{17}*X_1 + 107.31*X_{17}*X_2 + \\
& 117.75*X_{17}*X_3 + 103.55*X_{17}*X_4 + 116.13*X_{17}*X_5 + 115.64*X_{17}*X_6 + 113.72*X_{17}*X_7 + \\
& 109.9*X_{17}*X_8 + 99.46*X_{17}*X_9 + 113.66*X_{17}*X_{10} + 101.08*X_{17}*X_{11} + 101.57*X_{17}*X_{12} + \\
& 120.64*X_{17}*X_{13} + 125.09*X_{17}*X_{14} + 137.27*X_{17}*X_{15} + 120.71*X_{17}*X_{16} + \\
& 135.37*X_{17}*X_{17} + 134.8*X_{17}*X_{18} + 132.56*X_{17}*X_{19} + 128.11*X_{17}*X_{20} + \\
& 115.94*X_{17}*X_{21} + 132.49*X_{17}*X_{22} + 117.83*X_{17}*X_{23} + 118.4*X_{17}*X_{24} + 13.12*X_{17}*X_{25} \\
& + 12.18*X_{17}*X_{26} + 2.29*X_{17}*X_{27} - 4.02*X_{17}*X_{28} - 1.73*X_{17}*X_{29} + 2.87*X_{17}*X_{30} + \\
& 9.44*X_{17}*X_{31} + 14.74*X_{17}*X_{32} - 8.51*X_{17}*X_{33} + 0.98*X_{17}*X_{34} + 3.68*X_{17}*X_{35} +
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& 9.88*X17*X36 - 16.65*X17*X37 - 18.42*X17*X38 + 2.33*X17*X39 + 5.9*X17*X40 - \\
& 10.1*X17*X41 - 18.45*X17*X42 - 25.58*X17*X43 - 25.73*X17*X44 + 3.52*X17*X45 + \\
& 6.41*X17*X46 + 0.82*X17*X47 - 1.24*X17*X48 + 101.96*X18*X1 + 109.17*X18*X2 + \\
& 120.39*X18*X3 + 107.51*X18*X4 + 115.64*X18*X5 + 122.33*X18*X6 + 126.49*X18*X7 + \\
& 119.28*X18*X8 + 108.05*X18*X9 + 120.94*X18*X10 + 112.81*X18*X11 + 106.12*X18*X12 \\
& + 118.85*X18*X13 + 127.26*X18*X14 + 140.34*X18*X15 + 125.32*X18*X16 + \\
& 134.8*X18*X17 + 142.6*X18*X18 + 147.45*X18*X19 + 139.04*X18*X20 + 125.96*X18*X21 \\
& + 140.98*X18*X22 + 131.5*X18*X23 + 123.7*X18*X24 + 9.19*X18*X25 + 6.7*X18*X26 - \\
& 2.92*X18*X27 - 9.56*X18*X28 - 6.3*X18*X29 - 0.06*X18*X30 + 8.28*X18*X31 + \\
& 18.55*X18*X32 - 2.56*X18*X33 - 0.04*X18*X34 - 3.8*X18*X35 + 5.55*X18*X36 - \\
& 9.66*X18*X37 - 11.16*X18*X38 + 10.08*X18*X39 + 14.1*X18*X40 - 2.41*X18*X41 - \\
& 10.79*X18*X42 - 17.52*X18*X43 - 16.27*X18*X44 + 12.28*X18*X45 + 13.8*X18*X46 + \\
& 7.77*X18*X47 + 4.7*X18*X48 + 103.14*X19*X1 + 111.28*X19*X2 + 121.93*X19*X3 + \\
& 109.45*X19*X4 + 113.72*X19*X5 + 126.49*X19*X6 + 136.21*X19*X7 + 128.07*X19*X8 + \\
& 117.42*X19*X9 + 129.90*X19*X10 + 125.63*X19*X11 + 112.86*X19*X12 + \\
& 120.23*X19*X13 + 129.72*X19*X14 + 142.14*X19*X15 + 127.59*X19*X16 + \\
& 132.56*X19*X17 + 147.45*X19*X18 + 158.78*X19*X19 + 149.29*X19*X20 + \\
& 136.87*X19*X21 + 151.42*X19*X22 + 146.45*X19*X23 + 131.56*X19*X24 + 4.57*X19*X25 \\
& + 1.33*X19*X26 - 7.97*X19*X27 - 15.29*X19*X28 - 10.58*X19*X29 - 3.22*X19*X30 + \\
& 5.89*X19*X31 + 20.80*X19*X32 + 0.30 *X19*X33 - 2.59*X19*X34 - 10.31*X19*X35 + \\
& 0.72*X19*X36 - 2.17*X19*X37 - 3.71*X19*X38 + 17.65*X19*X39 + 22.13*X19*X40 + \\
& 5.09*X19*X41 - 3.44*X19*X42 - 9.41*X19*X43 - 6.72*X19*X44 + 20.73*X19*X45 + \\
& 20.95*X19*X46 + 15.04*X19*X47 + 11.38*X19*X48 + 118.83*X20*X1 + 115.13*X20*X2 + \\
& 119.33*X20*X3 + 103.63*X20*X4 + 109.9*X20*X5 + 119.28*X20*X6 + 128.07*X20*X7 + \\
& 131.76*X20*X8 + 127.57*X20*X9 + 143.27*X20*X10 + 136.99*X20*X11 + 127.62*X20*X12 \\
& + 138.52*X20*X13 + 134.21*X20*X14 + 139.1*X20*X15 + 120.8*X20*X16 +
\end{aligned}$$

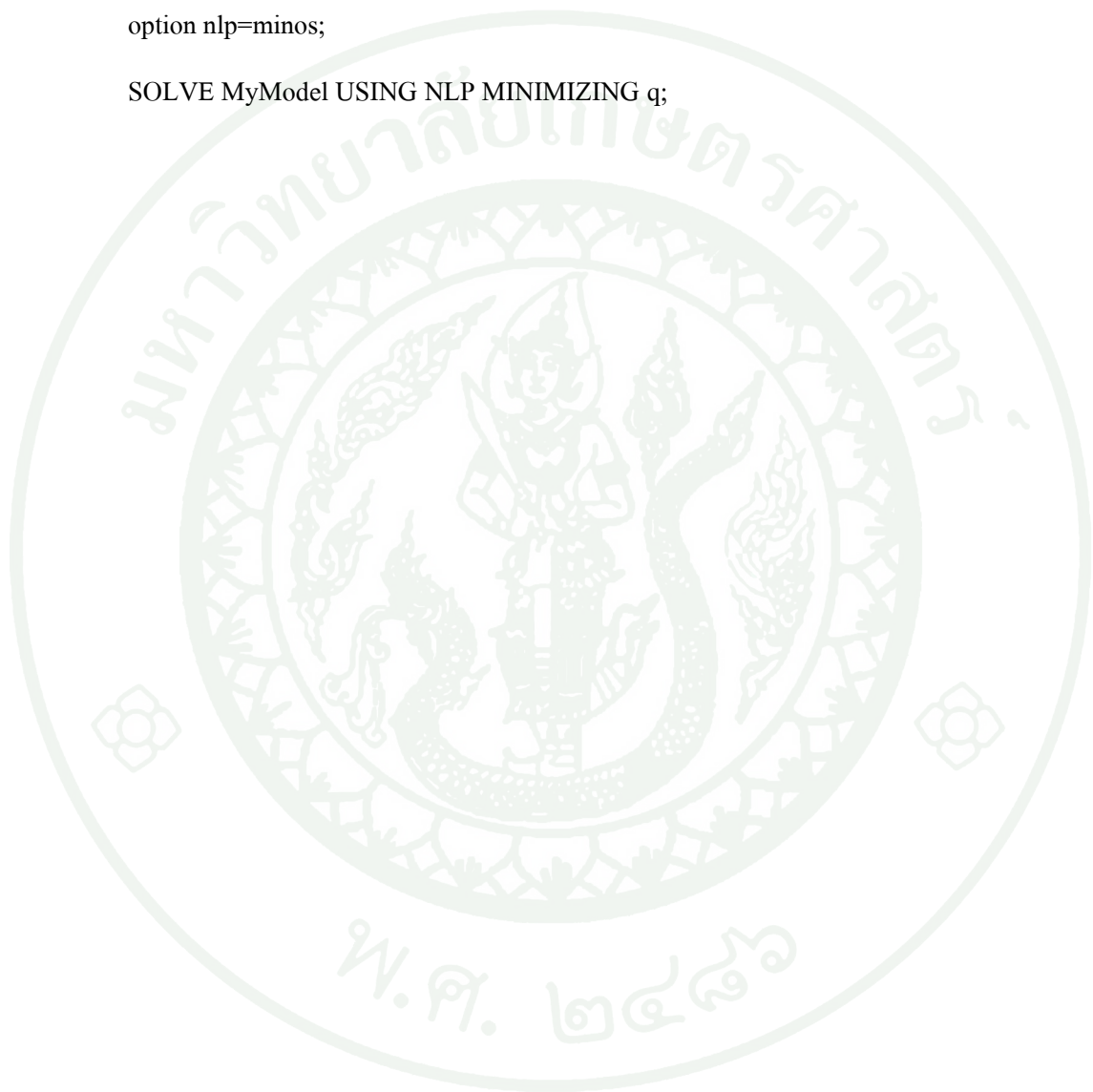
$$\begin{aligned}
& 128.11 \cdot X_{20} \cdot X_{17} + 139.04 \cdot X_{20} \cdot X_{18} + 149.29 \cdot X_{20} \cdot X_{19} + 153.6 \cdot X_{20} \cdot X_{20} + \\
& 148.71 \cdot X_{20} \cdot X_{21} + 167.01 \cdot X_{20} \cdot X_{22} + 159.7 \cdot X_{20} \cdot X_{23} + 148.77 \cdot X_{20} \cdot X_{24} + 0.54 \cdot X_{20} \cdot X_{25} + \\
& 1.32 \cdot X_{20} \cdot X_{26} - 7.41 \cdot X_{20} \cdot X_{27} - 16.37 \cdot X_{20} \cdot X_{28} - 9.05 \cdot X_{20} \cdot X_{29} - 2.62 \cdot X_{20} \cdot X_{30} + \\
& 2.32 \cdot X_{20} \cdot X_{31} + 15.63 \cdot X_{20} \cdot X_{32} - 11.34 \cdot X_{20} \cdot X_{33} - 9.04 \cdot X_{20} \cdot X_{34} - 7.97 \cdot X_{20} \cdot X_{35} - \\
& 2.85 \cdot X_{20} \cdot X_{36} + 1.14 \cdot X_{20} \cdot X_{37} - 1.8 \cdot X_{20} \cdot X_{38} + 18.06 \cdot X_{20} \cdot X_{39} + 22.94 \cdot X_{20} \cdot X_{40} + \\
& 4.81 \cdot X_{20} \cdot X_{41} - 4.61 \cdot X_{20} \cdot X_{42} - 8.26 \cdot X_{20} \cdot X_{43} - 5.31 \cdot X_{20} \cdot X_{44} + 20.76 \cdot X_{20} \cdot X_{45} + \\
& 21.18 \cdot X_{20} \cdot X_{46} + 17.85 \cdot X_{20} \cdot X_{47} + 15.87 \cdot X_{20} \cdot X_{48} + 120.46 \cdot X_{21} \cdot X_1 + 110.31 \cdot X_{21} \cdot X_2 + \\
& 110.21 \cdot X_{21} \cdot X_3 + 93.62 \cdot X_{21} \cdot X_4 + 99.46 \cdot X_{21} \cdot X_5 + 108.05 \cdot X_{21} \cdot X_6 + 117.42 \cdot X_{21} \cdot X_7 + \\
& 127.57 \cdot X_{21} \cdot X_8 + 127.67 \cdot X_{21} \cdot X_9 + 144.25 \cdot X_{21} \cdot X_{10} + 138.42 \cdot X_{21} \cdot X_{11} + 129.82 \cdot X_{21} \cdot X_{12} \\
& + 140.42 \cdot X_{21} \cdot X_{13} + 128.58 \cdot X_{21} \cdot X_{14} + 128.47 \cdot X_{21} \cdot X_{15} + 109.14 \cdot X_{21} \cdot X_{16} + \\
& 115.94 \cdot X_{21} \cdot X_{17} + 125.96 \cdot X_{21} \cdot X_{18} + 136.87 \cdot X_{21} \cdot X_{19} + 148.71 \cdot X_{21} \cdot X_{20} + \\
& 148.83 \cdot X_{21} \cdot X_{21} + 168.16 \cdot X_{21} \cdot X_{22} + 161.36 \cdot X_{21} \cdot X_{23} + 151.33 \cdot X_{21} \cdot X_{24} - 3.37 \cdot X_{21} \cdot X_{25} \\
& - 0.55 \cdot X_{21} \cdot X_{26} - 8.28 \cdot X_{21} \cdot X_{27} - 17.86 \cdot X_{21} \cdot X_{28} - 9.02 \cdot X_{21} \cdot X_{29} - 3.36 \cdot X_{21} \cdot X_{30} - \\
& 1.04 \cdot X_{21} \cdot X_{31} + 12.03 \cdot X_{21} \cdot X_{32} - 16.9 \cdot X_{21} \cdot X_{33} - 13.24 \cdot X_{21} \cdot X_{34} - 8 \cdot X_{21} \cdot X_{35} - \\
& 6.27 \cdot X_{21} \cdot X_{36} + 5.45 \cdot X_{21} \cdot X_{37} + 1.86 \cdot X_{21} \cdot X_{38} + 19.55 \cdot X_{21} \cdot X_{39} + 24.47 \cdot X_{21} \cdot X_{40} + \\
& 6.8 \cdot X_{21} \cdot X_{41} - 2.54 \cdot X_{21} \cdot X_{42} - 4.39 \cdot X_{21} \cdot X_{43} - 0.99 \cdot X_{21} \cdot X_{44} + 22.11 \cdot X_{21} \cdot X_{45} + \\
& 22.19 \cdot X_{21} \cdot X_{46} + 20.67 \cdot X_{21} \cdot X_{47} + 19.66 \cdot X_{21} \cdot X_{48} + 142.42 \cdot X_{22} \cdot X_1 + 129.05 \cdot X_{22} \cdot X_2 + \\
& 128.07 \cdot X_{22} \cdot X_3 + 105.39 \cdot X_{22} \cdot X_4 + 113.66 \cdot X_{22} \cdot X_5 + 120.49 \cdot X_{22} \cdot X_6 + 129.9 \cdot X_{22} \cdot X_7 + \\
& 143.27 \cdot X_{22} \cdot X_8 + 144.25 \cdot X_{22} \cdot X_9 + 166.93 \cdot X_{22} \cdot X_{10} + 158.66 \cdot X_{22} \cdot X_{11} + 151.38 \cdot X_{22} \cdot X_{12} \\
& + 166.02 \cdot X_{22} \cdot X_{13} + 150.44 \cdot X_{22} \cdot X_{14} + 149.29 \cdot X_{22} \cdot X_{15} + 122.86 \cdot X_{22} \cdot X_{16} + \\
& 132.49 \cdot X_{22} \cdot X_{17} + 140.98 \cdot X_{22} \cdot X_{18} + 151.42 \cdot X_{22} \cdot X_{19} + 167.01 \cdot X_{22} \cdot X_{20} + \\
& 168.16 \cdot X_{22} \cdot X_{21} + 194.59 \cdot X_{22} \cdot X_{22} + 184.95 \cdot X_{22} \cdot X_{23} + 176.47 \cdot X_{22} \cdot X_{24} - 3.89 \cdot X_{22} \cdot X_{25} \\
& - 0.5 \cdot X_{22} \cdot X_{26} - 10.36 \cdot X_{22} \cdot X_{27} - 22.31 \cdot X_{22} \cdot X_{28} - 11.59 \cdot X_{22} \cdot X_{29} - 7.79 \cdot X_{22} \cdot X_{30} - \\
& 6.68 \cdot X_{22} \cdot X_{31} + 9.66 \cdot X_{22} \cdot X_{32} - 27.55 \cdot X_{22} \cdot X_{33} - 18.82 \cdot X_{22} \cdot X_{34} - 5.8 \cdot X_{22} \cdot X_{35} - \\
& 6.39 \cdot X_{22} \cdot X_{36} - 6.27 \cdot X_{22} \cdot X_{37} + 1.62 \cdot X_{22} \cdot X_{38} + 22.46 \cdot X_{22} \cdot X_{39} + 27.8 \cdot X_{22} \cdot X_{40} + \\
& 8.03 \cdot X_{22} \cdot X_{41} - 2.81 \cdot X_{22} \cdot X_{42} - 5.74 \cdot X_{22} \cdot X_{43} - 1.49 \cdot X_{22} \cdot X_{44} + 25.1 \cdot X_{22} \cdot X_{45} +
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& 25.2 * X_{22} * X_{46} + 24.07 * X_{22} * X_{47} + 23.54 * X_{22} * X_{48} + 129.91 * X_{23} * X_1 + 118.54 * X_{23} * X_2 + \\
& 117.12 * X_{23} * X_3 + 96.88 * X_{23} * X_4 + 101.08 * X_{23} * X_5 + 112.81 * X_{23} * X_6 + 125.63 * X_{23} * X_7 + \\
& 136.99 * X_{23} * X_8 + 138.42 * X_{23} * X_9 + 158.66 * X_{23} * X_{10} + 154.46 * X_{23} * X_{11} + 142.73 * X_{23} * X_{12} \\
& + 151.44 * X_{23} * X_{13} + 138.19 * X_{23} * X_{14} + 136.53 * X_{23} * X_{15} + 112.93 * X_{23} * X_{16} + \\
& 117.83 * X_{23} * X_{17} + 131.5 * X_{23} * X_{18} + 146.45 * X_{23} * X_{19} + 159.7 * X_{23} * X_{20} + 161.36 * X_{23} * X_{21} \\
& + 184.95 * X_{23} * X_{22} + 180.06 * X_{23} * X_{23} + 166.39 * X_{23} * X_{24} - 7.5 * X_{23} * X_{25} - 5.06 * X_{23} * X_{26} - \\
& 13.71 * X_{23} * X_{27} - 25.12 * X_{23} * X_{28} - 14.16 * X_{23} * X_{29} - 9.77 * X_{23} * X_{30} - 8.21 * X_{23} * X_{31} + \\
& 10.55 * X_{23} * X_{32} - 22.67 * X_{23} * X_{33} - 19.3 * X_{23} * X_{34} - 10.74 * X_{23} * X_{35} - 9.91 * X_{23} * X_{36} + \\
& 12.1 * X_{23} * X_{37} + 7.84 * X_{23} * X_{38} + 26.8 * X_{23} * X_{39} + 32.01 * X_{23} * X_{40} + 13.68 * X_{23} * X_{41} + \\
& 3.75 * X_{23} * X_{42} + 1.75 * X_{23} * X_{43} + 6.84 * X_{23} * X_{44} + 29.93 * X_{23} * X_{45} + 28.9 * X_{23} * X_{46} + \\
& 28.01 * X_{23} * X_{47} + 27.05 * X_{23} * X_{48} + 131.45 * X_{24} * X_1 + 116.69 * X_{24} * X_2 + 114.48 * X_{24} * X_3 + \\
& 92.92 * X_{24} * X_4 + 101.57 * X_{24} * X_5 + 106.12 * X_{24} * X_6 + 112.86 * X_{24} * X_7 + 127.62 * X_{24} * X_8 + \\
& 129.82 * X_{24} * X_9 + 151.38 * X_{24} * X_{10} + 142.73 * X_{24} * X_{11} + 138.19 * X_{24} * X_{12} + \\
& 153.23 * X_{24} * X_{13} + 136.02 * X_{24} * X_{14} + 133.46 * X_{24} * X_{15} + 108.32 * X_{24} * X_{16} + \\
& 118.4 * X_{24} * X_{17} + 123.7 * X_{24} * X_{18} + 131.56 * X_{24} * X_{19} + 148.77 * X_{24} * X_{20} + 151.33 * X_{24} * X_{21} \\
& + 176.47 * X_{24} * X_{22} + 166.39 * X_{24} * X_{23} + 161.09 * X_{24} * X_{24} - 3.57 * X_{24} * X_{25} + 0.42 * X_{24} * X_{26} - \\
& 8.5 * X_{24} * X_{27} - 19.58 * X_{24} * X_{28} - 9.59 * X_{24} * X_{29} - 6.84 * X_{24} * X_{30} - 7.06 * X_{24} * X_{31} + \\
& 6.73 * X_{24} * X_{32} - 28.62 * X_{24} * X_{33} - 18.28 * X_{24} * X_{34} - 3.26 * X_{24} * X_{35} - 5.58 * X_{24} * X_{36} + \\
& 5.1 * X_{24} * X_{37} + 0.58 * X_{24} * X_{38} + 19.05 * X_{24} * X_{39} + 23.82 * X_{24} * X_{40} + 5.99 * X_{24} * X_{41} - \\
& 3.92 * X_{24} * X_{42} - 6.31 * X_{24} * X_{43} - 2.62 * X_{24} * X_{44} + 21.17 * X_{24} * X_{45} + 21.51 * X_{24} * X_{46} + \\
& 21.07 * X_{24} * X_{47} + 21.11 * X_{24} * X_{48} = E = q;
\end{aligned}$$

```
MODEL MyModel/land1, land2, land3, land4, land5, land6, land7, land8, land9, land10,  
land11, land12, labour1, labour2, labour3, labour4, labour5, labour6, labour7, labour8, labour9,  
labour10, labour11, labour12, cash1, cash2, cash3, cash4, cash5, cash6, cash7, cash8, cash9,  
cash10, cash11, cash12, borrow, constrain_LP, obj_QP/;
```

```
option nlp=minos;
```

```
SOLVE MyModel USING NLP MINIMIZING q;
```



แบบจำลองที่ใช้ในการวิเคราะห์ Quadratic Programming ของกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรรมลักษณะที่ 2

จากรายละเอียดในแบบจำลองของกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรรมลักษณะที่ 1 มีการเปลี่ยนแปลงรายละเอียดในกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรรมลักษณะที่ 2 ดังนี้

VARIABLE z;

POSITIVE VARIABLE X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7, X8, X9, X10, X11, X12, X13, X14, X15, X16, X17, X18, X19, X20, X21, X22, X23, X24, X25, X26, X27, X28, X29, X30, X31, X32, X33, X34, X35, X36, X37, X38, X39, X40, X41, X42, X43, X44, X45, X46, X47, X48, X49, X50, X51, X52, X53, X54, X55, X56, X57, X58, X59, X60, X61, X62, X63, X64, X65, X66, X67, X68, X69, X70, X71, X72, X73;

EQUATIONS land1, land2, land3, land4, land5, land6, land7, land8, land9, land10, land11, land12, labour1, labour2, labour3, labour4, labour5, labour6, labour7, labour8, labour9, labour10, labour11, labour12, cash1, cash2, cash3, cash4, cash5, cash6, cash7, cash8, cash9, cash10, cash11, cash12, borrow, obj_LP;

land1..X1 + X4 + X5 + X6 + X7 + X9 + X10 + X11 + X12 + X13 + X16 + X17 + X18 + X19 + X21 + X22 + X23 + X24 + X25 + X34 + X35 + X36 + X37 + X46 + X47 + X48 =L= 3.13;

land2..X1 + X2 + X5 + X6 + X7 + X8 + X9 + X10 + X11 + X12 + X13 + X14 + X17 + X18 + X19 + X20 + X21 + X22 + X23 + X24 + X25 + X26 + X35 + X36 + X37 + X38 + X47 + X48 =L= 3.13;

land3..X1 + X2 + X3 + X6 + X7 + X8 + X9 + X10 + X11 + X12 + X13 + X14 + X15 + X16 + X17 + X18 + X19 + X20 + X21 + X22 + X23 + X24 + X25 + X26 + X27 + X36 + X37 + X38 + X39 + X48 =L= 3.13;

$$\text{land4..}X1 + X2 + X3 + X4 + X7 + X8 + X9 + X10 + X11 + X12 + X13 + X14 + X15 + \\ X16 + X19 + X20 + X21 + X22 + X23 + X24 + X25 + X26 + X27 + X28 + X37 + X38 + X39 + \\ X40 = L = 3.13;$$

$$\text{land5..}X1 + X2 + X3 + X4 + X5 + X8 + X9 + X10 + X11 + X12 + X13 + X14 + X15 + \\ X16 + X17 + X20 + X21 + X22 + X23 + X24 + X26 + X27 + X28 + X29 + X38 + X39 + X40 + \\ X41 = L = 3.13;$$

$$\text{land6..}X1 + X2 + X3 + X4 + X5 + X6 + X9 + X10 + X11 + X12 + X13 + X14 + X15 + \\ X16 + X17 + X18 + X21 + X22 + X23 + X24 + X27 + X28 + X29 + X30 + X40 + X41 + X42 \\ = L = 3.13;$$

$$\text{land7..}X1 + X2 + X3 + X4 + X5 + X6 + X7 + X10 + X11 + X12 + X13 + X14 + X15 + \\ X16 + X17 + X18 + X19 + X22 + X23 + X24 + X28 + X29 + X30 + X31 + X40 + X41 + X42 + \\ X43 = L = 3.13;$$

$$\text{land8..}X1 + X2 + X3 + X4 + X5 + X6 + X7 + X8 + X11 + X12 + X13 + X14 + X15 + \\ X16 + X17 + X18 + X19 + X20 + X23 + X24 + X29 + X30 + X31 + X32 + X41 + X42 + X43 + \\ X44 = L = 3.13;$$

$$\text{land9..}X1 + X2 + X3 + X4 + X5 + X6 + X7 + X8 + X9 + X12 + X13 + X14 + X15 + \\ X16 + X17 + X18 + X19 + X20 + X21 + X24 + X30 + X31 + X32 + X33 + X42 + X43 + X44 + \\ X45 = L = 3.13;$$

$$\text{land10..}X1 + X2 + X3 + X4 + X5 + X6 + X7 + X8 + X9 + X10 + X13 + X14 + X15 + \\ X16 + X17 + X18 + X19 + X20 + X21 + X22 + X31 + X32 + X33 + X34 + X43 + X44 + X45 + \\ X46 = L = 3.13;$$

$$\text{land11..}X2 + X3 + X4 + X5 + X6 + X7 + X8 + X9 + X10 + X11 + X14 + X15 + X16 + \\ X17 + X18 + X19 + X20 + X21 + X22 + X23 + X32 + X33 + X34 + X35 + X44 + X45 + X46 + \\ X47 = L = 3.13;$$

$$\text{land12..}X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} + X_{12} + X_{15} + X_{16} + X_{17} + X_{18} + X_{19} + X_{20} + X_{21} + X_{22} + X_{23} + X_{24} + X_{33} + X_{34} + X_{35} + X_{36} + X_{45} + X_{46} + X_{47} + X_{48} = L = 3.13;$$

$$\begin{aligned} \text{labour1..} & 12.74*X_1 + 25.65*X_4 + 18.4*X_5 + 24.58*X_6 + 18.4*X_7 + 18.4*X_8 + \\ & 13.48*X_9 + 2.6*X_{10} + 7.3*X_{11} + 4.69*X_{12} + 22.92*X_{13} + 46.17*X_{16} + 33.8*X_{17} + \\ & 44.24*X_{18} + 33.80*X_{19} + 33.38*X_{20} + 24.26*X_{21} + 4.69*X_{22} + 13.55*X_{23} + 8.49*X_{24} \\ & + 20.08*X_{25} + 32.15*X_{34} + 44.45*X_{35} + 40.53*X_{36} + 26.69*X_{37} + 13.76*X_{46} + 13.76*X_{47} + \\ & 0.72*X_{48} - X_{49} = L = 34.48; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{labour2..} & 4.69*X_1 + 12.74*X_2 + 25.56*X_5 + 18.4*X_6 + 24.58*X_7 + 18.4*X_8 + 18.4*X_9 \\ & + 13.48*X_{10} + 2.6*X_{11} + 7.3*X_{12} + 8.44*X_{13} + 22.92*X_{14} + 46.171*X_{17} + 33.8*X_{18} + \\ & 44.24*X_{19} + 33.8*X_{20} + 33.8*X_{21} + 24.38*X_{22} + 4.06*X_{23} + 13.13*X_{24} + 49.53*X_{25} + \\ & 20.08*X_{26} + 32.15*X_{35} + 44.45*X_{36} + 0.72*X_{37} + 26.69*X_{38} + 13.76*X_{47} + 13.76*X_{48} - \\ & X_{50} = L = 34.48; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{labour3..} & 7.3*X_1 + 4.69*X_2 + 12.74*X_3 + 25.65*X_6 + 18.4*X_7 + 24.58*X_8 + 18.4*X_9 \\ & + 18.4*X_{10} + 13.48*X_{11} + 2.6*X_{12} + 13.13*X_{13} + 8.44*X_{14} + 22.92*X_{15} + 46.17*X_{18} + \\ & 33.11*X_{19} + 44.24*X_{20} + 33.8*X_{21} + 33.8*X_{22} + 24.38*X_{23} + 4.69*X_{24} + 44.45*X_{25} + \\ & 40.53*X_{26} + 20.08*X_{27} + 32.15*X_{36} + 13.76*X_{37} + 0.72*X_{38} + 26.69*X_{39} + 13.76*X_{48} - \\ & X_{51} = L = 34.48; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{labour4..} & 2.6*X_1 + 7.3*X_2 + 4.68*X_3 + 12.74*X_4 + 25.65*X_7 + 18.4*X_8 + 24.58*X_9 + \\ & 18.4*X_{10} + 18.4*X_{11} + 13.48*X_{12} + 4.69*X_{13} + 13.13*X_{14} + 8.44*X_{15} + 22.92*X_{16} + \\ & 46.17*X_{19} + 33.8*X_{20} + 44.24*X_{21} + 33.11*X_{22} + 33.11*X_{23} + 24.26*X_{24} + 32.15*X_{25} + \\ & 44.45*X_{26} + 40.53*X_{27} + X_{28} + 13.76*X_{37} + 13.76*X_{38} + 0.72*X_{39} + 26.69*X_{40} - X_{52} = L = \\ & 34.48; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{labour5..} & 13.48*X_1 + 2.6*X_2 + 7.3*X_3 + 4.69*X_4 + 12.74*X_5 + 25.56*X_8 + 18.4*X_9 + \\ & 24.58*X_{10} + 18.4*X_{11} + 18.4*X_{12} + 24.26*X_{13} + 4.69*X_{14} + 13.13*X_{15} + 8.44*X_{16} + \end{aligned}$$

$$22.92*X17 + 46.17*X20 + 33.8*X21 + 44.24*X22 + 33.8*X23 + 33.8*X24 + 32.15*X26 + 44.45*X27 + 40.53*X28 + 20.08*X29 + 13.76*X38 + 13.76*X39 + 0.72*X40 + 26.69*X41 - X53 = L = 34.48;$$

$$\text{labour6..} 18.4*X1 + 13.48*X2 + 2.6*X3 + 7.3*X4 + 4.69*X5 + 12.74*X6 + 25.65*X9 + 18.4*X10 + 24.58*X11 + 18.4*X12 + 33.11*X13 + 24.26*X14 + 4.69*X15 + 13.13*X16 + 8.49*X17 + 22.92*X18 + 46.17*X21 + 33.8*X22 + 44.24*X23 + 33.11*X24 + 32.15*X27 + 44.45*X28 + 40.53*X29 + 20.08*X30 + 13.76*X39 + 13.76*X40 + 13.76*X41 + 0.72*X42 - X54 = L = 34.48;$$

$$\text{labour7..} 18.4*X1 + 18.4*X2 + 13.48*X3 + 2.6*X4 + 7.3*X5 + 4.49*X6 + 12.74*X7 + 25.65*X10 + 18.89*X11 + 24.58*X12 + 33.11*X13 + 33.11*X14 + 24.38*X15 + 4.69*X16 + 13.13*X17 + 8.44*X18 + 22.66*X19 + 46.31*X22 + 33.79*X23 + 44.24*X24 + 32.15*X28 + 44.45*X29 + 40.53*X30 + 20.08*X31 + 13.76*X40 + 13.76*X41 + 0.72*X42 + 26.69*X43 - X55 = L = 34.48;$$

$$\text{labour8..} 24.58*X1 + 18.4*X2 + 18.4*X3 + 13.48*X4 + 2.61*X5 + 7.31*X6 + 4.69*X7 + 12.74*X8 + 25.56*X11 + 18.89*X12 + 44.24*X13 + 33.11*X14 + 24.26*X15 + 24.26*X16 + 4.69*X17 + 13.13*X18 + 8.49*X19 + 22.92*X20 + 46.17*X23 + 33.11*X24 + 32.15*X29 + 68.63*X30 + 35.53*X31 + 20.08*X32 + 13.76*X41 + 13.76*X42 + 0.72*X43 + 26.69*X44 - X56 = L = 34.48;$$

$$\text{labour9..} 18.4*X1 + 24.58*X2 + 18.4*X3 + 18.4*X4 + 13.55*X5 + 2.6*X6 + 7.31*X7 + 4.69*X8 + 12.74*X9 + 25.56*X12 + 33.11*X13 + 44.24*X14 + 33.11*X15 + 33.11*X16 + 24.26*X17 + 4.69*X18 + 13.13*X19 + 8.49*X20 + 22.96*X21 + 46.17*X24 + 32.15*X30 + 44.45*X31 + 40.53*X32 + 20.08*X33 + 13.76*X42 + 13.76*X43 + 0.72*X44 + 26.69*X45 - X57 = L = 34.48;$$

$$\text{labour10..} 25.56*X1 + 18.4*X2 + 24.58*X3 + 18.4*X4 + 18.4*X5 + 13.48*X6 + 2.6*X7 + 7.31*X8 + 4.69*X9 + 12.74*X10 + 46.17*X13 + 33.11*X14 + 44.24*X15 + 33.11*X16 + 33.11*X17 + 24.26*X18 + 4.69*X19 + 13.13*X20 + 8.49*X21 + 22.92*X22 + 32.15*X31 +$$

$$44.45*X32 + 40.53*X33 + 20.08*X34 + 13.76*X43 + 13.76*X44 + 0.72*X45 + 26.69*X46 - X58 = L = 34.48;$$

$$\begin{aligned} & \text{labour1} 11.25.56*X2 + 18.4*X3 + 24.58*X4 + 18.4*X5 + 18.4*X6 + 13.55*X7 + 2.6*X8 \\ & + 7.31*X9 + 4.49*X10 + 12.74*X11 + 46.17*X14 + 33.8*X15 + 44.24*X16 + 33.11*X17 + \\ & 33.11*X18 + 24.26*X19 + 4.69*X20 + 13.13*X21 + 8.44*X22 + 22.92*X23 + 32.15*X32 + \\ & 44.45*X33 + 40.53*X34 + 20.08*X35 + 13.76*X44 + 13.76*X45 + 0.72*X46 + 26.69*X47 - \\ & X59 = L = 34.48; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{labour2} 25.56*X3 + 18.4*X4 + 24.58*X5 + 18.4*X6 + 18.4*X7 + 13.55*X8 + \\ & 2.61*X9 + 7.31*X10 + 4.49*X11 + 12.14*X12 + 46.17*X15 + 33.11*X16 + 44.24*X17 + \\ & 33.11*X18 + 33.11*X19 + 24.26*X20 + 4.69*X21 + 13.13*X22 + 8.49*X23 + 22.92*X24 + \\ & 32.15*X33 + 44.45*X34 + 40.53*X35 + 20.08*X36 + 13.76*X45 + 13.76*X46 + 0.72*X47 + \\ & 26.69*X48 - X60 = L = 34.48; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{cash1} 23798.19*X1 + 6189.37*X4 + 6676.01*X5 + 9983.92*X6 + 6676.01*X7 + \\ & 6676.01*X8 + 9983.92*X9 + 6676.01*X10 + 6676.01*X11 + 3794.56*X12 + 23798.19*X13 + \\ & 6189.37*X16 + 6676.01*X17 + 9981.37*X18 + 6676.01*X19 + 6676.01*X20 + 9981.37*X21 + \\ & 6676.01*X22 + 6676.01*X23 + 3773.1*X24 + 85430.83*X25 + 2517.96*X34 + 12293*X35 + \\ & 15569.35*X36 + 2305.62*X37 + 2305.62*X46 + 2305.62*X47 + 1144.64*X48 + 171*X49 + \\ & X61 - X72 - X73 = L = 1081209.1; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{cash2} 3794.56*X1 + 23798.19*X2 + 6189.37*X5 + 6676.01*X6 + 9989.92*X7 + \\ & 6676.01*X8 + 6676.01*X9 + 9983.92*X10 + 6676.01*X11 + 6676.01*X12 + 4547.72*X13 + \\ & 23798.47*X14 + 7427.24*X17 + 8011.21*X18 + 11980.42*X19 + 8011.21*X20 + 8011.21*X21 \\ & + 11961.64*X22 + 8011.21*X23 + 8011.21*X24 + 15569.35*X25 + 85430.83*X26 + \\ & 2517.96*X35 + 12293*X36 + 1144.64*X37 + 21842.15*X38 + 2305.62*X47 + 2305.62*X48 + \\ & 171*X50 - X61 + X62 = E = 0; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{cash3} &..6676.01 * X1 + 3773.1 * X2 + 23725.47 * X3 + 6189.37 * X6 + 6676.01 * X7 + \\ &9983.92 * X8 + 6676.01 * X9 + 6676.01 * X10 + 9801.37 * X11 + 6676.01 * X12 + 8011.42 * X13 + \\ &4547.72 * X14 + 23725.47 * X15 + 7427.24 * X18 + 8011.21 * X19 + 11961.64 * X20 + 8011.21 * X21 \\ &+ 8011.21 * X22 + 11980.64 * X23 + 8011.21 * X24 + 12993 * X25 + 15569.35 * X26 + 85430.83 * X27 \\ &+ 2517.96 * X36 + 2305.62 * X37 + 1144.64 * X38 + 21842.15 * X39 + 2305.62 * X48 + 171 * X51 - \\ &X62 + X63 = E = 0; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{cash4} &..6676.01 * X1 + 6676.01 * X2 + 3793.1 * X3 + 23725.472 * X4 + 6176.01 * X7 + \\ &6676.01 * X8 + 9983.92 * X9 + 6676.01 * X10 + 6676.01 * X11 + 9801.37 * X12 + 8059.42 * X13 + \\ &8059.42 * X14 + 4557.72 * X15 + 23725.47 * X16 + 7413.92 * X19 + 8011.21 * X20 + 11861.64 * X21 \\ &+ 8011.21 * X22 + 8011.21 * X23 + 11961.64 * X24 + 2517.96 * X25 + 12293 * X26 + 15569.35 * X27 \\ &+ 85430.83 * X28 + 2305.62 * X37 + 2305.62 * X38 + 1144.64 * X39 + 21842.15 * X40 + 171 * X52 - \\ &X63 + X64 = E = 0; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{cash5} &..9801.37 * X1 + 6676.01 * X2 + 6676.01 * X3 + 3773.1 * X4 + 23725.47 * X5 + \\ &6128.27 * X8 + 6676.01 * X9 + 9983.92 * X10 + 6676.01 * X11 + 6676.01 * X12 + 11961.64 * X13 + \\ &8011.42 * X14 + 8011.21 * X15 + 4547.72 * X16 + 23725.47 * X17 + 7413.92 * X20 + 8011.21 * X21 \\ &+ 11961.64 * X22 + 8011.21 * X23 + 8011.21 * X24 + 2517.96 * X26 + 12293 * X27 + 15569.35 * X28 \\ &+ 85430.83 * X29 + 2305.62 * X38 + 2305.62 * X39 + X40 + X41 + 171 * X53 - X64 + X65 = E = 0; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{cash6} &..6676.01 * X1 + 9983.92 * X2 + 6676.01 * X3 + 6676.01 * X4 + 3773.1 * X5 + \\ &23725.47 * X6 + 6128.27 * X9 + 6676.01 * X10 + 9901.37 * X11 + 6676.01 * X12 + 8011.42 * X13 + \\ &11961.64 * X14 + 8011.21 * X15 + 8011.21 * X16 + 4547.72 * X17 + 23725.47 * X18 + 7427.24 * X21 \\ &+ 8011.21 * X22 + 11961.64 * X23 + 8011.21 * X24 + 2517.96 * X27 + 12293 * X28 + 15569.35 * X29 \\ &+ 85430.83 * X30 + 2305.62 * X39 + 2305.62 * X40 + 1144.64 * X41 + 21842.15 * X42 + 171 * X54 - \\ &X65 + X66 = E = 0; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{cash7} &..6676.01 * X1 + 6676.01 * X2 + 9901.37 * X3 + 6676.01 * X4 + 6676.01 * X5 + \\ &3773.1 * X6 + 237325.47 * X7 + 6176.01 * X10 + 6676.01 * X11 + 9983.92 * X12 + 8011.21 * X13 + \\ &8011.21 * X14 + 11961.64 * X15 + 8011.21 * X16 + 8011.21 * X17 + 4447.72 * X18 + 23725.47 * X19 \end{aligned}$$

$$+ 7413.92 * X_{22} + 8011.21 * X_{23} + 11961.64 * X_{24} + 2517.96 * X_{28} + 12293 * X_{29} + 15569.35 * X_{30} \\ + 85430.83 * X_{31} + 2305.62 * X_{40} + 2305.62 * X_{41} + 1144.64 * X_{42} + 21842.15 * X_{43} + 171 * X_{55} - \\ X_{66} + X_{67} = E = 0;$$

$$\text{cash8}..9981.37 * X_1 + 6676.01 * X_2 + 6676.01 * X_3 + 9901.37 * X_4 + 6676.01 * X_5 + \\ 6676.01 * X_6 + 3773.1 * X_7 + 23725.47 * X_8 + 6128.27 * X_{11} + 6676.01 * X_{12} + 11561.64 * X_{13} + \\ 8011.21 * X_{14} + 8011.21 * X_{15} + 11961.64 * X_{16} + 8011.21 * X_{17} + 8011.21 * X_{18} + 4547.72 * X_{19} \\ + 23725.47 * X_{20} + 7427.24 * X_{23} + 8011.21 * X_{24} + 2517.96 * X_{29} + 12293 * X_{30} + 15569.35 * X_{31} \\ + 85430.83 * X_{32} + 2305.62 * X_{41} + 2305.62 * X_{42} + 1144.64 * X_{43} + 21842.15 * X_{44} + 171 * X_{56} - \\ X_{67} + X_{68} = E = 0;$$

$$\text{cash9}..6676.01 * X_1 + 9901.37 * X_2 + 6676.01 * X_3 + 6676.01 * X_4 + 9901.37 * X_5 + \\ 6676.01 * X_6 + 6676.01 * X_7 + 3773.1 * X_8 + 23725.47 * X_9 + 6128.27 * X_{12} + 8059.42 * X_{13} + \\ 11561.64 * X_{14} + 8011.21 * X_{15} + 8011.21 * X_{16} + 11961.64 * X_{17} + 8011.21 * X_{18} + 8011.21 * X_{19} \\ + 4547.72 * X_{20} + 23798.47 * X_{21} + 7427.24 * X_{24} + 2517.96 * X_{30} + 12293 * X_{31} + \\ 15569.35 * X_{32} + 85430.83 * X_{33} + 2305.62 * X_{42} + 2305.62 * X_{43} + 1144.64 * X_{44} + \\ 21842.15 * X_{45} + 171 * X_{57} - X_{68} + X_{69} = E = 0;$$

$$\text{cash10}..6189.37 * X_1 + 6676.01 * X_2 + 9901.37 * X_3 + 6676.01 * X_4 + 6676.01 * X_5 + \\ 9901.37 * X_6 + 6676.01 * X_7 + 6676.01 * X_8 + 3773.1 * X_9 + 23725.47 * X_{10} + 7427.24 * X_{13} + \\ 8011.21 * X_{14} + 11981.64 * X_{15} + 8011.21 * X_{16} + 8011.21 * X_{17} + 11961.64 * X_{18} + 8011.21 * X_{19} \\ + 8011.21 * X_{20} + 4547.72 * X_{21} + 23725.47 * X_{22} + 2517.96 * X_{31} + 12293 * X_{32} + 15569.35 * X_{33} \\ + 85430.83 * X_{34} + 2305.62 * X_{43} + 2305.62 * X_{44} + 1144.64 * X_{45} + 21842.15 * X_{46} + 171 * X_{58} - \\ X_{69} + X_{70} = E = 0;$$

$$\text{cash11}..6189.37 * X_2 + 6676.01 * X_3 + 9901.47 * X_4 + 6676.01 * X_5 + 6676.01 * X_6 + \\ 9901.47 * X_7 + 6632.85 * X_8 + 6632.85 * X_9 + 3794.1 * X_{10} + 23725.47 * X_{11} + 7427.92 * X_{14} + \\ 8011.21 * X_{15} + 11561.64 * X_{16} + 8011.21 * X_{17} + 8011.21 * X_{18} + 11980.64 * X_{19} + 8011.21 * X_{20} \\ + 8011.21 * X_{21} + 4547.72 * X_{22} + 23725.47 * X_{23} + 2517.96 * X_{32} + 12293 * X_{33} + 15569.35 * X_{34}$$

$$+ 85430.83 * X_{35} + 2305.62 * X_{44} + 2305.62 * X_{45} + 1144.64 * X_{46} + 21842.15 * X_{47} + 171 * X_{59} - X_{70} + X_{71} = E = 0;$$

$$\begin{aligned} & \text{cash}_{12}..6189.37 * X_3 + 6676.01 * X_4 + 9981.37 * X_5 + 6676.01 * X_6 + 6676.01 * X_7 + \\ & 9981.37 * X_8 + 6676.01 * X_9 + 6676.01 * X_{10} + 3373.1 * X_{11} + 23725.47 * X_{12} + 7427.24 * X_{15} + \\ & 8011.21 * X_{16} + 11980.71 * X_{17} + 8011.21 * X_{18} + 8011.21 * X_{19} + 11980.71 * X_{20} + 8011.21 * X_{21} \\ & + 8011.21 * X_{22} + 4577.78 * X_{23} + 23798.19 * X_{24} + 2517.96 * X_{33} + 12293 * X_{34} + 15569.35 * X_{35} \\ & + 85430.83 * X_{36} + 2305.62 * X_{45} + 2305.62 * X_{46} + 1144.64 * X_{47} + 21842.15 * X_{48} + 171 * X_{60} - \\ & X_{71} + X_{72} + 1.0697 * X_{73} = G = 0; \end{aligned}$$

$$\text{borrow}..X_{73} = L = 98100;$$

$$\begin{aligned} & \text{obj_LP}..52842.24 * X_1 + 40691.69 * X_2 + 37155.87 * X_3 + 37151.84 * X_4 + 29902.15 * X_5 + \\ & 39307.54 * X_6 + 50666.42 * X_7 + 62816.97 * X_8 + 66352.79 * X_9 + 66356.82 * X_{10} + 73606.5 * X_{11} \\ & + 64201.12 * X_{12} + 213985.89 * X_{13} + 186747.44 * X_{14} + 178821.02 * X_{15} + 180049.88 * X_{16} + \\ & 163895.24 * X_{17} + 185641.31 * X_{18} + 210443.47 * X_{19} + 237681.92 * X_{20} + 246269.91 * X_{21} + \\ & 245617.35 * X_{22} + 261869.31 * X_{23} + 240208.54 * X_{24} - 108709.75 * X_{25} - 106797.84 * X_{26} - \\ & 104558.18 * X_{27} - 103383.72 * X_{28} - 101089.43 * X_{29} - 102318.51 * X_{30} - 100474.88 * X_{31} - \\ & 95968.24 * X_{32} - 98030.37 * X_{33} - 101075.77 * X_{34} - 103506.63 * X_{35} - 106975.38 * X_{36} + \\ & 40350.73 * X_{37} + 39739.27 * X_{38} + 38965.39 * X_{39} + 38965.39 * X_{40} + 38204.24 * X_{41} + \\ & 39758.38 * X_{42} + 42385.76 * X_{43} + 49073.63 * X_{44} + 44363.46 * X_{45} + 37943.1 * X_{46} + \\ & 40532.26 * X_{47} + 40322.07 * X_{48} - 171 * X_{49} - 171 * X_{50} - 171 * X_{51} - 171 * X_{52} - 171 * X_{53} - \\ & 171 * X_{54} - 171 * X_{55} - 171 * X_{56} - 171 * X_{57} - 171 * X_{58} - 171 * X_{59} - 171 * X_{60} - 0.0697 * X_{73} \\ & = E = z; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{constrain_LP}..52842.24 * X_1 + 40691.69 * X_2 + 37155.87 * X_3 + 37151.84 * X_4 + \\ & 29902.15 * X_5 + 39307.54 * X_6 + 50666.42 * X_7 + 62816.97 * X_8 + 66352.79 * X_9 + 66356.82 * X_{10} \\ & + 73606.5 * X_{11} + 64201.12 * X_{12} + 213985.89 * X_{13} + 186747.44 * X_{14} + 178821.02 * X_{15} + \\ & 180049.88 * X_{16} + 163895.24 * X_{17} + 185641.31 * X_{18} + 210443.47 * X_{19} + 237681.92 * X_{20} + \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& 246269.91 \cdot X_{21} + 245617.35 \cdot X_{22} + 261869.31 \cdot X_{23} + 240208.54 \cdot X_{24} - 108709.75 \cdot X_{25} - \\
& 106797.84 \cdot X_{26} - 104558.18 \cdot X_{27} - 103383.72 \cdot X_{28} - 101089.43 \cdot X_{29} - 102318.51 \cdot X_{30} - \\
& 100474.88 \cdot X_{31} - 95968.24 \cdot X_{32} - 98030.37 \cdot X_{33} - 101075.77 \cdot X_{34} - 103506.63 \cdot X_{35} - \\
& 106975.38 \cdot X_{36} + 40350.73 \cdot X_{37} + 39739.27 \cdot X_{38} + 38965.39 \cdot X_{39} + 38965.39 \cdot X_{40} + \\
& 38204.24 \cdot X_{41} + 39758.38 \cdot X_{42} + 42385.76 \cdot X_{43} + 49073.63 \cdot X_{44} + 44363.46 \cdot X_{45} + \\
& 37943.1 \cdot X_{46} + 40532.26 \cdot X_{47} + 40322.07 \cdot X_{48} - 171 \cdot X_{49} - 171 \cdot X_{50} - 171 \cdot X_{51} - 171 \cdot X_{52} - \\
& 171 \cdot X_{53} - 171 \cdot X_{54} - 171 \cdot X_{55} - 171 \cdot X_{56} - 171 \cdot X_{57} - 171 \cdot X_{58} - 171 \cdot X_{59} - 171 \cdot X_{60} - \\
& 0.0697 \cdot X_{73} = E = e;
\end{aligned}$$

แบบจำลองที่ใช้ในการวิเคราะห์ Quadratic Programming ของกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรรมลักษณะที่ 3

จากรายละเอียดในแบบจำลองของกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรรมลักษณะที่ 1 มีการเปลี่ยนแปลงรายละเอียดในกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรรมลักษณะที่ 3 ดังนี้

VARIABLE z;

POSITIVE VARIABLE X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7, X8, X9, X10, X11, X12, X13, X14, X15, X16, X17, X18, X19, X20, X21, X22, X23, X24, X25, X26, X27, X28, X29, X30, X31, X32, X33, X34, X35, X36, X37, X38, X39, X40, X41, X42, X43, X44, X45, X46, X47, X48, X49, X50, X51, X52, X53, X54, X55, X56, X57, X58, X59, X60, X61, X62, X63, X64, X65, X66, X67, X68, X69, X70, X71, X72, X73;

EQUATIONS land1, land2, land3, land4, land5, land6, land7, land8, land9, land10, land11, land12, labour1, labour2, labour3, labour4, labour5, labour6, labour7, labour8, labour9, labour10, labour11, labour12, cash1, cash2, cash3, cash4, cash5, cash6, cash7, cash8, cash9, cash10, cash11, cash12, borrow, obj_LP;

land1..X1 + X4 + X5 + X6 + X7 + X9 + X10 + X11 + X12 + X13 + X16 + X17 + X18 + X19 + X21 + X22 + X23 + X24 + X25 + X34 + X35 + X36 + X37 + X46 + X47 + X48 =L= 4.38;

land2..X1 + X2 + X5 + X6 + X7 + X8 + X9 + X10 + X11 + X12 + X13 + X14 + X17 + X18 + X19 + X20 + X21 + X22 + X23 + X24 + X25 + X26 + X35 + X36 + X37 + X38 + X47 + X48 =L= 4.38;

land3..X1 + X2 + X3 + X6 + X7 + X8 + X9 + X10 + X11 + X12 + X13 + X14 + X15 + X16 + X17 + X18 + X19 + X20 + X21 + X22 + X23 + X24 + X25 + X26 + X27 + X36 + X37 + X38 + X39 + X48 =L= 4.38;

$$\text{land4..}X1 + X2 + X3 + X4 + X7 + X8 + X9 + X10 + X11 + X12 + X13 + X14 + X15 + \\ X16 + X19 + X20 + X21 + X22 + X23 + X24 + X25 + X26 + X27 + X28 + X37 + X38 + X39 + \\ X40=L= 4.38;$$

$$\text{land5..}X1 + X2 + X3 + X4 + X5 + X8 + X9 + X10 + X11 + X12 + X13 + X14 + X15 + \\ X16 + X17 + X20 + X21 + X22 + X23 + X24 + X26 + X27 + X28 + X29 + X38 + X39 + X40 + \\ X41 =L= 4.38;$$

$$\text{land6..}X1 + X2 + X3 + X4 + X5 + X6 + X9 + X10 + X11 + X12 + X13 + X14 + X15 + \\ X16 + X17 + X18 + X21 + X22 + X23 + X24 + X27 + X28 + X29 + X30 + X40 + X41 + X42 \\ =L= 4.38;$$

$$\text{land7..}X1 + X2 + X3 + X4 + X5 + X6 + X7 + X10 + X11 + X12 + X13 + X14 + X15 + \\ X16 + X17 + X18 + X19 + X22 + X23 + X24 + X28 + X29 + X30 + X31 + X40 + X41 + X42 + \\ X43 =L= 4.38;$$

$$\text{land8..}X1 + X2 + X3 + X4 + X5 + X6 + X7 + X8 + X11 + X12 + X13 + X14 + X15 + \\ X16 + X17 + X18 + X19 + X20 + X23 + X24 + X29 + X30 + X31 + X32 + X41 + X42 + X43 + \\ X44 =L= 4.38;$$

$$\text{land9..}X1 + X2 + X3 + X4 + X5 + X6 + X7 + X8 + X9 + X12 + X13 + X14 + X15 + \\ X16 + X17 + X18 + X19 + X20 + X21 + X24 + X30 + X31 + X32 + X33 + X42 + X43 + X44 + \\ X45 =L= 4.38;$$

$$\text{land10..}X1 + X2 + X3 + X4 + X5 + X6 + X7 + X8 + X9 + X10 + X13 + X14 + X15 + \\ X16 + X17 + X18 + X19 + X20 + X21 + X22 + X31 + X32 + X33 + X34 + X43 + X44 + X45 + \\ X46 =L= 4.38;$$

$$\text{land11..}X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} + X_{14} + X_{15} + X_{16} + X_{17} + X_{18} + X_{19} + X_{20} + X_{21} + X_{22} + X_{23} + X_{32} + X_{33} + X_{34} + X_{35} + X_{44} + X_{45} + X_{46} + X_{47} = L = 4.38;$$

$$\text{land12..}X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} + X_{12} + X_{15} + X_{16} + X_{17} + X_{18} + X_{19} + X_{20} + X_{21} + X_{22} + X_{23} + X_{24} + X_{33} + X_{34} + X_{35} + X_{36} + X_{45} + X_{46} + X_{47} + X_{48} = L = 4.38;$$

$$\begin{aligned} \text{labour1..} & 12.48*X_1 + 31.42*X_4 + 60.23*X_5 + 82.31*X_6 + 60.23*X_7 + 60.23*X_8 + \\ & 25.32*X_9 + 2.2*X_{10} + 3.24*X_{11} + 1.04*X_{12} + 22.46*X_{13} + 56.55*X_{16} + 108.41*X_{17} + \\ & 148.15*X_{18} + 108.41*X_{19} + 108.41*X_{20} + 45.58*X_{21} + 3.69*X_{22} + 5.55*X_{23} + 1.87*X_{24} \\ & + 20.08*X_{25} + 32.15*X_{34} + 44.45*X_{35} + 40.53*X_{36} + 26.69*X_{37} + 13.76*X_{46} + 13.76*X_{47} + \\ & 0.72*X_{48} - X_{49} = L = 45.28; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{labour2..} & 1.04*X_1 + 12.48*X_2 + 31.42*X_5 + 60.23*X_6 + 82.31*X_7 + 60.23*X_8 + \\ & 60.23*X_9 + 25.32*X_{10} + 2.24*X_{11} + 3.24*X_{12} + 1.87*X_{13} + 22.46*X_{14} + 56.55*X_{17} + \\ & 108.41*X_{18} + 148.24*X_{19} + 108.41*X_{20} + 108.41*X_{21} + 45.58*X_{22} + 3.06*X_{23} + 5.83*X_{24} \\ & + 49.53*X_{25} + 20.08*X_{26} + 32.15*X_{35} + 44.45*X_{36} + 0.72*X_{37} + 26.69*X_{38} + 13.76*X_{47} + \\ & 13.76*X_{48} - X_{50} = L = 45.288; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{labour3..} & 3.24*X_1 + 1.04*X_2 + 12.74*X_3 + 31.42*X_6 + 60.4*X_7 + 82.31*X_8 + 60.4*X_9 \\ & + 60.4*X_{10} + 25.48*X_{11} + 2.2*X_{12} + 5.83*X_{13} + 1.87*X_{14} + 22.46*X_{15} + 56.55*X_{18} + \\ & 108.41*X_{19} + 148.24*X_{20} + 108.41*X_{21} + 108.41*X_{22} + 45.38*X_{23} + 3.69*X_{24} + 44.45*X_{25} \\ & + 40.53*X_{26} + 20.08*X_{27} + 32.15*X_{36} + 13.76*X_{37} + 0.72*X_{38} + 26.69*X_{39} + \\ & 13.76*X_{48} - X_{51} = L = 45.28; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{labour4..} & 2.2*X_1 + 3.3*X_2 + 1.04*X_3 + 12.48*X_4 + 31.42*X_7 + 60.23*X_8 + 82.31*X_9 \\ & + 60.4*X_{10} + 60.4*X_{11} + 25.48*X_{12} + 3.69*X_{13} + 5.83*X_{14} + 1.87*X_{15} + 22.46*X_{16} + \end{aligned}$$

$$56.55*X_{19} + 108.41*X_{20} + 148.24*X_{21} + 108.41*X_{22} + 108.41*X_{23} + 45.58*X_{24} + 32.15*X_{25} + 44.45*X_{26} + 40.53*X_{27} + X_{28} + 13.76*X_{37} + 13.76*X_{38} + 0.72*X_{39} + 26.69*X_{40} - X_{52} = L = 45.28;$$

$$\text{labour5..} 25.32*X_1 + 2.2*X_2 + 3.3*X_3 + 1.04*X_4 + 12.74*X_5 + 31.42*X_8 + 60.4*X_9 + 82.31*X_{10} + 60.23*X_{11} + 60.23*X_{12} + 45.26*X_{13} + 3.69*X_{14} + 5.83*X_{15} + 1.44*X_{16} + 22.46*X_{17} + 56.55*X_{20} + 108.41*X_{21} + 148.24*X_{22} + 108.41*X_{23} + 108.41*X_{24} + 32.15*X_{26} + 44.45*X_{27} + 40.53*X_{28} + 20.08*X_{29} + 13.76*X_{38} + 13.76*X_{39} + 0.72*X_{40} + 26.69*X_{41} - X_{53} = L = 45.28;$$

$$\text{labour6..} 60.23*X_1 + 25.48*X_2 + 2.2*X_3 + 5.38*X_4 + 1.04*X_5 + 12.48*X_6 + 31.42*X_9 + 60.23*X_{10} + 82.58*X_{11} + 60.4*X_{12} + 108.41*X_{13} + 45.26*X_{14} + 3.69*X_{15} + 5.83*X_{16} + 1.49*X_{17} + 22.92*X_{18} + 56.55*X_{21} + 108.41*X_{22} + 148.24*X_{23} + 108.41*X_{24} + 32.15*X_{27} + 44.45*X_{28} + 40.53*X_{29} + 20.08*X_{30} + 13.76*X_{39} + 13.76*X_{40} + 13.76*X_{41} + 0.72*X_{42} - X_{54} = L = 45.28;$$

$$\text{labour7..} 60.23*X_1 + 60.23*X_2 + 25.48*X_3 + 2.2*X_4 + 3.24*X_5 + 1.04*X_6 + 12.48*X_7 + 31.65*X_{10} + 60.23*X_{11} + 82.41*X_{12} + 108.41*X_{13} + 108.41*X_{14} + 45.38*X_{15} + 3.96*X_{16} + 5.83*X_{17} + 1.87*X_{18} + 22.46*X_{19} + 56.55*X_{22} + 108.41*X_{23} + 148.24*X_{24} + 32.15*X_{28} + 44.45*X_{29} + 40.53*X_{30} + 20.08*X_{31} + 13.76*X_{40} + 13.76*X_{41} + 0.72*X_{42} + 26.69*X_{43} - X_{55} = L = 45.28;$$

$$\text{labour8..} 82.31*X_1 + 60.23*X_2 + 60.23*X_3 + 25.32*X_4 + 2.2*X_5 + 3.31*X_6 + 1.69*X_7 + 12.74*X_8 + 31.56*X_{11} + 60.89*X_{12} + 148.24*X_{13} + 108.41*X_{14} + 108.41*X_{15} + 45.58*X_{16} + 3.69*X_{17} + 5.83*X_{18} + 1.87*X_{19} + 22.46*X_{20} + 56.55*X_{23} + 108.41*X_{24} + 32.15*X_{29} + 68.63*X_{30} + 35.53*X_{31} + 20.08*X_{32} + 13.76*X_{41} + 13.76*X_{42} + 0.72*X_{43} + 26.69*X_{44} - X_{56} = L = 45.28;$$

$$\begin{aligned} \text{labour9..} & 60.23*X1 + 82.31*X2 + 60.23*X3 + 60.23*X4 + 25.32*X5 + 2.2*X6 + \\ & 3.31*X7 + 1.69*X8 + 12.74*X9 + 31.42*X12 + 108.41*X13 + 148.24*X14 + 108.41*X15 + \\ & 108.41*X16 + 45.26*X17 + 3.69*X18 + 5.83*X19 + 1.49*X20 + 22.96*X21 + 56.55*X24 + \\ & 32.15*X30 + 44.45*X31 + 40.53*X32 + 20.08*X33 + 13.76*X42 + 13.76*X43 + 0.72*X44 + \\ & 26.69*X45 - X57 = L = 45.28; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{labour10..} & 31.42*X1 + 60.23*X2 + 82.31*X3 + 60.23*X4 + 60.23*X5 + 25.23*X6 + \\ & 2.2*X7 + 3.24*X8 + 1.69*X9 + 12.74*X10 + 56.55*X13 + 108.41*X14 + 148.24*X15 + \\ & 108.41*X16 + 108.41*X17 + 45.26*X18 + 3.69*X19 + 5.83*X20 + 1.89*X21 + 22.92*X22 + \\ & 32.15*X31 + 44.45*X32 + 40.53*X33 + 20.08*X34 + 13.76*X43 + 13.76*X44 + 0.72*X45 + \\ & 26.69*X46 - X58 = L = 45.28; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{labour11..} & 31.42*X2 + 60.4*X3 + 82.58*X4 + 60.23*X5 + 60.23*X6 + 25.32*X7 + \\ & 2.2*X8 + 3.31*X9 + 1.49*X10 + 12.74*X11 + 56.55*X14 + 108.41*X15 + 148.24*X16 + \\ & 108.41*X17 + 108.41*X18 + 45.26*X19 + 3.69*X20 + 5.83*X21 + 1.84*X22 + 22.46*X23 + \\ & 32.15*X32 + 44.45*X33 + 40.53*X34 + 20.08*X35 + 13.76*X44 + 13.76*X45 + 0.72*X46 + \\ & 26.69*X47 - X59 = L = 45.28; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{labour12..} & 31.42*X3 + 60.4*X4 + 82.58*X5 + 60.4*X6 + 60.4*X7 + 25.55*X8 + 2.2*X9 \\ & + 3.24*X10 + 1.49*X11 + 12.44*X12 + 56.55*X15 + 108.41*X16 + 148.24*X17 + 108.41*X18 \\ & + 108.41*X19 + 45.58*X20 + 3.69*X21 + 5.83*X22 + 1.87*X23 + 22.42*X24 + 32.15*X33 + \\ & 44.45*X34 + 40.53*X35 + 20.08*X36 + 13.76*X45 + 13.76*X46 + 0.72*X47 + 26.69*X48 - \\ & X60 = L = 45.28; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{cash1..} & 14657.64*X1 + 6139.37*X4 + 11876.01*X5 + 15487.92*X6 + 11876.01*X7 + \\ & 11876.01*X8 + 15476.01*X9 + 11876.01*X10 + 11876.01*X11 + 9352.64*X12 + \\ & 14657.64*X13 + 6189.37*X16 + 11876.01*X17 + 15486.6*X18 + 11876.01*X19 + \\ & 11876.01*X20 + 15486.6*X21 + 11876.01*X22 + 11876.01*X23 + 9373.1*X24 + \end{aligned}$$

$$85430.83*X25 + 2517.96*X34 + 12293*X35 + 15569.35*X36 + 2305.62*X37 + 2305.62*X46 + 2305.62*X47 + 1144.64*X48 + 171*X49 + X61 - X72 - X73 = L = 189225.05;$$

$$\begin{aligned} & \text{cash2..} 9352*X1 + 14657.64*X2 + 6134.6*X5 + 11876.01*X6 + 15876.01*X7 + \\ & 11876.01*X8 + 11876.01*X9 + 15876.01*X10 + 11876.01*X11 + 11876.01*X12 + \\ & 11222.4*X13 + 14657.64*X14 + 7327.24*X17 + 14241.21*X18 + 18583.92*X19 + \\ & 14242.75*X20 + 14242.75*X21 + 18561.64*X22 + 14242.75*X23 + 14242.75*X24 + \\ & 15569.35*X25 + 85430.83*X26 + 2517.96*X35 + 12293*X36 + 1144.64*X37 + 21842.15*X38 \\ & + 2305.62*X47 + 2305.62*X48 + 171*X50 - X61 + X62 = E = 0; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{cash3..} 11868.96*X1 + 9352*X2 + 14657.64*X3 + 6189.37*X6 + 11876.01*X7 + \\ & 15483.92*X8 + 11876.01*X9 + 11876.01*X10 + 15486.96*X11 + 11876.01*X12 + \\ & 14011.42*X13 + 11222.4*X14 + 14725.47*X15 + 7327.24*X18 + 14211.21*X19 + \\ & 18583.92*X20 + 14242.75*X21 + 14242.75*X22 + 18580.64*X23 + 14242.75*X24 + \\ & 12993*X25 + 15569.35*X26 + 85430.83*X27 + 2517.96*X36 + 2305.62*X37 + 1144.64*X38 + \\ & 21842.15*X39 + 2305.62*X48 + 171*X51 - X62 + X63 = E = 0; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{cash4..} 11868.96*X1 + 11868.96*X2 + 9393.1*X3 + 14625.472*X4 + 6176.01*X7 + \\ & 11876.01*X8 + 15486.6*X9 + 11876.01*X10 + 11876.01*X11 + 15486.6*X12 + 14242.75*X13 \\ & + 14242.75*X14 + 11222.4*X15 + 14657.64*X16 + 7313.92*X19 + 14242.75*X20 + \\ & 18561.64*X21 + 14242.75*X22 + 14242.75*X23 + 18583.92*X24 + 2517.96*X25 + \\ & 12293*X26 + 15569.35*X27 + 85430.83*X28 + 2305.62*X37 + 2305.62*X38 + 1144.64*X39 \\ & + 21842.15*X40 + 171*X52 - X63 + X64 = E = 0; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{cash5..} 15486*X1 + 11868.96*X2 + 11868.96*X3 + 9373.1*X4 + 14725.47*X5 + \\ & 6128.27*X8 + 11876.01*X9 + 15486.6*X10 + 11868.96*X11 + 11868.96*X12 + 18568.96*X13 \\ & + 14242.75*X14 + 14242.75*X15 + 11222.4*X16 + 14725.47*X17 + 7313.92*X20 + \\ & 1411.21*X21 + 18561.64*X22 + 14242.75*X23 + 14242.75*X24 + 2517.96*X26 + 12293*X27 \end{aligned}$$

$$+ 15569.35*X_{28} + 85430.83*X_{29} + 2305.62*X_{38} + 2305.62*X_{39} + X_{40} + X_{41} + 171*X_{53} - X_{64} + X_{65} = E = 0;$$

$$\begin{aligned} \text{cash6..} & 11868.96*X_1 + 15468.96*X_2 + 11868.96*X_3 + 11868.96*X_4 + 9373.1*X_5 + \\ & 14725.47*X_6 + 6128.27*X_9 + 11868.96*X_{10} + 15468.96*X_{11} + 11868.96*X_{12} + 1424.75*X_{13} \\ & + 18568.96*X_{14} + 14242.75*X_{15} + 14242.75*X_{16} + 11222.4*X_{17} + 14625.47*X_{18} + \\ & 7327.24*X_{21} + 14211.21*X_{22} + 18583.92*X_{23} + 14242.75*X_{24} + 2517.96*X_{27} + 12293*X_{28} \\ & + 15569.35*X_{29} + 85430.83*X_{30} + 2305.62*X_{39} + 2305.62*X_{40} + 1144.64*X_{41} + \\ & 21842.15*X_{42} + 171*X_{54} - X_{65} + X_{66} = E = 0; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{cash7..} & 11868.96*X_1 + 11868.96*X_2 + 15468.96*X_3 + 11868.96*X_4 + 11868.96*X_5 + \\ & 9353.1*X_6 + 146325.47*X_7 + 6176.01*X_{10} + 11868.96*X_{11} + 15468.96*X_{12} + 14242.75*X_{13} \\ & + 14242.75*X_{14} + 18583.92*X_{15} + 14242.75*X_{16} + 11222.4*X_{17} + 14647.72*X_{18} + \\ & 14657.64*X_{19} + 7313.92*X_{22} + 14242.75*X_{23} + 18583.92*X_{24} + 2517.96*X_{28} + 12293*X_{29} \\ & + 15569.35*X_{30} + 85430.83*X_{31} + 2305.62*X_{40} + 2305.62*X_{41} + 1144.64*X_{42} + \\ & 21842.15*X_{43} + 171*X_{55} - X_{66} + X_{67} = E = 0; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{cash8..} & 15486.6*X_1 + 11868.96*X_2 + 11868.96*X_3 + 15486.6*X_4 + 11868.96*X_5 + \\ & 11868.96*X_6 + 9373.1*X_7 + 14625.47*X_8 + 6128.27*X_{11} + 11868.96*X_{12} + 18568.96*X_{13} + \\ & 14242.75*X_{14} + 14242.75*X_{15} + 18561.64*X_{16} + 14242.75*X_{17} + 14242.75*X_{18} + \\ & 11222.4*X_{19} + 14657.64*X_{20} + 7327.24*X_{23} + 14242.75*X_{24} + 2517.96*X_{29} + 12293*X_{30} + \\ & 15569.35*X_{31} + 85430.83*X_{32} + 2305.62*X_{41} + 2305.62*X_{42} + 1144.64*X_{43} + \\ & 21842.15*X_{44} + 171*X_{56} - X_{67} + X_{68} = E = 0; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{cash9..} & 11868.96*X_1 + 15486.6*X_2 + 11868.96*X_3 + 11868.96*X_4 + 15486.6*X_5 + \\ & 11868.96*X_6 + 11868.96*X_7 + 9773.1*X_8 + 14625.47*X_9 + 6128.27*X_{12} + 14242.75*X_{13} + \\ & 18561.64*X_{14} + 14242.75*X_{15} + 14242.75*X_{16} + 18561.64*X_{17} + 14242.75*X_{18} + \\ & 14242.75*X_{19} + 11222.4*X_{20} + 14657.64*X_{21} + 7327.24*X_{24} + 2517.96*X_{30} + 122930*X_{31} \end{aligned}$$

$$+ 15569.35*X_{32} + 85430.83*X_{33} + 2305.62*X_{42} + 2305.62*X_{43} + 1144.64*X_{44} + 21842.15*X_{45} + 171*X_{57} - X_{68} + X_{69} = E = 0;$$

$$\begin{aligned} & \text{cash10..} 6189.37*X_1 + 11868.96*X_2 + 15486.6*X_3 + 11868.96*X_4 + 11868.96*X_5 + \\ & 15486.6*X_6 + 11868.96*X_7 + 11868.96*X_8 + 9373.1*X_9 + 14725.47*X_{10} + 7427.24*X_{13} + \\ & 1411.21*X_{14} + 18981.64*X_{15} + 14242.75*X_{16} + 14242.75*X_{17} + 18583.92*X_{18} + \\ & 14242.75*X_{19} + 14242.75*X_{20} + 11222.4*X_{21} + 14625.47*X_{22} + 2517.96*X_{31} + 12293*X_{32} \\ & + 15569.35*X_{33} + 85430.83*X_{34} + 2305.62*X_{43} + 2305.62*X_{44} + 1144.64*X_{45} + \\ & 21842.15*X_{46} + 171*X_{58} - X_{69} + X_{70} = E = 0; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{cash11..} 6189.37*X_2 + 11868.96*X_3 + 15486.96*X_4 + 11868.96*X_5 + 11868.96*X_6 + \\ & 15486.96*X_7 + 11868.96*X_8 + 11868.96*X_9 + 9394.1*X_{10} + 14625.47*X_{11} + 7327.92*X_{14} + \\ & 14242.75*X_{15} + 18561.64*X_{16} + 14242.75*X_{17} + 14242.75*X_{18} + 18580.64*X_{19} + \\ & 14242.75*X_{20} + 14242.75*X_{21} + 11222.4*X_{22} + 14625.47*X_{23} + 2517.96*X_{32} + 12293*X_{33} \\ & + 15569.35*X_{34} + 85430.83*X_{35} + 2305.62*X_{44} + 2305.62*X_{45} + 1144.64*X_{46} + \\ & 21842.15*X_{47} + 171*X_{59} - X_{70} + X_{71} = E = 0; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{cash12..} 6189.37*X_3 + 11868.96*X_4 + 15486.96*X_5 + 11868.96*X_6 + 11868.96*X_7 + \\ & 15486.96*X_8 + 11868.96*X_9 + 11868.96*X_{10} + 9373.1*X_{11} + 14657.64*X_{12} + 7327.24*X_{15} \\ & + 1411.21*X_{16} + 18580.71*X_{17} + 14242.75*X_{18} + 14242.75*X_{19} + 18583.92*X_{20} + \\ & 14242.75*X_{21} + 14242.75*X_{22} + 11222.4*X_{23} + 14657.64*X_{24} + 2517.96*X_{33} + 12293*X_{34} \\ & + 15569.35*X_{35} + 85430.83*X_{36} + 2305.62*X_{45} + 2305.62*X_{46} + 1144.64*X_{47} + \\ & 21842.15*X_{48} + 171*X_{60} - X_{71} + X_{72} + 1.0697*X_{73} = G = 0; \end{aligned}$$

borrow..X73 =L= 121000;

obj_LP..330924.13*X1 + 291740.7*X2 + 280338.29*X3 + 280325.31*X4 +
 256946.31*X5 + 287277.05*X6 + 323907.51*X7 + 363090.94*X8 + 374493.36*X9 +
 374506.33*X10 + 397885.33*X11 + 367554.59*X12 + 128476.5*X13 + 105030*X14 +
 98207.05*X15 + 98199.28*X16 + 86583.59*X17 + 105456.37*X18 + 126651.7*X19 +
 150098.21*X20 + 157644.69*X21 + 156928.92*X22 + 170918.4*X23 + 152265.76*X24 +
 33576.03*X25 + 73795.65*X26 + 120910.06*X27 + 145616.4*X28 + 193879.94*X29 +
 168024.47*X30 + 206807.68*X31 + 301611.07*X32 + 258231.33*X33 + 194167.22*X34 +
 143030.85*X35 + 70060.97*X36 - 8892.11*X37 - 9060.45*X38 - 9273.49*X39 - 9273.49*X40 -
 9207.74*X41 - 9055.19*X42 - 8331.88*X43 - 6490.75*X44 - 7787.43*X45 - 9554.92*X46 -
 8842.14*X47 - 8900*X48 - 171*X49 - 171*X50 - 171*X51 - 171*X52 - 171*X53 - 171*X54 -
 171*X55 - 171*X56 - 171*X57 - 171*X58 - 171*X59 - 171*X60 - 0.0697*X73 =E= z;

constrain_LP..330924.13*X1 + 291740.7*X2 + 280338.29*X3 + 280325.31*X4 +
 256946.31*X5 + 287277.05*X6 + 323907.51*X7 + 363090.94*X8 + 374493.36*X9 +
 374506.33*X10 + 397885.33*X11 + 367554.59*X12 + 128476.5*X13 + 105030*X14 +
 98207.05*X15 + 98199.28*X16 + 86583.59*X17 + 105456.37*X18 + 126651.7*X19 +
 150098.21*X20 + 157644.69*X21 + 156928.92*X22 + 170918.4*X23 + 152265.76*X24 +
 33576.03*X25 + 73795.65*X26 + 120910.06*X27 + 145616.4*X28 + 193879.94*X29 +
 168024.47*X30 + 206807.68*X31 + 301611.07*X32 + 258231.33*X33 + 194167.22*X34 +
 143030.85*X35 + 70060.97*X36 - 8892.11*X37 - 9060.45*X38 - 9273.49*X39 - 9273.49*X40 -
 9207.74*X41 - 9055.19*X42 - 8331.88*X43 - 6490.75*X44 - 7787.43*X45 - 9554.92*X46 -

$$8842.14 * X_{47} - 8900 * X_{48} - 171 * X_{49} - 171 * X_{50} - 171 * X_{51} - 171 * X_{52} - 171 * X_{53} - 171 * X_{54} - \\ 171 * X_{55} - 171 * X_{56} - 171 * X_{57} - 171 * X_{58} - 171 * X_{59} - 171 * X_{60} - 0.0697 * X_{73} = E = e;$$

หมายเหตุ: constrain_LP จะขึ้นอยู่กับระดับรายได้ที่เกษตรกรคาดหวัง (e)

ที่มา: จากการคำนวณ



ตารางผนวกที่ 1 ค่าความเป็นพิษแยกรายพืชของกลุ่มน้ำแม่สา ต.โป่งแยง อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่
ปีการผลิต 2552/53

หน่วย: ต่อไร่

พืช	เกษตรกร	ผู้บริโภคน	สิ่งแวดล้อม
พริกหวาน	67.22	27.68	298.06
เบญจมาศ	50.00	28.73	278.66
กะหล่ำปลี	3.49	1.57	20.47
แตงกวาญี่ปุ่น	12.81	5.83	52.55
ถั่วแขก	33.61	13.84	149.03
สลัด	7.82	5.75	48.93
มะเขือเทศ	21.17	18.12	141.71
ผักกาดขาว	50.41	20.76	223.54
คะน้าฮ่องกง	9.32	3.61	46.87
บล็อคโคลี่	11.46	10.90	82.30
เฉลี่ย	24.86	12.66	125.63

ที่มา: จากการสำรวจภายใต้โครงการ The Uplands Program (2009)

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ – นามสกุล

นางสาวนันทกา พุฒจันทร์

วัน เดือน ปี ที่เกิด

วันที่ 1 เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2530

สถานที่เกิด

จังหวัดสุโขทัย

ประวัติการศึกษา

วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เศรษฐศาสตร์เกษตร)

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทุนการศึกษาที่ได้รับ

- ทุนโครงการเสริมสร้างศักยภาพนิสิต

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์สู่สากล

ปีงบประมาณ 2554

- ทุนผู้ช่วยสอน ประจำปีภาคต้น ปีการศึกษา 2553

- ทุนอุดหนุนการค้นคว้าและวิจัยประเภท

วิทยานิพนธ์ ระดับบัณฑิตศึกษา ประจำปี

งบประมาณ 2555